بسم الله الرحمن الرحيم

وزارت صنعت، معدن و تجارت

سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

پایگاه ملی داده های علوم زمین کشور

نقشه راه علوم زمین و معدن

استان یزد

(چاپ مقدماتی)

مجری طرح:

محمدتقی کره‌ای

مجری فنی:

سید مهران حیدری

تهیه‌کنندگان:

ناهید اسدی- طاهره مجیدی- ملیحه‌السادات فاضلی- میترا آقاجانی

فاطمه مهشادنیا- نوشین آقابابازاده- علیرضا رضایی- بهرام محقق – عذرا حسن‌لو

مریم‌السادات میرکاظمیان- معصومه محمودی- حامد رستگارپور

بهار ۱۳۹۵

سپاسگزاری

با حمد و سپاس به درگاه خداوند متعال، وظیفه خود می‌دانیم مراتب تشکر و سپاسگزاری خود را از تمامی عزیزانی که ما را در تهیه این گزارش یاری نمودند، ابراز نماییم.

از جناب آقای دکتر موسوی ماکوئی و همکاران محترم ایشان که با همکاری و همفکری بی‌دریغ خویش در تهیه و تدوین گزارش ما را یاری نمودند تشکر می‌نماییم.

از همکاران محترم سازمان زمین‌شناسی در گروه‌های مخاطرات، ژئومتیکس، هیدروژئوشیمی، گوهرشناسی، زمین‌شناسی کشاورزی و سایر همکاران در سایر بخش‌ها که اطلاعات مورد نیاز در هر بخش را تهیه و در اختیار قرار دادند تشکر می‌نماییم.

همچنین از سرکار خانم مهندس ایروانی که زحمت طراحی جلد گزارش و سرکار خانم پرستو جلالی مدد که زحمت صفحه‌آرایی را به عهده داشتند تشکر می‌نماییم.

پیشگفتار

نوشتار پیش رو بخشی از تلاش و پژوهش گردآورندگان این اثر در جهت پیشرفت و تعالی ایران‌زمین است که همانا تحقق آن در زمینه‌های علمی و اقتصادی، موجب سربلندی و سرافرازی مردمان این سرزمین خواهد بود. بهره‌گیری از ذخایر و منابع عظیم کشور و حفظ و صیانت از این ذخایر، راهی به‌سوی سرآمدی ایران‌زمین در میان ملل دیگر است و دستیابی به این مهم خود در گرو شناخت منابع از طریق ثبت و نگهداری داده‌هاست. ثبت و نگهداری داده‌ها نخستین گام در بهره‌وری و استفاده بهینه از منابع موجود و سرآغازی بر توسعه صنعتی و اقتصادی کشور می‌باشد.

در کشورهای دارای ذخایر و پتانسیل‌های بالقوه‌ی معدنی، بخش معدن و صنایع معدنی ایفاگر نقش مهمی در توسعه اقتصادی و اجتماعی آن‌هاست؛ چرا که این بخش و صنایع پایین دستی آن محور توسعه قلمداد می‌شوند. ایران نیز از جمله کشورهای معدنی جهان است که از وضعیت مناسبی در زمینه ذخایر بالقوه معدنی برخوردار است، اما با وجود ذخایر خدادادی بی‌شمار، ایران هنوز تا بهره‌برداری مطلوب از پتانسیل‌های بخش معدن و صنایع معدنی راهی طولانی در پیش دارد که همانا لازمه رسیدن به قله مطلوب، تبیین درست وضعیت معدن و صنایع معدنی در اقتصاد کنونی کشور و شناخت وضعیت معادن در استان‌های کشور است. امید است توجه دولت‌مردان این سرزمین در راستای سیاست‌گذاری مناسب در این حوزه آغازگر مسیر تحول و بالندگی ایران زمین باشد.

مقدمه

در فرهنگ اقتصاد و امور اقتصادی ـ اجتماعی معاصر، سیاستی که در یک چارچوب جغرافیایی معین در پی بهترین توزیع ممکن جمعیت بر حسب منابع طبیعی و فعالیت‌های اقتصادی است، به نام آمایش سرزمین نامیده شده است. بر پایه این تعریف، آمایش سرزمین برآیندی است از سه مؤلفه انسان، منابع طبیعی و اقتصاد. از این رو سیاست-گذاری توسعه در مقیاس کلان (آمایش سرزمین) ماحصل شناسایی، تحلیل وضعیت موجود و ترسیم وضعیت مطلوب این سه حوزه در مقیاس‌های قابل دسترسی می‌باشد که به انجام چنین فرایندی نقشه‌راه گفته می‌شود. با چنین تعریفی تهیه نقشه‌راه در حوزه‌های گوناگون زیربنای آمایش سرزمین خواهد بود. توزیع فضایی مناسب در فعالیت‌های اقتصادی براساس مزیت‌های نسبی، وضعیت زیست محیطی و ملاحظات خاص دیگر از اهداف تهیه نقشه راه می‌باشد. یکی از سرمایه‌های عظیم و ثروت ملی ایران وجود ذخایر و منابع معدنی غنی می‌باشد، اما علی رغم مزیت‌های فراوان این بخش، مسیر زیرساخت‌ها و سرمایه‌گذاری‌ها به گونه‌ای بوده است که این بخش جزء اولویت‌های دولت قرار نگرفته و لذا زیرساخت‌های شکل گرفته در کشور نیز در جهت تسهیل سرمایه‌گذاری و بهره‌برداری از منابع معدنی نبوده است. از این رو و با توجه به ویژگی‌های معدنی ممتاز کشور تهیه نقشه راه علوم زمین یکی از اساسی‌ترین نیازهای کشور می‌باشد.

نقشه راه در حوزه علوم زمین، به بهره‌مندی هرچه بیشتر و بهینه از منابع طبیعی و ذخایر معدنی به عنوان منابع تولید ثروت و نیز پاسداشت و حفظ این ثروت از گزند مخاطرات طبیعی و انسان‌ساخت توجه دارد. بی شک برای محقق شدن این امر وجود زیرساخت‌های اطلاعاتی بسیار با اهمیت می‌باشد و سازمان زمین‌شناسی به عنوان یکی از ۵ تولید کننده اصلی داده‌های مکانی و تنها عضو کمیته زیرساخت ملی داده‌های مکانی، نقشی مهم و کارا در اجرای چنین برنامه‌هایی ایفا می‌نماید.

تهیه گزارش حاضر که با عنوان "نقشه راه علوم زمین و معدن" و در مقیاس استانی انجام گرفته گامی در راستای اجرای برنامه دراز مدت سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور برای تهیه نقشه راه استان های ۳۱ گانه کشور می‌باشد.

اجرای چنین طرحی در سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور با اهداف زیر صورت گرفته است:

- برنامه‌ریزی سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور جهت شناسایی محیط‌های زمین‌شناسی و پتانسیل‌های بالقوه معدنی کشور و ارائه نتایج حاصل به صورت «اطلاعات پایه و کاربردی» برای استفاده در طرح‌های زیربنایی، عمرانی، اقتصادی و اجتماعی
- توسعه بخش معدن با اکتشاف ذخایر جدید معدنی کشور در فازهای گوناگون شناسایی، پی‌جویی، اکتشافات عمومی و تفصیلی از یک سو و ایجاد زیر ساخت های مورد نیاز این بخش از سوی دیگر به منظور اشتغال‌زایی، تمرکز زدایی از شهرها، ایجاد فرصت های شغلی جایگزین در مناطق روستایی مواجه با بحران کشاورزی و قطع وابستگی کشور به نفت به عنوان تنها منبع تامین کننده اقتصاد
- تأکید بر لزوم گسترش صنایع معدنی و افزودن حلقه فرآوری و بازیافت به زنجیره بزرگ اکتشاف به منظور اشتغال‌زایی، بالا بردن ارزش افزوده و استفاده بهینه و چند منظوره از پتانسیل های معدنی کشور

- بهبود وضعیت اقتصادی مناطق با رشد و توسعه معادن و صنایع معدنی براساس ظرفیت‌های آشکار و پنهان و رقابت بخش اقتصادی معدن با سایر بخش‌ها

در این سری از گزارش‌ها پس از اشاره به جایگاه ایران در جهان در حوزه علوم زمین و معدن، به معرفی ویژگی‌های طبیعی و زمین‌شناختی و زیرساخت‌های هر استان پرداخته شده است تا از این رهگذر قابلیت‌ها و محدودیت‌های استان در حوزه علوم زمین مشخص گردد. بررسی وضعیت موجود استان در بهره‌گیری از منابع و جایگاه آن نسبت به سایر استان‌ها گام بعدی در تهیه این گزارشات بوده است. مقایسه وضعیت فعلی استان نسبت به جایگاه مطلوب پیش‌بینی شده برای آن (بر اساس سند چشم‌انداز بیست ساله کشور) و ارائه پیشنهادات برای دست‌یابی سریع و صحیح به این جایگاه هدف نهایی گزارش حاضر می‌باشد.

لازم بذکر است، آنچه در این مختصر بدان اشاره می‌گردد، تنها گزارش نتایجی است که در گام نخست تهیه نقشه راه استان بدست آمده است. بی شک دست‌یابی به یک نقشه راه جامع که همگام و همسو با توسعه متوازن و پایدار استان بوده باشد، نیازمند تکمیل هرچه بیشتر و دقیق‌تر مطالعات انجام شده و بهره‌گیری از همفکری کارشناسان و متخصصان مربوط به هر بخش می‌باشد.

بخش اول- جایگاه ایران در جهان

۱-۱- جایگاه معادن ایران در جهان ۲
۱-۲- جایگاه زیرساخت‌های ایران در جهان ۹
۱-۳- جایگاه منابع انرژی ایران در جهان ۱۴
۱-۴- جایگاه منابع آب ایران در جهان ۱۷
۱-۵- جایگاه مخاطرات ایران در جهان ۲۸
۱-۶- زمین گردشگری در ایران ۳۹

بخش دوم- معرفی استان یزد

فصل اول- جغرافیای استان

۱-۱-جغرافیای طبیعی ۴۵
۱-۱-۱. موقعیت جغرافیایی ۴۵
۱-۱-۲. ناهمواری‌ها ۴۵
۱-۱-۳. زمین ریخت‌شناسی ۴۷
۱-۱-۴. اقلیم ۵۱
۱-۱-۵. منابع آب ۵۵
۱-۱-۶. کاربری اراضی ۵۸
۱-۱-۷. مناطق تحت حفاظت محیط‌زیست ۶۱
۱-۲-جغرافیای جمعیت ۶۳
۱-۲-۱. تقسیمات کشوری ۶۳
۱-۲-۲. جمعیت ۶۴
۱-۲-۳. زبان و نژاد ۶۷
۱-۲-۴. سواد و آموزش ۶۸
۱-۲-۵. دین و مذهب ۶۹
۱-۲-۶. تابعیت ۷۰
۱-۳- جغرافیای اقتصادی ۷۰
۱-۳-۱. کشاورزی ۷۰
۱-۳-۲. صنایع و معادن ۷۱
۱-۳-۳. زیرساخت‌ها ۷۴

فصل دوم- وضعیت زمین‌شناسی و معدن استان

۲-۱- اطلاعات پایه زمین‌شناسی و اکتشاف ۹۳
۲-۱-۱. مقیاس ناحیه‌ای ۹۳
۲-۱-۲. مقیاس منطقه‌ای ۹۷
۲-۲- زمین‌شناسی ۱۰۱
۲-۲-۱. موقعیت ساختاری ۱۰۱
۲-۲-۲.زمین‌شناسی عمومی ۱۰۲
۲-۳- اکتشاف ۱۰۷
۲-۳-۱.زمین‌شناسی اقتصادی ۱۰۷
۲-۳-۲. پتانسیل‌های معدنی ۱۱۰

۲-۳-۳.ذخایر معدنی ۱۱۸
۲-۴- استخراج ۱۲۱
۲-۴-۱. معادن و کانسارها ۱۲۱
۲-۵- صنایع پایین دستی معدن ۱۳۹
۲-۶- زیرساخت فعالیت‌های زمین‌شناسی و معدن ۱۴۵
۲-۶-۱. زیرساخت تحقیق و آموزش ۱۴۵
۲-۶-۲. زیر ساخت حمل و نقل ۱۴۸

فصل سوم- مخاطرات محیطی استان

۳-۱- تعاریف و مفاهیم ۱۵۳
۳-۲- مخاطرات لرزه‌ای ۱۵۵
۳-۲-۱- خطر زمین‌لرزه در استان یزد ۱۵۵
۳-۲-۲- لرزه زمین ساخت استان یزد ۱۵۶
۳-۲-۳- گسل‌های مهم استان یزد و مناطق پرخطر در رابطه با زمین‌لرزه ۱۵۶
۳-۲-۴- لرزه‌خیزی استان یزد ۱۶۲
۳-۲-۵- پهنه‌بندی خطر زمین‌لرزه در استان یزد ۱۶۸
۳-۲-۶- ارزیابی خطر زمین‌لرزه در استان ۱۷۰
۳-۳- مخاطرات جوی ۱۷۱
۳-۳-۱- خطر سیل در استان یزد ۱۷۱
۳-۳-۲- ارزیابی خطر سیل در استان ۱۷۵
۳-۳-۳- خطر خشکسالی در استان یزد ۱۷۷
۳-۳-۴- بررسی خشکسالی در استان یزد ۱۸۰
۳-۳-۵- خطر ناشی از بیابان زایی در استان یزد ۱۹۰
۳-۳-۶- خطر فرسایش خاک در استان یزد ۱۹۱
۳-۳-۷- خطر سرمازدگی در استان یزد ۲۰۰
۳-۳-۸- خطر یخبندان و سرمازدگی در استان یزد ۲۰۴
۳-۴- مخاطرات زیست محیطی ۲۰۷
۳-۴-۱- خطر ناشی از پدیده گرد و غبار ۲۰۷
۳-۴-۲- وضعیت استان یزد از نظر تولید و انتشار ریزگرد ۲۱۳
۳-۵- مخاطرات ناپایداری دامنه‌ای ۲۱۷
۳-۵-۱- خطر زمین لغزش در استان یزد ۲۱۷
۳-۶- مخاطرات فرونشست زمین ۲۲۰
۳-۶-۱- وضعیت منابع آب زیرزمینی در استان یزد ۲۲۲
۳-۶-۲- فرونشیت زمین در استان یزد ۲۳۱
۳-۷- خطر ناشی از شوری آب در استان ۲۳۳
۳-۸- مخاطرات فراجوی ۲۳۵
۳-۸-۱- تابش اشعه فرابنفش ۲۳۶
۳-۹- تحلیل مخاطرات محیطی و محیط‌زیستی استان (نقشه خطرپذیری یکپارچه مخاطرات طبیعی) ۲۴۳

فصل چهارم- زمین‌گردشگری

۴-۱- پدیده های زمین شناسی ۲۵۱

۴-۱-۱- بیابان ها و کویرها ۲۵۱
۴-۱-۲- کویر روح مرغوم ۲۵۵
۴-۱-۳- کویر مروست ۲۵۵
۴-۱-۴- کفه های نمک ۲۵۶
۴-۱-۵- تپه های شنی (برخان ها) ۲۵۷
۴-۱-۶- غارها ۲۵۸
۴-۱-۷- چشمه ها ۲۶۱
۴-۱-۸- آبشارها ۲۶۳
۴-۱-۹- کوه ها ۲۶۴

بخش سوم- بررسی وضعیت موجود استان و مقایسه با جایگاه مطلوب استان

فصل اول- اقتصاد کلان استان

۱-۱-شاخص‌های اقتصادی ۲۷۱
۱-۱-۱- تولید ناخالص داخلی ۲۷۱
۱-۱-۲- اشتغال ۲۷۴
۱-۱-۳- عملکرد اعتبارات تملک دارایی‌های سرمایه‌ای ۲۷۶
۱-۱-۴- توزیع استانی تسهیلات مالی خارجی ۲۷۶
۱-۱-۵- تجارت خارجی ۲۷۷
۱-۲- مقایسه شاخص‌ها در بخش‌های عمده فعالیت ۲۷۸
۱-۲-۱- کشاورزی ۲۸۰
۱-۲-۲- صنعت ۲۸۹
۱-۲-۳- خدمات ۲۹۵
۱-۲-۴- معدن ۲۹۸

فصل دوم- بررسی وضعیت اقتصاد در بخش معدن و صنایع وابسته

۲-۱- بررسی شاخص‌ها در بخش معدن ۳۰۱
۲-۱-۱- ذخیره ۳۰۱
۲-۱-۲- هزینه توسعه و اکتشاف ۳۰۲
۲-۱-۳- تعداد معادن ۳۰۴
۲-۱-۴- تولید ۳۰۶
۲-۱-۵- ارزش تولیدات ۳۰۹
۲-۱-۶- قیمت مواد معدنی ۳۱۲
۲-۱-۷- ارزش سرمایه گذاری ۳۱۳
۲-۱-۸- ارزش افزوده ۳۱۶
۲-۱-۹- اشتغال ۳۱۹
۲-۱-۱۰- صادرات مستقیم معدن ۳۲۲
۲-۱-۱۱- بررسی عوامل تولید ۳۲۴
۲-۲- بررسی شاخص‌ها در بخش صنایع معدنی ۳۲۸
۲-۲-۱- ارزش سرمایه‌گذاری ۳۳۰
۲-۲-۲- ارزش افزوده ۳۳۰
۲-۲-۳- اشتغال ۳۳۲

۲-۳- تحلیل شاخص های مزیت تولیدی اقتصادی معدنی ۳۳۴
۲-۳-۱- شاخص کاردهی ۳۳۴
۲-۳-۲- بهره‌وری نیروی کار (شاخص کاربری) ۳۳۵
۲-۳-۳- شاخص تولید سرانه ۳۳۶

بخش چهارم- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۱-۱-چالش‌های عمده بخش معدن در کشور ۳۴۱
۱-۲- وضعیت مخاطرات و تهدیدهای محیطی در کشور ۳۴۵
۱-۳- مزیت های زیرساخت در استان یزد ۳۴۶
۱-۴- وضعیت بخش معدن در استان یزد ۳۴۷
۱-۵- تحلیلی بر وضعیت مخاطرات محیطی استان ۳۴۹
۱-۶- وضعیت بخش معدن در استان یزد ۳۵۲
۱-۷- پیشنهادات ۳۵۲
۱-۷-۱- راهکارهای پیشنهادی در حوزه معدن و صنایع وابسته ۳۵۲
۱-۷-۲- بررسی چالش ها و راهکارهای پیشنهادی ۳۵۴
۱-۷-۳- راهکارهای پیشنهادی در حوزه مخاطرات محیطی ۳۵۸
۱-۷-۴- راهکارهای پیشنهادی در حوزه زمین‌گردشگری ۳۶۶
۱-۷-۵- طرح‌های پیشنهادی سازمان زمین‌شناسی در حوزه علوم زمین و معدن ۳۶۷

بخش اول

جایگاه ایران در جهان

ایران سرزمینی است دارای قابلیت‌ها و منابع طبیعی متنوع، آب و هوا و اقلیم گوناگون که قابلیت بهره‌گیری از آنها نیز در هر منطقه بسته به شرایط متفاوت خواهد بود. ایران دومین کشور دارای ذخایر گازی جهان، سومین کشور از نظر ذخایر نفتی جهان و یکی از کشورهای مهم عضو اپک به‌شمار می‌رود. در زمینه کشاورزی و باغداری، در خصوص برخی تولیدات دارای رتبه‌های بالایی است و در زمینه صنایع و معادن درحال پیشرفت است. گردشگری در ایران قابلیت زیادی برای گسترش دارد و بر پایه گزارش سازمان جهانی جهانگردی، ایران رتبه دهم جاذبه‌های باستانی و تاریخی و رتبه پنجم جاذبه‌های طبیعی را در جهان داراست.

به لحاظ معدنی کشور ایران به دلیل داشتن منابع و ذخایر مهم معدنی و همچنین منابع هیدروکربنی، معدن و صنایع وابسته به آن یکی از کشورهای دارای مزیت نسبی محسوب می‌شود، به طوری که حتی برخی از کارشناسان ایران را کشور معدنی می‌دانند تا کشور نفت خیز. از این رو نقش برنامه‌های توسعه در بخش معدن و صنایع معدنی از اهمیت بسیار بالای در کشور برخوردار است. این در حالی است که متأسفانه حجم سرمایه‌گذاری‌های انجام شده در این بخش متناسب با ظرفیت و توانایی‌های آن نبوده و شاید به زبان دیگر بتوان گفت دولت هیچ‌گاه استراتژی مشخص و دقیقی برای بهره‌برداری از این بخش نداشته است.

در این بخش از گزارش جایگاه ایران در بخش‌های مرتبط با علوم زمین با جهان مقایسه گردیده است. با تبیین وضعیت کشور در جهان و جایگاه فعلی آن در حوزه‌های گوناگون علوم زمین، می‌توان مسیر پیش‌روی برای پیشرفت و توسعه این بخش را تا حد زیادی ترسیم نمود.

عوامل مؤثر در تبیین نقشه راه کشور در حوزه علوم زمین و معدن در شکل ۱-۱ نمایش داده شده است. این عوامل عبارتند از: وسعت، تکنولوژی، منابع انرژی، زیر ساخت، محیط زیست و کارخانه‌های فرآوری و صنایع وابسته.

شکل ۱-۱- عوامل مؤثر در تدوین نقشه راه

۱-۱- جایگاه معادن ایران در جهان

ذخایر طبیعی و منابع معدنی در یک کشور به شرط بهره‌برداری بهینه (یعنی اعمال روش‌های صحیح استخراج، کنترل ضایعات و میزان استخراج از ذخایر) می‌تواند سال‌ها تأمین‌کننده ارز و پشتیبانی‌کننده صنایع تولیدی آن کشور باشد. کشور پهناور ایران با قرار گرفتن روی یکی از کمربندهای اصلی کوهزایی جهان و وقوع فعالیت‌های زمین‌شناسی که موجب تنوع و غنی شدن انواع مواد معدنی (شامل موادمعدنی فلزی و غیرفلزی، سنگهای قیمتی، تزئینی و مصالح ساختمانی) ارزشمند در آن شده و با ذخیره قطعی بالغ بر ۵۵ میلیارد تن و تنوع بیش از ۶۴ نوع ماده معدنی، یکی از کشورهای صاحب نام و مطرح در این حیطه در میان سایر کشورهاست.

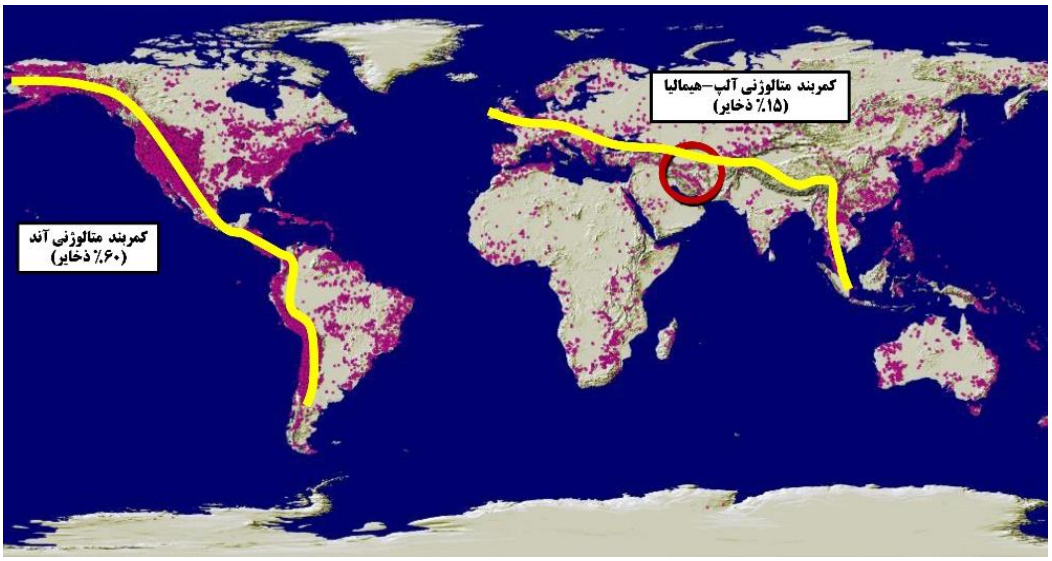
ایران از نظر استعدادهای بالقوه معدنی در زمره مناطق مستعد جهان به شمار می‌آید، بطوریکه ۱/۸درصد منابع شناخته شده جهانی به میزان ۱۰۴ میلیارد تن را در خود جای داده است. بیش از ۵۵ میلیارد تن از ذخایر قابل معدن‌کاری جهان در ایران است که شامل ۶ درصد منابع مس، ۳/۵ درصد منابع سرب و روی، ۱۰/۵ درصد زغال سنگ کک شو و حرارتی و ۲ درصد منابع سنگ آهن می‌باشد. نیمی از ۲۴ نوع ماده معدنی فلزی و ۳۶ نوع از ۵۰ نوع ماده غیرفلزی جهان در ایران شناسایی و تعیین ذخیره شده است. این در حالی است که از نظر تولید ۱/۱ درصد مس، ۱درصد سرب و روی، ۰/۸ درصد آهن، ۱ درصد زغال سنگ و ۰/۰۴ درصد طلای جهان به ایران تعلق دارد.

باید توجه داشت که تمامی اطلاعات ارائه شده فوق مبین یک واقعیت اساسی است که همانا تنوع زیاد و فراوانی ذخایر معدنی در ایران را نشان می‌دهد که توان بالقوه‌ی زیادی برای اقتصاد کشور فراهم آورده است. با این حال عدم توجه به مسئله اساسی همچون بهره‌وری، شاید از حلقه‌های مفقوده در بهره‌برداری از فرصت‌های موجود در بخش‌معدن باشد (محمودزاده و زیتون نژاد، ۱۳۹۱).

ایران در رتبه ۱۸ از نظر مساحت در بین کشورهای جهان قرارگرفته است. سهم ایران از خشکی های کره زمین یک درصد است که می‌تواند به عنوان شاخصی برای سهم ایران از منابع طبیعی جهان نیز باشد(شکل ۱-۲). بر این اساس ایران باید حداقل یک درصد از تولید منابع معدنی جهان را نیز به خود اختصاص دهد.

شکل ۱-۲- مقایسه مساحت ایران با سایر کشورهای جهان

سرزمین ایران در بخش میانی کمربند کوهزایی آلپ – هیمالیا قرار دارد که از باختر اروپا آغاز و پس از گذر از ترکیه، ایران، افغانستان تا تبت و نزدیکی برمه و اندونزی ادامه دارد (شکل ۱-۳). قرار گیری در این کمربند که مرز برخورد دو ابرقاره اصلی کره زمین بوده و ۱۵٪ ذخایر شناخته شده دنیا را در خود جای داده، سبب گردیده تا ایران سرزمینی مستعد و از نظر توان معدنی پر استعداد باشد.

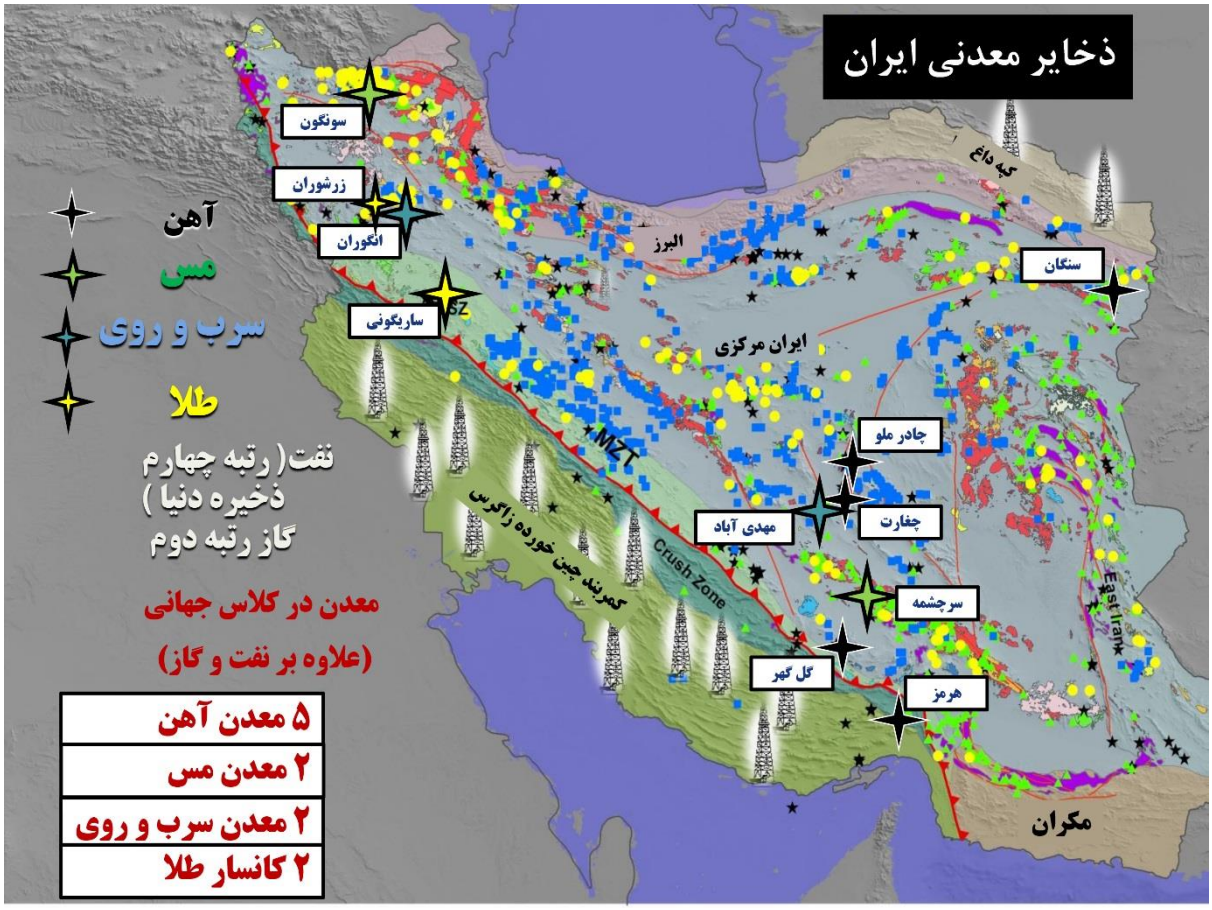


شکل ۱-۳- جایگاه ایران در کمربندهای متالوژنی

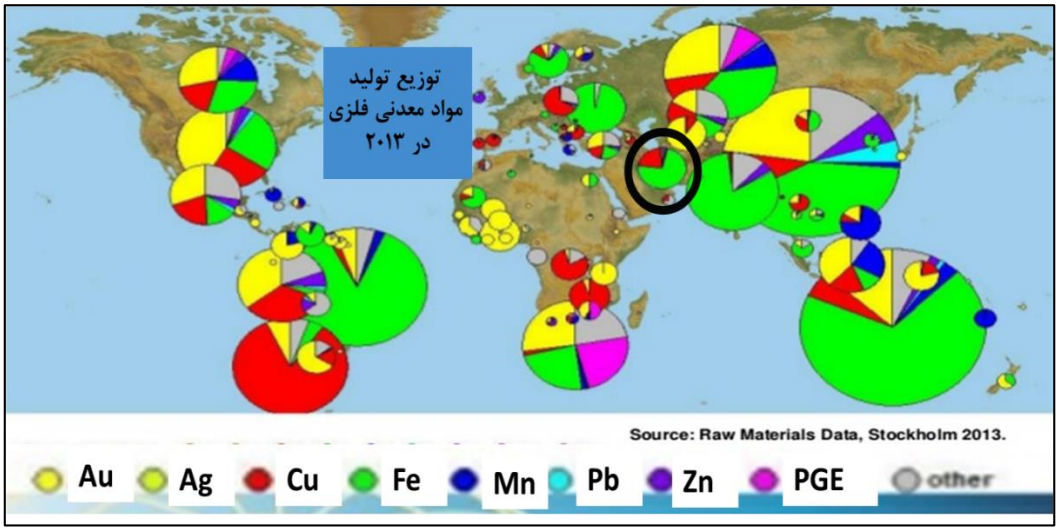
به سخن دیگر در قسمت میانی کمربند فلززایی آلپ- هیمالیا یعنی موقعیت کنونی ایران، شواهدی از پتانسیل‌های مواد معدنی که مهمترین شاهد آنها وجود بیش از ۱۰ معدن فعال در مرتبه جهانی است، وجود دارد (شکل ۱-۴). به عنوان مثال از ذخایر آهن می‌توان به ۵ معدن سنگ آهن سنگان، چادرملو، چغارت، گل گهر و هرمز، ذخایر بزرگ

مس سرچشمه و سونگون، ذخایر سرب و روی مهدی آباد و انگوران، ذخایر طلای زرشوران و ساری گونی را نام برد که همگی از جمله ذخایر معدنی بزرگ جهان‌اند.

با توجه به نقشه توزیع تولید مواد معدنی در جهان می‌توان به جایگاه ایران در تولید عناصری همچون آهن، مس و روی پی برد(شکل ۱-۵) این‌درحالی است که تعدادی از دیگر عناصر دارای پتانسیل مناسبی بوده که با بهره‌برداری از آنها و اکتشاف منابع جدید می‌توان به بهبود جایگاه کشور در میان کشورهای دیگر و افزایش توان معدنی کشور در راستای افزایش ثروت در کشور با کمک صادرات مواد معدنی و ایجاد شرایط لازم برای فرآوری مواد معدنی گام برداشت.



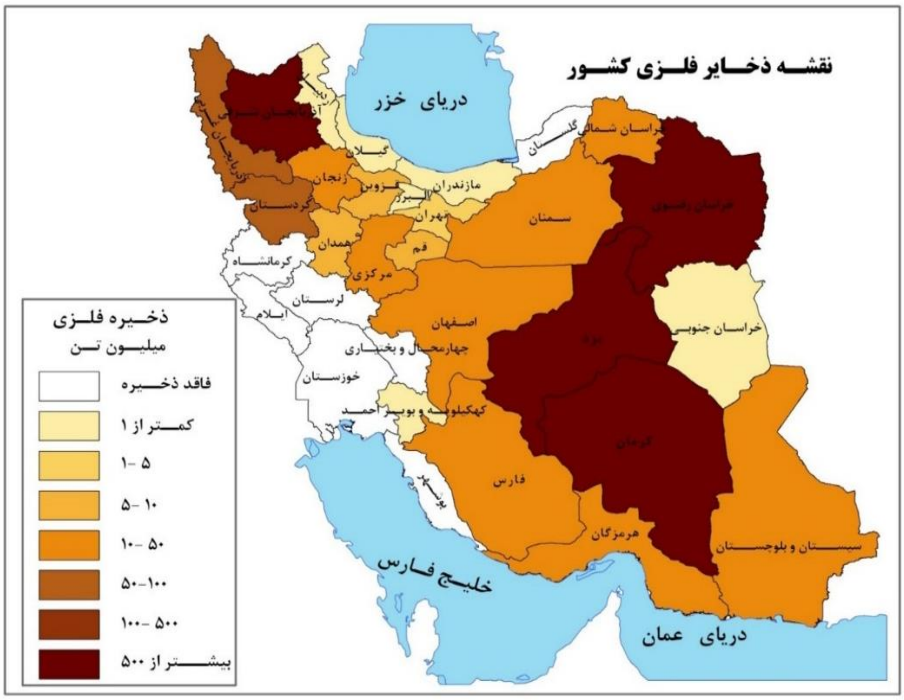
شکل ۱-۴- جایگاه معادن ایران در کلاس جهانی



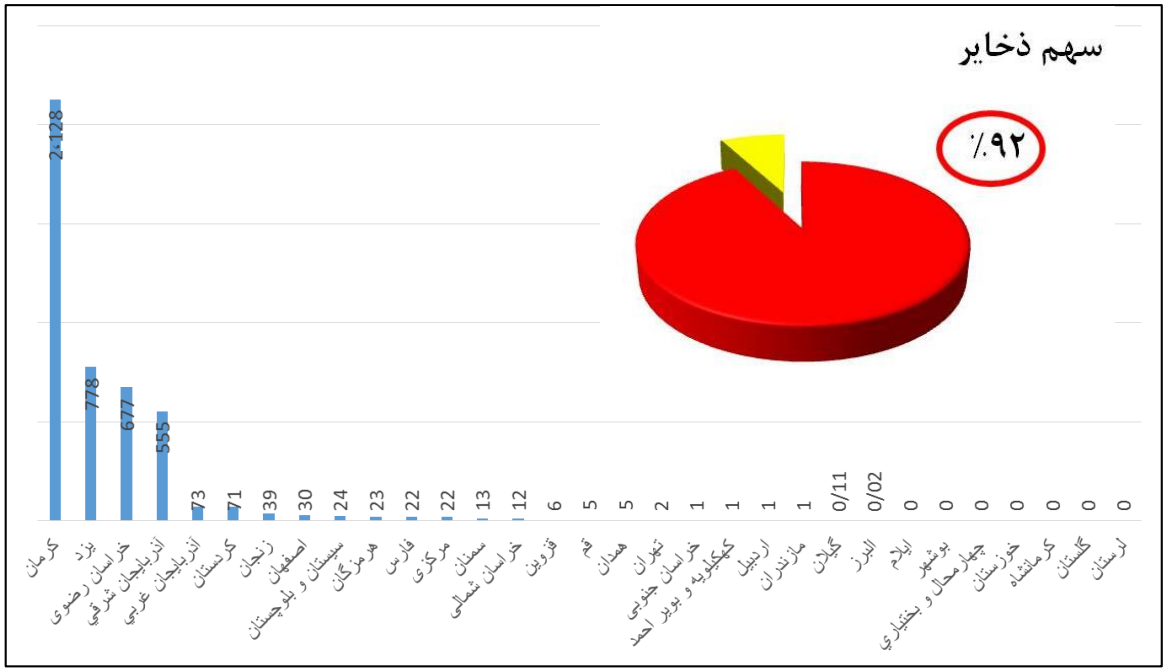
شکل ۱-۵- توزیع تولید مواد معدنی فلزی در جهان در سال ۲۰۱۳

پس از بررسی مساحت و مقایسه ایران با دیگر کشورهای جهان در مرحله بعد می‌بایست به بررسی مساحت هر استان پرداخت. با توجه به این مطلب که ایران ۱٪ از مساحت خشکی‌های کره زمین را شامل می‌شود و اگر این عدد را به عنوان یک معیار درنظر بگیریم، برخی از ذخایر عناصر فلزی موجود بیش از این مقدار هستند. در کنار این عناصر، عناصر دیگری وجود دارند که شرایط لازم برای تشکیل را داشته و به عنوان پتانسیل مواد معدنی در کشور محسوب می‌شوند، اما به صورت ذخیره تلقی نمی‌شوند (نمودار ۱-۱). بیشترین میزان ذخایر فلزی کشور به ترتیب به استان‌های کرمان، یزد، خراسان جنوبی و آذربایجان شرقی اختصاص دارد (شکل ۱-۶ و نمودار ۱-۲) و مجموع ذخایر این چهار استان برابر با ۹۲٪ از ذخایر کل کشور است.

نمودار ۱-۱- تفکیک مواد معدنی بر اساس میزان ذخیره موجود در کشور

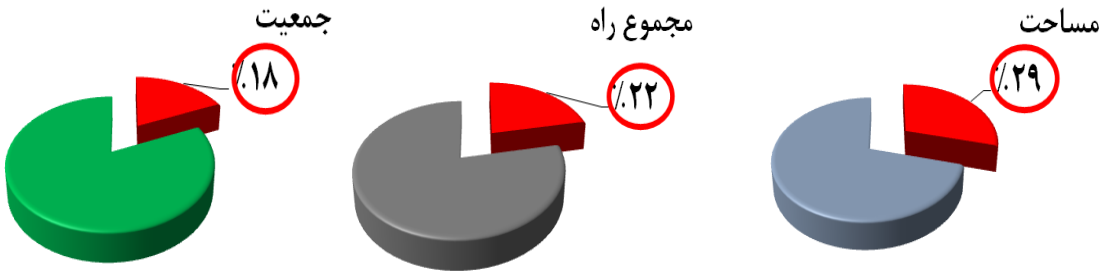


شکل ۱-۶- استان‌های دارای بالاترین ذخایر فلزی در کشور (براساس آمارها و تقسیم بندی کشوری سال ۱۳۹۱)



نمودار ۱-۲- درصد ذخایر هر استان و سهم ۹۲ درصد چهار استان کشور

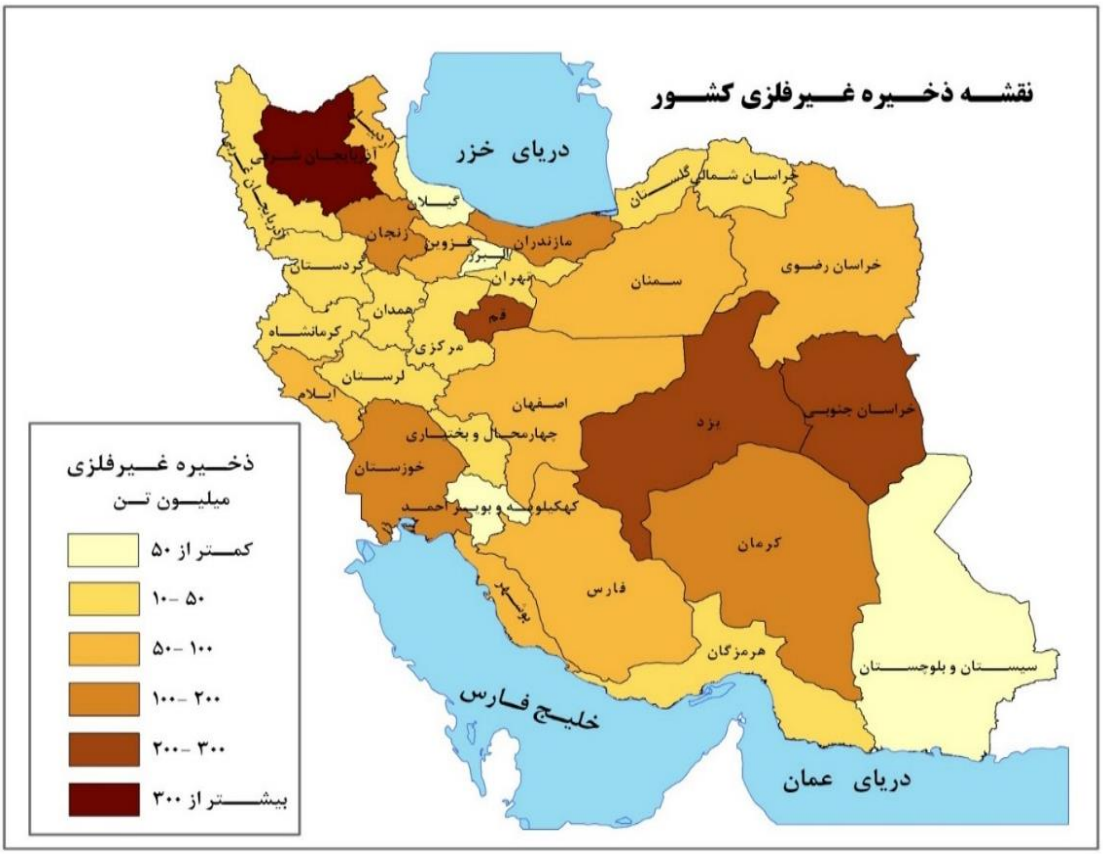
به منظور اتخاذ یک سیاست صحیح در قبال مواد معدنی می بایست نگاه دقیقی به آمار و تولید انواع مواد معدنی داشت. ذکر این نکته ضروری به نظر می‌رسد که بیشترین میزان ذخیره مواد فلزی در استان‌هایی (۴ استان برتر از لحاظ مواد معدنی) واقع شده که تنها ۲۹٪ مساحت و ۱۸٪ از کل جمعیت کشور را دارا هستند و در مجموع ۲۲٪ راه‌های کشور در آن احداث گردیده است (نمودار ۱-۳). این مطلب می‌تواند گویای این واقعیت باشد که پتانسیل‌های معدنی بویژه در بخش ذخایر فلزی در استان های دیگر یا به خوبی شناسایی نشده و یا مراحل اکتشافی در این استان‌ها بصورت کامل پوشش نداشته است.



نمودار ۱-۳- مساحت، مجموع راه و جمعیت چهار استان دارای ذخایر فلزی

بررسی سهم ذخایر غیر فلزی ایران نسبت به جهان نشان می‌دهد که می‌توان با مبنا قراردادن حداقل سهم یک درصدی ایران از تولیدات جهانی، اظهار داشت که بر اساس پتانسیل‌های موجود، بیشترین میزان ذخیره در چهار استان آذربایجان شرقی، خراسان زنجان، یزد و قم قرار گرفته است (شکل ۱-۷).

در زمینه تولید مواد معدنی غیر فلزی جایگاه هر استان نشانگر تجمیع وجود ذخیره و سرمایه گذاری مناسب در راستای تولید می¬باشد که در این زمینه استان‌های آذربایجان شرقی، یزد، اصفهان و سمنان پیشگام می‌باشند (شکل ۱-۸).



شکل ۱-۷- جایگاه استان‌ها در ذخیره غیر فلزی کشور (براساس آمارها و تقسیم بندی کشوری سال ۱۳۹۱)

شکل ۱-۸- نقشه تولید مواد غیرفلزی در کشور

اهمیت گوهرها در اشتغال و رونق اقتصادی، بر کسی پوشیده نیست، اما با وجود توانمندی‌ها و پتانسیل‌های سنگ‌های ایران، این صنعت در ایران نوپا بوده و تا تثبیت جایگاه در بین کشورهای مطرح دنیا (شکل ۱-۹) راه طولانی باید پیمود که این امر نیازمند حمایت و تلاش بیشتری است. پتانسیل گوهرها در برخی از استان ها به خوبی شناخته شده است (شکل ۱-۱۰) و می‌تواند موجب رشد اقتصاد در این مناطق شود که به آن اقتصاد سبز گفته می-شود.

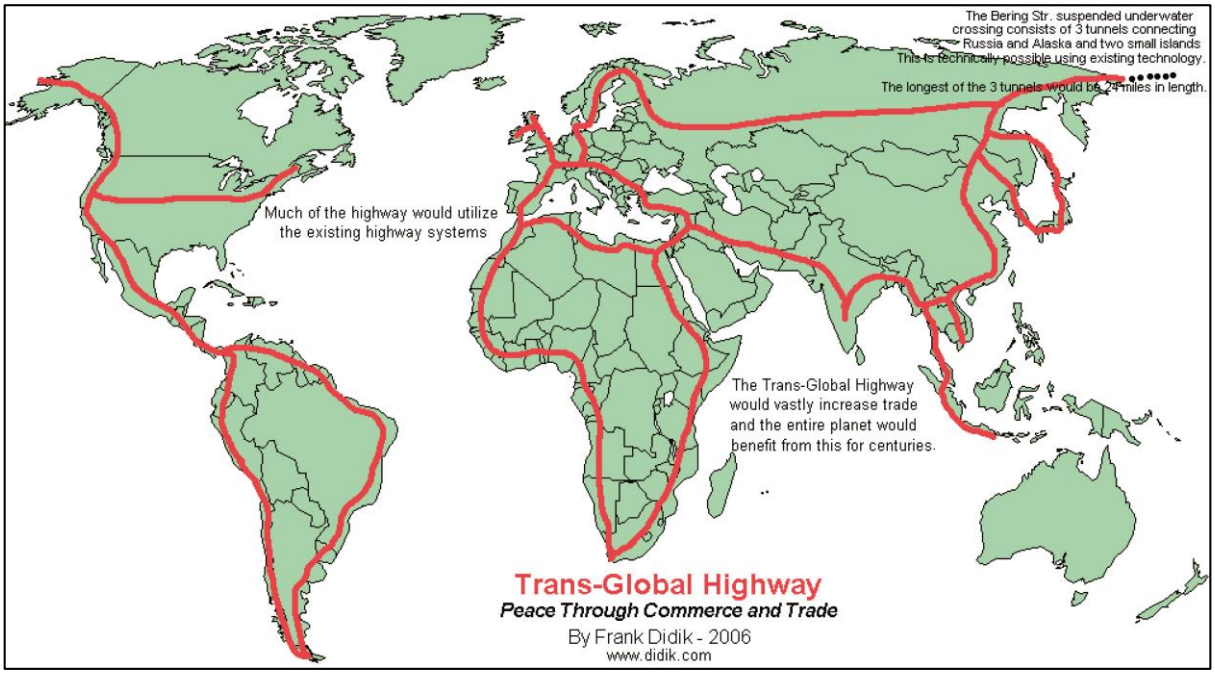
شکل ۱-۹- کشورهای برتر جهان در زمینه تولید گوهر ها و جایگاه ایران

شکل ۱-۱۰- استان های دارای پتانسیل گوهر در ایران

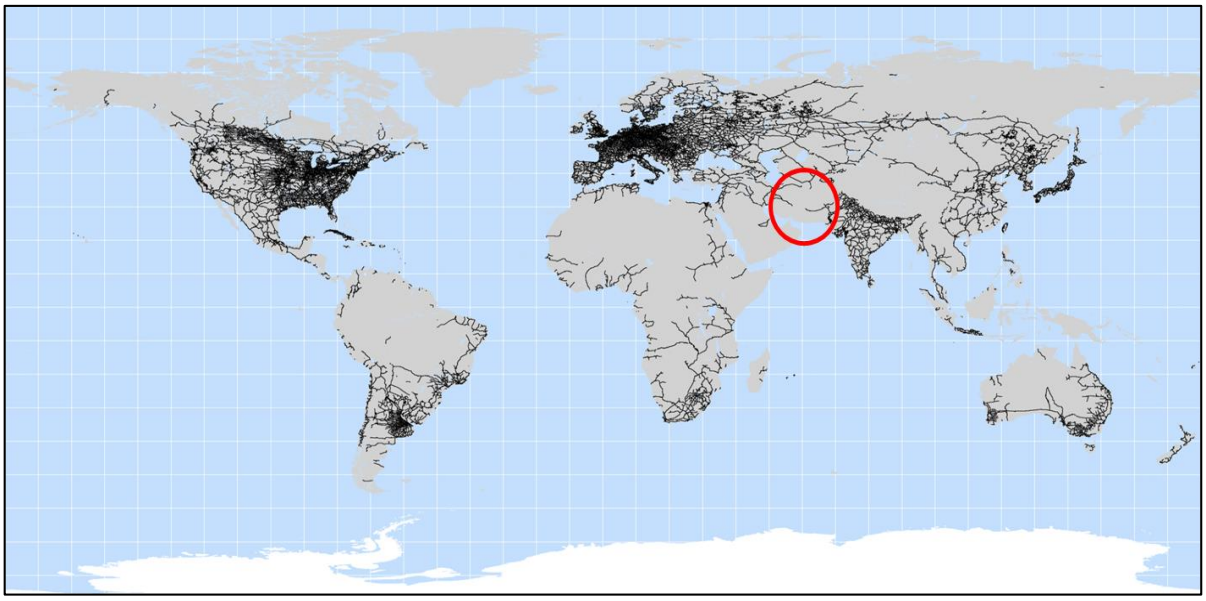
۱-۲- جایگاه زیرساخت‌های ایران در جهان

یکی از مهمترین زیرساخت های در ارتباط با پیشرفت و توسعه هر کشور وجود و گسترش راه‌ها می‌باشد که با توجه به این امر می‌توان جایگاه ایران را در میان کشورهای جهان مشخص نمود. هم اکنون تجارت کالا در جهان بالغ بر ۹۰۳۷ میلیارد دلار می‌باشد که از این میزان، حجم تجارت آسیا و اروپا بالغ بر ۳۰۰۰ میلیارد دلار است. لذا توسعه شبکه ترانزیت و حمل و نقل برای انتقال کالاها متناسب با رشد تجارت جهانی ضروری به نظر می‌رسد. کریدور حمل و نقل بین المللی شمال- جنوب موقعیت منطقه‌ای و بین المللی ایران را بخوبی نمایان می‌سازد.

در این رابطه می‌توان به انواع راه های ارتباطی از جمله شبکه ریلی کشور و شبکه راه های ایران اشاره نمود، براساس آمارهای ادارات کل راه و شهرسازی وزارت راه تا پایان سال ۱۳۹۱ مجموع طول بزرگراه‌های کشور ۱۳۵۱۹,۴ کیلومتر، آزادراه‌ها ۲۱۸۷,۸ کیلومتر، راه‌های اصلی ۲۴۲۸۴,۹ کیلومتر و طول راه‌های فرعی ۴۳۵۱۲,۶ کیلومتر بوده است و در این میان وجود راه های بین المللی برای توسعه تجاری و اقتصادی را نیز بسیار حائز اهمیت می‌باشند (شکل‌های ۱-۱۱ و ۱-۱۲).



شکل ۱-۱۱- شبکه راه های بین المللی و جایگاه ایران در میان کشورهای دیگر



شکل۱-۱۲- موقعیت ایران در شبکه ریلی جهان

با دقت و مطالعه در شبکه ریلی ایران و مقایسه آن با شبکه ریلی کشورهای پیشرفته اروپایی و امریکایی و حتی کشور آسیایی همچون هندوستان(شکل ۱-۱۳) می‌توان به کمبود شبکه گسترده ریلی در جهت انتقال کالاها و تجارت میان استان‌ها و ارتباطات بین المللی پی برد(شکل ۱-۱۴).

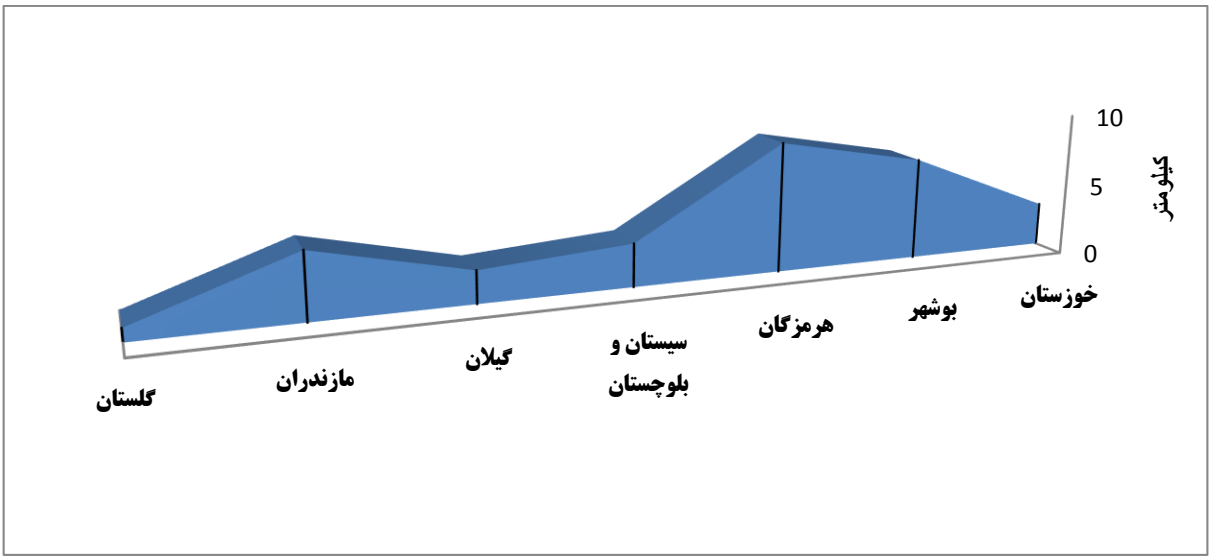
شکل ۱-۱۳- نقشه خطوط و ایستگاه‌های شبکه ریلی ایران

شکل ۱-۱۴- شبکه ریلی کشور هندوستان

در دنیای امروز توسعه اقتصادی و فرهنگی به عنوان اهرم‌های مؤثر در دستیابی به امنیت پایدار بسیار مورد توجه قرار گرفته‌است و در این میان اقتصاد دریا و سواحل که مرزهای آبی کشور را تشکیل می‌دهند، از جایگاه ویژه‌ای برخوردارند؛ لذا استفاده مطلوب و بهینه از کلیه ظرفیت‌های ساحلی کشور باید به عنوان یک ضرورت مورد توجه قرار

گیرد. بنابر آمار سازمان بنادر و کشتیرانی کشور، ایران دارای ۵۷۰۰ کیلومتر طول نوار ساحلی می‌باشد که می‌تواند پتانسیل مناسبی در زمینه صادرات و واردات از طریق گمرک استان‌های سواحل شمالی و جنوبی کشور باشد (نمودار ۱-۴).

در کنار نقش نوار ساحلی بخصوص سواحل جنوبی کشور و دسترسی به راه‌های بین المللی در زمینه صادرات کالا، می‌بایست به نقش گمرک در مرزهای خاکی کشور و تبادل کالا به کشورهای همجوار نیز اشاره نمود که لازمه آن گسترش راه های ترانزیت و افزایش شبکه ریلی کشور می باشد (شکل ۱-۱۵).

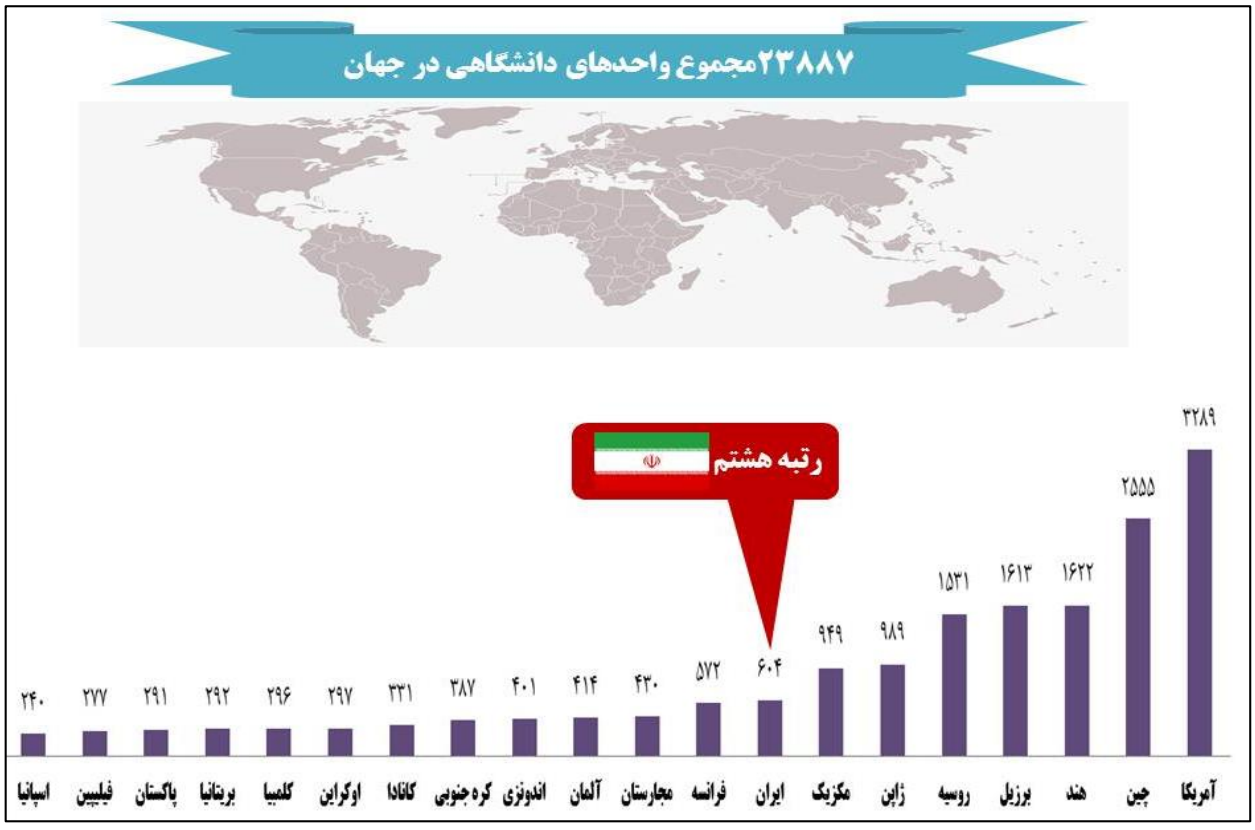


نمودار ۱-۴- استان‌های دارای نوار ساحلی در کشور و طول خط ساحل در آنها

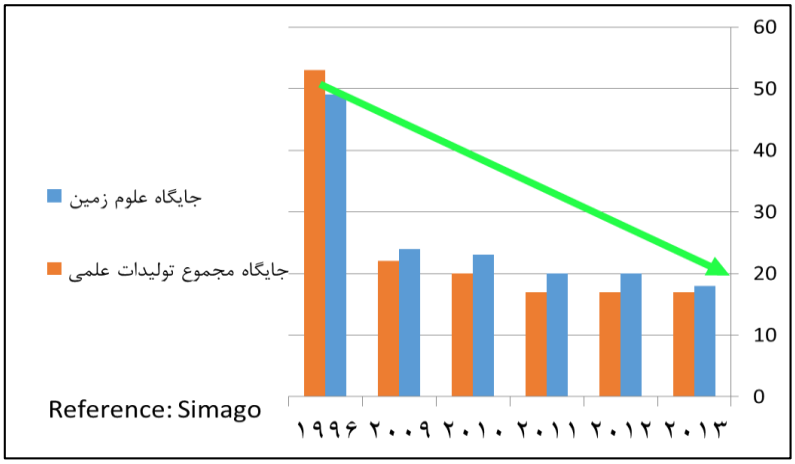
شکل ۱-۱۵- جایگاه مرزهای خاکی و آبی کشور و ارتباط با کشورهای همجوار

در کنار زیرساخت های سخت همچون راه‌ها، شبکه ریلی و ... می بایست توجه ویژه‌ای به وجود زیر ساخت های نرم همچون دانشگاه‌ها و مراکز گسترش علوم نمود، چرا که گسترش علوم زمین و سایر رشته ها گامی در راستای توانمند نمودن نیروهای متخصص و افزایش بهره‌وری و استفاده بهینه از منابع و ذخایر خدادادی و در نهایت پیشرفت هر چه بیشتر کشور خواهد بود(شکل ۱-۱۶). کشور ایران با دارا بودن مجموع ۶۰۴ واحد دانشگاهی در رده‌بندی جهانی در جایگاه هشتم دنیا قرار دارد. لازم بذکر است مجموع واحدهای دانشگاهی جهان ۲۳۸۸۷ واحد است و کشورهای آمریکا، چین و هند به ترتیب با ۳۲۸۹، ۲۲۵۵ و ۱۶۲۲ واحد دانشگاهی رتبه اول تا سوم این رده‌بندی را به خود اختصاص داده‌اند (نمودار ۱-۵).

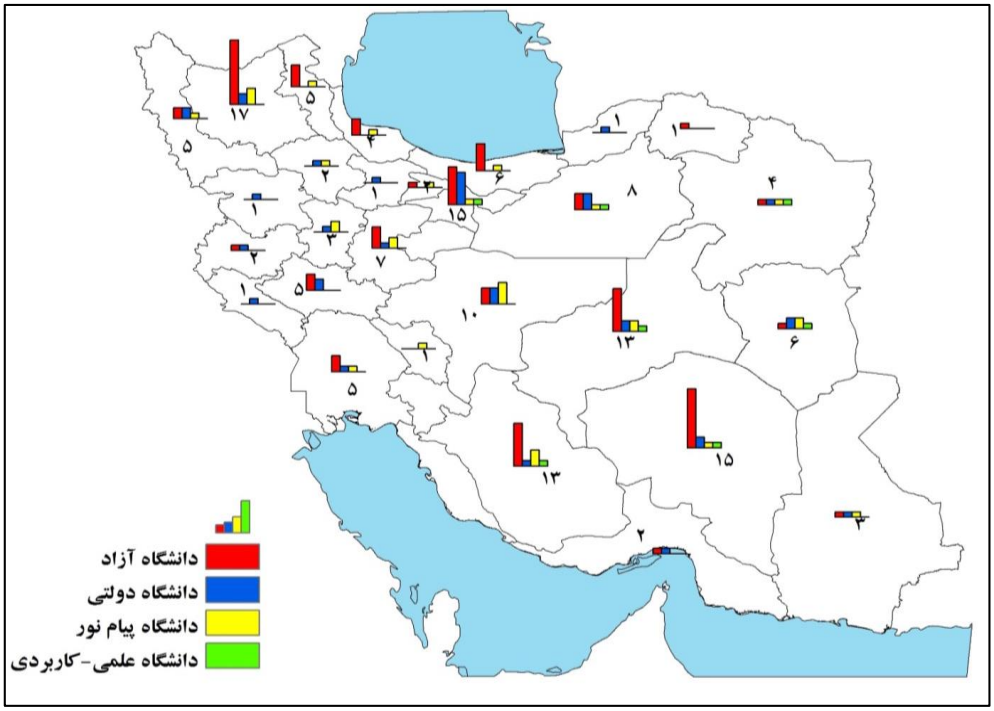
همچنین در این زمینه می‌توان به جایگاه ایران در مجموع تولیدات علمی و نیز تولیدات حوزه علوم زمین اشاره نمود (نمودار۱-۶). چنانچه مشاهده می‌گردد متأسفانه روند تغییرات در این نمودار منفی است و این خود موضوع مهمی است که می‌بایست بیشتر مورد توجه و بررسی کارشناسی قرار گیرد. تعداد واحدهای دانشگاهی مرتبط با علوم زمین به تفکیک استان‌های کشور در شکل ۱-۱۶ نمایش داده شده است.



نمودار ۱-۵- جایگاه ایران در جهان از لحاظ تعداد واحدهای دانشگاهی(زیرساخت نرم)



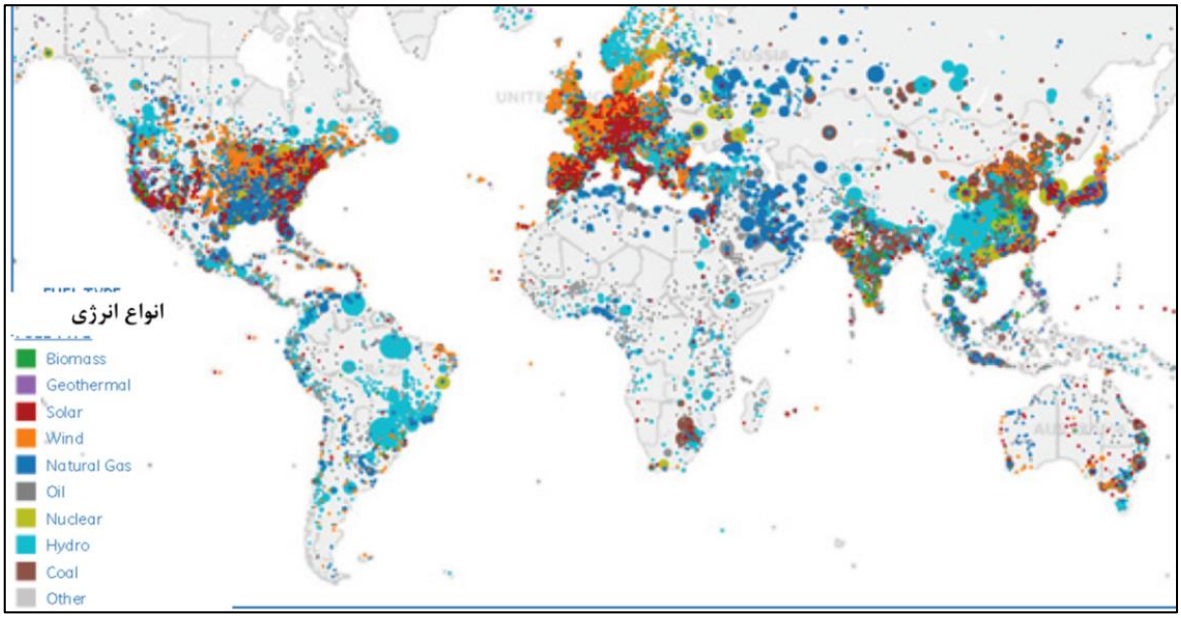
نمودار ۱-۶- جایگاه علمی ایران در مجموع تولیدات علمی و جایگاه علوم زمین



شکل ۱-۱۶- تعداد واحدهای دانشگاهی مرتبط با علوم زمین در کشور

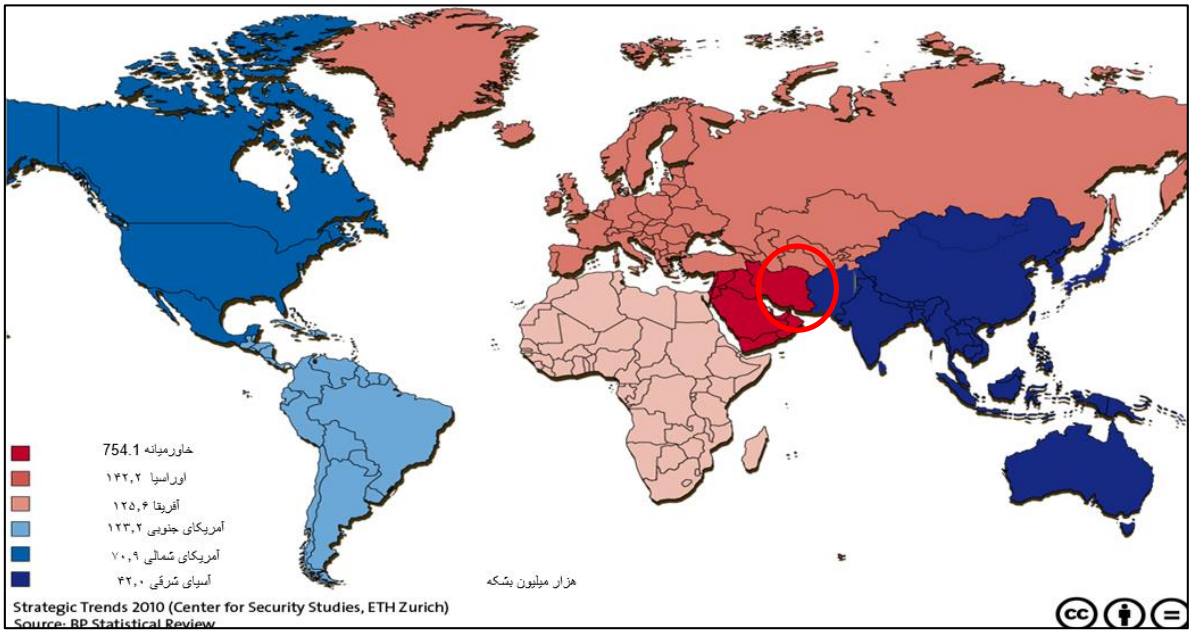
۱-۳- جایگاه منابع انرژی ایران در جهان

یکی از عوامل مؤثر در توسعه، دسترسی به منابع انرژی اعم از تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر است. در استفاده بهینه از انرژی استفاده از انرژی‌هایی همانند انرژی زیست توده، انرژی زمین گرمایی، انرژی خورشیدی، انرژی باد به عنوان انرژی‌های تجدیدپذیر در کنار منابع هیدروکربوری همانند نفت، گاز و زغال مطرح است (شکل ۱-۱۷). استفاده از منابع تجدیدپذیر، تجهیز مراکز علمی و فناوری کشور، حمایت از شرکت‌های دانش‌بنیان فعال در این عرصه، استفاده از منابع تجدیدپذیر خورشیدی، باد، زمین گرمایی، زیست توده و بایومس از جمله اقداماتی است که می بایست مورد توجه قرار گیرد. با توجه به خصوصیات انرژی زیست توده، این منبع انرژی در مقایسه با دیگر منابع انرژی تجدیدپذیر می‌تواند تمام ویژگی‌های مربوط به سوخت‌های فسیلی را پوشش دهد و بازار این نوع از انرژی رو به گسترش است که از هر لحاظ می‌تواند برای کشور قابل توجه باشد.

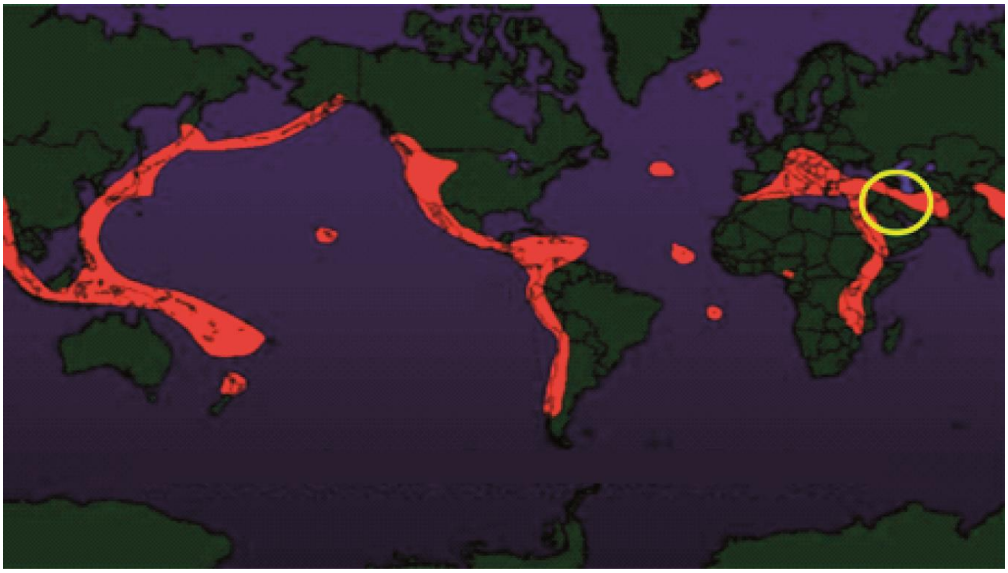


شکل ۱-۱۷- انواع انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدید ناپذیر و جایگاه ایران در جهان

کشور ما در گروه انرژی های تجدیدناپذیر همچون نفت و گاز ایران جایگاه خوبی در جهان و در میان کشورهای خاورمیانه داراست (شکل ۱-۱۸). ایران به لحاظ وجود انرژی زمین گرمایی دارای موقعیت خوبی می¬باشد که بهره-برداری از این گونه انرژی‌های نو می‌بایست در آینده در دستور کار قرار گیرد. ایران در نقشه کمربندهای زمین گرمایی جهان (در نقشه به رنگ قرمز مشخص است) جایگاه ویژه‌ای دارد (شکل ۱-۱۹).

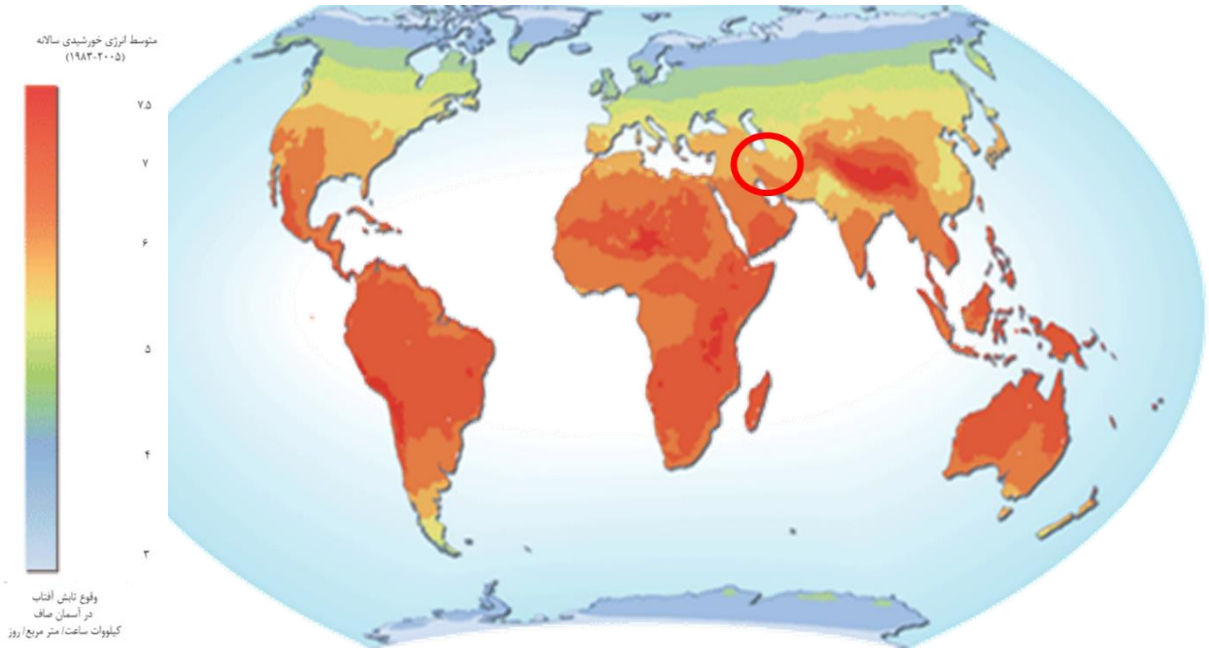


شکل ۱-۱۸- جایگاه ایران در ذخایر هیدروکربوری در جهان



شکل ۱-۱۹- جایگاه ایران در پتانسیل ذخایر زمین گرمایی در جهان

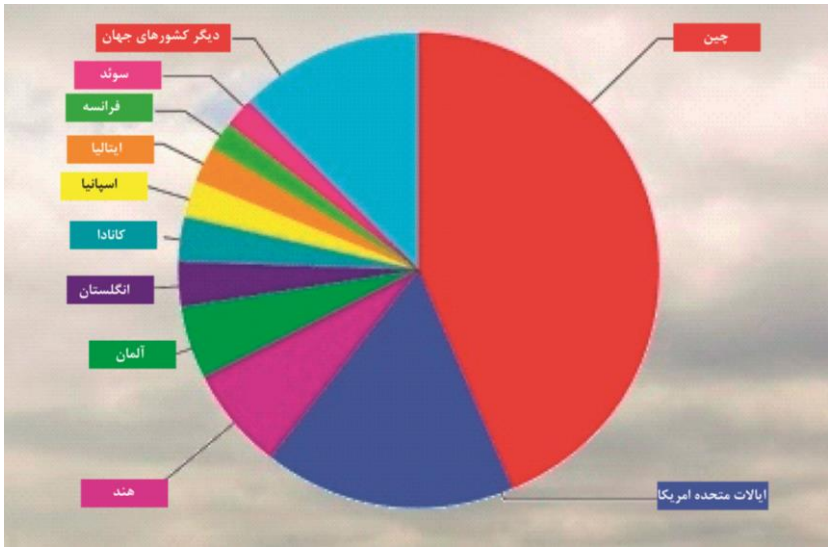
براساس نقشه مناطق مستعد استفاده از انرژی خورشیدی(شکل ۱-۲۰)، ایران بخصوص در بخش‌های مرکزی و قسمت کویری دارای پتانسیل مناسب برای ایجاد نیروگاه‌های خورشیدی می¬باشد. ایران با داشتن افزون بر ۳۲۰ روز آفتابی موقعیت مناسبی را در این زمینه داراست.



شکل ۱-۲۰- وجود پتانسیل لازم برای بهره گیری از انرژی خورشیدی در ایران(منبع ناسا، ۲۰۰۸)

در کنار انرژی‌هایی همچون انرژی زمین‌گرمایی و خورشیدی، با توجه به وجود مناطق باد خیز، بستر مناسبی جهت گسترش بهره‌برداری از توربین‌های بادی فراهم بوده و می‌توان با کمک دانش فنی و نیروی متخصصان ایرانی در آینده در گروه کشورهای برتر دنیا در بهره‌برداری از انرژی بادی قرار گرفت(نمودار ۱-۷). لازمه استفاده از این انرژی تعیین مناطق مستعد در این زمینه است.

در نهایت با بهره برداری بهینه از انرژی و با افزایش توان تولید انرژی‌های تجدیدپذیر در کشور می‌توان به جایگاه مناسبی در بهره‌وری انرژی در جهان دست یافت(شکل ۱-۲۱).



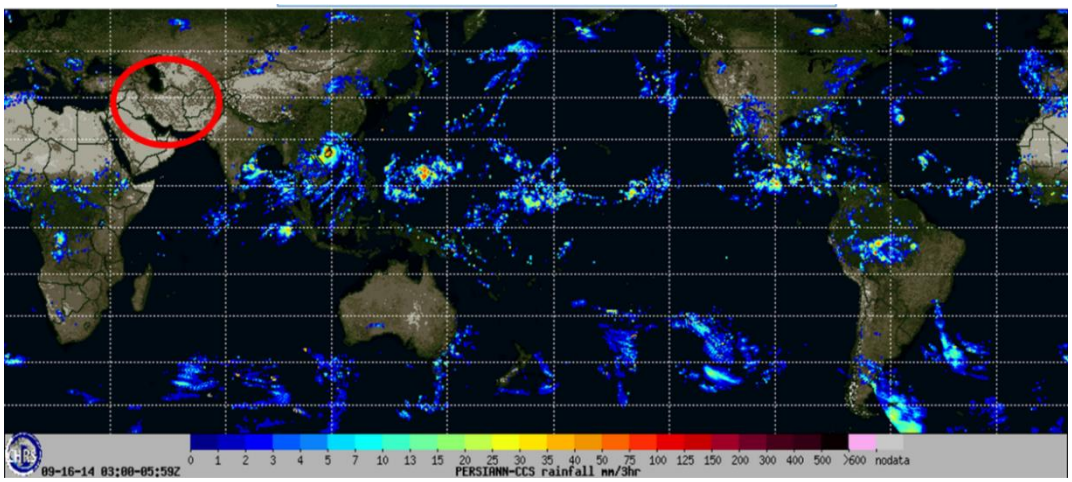
نمودار ۱-۷- ۱۰ کشور برتر جهان در بکارگیری انرژی های نو

شکل ۱-۲۱- میزان بهره‌وری انرژی در کشورهای جهان

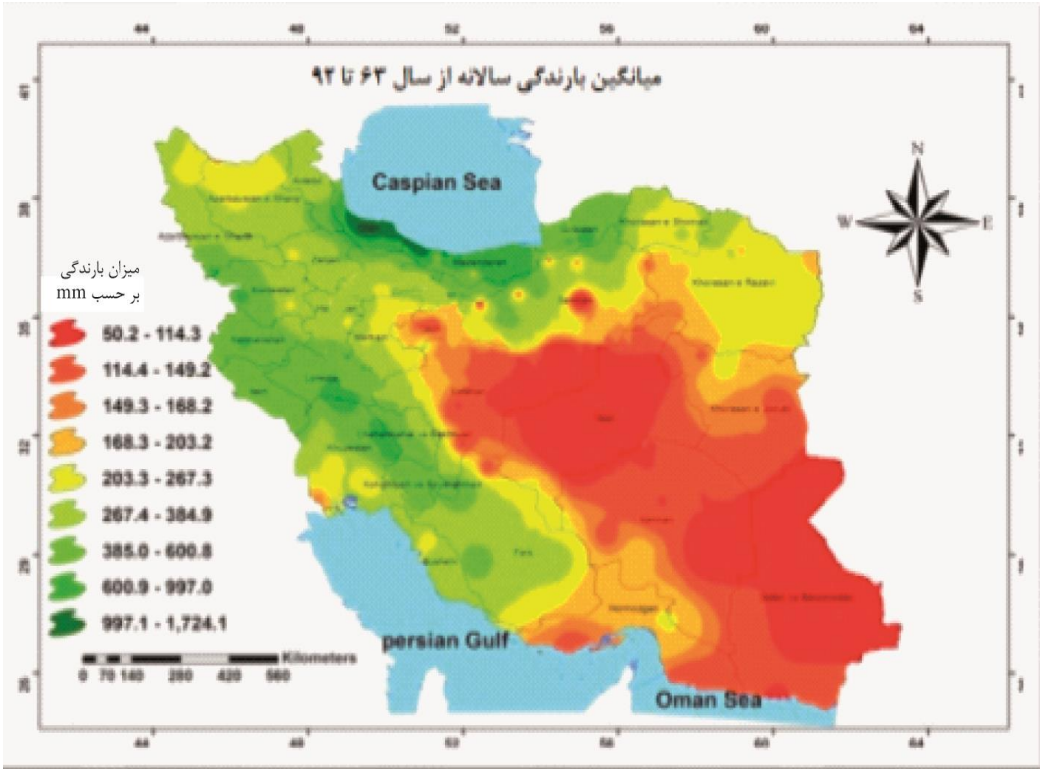
۱-۴- جایگاه منابع آب ایران در جهان

شناخت چگونگی روند تغییرات اقلیمی و به ویژه روند تغییرات بارش از جمله مواردی است که در سال‌های اخیر مورد توجه محققان علوم جوی و هیدرولوژی قرار داشته است. بدون توجه به این که یک مکان در اقلیم مرطوب یا خشک قرار دارد، آگاهی از روند تغییرات بارش می‌تواند بسیاری از مدیران و دست‌اندرکاران مرتبط با آب را نسبت به تصمیم‌گیری‌های آینده خود در ارتباط با اجرای پروژه‌های عمرانی یاری دهد. قرارگیری بخش‌های زیادی از ایران در کمربند خشک و نیمه خشک جهان از یک سو و داشتن نقش تعیین-کننده‌ای که نزولات جوی در تأمین آب کشور برعهده دارند از سوی دیگر، باعث شده است که آگاهی بیشتر نسبت به روند تغییرات بارش در ایران اهمیت چشمگیری داشته است. متوسط بارندگی در جهان برابر با

۸۵۰ میلی‌متر و در ایران به دلیل قرار گیری بخش اعظم ایران در محدوده خشک و نیمه خشک برابر با ۲۳۵ میلی‌متر می¬باشد(شکل‌های ۱-۲۲ و ۱-۲۳).



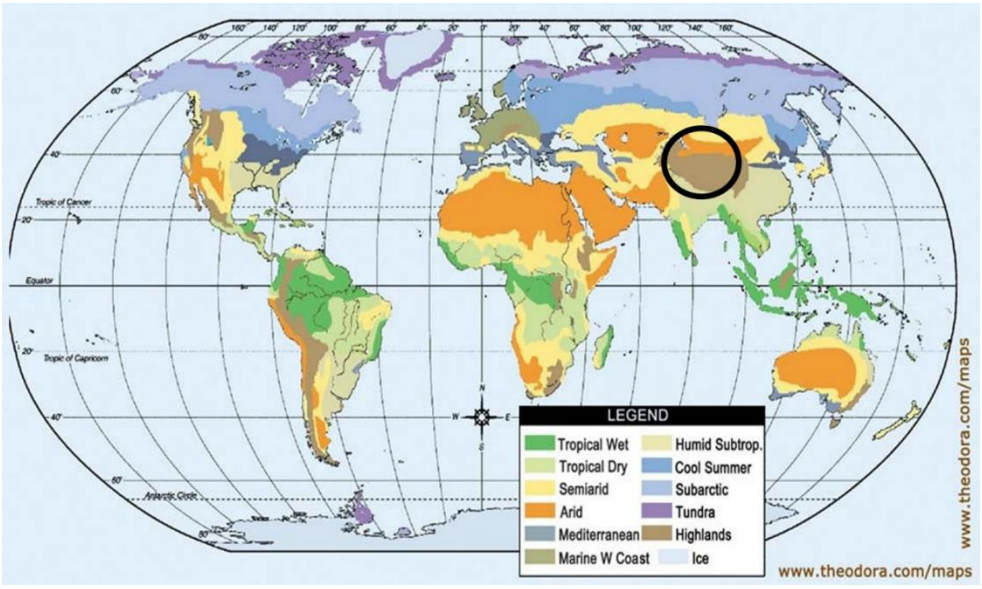
شکل ۱-۲۲- نقشه بارندگی جهانی



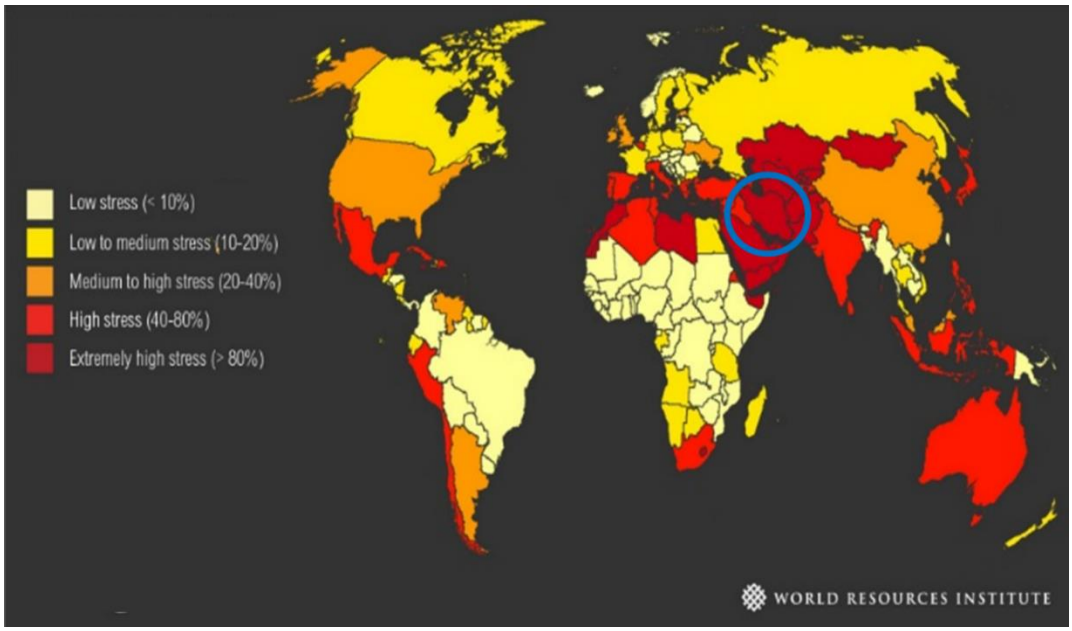
شکل ۱-۲۳- میانگین بارندگی سالانه در استان‌های ایران از سال ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۲

میزان بارش در ایران با توجه به موقعیت ایران در نقشه جهانی آب و هوا قابل توجیه خواهد بود(شکل ۱-۲۴) و بحران آب جدی‌تر از هر زمان دیگری به نظر می‌رسد. بر همین اساس، بایستی اقداماتی برای رسیدگی به تنش آبی در هر دو طرف معادله یعنی عرضه و تقاضا اتخاذ شوند. مشکل کمبود آب شامل تنش آب، کم آبی و بحران آب است، تنش آب مشکل در یافتن منابع آب شیرین برای استفاده است که علت آن تخلیه منابع است. با توجه به قرار گیری ایران در کمربند خشک و نیمه خشک جهان وجود این تنش جهانی در ایران دور از ذهن نخواهد بود (شکل

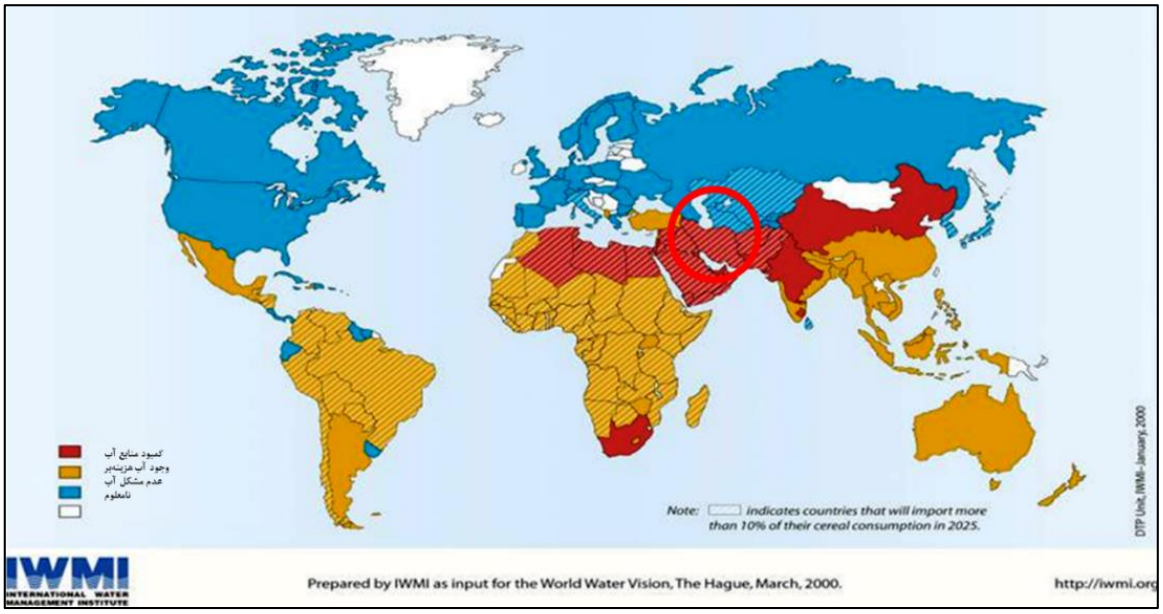
۱-۲۵). بر همین اساس ایران در گروه کشورهای پیش بینی شده در بحران کمبود آب می‌باشد(شکل ۱-۲۶ و۱-۲۷).



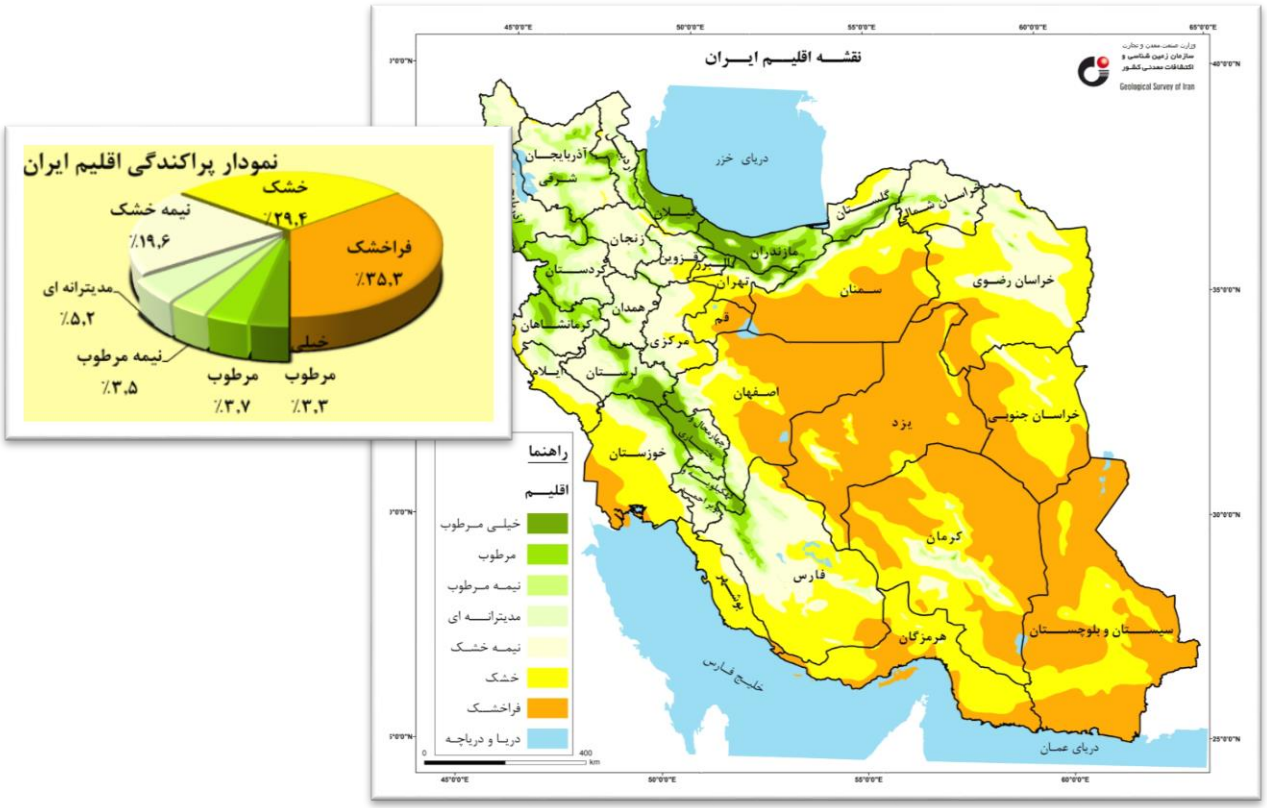
شکل ۱-۲۴- موقعیت ایران در نقشه جهانی آب و هوا



شکل ۱-۲۵- تنش جهانی آب و موقعیت ایران در این نقشه

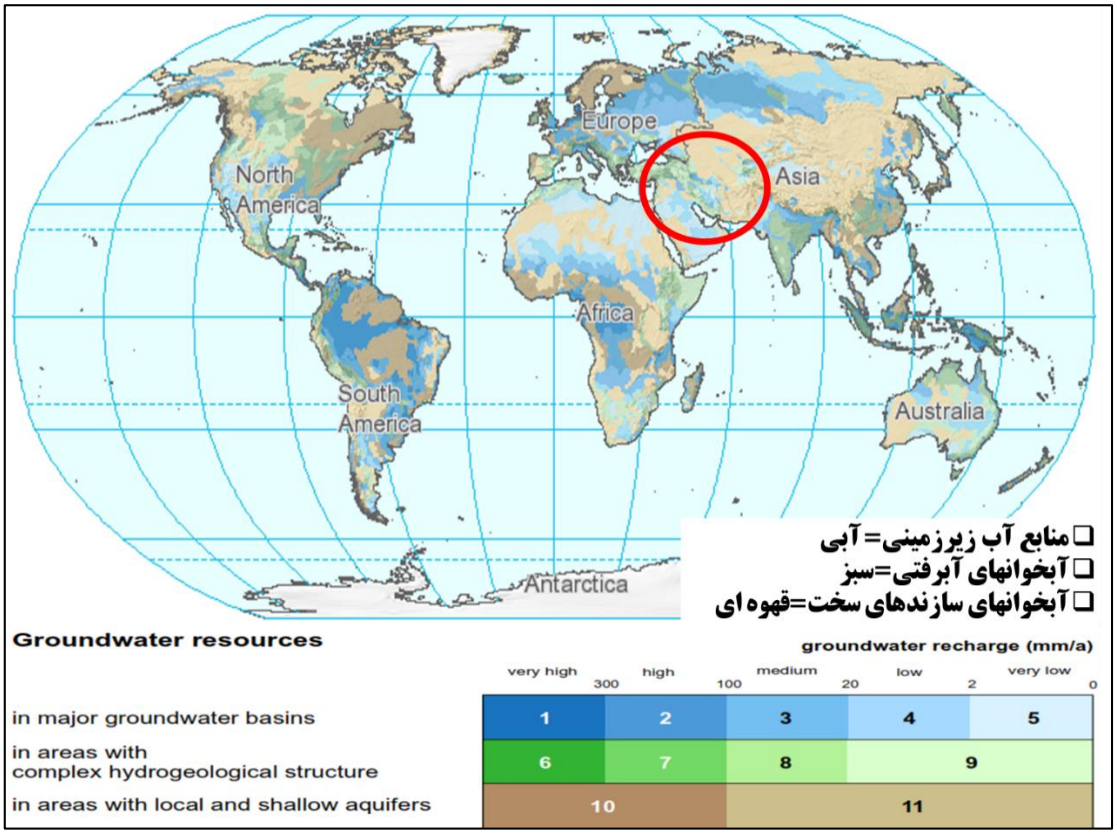


شکل ۱-۲۶- نقشه پیش بینی بحران کمبود آب در سال ۲۰۲۵

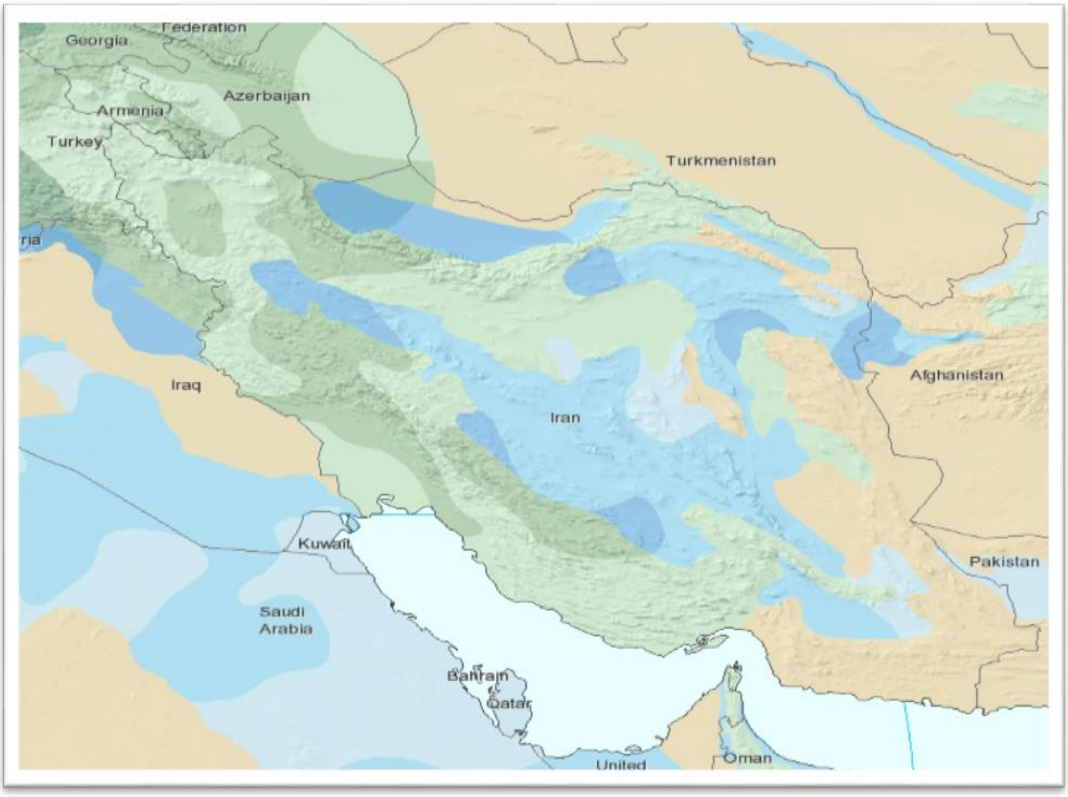


شکل ۱-۲۷- نقشه اقلیم ایران و نمودار پراکندگی اقلیم ها

براساس نقشه های توزیع انواع منابع جهان و ایران (شکل‌های ۱-۲۸ و ۱-۲۹) انواع منابع آب در مناطق مختلف مشخص گردیده است. بنابراین در ایران منابع آب زیرزمینی و آبخوان‌های آبرفتی با قابلیت برگشت‌پذیری پایین و بخش محدودتری دارای آبخوان‌های سازندهای سخت با قابلیت برگشت پذیری پایین می‌باشد.

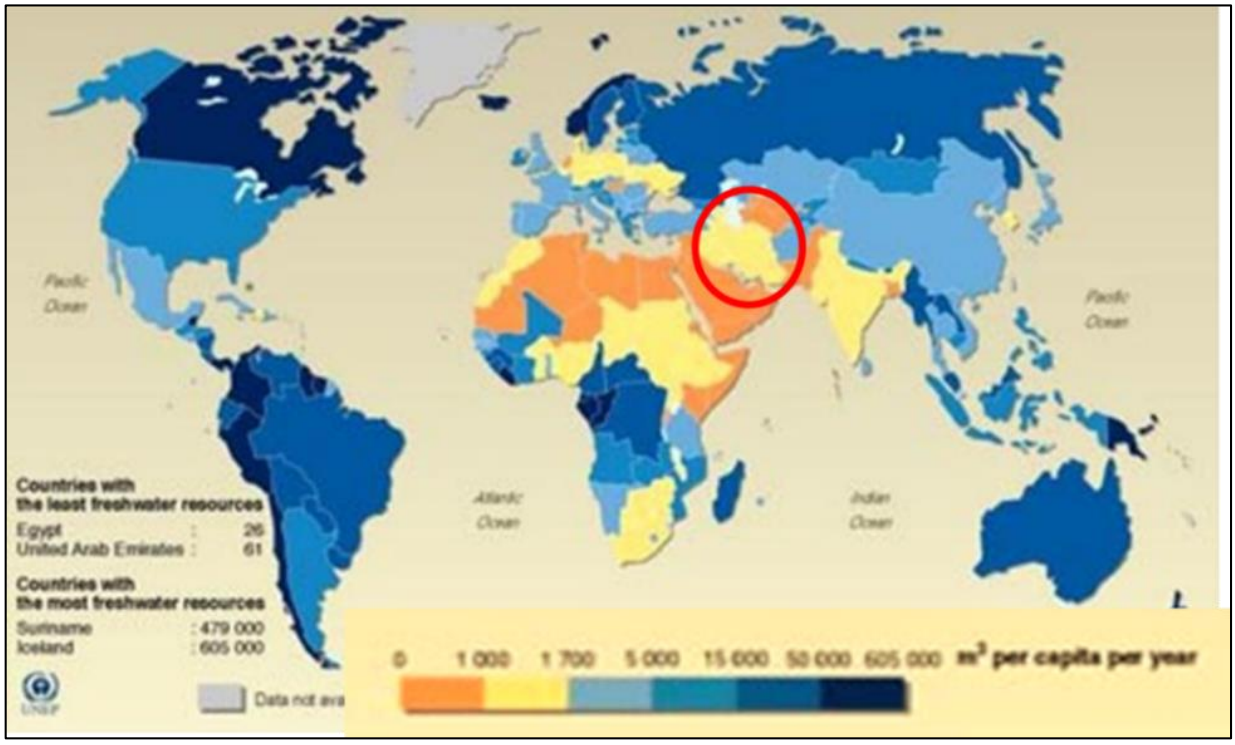


شکل ۱-۲۸- توزیع انواع منابع آب در ایران و جهان



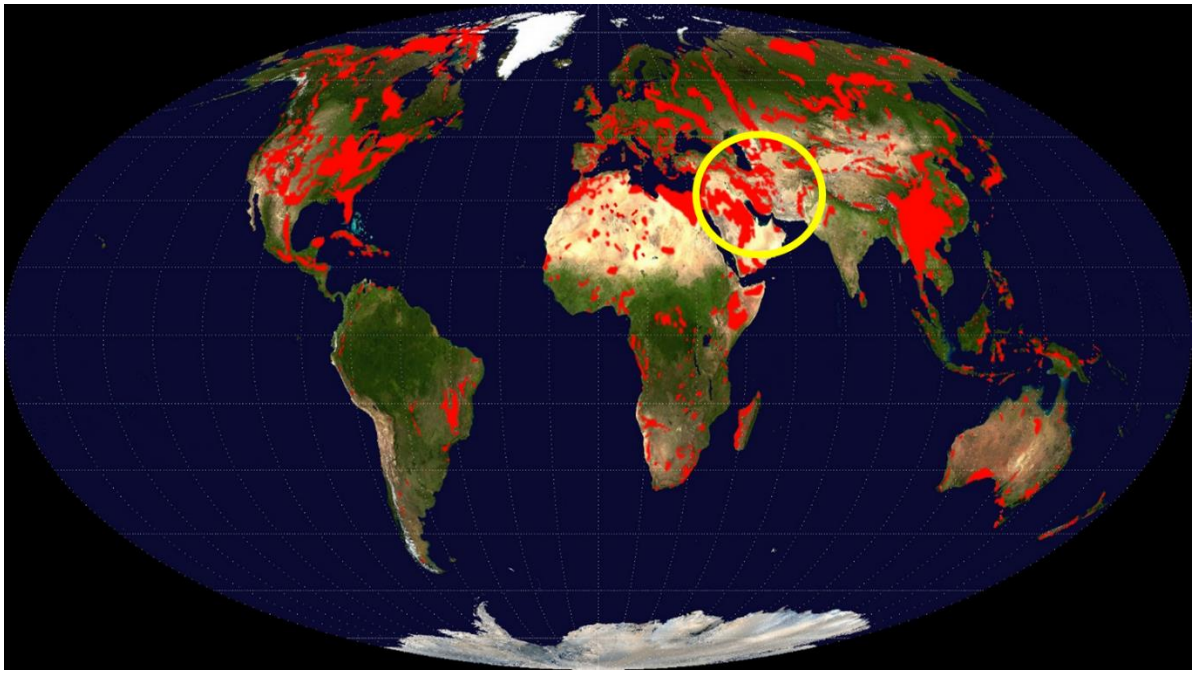
شکل ۱-۲۹- توزیع انواع منابع آب در ایران

جبران نشدن منابع آب مصرفی با توجه به رشد روزافزون جمعیت و توسعه صنایع و افزایش آلودگی منابع آب‌شیرین، در اکثر کشورها به بحرانی جدی بدل شده است و در آینده‌ای نزدیک بر اساس نقشه جهانی دستیابی به آب‌های شیرین می‌تواند در معرض خطر جدی باشد(شکل ۱-۳۰).

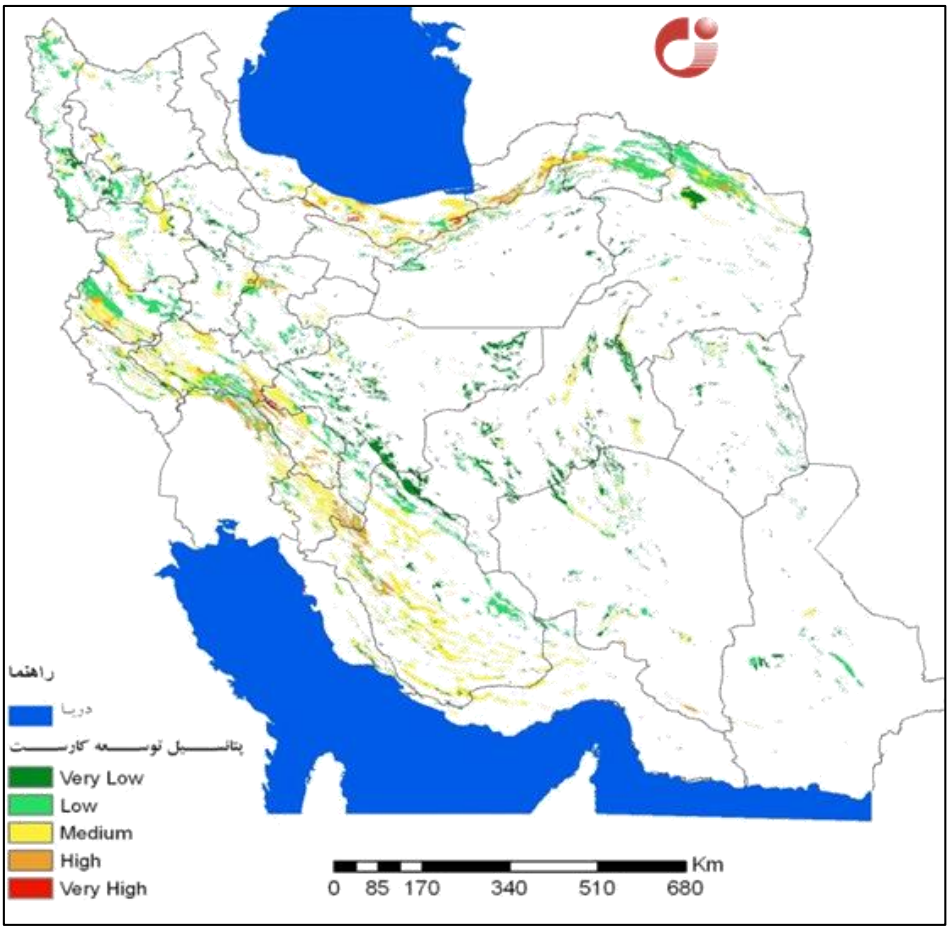


شکل ۱-۳۰- نقشه جهانی دسترسی به آب های شیرین

ایران پس از کشورهایی همچون امریکا، چین و ترکیه دارای بیشترین درصد کارست یا همان سازند سخت در جهان است (شکل ۱-۳۱)، به‌طوری‌که حدود ۱۰ درصد سطح ایران را کارست پوشش می‌دهد و حجم بهره‌برداری از آنها نیز کمتر از یک چهارم از بهره برداری کل آبهاست؛ یعنی کمتر از ۲۵ درصد از کل منابع آب مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد، این‌درحالی است که کمبود آب در ایران تا چند سال آینده به صورت تنش شدید آب درخواهد آمد. بنابراین اکتشاف منابع آبی کارستی باید در دستور کار سازمان‌های متولی قرار گیرد. با توجه به نقشه توسعه کارست در ایران (شکل ۱-۳۲) می‌توان نسبت به اکتشاف این منابع عظیم با توجه به پتانسیل‌های موجود در هر استان اقدام نمود.



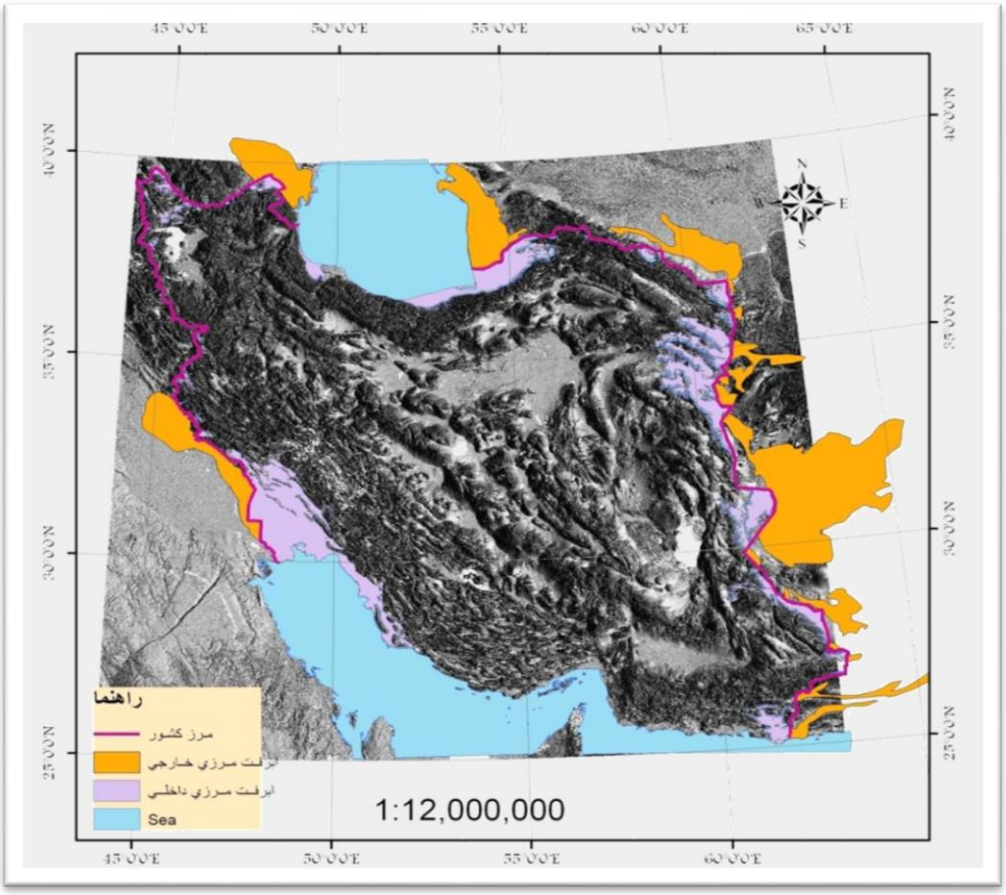
شکل ۱-۳۱- پتانسیل تشکیل منابع آبی کارست



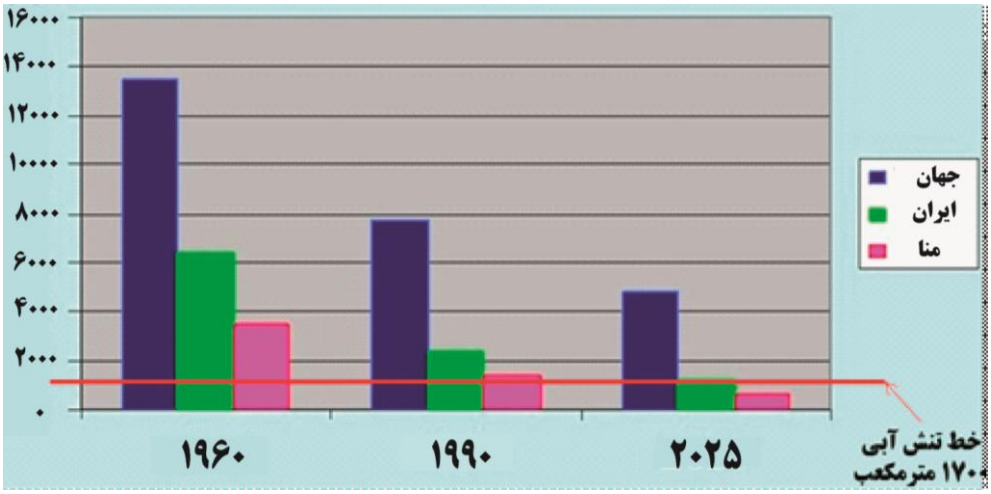
شکل ۱-۳۲- نقشه توسعه کارست در ایران

یکی از مواردی که پس از کاهش منابع آب در جهان مورد توجه قرارگرفت، ارزیابی آبخوان‌های مرزی و تشویق کشورها به همکاری در توسعه پایدار این منابع بوده است. بسیاری از رودخانه‌های مرزی ایران دارای منابع آبی

مناسبی می‌باشند که در صورت استفاده از این منابع می‌تواند به کاهش اثرات بحران آب بیانجامد(شکل ۱-۳۳، نمودار ۱-۸).



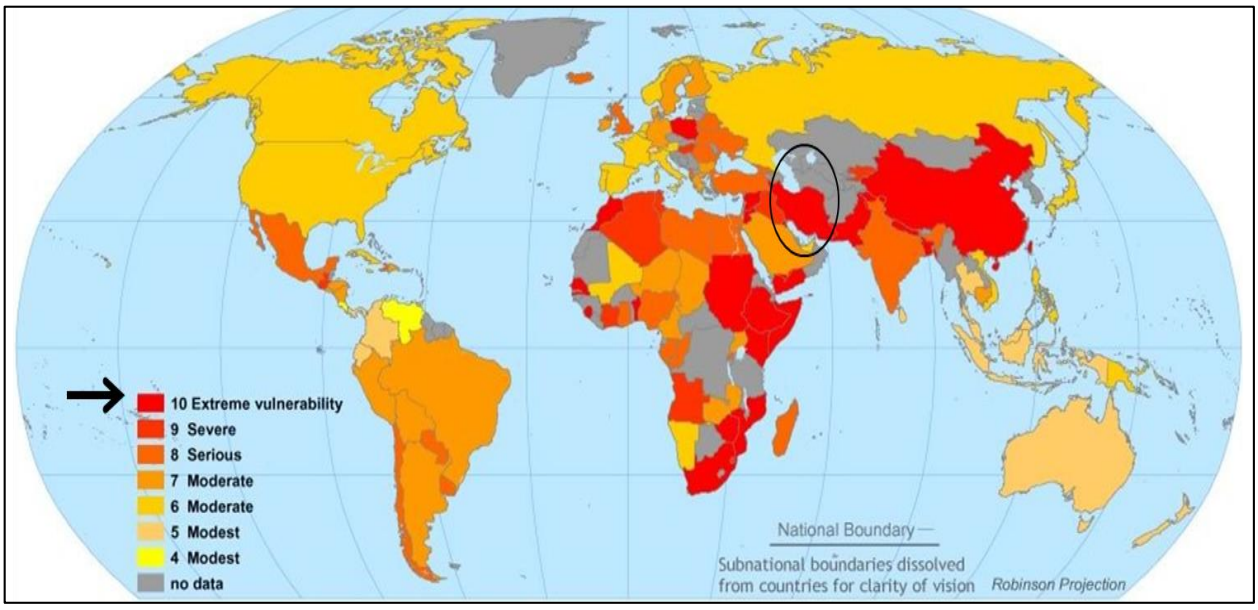
شکل ۱-۳۳- موقعیت منابع آبی مشترک با کشورهای همسایه ایران



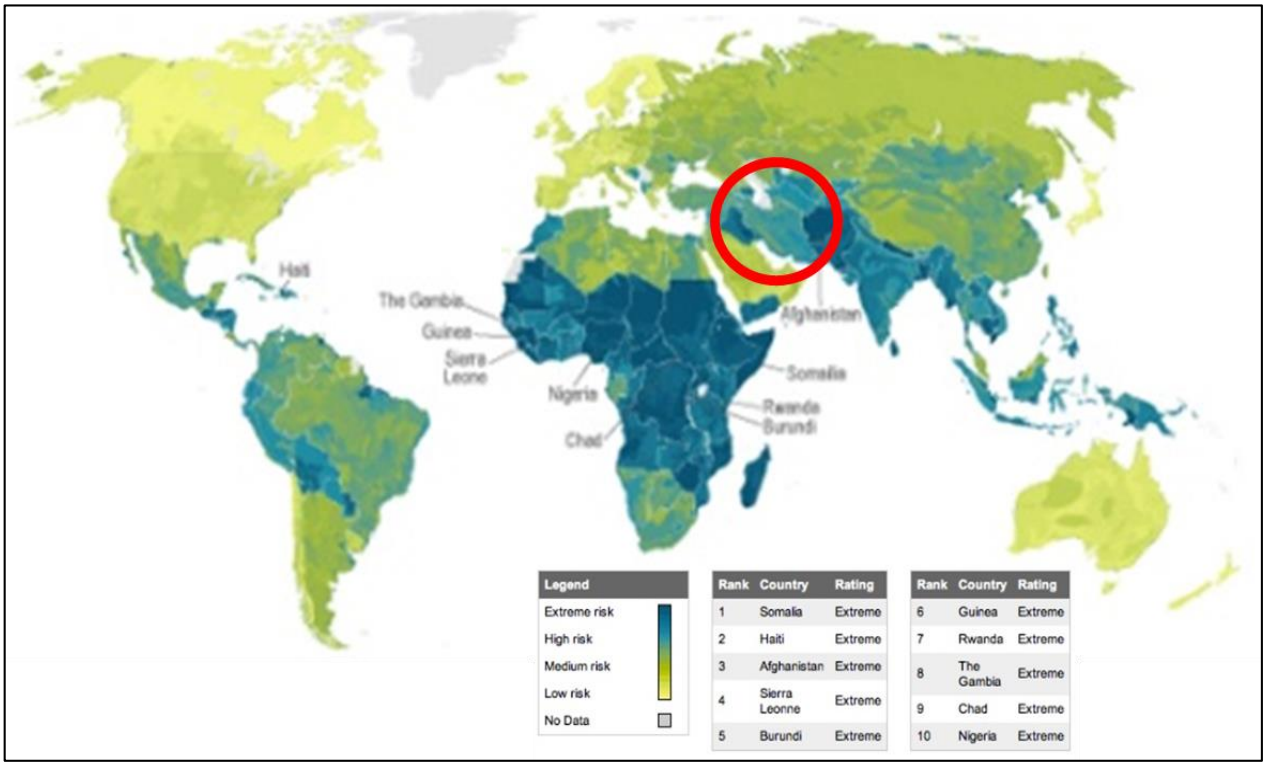
نمودار ۱-۸- میزان مصرف سرانه آب برای ایران، جهان و کشورهای عضو منا

با توجه به ویژگی‌های جغرافیایی و قرارگیری در اقلیم خشک و نیمه خشک میزان سرانه مصرف آب برای آینده بر اساس خط تنش آبی ۱۷۰۰ متر مکعب تعیین شده است که در نمودار ۱-۷ برای کشورهای جهان و برای کشورهای عضو منا یعنی کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا (به دلیل تشابهات اقلیمی) ارائه گردیده است.

این میزان مصرف و جبران نشدن منابع آب باعث تغییر اقلیم در جهان گردیده است، مدل‌های تغییر اقلیم براساس اطلاعات ورودی اقدام به پیش بینی می‌کنند، که از آن جمله می‌توان به جمعیت، تولید ناخالص داخلی، عرضه و تقاضای انرژی، انتشار گازهای گلخانه‌ای، آمار هواشناسی از مدل‌های جهانی، چرخه کربن، شیمی جو، اقتصاد جهانی و ... اشاره کرد بر این اساس می‌توان ویژگی‌های آب و هوایی و مسأله آب را بیان نمود(شکل ۱-۳۴). ایران در گروه کشورهای دارای خطر بالا در میزان اثرپذیری اقلیمی قرار گرفته است(شکل ۱-۳۵).

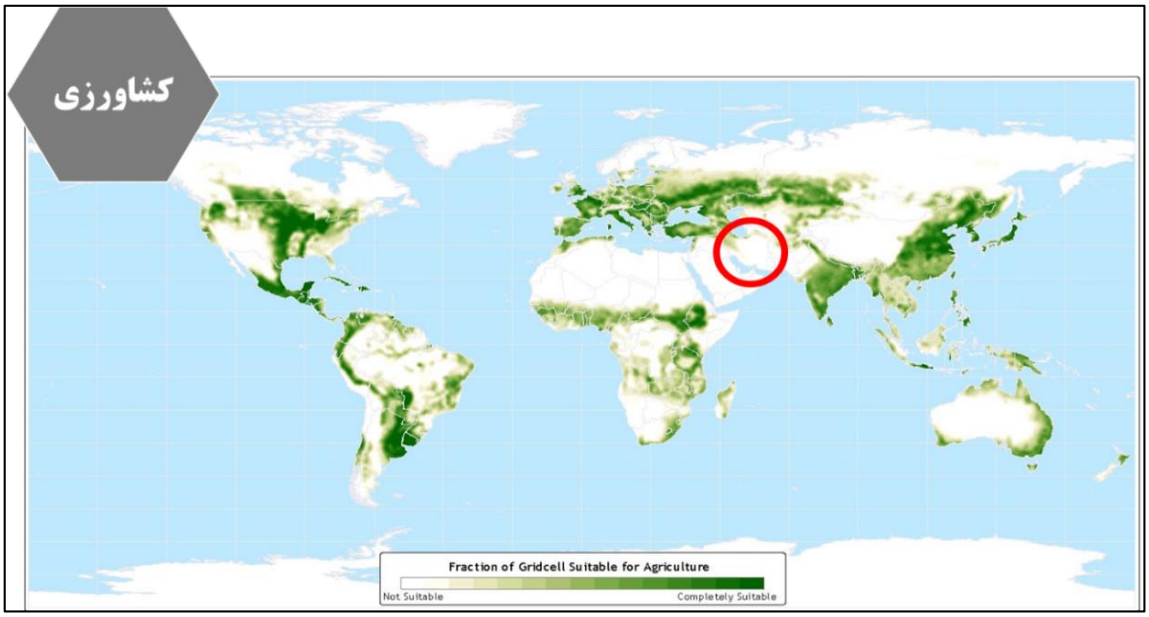


شکل ۱-۳۴- ویژگی های آب و هوایی و مسأله آب



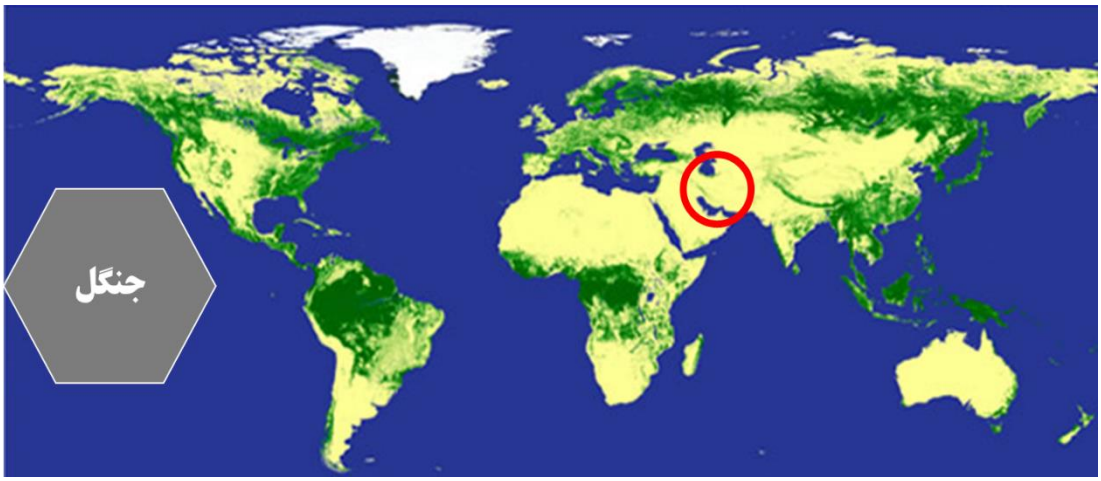
شکل ۱-۳۵- موقعیت ایران در نقشه اثر پذیری در قبال تغییر اقلیم

با توجه به محدودیت تولید محصولات کشاورزی در کشورهای در حال توسعه و تلاش این کشورها برای دستیابی به بازارهای جهانی، توسعه پایدار کشاورزی یکی از ضروریات کشورهای در حال توسعه به شمار می‌رود، اما در کنار این موضوع توجه ویژه به منابع آبی موجود و وجود شرایط اقلیمی، در راستای توسعه ضروری است و می بایست اولویت-های هر منطقه به لحاظ صنعتی و کشاورزی پیش از هر گونه اقدام کشاورزی مورد بررسی دقیق قرار گیرد. با توجه به نقشه مناطق مستعد کشاورزی(شکل ۱-۳۶) نیز می‌توان دریافت که ایران به لحاظ کشاورزی دارای محدودیت‌هایی می‌باشد.



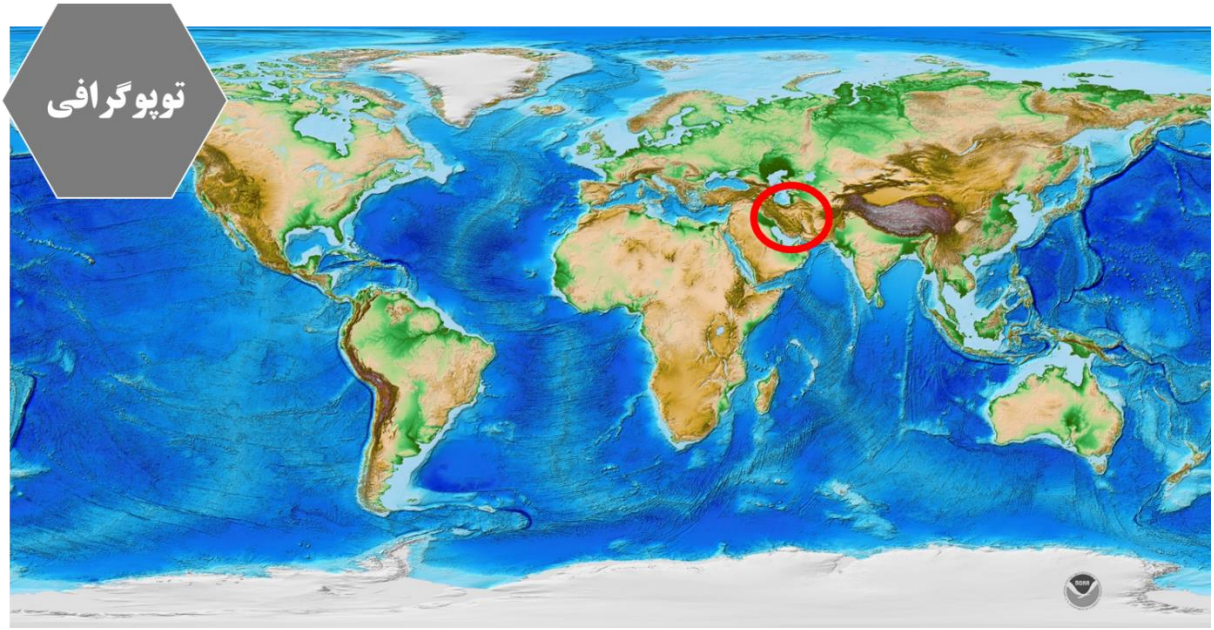
شکل ۱-۳۶- مناطق مناسب برای کشاورزی در دنیا

در ایران در مجموع سه میلیون و چهار صد هزار هکتار جنگل در دامنه‌های شمالی کوه‌های البرز و استان‌های ساحلی دریای خزر وجود دارد. مساحت جنگل‌های دیگر که پراکنده در سایر نقاط کشور می‌باشند تا سه میلیون هکتار است که این میزان در میان سایر کشورها به دلیل وجود شرایط اقلیمی بسیار ناچیز است (شکل ۱-۳۷). از این جنگل‌ها تنها ۳,۱ میلیون هکتار برای بهره برداری صنعتی قابل استفاده است، بقیه جنگل‌ها به سبب کمبود در نگهداری درست و یا آسیب‌های طبیعی مورد بهره برداری نیستند.

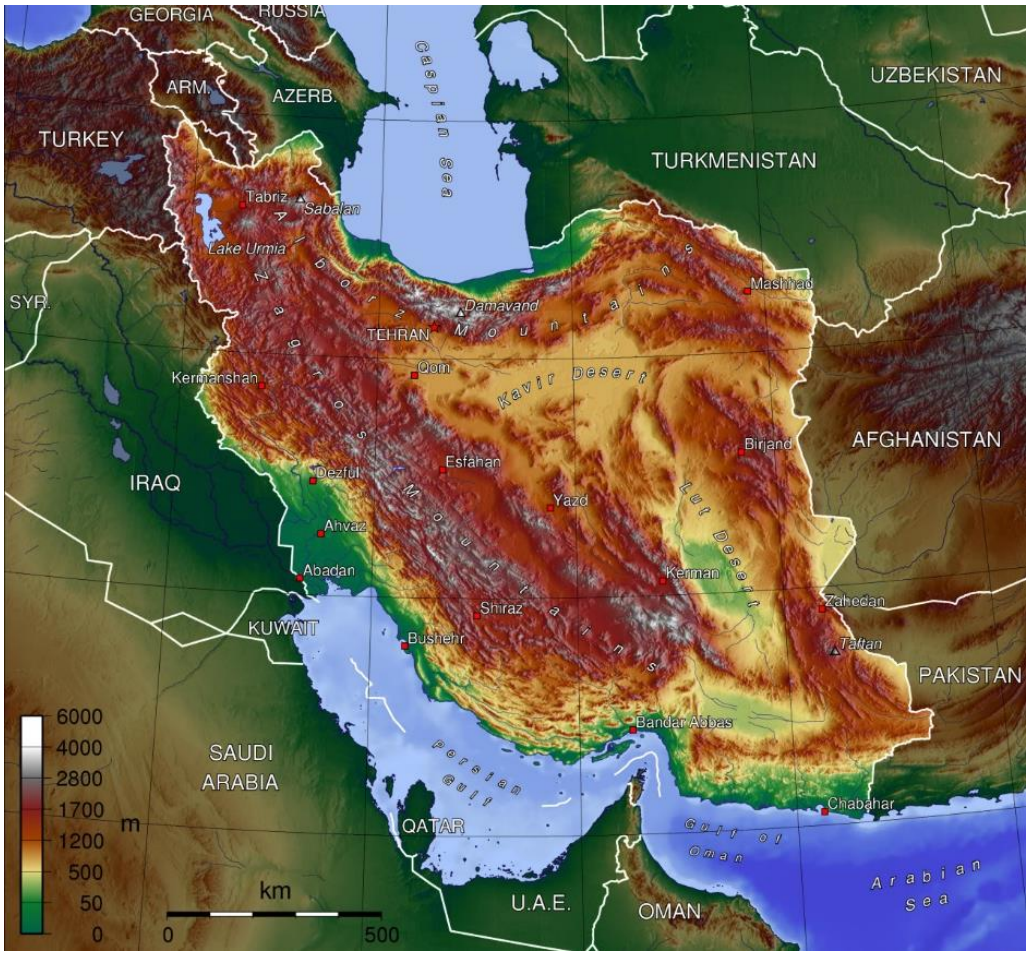


شکل ۱-۳۷- پراکندگی جنگل های دنیا

با توجه به نقشه جهانی مناطق ارتفاعی(شکل ۱-۳۸) ایران دارای مناطق مرتفع همچون البرز و زاگرس و دشت‌های پستی همچون دشت خوزستان است. توجه به توپوگرافی هر استان باید در تصمیم گیری برای کشاورزی و توسعه صنعتی در کنار منابع آب هر استان مورد توجه قرار گیرد (شکل ۱-۳۹).



شکل ۱-۳۸- نقشه جهانی مناطق ارتفاعی



شکل ۱-۳۹- نقشه توپوگرافی ایران

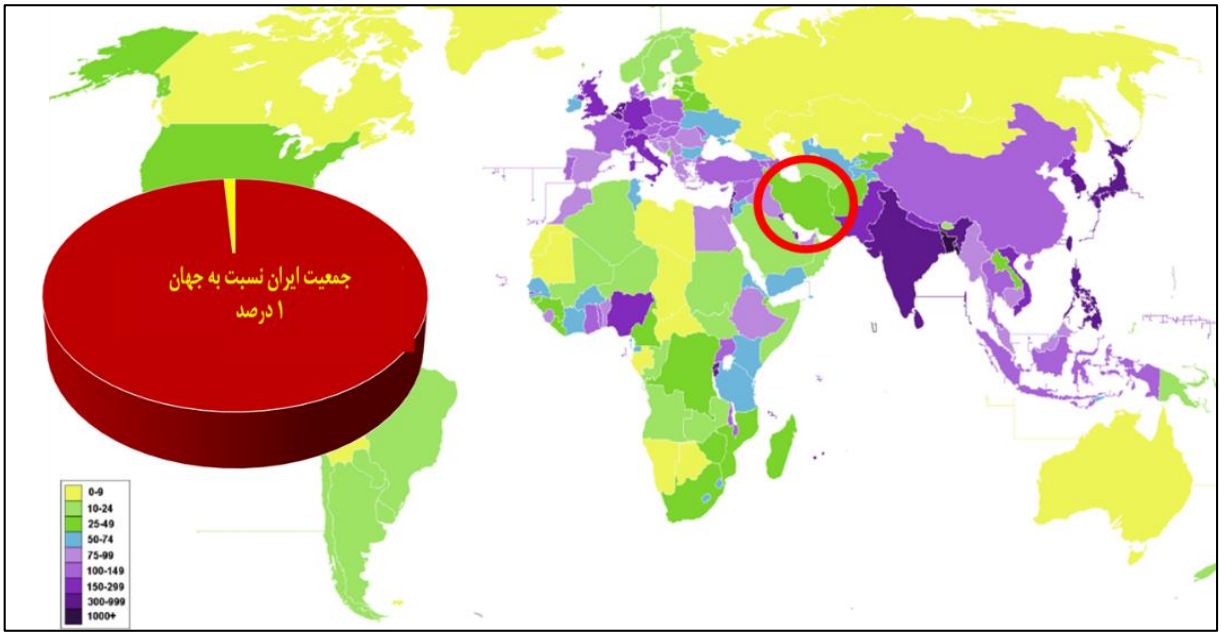
۱-۵- جایگاه مخاطرات ایران در جهان

در طول تاریخ، زندگی بشر همواره در معرض مخاطرات و بلایای طبیعی قرار داشته است. مخاطرات هر یک به نوعی منجر به هدر رفت کلان منابع اقتصادی و انسانی می‌شود. پیشگیری یا کاهش صدمات حاصل از مخاطرات خود نوعی پس انداز و حفظ سرمایه کشور است. همانند سایر نقاط جهان در ایران نیز شرایط اقلیمی، ریخت شناسی و زمین‌شناسی در کنار رشد جمعیت، گسترش بی رویه شهرها، ساخت و سازهای انبوه و افزایش فعالیت‌های صنعتی و معدنی سبب تشدید خسارت رخدادهای مهلک گردیده، بطوریکه ایران به همراه مصر، چین و هندوستان ۴ کشوری بوده‌اند که بیشترین خسارت‌ها را از این بابت متحمل شده‌اند. در مورد ایران بطور میانگین سالیانه ۱۱۰۰ میلیارد ریال هزینه صرف جبران این نوع خسارت‌ها می‌گردد. از میان ۴۳ مخاطره طبیعی ۳۲ مورد آن در ایران روی داده و حدود ۱۰ درصد تولید ناخالص کشور سالیانه صرف پرداخت خسارت ناشی از این پدیده‌ها می‌گردد(شکل ۱-۴۰).

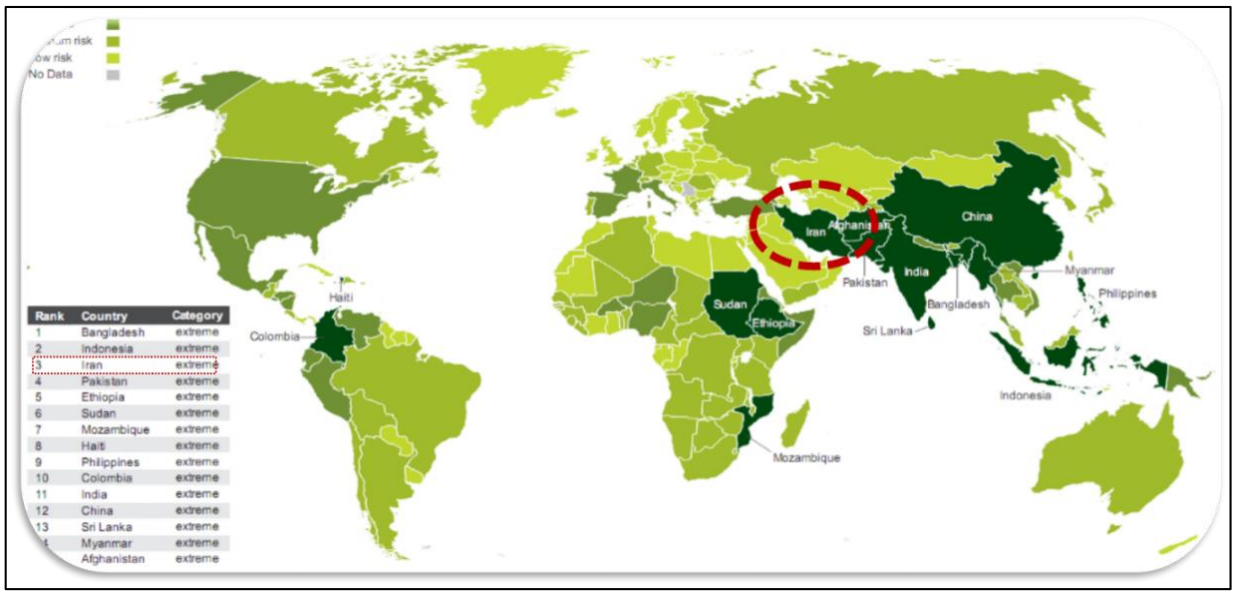
شکل ۱-۴۰- برخی از مخاطرات پیش روی کشور

به لحاظ اینکه خطرات ناشی از مخاطرات طبیعی به جمعیت وابسته است، ارزیابی ارتباط آن با جمعیت بسیار حائز اهمیت می‌باشد، با توجه به نقشه پراکندگی جمعیت کشورهای جهان می توان دریافت که در هر کیلومتر مربع از مساحت ایران بین ۲۴-۴۹ نفر ساکن هستند و این در حالی است که ۱٪ از جمعیت جهان در ایران زندگی می‌کنند (شکل ۱-۴۱).

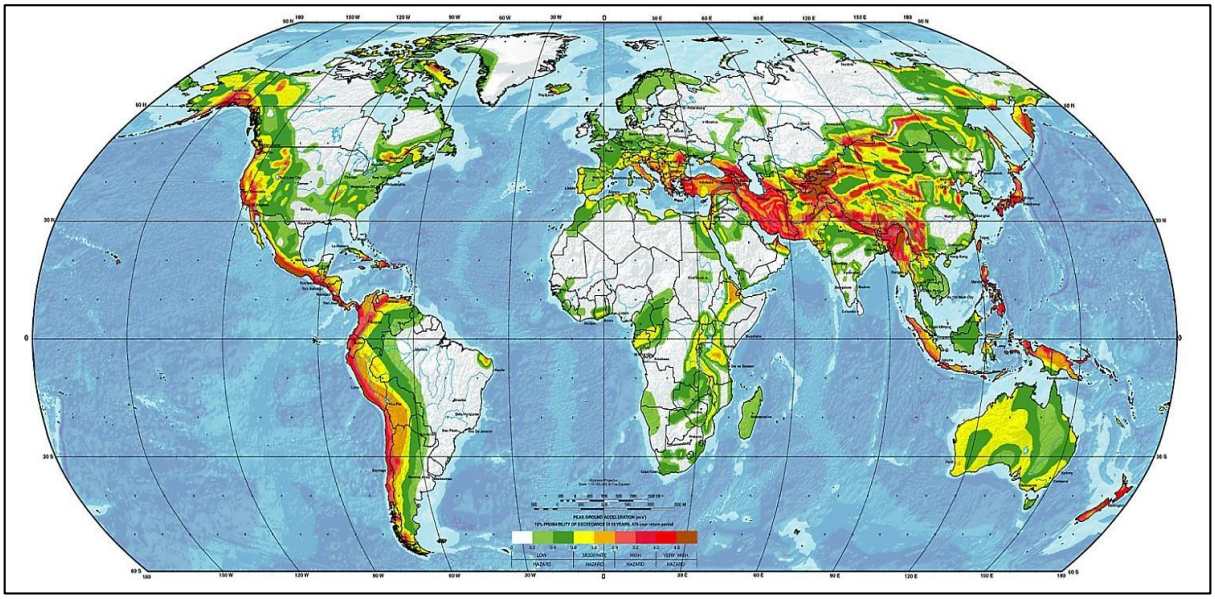
ایران دارای رتبه سوم در وقوع مخاطرات طبیعی در جهان است و سالانه ۷ تا ۱۲ درصد از تولید ناخالص داخلی صرف جبران خسارات ناشی از وقوع بلایای طبیعی می‌شود(شکل ۱-۴۲)، بنابراین ایران در گروه کشورهای پرخطر لرزه‌ای قرار گرفته است(شکل ۱-۴۳).



شکل ۱-۴۱- پراکندگی جمعیت ایران و جایگاه جمعیتی ایران در جهان

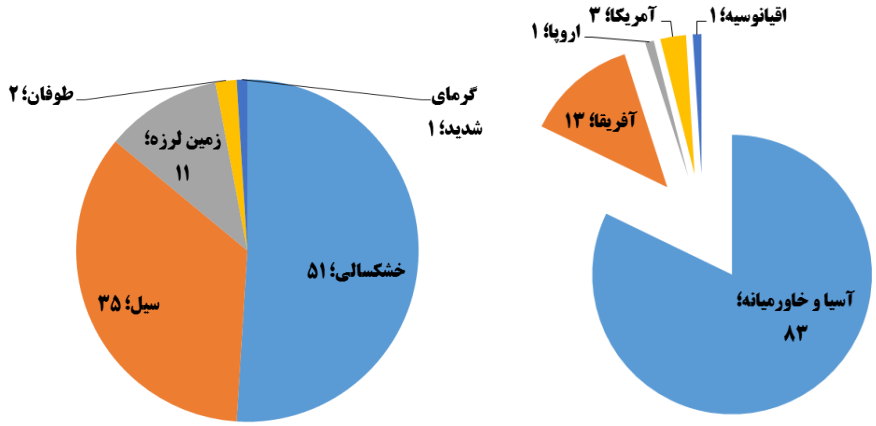


شکل ۱-۴۲- شاخص مخاطرات طبیعی ایران و جهان



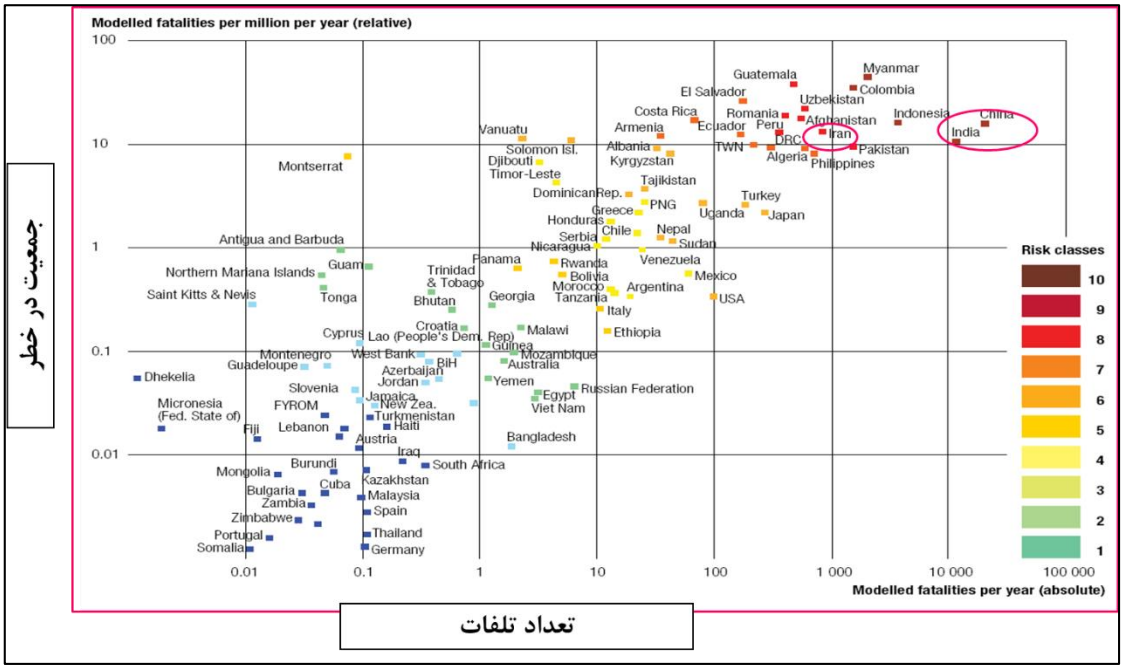
شکل ۱-۴۳- نقشه مخاطرات لرزه ای جهان

در بخش‌های مختلف دنیا بنابر موقعیت جغرافیای سهم خشکسالی از بلایای طبیعی متفاوت خواهد بود، بنابر آمار جهانی فائو درصد جمعیتی که بین سال های ۱۹۷۸ تا ۲۰۰۷ در خاورمیانه تحت تأثیر انواع بلایای طبیعی قرار گرفتند و بر اساس قاره‌ها به تفکیک ذکر شده‌اند که در این میان سهم آسیا و خاورمیانه بیش از سایرین است (نمودار ۱-۹).



نمودار ۱-۹-درصد جمعیتی که بین سال های ۱۹۷۸ تا ۲۰۰۷ در خاورمیانه تحت تاثیر انواع بلایای طبیعی قرار گرفتند(FAO 2008)
و درصد جمعیت تحت تاثیر خشکسالی به تفکیک قاره ها بین سال های ۱۹۰۰ تا ۲۰۰۴ (FAO 2008)

در مقایسه بین جایگاه لرزه‌ای ایران و چین به روشنی می‌توان به ضرورت توجه به زمین لرزه به عنوان یکی از موارد پرخطر در کشور لرزه خیزی همچون ایران پرداخت(نمودار ۱-۱۰). بر اساس مقایسه صورت گرفته، ۱۵ درصد جمعیت ایران در معرض خطر زمین لرزه قرار دارند؛ این در حالی است که در کشور پرجمعیتی همچون چین کمتر از ۱ درصد جمعیت در معرض خطر هستند. در بررسی مربوط به زمین لرزه می‌بایست به تراکم جمعیتی هر استان در کنار خطر وقوع توجه نمود و ساخت و سازهای اصولی باید سیاست پیشرو در مناطق پرخطر باشد.



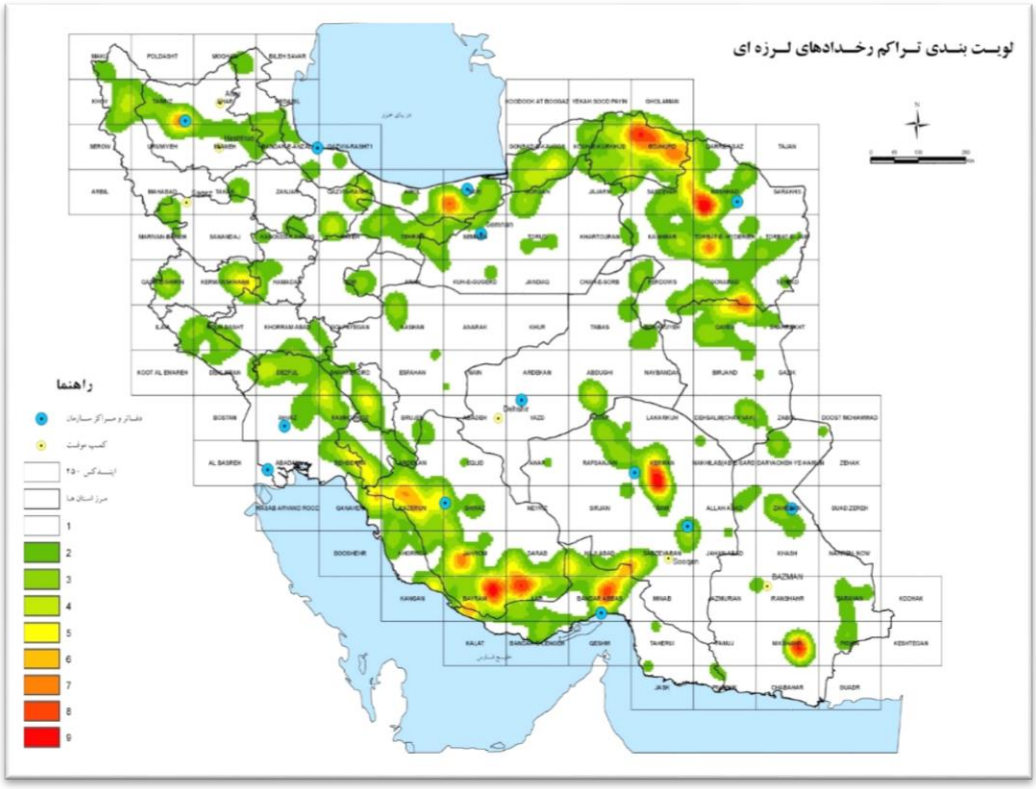
نمودار ۱-۱۰- مقایسه کشور چین و ایران به لحاظ تلفات ناشی از زمین لرزه

در شکل ۱-۴۷ نقشه تراکم نسبی جمعیتی کشور نشان داده شده است، براین اساس بیشترین تراکم جمعیت در استان‌های تهران، البرز و گیلان قرار دارند، این نقشه قابل مقایسه با نقشه مخاطرات استان‌ها جهت انجام اقدامات پیشگیرانه بسیار مناسب می‌باشد.

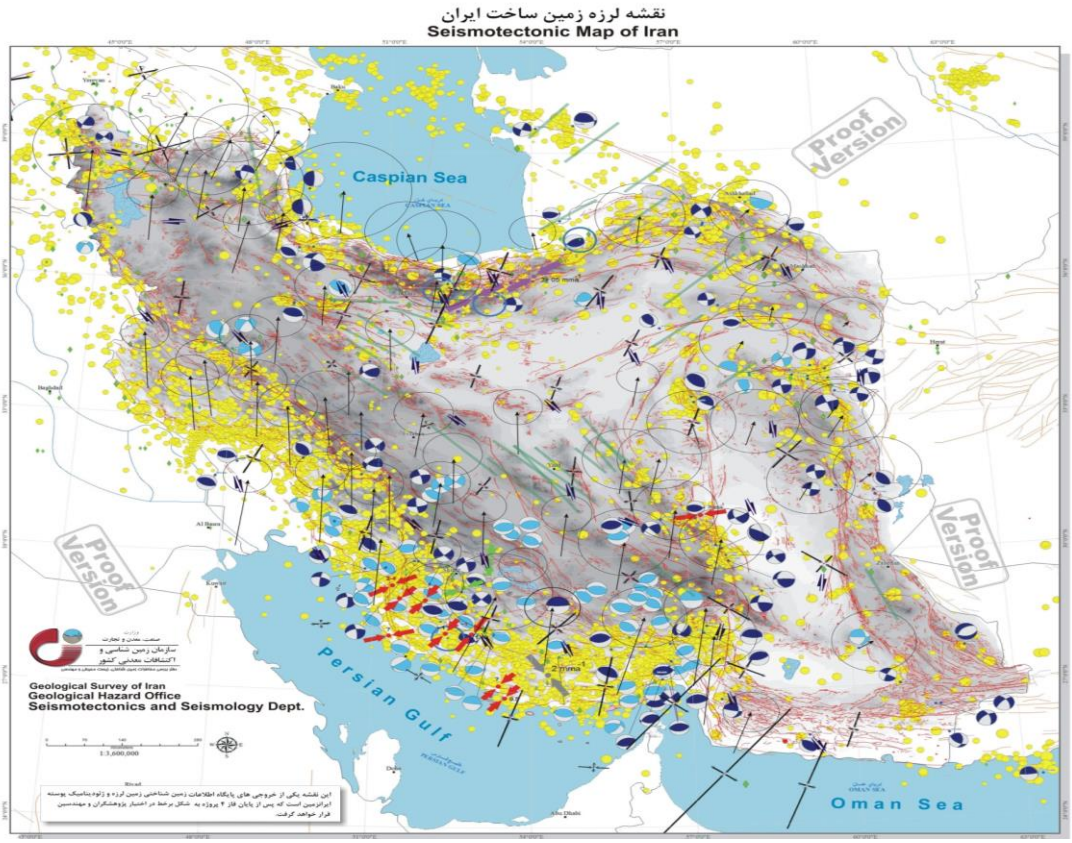
نقشه لرزه زمین ساخت ایران نشانگر ارتباط میان زمین لرزه ها با گسل‌ها و مکانیسم حرکت هر گسل است که می‌تواند راهگشای پیش بینی مکان های مستعد لرزه ای جهت اتخاذ سیاست مناسب برای جلوگیری از انبوه سازی و ساخت و سازهای غیر اصولی باشد(شکل ۱-۴۴ و ۱-۴۵). بر اساس نقشه تراکم خطر لرزه ای استان‌های خراسان شمالی، رضوی و فارس دارای بیشترین خطر لرزه‌ای هستند.

در صورتی که به بررسی زیان‌های اقتصادی ناشی از زمین لرزه در انتها قرن بیستم توجه شود، جایگاه ایران بعنوان ششمین کشور، نشانگر حضور ایران در زمره کشورهای دارای زیان و صدمات زمین‌لرزه‌های بزرگ به دلیل عدم وجود زیرساخت‌های مناسب در کشور باشد(جدول ۱-۱).

شکل ۱-۴۴- نقشه تراکم نسبی جعیت ایران



شکل ۱-۴۵- اولویت بندی تراکم رخداد های لرزه ای در هر استان



شکل ۱-۴۶- نقشه لرزه زمین ساخت ایران

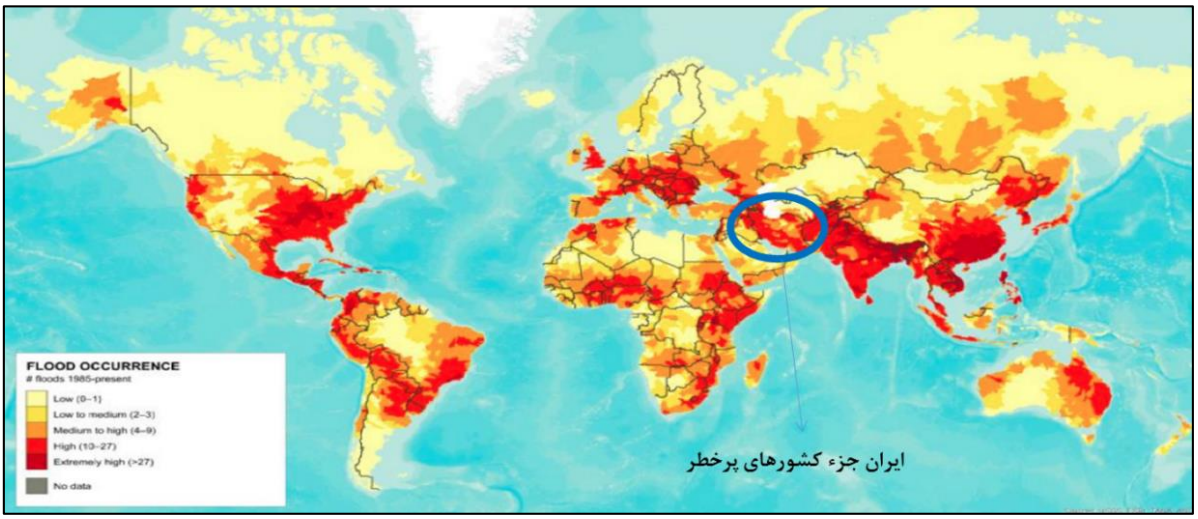
جدول ۱-۱- زیان‌های اقتصادی ناشی از زمین لرزه در انتها قرن بیستم

GNPزیان هاي اقتصادي ناشي از زمين لرزه در انتهاي قرن بيستم براساس

Country	Earthquake	Year	Loss ($bn)	GNP that year ($bn)	Loss (% GNP)
Nicaragua	Managua	1972	2.0	5.0	**40.0**
El Salvador	San Salvador	1986	1.5	4.8	**31.0**
Guatemala	Guatemala City	1976	1.1	6.1	**18.0**
Greece	Athens	1999	14.1	110.0	**12.8**
Yugoslavia	Montenegro	1979	2.2	22.0	**10.0**
Iran	Manjil	1990	7.2	100.0	**7.2**
Italy	Campania	1980	45.0	661.8	**6.8**
Romania	Bucharest	1977	0.8	26.7	**3.0**
Mexico	Mexico City	1985	5.0	166.7	**3.0**
USSR	Armenia	1988	17.0	566.7	**3.0**
Japan	Kobe	1995	82.4	2900.0	**2.8**
Philippines	Luzon	1990	1.5	55.1	**2.7**
Greece	Kalamata	1986	0.8	40.0	**2.0**
China	Tangshan	1976	6.0	400.0	**1.5**
Quindio	Colombia	1999	1.5	245.0	**0.6**
USA	Los Angeles	1994	30.0	7866.0	**0.3**
USA	Loma Prieta	1989	8.0	4705.8	**0.2**
Turkey	Kocaeli, Izmit	1999	20.0	184.0	**0.1**
Taiwan	Chichi	1999	0.8	N/A	

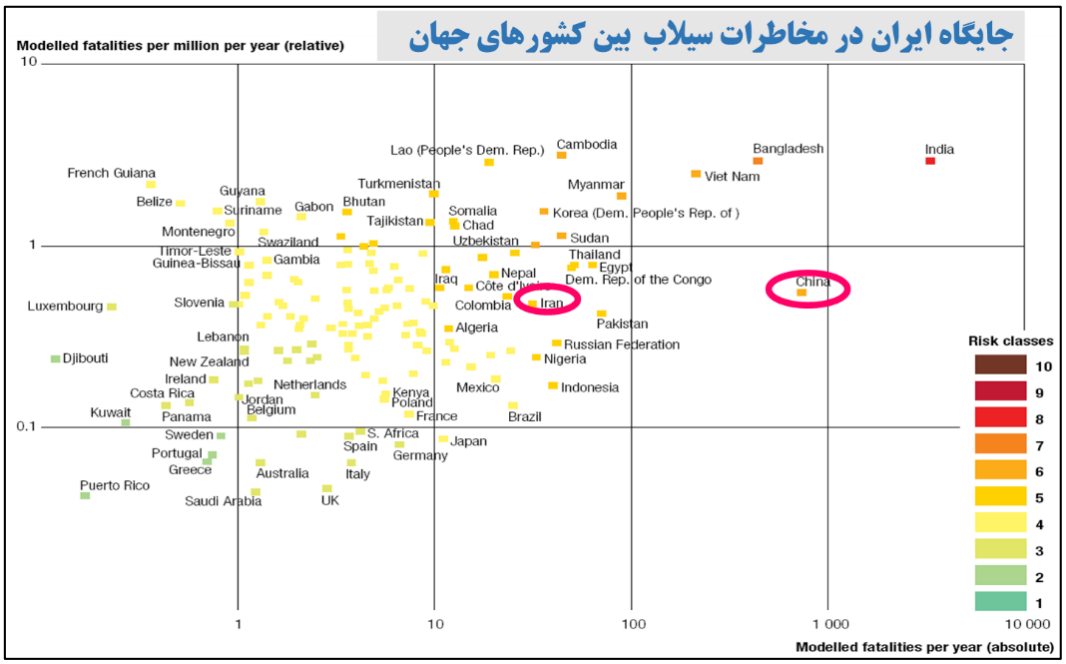
مطابق آمار تهیه شده توسط سازمان ملل متحد در میان بلایای طبیعی، سیل و طوفان بیشترین تلفات و خسارات را به جوامع بشری وارد آورده‌است، تا جایی که در یک دهه میزان این خسارات بالغ بر ۲۱ میلیارد دلار در مقابل ۱۸ میلیارد دلار خسارت ناشی از زمین لرزه بوده است. این امر درباره ایران نیز صدق می‌کند و حدود ۷۰ درصد از

اعتبارات سالانه طرح کاهش اثرات بلایای طبیعی و ستاد حوادث غیر مترقبه صرف جبران خسارات ناشی از سیل گردیده است و در نقشه مخاطرات سیل نیز ایران در گروه کشورهای پرخطر قرار دارد(شکل ۱-۴۷).

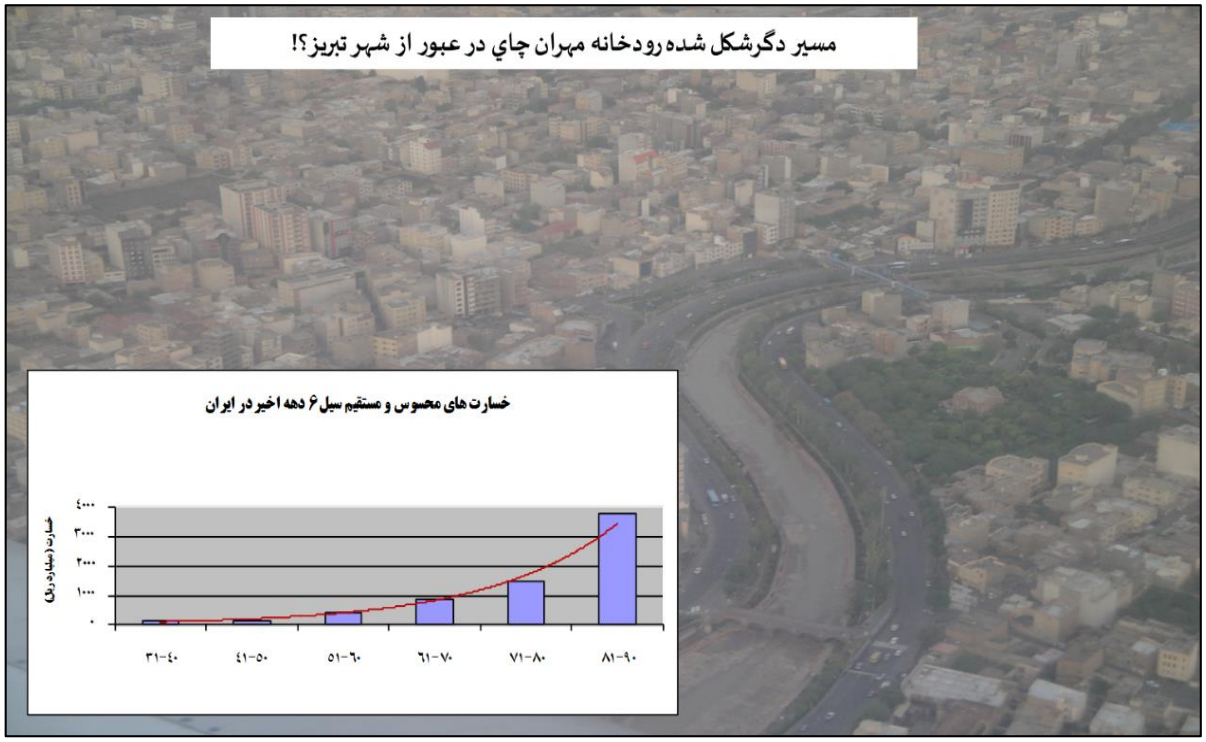


شکل ۱-۴۷- موقعیت ایران در نقشه جهانی مخاطرات سیلاب (۲۰۱۲-۱۹۸۵)

در مقایسه جایگاه ایران در زمینه مخاطرات سیلاب با کشور پرجمعیتی همچون چین می‌توان چنین اظهار داشت که در ایران ۱ درصد از جمعیت در معرض خطر سیلاب هستند و این‌درحالی است که این میزان در چین برابر با ۰٫۰۵ درصد از جمعیت می‌باشد (نمودار ۱-۱۱) یکی از مثال‌های بارز تأثیر سیل در مسیر رودخانه مهران‌چای است که از میان شهر تبریز می‌گذرد (شکل ۱-۴۸). این موضوع گریبانگیر بسیاری از استان‌های کشور بوده که در فصل‌های بعدی به طور مفصل به آن پرداخته خواهد شد و می‌بایست با استفاده از پتانسیل‌های آبی موجود در طغیان رودخانه‌ها در بهره‌برداری کشاورزی و یا کاهش خسارات با ایجاد سیل بندها در کاهش خسارات احتمالی اقدام نمود.

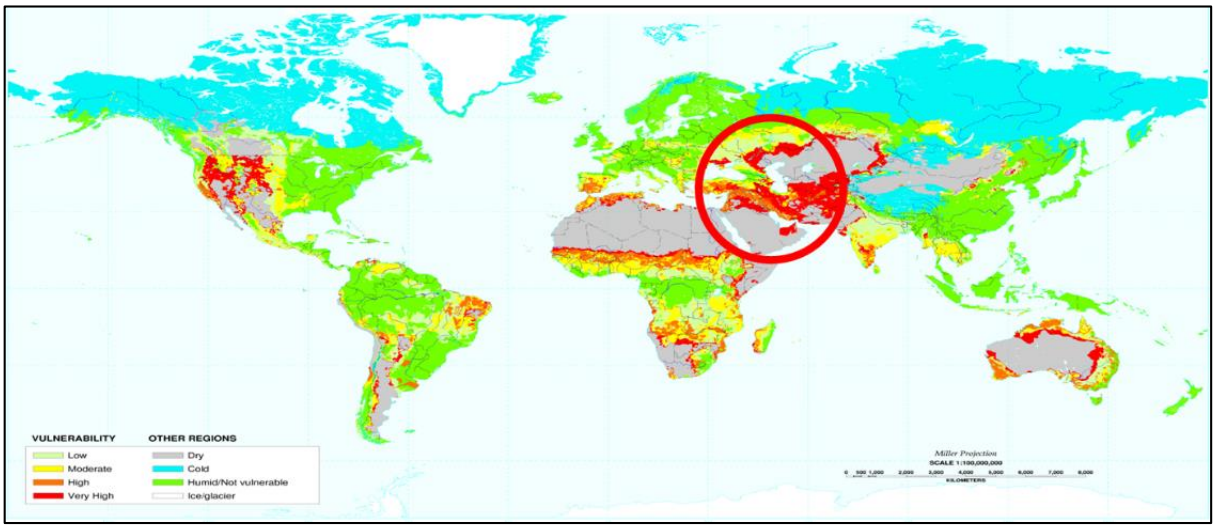


نمودار ۱-۱۱- جایگاه ایران در زمینه مخاطرات سیلاب در میان کشورهای جهان

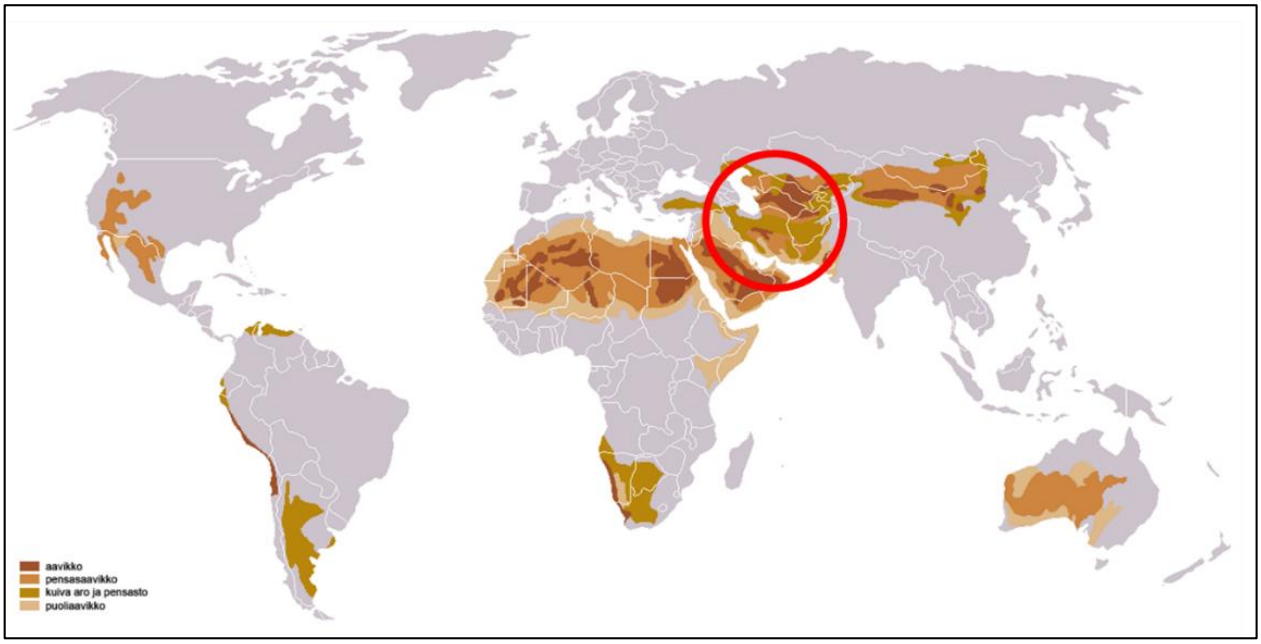


شکل ۱-۴۸- مسیر دگرشکل شده رودخانه مهران چای در عبور از شهر تبریز

بیابان‌زایی به عنوان یکی از مهمترین فاکتورها در بحران‌جهانی منابع طبیعی، بایستی بیش از پیش در دستور کار قرار گیرد. جنبه های بیابانی شدن شامل فرایندهای زوال پوشش گیاهی، فرسایش آبی، فرسایش بادی، افت کمی و کیفی منابع آب و شور شدن خاک را می‌شود. بر اساس نقشه استعداد بیابان‌زایی جهان، ایران در موقعیت ویژه‌ای به لحاظ بیابان‌زایی قرار دارد (شکل ۱-۴۹)، چرا که هم‌اکنون ۵۹,۸ درصد از مساحت ایران را بیابان تشکیل می دهد(شکل ۱-۵۰).



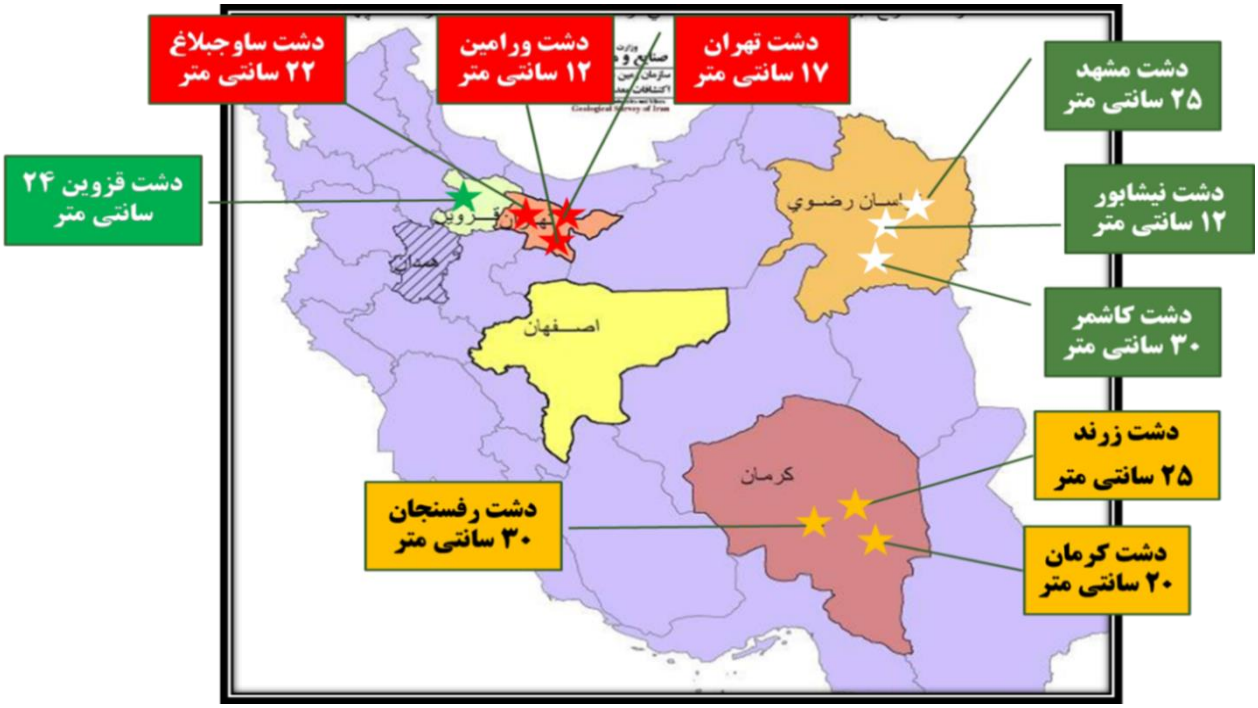
شکل ۱-۴۹- نقشه استعداد بیابان زایی جهان



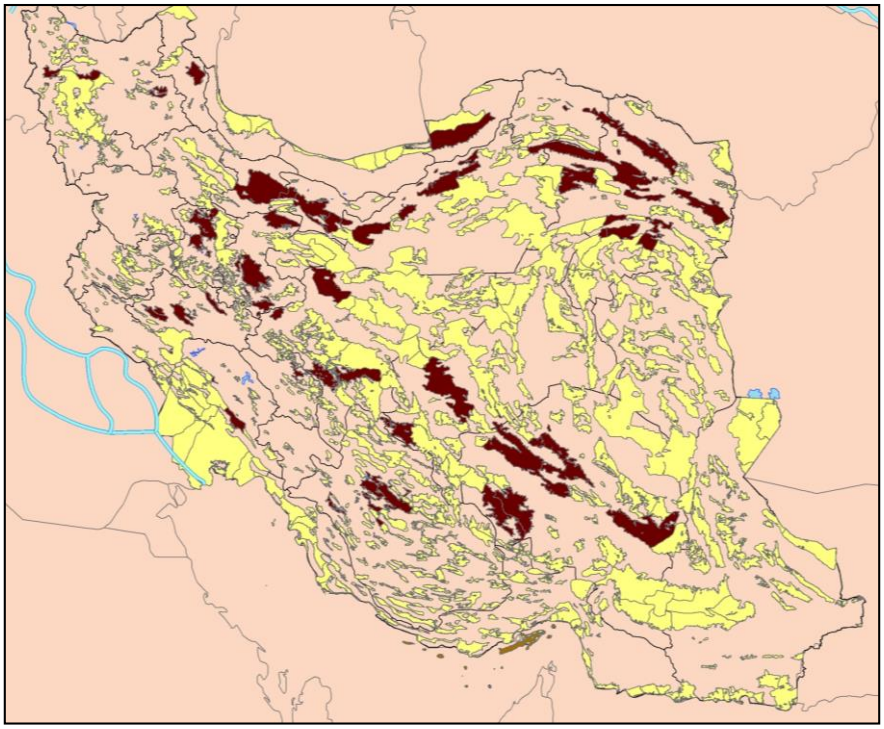
شکل ۱-۵۰- موقعیت بیابان‌های جهان و جایگاه ایران

بررسی تحولات منابع آب در کشور نشان می‌دهد که تحت‌تأثیر کاهش بارندگی نسبت به روند بلندمدت، مدیریت ناکارآمد منابع آب و همچنین بهره برداری بی رویه، کاهش منابع آب زیرزمینی تشدید شده است؛ به‌طوری‌که براساس شاخص جهانی سازمان ملل که میزان درصد برداشت از منابع آب تجدیدپذیر هر کشور را به عنوان شاخص اندازه‌گیری بحران آب معرفی می‌کند، ایران در وضعیت «بحران شدید آب» می‌باشد. در نقشه جهانی منابع آب بلندمدت و همچنین در نقشه جهانی آب-های سطحی کمبود آب و وجود بحران شدید آب به‌خوبی نمایان است.

یکی از تأثیرات اقلیم خشک و پی‌آمد آن در کم آبی، پدیده فرونشت می‌باشد. این روزها در بسیاری از دشت‌های بیابانی کشور، شاهد فرونشست زمین به دلیل کاهش بیش از اندازه منابع آب زیرزمینی هستیم (شکل ۱-۵۱) و این موضوع در برخی موارد همچون تهران پس از ۹ سال به ۱۷ سانتی‌متر در سال رسیده است که بالاترین نرخ در جهان به شمار می‌رود. در این مورد دشت‌ها و آبخوان‌های ایران بررسی گردیده اند که در نقشه آبخوان‌های دارای عوارض بررسی شده فرونشست زمین در کشور به نمایش در آمده‌اند(شکل ۱-۵۲).

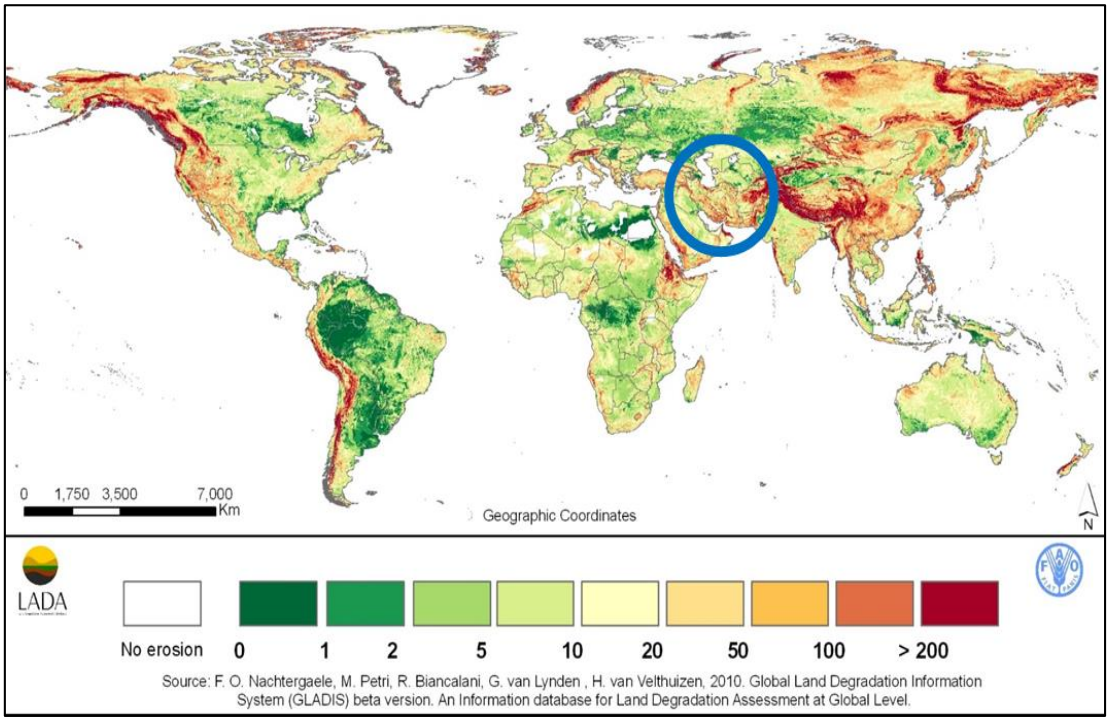


شکل ۱-۵۱- نرخ فرونشست در دشت‌های ایران



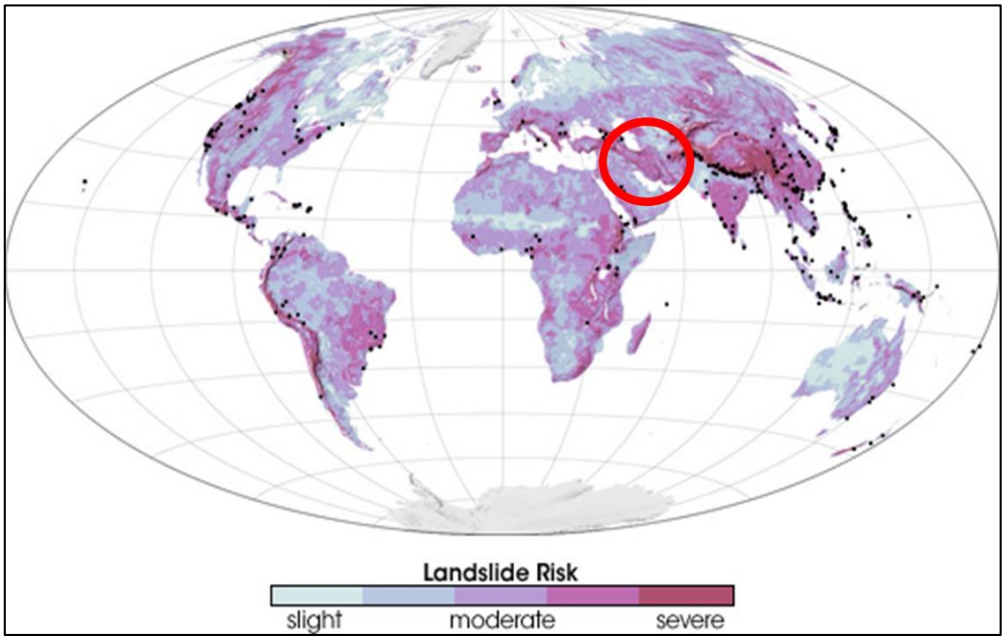
شکل ۱-۵۲- آبخوان های دارای عوارض بررسی شده فرونشست زمین در کشور

یکی دیگر از مخاطرات ایجاد شده در اثر فعالیت‌های انسانی فرسایش خاک است. نتیجه فرسایش، کاهش حاصلخیزی خاک و از بین رفتن مواد آلی از جمله نیتروژن، فسفر و پتاسیم است. کاهش پوشش جنگلی، کاهش تولیدات زراعی، افزایش سیلاب‌ها، کاهش کیفیت آب آشامیدنی و ... آثار مستقیم و غیر مستقیم فرسایش می‌باشند. ایران یکی از کشورهایی که با این مشکل روبرو است و می بایست با استفاده از امکانات موجود در راه جلوگیری از فرسایش بیشتر خاک گام بردارد(شکل ۱-۵۳).



شکل ۱-۵۳- نقشه جهانی میزان فرسایش خاک

زمین لغزش یا ناپایداری شیب به‌خودی‌خود یک پدیده فیزیکی است و وقتی بعنوان خطر مطرح می‌گردد که موجب تلفات و خسارت گشته یا پتانسیل ایجاد چنین خساراتی را دارا باشد. حدود ۴٪ از کل مخاطرات را، زمین لغزش‌ها در بر می‌گیرند که این خطر ایران را بر مبنای نقشه خطر زمین لغزش تهدید می‌کند چرا که ایران در محدوده پرخطر از نظر زمین لغزش قرار دارد(شکل ۱-۵۴).



شکل ۱-۵۴- نقشه خطر زمین لغزش دنیا

در بررسی مخاطرات و ریسک باید به این نکته توجه شود که هر مخاطره ای دارای دو جنبه آسیب‌پذیری و خطر است و می بایست سیاست‌ها به سمت و سوی کاهش این دو پیش رود و در نهایت به این مطلب توجه شود که آیا

جانمایی و انتخاب ساختگاه پروژه های استراتژیک و بزرگ، کشور را به سمت سطح ریسک پایین تر هدایت کرده است یا نه؟

۱-۶- زمین گردشگری در ایران

از جمله زیرساخت‌های توسعه می‌توان به صنعت زمین‌گردشگری اشاره نمود، ژئوتوریسم شاخه‌ای از علوم زمین است که آنچنان که باید و شاید در ایران مورد توجه قرارنگرفته است. پدیده‌های زمین‌شناختی و زمین ریخت‌شناسی بسیاری در ایران وجود دارند که هر یک به نحوی می‌تواند به گسترش هر چه بیشتر این صنعت کمک نمایند (جدول ۱-۲).

کشور ایران دارای پستی و بلندی‌های طبیعی فراوانی است و وجود کوهستانها، رودهای خروشان، چشمه‌های آب معدنی و دره‌های سرسبز و فرح بخش از مشخصات بارز آن است. همگامی دانش علوم زمین و گردشگری در جذب گردشگران ژئوتوریسم ایران قابل مشاهده است. اما جایگاه صنعت ژئوتوریسم در ایران باوجود این منابع خدادای بسیار پایین‌تر از حد انتظار است بطوری که تعداد گردشگران خارجی ایران کمتر از یک میلیون نفر گزارش شده است، این در حالی است که تنها تعداد بازدیدکنندگان سالانه معدن نمک ولیچکا در کراکوف لهستان بالغ بر ۱,۲ میلیون نفر بوده است (شکل ۱-۵۵). نمونه‌هایی از زیباترین پدیده‌های گردشگری در ایران در شکل ۱-۵۶ نشان داده شده است.

جدول۱-۲- تنوع پدیده‌های زمین گردشگری در ایران

پدیده‌های زمین‌شناختی و زمین‌ریخت‌شناختی ایران

گروه	زیرگروه						
رسوب‌شناسی	ریخت‌های رسوبی	چشمه‌های رسوب‌ساز	گل‌فشان‌ها	یخچال‌ها	بیابان‌ها	غارها	
فرسایش	پدیده‌های کارست	ریخت‌های فرسایشی					
آذرین و دگرگونی	رخساره‌های دگرگونی	آذرین ژرف	آذرین نیمه ژرف	آذرین بیرونی			
زمین‌ساخت	گسل‌ها	چین‌ها	گنبدها (دیاپیرها)	پدیده‌های ساختاری کوچک			
نمونه‌های زمین‌شناختی	سنگواره‌ها	سنگ‌ها،کانی‌ها و معادن	چشمه‌های نفت، گاز و قیر طبیعی				
زمین‌شناسی مهندسی	ناپایداری‌های دامنه‌ای	جانمایی سازه‌های بزرگ	فرونشست‌ها	مخاطرات زمین			
زمین‌شناسی فرهنگی	زمین‌باستان‌شناسی	معدن‌کاری کهن					
چشم‌اندازهای زمین‌شناختی	رخنمون سازندها	آبشارها	دریاچه‌ها	جزیره‌ها	کوه‌ها	دره‌ها	

شکل ۱-۵۵- معدن نمک ولیچکا در کراکوف لهستان بازدیدکنندگان سالانه بالغ بر ۱,۲ میلیون نفر

شکل ۱-۵۶- طبقه بندی پدیده‌های ژئوتوریسم ایران و نمونه‌هایی از این پدیده‌ها

بخش دوم

معرفی استان یزد

فصل اول

جغرافیای استان

۱-۱-جغرافیای طبیعی

۱-۱-۱- موقعیت جغرافیایی

استان یزد در بخش مرکزی فلات مرکزی ایران و در محدوده ۵۲ درجه و ۵۰ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۴۲ دقیقه طول خاوری و ۲۹ درجه و ۳۵ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۲۵ دقیقه عرض شمالی واقع‌شده است. این استان از سمت شمال به استان خراسان جنوبی و استان اصفهان، از سمت جنوب باختری به استان فارس، از سمت جنوب خاوری به استان کرمان محدود می‌شود (شکل ۱-۱).

شکل ۱-۱- موقعیت جغرافیایی استان یزد

۱-۱-۲- ناهمواری‌ها

با توجه به موقعیت استان یزد در بخش مرکزی فلات ایران، این منطقه می‌تواند در بر گیرنده نامناسب‌ترین عوامل طبیعی چیره بر فلات مرکزی ایران باشد. بلندترین نقطه استان قله شیرکوه با ارتفاع ۴۰۳۰ متر از سطح دریا است و در مقابل پست‌ترین نقطه استان در کویر سیاه کوه ۵۱۶ با متر ارتفاع از سطح دریا قرار دارد (شکل ۱-۲). ناهمواری‌های استان یزد را کوه‌ها، دشت‌ها، تپه‌های شنی و نواحی زیر نفوذ شن‌های روان، کویرها و کفه‌های نمک تشکیل می‌دهند.

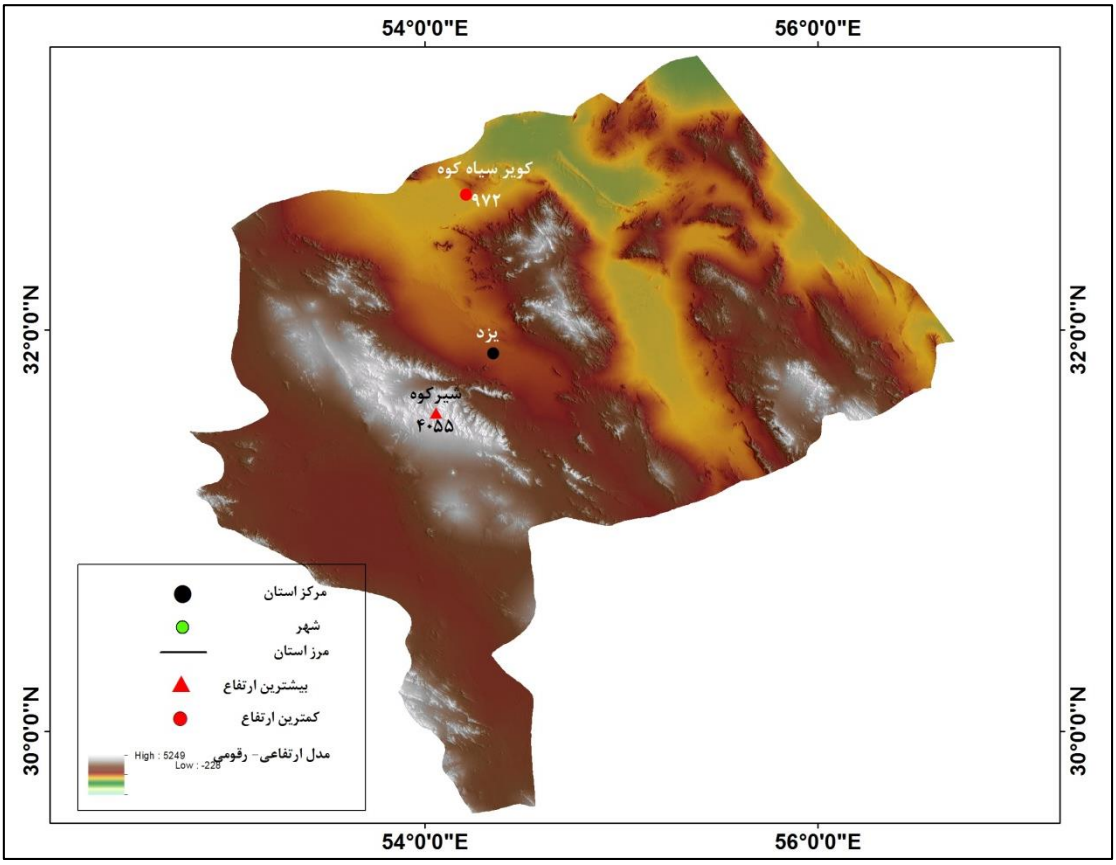
- **ارتفاعات:**

شیرکوه: کوهستان شیرکوه مجموعه کوه‌هایی است که مساحتی حدود ۳۰۰۰ کیلومترمربع را در برمی‌گیرد. این کوهستان از ۵۵ کیلومتری باختر شهر یزد شروع شده و رو به سوی جنوب خاوری تا ۷۳ کیلومتری جنوب خاوری

شهر یزد گسترش یافته است. این کوهستان در باختر یزد دارای عرض حدود ۱۰ کیلومتر و در جنوب آن دارای عرض حدود ۴۰ کیلومتر است و طول آن از خاور به باختر ۷۵ کیلومتر است. ارتفاع این کوهستان در بلندترین نقطه در ۴۳ کیلومتری جنوب باختری یزد به ۴۰۳۰ متر می‌رسد که مرتفع‌ترین نقطه استان یزد است. قله‌های بلند این کوهستان عبارت‌اند از برفخانه ترزجان با ۴۰۳۰ متر ارتفاع، منشاد با ۳۹۰۰ متر، آسمان‌نما، گاو و گوساله، بیدم، مهریز و بنادک.

این کوهستان در زمستان بیشتر از برف و یخ پوشیده شده و آب بخش وسیعی از استان یزد را تأمین می‌کند. رود پایین‌در از مهم‌ترین رودهایی است که از دامنه‌های خاوری این کوهستان سرچشمه می‌گیرد.

کوه خَرانَق: این کوه در بخش مرکزی استان و در شمال شهر یزد قرار دارد. بلندترین نقطه آن «خونزا» (=هنزا) به ارتفاع ۳۱۵۸ متر می‌باشد. قله‌های اشتری، خونزا، بندر، بزکوه، چک‌چک و هامانه از بخش‌های معروف این کوه می‌باشند.



شکل ۱-۲- مدل ارتفاعی رقومی استان یزد

کوه‌های خاوری: این کوه‌ها در نواحی خور و بیابانک، جندق و رباط پشت بادام قرار دارند. ارتفاع آن‌ها از کوه‌های دیگر کمتر بوده و در قله بن‌لخت به ۳۰۰۲ متر می‌رسد.

بن‌لخت کوهستانی است که مساحت آن به تقریب ۱۲۵۰ کیلومترمربع می‌باشد و از کوه‌های کوشک، زارکوه، خودیان، دوهله، سیاه‌کوه، بنستان، بنیز، اورس، قلعه، ریز جزوئیه، ده‌بدن، کمرآسیا، کمرگیتری و باب‌خام تشکیل شده است.

این کوهستان از طرف شمال باختری به طرف جنوب خاوری گسترده شده و روستاهای بسیاری را در پناه خود جای داده است. کوهستان‌های بن‌لخت و درارسو همانند دیواره‌ای طبیعی، کویر لوت را از بخش‌های مرکزی ایران جدا می‌سازد.

کوه عقاب (عقاب کوه): در نزدیکی شهرستان تفت و در فاصله ۳۰ کیلومتری محور یزد به شیراز قرار دارد. این کوه به نسبت مرتفع و منفرد، تصویری شبیه به یک عقاب نشسته را تداعی می‌کند.

- **دشت‌ها**

دشت‌های استان یزد در بین کوه‌های شیرکوه، خرانق و کوه‌های خاوری قرار دارند. در **Error! Reference source not found.** پراکندگی دشت‌های استان مشخص‌شده است.

دشت یزد-اردکان: دشت یزد- اردکان دشتی است پهناور که شهرهای مهریز، یزد، اشکذر، میبد و اردکان در آن قرار دارند. این دشت از سمت باختر و جنوب باختری به کوهستان شیرکوه و از سمت خاور به کوه‌های خرانق محدود می‌شود. در شمال این دشت، باتلاق نمک اردکان- نایین (چاله عقدا) قرار دارد و جنوب آن به کفه بهادران می‌پیوندد.

دشت بافق: دشت بافق بین رشته‌کوه مرکزی خرانق و کوه‌های خاوری قرارگرفته و ارتفاع آن از سطح دریا حدود ۹۹۵ متر است. این دشت، کویری بوده و بیابان‌های آن لخت و بدون پوشش گیاهی است.

۱-۱-۳- زمین ریخت‌شناسی

ریخت‌شناسی یا ژئومورفولوژی بیشتر به پدیده‌های سطح زمین توجه دارد، یعنی ریخت یا چهره زمین را مطالعه می‌کند. این علم ارتباط بسیاری با زمین‌شناسی دارد و تحت تأثیر یافته‌های علم زمین‌شناسی است.

فرآیندهای اساسی شکل‌زایی از نظر منشاء به دو دسته تقسیم می‌شوند: دسته اول فرآیندهای درونی که با ایجاد تغییر در پوسته زمین اسکلت کلی و خطوط اساسی ناهمواری‌های زمین را تعیین می‌کنند. دسته دوم فرآیندهای بیرونی که ناهمواری‌های حاصل از فرآیندهای درونی را دچار تحول کرده و شکل‌های جدیدی به وجود می‌آورند. ماهیت و چگونگی فرآیندهای درونی مربوط به موقعیت زمین ساختی می‌باشد و ماهیت و نحوه جریان فرآیندهای بیرونی نیز تابع ویژگی‌های اقلیم ناحیه است که نوع و شرایط آن را موقعیت جغرافیایی تعیین می‌کند.

دینامیک بیرونی زمین در ارتباط با شرایط اقلیمی به صور مختلف عمل می‌کند. در مرحله‌ای از عملکرد با ایجاد حفره‌ها و شیارها، ضمن تغییر شکل ناهمواری‌های اصلی بر تنوع و خشونت آن‌ها می‌افزاید و مواد حاصل از تخریب را به نقاط دور و نزدیک انتقال می‌دهند و زمانی نیز با رسوب دادن و تراکم همین مواد تخریبی در نواحی پست از خشونت ناهمواری‌ها کاسته و و ارتفاع نسبی را به‌طور محسوسی کاهش می‌دهد.

در تغییر مرحله‌ای اشکال اولیه و تحولات بعدی آن‌ها ، عوامل مختلفی دخالت دارند که عبارت‌اند از:

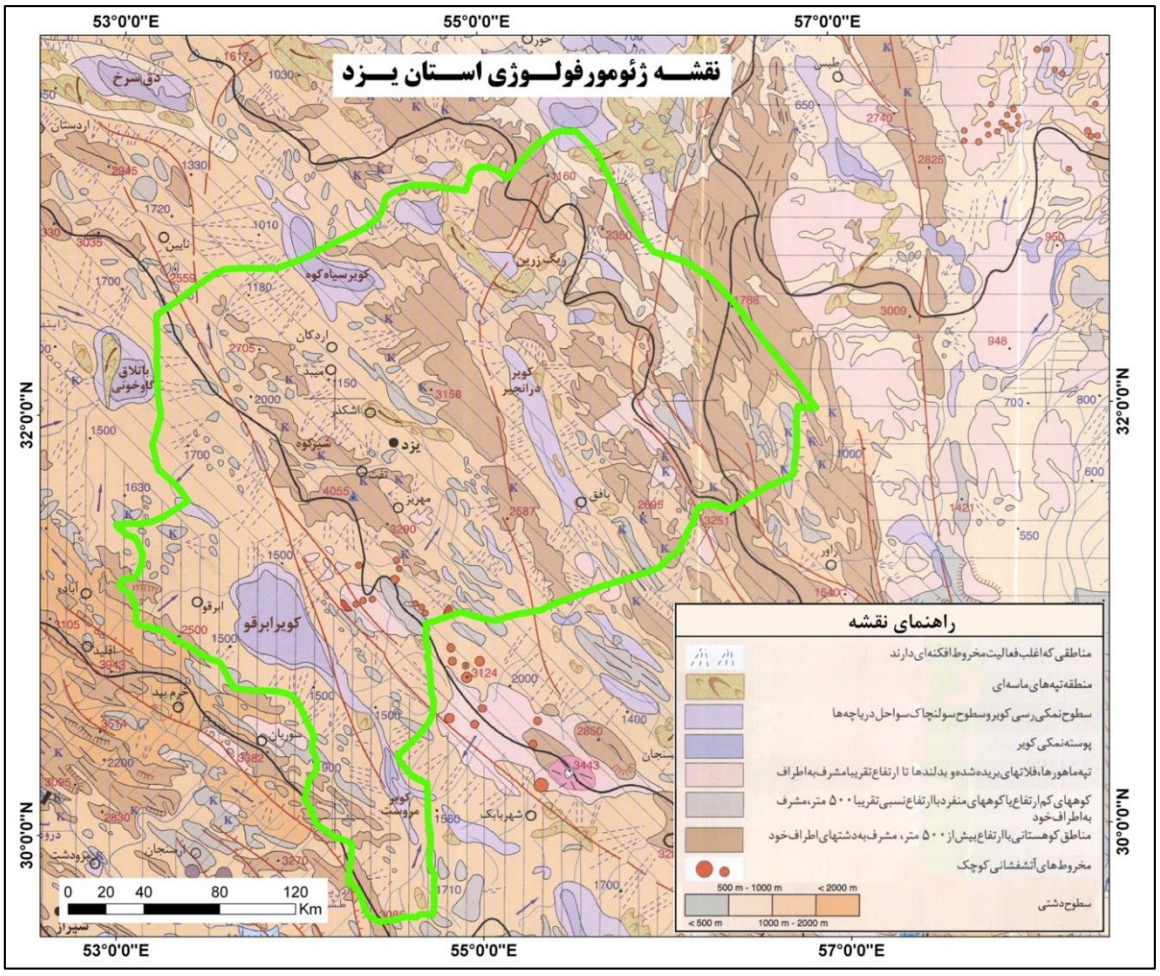
۱- تغییرات درجه حرارت در بالای صفر درجه سانتی‌گراد و یا در حوالی صفر درجه سانتی‌گراد

۲- آب در حالات مختلف فیزیکی (مایع ، جامد و بخار

۳- باد

۴- موجودات زنده

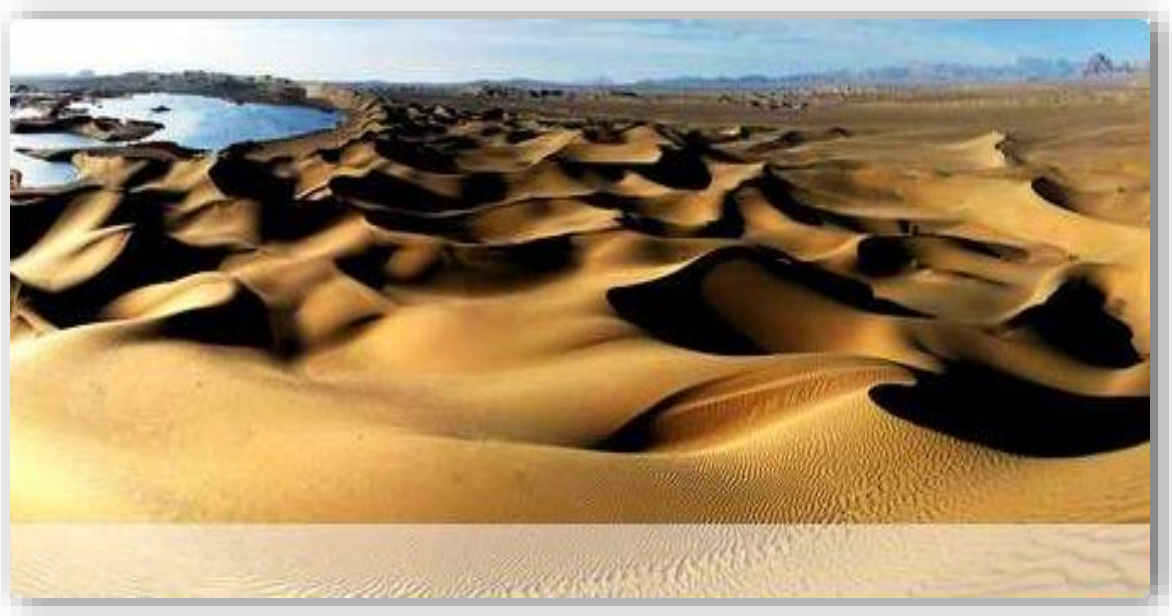
استان یزد با توجه به موقعیت جغرافیایی و شرایط آب و هوایی دارای واحدهای ژئومورفولوژی متعددی می‌باشد. از جمله این واحدها می‌توان به دشت، کوهستان، مخروط‌افکنه، تپه‌های ماسه‌ای، پوسته نمکی کویر و تپه‌ماهورها اشاره کرد (شکل ۱-۳).



شکل ۱-۳- نقشه ژئومورفولوژی استان یزد

- **دشت**

دشت به سرزمینی نسبتاً هموار گفته می‌شود که دورتادور آن را حصاری از کوهستان در برگرفته است. دشت‌های استان یزد در بین کوه‌های شیرکوه، خرانق و کوه‌های خاوری قرار دارند. از ویژگی‌های غالب این دشت‌ها، کمی ارتفاع آنها است. برخی از این دشت‌ها را خاک‌های نرم و فرسایش یافته بادی پوشانده و به آنها چهره بیابانی داده است. برخی از دشت‌های این استان عبارتند از: یزد- اردکان، بافق، ابرکوه، هرات، مروست، بهادران و بهاباد (شکل ۱-۴).



شکل ۱-۴- نمایی از دشت اردکان – یزد در استان یزد

- **مخروط افکنه**

مخروط‌افکنه عبارت است از رسوبات مخروطی یا قیفی شکل که در محل خروج سیلاب از کوهستان و ورود به دشت تشکیل می‌گردد. هر قدر از کوهستان به طرف دشت برویم از ضخامت مخروطه افکنه کاسته می‌شود و بر وسعت آن افزوده می‌شود. از جمله مخروط افکنه های این استان می‌توان به تفت، خضرآباد و مهریز و طبس (در قسمت‌های شرقی و مرکزی) اشاره کرد.

- **کویر**

واژه کویر در ایران به طور عام به نقاط خشک و بی‌آب و علف اطلاق می‌شود. در منابع علمی بین‌المللی هنگامی که صحبت از بیابان‌های ایران از جمله استان یزد است، از واژه کویر استفاده می‌شود.

کویرها بخش زیادی از زمین‌های کم ارتفاع استان یزد را در برگرفته‌اند و غالب آن‌ها فاقد پوشش گیاهی هستند یا پوشش گیاهی بسیار فقیری دارند. کویرهای استان یزد عبارت‌اند از: سیاه‌کوه، دره انجیر، ابرکوه، زرّین، مروست، دشت کویر ساغند، بهادران، الله‌آباد، توت، طاغستان و شهیدیه.

- **تپه‌های شنی و ماسه‌ای**

باد در ضمن حرکت خود در پهنه زمین، ذرات ریز از قبیل ماسه، شن و ریگ را از زمین بلند کرده و با خود حمل می‌کند. در مسیر حرکت باد در هنگام برخورد با مانع از قبیل گیاهان، قطعات سنگ و یا عوارض طبیعی دیگر سرعت باد تا حدودی کاسته شده و این ذرات در اطراف مانع انباشته می‌شوند و به تدریج بر مقدار آن‌ها افزوده می‌شود. سرانجام اجتماع این ذرات به قدری می‌رسد که منجر به تشکیل تپه‌های شنی شده و جلوه‌های زیبایی را در پهنه وسیع کویر می‌آفرینند. هرچه این موانع بزرگ‌تر باشند، توده‌های ماسه‌ای بزرگ‌تری نیز ایجاد می‌شوند. نمایی از تپه-های ماسه‌ای در استان در شکل ۱-۵ نشان داده شده است.

شکل ۱-۵- نمایی از تپه‌های شنی در استان یزد

- **کفه‌ها یا پوسته نمکی کویر**

نهشته‌های تبخیری میوسن که زمین‌های اطراف و سنگ کف کلیه پلایاهای گسترده در کویر بزرگ را تشکیل داده‌اند، تأمین کننده نمک پوسته‌های نمکی می‌باشند. کفه نمک دره انجیر، کفه نمک عقدا، کفه نمک ساغند، کفه نمک طاقستان و کفه نمک ابرقو، مهم‌ترین کفه‌های نمک استان یزد می‌باشند (شکل ۱-۶).

شکل ۱-۶- نمایی از پوسته نمکی در استان یزد

- **تپه‌ماهور**

تپه‌ماهور پدیده‌ای ژئومورفولوژیکی است که به صورت پستی - بلندی‌هایی با ارتفاع کم و اغلب در محیط‌های رسی دیده می‌شود. در بخش‌هایی از استان یزد مانند بافق، دره انجیر، منطقه حفاظت شده سیاهکوه و بهاباد این واحد ژئومورفولوژیک به وفور دیده می‌شود (شکل ۱-۷).

- **مخروط‌های آتشفشانی کوچک**

واحدهای مخروطی آتشفشانی از دیگر پدیده های ژئومورفولوژیک در برخی از مناطق استان یزد مانند کوه ارنان می‌باشد.

۱-۱-۴- اقلیم

با توجه به موقعیت جغرافیایی استان یزد، شرایط آب و هوایی این استان تابع آب و هوای فلات مرکزی ایران است. البته وجود ارتفاعات شیرکوه توانسته است تا حدودی در شعاع به نسبت وسیعی آب و هوای منطقه را تحت تأثیر قرار دهد و دما و بارش را متعادل گرداند.

در مجموع عوامل مؤثر در آب و هوای استان یزد به شرح زیر می‌باشند:

۱- موقعیت جغرافیایی استان و مجاورت با کویر خشک و پهناور نمک (این عامل سبب شده است که در این منطقه نوسان شدید درجه حرارت رخ دهد، به‌طوری‌که اختلاف درجه حرارت بین شب و روز و فصل‌های گوناگون بسیار زیاد است. بیشترین دما ۴۶ درجه و کمترین آن ۲۰- درجه سانتی‌گراد ثبت شده است.

۲- تأثیر توده هوای پرفشار جنب حاره

۳- احاطه شدن توسط رشته‌کوه زاگرس و البرز و دوری از دریاها

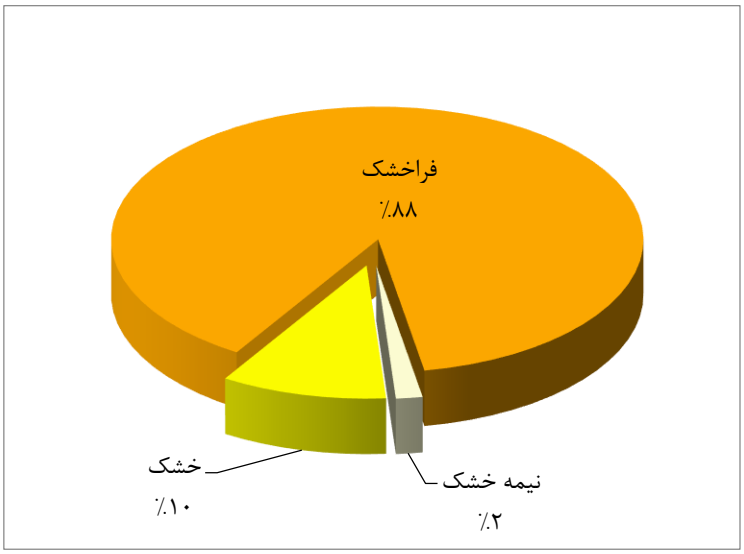
۴- بارش و رطوبت نسبی اندک و گرمای زیاد و تبخیر شدید

مجموعه این عوامل سبب شده‌اند که استان یزد به یکی از خشک‌ترین مناطق ایران تبدیل شود. آب و هوای غالب مناطق استان یزد از نوع گرم و خشک است که با توجه به نقش عوامل محلی می‌توان آن را به دو نوع فرعی تقسیم کرد:

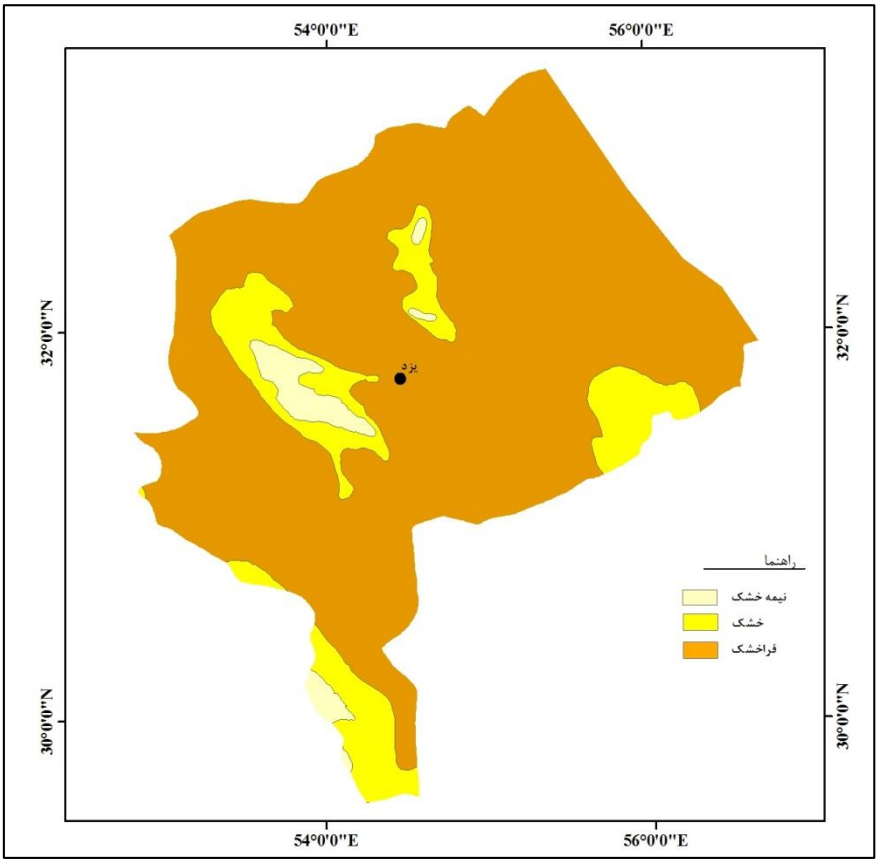
الف) نواحی کوهستانی با تابستان‌های معتدل و زمستان‌های به نسبت سرد و طولانی

ب) نواحی پست با تابستان‌های بسیار گرم و خشک و زمستان‌های کوتاه

وضعیت اقلیم استان در نمودار ۱-۱ و شکل ۱-۷ نشان داده شده است.



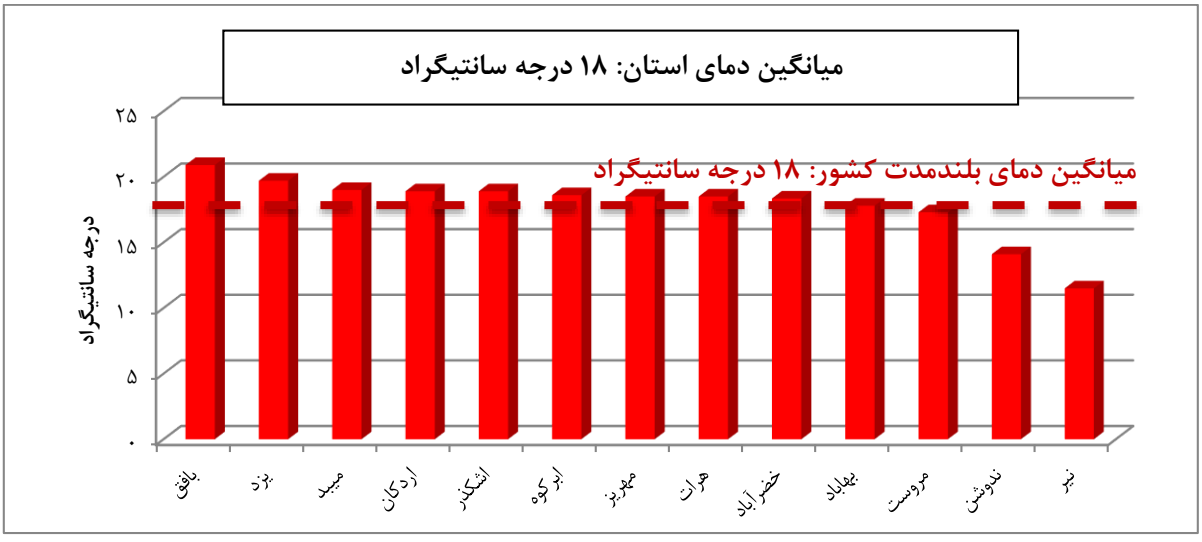
نمودار ۱-۱- سهم انواع اقلیم در استان یزد



شکل ۱-۷- نقشه اقلیمی استان یزد (سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری)

- **دما**

میانگین دمای سی ساله استان به تفکیک ایستگاه‌های هواشناسی در نمودار ۱-۲ نشان داده شده است. بر اساس این نمودار بیشترین دما در استان در این دوره ایستگاه بافق (۲۱ درجه سانتیگراد) و کمترین آن در ایستگاه نیر (۱۱ درجه سانتیگراد) ثبت شده است. میانگین دمای استان در این دوره برابر ۱۸درجه سانتیگراد بوده که هم ارز با میانگین دمای سی‌ساله کشور است.

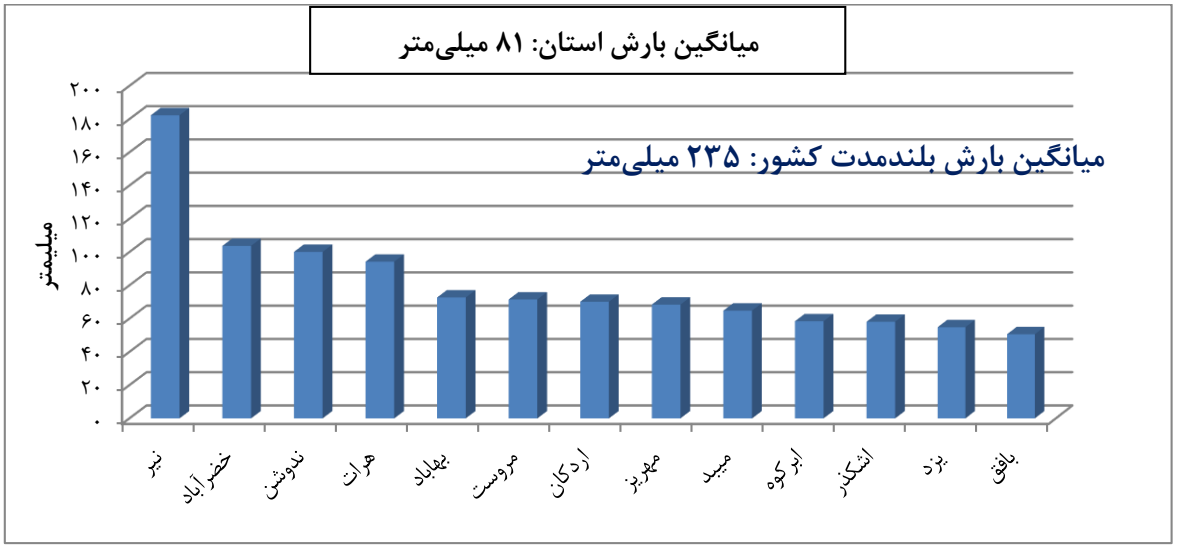


نمودار ۱-۲ میانگین دمای سالیانه در ایستگاه‌های هواشناسی استان یزد (سالنامه آماری استان ۱۳۹۲)

- **بارش**

به دلیل بالا بودن درجه حرارت در این استان توده‌های هوای مرطوبی که وارد منطقه می‌شوند پس از طی مسافت زیادی بر روی خشکی‌ها به مقدار زیادی رطوبت خود را از دست می‌دهند که این امر خود سبب پایین بودن میزان بارش در استان می‌شود. میزان بارندگی در مناطق بیابانی شمال استان کمتر از ۵۰ میلی‌متر و در ارتفاعات استان حدود ۲۵۰ میلی‌متر است. به‌طورکلی بارش باران و گاه برف در ارتفاعات شمالی (کوه‌های خرانق) کمتر از ارتفاعات جنوبی (کوهستان شیرکوه) است.

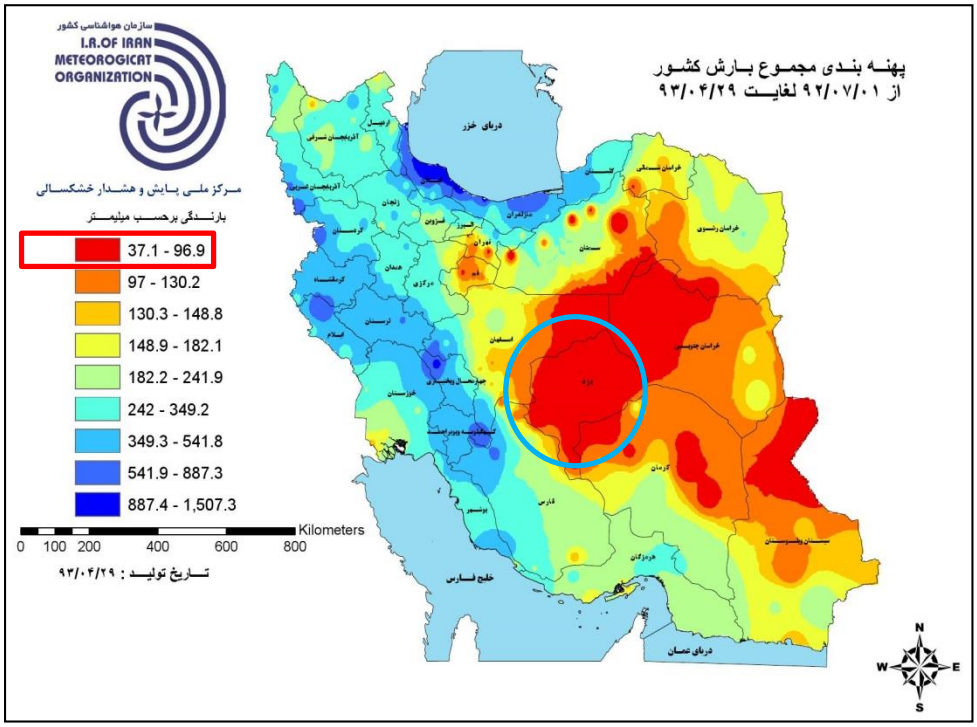
مجموع بارندگی استان در سال ۱۳۹۲ به تفکیک ایستگاه‌های هواشناسی مستقر در استان در نمودار ۱-۳ نشان داده شده است. بر اساس این نمودار کمترین بارندگی در استان در این دوره در ایستگاه بافق (۵۱ میلیمتر) و بیشترین مقدار آن در ایستگاه نیر (۱۸۲ میلیمتر) ثبت شده است. متوسط بارندگی استان در این دوره برابر ۸۱ میلیمتر بوده است که پایین‌تر از میانگین بارش بلندمدت کشور (۲۳۵ میلیمتر) می‌باشد.



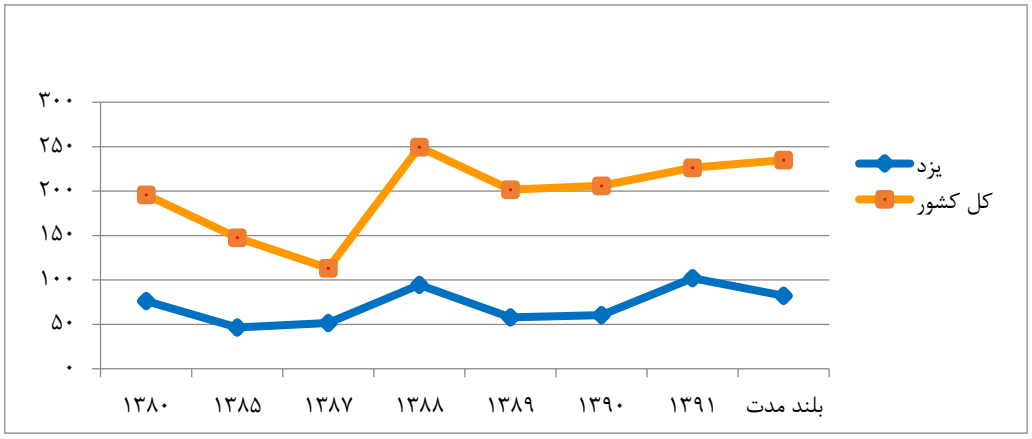
نمودار ۱-۳- بارش سالیانه استان به تفکیک ایستگاه‌های هواشناسی (سالنامه آماری استان ۱۳۹۲)

میانگین حداکثر رطوبت نسبی در استان یزد ۵۳ درصد است که در دی‌ماه به وجود می‌آید و به‌تدریج کاهش می‌یابد تا در تیر ماه به حداقل ۱۷ درصد می‌رسد. بعد از تیر ماه رفته رفته میزان رطوبت نسبی افزایش یافته و دوباره در ماه دی به حداکثر خود می‌رسد. در زمستان در کوهستان شیرکوه بیشتر بارش به‌صورت برف است.

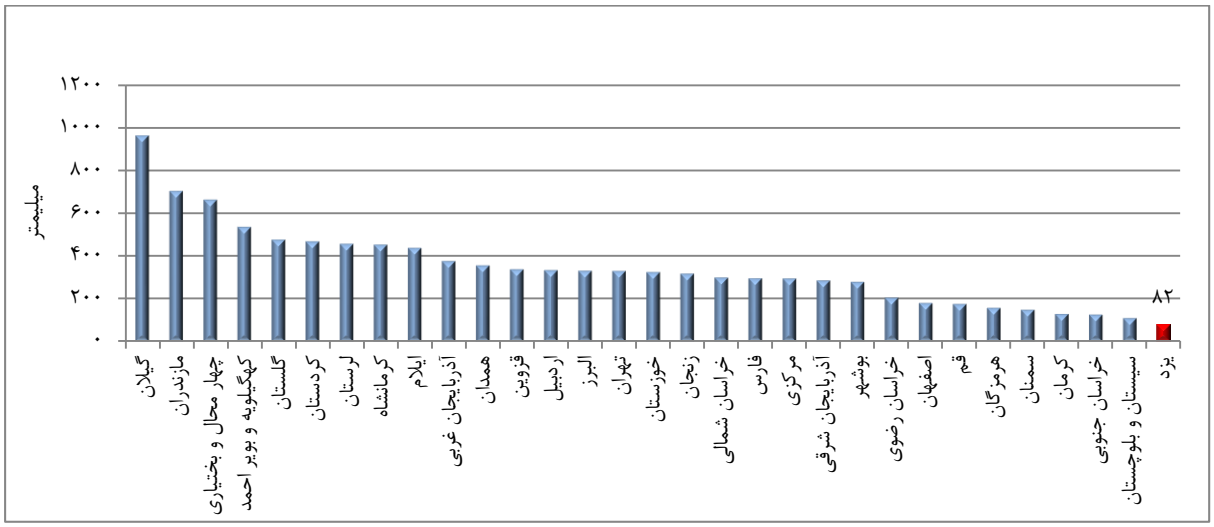
بر اساس نقشه پهنه‌بندی بارش، استان یزد جزو کم بارش‌ترین استان‌های کشور محسوب می‌گردد (شکل ۱-۸). درنمودار۱-۴ میانگین ارتفاع بارش در استان یزد نسبت به‌کل کشور در سال‌های اخیر آمده است. چنانچه مشاهده می‌گردد میانگین ارتفاع بارش سالیانه در استان یزد همواره پایین‌تر از میانگین بارش کشور بوده است. استان یزد به لحاظ میزان بارش دارای آخرین رتبه بین استان‌های کشور است (نمودار ۱-۵).



شکل ۱-۸ – پهنه‌بندی مجموع بارش کشور (سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۹۳)



نمودار ۰۰-۴-میانگین ارتفاع بارش در استان یزد نسبت به‌کل کشور در سال‌های اخیر (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۱)



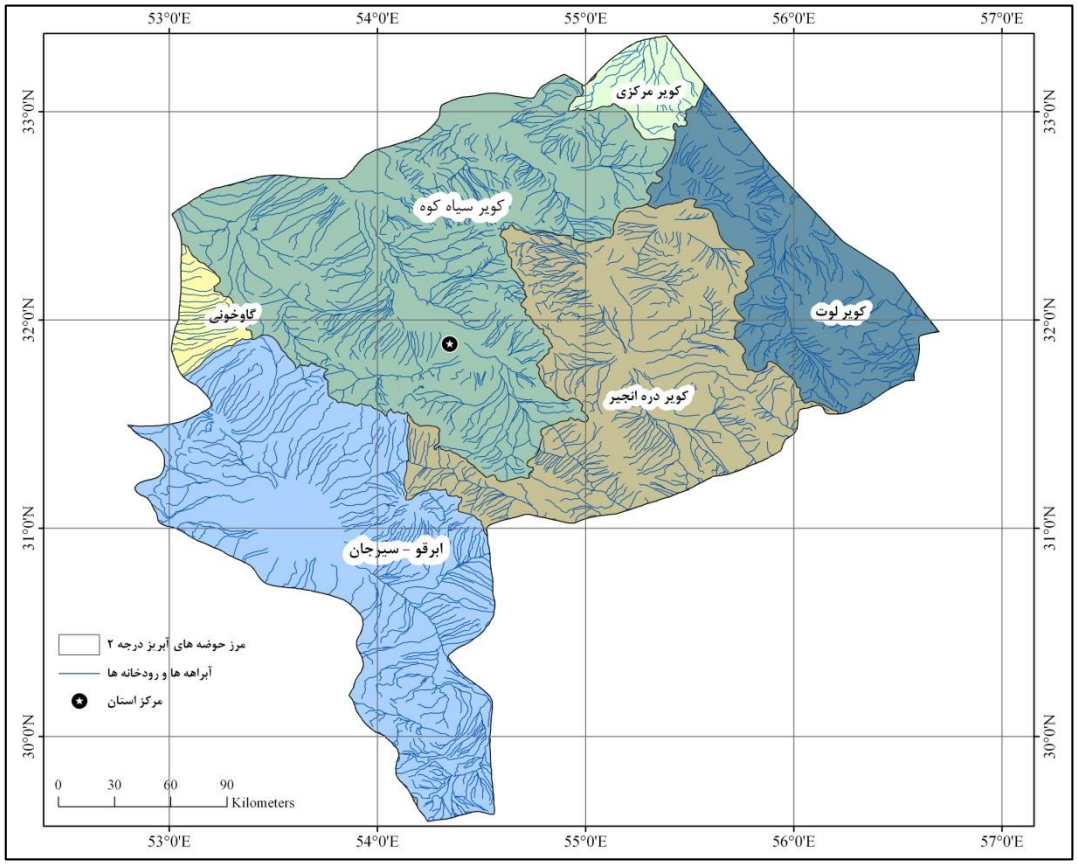
نمودار ۱-۵ - میانگین بارش بلندمدت کشور به تفکیک استان؛ (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۱)

۱-۱-۵- منابع آب

-منابع آب سطحی

-حوضه‌های آبریز

در تقسیم‌بندی حوضه‌های اصلی ۶ گانه کشور استان یزد در محدوده حوضه مرکزی ایران واقع شده است. در تقسیم‌بندی حوضه‌های آبریز درجه ۲، محدوده استان توسط شش حوضه کویر لوت، کویر مرکزی، کویر سیاهکوه، کویر درانجیر، گاوخونی و حوضه ابرقو- سیرجان پوشش داده شده است (شکل ۱-۹).



شکل ۰-۹- موقعیت استان یزد در تقسیم‌بندی حوضه آبریز درجه ۲

-رودخانه‌ها

کم بودن میزان بارش، بالا بودن درجه حرارت و تبخیر بسیار زیاد از عواملی هستند که سبب محدودیت منابع آب سطحی در استان یزد شده‌اند. جریان‌های دائمی استان یزد منحصر به گستره خاوری و جنوبی استان می‌باشد و غالب جریان آبی در استان توسط رودخانه‌های فصلی انجام می‌گیرد. آب‌های سطحی دائمی استان یزد تنها رودخانه‌های بوانات در مروست و اعظم در هرات (شهرستان خاتم) می‌باشند که از پیش کوه‌های خاور زاگرس سرچشمه می‌گیرند و مقداری از آب این رودخانه‌ها در دشت مروست به مصرف کشاورزی می‌رسد و باقیمانده آن به سفره آب زیرزمینی نفوذ می‌کند. از رودهای دائمی، رودهای سردرب و کریت در طبس می‌باشند که فقط بخشی از آن‌ها در استان یزد جریان دارند و سرشاخه‌های این رودخانه‌ها در استان خراسان جنوبی قرار دارند.

سایر آب‌های سطحی استان به‌طور عموم به‌صورت جریان‌های سیلابی و فصلی‌اند که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان مسیل فخرآباد، منشاد، تفت، دو کالی (در خرانق)، کرخنگان (در خاتم)، نیر، دره بید و اِزمیغان (در طبس) را نام برد. جویبارهای فصلی پیرامون شیرکوه نیز از جریان‌های موقتی هستند که در سطح استان دیده می‌شوند.

مهم‌ترین رودهای فصلی استان یزد عبارت‌اند از:

آب سیّده: این رود از دامنه کوه‌های کوشک و نارگون در ۳۹ کیلومتری شمال خاوری بافق سرچشمه می‌گیرد. طول این رود ۵۰ کیلومتر و از نوع رودهای فصلی می‌باشد.

پایین در: رود فصلی پایین در به طول ۷۰ کیلومتر از دامنه شیرکوه طی ریزآبه‌هایی سرچشمه گرفته و پس از آبیاری روستاهایی چون قوروق، شیخ‌علی شاه، باغستان، آشنایی، باقی‌آباد، تزرجان، بَناتَک، مَنشاد، درّه و ثانی‌آباد از شمال بغدادآباد گذشته و رو به‌سوی شمال خاوری به‌سوی روستای فهرج روان شده سپس در ریگزار جنوب خاوری یزد ناپدید می‌شود.

چاه‌مَتَک: رود فصلی چاه‌متک، از دامنه شمالی کوه هامانه در ۵۲ کیلومتری شمال خاوری اردکان و ۶ کیلومتری خاور روستای چاه‌متک سرچشمه می‌گیرد. این رود در مسیر خود از کنار آب‌انبارهای شهریار و اسماعیل گذشته و در ۷ کیلومتری خاور اردکان به مسیل رودخانه رحمت‌آباد وارد می‌شود.

خَرانَق: رود فصلی خرانق، به طول ۴۰ کیلومتر، از ارتفاعات پیرامون خرانق در ۶۰ کیلومتری جنوب خاوری اردکان سرچشمه می‌گیرد و رو به‌سوی شمال خاوری از آبادی‌های خرانق و دوکالی می‌گذرد. سپس به‌سوی جنوب خاوری رفته و به نام رود دوکالی، از گدار هزارچیل می‌گذرد و در ۲۸ کیلومتری جنوب خاوری خرانق، به کویر درانجیر وارد می‌شود.

رحمت‌آباد: رود فصلی رحمت‌آباد به طول ۱۱۵ کیلومتر، از دامنه جنوبی کوه‌های نیوک، بند مناره، سگسر در حدود ۶۰ کیلومتری جنوب خاوری اردکان سرچشمه می‌گیرد.

سفیدان: رود فصلی سفیدان به طول ۴۰ کیلومتر از دامنه کوه‌های پیرعلی و بند مِرازون، در ۶۹ کیلومتری شمال خاوری بافق سرچشمه می‌گیرد. این رود در مسیر خود از کنار حوض حسنعلی اسماعیل و حوض ملّا می‌گذرد و در ۸۹ کیلومتری شمال خاوری بافق به کویر ساغند وارد می‌شود.

شور: رود فصلی شور به طول ۸۵ کیلومتری، از ارتفاعات ۴۵ کیلومتری شمال خاوری بافق سرچشمه می‌گیرد.

شوراب: رود فصلی شوراب، به طول ۲۸ کیلومتر، از کناره خاوری کویر درانجیر در ۴۳ کیلومتری شمال باختری بافق سرچشمه می‌گیرد.

شوربافق: رود فصلی شوربافق به طول ۱۵۰ کیلومتر از دهستان نوق در ۶۰ کیلومتری شمال باختری رفسنجان (استان کرمان) سرچشمه گرفته پس از آمیختن با ریزابه‌های بسیار به دهستان حومه شهرستان بافق وارد می‌شود و در سر راه از کنار روستاهای ده خواجه، عباس‌آباد، حسن‌آباد و همت‌آباد می‌گذرد و در باختر شهر بافق به کویر درانجیر واردشده و با رودخانه شورسیریز آمیخته و در بخش شمالی کویر درانجیر ناپدید می‌شود.

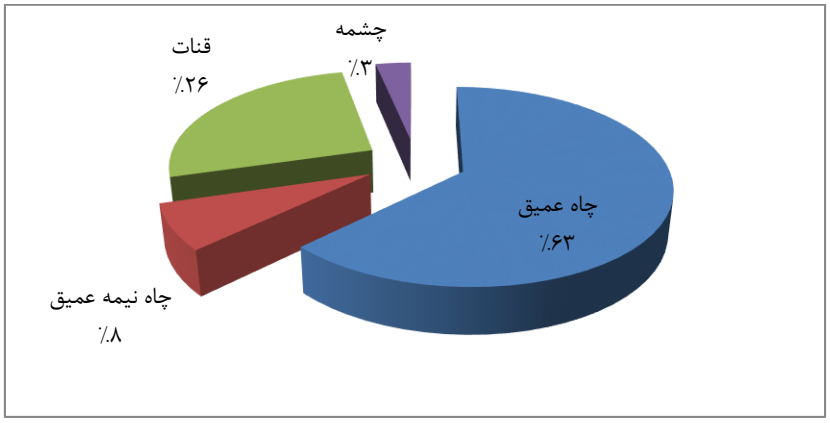
شور سیریز: رود فصلی شورسیریز به طول ۱۴۰ کیلومتر از دامنه کوه سرخ، در ۳۵ کیلومتری جنوب باختری زرند (استان کرمان) سرچشمه گرفته ضمن گذر از دهستان سیریز، روستاهای چاقُل محلی، سنگ، گلستان، رحمت‌آباد،

بوستان، درباغ و سیریز را سیراب کرده و با ریزابه‌های زیادی از جمله رود شور کوهبنآن‌که از ارتفاعات پیرامون سرازیر شده‌اند، آمیخته و به دهستان حومه شهرستان بافق وارد می‌شود و در جنوب باختری بافق به رود شور بافق می‌ریزد.

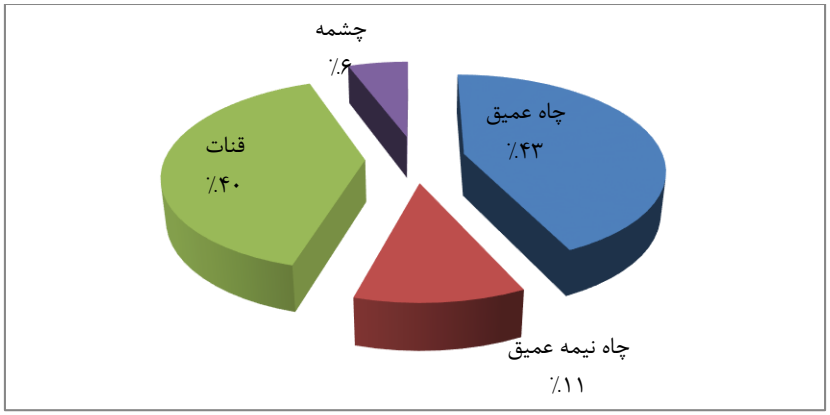
کال هزارچیل: این رود به طول ۲۰ کیلومتر از ۹ کیلومتری جنوب خاوری خرانق سرچشمه می‌گیرد.

-منابع آب زیرزمینی

در استان یزد ۳۶۵۳ حلقه چاه عمیق و نیمه عمیق، ۲۶۳۰ قنات و ۳۸۷ چشمه وجود دارد (نمودار۱-۶). همچنین در سال آبی ۹۲-۱۳۹۱ بیشترین میزان تخلیه مربوط با چاه عمیق با ۸۴۱ میلیون متر مکعب بوده است که بیش از ۴۳ درصد بوده است (نمودار۱-۷). این استان از لحاظ میزان تخلیه آب از آبخوان‌ها رتبه ۱۵ را در بین استان‌های کشور به خود اختصاص داده است.

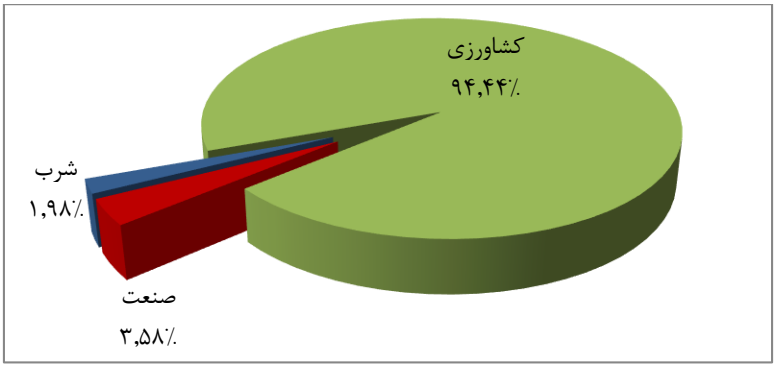


نمودار ۱-۶- تعداد منابع آب زیرزمینی در سال آبی ۹۲- ۱۳۹۱؛ (شرکت مدیریت منابع آب ایران)



نمودار ۱-۷- وضعیت تخلیه از منابع آب زیرزمینی در سال آبی ۹۲- ۱۳۹۱؛ (شرکت مدیریت منابع آب ایران)

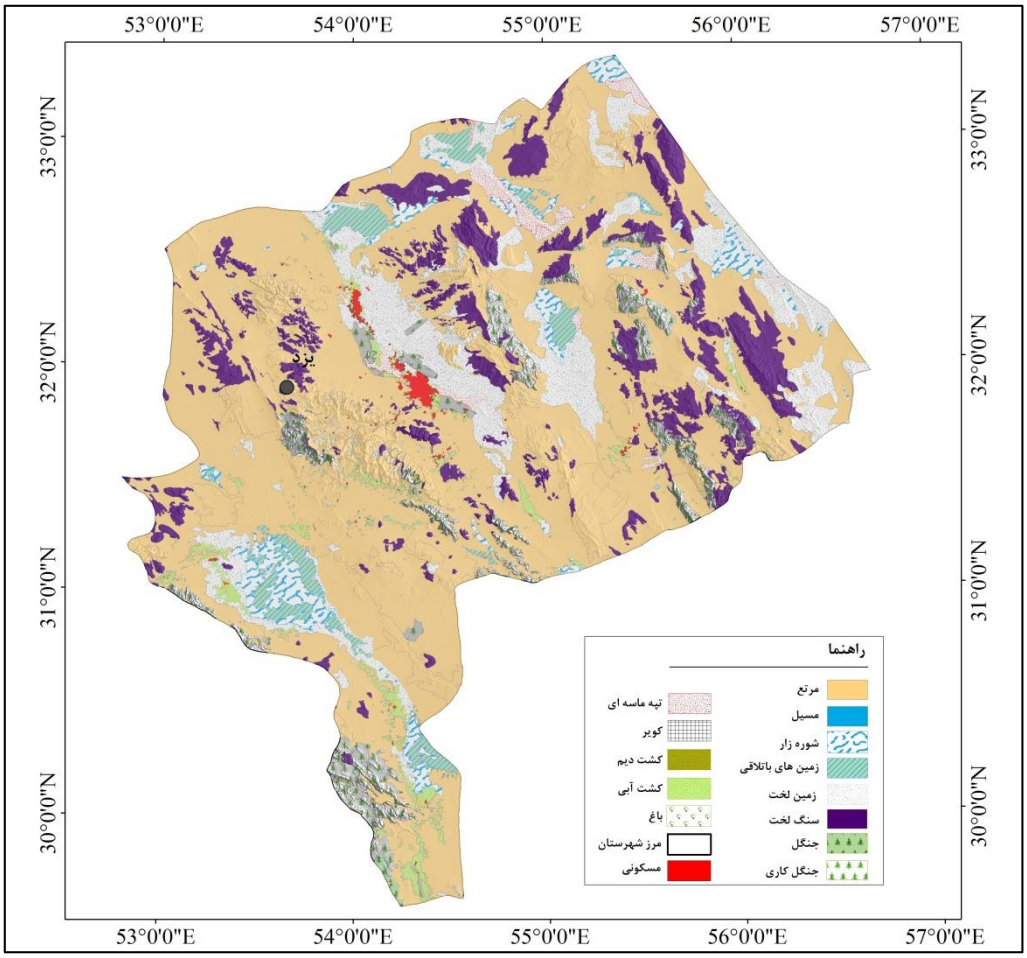
بر طبق اطلاعات برداشت‌شده از آبخوان‌های استان، از مقدار آب مصرفی که از طریق آبخوان‌های استان مورداستفاده قرار می‌گیرد، حدود ۹۴,۰۵ درصد در بخش کشاورزی، ۳,۸۴ درصد در بخش شرب و ۲,۱۲ درصد در بخش صنعت مورداستفاده قرار می‌گیرد (نمودار۱-۸).



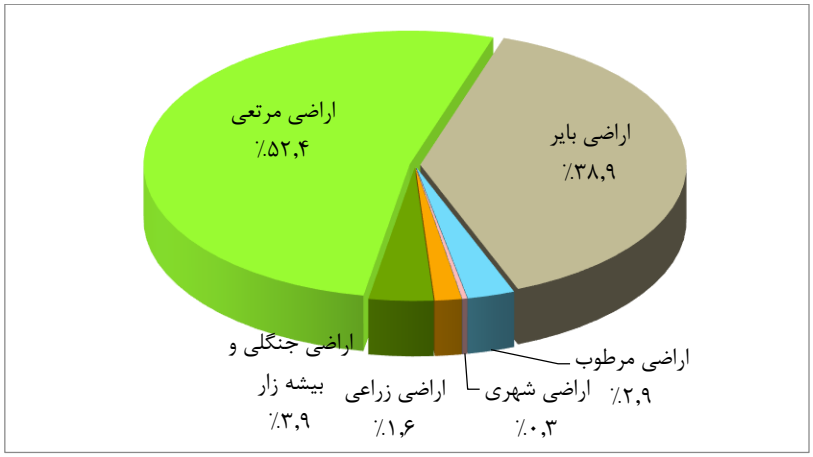
نمودار ۱-۸- وضعیت بهره‌برداری از آب زیرزمینی در سال آبی ۹۲- ۱۳۹۱؛ (شرکت مدیریت منابع آب ایران)

۱-۱-۶- کاربری اراضی

از مجموع مساحت استان ۵۲,۴ درصد مراتع و ۱,۶ درصد زمین‌های کشاورزی می‌باشد. جنگل‌ها ۳,۹ درصد و مناطق مسکونی ۰,۳ درصد از مساحت استان را شامل می‌گردد (شکل ۱-۱۰ و نمودار ۱-۹).



شکل۱-۱۰- نقشه کاربری اراضی استان یزد



نمودار ۱-۹- درصد انواع اراضی استان؛ (سالنامه آماری ایران، ۱۳۹۲)

-پوشش گیاهی

تنوع و توزیع گونه‌های گیاهی به عواملی همچون شرایط اقلیمی، نوع خاک، وضعیت توپوگرافی و دسترسی به منابع آب بستگی دارد. به دلیل بارش اندک، نوسان شدید درجه حرارت، تبخیر شدید، پایین بودن سطح آب‌های زیرزمینی و نامساعد بودن خاک، استان یزد با کمبود پوشش گیاهی روبرو است و درصد زیادی از مساحت استان فاقد پوشش گیاهی می‌باشد و کمبود پوشش گیاهی عامل اصلی گسترش کویر و حرکت تپه‌های شنی و ایجاد توفان‌های سیاه در این استان است. در کنار این عوامل، بوته‌کنی، تهیه ذغال چوب و چرای بی‌رویه و عدم رعایت اصول صحیح کشاورزی از دیگر عوامل کاهش پوشش گیاهی استان یزد می‌باشد.

انواع پوشش‌های گیاهی استان یزد شامل جنگل‌های طبیعی نیمه انبوه، تنک و جنگل‌های دست کاشت است.

مهم‌ترین جنگل‌های طبیعی استان یزد شامل مناطق زیر می‌باشند:

جنگل باغ شادی (بنه و بادام کوهی) هرات: منطقه جنگلی باغ شادی در جنوبی‌ترین نقطه استان یزد در شهرستان خاتم واقع شده است و از لحاظ نوع، ترکیب و وسعت در استان منحصر به فرد می‌باشد ولی به دلیل شرایط اکولوژیکی حساس و شکننده منطقه و فشار بی‌امان و بسیار زیاد از سوی صاحبان دام‌ها، خسارات جبران‌ناپذیری به گونه‌های با ارزش منطقه وارد شده است.

جنگل ارس باجگان: منطقه جنگلی ارس باجگان در ارتفاعات و دامنه جنوبی کوه باجگان شهرستان بافق واقع شده است. درخت ارس از نظر اکولوژیکی و شرایط زیستی معمولاً در مناطق مرتفع و صعب‌العبور رشد می‌کند.

جنگل سنو: این جنگل در ۲۴ کیلومتری شهرستان طبس واقع شده است و بیشتر اراضی این منطقه کوهستانی است و ارتفاعات صعب‌العبوری دارد. در شهریور ماه ۱۳۷۵ خورشیدی هنگام بازدید مرحوم دکتر جوانشیر (از گیاه‌شناسان بزرگ ایران) از رستنی‌های اطراف دامنه کوه شتری در شرق طبس، چوبدستی یکی از روستاییان توجه ایشان را جلب می‌کند که آن را با نام محلی سنو می‌خواندند. آثار جوانه‌های روی آن نشان‌دهنده آن بود که از زبان گنجشک است. این گونه جنگلی به صورت انحصاری در شرق کشور و فقط در این منطقه وجود دارد.

استفاده بی‌رویه از پوشش گیاهی عامل اصلی تخریب جنگل‌های طبیعی استان می‌باشد که سبب شده است در سطح این استان اثری از جنگل‌های انبوه دیده نشده و از وسعت جنگل‌های نیمه انبوه نیز به مقدار زیادی کاسته شود.

جنگل‌های دست‌کاشت دارای پوشش درختچه‌ای و درختی از جمله گز، اسفناج وحشی (آتریپلکس) و تاغ می‌باشند که برای کاهش توفان‌های کویری و تثبیت شن‌های روان کاشته شده‌اند. این گیاهان از پایدارترین گونه‌های کویری می‌باشند که می‌توانند در برابر کم‌آبی و توفان‌های شدید و وزش شن‌های روان پایداری نمایند. این جنگل‌ها در شهرستان‌های ابرکوه، صدوق، خاتم، طبس و میبد دیده می‌شوند.

مراتع: شرایط طبیعی و محیطی حاکم بر منطقه مانند کمبود منابع آب، خشکی و شوری خاک، باعث ایجاد و گسترش پوشش گیاهی خاصی (عمدتاً مرتعی) شده است. مراتع استان اغلب شامل گیاهان شورپسند است. این مراتع به دلیل اهمیت محیطی و اقتصادی نظیر تولید علوفه، استفاده در داروسازی، ایجاد اشتغال و نیز چشم‌اندازهای طبیعی و تفرجگاهی، ارزش حیاتی دارند. مراتع استان یزد به لحاظ پوشش گیاهی به سه دسته خوب، متوسط و ضعیف دسته‌بندی می‌شوند. مهم‌ترین گونه‌های موجود در این مراتع را درمنه، قیچ، گون، علف شور و اِشنان تشکیل می‌دهند.

کارشناسان محیط زیست و پژوهشگران تاکنون ۸۰۰ گونه گیاهی در مناطق مختلف این استان شناسایی کرده‌اند که اغلب این گونه‌ها دارویی است و بسیاری از آن‌ها منحصر به استان یزد است و در سایر استان‌ها کمتر یافت می‌شود. بسیاری از مناطق استان یزد کانون گونه‌زایی گیاهی به شمار می‌روند اما در این میان شیرکوه و کوهپایه‌های آن رکورددار تنوع گونه‌های گیاهی است.

- پوشش جانوری

زندگی جانوری به آب و پوشش گیاهی بستگی دارد. با توجه به آب و هوای بیابانی و نیمه بیابانی استان یزد، در بخش‌هایی از آن که شرایط کویری حاکم است، بارندگی اندک و تابستان‌های گرم و خشک و زمین سنگلاخ است. در این نواحی پوشش گیاهی اندک و پراکنده است و نگهداری آب بدن، راز زنده ماندن جانوران است و تنها پستانداران کوچکی در این بیابان‌ها زندگی می‌کنند که با شرایط سخت آن به خوبی سازش پیدا کرده‌اند. این پستانداران کوچک آب مورد نیاز خود را از راه آب موجود در گیاهان تأمین می‌کنند. آب اندکی که از این طریق به دست می‌آید با کم کردن فعالیت در ساعت‌های گرم روز و پناه بردن به نقاط مرطوب و خنک در زیرزمین، در بدن این پستانداران ذخیره می‌شود. از مهم‌ترین پستانداران این استان موش دوپا، خارپشت ایرانی، خفاش نعل اسبی بزرگ، همستر خاکستری، جرد ایرانی، تشی، خرگوش و ... می‌باشند. پستانداران بزرگ این منطقه نیز به طرز جالبی با شرایط کویری سازش پیدا کرده‌اند اما میزان تولید مثل آن‌ها با در نظر گرفتن میزان باران و خشکسالی‌ها، کم و زیاد می‌شود. از این رو تعادلی بین شمار آن‌ها و گیاهان موجود در منطقه به وجود می‌آید. مهم‌ترین این پستانداران عبارتند از گرگ، شغال، روباه معمولی، روباه شنی، کفتار، گربه وحشی، کاراکال، یوزپلنگ، گراز، آهو، جِبیر، پازن، گورخر.

از مهم‌ترین جانوران در استان یزد جِبیر است. جبیر حیوان کوچکی است از گونه آهو که از آهو باریک‌تر و کوچک‌تر است و برعکس آهو، نر و ماده هر دو شاخ دارند و شاخ‌های آن‌ها از روبرو به نظر مستقیم می‌آید در صورتی که شاخ آهوی نر از روبرو خمیدگی ویژه‌ای دارد.

گورخر نیز یکی از جانوران زیبایی است که در منطقه کویری استان یزد دیده می‌شود. از نظر شکل ظاهری، گورخر حدّفاصل بین اسب و الاغ است، پهلویش سفید رنگ و یک نوار سیاه در پشت دارد که از یال‌ها شروع و به دُم پایان می‌یابد.

در تپه ماهورها و نواحی کوهستانی که هوا نه مانند کویر به شدت گرم و نه مانند کوهستان‌ها بسیار سرد است، آهو، روباه معمولی و یوزپلنگ زندگی می‌کنند. بر روی بدن یوزپلنگ، لکه‌های کوچک سیاه رنگی دیده می‌شود و نوار سیاه رنگ و مشخصی نیز از گوشه چشم به گوشه دهان موسوم به «خط اشک» می‌پیوندد که از این طریق می‌توان آن را به آسانی از پلنگ تشخیص داد.

مهم‌ترین گونه‌های پرندگان استان یزد عبارتند از کشیم کوچک و بزرگ، بوتیمار کوچک، اگرت بزرگ، حواصیل خاکستری، کله سبز، آنقوت، خوتکا، قرقی، کورکور، سارگپه پابلند، عقاب دوبرادر، کرکس، دال سیاه، عقاب مارخور، دلیجه، سنقر سفید، کبک، تیهو، هوبره، بلدرچین، چنگر، آبچلیک پاسرخ، کاکایی سرسیاه، کبوتر جنگلی، قمری خانگی، کبوتر چاهی، هدهد، پرستو، چکاوک، سار، سسک، گنجشک معمولی و ... .

مارهای غیرسمی استان یزد مار شتری و مار سمی آن مار شاخدار است.

در استان یزد در مجموع بیش از ۱۳۰ گونه پرنده، بیش از ۵۰ گونه پستاندار و بیش از ۴۰ گونه خزنده شناسایی شده است ولی متأسفانه به دلیل وقوع خشکسالی در استان یزد ۱۰ گونه شامل ۵ گونه پستاندار و ۵ گونه پرنده در معرض خطر انقراض می‌باشند. این گونه‌ها عبارتند از یوزپلنگ آسیایی، گورخر ایرانی، گربه پالاس، گربه شنی، شاه روباه، بحری، بالابان، هوبره، عقاب طلایی و شاهین.

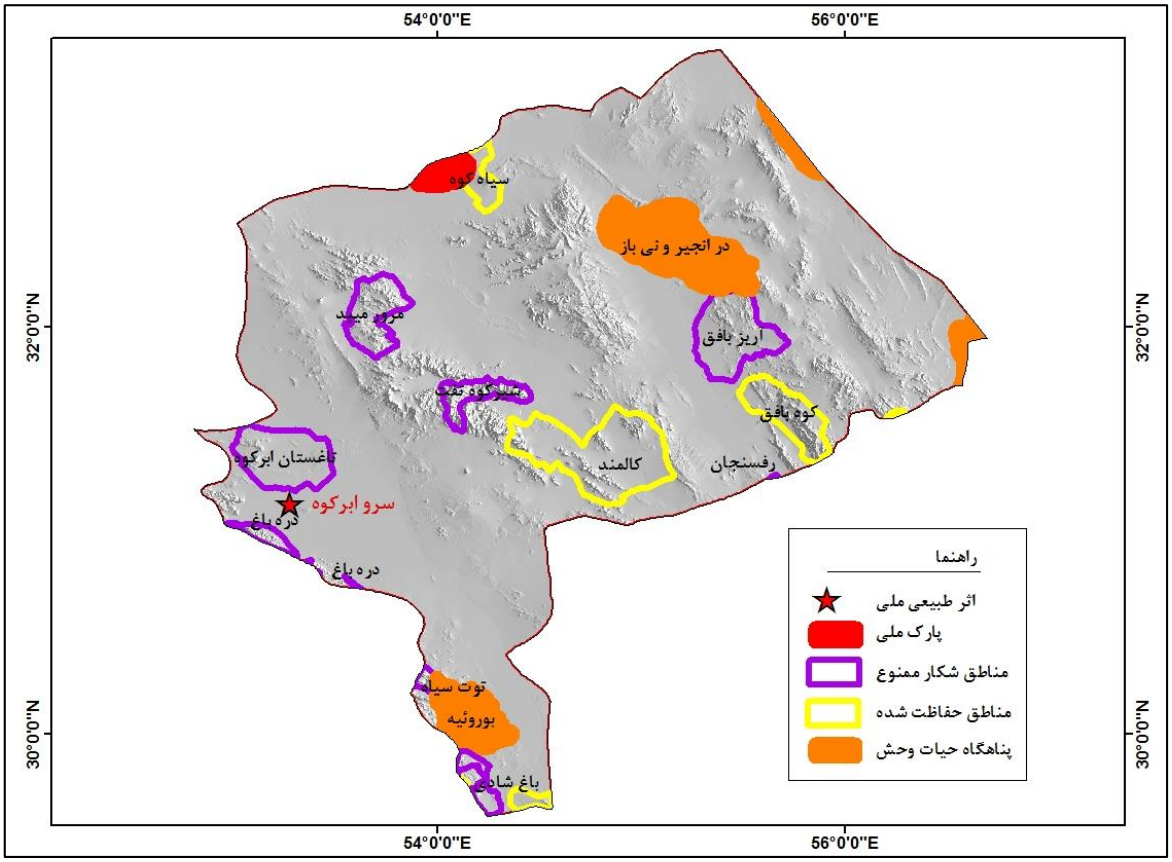
۱-۱-۷- مناطق تحت حفاظت محیط‌زیست

در جدول ۱-۱ خلاصه ای از اطلاعات مربوط به مناطق حفاظت شده آورده شده است و در شکل ۱-۱۱ موقعیت مناطق تحت مدیریت محیط‌زیست نشان داده شده است.

جدول۱-۱- مناطق تحت مدیریت محیط زیست استان (سازمان محیط زیست استان یزد)

نام	مساحت (هکتار)	موقعیت
آثار ملی طبیعی		
سرو کهنسال ابر کوه		شهرستان ابرکوه
پارک‌های ملی		
پارک ملی سیاه کوه	۸۰۰۰۰ هکتار	در جوار منطقه حفاظت‌شده سیاه کوه- در محدوده بین استان‌های یزد و اصفهان
مناطق حفاظت شده		
منطقه حفاظت شده درانجیر		شهرستان اردکان
منطقه حفاظت شده باغ شادی	۱۱۶۶۰ هکتار	از عرصه های جنگلی مرز استان‌های یزد و فارس است در جنوبی ترین محدوده استان یزد واقع درشهرستان خاتم قرار دارد
منطقه حفاظت شده کوه بافق	۸۸۵۲۸ هکتار	در فاصله ۱۰ کیلومتری شمال شرق شهر بافق

منطقه حفاظت شده سیاه‌کوه	-	در غـرب جـاده چوپانـان از نظر تقسیمات سیاسی کشوری در استان های یـزد و اصـفهان قـرار دارد.
منطقه حفاظت شده کالمند بهادران	۲۲۹،۰۰۰	در ۴۰ کیلومتری جنوب خاوری یزد در حوزه استحفاظی شهرستان مهریز
پناهگاه حیات‌وحش		
پناهگاه حیات وحش نایبندان	۱۷۵۳۰۲ هکتار	در فاصله ۲۵ کیلومتری شرق مرکز بخش خرانق از شهرستان اردکان
پناهگاه حیات وحش درانجیر		شهرستان اردکان
مناطق شکارممنوع		
منطقه شکار ممنوع شیرکوه	۵۰ هزار هکتار	در شمال باختری استان یزد
منطقه شکار ممنوع باغ شادی	۲۸۵۷۰ هکتار	از عرصه های جنگلی مرز استان‌های یزد و فارس است در جنوبی ترین محدوده استان یزد واقع درشهرستان خاتم قرار دارد
منطقه شکار ممنوع قره تپه خاتم	۲۰۰۰ هکتار	شرق مرکز شهرستان خاتم- شرق شهر هرات
منطقه شکار ممنوع کمکی بهاباد	۶۵۰۰۰ هکتار	شهرستان بهاباد
منطقه شکار ممنوع کفه تاغستان	۱۱۰۵۹۰ هکتار	در ۶ کیلـومتری شـمال ابرکـوه و بـه فاصـله ۱۴۰ کیلومتری جنوب غربی شهرستان یزد
منطقه شکار ممنوع آریز	۱۳۱۳۴۰ هکتار	در شمال شهر بافق و شمال منطقه حفاظت شده کوه بافق و جنوب پناهگاه حیات وحش دره انجیر اردکان
منطقه شکار ممنوع مرور	۸۱۳۷۰ هکتار	در محدوده غرب شهرستان میبد و قسمت‌های شمال شرق و شرق شهرستان صدوق

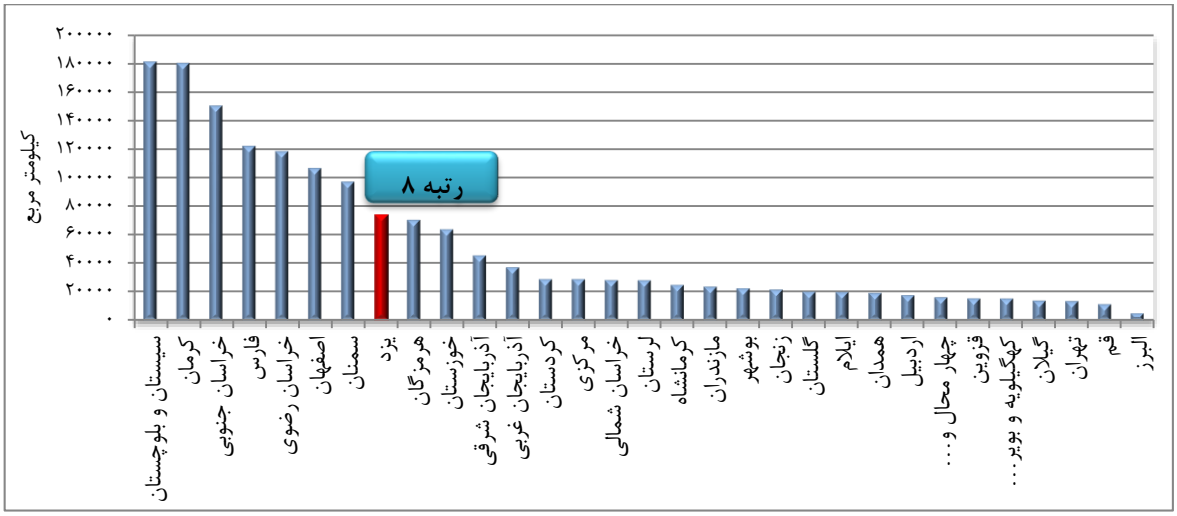


شکل ۱-۱۱- نقشه مناطق تحت مدیریت محیط زیست استان یزد

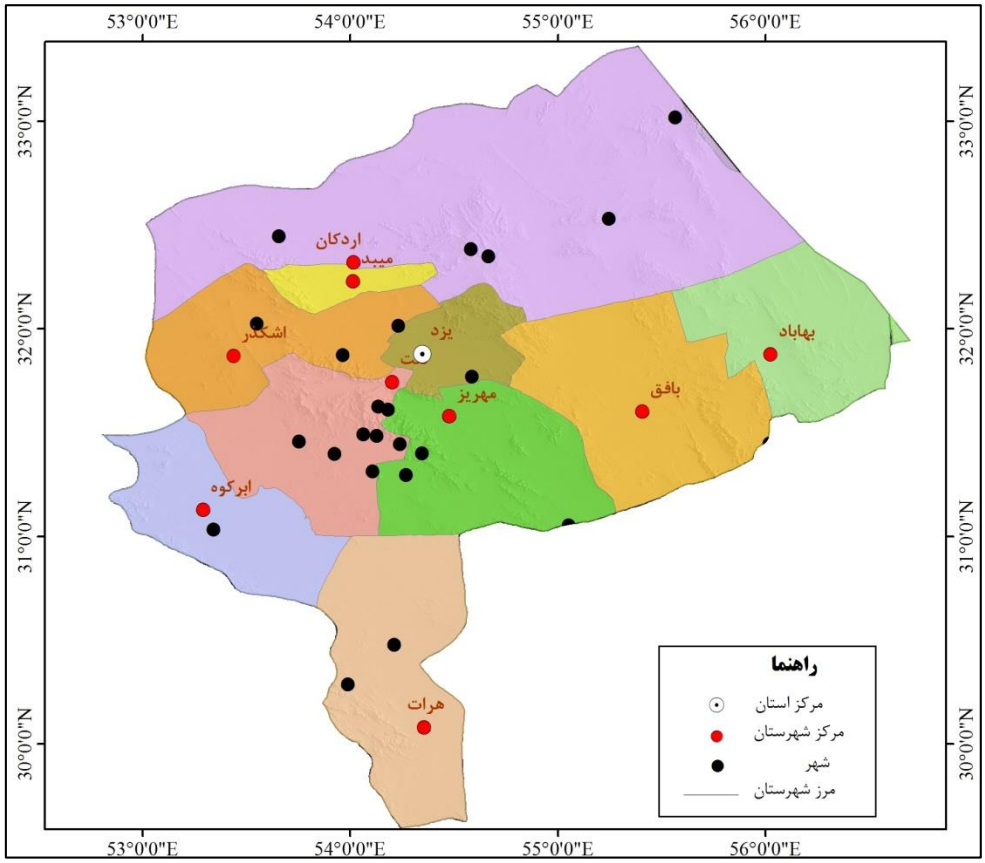
۱-۲- جغرافیای جمعیت

۱-۲-۱- تقسیمات کشوری

بر اساس آخرین تغییرات صورت گرفته، استان یزد با دارا بودن ۷۳۸۷۳ کیلومترمربع مساحت، ۴٫۵ درصد از مساحت کل کشور را به خود اختصاص داده است و هشتمین استان بزرگ کشور محسوب می‌گردد (نمودار ۱- ۱۰). مرکز استان یزد شهر یزد است. بر اساس آخرین تغییرات در تقسیمات کشوری در سال ۱۳۹۳ استان یزد شامل ۱۰ شهرستان، ۲۱ شهر، ۲۱ بخش، ۴۵ دهستان است (شکل ۱-۱۲).



نمودار ۱-۱۰- مقایسه مساحت استان یزد با سایر استان‌ها (مرکز آمار ایران ۱۳۹۰- با تغییر)

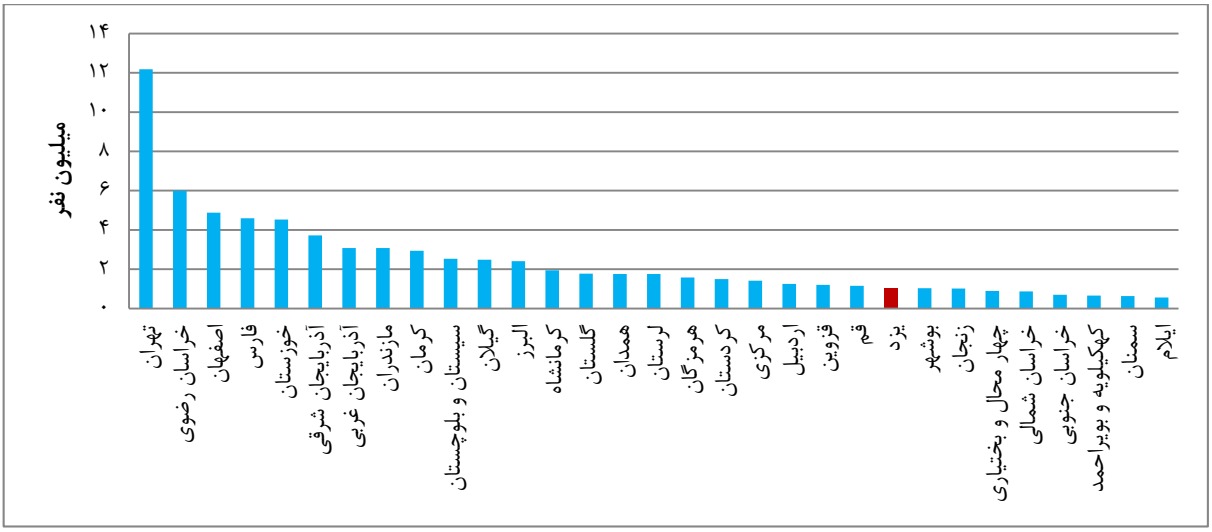


شکل ۱-۱۲- نقشه تقسیمات کشوری استان یزد

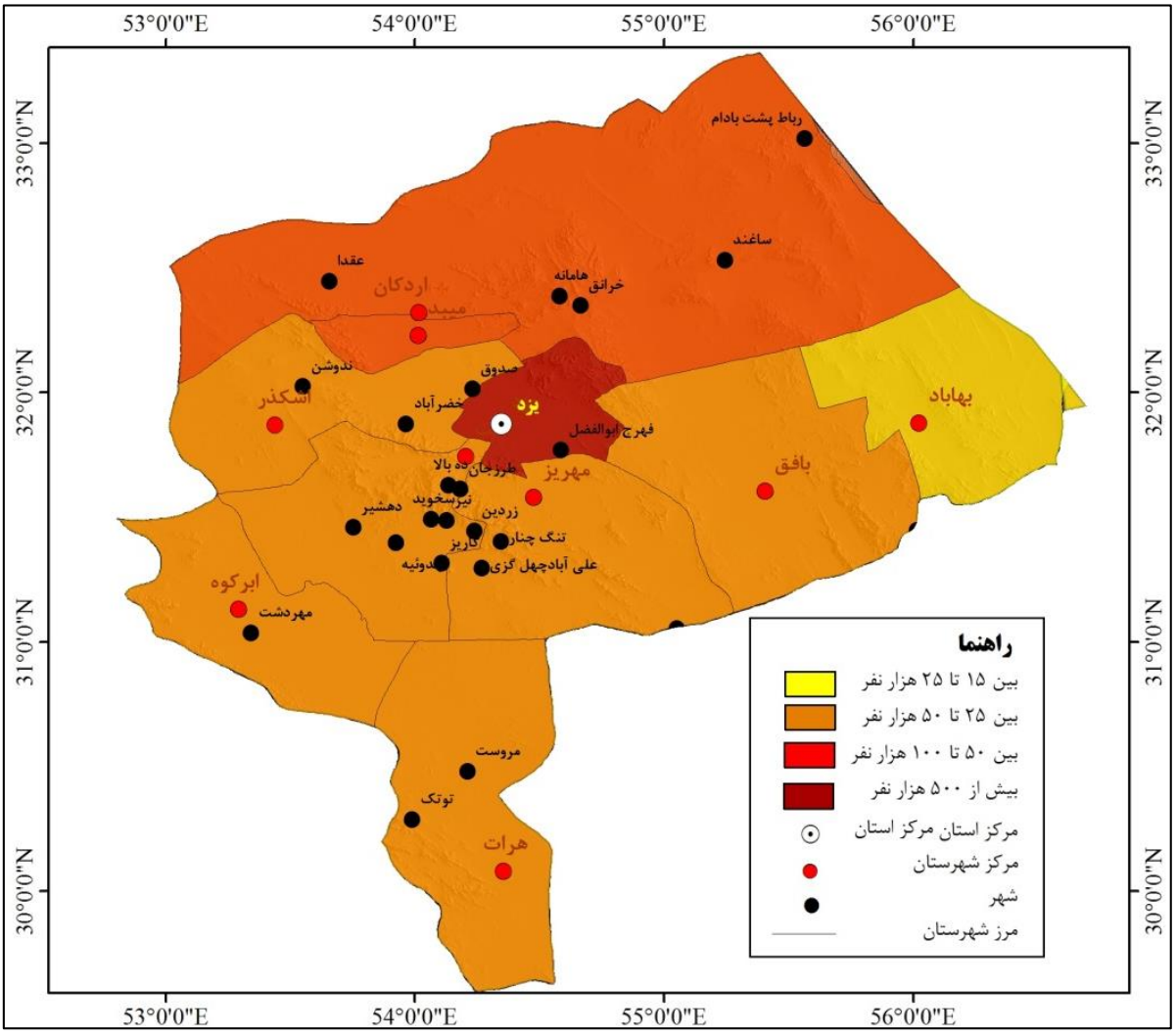
۱-۲-۲- جمعیت

بر اساس آخرین سرشماری جمعیت کشور در سال ۱۳۹۰ و با در نظر گرفتن آخرین تغییرات صورت گرفته در تقسیمات سیاسی استان، جمعیت استان برابر ۱۰۳۹۲۷۸ نفر (معادل ۱,۱ درصد از جمعیت کل کشور) می‌باشد (نمودار ۱-۱۱). بر همین اساس بیشترین تمرکز جمعیت استان مربوط به شهرستان یزد و کمترین تمرکز جمعیت مربوط به شهرستان بهاباد می‌باشد (شکل۱- ۱۳ و نمودار ۱-۱۲). ۸۴,۲ درصد جمعیت استان را جمعیت شهری و ۱۵,۸ درصد آن را جمعیت روستایی تشکیل می‌دهد (نمودار۱-۱۳).

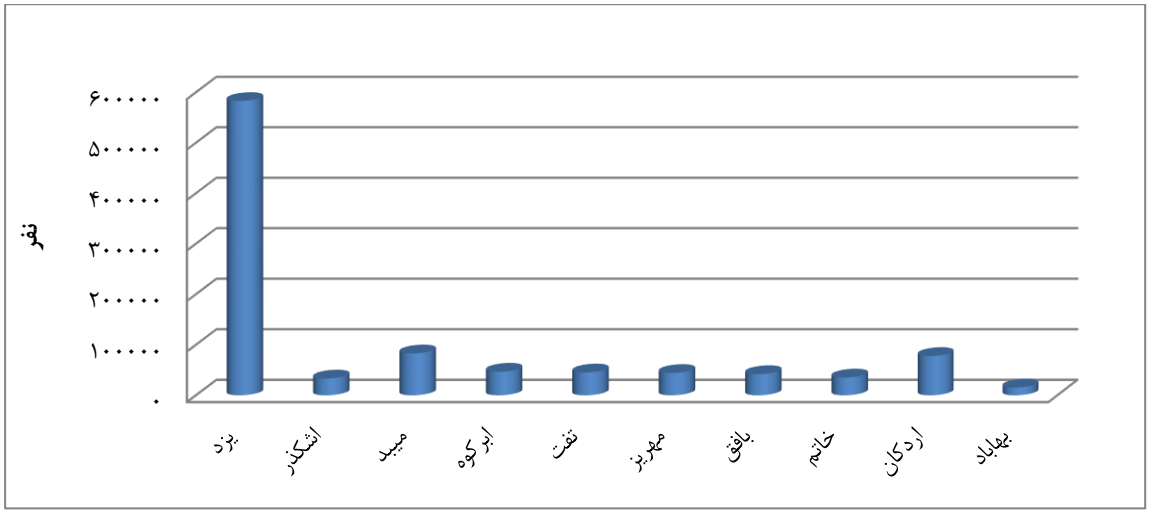
از لحاظ تراکم جمعیت استان یزد در رده‌های آخر در میان سایر استان‌ها قرار گرفته و میزان تراکم جمعیت آن ۱۴ نفر به ازای هر کیلومتر مربع می‌باشد (نمودار۱- ۱۴)، در میان شهرستان‌های استان بیشترین تراکم نسبی مربوط به شهرستان‌های یزد (۲۳۷ نفر در هر کیلومترمربع) و کمترین تراکم مربوط به شهرستان بهاباد می‌باشد (۲ نفر در هر کیلومترمربع) می‌باشد (نمودار ۱-۱۵).



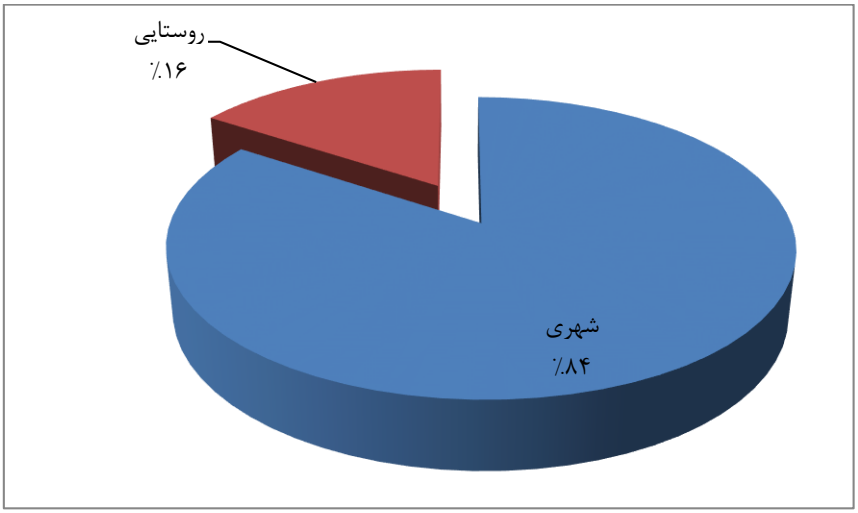
نمودار ۱-۱۱- مقایسه جمعیت استان یزد با سایر استان‌ها (مرکز آمار ایران ۱۳۹۰)



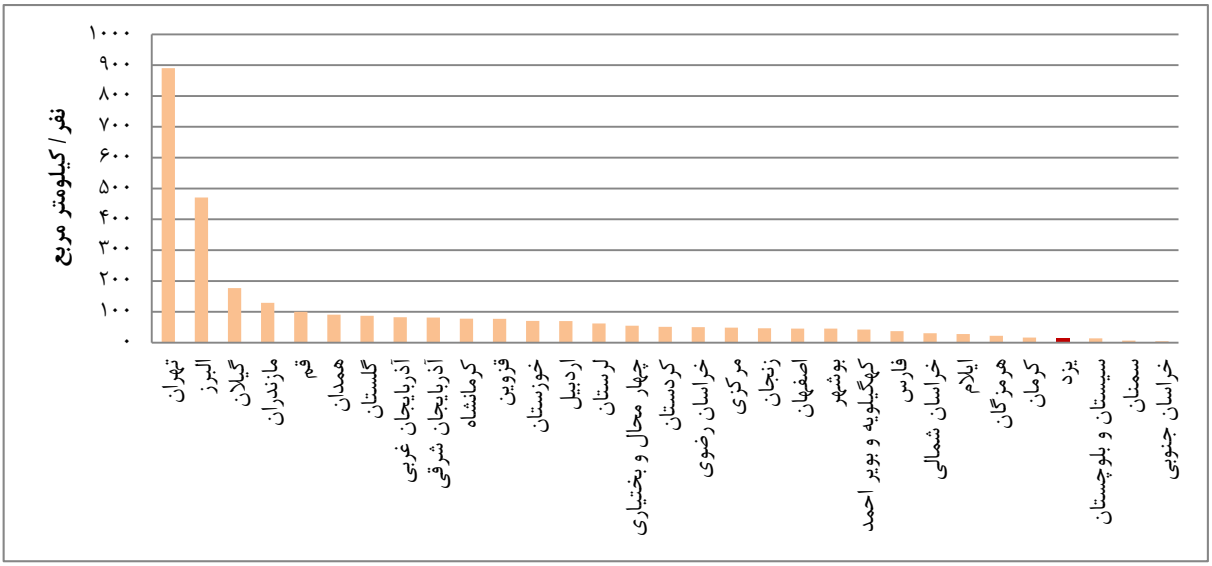
شکل ۱-۱۳- تقسیم‌بندی شهرستان‌های استان یزد بر حسب پراکندگی جمعیت



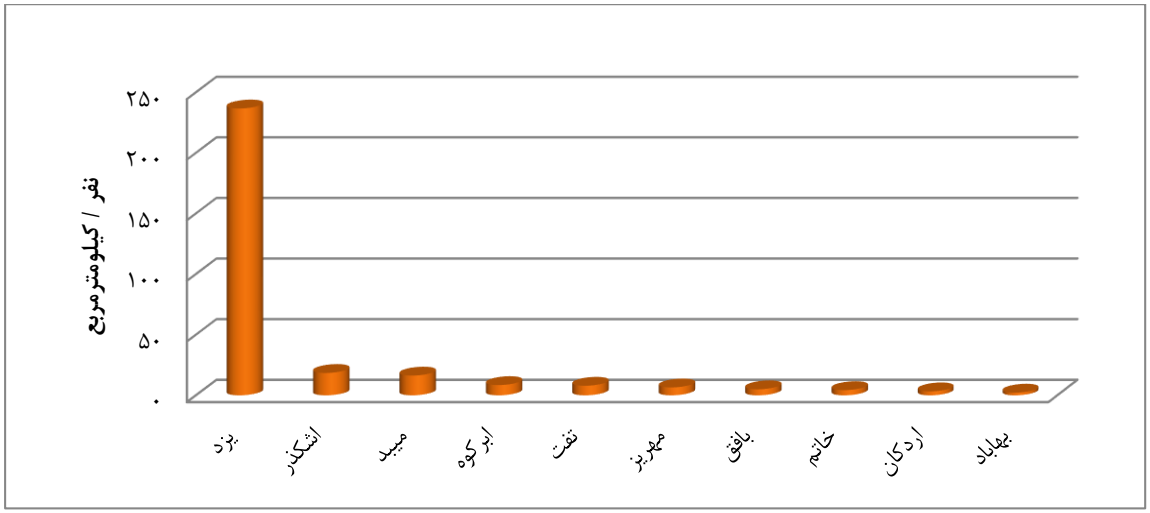
نمودار ۱-۱۲- پراکندگی جمعیت به تفکیک شهرستان‌های استان؛ (سالنامه آماری ۱۳۹۰)



نمودار ۰-۱۳-جمعیت استان یزد به تفکیک مناطق شهری و روستایی؛ (سالنامه آماری، ۱۳۹۰)



نمودار۱-۱۴- تراکم جمعیت استان یزد در مقایسه با سایر استان‌ها (سرشماری نفوس و مسکن- ۱۳۹۰)



نمودار ۱-۱۵- تراکم جمعیت به تفکیک شهرستان‌های استان؛ (سالنامه آماری ۱۳۹۰)

۱-۲-۳-زبان و نژاد

ترکیب جمعیتی استان یزد شامل گروهی از مردمان غیرآریایی بوده که از هزاره ۵ پیش از میلاد در این منطقه می‌زیستند. با ورود مهاجران آریایی در نیمه هزاره دوم پیش از میلاد به فلات ایران و از جمله این ناحیه، ساکنان بومی با مهاجران اختلاط یافتند و این ترکیب نژادی تأثیر بسیاری در سرگذشت اجتماعی و فرهنگی مردمان این منطقه ایجاد نمود. همگام با تغییر و تحولات سیاسی صورت گرفته در ایران، گروه‌های متعدد انسانی با اعتقادات و آیین‌های مختلف به این منطقه وارد شده و ترکیب جمعیتی کنونی استان یزد را تشکیل داده‌اند اما با توجه به موقعیت جغرافیایی ویژه این استان و قرارگیری در حاشیه کویر، ترکیب جمعیتی این استان از تنوع چندانی برخوردار نمی‌باشد.

مردم استان یزد به فارسی و لهجه شیرین یزدی و با پاره‌ای ویژگی‌های گویشی سخن می‌گویند و بسیاری از واژگان و ترکیب‌های زیبای فارسی را در گویش خود نگاه داشته‌اند.

زبان‌شناسان لهجه‌های جدید ایرانی را به دو دسته شرقی و غربی تقسیم کرده‌اند که لهجه یزدی جزو لهجه‌های مرکزی دسته غربی است که در بخش غربی فلات ایران رواج دارد.

منظور از لهجه‌های شرقی، لهجه‌هایی است که در بخش شرقی فلات ایران و در فلات پامیر رایج است و منظور از لهجه‌های غربی، آن‌هایی است که در بخش غربی فلات ایران تا حدود مرزهای عراق کاربرد دارد.

در بیشتر لهجه‌های مرکزی از جمله لهجه شیرین یزدی، آثار دیرینگی و آمیختگی کمتر با زبان عربی دیده می‌شود.

زرتشتیان ساکن استان یزد در میان خود به زبان نیاکان خویش و به زبان فارسی دری سخن می‌گویند. زبان زرتشتیان یزد به سبب آمیزش گسترده گویش‌وران آن با فارسی‌زبانان و نیز بهره‌وری از رسانه‌های گروهی و همچنین به دلیل پاره‌ای عوامل اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی، آمیختگی بسیار با فارسی پیدا کرده به طوری که آهنگ ناتوان شدن و حتی فراموش شدنِ آن، روز به روز تندتر می‌شود ولی گونه زبان دری بعضی از زرتشتیانِ ساکن روستاهای یزد، از جمله زین‌آباد که کمتر تحت نفوذ عوامل فوق بوده است، پاک‌تر و دست‌نخورده‌تر از گونه دری یزد بازمانده است. جدایی این دو گونه با یکدیگر بیشتر در سطح آوایی یا فونتیک، واجی یا فونولوژی، واژگان و تا اندازه‌ای دستوری است.

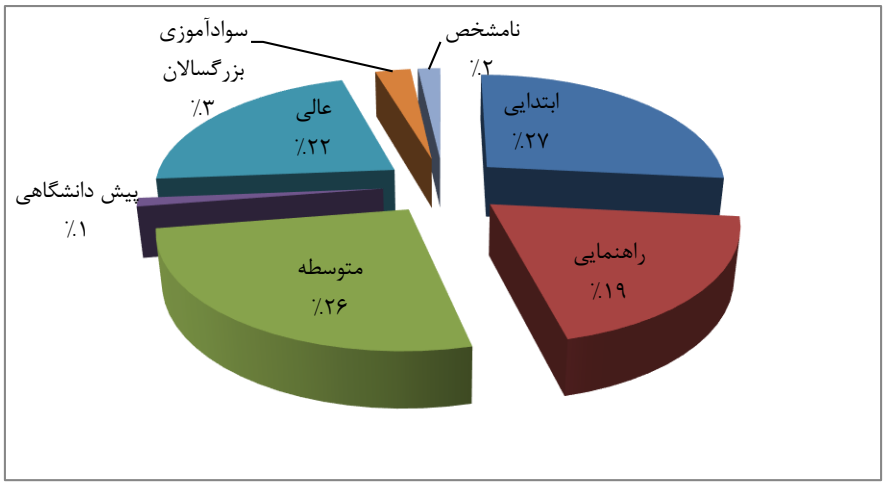
۱-۲-۴- سواد و آموزش

بر اساس سرشماری عمومی نفوس و مسکن ۱۳۹۰، جمعیت شش ساله و بیشتر استان یزد ۹۵۴۰۹۳ نفر می‌باشد که از این تعداد ۸۳۷۵۴۵ نفر (۸۸ درصد) باسواد و ۱۰۸۰۹۸نفر (۱۱ درصد) بی‌سواد می‌باشند. از تعداد کل باسوادان، ۴۴۳۱۵۶ نفرمرد و ۳۹۴۳۸۹ نفر زن بوده‌اند.

در این سال ۹۰ درصد جمعیت شش ساله و بیشتر نقاط شهری باسواد و ۱۰درصد بی‌سواد بوده‌اند. این نسبت‌ها در نقاط روستایی ۷۹ درصد و ۲۰ درصد بوده است.

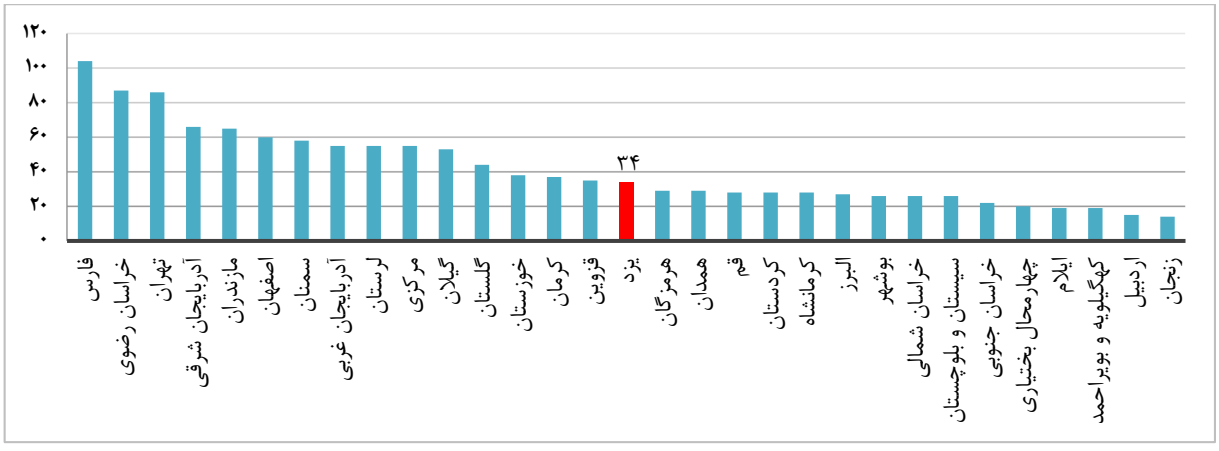
از کل مردان شش ساله و بیشتر استان، ۵۳ درصد باسواد و ۴۰ درصد بی‌سواد بوده‌اند. این نسبت‌ها برای زنان به ترتیب ۴۷ و ۶۰ درصد بوده است.

بر اساس این آمار، از کل باسوادان استان ۲۷ درصد دارای تحصیلات ابتدایی، ۱۹ درصد دارای تحصیلات راهنمایی، ۲۶درصد دارای تحصیلات متوسطه، ۱ درصد دارای تحصیلات پیش دانشگاهی، ۲۲ درصد دارای تحصیلات عالی بوده‌اند (نمودار ۱-۱۶).

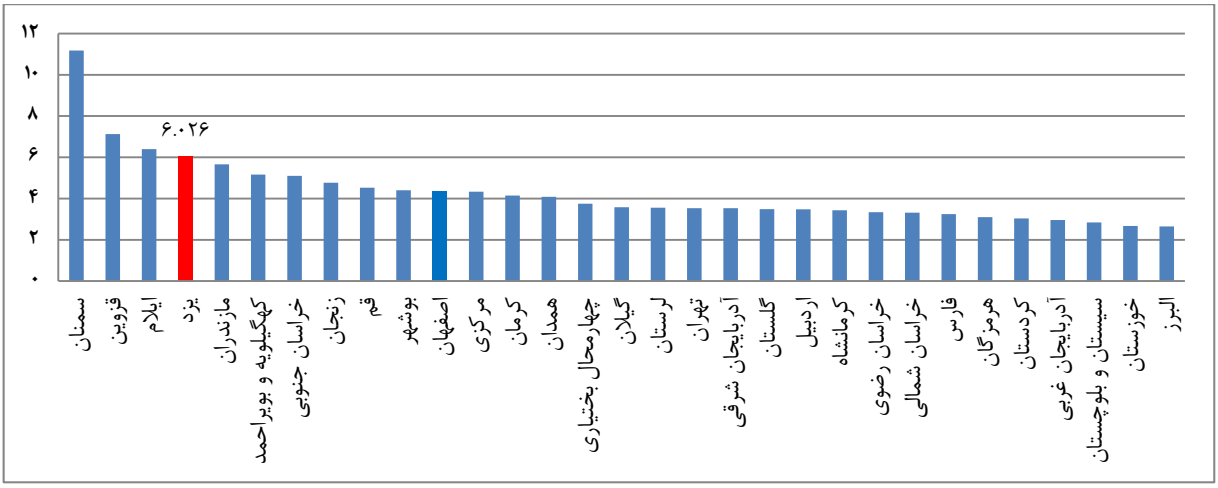


نمودار ۱-۱۶ - سطح تحصیلات جمعیت باسواد استان

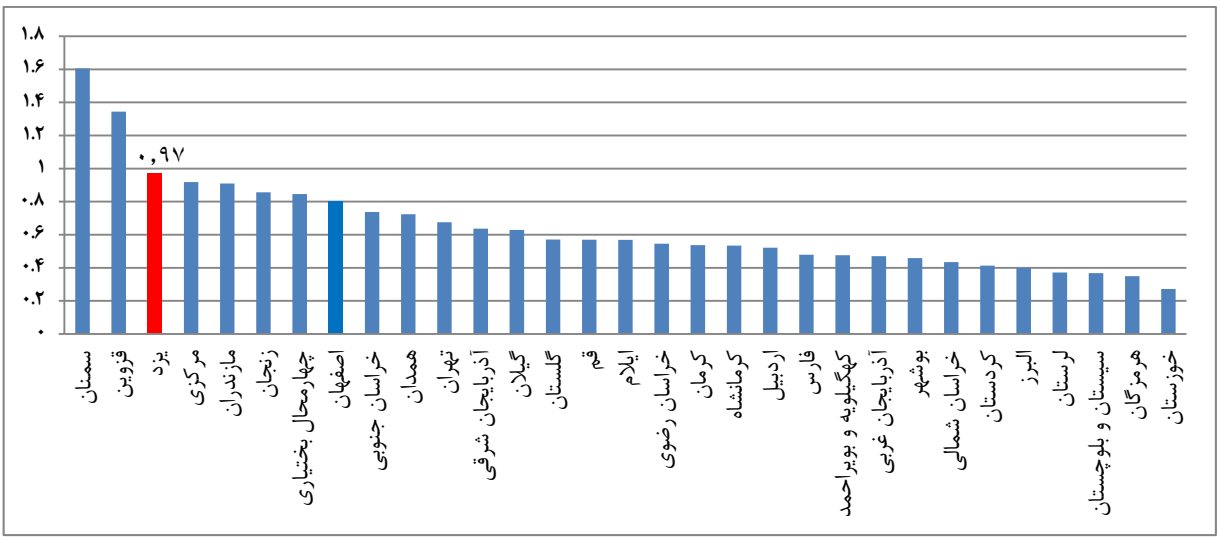
استان یزد با دارا بودن تعداد ۳۴ دانشگاه و مراکز آموزش عالی دارای رتبه شانزدهم نسبت به سایر استان‌ها در کشور می‌باشد (نمودار ۱-۱۷). همچنین استان یزد به لحاظ سرانه دانشجویان و فارغ‌التحصیلان نسبت به جمعیت به ترتیب دارای رتبه چهارم و سوم در کشور می‌باشد (نمودار ۱-۱۸ و ۱-۱۹).



نمودار ۱-۱۷- تعداد دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی کشور به تفکیک استان



نمودار ۱-۱۸- سرانه دانشجویان به جمعیت به تفکیک استان



نمودار ۱-۱۹- سرانه فارغ‌التحصیلان به جمعیت به تفکیک استان

۱-۲-۵- دین و مذهب

یادمان‌های کهن دینی یزد، آگاهی از آیین‌های باستانی ایرانی را به دست می‌دهند که سده‌ها پیش از گسترش آیین «نو زرتشتی» ساسانی، مردم منطقه به آن پایبند بوده‌اند. از آن جمله می‌توان از مهرپرستی و نیایش آناهیتا (الهه آب‌ها) نام برد. همچنین از برخی نمادهای باستانی به ویژه نیایشگاه‌های کهن الهه «آناهیتا»ی پارس نو، پیر سبز، پیر نارکی و ... که از روزگاران کهن در این سرزمین پایدار بوده‌اند، می‌توان نام برد.

پیش از ورود مسلمانان به ایران، مردم استان یزد همانند دیگر نقاط ایران، زرتشتی بودند و بر پایه آن، خدای یگانه را پرستش می‌کردند. آتشکده داشته و آداب اجتماعی آن‌ها تحت تأثیر آیین زرتشت بود.

در سال ۶۵۱ میلادی (۳۱ هجری قمری)، شاهنشاهی ساسانی از میان رفت و مردم بیشتر نقاط ایران از جمله استان یزد، در نیمه نخست سده اول هجری قمری به دین اسلام گرویدند ولی برخی از مردم با پرداخت جزیه، آیین پدران خود را نگاه داشتند و زرتشتی ماندند.

در حال حاضر مردم استان یزد مسلمان و پیرو مذهب شیعه اثنی عشری هستند. از اقلیت‌های مذهبی که در این استان زندگی می‌کنند می‌توان از زرتشتیان، یهودیان، مسیحیان و ... نام برد.

۱-۲-۶- تابعیت

در آبان ماه ۱۳۹۰، از جمعیت استان ۹۵ درصد را ایرانیان تشکیل می‌داده‌اند. این نسبت برای اتباع کشورهای افغانستان ۵ درصد بوده است.

۱-۳- جغرافیای اقتصادی

۱-۳-۱- کشاورزی

زراعت و باغداری: کشاورزی در استان یزد با دارا بودن آب و هوای بیابانی، کمبود باران، پایین بودن رطوبت نسبی و خاک فقیر، رونق چندانی ندارد و تنها تلاش و کوشش کشاورزان سخت‌کوش و پرکار این استان است که با بهره‌گیری از کمترین آب و خاک حاصلخیز توانسته‌اند کشاورزی را در محدوده اندکی به دیگر بخش‌های اقتصادی منطقه پیوند دهند.

کشاورزی استان یزد به دلیل کمی بارش، به شکل کشت آبی است و کشت دیم جز بعضی از دوره‌های پرآبی انجام نمی‌شود. در گذشته آب لازم برای کشت با کندن و نگاهداری کاریزها (قنات) به دست می‌آمد. در حال حاضر با پیدایش چاه‌های ژرف، بر وسعت زمین‌های زیر کشت، به ویژه در پیرامون شهر یزد، افزوده شده است و در بیشتر روستاها، چاه‌ها جایگزین کاریزها شده‌اندو از این رو کشت صیفی و سبزی از رونق مناسبی برخوردار شده به طوری که این استان کم‌آب، علاوه بر انار و خشکبار، صادرکننده کدو، کلم، خیار سبز، کاهو و فرآورده‌های دیگر کشاورزی به سایر نقاط ایران است.

دامداری: مراتع استان یزد به دلیل بارندگی اندک و چرای بی‌رویه دام‌ها، بیشتر از گونه متوسط و فقیر است. بر این اساس دامداری متحرک و نیمه متحرک جایگاه وسیعی در استان یزد ندارد و به همین دلیل در این استان تلفیقی از زراعت با دامداری دیده می‌شود که روشی سودمند جهت پرورش دام در این استان بوده است. در سال‌های اخیر پرواربندی موجب افزایش محصولات دامی استان گردیده است. واحدهای دامداری در استان یزد بیشتر مراکز پرورش گوسفند و بعد از آن پرورش گاو بوده‌اند. در میان شهرستان‌های استان شهرستان تفت دارای بیشترین تعداد واحدهای دامداری و شهرستان بافق دارای کمترین تعداد واحدهای دامداری بوده است. دام‌های استان یزد عبارتند از گوسفند، بره، بز، بزغاله، گاو، گوساله، مرغ، بلدرچین و شتر.

استان یزد در زمینه پرورش بلدرچین رتبه نخست کشور را دارد. بیش از ۵۰ درصد از گوشت بلدرچین تولیدی استان به خارج از استان صادر می‌شود. در میان شهرستان‌های استان، شهرستان میبد دارای بیشترین سهم در تولید تخم و گوشت این پرنده است. سن بلوغ پایین، سن مناسب کشتار، تولید تخم بالا، کوتاهی فاصله بین نسل‌ها، کیفیت مطلوب گوشت، هزینه‌های ثابت و جاری مناسب و ... از عواملی هستند که سبب شده‌اند سرمایه‌گذاری در صنعت پرورش بلدرچین روز به روز در استان یزد توسعه یابد. گوشت و تخم بلدرچین دارای انواع پروتئین، ویتامین‌ها و عناصر معدنی کمیاب بدن است که ۸۵ درصد از پروتئین آن جذب بدن می‌شود و چربی خون را کاهش می‌دهد. تخم این پرنده در کودکان موجب رشد سریع و در بزرگسالان موجب تنظیم دستگاه عصبی، قلب و گوارش و مواد زائد بدن می‌شود.

پرورش کرم ابریشم در استان یزد نیز از فعالیت‌های رایج در این منطقه از گذشته‌های دور بوده است. توتستان‌های موجود در مهریز، عقدا، تفت و ...، بیانگر رونق و شکوفایی این رشته در گذشته است. پرورش زنبور عسل نیز یکی از منابع درآمد روستاییان نواحی کوهپایه‌ای استان است که در حال حاضر از رونق بسیاری برخوردار است.

۱-۳-۲-صنایع و معادن

صنایع کارخانه‌ای: استان یزد از دیرباز منطقه‌ای صنعتی بوده و اکنون نیز دارای کارخانه‌های تولیدی بزرگ و کوچک است. علاوه بر کارگاه‌های کوچک نساجی و شیرینی‌پزی، که شمار آن‌ها بسیار است، ده‌ها واحد تولیدی دیگر وجود دارد که در رشته‌های گوناگون فعالیت می‌کنند. صنایع ماشینی ریسندگی و بافندگی از سال ۱۳۱۲ خورشیدی در استان یزد احداث شد. گذشته از صنایع نساجی، واحدهای صنعتی در بخش‌های گوناگون صنایع کانی غیرفلزی، فلزی، برق، شیمیایی، خوراکی، دارویی، ماشین‌سازی، ریخته‌گری و سلولزی فعالیت دارند.

در حال حاضر علاوه بر صنایع نساجی، مهم‌ترین شاخه‌های صنعت در استان یزد عبارتند از صنایع لاستیک‌سازی، ساخت ماشین‌آلان مدرن نساجی، متالورژی، کابل‌های فیبری و نوری مخابراتی، چینی‌آلات بهداشتی، چینی ظریف، کاشی‌سازی.

صنایع دستی: استان یزد با پیشینه دیرین فرهنگی، دارای هنرهای دستی اصیل چندین هزار ساله است.

قالی‌بافی: قالی‌بافی عمده‌ترین هنر سنتی یزد می‌باشد. از تولیدات قالی دستباف استان ۵ درصد مصرف داخل استانی، ۴۵ درصد خارج از استانی و ۵۰ درصد راهی بازارهای خارج از کشور می‌شود. نقشه‌های اصیل فرش یزد به نام‌های هراتی، گل و ماهی، سردار جنگل، کرمانی و نقوش مشابه است. ۷۵ درصد فرش استان از جنس پشم و ۲۵ درصد از جنس کرک بافته می‌شود.

زیلوبافی: زیلو از زیراندازهای معروف استان یزد بوده و یکی از مناسب‌ترین و بادوام‌ترین کف‌پوش‌ها به ویژه برای مناطق کویری است. مرکز زیلو بافی استان، شهرستان میبد است که تا مدت‌ها پیش مخارج صدها خانوار از تولید آن تأمین می‌شد. قدمت زیلو بافی در این شهر به دوره پیش از اسلام می‌رسد و قدیمی‌ترین زیلو با قرن‌ها سابقه بافت هم اکنون در مسجد جامع میبد است. زیلو از نخ پنبه‌ای بافته می‌شود. در بافت آن طرح‌ها و نقش‌های شایان توجهی بکار می‌رود و رنگ‌های آن غالباً آبی و سفید است و گاهی از قرمز و نارنجی و سبز نیز استفاده می‌شود. زیلوهای مرغوب به نام زیلوی نفتال شهرت دارند و در حال حاضر بیشتر تولید زیلو به مصرف کفپوش مساجد و تکایا می‌رسد. نقش‌های زیلو به نام‌های پرت توره، زلفک، رکنه دونی (رکن‌الدین)، هشت پر کوچک و هشت پر بزرگ، بند رومی و کلید مشهورند.

شعربافی: این صنعت دارای رشته‌های مختلف است. اساس کار شعربافان دستگاه‌های چوبی است که به اقتضای نوع تولید در ابعاد مختلف طراحی و ساخته می‌شود. محصولات شعربافی متنوع و گوناگون و به شرح زیر می‌باشند:

ترمه: ترمه پارچه‌ای است در نهایت زیبایی که تار آن از ابریشم طبیعی تابیده و پودش از ابریشم، نخ، پشم و کرک رنگارنگ است. در قدیم ترمه را با دست می‌بافتند و هم از این جهت به انگشت باف هم شهرت داشت اما در حا ل حاضر تولید آن نیمه دستی است. ترمه در انواع شال چارقدی، شال بندی، شال راه راه، شال محرمات، شال اتابکی،

شال کشمیری، شال رضایی، شال امیری و شال یزدی بافته می‌شود. نقش‌های عمده ترمه، بته جقه، شاخ گوزنی، گل شاه عباسی (گل محمدی) است.

زری: زری از بافته‌های قدیمی است و قدمت آن به دوره ساسانیان می‌رسد. مراکز عمده تولید آن در گذشته اصفهان، ابیانه، یزد و کاشان بوده است. ماده اولیه آن ابریشم طبیعی و نخ زری است.

مخمل: تولید این پارچه که به طور دستباف در یزد انجام می‌شود، بافته نفیسی را به دست می‌دهد که هر بیننده‌ای را به تحسین وامی‌دارد. در بافت مخمل از ابریشم طبیعی استفاده می‌شود.

شمد: شمد نوعی پارچه نازک است که در بافت آن نخ پنبه یا ابریشم مصنوعی بکار رفته و در فصل تابستان به عنوان رواندار از آن استفاده می‌کنند. شمد اغلب دارای نقش‌های ساده به صورت چهارخانه است.

چادرشب: چادرشب نوعی دیگر از دست بافته‌هایی است که در شهرستان یزد، اردکان و بخش زارچ می‌بافند. معمولاً دو نوع چادرشب تولید می‌شود. نوع اول که نازک و منقوش است و به نام چادرشب رختخواب‌پیچ معروف است و نوع دوم که ضخامت بیشتری داشته و چادرشب صحرایی نام دارد و برای حمله علوفه و محصولات کشاورزی استفاده می‌شود و دارای نقش‌های راه راه است. تولید این بافته‌ها در ابعاد ۹۰×۹۰ است که به عنوان سفره نیز از آن استفاده می‌شود.

دستمال: دستمال یزدی در ابعاد مختلف و طرح‌های متنوع برای مصارف گوناگون تولید می‌شود. انواع این دستمال‌ها به نام‌های عشایری، ابریشمی و مرسریزه معروف است. ماده اولیه این بافته‌ها در حال حاضر ابریشم مصنوعی است.

دارایی (ایکات): دارایی از بافته‌های زیبا و ویژه یزد است. برای تهیه دارایی نخ‌های تار را قبل از بافت به روش‌های خاصی رنگ می‌کنند که به تدریج رنگ‌ها در هنگام بافت مشخص می‌شود. ماده اولیه آن در گذشته ابریشم طبیعی بوده ولی در حال حاضر ابریشم مصنوعی است.

روتختی: از دیگر فراورده‌های کارگاه‌های دستبافی، تولید انواع روتختی در ابعاد ۲۴۰×۳۰۰ سانتی‌متری است. ماده اولیه آن از ابریشم مصنوعی و پشم است.

خورجین بافی (لبافی): بافت خورجین که وسیله‌ای است برای حمل بار، از قدیم در شهرهای اشکذر و اردکان معمول بوده است. خورجین بر روی دارهای عمودی و شبیه زیلو با نقش کمتری بافته می‌شود. ماده اولیه خورجین نخ پنبه‌ای است.

جیم: جیم بافته‌ای ساده و یکرنگ مانند ارمک و کرباس است و به وسیله زنان در خانه تولید می‌شود. ماده اولیه آن نخ پنبه‌ای است و برای تهیه لباس (عمدتاً شلوار) از آن استفاده می‌شود.

پتو: تولید پتوی دستباف در بخش‌های اشکذر و خرانق به طور خانگی توسط زنان مرسوم است. ابعاد بافت، نواری است به عرض ۵۰ و طول ۲۲ متر که بعد از چهار تکه شدن به هم دوخته شده و پتو به دست می‌آید.

بقچه و لنگ: این بافته‌ها بیشتر به صورت پارچه‌های الوان و با رنگ‌های شاد در ابعاد ۱۵۰×۱۱۰ سانتی‌متر تولید می‌شود که بیشتر به مصرف بقچه و لنگ حمام می‌رسد. برای بافت لنگ غالباً از نخ پنبه‌ای استفاده می‌شود.

احرامی: پارچه احرامی با تار و پود پنبه‌ای معمولاً به ابعاد ۷۰×۱۰۰ سانتی‌متر و ۹۰×۱۲۰ سانتی‌متر تهیه می‌شود. این پارچه بیشتر مورد مصرف حجاج قرار می‌گیرد.

دندانی: دندانی یا گل خورد که به جامه زرتشتیان یزد شهرت دارد، دارای شیوه بافتی به ظاهر ساده اما پرزحمت است. شال بافی: تهیه پارچه‌ای به نام شال نیز در شهر یزد در گذشته معمول بوده که به صورت کارگاهی تولید می‌شده است. قسمت عمده مواد اولیه آن نخ پنبه‌ای است. در بسیاری از مناطق روستایی که بافندگی در آن‌ها رواج دارد، تهیه نوعی سفره مربع شکل در ابعاد ۹۰×۹۰ سانتی‌متر نیز رایج است. برای تهیه این نوع سفره از نخ پنبه‌ای کارخانه‌ای نمره ۱۰ توسط زنان به صورت خانگی و یا دستگاه چاله‌ای (با شانه ۲۰) بافته و توسط خود بافنده رنگرزی می‌شود.

روفرشی: نوعی پارچه نخ پنبه‌ای با عرض ۹۶ سانتی‌متر و به رنگ‌های سیاه و سفید یا آبی و سفید به صورت راه راه بافته می‌شود و به تناسب سطح فرش به عنوان روفرشی از آن استفاده می‌کنند. مصرف این پارچه امروزه کاهش یافته است. از دیگر فراورده‌های شعربافی یزد می‌توان به پلاس، ارمک، سجاده و کرباس اشاره کرد.

سفال و سرامیک: میبد مرکز مهم سفال و سرامیک استان یزد است که عمده فعالیت‌های سفال و سرامیک در آنجا متمرکز شده است. در اصطلاح محلی به تولیدات سفال «کواره» می‌گویند. با استفاده از منابع گل رس و با برخورداری از قرن‌ها تجربه و کارآزمودگی تولید انواع ظروف سفالی و سرامیکی در میبد رواج دارد. بخش عمده‌ای از سفالینه‌های میبد در داخل استان مصرف می‌گردد و بخشی نیز راهی بازارهای داخل کشور و خارج کشور می‌شود. سفال و سرامیک میبد با نقش‌های اصیل مرغ و ماهی و خورشید خانم، شهرت دارد. کواره‌های ساخت میبد اساساً سه گونه سفال ساده بدون لعاب، سفال لعاب‌دار و کاشی و سرامیک است.

گیوه بافی: زنان روستایی در اوقات بیکاری خود با استفاده از ابزارهای ساده، رویه گیوه می‌بافند و یا به قول خودشان می‌چینند. در مناطقی همچون تفت، مهریز، نیر، خونزا، بغدادآباد و بهاباد، هنوز فعالیت گیوه‌چینی ادامه دارد. ماده اولیه گیوه نخ پنبه‌ای است. پس از مرحله بافت، رویه بایستی به تخت دوخته شود. کار تهیه تخت و دوخت به وسیله مردان انجام می‌شود که به آن تخت‌کشی می‌گویند.

حصیربافی: حصیربافی یا بافت بوریا از قدیمی‌ترین صنایع دستی در ایران است. در استان یزد در مناطقی همچون بافق، بهاباد، مبارکه و روستای زردین اردکان بافت حصیر با استفاده از الیاف درخت خرما رواج دارد. انواع تولیدات آن‌ها شامل حصیر زیرانداز، انواع کلاه، بادبزن، جارو، سبد و پادری است.

سریشم سازی: سریشم نوعی چسب حیوانی است. برای ساخت سریشم نخست ضایعات پوست و استخوان و پیه را در ظروف بزرگی (پاتیل) می‌پزند و به صورت مایع غلیظی درآورده و پس از پهن و خشک کردن، بسته‌بندی شده و آماده مصرف می‌گردد که بیشتر به مصرف خاتم‌کاری می‌آید. مهریز از جمله مراکز تولید سریشم است.

از دیگر صنایع دستی استان یزد می‌توان به قلم‌زنی، شیشه‌گری، چرم‌سازی، موتابی و نمدمالی اشاره کرد.

معدن: تشکیلات زمین‌شناسی استان یزد ذخایر بسیار عظیم معدنی را در خود جای داده است به طوری که این استان یکی از مناطق بسیار غنی کشور از نظر ذخایر معدنی گوناگون و یکی از پرسابقه‌ترین قطب‌های معدن‌کاری و صنایع مربوط به معدن در کشور محسوب می‌شود. بزرگ‌ترین قطب‌های معدنی آهن کشور (سنگ آهن چغارت، سنگ آهن چادرملو، سنگ آهن منگنزدار ناریکان) در استان یزد قرار دارد. همچنین معادن غنی سرب و روی

مهدی‌آباد، کوشک، دره انجیر و منصورآباد و بوکسیت صدرآباد از جمله بزرگ‌ترین معادن فلزی استان و کشور به شمار می‌روند.

۱-۳-۳-زیرساخت‌ها

-راه‌های ارتباطی

بخش حمل و نقل و راه‌های ارتباطی با توجه به ویژگی‌های خود از بخش‌های زیربنایی و کلیدی در اقتصاد کشور بوده و ارتباط بسیار نزدیکی با سایر بخش‌های اقتصادی دارد، به‌گونه‌ای که عدم رشد کافی و سرمایه‌گذاری لازم در این بخش می‌تواند سایر بخش‌های اقتصادی را نیز با مشکل روبرو ساخته و از پیشرفت هماهنگ آن‌ها جلوگیری نماید. از حمل و نقل به‌عنوان زیربنای رشد و توسعه و حلقه اتصال صنایع با یکدیگر و عامل ایجاد و حفظ ارتباط بازار تولید و مصرف یاد می‌شود. نقشه راه‌های ارتباطی استان یزد در شکل ۱-۱۴ نشان داده شده است.

- **حمل و نقل جاده‌ای**

بر اساس آمار منتشر شده از سوی مرکز آمار ایران در رابطه با راه‌های تحت حوزه استحفاظی وزارت راه و ترابری در سال ۱۳۹۱، طول شبکه راه‌های جاده‌ای استان، ۳۱۶۶ کیلومتر بوده و استان یزد در مجموع ۳,۹ درصد درصد از کل راه‌های جاده‌ای کشور را به خود اختصاص داده بوده است (نمودار ۱-۲۰).

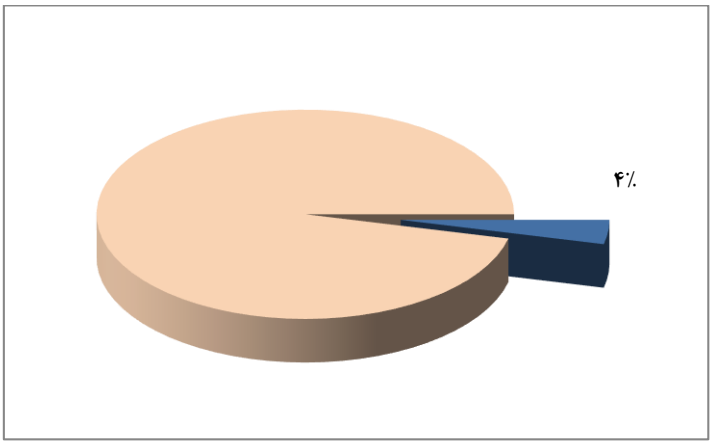
بر اساس این آمار، طول بزرگراه‌های استان ۵۵۶,۳ کیلومتر (۴,۲ درصد از بزرگراه‌های کشور) و طول راه‌های اصلی ۸۰۲,۸ کیلومتر (۳,۷ درصد از راه‌های اصلی کشور) گزارش شده است.

- **حمل و نقل ریلی**

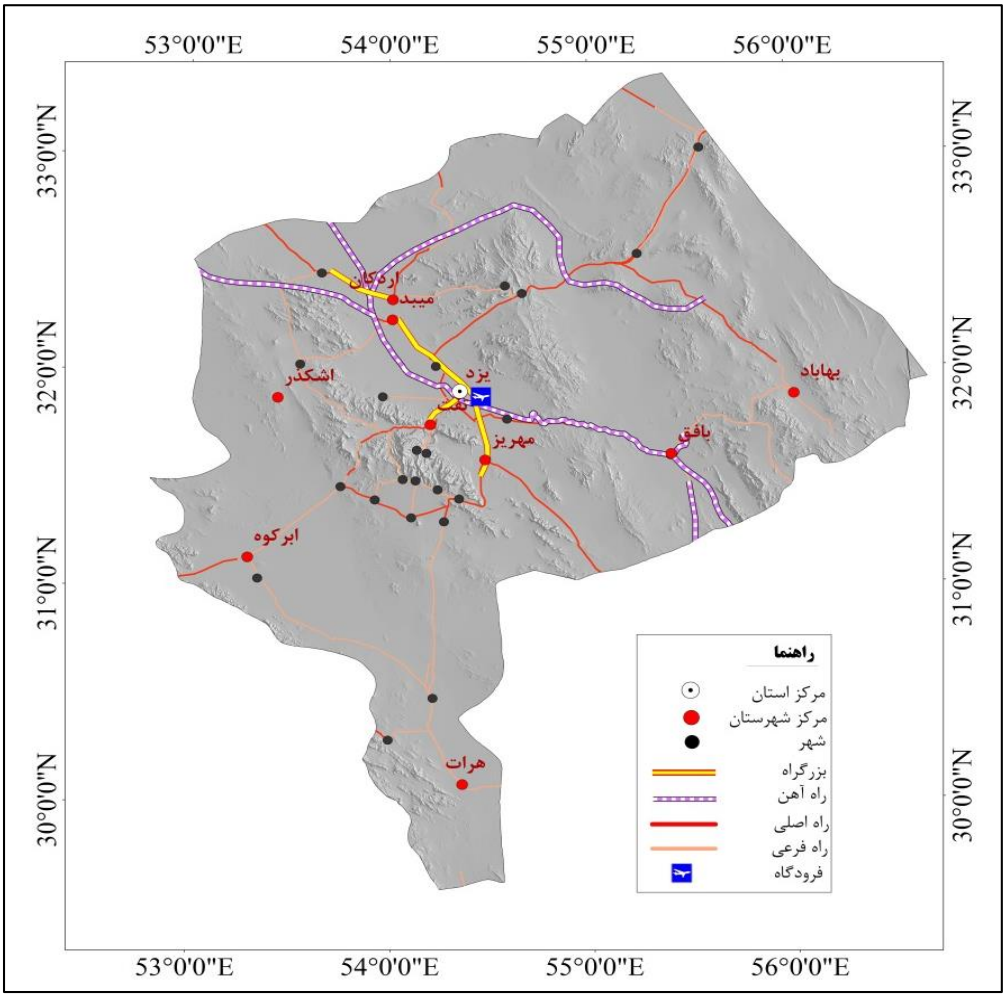
طول خطوط راه‌آهن اصلی در این استان تا سال ۱۳۹۱، ۱۶۵۶ کیلومتر بوده است که معادل ۱۶,۲ درصد از خطوط اصلی راه‌آهن کشور می‌باشد. همچنین تا سال ۱۳۹۱ طول خطوط صنعتی و تجاری راه‌آهن در استان یزد ۵۴,۶ کیلومتر بوده است که معادل ۵,۷ درصد از خط آهن صنعتی کل کشور می‌باشد.

- **حمل و نقل هوایی**

استان یزد دارای یک فرودگاه (بین‌المللی) در شهرستان یزد است.



نمودار ۱-۲۰- سهم استان یزد از کل راه‌های جاده‌ای کشور؛ (سالنامه آماری ۱۳۹۲)



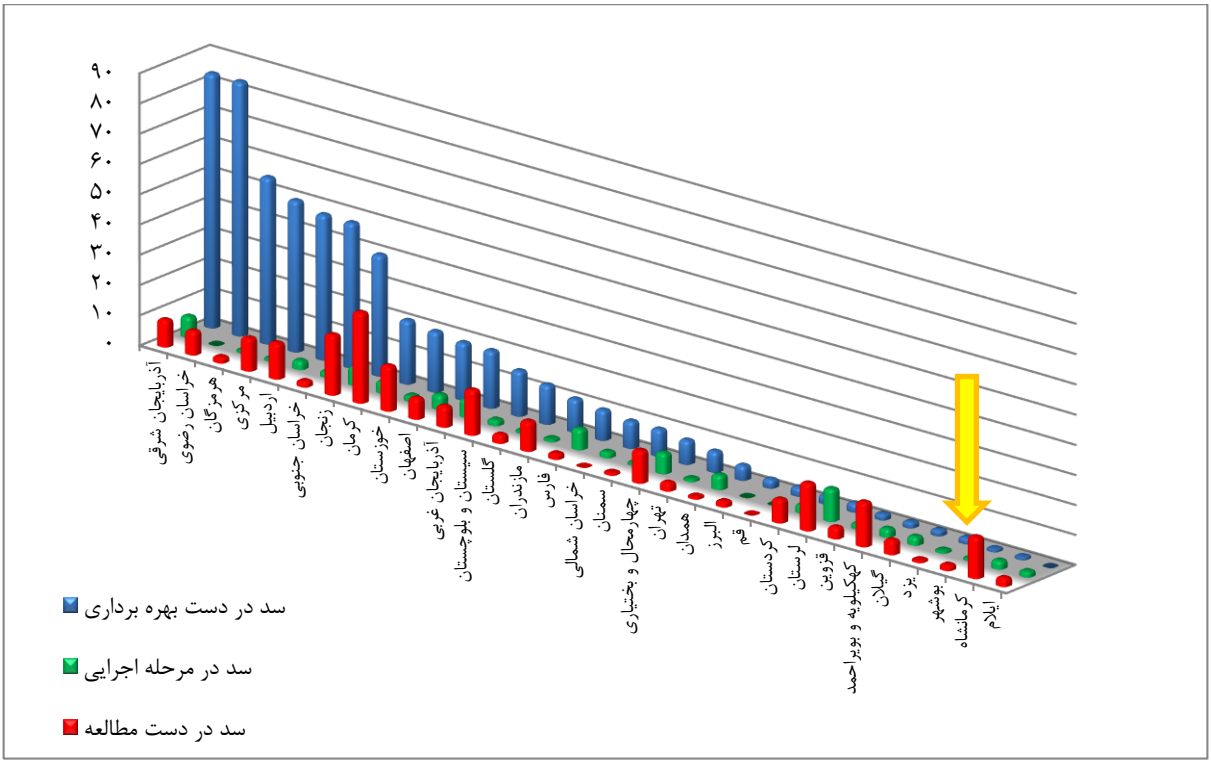
شکل ۱-۱۴- وضعیت راه‌های ارتباطی در استان یزد

- **منابع انرژی**

انرژی نقش مهم و برجسته‌ای را در اقتصاد کشورها ایفا می‌کند و در تولید کالاها و خدمات از اهمیت بالایی برخوردار است. در سطح بین‌المللی کشورهای صنعتی که مصرف کننده عمده انرژی در سطح جهان می‌باشند، برای تداوم حیات اقتصادی و تأمین قسمت عمده‌ای از احتیاجات انرژی خود به کشورهایی وابسته‌اند که در زمره تولیدکنندگان عمده انرژی قرار دارند.

- **سدها و نیروگاه‌ها**

استان یزد با دارا بودن ۲ سد در حال بهره‌برداری بعد از استان بوشهر دارای کمترین تعداد سد در بین استان‌های کشور می‌باشد (نمودار ۱-۲۱). این سدها با هدف تأمین آب کشاورزی تأسیس شده‌اند. همچنین ۱ سد در حال ساخت و ۱ سد در دست مطالعه در استان موجود می‌باشد. در **Error! Reference source not found.** اطلاعات مربوط به سدهای استان یزد آمده است.



نمودار۱-۲۱ مقایسه تعداد سدها به تفکیک استان (منبع: شرکت مطالعات منابع آب ایران)

جدول ۱-۲- خلاصه اطلاعات مربوط به سدهای استان یزد (شرکت مدیریت منابع آب ایران)

وضعیت سد	تعداد	حجم مخزن (میلیون مترمکعب)	آب قابل تنظیم سالیانه (میلیون مترمکعب)	مصرف			
				صنعت (میلیون مترمکعب)	شرب (میلیون مترمکعب)	کشاورزی (میلیون مترمکعب)	نیاز محیط زیست (میلیون مترمکعب)
در حال بهره‌برداری	۲	۷,۲۰	۱۰,۰۰				
در حال ساخت	۱	۲۳,۴۰	۱۸,۶۰			۱۸,۶۰	
در دست مطالعه	۱	۷۰,۰۰	۲۶,۰۰				

ادامه جدول ۱-۲

وضعیت سد	تعداد	سطح زیر کشت (هکتار)	اراضی توسعه (هکتار)	اراضی بهبود (هکتار)	ظرفیت نیروگاه (مگاوات)	تولید برق سالیانه (گیگاوات ساعت)
در حال	۲					

بهره‌برداری						
در حال ساخت	۱	۲۲۰۰,۰۰	۱۵۵۰,۰۰	۶۵۰,۰۰		
در دست مطالعه	۱	۹۰۰,۰۰		۹۰۰,۰۰		

- نیروگاه‌ها

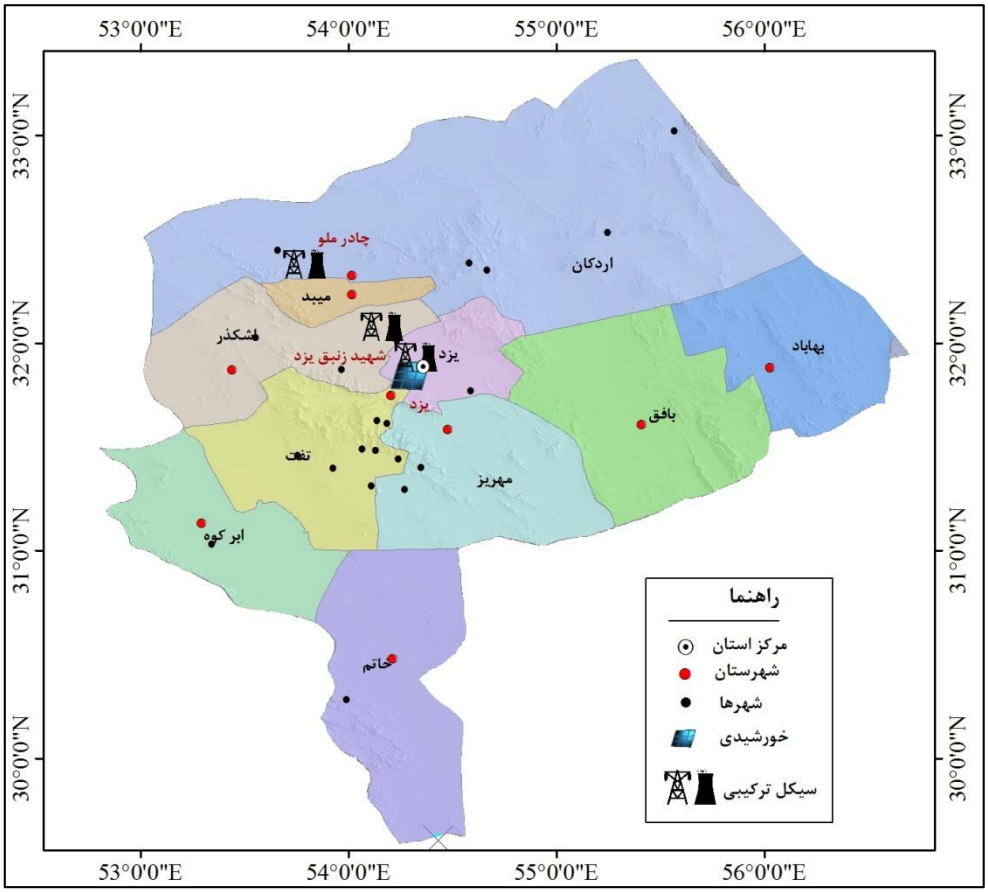
نیروگاه مجموعه‌ای از تجهیزات و تأسیساتی است که وظیفه اصلی آن تبدیل انرژی از دیگر شکل‌های آن مانند انرژی شیمیایی، انرژی هسته‌ای، انرژی پتانسیل گرانشی و غیره به انرژی الکتریکی است. از تجهیزات مورد استفاده در نیروگاه‌ها می‌توان به توربین اشاره کرد که بر اساس کارکرد آن‌ها انواع مختلفی دارد. ژنراتور و همچنین برج خنک‌کن نیز یکی از تجهیزات اساسی در یک نیروگاه می‌باشد. امروزه برای تولید برق از نیروگاه‌های مختلفی مانند نیروگاه آبی، بادی، خورشیدی، گازی، سیکل ترکیبی، تلمبه ذخیره‌ای و هسته‌ای استفاده می‌شود که هر کدام را بسته به شرایط و امکانات در دسترس مورد استفاده قرار می‌دهند.

موقعیت نیروگاه‌های استان در شکل ۱-۱۵ نشان داده شده است.

-نیروگاه سیکل ترکیبی:

نیروگاه سیکل ترکیبی چادرملو: این نیروگاه چادرملو (استان یزد، کیلومتر ۲۵ جاده اردکان- نایین، در مجاورت کارخانه گندله‌سازی اردکان)، یکی از نیروگاه‌های ایران از نوع سیکل ترکیبی با ظرفیت تولید ۴۹۲ مگاوات است که شامل ۲ واحد گازی ۱۶۶ مگاواتی و ۱ واحد بخار ۱۶۰ مگاواتی است. این نیروگاه در حال ساخت است و هنوز به بهره‌برداری نرسیده است. سوخت اصلی این نیروگاه گاز طبیعی و سوخت پشتیبان آن نفت گاز است. این نیروگاه شامل دو دستگاه بویلرِ بازیاب حرارتی با مشعل اضافی و سیستم خنک‌کن می‌باشد. نیروگاه چادرملو بیشتر به‌منظور تأمین برق کارخانه‌های گندله‌سازی اردکان و احیای فولاد شرکت معدنی و صنعتی چادرملو ساخته شده است. لازم بذکر است واحدهای گازی نیروگاه بهره‌برداری شده و واحد بخار نیز در حال تکمیل شدن است.

نیروگاه شهید زنبق یزد: این نیروگاه در ورودی شهر یزد روبروی امامزاده سید محمدجعفر در زمینی به وسعت ۵ هزار مترمربع احداث‌شده و دارای ۴ مولد گازی در مجموع به قدرت نامی ۹۷ مگاوات می‌باشد. ۲ واحد از توربین‌های گازی این نیروگاه در سال ۱۳۵۵ و ۲ واحد دیگر در سال ۱۳۵۷ نصب و راه‌اندازی گردیده‌اند. واحدهای مذکور از طریق پست ۶۳ کیلوولت شمال یزد به شبکه سراسری متصل می‌باشند. مولدهای این نیروگاه قابلیت کار با سوخت گاز و گازوئیل را دارند. این نیروگاه جهت ذخیره‌سازی گازوئیل دارای دو مخزن ۳ میلیون لیتری گازوئیل است.



شکل ۱-۱۵- نقشه نیروگاه‌های استان یزد

نیروگاه سیکل ترکیبی شیرکوه: نیروگاه سیکل ترکیبی شیرکوه یزد معروف به نیروگاه سیکل ترکیبی فراب یزد در استان یزد، شهرستان صدوق، کیلومتر ۲۶ جاده فولاد آلیاژی، یکی از نیروگاه‌های ایران از نوع سیکل ترکیبی با ظرفیت تولید ۴۸۴ مگاوات است که شامل ۲ واحد گازی ۱۶۲ مگاواتی و ۱ واحد بخار ۱۶۰ در زمینی به مساحت ۵۰ هکتار است. سوخت این نیروگاه گاز طبیعی و نفت گاز است و ولتاژ خروجی آن ۴۰۰ کیلوولت است.

نیروگاه خورشیدی یزد: این نیروگاه بخشی از نیروگاه سیکل تلفیقی یزد است که در حال حاضر دارای ۲ واحد گازی ۱۶۰ مگاواتی، ۲ واحد بخار ۱۶۰ مگاواتی، ۲ واحد گازی ۱۲۳ مگاواتی و ۲ واحد گازی ۶۸ مگاواتی می‌باشد که در مجاورت پست یزد ۲ قرار دارد. نیروگاه خورشیدی و حرارتی یزد از ترکیب سه نیروگاه گازی، بخار و خورشیدی تشکیل شده است. مجموع ظرفیت این نیروگاه در زمان بهره‌برداری و در شرایط ایزو برابر با ۳۰۸ مگاوات است.

نیروگاه خورشیدی حرارتی یزد که در نوع خود در کشور منحصر به فرد است در نزدیکی شهر یزد جای گرفته که از نظر میزان انرژی تابش خورشید جزو شهرهای مهم کشور محسوب می‌شود و ظرفیت خورشیدی آن ۱۷ مگاوات است. از ویژگی‌های بارز این نیروگاه می‌توان به راندمان بالای آن به دلیل استفاده همزمان از گاز، بخار و انرژی‌های خورشیدی و همچنین استفاده آن از انرژی‌های پاک اشاره کرد. در نیروگاه خورشیدی حرارتی یزد از توربین گاز V94.2 و بخار E Type (E30-16-1-1×6.3) استفاده شده است. همچنین انرژی برق تولید شده در این نیروگاه توسط پست و خط انتقال ۲۳۰ کیلوولت به شبکه سراسری منتقل می‌شود و ساخت این پست در حوزه کاری

کارفرمای قرارداد است. در این پروژه کارفرما سازمان توسعه برق ایران، مشاور شرکت مشانیر و پیمانکار شرکت مپنا (شرکت توسعه ۲) است و قرارداد ساخت این نیروگاه ۲۱ دی سال ۸۳ به شرکت مپنا ابلاغ شد.

- **انرژی‌های نو**
- **انرژی خورشیدی**

انرژی خورشیدی منحصربه‌فردترین منبع انرژی تجدیدپذیر در جهان است و منبع اصلی تمامی انرژی‌های موجود در زمین می‌باشد. انرژی خورشیدی به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم می‌تواند به اشکال دیگر انرژی تبدیل گردد. استفاده از انرژی خورشیدی یکی از بهترین راه‌های برق‌رسانی و تولید انرژی در مقایسه با دیگر مدل‌های انتقال انرژی به روستاها و نقاط دورافتاده در کشور ازنظر هزینه، حمل‌ونقل، نگهداری و عوامل مشابه می‌باشد.

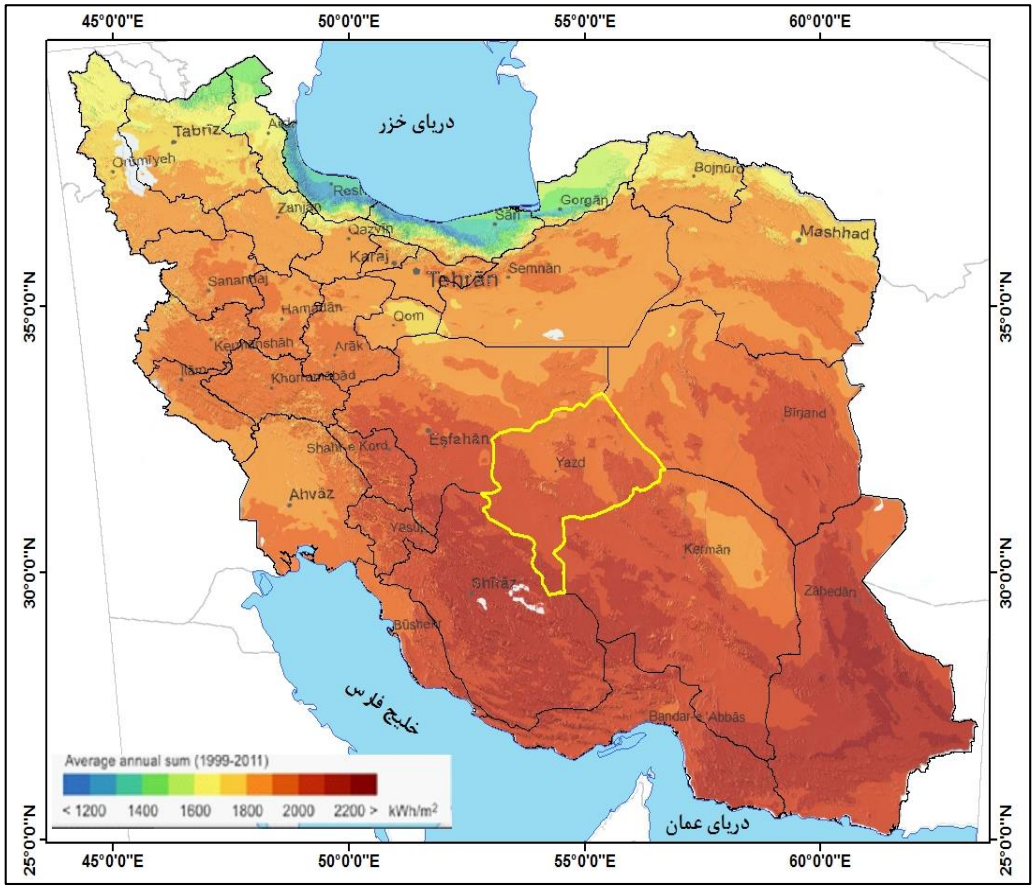
مشخصات اقلیمی کشور باعث شده تا در بیشتر فصول، هوای آفتابی و تابش بیش از ۳۳۰ روز در سال را دارا باشیم که به‌نوبه خود امکان استفاده از ماژول‌های تولید برق را میسر می‌سازد.

بر اساس داده‌های دریافتی در مناطق مستعد ایران، در روشنایی یک روز آفتابی، تابش خورشید حدود ۱۰۰۰ وات انرژی در مترمربع تولید می‌کند و اگر بتوانیم کل انرژی را جمع‌آوری کنیم، خانه، محل کار و حتی شهر خود را می‌توانیم به‌صورت رایگان روشن کنیم. به‌عنوان‌مثال قسمت کویری کشور مانند استان کرمان می‌تواند مکانی مناسب برای ایجاد نیروگاه‌های خورشیدی باشد. چنین مناطقی پتانسیل تبدیل به قطب برق خورشیدی کشور و حتی اتصال آن به شبکه سراسری را دارند. شاید این‌گونه به نظر آید که سرمایه‌گذاری اولیه برای احداث این سیستم‌ها مبلغ قابل‌توجهی است، اما باید توجه داشت که این نوع انرژی به دلیل عدم وابستگی به شبکه، نداشتن آلایندگی زیست‌محیطی، عدم نیاز به مواد مصرفی مانند آب، سوخت و غیره، هزینه نگهداری نزدیک به صفر و عدم پرداخت بهای انرژی تولیدشده، در مدت‌زمان مناسب سرمایه اولیه را جبران می‌نماید و قادر خواهد بود به‌طور مستمر سال‌ها به تولید انرژی رایگان ادامه دهد.

هزینه تولید برق از انرژی خورشیدی در ایران برای هر کیلووات ساعت ۵۰۰ تا ۱۹۰۰ ریال برآورد شده که با تسهیلات دولتی که ۵۰٪ وام بلاعوض است با هزینه تولید سایر انرژی‌ها که کمتر از ۲۰۰ ریال است همسانی می‌کند. چنانچه مساحتی معادل ۱۰۰ در۱۰۰ کیلومترمربع زمین را به ساخت نیروگاه خورشیدی فتوولتائیک اختصاص دهیم، برق تولیدی آن معادل کل تولید برق کشور در سال ۱۳۸۹ خواهد بود.

یک ژنراتور خورشیدی با ظرفیت ۲۵۰ کیلووات در شیراز وجود دارد. در استان تهران و فارس نیروگاه فتوولتائیک با ظرفیت ۲ مگاوات و ۲ کارخانه در حال ساخت در طالقان و شیراز وجود دارد.

شرکت برق آفتابی هدایت نور یزد (شهید قندی) در سال ۱۳۸۹ اقدام به راه‌اندازی یک خط تولید جدید جهت تولید پانل‌های خورشیدی با فنّاوری روز و در ابعاد و توان‌های مختلف به ظرفیت ۱۰ مگاوات در شهر یزد نمود. در نقشه شکل ۱-۱۶ موقعیت استان یزد از لحاظ میزان دریافت انرژی خورشیدی نشان داده شده است. کل ظرفیت منصوبه انرژی خورشیدی استان بر اساس فتوولتاییک حدود ۷۰۰ کیلووات می‌باشد.



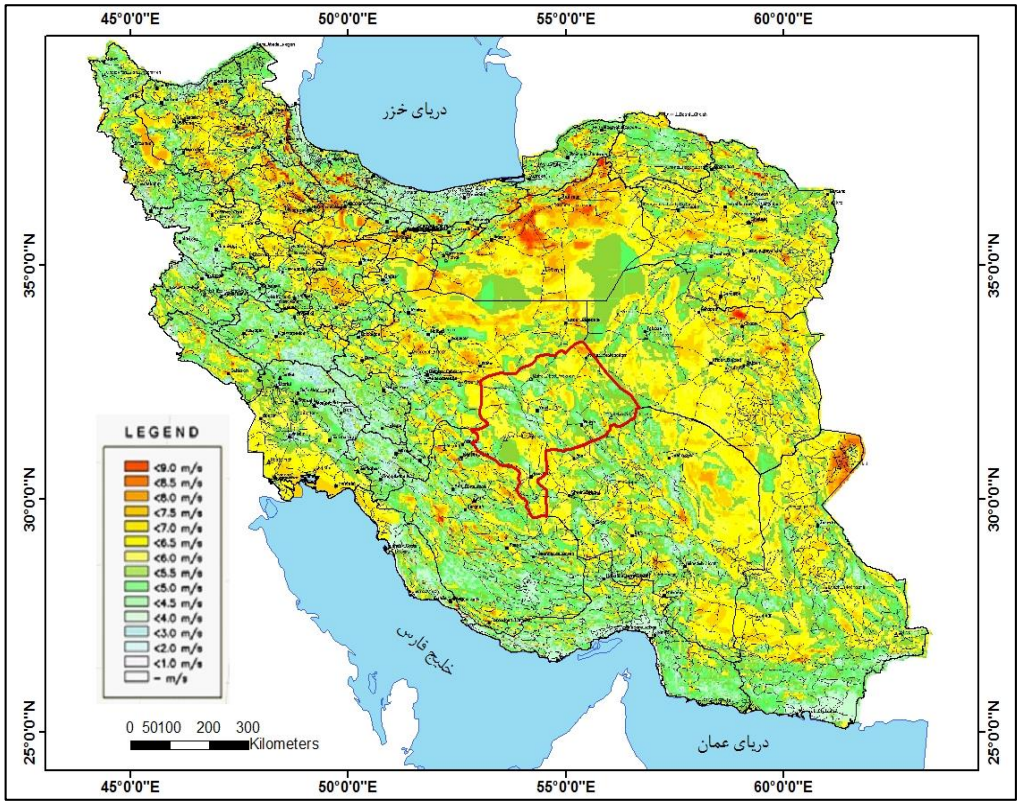
شکل ۱-۱۶- نقشه انرژی‌های خورشیدی ایران و موقعیت استان یزد در سال ۲۰۰۹

- **انرژی باد**

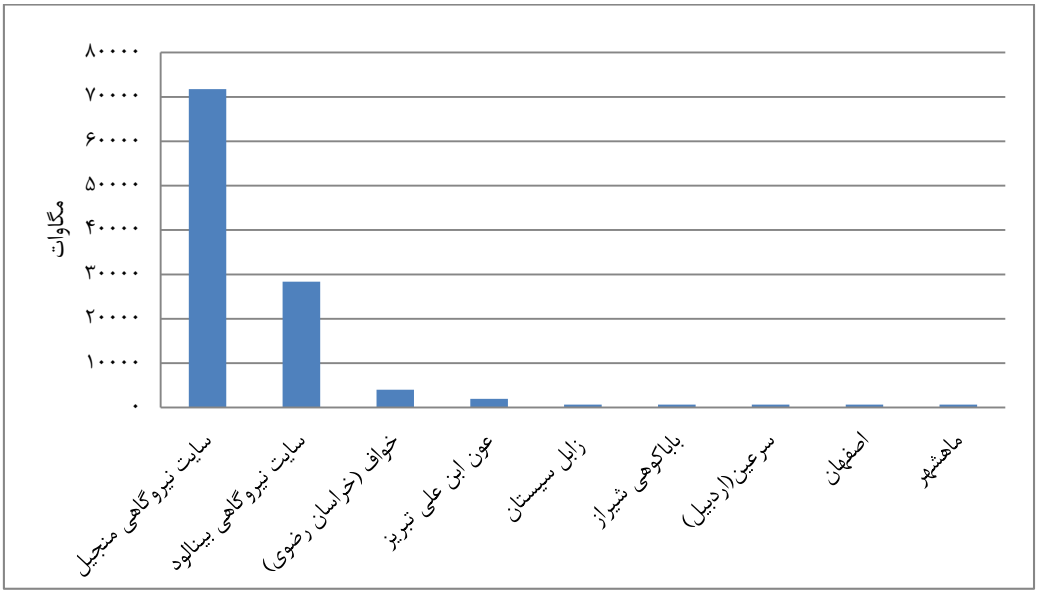
کشور ایران نیز به علت موقعیت جغرافیایی خود قابلیت دسترسی بسیار مناسب به انرژی باد دارد (شکل ۱-۱۶). از سال ۱۳۷۳ تا به حال کوشش‌هایی نیز برای احداث نیروگاه‌های برق بادی انجام‌شده که نتیجه آن احداث سایت‌های بادی در استان‌های گیلان و خراسان بوده است (نمودار ۱-۲۲).

طبق اطلس بادی تهیه شده و بر اساس اطلاعات دریافتی از ۶۰ ایستگاه در مناطق مختلف کشور، میزان ظرفیت اسمی سایت‌ها بیش از ۶۰۰۰۰ مگاوات می‌باشد. بر پایه پیش‌بینی‌های صورت گرفته، میزان انرژی قابل استحصال بادی کشور از لحاظ اقتصادی بالغ بر ۱۸۰۰۰ مگاوات تخمین زده می‌شود که مؤید پتانسیل قابل توجه کشور در زمینه احداث نیروگاه‌های بادی و همچنین اقتصادی بودن سرمایه‌گذاری در صنعت انرژی بادی می‌باشد.

در شکل ۱-۱۷ موقعیت استان یزد در اطلس بادی کشور مشخص شده است.



شکل ۱-۱۷- موقعیت استان یزد بر روی نقشه میزان سرعت وزش باد



نمودار ۱-۲۲- نمودار ظرفیت نیروگاه‌های بادی نصب شده در کشور تا سال ۱۳۹۱ (سازمان انرژی‌های نو ایران- سانا)

- **انرژی زیست‌توده**

منابع زیست‌توده به ۵ منبع مختلف و عمده شامل زباله‌ها، فاضلاب‌های صنعتی، زائدات جنگلی-کشاورزی و دامی تفکیک می‌شود. سیستم‌هایی که زیست‌توده را به انرژی قابل‌مصرف تبدیل می‌کنند، می‌توانند در ظرفیت‌های کوچک به‌صورت ماژول و ظرفیت‌های متوسط و بالا بکار روند. میزان نشر مواد آلاینده ناشی از احتراق زیست‌توده، معمولاً کمتر از سوخت‌های فسیلی است. بعلاوه استفاده و بهره‌برداری تجاری از زیست‌توده می‌تواند مشکلات مربوط

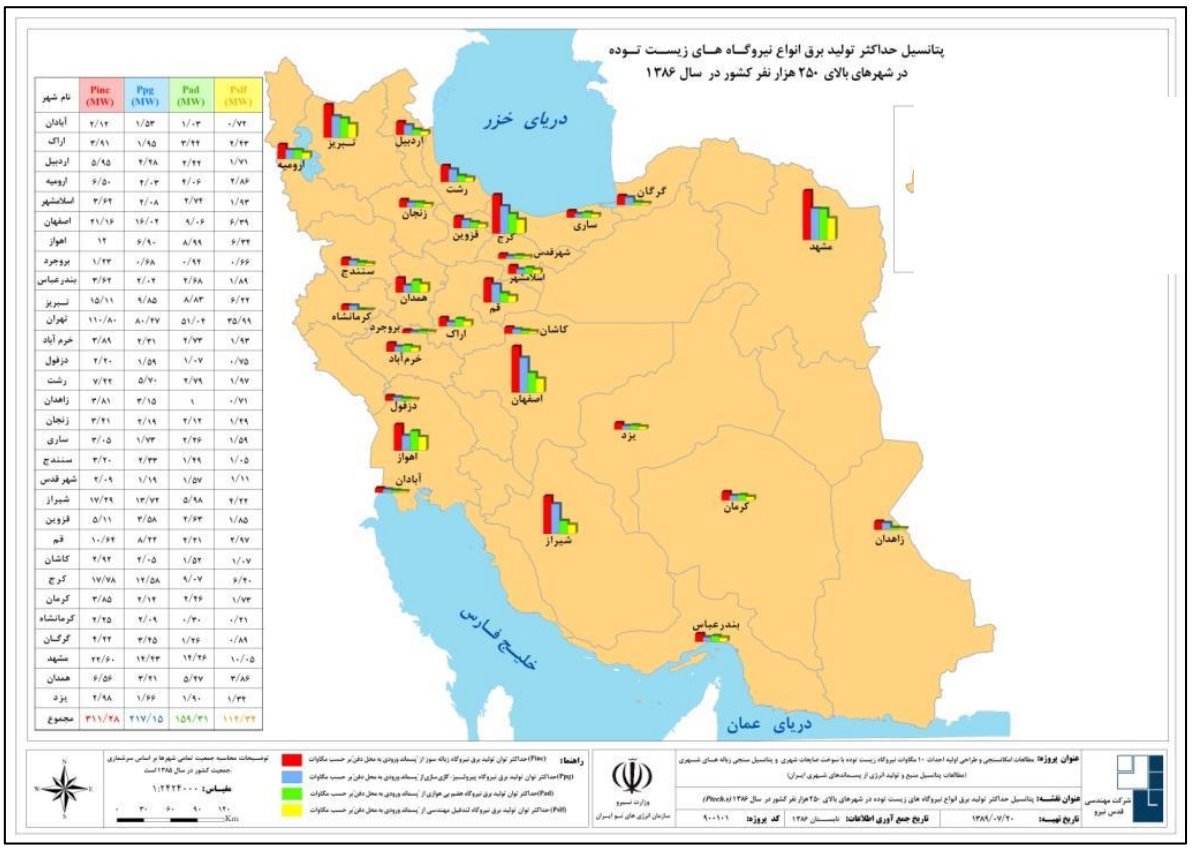
به انهدام ضایعات و زباله بخصوص ضایعات جامد شهری را حذف و یا کاهش دهد. درمجموع مزایای استفاده از این سیستم را به شرح زیر می‌توان بیان نمود:

- رفع مشکلات زیست‌محیطی حاصل از رهاسازی منابع زیست‌توده در طبیعت (آلودگی آب، خاک، هوا ، بوی نامطبوع و غیره)
- کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای به‌ویژه متان در جو (بیش از ۵۰٪ متان منتشره از این منابع می‌باشد)
- امکان تولید انرژی در محل مصرف (کاهش تلفات شبکه)
- امکان تحویل انرژی پاک به شکل جامد، مایع و گاز
- امکان تحویل انرژی به فرم برق، حرارت و سوخت خودروها و یا خوراک واحدهای پتروشیمی
- ایجاد ارزش‌افزوده و اشتغال مولد قابل‌توجه
- کمک به ارتقای بهداشت عمومی
- تولید انرژی با قابلیت دسترسی بالا

با توجه به تولید سالانه ۲۵ میلیون تن زباله شهری و صنعتی، بیش از ۵ میلیارد مترمکعب فاضلاب‌های شهری و صنعتی، بیش از ۴۰۰ میلیون تن زائدات و ضایعات کشاورزی- جنگلی و دامی در کشور امکان استفاده از انرژی زیست‌توده به‌خوبی در کشور فراهم است. در نقشه (شکل ۱-۱۸) پتانسیل پسماند ورودی به محل دفن (برحسب تن در روز) در شهرهای با جمعیت بالای ۲۵۰ هزار نفر در سال ۱۳۸۶ نشان داده شده است. محاسبه جمعیت شهرستان‌ها بر اساس نتایج سرشماری سال ۱۳۸۵ بوده است.

بر اساس مطالعات انجام‌گرفته پتانسیل حداکثر تولید برق از انواع نیروگاه‌های زیست‌توده در سال ۸۶ برای شهرهای بالاتر از ۲۵۰ هزار نفر (۳۰ شهر) بالغ بر ۸۰۰ مگاوات به تفکیک ۳۱۱ مگاوات نیروگاه زباله‌سوز، ۲۱۷ مگاوات نیروگاه پیرولیز-گازی سازی، ۱۵۹ مگاوات نیروگاه هضم بی‌هوازی و ۱۱۲ مگاوات نیروگاه لندفیل بوده است(شکل ۱-۱۹).

شکل ۱-۱۸- پتانسیل پسماند ورودی به محل دفن زباله برحسب تن در روز (۱۳۸۶)- وزارت نیرو- سازمان انرژی‌های نو



نام شهر	Pinc (MW)	Ppg (MW)	Pad (MW)	Psif (MW)
آبادان	۲/۱۲	۱/۵۳	۱/۰۳	۰/۷۲
اراک	۳/۹۱	۱/۹۵	۳/۲۲	۲/۲۳
اردبیل	۵/۹۵	۲/۲۸	۲/۲۲	۱/۷۱
ارومیه	۶/۵۰	۲/۰۳	۴/۰۶	۲/۸۶
اسلامشهر	۳/۶۲	۲/۰۸	۲/۷۴	۱/۹۳
اصفهان	۲۱/۱۶	۱۶/۰۲	۹/۰۶	۶/۳۹
اهواز	۱۲	۶/۹۰	۸/۹۹	۶/۳۲
بروجرد	۱/۲۲	۰/۶۸	۰/۹۲	۰/۶۶
بندرعباس	۳/۶۲	۲/۰۲	۲/۶۸	۱/۸۹
تبریز	۱۵/۱۱	۹/۸۵	۸/۸۳	۶/۲۲
تهران	۱۱۰/۸۰	۸۰/۲۷	۵۱/۰۲	۳۵/۹۹
خرم آباد	۳/۸۹	۲/۳۱	۲/۷۳	۱/۹۳
دزفول	۲/۲۰	۱/۵۹	۱/۰۷	۰/۷۵
رشت	۷/۲۲	۵/۷۰	۲/۷۹	۱/۹۷
زاهدان	۳/۸۱	۲/۱۵	۱	۰/۷۱
زنجان	۳/۲۱	۲/۱۹	۲/۱۲	۱/۴۹
ساری	۳/۰۵	۱/۷۳	۲/۲۶	۱/۵۹
سنندج	۳/۲۰	۲/۳۳	۱/۲۹	۱/۰۵
شهر قدس	۲/۰۹	۱/۱۹	۱/۵۷	۱/۱۱
شیراز	۱۷/۲۹	۱۳/۷۲	۵/۹۸	۴/۲۲
قزوین	۵/۱۱	۳/۵۸	۲/۶۳	۱/۸۵
قم	۱۰/۶۴	۸/۲۲	۲/۲۱	۲/۹۷
کاشان	۲/۹۲	۲/۰۵	۱/۵۲	۱/۰۷
کرج	۱۷/۷۸	۱۲/۵۸	۹/۰۷	۶/۲۰
کرمان	۳/۸۵	۲/۱۲	۲/۲۶	۱/۷۳
کرمانشاه	۲/۲۵	۲/۰۹	۰/۳۰	۰/۲۱
گرگان	۲/۲۲	۳/۲۵	۱/۲۶	۰/۸۹
مشهد	۲۲/۶۰	۱۲/۲۳	۱۲/۲۶	۱۰/۰۵
همدان	۶/۵۶	۲/۲۱	۵/۲۷	۳/۸۶
یزد	۲/۹۸	۱/۶۶	۱/۹۰	۱/۳۲
مجموع	۳۱۱/۲۸	۲۱۷/۱۵	۱۵۸/۳۱	۱۱۲/۲۲

شکل ۱-۱۹- پتانسیل حداکثر توان تولید برق نیروگاه‌های زیست‌توده (۱۳۸۶)- وزارت نیرو- سازمان انرژی‌های نو

- **انرژی زمین‌گرمایی**

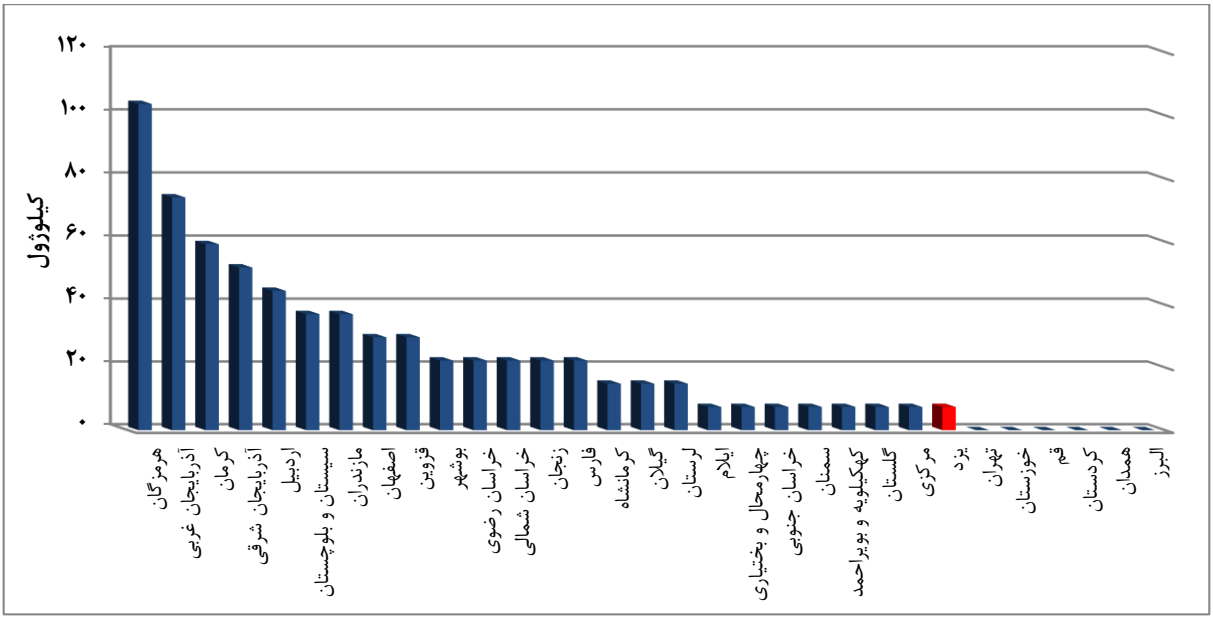
انرژی زمین‌گرمایی، انرژی موجود در عمق زمین است که از انرژی خورشیدی که در طول هزاران سال در داخل زمین ذخیره شده و همچنین فروپاشی ایزوتوپ‌های اورانیوم، توریم و پتاسیم در طی سالیان دراز در پوسته زمین و یا در اثر عوامل تکتونیکی و آتش‌فشانی جوان ناشی از حرکت صفحات تکتونیکی سرچشمه می‌گیرد و بنابراین بیشتر در نواحی زلزله‌خیز و آتش‌فشانی منطبق بر حاشیه صفحات تکتونیکی متمرکز است.

حرارت زمین به طرق مختلف ازجمله فوران آتش‌فشان، چشمه‌های آبگرم، آبفشان‌ها و گل‌فشان‌ها در اثر کاهش چگالی زمین و خاصیت رسانایی از بخش‌هایی از زمین به سطح آن هدایت می‌شود. درجه حرارت زمین با توجه به عمق آن به‌صورت غیرخطی زیاد می‌شود. انرژی حرارتی ذخیره‌شده در ۱۱ کیلومتر فوقانی پوسته زمین (با تقریب خطی هر ۱۰۰ متر ۳ درجه سانتی‌گراد) معادل پنجاه‌هزار برابر کل انرژی به‌دست‌آمده از منابع نفت و گاز شناخته‌شده امروز جهان است. انرژی زمین‌گرمایی برخلاف سایر انرژی‌های تجدیدپذیر محدود به فصل، زمان و شرایط خاصی نبوده و بدون وقفه قابل بهره‌برداری می‌باشد. همچنین قیمت تمام‌شده برق در نیروگاه‌های زمین‌گرمایی با برق تولیدی از سایر نیروگاه‌های متعارف (سوخت فسیلی) قابل رقابت بوده و حتی از انواع دیگر انرژی‌های نو به‌مراتب ارزان‌تر است.

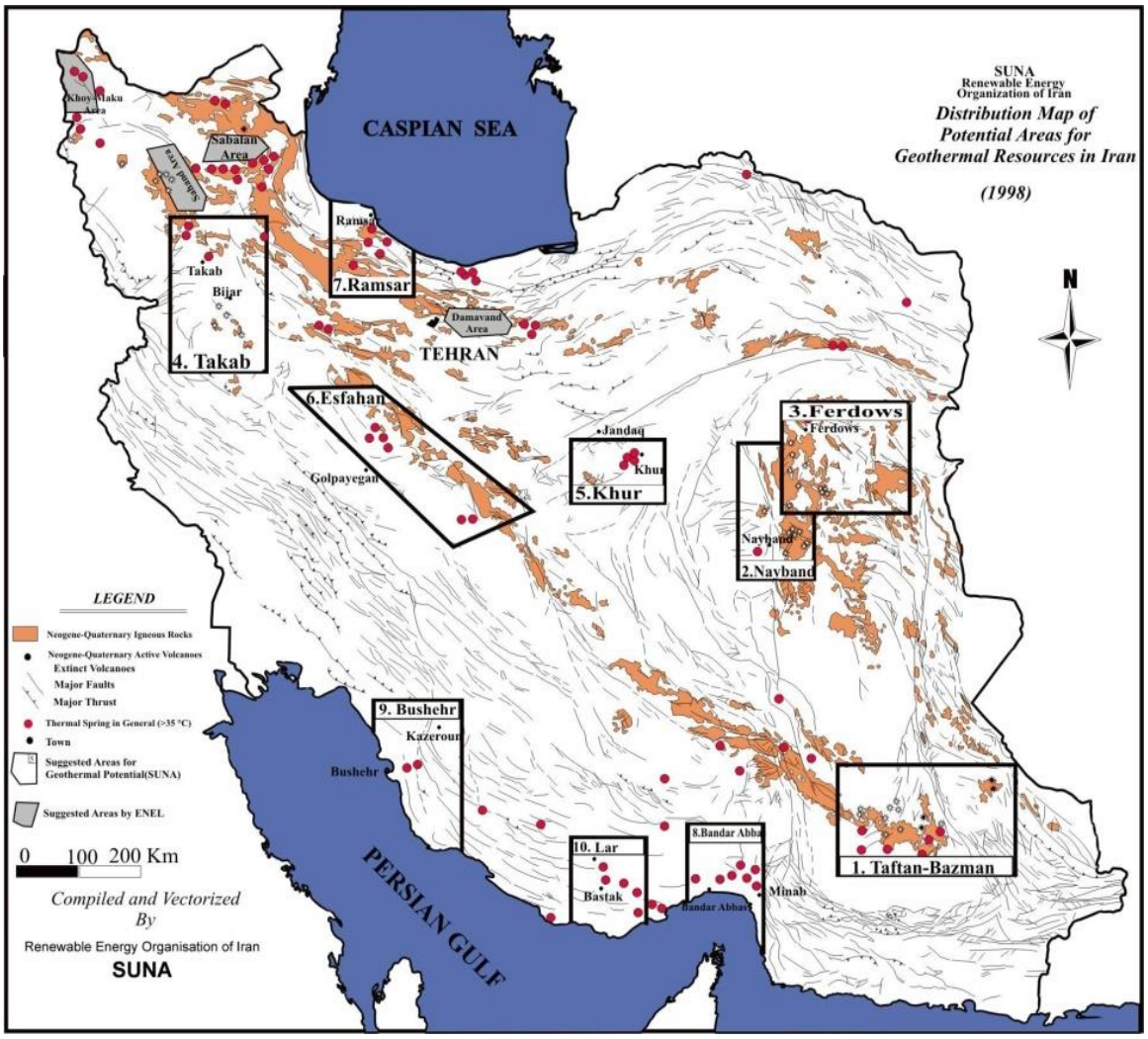
در ایران از سال ۱۳۵۴مناطق سبلان، دماوند، خوی، ماکو و سهند و در ادامه در سال ۱۳۶۱ در منطقه سبلان نواحی مشکین‌شهر، سرعین و بوشلی، در منطقه دماوند ناحیه نونال، در منطقه ماکو- خوی نواحی سیاه چشمه و قطور و در منطقه سهند پنج ناحیه کوچک‌تر جهت تمرکز فعالیت‌های فاز اکتشاف تکمیلی انتخاب شدند. نقشه پتانسیل‌های زمین‌گرمایی کشور در شکل ۱-۲۰ نشان داده شده است.

در سال ۱۳۶۹ منطقه زمین‌گرمایی مشکین‌شهر به‌عنوان اولین اولویت جهت ادامه مطالعات اکتشافی معرفی شد. در سال ۱۳۷۷ منطقه سبلان، مشکین‌شهر، سرعین و بوشلی- منطقه دماوند، ناحیه ناندل- منطقه ماکو، ناحیه سیه چشمه- منطقه خوی، ناحیه قطور- منطقه سهند- منطقه تفتان، بزمان- منطقه نایبند- منطقه بیرجند، فردوس- منطقه تکاب، هشترود- منطقه خور، بیابانک- منطقه اصفهان، محلات- منطقه رامسر- منطقه بندرعباس، میناب- منطقه بوشهر، کازرون و منطقه لار بستک مناطق با پتانسیل انرژی زمین گرمائی معرفی شدند. برای ایران قابلیت تولید برق زمین‌گرمایی با ظرفیت بیش از ۲۰۰ مگاوات، پیش‌بینی شده است. پروژه پتانسیل سنجی انرژی زمین‌گرمایی منطقه محلات در سال‌های ۷۸-۷۷ انجام شد. نمودار ۱-۲۳ پتانسیل سنجی زمین‌گرمایی استان‌های کشور را نشان می‌دهد. استان یزد در این رده‌بندی در رده آخرین استان‌ها قرار گرفته است. لازم بذکر ارقام محاسبه شده در این نمودار مربوط به قبل از جدا شدن شهرستان طبس از استان یزد می‌باشد.

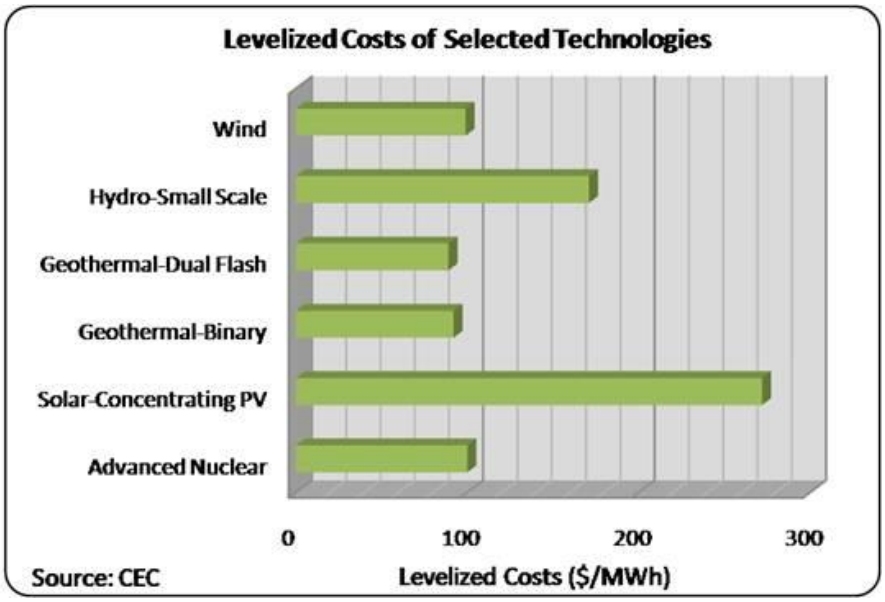
در نمودار ۱-۲۴ قیمت تمام شده انرژی‌های تجدیدپذیر با یکدیگر مقایسه شده است. لازم به ذکر است که ۳۰٪ از هزینه‌های یک نیروگاه زمین‌گرمایی مربوط به حفاری و هزینه‌های توسعه منابع بوده و ۷۰ درصد مربوط به نیروگاه می‌باشد.



نمودار ۱-۲۳- پتانسیل زمین‌گرمایی کشور به تفکیک استان‌ها و موقعیت استان یزد



شکل ۱-۲۰- نقشه پتانسیل زمین‌گرمایی کشور



نمودار ۱-۲۴- مقایسه قیمت تمام‌شده برق نیروگاه‌های زمین‌گرمایی با سایر گزینه‌ها

-شهرک‌ها و نواحی صنعتی

شرکت شهرک‌های صنعتی استان یزد در تاریخ ۱۶ بهمن ماه ۱۳۶۴ تأسیس شد و هم‌اکنون به عنوان یکی از شرکت‌های زیرمجموعه سازمان صنایع کوچک و شرکت های صنعتی ایران با تحت پوشش داشتن ۱۴ شهرک صنعتی مصوب، ۱ منطقه ویژه اقتصادی و ۱۵ ناحیه تحویلی از وزارت جهاد کشاورزی به فعالیت خود ادامه می‌دهد. موقعیت شرکت‌ها و نواحی صنعتی استان در شکل ۱-۲۱ و اطلاعات مربوط به آنها در جدول ۱-۳ آمده است (شرکت شهرک‌ها و نواحی صنعتی استان یزد). این شرکت وظیفه آماده‌سازی، تأمین، ایجاد و توسعه زیرساخت‌های صنعتی استان در قالب شهرک‌ها و نواحی صنعتی، مجتمع‌های کارگاهی، شهرک‌های فناوری و کسب و کار و سازماندهی، حمایت، هدایت و پشتیبانی از صنایع کوچک (کمتر از ۵۰ نفر) را بر عهده دارد.

جدول ۱۰-۳ ویژگی شهرک‌ها و نواحی صنعتی در حال بهره‌برداری استان

ردیف	نام شهرک/ناحیه صنعتی	مساحت	زمین صنعتی	تعداد اشتغال
۱	شهرک صنعتی ابرکوه	۹۰	۶۹	۸۵
۲	شهرک صنعتی اردکان	۳۴۹	۲۰۸	۹۹۱
۳	شهرک صنعتی یزد	۶۸۶	۴۹۰	۱۱۱۴۱
۴	شهرک صنعتی تفت ۱	۴۳	۳۱	۷۸۱
۵	شهرک صنعتی تفت ۲	۴۳۹	۱۵۰	۲۹
۶	شهرک صنعتی یزدمهر	۶۹۱	۱۱۲	_
۷	شهرک صنعتی جهان آباد میبد	۴۳۵	۳۲۰	۴۲۹۳
۸	شهرک صنعتی صدوق	۷۸۳	۲۲۴	_
۹	شهرک صنعتی مهریز	۳۰۰	۲۳۶	۱۵۹۳
۱۰	شهرک صنعتی میبد۲	۵۰۳	۱۶۰	_
۱۱	شهرک صنعتی بافق	۱۰۰	۷۸	۲۷۰

ردیف	نام شهرک/ناحیه صنعتی	مساحت	زمین صنعتی	تعداد اشتغال
۱۲	شهرک صنعتی فولاد	۱۰۰۰	۲۹۲	۶.۵
۱	ناحیه صنعتی ابرکوه	۷۳	۵۱	۳۰۱
۲	ناحیه صنعتی عقدا	۲۹	۲۴	۱۱
۳	ناحیه صنعتی بهاباد	۳۴	۳۰	۱۸
۴	ناحیه صنعتی بهادران	۱۰	۷	۱۰
۵	ناحیه صنعتی بهمن	۷۱	۴۹	۲۳
۶	ناحیه صنعتی حسن آباد میبد	۹	۶	۶۰
۷	ناحیه صنعتی هرات	۷۹	۵۷	۱۲۰
۸	ناحیه صنعتی مروست	۵۰	۳۵	۴۷
۹	ناحیه صنعتی مبارکه	۲۴	۱۷	۲۰۴
۱۰	ناحیه صنعتی پیشکوه	۹	۶	۷۳
۱۱	ناحیه صنعتی پشتکوه	۲۶	۱۸	۵۳
۱۲	ناحیه صنعتی رستاق	۳۰	۲۳	_
۱۳	ناحیه صنعتی سریشم	۲۵	۱۹	_
۱۴	ناحیه صنعتی شمس آباد	۵۰	۳۵	۳۸

شکل ۱-۲۱- موقعیت شهرک‌ها و نواحی صنعتی مستقر در استان یزد (شرکت شهرک‌ها و نواحی صنعتی استان یزد)

-منطقه ویژه اقتصادی یزد:

منطقه ویژه اقتصادی یزد در سال ۱۳۷۹ توسط شواریعالی مناطق آزاد تجاری - صنعتی در مساحتی به میزان ۵۷۰ هکتار در ۱۰ کیلومتری شهر یزد مورد تصویب قرار گرفته و "شرکت شهرک‌های صنعتی استان یزد" بعنوان سازمان مسئول منطقه یاد شده تعیین گردید. با فراهم شدن امکانات سخت افزاری و نرم افزاری لازم گمرک منطقه ویژه در شهریور ماه ۱۳۸۶ رسماً مورد بهره‌برداری قرار گرفت. گستره فعالیت منطقه در سه بخش صنعت، تجارت و خدمات می‌باشد. تاکنون ۳۹ مورد قرارداد با واحدهای صنعتی منعقد شده و در امر تجارت امور مربوط به واردات و صادرات کالاهای تجاری و بخش صنعت در منطقه انجام می‌گیرد. فاصله زمینی منطقه با تهران و بندر شهیدرجایی حدود ۷۰۰ ، اصفهان ۳۰۰ ، شیراز ۴۵۰ و کرمان ۴۰۰ کیلومتر است.

موقعیت استراتژیک این منطقه فرصت بسیار مناسبی را جهت جهش اقتصادی آن فراهم نموده است. از جمله مهمترین مزایای این منطقه می‌توان موارد زیر را برشمرد:

- مجاورت با مرکز استان
- مجاورت با فرودگاه بین‌المللی یزد
- مجاورت با جاده دوبانده ترانزیت تهران- بندرعباس
- مجاورت با خطوط راه آهن سراسری
- قرارگرفتن در مرکز کشور و در کریدورهای (شمال-جنوب) و (شرق-غرب)
- مجاورت با شهرک صنعتی یزد
- توانمندی استان به عنوان یکی از قطب‌های صنعتی و معدنی کشور
- دارای موقعیت خاص ژئوپلیتیکی به عنوان محور پایدار امنیت ملی

برخی از اهداف قانونی منطقه ویژه اقتصادی یزد عبارتند از:

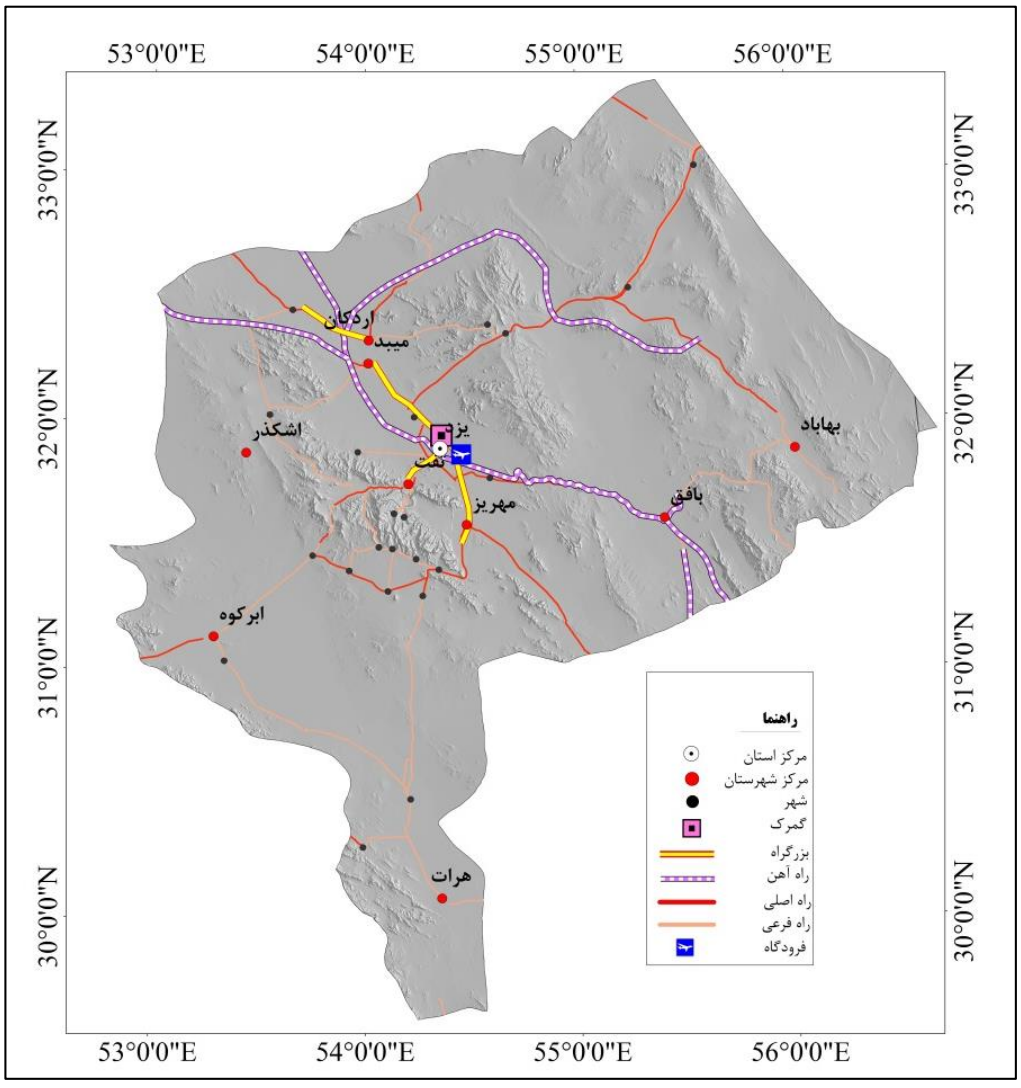
- توسعه صادرات و ورود به بازارهای رقابتی جهانی، از طریق کاهش هزینه‌های تولید
- بهره‌گیری از امکانات جهانی جهت رشد و تحرک اقتصاد ملی و منطقه‌ای
- ارائه تسهیلات قانونی جهت واردات و صادرات کالاهای تجاری و صنعتی
- گسترش صنعت ترانزیت، صادرات مجدد و انتقال کالا (ترانشیب)
- جلب و تشویق سرمایه‌گذاری داخلی و خارجی و ایجاد اشتغال مولد

-گمرکات استان

قرار گرفتن استان یزد در مرکز کشور و بر سر راه کریدور بین‌المللی، راه‌های مواصلاتی و راه‌آهن‌های شمال- جنوب و خاور- باختر کشور موجب شده است تا این استان قابلیت تبدیل شدن به مرکز ملی بارانداز، تخلیه، بارگیری و توزیع کالا با توجه به موقعیت خاص ژئواستراتژیک و ژئوپولیتکی کشور را دارا باشد.

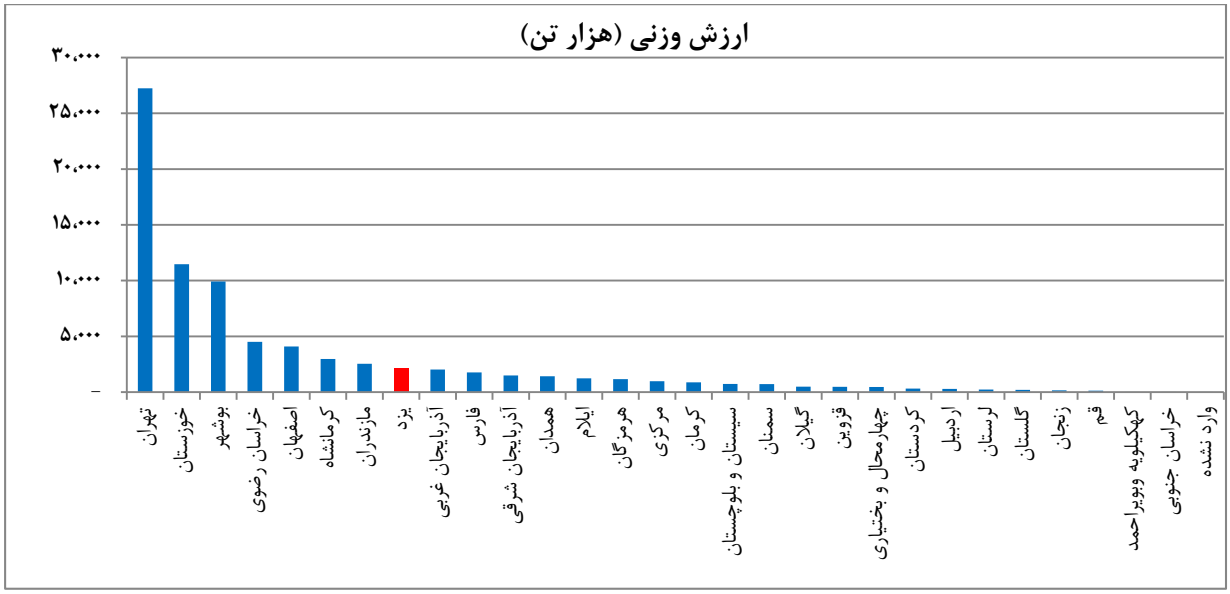
کالاهای صادر شده از گمرک استان یزد شامل انواع کابل‌های مخابراتی، کاشی و سرامیک و پسته و مغز پسته و ... است که از طریق گمرک یزد و منطقه اقتصادی ویژه یزد صادرات آنها صورت می‌گیرد.

در سال ۱۳۹۱ عمده کالاهای صادراتی استان یزد را کاشی با ۴۰ درصد ارزش کل صادرات، قیر نفت با ۱۰ درصد، پسته و مغز پسته با ۵ درصد، تابلوی برق با ۴ درصد، کابل مخابراتی با ۴ درصد و فرومولیبدن با ۳ درصد تشکیل داده است. این کالاها به۵۷ کشور جهان صادر شده است که عمده‌ترین آنها عراق با سهم ۴۳ درصد، پاکستان با ۱۶ درصد ، افغانستان با ۱۴ درصد، هلند با ۵ درصد، منطقه ویژه اقتصادی پارس با ۴ درصد، و سوریه با ۳ درصد بوده-اند. موقعیت گمرکات استان یزد در شکل ۱-۲۲ نمایش داده شده است.

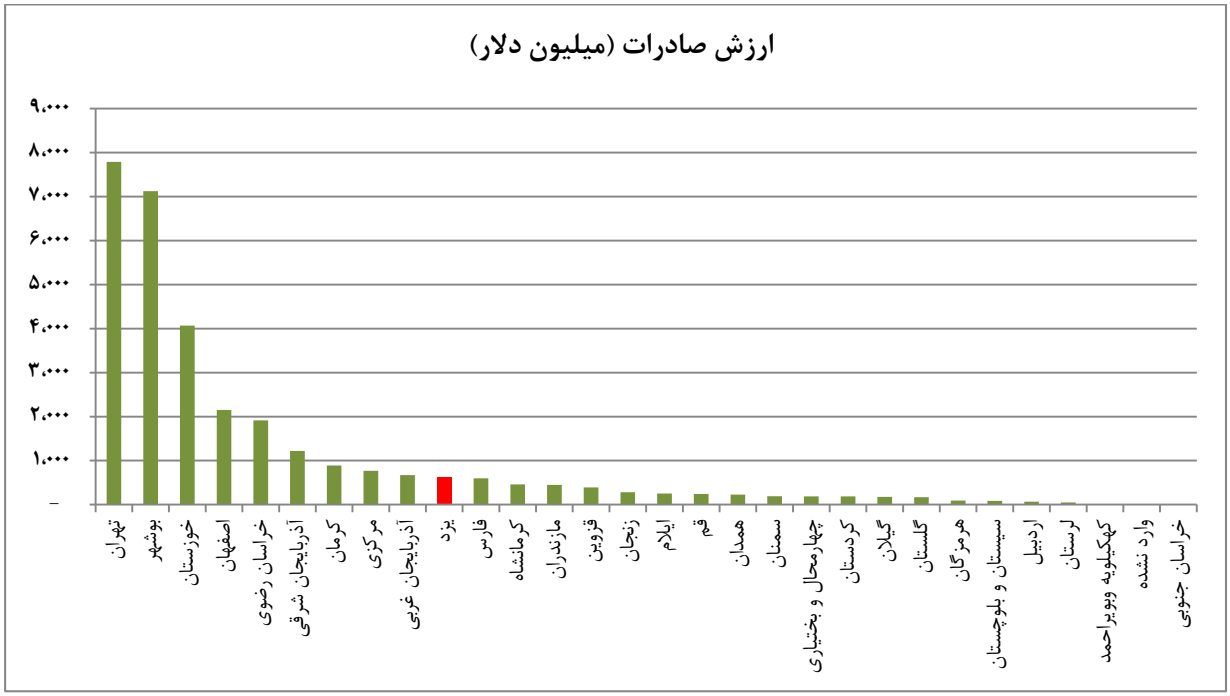


شکل ۱-۲۲- موقعیت گمرک استان یزد

در سال ۱۳۹۲ حدود ۲ میلیون تن کالا به ارزش ۶۳۳ میلیون دلار از طریق گمرکات استان یزد به خارج از کشور صادر گردیده است. استان یزد در این سال از لحاظ وزن و ارزش صادرات به ترتیب دارای رتبه ۸ و ۱۰ در بین استان‌های کشور بوده است (نمودار ۱-۲۵ و نمودار ۱-۲۶).



نمودار۱-۲۵- ارزش وزنی صادرات در یزد نسبت به سایر استان‌ها- ۱۳۹۲



نمودار۱-۲۶- ارزش (دلاری) صادرات در استان یزد نسبت به سایر استان‌ها- ۱۳۹۲

فصل دوم

وضعیت زمین‌شناسی و معدن استان

در ترسیم نقشه راه توسعه معدنی یک منطقه، شناخت ویژگی‌های زمین‌شناسی و بررسی استعدادها و قابلیت‌های آن در تشکیل انواع گوناگون ذخایر معدنی گامی اولیه و اساسی خواهد بود. در این راستا تهیه و تکمیل بانک اطلاعات زمین‌شناسی و اکتشاف پیش فرض شروع زنجیره فعالیت‌های معدنی است.

زنجیره‌ی فعالیت‌های معدنی از اکتشاف آغاز و با کانه‌آرایی و تبدیل مواد معدنی به محصول به پایان می‌رسد که این زنجیره در درون خود شامل حلقه‌های مختلفی است. در این بخش پس از اشاره به وضعیت استان یزد از لحاظ میزان تکمیل اطلاعات پایه، چرخه فعالیت‌های معدنی استان در قالب چهار مرحله ویژگی‌های زمین‌شناسی، اکتشاف، استخراج، فرآوری و توسعه صنایع معدنی (به عنوان صنایع پایین دستی معدن) مورد توجه قرار گرفته است.

در کنار ویژگی‌های طبیعی یک منطقه، توجه به ایجاد زیرساخت‌های مورد نیاز عامل مهمی در تکمیل و تسریع روند رشد می‌باشد. از این رو در پایان این فصل به بررسی برخی از مهم‌ترین زیرساخت‌های مورد نیاز توسعه در بخش معدن اشاره شده است.

۱-۲-اطلاعات پایه زمین‌شناسی و اکتشاف

تهیه و تکمیل اطلاعات پایه و تهیه بانک جامع اطلاعات معادن در واقع به عنوان اولین حلقه در چرخه انجام مطالعات زمین شناسی و اکتشاف مطرح می‌باشد. بطوریکه عدم توجه کافی و به موقع به این بخش آثار منفی خود را در تمام حلقه‌های پایین دستی این چرخه به جای خواهد گذاشت و بهره‌وری دیگر بخش‌ها نیز دچار مشکل خواهد نمود. از این رو بخش مهمی از سرمایه‌گذاری در بخش معدن شامل سرمایه‌گذاری در بخش تهیه اطلاعات پایه می‌باشد که باید بخشی از آن توسط دولت و بخش دیگر توسط بخش خصوصی صورت می‌گیرد. بررسی وضعیت این بخش در برخی از کشورهای منتخب و مقایسه آن با ایران اهمیت توجه به این بخش را آشکارتر خواهد نمود.

بررسی وضعیت کشورهای استرالیا، آفریقای جنوبی و کانادا نشان می‌دهد که هزینه انجام شده در تهیه اطلاعات پایه زمین شناسی در سال ۲۰۰۹ به ترتیب ۱/۱۸، ۱/۰۲، ۰/۹۷ میلیارد دلار بوده است در حالی که این رقم در ایران حدود ۱۰۰ میلیون دلار برآورد می‌گردد. نکته حایز اهمیت این است که در کشورهای مورد بررسی، اکثر مناطق دارای پتانسیل‌های معدنی، دارای اطلاعات پایه در سال‌های قبل بوده و در طول سالیان متمادی نیز دولت‌ها در جهت تکمیل اطلاعات لازم اقدام نموده‌اند.

اطلاعات‌پایه زمین‌شناسی و اکتشاف در سطح استان در دو مقیاس ناحیه‌ای و منطقه‌ای تهیه شده است:

- مقیاس ناحیه‌ای (نقشه‌های زمین‌شناسی، ژئوشیمی، دورسنجی و ژئوفیزیک)
- مقیاس منطقه‌ای (گزارش‌های زمین‌شناسی اقتصادی، طرح‌های اکتشافی، نقشه‌های بیست‌وپنج هزارم و. ..)

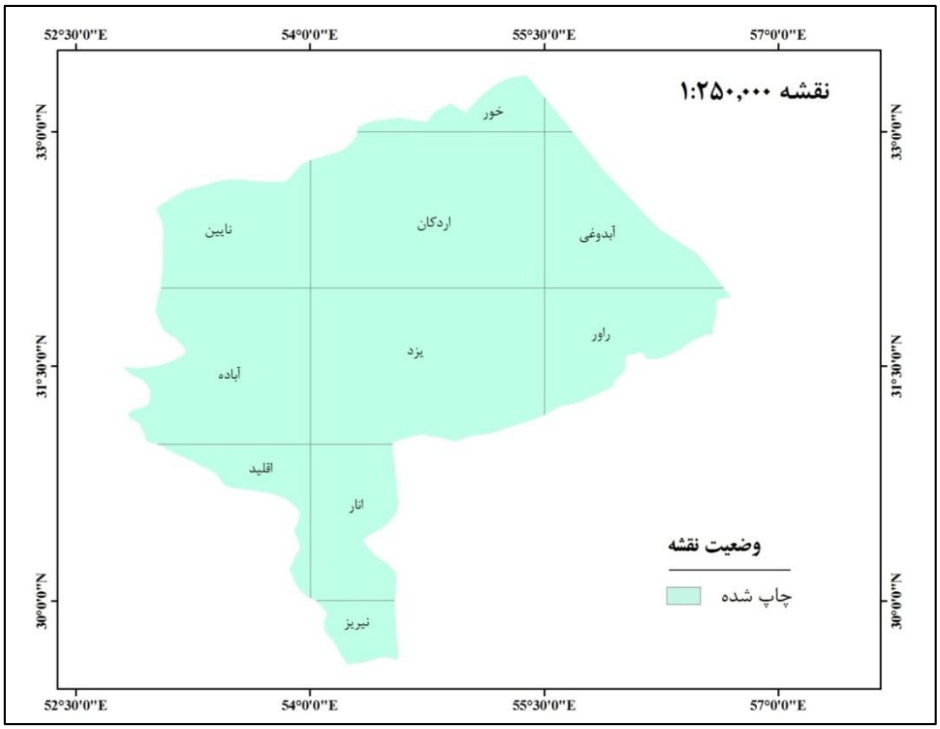
۱-۲-۱-مقیاس ناحیه‌ای

-نقشه‌های زمین‌شناسی در مقیاس ۱:۲۵۰,۰۰۰

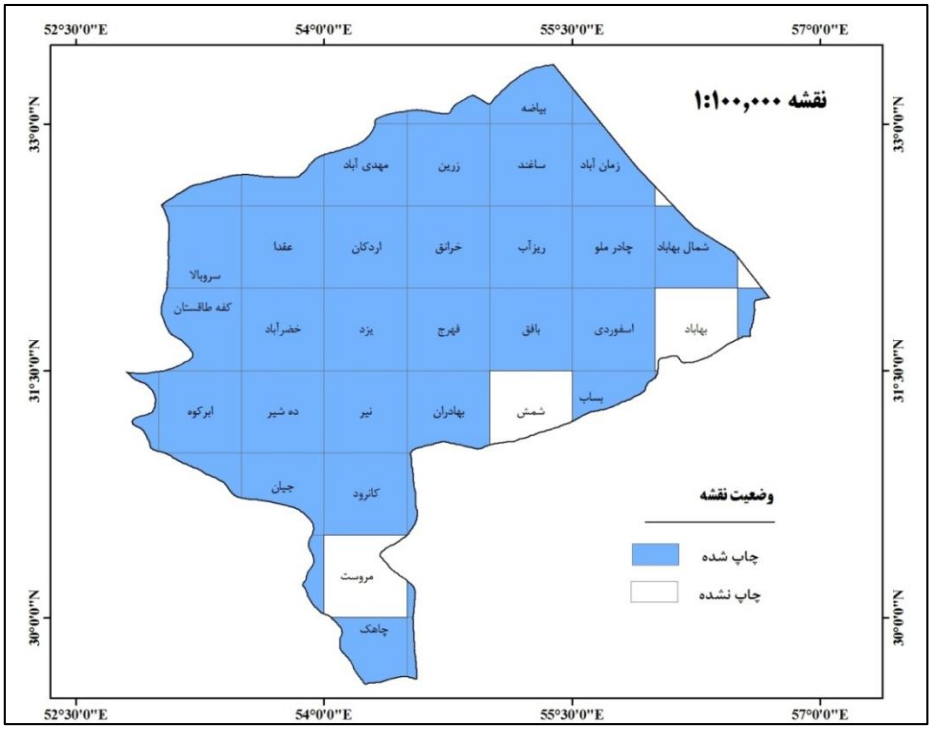
محدوده استان یزد توسط ۱۰ نقشه زمین‌شناسی تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی در مقیاس ۱:۲۵۰,۰۰۰ پوشش یافته است. فرآیند تهیه این نقشه‌ها تکمیل شده و تمامی آن‌ها به چاپ رسیده است (شکل ۲-۱).

-نقشه‌های زمین‌شناسی در مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰

در استان یزد نقشه‌های زمین‌شناسی در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ تهیه شده‌اند و این نقشه‌ها به‌صورت اطلاعات‌پایه زمینه‌ساز مطالعات اکتشافی و سایر برنامه‌های عمرانی می‌باشند. نقشه‌های ۱:۱۰۰۰۰۰ در استان حدود ۴۵ برگ نقشه جداگانه است که پاره‌ای از آن‌ها با استان‌های هم‌جوار مشترک‌اند. از این تعداد ۴۰ ورقه آن تکمیل و چاپ شده است (شکل ۲-۲).



شکل ۲-۱- وضعیت نقشه‌های زمین‌شناسی تهیه شده در مقیاس ۱:۲۵۰،۰۰۰



شکل ۲-۲- وضعیت نقشه‌های زمین‌شناسی تهیه‌شده در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰

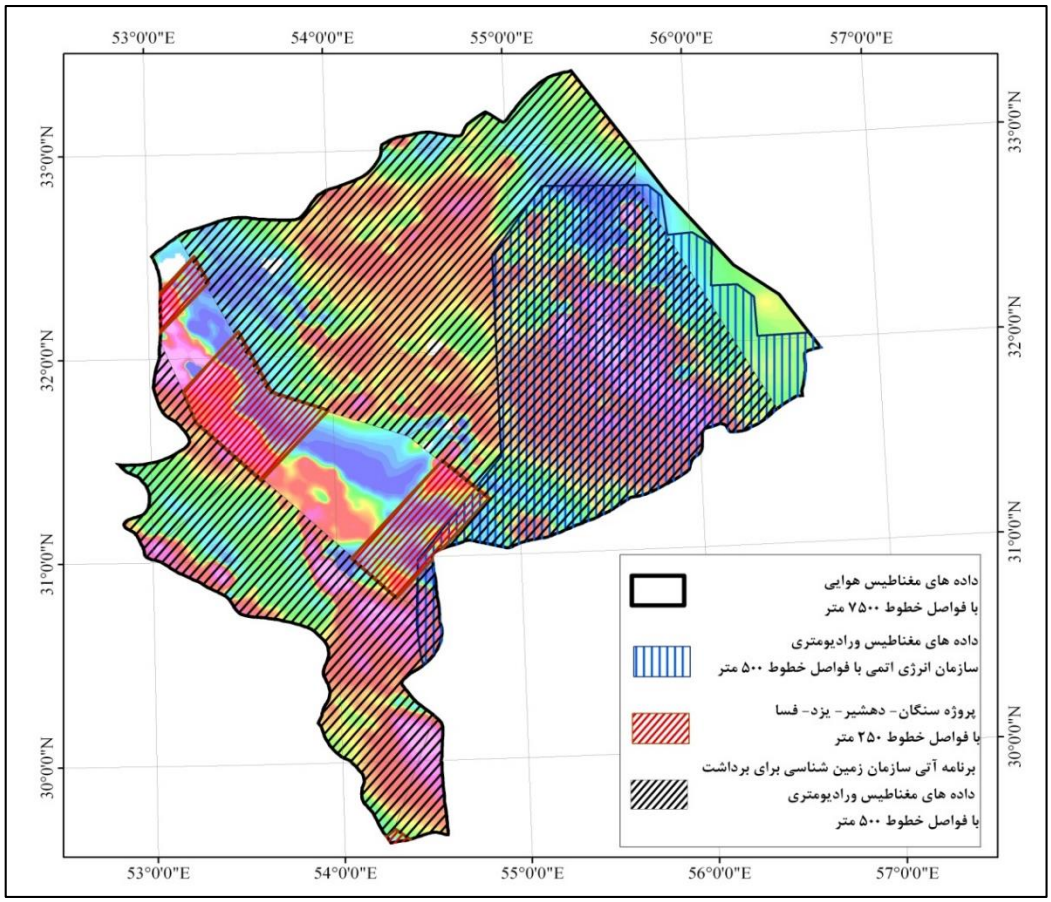
-ژئوفیزیک هوایی

داده‌های ژئوفیزیک هوایی در زمره مهم‌ترین اطلاعات پایه‌ای هستند که در شاخه‌های گوناگون علوم زمین ازجمله زمین‌شناسی، اکتشاف مواد معدنی، اکتشاف هیدروکربن‌ها، بررسی‌های محیط‌زیستی، مخاطرات، زمین‌شناختی و ... کاربرد دارد. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور از سال ۱۳۸۱ اقدام به ایجاد تشکیلاتی در این زمینه نموده پس از کسب تجربه درزمینه برداشت و تفسیر داده‌ها و نیز خرید تجهیزات ژئوفیزیک هوایی و بالگرد مناسب تاکنون حدود ۱۶۰ هزار کیلومتر خطی برداشت در استان‌های مختلف انجام داده است.

نظر به وسعت زیاد کشور و نیز تنوع موادمعدنی آن از یک‌سو و نیز وجود کانسارهای بزرگ شناخته‌شده در مقیاس جهانی و احتمال دستیابی به ذخایر بزرگ دیگری از این نوع برداشت این داده‌ها به‌صورت پوشش سراسری از مهم‌ترین اولویت‌ها به‌ویژه برای اکتشاف ذخایر پنهان است. بنابراین برداشت‌های مغناطیسی و رادیومتری به میزان ۲،۰۰۰،۰۰۰ کیلومتر خطی در مرحله اول پیش‌بینی می‌شود.

ذکر این نکته ضروری است که در بیشتر کشورها برداشت‌های سراسری ژئوفیزیک هوایی در سال‌های گذشته انجام‌شده و با پیشرفت فناوری و استفاده از روش‌های جدید در مناطق دارای پتانسیل برداشت‌ها را به‌طور مجدد تکرار خواهند کرد.

در شکل ۲- ۳ مرز داده‌های ژئوفیزیکی برداشت شده در استان و نیز برنامه آتی سازمان زمین‌شناسی برای پروازهای مغناطیسی و رادیومتری با طول پرواز ۵۰۰ متر نمایش داده شده است.



شکل ۲-۳- برداشت‌های ژئوفیزیک هوایی انجام شده در استان یزد

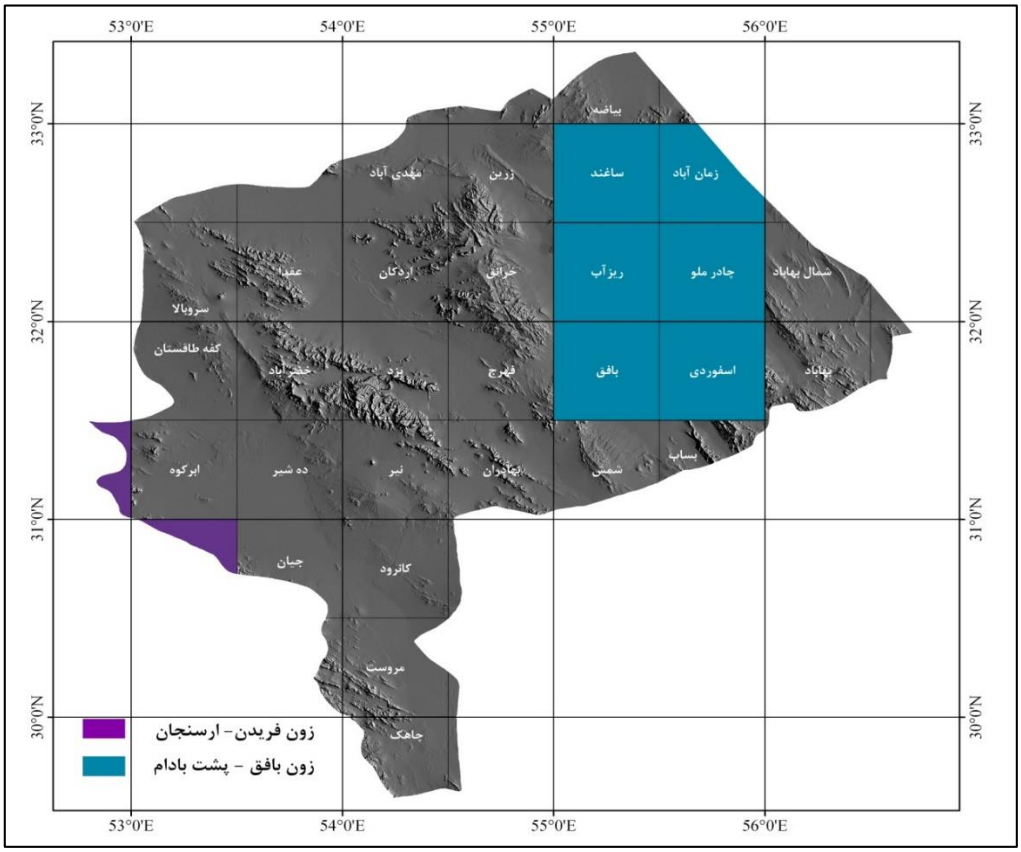
کل سطح استان یزد در سال‌های ۱۳۵۶-۱۳۵۴با داده‌های مغناطیس با فواصل خطوط ۷۵۰۰ متر برای سازمان زمین‌شناسی پوشش داده شده است که البته این داده‌ها فقط دیدی کلی در مورد ساختارها و پی‌سنگ منطقه ارائه می‌کنند.

برداشت داده‌های ژئوفیزیک هوایی با فواصل خطوط ۵۰۰ متر توسط سازمان انرژی اتمی در نیمه شرقی استان انجام شده است.

-زون‌های اکتشافی

ویژگی‌های زمین‌شناسی به‌ویژه در برداشتن دو پهنه ساختاری- رسوبی ایران مرکزی و زاگرس (به‌ویژه ایران مرکزی) سبب گردیده تا تکاپوی آتش‌فشانی و جای‌گیری توده‌های نفوذی در این استان در خور توجه باشد. پدیده‌های یادشده که به‌طور عموم حاصل اشتقاق و تصادم ورق‌های قاره‌ای است موجب فرآیندهای دگرسانی و کانی‌سازی به مقدار زیاد گردیده و لذا انجام بررسی‌های اکتشافی در استان یزد همواره از اولویت برخوردار بوده است. از این رو حجم عملیات اکتشافی انجام‌شده در این استان به‌طور نسبی زیاد و پر بار است که حاصل آن کشف ذخایری از آهن (بیشترین ذخایر آهن ایران)، اورانیوم، مس، سرب، روی و غیره می‌باشد.

زون‌های اکتشافی فردوس- خوسف و فریدن- ارسنجان قسمت‌هایی از استان یزد را پوشش داده‌اند. موقعیت این زون‌ها در شکل ۲-۴ نمایش داده شده است.



شکل ۲-۴- موقعیت زون‌های ۲۰ گانه اکتشافی در استان یزد

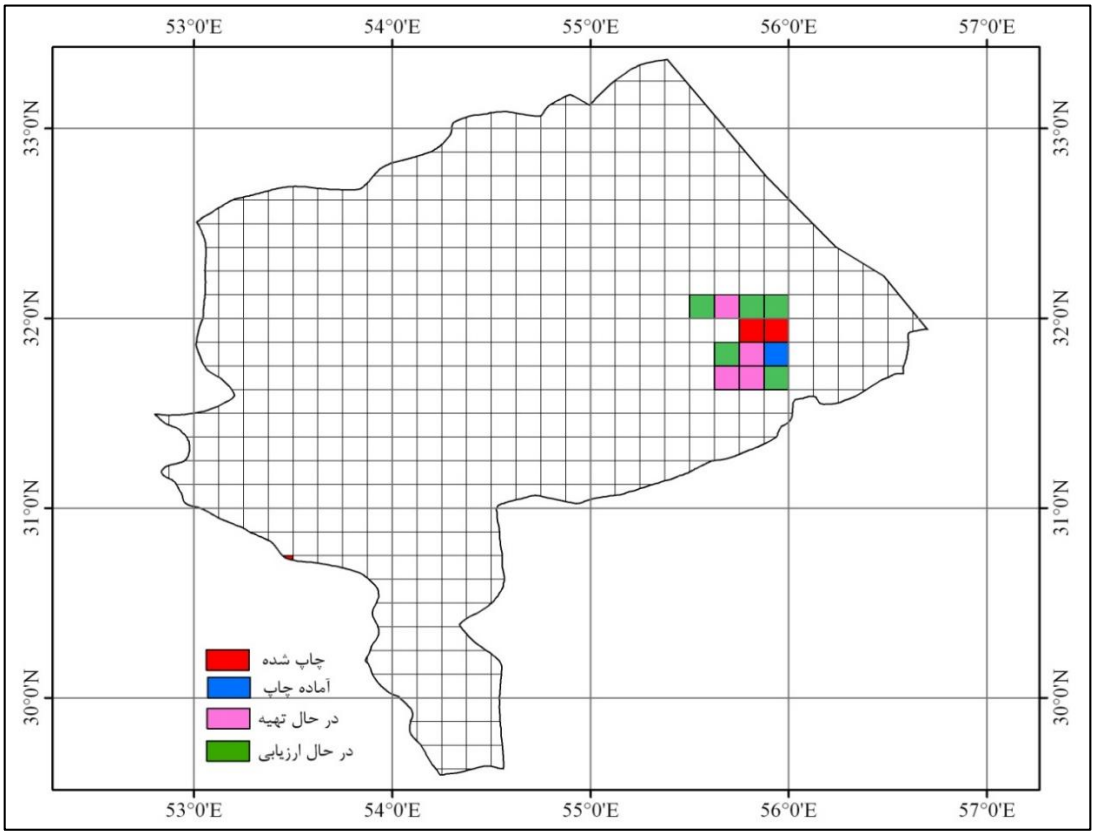
بنیان بررسی‌های اکتشافی ناحیه‌ای مطابق آخرین روش‌های اکتشافی متداول شامل تهیه ۵ لایه اطلاعاتی زمین‌شناسی، ژئوفیزیک هوایی، بررسی‌های تصاویر ماهواره‌ای و لایه زمین‌شناسی اقتصادی است که در مقیاس یکصدهزارم انجام می‌گیرد و پس از این مرحله تلفیق اطلاعات ۵ لایه مذکور در سیستم GIS و معرفی مناطق امید بخش معدنی برای مراحل بعدی اکتشاف صورت می‌گیرد. این تلفیق منجر به ایجاد زون‌های ۲۰ گانه اکتشافی در سراسر کشور شده است.

۱-۲-۲-مقیاس منطقه‌ای

اکتشافات موضوعی خاص یک ماده معدنی است که بر اساس توان موجود در استان و همچنین نیاز مبرم صنایع داخلی و یا صادرات مواد معدنی صورت می‌گیرد. مطالعات زمین‌شناسی و اکتشافی انجام شده در استان یزد در راستای شناخت خاصه‌های زمین‌شناسی ویژه توان معدنی به شرح زیر است:

-نقشه‌های زمین‌شناسی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰

پس از مشخص شدن نواحی امیدبخش معدنی جهت ادامه عملیات اکتشافی در حد نیمه تفصیلی و تفصیلی نیاز به تهیه نقشه‌های با مقیاس کوچک می‌باشد. در راستای تحقق این هدف سازمان زمین‌شناسی به‌عنوان متولی امر، اقدام به تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ در سطح کشور نموده است. سطح استان یزد را حدود ۵۰۹ برگه پوشش می‌دهد که در این بین ۲ شیت چاپ شده، ۱ شیت آماده چاپ، ۴ شیت در حال تهیه و ۵ شیت در حال ارزیابی است (شکل ۲-۵).



شکل ۲-۵- وضعیت نقشه‌های زمین‌شناسی تهیه‌شده در مقیاس ۱:۲۵،۰۰۰

-اکتشافات موضوعی

اکتشافات موضوعی خاص یک ماده معدنی است که بر اساس توان موجود در استان و همچنین نیاز مبرم صنایع داخلی و یا صادرات مواد معدنی صورت می‌گیرد. به لحاظ فراوانی مواد معدنی، اکتشافات موضوعی انجام‌شده در استان یزد در خور توجه است که در انجام آن سازمان صنایع و معادن استان، سازمان زمین‌شناسی، شرکت‌های اکتشافی دولتی و همچنین بخش غیردولتی فعالیت و همکاری داشته‌اند.

پاره‌ای از اکتشافات موضوعی انجام‌شده فراتر از مرحله شناسایی و پی‌جوئی است که از آن جمله می‌توان به اکتشافات تفصیلی بعضی از ذخایر آهن استان اشاره کرد که تا مرحله مطالعات برآوردهای فنی و اقتصادی پیش رفته‌اند و حاصل آن راه‌اندازی صنایع معدنی بوده است. در جدول ۲-۱ برخی از طرح‌های اکتشافی مواد معدنی در استان یزد و محل اختصاص هزینه‌ها آورده شده است.

جدول ۲۰-۱ طرح‌های اکتشافی مواد معدنی در استان و محل اختصاص هزینه‌ها

ردیف	عنوان طرح	سال
۱	پروژه معادن شواز قنبر زمستان و غیاث آباد در قالب یک طرح	۱۳۶۲
۲	اکتشاف تفصیلی خاک سرخ و چینی	۱۳۶۳
۳	تکمیل و اکتشافات تفصیلی خاک سرخ و سیلیس و اکتشاف نیمه تفصیلی فلدسپات استان	۱۳۶۴
۴	تهیه دفترچه مشخصات معادن و پتانسیل‌یابی مواد معدنی	۱۳۶۵
۵	اکتشافات نیمه تفصیلی خاک صنعتی- کائولن و فلدسپات یزد	۱۳۶۶
۶	تهیه دفترچه مشخصات معادن و پتانسیل‌یابی مواد معدنی	۱۳۶۶
۷	تهیه دفترچه مشخصات معادن و پتانسیل‌یابی مواد معدنی	۱۳۶۷
۸	تهیه دفترچه مشخصات معادن و پتانسیل‌یابی مواد معدنی	۱۳۶۸
۹	پی چویی مواد معدنی در سطح استان یزد	۱۳۶۹
۱۰	اکتشاف مقدماتی ماسه سیلیسی نیر	۱۳۷۰
۱۱	پی چویی مواد معدنی در سطح استان یزد	۱۳۷۰

ردیف	عنوان طرح	سال
۱۲	طرح اکتشاف مقدماتی زاج سیاه ساغند	۱۳۷۰
۱۳	اکتشاف مقدماتی سنگ‌آهن یزد- منطقه باغ میمون	۱۳۷۰
۱۴	اکتشاف مقدماتی ماسه سیلیسی نیر	۱۳۷۱
۱۵	طرح اکتشاف مقدماتی زاج سیاه ساغند	۱۳۷۱
۱۶	پی چویی مواد معدنی در سطح استان یزد	۱۳۷۲
۱۷	اکتشاف مقدماتی سنگ‌آهک سورک	-
۱۸	پی چویی مواد معدنی در سطح استان یزد	۱۳۷۲
۱۹	پتانسیل‌یابی نمک‌های صنعتی در کویر مرکزی ایران	۱۳۷۳
۲۰	پی چویی موادم عدنی در سطح استان یزد	۱۳۷۳
۲۱	پی‌جویی و اکتشاف مقدماتی مواد معدنی در سطح استان یزد	۱۳۷۴
۲۲	پی‌جویی و اکتشاف مقدماتی مواد معدنی در سطح استان یزد	۱۳۷۵
۲۳	پی‌جویی و اکتشاف مقدماتی مواد معدنی در سطح استان یزد	۱۳۷۶
۲۴	پی‌جویی و اکتشاف مقدماتی مواد معدنی در سطح استان یزد	۱۳۷۷
۲۵	پی‌جویی و اکتشاف مقدماتی مواد معدنی در سطح استان یزد	۱۳۷۸
۲۶	اکتشاف ژئوشیمیایی در ۲ برگ ۱:۱۰۰،۰۰۰ آریز و چادرملو	۱۳۷۹
۲۷	پی‌جویی مونازیت در سطح رسوبات آبرفتی جنوب مروست	۱۳۷۹
۲۸	اکتشاف نیمه تفصیلی کمپلکس‌های فلزی در ندوشن یزد (فاز ۱)	۱۳۷۹
۲۹	طرح اکتشاف سرب و روی طبس	۱۳۷۸

همچنین عناوین پاره‌ای از طرح‌های اکتشافات موضوعی انجام شده در استان یزد عبارت است از:

ادامه اکتشافات مربوط به آنومالی آهن به دلیل ذخایر بالای این ماده معدنی در استان توسط شرکت ملی فولاد تهیه و اجرا می‌گردد.

- اکتشاف مس در دشت لوت بهاباد
- اکتشاف مس جلگه بهاباد
- اکتشاف کمپلکس‌های فلزی شمال باختر تپه مورگاریس
- اکتشاف کمپلکس‌های فلزی پهنه آمیزه رنگین کوه سبز خوشاب و پهنه سنگ‌های ولکانیک ائوسن صدرآباد ندوشن
- اکتشاف کمپلکس‌های کوه برنج
- ادامه اکتشاف کمپلکس‌های فلزی منطقه ندوشن
- اکتشاف خاک‌های آلومین‌دار بهاباد
- اکتشاف املاح تبخیری با اولویت پتاس در شهرستان بافق
- بررسی‌های ژئوشیمیایی، سنگ‌شناسی و متالوژی کانسارهای سرب و روی کرتاسه زیرین در منطقه مهدی‌آباد یزد (۱۳۶۹).
- پروژه اکتشاف با استفاده از تکنیک‌های دورسنجی یزد- تفت (۱۳۷۷)
- گزارش زمین‌شناسی و اکتشافات مقدماتی سنگ‌آهک یزد، منطقه باغ میمون (۱۳۷۷).
- گزارش اکتشافی مقدماتی و نقشه زمین‌شناسی- معدنی سنگ‌آهن سورک- ندوشن به مقیاس ۱:۲۰،۰۰۰و ۱:۵،۰۰۰ (۱۳۷۲)
- گزارش اکتشافات تکمیلی مس علی‌آباد- دره زرشک (۱۳۷۶)
- اولویت‌های منابع معدنی بوکسیت کشور (۱۳۷۷)
- اکتشاف نیمه تفصیلی آندالوزیت میشدوان بافق (۱۳۷۸)
- گزارش مطالعه و تعیین ذخیره پهنه باریتین معدن مهدی‌آباد یزد (۱۳۷۴)
- گزارش برآورد حجم عملیات اکتشافی در پلیت 2B, 2A، چک چک و خمیسان (۱۳۷۴)
- بررسی‌های دورسنجی به‌منظور پی‌جوئی رسوبات زغال دار در محدوده چهارگوش آبدوغی (۱۳۷۹)
- پی‌جوئی و اکتشاف کمپلکس‌های فلزی ساغند (۱۳۸۰)
- گزارش اکتشاف مقدماتی خاک‌های صنعتی(فلدسپات) بافق-بهاباد (۱۳۷۸)
- گزارش اکتشاف مقدماتی خاک‌های صنعتی منطقه بافق-بهاباد (زریگان، ۱۳۸۰)
- طرح اکتشاف نیمه تفصیلی سیلیس (۱۳۷۸)
- پیوست نقشه‌های گزارش نهایی زیر پروژه اکتشاف نیمه تفصیلی آندالوزیت میشدوان بافق (۱۳۷۸)
- گزارش نهایی پی‌جوئی و اکتشاف معدن سرب و روی چک چکلو (۱۳۸۰)

- گزارش تکمیلی تخمین ذخیره قابل استحصال آندالوزیت در میشدوان بافق (۱۳۷۸)
- گزارش سرب و روی مهدی‌آباد یزد (۱۳۷۳)
- گزارش انجام عملیات صحرائی طرح مطالعات و عملیات پی‌جوئی اکتشافات بوکسیت بوهمیتی واقع در البرز و ایران مرکزی (۱۳۸۰)
- طرح پتانسیل‌یابی نمک‌های صنعتی در کویر مرکزی ایران (گزارش نهایی فاز یک مطالعات پتانسیل‌یابی نمک‌های صنعتی در کویر مرکزی ایران) (۱۳۷۲)
- تعیین بازیابی آلومینا از بوکسیت مناطق پلیت 2A ,2B، چک چک و کال جعفر آقا (۱۳۷۸)
- سیمای معادن و صنایع معدنی استان یزد (۱۳۷۸)

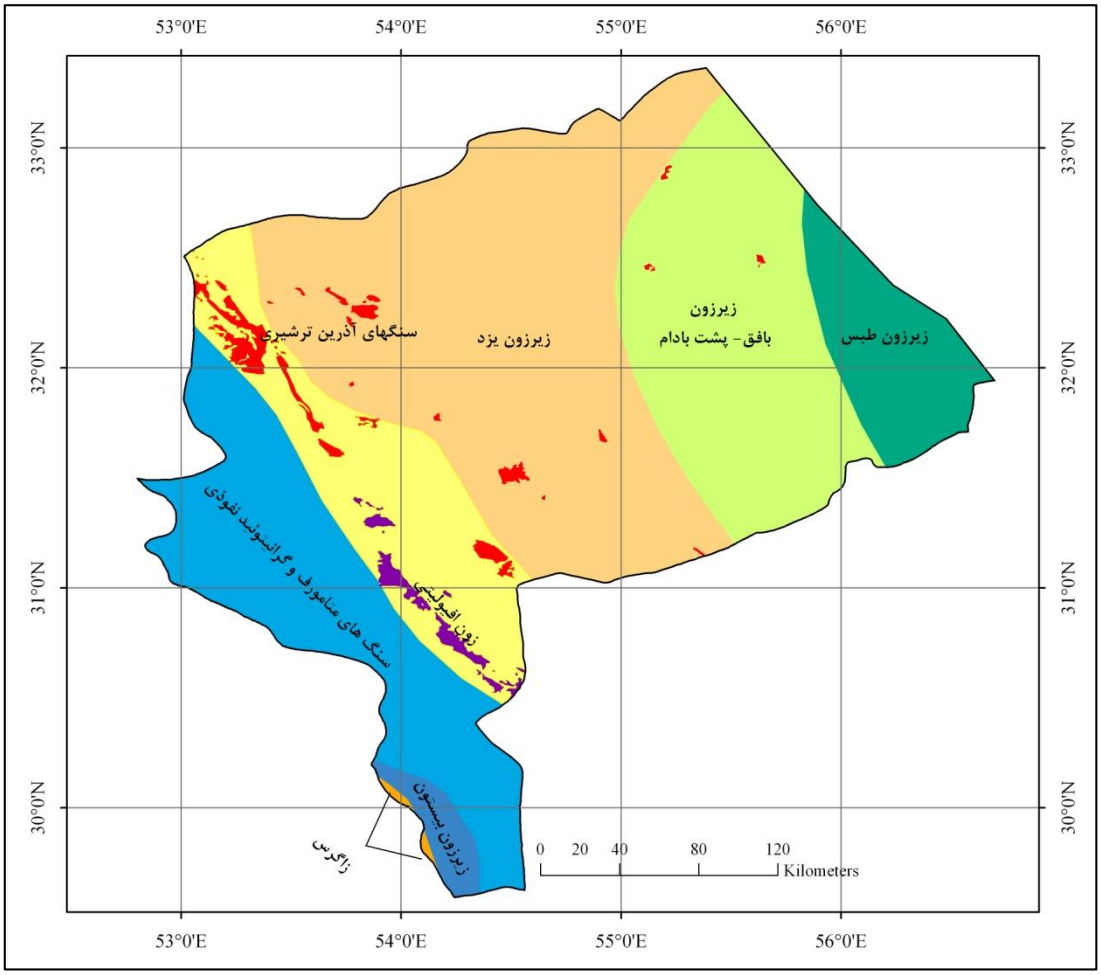
افزون بر این، اکتشاف ژئوشیمیایی موضوعی زیر نیز در استان یزد صورت گرفته است:

- اکتشافات ژئوشیمیایی زیرکونیوم و تیتانیوم در ناحیه ساغند-زریگان (۱۳۶۰)
- اکتشافات ژئوشیمیایی زیرکونیوم و تیتانیوم در ناحیه ساغند-زریگان (۱۳۶۵)
- مطالعه مقدماتی ژئوشیمیایی ناحیه زردو- کوشک (معدن کوشک بافق) (۱۳۶۳).
- گزارش نهایی پردازش و تحلیل داده‌های ژئوشیمیایی منطقه چاه گز (۱۳۷۲).
- مطالعات اکتشافی ژئوشیمیایی طلا در ناحیه زرین اردکان (بخش اول ۱۳۶۶)
- اکتشافات ژئوشیمیایی زیرکونیوم و تیتانیوم در ناحیه ساغند-زریگان(مطالعات شناسایی (۱۳۶۵).
- اکتشافات ژئوشیمیایی در پهنه گسله ندوشن (۱۳۷۲)

۲-۲- زمین‌شناسی

۲-۲-۱- موقعیت ساختاری

بر اساس تقسیمات ساختاری- زمین‌شناسی (سهندی، ۱۳۸۵) استان یزد گستره‌ای است که از خاور به باختر مشتمل بر زیرزون طبس، زیرزون بافق-پشت بادام، زیرزون یزد، بلوک ایران ایران مرکزی و زون سنگ‌های متامورف و گرانیتوئید نفوذی (سسندج- سیرجان) است. بخش کوچکی از گوشه جنوب غرب استان در محدوده زون زاگرس می‌باشد. همچنین سنگ‌های آذرین سنوزوئیک (ترشیری) رخنمون وسیعی در نواحی مرکزی و شمال غرب استان دارند. بخش باختری ایران مرکزی، بیشتر از سنگ‌های آتش‌فشانی و پیروکلاستیک وابسته به آن تشکیل یافته است که در امتداد نوار طویلی از سهند تا بزمان به موازات پهنه دگرگون‌شده سنندج-سیرجان قرار دارد، همچنین ملانژهای افیولیتی کرتاسه فوقانی (نائین) نیز در شکستگی‌های اصلی این پهنه خودنمایی می‌کند (شکل ۲-۶).



شکل ۲-۶- وضعیت پوشش زون‌های ساختاری ایران در استان یزد (سهندی، ۱۳۸۵)

۲-۲-۲-زمین‌شناسی عمومی

سرزمینی که استان یزد در آن واقع شده است همانند دیگر مناطق کشور در طول دوران‌های زمین‌شناسی تغییرات و تحولات فراوانی به خود دیده است و از نظر سنگ‌شناسی و جنس طبقات زمین‌شناسی دارای تنوع بسیار است. قدیمی‌ترین سنگ‌های شناخته شده این استان سنگ‌های دگرگونی به سن پروتروزوئیک است که در سراسر شرق و شمال شرق استان گسترش دارند.

از رسوبات دوران دوم تشکیلات تریاس محدود است اما تشکیلات ژوراسیک و کرتاسه قسمت اعظم استان را شامل می‌شود. واحدهای ژوراسیک و کرتاسه (دوران مزوزوئیک) در استان اغلب شامل آهک ، شیل، مارن، کنگلومرا و نیز توده‌های گرانیتی است که در شیرکوه و ارتفاعات غربی و دشت‌های هرات و مروست گسترش طبیعی دارند.

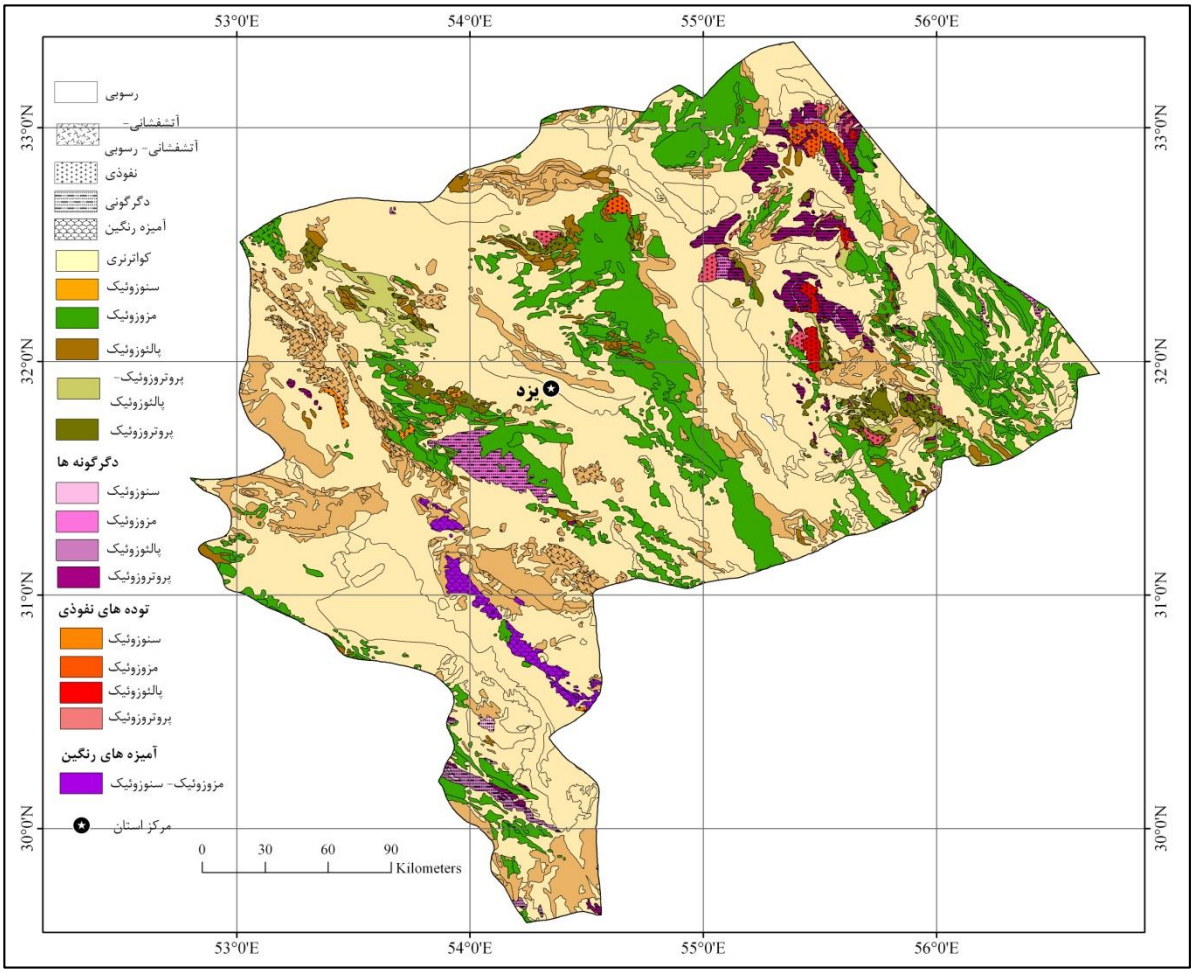
در ناحیه شیرکوه در جهت شمال و شرق و شمال‌شرق سازندهای زمین‌شناسی میوسن از جنس مارن، ماسه سنگ-های الوان، کنگلومرا دیده می‌شود.

تشکیلات دوران سوم شامل سنگهای رسوبی و آذرین بازیک است مربوط به پالئوژن است که به صورت پراکنده در استان دیده می شوند.

گنبدهای نمکی و لایه‌های گچی در اکثر موارد همراه سنگ‌های فوق دیده می‌شوند. رسوبات مربوط به نئوژن شامل لایه‌های قرمز ماسه‌سنگ، مارن ماسه‌ای و غیره در شمال شهرستان یزد است.

رسوبات کواترنری شامل تراس‌های آبرفتی, رسوبات آبی (به ویژه سیلابی) عهد حاضر تپه‌های ماسه‌ای کویر و شولاب بوده و قسمتهای کم ارتفاع و دشتهای منطقه‌ای را تشکیل می‌دهد.

نقشه زمین‌شناسی ساده شده استان یزد بر حسب جنس و سن واحدها در شکل ۲-۷ نشان داده شده است.



شکل ۲-۷- نقشه زمین‌شناسی ساده شده استان یزد بر حسب جنس و سن واحدها

از نگاه پهنه‌های ساختاری استان یزد بخشی از ابر ورق ایران مرکزی است که در نتیجه عملکرد گسل‌های خمیده با تحدب به سمت باختر به چندین بلوک جدا با ویژگی‌های متفاوت تقسیم شده است. به همین دلیل ویژگی‌های زمین‌شناسی و ساختاری استان یزد در همه‌جا یکسان نیست.

در روند تقریبی از جنوب باختر به شمال خاور،استان یزد را می‌توان از نظر ساختاری به بلوک‌های زیر تقسیم کرد:

- بلوک فروافتاده ابرقو (ابرکوه): بخش باختری استان یزد از نوع بلوک‌های فرو افتاده‌ی جوان است که محل مناسبی برای تخلیه‌ی هرزآب‌های سطحی‌است. از همین‌رو سطح آن با نهشته‌های آبرفتی به ویژه‌رسوب‌های دانه‌ریز کویری پوشیده‌شده که کفه ابرقو یکی از آن‌هاست. کفه ابرقو بخشی از یک بلوک فرو افتاده است که‌از شمال باختری ایران آغاز و در یک روند جنوب خاوری پس‌از عبور از دریاچه ارومیه، دریاچه توزگل اراک و مرداب گاوخونی به استان یزد می‌رسد. به سمت جنوب خاوری، این فرونشست تکتونیکی جوان تا کفه هرابرجان و کفه سیرجان ادامه پیدا می‌کند. مرز باختری بلوک ابرقو چندان روشن نیست و حد باختری آن با کمان ماگمایی ارومیه-بزمان از نوع‌گسله‌های طولی است که در امتداد آن می‌توان

رخنمون‌های‌پراکنده‌ای از پوسته‌های اقیانوسی (مجموع افیولیتی ده‌شیر) را دید. در کفه ابرقو، املاح تبخیری و مرمرهای اونیکس و در افیولیت‌ها کمی کرومیت و کانی‌های گروه پلاتین درخور انتظار است.

- کمان ماگمایی ارومیه-بزمان: در حد فاصل یزد- دهشیر رخنمون‌های نه چندان گسترده‌ای از سنگ‌های آتشفشانی از نوع آندزیت و سنگ‌های آذرآواری به سن بیشتر ائوسن وجود دارد که در روند شمال غرب- جنوب‌شرق از استان یزد عبور می‌کند. قرارگیری گرانیت شیرکوه به سن‌ژواسیک میانی در این کمان درخور توجه است.
- خرده قاره (میکروپلیت) ایران مرکزی: در گذشته، خرد قارهٔ ایران مرکزی را بخشی از تودهٔ میانی ایران مرکزی می‌دانستند ولی به باور اشتوکلین (۱۹۶۸)، پس از سخت شدن پی‌سنگ پرکامبرین، بخش یاد شده در زمان پالئوزوییک ویژگی‌های سکویی داشته و در زمان‌های مزوزوییک و سنوزوییک به منطقه‌ای پرتحرک و پویا تبدیل شده است. با وجود این باید گفت که الگوی ساختاری حاکم بر این خردقاره از نوع بلوک‌های جدا شده با گسل‌های عمده است که هر یک ویژگی جداگانه‌ای دارند و پویایی خرد قاره در همه جا یکسان نیست. شواهد موجود نشان می‌دهند که کوهزایی کاتانگایی در این ناحیه در پرکامبرین پسین و پیش از یک رژیم سکویی حاکم شده است.

در ردیف‌های پالئوزوئیک این ناحیه، نبودهای چینه‌نگاری مهمی وجود دارد که مهمترین آنها نبودهای چینه‌ای آغاز دونین میانی (هیاتوس ایفلین) و کربونیفر پسین (هیاتوس استفانین) است.

خرده قاره (میکروپلیت) ایران مرکزی در محدوده استان یزد از خاور به باختر شامل بخشی از بلوک‌های طبس، پشت بادام و یزد است:

بلوک طبس: این بلوک که میان گسل نایبند در خاور و گسل کلمرد- کوهبنان در باختر قرار دارد بخشی از یک قلمروی ساختاری است که در کناره‌ها و بستر خود توسط گسل‌هایی از پی‌سنگ بریده شده است، به گونه‌ای که در پالئوزوییک و مزوزوییک توالی چینه‌شناسی متفاوتی از نواحی مجاور داشته است و از پایان مزوزوییک به سبب عملکرد تنش‌های زمین‌ساختی همگرا در راستای بیشتر خاوری- باختری، با خروج زمین‌ا و فراخاست کوهها به خشکی تبدیل شده است (قاسمی و همکاران ۱۳۸۱). بدین ترتیب این باور وجود دارد که سیمای ریخت‌شناسی- زمین‌ساختی کنونی این بلوک در گرو تجدید فعالیت ساختارهای گسلی و چین‌خوردگی کهن در چرخهٔ زمین‌ساختی آلپی است. بلوک طبس از جمله مناطقی است که روند تکاملی پالئوزوییک آن با مناطق مجاور همخوانی و هماهنگی ندارد. برای نمونه :

نبود رسوبی ایفلین در این ناحیه وضوح آشکار ندارد.

سنگ‌های کربنیفر بالایی که در سایر مناطق وجود ندارد، در این ناحیه گزارش شده است.

تکاپوهای آتشفشانی مافیک و حدواسط، هر چند ناچیز، از ویژگی‌های پالئوزوییک بلوک طبس است و از این نظر می‌توان بلوک طبس را با کوههای البرز مقایسه کرد. همچنین کانی‌سازی سرب، روی و مس در سنگ‌های پرمین تریاس و ژوراسیک البرز در بلوک طبس نیز عمومیت دارد که تأییدی بر همسانی میان این دو ناحیه است.

بلوک یزد: بخش باختری خرد قارهٔ ایران مرکزی است که از شمال به گسل دورونه و از باختر به نوار افیولیتی نائین- بافت محدود است. ویژگی بلوک یزد یکی دگرگونه‌های انارک و دیگری ردیف‌های تریاس نخلک است. در ناحیهٔ انارک که گاهی به نام ماسیف انارک- خور از آن یاد می‌شود، مجموعه ای از رسوبات پلیتی- پسامیتی به همراه سنگ‌های کربناتی و آتشفشانی متعلق به شیب قاره وجود دارند که به صورت ناحیه‌ای و در رخساره‌های شیست سبز و شیست آبی دگرگون شده‌اند و به صورت ورق‌های بُرخورده با افیولیت‌ها، سنگ آهک‌های پلاژیک و رسوب‌های آشفته همراهند. اگرچه داودزاده و لنچ (۱۹۸۱) افیولیت-های انارک را بخشی از پوستهٔ اقیانوسی تتیس کهن هرات می‌دانند که پس از چرخش خردقاره در مکان فعلی رخنمون یافته ولی به باور الماسیان (۱۹۷۷)، افیولیت‌های انارک سن پروتروزوییک بالایی دارند و می-توان آنها را در ارتباط با نواحی پشت کمان اقیانوسی دانست.

ردیف‌های تریاس ناحیهٔ نخلک (گروه نخلک) تفاوت رخساره‌ای در خور توجهی با سایر نقاط خرد قاره ایران مرکزی دارند. به باور داودزاده و همکاران (۱۹۶۹) توالی‌های تریاس نخلک رخسارهٔ مشابه با تریاس آق‌دربند (اوراسیا) دارند که در نتیجه چرخش خرد قارهٔ ایران مرکزی، به میزان ۱۳۵ درجه در جهت خلاف عقربهٔ ساعت، به محل کنونی تغییر مکان داده‌اند. باید گفت که مسئله تریاس نخلک و سازندهای سازندهٔ گروه نخلک و حتی سازو کار و مقدار چرخش خردقاره پرسش آمیز است و نیاز به بازنگری جامع دارند.

بلوک پشت بادام: میان گسل پوشیدهٔ نایبنی – کوهبنان در خاور و گسل پشت‌بادام در باختر قرار دارد. نکتهٔ اساسی این بلوک رخنمون‌های دگرگونی منسوب به پرکامبرین است که بیشتر از نوع سنگ‌های آتشفشانی و آذر آواری به همراه مرمرهای آهکی و دولومیتی است. این پی‌سنگ شبیه پی‌سنگ پروتروزوییک عربستان است که مجموعهٔ پان‌آفریکن نام دارد. سنگ‌های ماگمایی این بلوک محدود به پرکامبرین نیستند، ردیف‌های پرکامبرین پسین – کامبرین پیشین آن (سری ریزو، سری دسو)، به ویژه در شمال کرمان، همراهانی از گدازه‌های قلیایی و خاستگاه کافتی دارند و به نظر می‌رسد که پدیدهٔ کافتی شدن از ویژگی‌های این بلوک باشد.

در این بلوک، سنگ‌های پالئوزوییک بالایی- ژوراسیک گسترش محدود دارند و دگرگونه‌اند و به نظر می‌رسد که تکرار فرآیندهای دگرگونی در زمان‌های پرکامبرین پسین، تریاس پسین و ژوراسیک میانی می‌توانند همچنان از ویژگی‌های آن باشد. جوان‌ترین سنگ‌های بلوک پشت‌بادام کربنات‌های کوه ساز کرتاسه است که نادگرگونه‌اند و تصور دگرگون شدن پی‌سنگ ناحیه را در زمان ترشیری پرسش‌آمیز می‌سازند.

- **ماگماتیسم**

فعالیت‌های ماگمایی در محدوده استان از پروتروزوئیک تا سنوزوئیک بطور منقطع وجود داشته است. توده‌های نفوذی دوران، زریگان و نریگان (پروتروزوئیک)، شیرکوه و شاهکوه (مزوزوئیک) از جمله مهمترین آثار ماگماتیسم استان است. در این بخش به اختصار به ویژگی‌های ماگماتیسم استان به تفکیک دوره‌های زمانی آن اشاره شده است:

- ماگماتیسم در پرکامبرین پسین- کامبرین پیشین:

با در نظر گرفتن کلیه ویژگی‌های زمین شناسی ایران مرکزی مانند مسایل چینه شناسی، سنگ شناختی و فلز زایی، به احتمال زیاد در پرکامبرین پسین-کامبرین پیشین، در ایران باریکه کافتی تشکیل شده که محدوده آن دست کم از منطقه تکاب تا ایران مرکزی (انارک، ساغند) بوده است. این کافت با کافت های پان آفریکن آفریقا و عربستان همخوانی دارد. پدیده‌های آتشفشانی و ماگمایی در این دوره زمانی بسیار چشمگیر بوده و در بسیاری از مناطق ایران به ویژه ایران مرکزی و آذربایجان می‌توان شواهد آن را ردیابی کرد.

سنگ‌های ماگمایی پرکامبرین پسین و کامبرین پیشین ایران به دو دسته سنگ‌های ماگمایی اسیدی مانند گرانیت نوع دوران و گرانیت‌های نوع زریگان، ناریگان و سنگ‌های آتشفشانی وابسته به آنها مانند ریولیت‌های قره‌داش در آذربایجان، سنگ‌های آتشفشانی در سری کوشک و سازندهای ریزو و دزو و... سنگ‌های اولترامافیک و مافیک و توف‌های وابسته در انارک و تکاب قابل تقسیم‌اند. برخی از این سنگ‌های ماگمایی اخیر در رخساره شیست سبز و آمفیبولیت دگرگون شده‌اند. تشکیل سنگ‌های اولترامافیک و مافیک محدوده تکاب و انارک را می‌توان مربوط به ماگمای مافیک و اولترامافیک کافتی نسبت داد که منجر به ایجاد پوسته اقیانوسی شده است.

تشکیل سری تبخیری در سازند دزو در ایران مرکزی و حوضه های دورتر از آن (سری نمکی هرمز) را می‌توان مربوط به واپسین مرحله کافت پرکامبرین- کامبرین نسبت داد. فعالیت‌های آتشفشانی وابسته، مواد مستعد برای رسوبات تبخیری را در حوضه فراهم کرده و با پیش آمدن شرایط تبخیری، منجر به تشکیل ذخایر سترگ نمک و گچ شده است.

همراه با سنگ‌های آتشفشانی و سنگ‌های با منشأ رسوبی که گاه با سنگ‌های آتشفشانی رابطه بین انگشتی و بین لایه‌ای دارد، آثار بارزی از کانی‌سازی مشاهده می‌گردد که از نمونه‌های آن در ایران مرکزی می‌توان به سرب و روی چاه‌میر، زریگان و آهن و منگنز ناریگان- میشدوان اشاره نمود (برگرفته از قربانی، ۱۳۸۱).

- ماگماتیسم در مزوزوئیک:

فعالیت ماگمایی مزوزوییک، در پیوند با رخدادهای سیمرین و لارامید هستند. این رخدادها در ایران همراه با ایجاد شکاف‌ها، کافت‌های قاره‌ای و اقیانوسی و بسته شدن آنها در بخش‌های وسیعی از سرزمین ایران بوده‌اند و پدیده‌های ماگماتیسم وسیعی را به دنبال داشته‌اند. در زمان تریاس- ژوراسیک زیرین، گستردگی و حجم سنگ‌های آتشفشانی بر سنگ‌های نفوذی برتری قابل توجهی نشان می‌دهند. در ژوراسیک و کرتاسه، به ویژه کرتاسه پسین، توده‌های نفوذی در مقایسه با سنگ‌های آتشفشانی نمود بیشتری می‌یابد و به طور کلی بیشتر باتولیت‌های بزرگ ایران متعلق به این زمان می‌باشند.

از آثار ماگماتیسم این دوره گرانیت‌های شیرکوه و شاهکوه (ژوراسیک) در استان یزد قابل مشاهده می‌باشد.

گرانیت شیرکوه: در جنوب باختری یزد گرانیت شیرکوه رسوب‌های شیلی- ماسه‌ای شمشک را بریده و هاله دگرگونی وسیعی ایجاد کرده است.

گرانیت شاهکوه: در بلوک لوت باتولیت‌های بزرگ گرانیتی رسوبات شیلی ژوراسیک را بریده و با نهشته‌های پیشرونده کرتاسه پوشیده شده‌اند. یکی از این نفوذی ها گرانیت شاهکوه با حدود ۴۵ کیلومتر طول است. در حاشیه

شمالی و جنوبی، دگرگونی همبری این توده‌ها با سنگ‌های ژوراسیک دیده می‌شود. در پهلوی جنوبی این توده، سنگ‌های دگرگونی ده سلم به هورنفلس تبدیل شده‌اند (برگرفته از قربانی، ۱۳۸۱).

- ماگماتیسم ترشیری:

ترشیری که از پایان کرتاسه تا آغاز کواترنر را در برمی‌گیرد، تقریباً ۶۰ میلیون سال طول کشیده و نسبت به دوره-های زمین شناسی پیش از خود، زمانی کوتاه به شمار می‌آید. این در حالی است که این دوره با توجه حجم و تنوع زیاد سنگ‌های آذرین در ایران جایگاه ویژه‌ای دارد.

فعالیت ماگماتیسم و به ویژه آتشفشانی ترشیاری در ایران دارای گسترش و پراکندگی زیاد است. از جمله مهمترین آثار این ماگماتیسم نوار آتشفشانی ارومیه – دختر است. آثار این ماگماتیسم در نواحی غرب استان یزد با روند شمال غرب- جنوب شرق بصورت توده‌های نفوذی با ترکیب گرانیت تا دیوریت به سن ائوسن و سنگ‌های آتشفشانی اعم از ریولیت، ریوداسیت، داسیت، داسیت- آندزیت و آندزیت دیده می‌شود (برگرفته از قربانی، ۱۳۸۱).

۲-۳- اکتشاف

۲-۳-۱- زمین‌شناسی اقتصادی

فرآیندهای تکتونیکی ایالات فلززایی مختلفی را در کشور پدید آورده‌اند که دو ایالت مهم در ارتباط با استان یزد شامل ایالت فلززایی بافق (و بلوک بهاباد- کوهبنان در مجاورت آن) و تفت می‌باشد:

- **ایالت فلززایی بافق:**

این منطقه فلززایی که در قسمت خاوری زون ایران مرکزی واقع است یکی از کهن‌ترین پهنه‌های ایران زمین به شمار می‌رود و در آن لایه‌های سنگ‌های تخریبی رسوبی پرکامبرین پسین و سری‌های کافتی پرکامبرین-پالئوزوییک رخنمون دارد.

حقی پور (۱۹۷۷) در نقشه زمین شناسی ۱:۵۰۰۰۰۰ منطقه لایه‌های پرکامبرین را از قدیم به جدید به سه قسمت اصلی کمپلکس چاپدونی، کمپلکس بنه‌شورو و سازند تاشک تقسیم کرده و مشخصات زیر را برای آنها تعریف می‌کند:

کمپلکس چاپدونی: متشکل از گنایس با درجه دگرگونی بالا ،گرانیت آناتکسی، میگماتیت، آمفیبولیت، مرمر و .... با سرشتی از سنگ‌های رسوبی- آتشفشانی

کمپلکس بنه شورو: شامل شیست(میکاشیست، آمفیبول شیست و ...)، گنایس، آمفیبولیت، کوارتزیت و مرمر،

سازند تاشک: مجموعه‌ای یکنواخت از تناوب سنگ‌های رسی، گری‌وک‌های دانه‌ریز با میان لایه‌های کوارتزیت و ماسه‌سنگ فلدسپاتی و دارای سنگ‌های آتشفشانی و آذرآواری که دگرگونی ضعیفی یافته و به صورت فیلیت و شیست در آمده‌اند.

همبری این واحدها، گسلی قلمداد شده و مرز آنها با اینفراکامبرین، از نوع دگرشیبی تصویر شده است.

واحدهای سنگی پرکامبرین-کامبرین ناحیه بافق را با توجه به ارتباط آنها با کانی‌زایی می‌توان به دو دسته شامل تناوب سنگ های آتشفشانی و رسوبی و سنگ‌های آذرین نفوذی تقسیم کرد:

ترکیب سنگ‌های آتشفشانی، از بازالت تا ریولیت تغییر می‌کند، ولی حجم عظیم آنها را سنگ‌های اسیدی تا متوسط مانند آندزیت، داسیت، ریوداسیت، ریولیت و تراکیت تشکیل می‌دهد. این سنگ‌ها با نام‌هایی همچون سری ریزو، یا سازند اسفوردی، و یا سری کوشک خوانده شده و متعلق به پروتروزوییک پسین و کامبرین پیشین می باشند. این سنگ ها را توده‌های نفوذی گوناگون با ترکیب گرانیت تا گابرو (بیشتر گونه های اسیدی) قطع می‌کنند که سن غالب آنها حدود ۵۵۰-۵۳۰ میلیون سال است. زمین‌شناسان قدیمی، سنی حدود ۸۰۰-۵۰۰ میلیون سال برای آنها گزارش کرده‌اند.

- **کانی‌زایی همراه با تناوب سنگ‌های آتشفشانی و رسوبی**

ایالت فلززایی بافق شامل کانی‌سازی گسترده سرب و روی (بیشتر روی)، منگنز، آهن و اورانیم است که همراه با سنگ‌های آتشفشانی رسوبی منطقه که اغلب چینه‌سان می‌باشند اتفاق افتاده است. کانی‌سازی‌های یاد شده با مجموعه آتشفشانی- رسوبی رابطه همزادی نشان می‌دهند.

سرب و روی:

کانی‌سازی سرب و روی به سنگ‌های رسوبی (مجموعه رسوبی- آتشفشانی زیرین)، به خصوص شیل سیاه و گاه دولومیت وابسته است، به طوری که سنگ میزبان کانسارهای چینه‌سان کوشک، چامیر، گنده در و پرک، شیل سیاه می‌باشد. کانسار زریگان (که مقدار سرب آن بر روی است)، دارای سنگ میزبان دولومیتی است (دولومیت زیرین).

آهن و منگنز:

کانی سازی آهن و منگنز در ارتباط با سنگ‌های آتشفشانی و توف‌های وابسته است که ممکن است با همه سنگ‌های رسوبی در آمیخته باشند. کانسار آهن و منگنز ناریگان، بهترین شواهد این تیپ کانی‌سازی است. سنگ میزبان این کانسار، از نظر سنی تقریباً با اندکی تفاوت، هم ارز سنگ میزبان سرب و روی کوشک است.

آهن:

مجموعه آتشفشانی- رسوبی، به ویژه سنگ‌های آتشفشانی، دارای زمینه بالایی از آهن می‌باشند، هرچند بخش سنگ‌های آتشفشانی بالایی از این نظر غنی‌تر است و کانسنگ گاه به صورت چینه‌سان در آنها دیده می‌شود. به طور کلی در سنگ های آتشفشانی-رسوبی، دو افق آهن را می‌توان پی‌گیری کرد:

یک افق در مجموعه سنگ‌های آتشفشانی زیرین که به طور عمده تمرکز بیشتری نشان می‌دهد و افق دیگر در مجموعه سنگ های آتشفشانی بالایی که آهن در زمینه آنها از حد معمول بالاتر بوده و کانی‌های آهن به صورت پراکنده در آن دیده می‌شود.

- **کانی‌زایی همراه با سنگ‌های آذرین نفوذی**

سنگ‌های آذرین نفوذی که به صورت توده‌های کوچک تا متوسط در منطقه یافت می‌شوند، در بین مجموعه‌های آتشفشانی و رسوبی نفوذ کرده‌اند. انواع سنگ‌های نفوذی این منطقه عبارتند از: گرانیت، مونزوگرانیت، مونزونیت، کوارتزسینیت، دیوریت و گابرو که در بین آنها گونه‌های گرانیتی نمود خیلی بارزتری دارند. معمولاً مقدار آپاتیت این توده‌ها بالاست.

پیرامون توده‌های نفوذی، اغلب متاسوماتیسم شدیدی دیده می‌شود، به گونه‌ای که گاه سنگ‌های فراگیر آنها قابل تشخیص نیست و به همین خاطر از آنها با عنوان سنگ‌های متاسوماتیت یاد شده است.

توده های نفوذی با کانی‌زایی گسترده مگنتیت، آپاتیت- مگنتیت و گاه غنی از عناصر REE همراه هستند.

خاستگاه بیشتر ذخایر آهن ناحیه بافق را می‌توان به توده‌های نفوذی یاد شده نسبت داد. این توده‌ها هم خود دارای مقدار بسیار بارزی آهن بوده‌اند و هم اینکه سنگ‌های آتشفشانی سری ریزو که سنگ‌های فراگیر توده‌ها را تشکیل می‌دهند دارای زمینه بالایی از آهن بوده‌اند. به هنگام نفوذ توده‌ها بخشی از آهن‌های آنها نیز تمرکز یافته‌اند (شاید از راه متاسوماتیزم) که با آهن خود توده‌های نفوذی، ذخایر بزرگ آهن و آهن- فسفات ناحیه بافق را تشکیل داده‌اند. نمونه‌وار می‌توان از ذخایر آهن چغارت، چادرملو، میشدوان و دیگر بی‌هنجاری‌های بزرگ آهن و آهن- فسفات اسفوردی و آهن و فسفات کله‌سیاه یاد کرد.

کانسنگ‌های این ذخایر، به طول معمول از عناصر REE نیز غنی است. شاید بتوان گفت اگر آپاتیت‌های ذخایر آهن یاد شده هنگام استخراج فرآوری شوند و از آپاتیت نیز عناصر REE فرآوری شود، منطقه فلززایی بافق، منطقه‌ای مساعد برای عناصر REE نیز خواهد شد.

- **بلوک بهاباد- کوهبنان**

بلوک بهاباد-کوه‌بنان، در خاور و جنوب خاوری بلوک بافق و باختر بلوک از نظر کانی‌سازی سرب و روی اهمیت دارد و در اینجا به صورت فشرده به ویژگی‌های فلززایی و زمین‌شناسی آن اشاره نموده‌ایم.

در این بلوک، حدود ۴۰ کانسار و نشانه معدنی سرب و روی شناخته شده که کانسنگ چیره آنها ترکیب اکسیدی است. عیار روی، اغلب بیش از عیار سرب بوده و عیار مجموع بیش از ۱۲ درصد است.

پاره‌ای از کانسارها و نشانه های معدنی روی و سرب بلوک بهاباد-کوهبنان عبارتند از: تاجکوه، احمدآباد، باجگون، آب‌بید، تپه‌سرخ، ده‌عسگر، گوجر، طرز، گور، مگسو، غارو، کاروانگاه، خورند، گیجرکوه، ریگ‌کلاغی و... .

تقریباً همه کانسارها و نشانه های معدنی بلوک بهاباد-کوهبنان، دارای سنگ میزبان دولومیتی‌اند و دولومیت‌ها اغلب به سازند شتری (با سن تریاس زیرین- میانی) تعلق دارند. می‌توان گفت که کانسارهای این بلوک چینه‌کران بوده و با گسل‌ها کنترل می‌شوند و گاهی نیز چینه‌سان هستند. همراه با کانسارهای سرب و روی بلوک بهاباد-کوهبنان، باطله باریت و فلوریت وجود دارد که نمود چندانی ندارند.

- **منطقه معدنی تفت**

از دیدگاه زمین‌شناسی این منطقه در بخش باختری زون ساختاری ایران مرکزی قرار دارد که نزدیک به کمربند آتشفشانی ارومیه- دختر می‌باشد و در حقیقت بخش کوچکی از این کمربند را نیز شامل می‌شود. روند عمومی ساختار زمین‌شناسی منطقه، شمال باختری – جنوب خاوری است. گسل بزرگ و سراسری نایین – بافت (که در ادامه به طرف جنوب خاور، به نام دهشیر- بافت از آن نام می‌برند)، مرز جداکننده سنگ‌های آتشفشانی ترشیری با واحدهای سنگی دوران مزوزوییک است. گسترش وسیع گرانیت شیرکوه، در جنوب منطقه که سن آن را ژوراسیک پسین و متعلق به فاز سیمرین پسین در نظر می‌گیرند از ویژگی‌های مهم این منطقه است.

واحدهای سنگی پرکامبرین- پالئوزوییک به طور عمده در شمال ناحیه گسترش داشته و در سمت جنوب و جنوب باختر گسترش واحدهای سنگی مزوزوییک (کرتاسه) زیادتر می‌شود. رخنمون سنگ های آتشفشانی ترشیری را دو طرف گسل بزرگ نایین – بافت می‌بینیم.

با یک نگاه اجمالی، در این ناحیه سه واحد ساختاری مشخص می‌شود که این واحدها توسط سه گسل عمده که کنترل کننده زمین‌ساخت منطقه‌اند، کنترل می‌شوند. این گسل‌ها عبارتند از گسل دهشیر- بافت، گسل تفت و گسل مهریز.

در این منطقه دو نوع کانی‌سازی متفاوت در دو برهه زمانی مختلف رخ داده است که عبارتند از: کانی‌سازی سرب و روی در کرتاسه زیرین و کانی‌سازی مس در الیگومیوسن.

سرب و روی:

کانی سازی سرب و روی که به صورت چینه‌کران است چه ا ز نظر نوع سنگ میزبان و چه از نظر افق و کانی‌سازی، مشابه کانسار سرب و روی مهدی آباد است.

مس:

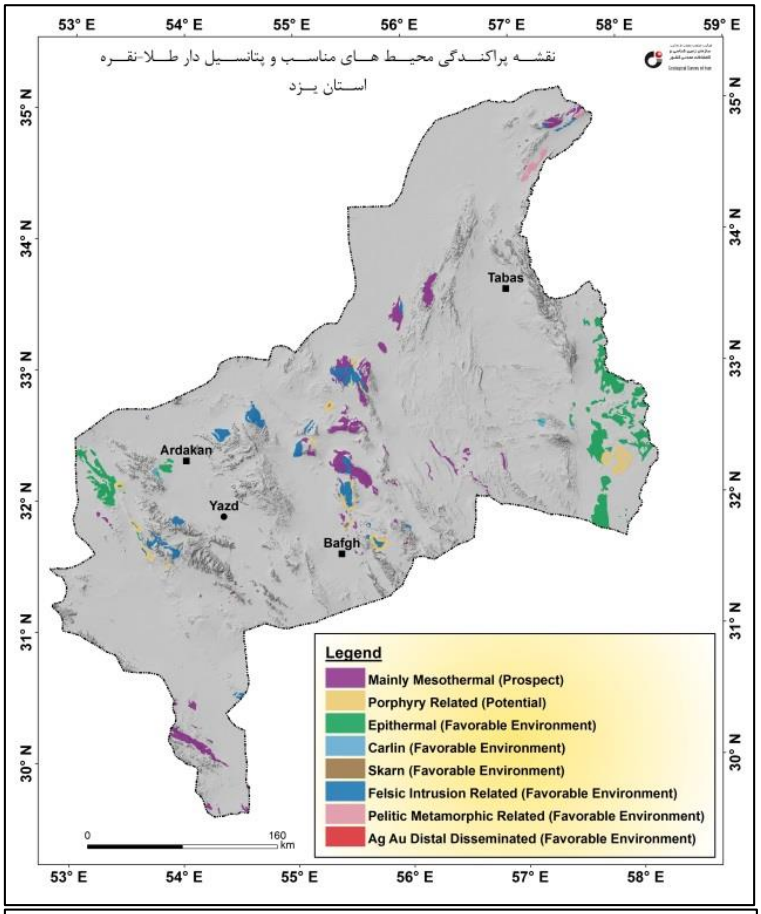
در منطقه تفت در مناطق رخنمون سنگ‌های ماگمایی ترشیری، کانی‌سازی نسبتاً خوبی از مس صورت گرفته که پاره ای از آنها از تیپ پورفیری است (دره زرشک).

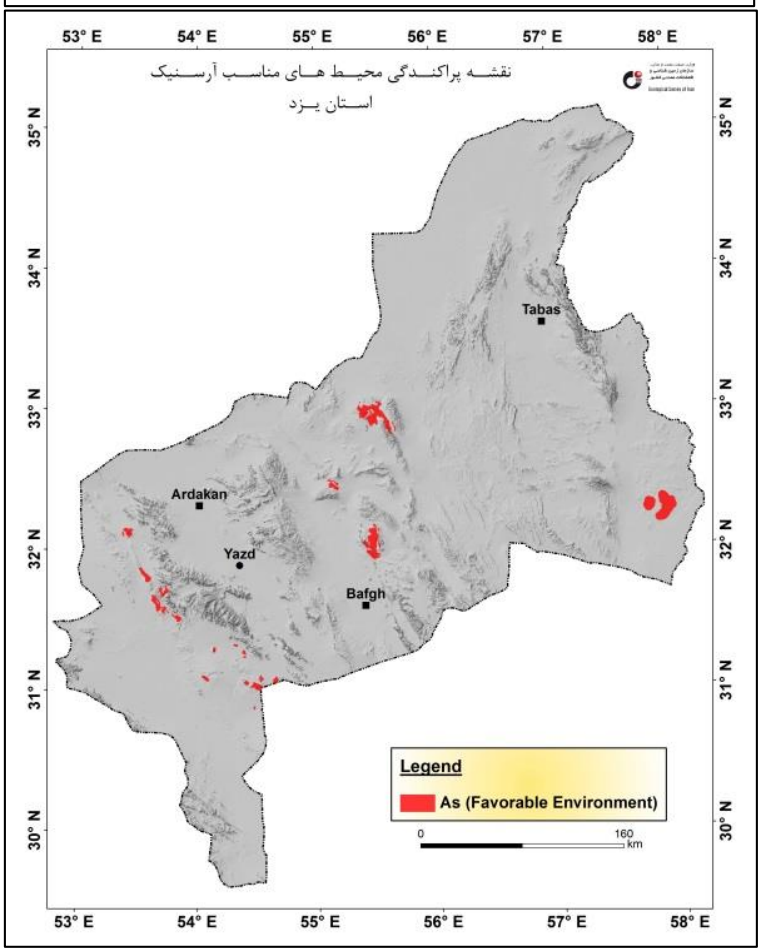
۲-۳-۲-پتانسیل‌های معدنی

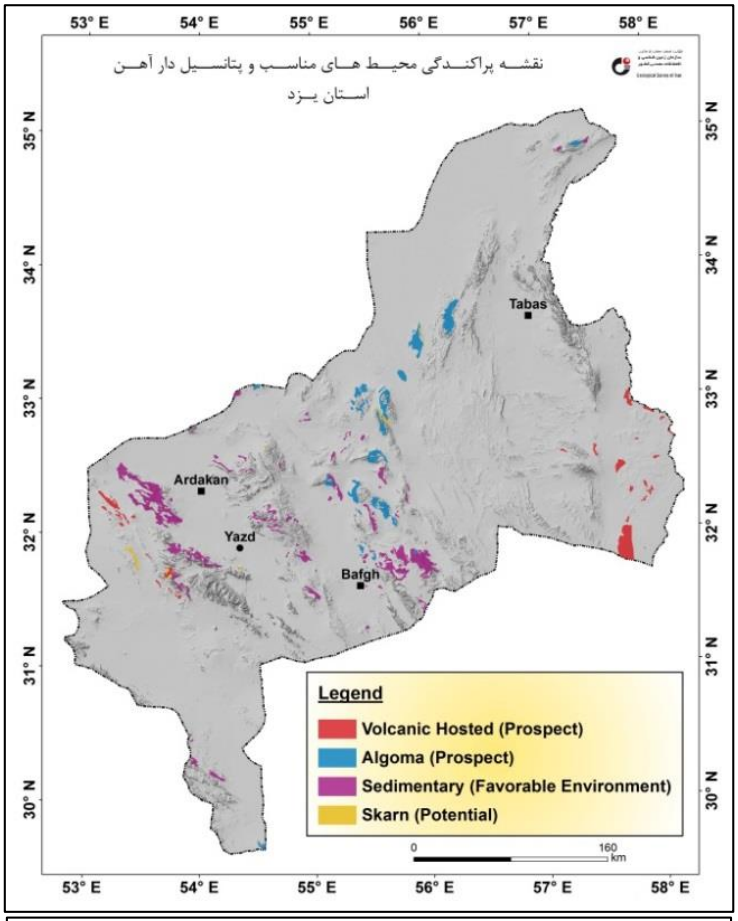
- **نقشه‌های پتانسیل معدنی استان**

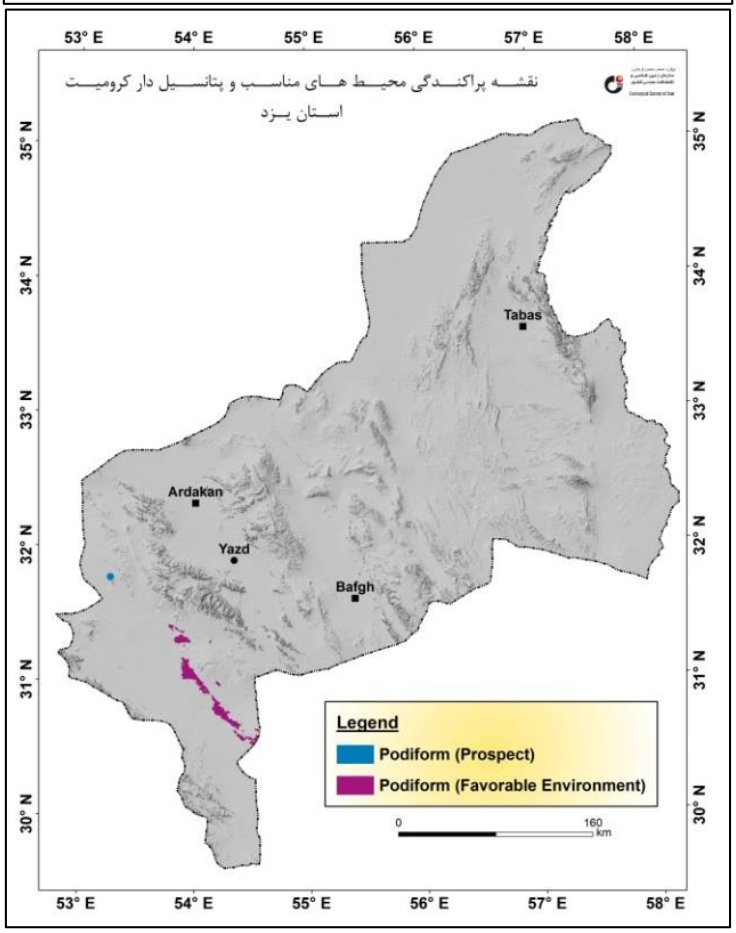
مدل‌سازی کانسارها روشی جامع و فراگیر در سهولت بخشی به شناخت کانسارهایی است که دارای ویژگی‌های مشترکی در محیط تشکیل هستند. نقشه‌های ذیل با عنوان نقشه‌های پتانسیل معدنی مناطق دارای احتمال پیدایش بیشتر تیپ معینی از کانسارهاست که از ترکیب ویژگی محیطی و سن غالب جهت محدود کردن مناطق دارای پتانسیل استفاده شده است. در مدلسازی انجام شده از ملاک خاستگاه تکتونیکی، نوع سنگ درونگیر و محدوده سنی بر طبق مدل‌های انتشار یافته توسط USGS استفاده شده است. این نقشه‌ها برگرفته از اطلس ملی نقشه‌های موضوعی زمین‌شناسی و اکتشافی منتشر شده توسط سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور است که به-صورت استانی بررسی شده است(شکل ۲-۸).

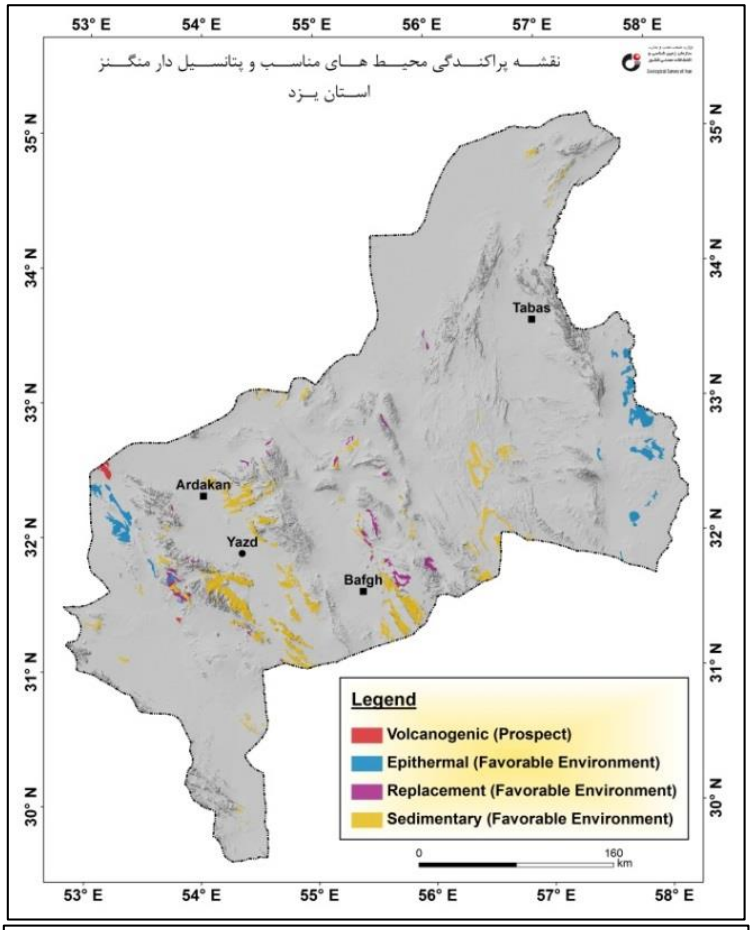
محیط‌های مناسب کانی‌سازی انواع مختلف کانساری برای مواد سرب و روی، مس- مولیبدن، کروم، طلا، نقره، آهن منگنز، قلع، تنگستن و پتاس به‌صورت نقشه پتانسیل ارائه شده است.

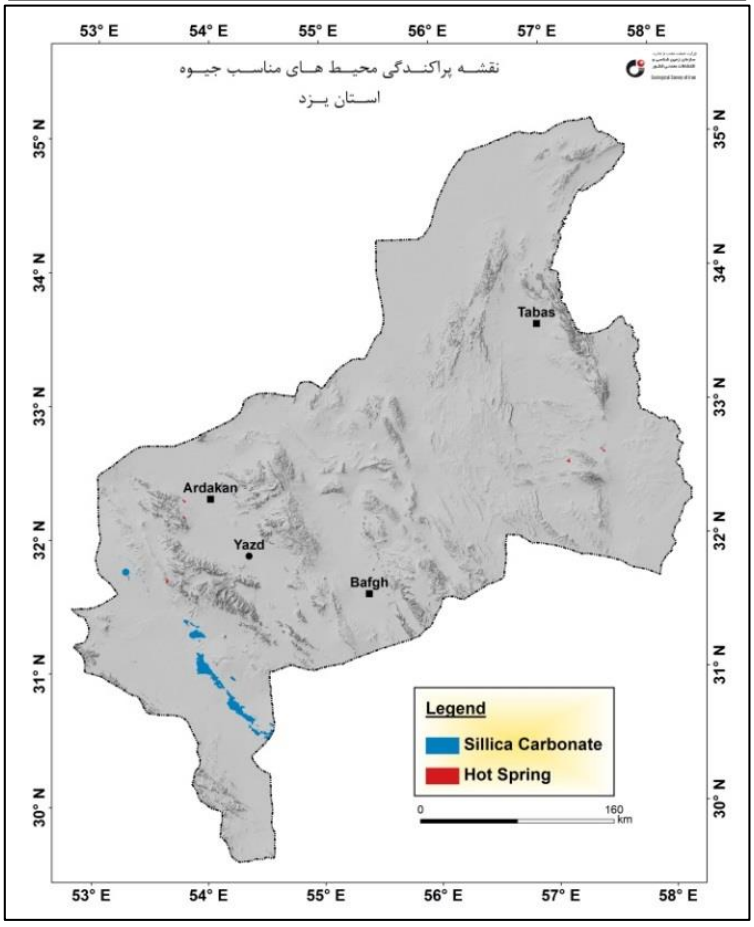

نقشه پراکندگی محیط های مناسب و پتانسیل دار طلا-نقره
استان یزد
Tabas
Ardakan
Yazd
Bafgh
Legend
Mainly Mesothermal (Prospect)
Porphyry Related (Potential)
Epithermal (Favorable Environment)
Carlin (Favorable Environment)
Skarn (Favorable Environment)
Felsic Intrusion Related (Favorable Environment)
Pelitic Metamorphic Related (Favorable Environment)
Ag Au Distal Disseminated (Favorable Environment)
0
160
km

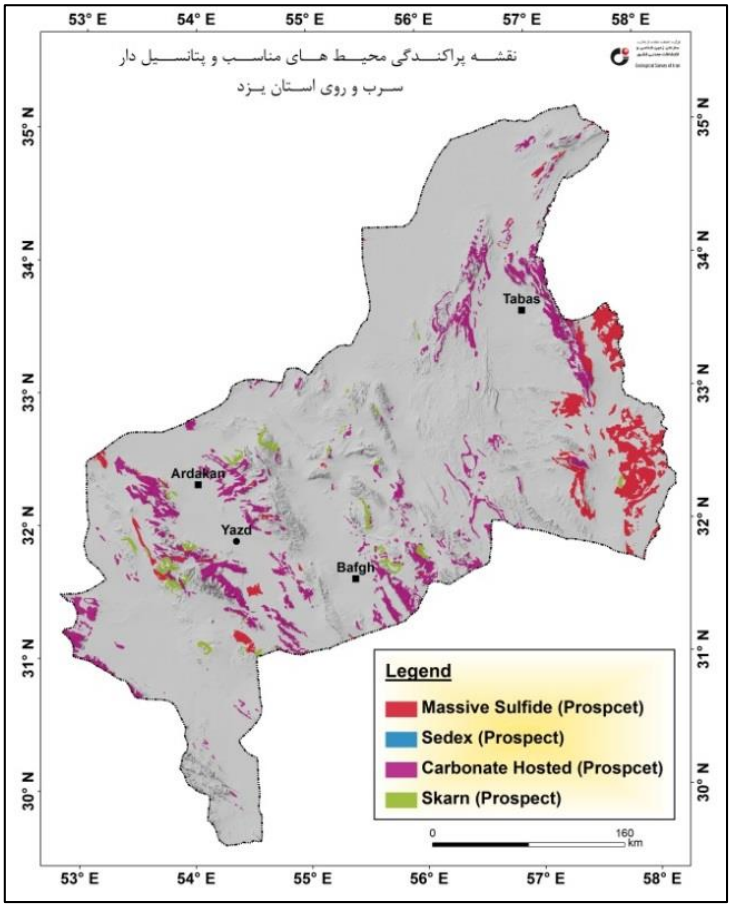

نقشه پراکندگی محیط های مناسب آرسنیک
استان یزد
Tabas
Ardakan
Yazd
Bafgh
Legend
As (Favorable Environment)
0
160
km

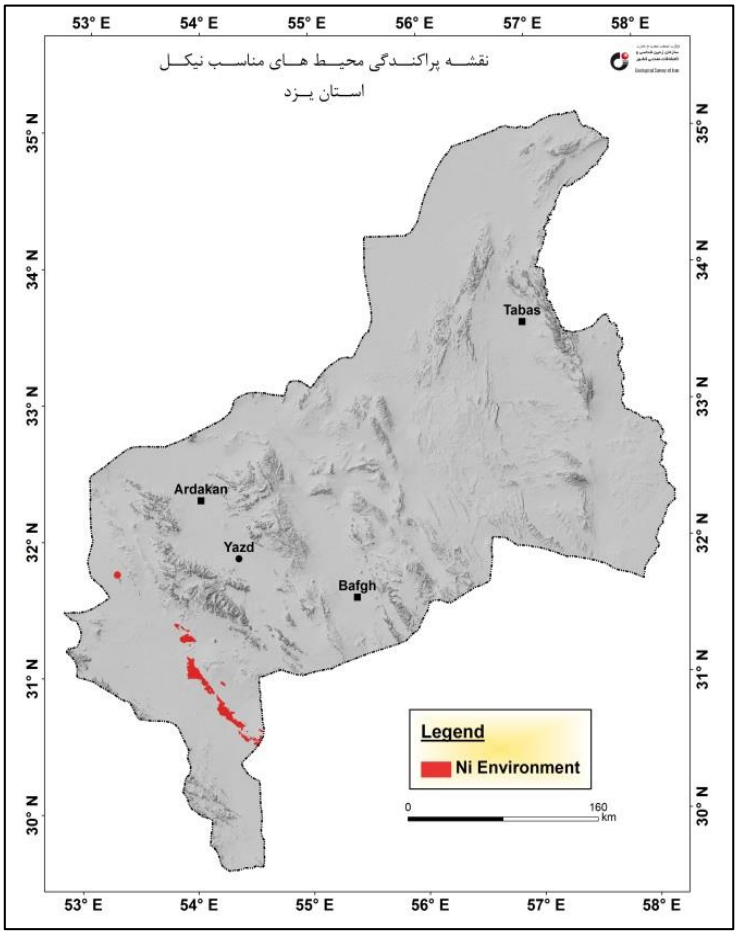

نقشه پراکندگی محیط های مناسب و پتانسیل دار آهن
استان یزد
53° E
54° E
55° E
56° E
57° E
58° E
35° N
34° N
33° N
32° N
31° N
30° N
Tabas
Ardakan
Yazd
Bafgh
Legend
Volcanic Hosted (Prospect)
Algoma (Prospect)
Sedimentary (Favorable Environment)
Skarn (Potential)
0
160
km

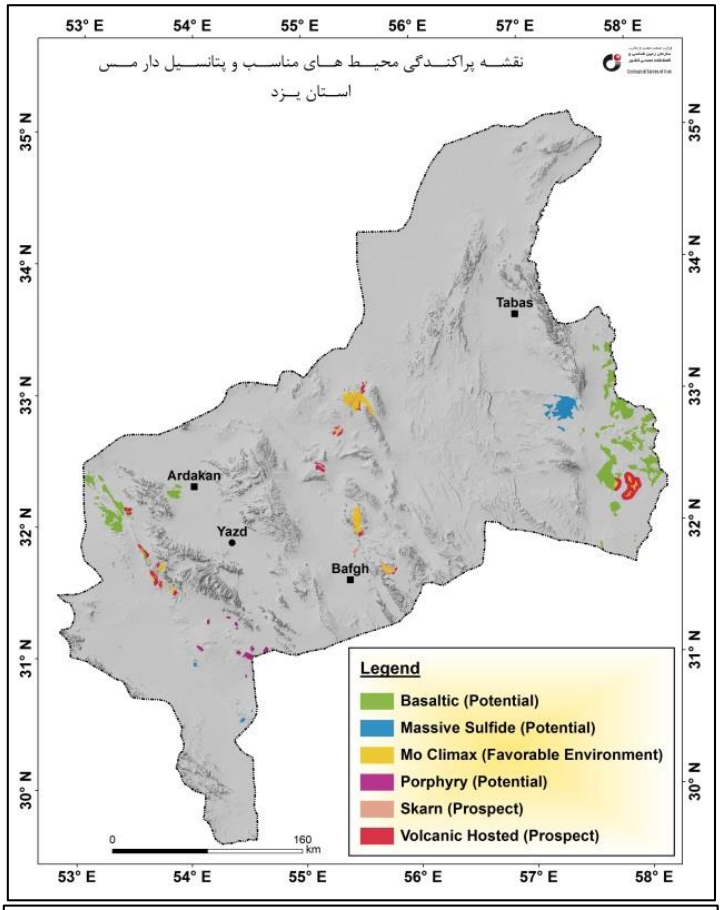

نقشه پراکندگی محیط های مناسب و پتانسیل دار کرومیت
استان یزد
53° E
54° E
55° E
56° E
57° E
58° E
35° N
34° N
33° N
32° N
31° N
30° N
Tabas
Ardakan
Yazd
Bafgh
Legend
Podiform (Prospect)
Podiform (Favorable Environment)
0
160
km

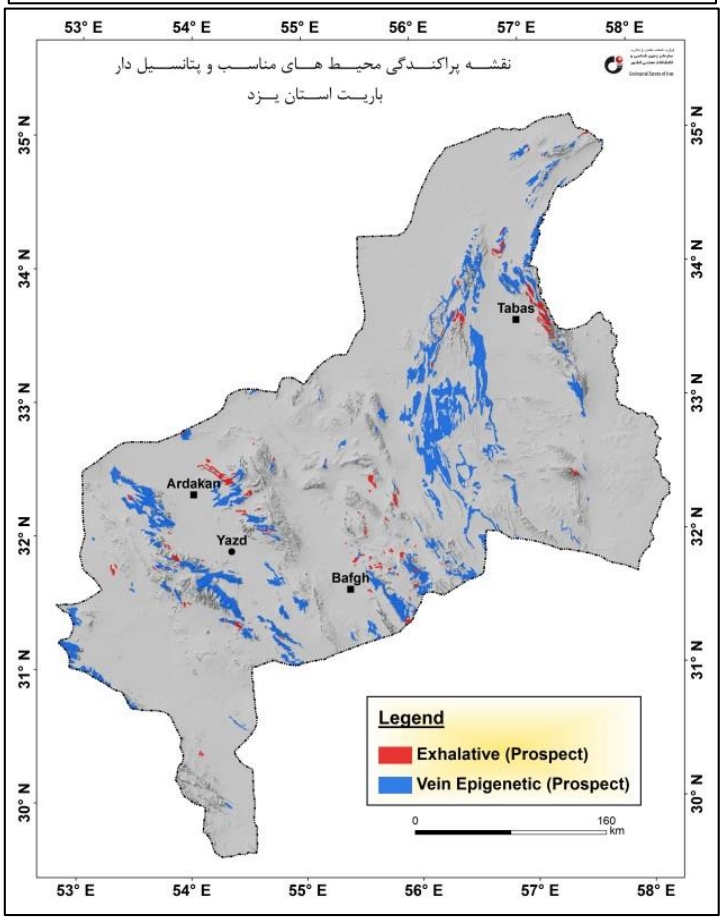

نقشه پراکندگی محیط های مناسب و پتانسیل دار منگنز
استان یزد
Tabas
Ardakan
Yazd
Bafgh
Legend
Volcanogenic (Prospect)
Epithermal (Favorable Environment)
Replacement (Favorable Environment)
Sedimentary (Favorable Environment)
0
160
km
53° E
54° E
55° E
56° E
57° E
58° E
35° N
34° N
33° N
32° N
31° N
30° N

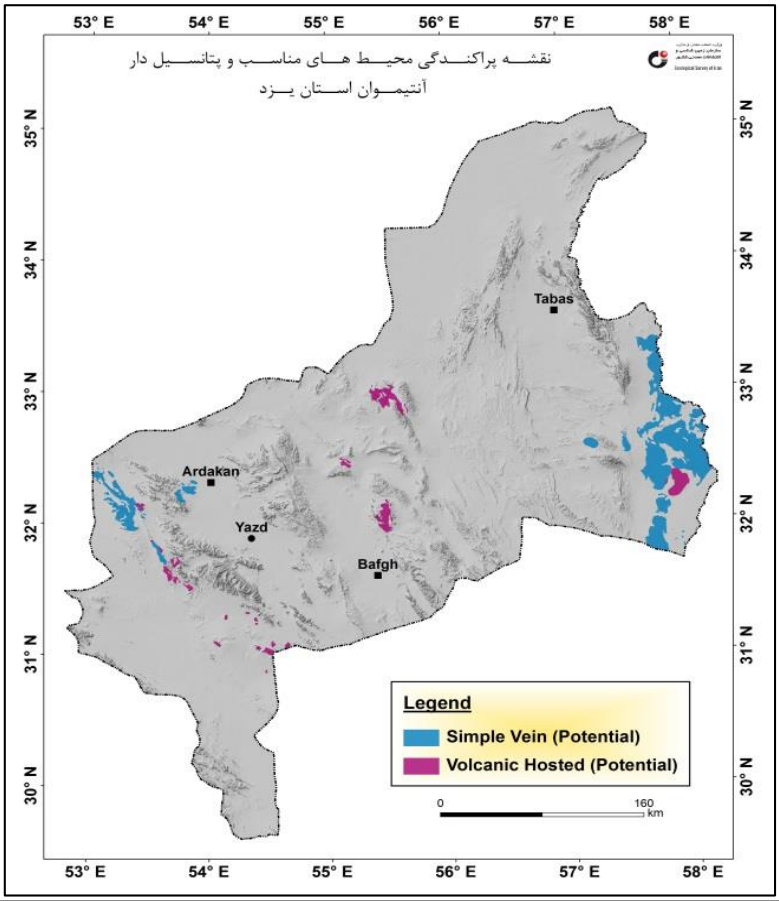

نقشه پراکندگی محیط های مناسب جیوه
استان یزد
Tabas
Ardakan
Yazd
Bafgh
Legend
Sillica Carbonate
Hot Spring
0
160
km
53° E
54° E
55° E
56° E
57° E
58° E
35° N
34° N
33° N
32° N
31° N
30° N

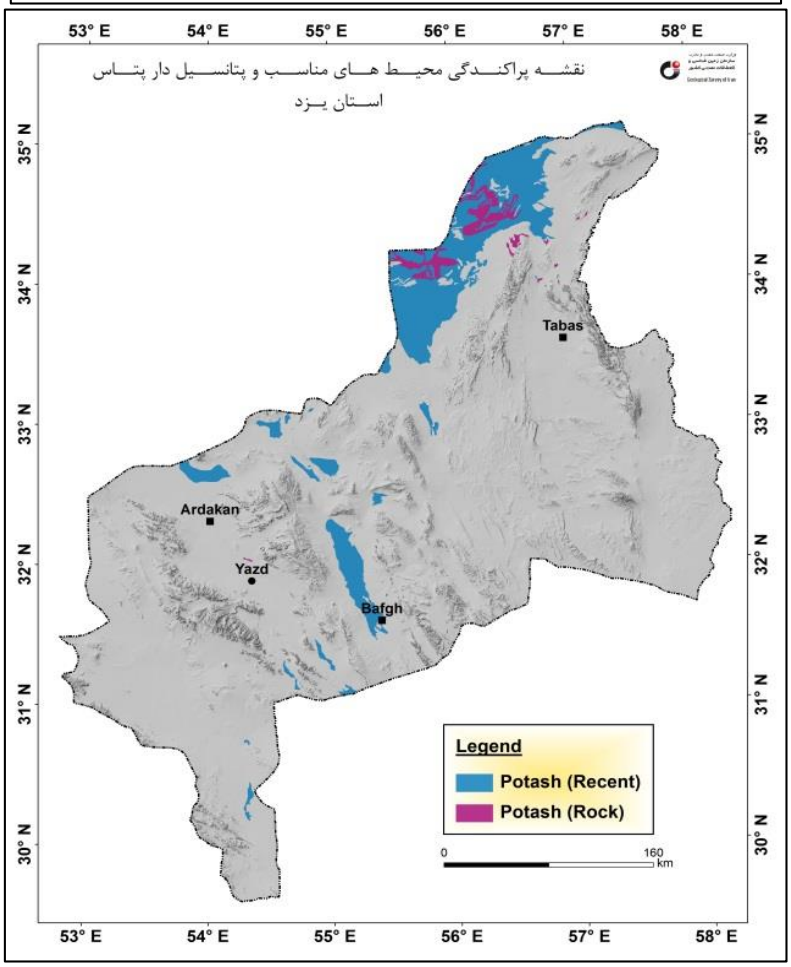

نقشه پراکندگی محیط های مناسب و پتانسیل دار
سرب و روی استان یزد
53° E
54° E
55° E
56° E
57° E
58° E
35° N
34° N
33° N
32° N
31° N
30° N
Tabas
Ardakan
Yazd
Bafgh
Legend
Massive Sulfide (Prospcet)
Sedex (Prospect)
Carbonate Hosted (Prospcet)
Skarn (Prospect)
0
160
km

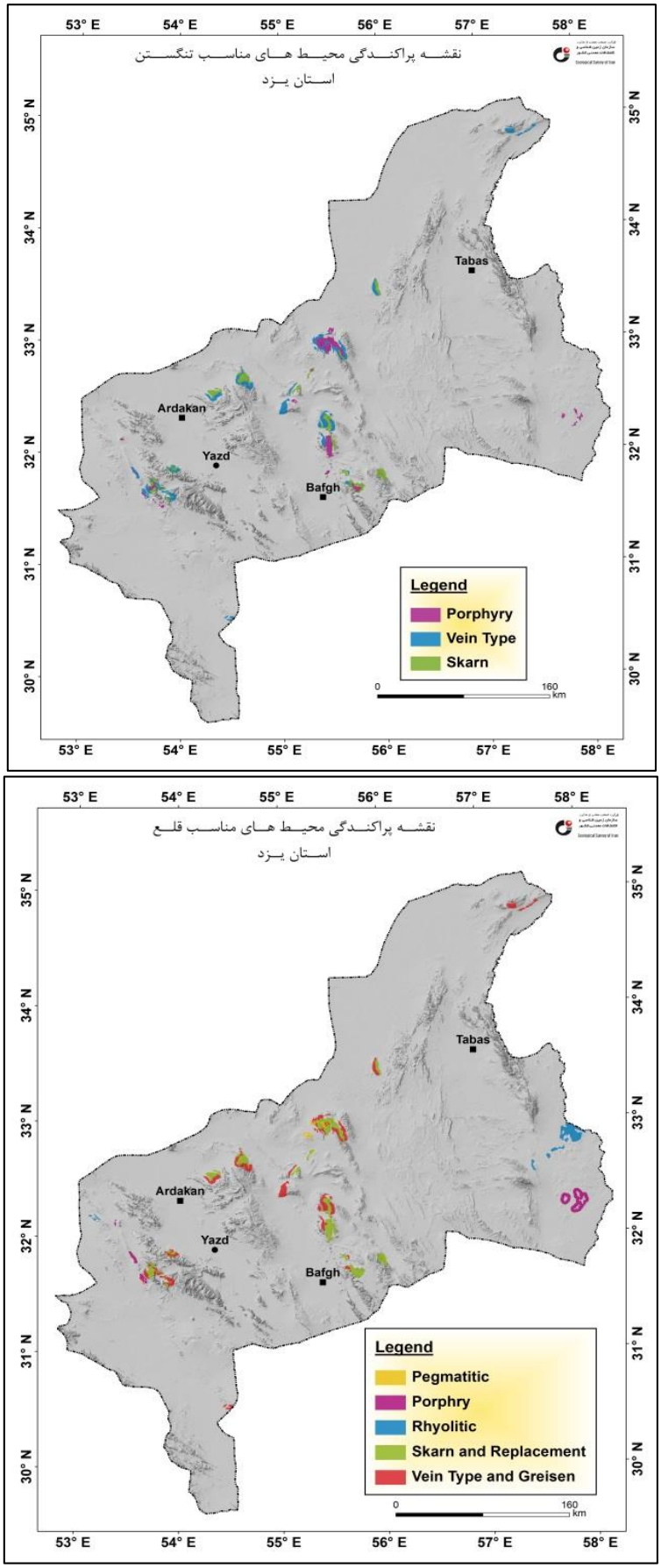

نقشه پراکندگی محیط های مناسب نیکل
استان یزد
53° E
54° E
55° E
56° E
57° E
58° E
35° N
34° N
33° N
32° N
31° N
30° N
Tabas
Ardakan
Yazd
Bafgh
Legend
Ni Environment
0
160
km


نقشه پراکندگی محیط های مناسب و پتانسیل دار مس
استان یزد
Tabas
Ardakan
Yazd
Bafgh
Legend
Basaltic (Potential)
Massive Sulfide (Potential)
Mo Climax (Favorable Environment)
Porphyry (Potential)
Skarn (Prospect)
Volcanic Hosted (Prospect)
0
160
km


نقشه پراکندگی محیط های مناسب و پتانسیل دار
باریت استان یزد
Tabas
Ardakan
Yazd
Bafgh
Legend
Exhalative (Prospect)
Vein Epigenetic (Prospect)
0
160
km


نقشه پراکندگی محیط های مناسب و پتانسیل دار
آنتیموان استان یزد
53° E
54° E
55° E
56° E
57° E
58° E
35° N
34° N
33° N
32° N
31° N
30° N
Tabas
Ardakan
Yazd
Bafgh
Legend
Simple Vein (Potential)
Volcanic Hosted (Potential)
0
160
km

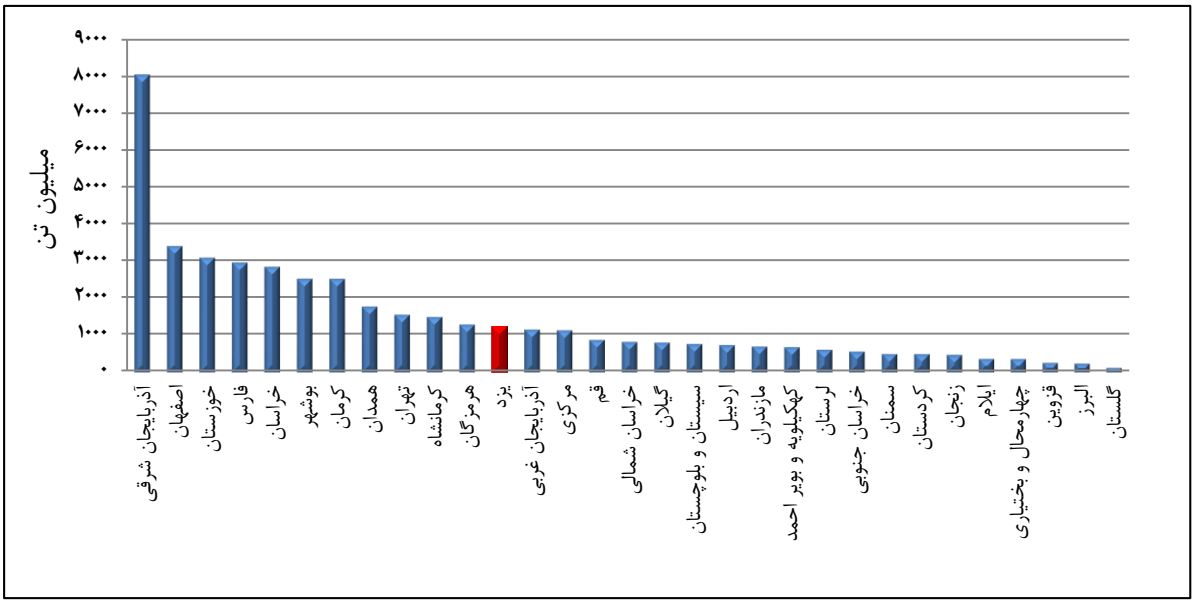

نقشه پراکندگی محیط های مناسب و پتانسیل دار پتاس
استان یزد
53° E
54° E
55° E
56° E
57° E
58° E
35° N
34° N
33° N
32° N
31° N
30° N
Tabas
Ardakan
Yazd
Bafgh
Legend
Potash (Recent)
Potash (Rock)
0
160
km



شکل ۲-۸- نقشه پراکندگی محیط‌های مناسب کانی زایی استان به تفکیک مواد معدنی (سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور)

۲-۳-۳- ذخایر معدنی

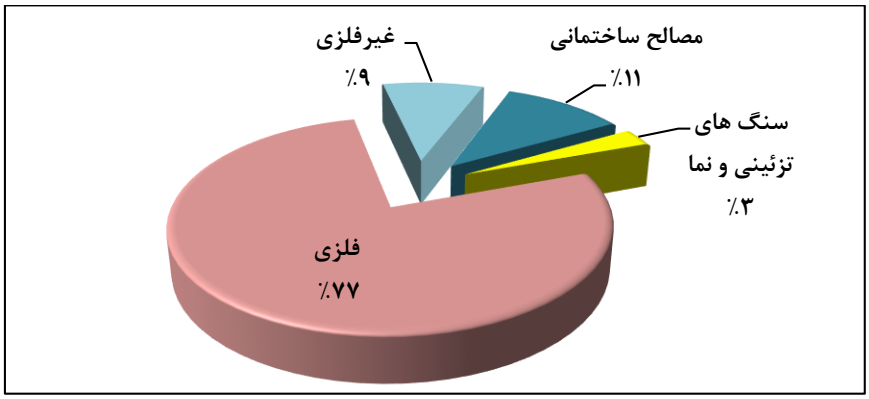
بر اساس آمار سال ۱۳۹۱ وزارت صنعت، معدن، تجارت، استان یزد با مجموع ذخیره (قطعی و احتمالی) ۱,۲ میلیارد تن از لحاظ میزان ذخایر معدنی رتبه دوازدهم کشور را دارا بوده است[۱] (نمودار ۲-۱).



نمودار ۲-۱- میزان ذخایر مواد معدنی استان‌ها (وزارت صنعت، معدن و تجارت، ۱۳۹۱)

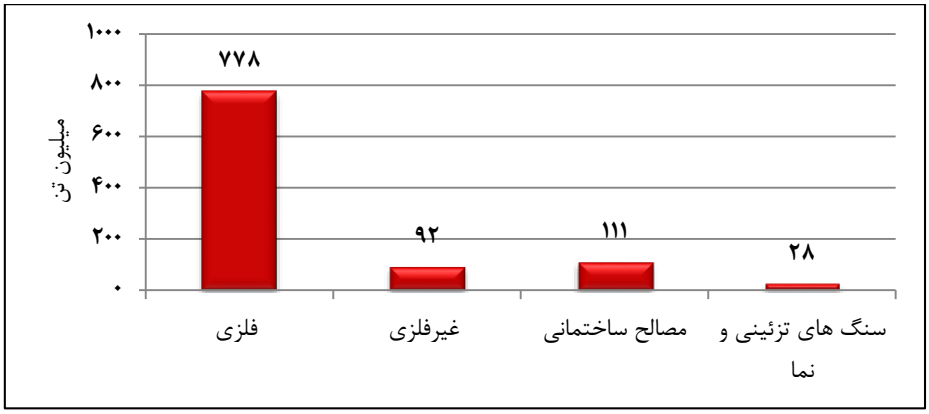
*- در حال حاضر با جدا شدن شهرستان طبس از استان یزد تغییراتی در میزان ذخیره استان بویژه در بخش غیرفلزی وجود دارد که متأسفانه آمار دقیقی از آن در دست نیست و لذا آنچه در این بخش ارائه می‌گردد تقریبی است و بر مبنای حذف ذخایر زغال سنگ و فلورین (که معادن عمده آنها در منطقه طبس بوده است) محاسبه گردیده است.

بر این اساس، مجموع ذخیره استان حدود ۱ میلیارد تن و سهم گروه‌های معدنی از کل ذخیره استان به صورت مواد فلزی ۷۷ درصد (برابر ۷۷۸ میلیون تن)، مواد غیرفلزی ۹ درصد (برابر ۹۲ میلیون تن)، مصالح ساختمانی ۱۱ درصد (برابر ۱۱۱ میلیون تن) و سنگ‌های تزئینی و نما ۳ درصد (برابر ۲۸ میلیون تن) می‌باشد (نمودار۲-۲و نمودار۲-۳).



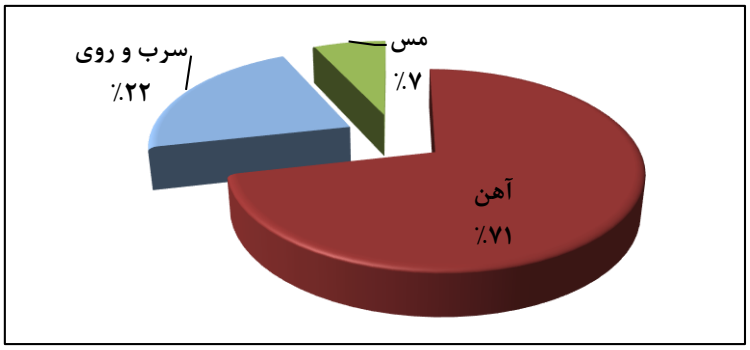
نمودار ۲-۲- درصد ذخایر انواع مواد معدنی در استان یزد (وزارت صنعت- معدن- تجارت- ۱۳۹۱- با تغییر)

۱. در تمامی آمارهای ارائه شده قبل از سال ۱۳۹۲، شهرستان طبس جزو استان یزد منظور شده است.

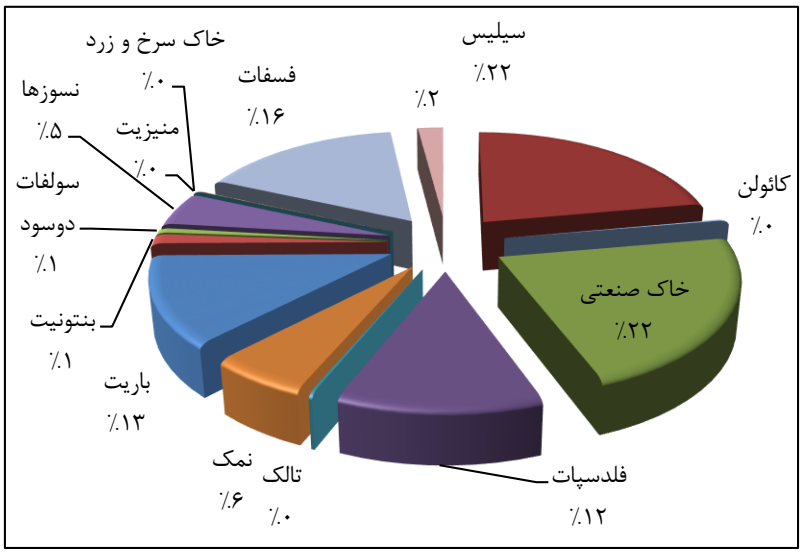


نمودار ۲-۳- میزان ذخایر انواع مواد معدنی در استان یزد (وزارت صنعت- معدن- تجارت- ۱۳۹۱- با تغییر)

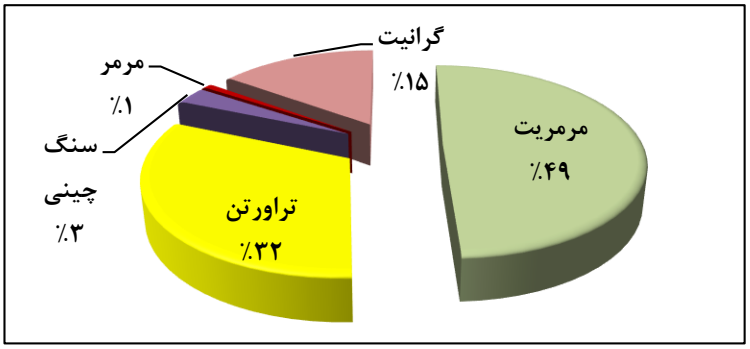
چنانچه مشاهده می‌شود، عمده ذخیره استان مربوط به گروه مواد فلزی و غیرفلزی است. در نمودارهای ۲-۴ تا ۲-۷ ذخایر گروه‌های مواد معدنی استان به تفکیک نوع ماده معدنی نمایش داده شده است.



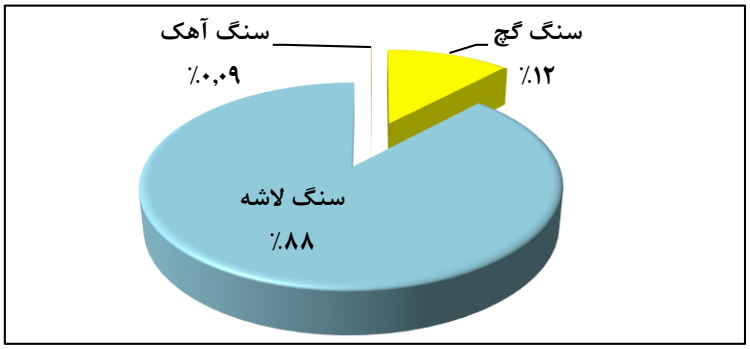
نمودار۲-۴ ذخیره فلزی استان به تفکیک ماده معدنی



نمودار۲-۵ ذخیره غیرفلزی استان به تفکیک ماده معدنی (وزارت صنعت- معدن- تجارت- ۱۳۹۱- با تغییر)



نمودار۲-۶ ذخیره سنگ‌های تزئینی و نما در استان به تفکیک ماده معدنی (وزارت صنعت- معدن- تجارت- ۱۳۹۱)

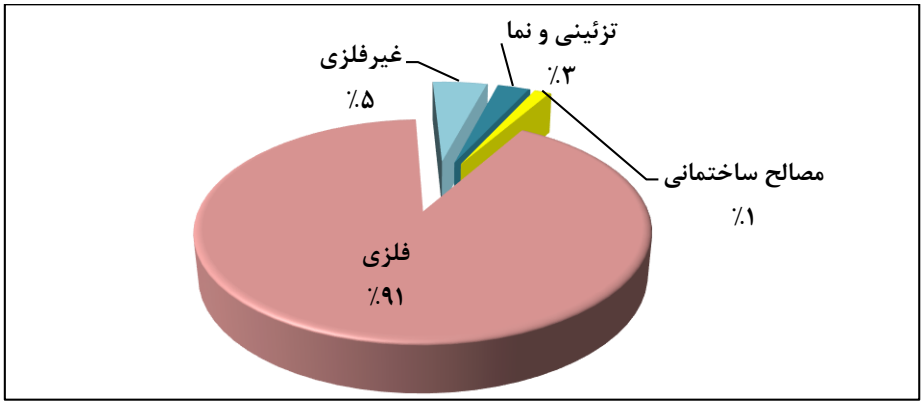


نمودار ۲-۷ ذخیره مصالح ساختمانی در استان به تفکیک ماده معدنی (وزارت صنعت- معدن- تجارت- ۱۳۹۱)

همچنین استان یزد در سال ۱۳۹۱، با تولید مواد معدنی در حدود ۳۷,۷ میلیون تن، در رتبه دوم تولید معدنی کشور (پس از استان کرمان) قرار گرفته است.

(با حذف تولیدات مربوط به زغال سنگ و فلورین در شهرستان طبس)، تولید انواع ماده معدنی در استان در سال ۱۳۹۱ معادل ۳۶,۱ میلیون تن و شامل مواد فلزی ۹۱ درصد (۳۳ میلیون تن)، مواد غیرفلزی ۵ درصد (۱,۷ میلیون تن)، سنگ‌های تزئینی و نما ۳ درصد (۱ میلیون تن) و مصالح ساختمانی ۱ درصد (۵۰۹ هزار تن) بوده است.

*- ظرفیت اسمی تولید استان در سال ۱۳۹۳ حدود ۵۴ میلیون تن گزارش شده است (وزارت صنعت- معدن- تجارت استان).



نمودار ۲-۸ درصد تولید انواع مواد معدنی در استان یزد (وزارت صنعت- معدن- تجارت- ۱۳۹۱- با تغییر)

استان یزد با دارا بودن ذخایر بسیار ارزشمند فلزی و غیرفلزی دارای رتبه‌های معدنی مهمی در انواع مواد معدنی کشور است. مهم‌ترین رتبه‌های معدنی استان به شرح زیر می‌باشد:

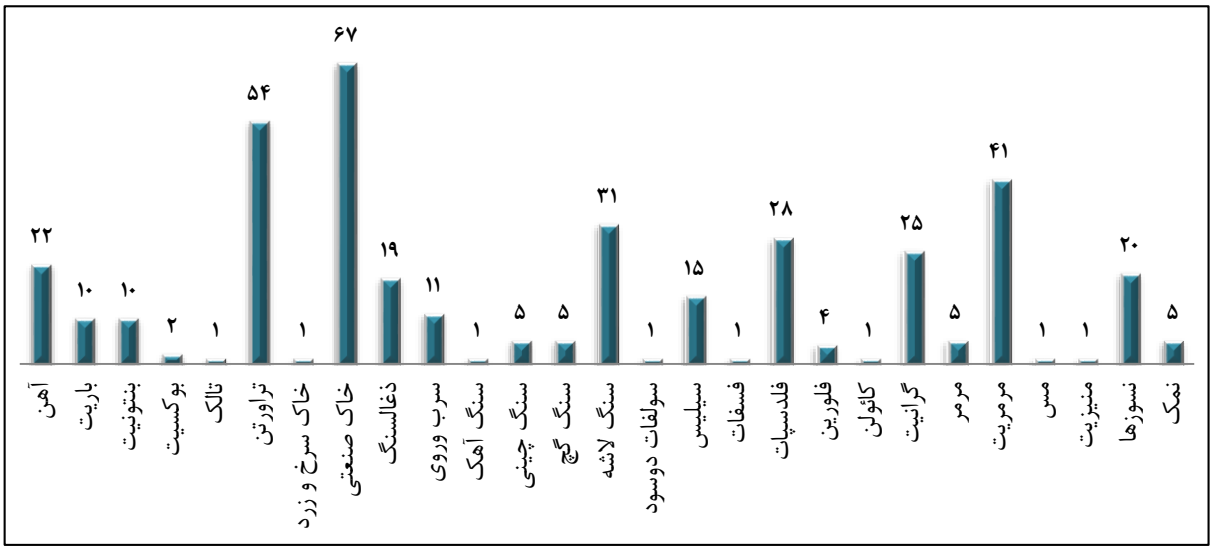
- **رتبه اول** ذخیره سرب و روی (۱۶۷ میلیون تن) معادل ۷۸ درصد از کل ذخیره سرب و روی کشور
- **رتبه سوم** ذخیره آهن (۵۵۵ میلیون تن) معادل ۲۳ درصد از کل ذخیره آهن کشور
- **رتبه سوم** ذخیره مس (۵۴ میلیون تن) معادل ۳,۲ درصد از کل ذخیره مس کشور
- **رتبه اول** ذخیره فسفات (۱۵ میلیون تن) معادل ۸۵ درصد از کل ذخیره فسفات کشور
- **رتبه اول** ذخیره باریت (۱۱,۶ میلیون تن) معادل ۶۰ درصد از کل ذخیره باریت کشور
- **رتبه دوم** ذخیره فلدسپات (۱۰ میلیون تن) معادل ۲۱ درصد از کل ذخیره فلدسپات کشور
- **رتبه سوم** ذخیره بوکسیت (۱,۹ میلیون تن) معادل ۱۱ درصد از کل ذخیره بوکسیت کشور

*- همچنین در سال ۱۳۹۱ استان یزد در زمینه میزان ذخایر و تولید زغال‌سنگ و فلوریت رتبه اول کشور را داشته است که در حال حاضر با جدا شدن شهرستان طبس از این استان این جایگاه به استان خراسان جنوبی تعلق دارد.

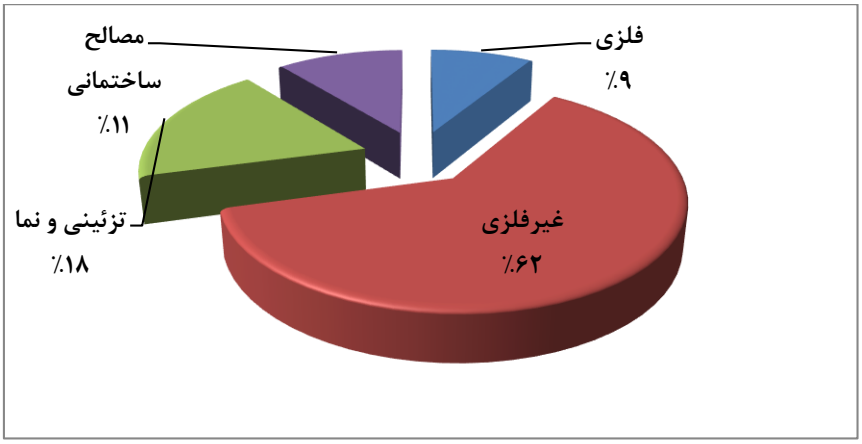
۲-۴- استخراج

۲-۴-۱- معادن و کانسارها

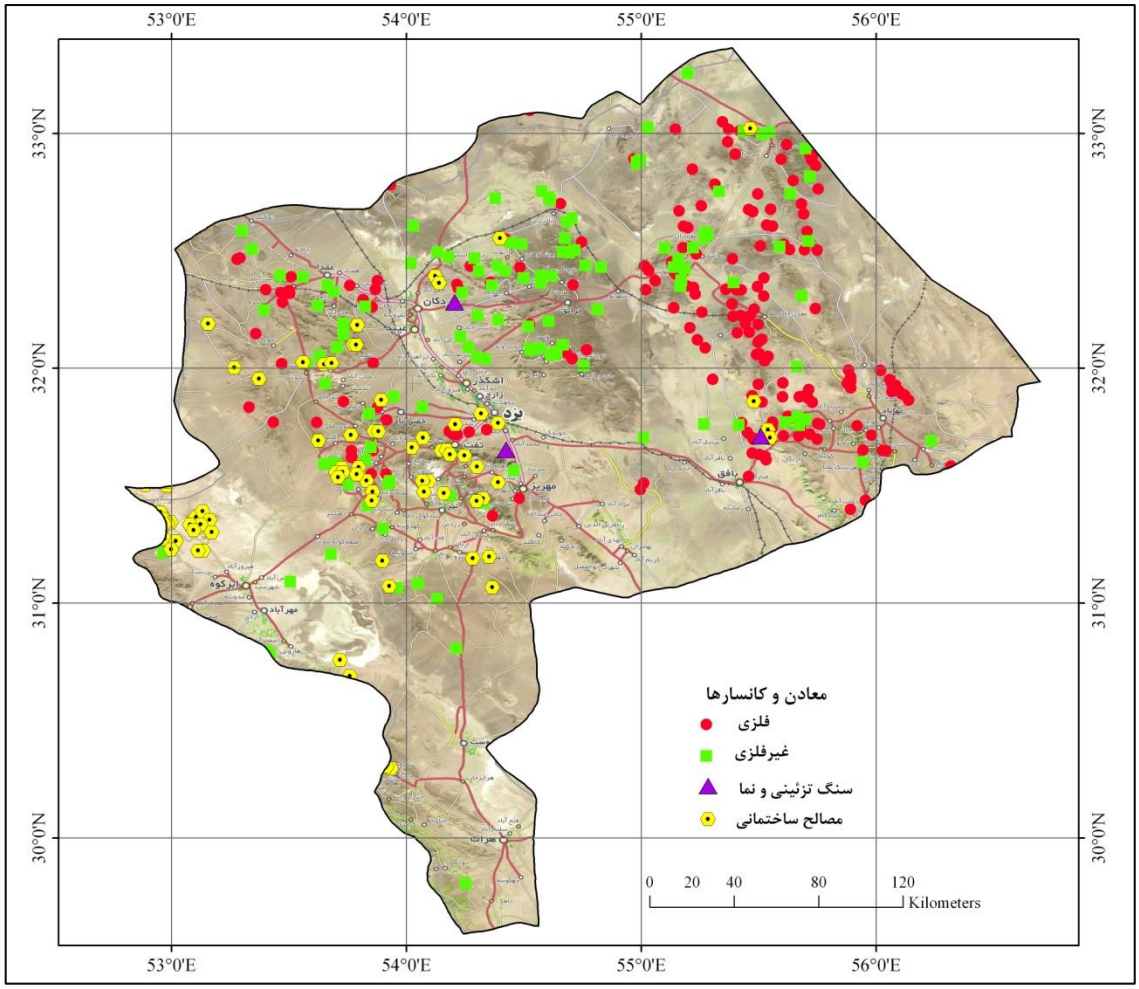
بنا به تعریف، معدن به محدوده‌ای اطلاق می‌شود که در آن یک یا چند ماده معدنی استخراج می‌گردد. استان یزد دومین استان معدنی کشور محسوب می‌شود به‌طوری‌که از ۶۰ نوع ماده معدنی شناسایی شده در کشور ۵۰ نوع آن به طور قطع در استان یزد وجود دارد، هر چند که تنها ۳۲ نوع از این مواد معدنی قابل بهره‌برداری است. بر اساس آمار وزارت صنعت- معدن- تجارت تعداد کل معادن (فعال) استان در سال ۱۳۹۱ شامل ۲۷۰ معدن می‌باشد که ۵ درصد از کل معادن فعال کشور را شامل می‌گردد. بیشترین سهم معادن را گروه معادن غیرفلزی با ۶۲ درصد و سنگ‌های تزئینی و نما با ۱۸ درصد به خود اختصاص داده‌اند (نمودار ۲-۹ و ۲-۱۰). در نقشه شکل ۲-۹ پراکندگی معادن و کانسارهای استان در قالب چهار گروه مواد معدنی نشان داده شده است.



نمودار۲-۹ تعداد معادن استان یزد به تفکیک نوع ماده معدنی



نمودار۲-۱۰ سهم معادن استان یزد به تفکیک گروه‌های مواد معدنی (بانک اطلاعات معادن وزارت صنعت- معدن- تجارت- ۱۳۹۱)



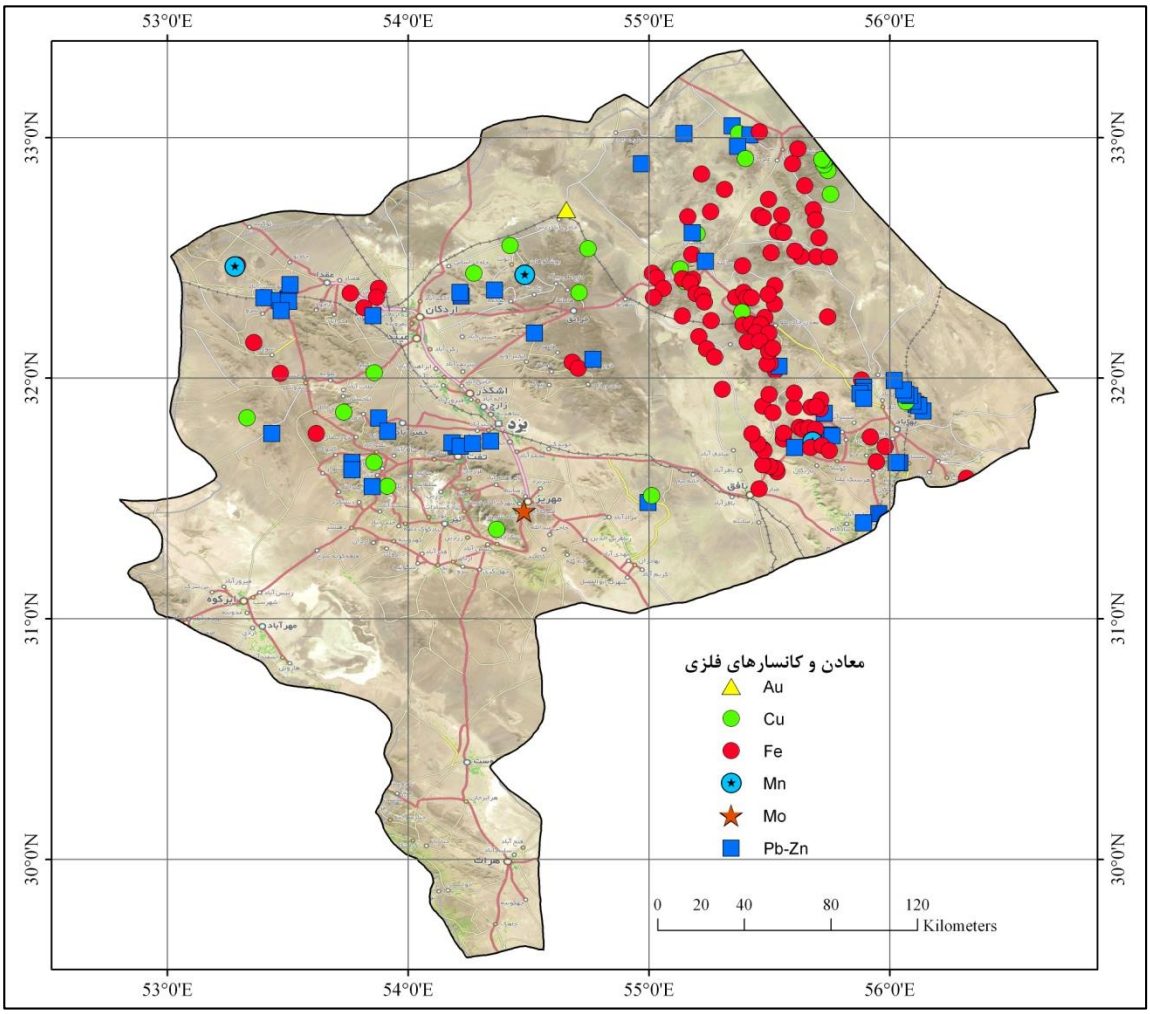
شکل ۲-۹- پراکندگی گروه‌های معدنی استان یزد

در ادامه به شرح برخی از مهم‌ترین معادن استان یزد در قالب چهار گروه مواد معدنی پرداخته‌ایم:

-گروه فلزی

پدیده‌های گوناگون زمین‌شناسی در استان یزد نظیر ماگماتیسم، متامورفیسم و شرایط ویژه حوضه‌های رسوبی سبب گردیده تا مجموعه‌ای غنی از ذخایر معدنی بویژه فلزی وجود داشته باشد. استان یزد (پس از کرمان) دومین استان

معدنی کشور به لحاظ دارا بودن ذخایر فلزی است و ۱۷,۴ درصد از کل ذخیره فلزی کشور را در خود جای داده است. در شکل ۲-۱۰ نقشه پراکندگی اندیس‌ها و معادن فلزی استان نشان داده شده است.



شکل ۲-۱۰- نقشه پراکندگی معادن و کانسارهای فلزی استان

-سرب و روی

ایران با دارا بودن ۳ درصد از کل ذخایر سرب و روی جهان ، چهارمین تولیدکننده بزرگ کنسانتره سرب و روی آسیا بعد از چین، قزاقستان و هند است. همچنین از نظر تولید شمش روی جایگاه ششم و از نظر تولید سرب جایگاه پنجم را در آسیا دارا است.

استان یزد با دارا بودن معادن مهمی چون مهدی‌آباد، چاه‌میر و ... ذخیره‌ای بالغ بر ۷۸ درصد از کل ذخیره سرب و روی کشور را در خود جای داده است. کانی‌سازی سرب و روی در منطقه چنانچه پیشتر نیز اشاره شد به سنگ‌های رسوبی (مجموعه رسوبی- آتشفشانی)، به خصوص شیل سیاه و گاه دولومیت وابسته است.

-فلززائی ذخایر سرب و روی در ایران مرکزی

در ایران مرکزی، کانسارها و نشانه‌های معدنی سرب و روی با توجه به زمان پیدایش آنها به سه دسته زیر تقسیم می‌شوند:

ـ کانسارها و نشانه‌های معدنی سرب و روی که زایش آنها در پروتروئیک پسین رخ داده است، مانند کانسارهای سرب و روی ناحیه بافق (کوشک، چاه‌میر، زریگان، گود وفاداری)

کانسنگ‌های ذخایر این ناحیه، به دو صورت سولفیدی و اکسیدی یافت می‌شوند. ولی کانسنگ چیره، سولفیدی است. سنگ میزبان شیل و کربنات است، اما ذخایری که سنگ میزبال شیلی دارند غالب می‌باشند. این ذخایر بیشتر چینه‌سان بوده و خاستگاه آنها سولفیدی توده‌ای و یا سدکس (Sedex) است.

ـ کانسارها و نشانه‌های معدنی سرب و روی که زایش آنها در دونین تا تریاس رخ داده است:

بیشتر این کانسارها، در ایران مرکزی در ناحیه بهاباد، کوه بنان و راور تمرکز دارند. نمونه‌وار می‌توان به کانسارهای گوجر، ده‌عسگر، گور، تاجکوه و ... اشاره کرد. کانسنگ این کانسارها عموما اکسیدی و سنگ میزبان آنها دولومیتی است. کانی‌سازی در همه آنها با گسل‌ها کنترل می‌شود. در بیشتر آنها عیار روی از عیار سرب بالاتر است و عموما عیار این کانسارها بالای ۲۰-۱۵ درصد روی می‌باشد.

ـ کانسارهایی که کانی‌سازی آنها در کرتاسه رخ داده است:

این ذخایر پراکندگی بیشتری در ایران مرکزی دارند و شامل کانسارهای مهدی‌آباد در پیرامون یزد، کانسارهای ناحیه تفت، انارک و ... می‌شوند. این کانسارها، ویژگی‌های کانی‌شناختی، سنگ میزبان و افق چینه‌شناسی مشابهی دارند. این ذخایر در استان یزد بیشترین تمرکز را دارند و سنگ میزبان آنها سنگ‌های آهکی سازند تفت است که در محدوده‌های معدنی، کانی‌سازی در همبری بین سازند آواری سنگستان (کمر پائین) و سازند تفت رخ داده است.

برخی ویژگی‌های عمومی ذخایر سرب و روی ایران مرکزی به قرار زیر است:

-کانی‌های سرب در بیشتر کانسارهای ایران مرکزی از نوع کربناتی بوده و سروزیت از گالن فراوان‌تر و نمایان‌تر است.

- کانی‌های روی نیز بیشتر از نوع کربناتی (اسمیت زونیت) و سیلیکاتی (کالامین) هستند (که البته این مساله شامل کانی‌سازی اصلی در کانسارهای بزرگ کوشک و مهدی‌آباد نمی‌شود).

- باطله این کانسارها در بیشتر موارد کلسیت (در کانسارهای ناحیه بهاباد ـ کوه بنان) است. باطله اکسید آهن نیز فراوان است. گاهی همراه کلسیت، کوارتز نیز یافت می‌شود و در مواردی اندک هم باطله منحصرا سیلیس است.

- باطله باریت در این کانسارها به ندرت یافت می‌شود.

- فلوریت بصورت کانی فرعی و یا باطله در کانسارها و نشانه‌های معدنی این زون بسیار نایاب است.

-معدن سرب و روی مهدی‌آباد

موقعیت جغرافیایی:" ۳۰ ′۳۰ °۳۱ عرض شمالی و ′۱ °۵۵ طول شرقی.

کانسار سرب و روی مهدی‌آباد یکی از کانسارهای معروف سرب و روی در ایران است که در ۱۱۰ کیلومتری جنوب خاوری یزد در ناحیه ایران مرکزی قرار می‌گیرد. نمایی از این کانسار در شکل ۲-۱۱ نشان داده شده است.

معدن سرب و روی مهدی آباد در استان یزد یکی از بزرگترین معادن این ماده معدنی در جهان و بزرگترین معدن خاورمیانه محسوب می‌شود. معدن مهدی‌آباد که به عنوان جایگزین معدن روی انگوارن در استان زنجان محسوب می‌شود، بیش از ۱۶۰ میلیون تن ذخیره ماده معدنی روی دارد. علاوه بر این سرب، باریت و جیوه نیز به عنوان دیگر مواد معدنی مهدی‌آباد به شمار می‌آیند.

این کانسار از نظر ذخیره بزرگ‌ترین کانسار روی و سرب با میزبان کربناته در جهان است. سنگ میزبان کانسار، سنگ‌های کربناتی کرتاسه زیرین، شامل سه سازند سنگستان، تفت و آبکوه می‌باشد. ساختار کانسار مهدی‌آباد به‌صورت ناودیس بزرگی با راستای شمالی ـ جنوبی است و توسط گسل‌های متعدد دستخوش تغییرات فراوانی شده است. از مهم‌ترین این گسل‌ها، گسل نرمال تپه‌سیاه می‌باشد که به احتمال زیاد، همزمان و بعد از رسوب‌گذاری فعال بوده است. اسفالریت و گالن کانی‌های اصلی و باریت، پیریت و کالکوپیریت کانی‌های فرعی در بخش سولفیدی است. کانی‌های سروزیت، اسمیت‌زونیت، همی‌مورفیت و هیدروزنسیت کانی‌های اصلی بخش اکسیده کانسار می‌باشند. شکل توده معدنی در این کانسار لایه‌ای و عدسی و هم‌شیب با سنگ‌های میزبان است. همچنین کانی‌سازی به‌صورت تمرکزهای متقاطع به شکل پرشدگی شکستگی‌ها، حفره‌های کارستی، کلوفرم، افشان و خوشه انگوری در کانسار قابل مشاهده است. از نظر کمی نسبت حجم توده‌های لایه‌ای و عدسی همساز با سنگ‌های میزبان، به‌مراتب بیش از بخش پرشدگی شکستگی‌ها و کارست‌ها است.

شکل ۲-۱۱- نمایی از معدن سرب و روی مهدی‌آباد در استان یزد

مواد معدنی اصلی که از این معدن به دست می‌آید شامل سرب و روی و باریت و مواد معدنی فرعی شامل نقره، کادمیوم، منگنز و مس می‌باشد.

ذخیره معدن سرب و روی مهدی‌آباد به این قرار است:

ذخیره اکسیده به مقدار ۴۵۲۲۸۰۰۰ تن با عیار متوسط ۷/۳ ٪ روی و ۲/۳٪ سرب

ذخیره سولفوره به مقدار ۱۱۶۵۳۳۰۰۰ تن با عیارمتوسط ۷/۱۵ ٪ روی و ۲/۴۷٪ سرب

ذخیره باریت به مقدار ۱۰۴۱۶۰۰۰ تن

عملیات بهره‌برداری این معدن مدتی متوقف شده بود، اما دوباره فعال شده است. در حال حاضر معدن مهدی آباد بالاترین میزان استخراج باریت در ایران به خود اختصاص داده و اقدام به جذب سرمایه گذار جهت احداث کارخانه

فرآوری یک میلیون تنی باریت کرده است. هدف اصلی طرح تجهیز معدن مهدی آباد یزد باطله برداری، استخراج و احداث کارخانجات ۱۰۰ هزار تنی شمش روی و همچنین کارخانه ۱۰۰ هزار تنی تولید کنستانتره روی است.

-معدن سرب و روی کوشک

این معدن در فاصله ۱۶۵ کیلومتری شرق یزد و ۴۵ کیلومتری شمال شرق شهرستان بافق واقع شده است و شامل دو بخش زیرزمینی و روباز است. ذخیره قطعی معدن زیرزمینی شش میلیون تن است که از این مقدار چهار میلیون تن استخراج شده است و عیار مجموع سرب و روی آن ۱۵ تا ۱۶ درصد است. ذخیره قطعی معدن روباز نیز چهار میلیون تن و ذخیره احتمالی آن دو میلیون تن می‌باشد و مجموع عیار سرب و روی آن ۴ تا ۶ درصد است.

-کانسار سرب و روی چاه‌میر

کانسار روی و سرب چاه‌میر در توالی رسوبی- آتش‌فشانی کامبرین پیشین، همزمان با رخداد اقیانوس‌های بدون اکسیژن جهان در کامبرین، در یک محیط کافت پشت کمانی تشکیل شده است. واحدهای سنگی میزبان کانسار سیلت‌سنگ سیاه دارای مواد آلی با میان لایه‌هایی از توف و توف سیلتی هستند که توسط توف‌های کربناتی سبزرنگ پوشیده شده است. در کانسار چاه‌میر، بر اساس ماهیت کانه‌زایی سولفیدی، بافت و کانی‌شناسی سولفیدها، می‌توان چهار رخساره را از هم متمایز کرد. این رخساره‌ها بر اساس جایگاه آن‌ها نسبت به محل خروج سیال‌های کانه ساز عبارت‌اند از:

۱) رخساره رگه- رگچه‌ای (زون تغذیه کننده) شامل رگه‌های سولفیدی و سیلیسی است که به‌صورت قطع کننده لایه‌بندی سنگ میزبان، در زیر رخساره کانسنگ توده‌ای تشکیل شده است. بافت‌های رگه-رگچه‌ای و جانشینی سولفیدها سیمای اصلی این رخساره را تشکیل می‌دهند.

۲) رخساره کانسنگ توده‌ای (رخساره دهانه‌ای) که بخش ستبر، پرعیار و توده‌ای کانسار را در خاور آن تشکیل داده و شامل دو زیررخساره سولفیدی- سیلیسی- کربناتی، در مرکز و سولفیدی- کربناتی در اطراف آن است. بافت سولفیدها در این رخساره به‌صورت توده‌ای، جانشینی، رگه-رگچه‌ای و کلوفرم برشی شده است.

۳) رخساره کانسنگ لایه‌ای که ستبرای کمتری نسبت به رخساره کانسنگ توده‌ای دارد و با سیمای لایه‌ای و نواری و عیار پایین ماده معدنی قابل تشخیص است. این رخساره، به‌صورت سولفیدهای لامینه و نواری هم‌روند با لایه بندی سنگ میزبان (چینه‌سان)، در بخش مرکزی کانسار تشکیل شده است.

۴) رخساره حاشیه‌ای، در بخش انتهایی باختر کانسار تشکیل شده و در واقع معادل رسوبی رخساره کانسنگ لایه‌ای را می‌سازد. مهم‌ترین ویژگی این رخساره وجود پیریت دانه پراکنده، نوارهای چرت و باریت است.

۲-۲-۱,۱. معدن سرب و روی دره زنجیر

این معدن یکی از قدیمی‌ترین معادن سرب و روی کشور می‌باشد که در شهرستان تفت و در فاصله ۲۰ کیلومتری جنوب غربی شهر یزد قرار دارد. فعالیت‌های معدنکاری در این معدن از سال ۱۳۲۶ شروع شده است. تاکنون شرکت‌های متعدد خارجی از کشورهای ژاپن، یوگسلاوی و فرانسه در زمینه‌های اکتشاف و استخراج این معدن فعالیت داشته‌اند.

ماده معدنی در افق‌های بالا از نوع کربناته با عیار مجموع سرب و روی حدود ۱۵ درصد می‌باشد. ماده معدنی افق‌های پایین‌تر از نوع سولفوره می‌باشد. بر اساس فعالیت‌های اکتشافی تاکنون چهار آنومالی جدید در این محدوده کشف شده است که با توجه به سایر شواهد زمین‌شناسی احتمال وجود ماده معدنی سرب و روی تا ۲/۵ میلیون تن در این معدن وجود دارد.

۲-۲-۱,۲. معدن سرب و روی فرح‌آباد

معدن سرب و روی فرح آباد در ۶۰ کیلومتری جنوب غربی یزد و در مسیر جاده یزد – شیراز بعد از روستای علی آباد واقع شده است. این معدن در منطقه ای کوهستانی قرار گرفته و ارتفاع آن از سطح دریا حدود ۳۰۰۰ متر است. کارهای اکتشافی در معدن فرح آباد از سال ۱۳۴۸ شروع شده است و آثار اکتشافات شدادی در چهار مکان مختلف آن دیده می‌شود. اکتشافات بعدی در این معدن، براساس کارهای شدادی صورت گرفته و با حفر تونل‌هایی در افق-های مختلف ادامه یافته است. ماده معدنی، عمدتاً سرب است که بصورت کانی گالن مشاهده می‌شود و کانی های روی درصد کمتری را به خود اختصاص داده است. در حال حاضر استخراج از این معدن به روش Sublevel Stopping ادامه دارد.

۲-۲-۱,۳. معدن سرب و روی منصور آباد

معدن سرب و روی منصورآباد در ۱۰۰ کیلومتری جنوب غربی یزد – شیراز واقع شده است. این معدن در منطقه‌ای کوهستانی واقع شده و ارتفاع آن از سطح دریا حدود ۲۵۰۰ متر است. در این معدن سالها عملیات بهره برداری از طبقات مختلف انجام شده است. مواد محتوی سرب و روی در مرحله اولیه تکوین در نتیجه تحولاتی که در محل صورت گرفته است بوجود آمده و عامل موثر در تشکیل مواد مزبور نفوذ محلول‌هایی بوده است که در اثر حرارت زیاد یک توده نفوذی گرانیت از اعماق زمین به محل تجمع جریان داشته است. روند مواد معدنی ۲۰ تا ۴۵ درجه می-باشد. واحدهای معدنی که عمدتاً از نوع کالامین هستند، در چهار طبقه با احداث ۲ تونل افقی بر توده و یک تونل به طول ۱۰۰متر که بصورت شیبدار امتداد دارد، در حال اکتشاف و استخراج می‌باشد. جاده معدن در تمام طول سال قابل استفاده است.

-آهن

بلوک معدنی بافق با ذخیره بیش از یک سوم سنگ‌آهن کشور، به عنوان مهمترین زون آهن‌دار ایران شناخته شده است. با توجه به عملیات اکتشافی انجام شده از سال ۱۳۴۰ تاکنون، در این منطقه بیش از ۳۸ آنومالی آهن‌دار با ذخیره نزدیک به ۱/۷ میلیارد تن شناسایی شده که مهمترین آن‌ها معادن چغارت، سه‌چاهون، آنومالی شمالی، میشدوان و چاه‌گز است. کانی‌سازی گسترده آهن در منطقه بافق چنانچه پیشتر نیز اشاره شد به توده‌های نفوذی و نیز سنگ‌های رسوبی (مجموعه رسوبی- آتشفشانی) وابسته است. استان یزد پس از استان‌های کرمان و خراسان رضوی بیشترین ذخیره سنگ آهن در کشور را داراست.

شرکت سنگ‌آهن مرکزی ایران، بزرگترین تولیدکننده سنگ‌آهن دانه‌بندی کشور طی ۴۰ سال گذشته است. این شرکت از سال ۱۳۵۰، عملیات استخراج سنگ‌آهن در معدن چغارت را آغاز و تاکنون سنگ‌آهن مورد نیاز کارخانه ذوب‌آهن اصفهان و برخی صنایع فولادسازی کشور را تأمین و از سال ۱۳۸۰ نیز به جمع صادرکنندگان سنگ‌آهن

پیوسته است. در حال حاضر سالیانه حدود ۲۷ میلیون تن سنگ آهن از معادن سنگ آهن استخراج و مورد مصرف قرار می‌گیرد. اکنون با انجام اکتشافات مقدماتی در ۷ آنومالی اصلی آهن‌دار در منطقه پشت بادام- بافق حدود ۴۰۰ میلیون تن سنگ آهن دیگر برآورد می‌گردد.

-معدن چغارت

معدن سنگ آهن چغارت در ۱۲ کیلومتری شمال خاوری شهرستان بافق و در ۱۲۵ کیلومتری جنوب خاوری مرکز استان یزد واقع شده و ارتفاع اولیه آن از سطح دریا ۱۲۸۶ متر است. این معدن از طریق راه‌آهن سراسری به طول ۱۰۰۰ کیلومتر با تهران، ۴۷۰ کیلومتر با ذوب آهن اصفهان و ۶۱۰ کیلومتر از طریق سیرجان به بندرعباس ارتباط دارد . عملیات اکتشافی در این منطقه در سال ۱۳۴۱ آغاز و از سال ۱۳۴۷ مطالعات ژئوفیزیکی، زمین‌شناسی، حفاری و نقشه‌برداری تکمیل گردید.

کانسار چغارت در سازندهای پرکامبرین ایران مرکزی قرار دارد. سنگ‌های در برگیرنده کانسار مجموعه‌ای از سنگ‌های رسوبی، آتش‌فشانی، فیلیت، شیست‌های متبلور، مرمر و گنیس می‌باشد که در فرهنگ چینه‌شناسی ایران به‌عنوان سری مراد شناخته شده‌اند. این مجموعه تحت تأثیر دگرگونی مجاورتی، ناحیه‌ای و متاسوماتیسم قرارگرفته و باعث گردیده تنوع عظیمی از سنگ‌ها و کانی‌ها در اطراف چغارت به وجود بیاید. کانسار آهن چغارت از نوع مانیتیت- هماتیت می‌باشد. به‌صورت توده‌ای تبر مانند با روند شمال باختر است و تعداد زیادی دایک، کانسار و سازندهای اطراف را قطع نموده است. آپاتیت به‌عنوان مهم‌ترین کانه مزاحم در کانسار چغارت به دو شکل بلورهای پراکنده و دایک با ضخامت‌های مختلف می‌باشد. روش استخراج در این معدن، روباز و پلکانی به‌صورت انتخابی است و ارتفاع پله‌های استخراجی ۱۲. ۵ متر است. تاکنون تا عمق ۲۲۰ متر در این معدن عملیات حفاری و برداشت سنگ‌آهن صورت گرفته است. نمای کلی معدن در شکل ۲-۱۲ در زیر نشان داده شده است.

شکل ۲-۱۲ نمایی از معدن آهن چغارت یزد

ذخیره زمین‌شناسی کانسار بر اساس گزارش‌های اکتشاف تکمیلی دفتر طراحی معدن (۱۳۷۴) معادل ۲۰۷ میلیون تن برآورد شده است. طبق آخرین طرح نهایی استخراجی، ذخیره قابل استخراج معادل ۱۷۷ میلیون تن (۱۰۷ میلیون تن BF و ۷۰ میلیون تن سنگ‌آهن پر فسفر و کم عیار) می‌باشد. با توجه به اینکه نیمی از ذخیره سنگ‌آهن

چغارت پر عیار و کم فسفر می‌باشد این سنگ‌آهن بدون هیچ‌گونه فرآیند کانه‌آرایی، در کارخانه خردایش و دانه‌بندی چغارت دانه‌بندی و به واحدهای تولید فولاد ارسال می‌گردد. میزان ذخیره باقیمانده در کانسار چغارت از ابتدای سال ۱۳۸۷ در محدوده طرح فعلی استخراجی ۶۸ میلیون تن با متوسط عیار آهن ۵۷/۷ و فسفر ۰/۵۵ ٪ در صد می‌باشد که از این ذخیره مقدار ۳۳ میلیون تن سنگ‌آهن با متوسط عیار آهن ۶۰/۷ درصد و فسفر ٪۲ درصد می‌باشد که طبق برنامه طی ۱۰ سال استخراج و بقیه (۳۵ میلیون تن) سنگ‌های آهن کم عیار و پر فسفر می‌باشد که پس از استخراج در کارخانه تولید کنسانتره چغارت کانه‌آرایی و مورد مصرف قرار خواهند گرفت.

-معدن آهن سه چاهون

این معدن که در فاصله ۴۷ کیلومتری شمال خاوری شهر بافق و ۳۵ کیلومتری معدن چغارت واقع شده، از نظر زمین‌شناسی در سازندهای پرکامبرین پسین ایران مرکزی قرار داشته و منشأ آن آتش‌فشانی رسوبی می‌باشد. معدن سه چاهون مشتمل بر دو آنومالی X و IX است که در فاصله سه کیلومتری از یکدیگر قرار دارد. آنومالی X ذخیره‌ای حدود ۱۳۱ میلیون تن با عیار ۴۹,۶۳٪ و فسفر ۰,۰۹٪ و آنومالی IX که شامل دو توده شمالی و جنوبی است دارای ذخیره زمین‌شناسی ۱۳۲ میلیون تن است که از این مقدار حدود ۷۸ میلیون تن با متوسط عیار آهن ۳۲,۷٪ و فسفر ۰,۱۰۴٪ درصد و ۵۳ میلیون تن با عیار ۳۸,۹۸٪ و فسفر ۰,۰۶٪ قابل استحصال می‌باشد. بهره‌برداری از معدن سه چاهون در سال ۱۳۸۴ آغاز شده است و طی برنامه‌ریزی انجام شده سالیانه ۴. ۳ میلیون تن سنگ‌آهن از این معدن استخراج و پس از خردایش در کارخانه سنگ‌شکن با ابعاد کوچک‌تر از ۳۰۰ میلی‌متر توسط راه‌آهن به کارخانه فرآوری چغارت منتقل می‌شود. تاکنون به ارتفاع ۱۲۰ متر در این معدن عملیات حفاری و برداشت سنگ‌آهن صورت گرفته است. نمایی از معدن در شکل ۲-۱۳ در زیر نشان داده شده است.

شکل ۲-۱۳- نمایی از معدن آهن سه‌چاهون

-معدن چادرملو

معدن سنگ‌آهن چادرملو در قلب کویر مرکزی ایران، در دامنه شمالی کوه‌های خاکستری رنگ چاه محمد در حاشیه جنوبی نمکزار ساغند به فاصله ۱۸۰ کیلومتری شمالی خاوری شهر یزد و ۳۰۰ کیلومتری جنوب طبس قرار گرفته

است. این معدن بخشی از ایالت متالوژنیک بافق- ساغند بوده و سنگ میزبان غالب در این کانسار انواع سنگ‌های آذرین خروجی تا نیمه‌عمیق با ترکیب اسیدی نظیر ریولیت، تراکیت و میکروگرانیت می‌باشد که تحت تأثیر فرآیندهای متاسوماتیکی قرارگرفته‌اند. از انواع کانی‌های مهم حاصل از متاسوماتیسم می‌توان به آلبیت با ماکل شطرنجی، اپیدوت، تورمالین، کلریت،اکتینولیت، بیوتیت سبز، کلسیت، آپاتیت و کوارتز اشاره نمود. مهم‌ترین کانه این کانسار مگنتیت است که در بخش‌های کم‌عمق و سطحی به هماتیت تبدیل شده است. میزان کانه پیریت و کالکوپیریت در این معدن کم بوده و بیشتر به صورت پراکنده در سنگ‌ها یافت می‌شود.

بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که توده‌های نفوذی گرانیت پورفیری و سنگ‌های میزبان دیگر مانند شیست-های پروتروزوئیک و سنگ آهک‌های دولومیتی کامبرین به عنوان منابع اصلی آهن دار نبوده و جانشینی منیتیت در آنها فقط در محل‌های تماس این توده‌ها انجام شده است. در واقع نفوذ این توده‌ها عاملی برای کانی‌سازی آهن بوده است. با این وجود مواد مذاب بعدی که از سنگ‌های ولکانیکی حد واسط(آندزیت تا بازالت) رسوبات متامورف عبور نموده‌اند موجب این جایگزینی شده‌اند که نمونه بارزی از ذخیره‌سازی متاسوماتیکی از اعماق می‌باشد.

میانگین کل ذخیره زمین شناسی نشان دهنده وجود ۵۵/۲۲ درصد آهن، ۰/۹۴ درصد فسفر، ۰/۱۹ درصد گوگرد و ۶/۹۳ درصد سیلیس است و میانگین بخش پرعیار ذخیره نیز از قرار ۵۸/۹۳ درصد آهن، ۰/۹۶ درصد فسفر، ۰/۱۳ درصد گوگرد و ۳/۹۶ درصد سیلیس می‌باشد. ذخیره کل معدن معادل ۳۹۸/۹ میلیون تن است و ذخیره باقیمانده آن حدود ۱۴۰ میلیون تن می‌باشد.

-سنگ‌آهن چاه‌گز

معادن سنگ‌آهن چاه گز در مختصات جغرافیایی ′۲۹ °۵۵ طول خاوری و ′۰۵ °۳۲ عرض شمالی قرارگرفته است. این معادن در فاصله ۷۵ کیلومتری شهرستان بافق می‌باشند. حجم کل استخراج تا پایان سال ۹۲ برابر ۷,۱ میلیون مترمکعب شامل ۳۱۵،۹۱۱ مترمکعب سنگ آهن و ۶،۸۱۶،۹۶۶ مترمکعب باطله بوده است. لازم به ذکر است با راه‌اندازی سنگ‌شکن موبایل در این معدن تاکنون بیش از ۱۳۰۰۰۰ تن سنگ‌آهن پر عیار دانه‌بندی تولیدشده است. میزان کل ذخیره معدن جمعاً ۸۳ میلیون تن و متوسط عیار آهن آن ۵۳/۱۶ درصد می‌باشد که در دو توده تقریباً موازی خاوری و باختری متمرکز شده است (مجتمع معادن سنگ آهن فلات مرکزی ایران).

لازم بذکر است در گزارش وزارت صنعت- معدن- تجارت استان ذخیره معدن جمعاً ۸۸ میلیون تن با متوسط عیار آهن ۵۷ درصد گزارش شده است.

-سنگ‌آهن میشدوان

مجتمع سنگ‌آهن میشدوان در فاصله ۳۰ کیلومتری شمال شهرستان بافق در استان یزد واقع شده است. فاصله این معدن از سنگ‌آهن چغارت ۲۵ کیلومتر می‌باشد. طول جغرافیایی کانون این معدن "۵۱ ′۳۰ °۵۵ درجه خاوری و عرض جغرافیایی "۴۵ ′۵۰ °۳۱ درجه شمالی است.

راه دسترسی به معدن جاده آسفالته بافق- بهاباد به طول ۳۰ کیلومتر و جاده آسفالته اختصاصی معدن به طول ۸ کیلومتر می باشد. لازم به ذکر است خط آهن بافق- مشهد از شمال این معدن عبور می‌کند.

عملیات اکتشاف سیستماتیک این آنومالی در سال‌های ۱۳۷۰-۱۳۶۹ با اجرای عملیات مغناطیس‌سنجی و گرانی‌سنجی و تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ آغاز شد و در سال ۱۹۷۶ با بازنگری نقشه‌های ژئوفیزیکی و تهیه نقشه زمین‌شناسی ۱:۵۰۰۰ اقدام به اجرای عملیات مغناطیس‌سنجی تفصیلی، حفر ۱۲ ترانشه اکتشافی و ۵ حلقه گمانه اکتشافی با مجموع طول ۷۵۵ متر گردید.

از لحاظ ترکیب کانی‌شناسی، سنگ‌آهن میشدوان از تیپ منیتیت فسفردار، منیتیت، منیتیت-هماتیت، هماتیت و هماتیت-منیتیت تشکیل شده که سنگ‌آهن منیتیت فسفردار و منیتیت کم فسفر از تیپ‌های اصلی و عمده این آنومالی می‌باشد.

میزان ذخیره معدن میشدوان در سال ۱۳۸۵ شامل سه بخش شرقی، غربی و مرکزی به میزان ۱۳,۲ میلیون تن سنگ آهن کم عیار پرفسفر با عیار متوسط آهن ۴۹ درصد می باشد (مجتمع معادن سنگ آهن فلات مرکزی ایران).

-مجموعه معادن زاغیها

مجموعه معادن زاغیها متشکل از ۳ آنومالی (2c، 2a و آنومالی ۴) با ذخیره زمین‌شناسی ۵۰ میلیون تن سنگ آهن با عیارمتوسط ٪۳۰ می باشد.

آنومالی 2a در فاصله ۸ کیلومتری شهرستان بافق قرار دارد. مختصات این آنومالی ً۱۵ ۳۸ ۳۱ و ً۲۸ ۲۸ ۵۵ می‌باشد. عملیات حفاری این معدن درچهاردهم مردادماه ۱۳۹۱ آغاز گردید.

میزان کل استخراج ۱۶۳۷۲۰۱ مترمکعب شامل ۳۱۲۳۲۳ مترمکعب سنگ آهن و ۱۳۲۴۸۷۸ مترمکعب باطله-برداری بوده است که باتوجه به طرح پیشنهادی عملیات استخراج فاز یک در اواخر فروردین ماه ۱۳۹۲ پایان یافته است .

لازم به ذکر است که بخشی از سنگ آهن استخراج شده مستقیماً دانه‌بندی شده و بخش دیگر با سنگ استخراج شده از معدن آنومالی شمالی جهت تهیه فید قابل استفاده در طرح ارائه شده بر اساس تکنولوژی کشور اوکراین مصرف خواهد شد.

-آنومالی 1a (شمالی)

آنومالی 1a (شمالی) در فاصله ۲۵ کیلومتری شهرستان بافق و دارای مختصات جغرافیایی ′۴۶ °۳۱ عرض شمالی و ′۲۶ °۵۵ طول شرقی می‌باشد مطالعات اولیه اکتشافی کانسار در سال‌های ۶۱-۱۹۶۰ توسط متخصصان آلمان غربی انجام گردیده است و ذخیره استنباطی آهن که تا عمق ۶۰۰ متری محاسبه گردیده بیش از ۲۵۶ میلیون تن با عیار متوسط ۲۸/۴۷ می‌باشد.

این آنومالی در ۱۳۹۱/۴/۲۴ راه‌اندازی گردید.

میزان کل استخراج ۲۱۱۴۲۷۰ مترمکعب با میزان باطله برداری ۱۸۴۷۴۶۰ مترمکعب و سنگ آهن ۲۶۶۸۱۰ مترمکعب می‌باشد.

با توجه به اینکه در نظر است در این معدن از تکنولوژی کشور اوکراین استفاده شود و لازمه آن داشتن فید ورودی ۳۵ درصد می باشد لذا سنگ معدن فوق می بایست با سنگ معادن زاغیها مخلوط شده تا فید مناسب کارخانه مذکور تامین گردد. لازم به ذکر است در طرح مذکور با تغذیه سنگ با عیار ۳۵ درصد، آهن اسفنجی و کنسانتره

تولید خواهد شد که مطالعات فنی و اقتصادی آن در دست انجام و پیگیری می‌باشد (مجتمع معادن سنگ آهن فلات مرکزی ایران).

- معدن سنگ آهن آنومالی 5A

این آنومالی در مختصات جغرافیایی '۵۵ °۵۵ شرقی و '۴۱ °۳۱ شمالی قرار دارد. سنگ آهن این آنومالی به صورت سه توده مجزا شرقی، مرکزی و غربی متمرکز گردیده است.

میزان کل استخراج بالغ بر ۲۶۶۲۷۵ مترمکعب با میزان باطله‌برداری ۲۵۳۵۷۰ مترمکعب و حجم سنگ آهن استخراج شده ۱۲۷۰۵ متر مکعب می‌باشد.

عملیات تجهیز و بهره‌داری از این آنومالی از اسفند سال ۱۳۹۰ شروع گردیده است. در حال حاضر با توجه به عدم هم‌خوانی بلوک مدل با توده واقعی، اکتشاف تکمیلی این آنومالی در حال پیگیری می‌باشد (مجتمع معادن سنگ آهن فلات مرکزی ایران).

-مس

استان یزد با ذخیره‌ای بالغ بر ۵۴ میلیون تن سهم ۳,۲ درصد از کل ذخیره سنگ آهن کشور را در خود جای داده است. استان یزد پس از استان‌های کرمان و آذربایجان شرقی بیشترین ذخیره سنگ آهن در کشور را داراست.

-معادن مس علی‌آباد و دره زرشک

موقعیت جغرافیایی: دره زرشک '۳۲ °۳۱ و '۵۵ °۵۳، علی‌آباد '۳۹ °۳۱ و '۵۱ °۵۳

موقعیت مکانی: ۳۱ و ۳۶ کیلومتری شهرستان تفت، ۵۸ و ۶۳ کیلومتری شهرستان یزد.

این دو کانسار در دشت کویر مرکزی، جنوب باختری رشته‌کوه‌های شیرکوه، واقع شده‌اند. مطالعات اولیه توسط شرکت فرانسوی کوفیمن، زیر نظر سازمان گسترش و نوسازی صنایع ایران در سال ۱۳۷۱ انجام شد و منجر به اکتشافات اولیه شد. حفاری‌های انجام شده تا عمق ۲۰۰ متر به تعیین ذخیره زمین‌شناسی معادل ۲۵ میلیون تن کانسنگ با عیار ۰/۹٪ مس و ۲۹ میلیون تن کانسنگ با عیار ۰,۶۸٪انجامید. ذخیره معدن مس علی‌آباد معادل ۲,۲ میلیون تن کانسنگ با عیار میانگین ۰,۲۷٪ و ۲۴ میلیون تن مس سولفوره با عیار ۰,۶٪ گزارش شده است (اداره کل صنعت و معدن و تجارت استان).

این منطقه بخشی از نوار ماگماتیسم سنوزوئیک ایران مرکزی در غرب استان یزد را دربرمی‌گیرد. توده نفوذی لوکوگرانیتی-گرانودیوریتی در منطقه دره زرشک و حاشیه شمال غرب باتولیت شیرکوه، سازند نایبند و سنگستان را قطع کرده و باعث دگرگونی ضعیف و کانی‌سازی گرمابی مس در سازند نفوذپذیر سنگستان شده است. کانی‌های شاخص عبارت‌اند از مگنتیت، کالکوپیریت، پیریت، بورنیت، کالکوسیت و دیژنیت. به‌طور کلی منطقه مورد بررسی از واحدهای رسوبی کرتاسه تشکیل شده است که با گستره‌ای از سنگ‌های آتش‌فشانی و نفوذی قطع شده‌اند. نفوذ گرانیتوئیدهای پورفیری میوسن در میان این واحدها به‌خصوص واحدهای آتش‌فشانی و آهک‌های کرتاسه باعث کانی‌زایی مس در نقاط مختلف این منطقه از جمله دره‌زرشک شده است.

-معدن خوت

موقعیت جغرافیایی: ″۱۴ '۵۳ °۳۱ عرض شمالی و ″۳۰ '۴۲ °۵۳ طول خاوری.

موقعیت مکانی: یزد، کوه زاهنگ، ۸۵ کیلومتری باختر یزد.

راه دسترسی: جاده یزد-تفت، مزرعه خوت

کانسار خوت در استان یزد و در کمربند ولکانوپلوتونیک ایران مرکزی واقع شده است. نفوذ زبانه‌هایی از توده گرانودیوریتی خوت به درون سنگ‌های کربناته سازند نایبند به تشکیل مرمر و کانه‌زایی اسکارن مس منجر شده است. اسکارن خوت از نوع کلسیک است که به دو زون گارنت اسکارن و گارنت- پیروکسن اسکارن تقسیم می‌شود.

آثار فعالیت‌های قدیمی در منطقه دیده شده است. در سال ۱۹۶۷ توسط سازمان زمین‌شناسی کشور دو حفاری به عمق ۲۰ متر در منطقه صورت گرفت. عمق دگرسانی ۵۰ متر و کانه‌های موجود شامل کالکوپیریت، مالاکیت، پیریت و مس عنصری است. معدن دارای سه رگه می‌باشد. ذخیره تقریبی کانسار در سال ۱۳۶۷ معادل ۷۰۰۰۰ تن کانسنگ گزارش شده است (اداره کل صنعت و معدن و تجارت استان).

-چاه خطب

موقعیت جغرافیایی: '۴۹ ° ۳۱ عرض شمالی و'۱۳ ° ۵۳ طول خاوری.

موقعیت مکانی: یزد، ۵۰ کیلومتری باختر خوت.

راه دسترسی: کوه مرند.

این کانسار در ۵۰ کیلومتری باختر خوت در کوه مرند واقع است. مس‌زایی در آهک‌های دگرگون‌شده که در تماس با دایک‌های پورفیری با روند خاوری-باختری قرار داشته‌اند ایجاد شده است. میزان ذخیره مس حدود ۲۵۰۰۰ تن با عیار ۰/۳٪ گزارش شده است.

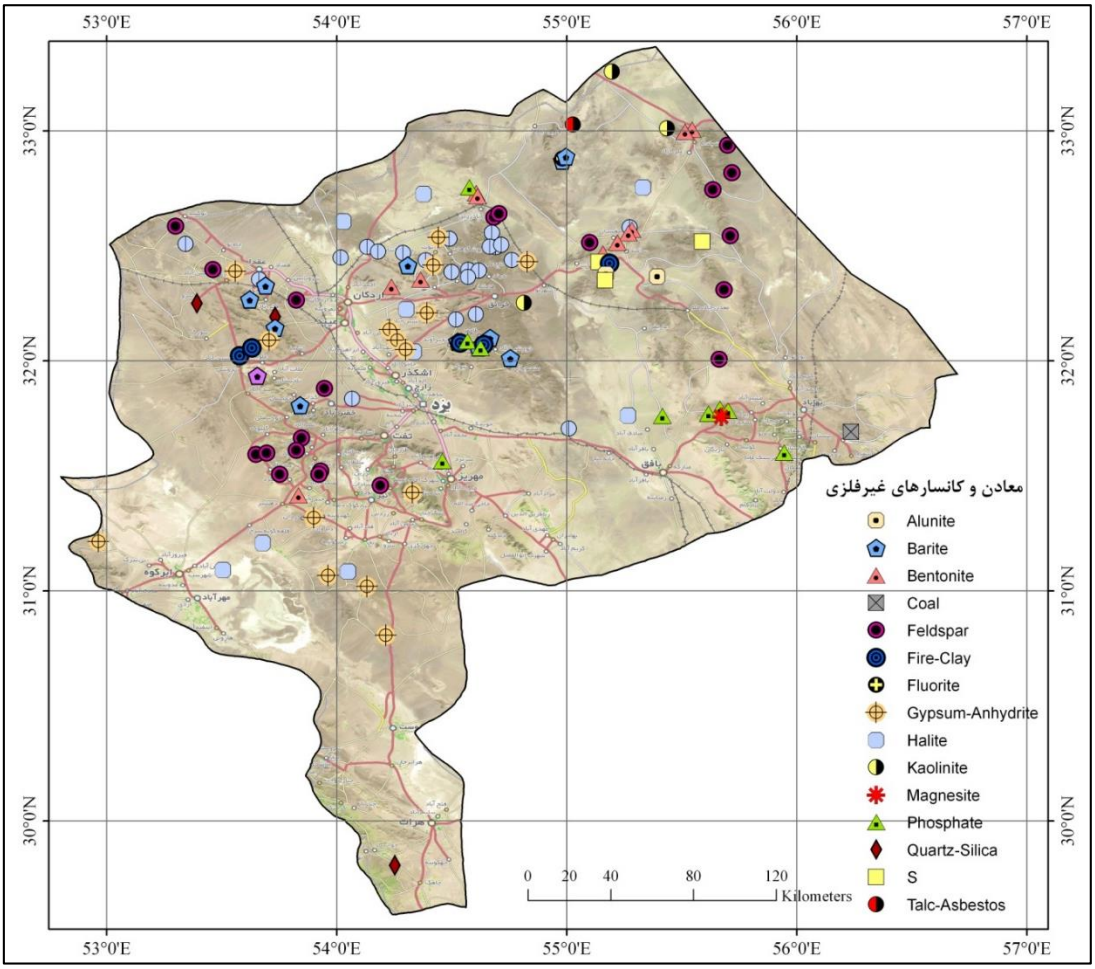
-گروه غیرفلزی

در شکل ۲-۱۴ نقشه پراکندگی اندیس‌ها و معادن غیرفلزی استان نشان داده شده است.

-فسفات

مهمترین منابع فسفات دنیا را کانسارهای رسوبی تشکیل می‌دهند بطوریکه حدود ۸۵ درصد فسفات دنیا از کانسارهای رسوبی و ۱۵ درصد آن از کانسارهای آذرین به دست می‌آید.

در ایران نهشته‌های اقتصادی فسفات، در مناطق مختلف از پروتروزوییک پسین تا پالئوژن قابل مشاهده است. این نهشته‌ها شامل انواع رسوبی و آذرین است. در حال حاضر مهمترین منابع سنگ فسفات آذرین ایران در ناحیه پشت بادام بافق و در ارتباط با سنگهای ولکانیکی سری ریزو شناسایی شده‌اند که می‌توان کانسارهای فسفات اسفوردی، زریگان، لکه سیاه و نشانه های معدنی میشدوان و سه چاهون را نام برد. همچنین، همراه با کانسنگ‌های آهن ناحیه بافق، مقدار زیادی فسفات وجود دارد. استان یزد بیش از ۸۰ درصد ذخایر فسفات کشور را داراست.



شکل ۲-۱۴- پراکندگی معادن و کانسارهای غیرفلزی استان

-فسفات اسفوردی

کانسار اسفوردی مهمترین ذخیره سنگ فسفات آذرین ناحیه بافق به حساب می‌آید . این معدن در ۳۵ کیلومتری شمال شرق شهرستان بافق در استان یزد واقع شده است و یک جاده فرعی ۳ کیلومتری معدن را به جاده اصلی بافق - بهاباد وصل می‌کند. خط آهنی که محصول معدن چغارت را به اصفهان حمل می‌کند در کیلومتر ۱۴ جاده بافق اسفوردی را قطع کرده است. عملیات بررسی و اکتشافی معدن در سال‌های ۶۱ تا ۷۱ از سوی سازمان زمین‌شناسی، طرح اکتشاف سراسری فسفات، شرکت سهامی کل معادن ایران و شرکت معدن کاو و آزمایش‌های کانه‌آرایی از سوی شرکت سالزگیتر در سال‌های ۶۸ و ۶۹ انجام گرفت.

از نظر زمین‌شناسی این منطقه مربوط به دوره پرکامبرین و کامبرین و مربوط به سری ریزو و دِزو است. توده معدنی شامل کانسار آهن و فسفات از نوع آذرین بوده و در یک سطح دایره‌ای شکل به قطر تقریبی ۵۰۰ متر و عمق ۱۰۰ متر قرار داشته و گسترشی در حدود ۲۰ هکتار دارد. محدوده معدنی منطقه از سه ناحیه آپاتیت (به عنوان زون اصلی)، آهن و سنگ‌های سبز که با عنوان باطله شناخته می‌شوند، تشکیل شده است.

میزان ذخیره برآورد شده معدن نزدیک ۱۷میلیون تن با عیار ۱۳,۲۳ درصد فسفات است که با توجه به عملیات انجام‌گرفته پیش‌بینی می‌شود ذخیره آن به حدود ۲۲ میلیون تن نیز برسد. از ویژگی‌های مهم این کانسار وجود عناصر کمیاب حدود ۱. ۲ درصد است.

معدن فسفات اسفوردی با استخراج سالانه ۳۶۰ هزار تن محصول، تنها تولیدکننده فسفات در ایران است.

-فسفات گزستان

در سال‌های اخیر سازمان زمین‌شناسی کشور موفق به کشف یک ذخیره قابل توجه فسفات آذرین مشابه اسفوردی در منطقه گزستان واقع در ۶۵ کیلومتری شمال‌شرق بافق گردیده است. کانسار گزستان در استان یزد و در حدود ۷۸ کیلومتری شهرستان بافق و ۱۰ کیلومتری جنوب شرقی روستای گزستان واقع شده است. راه دسترسی به کانسار گزستان از طریق جاده آسفالته بافق – کوشک – شیطور می باشد. کانسار گزستان دارای طول جغرافیایی '۵۵ °۵۵ الی '۵۹ °۵۵ شرقی و عرض جغرافیایی '۳۹ °۳۱ الی '۴۱ °۳۹ شمالی می‌باشد.

مطالعات اکتشافی در مرحله تفصیلی بر روی این کانسار در حال انجام است، بررسی‌های اولیه میزانی بیش از ۳۵میلیون تن کانسنگ با عیار میانگین ۱۰ درصد P_2O_5 و ده‌ها هزار تن خاک نادر با عیار ۲ تا ۵/۱ درصد را در این کانسار نشان می‌دهد. در این کانسار سه بخش پرعیار با میانگین عیار ۱۵ تا ۲۵ درصد و با عیار متوسط ۱۰ تا ۱۵ درصد و کم عیار ۳ تا ۱۰ درصد P_2O_5 شناسایی شده است.

در منطقه گزستان و نواحی اطراف، سنگهای آذرین با وسعت زیادی دیده می‌شوند. این سنگ‌ها بطور عمده شامل ریولیت و گرانودیوریت و ریوداسیت‌های تا حدودی دگرسان شده است و اغلب زون‌های کانه‌دار در مجاورت و یا داخل آنها مشاهده می‌گردد. بر اساس نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ اسفوردی این ولکانیک‌ها جزئی از سری ریزو می‌باشند. مجموعه سنگ‌های فوق بوسیله توده‌های کوچک و دایک‌های بازیک قطع شده‌اند که ترکیب آنها شامل گابرو، مونزوگابرو، دیوریت، سینیت و دیاباز می‌باشد و به رنگ سبز تیره در قسمت‌های مختلفی از محدوده اکتشافی مشاهده می‌گردند و دگرسانی‌هایی را موجب شده‌اند. براساس مطالعات صحرایی، کانه‌زایی آهن – آپاتیت در ارتباط نزدیک با این سنگهای بازیک بوده و بخش اعظم کانه‌زایی در داخل یا در هاله‌های دگرسانی اطراف آنها قرار گرفته است. تعدادی دایک دیابازی نیز دیده می‌شود که تمام واحدهای سنگی منطقه و کانه‌زایی را قطع کرده است.

کانسار آپاتیت – مگنتیت گزستان به شکل‌های مختلف دیده می‌شود.

-کانسنگ آهن توده‌ای با کمی آپاتیت

- کانسنگ اصلی یا کانسنگ آپاتیت – مگنتیت

- رگه – رگچه‌های نامنظم (استوک ورک) در سنگ سبز برشی شده

- کانه‌زایی نوع پراکنده

- رگه‌های توده‌ای خالص آپاتیتی

کوارتز و کلسیت از جمله کانی‌هایی است که کانه‌زایی آپاتیت – مگنتیت را در انواع مختلف کانه‌زایی‌های فوق همراهی می‌کند و اغلب بصورت پرکننده فضاهای خالی سنگ دیده می‌شود. مطالعات بافتی و ساختی هم‌زمان بودن کلسیت و کوارتز با کانی‌سازی را تأیید می‌کند (سپهری راد، گزارش اکتشاف کانسار فسفات گزستان).

در رابطه با نحوه تشکیل آپاتیت به نظر می‌رسد که آپاتیت همراه با آهن به‌صورت فاز نا آمیخته از ماگمای بازیک-اولترا بازیک آلکالی با روند کربناتیتی تشکیل‌شده باشد. عناصر نادر خاکی به‌صورت انکلوزیون‌های مونازیت در کانی آپاتیت تمرکز دارد. مجموعه فوق یک ذخیره فسفات ماگمایی مشابه کانسار اسفوردی است.

-زغال سنگ

عمده ذخایر دارای ارزش اقتصادی زغال‌سنگ ایران با نام گروه زغالدار شمشک و نای‌بند می‌باشد که محدوده گسترش آن نواحی شمال، مرکز و شرق ایران را در بر می‌گیرد. به لحاظ ساختاری حوزه‌های زغالی ایران در دو زون ساختاری عمده ایران یعنی البرز و ایران مرکزی گسترش دارند. تمرکز اصلی زغال سنگ در زون ایران مرکزی مربوط به منطقه طبس می‌باشد و استان یزد (قبل از جدا شدن شهرستان طبس) بیشترین میزان ذخیره زغال‌سنگ را دارا بوده است. در حال حاضر این جایگاه مربوط به استان خراسان جنوبی می‌باشد و پس از آن استان مازندران در رتبه دوم قرار دارد.

لازم بذکر است با شناسایی زون‌های زغالدار آبدوغی در منطقه بهاباد عملیات اکتشاف سیستماتیک زغال در این منطقه توسط شرکت تهیه و تولید مواد معدنی ایران در حال انجام می‌باشد. ذخایر قطعی زغال‌سنگ حرارتی در شهرستان بهاباد که توسط بخش خصوصی شناسایی شده است بالغ بر ۵۳۰۰۰۰ تن می‌باشد.

-باریت

از دیدگاه زمین‌ساختی، پراکندگی ذخایر باریت ایران به ترتیب در زون‌های ایران مرکزی و البرز است و عمدتاً سنگهای دوران سنوزوئیک در برگیرنده این ذخایر می‌باشند، هر چند در سایر دوران‌های زمین‌شناختی نیز دیده می‌شود. معادن و کانسارهای گوناگونی از باریت در ایران وجود دارد که از لحاظ حجم و کیفیت در سطح جهانی قابل توجه هستند. کانی سازی باریت در ایران از پرکامبرین دیده شده است و معادن باریت ایران در اکثر سازندهای زمین‌شناسی یافت می‌شوند. مهمترین ذخیره باریت کشور مربوط به معدن مهدی‌آباد یزد می‌باشد.

-باریت مهریز (مهدی‌آباد)

از سال ۱۳۸۶ شرکت نوین معدن که از شرکت‌های زیرمجموعه شرکت تهیه و تولید می‌باشد در بخش غربی معدن و در تپه‌های باریتی، کار استخراج و فروش سنگ باریت را به عهده گرفته و در حال فعالیت می‌باشد.

ذخیره اصلی باریت در بخش تپه سیاه و روی بخش دشت مرکزی قرار گرفته است که بر اساس طراحی شرکت مشاور در سال ۱۳۹۳، ذخیره استخراجی ماده معدنی باریت ($BaSO_4$) ، ۱۱۳ میلیون تن برآورد شده است.

بر اساس طراحی‌های انجام شده، دو پیت معدن سرب و روی (اصلی) و معدن باریت با یکدیگر هم‌پوشانی دارند و ماده معدنی باریت در دل باطله پیت اصلی قرار گرفته است. با بهره‌برداری پیت اصلی (سرب و روی) حدود ۸۰ میلیون تن از مجموع ۱۱۳ میلیون تن استخراج خواهد شد. این در حالی است که بر اساس برآورد صورت گرفته مجموع ذخایر باریت کشور غیر از مهدی آباد به سختی به ۱۰ میلیون تن می‌رسد (مجتمع معدنی سرب و روی و باریت مهدی‌آباد).

معدن بزرگ مهدی‌آباد علاوه بر سرب و روی دارای ذخایر غنی باریت جهان بوده و هم اکنون بالاترین میزان استخراج باریت ایران را به خود اختصاص داده است. این معدن اقدام به جذب سرمایه‌گذار برای احداث کارخانه فرآوری یک میلیون تنی باریت کرده است. احداث کارخانه فرآوری باریت مهدی آباد موقعیت مناسبی برای ایران جهت صادرات این ماده معدنی در حوزه نفت خیز خاورمیانه را ایجاد خواهد کرد که قدمی تازه برای افزایش درآمدهای غیر نفتی برای ایران به شمار می آید.

-بوکسیت

کانسارهای بوکسیت ایران از نظر جغرافیایی در شمال شرق، شمال، شمال غرب، مرکز و جنوب غرب کشور پراکنده اند. از نظر ایالت‌های زمین‌ساختی- رسوبی، این کانسارها در خاور البرز (بینالود)، باختر البرز و زون‌های ایران مرکزی و زاگرس واقع شده‌اند. سن این کانسارها از پرمین تا کرتاسه بالایی است. ذخایر بوکسیت ایران به استثنای بوکسیت جاجرم، از نوع دیاسپوری - بوهمیتی هستند.

استان یزد با دارا بودن سهم ۱۱ درصدی از ذخایر بوکسیت کشور، رتبه سوم این ماده معدنی (پس از استان‌های خراسان شمالی و تهران) را به خود اختصاص داده است. از جمله مهمترین ذخایر این استان می‌باشد به بوکسیت صدرآباد، بوکسیت شمال یزد و بوکسیت چک‌چکو می‌توان اشاره نمود (پایگاه ملی داده‌های علوم زمین کشور).

قربانی (۱۳۸۱) تشکیل بوکسیت صدرآباد و شمال یزد را به تریاس و ژوراسیک پیشین نسبت داده و سنگ‌های کمر-بالا و کمرپایین کانسار به شرح زیر بیان نموده است:

-بوکسیت صدرآباد

سنگ‌های کمرپایین: دولومیت تریاس میانی (سازند شتری)

سنگ‌های کمربالا: رسوبات تخریبی تریاس پسین-ژوراسیک پیشین (سازند نای بند، شمشک)

-بوکسیت شمال یزد

سنگ‌های کمرپایین: سنگ آهک و دولومیت پرمین

سنگ‌های کمربالا: شیل و ماسه سنگ‌های ژوراسیک پیشین (هم‌ارز سازند شمشک).

-بوکسیت چک چکو یزد

سنگ‌های کمرپایین: دولومیت پرمین

سنگ‌های کمربالا: ماسه‌سنگ و شیل ژوراسیک

-اورانیوم

-اورانیوم ساغند

معدن ساغند با بیش از یک میلیون و ۱۰۰ تن ذخایر تثبیت شده که امروز به بیش از این رقم افزایش یافته است، اولین معدن سنگ اورانیوم با بیشترین ظرفیت تولید در ایران است. فاز اول این معدن در پایان سال ۱۳۸۸ به بهره‌برداری می‌رسد. ماده‌معدنی سنگ اورانیوم در روند اکتشاف از طریق نقشه‌های ژئوفیزیک و ژئوشیمی و زمین‌شناسی و حفر گمانه‌های متعدد از نظر سطح و عمق شناسایی شده است. سنگ اورانیوم در ساغند به رنگ زرد قناری با رگه‌هایی مایل به سبز و قهوه‌ای است. عیار متوسط سنگ اورانیوم ساغند ۳۰۰ پی‌پی‌ام است که به گفته کارشناسان معدن تا عیار ۱۰۰۰ و بالاتر هم به دست آمده است. استخراج در معدن ساغند به روش‌های جبهه کار طولانی، اتاق و پایه و سیستم معدن‌کاری اتاقی انجام می‌گیرد.

-فلدسپات

با توجه به اینکه معادن فلدسپات شناخته شده در ایران در ارتباط با توده‌های نفوذی هستند و محل قرار گرفتن این توده‌ها اکثراً در زون های گسله و تکتونیکی است و با توجه به این که ایران یک سرزمین فعال می‌باشد بالطبع ذخایر

فلدسپات در آن بسیار فراوان است. معادن فلدسپات شناخته شده در ایران عمدتاً مرتبط با توده‌های نفوذی اسیدی مثل گرانیت‌ها و گرانیتوئیدهاست.

کانسارها و توده‌های فلدسپات‌دار واقع در استان یزد که در زون ایران مرکزی واقع شده‌اند از جمله مهمترین ذخایر این ماده معدنی در کشور است. در اطراف توده گرانیتی شیرکوه آرن‌های فلدسپات‌داری تشکیل شده که حاصل تخریب و آزاد شدن فلدسپات سنگ گرانیتی و انتقال آن به نقطه دیگر است.

استان یزد حدود ۲۱ درصد از ذخایر فلدسپات کشور را در خود جای داده و پس از اصفهان دارای رتبه دوم در کشور می‌باشد. از جمله معادن فلدسپات استان می‌توان به معدن بیدا خوید و علی‌آباد (آباده) اشاره نمود.

- معدن فلدسپار بیداخوید

معدن فلدسپار بیداخوید در جنوب‌غرب شیرکوه یزد، در ۷۰ کیلومتری شهر یزد قرار گرفته است. این منطقه از نظر موقعیت زمین‌شناسی، در زون ایران مرکزی و بخشی از کمربند آتشفشانی ارومیه- دختر قرار دارد. معدن فلدسپار بیداخوید به شکل ذخیره آبرفتی کواترنری در همبری گسلی سنگ‌های گرانیتی شیرکوه با آهک‌های سازند جمال (پرمین) واقع است. آرن‌ها و ماسه‌سنگ‌های تحکیم‌نیافته، سنگ‌های اصلی معدن را تشکیل می‌دهد. با توجه به شواهد صحرایی، مطالعات سنگ‌نگاری و مقایسه ترکیب کانی‌شناسی رسوبات با گرانیت شیرکوه، به نظر می‌رسد باتولیت گرانیتی شیرکوه، نقش مهمی در تشکیل کانسار بیداخوید داشته است (تقی پور و همکاران، ۱۳۹۲).

-عناصر نادر خاکی

عناصر کمیاب همراه با سنگهای آذرین آلکالن، متاسوماتیکی و اسکارن‌ها و به عنوان محصول اصلی سرب و روی، کانسارهای تیتان، آهن- آپاتیت، آلومینیوم و همراه با کانی‌های زیرکن، باستنازیت، مونازیت، گزنوتیوم، آپاتیت، تیتانیت، شئلیت مشاهده می‌شوند.

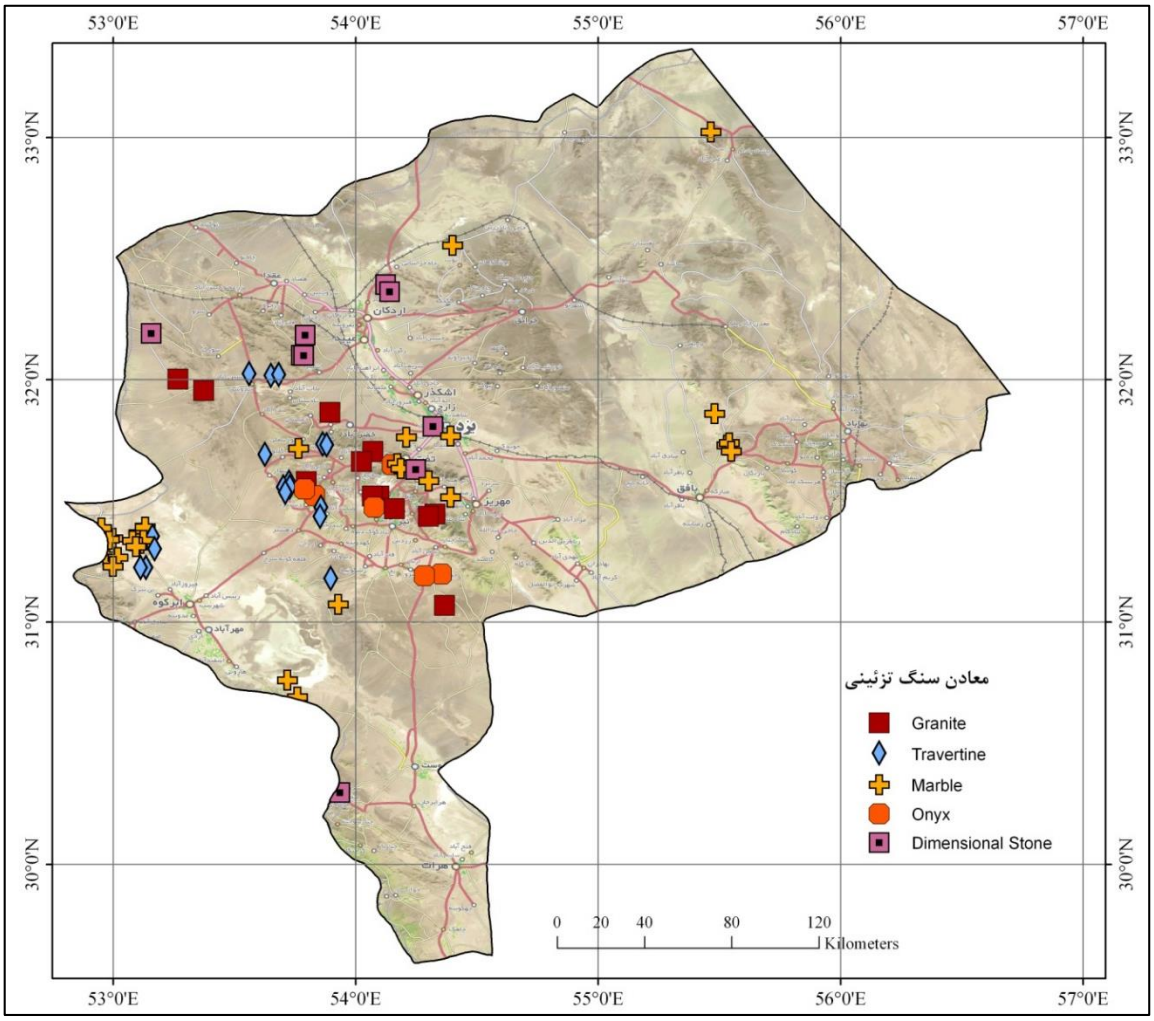
با توجه به ویژگی‌های زمین‌شناسی و خاستگاه این عناصر، وجود منابعی از این‌گونه عناصر در ایران محتمل است که کانسنگ‌های بزرگ آهن ناحیه بافق یزد از جمله آن‌هاست.

کانسارهای آهن، آهن- آپاتیت اسفوردی، گزستان ، زریگان، لکه سیاه (یزد) ، سه چاهون، چشمه فیروزی، چاه گز، شمال شرق چاه گز، شمال شرق آریز، شکرآب، میشدوان و شرق مبارکه دارای تمرکز بالایی از مجموع عناصر نادر خاکی می-باشند. در این میان کانسار اسفوردی با عیار حدود ۱,۵ درصد، کانسار زریگان با عیار ۰,۷ تا ۱,۱ ، کانسار گزستان با عیار ۰,۵ تا ۱,۵ درصد مجموع عناصر نادر خاکی، مهمترین مناطق تمرکز این عناصر بوده و برای کارهای اکتشافی آتی پیشنهاد می‌گردد.

-گروه سنگ‌های تزئینی و نما

بیش از یک‌سوم معادن استان یزد در زمینه استخراج سنگ‌های تزئینی و ساختمانی فعالیت می‌کنند و سالانه نزدیک به یک میلیون و ۳۰۰ هزار تن سنگ را راهی واحدهای فرآوری در استان یزد می‌کنند. معادن سنگ تزئینی موجود در استان یزد شامل انواع تراورتن، چینی، مرمریت و گرانیت است که بیشترین انواع آن متعلق به گرانیت و مرمریت است. به نحوی که تنها در بخش سنگ‌های گرانیتی حدود ۲۸ نوع از این سنگ ساختمانی در معادن یزد وجود دارد. از مجموع معادن در حال بهره‌برداری استان، تعداد ۱۳۶ معدن در زمینه استخراج سنگ‌های ساختمانی فعالیت

دارند. ۲۵ تا ۳۵ درصد از ظرفیت تولید سنگ‌های تزئینی و ساختمانی استان یزد پس از فرآوری، صادر می‌شود و مابقی در داخل استان به مصرف می‌رسد. عمده بازارهای مقصد سنگ‌های تزیینی استان یزد شامل تهران، خراسان‌رضوی، اصفهان و تبریز و همچنین کشورهای عراق، امارات و آذربایجان است. استان یزد دارای ۱۶۵ واحد تولید سنگ ساختمانی یا به عبارتی سنگ‌بری‌های بزرگ است. این واحدها سرمایه‌گذاری اسمی قریب ۷۰۰ میلیارد ریال در استان یزد ایجاد کرده‌اند و حدود ۲۰۰۰ فرصت شغلی برای استان فراهم کرده است. در شکل ۲-۱۵ نقشه پراکندگی معادن سنگ تزئینی استان نشان داده شده است.



شکل ۲-۱۵- پراکندگی معادن سنگ‌های تزئینی و نما در استان

۲-۵- صنایع پایین دستی معدن

مواد معدنی استخراج شده از معادن برای اینکه قابل استفاده در صنعت باشند باید فرآوری شوند. مواد معدنی کم‌عیار برای ورود به بازار مصرف نیاز به یکسری عملیات تغلیظ و پرعیارسازی دارند. بخش فرآوری در معدن با هدف حذف مواد ناخواسته (باطله) و افزایش عیار ماده معدنی (تولید کنسانتره) نقش واسطه بخش معدن و صنایع مختلف را ایفا می‌نماید. بخش فرآوری معدن فراهم کننده خوراک اولیه کارخانجات ذوب و تغلیظ فلزات در صنعت متالورژی می‌باشد.

در مورد مواد غیرفلزی یا همان کانی‌های صنعتی نیز تقریباً تمامی صنایع مهم اقتصادی کشورها مانند صنایع شیمیایی، کشاورزی، ساختمان، سرامیک، ذوب فلزات و حتی پزشکی، تماماً به گونه‌ای مصرف کننده مواد معدنی هستند و اولین مرحله از خالص‌سازی این مواد در بخش فرآوری معدن صورت می‌گیرد. علم فرآوری مواد معدنی از آنجا دارای اهمیت است که بدون انجام فرآیند پرعیار سازی، مواد معدنی استخراج شده قابل کاربرد مستقیم در صنعت نمی‌باشند و عملاً فعالیت‌های معدنی که پایه اکثر فعالیت‌های اقتصادی هستند با چالش‌های جدی روبرو می‌شوند. انجام عملیات فرآوری، موجب افزایش ارزش‌افزوده ماده معدنی شده و در نتیجه فعالیت‌های معدنی از لحاظ اقتصادی توجیه‌پذیر می‌شود.

استان یزد با برخورداری از ذخایر ارزشمند آهن یکی از مراکز مهم تولید کنسانترهٔ آهن برای صنایع فولاد می‌باشد. از مراکز عمده تولید مواد معدنی در این استان می توان به مجتمع سنگ آهن چغارت، مجتمع سنگ آهن چادرملو، مجتمع فسفات اسفوردی، سرب وروی منصور آباد، سرب و روی تاجکوه و سرب و روی کوشک اشاره نمود.

مجتمع سنگ آهن چغارت با تولید سالیانه ۳ میلیون تن کنسانتره آهن و مجتمع سنگ آهن چادرملو با تولید سالیانه ۵/۱ میلیون تن کنسانتره آهن قسمت زیادی از نیاز صنایع فولاد کشور به کنسانتره آهن را مرتفع می‌سازد. کارخانه های سرب و روی این استان نیز در مجموع بیش از ۳۰ هزار تن در سال کنسانتره سرب وروی تولید می‌کنند.

همچنین از مواد معدنی دیگر این استان می توان به اورانیوم، وانادیوم و ذخایر خاکی ارزشمند اشاره کرد که انتظار می‌رود با ارائه راهکارهای علمی در استحصال عناصر نادر گامی در رسیدن به تکنولوژی استحصال عناصر نادر در داخل کشور برداشته شود.

-شرکت معادن سنگ‌آهن مرکزی ایران

شرکت معادن سنگ‌آهن مرکزی ایران در ۱۰ کیلومتری شمال شرقی شهرستان بافق و در ۱۲۰ کیلومتری جنوب شرقی شهر یزد و در حاشیه کویر مرکزی ایران، در جوار معدن چغارت قرار دارد. این شرکت در سال ۱۳۵۰ برای اکتشاف و بهره‌برداری از کانسارهای آهن منطقه بافق از سوی سازمان ذوب آهن ایران سابق تاسیس شده و هم اکنون این شرکت یکی از واحدهای مهم زیرمجموعه شرکت تهیه و تولید مواد معدنی ایران و بزرگترین تولیدکننده سنگ آهن دانه‌بندی و کنسانتره کشور است (شرکت توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی ایران)

در حال حاضر از دو معدن چغارت و سه چاهون، سالیانه نزدیک به هشت میلیون تن سنگ‌آهن استخراج می شود که حدود سه میلیون تن آن دانه‌بندی شده و برای مصرف در کارخانه ذوب آهن اصفهان و صادرات، استفاده و مابقی در کارخانه فرآوری چغارت تبدیل به کنسانتره سنگ‌آهن می‌شود.

معدن چغارت با ذخیره زمین شناسی ۱۹۳ میلیون تن در ۱۰ کیلومتری شمال‌شرقی شهر بافق واقع شده است. ذخیره قابل استخراج این معدن ۱۷۷/۲ میلیون تن برآورد شده که از این میزان ۱۰۷ میلیون تن آن به دلیل عیار بالا و فسفر پایین، پس از خردایش و دانه‌بندی قابل مصرف در کارخانجات فولاد است و مابقی باید برای پرعیارسازی به کارخانه فرآوری ارسال شود. عملیات بهره‌برداری از این معدن از شهریور ۱۳۵۰ آغاز شده و تا پایان سال ۱۳۹۰

بیش از ۱۳۱ میلیون تن سنگ‌آهن از این معدن استخراج شده است. تاکنون تا ارتفاع ۲۲۰ متر در این معدن عملیات حفاری و برداشت سنگ آهن صورت گرفته است.

از معدن سه چاهون سالیانه ۲. ۳ میلیون تن سنگ‌آهن استخراج و پس از خردایش در کارخانه سنگ‌شکن با ابعاد کوچک‌تر از ۳۰۰ میلی‌متر توسط راه‌آهن به کارخانه فرآوری چغارت منتقل می‌شود. تاکنون به ارتفاع ۱۲۰ متر در این معدن عملیات حفاری و برداشت سنگ آهن صورت گرفته است.

-مجتمع معدنی و صنعتی چادرملو

میزان ذخیره این معدن ۴۰۰ میلیون تن و ذخیره قابل استخراج آن ۳۲۰ میلیون تن با کل محصول نهائی تولیدی ۲۰۰ میلیون تن است. تولیدات اصلی شرکت کنسانتره، سنگ‌آهن دانه‌بندی شده (درشت دانه و ریز دانه) و کنسانتره آپاتیت است. مطالعات تکمیلی و عملیات اجرایی جهت بهره‌برداری و تجهیز کارخانه در فاصله سال‌های ۱۳۶۰ تا ۱۳۷۵ انجام شد و در نهایت این واحد رسماً در تابستان ۱۳۷۶ افتتاح گردید. استخراج دراین معدن به روش روباز بوده و تجهیزات معدن قادر است سالیانه در حدود ۱۲ میلیون تن سنگ را استخراج نماید.

به منظور پرعیارسازی سنگ آهن ، ابتدا به کمک سنگ شکن ژیراتوری آن را خرد کرده و سپس جهت همگن‌سازی به دو انبار موازی به ظرفیت ۵۵۰۰۰۰ تن ارسال می‌کنند. سپس در کارخانه تغلیظ پس از خردایش کانسنگ توسط آسیای خودشکن در چند مرحله جدایش مغناطیسی شدت پایین و شدت بالا و فرآیند فلوتاسیون ، دو کنسانتره سنگ آهن و آپاتیت به دست می‌آید. عیار آهن در کنسانتره آهن در حدود ۶۸ درصد و عیار فسفر ۰،۰۴۵ درصد می‌باشد. در کنسانتره آپاتیت نیز عیار آپاتیت حداقل ۳۳ درصد و عیار آهن حداکثر ۳ درصد می‌باشد. این مجتمع دارای سه خط تولید موازی به ظرفیت اسمی ۱،۷ میلیون تن و در مجموع به ظرفیت ۵،۱ میلیون تن و قابل توسعه تا ۸،۵ میلیون تن کنسانتره سنگ آهن در سال می‌باشد. ظرفیت تولید کنسانتره آپاتیت نیز ۱۴۴ هزار تن در سال می‌باشد. کنسانتره سنگ آهن برای تولید فولاد به روش احیاء مستقیم بکار خواهد رفت و کنسانتره آپاتیت برای تولید اسید فسفریک یا کود فسفاته در مجتمع های پتروشیمی استفاده خواهد شد (پایگاه ملی داده‌های علوم زمین کشور).

کارخانه تغلیظ شرکت معدنی و صنعتی چادرملو بر اساس کیفیت سنگ‌آهن‌های تغذیه شده بر مبنای Fe= ٪۵۹/۹ و Fe/Feo = ٪۶۱/۶ و ضریب بازیافت کنسانتره خشک حدود ۶۸ درصد طراحی و ظرفیت تولید محاسبه گردیده است. با عنایت به کیفیت سنگ‌های استخراجی و عیار آهن متوسط ۵۴- ۵۶ درصد، متوسط ضریب بازیافت قابل دسترسی حدود ۶۰- ۵۸ درصد و کاربرد ظرفیت کارخانه فرآوری موجود حدود ۴/۲ میلیون تن کنسانتره سنگ آهن پیش‌بینی شده است. علاوه بر این، تولید حدود ۸۰۰ هزار تن سنگ‌آهن دانه‌بندی (به نسبت ۷۵ درصد درشت دانه و ۲۵ درصد ریزدانه) مورد مصرف در صنایع فولاد به روش کوره بلند (ذوب آهن اصفهان) امکان‌پذیر است.

-کارخانه گندله‌سازی اردکان

کارخانه گندله سازی اردکان با ظرفیت تولید سالانه ۳/۴ میلیون تن گندله از کنسانتره سنگ آهن در ۲۵ کیلومتری غرب جاده اردکان- نایین در زمینی به مساحت ۷۸۰ هکتار احداث گردیده است.

قرارداد مربوط به احداث این کارخانه در سال ۱۳۸۱ تنفیذ گردید و پایان پروژه و شروع بهره برداری از کارخانه در سال ۱۳۸۶ تحقق یافت. سرمایه‌گذاری این طرح از محل منابع داخلی شرکت و استفاده از تسهیلات ارزی در قالب فاینانس تأمین گردید. محصول این کارخانه ماده اولیه اصلی برای تولید آهن اسفنجی است که با استفاده از روش احیا در تولید شمش فولادی به کار می‌رود.

گندله‌سازی حلقه واسط میان معدن سنگ آهن و کارخانجات تولید فولاد می باشد و لذا احداث این کارخانه شرکت معدنی و صنعتی چادرملو را در توسعه و تکمیل زنجیره تولید فولاد به پیش هدایت نموده است.

مزیت‌های نسبی تولید گندله برای شرکت معدنی و صنعتی چادرملو عبارتست از:

- ارزش افزوده بالای این محصول و تقاضای پر کشش آن در داخل کشور و در منطقه
- تضمین تأمین مواد اولیه از محل کنسانتره تولیدی در کارخانه کنسانتره چادرملو
- صرفه جویی در هزینه‌های تولید
- **شرکت فولاد آلیاژی ایران**

شرکت فولاد آلیاژی ایران بزرگترین تولید کننده انواع فولاد آلیاژی در ایران و خاورمیانه و یکی از مدرن‌ترین کارخانجات فولاد آلیاژی دنیا می‌باشد که در سال ۱۳۷۸ به بهره‌برداری رسید. کارخانجات فولادسازی (ذوب و ریخته گری)، نورد مقاطع سنگین، نورد مقاطع سبک، عملیات حرارتی و تکمیل کاری این شرکت مجهز به پیشرفته ترین تجهیزات و برخوردار از بالاترین سطح دانش فنی روز دنیا بوده که امکان تولید فولاد آلیاژی را با بالاترین کیفیت و منطبق با استانداردهای بین‌المللی میسر ساخته است. محصولات این شرکت در صنایع خودروسازی، ماشین‌سازی، نفت و گاز و پتروشیمی، ابزارسازی، نیروگاهی، ریلی، ساخت لوازم پزشکی و جراحی و سایر صنایع ویژه کاربرد وسیعی دارد.

این شرکت در چشم‌انداز آینده خود (۱۳۹۷) دستیابی به تولید ۱,۳ میلیون تن فولاد آلیاژی را از طریق اجرای طرح-های توسعه و تکمیل سبد محصولات و گسترش بازارهای صادراتی پیش‌بینی نموده است.

بنا بر گزارش شرکت طی سال ۹۴ ، حدود ۲۰ هزار تن از محصولات شرکت فولاد آلیاژی ایران به ارزش تقریبی ده (۱۰) میلیون دلار در قالب گروه‌های عملیات حرارتی‌پذیر ، سخت‌شونده ، زنگ نزن ، کربنی عملیات حرارتی پذیر مهندسی و صنعتی به کشورهای آلمان، امارات، اسپانیا، ایتالیا، پرتغال، ترکیه، چک، عراق، کره جنوبی، هلند، بلغارستان، پاکستان و افغانستان صادر شده است که نسبت به سال قبل از لحاظ وزنی ۱۵٪ رشد داشته است.

-شرکت آهن و فولاد ارفع

احداث کارخانه آهن و فولاد ارفع، بر مبنای نیاز بازارهای داخلی و خارجی به محصولات فولادی بوده است. این خط تولید شامل یک واحد احیاء مستقیم و یک واحد فولاد سازی EAF –، با ظرفیت ۸۰۰،۰۰۰ ton Billet/year می‌باشد و در استان یزد- کیلومتر ۲۵ جاده اردکان نایین واقع شده است.

در راستای دست‌یابی به هدف مذکور، خط کامل تولید شمش فولاد از مواد خام ورودی شامل واحدهای تولیدی تکنولوژیکی اصلی بشرح ذیل می‌باشد:

واحد فولادسازی EAF -کارخانه آهن و فولاد ارفع با دریافت آهن اسفنجی از واحد احیاء مستقیم و همچنین با دریافت آهن قراضه، فرو آلیاژها و کمک ذوب‌ها، تولید فولاد مذاب نموده و پس از پالایش فولاد مذاب، در ماشین‌های ریخته‌گری تولید شمش‌های فولادی به ظرفیت ۸۰۰،۰۰۰ton Billet/year می‌نماید.

واحد احیاء مستقیم کارخانه آهن و فولاد ارفع عبارتست از یک خط کامل تولید آهن اسفنجی با تکنولوژی میدرکس و با ظرفیت تولید ۸۰۰،۰۰۰.ton DRI/year. مواد اولیه در واحد احیاء مستقیم شامل گندله از مجتمع گندله‌سازی اردکان می‌باشد.

-سرب و روی کوشک

کارخانه فرآوری از دو بخش زیرزمینی و روباز تأمین می‌شود. عیار مجموع سرب و روی در خوراک کارخانه فرآوری می‌بایست در حدود ۹ تا ۱۱درصد باشد. کانسنگ استخراجی با ابعاد حداکثر ۴۰ سانتیمتر وارد بخش سنگ‌شکنی شده و در نهایت محصول با ابعاد ۲/۵ سانتیمتر به کارخانه فلوتاسیون منتقل می‌شود. این خط شامل مراحل آسیا (میله‌ای و گلوله‌ای)، فلوتاسیون سرب، فلوتاسیون روی، آبگیری از محصول و در نهایت سد باطله است. تولید سالانه این کارخانه حدود ۲۲۰۰۰ تن کنسانتره روی با عیار ۴۸ درصد و ۳۰۰۰ تن کنسانتره سرب با عیار ۵۰ درصد است. میزان عناصر مزاحم در کنسانتره نهایی این کارخانه بسیار ناچیز می باشد که از این حیث دارای شهرت خوبی در بازار داخل و خارج از کشور است (پایگاه ملی داده‌های علوم زمین‌شناسی کشور).

-کارخانه سرب و روی تاجکوه

معدن سرب و روی تاجکوه در جنوب روستای تاجکوه در ۹۷ کیلومتری جنوب شرق شهرستان بافق قرار گرفته است. سابقه بهره برداری از این معدن به پیش از قرن بیستم باز می‌گردد، به طوریکه در این سال‌ها و با استفاده از روش‌های متداول آن زمان معدنکاری و کلسیناسیون انجام شده است. در سال ۱۳۴۰ شرکت متال (فلزات یزد) بهره‌برداری معدن را بر عهده گرفت. در نهایت پس از چندین بار تعطیلی و فعالیت مقطعی، این واحد در سال ۱۳۷۸ مجدداً فعال شد و طرح فرآوری به روش فلوتاسیون جایگزین روش قبلی که استفاده از میز لرزان بود گردید. لازم به ذکر است که دپوی باطله‌های حاصل از میز لرزان که در گذشته مورد استفاده قرار می‌گرفت، خوراک اصلی واحد فلوتاسیون می‌باشد. عیار این مواد که دارای ابعاد کمتر از ۱ میلیمتر می‌باشند حدود ۹- ۸ درصد سرب و ۱۱ درصد روی است. میزان این باطله ها حدود ۲۱۶۰۰ تن برآورد شده است و واحد فرآوری فعلی دارای ظرفیت ۲۰ تن در روز می‌باشد و در نوع خود می تواند به عنوان یک واحد small scale در صنعت فرآوری ایران قلمداد گردد (پایگاه ملی داده‌های علوم زمین کشور)

-کارخانه فلوتاسیون منصورآباد

کارخانه فلوتاسیون منصورآباد در ۹۰ کیلومتری غرب شهر یزد قرار دارد. این کارخانه برای فلوتاسیون مواد معدنی معدن منصورآباد و تولید کنسانتره‌های سرب و روی با ظرفیت ۱۵۰ تن خوراک ورودی در روز در سال ۱۳۵۷ احداث شده است. در سال ۱۳۷۵ کارخانه توسط شرکت مهندسی کانی فراوران بازسازی و در سال ۱۳۸۵ با اجرای طرح توسعه ظرفیت آن به ۳۰۰ تن در روز افزایش پیدا کرد.

کارخانه در محوطه‌ای به مساحت ۲۰ هکتار بنا شده است و شامل بخش‌های سنگ‌شکن‌ها، آسیاب‌ها، جداکننده‌ها، سلول‌های فلوتاسیون، تیکنرها، اتاق‌های کنترل، خازن، موتورخانه، تعمیرگاه، سالن آماده سازی مواد شیمیایی، استخرهای کنسانتره، سدهای باطله، انبار ذخیره خوراک، استخرهای آب، آزمایشگاه‌های شیمی خردایش و فلوتاسیون، دفاتر، مهمان‌سرا و باسکول می‌باشد. برق مورد نیاز کارخانه بوسیله یک پست ۵۰۰ کیلووات از شبکه برق سراسری تأمین میشود. مشخصات کنسانتره‌های تولیدی در بخش محصولات ارائه شده است.

محصولات کارخانه شامل کنسانتره روی و سرب است.

کنسانتره‌های روی در دو نوع کربناته و سولفوره تولید می‌شود. کنسانتره‌های کربناته از نظر مقدار روی آن به کنسانتره‌های کم عیار، متوسط عیار و پر عیار تقسیم می‌شوند که عیار روی آنها از ۲۵ تا ۴۰ درصد تغییر می‌کند.

مشخصات این کنسانتره‌ها تقریبا یکسان بوده و فقط عیار روی آنها تغییر می‌کند. عیار روی کنسانتره‌های روی سولفوره بین ۴۵ تا ۵۰ درصد می‌باشد.

کنسانتره‌های سرب تولیدی این شرکت از نوع کربناته می‌باشد و از نظر مقدار سرب آن به کنسانتره‌های کم عیار، متوسط عیار و پر عیار تقسیم می‌شوند که عیار سرب آنها از ۳۰ تا ۶۰ درصد تغییر می‌کند.

-مجتمع معدنی مهدی آباد

این معدن در ۱۱۰ کیلومتری جنوب شرقی شهر یزد و ۸۰ کیلومتری جنوب شرقی شهر مهریز قرار دارد. مواد معدنی اصلی شامل سرب و روی و باریت و مواد معدنی فرعی شامل نقره، کادمیوم، منگنز و مس است.

عملیات بهره‌برداری این معدن مدتی متوقف شده بود، اما دوباره فعال شده است. در حال حاضر معدن مهدی آباد بالاترین میزان استخراج باریت در ایران به خود اختصاص داده و اقدام به جذب سرمایه‌گذار جهت احداث کارخانه فرآوری یک میلیون تنی باریت کرده است. هدف اصلی طرح تجهیز معدن مهدی آباد یزد باطله برداری، استخراج و احداث کارخانجات ۱۰۰ هزار تنی شمش روی و همچنین کارخانه ۱۰۰ هزار تنی تولید کنستانتره روی است.

در سال ۱۳۹۳ عمده تمرکز معدنکاری مجتمع معدنی مهدی آباد بر استخراج باریت استوار شد. طبق برنامه‌ریزی سالیانه، پیش‌بینی شد که حدود ۲۴۰ هزار تن ماده معدنی در قالب یک طرح استخراجی یک میلیون متر مکعب، در مدت یکسال (۱۳۹۳) استخراج گردد و برنامه سال ۱۳۹۴ به میزان ۴۰۰ هزار تن کلوخه باریت پیش‌بینی شده است. این مقدار تولید کلوخه باریت در مقایسه با استخراج ۷ سال گذشته باریت که تنها حدود ۵۰۰ هزار تن استخراج شده است، هدف‌گذاری بزرگی است (پایگاه اطلاع رسانی معدن مهدی‌آباد).

-مجتمع فسفات اسفوردی

واحد فسفات اسفوردی زیرمجموعه شرکت تهیه و تولید مواد معدنی ایران در ۳۵ کیلومتری شمال شرقی شهرستان بافق و در فاصله ۲/۵ کیلومتری از جاده اصلی بافق– بهاباد به عنوان تنها تولیدکننده کنستانتره فسفات در کشور می‌باشد.

کارخانه فسفات اسفوردی تنها تولیدکننده فسفات در ایران است که پس از تغلیظ با بازیابی ۷۰ درصد، دو محصول کنسانتره فسفات به میزان سالانه ۱۰۳۰۰۰ تن و با عیار ۳۹درصد P_2O_5 و کنسانتره اکسیدآهن (در زمان فعالیت واحد بازیابی آهن) به میزان ۱۳۰۰۰۰ تن و با عیار ۶۴ درصد آهن تولید می‌گردد. نمایی از محدوده معدن و کارخانه فرآوری آن در شکل ۲-۱۶ نشان داده شده است. از ویژگی‌های مهم این کانسار وجود عناصر کمیاب درحدود ۱/۲ درصد است.

شکل۲-۱۶- نمایی از کارخانه فرآوری و محدوده استخراجی معدن فسفات اسفوردی

۲-۶- زیرساخت فعالیت‌های زمین‌شناسی و معدن

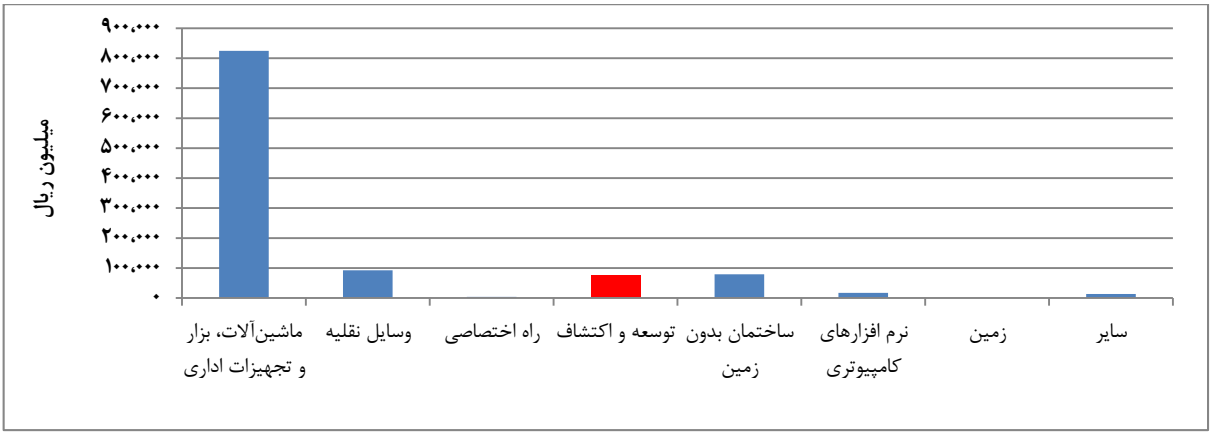
۲-۶-۱- زیرساخت تحقیق و آموزش

سرمایه‌گذاری در بخش تحقیق و توسعه، ایجاد مراکز آموزشی تخصصی علوم زمین به منظور تربیت نیروی متخصص از جمله مهم ترین زیرساخت های توسعه در هر زمینه می‌باشد بخش علوم زمین و معدن نیز از این قاعده مستثنی نبوده و توجه به این امر از مسائل اصلی در تهیه نقشه راه می‌باشد.

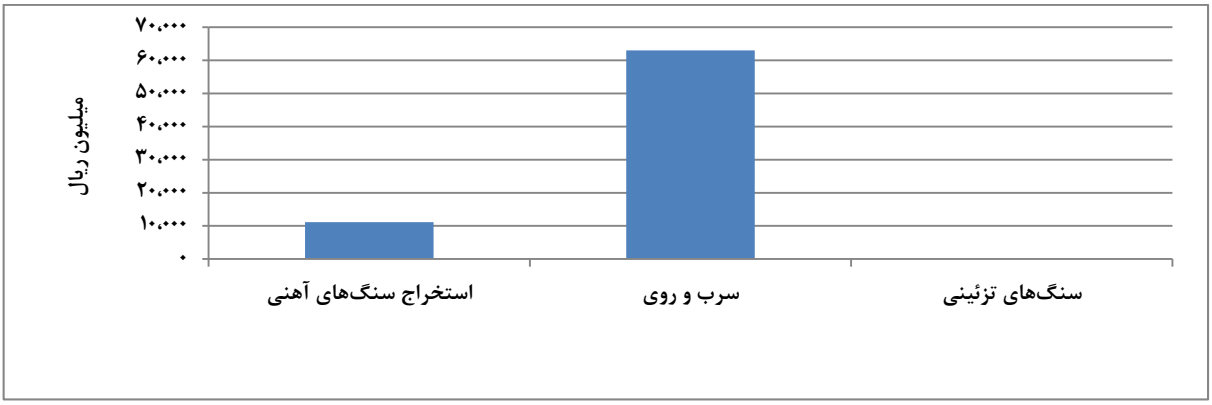
-وضعیت توسعه و اکتشاف در استان

در بررسی وضعیت توسعه و اکتشاف استان، وضعیت سرمایه‌گذاری در سال ۱۳۹۱ به تفکیک اموال سرمایه‌ای در نمودار ۲-۱۱ نشان داده شده است. چنانچه مشاهده می‌شود در این سال سرمایه‌گذاری در بخش توسعه و اکتشاف سهم قابل توجهی (۱۹ درصد) از اموال سرمایه‌ای این استان را به خود اختصاص داده است.

توسعه و اکتشاف در استان عمدتاً (بیش از ۸۴ درصد) مربوط به معادن سرب و روی بوده است (نمودار ۲-۱۲).



نمودار ۲-۱۱- سرمایه‌گذاری بخش معدن استان در سال ۱۳۹۱ به تفکیک اموال سرمایه‌ای

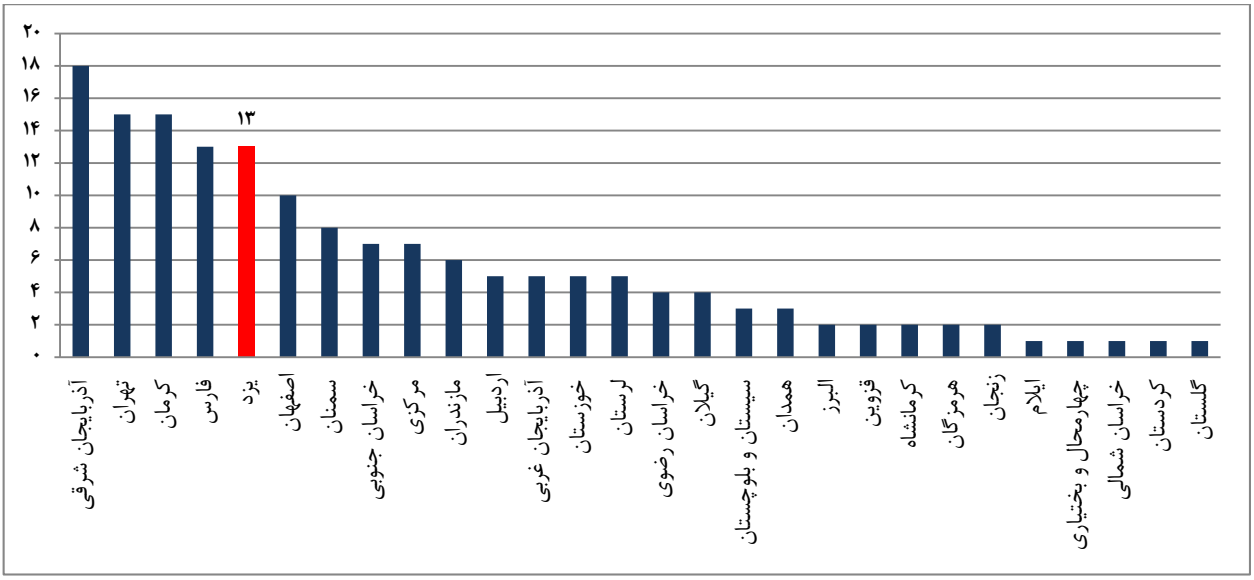


نمودار ۲-۱۲- سرمایه‌گذاری در بخش توسعه و اکتشاف در سال ۱۳۹۱ به تفکیک ماده معدنی

-مراکز آموزشی مرتبط با علوم زمین

استان یزد با دارا بودن دانشگاه‌های متعدد شامل دانشگاه یزد، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، دانشگاه تربیت معلم یزد، دانشگاه پیام نور، دانشگاه علم و هنر یزد، دانشگاه جامع علمی کاربردی و دانشگاه آزاد، یکی از قطب‌های مهم آموزشی کشور محسوب می‌شود.

مجموع دانشگاه‌های آزاد، دولتی و پیام نور استآن‌که فعال در زمینه رشته‌های علوم زمین و معدن هستند شامل ۱۳ دانشگاه است که از این لحاظ استان یزد در رده چهارم در بین سایر استان‌ها قرار دارد (نمودار ۲-۱۳).



نمودار ۲-۱۳- تعداد دانشکده‌های زمین‌شناسی و معدن در کشور به تفکیک استان

-دانشگاه یزد- دانشکده مهندسی معدن و متالورژی

دانشکده مهندسی معدن و متالورژی دانشگاه یزد در سال ۱۳۷۰ تأسیس و شروع به کار کرده است. این دانشکده در گرایش‌های مختلف اکتشاف، استخراج و متالوژی صنعتی دانشجو می‌پذیرد.

گروه اکتشاف در آموزش مهندسی معدن در گرایش اکتشاف معدن و در مقاطع کارشناسی و کارشناسی ارشد فعالیت دارد. پذیرش دانشجو در مقطع کارشناسی از سال ۱۳۷۲ و در مقطع کارشناسی ارشد از سال ۱۳۸۴ آغاز شده است. علاوه بر فعالیت آموزشی و تربیت متخصص، این گروه در زمینه پژوهش‌های بنیادی و کاربردی نیز فعالیت دارد. از زمینه‌های تحقیقاتی این گروه می‌توان به ژئوفیزیک اکتشافی، ژئوشیمی اکتشافی، اکتشاف معادن فلزی و غیرفلزی، اکتشاف آب‌های زیرزمینی و هیدروژئولوژی و نیز مطالعات زمین‌شناسی مهندسی اشاره کرد.

گروه استخراج در مقاطع کارشناسی استخراج (از سال ۱۳۷۰) کارشناسی ارشد فرآوری مواد معدنی (از سال ۱۳۸۰) و کارشناسی ارشد مکانیک سنگ (از سال ۱۳۸۷) فعالیت دارد. با توجه به پتانسیل معدنی استان یزد این گروه دارای فعالیت‌های پژوهش کاربردی در زمینه‌های فراوری مواد معدنی، مکانیک سنگ، ژئوتکنیک عملیات اصلی استخراجی، طراحی و بهینه‌سازی است.

گروه متالوژی به هدف تأمین نیروهای متخصص و ایجاد بستر پژوهش‌های کاربردی از مهرماه سال ۱۳۷۹ فعالیت خود را با رشته‌ی مهندسی مواد متالورژی صنعتی آغاز نموده است و هم اکنون فعالیت چشم‌گیری در زمینه‌های تحقیقاتی به خصوص کاربردی دارد.

-دانشگاه یزد- دانشکده علوم پایه (گروه زمین‌شناسی)

گروه زمین‌شناسی دانشگاه یزد در سال ۱۳۸۳ راه‌اندازی و در ابتدا با پذیرش دانشجو در مقطع کارشناسی ارشد زمین‌شناسی مهندسی شروع به کار نمود. در سال ۱۳۸۸ اولین دوره‌ی کارشناسی زمین‌شناسی کاربردی در این گروه اجرا شد، اما در سال ۱۳۹۰ با انحلال این گرایش از طرف وزارت علوم، این گروه نسبت به پذیرش دانشجو در مقطع کارشناسی زمین‌شناسی محض اقدام نمود.

-دانشگاه آزاد یزد- گروه معدن

گروه معدن زیر مجموعه دانشکده فنی- مهندسی بوده و در گرایش فرآوری مواد معدنی دانشجو می‌پذیرد. این رشته آموزش افرادی را به عهده دارد تا از عهده کار در بخش‌های مختلف فرآوری اعم از مراحل سنگ‌شکنی، آسیاب کردن، طبقه‌بندی مواد، پرعیار کردن فیزیکی مواد، فلوتاسیون، آبکش کردن و خشک کردن مواد برآیند. پس از انجام عملیات کانه‌آرائی و فرآوری بر روی مواد معدنی، محصولاتی به دست می‌آید که یا مستقیماً در بازار قابل عرضه هستند یا آماده برای عملیات صنعتی می‌باشند.

-دانشگاه آزاد یزد- گروه مهندسی مواد و متالوژی صنعتی

در راستای شکوفایی صنایع کشور و همگام با دیگر دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی در سال ۱۳۶۲ گروه مهندسی مواد دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد در رشته کارشناسی پیوسته ریخته‌گری تأسیس گردید و در سال ۱۳۷۳ با تغییر در سرفصل دروس به رشته کارشناسی پیوسته متالورژی صنعتی تغییر نام داد. دانشجوی رشته متالورژی صنعتی در گرایش‌های ریخته‌گری و شکل دادن فلزات متخصّص می‌شود. تاکنون بیش از ۱۵۰۰ دانشجو در مقاطع مهندسی ریخته‌گری و مهندسی متالورژی صنعتی فارغ‌التحصیل شده‌اند.

با دایر شدن دوره کارشناسی ناپیوسته مهندسی تکنولوژی متالورژی گرایش ذوب فلزات از سال ۱۳۸۷ تعدادی از فارغ التحصیلان کاردانی با قبولی در آزمون، دوره کارشناسی را طی می‌نمایند .

از سال ۱۳۹۰ کارشناسی ارشد خوردگی و حفاظت از مواد جذب دانشجو داشته و تعدادی از فارغ التحصیلان این مقطع هم‌اکنون در مقطع دکتری تخصصی مشغول به تحصیل می‌باشند.

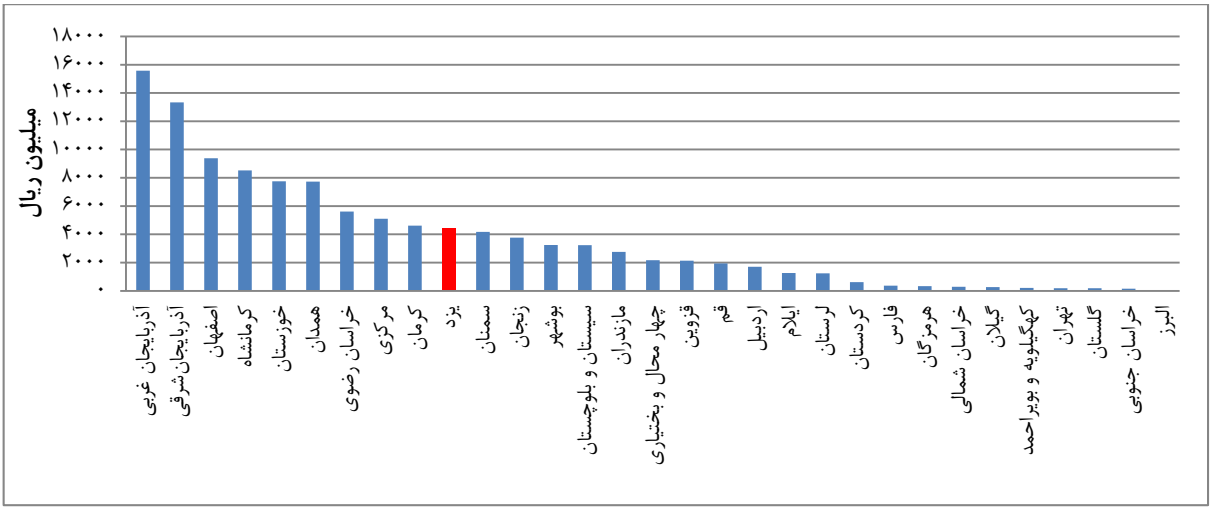
هم اکنون تعداد ۱۰۰ نفر در مقطع کارشناسی ارشد خوردگی و حفاظت از مواد، ۵۰ نفر در دوره کارشناسی پیوسته متالورژی و ۶۰ نفر در دوره کارشناسی ناپیوسته در این دانشگاه مشغول به تحصیل می باشند.

رشته‌های تحصیلی این گروه شامل کارشناسی ارشد خوردگی و حفاظت مواد، کارشناسی پیوسته متالورژی صنعتی، کارشناسی ناپیوسته ذوب فلزات و کارشناسی ناپیوسته جوشکاری می‌باشد.

۲-۶-۲-زیر ساخت حمل و نقل

در چرخه اقتصاد یک کشور، حمل و نقل عاملی است که تمامی ارکان اقتصادی از ابتدای امر تولید تا رساندن کالا به بازارهای مصرف نهائی را تحت تاثیر قرار می دهد. اگر حمل و نقل را در ابعاد و تعاریف کلان آن در نظر بگیریم هیچ فعلی در اقتصاد جامعه بدون استفاده از این صنعت انجام نمی‌پذیرد. به همین دلیل، داشتن یک صنعت حمل و نقل فعال و کارا شاید بیشترین تاثیر را در افزایش یا کاهش بهره‌وری از دیگر عوامل تولید و مصرف داشته باشد. با وجود انرژی ارزان در ایران، هزینه‌های گزاف حمل و نقل یکی از چالش‌های جدی تولید مواد معدنی و صادرات آن است. این چالش در کشورهای پهناور دیگری نظیر امریکا، چین و استرالیا، با توسعه حمل و نقل ریلی تا حد زیادی کنترل شده است.

همچنین در این رابطه توجه به توسعه راه‌های اختصاصی معدن به منظور تسهیل حمل و نقل مواد معدنی یکی از مهم‌ترین زیرساخت‌های توسعه محسوب می‌گردد. استان یزد در سال ۱۳۹۱ در بین استان‌های کشور به لحاظ سهم سرمایه‌گذاری در راه‌های اختصاصی در رتبه دهم قرار داشته است (نمودار ۲-۱۴).



نمودار۲-۱۴- جایگاه استان یزد در سرمایه‌گذاری در راه اختصاصی معادن در سال ۱۳۹۱

فصل سوم

مخاطرات محیطی استان

برنامه‌ریزی امروزین برای توسعه در سطوح گوناگون ملی، منطقه‌ای (استانی) و محلی، موانع توسعه را نیز با دقت و توجه بیشتری مورد بررسی قرار می‌دهند. از جمله این موانع که در برنامه‌ریزی مکانی و آمایش سرزمین در کشورهای مختلف جهان مورد توجه قرار گرفته است، مسائل و ملاحظات مربوط به تأمین امنیت اجتماعی در برابر پدیده‌های طبیعی به‌منظور فراهم کردن بستر امن برای توسعه است.

با این دیدگاه، در برنامه آمایش سرزمین در ایران جای ملاحظات دفاعی- امنیتی، بسیار خالی بوده است. در این راستا، ضوابط مصوب آمایش سرزمین که در سال ۱۳۸۳، توسط هیأت دولت مصوب شده است، از ۸ ضابطه‌ای که برای تدوین برنامه‌های آمایش سرزمین در سطوح ملی و استانی در نظر گرفته شده است، ملاحظات دفاعی- امنیتی در صدر این ضوابط قرار دارد و به‌عنوان تکلیفی مصوب شده است تا در تمام برنامه‌های آمایشی در سطوح ملی و استانی می‌بایست مورد توجه قرار گیرد. بر همین اساس و با این دیدگاه که توسعه در سطوح استانی نیازمند بستری امن به‌منظور ایجاد فضایی قابل سکونت به‌همراه فعالیت اقتصادی در محیط طبیعی می‌باشد، ملاحظات دفاعی- امنیتی در برنامه آمایش استان‌های کشور گنجانده شده است.

با توجه به دلایلی از جمله تازگی این بحث در برنامه‌ریزی کشور و وجود جو سنتی مبتنی بر گریز برنامه‌ریزان توسعه از پرداختن به مسائل دفاعی- امنیتی، ممکن است کار در این فصل برای همکاران استانی، مشکل به‌نظربرسد. به‌همین دلیل سعی شده است با تبیین مفاهیم کلی به‌کار رفته در این مباحث، انجام کار در این بخش ساده‌تر گردد. از جمله این مفاهیم پرداختن به موضوع ملاحظات، دفاع، امنیت، تهدید، خطر و پهنه‌بندی خطر در حوزه‌های طبیعی، اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، سیاسی و نظامی است که تعریف مختصری از این مفاهیم به‌شرح زیر ارائه می‌گردد:

۳-۱- تعاریف و مفاهیم

مفاهیمی که در این فصل به‌کار رفته است، در ابتدا تشریح و معانی مورد نظر آن‌ها تدوین شده است تا مفهوم واحدی بین کلیه افرادی که از این مفاهیم استفاده می‌کنند، به‌دست آید.

ملاحظات: منظور از ملاحظات، تدابیری است که در هنگام تدوین برنامه آمایش استان باید اندیشیده شود تا هرگونه تهدیدات و یا شرایط که متوجه توسعه استان است، مورد مطالعه و شناسایی قرار گیرد. بدیهی است، این ملاحظات باید به‌صورت مشترک و با تفاهم فیمابین مسؤولان و متخصصین در بخش‌های توسعه (آمایش استان)، از یک‌سو و مسؤولان و متخصصین امور دفاعی و امنیتی از سوی دیگر، تدوین شود. هدف از تدوین این ملاحظات نزدیک کردن نقطه نظرات این دو گروه در تعیین راهکارهایی برای تحقق توسعه در استان‌ها در سایه‌ای از امنیت و شرایطی قابل دفاع می‌باشد.

دفاع: هرگونه اقدامی است که فضای توسعه استان را در برابر انواع تهدیدات داخلی و خارجی، قابل دفاع سازد. گرچه این مفهوم منحصر به دفاع نظامی نیست، اما دفاع نظامی عمده‌ترین انواع دفاع در برابر خطرات و تهدیدات متوجه توسعه به‌حساب می‌آید. دفاع بر دو نوع است، عامل که توسط نیروهای انتظامی صورت می‌گیرد و یا غیرعامل که با تدابیری مانند: تدابیر پدافند غیرعامل و دفاع مدنی به‌منظور مقابله با تهدیدات احتمالی و

کاهش خطرات بالقوه صورت می‌گیرد. پدافند غیرعامل، ممکن است به‌صورت طراحی فضاهای قابل دفاع و یا درنظر گرفتن تدابیری باشد که آسیب‌پذیری فضاهای توسعه استان را در برابر تهدیدات کاهش دهد.

امنیت: منظور از امنیت در این بحث یک مفهوم عمومی و کلی است. این مفهوم شامل احساس امنیت در برابر انواع خطراتی که متوجه انسان و مایملک وی در فضاهای سکونت و فعالیت او می‌شود. احساس امنیت در برابر خطرات طبیعی، مانند آسیب‌هایی که از سیل و زمینلرزه ممکن است، متوجه حیات انسان و یا فضاهای فعالیت وی شود و نیز خطرات ناشی از تهدیدات و مخاطرات اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، سیاسی، نظامی و امنیتی را شامل می‌گردد. از این‌رو، بحث ایمنی در برابر مخاطرات طبیعی و غیرطبیعی اجزایی از بحث و مفهوم عمومی امنیت به‌حساب می‌آیند.

تهدید و خطر: تهدید، شرایطی است که انسان و فضاهای زیست و فعالیت وی (از دیدگاه آمایش)، در معرض مخاطراتی چون نابودی و یا برهم زدن نظم و سیستم استقرار و فعالیت مناسب قرار می‌گیرند. در این مفهوم، هنگامی تهدیدات تبدیل به خطر می‌شوند که خسارت به اجزای آسیب‌پذیر همچون انسان و فضاهای زیست و فعالیت او وارد می‌شود. بنابر این مفهوم، خسارت هنگامی رخ می‌دهد که دایره تهدیدات بر دایره آسیب‌پذیری به‌صورت جزئی و یا کلی منطبق شود. برای مثال، در هنگام وقوع زمین‌لرزه، ساختمآن‌هایی که در برابر لرزش زمین، آسیب‌پذیر باشند، موجب خسارت قرار می‌گیرند. در غیر این‌صورت، تهدید زمینلرزه به وارد کردن خسارت منجر نخواهد شد.

در این مفهوم و در برنامه‌ریزی آمایش استان، اگر به تهدیدات توجه نگردد و یا آسیب‌پذیری‌های توسعه مکانی استان مورد مطالعه و شناسایی قرار نگیرند، تهدیدات می‌تواند متوجه نقاط آسیب‌پذیر فضاهای توسعه استان شود و روند توسعه آن را با خطر و خسارت مواجه سازد. این خطر ممکن است ایجاد ناامنی کرده و فرایند توسعه استان را بیش از پیش دچار اختلال سازد.

از جمله موانع و عوامل بازدارنده توسعه مکانی در پهنه سرزمین مجموعه مخاطرات و تهدیداتی است که از منابع مختلف طبیعی یا انسانی به محیط زیست وارد می‌شود. مخاطرات طبیعی شامل سیل، زمین‌لرزه، زمین‌لغزه، خشک‌سالی و مانند آن است. بیشتر تهدیدات انسانی در نتیجه زندگی و فعالیت انسانی در مراکز سکونتی شهری و روستایی، مراکز صنعتی، خدماتی، کشاورزی و دامی وارد می‌شود که ضمن آلوده‌سازی محیط‌های طبیعی و انسان ساخت موجب بروز آسیب‌ها، آلودگی‌ها و مشکلات زیست‌محیطی، انواع بیماری‌های انسانی و بیماری‌های مشترک انسان و دام می‌گردد. به‌بیان دیگر، میزان آسیب‌پذیری گستره‌های تمرکز جمعیتی و اقتصادی، نشانگر میزان خطرپذیری آن‌ها به‌هنگام رخداد مخاطرات می‌باشند.

همانند سایر نقاط جهان در ایران نیز شرایط اقلیمی، ریخت‌شناسی و زمین‌شناسی در کنار رشد جمعیت، گسترش بی‌رویه شهرها، ساخت‌وسازهای انبوه و افزایش فعالیت‌های صنعتی و معدنی، میزان آسیب‌پذیری جامعه انسانی را در برابر وقوع مخاطرات افزایش داده است. در ایران به‌طور میانگین سالیانه ۱۱۰۰ میلیارد ریال

هزینه جبران این خسارت‌ها شده است. تاکنون از میان ۴۳ مخاطره طبیعی ۳۲ مورد آن در ایران روی داده و حدود ۱۰ درصد تولید ناخالص کشور سالیانه صرف پرداخت خسارت ناشی از این پدیده‌ها گردیده است.

با بررسی‌های انجام‌شده مشخص گردیده که دست‌کم ۹۷ درصد شهرهای ایران در معرض خطر وقوع زمینلرزه با قدرت‌های مختلف است. پدیده سیل با نرخ رشد بسیار بالا در مناطق مختلف کشور رخ داده به‌نحوی‌که در ۲۵ سال گذشته کشور با ۹۶۷ سیل روبه‌رو بوده که به‌طور متوسط سالانه حدود ۳۶ میلیارد تومان خسارات ناشی از آن محاسبه گردیده است. همچنین ناپایداری‌های دامنه‌ای نیز در سال‌های اخیر خسارات جبران ناپذیری را ایجادنموده است. بنابراین لازم است که نقشه‌های پهنه‌بندی خطر برای استان‌های مختلف تهیه شده و با رعایت استانداردهای مربوطه در اجرای پروژه‌های عمرانی، توسعه‌ای و اقتصادی مدنظر قرار گیرد.

در گزارش حاضر، برخی از تهدیدات و مخاطرات زمین‌شناختی و زیست محیطی استان یزد با مساحت و جمعیتی به ترتیب بالغ بر ۷۴۵۱۳ کیلومترمربع (تقسیمات کشوری در پایان سال ۱۳۹۳) و ۱،۰۷۴،۴۲۸ نفر (سرشماری عمومی نفوس و مسکن، آبان ۱۳۹۰) (برگرفته از سالنامه آماری استان یزد، ۱۳۹۳) مورد بررسی قرار گرفته است. در نهایت از مجموعه این مباحث، جمع‌بندی و ارزیابی خطرپذیری مخاطرات طبیعی در محدوده استان صورت گرفته است.

۳-۲- مخاطرات لرزه‌ای

۳-۲-۱- خطر زمین‌لرزه در استان یزد

پتانسیل رخداد زمینلرزه همواره در مناطق دارای پیشینه لرزه‌ای وجود داشته و علیرغم دستیابی به فناوری های عظیم در قرن حاضر، در بیشتر نقاط جهان خطر زمینلرزه همچنان مهار نشدنی به نظر می رسد. بر خلاف قرون گذشته، در حال حاضر به سختی می‌توان جائی را پیدا کرد که در آن یک زمینلرزه بزرگ رخ داده باشد و شهر یا روستایی در نزدیکی آن نباشد و خسارت نبیند. بزرگ شدن مراکز شهری در مناطق لرزه خیز و رشد جمعیت متمرکز در آنها طی چند دهه گذشته، احتمال خسارات ناشی از زمینلرزه ها را به صورت چشمگیری افزایش داده است. در مجموع، به منظور دستیابی به توسعه ای پایدار باید به مؤلفه های مهم آن (همچون؛ ایمنی در مقابل بلایای طبیعی) توجه کامل داشت. مهم ترین پارامترهای ایمنی در مقابل این گونه بلایا (همچون؛ رخداد زمینلرزه‌های بزرگ) را می‌توان فاصله گرفتن منطقی از محل خطر و ساخت و ساز مقاوم ولی مقرون به صرفه در این گونه گستره‌ها برشمرد.

استان یزد را نمی توان از نظر لرزه خیزی منطقه ای آرام و کم خطر در نظر گرفت. گرچه بزرگی بیشتر زمینلرزه های ثبت شده در گستره این استان کمتر از ۳ می‌باشد ولی وجود مناطق لرزه خیز مانند بهاباد، بافق و خرانق و گسل های مهم که از پتانسیل لرزه‌ای بالایی برخوردار هستند، می تواند استان یزد را جز مناطق با خطر نسبی بالا معرفی نماید و مطالعات خطر لرزه‌ای در پهنه این استان با توجه به وجود شریان های حیاتی و تأسیسات صنعتی ضروری به نظر می‌رسد.

در این بخش از مجلد نیز سعی شده است وضعیت استان یزد را با تمرکز بر کلیاتی در خصوص پیشینه لرزه‌خیزی، سرچشمه‌های لرزه‌زا، پراکندگی زمینلرزه‌ها، آمار و اطلاعات کاربردی زمینلرزه‌های رویداده در بازه‌های زمانی معین، پهنه های خطر و موقعیت مراکز جمعیتی مهم بیان نمود و با مقایسه شرایط حاکم بر منطقه، طی دهه‌های گذشته و حال حاضر، پیشنهاداتی جهت کاهش اثرات ناشی از رخداد زمینلرزه ارائه داد.

۳-۲-۲- لرزه‌زمین‌ساخت استان یزد

از نگاه پهنه‌های ساختاری، استان یزد بخشی از ابر ورق ایران مرکزی است که در نتیجه عملکرد گسل های خمیده با تحدب به سمت باختر به چندین بلوک جدا با ویژگی های متفاوت تقسیم شده است. به همین دلیل ویژگی های زمین‌شناسی و ساختاری استان در همه جا یکسان نیست. در یک روند تقریبی جنوب باختر - شمال خاور، استان یزد را می‌توان به بلوک های بلوک فرو افتاده ابرقو (ابرکوه)، کمان ماگمائی ارومیه ـ بزمان و خرد قاره ایران مرکزی تقسیم نمود که بر این اساس:

بخش باختری استان یزد از نوع بلوک های فرو افتاده جوان است که محل مناسبی برای تخلیه آب های سطحی است به همین رو سطح آن با نهشته‌ها آبرفتی به ویژه رسوب های دانه ریز کویری پوشیده شده است که کفه ابرقو یکی از آنها است. کفه ابرقو بخشی از یک بلوک فرو افتاده است که از شمال باختری ایران آغاز و در یک روند جنوب خاوری پس از عبور از دریاچه ارومیه، دریاچه توزگل اراک، مرداب گاوخونی به استان یزد می‌رسد. به سمت جنوب خاوری این فرونشستگی تا کفه سیرجان ادامه پیدا می‌کند

در حد فاصل یزد ـ دهشیر رخنمون های نه چندان گسترده، از سنگ های آتشفشانی از نوع آندزیت و سنگ های آذرآواری، به سن بیشتر ائوسن وجود دارد که در یک روند شمال باختر ـ جنوب خاور از استان یزد عبور می‌کند این سنگ های آتشفشانی بخشی از یک کمان ماگمائی است که از شمال باختر ایران (ارومیه) آغاز و تا کوه های بزمان در جنوب خاور (کمان ماگمائی ارومیه ـ بزمان)، ادامه پیدا می‌کند.

بخش خاوری استان یزد در سیطره خرد قاره ایران مرکزی است که از باختر به خاور شامل بخشی از بلوک های یزد و پشت بادام است. در بلوک پشت بادام هسته‌های کهن و دگرگونه پرکامبرین برونزد دارند. در بلوک یزد می‌توان رخنمون هایی از توالی های پلاتفرمی پرکامبرین پسین - تریاس میانی را دید که با رسوب های زغالدار ژوراسیک میانی (سازند شمشک) پوشیده شده‌اند.

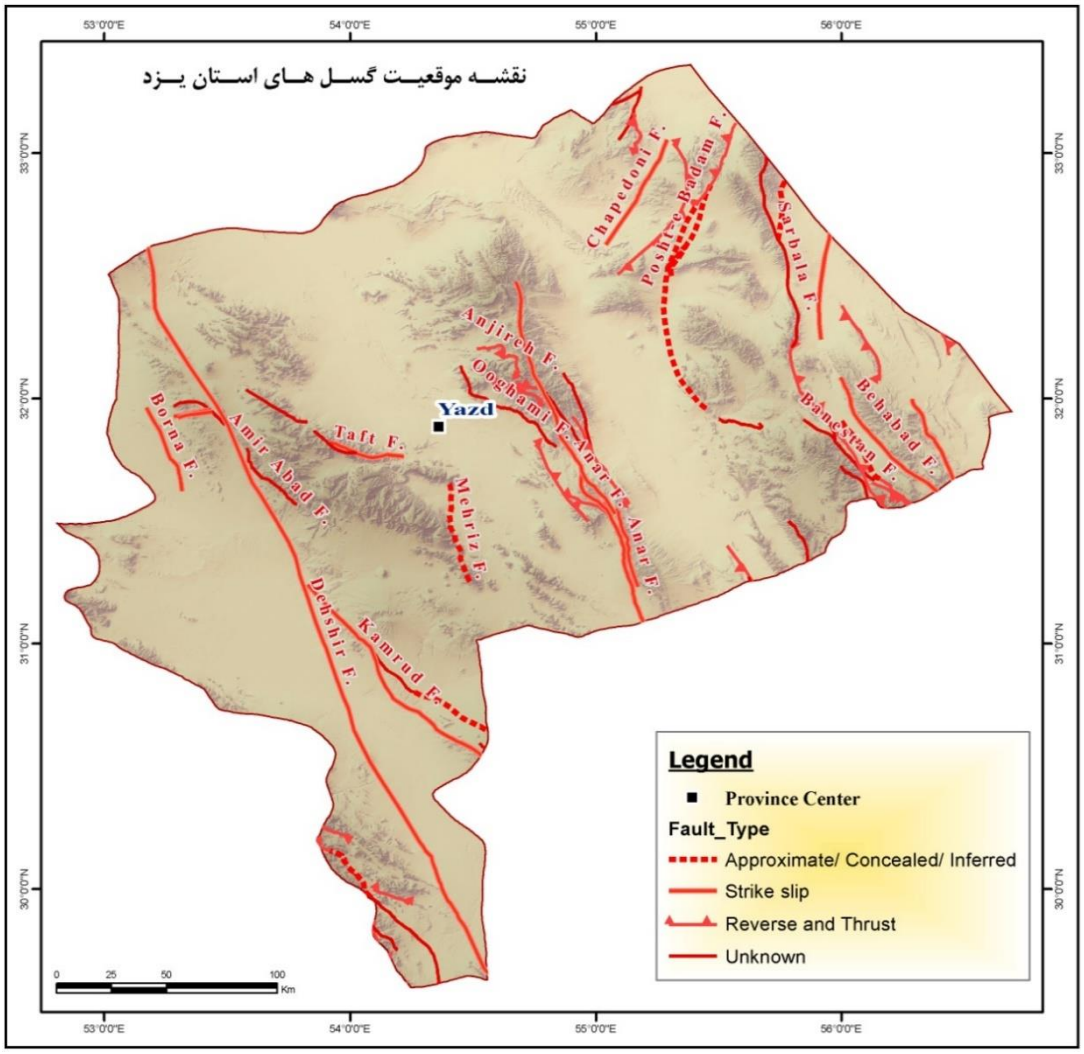
۳-۲-۳- گسل‌های مهم استان یزد و مناطق پرخطر در رابطه با زمین‌لرزه

واحدهای زمین ساختی استان یزد جزئی مهم از ناحیه تکتونیکی ایران مرکزی را تشکیل می دهد. یکی از دلایل اهمیت آن به خاطر وجود قدیمی ترین سنگ های پوسته اولیه ایران و قدیمی ترین چرخه تکتونیکی در بخشی از ساغند (موسوم به کلوت چاپدونی) است که سنی بیش از یک میلیارد سال دارند (خسروتهرانی و درویش زاده، ۱۳۶۳).

واحدهای زمین ساختی استان یزد را از نظر استقرار و شکل می توان به سه گروه تقسیم نمود.

روند شمالی- جنوبی با انحنایی به سمت باختر که دارای تمرکز در خاور استان بوده و به موازات قدیمی ترین گسل های منطقه دیده می‌شود. جهت گسل های مربوطه در این بخش در قسمت شمالی تر، شمال خاوری-

جنوب باختری است که به تدریج به راستای شمالی- جنوبی و نهایتاً به راستای شمال باختر- جنوب خاور تغییر می یابند. انحنای رو به باختر این روند در فعالیت های تکتونیکی بعد از ائوسن حاصل شده است (حقی پور و همکاران، ۱۹۷۷). روند شمال باختر- جنوب خاور (زاگرسی) به صورت رشته کوه های رسوبی و آتشفشانی که باعث پیدایش چاله ها و کویرهای تاقستان، ابرکوه، هرات و مروست شده است و روند خاوری- باختری شامل چین خوردگی های کم ارتفاع و گودال های زمین ساختی مربوطه (واله و داوود زاده، ۱۹۷۷؛ حقی پور آقانباتی، ۱۳۶۳) می باشد.



شکل ۳-۱)- موقعیت گسل‌های اصلی استان یزد (برگرفته از سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور)

ساختار تکتونیکی قلمرو استان یزد متأثر از دو گسل عمده با روند کلی شمال باختر - جنوب خاور و چندین گسل فرعی در منطقه شیرکوه است. گسل انار در نیمه خاوری استان و گسل دهشیر در نیمه باختری با روند شمال باختر- جنوب خاوری در دو طرف قلمرو استان قرارگرفته‌اند (شکل۳-۱)

در ادامه به شرح آن دسته از گسل های استان یزد که بر پایه شواهد و منابع موجود، به‌عنوان سرچشمه‌های زمینلرزه‌ای شناخته شده یا با پتانسیل لرزه خیزی در این گستره به شمار می‌روند، پرداخته شده است():

- **گسل کوهبنان**

گسل کوهبنان با طول حدود ۲۲۳ کیلومتر با راستای عمومی شمال باختر- جنوب خاور و با شیب به سوی شمال خاور در شمال کرمان و در پای رشته کوه‌های خاور زرند و جنوب خاور استان یزد امتداد دارد و به فاصله کمی در خاور شهر زرند می‌توان این گسل را در مرز کوه و دشت مشاهده کرد.

در شمال کوهبنان (شمال کرمان)، این گسل ارتفاعات سنگی را از رسوبات آبرفتی جوان جدا می‌کند. ضمن اینکه رسوبات کواترنری را نیز بریده است.

به دلیل جابجایی راستالغز در سامانه فشاری آثار راندگی های با ساختار گل مانند مثبت در دو طرف این گسل و به صورت پراکنده مشاهده می‌شود. جابجایی تجمعی راستالغز راستگرد به میزان ۸۰ کیلومتر در جنوب روستای کوهبنان (هوکریده و همکاران، ۱۹۶۲) اندازه گیری شده است.

در جنوب باختر بهاباد در مسیر آبراهه‌ها آثار روراندگی به صورت سفره‌های رورانده، سنگ‌های پالئوزوئیک را بر روی نهشته‌های جوان کواترنر به خوبی می توان مشاهده نمود. ضمن این که در راستای این پهنه گسلی هنوز بسیاری از بیرون زدگی‌ها در حال جابجایی هستند. آثار این جابجایی‌ها را در دره های پر شده توسط نهشته های کواترنر می توان مشاهده نمود (هوکریده و همکاران، ۱۹۶۲). جابجایی قائم این نهشته‌ها را بیش از ۲ تا ۳,۵ سانتیمتر در سال گزارش نموده‌اند (مهدوی، ۱۳۷۴). حرکت این گسل در کامبرین، پالئوزوئیک، تریاس و پلیوسن- پلیستوسن آشکار است، لذا تأثیر زیاد در الگوی رسوبگذاری در این زمان‌ها داشته است. امروزه نیز گسل کوهبنان مرز کوه و دشت را در ناحیه شمال کرمان مشخص می‌نماید.

- **گسل دهشیر (نائین- بافت)**

این گسل در باختر استان یزد قرار دارد و گسلی است با راستای شمال باختر ـ جنوب خاور، شیب نزدیک به قائم و از نوع امتداد لغز راستگرد است، طول گسل حدود ۳۵۰ کیلومتر است که از جنوب باختری نائین شروع شده، از دهشیر می گذرد و تا شهر بافت ادامه می یابد. گسل دهشیر گسلی است کواترنر، جوان (بریده شدن نهشته‌های کواترنری توسط این گسل، گویای حرکات جوان آن است) و لرزه زا ولی به سبب قرار گفتن آن در پهنه کویر هیچ گونه داده لرزه خیزی از آن موجود نیست.

گسل دهشیر در انتهای شمال باختری خود و در نزدیکی گسل زفره و نیز در انتهای جنوب خاوری در محل گسل چشمه انجیر به صورت مجموعه‌ای از گسل‌های راندگی خاتمه می‌یابد.

عمیدی (۱۹۷۵) بر این باور است که این گسل سنگ نهشته‌های کرتاسه بالایی را ۵۰ کیلومتر به صورت راستالغز راستگرد جابه جا کرده است. به گمان بربریان (۱۹۷۶a) و واکر و جکسون (۲۰۰۴)، ولکانیک‌های ائوسن- الیگوسن در پهنه ارومیه - دختر نیز در طول این گسل حدود ۵۰ کیلومتر جابه‌جایی راستگرد دارند. به گمان می‌یر و همکاران (۲۰۰۶) زمین درز نایین- بافت و کمان ارومیه - دختر نیز به واسطه جنبش گسل دهشیر بریده و به صورت راست‌گرد در حدود ۸۰ کیلومتر جابه جا شده است.

- **گسل کلمرد**

این گسل در قسمت خاور استان یزد و در خاور گسل پشت بادام قرار دارد امتداد آن تقریباً شمال - جنوبی است. در قسمت شمال خاور از نزدیکی شهر کاشمر شروع شده و باکمی انحنا به سمت باختر، از نزدیکی شهر بهاباد یزد گذشته و با روند جنوب خاور به طرف کرمان ادامه می یابد. طول این گسل در حدود ۳۸۰ کیلومتر و با سازوکار راستالغز راستگرد همراه با مولفه جزئی معکوس (شیخ الاسلامی و زمانی، ۱۳۷۸؛ سعیدی و همکاران، ۱۳۸۱) معرفی شده است.

در جنوب شیرگشت در ناحیه کلمرد، بلوک باختری گسل به سمت شمال حرکت کرده و مقدار این جابجایی از ۲۵ تا ۴۰ کیلومتر برآورد می شود ولی بیشینه جابجایی افقی آن را می‌توان به میزان ۵۰-۴۰ کیلومتر در نظر گرفت (آقانباتی، ۱۹۷۵). گسل کلمرد در باختر طبس، فرونشست شیرگشت- طبس را در کنار فرابوم کلمرد قرار می‌دهد.

حرکت راستگرد کنونی و شکل گیری شاخه های گسلی همسو و ناهمسو، پهنه ای گسلی در پیرامون گسل کلمرد تشکیل داده است که به دلیل همبستگی های ساختاری (شیخ‌الاسلامی و زمانی، ۱۳۷۸) پهنه‌ای با توان لرزه خیزی به وجود می آورد. از مهمترین این شاخه‌ها می توان به گسل راندگی رباط شور اشاره نمود که با درازای حدود ۲۰ کیلومتر در راستای شمالی جنوبی قرار گرفته است.

- **سامانه گسلی پشت بادام**

این گسل همراه با گسل چاپدونی از قدیمی ترین گسل های ایران است. دارای راستای کلی شمالی- جنوبی تا شمال شمال خاوری- جنوب جنوب باختری و شیب به سوی باختر تا شمال باختر است و عمده گسل‌های این پهنه از نوع راستالغز راستگرد با مولفه راندگی می باشند. این گسل از فاصله ۳۰ کیلومتری باختر شهر بافق عبور کرده و تا شهر انار در جنوب با طول بیش از ۲۰۰ کیلومتر امتداد یافته است و تنها حدود ۳۰ کیلومتر از این سامانه گسلی بر روی زمین قابل مشاهده است.

این گسل در ایجاد فرابوم و فروبوم‌ها و تفکیک رخساره‌های ناحیه پشت بادام نقش داشته است. علاوه بر این ساختارهای گسلش شکننده ناشی از جنبش‌های اخیر گسل بر روی شواهد دگریختی خمیری فرانهاده شده‌اند. در پهنه گسلی یاد شده پورفیروکلاست‌های عظیمی در مقیاس رخنمون دیده می‌شود که در ارتباط با عملکرد خمیری آن هستند (شاه‌پسندزاده و همکاران، ۱۳۸۲).

وجود پادگانه‌های آبرفتی با اختلاف ارتفاع بین ۳-۱ متر در نهشته‌های پلیستوسن به احتمال نشانگر آخرین جنبش‌های راستالغز راستگرد با مولفه راندگی این گسل در کواترنری با بالاآمدگی بلوک‌هایی از فرادیواره گسل‌های پشت بادام هستند (شاه‌پسندزاده و همکاران، ۱۳۸۲). با این وجود شاهدی بر لرزه‌خیزی گسل در عهد حاضر مشاهده نشده است.

- **سامانه گسلی انار**

این گسل با طول حدود ۲۰۰ کیلومتر و با راستای شمال شمال باختر- جنوب جنوب خاور بین شهرستان یزد و انار گسترده شده است. این گسل نهشته‌های کواترنری را در نزدیکی انار بریده و بر روی ماسه‌سنگ‌های کرتاسه پایینی نیز اثر گذار بوده است. همچنین در انتهای شمالی آن و در شمال خاور شهرستان یزد می‌توان جنبش گسل را در نهشته‌های تفکیک نشده مربوط به سازندهای نایبند و شمشک مشاهده نمود.

گسل انار موازی با گسل دهشیر و در خاور آن قرار گرفته است. پایانه‌ی جنوبی این گسل به کوه های مزاحم و پایانه شمالی آن به پهنه چین‌خورده و مجزایی ختم می‌شود. در بخش جنوبی این گسل در نزدیکی انار، پرتگاه-های خطی گسلی در آبرفت‌ها قابل مشاهده هستند (واکر، ۲۰۰۳). همچنین به نظر می‌رسد که ادامه جنوبی گسل انار به گسل جنبای رفسنجان ختم می‌شود. در ۲۰ کیلومتری خاور گسل انار گسل های راندگی با راستای تقریبی شمال باختر-جنوب خاوری و شیب به سوی باختر وجود دارد که به گمان لودورتز و همکاران (۲۰۰۹)، در ژرفا به گسل انار می‌رسند.

بخش شمالی گسل از چندین شاخه گسلی نزدیک به هم با راستای شمال، شمال‌باختر- جنوب، جنوب‌خاور ساخته شده که ساختار و ریخت شناسی کوه خرانق را قطع می‌کنند. این شاخه‌های گسلی به سمت جنوب در راستای مشخصی یکی شده و کوه بافق و کوهپایه جنوب باختری آن را به صورت مایل قطع می‌کند. بخش جنوبی گسل نیز کفه نمکی انار را قطع می‌کند و ادامه آن به سوی جنوب در شمال نوار آتشفشانی ارومیه - دختر ناپدید می‌شود. در این ناحیه گسل به سمت خاور خمیده شده و به صورت یک راندگی با شیب به سوی شمال در کوه‌های مزاحم مشاهده می‌شود.

حدود ۲۰ کیلومتر جابجایی تجمعی راستگرد در سازندهای سنگ بستر کوه بافق و در رشته کوه‌های خرانق (واکر،۲۰۰۳) مشخص شده است. به باور می‌یر و لودورتز (۲۰۰۷) جابجایی کلی راستگرد در بخش جنوبی گسل ۲۵±۵ کیلومتر می‌باشد. بر پایه مطالعات می‌یر و لودورتز (۲۰۰۷)، نرخ لغزش افقی هولوسن در راستای گسل انار ۰٫۵ تا ۰٫۷۵ میلیمتر در سال خواهد بود که البته این مقدار یک فرض اولیه می‌باشد. پژوهش‌های بعدی (لودورتز، ۲۰۰۹) با درهم آمیختن نتیجه سن سنجی‌های CRE و OSL نشان داد که کمینه نرخ لغزش بر روی بخش جنوبی گسل انار ۰٫۸ میلیمتر در سال است.

- **سامانه گسلی بهاباد**

این گسل با طول حدود ۱۵۰ کیلومتر و راستای شمال شمال باختر- جنوب جنوب خاور با شیب به سوی خاور از ۵ کیلومتری خاور بهاباد در استان کرمان و جنوب خاور استان یزد می‌گذرد. گسل بهاباد به موازات گسل کوهبنان و در خاور آن واقع شده و سازوکار راستالغز راستگرد همراه با مولفه معکوس (فریدی، ۱۳۸۱) برای آن معرفی گردیده است. گسل بهاباد به عنوان عامل اصلی جدا کننده قلمرو زمین ساختی بهاباد- زرند و آبدوغی-راور معرفی شده است (مهدوی، ۱۳۷۴).

در خاور شهر بهاباد این گسل شیل و سنگ ماسه‌های سازند شمشک (لیاس) را از سوی خاور بر روی نهشته‌های کواترنر قرار داده است. همچنین در برخی مناطق سنگ آهک‌های کرتاسه را در مجاورت رسوبات جوان پلیوسن و کواترنر رانده است. گسل به سوی جنوب در باختر شهر راور یک خم چپ پله به خود می‌گیرد، در این ناحیه سنگ دولومیت‌های سازند شتری به سن تریاس و سنگ ماسه‌های کامبرین برونزد دارند.

گسل بهاباد در زمان‌های مختلف فعالیت داشته و به دلیل عملکرد در نهشته‌های کواترنر (کنار دشت بهاباد) می-توان آن را به عنوان یک گسل جنبا در نظر گرفت. همچنین در بسیاری نقاط در پهنه‌های تکتونیزه، وجود برش (shear) به ویژه برش ساده وجود جابه‌جایی در راستای این گسل را تأیید می‌نماید. با این وجود به دلیل عملکرد فازهای مختلف با آثار زمین شناسی گوناگون، تعیین میزان جابجایی آن مشکل است (مهدوی، ۱۳۷۴). این گسل در واقع از پاره‌های موازی هم تشکیل شده است که در مجموع به عنوان سامانه گسلی بهاباد در نظر گرفته می‌شوند.

- **گسل معکوس اصلی زاگرس(MZRF)**

این گسل با طول حدود ۱۳۵۰ کیلومتر (بربریان، ۱۹۹۵) با سازوکار راندگی از مریوان (مرز باختری ایران با عراق) تا شمال بندرعباس امتداد دارد. گسل معکوس اصلی زاگرس در ناحیه مریوان وارد خاک عراق می‌شود و دوباره در ناحیه سردشت وارد ایران شده و سپس وارد خاک ترکیه می‌شود. (آقانباتی، ۱۳۸۳). در امتداد خود از جنوب باختر استان یزد گذشته و این محدوده را تحت تأثیر قرار می دهد.

راستای گسل زاگرس از مرز ترکیه تا خاور حاجی آباد بندرعباس شمال باختری-جنوب خاوری است ولی در این ناحیه چرخیده و راستای شمال شمال باختر-جنوب جنوب خاور پیدا می‌کند. شیب گسل نیز در مجموع به سوی شمال باختر است.

گسل مرز بین کمربند زاگرس در باختر و فیلیش‌های افزایشی و پهنه فرورانش فعال مکران در خاور را مشخص می کند (بربریان، ۱۹۹۵). به گونه‌ای که در جنوب باختر اورزوئیه نهشته‌های فلیش گونه ائوسن را بر روی سنگ جوش‌های پلیوسن و نهشته‌های جوان کواترنر رانده است. این گسل در ناحیه فارس رسوبات تبخیری کامبرین پیشین را بریده و تا ناحیه زرد کوه جابه‌جا نموده است، در امتداد این راندگی بقایایس آمیزه‌های افیولیتی و رادیولاریت‌های نواحی کرمانشاه و نیریز را می‌توان مشاهده نمود. در شمال بندر عباس نیز می‌توان راندگی سنگ‌های مزوزوئیک را بر روی سنگ آهک‌های عضو گوری از سازند میشان به سن میوسن را در راستای این پهنه گسلی مشاهده نمود.

این گسل بر اثر کوهزایی کاتانگایی، در اواخر پرکامبرین شکل گرفته و در شکل‌گیری حوضه زاگرس و در تغییرات ساختاری، رخساره‌ای، ریخت شناسی و لرزه ای طرفین خود مؤثر و کنترل کننده بوده است و تغییری اساسی در تاریخچه رسوبی، جغرافیای دیرینه، ساختار، زمین ریخت شناسی و لرزه خیزی نشان می‌دهد و بین دو ساختار صفحه‌ای برخوردی یعنی حاشیه قاره‌ای فعال ایران مرکزی در شمال خاور و حاشیه قاره‌ای غیرفعال عربی (کمربند چین و راندگی زاگرس در جنوب باختر) قرار دارد (بربریان، ۱۹۹۵).

۳-۲-۴- لرزه‌خیزی استان یزد

از آنجا که استان یزد در ایالت های لرزه زمین ساخت زاگرس و قسمت میانی بلوک ایران مرکزی قرار گرفته است، برخی از زمینلرزه‌های رویداده در گستره استان، از روند زمینلرزه های ایران مرکزی پیروی می کنند. زمینلرزه های ایران مرکزی در دو گروه جای می گیرند: زمینلرزه‌ها با سازوکار فشاری و زمینلرزه‌ها با سازوکار برشی فشاری. تمامی زمینلرزه‌های ایران مرکزی دارای بزرگی زیاد و دوره بازگشت طولانی هستند. عمق کانونی در اکثر زمینلرزه‌های این ایالت کم است (کمتر از ۳۰ کیلومتر) این زمینلرزه‌ها توأم با دگریختی سطحی بوده و بعضاً روی گسل‌های قدیمی فعالیت دوباره انجام می‌دهند. ممکن است مناطقی یافت شود که گسل های جدید در اثر دگرشکلی زمینلرزه‌ای بوجود آیند.

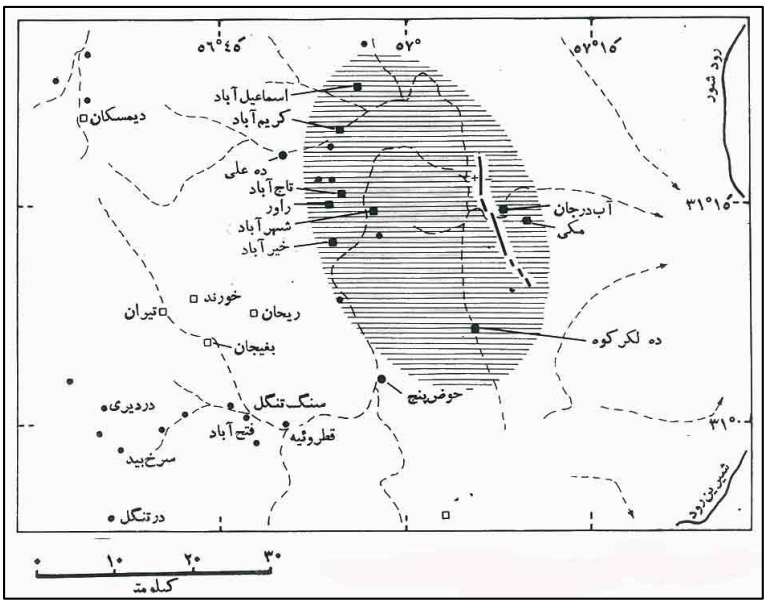
زمین‌لرزه‌هایی که در بخش باختری استان یزد روی می دهند، تقریباً از روند زمینلرزه های زاگرس پیروی می کنند. زمینلرزه های زاگرس کم ژرفایند، مقاطع توزیع زمین‌لرزه‌ها در عمق نشان می‌دهد که اگر چه ژرفای برخی زمین‌لرزه‌ها تا حدود ۶۰ کیلومتر می‌رسد، ولی بیشتر آن ها در ژرفای حدود ۳۰ کیلومتر متمرکزند. به گونه‌ای که مجموعه کانون‌های زمین‌لرزه به تقریب در درون منشوری به درازای حدود ۱۵۰۰، پهنای حدود ۱۵۰ و ژرفای ۶۰ کیلومتـر، باروند شمال باختری – جنوب خاوری، قرار دارند.

بررسی سوابق لرزه‌خیزی استان یزد نشانگر آن است که قلمرو استان، به‌استثنای نواحی جنوب خاور آن جزء مناطق کم‌فعال لرزه‌خیزی ایران است. ولی در پهنه استان یزد به دلیل تراکم جمعیتی اندک و وجود بیابان های بزرگ، داده‌های لرزه‌ای کامل و مناسب از زمینلرزه‌های گذشته این منطقه وجود ندارد، ذکر این نکته خاطر نشان می گردد که کمبود داده های لرزه ای تاریخی بیانگر کم لرزه بودن این گستره نمی‌باشد و با توجه به وجود گسل‌های کواترنر نمی‌توان گفت که در آینده نیز زمینلرزه‌ای در امتداد گسل‌ها رخ نخواهد داد.

در ادامه، خلاصه‌ای از زمینلرزه‌های تاریخی و دستگاهی گزارش شده در گستره‌ای پیرامون استان یزد آورده شده است:

- زمینلرزه ۱۹۱۱ میلادی (۱۸ آوریل)، راور

به دنبال پیشلرزه‌ای نیرومند، زمینلرزه ویرانگری که در دهستان راور روی داد حدود ۷۰۰ تن را کشت. روستاهای کوچک آبدرجان، مکی و ده لکرکوه در ناحیه تنک جمعیت خاور راور بکلی ویران شدند و تلفات بسیاری به بار آمد. تقریباً همه خانه ها در راور و آبادی‌های پیوسته به آن ویران شد (شکل ۳-۲). در خود شهر، که در زمان زمینلرزه ۶۰۰۰ تن جمعیت داشت، چندین باب از کارگاه های فرشبافی و مسجد جامع فروریخت و پنجاه نفر کشته شدند. راور به مدت طولانی به حالت ویران باقی ماند و ساختمان های همگانی آن تنها سی سال بعد دگرباره ساخته شد.



شکل۳-۲- زمینلرزه ۱۹۱۱ میلادی (۱۸ آوریل)، راور

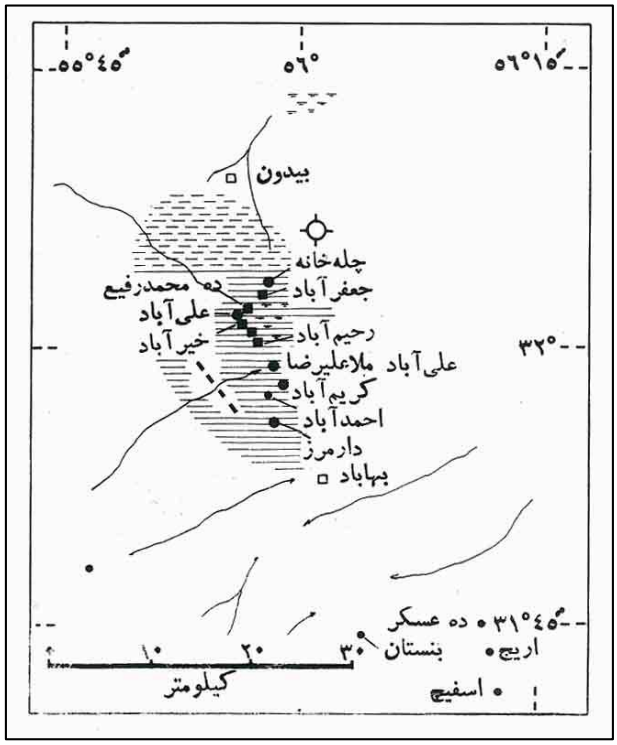
لرزه اصلی و پس لرزه های آن سنگریزیش های بسیاری را از سمت شمال خاوری لکرکوه به راه انداخت و بسیار متحمل است که این زمینلرزه با گسلشی در باختر آبدرجان همراه بوده که در درازای چند کیلومتر در راستایی جنوب- جنوب خاوری کشیده شده بوده است. به هنگام بازدید که چند سال پیش از بخشهایی از این منطقه شد، هیچگونه گواه بازشناختی از یک گسلش بسیار تازه وجود نداشت، جز آنکه راستایی که به ما نشان داده شده و گفته می شد که در ۱۹۱۱ کنشگری یافته است، اتفاقاً به یک زون راندگی با روند ۱۶۰ درجه خاور تعلق دارد. آسیب‌های کم دامنه ای تا شماری از روستاهایی که در شکل نشان داده شده است، گسترش داشت و درکرمان، ده زوئیه و کوهبنان این لرزه به نیرومندی حس شد. لرزه در بیرجند، نصرت آباد و دزداب نیز حس شد. در طی سه ماه پس از رویداد، پسلرزه ها ادامه داشت و بسیاری از آنها تا کرمان حس می شد. رویداد این پسلرزه ها با فواصل طولانی به مدت چند سال ادامه یافت.

- زمینلرزه ۱۹۳۳میلادی (۲۸ نوامبر)، شمال بهاباد

به هنگام بعد ازظهر، یک زمینلرزه گروه کوچکی از روستاهای کویری شمال باختر بهاباد را که در حاشیه باختری دق (کفه رسی) محمد رفیع گرد آمده اند، به کلی ویران کرد. روستای علی آباد ملاعلیرضا به کلی ویران شد و تلفاتی به بار آمد و این روستا متروک رها شد. در این روستا و پیرامون آن که در زمان زمینلرزه سطح ایستابی آویزان در حدود پنج متری زیر سطح زمین بود، لرزه سبب روانگی گسترده خاک و بیرون ریختن گل از گلفشان ها شد. رحیم آباد به کلی ویران شد اما تلفاتی به بار نیامد. بخشی از خیرآباد ویران شد که تلفاتی نیز به همراه داشت. آبادی های علی آباد و ده محمد رفیع نیز ویران شد و تلفاتی برجای گذاشت. درجعفرآباد، چله خانه، کریم آباد، جنت آباد و احمد آباد شدت آسیب ها کمتر بود در بهاباد تلفاتی به بار نیامد اما تقریباً همه خانه ها آسیب دید.

لرزه سبب فروریزش گستره زمین و بیرون ریختن ماسه از شکاف ها در امتداد زون باریکی که از جنوب علی آباد ملاعلیرضا تا ده محمد رفیع کشیده شده بود، گردید. به نظر می رسد که این سیماها با مرزهای باختری کفه رسی (دق) و با ناحیه هایی که سطح ایستابی آنها بالا است در پیوند باشد. در یک جا شکستگی های زمین از روند یک قنات متروک پیروی کرده و باعث پدیداری افت ظاهری یک متری به پایین و به سوی باختر با شکاف های قطری شده که این گمان را پیش می آورد که جنبش افقی راستگردی روی داده است. بجز در یک جا، در حدود شش کیلومتری جنوب باختر علی آباد ملا علیرضا که در آن برطبق اطلاعات محلی لرزه ها « باعث از هم بازشدن سنگ ها شد» در جای دیگری گسیختگی واقعی زمین روی نداده است. این محل از کنگلومرا و ماسه سنگ ساخته شده و بر روی رشته ای از پنجه های آبرفتی جای دارد که توسط فرکندی که از سوی باختر در دشت سر بر می آورد، پدید آمده اند. این گسیختگی مربوط به یک زون راندگی است که به سوی جنوب باختر شیب دارد، اما بجز ترک ها و درزه های باز که در امتداد این زون به گونه ای ناپیوسته در درازای حدود پنج کیلومتر کشیده شده اند هیچگونه گواهی مبنی بر جنبش اخیر آن نمی توان یافت(شکل۳-۳)

زمینلرزه آسیب های اندکی به انار و بافق رساند و در رفسنجان، یزد، تفت، اردکان، مهدی آباد و کرمان به نیرومندی حس شد. پسلرزه ها به مدت سه ماه دنباله داشت و لرزه ۱۲ دسامبر بیشتر از لرزه اصلی به بهاباد آسیب رساند.



شکل۳-۳- زمینلرزه ۱۹۳۳ میلادی (۲۸ نوامبر)، شمال بهاباد

در ادامه (جدول ۳-۱)، کاتالوگ زمینلرزه‌های بزرگتر از ۴ در استان یزد در سال‌های ۱۹۹۰ الی ۲۰۱۵ میلادی و نقشه پراکندگی زمینلرزه‌های ایران و استان یزد (شکل۳-۴) ارائه شده است. بر اساس این کاتالوگ، استان

مذکور در بازه زمانی یادشده در حدود ۳۰ رخداد زمینلرزه را شاهد بوده است. همانطور که در جدول ذیل نیز مشاهده می‌گردد، در این بین زمینلرزه فروردین ۱۳۸۱ با بزرگای ۵/۱ بزرگترین زمینلرزه رخ داده می باشد.

جدول۳-۱- لرزه‌های ثبت شده با بزرگای بیشتر از ۴ در استان یزد (M>4 , 1990 -2015) *

(مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله)

No.	Y	Mo	D	H	M	S	Long (E)	Lat (N)	Depth (Km)	m_b	Ms	Mw	ML	Ref
1	1995	5	16	14	30	28	55.867	31.647	37	4.8	0	0	0	ISC
2	1996	7	18	14	28	0	55.586	31.379	47	4	0	0	0	ISC
3	1998	9	19	21	17	11	55.383	32.411	27	4.4	3.9	0	0	ISC
4	2001	4	21	7	1	32	56.177	32.091	2	4.1	3.8	0	0	ISC
5	2001	10	26	5	57	56	55.93	31.91	33	4.5	0	0	0	NEIC
6	2002	4	1	18	32	34	54.99	31.99	33	4.3	0	0	0	NEIC
7	2002	4	5	18	40	19	55.97	32.06	33	5.1	0	0	0	NEIC
8	2002	6	7	14	18	45	54.05	30.35	33	4	0	0	0	NEIC
9	2002	4	5	18	40	16	56.05	32	33	4.8	0	0	0	IDC
10	2002	6	7	14	18	46	53.99	30.5	33	4	0	0	0	IDC
11	2002	9	23	6	48	26	55.57	32.28	12	0	0	0	4.5	IIEES
12	2005	2	26	20	20	14	56.32	32.08	14	0	0	0	4.8	IIEES
13	2006	3	20	7	47	44	55.99	32.5	17	0	0	0	4.7	IIEES
14	2006	4	25	12	43	25	54.37	29.88	14	0	0	0	4	IIEES
15	2007	1	3	11	19	0	55.52	32.27	14	0	0	0	4	IIEES
16	2007	5	8	3	28	24	56.12	31.87	14	0	0	0	4.3	IIEES
17	2007	7	4	6	11	6	55.97	32.17	14	0	0	0	4.8	IIEES
18	2007	7	4	9	51	33	55.93	32.21	14	0	0	0	4.4	IIEES
19	2007	7	29	3	8	45	56.25	32.13	14	0	0	0	4.7	IIEES
20	2009	1	8	8	57	31	56.14	31.93	14	0	0	0	4.2	IIEES
21	2009	9	26	11	16	23	55.82	32.1	18	0	0	0	4.1	IIEES
22	2010	1	30	18	43	44	56.33	31.86	16.9	0	0	0	4.1	IIEES
23	2010	5	30	11	12	47	55.28	32.73	14	0	0	0	4.2	IIEES
24	2011	7	25	8	44	37	55.77	32.03	14	0	0	0	4	IIEES
25	2012	3	15	6	17	6	55.8	32.17	14	0	0	0	4.6	IIEES
26	2013	4	23	8	52	50	56.36	32.19	14	0	0	0	4	IIEES
27	2014	9	13	19	42	46	55.79	32.33	14	0	0	0	4	IIEES

*

Y: سال رویداد زمینلرزه‌ها، Mo = ماه، D = روز (بر اساس سال میلادی)

H: ساعت رویداد زمینلرزه‌ها، M = دقیقه، S = ثانیه (بر مبنای ساعت هماهنگ جهانی (UTC))

Long : طول جغرافیایی رومرکز زمینلرزه

Lat: عرض جغرافیایی رومرکز زمینلرزه

Depth: عمق کانونی زمینلرزه

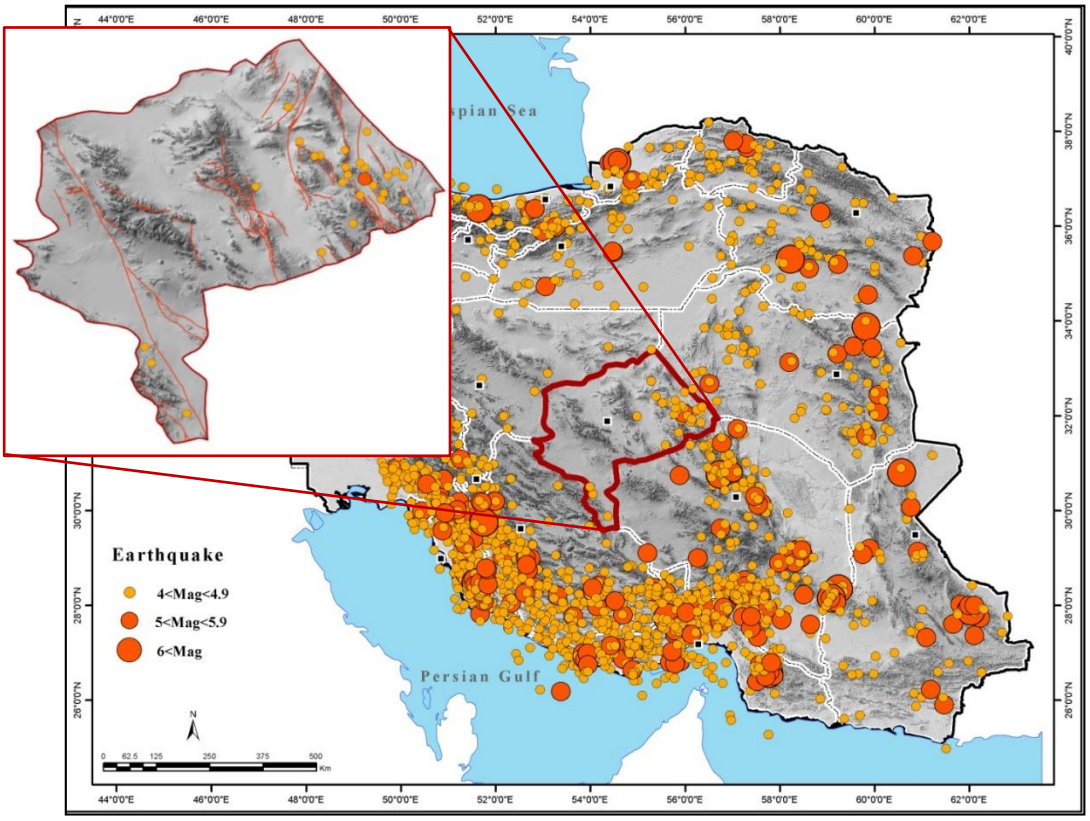
m_b (بزرگا، مقیاس امواج درونی)

Ms (بزرگا، مقیاس امواج سطحی)

Mw (بزرگا، مقیاس گشتاوری)

ML (بزرگا، مقیاس محلی)

Ref: زمینلرزه های رویداد در سطح جهان توسط مراکز علمی و تحقیقاتی متعددی گزارش می شوند. جهت گردآوری زمینلرزه های ایران، از معتبرترین مراکز گزارش کننده، لیست زمینلرزه، تهیه شده است. در این بخش نام مرکز گزارش کننده رویداد ذکر می شود.

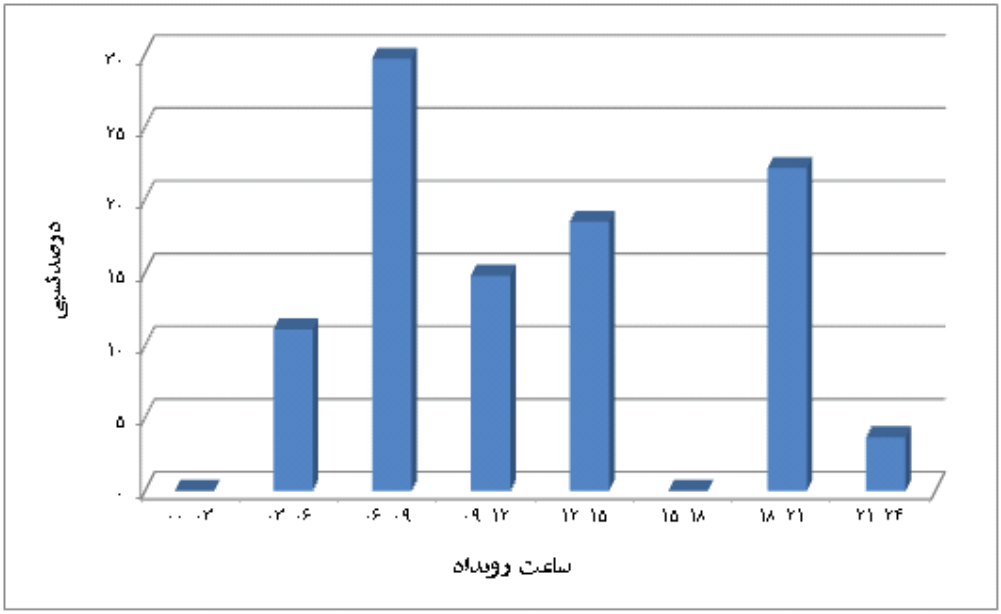


شکل۳-۴- زمینلرزه‌های ایران و استان یزد (M>4 , 1990 -2015) (برگرفته از پایگاه ملی داده های علوم زمین کشور)

به منظور یاری رسانی و آمادگی گروه‌های مدیریت بحران، اطلاعات آماری میزان زمینلرزه‌های روی داده در استان یزد در ساعات مختلف شبانه‌روز ارائه شده است. بر این اساس چنین نتیجه می‌شود که بیشترین توزیع رویداد زمینلرزه‌ها با فراوانی حدود ۳۰ درصد در بازه زمانی ۶ تا ۹ صبح می‌باشد (جدول ۳-۲و نمودار ۳-۱).

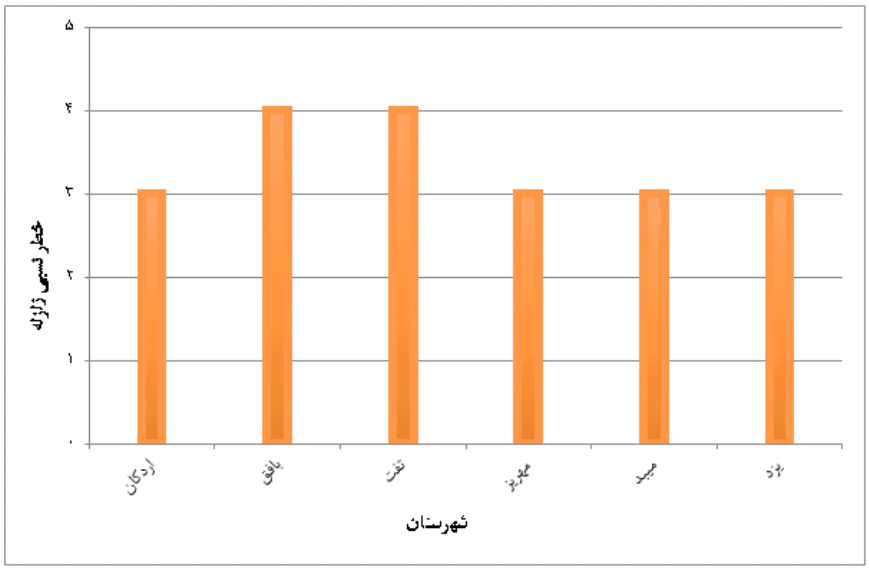
جدول۳-۲- درصد نسبی رویداد زمینلرزه‌ها در ساعت‌های مختلف شبانه‌روز، استان یزد (M>4 , 1990 -2015)

ساعت رویداد	میزان نسبی رویداد زمینلرزه	تعداد
۰ -۳	۰	۰
۳-۶	۱۱/۱	۳
۶-۹	۲۹/۷	۸
۹-۱۲	۱۴/۸	۴
۱۲-۱۵	۱۸/۵	۵
۱۵ -۱۸	۰	۰
۱۸ -۲۱	۲۲/۲	۶
۲۱-۲۴	۳/۷	۱



نمودار۳-۱- درصد نسبی رویداد زمینلرزه‌ها در ساعت‌های مختلف شبانه‌روز، استان یزد (M>4 , 1990 -2015)

نمودار ۳-۲ خطر نسبی زمینلرزه را به تفکیک شهرستان‌های استان یزد بر مبنای نقشه پهنه‌بندی خطر لرزه‌ای ایران (بر حسب درصد شتاب ثقل زمین) نشان می‌دهد. بر اساس این تقسیم بندی که توسط پژوهشگاه بین‌المللی زلزله انجام شده است، شهرستان های با خطر نسبی پایین با عدد ۱ و شهرستان های دارای بالاترین خطر نسبی زمینلرزه با عدد ۵ نمایش داده شده‌اند. طبق این تقسیم بندی، شهرستان‌های بافق و تفت با خطر نسبی ۴ بالاترین خطر زمینلرزه در استان را به خود اختصاص داده است.



نمودار۳-۲- خطر نسبی زمینلرزه به تفکیک شهرستان‌های استان یزد (برگرفته از پژوهشگاه بین‌المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله)

۳-۲-۵- پهنه‌بندی خطر زمینلرزه استان یزد

مطالعاتی که تاکنون در رابطه با خطر زمینلرزه در ایران صورت گرفته است، در راستای تعیین مناطق در معرض جنبش شدید زمین بوده و انعکاس این اطلاعات بر روی نقشه، به ترسیم نقشه های پهنه بندی زمینلرزه منجر شده است.

به منظور بررسی یک زمینلرزه از پارامترهایی که توصیف کننده جنبش نیرومند زمین باشد (نظیر؛ بیشینه مقادیر شتاب و طیف پاسخ شتاب) استفاده می‌شود. بر این اساس و با توجه به مشخصات زمینلرزه‌هایی که قادر به ایجاد پارامترهای جنبش زمین می‌باشند، زمینلرزه‌های طراحی مطابق با آیین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰)، مناطق مختلف کشور را از دیدگاه خطر لرزه‌ای به چهار قسمت تقسیم می‌نماید. این چهار قسمت عبارتند از:

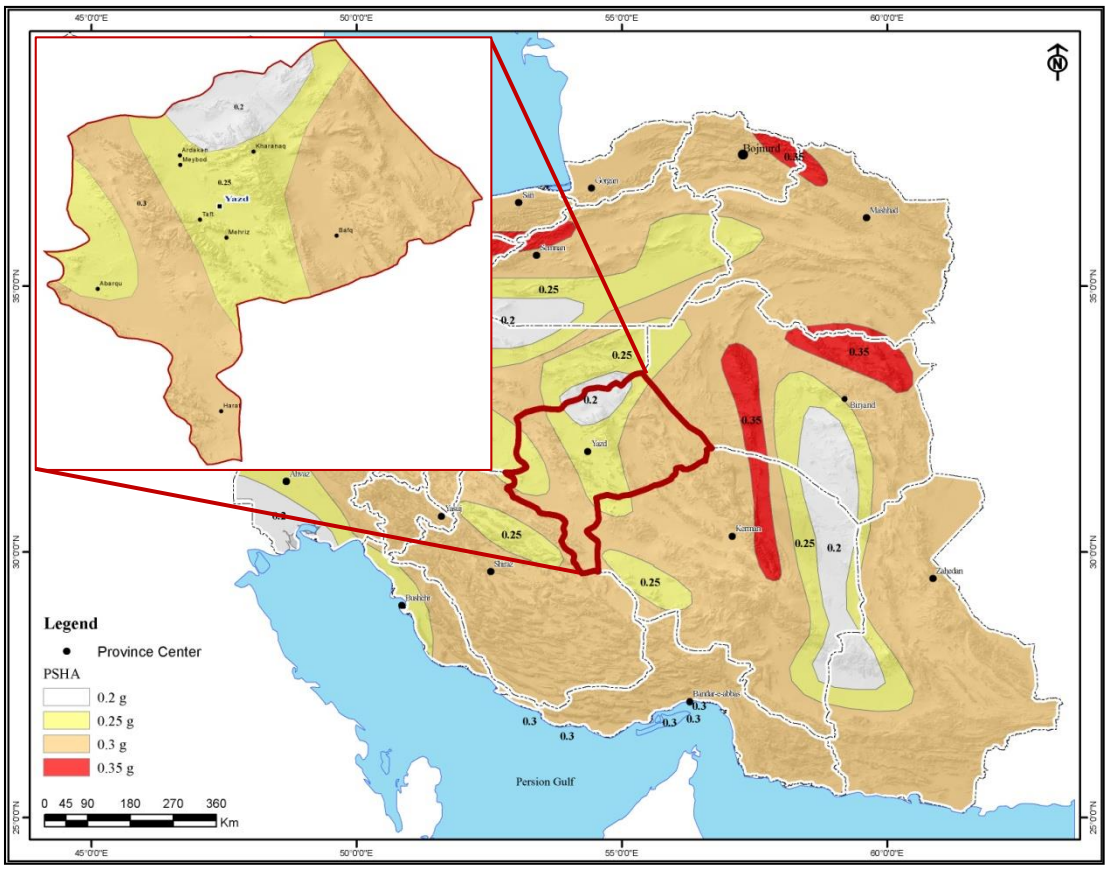
مناطق با خطر نسبی خیلی زیاد (شتاب $\leq$ ۰/۳۵g)

مناطق با خطر نسبی زیاد (شتاب= ۰/۳۰g)

مناطق با خطر نسبی متوسط (شتاب= ۰/۲۵g)

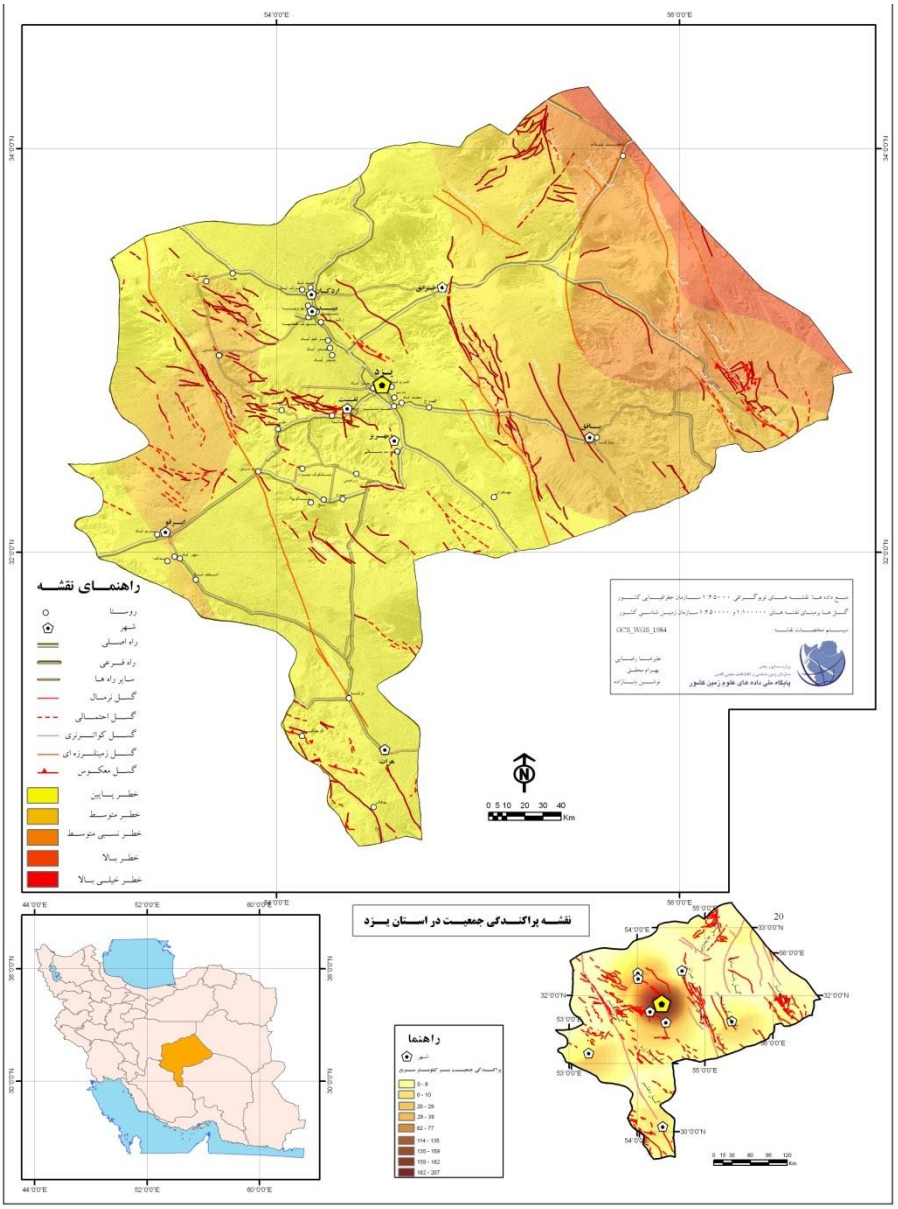
مناطق با خطر نسبی کم (شتاب $\geq$ ۰/۲۰g)

بر اساس نقشه پهنه بندی خطر نسبی زمینلرزه (شکل ۳-۵)، بیش از نیمی از گستره استان یزد در محدوده با خطر نسبی زیاد قرار دارد و به سمت مرکز استان، از میزان خطر زمینلرزه کاسته می شود به گونه ای که پهنه‌های میانی استان در خطر لرزه‌خیزی کمتری نسبت به اطراف قرار دارند.



شکل۳-۵- نقشه پهنه‌بندی خطر نسبی زمینلرزه بر اساس استاندارد ۲۸۰۰ و موقعیت استان یزد (مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن)

بر اساس مطالعات لرزه زمین ساخت و تحلیل خطر استان یزد (رضایی و بابازاده، ۱۳۹۰)، این استان را به پهنه‌های با خطر نسبی بالا در خاور، پهنه با خطر نسبی نسبتاً بالا در باختر، پهنه با خطر نسبی متوسط و پایین در بخش میانی و شمال استان تفکیک نمودند. بر این اساس، نواحی خاوری از پتانسیل لرزه ای بیشتری نسبت به دیگر مناطق برخوردار می‌باشند (شکل ۳-۶).



شکل ۳-۶- نقشه هم شدت زمینلرزه بر پایه دوره بازگشت ۷۵ سال در استان یزد (رضایی و بابازاده، ۱۳۹۰)

۳-۲-۶- ارزیابی خطر زمین‌لرزه در استان

استان یزد در ایالت‌های لرزه‌زمین‌ساخت زاگرس و قسمت میانی بلوک ایران مرکزی قرار گرفته است و زمینلرزه‌های روی داده در گستره استان، از روند زمینلرزه‌های این ایالات پیروی می‌کنند.

عدم یکنواختی پارامترهای لرزه خیزی استان یزد متأثر از روند گسل های اصلی منطقه می باشد به گونه ای که پهنه‌های میانی استان در خطر لرزه‌خیزی کمتری نسبت به اطراف قرار دارند و جنوب باختر و خاور گستره استان از تعدد وقوع زمینلرزه نسبت به دیگر مناطق برخوردار می باشند.

به طور کل علاوه بر شواهد تاریخی و پیش از تاریخ، طی چند دهه گذشته، استان یزد شاهد رخداد اندک زمینلرزه بوده و به استثنای نواحی جنوب خاور آن، جزء مناطق با فعالیت کم لرزه ای ایران بوده است. البته با توجه به وجود گسل‌های مهم و فعال در محدوده استان یزد، شاید بتوان تعداد اندک زمینلرزه‌های استان را به

تمرکز اندک جمعیت در این گستره به علت شرایط اقلیمی و وجود بیابان های بزرگ و ثبت ناکامل زمینلرزه های تاریخی نسبت داد.

بر این اساس و با توجه به وجود گسل‌های کواترنر در محدوده این استان، آرامش حاکم بر گستره استان یزد را نمی‌توان بر غیر لرزه ای بودن آن تلقی نمود. بلکه بیشتر می تواند نمایانگر نبود لرزه ای در گستره استان می باشد و نمی‌توان گفت که در آینده نیز زمینلرزه‌ای در امتداد این گسل ها رخ نخواهد داد.

بر اساس نقشه پهنه بندی شتاب زمین‌لرزه (استاندارد ۲۸۰۰)، بیش از نیمی از گستره استان یزد در محدوده با خطر نسبی زیاد قرار دارد و به سمت مرکز استان، از میزان خطر زمینلرزه کاسته می شود به گونه ای که پهنه‌های میانی استان که اغلب مراکز شهری را شامل می گردد، در خطر لرزه‌خیزی کمتری نسبت به اطراف قرار دارند. مطالعات لرزه زمین ساخت و تحلیل خطر استان یزد (رضایی و بابازاده، ۱۳۹۰) نیز نتایج مشابهی را بیان نموده است.

بر اساس تقسیم بندی پژوهشگاه بین‌المللی زلزله شهرستان‌های بافق و تفت با خطر نسبی ۴ بالاترین خطر زمینلرزه در استان را به خود اختصاص داده است.

۳-۳- مخاطرات جوی

۳-۳-۱- خطر سیل در استان یزد

سیل از فرایندهای هیدرولوژیکی می‌باشد که ابعاد آن تحت‌تأثیر شرایط مختلف طبیعی و مصنوعی سطحی زمین و نیز شرایط مختلف اقلیمی تغییر می‌نماید. این پدیده طبیعی در صورت مهار و کنترل، از منابع آب مورداستفاده در توسعه اقتصادی بوده و منافع زیادی را در بخش کشاورزی و منابع طبیعی سبب می‌شود. در صورت عدم شناخت و عدم کنترل و مهار آن، از بلایای طبیعی به‌شمار آمده و خسارات و تلفات جانی همواره درپی‌خواهد داشت.

توزیع غیریکنواخت بارش‌ها از نظر زمان، شدت و مقدار، در بخش‌های گسترده‌ای از ایران که شرایط خشک و نیمه‌خشک دارند، سبب بروز سیلاب‌های ناگهانی با مرگ‌ومیرها و زیان‌های بسیار مالی می‌شوند. مزید بر این، به دلیل تخریب شدید منابع طبیعی چه به‌صورت بهره‌برداری بی‌رویه از جنگل‌ها و مراتع و چه به‌شکل تغییرکاربری اراضی و تبدیل آن‌ها به اراضی کشاورزی نامناسب یا ساخت بی‌رویه مناطق مسکونی، سبب شده که سیلاب‌ها هر ساله چه از دیدگاه تعداد وقوع و چه از دیدگاه شدت خسارات، افزایش یابند. در گذشته تعداد سیلاب‌ها کمتر بوده و خسارات کمتری نیز به‌وجود آورده‌اند و احداث سیل‌بند و حفر خندق، تعداد زیادی از سیلاب‌ها را مهار می‌کرده است درحالی‌که اکنون گسترش شهرها به‌گونه‌ای است که مجال احداث چنین سازه‌هایی را فراهم نمی‌کند و تجاوز به حریم مسیل‌ها و تغییر کاربری اراضی نیز به سرعت انجام می‌شود. با توجه به علل مختلف و مؤثر در بروز سیل، می‌توان با اعمال روش‌ها، اقدامات و راهکارهای علمی و عملی، از وقوع بسیاری از سیلاب ها پیشگیری نموده و در سیل‌هایی که توانایی پیشگیری از رخداد آن نیست، با انجام

تدابیر مختلف، از جمله پهنه‌بندی سیل و به‌دنبال آن، تعیین کاربری مناسب برای مناطق سیل‌گیر، خسارات ناشی از آن‌ها را کاهش داد (وهابی، ۱۳۷۶).

عوامل پیدایش سیلاب را می‌توان به دو گروه عوامل طبیعی و عوامل انسانی تقسیم کرد:

الف) عوامل طبیعی:

تغییرات اقلیمی: تغییرات اقلیمی به‌صورت زیر باعث بروز سیلاب می‌شوند:

- بارندگی‌های مداوم و سنگین: برخی از سیلاب‌ها بعد از چند روز بارندگی آرام و اشباع کامل زمین که متعاقب آن یک بارندگی شدید صورت می‌گیرد، اتفاق می‌افتند. این گونه سیلاب‌ها در ایران به خصوص در نواحی مرکزی با دوره بازگشت چند ساله اتفاق می‌افتد و در وسعت زیادی گسترش می‌یابد. زیان‌های آن نسبتاً زیاد و مدت عمل آن طولانی است (غیور، ۱۳۷۵).
- انرژی جنبشی ناشی از شدت بارندگی (مقیمی و حقی، ۱۳۸۰)
- ذوب شدن برف و یخ: گرم شدن ناگهانی هوا و بارش باران از جبهه‌های گرم، روی سطوح پوشیده از برف و یخ موجب ذوب آنها شده و رواناب‌ها را شدت می‌بخشد. این گونه سیلاب‌ها در ایران بیشتر در اوایل بهار اتفاق می‌افتد و عمدتاً سواحل و حواشی رودخانه‌ها را تهدید می‌کند و خسارات آنها شامل متجاوزین به حریم رودخانه‌ها می‌شود (غیور، ۱۳۷۵).
- دمای هوای زمان بارندگی
- نوع سیستم‌های جوی

جنس خاک و میزان نفوذپذیری: نوع و جنس خاک‌ها باعث تغییر ضریب نفوذپذیری خاک و افزایش یا کاهش جریان رواناب‌های سطحی می‌شود. به عنوان مثال خاک‌های مارنی و آهکی، مخروط افکنه‌های کواترنری و رسوبات جوان به علت سستی و ناپایداری بسیار حساس بوده و شرایط مناسبی را برای وقوع سیل فراهم می‌کند (مقیمی و حقی، ۱۳۸۰).

عوامل زمین شناسی: عوامل تکتونیکی که موجب فروافتادگی زمین و یا وقوع زمین‌لرزه و یا ریزش دامنه‌ها می‌شوند، گاهی اوقات موجب تغییر و یا بسته شدن مسیر رودخانه‌ها شده و آب از مسیر خارج شده و سیل ایجاد می‌شود (غیور، ۱۳۷۵).

خشکسالی: خشکسالی‌های اخیر نیز می‌تواند شرایط مناسب برای وقوع سیل را فراهم نماید (قائمی، ۱۳۸۴).

پوشش گیاهی: وجود پوشش گیاهی مناسب باعث کاهش روان آب سطحی شده و از وقوع سیل جلوگیری می‌کند.

ب) عوامل انسانی:

تحقیقات نشان می‌دهد که دخالت بی‌رویه انسان در محیط، در ظهور سیلاب نقش قابل ملاحظه‌ای دارد که می‌توان به موارد زیر اشاره نمود (غیور، ۱۳۷۵):

- افزایش جمعیت
- تخریب جنگل‌ها و از بین بردن پوشش گیاهی

- تغییر کاربری اراضی
- ناکافی بودن سازه‌های تأخیری سیل در سرشاخه‌های رودخانه‌ها
- شهرسازی و توسعه شهرها در جلگه‌های سیلابی
- عدم تعادل بین دام و ظرفیت مراتع (مقیمی و حقی، ۱۳۸۰)
- دخالت در مسیل‌ها و دستکاری آبگذرها
- اشغال مسیل‌ها و حریم نهایی رودخانه‌ها

سرزمین ایران به‌واسطه شرایط اقلیمی، توپوگرافی و ژئومورفولوژی در بسیاری از مناطق همه ساله در معرض خطر سیل قرار دارد به‌طوری که بررسی‌ها نشان داده اند، بیش از ۸۰ درصد وسعت شهرهای ایران در معرض وقوع سیل قرار دارد که به‌طورکلی ۳۲ درصد از بلایا در ایران مربوط به سیل می‌باشد. سیلاب‌هایی که در ایران روی می‌دهد، عمدتاً به سه‌گونه سیلاب‌های ناشی از باران، ترکیب ذوب برف و باران و در مواقعی ذوب برف هستند.

در مناطق گرم و خشک ایران از جمله مناطق جنوبی، جنوب غربی، مرکزی و شرقی، سیلاب‌های ناشی از باران، به‌ویژه باران‌های شدید و کوتاه‌مدت، گونه غالب سیلاب‌ها هستند. در بخش‌هایی از این مناطق، سیلاب‌های ناشی از باران‌های موسمی نیز دیده می‌شود. در مناطق معتدل و سرد کشور، از جمله مناطق شمال، شمال‌غربی و بخش وسیعی از غرب، وجه غالب سیلاب‌ها ناشی از باران یا ترکیب ذوب برف و باران هستند (مهدوی، ۱۳۷۶).

استان یزد به دلیل موقعیت خاص جغرافیایی وکویری بودن با کمبود بارندگی و تبخیر شدید مواجه است. این موقعیت خاص موجب گردیده که آب‌های سطحی استان منحصر به دو رودخانهٔ اعظم (واقع در خوانسار) و رودخانهٔ بوانات در منطقهٔ هرات و مروست باشد. سیل از جمله سه بلای طبیعی اولی است که استان را تهدید می‌کند شاهد این مدعا نیز جاری شدن و ثبت ۱۲۷ مورد سیل از دهه ۳۰ تا ۸۰ در استان است. هر چند استان، متوسط بارندگی پایینی دارد و کمتر دچار سیل می‌شود اما در سال گذشته در اثر باران‌های موسمی دچار سیل شد و بسیاری از باغ‌ها، مزارع، معابر، تأسیسات و زیرساخت‌های استان در شهرستان‌های مهریز، تفت، اشکذر، بافق و بهاباد را تخریب کرد و خسارات زیادی به بار آورد.

- **حوضه‌های آبریز و رودخانه‌های مهم استان یزد در ارتباط با خطر سیل**

آبخیزداری مدیریت منابع زیست محیطی در یک حوزه آبخیز است به نحوی که به بهترین وجه اهداف مدیریت طرح و بهره برداری مداوم از این منابع را برآورده کند. در این راستا اهداف کلی آبخیزداری شامل حفاظت آب و خاک به منظور پایدار کردن این دو منبع حیاتی و مبارزه با فرسایش جهت کاهش رسوبات وارده به مخازن سدها، کنترل و کاهش خسارات سیل و به تبع آن کاهش تبعات خشکسالی، تغذیه منابع آب و افزایش پوشش گیاهی، افزایش در آمد بهره‌برداران و تثبیت شغل و احیاء حوضه‌های آبخیز با تأکید بر مشارکت مردم می باشد. کمی بارندگی، بالا بودن درجه حرارت و تبخیر بسیار زیاد از عواملی هستند که سبب محدودیت منابع آب

سطحی در استان یزد شده‌اند. جریان‌های دائمی استان یزد منحصر به گستره شرقی و جنوبی استان می‌باشد. آب‌های سطحی دائمی استان یزد تنها رودخانه‌های بوانات در مروست و اعظم در هرات (شهرستان خاتم) می‌باشند که از پیشکوه‌های شرق زاگرس سرچشمه می‌گیرند و مقداری از آب این رودخانه‌ها در دشت مروست به مصرف کشاورزی می‌رسد و باقیمانده آن به سفره آب زیرزمینی نفوذ می‌کند. از دیگر رودهای دائمی، رودهای سردرب و کریت در طبس می‌باشند که فقط بخشی از آن‌ها در استان یزد جریان دارند و سرشاخه‌های این رودخانه‌ها در استان خراسان جنوبی قرار دارند. سایر آب‌های سطحی استان عموماً به صورت جریان‌های سیلابی و فصلی‌اند که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان مسیل فخرآباد، منشاد، تفت، دو کالی (در خرانق)، کرخنگان (در خاتم)، نیر، دره بید و اِزمیغان (در طبس) را نام برد. جویبارهای فصلی پیرامون شیرکوه نیز از جریان‌های موقتی هستند که در سطح استان دیده می‌شوند.

از جمله رودهای فصلی استان یزد عبارتند از:

آب سیّده: این رود از دامنه کوه‌های کوشک و نارگون در ۳۹ کیلومتری شمال شرقی بافق سرچشمه می‌گیرد. طول این رود ۵۰ کیلومتر و از نوع رودهای فصلی می‌باشد.

پایین‌در: رود فصلی پایین‌در به طول ۷۰ کیلومتر از دامنه شیرکوه طی ریزابه‌هایی سرچشمه گرفته و پس از آبیاری روستاهایی چون قوروق، شیخ‌علی شاه، باغستان، آشنایی، باقی‌آباد، تزرجان، بَناتَک، مَنشاد، درّه و ثانی‌آباد از شمال بغدادآباد گذشته و رو به سوی شمال شرقی به سوی روستای فهرج روان شده سپس در ریگزار جنوب شرقی یزد ناپدید می‌شود.

چاه‌مَتَک: رود فصلی چاه‌متک، از دامنه شمالی کوه هامانه در ۵۲ کیلومتری شمال شرقی اردکان و ۶ کیلومتری شرق روستای چاه‌متک سرچشمه می‌گیرد. این رود در مسیر خود از کنار آب‌انبارهای شهریار و اسماعیل گذشته و در ۷ کیلومتری شرق اردکان به مسیل رودخانه رحمت‌آباد وارد می‌شود.

خَرانَق: رود فصلی خرانق، به طول ۴۰ کیلومتر، از ارتفاعات پیرامون خرانق در ۶۰ کیلومتری جنوب شرقی اردکان سرچشمه می‌گیرد و رو به سوی شمال شرقی از آبادی‌های خرانق و دوکالی می‌گذرد. سپس به سوی جنوب شرقی رفته و به نام رود دوکالی، از گدار هزارچیل می‌گذرد و در ۲۸ کیلومتری جنوب شرقی خرانق، به کویر درانجیر وارد می‌شود.

رحمت‌آباد: رود فصلی رحمت‌آباد به طول ۱۱۵ کیلومتر، از دامنه جنوبی کوه‌های نیوک، بند مناره، سگسر در حدود ۶۰ کیلومتری جنوب شرقی اردکان سرچشمه می‌گیرد.

سفیدان: رود فصلی سفیدان به طول ۴۰ کیلومتر از دامنه کوه‌های پیرعلی و بند مِرازون، در ۶۹ کیلومتری شمال شرقی بافق سرچشمه می‌گیرد. این رود در مسیر خود از کنار حوض حسنعلی اسماعیل و حوض ملّا می‌گذرد و در ۸۹ کیلومتری شمال شرقی بافق به کویر ساغند وارد می‌شود.

شور: رود فصلی شور به طول ۸۵ کیلومتری، از ارتفاعات ۴۵ کیلومتری شمال شرقی بافق سرچشمه می‌گیرد.

شوراب: رود فصلی شوراب، به طول ۲۸ کیلومتر، از کناره شرقی کویر درانجیر در ۴۳ کیلومتری شمال غربی بافق سرچشمه می‌گیرد.

شوربافق: رود فصلی شوربافق به طول ۱۵۰ کیلومتر از دهستان نوق در ۶۰ کیلومتری شمال غربی رفسنجان (استان کرمان) سرچشمه گرفته پس از آمیختن با ریزابه‌های بسیار به دهستان حومه شهرستان بافق وارد می‌شود و در سر راه از کنار روستاهای ده خواجه، عباس‌آباد، حسن‌آباد و همت‌آباد می‌گذرد و در غرب شهر بافق به کویر درانجیر وارد شده و با رودخانه شورسیریز آمیخته و در بخش شمالی کویر درانجیر ناپدید می‌شود.

شورسیریز: رود فصلی شورسیریز به طول ۱۴۰ کیلومتر از دامنه کوه سرخ، در ۳۵ کیلومتری جنوب غربی زرند (استان کرمان) سرچشمه گرفته ضمن گذر از دهستان سیریز، روستاهای چاقُل محلی، سنگ، گلستان، رحمت‌آباد، بوستان، درباغ و سیریز را سیراب کرده و با ریزابه‌های زیادی از جمله رود شور کوهبنان که از ارتفاعات پیرامون سرازیر شده‌اند، آمیخته و به دهستان حومه شهرستان بافق وارد می‌شود و در جنوب غربی بافق به رود شور بافق می‌ریزد.

کال هزارچیل: این رود به طول ۲۰ کیلومتر از ۹ کیلومتری جنوب شرقی خرانق سرچشمه می‌گیرد.

- **شاخص‌ترین طرح‌های آبی انجام شده یا در حال انجام در استان در راستای کاهش خطرات ناشی از سیل**

مکان یابی پخش سیلاب با استفاده از سامانه پشتیبان تصمیم گیری در حوزه آبخیز شهریاری در استان از جمله طرح‌های استان در راستای کاهش خطر سیل می باشد. در حوزه‌های آبخیز دارای مطالعه، اقدام به اجرای طرح‌های آبخیزداری به صورت مکانیکی و بیولوژیکی جهت اهدافی مانند کنترل سیل، تغذیه آبخوان‌ها، کنترل فرسایش خاک، تقویت پوشش گیاهی، بهبود معیشت خانوارهای ساکن در حوزه‌های آبخیز و ... در استان که بالغ بر ۱۸۰ هزار مترمکعب عملیات خاکی شامل سیل‌بند حفاظتی، بند خاکی، گوراب و پخش سیلاب، قریب به شش هزار مترمکعب عملیات سنگی ملاتی شامل دیوار ساحلی، بندهای پلکانی و سد زیرزمینی و همچنین بیش از پنج هزار مترمکعب عملیات خشکه چینی صورت گرفته است.

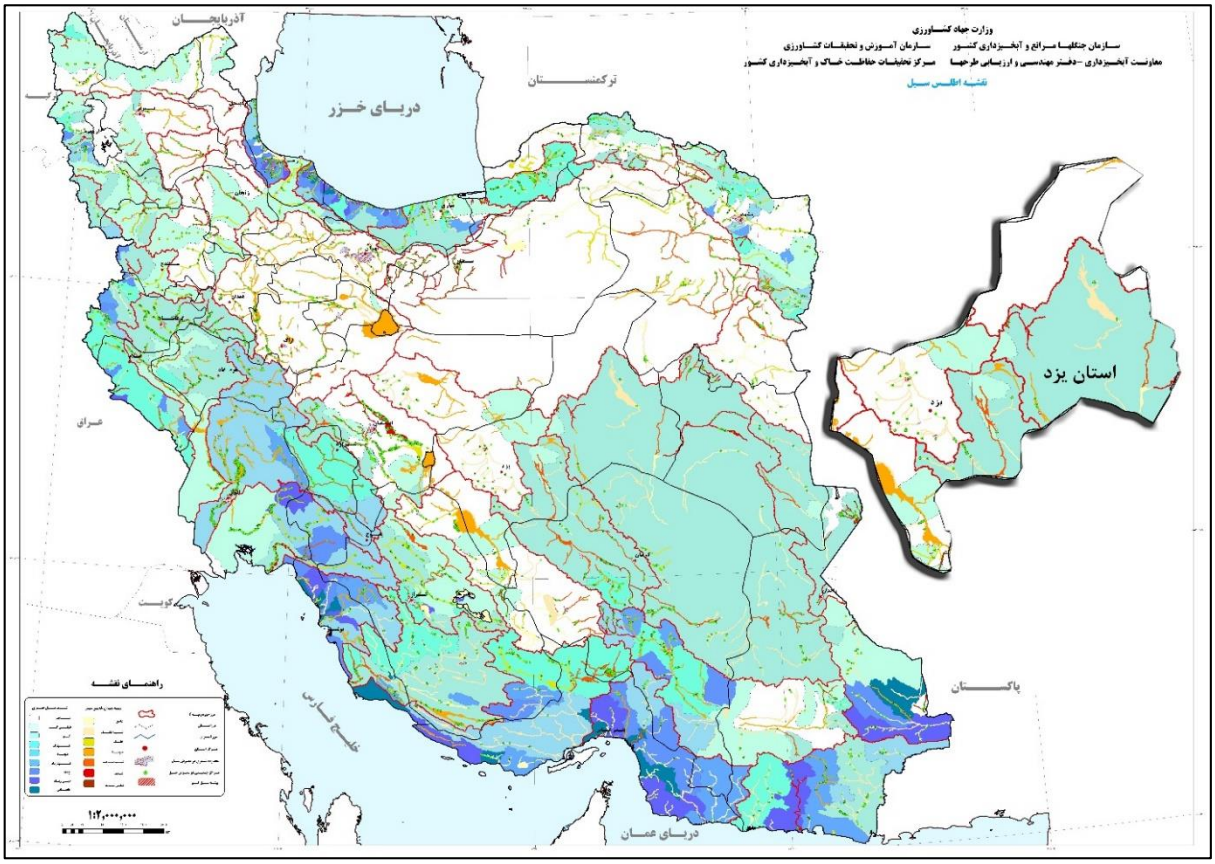
مرکز حفاظت خاک و آبخیزداری در طرحی به نام طرح ملی ایستگاه‌های تحقیقاتی، آموزشی و ترویجی پخش سیلاب بر آبخوان در ۳۷ ایستگاه کشور که ۳ سایت آن در ۳ شهرستان بافق، هرات و مهریز نیز اقداماتی در زمینه سیل انجام داده است که تأثیر آن را از جنبه‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. تاکنون از لحاظ حجمی ۱۸۰ هزار و ۶۲۰ مترمکعب عملیات خاکی شامل سیل بند حفاظتی، بند خاکی، گوراب و پخش سیلاب و ۵۷۵۰ متر مکعب عملیات سنگی ملاتی شامل دیوار ساحلی، بندهای پلکانی و سد زیرزمینی اجرا شده است. همچنین از اجرای ۵۰۷۱ متر مکعب عملیات خشکه چینی و حدود ۳۲۰۰ هکتار اجرای طرح‌های بیولوژیکی در قالب عملیات بذرپاشی، کپه کاری، چاله فلسی، بانکت، سکوبندی و نهال کاری صورت گرفته است.

۳-۳-۲- ارزیابی خطرپذیری سیل در استان یزد

عوامل بسیار زیادی میزان خطرپذیری سیل را تعیین می کنند که گاه به تنهایی و گاه با هم در این میزان اثر بخش هستند؛ اما در مجموع می توان پنج عامل تعداد وقوع، مرگ و میر، مساحت پهنه های خطر سیل،

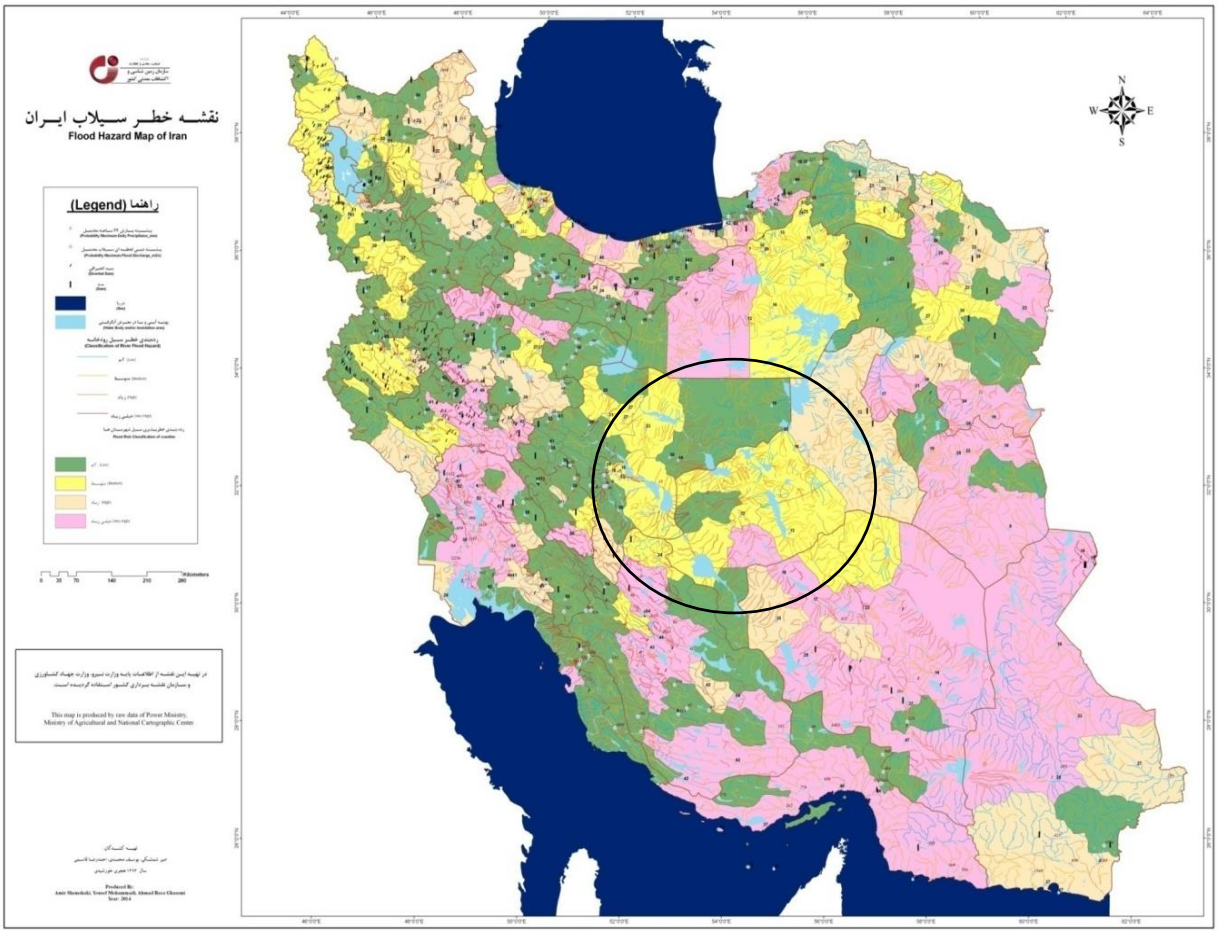
جمعیت در معرض سیل و تراکم مراکز مسکونی در معرض سیل را به عنوان عوامل کلی بر شمرد که جنبه های مختلف پیامدهای سیل در آنها مشاهده می شود. مجموعه این عوامل برای ارائه میزان خطرپذیری سیل (شامل شدت سیل خیزی عادی (بدون خطر)، نسبتاً خفیف، خفیف، متوسط، نسبتاً شدید، شدید و خیلی شدید) بررسی و مقادیر کمی عوامل مربوطه استخراج و بر اساس آن، خطرپذیری سیل در این حوضه ها تعیین می گردد. شرایط سیلابی شدید بیانگر خطرپذیری بالای سیل بوده و برای اینگونه موارد برنامه های مهار سیل ضروری است، در حالی که برای شرایط عادی نیازی به برنامه اجرایی مهار سیل نیست.

شکل ۳-۷، نقشه اطلس خطر سیل ایران و استان یزد را در ارتباط با پهنه بندی خطر سیل و شدت سیل خیزی نشان می دهد. اطلس سیل نقشه ای است که حاوی اطلاعاتی از رفتار سیل در حوضه آبریز می باشد. در تهیه اطلس سیل از اطلاعات نقطه ای عوامل مختلفی همچون هیدرولوژیکی، هواشناسی، خسارات و خطر سیل استفاده شده است. شاخص‌های مهم خطرات سیل که در اطلس سیل استفاده شده است شامل خسارات، تلفات، جمعیت و تراکم مراکز مسکونی در معرض سیل و تعداد وقوع سیل می باشد. در نقشه اطلس سیل، مراکز جمعیتی شهری و روستایی و نیز رودخانه و پهنه سیل نمایش داده شده است. بر اساس این نقشه استان یزد در معرض خطر سیل به میزان نسبتا خفیف تا نسبتا شدید می‌باشد. بر اساس نقشه زیر شدت سیل در استان کم تا خیلی کم را نشان می دهد.



شکل ۳-۷- نقشه اطلس سیل ایران و موقعیت استان یزد (برگرفته از سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری، ۱۳۸۵)

همچنین نقشه مناطقی که تاکنون در معرض سیل و یا طغیان آب جاری قرار می گرفته و یا احتمال وقوع سیل در آنها می‌رود، توسط سازمان زمین‌شناسی در حال تهیه و بررسی می‌باشد که نتایج اولیه این مطالعات به صورت نقشه زیر آماده شده است (شکل۳-۸).



شکل ۳-۸- نقشه پهنه‌بندی خطر سیلاب و موقعیت استان یزد (سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی، ۱۳۹۲)

۳-۳-۳- خطر خشکسالی در استان یزد

یکی از مهم‌ترین مخاطراتی که جوامع بشری را در جهان تهدید می‌کند، افزایش جمعیت و کاهش شدید منابع‌آبی در سال‌های اخیر می‌باشد. به‌طورکلی در یک زنجیره معمول با کاهش نزولات جوی و افزایش برداشت از آبخوان‌ها، به‌ترتیب شاهد شور شدن آب‌های سطحی و زیرسطحی، پدیده فرونشست و خشک‌شدن اراضی کشاورزی و در پی آن‌ها پدیده گرد وغبار خواهیم بود که متأسفانه در سال‌های اخیر کشور ایران با تمامی این پدیده‌ها درگیر بوده است و این امر خود نگرش علمی بیش از پیش برای مقابله با بحران خشکسالی را طلب‌می‌کند.

قرارگرفتن کشور ایران در کمربند خشک جهانی (UNEP, 1997[1]) سبب گردیده ایران تنها معادل یک سوم متوسط جهانی بارش دریافت نماید. بر اساس گزارش‌ها در سال ۱۳۸۰ حدود ۲/۶ میلیون هکتار زراعت آبی و ۴

[1] United Nations Environment Programme

میلیون هکتار زراعت دیم و ۱/۱ میلیون هکتار از باغات تحت‌تأثیر خشکسالی قرار گرفته‌اند. خسارت ناشی از خشکسالی بر باغات در این سال بالغ بر ۵۲۰ میلیون دلار بوده است. بر اساس تحقیقات انجام گرفته در کشور، اثر مستقیم خسارت ناشی از کاهش هر ۱ میلی‌متر بارندگی برابر ۹۸ میلیارد ریال می‌باشد. با فرض آن‌که تفاوت میزان آب استحصالی در ترسالی در مقایسه با خشکسالی ۱۳ میلیارد مترمکعب باشد، خسارت کاهش سطح زیر کشت ناشی از آن برابر ۱۲۷۴ میلیارد ریال می‌گردد (غفاری، ۱۳۸۶). بر اثر سیستم‌های پرفشار جنب حاره‌ای مقدار بارش را در جنوب کشور نسبت به بخش‌های شمالی و باختری به‌طور محسوسی کاهش داده و مانع اثر سیستم‌های شمالی و باختری به این مناطق شده است (فرج زاده اصل، ۱۳۷۴). از مهم‌ترین شاخص‌ها برای مدیریت بحران خشکسالی، پایش منابع آب و رهگیری وضعیت آبخوان‌ها می‌باشد. نقطه قوت این روش تفکیک شدت خشکسالی و تعیین زمان شروع و پایان آن و در نظر گرفتن فراوانی وقوع هر بارش می‌باشد. درحالی‌که این شاخص در فصول کم‌بارش و در بازه‌های کوتاه‌مدت ممکن است نتایج با اعتماد کمتری ارائه‌نماید. لذا استفاده از آن در بازه‌های کوتاه و فصول خشک باید با بررسی دقیق‌تر بارش صورت گیرد. همچنین توزیع نامناسب بارش در بازه‌های بلندمدت، خصوصاً در مناطقی که درصد عمده بارش سالانه آن‌ها در یک یا چند روز اتفاق می‌افتد، می‌تواند موجب وارد شدن خسارت و بروز سیل و در نهایت نمایش ترسالی کاذب شود. شاخص‌ها با توجه به جمع بارش صورت گرفته منطقه را در وضعیت ترسالی تشخیص می‌دهد. برای دقت بیشتر در پایش انواع خشکسالی و مطالعه بهتر آن‌ها مانند خشکسالی کشاورزی، آب‌شناسی و اقتصادی- اجتماعی لازم است، موضوع از دیدگاه‌های مختلف مانند حوضه آبخیز، آبخوان ها، تبخیر و تعرق، افزایش جهانی دما و اختلاف فاحش بین تبخیر پتانسیلی و میانگین بارش سالانه در کشور مورد بررسی قرار گیرد.

محققین به‌منظور ارزیابی و پایش خشکسالی شاخص‌های گوناگونی را ارائه کرده‌اند و هر یک از این شاخص‌ها بر اساس به‌کارگیری متغیرهای هواشناسی و روش‌های محاسباتی متفاوتی طراحی شده‌اند. یکی از شاخص‌ها، شاخص بارش استاندارد شده SPI می‌باشد که توسط مک‌کی و همکاران (۱۹۹۳) ارائه شده است. این شاخص به‌دلیل بی‌بعد و استاندارد بودن اجازه مقایسه خشکسالی در مناطق مختلف با اقلیم‌های مختلف و همچنین خشکسالی‌های سال‌های مختلف را می‌دهد.

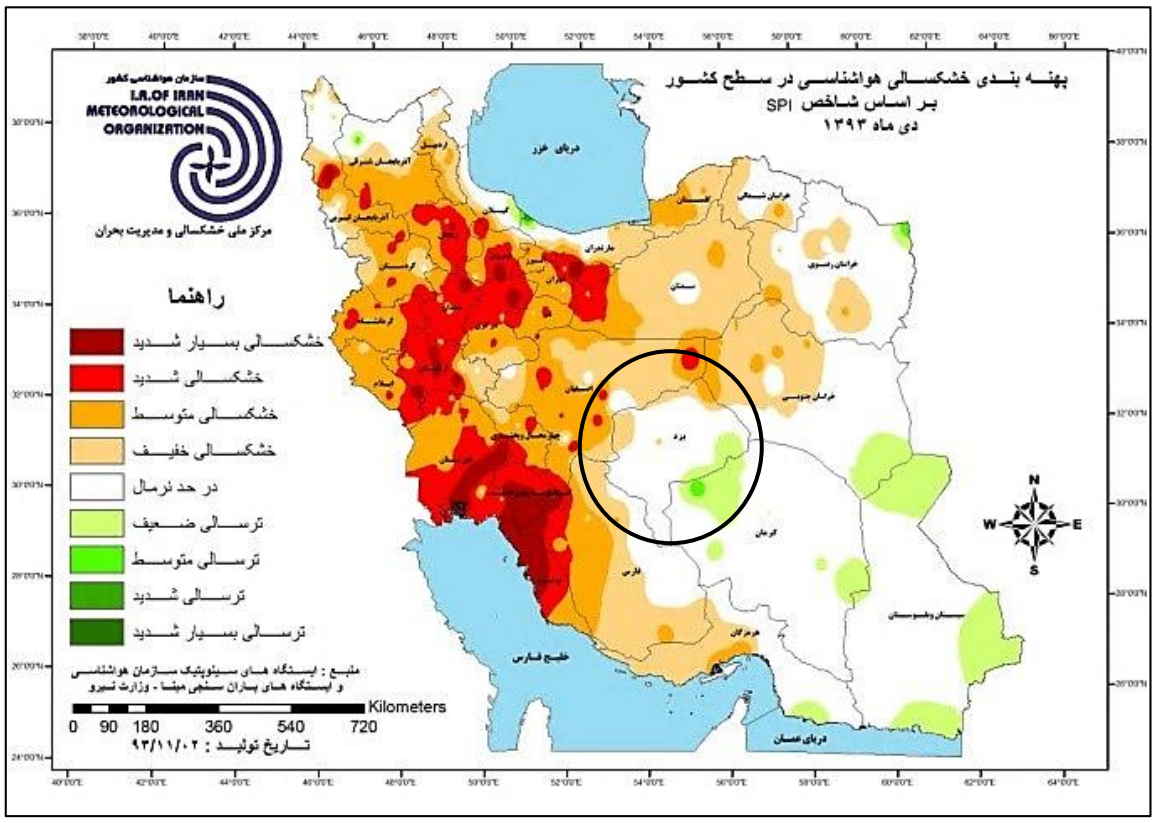
به‌طورکلی تقسیم‌بندی‌های گوناگونی برای خشکسالی در نظر گرفته می‌شود که عبارتند از:

- خشکسالی هواشناسی: هواشناسان خشکسالی را بارش کمتر از حد معمول که منجر به تغییر الگوی آب‌وهوایی می‌گردد، تعریف کرده‌اند. بنابراین خشکسالی از نظر هواشناسی اساساً به حالتی از خشکی ناشی از کمبود بارندگی اطلاق می‌شود. خشکسالی معمولاً بر اساس درجه خشکی (در مقایسه با مقادیر نرمال یا میانگین) و طول دوره خشکی تعریف می‌شود. تعاریف خشکسالی هواشناسی می‌بایست به‌صورت موردی برای هر منطقه خاص در نظر گرفته شود چرا که شرایط جوی که موجب کمبود بارش می‌شود، از منطقه‌ای به منطقه دیگر شدیداً تغییر می‌کند. تعریف خشکسالی از دیدگاه هواشناسی در کشورهای مختلف و در زمان‌های مختلف متفاوت می‌باشد.

- خشکسالی کشاورزی: خشکسالی کشاورزی جنبه‌های مختلف خشکسالی اقلیمی و یا خشکسالی هیدرولوژیکی را به تأثیرات کشاورزی پیوند می‌دهد. در این تعریف، بیشتر توجه و تمرکز بر کمبود بارندگی، تفاوت تبخیر و تعرق واقعی با تبخیر و تعرق پتانسیل، کمبود رطوبت خاک، میزان افت سطح آب‌های زیرزمینی و یا مخازن می‌باشد. آب موردنیاز گیاهان بستگی تام به شرایط غالب اقلیمی منطقه، خصوصیات بیولوژیکی گیاه موردنظر، مرحله رشد و خصوصیات فیزیکی و بیولوژیکی خاک دارد.
- خشکسالی هیدرولیکی (آب‌شناسی): خشکسالی هیدرولوژیکی را باید به همراه تأثیرات کاهش دوره بارش (شامل بارش برف) بررسی کرد. این کاهش بارش در میزان آب رودخانه‌ها، دریاچه‌ها، مخازن و سطح آب‌های زیرزمینی تأثیرگذار خواهد بود. تناوب و شدت خشکسالی هیدرولوژیکی را باید در محدوده حوضه آبخیز بررسی نمود. گرچه مبدا و منشا تمامی خشکسالی‌ها کمبود بارش می‌باشد که خارج از اراده و اعمال بشری است اما هیدرولوژیست‌ها بیشتر توجه خود را صرف نحوه به پایان رساندن این پدیده و این دوره در حوضه آبخیز و سیستم هیدرولوژیکی معطوف می‌کنند. خشکسالی‌های هیدرولوژیکی معمولاً همزمان با خشکسالی‌های اقلیمی و کشاورزی نبوده و با تأخیری نسبت به آن‌ها روی می‌دهد چراکه زمان طولانی‌تری مورد نیاز است تا این‌که این کاهش بارش بتواند خود را در اجزای سیستم هیدرولوژیکی از قبیل کاهش رطوبت خاک، جریان آب رودخانه‌ها و یا سطح آب دریاچه‌ها و مخازن نشان دهد.
- خشکسالی اقتصادی و اجتماعی: خشکسالی اجتماعی- اقتصادی معمولاً پس از یک دوره بسیار طولانی‌مدت خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی حادث می‌گردد و موجب قحطی، مرگ و میر و مهاجرت‌های دسته جمعی و گسترده می‌شود. این نوع خشکسالی تأثیرات زیادی بر روی ابعاد مختلف اقتصادی و به ویژه انواع خاصی از محصولات و کالاهای اقتصادی می‌گذارد (ویلهایت، ۱۹۹۷). تعریف خشکسالی اقتصادی- اجتماعی تلفیقی از عرضه و تقاضای برخی کالاهای اقتصادی با اجزاء خشکسالی هواشناسی، هیدرولوژیکی و کشاورزی است.

نقشه پهنه‌بندی خشکسالی از ۱۷۵ایستگاه باران سنجی وزارت نیرو در کنار ۱۸۰ ایستگاه‌های همدیدی سازمان هواشناسی کشور استفاده شده است. مطابق این نقشه، خشکسالی خفیف تا شدید عمدتاً در باختر و شمال باختر کشور و حاشیه دریای خزر و استان‌های مجاور آن‌ها و به‌طور پراکنده در دیگر استان‌ها دیده‌می‌شود. پهنه کوچکی از استان گیلان در این مدت تحت خشکسالی بسیار شدید قرار گرفته است. این در حالی است که مناطقی از استان‌های هرمزگان و کرمان در وضعیت ترسالی به‌سر می‌برند. این نقشه بیشتر خاک ایران را در وضعیت نرمال نشان می‌دهد. البته باید اذعان داشت، خشکسالی در شمال باختر کشور و حاشیه دریای خزر به‌جهت اهمیت آب در رونق کشاورزی و سهم این مناطق از آورد سالانه بارش کشور باید پررنگ تر دیده شود. به‌دلیل نوع بارش‌ها و میزان ناچیز آن در مناطق جنوب و جنوب خاور کشور، ترسالی این مناطق نیز از اهمیت کمی برخوردار است و به تنهایی نمی‌تواند نشان‌دهنده وضعیت مطلوب در این مناطق باشد.

در شکل ۳-۹ نقشه پهنه‌بندی خشکسالی با توجه به داده‌های هواشناسی بر اساس شاخص SPI در یک دوره ۳۶ ماهه منتهی به دی ماه ۱۳۹۳ برای کل کشور به نمایش در آمده و موقعیت استان یزد بر روی آن نشان داده شده است. بر این اساس استان یزد دارای درجه‌های خشکسالی خفیف و در بخش های غربی استان دارای ترسالی خفیف می‌باشد.



شکل ۳-۹- نقشه پهنه‌بندی خشکسالی هواشناسی در سطح کشور بر اساس شاخص SPI و موقعیت استان یزد (برگرفته از سازمان هواشناسی کشور، مرکز ملی خشکسالی و مدیریت بحران، ۱۳۹۳)

۳-۳-۴- بررسی خشکسالی در استان یزد

استان یزد با مساحت۷۴۹۰۹٫۵کیلومتر مربع در بخش مرکزی کشور قرار دارد. متوسط بارندگی سالانه استان برابر با ۷۵٫۳ میلی‌متر می باشد که متأثر از توپوگرافی و شرایط اقلیمی در بخش های مختلف استان متفاوت است. استان یزد در کمربند خشک و نیمه خشک نیمکره شمالی قرار گرفته است. مقدار متوسط باران با توجه به شرایط منطقه ای متفاوت است.

استان یزد در کمربند خشک و نیمه خشک نیمکره شمالی قرار گرفته است. مقدار متوسط باران با توجه به شرایط منطقه ای متفاوت است. در ارتفاعات میزان بارندگی بیشتر بوده و در دشت‌های کویری به حداقل می رسد. بخش اعظم استان زیر پوشش شرایط اقلیمی خشک و فرا خشک قرار دارد و تنها بخش‌های نیمه مرتفع و مرتفع کوهستانی آن در دسته اقلیم نیمه خشک و نیمه مرطوب قرار گرفته است. با توجه به موقعیت جغرافیایی استان یزد، شرایط آب و هوایی این استان تابع آب و هوای فلات مرکزی ایران است. البته وجود ارتفاعات

شیرکوه توانسته است تا حدودی در شعاع نسبتاً وسیعی آب و هوای منطقه را تحت تأثیر قرار دهد و دما و بارش را متعادل گرداند.

عوامل مؤثر در آب و هوای استان یزد به شرح زیر می‌باشند:

۱- موقعیت جغرافیایی استان و مجاورت با کویر خشک و پهناور نمک (این عامل سبب شده است که در این منطقه نوسان شدید درجه حرارت رخ دهد به طوری که اختلاف درجه حرارت بین شب و روز و فصل‌های گوناگون بسیار زیاد است. بیشترین دما ۴۶ درجه و کمترین آن ۲۰- درجه سانتی‌گراد ثبت شده است.)

۲- تأثیر توده هوای پرفشار جنب حاره

۳- احاطه شدن توسط رشته کوه زاگرس و البرز و دوری از دریاها

۴- بارش و رطوبت نسبی اندک و گرمای زیاد و تبخیر شدید (بیشترین تبخیر ۴۲۰۰ میلی‌متر در سال ثبت شده است.)

مجموعه این عوامل سبب شده‌اند که استان یزد به یکی از خشک‌ترین مناطق ایران تبدیل شود. آب و هوای استان یزد از نوع گرم و خشک است که با توجه به نقش عوامل محلی می‌توان آن را به دو نوع فرعی تقسیم کرد:

الف) نواحی کوهستانی با تابستان‌های معتدل و زمستان‌های نسبتاً سرد و طولانی

ب) نواحی پست با تابستان‌های بسیار گرم و خشک و زمستان‌های کوتاه

نزولات جوی استان یزد به علت موقعیت طبیعی و شکل ناهمواری‌ها نوسان زیادی دارد. میزان بارندگی در مناطق بیابانی شمال استان کمتر از ۵۰ میلی‌متر و در ارتفاعات استان حدود ۲۵۰ میلی‌متر است. به دلیل بالا بودن درجه حرارت در این استان توده‌های هوای مرطوبی که وارد منطقه می‌شوند پس از طی مسافت زیادی بر روی خشکی‌ها به مقدار زیادی رطوبت خود را از دست می‌دهند و این امر سبب پایین بودن میزان بارش در استان می‌شود.

در کویرهایی چون سیاه کوه، ریگ زرین و دره انجیر میانگین بارندگی سالیانه کمتر از ۵۰ میلیمتر است. در خط همباران نقاط کوهپایه ای و در ارتفاعات بین ۱۳۵۰ تا ۱۵۰۰ متری میزان متوسط بارندگی سالیانه ۱۰۰ میلیمتر است. پر باران‌ترین مناطق را در ارتفاعات شیرکوه با میانگین بارندگی ۳۵۰ میلیمتر و باجگان (۳۰۰ میلیمتر) تشکیل می دهند. میزان بارندگی شهر یزد حدود ۷۰ میلیمتر است.

بیشترین میزان بارندگی در فصل زمستان صورت می گیرد و پس از آن بارندگی‌های بهاره و پائیزه قرار دارد. احتمال وقوع بارندگی در فصل تابستان در اراضی پست صفر و در نقاط مرتفع بسیار نادر و در صورت وقوع بسیار ناچیز است.

تعداد روزهایی که ممکن است بارندگی در آن صورت گیرد در سال ۲۳ روز می باشد، ساعات آفتابی در یزد به طور متوسط ۳۰۵۲ ساعت و روزهای غیر آن به طور متوسط ۶۰ روز می باشد. منطقه از نقطه نظر رژیم‌های حرارتی به ۳ تیپ تقسیم می شود:

الف- تیپ نواحی کویری و بیابانی که در آن قریب به ۶ ماه از سال گرم، قریب ۳ ماه معتدل و ۳ ماه سرد است.

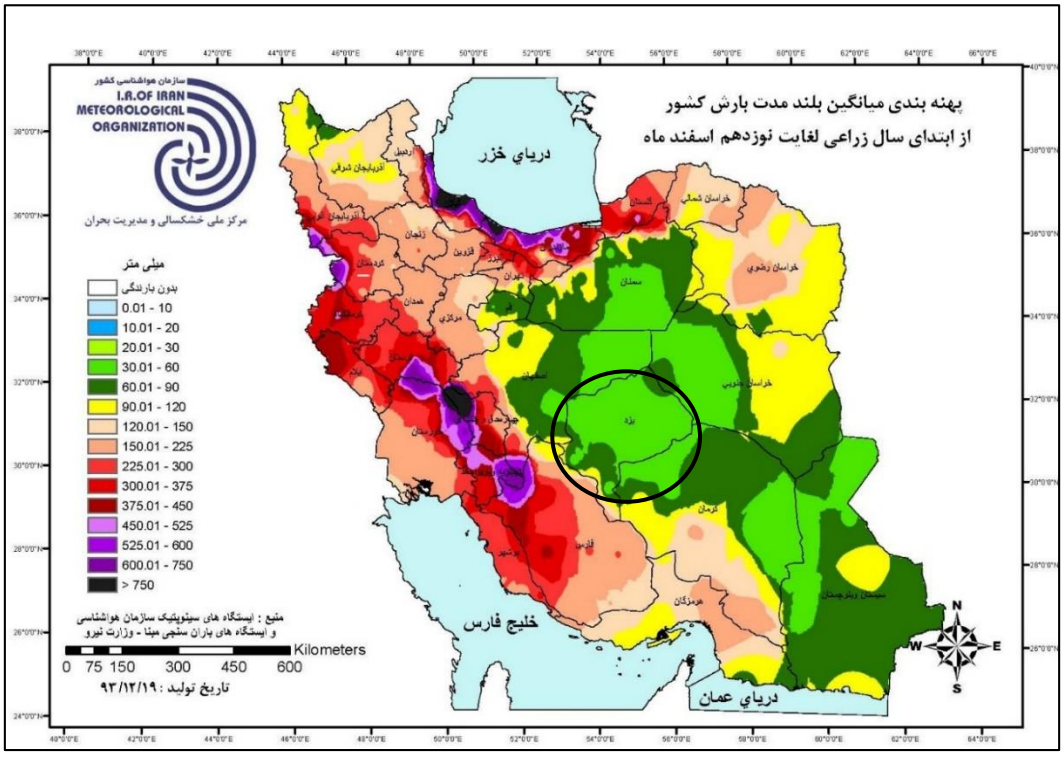
ب- تیپ نواحی کوهپایه ای که در حدود سه ماه از سال گرم ۴ ماه معتدل و ۲ الی ۳ ماه سرد و بسیار سرد توصیف شده است

ج- تیپ نواحی مرتفع که در حدود ۴ ماه از سال معتدل ۲ ماه سرد و ۴ تا ۶ ماه از سال بسیار سرد است.

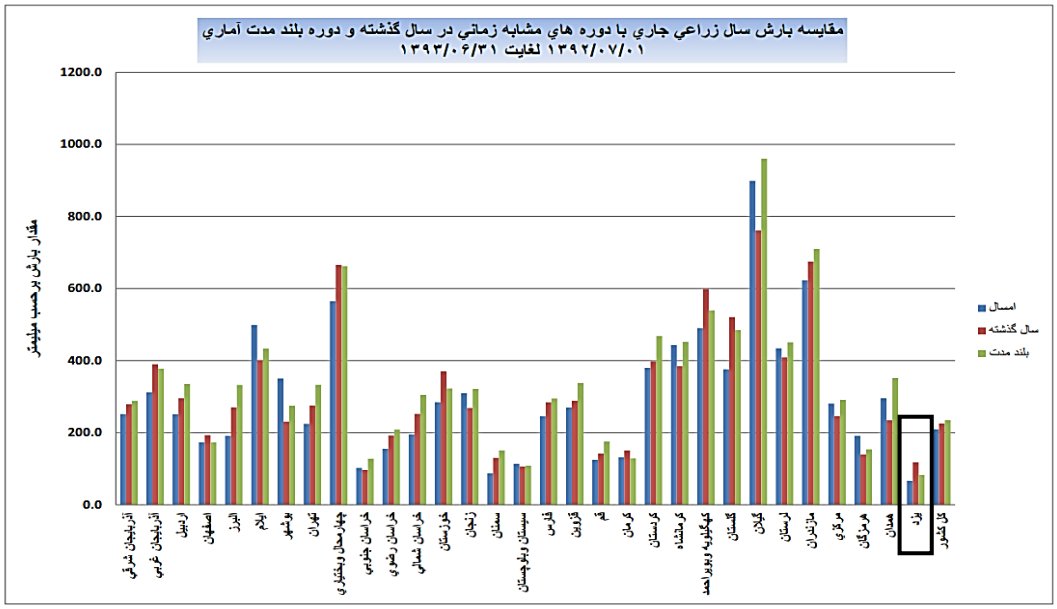
به علت شرایط خاص کویری حاکم بر استان، اختلاف درجه حرارت سالانه و حتی شب و روز بسیار زیاد و بعضاً به ۵۵ درجه سانتیگراد می رسد.

به طور کلی بارش باران و گاه برف در ارتفاعات شمالی (کوه‌های خرانق) کمتر از ارتفاعات جنوبی (کوهستان شیرکوه) است. بیشترین میزان بارندگی به ترتیب در فصول زمستان، بهار، پاییز و تابستان رخ می‌دهد. میانگین حداکثر رطوبت نسبی در استان یزد ۵۳ درصد است که در دی ماه به وجود می‌آید و به تدریج کاهش می‌یابد تا در تیر ماه به حداقل ۱۷ درصد می‌رسد بعد از تیر ماه رفته رفته میزان رطوبت نسبی افزایش یافته و دوباره در ماه دی به حداکثر خود می رسد. در زمستان در کوهستان شیرکوه بیشتر بارش به صورت برف است.

در سال زراعی ۹۳-۹۴ میانگین بارندگی در کشور در این سال زراعی ۸۴ میلی متر بوده است که برای استان یزد میانگین میزان بارش از ابتدای سال زراعی تا اسفندماه ۱۳۹۳ برابر با ۳۰ تا ۱۵۰میلی متر بوده است(شکل ۳-۱۰). نمودار۳-۳ به مقایسه میان میزان بارش استان با استان‌های دیگر پرداخته است.



شکل ۳-۱۰-نقشه پهنه‌بندی میانگین بلندمدت بارش کشور از ابتدای سال زراعی لغایت نوزدهم اسفندماه ۱۳۹۳ و موقعیت استان یزد (برگرفته از سازمان هواشناسی کشور، مرکز ملی خشکسالی و مدیریت بحران، ۱۳۹۳)



نمودار ۳-۳- بارش سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در استان (سازمان هواشناسی کشور، مرکز ملی خشکسالی و مدیریت بحران، ۱۳۹۳)

پیش بینی بارش کشور در بازه زمانی بهمن و اسفند ۱۳۹۳ تا فروردین ماه سال ۱۳۹۴ در شکل ۳-۱۱ قابل مشاهده است. بر این اساس بارش میانگین متوسط استان یزد برابر با۸۰ تا ۱۱۰ درصد میانگین بارش در کشور است. با توجه به نمودار ۳-۴ می توان به مقایسه میزان بارش استان با دیگر استان‌ها و کل کشور پرداخت. تجزیه و تحلیل بارندگی‌های سالانه نشان دهنده تغییرات چشمگیر در سطح استان می باشد بطوریکه در اکثر ایستگاه‌های واقع در مناطق پست و کویری بارندگی زیر ۱۰۰ میلیمتر بوده است. این مقدار در ایستگاه‌های کوهستانی نظیر ده بالا، نیر و کرخنگان بیشتر از ۲۰۰ میلیمتر می‌باشد. جهت تعیین فصول خشک و بارانی در ایستگاه‌های استان اقدام به بررسی بارندگی فصلی شده که با توجه به بررسی های به عمل آمده خشکترین فصل در تمامی ایستگاه‌های استان فصل تابستان و بیشترین نزولات جوی در فصول زمستان و پاییز اتفاق می افتد. ر استان یزد ضریب تغییرات بارندگی سالانه بین ۲۶ تا ۷۳ درصد در نوسان می‌باشد.

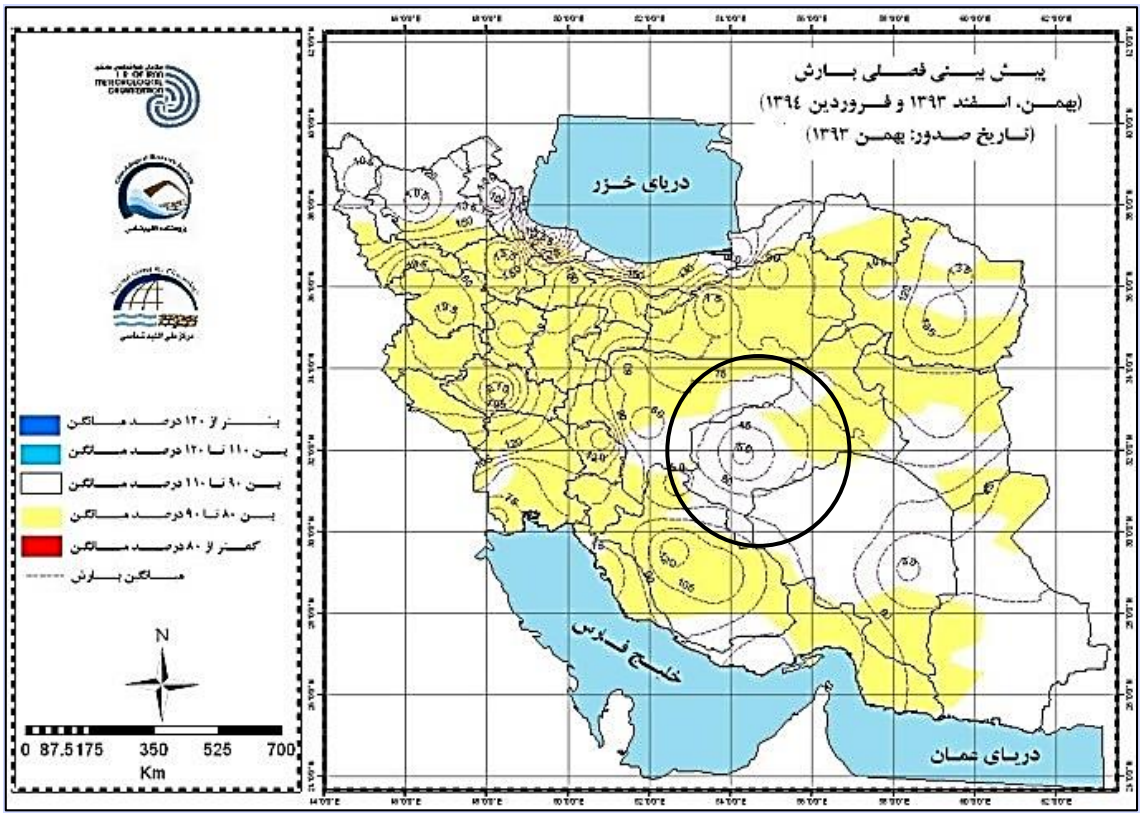
نظام بارندگی استان یزد از نوع مدیترانه‌ای با حداکثر زمستانه تبعیت می‌کند. در قلمرو این استان، از سمت شرق و شمال به سمت غرب و جنوب، بر میزان بارندگی و بارش افزوده می‌شود، به طوری که در مناطق کویری استان، نظیر کویر سیاهکوه، ریگ زرین و دره انجیر، میزان بارندگی سالانه با نوساتی در سالهای خشک و تر، نزدیک ۵۰ میلی متر است. ولی در ارتفاعات استان نظیر شیرکوه، باجگان، بن لخت و ندوشن، میزان بارندگی از حدود ۳۰۰ تا ۴۵۰ میلی متر متغیر است. توزیع فصلی بارندگی‌ها گویای آن است که بخش اعظم بارندگی‌های استان در فصل زمستان رخ می‌دهد (حدود ۴۰ تا ۶۰ درصد)، سپس بارندگی‌های بهاره با حدود ۲۰ تا ۴۰ درصد و بارندگی‌های پاییزه با ۱۰ تا ۳۰ درصد قرار دارند.

از ۵۰ سال بارش مـورد مطالعه در ایستگاه سینوپتیک یزد، ۲۸ سال یعنی نزدیک به ۵۶ درصد از سالها، بارش کمتر از میانگین سالانه بوده است. بررسی ها نشان داد میزان بارش در ۲۵ سال اخیـر با میانگین ۵۹ میلیمتر به طور متوسط در حـدود ۴۵/۴ میلیمتر یا ۵/۷ درصد نسبت به ۲۵ سال ما قبـل خـود کاهش یافته است. این

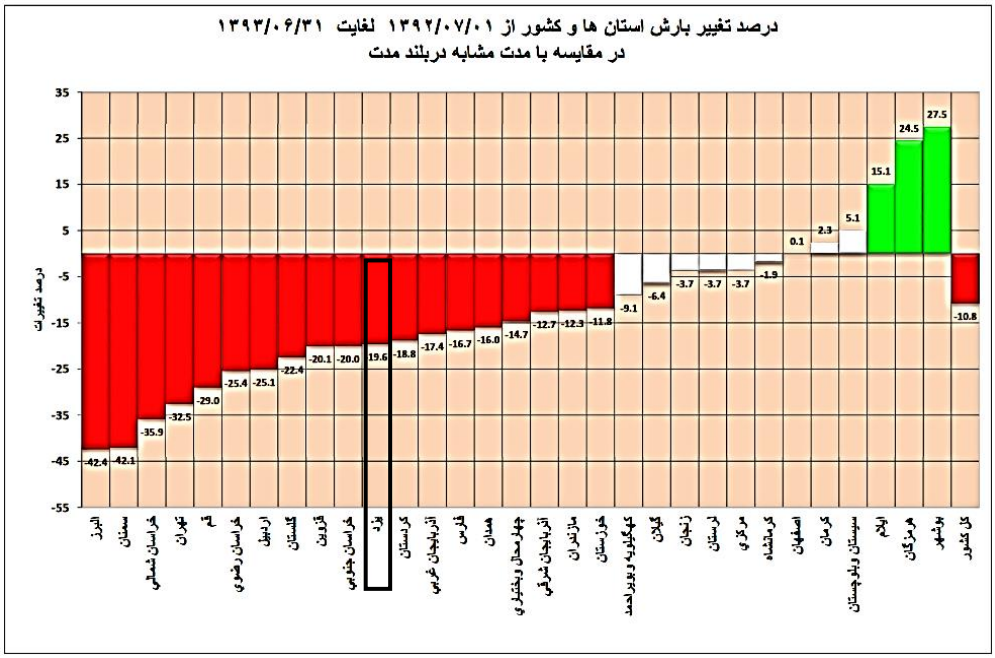
بررسی نشان دهنده ایـن نکتـه است که میانگین بارش منطقه در ۲۵ سال گذشـته در حدود ۵/۶۳ میلیمتر بوده در حالی که میـانگین بـارش۵۰ساله برابر با ۲/۶۱ میلیمتر است. بررسی های اخیر نشان میدهد که دماهای حداقل با میانگین ۸- درجه سانتیگراد و دامنه تغییرات ۱۳ درجه ای بین ۳- و ۱۶- درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

مقایسه وضعیت دماهای حداکثر و حداقل با همدیگر نشـان دهنده روند کاهشی و کم شدن اختلاف بـین دماهای حداکثر و حداقل در استان یزد است. این به معنـی آن اسـت کـه از یک طرف دماهای حـداکثر دارای رونـدی صـعودی بوده و از طرف دیگر دماهـای حـداقل دارای رونـدی صعودی که با کم شدن اختلاف بین ایـن دو، هـوا در حال گرمتر شدن است.

فصل زمستان با داشتن ۴۸ درصد از بارش سـالانه، به عنـوان پربـاران تـرین فصـل بـا میـا نگین ۹۳/۲۹ میلیمتر، در منطقه به شمار می رود. بهار با اختصـاص ۴۰ درصد از بارش سالانه و میانگین ۱۱/۲۵بـه عنـوان دومین فصل پرباران منطقه محسوب می‌شود. فصل پاییز با دریافت ۱۰ درصد از بارش سالانه منطقه و با میانگین ۱۱/۵ میلیمتر در طول دوره به همراه تابستان با دریافت ۲ درصد از بارش و میانگین۵۶/۰ دو فصل خشک منطقه به شمار می روند. از این جهت می‌توان منطقه را به طـور کلـی دارای دو فصل نیمه خشک (زمستان و بهار) و دوفصل خشک (تابسـتان و پـاییز) دانست.

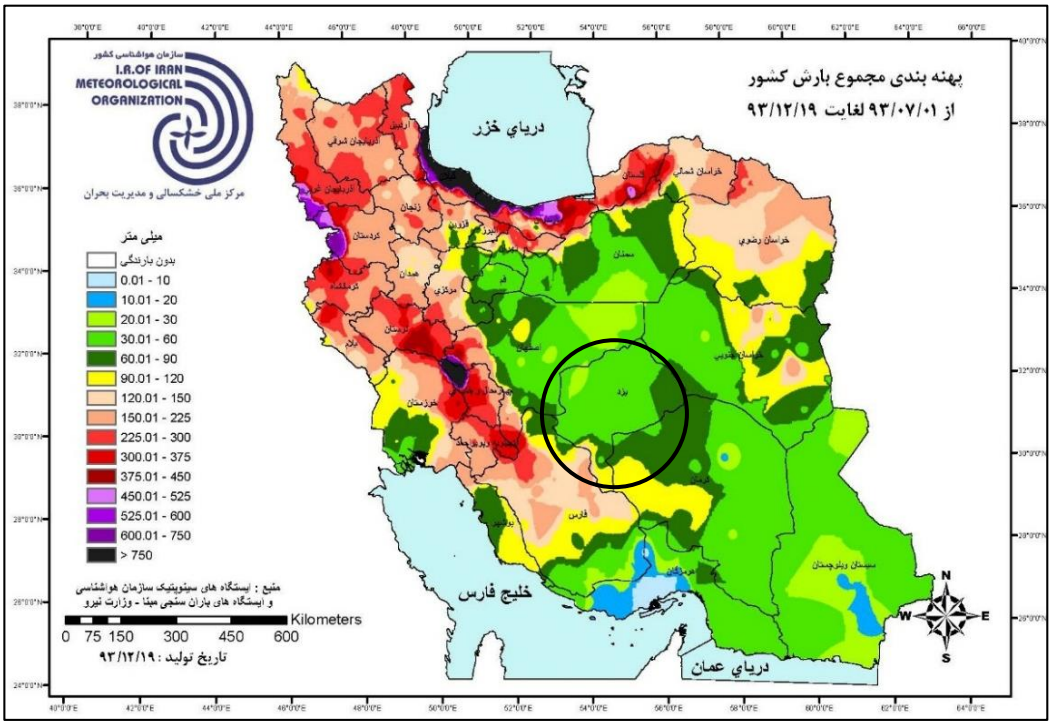


شکل ۳-۱۱- پیش‌بینی فصلی بارش تا فروردین ۱۳۹۴و موقعیت استان یزد (برگرفته از سازمان هواشناسی کشور، پژوهشکده اقلیم-شناسی، مرکز ملی اقلیم شناسی، ۱۳۹۳)

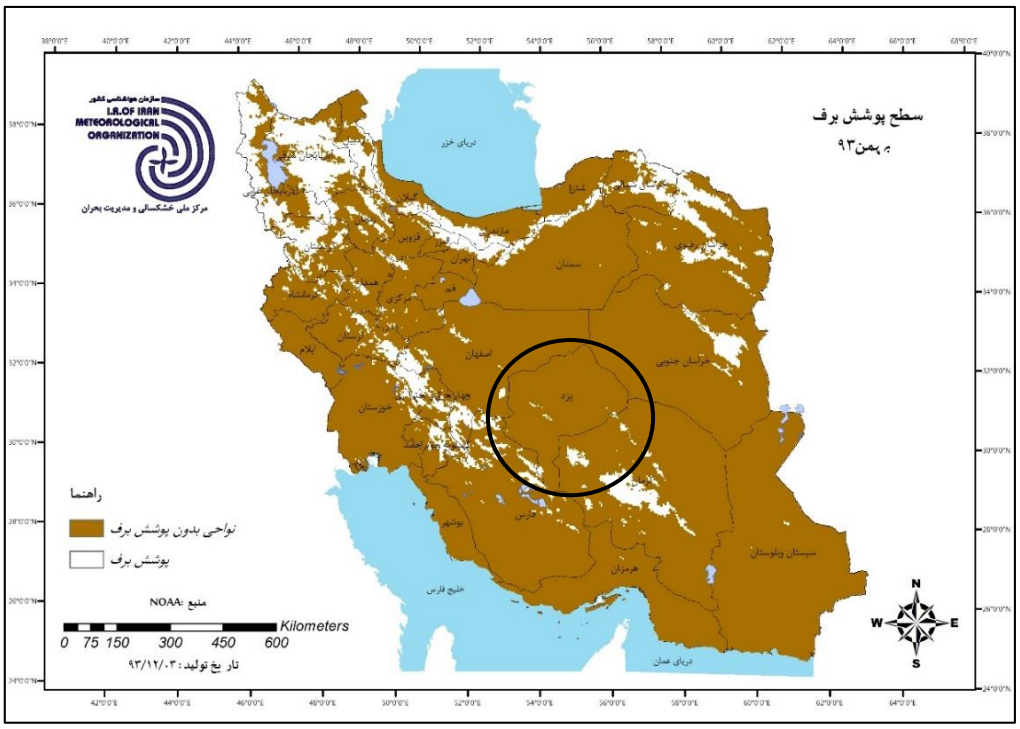


نمودار ۳-۴- درصد تغییرات بارش استان‌ها

بر مبنای پهنه بندی میزان بارش در شش ماه دوم سال ۱۳۹۳ نیز میزان بارش در استان بین ۲۰ تا ۱۲۰ میلی‌متر بوده است(شکل ۳-۱۲). با توجه به برفگیر بودن بخش‌های کوچکی از استان (شکل ۳-۱۳) در ارتفاعات انتظار وجود ذخایر برف برای مصارف آینده در این استان به میزان اندک موجود است و می‌بایست در استفاده از این ذخیره اندک دقت شود.

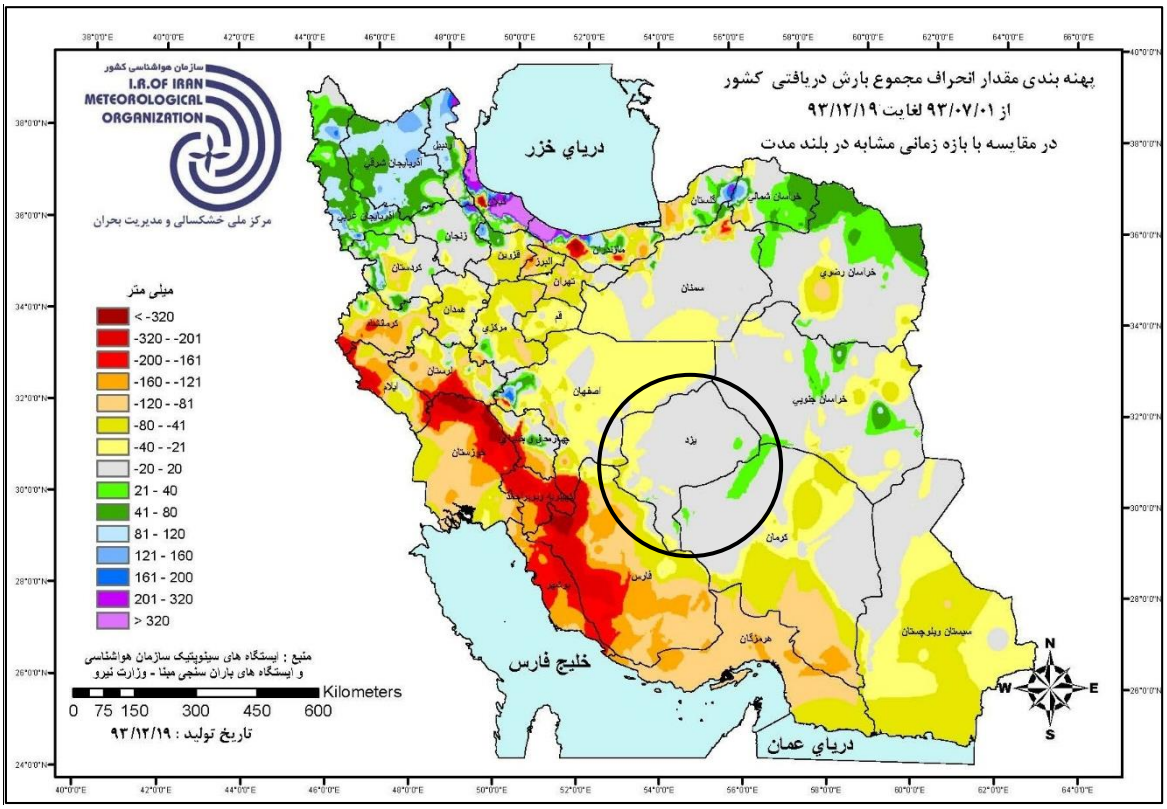


شکل ۳-۱۲) میزان بارش در استان یزد در آذرماه سال ۱۳۹۳ (بر حسب میلی‌متر) (برگرفته از سازمان هواشناسی کشور، مرکز ملی خشکسالی و مدیریت بحران، ۱۳۹۳)



شکل ۳-۱۳- سطح پوشش برف در استان یزد (برگرفته از سازمان هواشناسی کشور، مرکز ملی خشکسالی و مدیریت بحران، ۱۳۹۳)

بر مبنای نقشه پهنه بندی درصد انحراف بارش دریافتی کشور در سال آبی ۹۲-۹۳ در مقایسه با مدت مشابه در بلند مدت میزان بارش از ۴۰- میلی متر تا بیش از ۸۰ میلی متر در میزان بارش برای استان یزد قابل مشاهده است (شکل۳-۱۴).



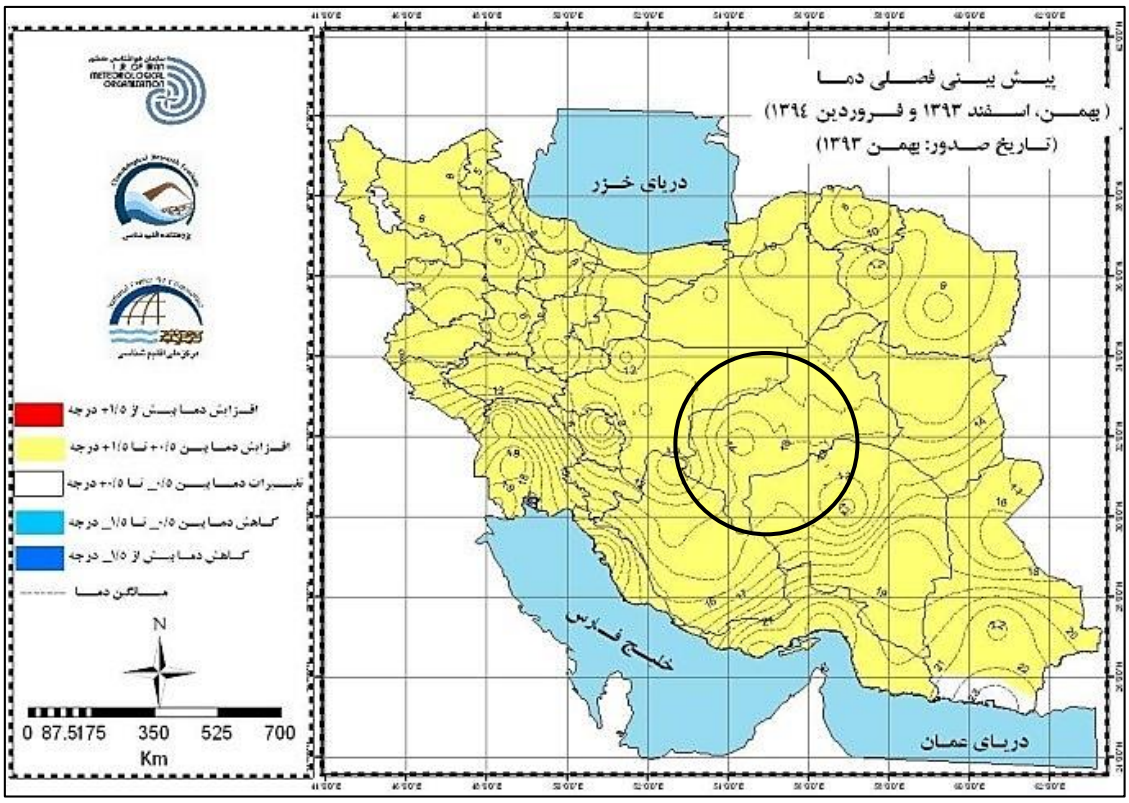
شکل ۳-۱۴- پهنه‌بندی مقدار انحراف مجموع بارش دریافتی کشور تا اسفندماه ۱۳۹۳و موقعیت استان یزد

(برگرفته از سازمان هواشناسی کشور، مرکز ملی خشکسالی و مدیریت بحران، ۱۳۹۳)

پیش بینی فصلی دمای کشور در بازه زمانی بهمن و اسفند ۱۳۹۳ تا فروردین ماه سال ۱۳۹۴ در شکل ۳-۱۵ قابل مشاهده است. بر این اساس استان یزد دارای افزایش دما به میزان ۰,۵ تا ۱,۵ درجه سانتی گراد است. بررسی های انجام شده در مورد دمای هوا در قلمرو استان یزد گویای آن است که در این محدوده مطالعاتی، میانگین سالانه دما از حدود ۱۰ درجه سانتی‌گراد در قلمرو جنوبی استان، تا حدود ۲۳ درجه سانتی‌گراد در نواحی بیابانی و کویری متغیر است. همچنین در قلمرو این استان، اختلاف دما بین ارتفاعات و عرصه‌های کویری استان زیاد و دامنه ای حدود ۲۵ درجه سانتی‌گراد را در بر می‌گیرد. پدیده یخبندان نیز در استان یزد به طور متوسط و بر اساس مطالعات انجام شده، قریب ۷۲ روز در سال به وقوع می پیوندد. از پدیده های موثر در تخریب فیزیکی سنگ ها به شمار می‌آید. رطوبت نسبی هوا نیز بر حسب ارتفاعات متغیر بوده و در ارتفاع ۱۵۰۰ متر به ۴۱٪ و در ارتفاع ۳۵۰۰ متری به ۵۲٪ (میانگین رطوبت نسبی سالانه) می رسد. این میزان در ایستگاه یزد ۳۰٪ گزارش شده است. قرارگیری منطقه مورد مطالعه در محدوده نواحی با میانگین سالانه ۱۸ درجه سانتیگراد در کشور که جزء مناطق با بالاترین میانگین سالانه دما است خود نشان دهنده ویژگی خاص مناطق خشک و بیابانی است. بررسی تغییرات حداکثر رکوردهای دمایی رخ داده در طول دوره آماری ۵۰ ساله با میانگین ۴۳ / ۴۴ درجه سانتیگراد و دامنه ی تغییرات ۶/۴ درجه‌ای بین ۴۱ تا ۶/۴۵ درجه سانتی‌گراد صورت گرفته است.

مقدار تبخیر سالانه از ۴۲۱۱ میلیمتر در چغارت بافق تا ۱۳۷۰ میلیمتر (در ارتفاعات بالای ۳۰۰۰ متر) متفاوت است.

وزش باد در استان با توجه به سخت بودن دشتها و کوهستان‌ها پدیده ای رایج به شمار می رود. طوفان شن در نواحی کم ارتفاع و به خصوص کویری استان به خصوص در ماه‌های اردیبهشت و شهریور اتفاق می افتد.



شکل ۳-۱۵- پیش‌بینی فصلی دما تا فروردین ۱۳۹۴و موقعیت استان یزد

(برگرفته از سازمان هواشناسی کشور، پژوهشکده اقلیم شناسی، مرکز ملی اقلیم شناسی، ۱۳۹۳)

اولین دوره خشکسالی شدید در یزد طی ۶۰ سال اخیر بین سالهای ۳۷ تا ۵۴ و حدود ۱۵ سال طول کشید و بعد از آن یک دوره ۴ ساله خشکسالی بین سال‌های ۶۵ تا ۶۹ و یک دوره ۳ ساله خشکسالی بین سال های ۷۴ تا ۷۷ نیز به وقوع پیوسته است. آخرین دوره خشکسالی در یزد از سال ۷۸ شروع و تاکنون ادامه داشته به طوری که بیش از ۱۶ سال متناوب بطول انجامیده است. در طی ۱۶ سال اخیر تنها ۲ سال تر سالی به معنای واقعی رخ داده اما در ۱۴ سال بقیه یا خشکسالی حاکم بوده یا بارندگی های نزدیک به نرمال نتوانسته اثرات سال های خشک پی درپی را جبران نماید. خشکیدن ۸۲ منبع تولید آب روستاها شامل چاه ، چشمه و قنات، کاهش آبدهی ۲۶۵ منبع آبی از ۳۰ تا ۸۰ درصد، کاهش کیفیت ۲۶۵ منبع آبی از EC متوسط ۱۵۰۰ میکروموس بر سانتی متر سال ۸۴ به بیش از ۲۰۰۰ میکرو موس بر سانتی متر در سال۹۲ از جمله تأثیرات خشکسالی در استان می باشد.

شاخص خشکسالی بارش استاندارد (SPI) برای بهمن ماه ۹۳ بصورت میانگین وضعیت خشکسالی را برای استان نشان می‌دهد. بیشترین خشکسالی شدید در شهرستان اردکان بوده و شهرستان میبد و بخش‌هایی از شهرستان صدوق در وضعیت نرمال به سر می برند(شکل۳-۱۶).

شکل ۳-۱۶- پهنه‌بندی خشکسالی هواشناسی در سطح استان یزد بر اساس شاخص SPI

(برگرفته از سازمان هواشناسی کشور، مرکز ملی خشکسالی و مدیریت بحران، ۱۳۹۳)

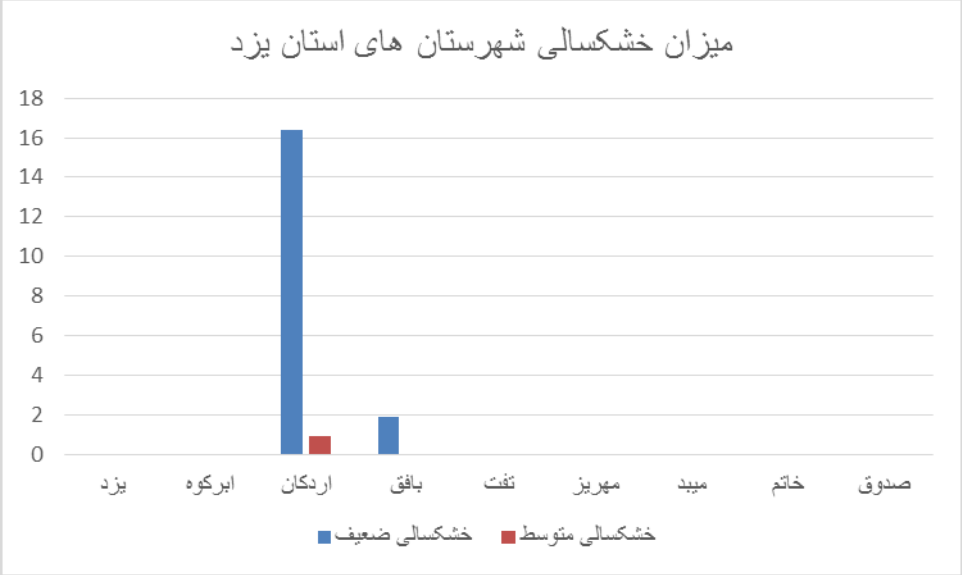
به‌طورکلی، سه کانون اصلی خشکسالی در این بازه زمانی مربوط به محور شمال‌باختر- شمال‌خاور کشور مطـرح است:

الف) کانون خشکسالی شمال‌خاور که شامل استان‌های خراسان شمالی، رضوی، سمنان و گلستان است.

ب) کانون خشکسالی البرز مرکزی که شامل استان‌های تهران، البرز، قزوین و قم است.

ج) کانون خشکسالی منطقه آذربایجان و باختر کشور که شامل تمامی منطقه آذربایجان و استان کردستان است.

درصد مساحت تحت تأثیر طبقات مختلف خشکسالی شاخص (SPI) در شهرستان های استان یزد سال زراعی ۱۳۹۲-۹۳ نشانگر اطلاعات مربوط به هر یک از شهرستان‌های استان یزد می‌باشد(نمودار۳-۵). طی سالیان گذشته استان یزد خشکسالی و کمبود شدید بارندگی را تجربه نموده است. این کمبودها در مناطق نسبتا پرآب نیز مشهود است و در چند سال اخیر بخش های مختلف استان به ویژه در بخش کشاورزی و منابع طبیعی را تهدید نموده است.



نمودار ۳- ۵- میزان خشکسالی شهرستان های استان یزد

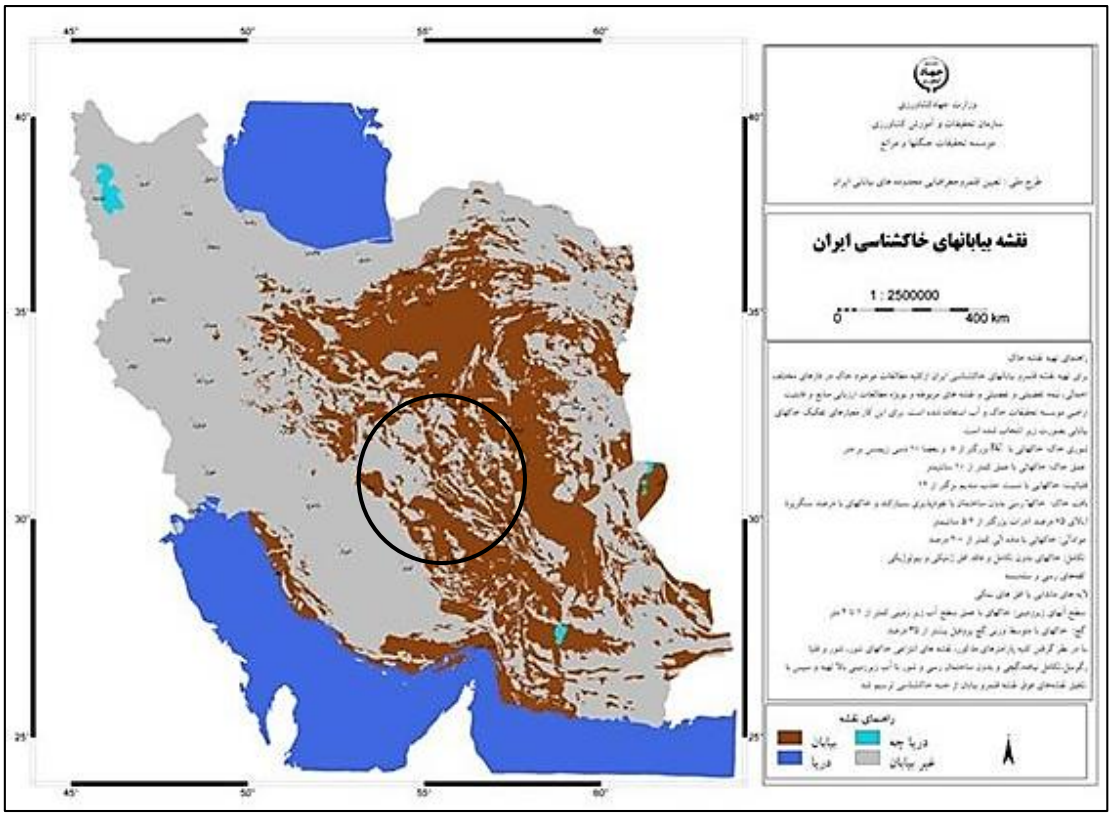
۳-۳-۵- خطر ناشی از بیابان‌زایی در استان یزد

بیابان‌زایی بعد از دو چالش تغییر اقلیم و کمبود آب شیرین به‌عنوان سومین چالش مهم جامعه جهانی در قرن ۲۱ محسوب می‌شود. به طوری‌که بر اساس گزارشات سازمان‌های بین‌المللی، یک ششم جمعیت، سه‌چهارم اراضی خشک و یک‌سوم خشکی‌های جهان به مساحت پنج میلیارد هکتار در ۱۱۰ کشور جهان در معرض مواجهه با پدیده بیابان‌زایی است. تهدید تخریب ۷۳ درصد کل مراتع جهان به مساحت ۳/۳ میلیارد هکتار، کاهش توان تولید خاک در ۴۷ درصد مناطق خشک جهان، غیر قابل استفاده شدن ۵۰ تا ۷۰ هزار کیلومترمربع اراضی حاصل‌خیز در سال و بالغ بر ۴۲ میلیارد دلار خسارت سالانه به محصولات کشاورزی همراه با اثرات بسیار وسیع و گسترده اکولوژیکی، اجتماعی، اقتصادی، فوریت محیطی به‌ویژه فقر گسترده و تخریب منابع پایه به‌عنوان تنها بخشی از آثار و پیامدهای جهانی پدیده بیابان‌زدایی محسوب می‌شود .

استان کویری یزد بیش از ۳,۵ میلیون هکتار از عرصه های بیابانی(۳۶ درصد) را تشکیل می دهد که دارای ۱۳ کانون بحرانی حساس به فرسایش بادی است که ۴۶ درصد از استان را پوشش می دهد. از نظر میزان تبخیر سالانه ۶۴/۸۲ درصد از سطح استان معادل ۴۷۴۱۸۷۵ هکتار جزء مناطق بیابانی و ۳۵/۱۴ درصد معادل ۲۵۶۹۴۷۵ هکتار جزء مناطق غیر بیابانی محسوب می شود.

در استان یزد کاهش ۷,۵ درصدی میزان بارش سالانه نسبت به ۲۵ سال گذشته حداقل در افزایش شرایط خشکی و سایر فرایند های مرتبط با آن در روند بیابانزایی می‌تواند موثر باشد. همچنین تغییرات افزایشی دما در منطقه‌ای که دارای آستانه‌های بسیار پایین تحمل پذیری است می‌تواند با تغییر شاخص خشکی و افزایش آن موجب فراهم شدن شرایط جهت ایجاد بیابانزایی یا تشدید شرایط بیابانی شود (شکل۳-۱۷). در این استان منطقه بهاباد مانند بسیاری از مناطق کشور با معضل تخریب سرزمین و پدیده بیابان زایی روبروست. مطالعات انجام شده نشان داد که ۰/۴۳٪ درصد از کل منطقه خضرآباد نیز به صورت شدید و ۸/۹۲٪ درصد به

صورت نسبتاً شدیدی تحت فرایند بیابانزایی می‌باشد و بیابانزایی با شدت متوسط (۵۷/۱۸٪) و نسبتاً متوسط (۳۳/۴۸٪) به ترتیب، بیشترین سهم را در منطقه خضرآباد به خود اختصاص داده است .



شکل ۳-۱۷- نقشه بیابان‌های خاک‌شناسی ایران و موقعیت استان یزد (برگرفته از مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع)

۳-۳-۶- خطر فرسایش خاک در استان یزد

فرسایش فرایند نابودی تدریجی رویه یک ماده است. فرسایش عبارت از فرسودگی و از بین رفتگی مداوم خاک سطح زمین (انتقال یا حرکت آن از نقطه‌ای به نقطه دیگر در سطح زمین) توسط آب یا باد می‌باشد. فرسایش فرایندی است که طی آن ذرات خاک از بستر خود جدا شده و به کمک یک عامل انتقال دهنده به مکانی دیگر حمل می شوند.

به‌طورکلی واژه فرسایش از دو جهت قابل بحث می‌باشد؛ معنی وسیع کلمه شامل فرسایش‌های آبی و بادی و یخچالی است و معنی خاص کلمه بدون در نظر گرفتن حالات مشخص آن در مورد فرسایش در خاک‌های کشاورزی می‌باشد.

فرسایش خاک یک مشکل مهم اجتماعی و اقتصادی و یک عامل ضروری در ارزیابی سلامتی و کارکرد اکوسیستم است. فرسایش و تخریب طبیعی خاک پیوسته در طبیعت و توسط آب و باد انجام می‌گیرد. نقش فرسایش و تولید رسوب در کاهش حاصلخیزی و هدررفت خاک، پرشدن مخازن سدها، گرفتگی و انسداد مجاری آبیاری، آبراهه‌ها و رودخانه‌ها، گل آلود کردن آب رودخانه‌ها و کاهش کیفیت آب و آلودگی آب‌های مناطق پایین‌دست (رسوب به‌عنوان حامل مواد آلاینده عمل می‌نماید) از دیرباز شناسایی شده و مورد توجه متخصصین و کارشناسان علوم زمین بوده است؛ از سویی دیگر استفاده بی‌رویه و غیراصولی از اراضی بدون توجه

به میزان تناسب و کاربری و نیز چرای بی‌رویه از اراضی باعث افزایش پدیده فرسایش خاک توسط آب، باد و دیگر عوامل طبیعی می‌شود. برای اتخاذ تصمیم مناسب به‌منظور کنترل فرسایش و کاهش اثرات آن، شناخت عوامل مؤثر و برآورد صحیح از میزان تلفات خاک بسیار مهم می‌باشد.

- **فرسایش بادی**

فرسایش بادی یا بادروبی، نوعی فرسایش طبیعی است که موجب تغییرات بلندمدت اما قابل‌توجهی بر سنگ‌ها، صخره‌ها و کوه‌ها می‌گردد. فرسایش بادی می‌تواند مشکلی برای اقتصاد، کشاورزی یا منابع طبیعی یک کشور محسوب گردد.

فرسایش بادی به دو صورت در "روبش باد درونی" و "سایش" است. در جاهایی از سطح زمین که پوشیده از ذرات ریز و ناپیوسته و عاری از رطوبت و پوشش گیاهی است، جریان هوا می تواند ذرات را با خود حمل کند. بادبردگی تا رسیدن به سطح ایستایی ادامه می‌یابد. در جاهایی که زمین از ذرات ریز (لای و ماسه) و درشت (شن و قلوه‌سنگ) تشکیل شده است، باد به‌طور انتخابی ذرات ریز را حمل می کند و ذرات درشت به‌تدریج به‌صورت پوشش ممتدی در می‌آیند که اصطلاحاً "سنگفرش بیابان" نامیده می‌شود. این پوشش از فرسایش بیشتر سطح زمین توسط باد جلوگیری می کند. ذراتی که به‌وسیله باد حمل می شوند پس از برخورد به موانعی که بر سر راه آن‌ها قرار دارند، موجب سایش سطح آن‌ها می شوند. قطعات و تکه‌سنگ‌های پراکنده، بیرون‌زدگی‌ها و حتی موانع مصنوعی از قبیل ساختمان‌ها، دیوارها، تیرهای برق یا تلفن ممکن است در معرض سایش بادی قرار گیرند. سایش معمولاً بر اثر برخورد ذراتی که نزدیک سطح زمین حرکت می کنند، انجام‌می‌گیرد.

هرچه سرعت باد بیشتر باشد، ذرات را به ارتفاع زیادتری بلند می‌کند و به فاصله دورتری می‌برد و بالاخره ذرات بزرگتری را حمل می‌کند. ذرات حمل شده به‌وسیله باد، مخصوصاً بادهای قوی، به دو بخش بار بستری و باد مطلق تقسیم می‌شوند. بار بستری شامل ذرات درشتی است که یا در سطح زمین می‌غلتند یا به فاصله کوتاهی پرتاب می‌شوند.

- **رسوبات بادی**

با کم شدن باد، ذرات برجای گذارده می‌شوند این رسوبات معمولاً "جور شده" (یک اندازه) می‌باشند. به‌طورکلی ذرات درشت‌تر و در حد ماسه معمولاً به‌شکل تپه ماسه‌ای (تلماسه) و دانه‌های ریزتر به‌صورت افقی (لس) ته‌نشین می‌شوند. رسوبات بادی را "باد رفت" هم می‌گویند.

- **تلماسه**

در هر منطقه که باد قوی دایمی یا موقتی و ماسه وجود داشته باشد، عموماً تلماسه تشکیل می‌شود. تلماسه‌ها در صحراها، سواحل دریاها و دریاچه‌ها و حتی کناره رودخانه‌ها تشکیل می‌شوند. به این ترتیب بار بستری باد موقتی با مانعی کوچک، مانند یک بوته گیاه یا یک سنگ، روبرو می‌شود و از حرکت باز می‌ایستد. تلماسه‌ها پس از تشکیل در محل خود ثابت می‌مانند. این عمل ضمن جابه‌جا نمودن تلماسه باعث می‌شود که سطح عقبی

تلماسه همواره شیبی تندتر از سطح جلویی (رو به باد) داشته باشد. این زاویه تند، "زاویه قرار" نام داشته و در حدود ۳۰ تا ۳۵ درجه متغیر است. جابه‌جایی تلماسه گاه به ۱۰ تا ۲۰ متر در سال می رسد. بخش‌های مهمی از شهرها و روستاهای حاشیه کویرهای ایران در معرض هجوم و پیشروی تلماسه ها قرار دارند. تلماسه های نیمه‌فعال در طول سواحل و در آب‌وهوای مرطوب فراوان اند. در این نقاط گاه تلماسه بر اثر رشد گیاهان به‌طورطبیعی کاملاً تثبیت شده‌اند.

- **لس**

از ته‌نشین شدن ذراتی که به‌صورت معلق و به‌وسیله باد حمل می شوند، لس به‌وجود می آید. لس، رسوبی بادی بوده که از ذرات یکنواخت، ناپیوسته و معمولاً گوشه‌دار یا نیمه‌گوشه‌دار تشکیل شده است. لس اصولاً فاقد لایه‌بندی است و اندازه ذرات آن در حد لای، همراه با کمی رس و گاهی ماسه است. جنس کانی‌های موجود در لس بیشتر از کوارتز، فلدسپات، کلسیت، دولومیت، میکا و کانی‌های دارای آهن و منیزیم و کانی‌های رسی است. رنگ لس به‌علت هوازدگی شیمیایی کانی‌های آهن دار و ایجاد اکسیدهای آهن، معمولاً زرد و قهوه‌ای است. گوشه‌دار بودن ذرات اغلب لس‌ها سبب تخلخل زیاد آن‌ها می‌شود، تا حدی که تخلخل ممکن است به ۵۰ درصد برسد. گرچه لس دارای ذرات ناپیوسته و فاقد سیمان به‌معنی واقعی است ولی وجود دانه‌های ریزتر موجب چسبندگی دانه‌ها به‌یکدیگر می‌شود و به‌همین جهت اغلب حفاری‌ها و برش‌هایی که در لس ایجاد می‌شود حتی تا زاویه ۹۰ درجه نیز پایدار است. برخی از لس‌ها منشاء یخچالی دارند. رسوبات لس در نقاط مختلف ایران نیز وجود دارد. قسمت‌های نسبتاً وسیع و پراکنده‌ای از تپه‌ماهورهای دانه‌های البرز در گیلان و مازندران به‌خصوص در گرگان و غرب کپه‌داغ از رسوبات لسی پوشیده شده است.

- **فرسایش بادی در استان یزد**

بررسی های موردی در خصوص میزان جابه جایی ذرات خاک توسط باد در مناطق دشتی ایران مرکزی نشان میدهد که فرسایش خاک در این گونه اراضی بیشتر از فرسایش آبی در مناطق کوهستانی چنین مناطقی می باشد. این مطلب در مورد استان یزد نیز صادق است

به طور کلی ناهمواری های استان یزد را میتوان به دو دسته تقسیم کرد:

الف- مناطق کوهستانی

ب- دشتها و بیابانها

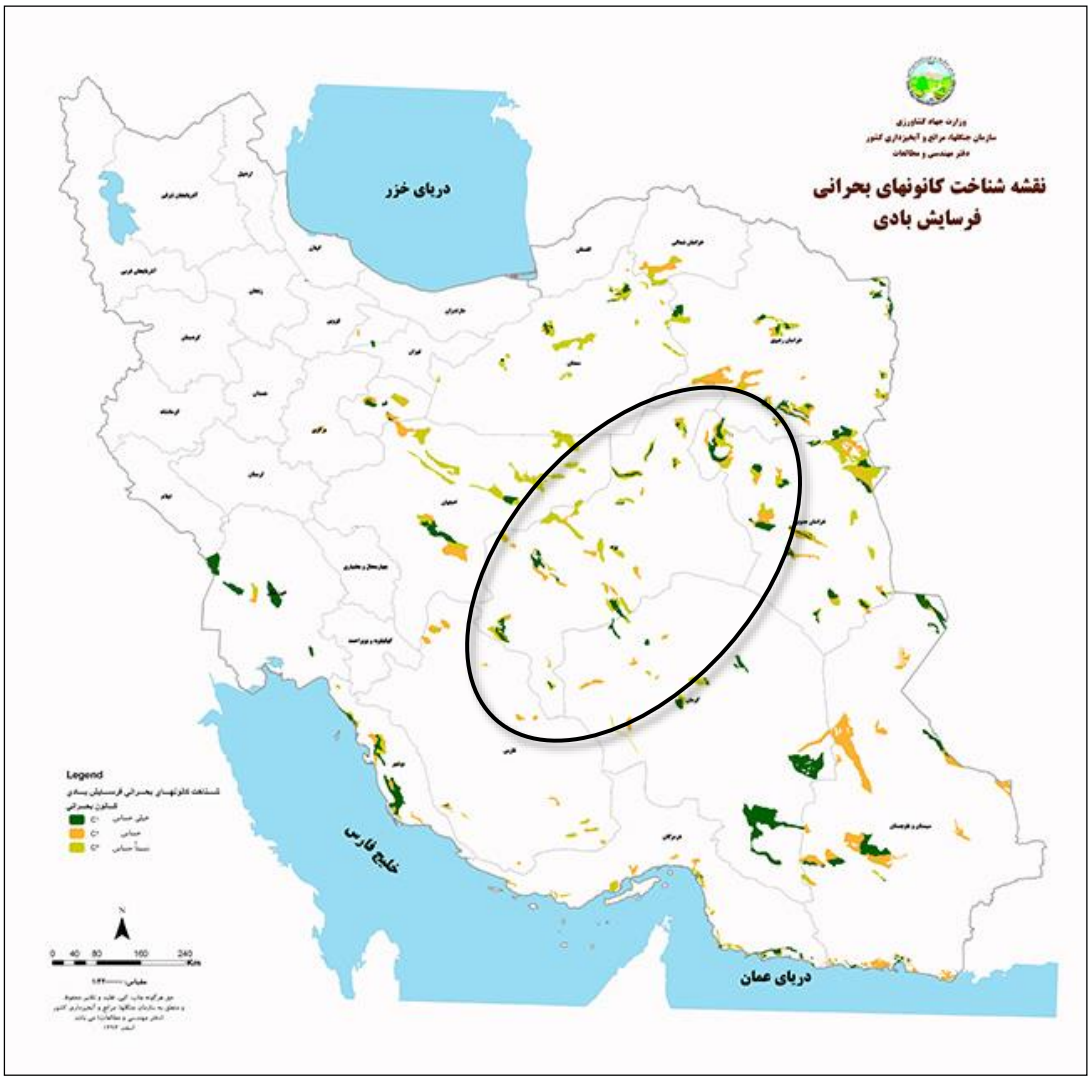
در بین کوههای استان، دشتها و مناطق کم ارتفاع فراوانی قرار دارد که بخش اعظمی از استان یزد را شامل میشود (حدود ۵۰ درصد). این دشتها عبارتنداز :دشت یزد، اردکان، دشت ابرکوه، دشت بافق، دشت بهاباد، دشت هرات و مروست، دشت طبس.

ازویژگیهای غالب این دشت ها،کمی ارتفاع آنها است. برخی ازاین دشت ها را خاک های نرم وفرسایش یافته بادی پوشانده است. در این دشت ها فقر پوشش گیاهی و وزش باد شدید چهره زمین را دگرگون نموده است. از

آثار فرسایش بادی در منطقه می توان به وجود تپه های ماسه ای از نوع برخان ؛ سنگ فرش بیابان یا ِرگ و کوه ریگ ها اشاره کرد.

استان یزد دومین استان بیابانی بعد از سیستان بلوچستان است که ۱۸,۲ درصد عرصه های بیابانی کشور را به خود اختصاص می دهد. شهرستان های بیابانی استان عبارتند از: بافق، ابرکوه، خاتم، میبد، اردکان و صدوق .

بر اساس طرح‌های مطالعاتی انجام شده،تاکنون ۱۳ منطقه به عنوان کانون‌های بحرانی فرسایش بادی در استان یزد شناسایی شده‌اند و وسعت کانون های فرسایش بادی استان یزد ۵۳۲ هزار هکتار برآورد می گردد. بر پایه نقشه شناخت کانون های بحرانی فرسایش بادی کشور ، این پهنه ها در ۳ دسته خیلی حساس، حساس و نسبتا حساس تقسیم شده اند (شکل۳-۱۸).

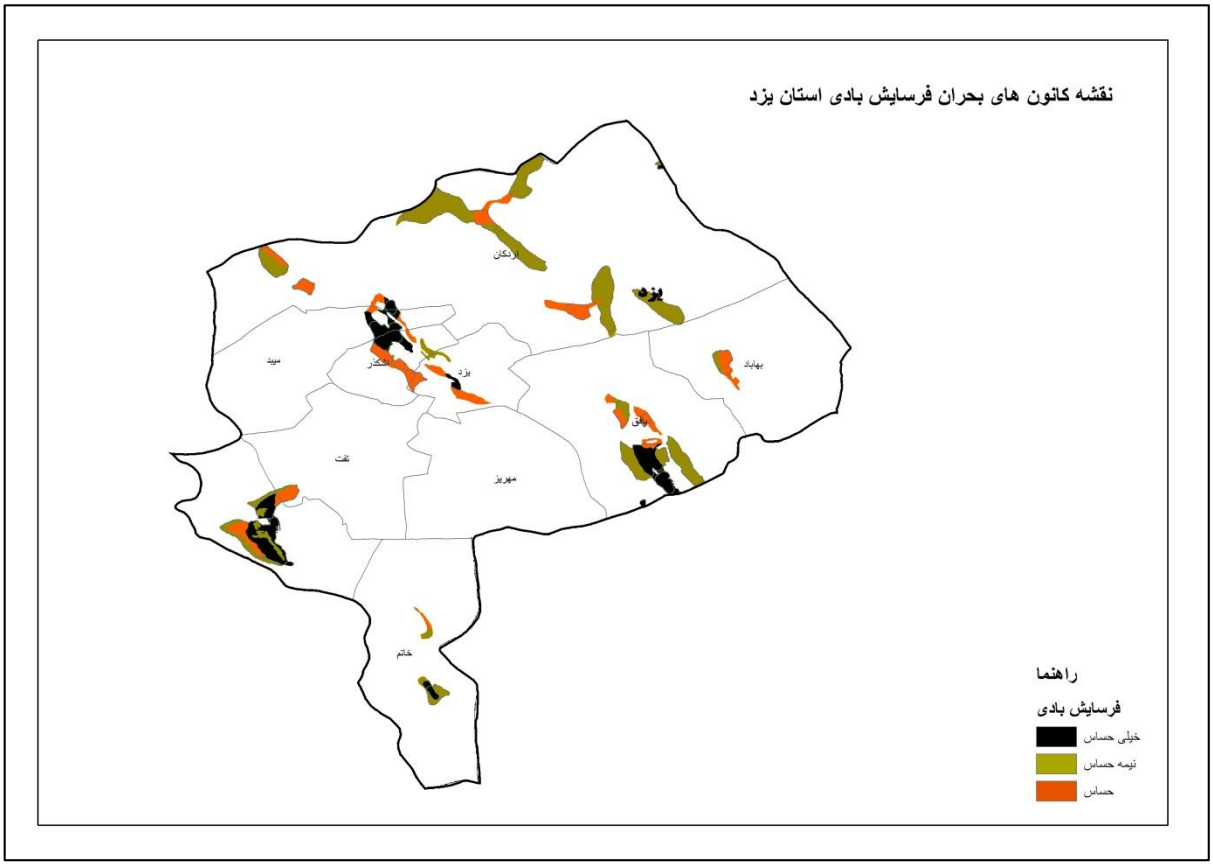


شکل ۳-۱۸- نقشه شناخت کانون‌های بحرانی فرسایش بادی ایران و موقعیت استان یزد

(برگرفته از سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری کشور، ۱۳۹۳)

بر این اساس استان یزد از لحاظ مجموع سطح کانون های بحرانی فرسایش بادی در مرتبه ششم در کشور بعد از استان کرمان قرار گرفته و از مجموع مناطق تحت تاثیر کانون فرسایش بادی، ۱۸۰ هزار هکتار آن دارای

کانون های بحرانی هستند. تمرکز کانون‌های فرسایش بادی در استان بیشتر در شهرستان های یزد ، بافق ، اردکان، ابرکوه، میبد، اشکذر، خاتم و بهاباد شکل گرفته که کانون های خیلی حساس در تمام استان پراکنده شده اند (شکل۳-۱۹). با چنین شرایط اقلیمی، پهنه‌های ذکر شده دارای طبیعتی شکننده و در معرض خشکسالی و بیابانی شدن می‌باشند که ره‌آورد آن توفان‌های گردوغبار و ریزگرد در استان است.



شکل ۳-۱۹- نقشه شناخت کانون‌های بحرانی فرسایش بادی استان یزد (برگرفته از سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری کشور، ۱۳۹۳)

- **فرسایش آبی**

آب به‌تنهایی مهم‌ترین عامل فرسایش محسوب می‌شود. باران، جویبارها و رودخانه‌ها؛ همگی خاک را خراشیده و با خود حمل می‌کنند. و امواج، سواحل دریاها و دریاچه‌ها را می‌فرسایند. در حقیقت می‌توان گفت هر زمان و به‌هر شکلی که آب در حال حرکت باشد، موجب فرسایش سرحدات خود می‌گردد.

در اولین تقسیم‌بندی فرسایش آبی که به‌وسیله متخصصین پیشتاز حفاظت خاک انجام گرفت، این پدیده را به مراحلی منطبق بر تجمع تدریجی رواناب سطحی تقسیم می‌کند که با فرسایش سطحی (شسته شدن سطح خاک زراعی) شروع می‌شود، سپس با تجمع آب در جویبارهای کوچک وارد مرحله فرسایش شیاری می‌گردد. سپس زمانی‌که آبراهه‌های فرسایش یافته بزرگتر شوند، فرسایش خندقی نامیده می‌شود و بالاخره فرسایش نوع آخر، فرسایش کناره‌ای است که با بریده شدن سواحل رودخانه‌ها و یا جوی‌ها توسط آب جاری در آن‌ها به‌وجودمی‌آید. با توجه به بررسی‌های اخیر در رابطه با فرسایش، این تقسیم‌بندی دیگر مناسب نبوده و شاید هم گمراه کننده باشد، چون کاملاً اثرات برخورد قطرات باران و عمل فرسایش پاشمانی را حذف می‌کند.

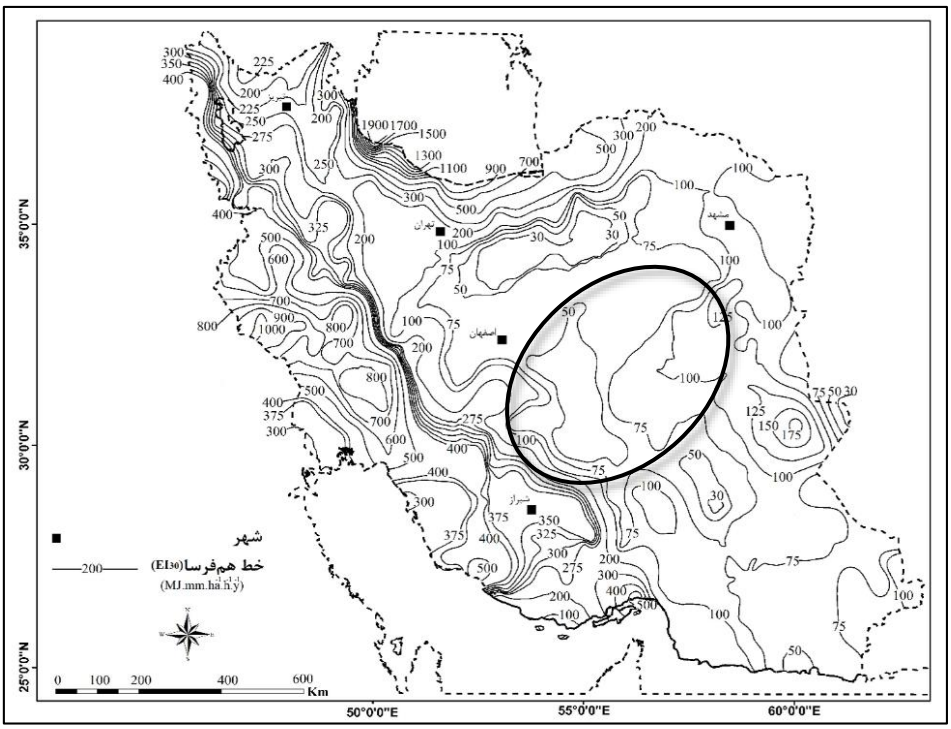
درصورتی‌که عملکرد قطره باران در هنگام برخورد با زمین اولین و مهمترین مرحله پدیده فرسایش است. همچنین، فرسایش سطحی که برداشته شدن یکنواخت خاک به‌وسیله یک لایه نازک آب در حال جریان را مجسم می‌کند از هر نظر نادرست می‌باشد؛ به‌دلیل این‌که، از یک طرف جریان لایه‌ای آب فقط در سرعت‌هایی بسیار بالاتر از سرعت معمولی آب در مزرعه قادر به خراشیدن سطح و ایجاد آب شکستگی است و از طرف دیگر روان‌آب به‌ندرت می‌تواند به فرم ورقه پهن و یکنواخت در حرکت باشد. چنان‌چه تعریف فرسایش سطحی درنظرگرفته نشود و به‌جای آن از واژه و تعریف "فرسایش بارانی" استفاده گردد، دیگر منافاتی با ادامه مراحل بعدی تقسیم‌بندی فوق یعنی فرسایش‌های شیاری، خندقی و کناره‌ای نخواهد داشت. فرسایش شیاری، شسته‌شدن و حمل مواد از داخل آبراهه‌هایی با دیواره‌های مشخص و بسیار کوچک که با شخم زدن معمولی ازبین می‌روند، تعریف می‌شود. این آبراهه‌ها در صورتی خندق نامیده می‌شوند که اندازه آن بزرگ و دایمی شده باشد و عبور وسایل شخم در جهت عمود بر آن‌ها میسر نباشد. هیچ مرز مشخصی که این دو نوع فرسایش را از یکدیگر جدا سازد، وجود ندارد. حدود ۱۲۵ میلیون هکتار از مساحت کل کشور تحت تاثیر فرسایش آبی است. این مناطق بیشتر در حوضه‌های کوهستانی البرز و زاگرس که دارای شیب زیاد و بارش باران بالای ۱۰۰ میلی متر می‌باشند، بیش از دیگر مناطق کشور تحت تأثیر فرسایش آب قرار دارند.

- **عوامل مؤثر بر فرسایش خاک در استان یزد**

- **عوامل طبیعی**

نظام بارشی: بخش عمده ای از سرزمین ایران، مدیترانه ای است (خلیلی،۱۳۷۱؛ جاماب، ۱۳۷۸)؛ که در آن مقدار ریزشهای جوی در دوره رشد گیاه ناچیز است. وقوع بارش در دوره غیر رشد و یا اوایل رشد که گیاه سطح زمین را به خوبی نپوشانده، از دلایل مهم فرسایش آبی در ایران است. در این میان، مناطق اقلیمی خشک و نیمه خشک که تقریباً ۹۰ درصد مساحت کشور را می پوشانند؛ وضعیت بوم شناختی شکننده تری نسبت به بهره برداریهای بی رویه دارند. در صورت تخریب پوشش طبیعی، استقرار و گسترش مجدد گیاهان، نیازمند زمانی طولانی تر است.

بررسی فرسایندگی باران: (حکیمخانی، ۱۳۸۶؛ نیک‌کامی و همکاران، ۱۳۹۳) نشان میدهد که سه ناحیه در کشور بیشترین مقدار قدرت فرسایشی باران را دارند. دو ناحیه، مشتمل بر نوار ساحلی شمال و ارتفاعات زاگرس پرباران هستند. در حالیکه، فرسایندگی زیاد ناحیه سوم که در نوار ساحلی جنوب کشور واقع است؛ به دلیل بارشهای شدید کوتاه مدت می باشد. در سایر مناطق نیز وقوع رگبارهای کوتاه مدت فرساینده مشاهده می شود. نقشه شاخص فرسایندگی باران (شکل۳-۲۰) نشان می‌دهد که بیش‌ترین مقادیر فرسایندگی بعد از ناحیه ساحلی خزر، بر ارتفاعات میانی زاگرس انطباق دارد. سایر بخش‌های زاگرس، قسمت‌هایی از ارتفاعات البرز و قسمت‌هایی از ناحیه ساحلی جنوب نیز در رتبه‌های اهمیت بعدی قرارگرفته است. کویرهای داخلی و مناطق محاط بر آن نیز کم‌ترین مقادیر فرسایندگی را به‌خود اختصاص‌داده‌اند.



شکل ۳-۲۰- نقشه شاخص فرسایندگی باران و موقعیت استان یزد (برگرفته از مطالعات تحلیلی- نیک‌کامی، د. و مهدیان، م.ح.، ۱۳۹۳)

پستی و بلندی زمین: از دیدگاههای مختلف از جمله تاثیر بر پدیده های جوی، سرعت رواناب، عمق و خصوصیات خاک و کاربری بر فرسایش اثر میگذارد. به طور خلاصه، عوامل طبیعی به ویژه اقلیمی، ناهمواری و زمین شناسی شرایط را برای فرسایش خاک مستعد ساخته است.

در بررسی‌های صورت گرفته با هدف مدل‌سازی فرسایش و پهنه‌بندی آن، این نتیجه حاصل شده است که میزان حساسیت اراضی به فرسایش، تابعی از ویژگی‌های ۶ عامل سنگ‌شناسی، خاک، شیب، بارندگی، حفاظ روی خاک و نوع استفاده از اراضی می‌باشد. از میان عوامل طبیعی فاکتورهای زمین شناختی نقش مهمی را در فرسایش خاک و جاری شدن سیلاب‌ها ایفا می کنند.

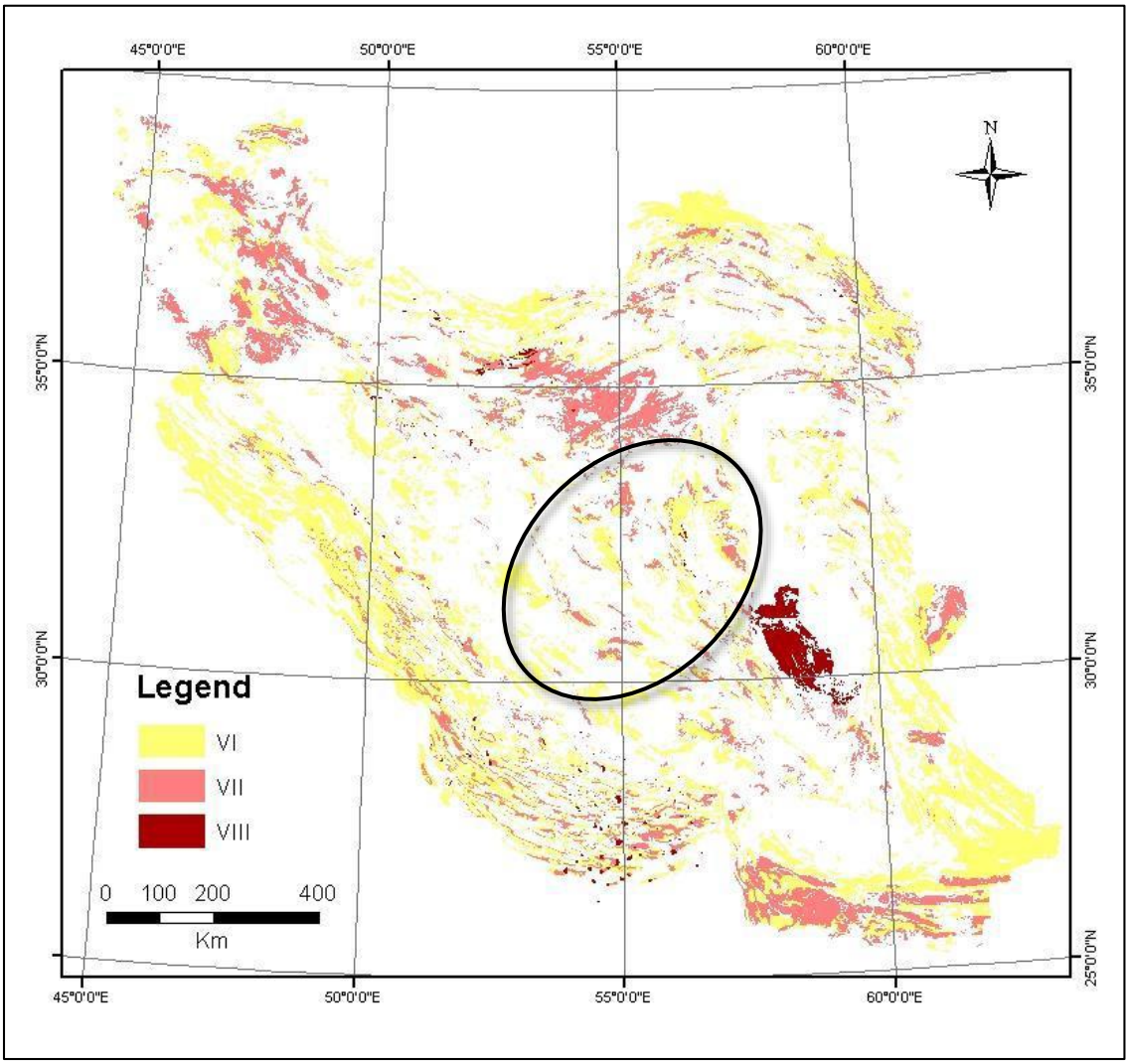
در این میان سنگ‌های شیلی و مارنی از اهمیت بیشتری برخوردارند. سنگ‌های شیلی و مارنی علاوه بر سست بودن سیمان و کمی چسبندگی، دانه‌بندی و بافت ریز (در حد سیلت و رس)، نفوذپذیری کم و خاصیت تورق زیاد دارند؛ به‌نحوی‌که وقوع کوچکترین بارندگی، موجب جاری شدن هرزآب‌ها در سطح دامنه‌ها و فرسایش شدید خاک در این‌گونه مناطق شده و نتیجه نهایی آن از بین رفتن اندک خاک تولیدی و جاری شدن سیلاب‌های شدید و وارد شدن خسارات زیاد به نواحی پایین دست می‌شود.

همچنین، دامنه‌ها و اراضی شیلی و مارنی نیز به علت تولید خاک‌های ضعیف با حاصلخیزی کم، از نظر پوشش گیاهی خیلی فقیر است و این موضوع نیز به نوبه خود بر شدت فرسایش خاک و تولید سیلاب در این نوع مناطق می‌افزاید.

برپایه نقشه شکل ۳-۲۱، سازندهای حساس به فرسایش درکشور از جنبه مقاومت در برابر هوازدگی و فرسایش رده مقاومت استان یزد متوسط تا ضعیف برآورد شده است که این سازندها بیشتر در مناطق شرقی و جنوب

شرقی استان پراکنده شده اند. بر اساس پژوهشی که در سطح اراضی مارنی استان یزد انجام گرفته است و براساس بازدیدهای میدانی، مقادیر شاخص فرسایش سطح زمین بیانگر این موضوع است که اراضی مارنی با فرسایش پذیری خیلی زیاد تا زیادروبرو هستند که مهمترین دلیل آن بارندگی کم و ملایم بودن شرایط توپوگرافی استان می باشد.

این گونه سازندها، به طور طبیعی مستعد فرسایش هستند و نقش زیادی در تولید رسوب دارند. به طور قطع، میزان فرسایش با لحاظ فرسایش خندقی در این نوع سازندها بسیار بیشتر است. درنتیجه رسوبگذاری مواد فرسایش یافته از سازندهای شور سبب کاهش کیفیت خاک اراضی می شود و همچنین از نظر طبقات فرسایشی، طبقه فرسایش پذیری استان یزد از نظر مقاومت به فرسایش متوسط پایین و پایین برآورد شد.



شکل ۳-۲۱- نقشه سازندهای حساس به فرسایش در ایران و موقعیت استان یزد (برگرفته از مطالعه تحقیقی- پیروان، ح.ر. و شریعت‌جعفری، م.، ۱۳۹۲)

- **عوامل انسانی**

مهم‌ترین این عوامل نحوه و شرایط استفاده از زمین است که در این میان می‌توان به مواردی همچون شخم و شیار (به‌ویژه در جهت شیب دامنه‌ها) و تخریب مراتع و جنگل‌ها (همچون بوته‌کنی در مراتع، قطع درختان

جنگلی و چرای زودهنگام و بی‌رویه دام در مراتع و از بین رفتن پوشش گیاهی طبیعی)، عدم رعایت اصول کشاورزی، عدم رعایت اصول آبیاری و تولید هرزآب‌ها در مزارع، تجاوز به حریم رودخانه‌ها و تشدید فرسایش کناره‌ای، تغییر کاربری و تخریب و تبدیل باغات به اراضی زراعی و مسکونی و برخی موارد دیگر اشاره نمود.

بطور کلی عوامل انسانی تشدید کننده فرسایش تحت پنج عنوان زیر مورد بحث قرار می گیرد:

۱. چالشهای اجتماعی- اقتصادی عام مؤثر بر تشدید فرسایش خاک
۲. عوامل موثر بر تشدید فرسایش در اراضی زراعی
۳. عوامل موثر بر تشدید فرسایش در اراضی منابع طبیعی
۴. فقدان رویکرد حفاظتی در فعالیت های عمرانی
۵. نقش مسائل فرهنگی، قوانین و سیاستگذاری ها در فرسایش و حفاظت خاک

در استان یزد عوامل انسانی از جمله ضعف مدیریت روستایی و عشایری، مسائل و چالشهای فرهنگی، قوانین و سیاستگذاریها و فقدان رویکرد حفاظتی در فعالیتهای عمرانی نقش تشدیدکننده و مهمتری داشته است. این عوامل تعادل طولانی مدت زیست محیطی را بر هم میزنند و به فرسایش شدید خاک و تولید رسوب منجر می شوند که عوارض و خسارات بیشماری در پی دارد.

- **خسارات ناشی از فرسایش خاک در استان یزد**

کاهش حاصلخیزی خاک: بر اثر فرسایش، خاک که از نظر کشاورزی فعال‌ترین و بارخیزترین قسمت پوسته جامد زمین است، فرسوده می‌شود و از بین می‌رود و در نتیجه حاصلخیزی آن کاهش می‌یابد. فرسایش چنان‌چه شدید باشد، به‌کلی بارخیزی خاک را از بین می‌برد.

چنان‌چه قابلیت نفوذ آب یا هوا در خاک، بر اثر کم شدن یا از بین رفتن ماده آلی و تأثیر سایر عوامل کاهش یابد، خاک‌دانه‌ها متلاشی و از هم جدا می‌شوند. در نتیجه، ساختمان خاک متراکم می‌گردد. در چنین حالتی در فصل مرطوب، محیط نامساعد و خفه‌کننده‌ای در خاک به‌وجود می‌آید. چون در این صورت هوا و آب نمی‌تواند در خاک نفوذ کند و همچنین خاک قادر نیست آب را برای فصل خشکی در خود ذخیره نماید، از نظر شیمیایی و بیولوژیکی شرایط در خاک بسیار نامساعد می‌گردد. در چنین محیطی به‌تدریج موجودات کوچک خاک‌زی (میکروارگانیزم‌ها) از بین می‌روند و هوموس خاک تلف می‌شود. بر اثر از بین رفتن مواد آلی (هوموس)، کمبود مواد ازتی خاک نیز ظاهر می‌گردد. با از بین رفتن هوموس و موجودات زنده، خاک حاصلخیزی خود را به‌کلی از دست می‌دهد.

حاصلخیزی خاک نه تنها بر اثر فرسایش کاهش می‌یابد، بلکه بر اثر تجمع آبرفت‌های نامرغوب و بادرفت‌های شور در سطح زمین‌های دایر نیز در معرض خطر قرار می‌گیرد. اغلب مشاهده شده است که زمین بسیار حاصلخیز بوده ولی بر اثر جاری شدن سیلاب یا سیلاب‌های شور یا بادرفت‌های شور در سطح آن، حاصلخیزی خود را از دست داده است.

چنان‌چه فرسایش بسیار شدید و عمیق باشد، ترمیم خرابی‌ها مستلزم صرف وقت و هزینه زیاد است و در شرایط فوق‌العاده حتی بعید به نظر می‌رسد.

کاهش آب‌های زیرزمینی: پوشش گیاهی نه تنها خاک را حفظ می‌کند و مانع از فرسایش آن می‌شود، بلکه در حفظ آب نیز بسیار مؤثر است. در نقاطی که زمین پوشش گیاهی دارد (که این پوشش مانع از فرسایش آن می‌شود)، به هنگام بارندگی قطرات آب حین فرود آمدن ابتدا به اندام گیاه برخورد می‌کند و به صورت ذرات ریز در می‌آید که بهتر جذب زمین می‌گردد. از طرف دیگر، ریشه‌های گیاه و هوموس موجود در خاک، آبی را که به زمین می‌رسد، جذب می‌کند و به این طریق مانع از جاری شدن آن در سطح زمین می‌گردد. آبی که به طریق مذکور در خاک حفظ می‌شود بعدها به‌صورت آب چشمه‌سار از کف دره‌ها بیرون می‌آید و آب‌های دائمی را تشکیل می‌دهد یا به عنوان آب زیرزمینی در آن محل یا نقاط دورتر از آن‌ها بهره‌برداری می‌شود.

برعکس، کوه‌ها یا زمین‌های شیب‌داری که پوشش گیاهی نداشته و فرسایش یافته است، قادر نیست آب‌های برف و باران را در خود نگه دارد. چون به‌همین علت منابع آب‌های زیرزمینی تغذیه کافی نمی‌شود، در فصول خشکی قنات‌ها دچار کم آبی و در شرایط فوق‌العاده حتی خشک می‌گردد.

- **پر شدن سریع سدها:** در حفظ خاک حوضه آبریز رودهایی که بر روی آن‌ها سد احداث شده، نسبت به رودهایی که بر روی آن‌ها سد ایجاد نگردیده است، می‌بایست بیشتر دقت شود و عملیات حفاظتی به‌منظور جلوگیری از فرسایش خاک سریع‌تر، جدی‌تر و موثرتر باشد؛ زیرا وجود سد در واقع در حکم یک صافی است که مانع عبور مواد محموله آب می‌شود. هرچه خاک‌های حوضه آبریز رود مربوط بیشتر فرسایش یابد، به‌همان نسبت مواد بیشتری در پشت سدها جمع و روی هم انباشته می‌شود و در نتیجه عمر سد یعنی مدت بهره‌برداری از آن کوتاه‌تر می‌گردد.

- **ایجاد سیلاب‌های پرخطر**: در مناطقی که زمین پوشش گیاهی کم دارد یا به‌کلی فاقد آن است، در موقع بارندگی‌های شدید یا ذوب شدن برف‌ها، آب زیادی در دامنه‌کوه‌ها جاری می‌شود که اغلب تشکیل سیل‌های خطرناکی را می‌دهد. با فرسایش خاک و گل‌آلود شدن آب و وجود مواد دیگری از قبیل ریگ و قلوه‌سنگ و سنگ در سیلاب‌ها، قدرت تخریب آب افزایش می‌یابد و با نیروی زیادتری باعث کنده شدن بستر رودخانه‌ها و کناره‌های مسیل می‌گردد و حتی خانه‌های مجاور رودخانه‌ها و مسیل‌ها را نیز ویران می‌کند که از طریق خسارات زیادی وارد می‌شود.

۳-۳-۷- خطر سرمازدگی در استان یزد

انسان و گیاهان می‌توانند در محدوده حرارتی معینی رشد نمایند و تحمل‌پذیری آن‌ها در مقابل دماهای بالا و پایین محدود است. کاهش دما از آستانه‌های حداقل گیاهان و وقوع یخبندان در جاده‌ها همه‌ساله خسارات گسترده‌ای به اقتصاد کشور وارد می‌کند. شناخت توزیع زمانی و مکانی و احتمال وقوع یخبندان‌ها یکی از بنیادی‌ترین تحقیقات در زمینه اقلیم بوده که در راهنمایی برنامه‌ریزان به‌منظور کاهش خسارات سرما و یخبندان مؤثر است.

یخبندان به‌عنوان یکی از پدیده‌های مهم اقلیمی، عبارت از تغییر دما به حد صفر و یا کمتر از آن است. این پدیده بسیاری از فعالیت‌ها را به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. بیشترین آثار این پدیده در سه بخش انرژی، حمل‌ونقل و کشاورزی مشاهده می‌گردد. اثرات یخبندان در بخش کشاورزی بیشتر از سایر بخش‌ها بوده است.

- **خطر یخبندان**

به طور کلی یخبندان به شرایطی اطلاق می شود که در آن دمای هوا در ارتفاع ۱,۲ متری از سطح زمین، به صفر یا به زیر صفر درجه سانتیگراد می رسد اما از دیدگاه هواشناسی کشاورزی در محل یخبندان به محض وقوع درجه حرارت های پایین در حدی که منجر به خسارت به بافتهای گیاهی می شود اطلاق می گردد که این نوع یخبندان با توجه به درجات حرارت بحرانی برای هر نوع محصولی متفاوت می باشد.

- **انواع یخبندان**

به طور کلی دو نوع یخبندان وجود دارد. یکی یخبندان تشعشعی یا تابشی و دیگری یخبندان جبهه ای یا انتقالی. علاوه بر این دو نوع اصلی بعضی ها معتقد به یخبندان نوع سومی نیز می باشند که در صورت رخداد همزمان نوع تشعشعی و جبهه ای به وقوع می پیوندد و به آن یخبندان مختلط اطلاق می شود.

- **یخبندان تابشی:** در شبهای آرام که وزش باد وجود ندارد و آسمان صاف و غیر ابری است، حرارت زمین با طول موج بلند تصاعد می شود و بعلت عدم وجود موانعی که سبب برگشت آن به زمین شوند منجر به سرد شدن هوای مجاور زمین میشود، در نتیجه هوای مجاور زمین به علت از دست دادن حرارت سردتر از هوای بالاتر از خود می شود که اصطلاحاً گفته می شود که شرایط وارونگی دما رخ داده است. شدت این وارونگی به اختلاف درجه حرارت هوای سطح زمین و بالای لایه وارونگی بستگی دارد. اما این شرایط وارونگی دما در سطح یک دره یا در سطح یک دشت و منحصراً در هنگام شب به وقوع می پیوندد. بالا رفتن نسیم ملایم شدت این وارونگی را تضعیف میکند، زیرا باعث میشود که هوای گرم بالای لایه وارونگی با هوای سرد زیرین این لایه ترکیب شود

در شبی که یخبندان تابشی اتفاق می افتد علاوه بر عامل باد عواملی مانند رطوبت و وجود ابر که مانع از خروج تشعشع موج بلند می باشد باعث کاهش شدت یخبندان و حتی در بعضی موارد مانع از احتمال وقوع یخبندان می شوند. در هر حال چون در این نوع یخبندان لایه ای از هوا که دارای دمای صفر و زیر صفر است دارای ضخامت چندانی نمی باشد، بنابراین امکان کاهش خسارت ناشی از یخبندان در این نوع بیشتر از نوع یخبندان جبهه ای می باشد. به علت این که یخبندان نوع تابشی تحت پایداری شرایط جوی به وجود می آید شدت آن نیز به این شرایط وابسته می باشد. از نظر زمانی و مکانی نیز این نوع یخبندان بیشتر در مناطقی که به مقدار وسیعی پوشش برفی دارند و همچنین بیشتر پس از عبور هوای جبهه سرد به وقوع می پیوندد. این نوع یخبندانها پس از طلوع آفتاب از بین می روند و شب هنگام در صورت وجود شرایط لازم مجدداً به وقوع می پیوندند.

لایه هوای سرد در این نوع یخبندان نازک و ساکن می باشد بنابراین به علت نازک بودن و ساکن بودن لایه هوای سرد می توان با ایجاد دود یا نصب بخاری ویا پوشش حفاظتی مناسب از صدمات ناشی از این نوع یخبندان در

نقشه های سطح بالا دیده نمی شود بنابراین پیش بینی این نوع یخبندان از طریق بررسی نقشه های سینوپتیک امکان پذیر می باشد. در صورتی که این نوع یخبندان همزمان با نوع یخبندان جبهه ای به صورت مختلط اتفاق بیفتد ، تأ ثیر یخبندان حادث شده تشدید می گردد.

یخبندان جبهه ای یا انتقالی یا فرارفتی: یخبندانهای جبهه ای به علت جابه جایی توده های هوای سرد مثل توده های هوایی که از سیبری منشاء می گیرند حادث می شوند یعنی به علت ریزش هوای سرد از عرضهای بالا در بستر عقب یک فرود غربی به وجود می آیند. ضخامت لایه هوای سرد در این نوع یخبندان ممکن است چندین کیلومتر باشد بنابراین بر خلاف یخبندان تابشی که منحصراً در طول شب به وجود می آید این نوع یخبندان می تواند روند شبانه روزی داشته باشد تداوم روزهای وقوع این نوع یخبندان به روز های تداوم ریزش هوای سرد بستگی دارد. به علت وسعت لایه هوای سرد در این نوع یخبندان نمود آن را می توان در نقشه های هوا مشاهده کرد. این نوع از یخبندان علی رغم وجود باد و ابر و رطوبت نیز اتفاق می افتد.

طبق مطالعات و بررسی های که اخیراً انجام شده است، یکی از عوامل موثر در به وجود آمدن یخبندان ها در فصل بهار پر فشار های مهاجری می باشد که بیشتر از حوضه جبل الطارق و جنوب انگلستان و مقداری هم از اسکاندیناوی سرچشمه می گیرند. زمانی که پر فشار سیبری با یک پرفشار مهجمی ادغام شود، بیشترین تأثیر را در وقوع شرایط پدیده یخبندان خواهد داشت.

یخبندانهای جبهه ای از یخبندانهای تابشی به راحتی قابل تشخیص می باشد زیرا در یخبندانهای تابشی به این علت که لایه هوای سرد مجاور زمین نازک است در روی نقشه های هوای سطح بالا اثری از آنها دیده نمی شود اما یخبندانهای جبهه ای چون بر اثر ریزش هوای سرد در عقب یک فرود غربی از عرضهای بالا به وجود می آیند و به علاوه ضخامت لایه هوا ی سرد نیز چندین کیلومتر است وساکن نمی باشد، در نقشه های هوای سطوح بالا بخصوص نقشه های هوای سطح ۵۰۰ هکتو پاسکال به خوبی قابل تشخیص میباشند. از طرفی این نوع یخبندان از طریق باد شدید و آسمان ابری نیز قابل تشخیص می باشد به طوری که در این نوع یخبندان باد شدید حتماً وجود دارد وسریعاً باعث نزول درجه حرارت می شود.

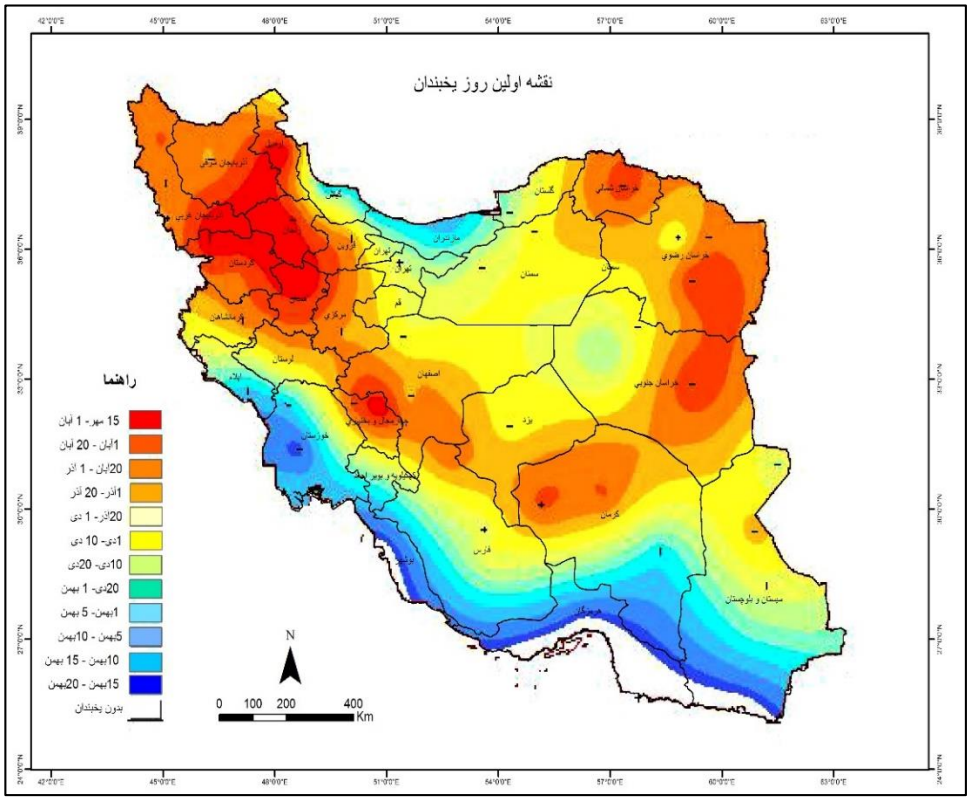
- **خطر سرمازدگی**

از بین شاخص‌های مورد استفاده برای بررسی خطر سرمازدگی می‌توان به دو شاخص اولین و آخرین روز یخبندان اشاره نمود (شکل‌های ۳-۲۲ و ۳-۲۳). بسیاری از فعالیت‌های کشاورزی از جمله برداشت پنبه، چغندر و همچنین کشت گندم و جو پاییزه مصادف با یخبندان‌های زودرس پاییزه و گل‌دهی درختان نیز مصادف با یخبندان‌های دیررس بهاره است.

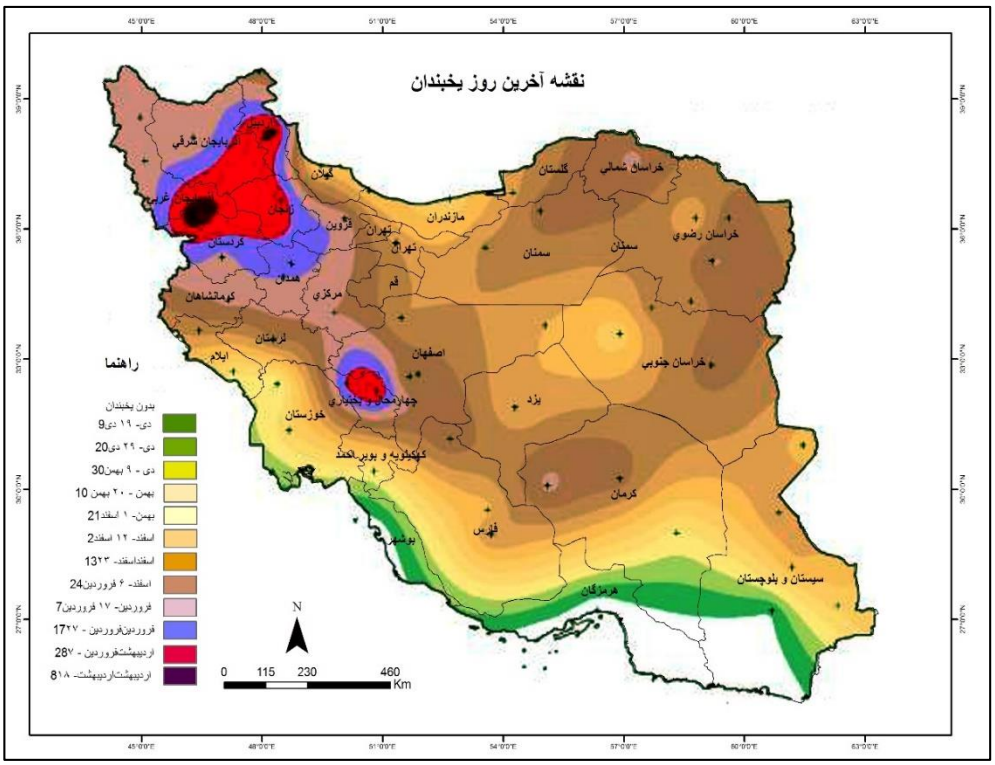
زودترین روز متوسط سالیانه آغاز یخبندان در ایران در شمال‌باختر ایران رخ می‌دهد؛ به‌طوری‌که چهار ایستگاه سقز، اردبیل، شهرکرد و نوژه همدان به‌ترتیب اولین ایستگاه‌هایی بوده که در دهه سوم مهرماه وقوع اولین یخبندان‌ها را تجربه می‌کنند و ایستگاه‌های جنوبی و شمالی ایران- صرف‌نظر از نوار ساحلی جنوب ایران که فاقد هرگونه یخبندانی است- همچون اهواز و انزلی نیز ایستگاه‌هایی بوده که دیرترین روز متوسط سالیانه آغاز

یخبندان را در بهمن‌ماه تجربه می‌کنند. بنابراین فاصله زمانی بین زودترین و دیرترین روز متوسط سالیانه آغاز یخبندان در ایران ۱۱۵ روز است.

زودترین روز متوسط سالیانه خاتمه یخبندان در ایران، متعلق به ایستگاه‌های حاشیه نوار ساحلی جنوب و جنوب خاوری ایران، همچون ایرانشهر، آبادان و دزفول است که در دهه میانی دی‌ماه به وقوع می‌پیوندد. همچنین، دیرترین روز متوسط سالیانه خاتمه یخبندان در ایران، در ارتفاعات باختر و شمال باختر ایران و همچنین ارتفاعات استان چهارمحال و بختیاری است؛ به‌طوری‌که در ایستگاه‌های سقز، اردبیل و شهرکرد، آخرین یخبندان‌ها در دهه میانی اردیبهشت ماه پایان می‌پذیرد.



شکل ۳-۲۲- نقشه اولین روز یخبندان در ایران



شکل ۳-۲۳- نقشه آخرین روز یخبندان در ایران

۳-۳-۸- خطر یخبندان و سرمازدگی در استان یزد

به طور کلی سه جریان هوایی با خصوصیات متفاوت، اقلیم و آب و هوای استان را تحت تأثیر خود قرار می‌دهند:

۱. جریان مدیترانه‌ای

این جریان با ماهیت معتدل و بحری از طرف غرب، استان اردبیل و دیگر نواحی کشور را متأثر می‌سازد. این جریان منشأ قسمت اعظم نزولات جوی ایران می‌باشد و ورود آن به منطقه با تعدیل درجه حرارت و رطوبت هوا همراه است.

۲. جریان هوایی سیبری آسیای مرکزی

این جریان ماهیتی بری و سرد دارد و از سمت شمال و شمال شرق (پس از عبور دریای خزر و جذب رطوبت آن)، استان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. ورود این جریان هوایی در نواحی شمالی و مرکزی و جنوبی استان با سرما و افزایش میزان رطوبت هوا همراه است و در مناطق دیگر و به ویژه مناطق مرتفع، سرما و یخبندانی خشک را سبب می‌شود. جریان هوایی سیبری در تابستان باعث کاهش شدت گرما و خنک شدن هوا می‌گردد.

۳. جریان هوایی اطلس شمالی یا اسکاندیناوی

این جریان دارای ماهیتی سرد بحری می‌باشد. با وجود اینکه این جریان قسمت اعظم بخارات خود را در سراسر اروپا و روسیه برجای می‌گذارد، ولی در استان نیز ورود این جریان از سمت شمال و شمال غرب با سرمای شدید و بارش برف سنگین همراه است.

نتایج بررسی ها در استان یزد نشان می دهد که الگوهای شامل زبانه های پرفشار شمال شرق با محور شمال شرق- جنوب غرب، حدود نیمی از سیستم های منطقه را در بر می گیرند. اصولاً حرکت پرفشارها با جریان های

هوای سرد که از قطب به عرض های پایین در حرکتند، همراه هستند. این سیستم ها با حرکت چرخشی پادساعت‌گرد خود هوای سرد عرض های بالا را به منطقه وارد نموده و سبب افت سریع دما و بروز سرمازدگی در و یخبندان می‌گردد.

- **خطر تگرگ**

تگرگ یکی از پدیده‌های مرتبط با طوفان‌های تندری است که در اتمسفر ناپایدار با رطوبت فراوان و در حضور بادهای قوی و همراه با مکانیزم‌هایی که باعث افزایش ناپایداری می‌شوند رخ می‌دهد که این شرایط به وسیله‌ی توپوگرافی محلی و اقلیم‌شناسی توده‌های هوا تحت تأثیر قرار می‌گیرند.

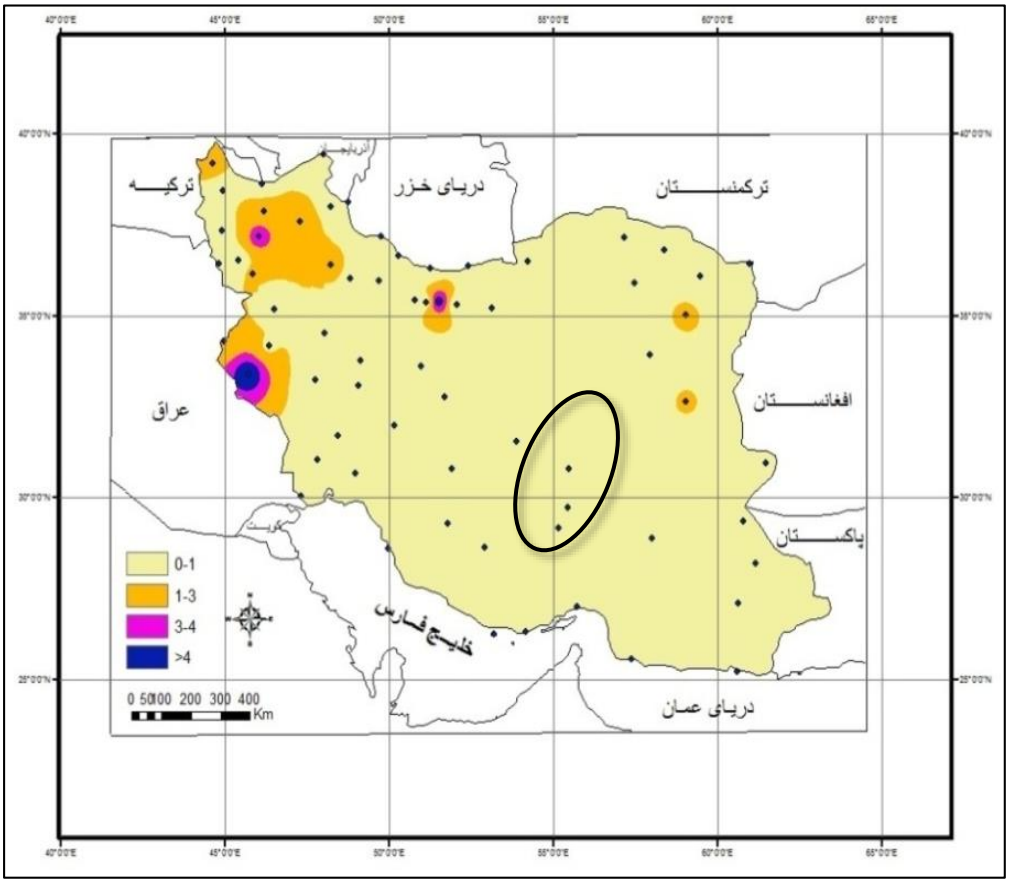
بر اساس تعریف، توفان تندری (مثل دیوبادها) ماشین ترمودینامیکی است که در آن، انرژی پتانسیل از گرمای نهان حاصل از تراکم در شرایط رطوبتی یا ناپایداری حاصل به جابه جایی قائم هوا تبدیل می گردد. خصوصیات بارز یک توفان تندری ، مثل باد شدید، تگرگ، رعد و برق و بارشهای سنگین و سیل آسا، نتیجه تشکیل یک سلول همرفتی بزرگ در اتمسفر است. نتیجهٔ قابل ر ؤیت این سلول، انبوهی از ابرهای کومولونیمبوس است که در ابتدا از یک ابر کومولوس شروع شده، به سرعت صعود کرده، تبدیل به ابر کومولونیمبوس می گردد. قسمت فوقانی این ابر تا بخش تحتانی آن ممکن است کیلومترها فاصله داشته باشد . تندرها معمولاً یا بر اثر گرم شدن زیاد سطح زمین در داخل توده های هوایی و یا در جبهه های هوا، به ویژه در جبههٔ سرد، به وجود می آیند . بنابراین، تندر یا ناشی از توده هوا است و یا منشأ جبه های دارد . توفان تندری و پدید ه های ناشی از آن، مانند تگرگ، بارش سنگین و سیل آسا ، صاعقه و باد شدید از مهم تر ین سوانح اقلیم شناختی هستند که بخش وسیعی از تحقیقات آب و هواشناسی دنیا را به خود اختصاص داده اند.

در زمینه‌ی بارش تگرگ تاکنون در دنیا پژوهش‌های نسبتاً زیادی صورت گرفته و با رویکردهای متفاوتی به مطالعه و شناخت این پدیده پرداخته شده است.

مطالعات انجام شده بر روی کشور ایران نشان می دهد که بر پایه شاخص هایی مانند مجموع، میانگین، انحراف معیار، حداکثر و حداقل روزهای همراه با بارش تگرگ در ایستگاههای مورد مطالعه طی دوره آماری ۲۰ ساله (۲۰۰۵-۱۹۸۶)، بیشترین میانگین سالانه بارش تگرگ با ۴,۷ روز در ایستگاه ایلام می‌باشد. در ایستگاههای جاسک، کنارک چابهار و سیرجان طی دوره‌ی آماری مورد مطالعه هیچ بارش تگرگی مشاهده نشده است. به غیر از این ۳ ایستگاه کمترین میانگین بارش مربوط به ایستگاههای کیش، بندرعباس، آبادان و یزد با ۰,۱ روز در سال می‌باشد. در کل می‌توان گفت که دامنه میانگین سالانه بارش‌تگرگ در کل ایستگاهها بین ۰ تا ۴,۷ روز در سال متغیّر می‌باشد.

در ایستگاه ایلام انحراف معیار سالیانه بیشتر از سایر ایستگاهها می‌باشد بطوری‌که انحراف معیار آن برابر با ۳,۴ می‌باشد و صرف‌نظر از ایستگاههایی که دارای فراوانی بارش صفر بودند، کمترین انحراف معیار سالانه بارش در ایستگاههای انار، رامسر، بندرلنگه و ایرانشهر برابر با ۰,۲۲ می‌باشد.

نقشه شکل ۳-۲۴، توزیع بارش تگرگ در کشور را نشان می دهد. نقشه مربوطه نشان می دهد که بیشتر مناطق کشور که تا حدودی با مناطق خشک کشور انطباق دارد حداقل رخداد بارش تگرگ را تجربه می کنند. از مهمترین دلایل این موضوع این است که در این مناطق بارش ها عمدتاً به صورت باران بوده و بارش تگرگ در آنها بنا به عدم وجود زمینه مناسب نادر می باشد. منطقه دوم که انطباق با مناطق غربی و شمال غربی کشور دارد سالانه بطور میانگین ۱ تا ۳ روز رخداد بارش تگرگ را تجربه می کنند و در همین مناطق، نقاطی از کشور وجود دارد که به صورت جزیره ای و بنا به شرایط محلی بیشترین روزهای بارش تگرگ را دارند که شمال سه ایستگاه مراغه، ایلام و آبعلی می‌گردد.



شکل ۳-۲۴- نقشه توزیع بارش تگرگ در ایران

- **خطر تگرگ در استان یزد**

استان یزد با داشتن بیش از ۴۰ هزار هکتار باغ پسته بعد از کرمان به‌عنوان یکی از مناطق عمده تولید پسته می‌باشد که در برخی سال ها شاهد وقوع سرمازدگی بهاره بوده به‌گونه‌ای که طی سال‌های اخیر، ۷۸۰ میلیارد ریال به باغ‌های پسته استان یزد خسارت وارد شده است. همچنین سرمای بهار در استان یزد موجب خشک شدن درختان گردو و بادام منطقه تفت و سایر نواحی کوهستانی یزد در سال ۱۳۷۴ گردیده است. این پدیده آثار دیگری مانند کاهش تولیدات محصولات باغی، زراعی و صیفی و همچنین خسارت به بخش‌های دامی، تأسیسات زیربنایی و منابع آب منطقه گردیده که موجبات کاهش درآمد مردم مناطق خسارت دیده را فراهم می‌آورد.

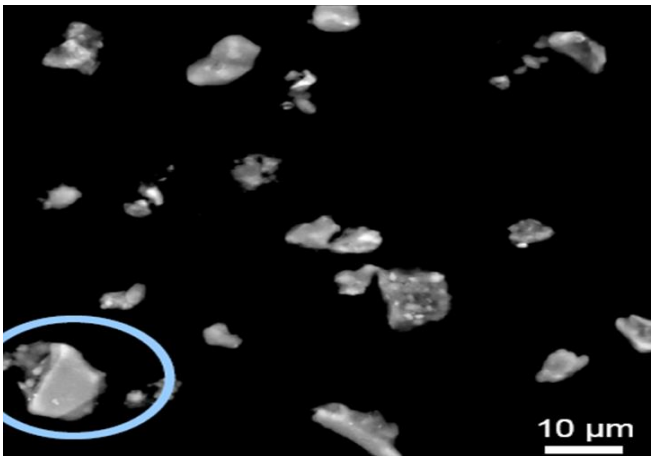
۳-۴- مخاطرات زیست محیطی:

۳-۴-۱- خطر ناشی از گردوغبار در استان یزد

یکی از پدیده‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک (مناطق کم باران با پراکنش زیاد) پدیده گردوغبار و توفان شن می‌باشد. کانون‌های اصلی شکل‌گیری این پدیده صحراهای عربستان، شمال آفریقا، جنوب عراق و کویر مرکزی ایران می‌باشند. عوامل و عناصر متعددی در به‌وجود آمدن پدیده گردوغبار نقش دارند که مهم‌ترین آن‌ها شامل ویژگی‌های منطقه از جمله بیابانی بودن، بافت و ترکیب خاک، توپوگرافی منطقه جهت کانالیزه کردن جریانات هوا، الگوهای سینوپتیکی وزش بادهای شدید و ناگهانی، تغییر در رژیم هیدرولوژیکی منطقه با احداث سدها و کانالهای انحرافی، خشک شدن بسترهای آبی و رودخانه‌ها، عوامل انسانی سیکل طبیعی اقلیم و فرسایش شدید بادی می‌باشند. خشکسالی بی‌سابقه سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ و خشکسالی با شدت کمتر از آن در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در منطقه و کل کشور و خاورمیانه از جمله عوامل بسیار مهم در بروز پدیده گردوغبار در سال‌های اخیر می‌باشد. البته گرم شدن هوا و برداشت زیاد آب یا ایجاد سد در بالادست مسیل‌ها و رودخانه‌های منطقه و به‌تبع آن خشک شدن بیشتر باتلاق‌ها و افزایش بار بستر رودها و تالاب‌ها ازجمله عواملی هستند که نقش بسیار مهمی بر شکل‌گیری پدیده گردوغبار دارند. توفان گردوغبار یا شن در اثر نیروی وزش باد بیش از آستانه حمل ذرات ریز توسط سامانه‌های جوی و بادهای محلی به‌وجود می‌آید. این توفان‌ها هنگامی‌که به مناطق شهری و سکونت‌گاه‌های افراد می‌رسند، اثرات منفی زیادی به‌ویژه روی سلامت انسان و گیاهان می‌گذارند. پدیده گردوغبار از ترکیبات پیچیده‌ای از عناصر شیمیایی مانند سیلیس، کربن، کلسیم، پتاسیم و برخی مواد آلی خطرناک تشکیل شده که اثرات سوء بسیاری بر محیط‌زیست و اکولوژی انسانی و غیره دارد. چون عمدتاً اثرات خشکسالی در سال‌های بعد از وقوع آشکار و نمایان می‌شود، لذا انتظار می‌رود، این اثرات در سال‌های بعد از وقوع شدت پیدا کند.

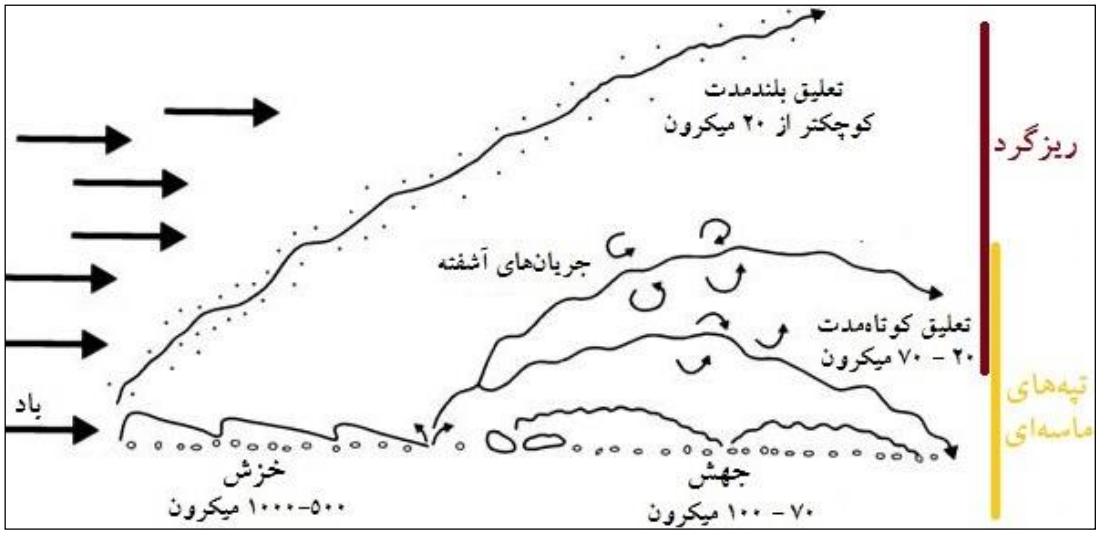
- **گردوغبار**

مواد جامد و یا مایع معلق در هوا را ریزگرد می‌گویند. ذرات ریزگرد قطر متفاوتی از ۰/۰۱ تا ۱۰۰ میکرون (۰/۱ میلی‌متر) دارند (Ahmadi, 2015). درحالی‌که ذرات بزرگ‌تر از ۱۰ میکرون معمولاً مدت زیادی در هوا نمی‌مانند و به سرعت رسوب می‌کنند، ریزگردهایی که مسافت‌های طولانی چندهزار کیلومتری را طی می‌کنند معمولاً قطری کمتر از ۱۰ و حتی ۵ میکرون دارند (شکل ۳-۲۵).

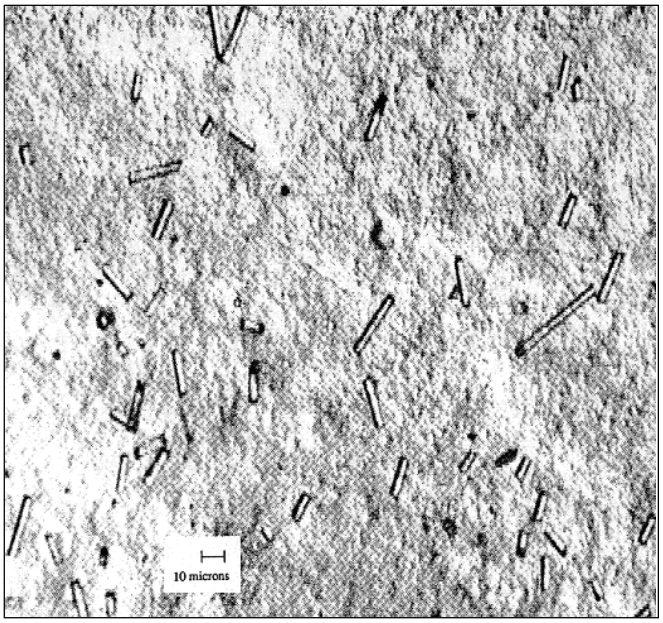


شکل ۳-۲۵- اندازه و شکل عمومی ذرات ریزگرد

از منظر طبقه‌بندی‌های مرسوم در مجموعه علوم‌زمین، موضوع ریزگرد از زیرمجموعه‌های مباحث فرسایش و رسوب (فرسایش بادی) می‌باشد. فرسایش بادی از سه مرحله برداشت، حمل و رسوب‌گذاری تشکیل شده (احمدی، ۱۳۸۸) که در هر سه مرحله، مواردی نظیر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و مورفولوژیکی ذرات رسوب و ویژگی‌های سیال هوا و همچنین تأثیر متقابل این دو بر یکدیگر بررسی می‌شود. زمانی که باد با سطح زمین حساس به فرسایش برخورد می‌کند، ذرات با سه حالت به حرکت درمی‌آیند که حالت تعلیق ذره منجر به بروز پدیده ریزگرد می‌شود (شکل ۳-۲۶). البته باید درنظر داشت که آنچه به‌عنوان ریزگرد در هوا به‌ویژه در مناطق شهری و صنعتی وجود دارد، ترکیبی از غبار، دوده، بخار آب و سایر آلاینده‌های محیطی (شکل ۳-۲۷) است (Ahmadi, 2015).



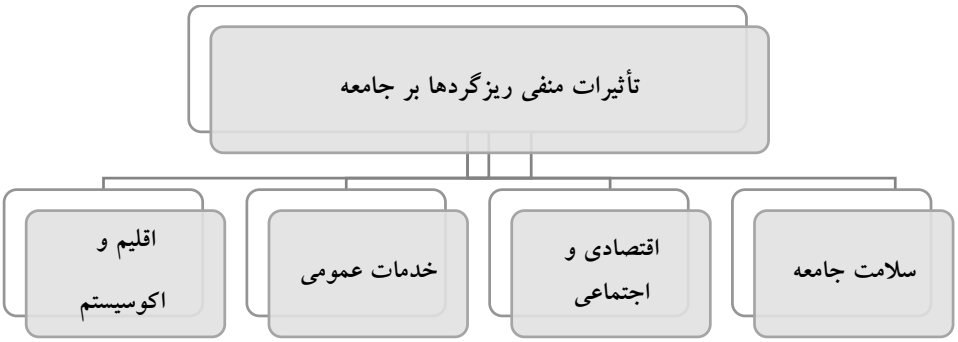
شکل ۳-۲۶) نوع حرکت ذرات سطوح حساس به فرسایش بادی بر اساس قطر ذره (Lancaster, 2005)



شکل ۳-۲۷- ذرات فیبری شیشه‌ای موجود در هوای شهرها (Ahmadi, 2015)

- **آثار ریزگرد**

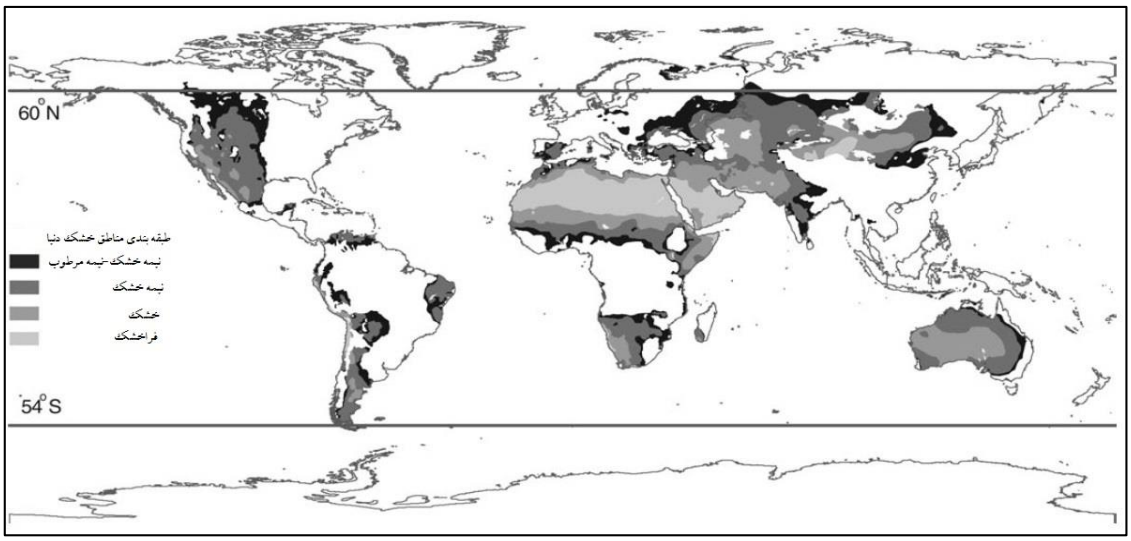
تأثیر این پدیده علاوه بر بروز مسائل زیست‌محیطی، سلامت جامعه، منابع و فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی را نیز تحت‌شعاع خود قرار می‌دهند (نمودار ۳-۶) و همه دولت‌ها ناگزیر از چاره‌جویی برای آن‌ها می‌باشند.



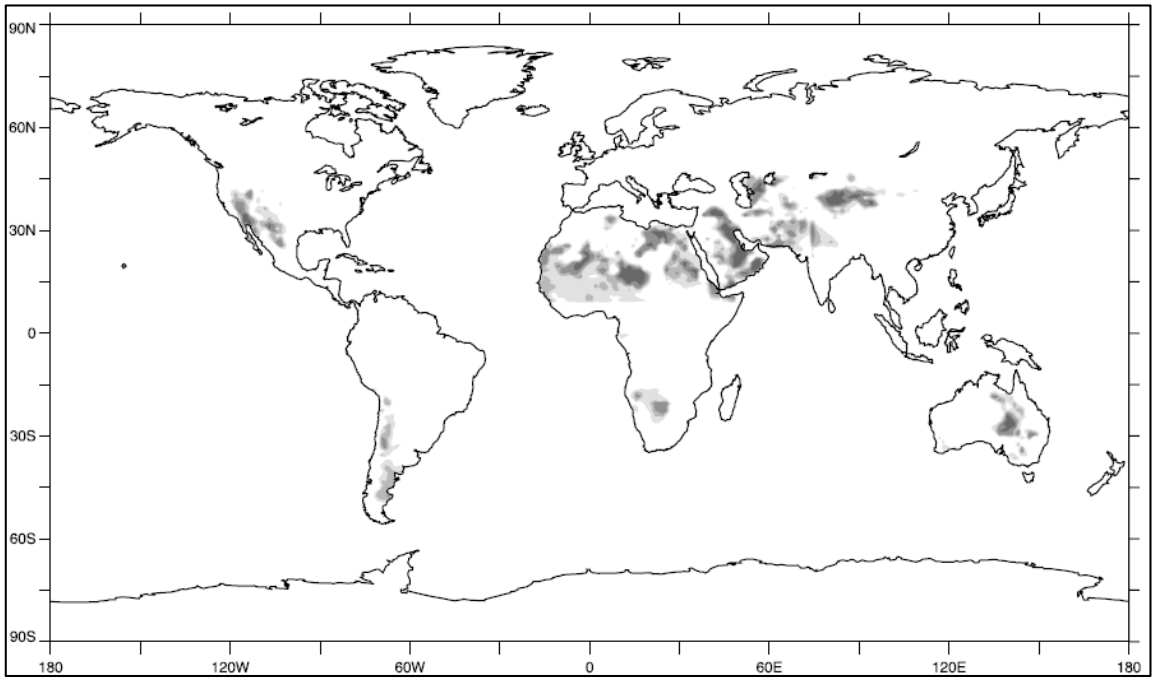
نمودار ۳-۶- تأثیرات منفی ریزگردها در جامعه

- **پراکنش جغرافیایی کانون‌های تولید و انتشار ریزگرد**
- **پراکنش جهانی**

به‌طور طبیعی، سطوح هموار، خشک، بدون پوشش و پوشیده از رسوبات ریزدانه ناپیوسته، مناطق مستعد تولید ریزگرد هستند. به همین دلیل نقشه‌ها و اطلس‌های پراکنش جغرافیایی وقوع ریزگرد هم‌پوشانی بالایی با مناطق خشک و بیابانی دنیا دارند (شکل‌های ۳-۲۸ و ۳-۲۹).



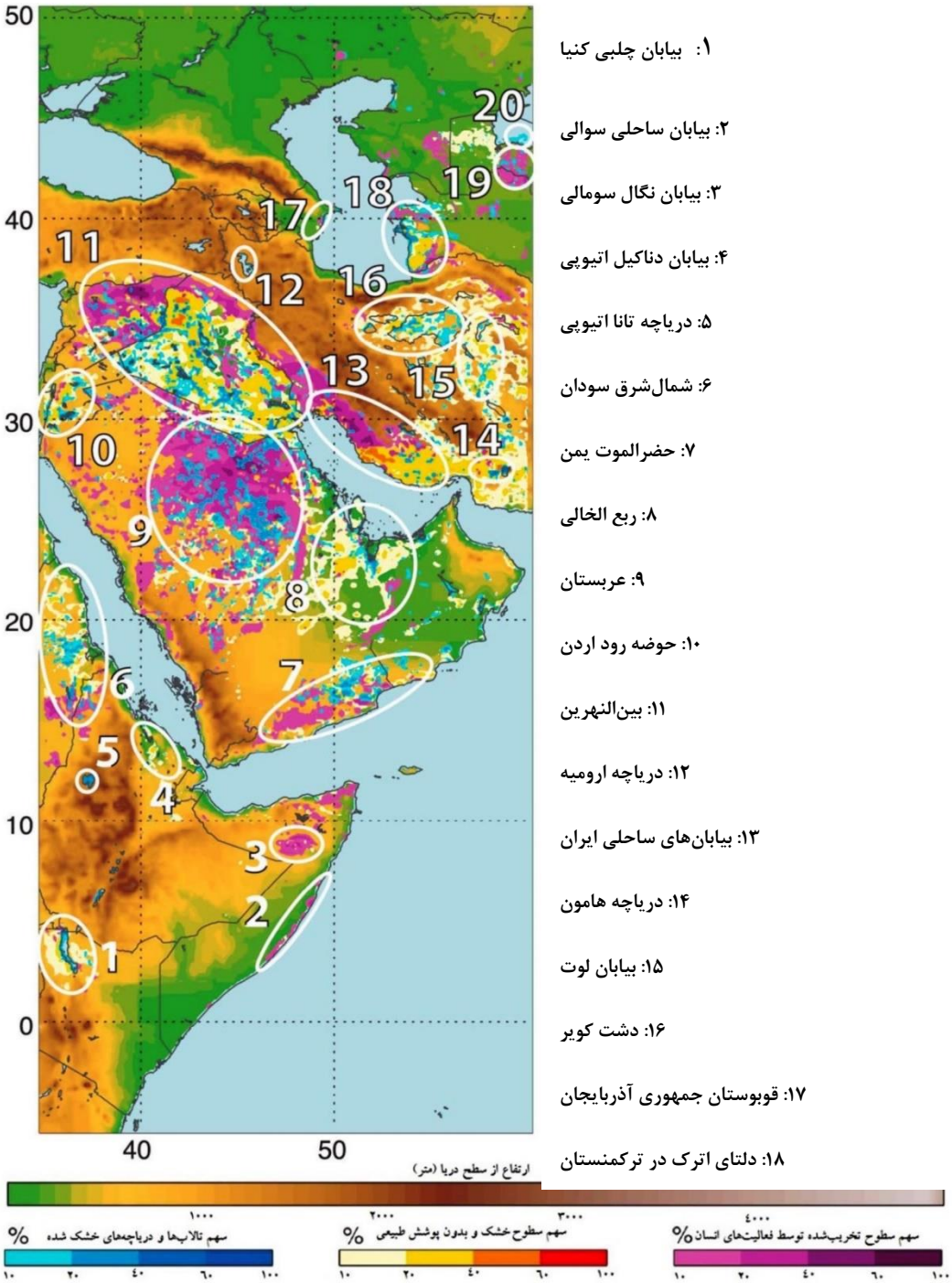
شکل ۳-۲۸- گسترش جغرافیایی مناطق خشک (Millennium Ecosystem Assessment, 2005)



شکل۳-۲۹- پراکنش جغرافیایی کانون‌های جهانی انتشار ریزگرد (Prospero et. al., 2002)

- **پراکنش منطقه‌ای**

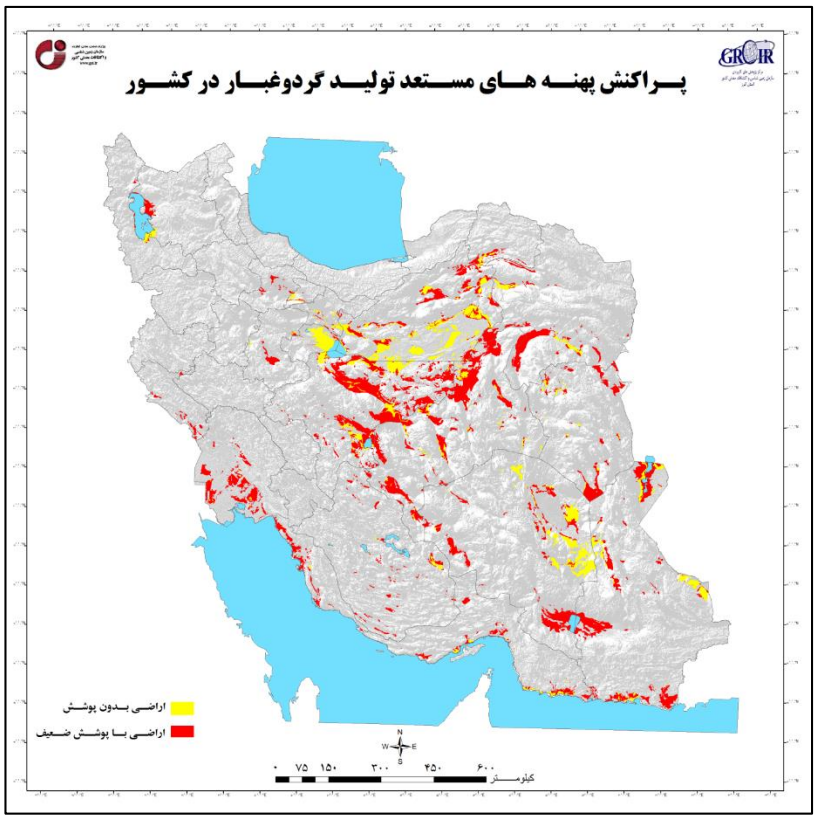
چنان‌که در شکل ۳-۲۶ مشاهده می‌شود، ایران و به طورکلی خاورمیانه در کمربند کانون‌های جهانی انتشار ریزگرد واقع شده‌اند. شکل ۳-۳۰، پراکنش کانون‌های منطقه‌ای را به تفکیک نوع سطح زمین در این منطقه نشان می‌دهد.



شکل ۳-۳۰- پراکنش جغرافیایی کانون‌های منطقه‌ای انتشار ریزگرد (Ginoux et. al., 2012)

- **پراکنش کانون‌های داخلی**

شکل ۳-۳۱، پراکنش اراضی بدون پوشش و خشک دشت‌های کشور را نشان می‌دهد که اراضی مستعد تولید گردوغبار داخلی را تشکیل می‌دهند. در شکل ۳-۳۲، سهم استان‌های درگیر با این موضوع نشان داده شده است.

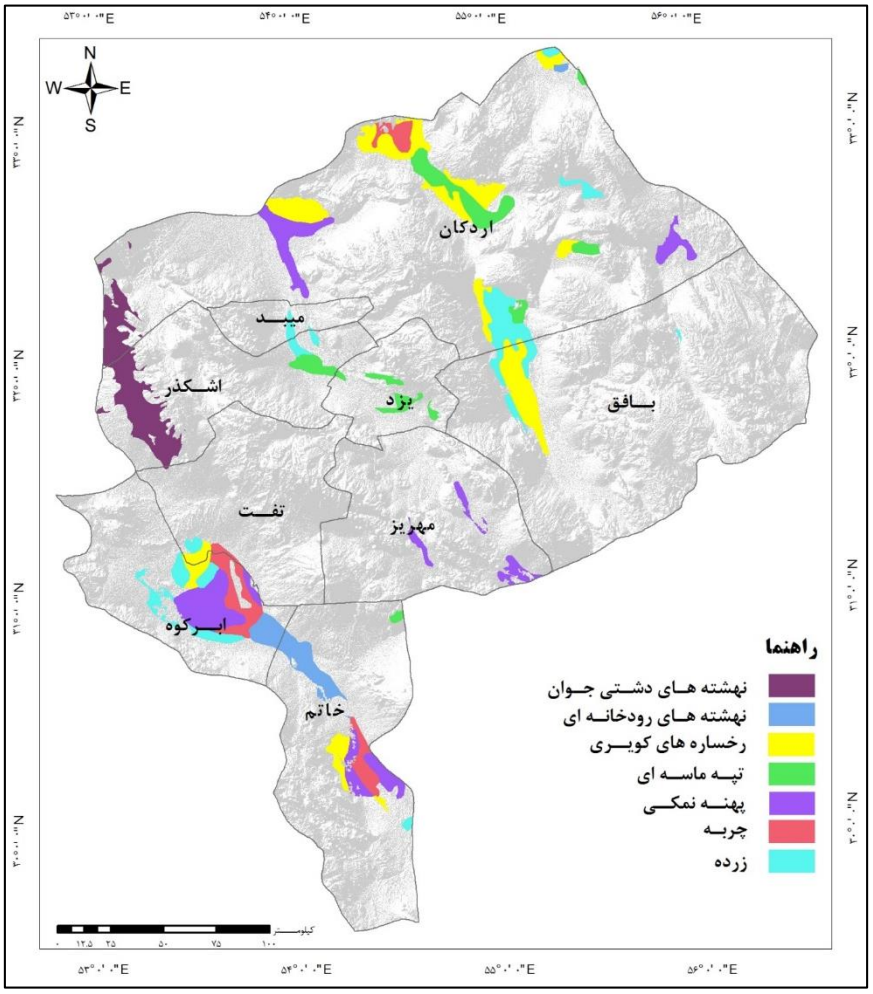


شکل ۳-۳۱- پراکنش جغرافیایی اراضی مستعد تولید گردوغبار در کشور (سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۹۴)

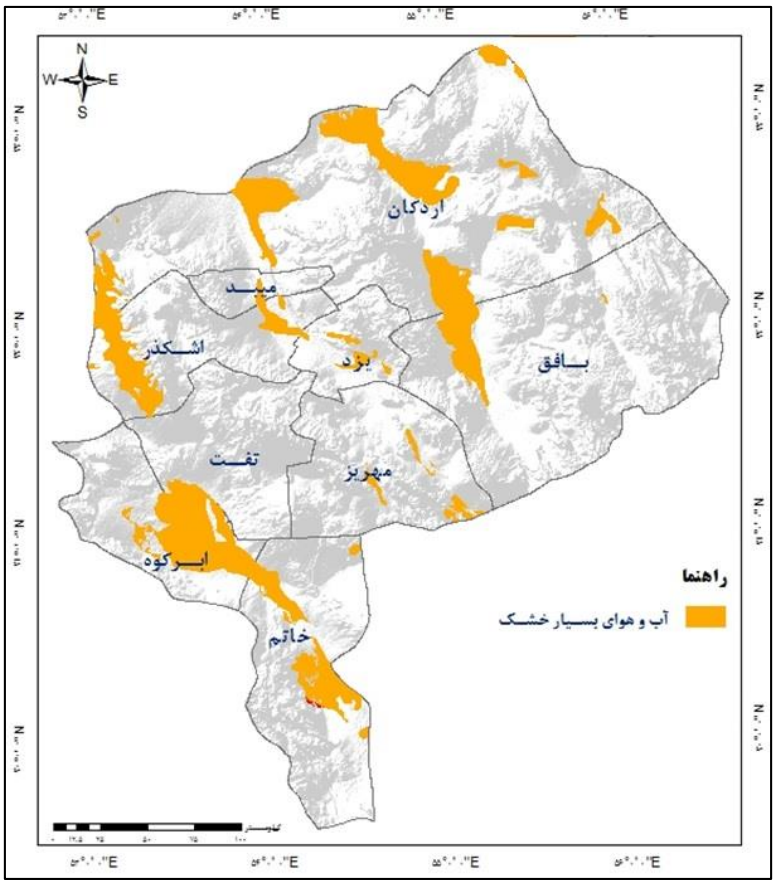
شکل ۳-۳۲) سهم استان‌های مستعد تولید گرد و غبار در کشور (برگرفته از سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۹۴)

۳-۴-۲- وضعیت استان یزد از نظر تولید و انتشار ریزگرد

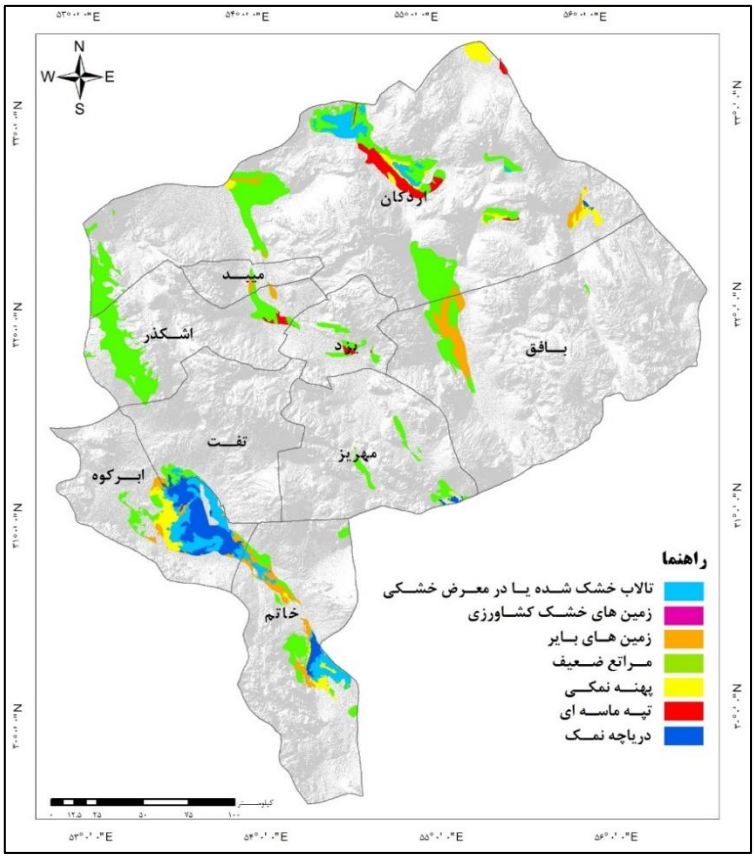
شکل ۳-۳۳ تا شکل ۳-۳۵ پراکنش اراضی مستعد تولید گرد و غبار را در استان یزد نشان می‌دهد. همچنین در نمودار های ۳-۷ و ۳-۸ جایگاه استان نسبت به سایر استان‌ها از نظر وسعت اراضی مستعد تولید گـرد و غبـار و همچنین سهم این اراضی از کل استان، نشان داده شده است. در ادامه نقشه پهنه‌بندی اراضی مستعد به تفکیک شهرستان‌های استان در شکل ۳-۳۶ آورده شده است.



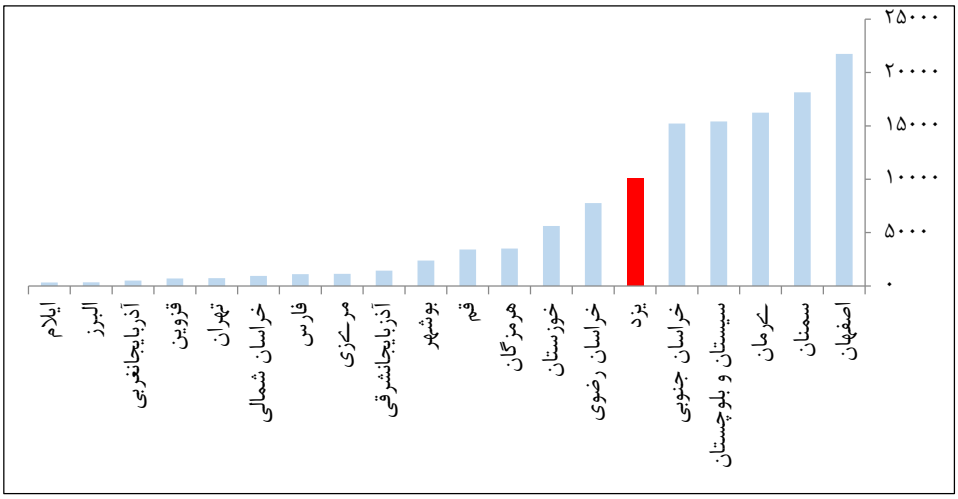
شکل ۳-۳۳- پراکنش نهشته‌های کواترنری ریزدانه در استان یزد



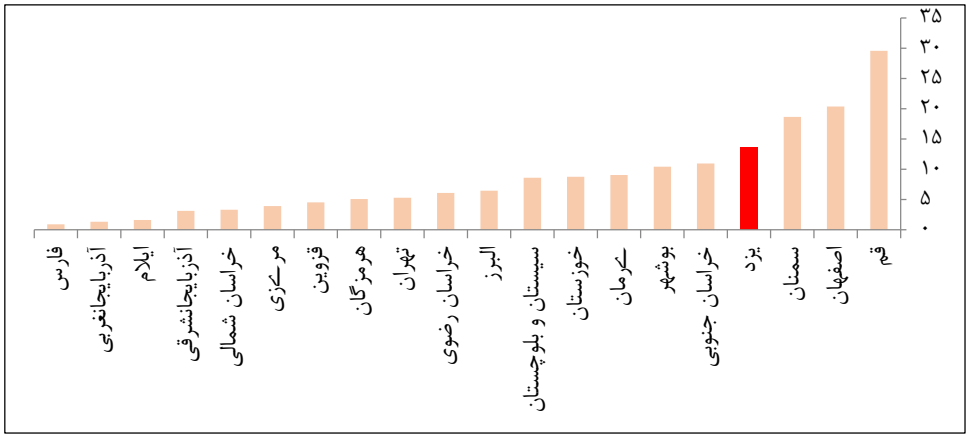
شکل ۳-۳۴- پراکنش پهنه‌های مستعد به تفکیک نوع آب و هوا



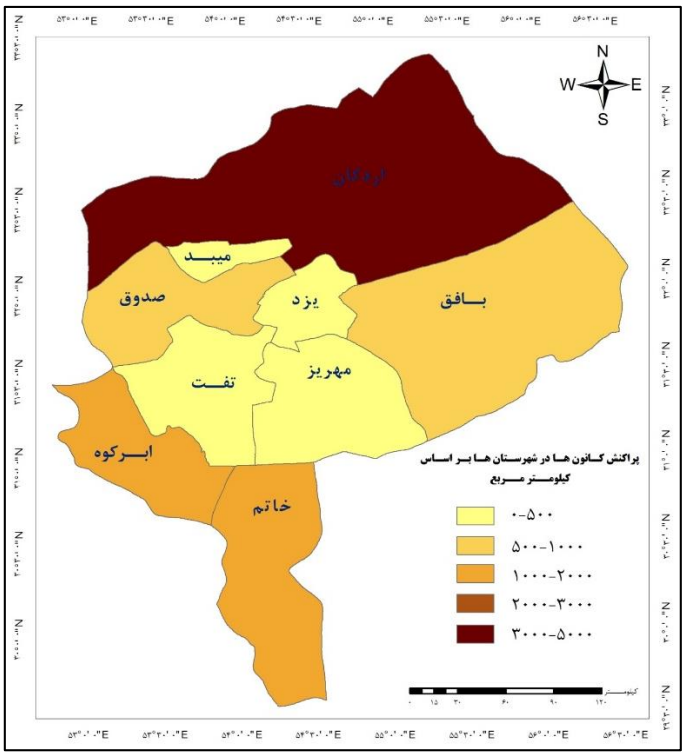
شکل ۳-۳۵- پراکنش پهنه‌های مستعد به تفکیک نوع کاربری اراضی



نمودار ۳-۷- مساحت نواحی مستعد تولید گرد و غبار در استان‌های کشور و جایگاه استان یزد

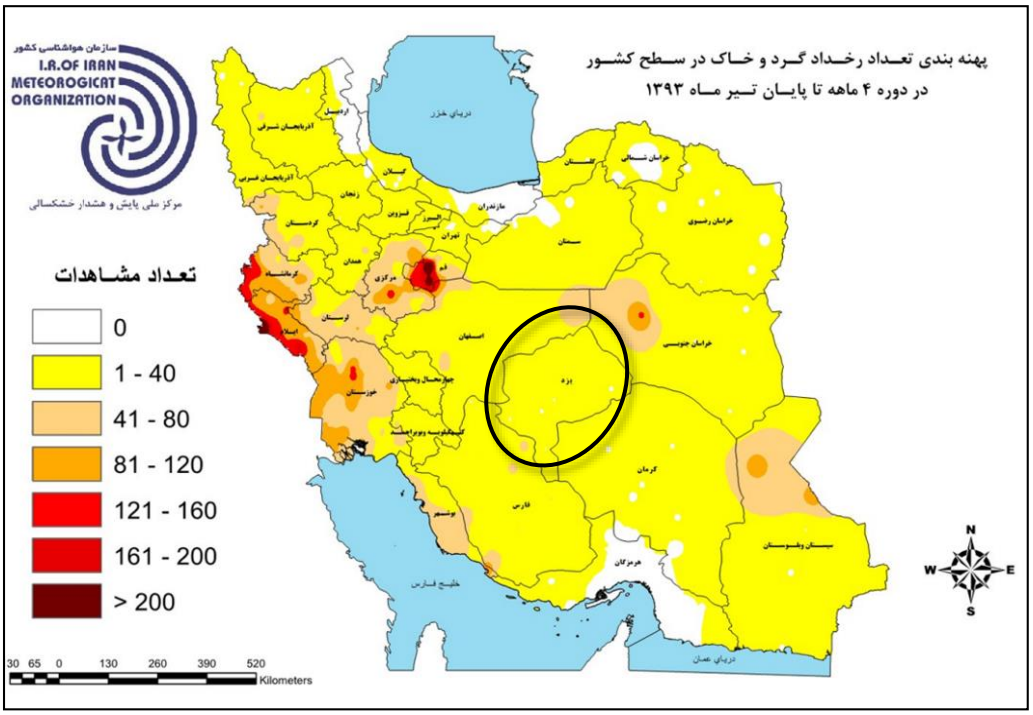


نمودار ۳-۸) سهم نواحی مستعد تولید گرد و غبار نسبت به مساحت کل استان و جایگاه استان یزد



شکل ۳-۳۶- پراکنش کانون های گرد و غبار در شهرستان های استان یزد

همچنین بر اساس نقشه پهنه‌بندی تعداد رخداد پدیده گرد و غبار در کشور مربوط به ۴ ماهه منتهی به تیرماه ۱۳۹۳، بخش‌های شمال باختر و جنوبی استان یزد با تعداد مشاهدات کم (تعداد ۱ تا ۴۰) رخداد گرد و غبار بوده است (شکل ۳-۳۷).



شکل ۳-۳۷- پهنه‌بندی تعداد رخداد گردوغبار در سطح کشور و موقعیت استان یزد
(برگرفته از سازمان هواشناسی کشور، مرکز ملی پایش و هشدار خشکسالی، ۱۳۹۳)

- **عوامل مؤثر بر وقوع پدیده گرد و غبار در استان یزد**

منشاء طوفان ها در یزد معمولا سامانه های مدیترانه ای، جنوب غربی مدیترانه ای - سودانی و شمال شرقی می باشد که عمدتاً با توجه به عدم پوشش گیاهی و یا کم بودن تراکم پوشش گیاهی در مسیر حرکت آنها موجب می شود تا حمل خاک و شن خسارت های سنگینی به تاسیسات زیربنایی، فضاهای سبز، واحدهای مسکونی ، کشاورزی و دامی وارد نماید (ابرقویی، ۱۳۸۴)

موقعیت جغرافیای استان یزد و همجواری با کویرهای مرکزی ایران باعث شرایط خاص آب و هوایی گردیده که انرژی سیستم های جوی به دلیل کمبود رطوبت عمدتاً بصورت وزش باد و گرد و خاک پدیدار می شود. با توجه به بررسی های بعمل آمده (طبق سالنامه های سازمان هواشناسی کشور) از سال ۲۰۰۸-۱۹۹۹ میلادی میانگین روزهای توام با طوفان گرد و خاک استان ۴۳ روز در سال و میانگین روزهای همراه با غبار محلی (که از نظر هواشناسی حالتی از تیرگی هوا است که در نتیجه وجود ذرات جامد و معلق درهوا ایجاد می شود) به طور میانگین ۱۱۳ روز در سال بوده است. میانگین پدیده های فوق حدود ۱۵۶ روز در سال می باشدکه قطعاً با توجه به خشکسالی های مستمر سال های اخیر و نیز ورود ریزگردها با منشاء خارجی(عمدتاً از غرب و جنوب غرب) این تعداد روبه افزایش است .

- **خسارات ناشی از پدیده گردوغبار در استان یزد**
- هجوم طوفان های ماسه ای برمراکز زیستی و اقتصادی
- از بین رفتن تاسیسات ، راهها و ساختمان ها- آلودگی هوا و مشکلات زیست محیطی- آلوده شدن آب نوشیدنی
- شیوع انواع بیماریهای چشمی،ریوی و تنفسی و ...
- کمبود عایق الکتریکی ، مشکلات مکانیکی ، مشکلات مخابره رادیویی واختلال در حمل و نقل
- شیوع بیماری گیاهی، خفگی حیوان
- مهاجرت، تخریب غیرقابل جبران منطقه تحت تاثیر از حیث اقتصادی، اجتماعی

۳-۵- مخاطرات ناپایداری دامنه‌ای

۳-۵-۱- خطر زمین‌لغزش در استان یزد

ایران به‌دلیل شرایط خاص زمین‌شناسی، توپوگرافی و آب‌وهوایی از کشورهای مهم لغزه‌خیز است و سالانه خسارات قابل توجهی بر اثر بروز زمین‌لغزش گزارش می‌شود. از عوامل عمده مؤثر در وقوع این پدیده می‌توان به تغییر در شیب دامنه، شرایط ژئوتکنیکی و لیتولوژیکی، زمینلرزه و لرزش، حرکات تکتونیکی، تغییرات ساختاری، اثر باران و ذوب برف، قطع پوشش گیاهی و ... اشاره نمود.

به‌طورکلی می‌توان هدف نهایی از بررسی و مطالعه زمین‌لغزش‌ها را یافتن راه‌های کاهش خسارات ناشی از آن‌ها ذکر کرد. این کار ممکن است به روش‌های مختلف مانند پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش برای تعیین مناطق پرخطر

و تهیه دستورالعمل‌ها و آیین‌نامه‌ها برای استفاده مناسب یا پرهیز از این مناطق، یا به‌وسیله مطالعه موردی یک زمین‌لغزش و ارائه راه‌حل برای کنترل آن یا هر روش دیگر صورت گیرد (سفیدگری،۱۳۷۲).

تاکنون مطالعه جامعی از لحاظ عوامل ایجاد این زمین لغزش ها و بررسی مناطق مختلف از لحاظ حساسیت به زمین لغزش در گستره استان یزد صورت نگرفته است. ذکر این نکته حائز اهمیت است که زمین لغزش‌ها نسبت به سایر بلایای طبیعی مانند سیل و زمینلرزه مدیریت پذیرتر و قابل پیش بینی تر می باشند. تهیه نقشه پهنه بندی زمین لغزش برای تعیین نواحی مستعد و حرکات توده‌ای، ارتقای سطح آگاهی عمومی مردم و بهره برداران از نحوه استفاده از اراضی مستعد، مشارکت و استفاده عمومی در مدیریت رانش ها در کنار اقدامات مهارکننده از جمله راهکارهای اساسی در کاهش خسارات ناشی از فرسایش و تخریب خاک می‌باشند و درصورتی که اقدامات مدیریتی صورت نگیرد بر میزان لغزش‌ها افزوده شده و خسارات قابل توجهی بر عرصه‌های طبیعی وارد خواهد آمد و آثار جبران ناپذیر زیست محیطی، از بین رفتن عرصه‌های کشاورزی و ورود حجم بسیار بالای خاک به مخازن و سدهای ذخیره ای را به دنبال خواهد داشت.

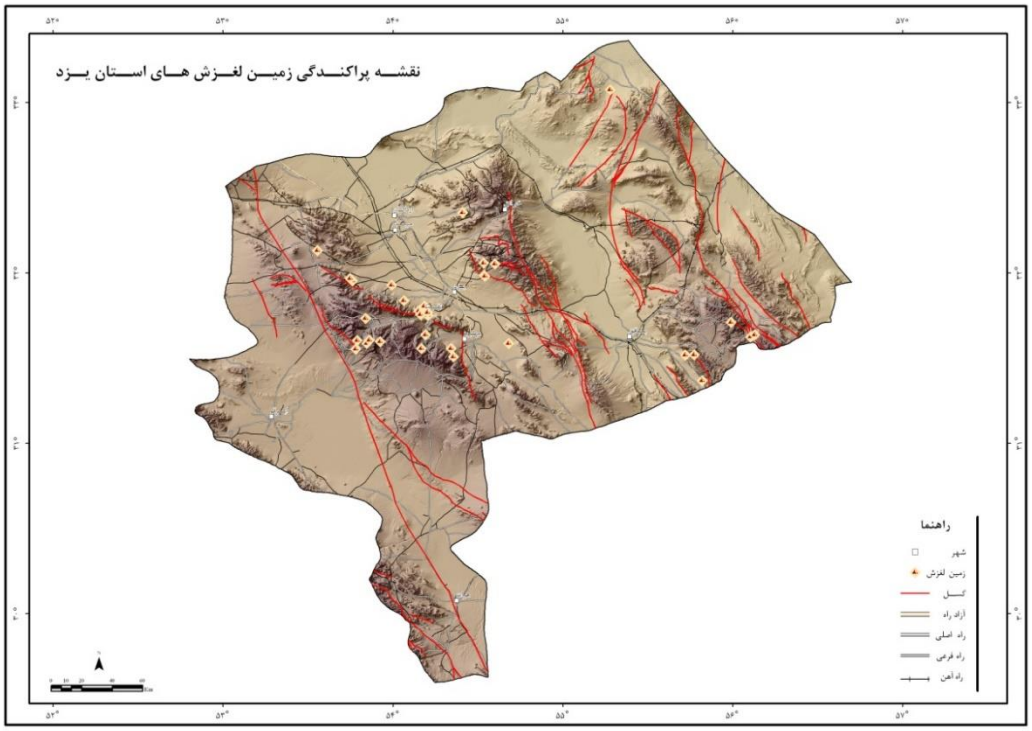
- **پراکنش زمین لغزش ها در سطح استان**

بیش از نیمی از زمین لغزش های رخ داده در سطح استان یزد، در شهرستان تفت ثبت گردیده است که از آن جمله می توان به زمین لغزش روستای عبدا ...شهرستان تفت اشاره نمود. از دیگر زمین لغزش های روی داده در سطح استان که خسارات قابل توجهی به خانه های مسکونی وارد نموده می توان زمین لغزش روستای قطروم شهرستان بافق و زمین لغزش روستای دهنو ملااسماعیل بخش بهاباد را نام برد.

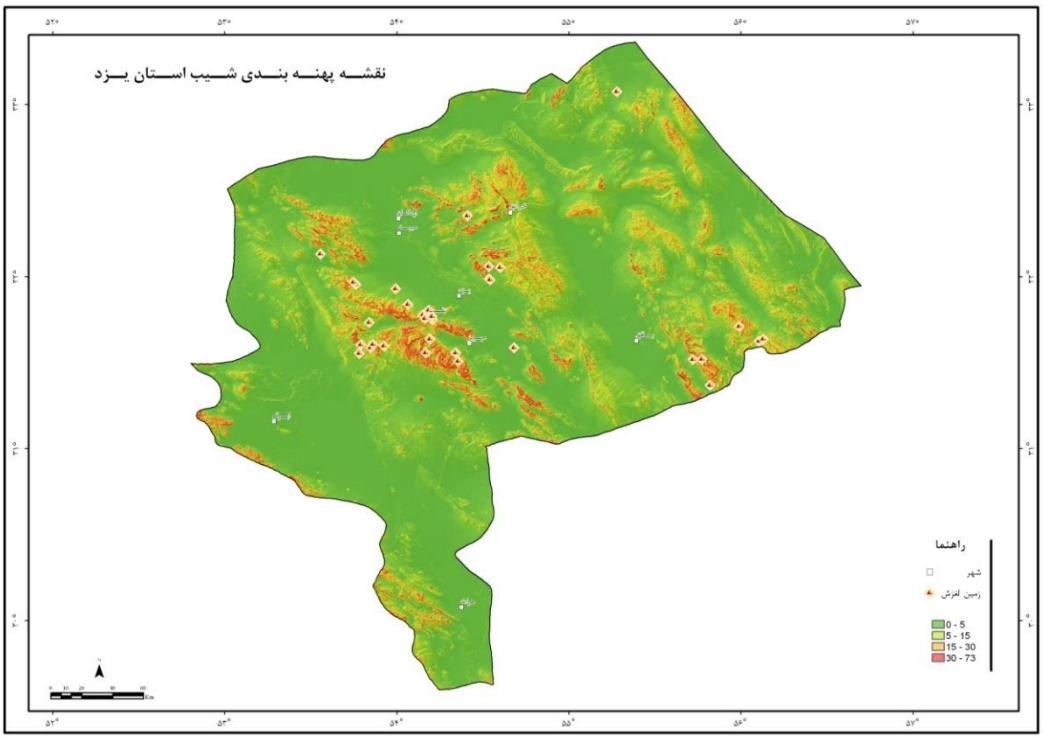
همانطور که در شکل مشاهده می گردد، تمرکز زمین لغزش ها با روند گسل های اصلی و فعال منطقه در ارتباط مستقیم می باشد. به لحاظ رخداد تیپیک ترین زمین لغزش در محدوده گسل کوهبنان بهاباد و ریزش‌های سنگی روستاهای عبدا ...شهرستان تفت در محدوده گسل دهشیر بافت نقش زون گسل‌های مهم و اصلی در رخداد زمین لغزش قابل تامل می باشد.

با توجه به مطالعات صورت گرفته بر مبنای تعداد زمین لغزش ها و میزان خسارت آن بر اساس فاصله از گسل های اصلی، مشخص گردیده است که زمین لغزش‌هایی که در محدوده کمتر از ۲۰۰۰ متر از گسل اصلی قرار دارند دارای تلفات و خسارات بیشتری بوده اند.

در محدوده استان بیشترین رخداد زمین لغزش در کوه ها و تپه ها واقع گردیده و تعداد اندکی در دشت‌های آبرفتی دامنه ای اتفاق افتاده است شکل (۳-۳۸). بیشترین زمین لغزش ها در زاویه شیب بین ۳۰-۴۵ درجه و جهت ۰-۹۰ درجه رخ داده است (شکل ۳-۳۹).



شکل۳-۳۸- نقشه پهنه بندی شیب استان یزد (برگرفته از پایگاه ملی علوم زمین کشور، ۱۳۹۴)



شکل۳-۳۹- نقشه پراکندگی زمین‌لغزش‌های استان یزد (برگرفته از پایگاه ملی علوم زمین کشور، ۱۳۹۴)

ریزش های سنگی اتفاق افتاده در محدوده استان بیشتر مربوط به لیتولوژی آهک (کرتاسه) بوده و از آنجا که در مناطق خشک این لیتولوژی بدلیل کارستیک بودن و نیز شکستگی ها نقش مهمی در آبسازی منطقه ایفا

می نماید و اکثراً در پایین دست این سازند مزارع و روستاها مستقر هستند، لذا ریزش های سنگی می تواند منشا ایجاد خطرات برای این مناطق باشد که به عنوان مثال می توان روستای عبد ا... ، روستای قطروم و زیارتگاه زرتشتیان (پیر چک چک) را نام برد که در معرض خطر قرار دارند.

بطور کلی علل وقوع زمین لغزش ها در سطح استان یزد را می توان به ترتیب اولویت چنین بیان نمود (مهرنهاد و همکاران، ۱۳۹۲):

- فرسایش و زیر شویی (بارش، هوازدگی و مرطوب شدن و خشک شدن و عمل یخ زدگی و انحلال و انتقال مواد)
- شرایط ذاتی و اولیه (ترکیب کانی شناسی و شیمیایی مصالح دامنه خصوصاً سازند آهکی و ریزدانه رس و مارن)
- ساخت های عمده و وضعیت هندسی دامنه شامل شکستگی ها، گسل ها و سطوح طبقه بندی
- تنش های زودگذر زمین شامل زمینلرزه
- عوامل انسانی شامل کشاورزی و آبیاری بر روی دامنه ها

۳-۶- مخاطرات فرونشست زمین

این پدیده که از آن به‌عنوان مرگ پنهان خاک یاد می‌شود، در دراز مدت عمل می‌کند و تبعات ناشی از آن می‌تواند به از بین رفتن مزارع و سکونت‌گاه‌های بشری منجر گردد.

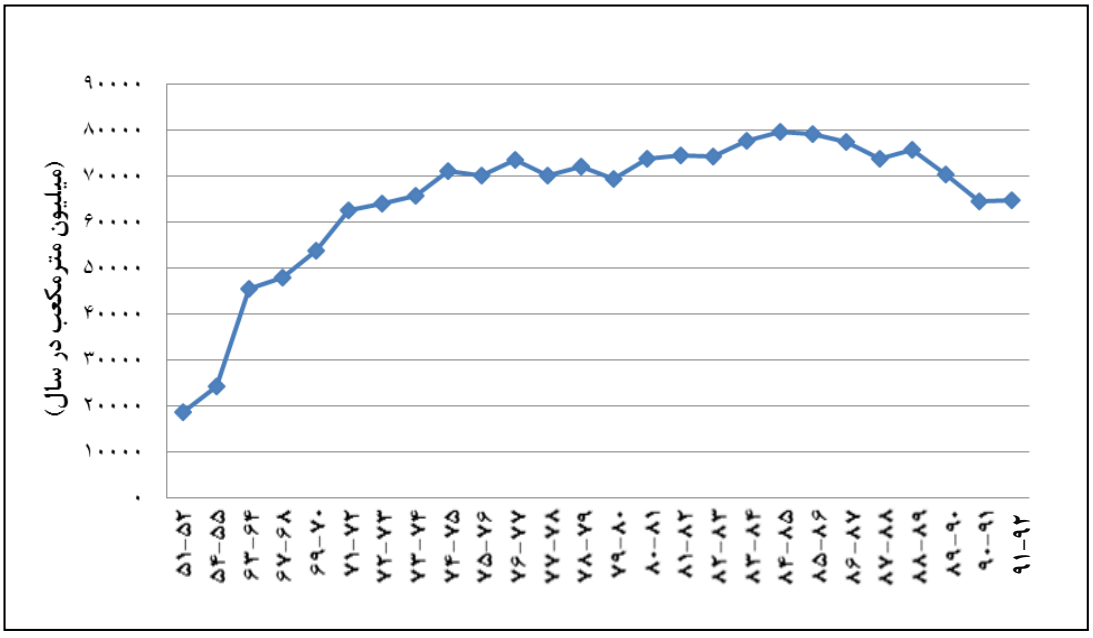
فرونشست شامل فروریزش یا نشست رو به پایین سطح زمین است که می‌تواند دارای بردار جابه‌جایی افقی اندک باشد. حرکت از نظر شدت، وسعت و میزان مناطق درگیر محدود نمی‌باشد. عوامل ایجاد فرونشست‌زمین به دو دسته طبیعی (نظیر انحلال، آب‌شدگی یخ‌ها و تراکم نهشته‌ها، حرکت آرام زمین و خروج گدازه) و انسانی (نظیر برداشت بی‌رویه منابع آب زیرزمینی و نفت و گاز، معدنکاری، برداشت و استخراج مواد معدنی و احداث و بارگذاری سازه‌ها) تقسیم می‌شود.

پدیده فرونشست‌زمین در ایران عمدتاً در نواحی آهکی و کارستی و یا در نواحی با برداشت بیش از حدمجاز از آب‌های زیرزمینی به‌وقوع می‌پیوندند. چون این پدیده ممکن است با خسارات جانی و مالی همراه باشد، به‌عنوان یکی از مخاطرات و سوانح ملحوظ می‌شود. فرونشست و شکاف‌های زمین که به آهستگی و به‌تدریج گسترش می‌یابند، شاید تأثیر خطرات ناگهانی و فاجعه‌بار مانند سیل و زلزله را نداشته باشد و در منطقه در حال فرونشست شاید خرابی به‌میزان گسترده مشاهده نشده و حتی آثار سطحی حاصل از آن نیز به‌راحتی قابل تشخیص نباشند اما با این وجود به طور معمول خسارات ناشی از فرونشست‌ها و شکاف‌های زمین ترمیم ناپذیر، پرهزینه و مخرب می‌باشند. بروز این پدیده باعث ایجاد مشکلاتی برای کشاورزان، تخریب خطوط ارتباطی و زیرساخت‌ها می‌گردد. مناطق شهری به دلیل تراکم جمعیت، ساختمان‌ها و شریان‌های حیاتی به‌طور ویژه آسیب‌پذیرتر می‌باشند.

پدیده فرونشست با ایجاد تغییر در وضعیت توپوگرافی منطقه می‌تواند سبب بروز تغییرات چشمگیری در آب‌شناسی منطقه (همچون تغییر ناهمسان در ارتفاع و شیب رودخانه‌ها و آبراهه‌ها) شود. به‌عنوان‌مثال، در این مناطق ممکن است سیلاب‌های عظیم و مخربی به‌وقوع بپیوندد، درحالی‌که قبل از ایجاد فرونشست از هیچ سابقه‌ای برخوردار نبوده است. از سوی دیگر این پدیده می‌تواند با ایجاد تغییر در وضعیت زمین آب‌شناختی منطقه (همچون تغییر در جهت و سرعت جریان آب زیرزمینی، بیلان آب زیرزمینی و غیره) نتایج ناهنجار بیشتری در پی داشته باشد.

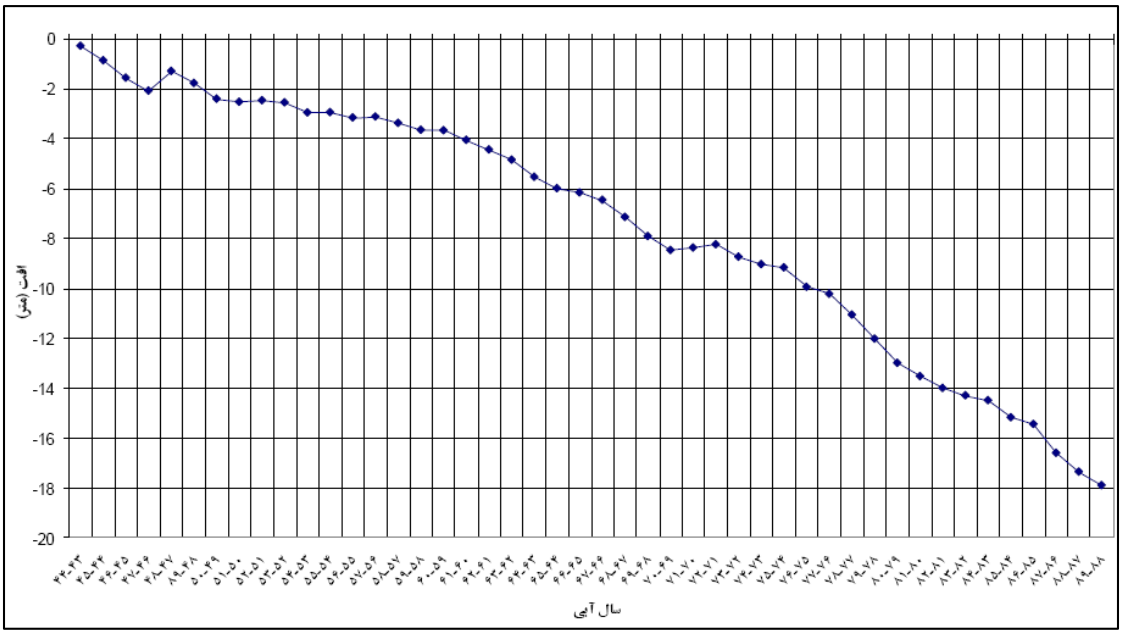
وقوع فرونشست‌زمین در اثر برداشت بیش از حدمجاز از آب‌های زیرزمینی با کاهش برگشت‌ناپذیر تمام یا بخشی از مخازن آب زیرزمینی موجب از بین رفتن یا کاهش تخلخل مفید نهشته‌ها می‌گردد. این امر می‌تواند منجر به اختلال در بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی و ماسه‌دهی چاه‌ها شود. شکست و یا بیرون‌زدگی لوله‌جدار چاه‌ها در نتیجه تنش‌های تراکمی ناشی از تراکم آبخوان‌ها از دیگر آسیب‌های حاصل از این پدیده محسوب می‌گردد. همچنین فرونشست‌زمین و به‌تبع آن کاهش میزان نفوذپذیری سطح زمین، گسترش پهنه‌های بیابانی را درپی‌خواهد داشت.

نمودار ۳-۹، بیانگر میزان برداشت آب زیرزمینی از سال آبی ۵۲-۱۳۵۱ تا سال آبی ۹۲-۱۳۹۱ در کشور می‌باشد. به‌طوری‌که در این نمودار مشاهده می‌شود، برداشت آب از سفره‌های آب زیرزمینی روند صعودی داشته و بر اساس این نمودار، بیشترین حجم برداشت از آبخوان‌ها در سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۶ بوده است.



نمودار ۳-۹- روند تغییرات مصرف آب زیرزمینی کشور در سی سال اخیر (برگرفته از دفتر مطالعات پایه منابع آب، ۱۳۹۲)

روند افت متوسط سطح آب زیرزمینی در آبخوان‌های کشور در نمودار ۳-۱۰ نمایش داده شده که حاکی از افت قابل‌ملاحظه سطح آب زیرزمینی بوده و بیانگر متوسط نرخ افت حدود ۴۰ سانتی‌متر در سال است. چنان‌که در نمودار مشاهده می‌شود، مقدار نرخ افت سطح آب زیرزمینی از ابتدا تا انتهای دوره افزایش نشان می‌دهد.



نمودار ۳-۱۰) روند افت متوسط سطح آب زیرزمینی در آبخوان‌های کشور از سال آبی ۴۴-۱۳۴۳ الی ۸۹-۱۳۸۸

(برگرفته از دفتر بررسی مخاطرات زمین‌شناختی، زیست‌محیطی و مهندسی، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۹۳)

با توجه به افزایش میزان برداشت از منابع آب زیرزمینی و در پی آن افت سطح آبخوان‌ها که به‌عنوان یک عامل برای وقوع فرونشست مطرح است، امکان وقوع فرونشست و پیامدهای حاصل از آن در کشور بسیار زیاد می‌باشد.

۳-۶-۱- وضعیت منابع آب زیرزمینی استان یزد

در استان یزد با مساحت و جمعیتی به‌ترتیب بالغ بر ۷۴۵۱۳ کیلومترمربع و ۱,۰۷۴,۴۲۸ نفر (برگرفته از سالنامه آماری استان یزد، ۱۳۹۳)، سالیانه حدود ۱۱۴۷ میلیون مترمکعب از منابع آب‌زیرزمینی برداشت می‌شود (شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان یزد، سال آبی ۹۳-۱۳۹۲).

منابع آب زیرزمینی استان یزد از آب‌های کم‌عمق، نیمه‌عمیق، عمیق و بسیار ژرف تشکیل می‌شود:

بیشتر دره‌های ارتفاعات شیرکوه مانند طزرجان، ده‌بالا، منشاد، بنادک‌سادات، سانیج، علی‌آباد، قطرآباد و کذاب به‌صورت سفره‌های آب‌زیرزمینی محلی کم‌عمق تشکیل شده که برداشت از این سفره‌ها هم‌چنان از طریق چشمه‌ها و قنوات صورت می‌گیرد.

دشت‌های مهریز، ابراهیم‌آباد و تفت عموماً دارای سفره‌های آب‌زیرزمینی نیمه‌عمیق است و بهره‌برداری از آن‌ها از طریق قنوات و چاه‌های نیمه‌عمیق مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد.

سفره اصلی آب زیرزمینی استان که بخش عمده دشت یزد-اردکان (از جنوب فهرج تا شمال اردکان) را شامل‌می‌شود، بزرگ‌ترین و مطلوب‌ترین آبخوان استان است که آب مورد مصرف کشاورزی، شرب و صنعت شهرستان‌های بزرگ یزد، میبد، اردکان و توابع را تأمین می‌کند.

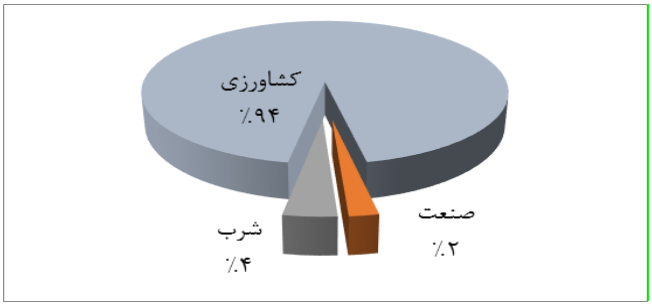
در جدول ۳-۳، تعداد و میزان برداشت از منابع آب‌زیرزمینی (شامل چاه، قنات و چشمه) استان یزد ارائه شده که از این میان چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق در مجموع با تعداد ۳۷۱۶ دهنه (حدود ۵۵ درصد از تعداد کل منابع آب زیرزمینی استان) و میزان ۹۴۷ میلیون مترمکعب تخلیه سالیانه (حدود ۸۲ درصد از کل تخلیه سالیانه از منابع آب زیرزمینی استان)، بیشترین حجم بهره‌برداری در استان یزد را به خود اختصاص داده است. همچنین، قنات‌های استان با تعداد ۲۷۰۵ رشته (حدود ۴۰ درصد از تعداد کل منابع آب زیرزمینی استان) و میزان ۱۷۴ میلیون مترمکعب تخلیه سالیانه (حدود ۱۵ درصد از کل تخلیه سالیانه از منابع آب زیرزمینی استان)، دارای رتبه بعدی اهمیت در میزان بهره‌برداری از منابع آب‌زیرزمینی استان یزد می‌باشند.

جدول ۳-۳) تعداد و میزان بهره‌برداری از چاه‌ها، چشمه‌ها و قنات‌های استان یزد در سال آبی ۹۲-۱۳۹۱ (میلیون مترمکعب)

(برگرفته از سالنامه آماری استان یزد، ۱۳۹۲)

استان	کل تخلیه سالیانه	چاه عمیق		چاه نیمه‌عمیق		قنات		چشمه	
		تعداد (حلقه)	تخلیه سالیانه	تعداد (حلقه)	تخلیه سالیانه	تعداد (رشته)	تخلیه سالیانه	تعداد (دهنه)	تخلیه سالیانه
یزد	۱۱۴۶/۸	۲۴۹۲ (٪۳۶)	۶۷۹/۷ (٪۵۹)	۱۲۲۴ (٪۱۸)	۲۶۶/۶ (٪۲۳)	۲۷۰۵ (٪۴۰)	۱۷۳/۶ (٪۱۵)	۳۸۸ (٪۶)	۲۶/۹ (٪۳)

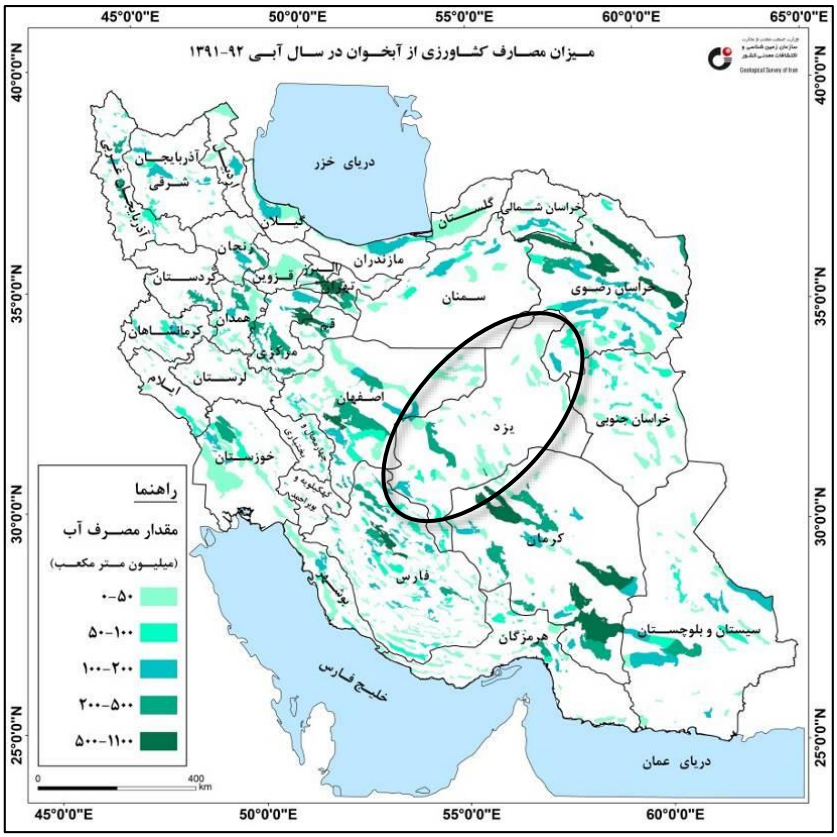
بر اساس گزارش سهامی آب منطقه‌ای استان یزد، درحال‌حاضر، حدود ۹۴ درصد منابع آب زیرزمینی استان در بخش کشاورزی، حدود ۴ درصد در بخش شرب و حدود ۲ درصد در بخش صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرد (نمودار ۳-۱۱). با توجه به حجم بسیار بالای آب برداشت‌شده از آبخوان‌های استان در بخش کشاورزی می‌بایست ضمن شناخت عوامل تأثیرگذار، راهکارهای مناسب همچون بهره‌برداری هدفمند از منابع آب استان، بهبود شرایط مصرف آب‌های زیرزمینی، تغییر روش‌های آبیاری، تعیین و استقرار الگوی کشت مناسب مورد توجه ویژه مسؤولان استانی قرار گیرد.



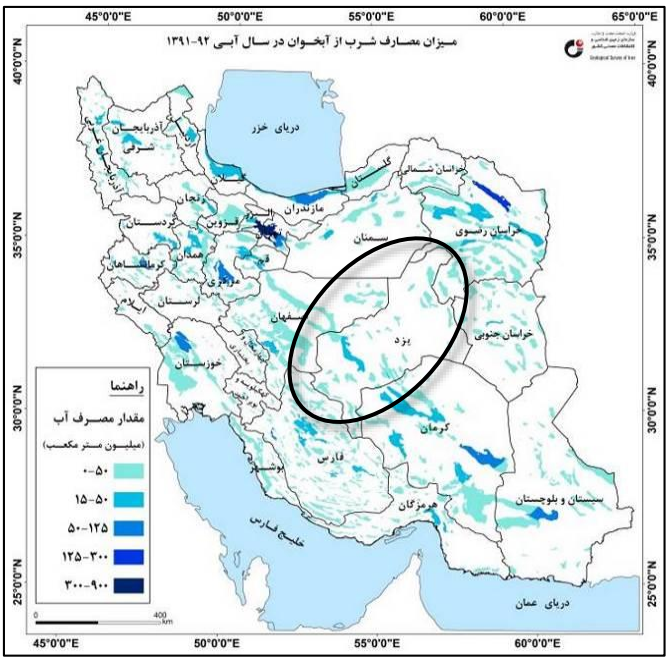
نمودار ۳-۱۱- وضعیت بهره‌برداری آبخوان‌ها برحسب بخش مصرفی در سال آبی ۹۳-۱۳۹۲ در استان یزد

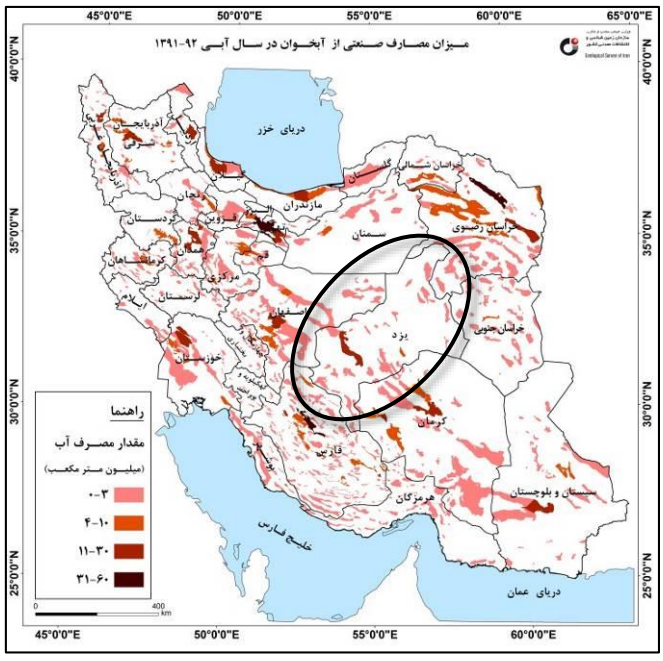
(برگرفته از دفتر مطالعات پایه منابع آب، ۱۳۹۳)

در نقشه‌های شکل ۳-۴۰، میزان مصارف آب در بخش‌های کشاورزی، صنعت و شرب از آبخوان‌های استان یزد در سال آبی ۹۲-۱۳۹۱ نمایش داده شده است.



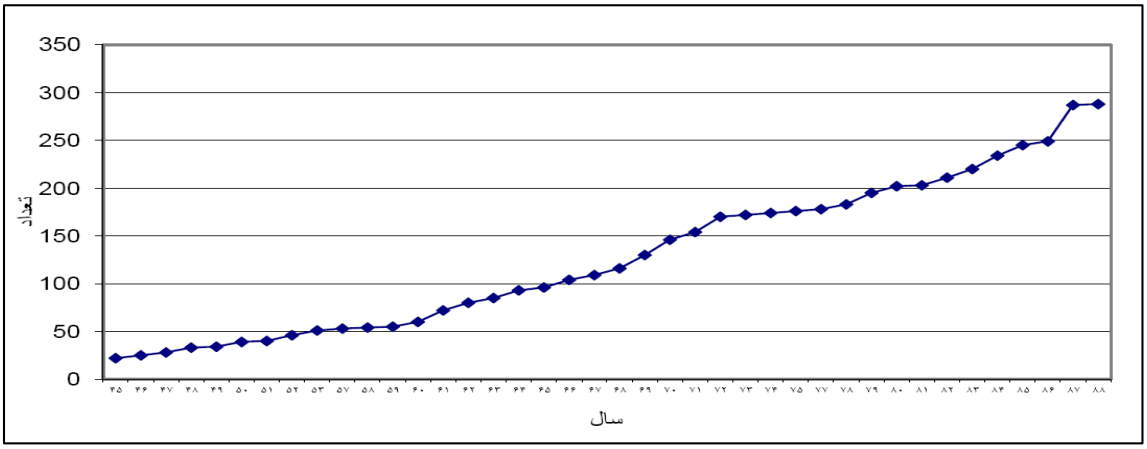
شکل ۳-۴۰) میزان مصارف آب در بخش‌های کشاورزی، صنعت و شرب از آبخوان‌های کشور و موقعیت استان یزد (برگرفته از سهامی‌آب منطقه‌ای استان یزد سال آبی ۹۳-۱۳۹۲)





شکل ۳-۴۰) ادامه

با توجه به شرایط بحرانی تعدادی از دشت‌های کشور به لحاظ افت سطح آب زیرزمینی و کسر مخزن، وزارت نیرو تعدادی از آبخوان‌های کشور را ممنوعه اعلام کرده که مجوز حفر چاه و یا افزایش ظرفیت برداشت در آن‌ها داده نمی‌شود. تعداد این دشت‌ها از سال ۱۳۴۵ تاکنون همواره در حال افزایش بوده و از مجموع ۶۰۹ دشت در سطح کشور تا پایان سال ۱۳۹۲، تعداد ۲۹۷ دشت از لحاظ توسعه بهره‌برداری از مخازن زیرزمینی به استناد مفاد ماده (۴) قانون توزیع عادلانه آب، ممنوعه اعلام شده‌اند (نمودار ۳-۱۲).

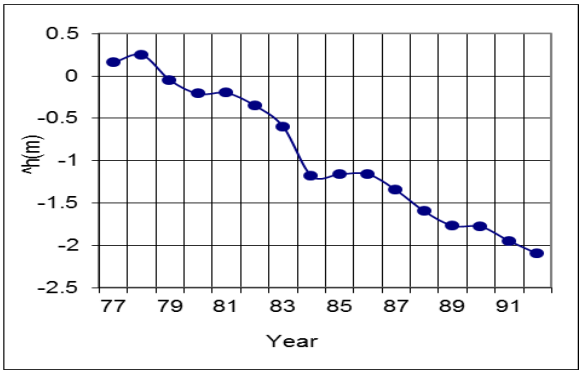


نمودار۳-۱۲) روند افزایش تعداد محدوده‌های مطالعاتی ممنوعه کشور از سال ۱۳۴۵ الی ۱۳۸۸ (برگرفته از دفتر بررسی مخاطرات زمین‌شناختی، زیست‌محیطی و مهندسی، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۹۳)

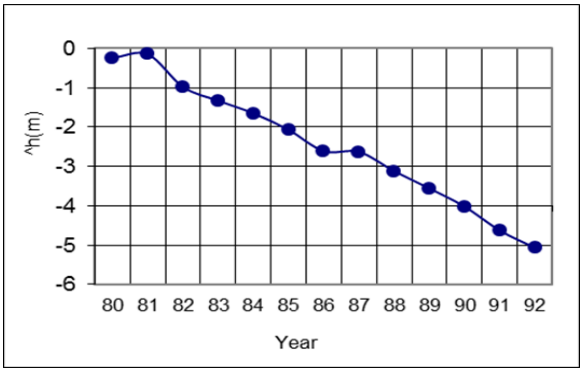
بر اساس گزارش شرکت مدیریت منابع آب ایران، برداشت‌های بی‌رویه از چاه‌های مجاز و تخلیه چاه‌های غیرمجاز از منابع آب‌زیرزمینی موجب کسری آب مخازن و افت شدید سطح آبخوان‌ها در این استان شده است. با در نظر گرفتن توان تغذیه و میزان تخلیه سالیانه آبخوان‌های زیرزمینی استان یزد، متوسط کسری مخازن دشت‌ها بیش از ۳۰۰ میلیون مترمکعب می‌باشد. نمود عینی اضافه برداشت از آبخوان‌های این استان، افت

سالیانه سطح آب‌های زیرزمینی است. متوسط افت سطح آب‌های زیرزمینی در دشت‌های استان یزد، بیش از ۶۵ سانتی‌متر در سال بوده که نرخ آن هرساله در حال افزایش می‌باشد (نمودار ۳-۱۳).

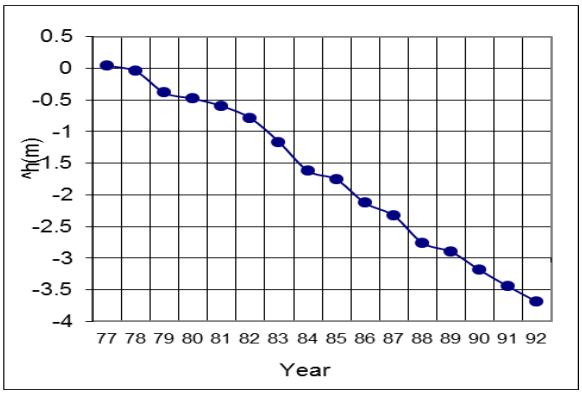
برداشت‌های بی‌رویه، غیراصولی و مازاد بر مفاد پروانه بهره‌برداری صادره در دشت یزد - اردکان به‌همراه خشک‌سالی‌های متمادی، وضعیت بحرانی این دشت را تشدید کرده است. به‌طوری‌که میزان افت سطح آب‌های زیرزمینی در دشت یزد- اردکان در یک دوره ۴۰ ساله (سال‌های آبی ۹۲-۱۳۵۳)، حدود ۱۸ متر و کسری مخزن نیز حدود ۱۲۵ میلیون مترمکعب (بیش از ۴۰ درصد کل محدوده‌های مطالعاتی استان) گزارش‌شده است.



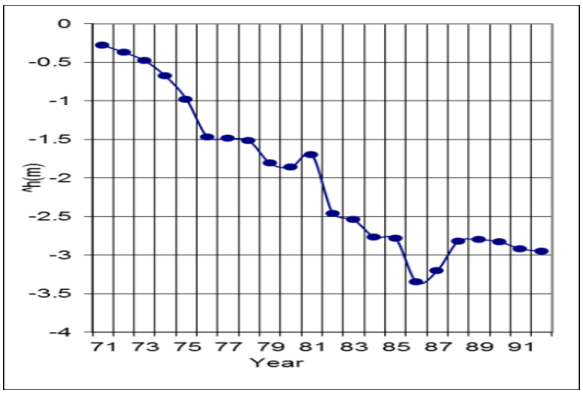
کفه طاغستان



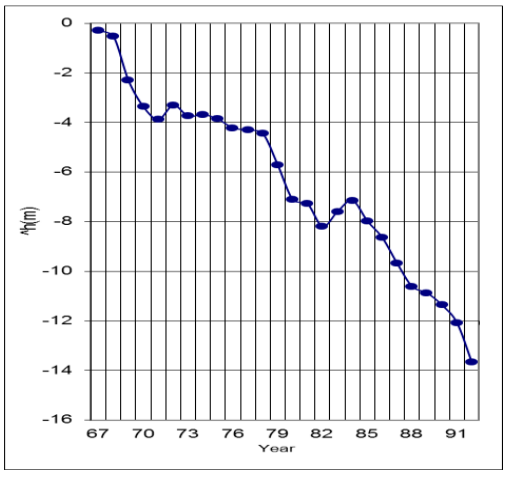
کویر ابرقو



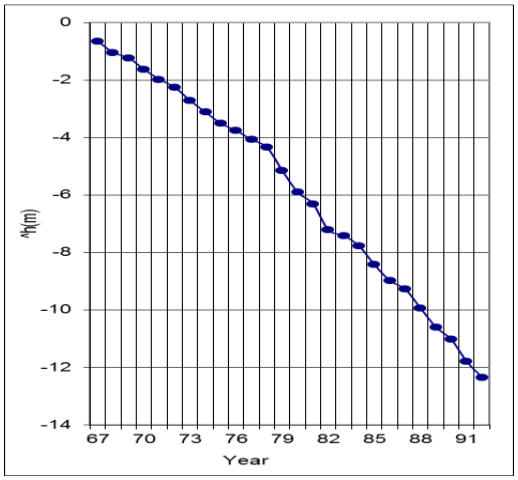
دهشیر



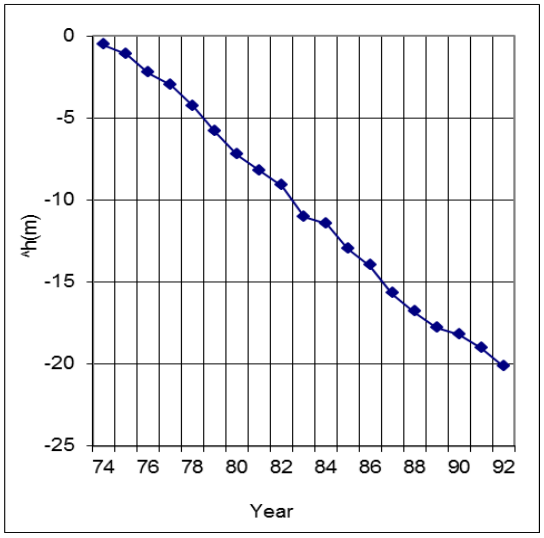
کویر سیاه‌کوه



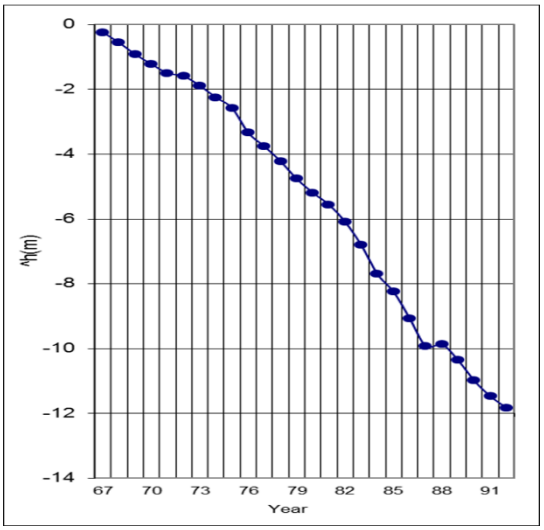
مروست



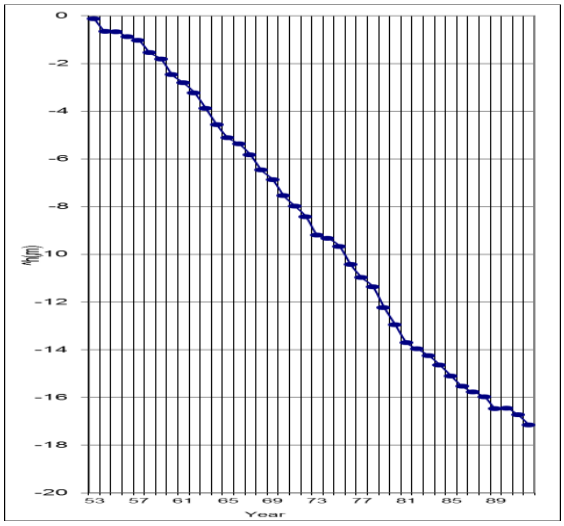
هرات



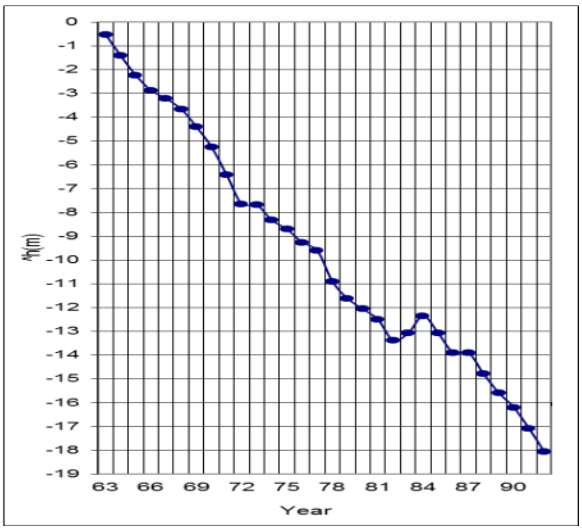
چاهک‌شهریاری



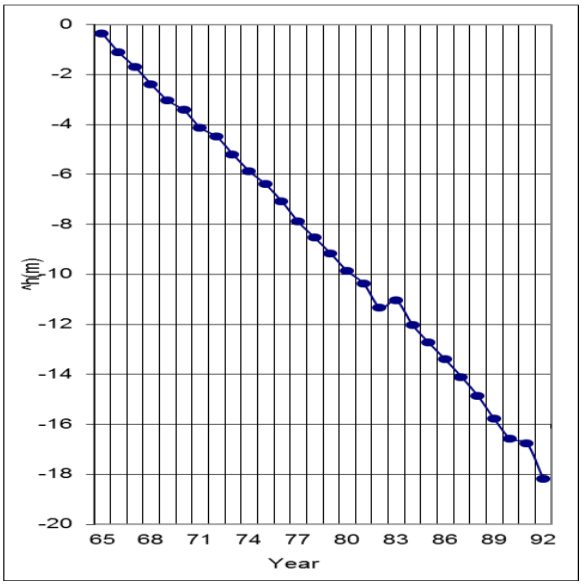
بهاباد



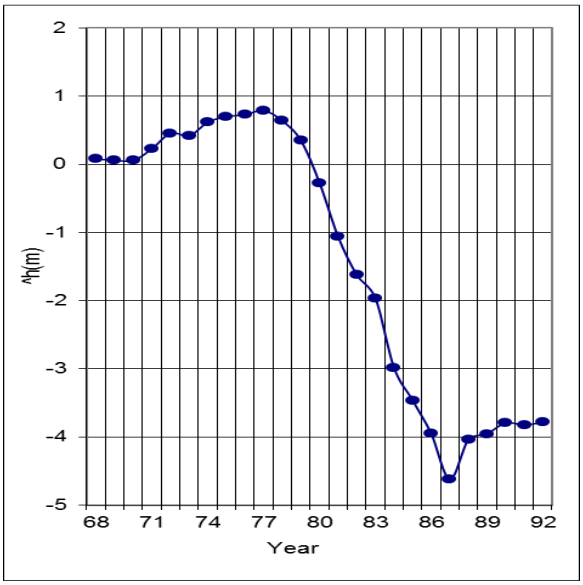
یزد- اردکان



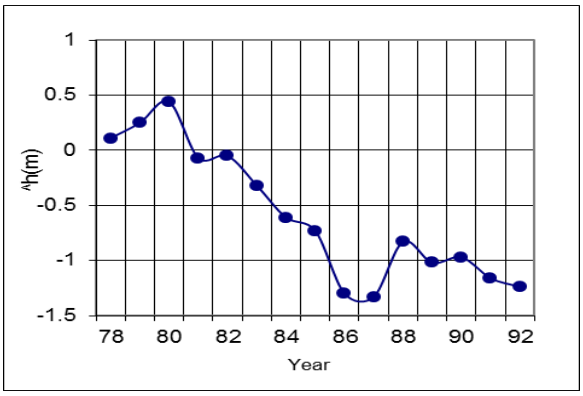
ابرکوه



بهادران



قطروم



بافق

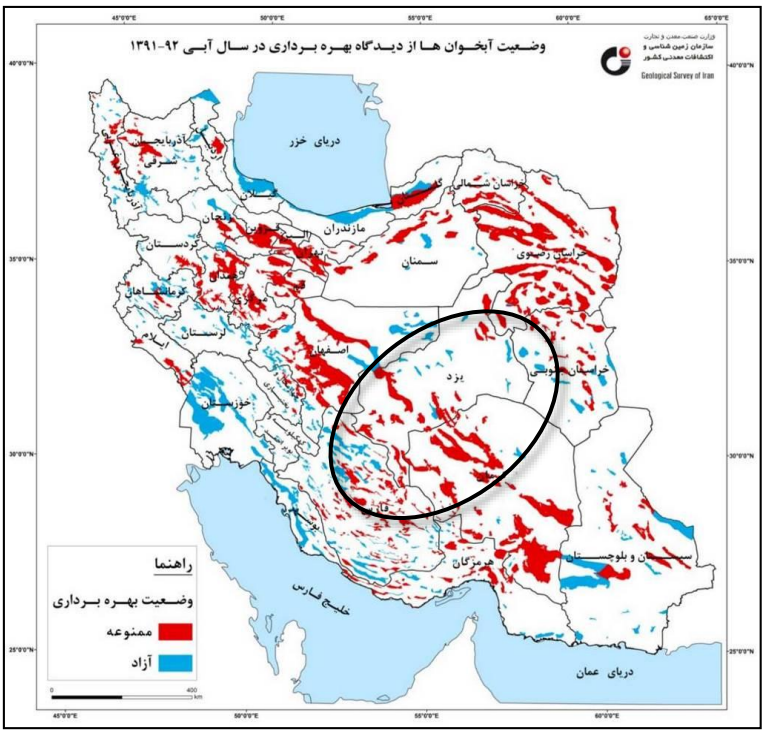
ارناج- دهج

نمودار ۳-۱۳) میانگین تجمعی تغییرات سطح آب‌زیرزمینی در آبخوان‌های استان یزد (از ابتدای تشکیل تا سال آبی ۱۳۹۲)
(برگرفته از شرکت مدیریت منابع آب ایران)

کاهش شدید آب‌دهی منابع زیرزمینی استان یزد ناشی از برداشت‌های بی‌رویه، وجود تعداد قابل‌توجهی چاه غیرمجاز و همچنین خشک‌سالی هیدرولوژیکی طی سال‌های اخیر، متکی بودن اکثر فعالیت‌های کشاورزی (سطح زیر کشت باغی فراتر از سطح کشت زراعی است)، آب آشامیدنی و صنعت به منابع آب زیرزمینی (به‌ویژه در شهرستان‌های دشت یزد- اردکان) توسعه پایدار این استان را به‌چالش کشیده‌است.

وزارت نیرو با توجه به شرایط حاد سفره‌های آب زیرزمینی استان یزد، در سال ۱۳۹۲، از مجموع ۱۹ دشت استان، ۱۴ دشت (حدود ۷۴ درصد دشت‌های استان) را به‌عنوان منطقه ممنوعه در برداشت آب زیرزمینی اعلام‌نموده‌است. ادامه این روند وضعیت نامطلوبی را در این مناطق به‌وجود خواهد آورد و احتمال تهدید زیربناهای عمرانی ناشی از نشست زمین، کاهش کیفیت منابع تأمین آب‌های آشامیدنی و خشک‌شدن چاه‌ها، قنوات و چشمه‌ها، بروز پدیده مهاجرت و بحران‌های اجتماعی و اقتصادی وجود خواهد داشت.

در شکل ۳-۴۱، وضعیت آبخوان‌های استان یزد از لحاظ وضعیت برداشت آب‌های زیرزمینی در بازه زمانی سال آبی ۱۳۹۱-۱۳۹۲ نشان داده شده است.



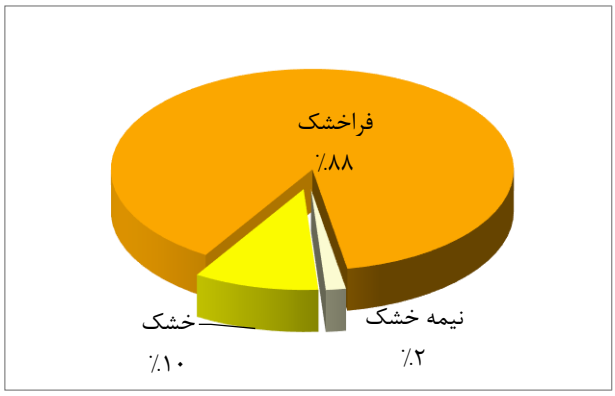
شکل ۳-۴۱) وضعیت آبخوان‌های کشور از لحاظ امکان برداشت آب زیرزمینی در سال آبی ۹۲-۱۳۹۱ و موقعیت استان یزد (برگرفته از شرکت مطالعات منابع آب ایران)

همچنین در شکل ۳-۴۲، وضعیت استان‌های کشور بر اساس پایش منابع آب در سال آبی ۹۲-۱۳۹۱ نمایش داده شده است. چنان‌که مشاهده می‌شود و پیشتر نیز اشاره گردید، استان یزد در وضعیت تنش آبی قرارگرفته است.

شکل ۳-۴۲- طبقه‌بندی استان‌های کشور بر اساس شاخص پایش منابع آب در سال آبی ۹۲-۱۳۹۱ (مهر لغایت تیرماه ۹۲)

- **مهم‌ترین پیامدهای استفاده بی‌رویه و افت سطح آب‌های زیرزمینی در استان یزد**

استان یزد با ۷۴۵۱۳ کیلومترمربع مساحت و برخورداری از اقلیم‌های فراخشک، خشک و نیمه‌خشک در سرتاسر استان به عنوان کم باران‌ترین استان در کشور گزارش گردیده است (نمودار ۳-۱۴). بر اساس آمارهای موجود، میزان بارندگی‌های استان یزد در سال آبی جاری، ۴۲ درصد کاهش یافته است.



نمودار ۳-۱۴- نمودار اقلیم استان یزد (برگرفته از مرکز آمار ایران، ۱۳۹۱)

با توجه به کاهش نزولات جوی ناشی از خشک‌سالی‌های اخیر، همچنین پراکنده و متغیر بودن بارندگی‌ها در قسمت‌های مختلف استان، کمبود منابع آب (سطحی و زیرزمینی) و محدودیت این منابع همگام با رشد جمعیت و توسعه استان، تقاضای آب‌زیرزمینی افزایش یافته که این امر باعث افزایش استحصال از آب‌های زیرزمینی (عمدتاً در بخش کشاورزی در حدود ۹۴ درصد از آب استحصالی از منابع آب زیرزمینی) شده است. تداوم روند برداشت بی‌رویه از منابع آب‌زیرزمینی (چاه، قنات و چشمه) موجب برهم‌خوردن تعادل بین تغذیه و برداشت از این منابع، بیلان منفی آب‌زیرزمینی و در نتیجه افت سطح آبخوان‌ها در بیش از ۷۰ درصد دشت‌های استان (به‌ویژه دشت یزد- اردکان) گردیده که پیامدهای نامطلوبی همچون موارد زیر را درپی‌داشته‌است:

- کاهش قابلیت انتقال سفره‌های آب زیرزمینی به‌دلیل کاهش بیش از پیش ضخامت آن‌ها
- تغییر ضرایب هیدرودینامیکی سفره‌ها
- کاهش حجم و توان آبدهی آبخوان‌ها
- تغییر و کاهش کیفیت آب زیرزمینی و پیشروی جبهه آب شور
- خشک‌شدن و کاهش آبدهی منابع برداشت آب (شامل چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق، قنات‌ها و چشمه‌ها)
- افزایش هزینه پمپاژ از منابع آب‌زیرزمینی
- افزایش اجباری عمق و کف‌شکنی چاه‌ها
- خراب شدن ساختمان چاه‌ها
- بیرون‌زدگی یا به اصطلاح رشد ظاهری لوله جدار چاه‌های آب
- کاهش رطوبت خاک
- شور شدن خاک و افزایش بیابان‌زایی

- نشست سطح زمین
- تغییر شیب زمین‌های کشاورزی
- خشک‌شدن و غیر قابل استفاده‌شدن زمین‌های کشاورزی و باغات
- ایجاد درز و شکاف در سطح زمین، جاده‌ها و بناها
- خسارت به ساختمان‌ها، زیرساخت‌ها، تأسیسات و شبکه‌های آب‌رسانی
- در مواردی فرسایش خاک و افزایش سیل‌خیزی
- به‌خطر افتادن اکوسیستم طبیعی
- تخلیه مناطق مسکونی روستایی و شهری و مهاجرت کشاورزان به شهرهای بزرگ

افت سطح آب‌های زیرزمینی و پیامدهای ناشی از آن در استان یزد با توجه به رشد سریع جمعیت و نیاز بیشتر به توسعه کشاورزی، افزایش سطح زیر کشت باغات و نیاز روزافزون به آب شیرین، منجر به حفر چاه‌های جدید و استخراج بیشتر از منابع آب‌زیرزمینی می‌گردد که به‌تبع آن، افت بیشتر سطح آب‌های زیرزمینی را در گستره استان به‌دنبال خواهد داشت.

۳-۶-۲- فرونشست زمین در استان یزد

استان یزد به‌علت قرارگیری در زون ایران‌مرکزی به‌عنوان بزرگ‌ترین و پیچیده‌ترین واحد زمین‌شناسی- ساختاری ایران، از چندین بلوک مجزا با ویژگی‌های زمین‌شناسی و ساختاری متفاوت تشکیل شده است.

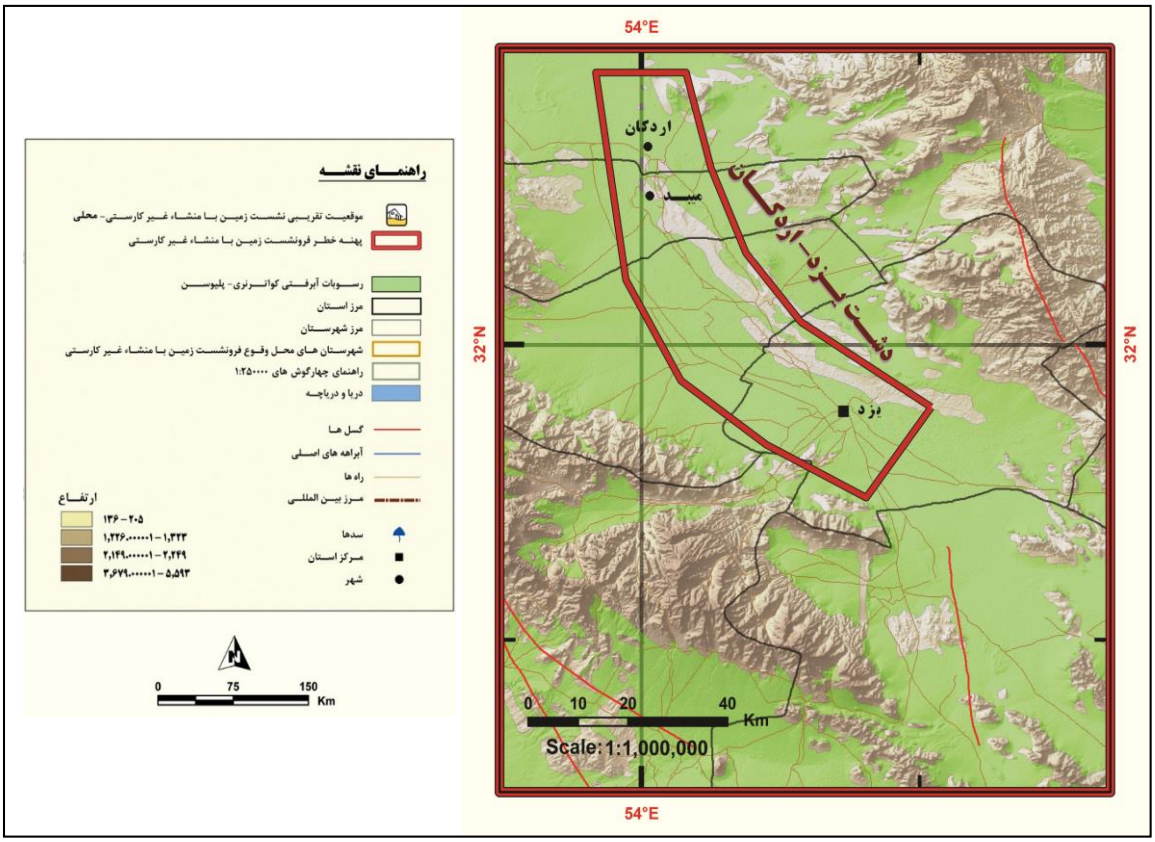
این استان دربرگیرنده شرایط اقلیمی و آب‌وهوایی نامناسب غالب بر این منطقه بوده و از واحدهای زمین‌ریخت‌شناسی متعددی همچون دشت‌ها، ارتفاعات، مخروط‌افکنه‌ها، تپه‌های ماسه‌ای، پوسته نمکی کویر و تپه‌ماهورها تشکیل‌شده‌است. دشت‌های استان یزد در بین ارتفاعات شیرکوه، خرانق و کوه‌های خاوری قرار دارند. برخی از این دشت‌ها را خاک‌های نرم و فرسایش یافته بادی پوشانده و به آن‌ها چهره بیابانی داده است. برخی از دشت‌های استان عبارتند از: یزد- اردکان، بافق، ابرکوه، هرات، مروست، بهادران و بهاباد.

با توجه به شرایط زمین‌شناسی و آب‌وهوایی استان یزد، سفره‌های آب‌زیرزمینی، مهم‌ترین منابع آبی استان محسوب‌می‌شود. نظر به شرایط اقلیمی استان و استمرار پدیده خشک‌سالی و به‌تبع آن، بحران‌های آبی متعدد، همگام با رشد جمعیت و توسعه استان- عمدتاً به‌منظور تأمین آب کشاورزی- دشت‌های استان یزد با دو چالش اساسی مواجه شده است؛ نخست اضافه برداشت از آب چاه‌های کشاورزی و اضافه کشت مازاد بر برداشت چاه‌هایی که اراضی خارج از پروانه بهره‌برداری چاه‌ها را آبیاری می‌کنند و دوم حفر چاه‌های غیرمجاز آب است. عدم توجه به بحران آب در بخش کشاورزی منجر به وقوع پدیده‌های برگشت‌ناپذیری همچون نشست تدریجی زمین می‌گردد. چنان‌که افزایش استحصال از آب‌های زیرزمینی و افت سطح آبخوان‌ها منجر به پدیده نشست سطح زمین در اغلب دشت‌های استان (به‌ویژه دشت یزد- اردکان) گردیده است. پدیده فرونشست زمین ناشی از پمپاژ بیش از حد از سفره‌های آب‌زیرزمینی، معضلات زیادی را برای زمین‌های کشاورزی (به‌ویژه سطح زیر کشت باغات)، مناطق مسکونی، صنایع، سازه‌ها، شبکه‌های آب‌رسانی، خطوط مواصلاتی و انتقال نیرو و ... در

برخی از دشت‌های استان به‌وجود آورده است. در ادامه، برخی موارد مشاهده شده از این پدیده در استان یزد ذکرگردیده است:

- **نشست منطقه‌ای زمین در دشت یزد- اردکان:**

موقعیت و محدوده: دشت یزد- اردکان در بخش مرکزی استان یزد واقع شده است. نشست منطقه‌ای زمین در دشت یزد-اردکان (حدفاصل شهرهای یزد و اردکان) در مناطقی همچون اردکان، میبد، رستاق، حدفاصل میبد- اشکذر، اشکذر و زارچ، و یزد مشاهده می‌شود که بیشترین جمعیت استان یزد را به خود اختصاص داده است. وسعت دشت یزد- اردکان حدود ۱۱۳۹۳ کیلومترمربع برآورد گردیده است (شکل ۳-۴۴).



شکل ۳-۴۴- نشست منطقه‌ای زمین در دشت یزد- اردکان (برگرفته از پایگاه ملی داده‌های علوم زمین کشور، ۱۳۸۷)

علل تشکیل:

- استخراج بی‌رویه آب‌های زیرزمینی (علت اصلی نشست و گسیختگی)
- رمبندگی خاک در اعماق مختلف به‌دلیل واگرایی رس‌های موجود در اثر آبشستگی نمک‌های قابل‌حل؛
- نشت آب لوله‌های انتقال آب؛
- آبیاری زمین‌های کشاورزی به‌شیوه غرقابی؛
- نشست تحکیمی ناشی از افت سطح آب‌های زیرزمینی (دارای تأثیر ناچیز)

حالت نشست:

- گسیختگی در سطح زمین با اشکال نامنظم و به دو صورت خطی (در امتداد شیب طبیعی زمین) و شعاعی (در اطراف حفرات به‌وجودآمده ناشی از نفوذ آب)
- در محل بعضی از این گسیختگی‌ها، نشست‌های نامتقارن و حفراتی با بازشدگی زیاد گاهی همراه با ریزش خاک

میزان نشست:

- در محل چاه صدرآباد رستاق: نشستی معادل ۴۰ سانتی‌متر؛
- در جاده‌های ارتباطی حدفاصل میبد- اشکذر: گسیختگی‌های خطی به‌طول تا چند صدمتر و عرض تا ۰/۵ متر

سطح خسارت:

بروز نشست و گسیختگی سطح زمین در دشت یزد- اردکان باعث مشکلات در امر ساخت‌وساز و گسترش ناحیه شهری (در مناطق حدفاصل شهرهای یزد و اردکان) شده است.

- نشست‌های نامتقارن در ساختمان‌ها و در نتیجه ایجاد شکست و گسیختگی در منازل مسکونی؛
- کج‌شدگی دکل‌های انتقال برق؛
- شکستگی لوله‌های آب‌رسانی؛
- گسیختگی سطح جاده‌ها؛
- گسیختگی‌های متعدد در سطح زمین؛
- به هدر رفتن آب در هنگام آبیاری زمین‌های زراعی و بیابانی (در اثر نفوذ آب در محل گسیختگی‌های خطی)؛
- ریزش و ایجاد حفره در زمین‌های کشاورزی؛
- کاهش شدید آبدهی چاه‌ها در اثر ریزش خاک (پس از حفاری و نشست زمین‌های اطراف چاه)

به‌نظر می‌رسد، تنها راه تثبیت شرایط موجود و جلوگیری از تشدید پدیده نشست زمین در دشت‌های ممنوعه و ممنوعه‌بحرانی استان، توجه مدیران و برنامه‌ریزان به مدل‌سازی این پدیده به‌منظور پیش‌بینی رفتار زمانی آن در آینده و نقشه‌های پهنه‌بندی افت سطح آب‌زیرزمینی و مناطق احتمالی فرونشست جهت هرگونه برنامه‌ریزی کشاورزی، مسکونی، صنعتی و ... در آینده باشد.

۳-۷- خطر ناشی از شوری آب در استان یزد

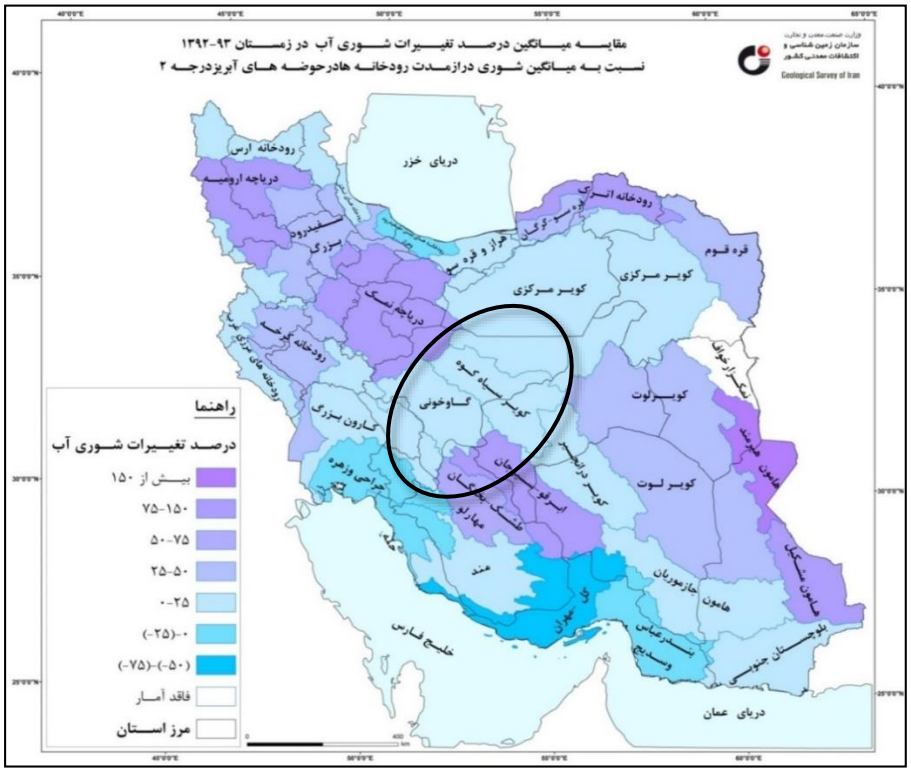
در سال‌های اخیر به‌علت افزایش جمعیت و تقاضای بیشتر برای مصرف آب به‌دلیل توسعه کشاورزی و صنعتی و همچنین کاهش نزولات جوی، بسیاری از مناطق کشور با بحران‌های مختلف روبرو شده‌اند. کمبود محصولات زراعی، از بین رفتن مراتع، شور شدن آب و خاک و شیوع بیماری‌های خاص و بسیاری از موارد مشکل‌ساز دیگر حاصل خشک‌سالی و برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی است. شوری آب‌ها تهدیدی برای بهداشت و قدرت

تولیدی یک حوضه آبریز به‌شمار می‌رود. این پدیده بر زندگی کشاورزان، توسعه شهرها و مصرف‌کنندگان آب و خاک تأثیر می‌گذارد و درصورتی‌که روند افزایشی آن ادامه یابد، منجر به قلیایی شدن خاک، ایجاد بیابان‌ها و مهاجرت خواهد گردید. شور و قلیایی شدن آب و خاک، دو پدیده متقابل و وابسته به یکدیگر بوده و از جمله عوامل عمده بیابان‌زایی به‌ویژه در مناطق بیابانی محسوب می‌شوند. علاوه‌بر کاهش بارندگی و توزیع نامتناسب آن در مناطق مختلف، سهم افزایش فاضلاب‌های شهری، کشاورزی و صنعتی نیز در شوری آب‌ها مؤثربوده است.

بررسی میانگین شوری آب در کل کشور (شکل ۳-۴۵) مشخص می‌نماید، میزان شوری آب در زمستان سال آبی ۹۳-۱۳۹۲ نسبت به میانگین شوری درازمدت افزایش یافته که ناشی از کاهش ریزش‌های جوی است. بررسی موقعیت استان یزد بر روی این نقشه نشان می‌دهد، میزان تغییرات شوری آب در حوضه‌های آبریز استان متوسط بوده و بین ۰ تا ۱۵۰ درصد بوده است.

همچنین با توجه به تداوم خشک‌سالی‌ها، کاهش بارندگی، مصرف بی‌رویه آب و وجود کویرها و کفه‌های نمکی، روند شوری آب رودخانه‌ها سیر صعودی داشته است که می‌بایست توجه ویژه به آن مبذول گردد.

علاوه بر این، عدم کنترل و نظارت بر صنایع و اجرای نامناسب کانال‌های زهکشی و اتصال آن‌ها به فاضلاب‌ها، عدم نظارت پساب‌های شهری و ورود آب‌های آلوده به رودخانه‌ها و آب‌های سطحی می‌تواند موجب معضلات زیست‌محیطی در استان شود.



شکل ۳-۴۵- نقشه تغییرات شوری آب در سال ۹۳-۱۳۹۲ نسبت به میانگین شوری درازمدت رودخانه‌ها در حوضه‌های آبریز درجه ۲ و موقعیت استان یزد (برگرفته از دفتر مطالعات پایه منابع آب، ۱۳۹۳)

- **شوری منابع آب زیرزمینی، پیامدها و راهکارهای مقابله با آن در استان یزد**

شرایط اقلیمی فراخشک، خشک و نیمه‌خشک در کل مساحت استان، کاهش منابع آبی به‌دلیل کاهش بارش‌ها ناشی از خشک‌سالی‌های اخیر، تراکم زیاد چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق، برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی و بیلان منفی آب در برخی از دشت‌های استان، افزایش سطح زیر کشت و به‌تبع آن، افزایش استفاده از کودهای شیمیایی، صنایع آلاینده و پرمصرف، سدهای باطله معادن و مواد نشتی از انبارهای سوخت و مواد شیمیایی خطرناک و همچنین وجود املاح تبخیری در محدوده کفه‌های نمکی استان از مهم‌ترین دلایل کاهش کیفی و کمی منابع آب‌زیرزمینی در استان یزد به‌شمار می‌رود.

آب زیرزمینی یکی از منابع اصلی در تأمین آب کشاورزی و شرب استان می‌باشد؛ به‌همین دلیل شناخت و آگاهی از کیفیت آب‌های زیرزمینی و طبقه‌بندی و مصور کردن این آب‌ها بر اساس کمیت عناصر مختلف در آن‌ها، در اتخاذ تصمیمات مدیریتی و کاهش آلودگی آب‌های زیرزمینی ضروری است.

از پیامدهای ناشی از شوری آب در استان یزد، موارد زیر قابل اشاره است:

- پیشروی جبهه آب شور به‌دلیل برداشت بیش از حد مجاز از منابع آب زیرزمینی و معکوس شدن شیب هیدرولیکی
- افزایش املاح آب و کاهش کیفیت آب‌زیرزمینی
- کاهش کیفیت آب آبیاری و به‌تبع آن، وارد آمدن خسارات به بخش کشاورزی (به‌طور عمده بخش‌های زراعی و باغی)
- عدم امکان تأمین آب شرب مطمئن
- انتقال شوری آب به سطح خاک، پراکنش ذرات خاک و تجمع نمک در پروفیل خاک
- کاهش سرعت آستانه فرسایش بادی خاک ناشی از کاهش چسبندگی ذرات خاک و به‌تبع آن، افزایش میزان فرسایش‌پذیری خاک و افزایش شدت بیابان‌زایی در منطقه

تداوم این روند موجب افت کمی و کیفی منابع آب و بحرانی شدن برخی از دشت‌های استان یزد گردیده است. استفاده بهینه از اندک منابع آبی موجود، حفظ این منابع ارزشمند و تعادل‌بخشی آبخوان‌ها از اصول اولیه مدیریت منابع طبیعی در این مناطق به‌شمار می‌رود. برنامه‌ریزی‌ها و اتخاذ تصمیمات مدیریتی در این زمینه و همچنین مطالعه روند بهبود یا تخریب منابع آب در مقیاس استانی نیاز به داده‌ها و نقشه‌هایی با توزیع مکانی پیوسته در مقیاس کلان دارد.

۳-۸- مخاطرات فراجوی

درحالی‌که فعالیت‌های خورشیدی به دوره‌های بیشینه خود رسیده است و از طرفی این فعالیت‌ها با تخریب لایه ازن- به‌عنوان چتر محافظ- زمین همراه گردیده است، نگرانی‌ها در مورد نتایج و تأثیرات این پدیده طبیعی روند رو به رشد یافته و ورود اشعه ماوراء بنفش به زمین به شکل جدی‌تری مورد بررسی قرار گرفته است. این درحالی است که چنین اتفاقی در ایران در گذشته نیز در حال وقوع بوده و پدیده جدیدی محسوب نمی‌گردد و

در واقع بی‌توجهی به اطلاع‌رسانی و آموزش در این زمینه کشور ما را در زمینه آثار و تبعات این پدیده آسیب‌پذیرتر نموده است.

بر طبق آمار وزارت بهداشت، سرطان پوست به‌عنوان اولین و شایع‌ترین نوع سرطان در کشور محسوب می‌گردد که از جمله مهم‌ترین علل آن تابش اشعه فرابنفش در سطوح بالا می‌باشد. از طرفی ایران با توجه به عرض جغرافیایی خود در معرض خطر بیشتر تابش این پرتو زیان‌بخش است.

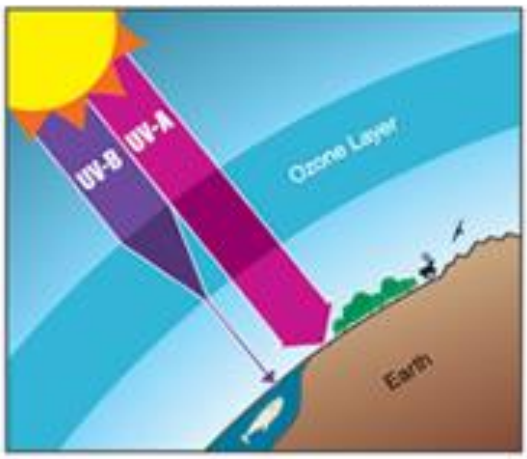
نکته قابل توجه این است که زیان‌های فعالیت‌های خورشیدی منحصر به تابش پرتو فرابنفش نبوده و طیف گسترده‌ای از فعالیت‌های انسانی و فناوری‌های نوین را نیز مانند مخابرات، خطوط نیرو، اکتشافات معدنی و ... در بر می‌گیرد. این مطلب ضرورت تحقیقات بیشتر و پر دامنه‌تری را در شناخت کامل تر فعالیت‌های خورشیدی و تبعات آن و همین‌طور اطلاع‌رسانی و آگاهی بخشی برای عموم مردم جامعه بیشتر نمایان می‌سازد.

۳-۸-۱- تابش اشعه فرابنفش

پرتو فرابنفش از عمده‌ترین تشعشعاتی می‌باشد که از نورخورشید تابیده می‌شود. در این پرتو، بخش گسترده‌ای از طیف الکترومغناطیس شامل UV-A، UV-B و UV-C وجود دارد (شکل ۳-۴۶) که در گستره طول موج‌های ۱۰۰ تا ۴۰۰ نانومتر قرار گرفته است:

300-400 UV-A
290-320 UV-B
100-280 UV-C

هر نانو یک بیلیونیوم متر است و هرچه طول موج کوتاه‌تر باشد، انرژی آن بیشتر می‌شود. از این رو، انرژی بخش UV-C از همه بیشتر است.



شکل ۳-۴۶- بخش‌های مختلف طیف الکترومغناطیس در محدوده پرتو فرابنفش

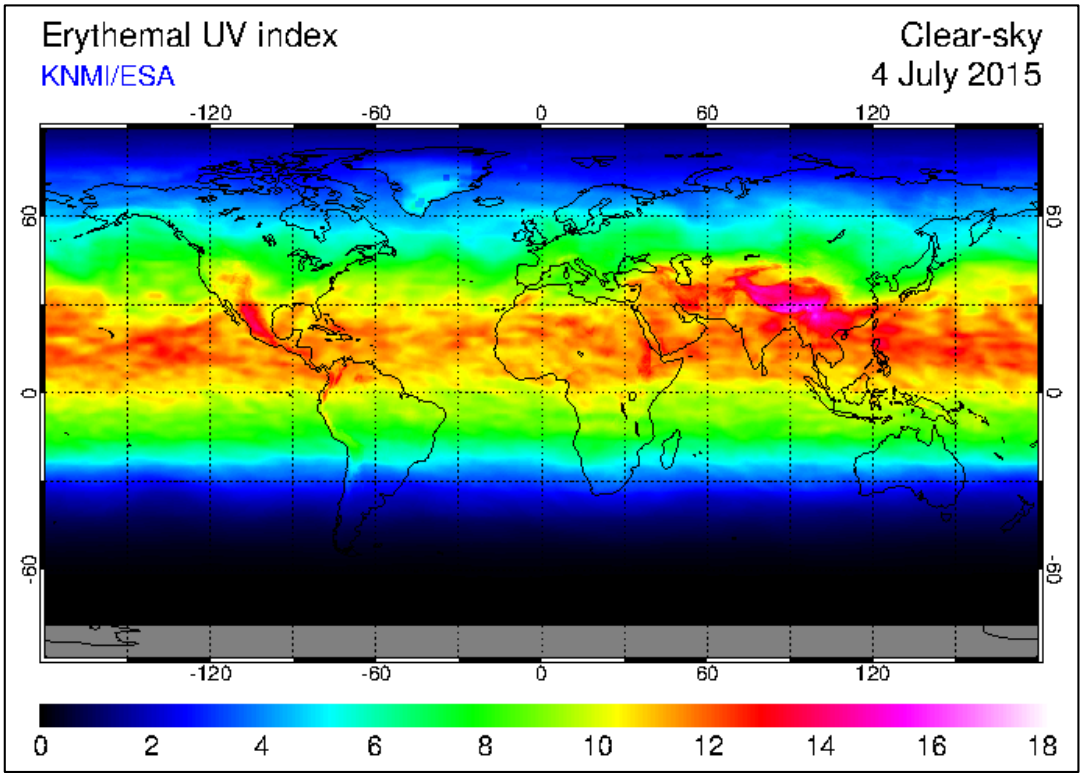
- **میزان تأثیر عوامل محیطی در کاهش یا افزایش پرتو**

وقتی نور خورشید از جو زمین می‌گذرد، تمام پرتوهای UVC و تقریباً ۹۰ درصد پرتوهای UVB توسط لایه ازن، بخار آب، اکسیژن و دی‌اکسید کربن جذب می‌شوند و UVA کمتر توسط جو زمین تأثیر می‌پذیرد. بنابراین پرتوهای UV که به زمین می‌رسد، از پرتوهای UVA و کمی‌آز پرتوهای UVB می‌باشد.

مقادیر کم پرتو UV برای انسان سودمند است و برای تولید ویتامین D در بدن انسان ضروری است و در درمان بعضی بیماری‌ها مانند نرمی‌آستخوان، داء الصدف و اگزما مورد استفاده قرار می‌گیرد اما قرارگرفتن طولانی‌مدت در معرض تابش فرابنفش می‌تواند اثرات حاد و مزمنی را بر سلامت پوست، چشم و سیستم ایمنی انسان داشته‌باشد.

- **توزیع شدت تابش پرتو فرابنفش در جهان**

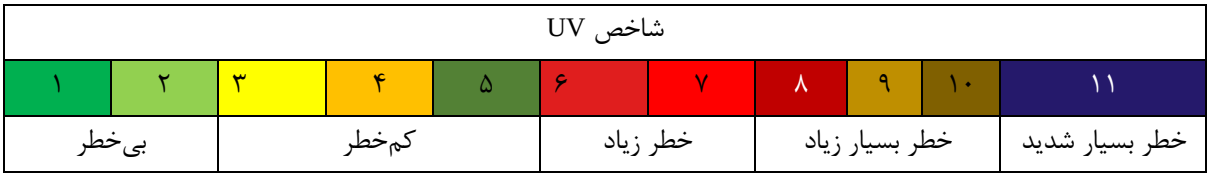
شکل ۳-۴۷، نقشه جهانی حداکثر روزانه شاخص پرتو UV را در یکی از روزهای تابستان و در شرایط هوای صاف نشان می‌دهد. بر اساس این نقشه که در سال ۲۰۱۵ تهیه شده است، مناطق مجاور خط استوا در نیمکره شمالی میزان بسیار بالایی از این پرتو را دریافت می‌کنند و با حرکت به سمت عرض‌های بالاتر جغرافیایی این میزان کاهش می‌یابد.



شکل ۳-۴۷- نقشه روزانه شاخص پرتو فرابنفش (برگرفته از سرویس اینترنتی مشاهدات تروپوسفریک سازمان فضایی اروپا، ۱۳۹۴)

- **شاخص تابش فرابنفش**

شاخص پرتو فرابنفش معیاری برای تعیین شدت پرتو فرابنفش منتشره از خورشید بوده که برای سلامت انسان و محیط‌زیست مضر است. این شاخص از صفر تا ۱۱ تقسیم بندی شده که در آن صفر نشان‌دهنده کمترین خطر و ۱۱ نشان‌دهنده بیشترین خطر است (نمودار ۳-۱۵).



نمودار ۳-۱۵- شاخص طیفی پرتو فرابنفش (برگرفته از مرکز آمار ایران، ۱۳۹۱)

این شاخص به پنج دسته طبقه‌بندی شده که هر طبقه با یک رنگ و پیام حفاظتی در جدول ۳-۴ مشخص شده است:

جدول ۳-۴) طبقه بندی شاخص پرتو فرابنفش، میزان اثر بهداشتی هر دسته و رنگ‌های متناظر با آن (برگرفته از مرکز آمار ایران، ۱۳۹۱)

شاخص پرتوهای فرابنفش	نوع مواجهه (میزان اثر)	رنگ‌ها
۱-۲	کم	سبز
۳-۵	متوسط	زرد
۶-۷	زیاد	نارنجی
۸-۱۰	خیلی زیاد	قرمز
۱۱≤	شدید	بنفش

- **روش‌های سنجش پرتوهای فرابنفش**

دو رویکرد اصلی برای تعیین میزان شدت پرتوهای فرابنفش در سطح زمین وجود دارد که شامل موارد زیر است:

الف- استفاده از مدل‌های کامپیوتری بر مبنای غلظت ازن استراتوسفری و سایر پارامترها و در نهایت برآورد میزان پرتوهای فرابنفش در سطح زمین

ب- استفاده از آشکارسازهای فیزیکی یا شیمیایی به همراه فیلترهای مونوکروماتور یا فیلترهایی که امکان عبور طول موج‌های انتخابی را می‌دهند و میزان شدت پرتوهای فرابنفش در سطح زمین را به‌طور مستقیم اندازه گیری می‌کنند.

روش محاسبه شاخص پرتو فرابنفش به رویکرد تعیین میزان شدت پرتوهای فرابنفش در سطح زمین بستگی‌دارد. درصورتی‌که میزان شدت پرتوهای فرابنفش در سطح زمین با استفاده از مدل‌های کامپیوتری و بر مبنای غلظت ازن استراتوسفری و سایر پارامترها باشد، به اطلاعاتی نظیر مقدار شدت پرتوهای فرابنفش نوع UV-B و UV-A برحسب میلی‌وات بر مترمربع mW/m2 در محدوده طول موجی ۲۹۰ تا ۴۰۰ نانومتر نیازاست.

- **شاخص پرتو فرابنفش در ایران**

در بسیاری از کشورهای دنیا نقشه‌های میزان شاخص پرتو فرابنفش (UVI) به‌صورت روزانه تهیه و در اختیار عموم قرار داده می‌شود ولی از آنجا که این کار در ایران صورت نپذیرفته است، از داده‌های ماهانه شاخص پرتو

فرابنفش استفاده می‌شود. قابل ذکر است، مطالبی که در ادامه مطرح خواهد شد، با استفاده از روش‌های تخمینی محاسبه گردیده‌اند.

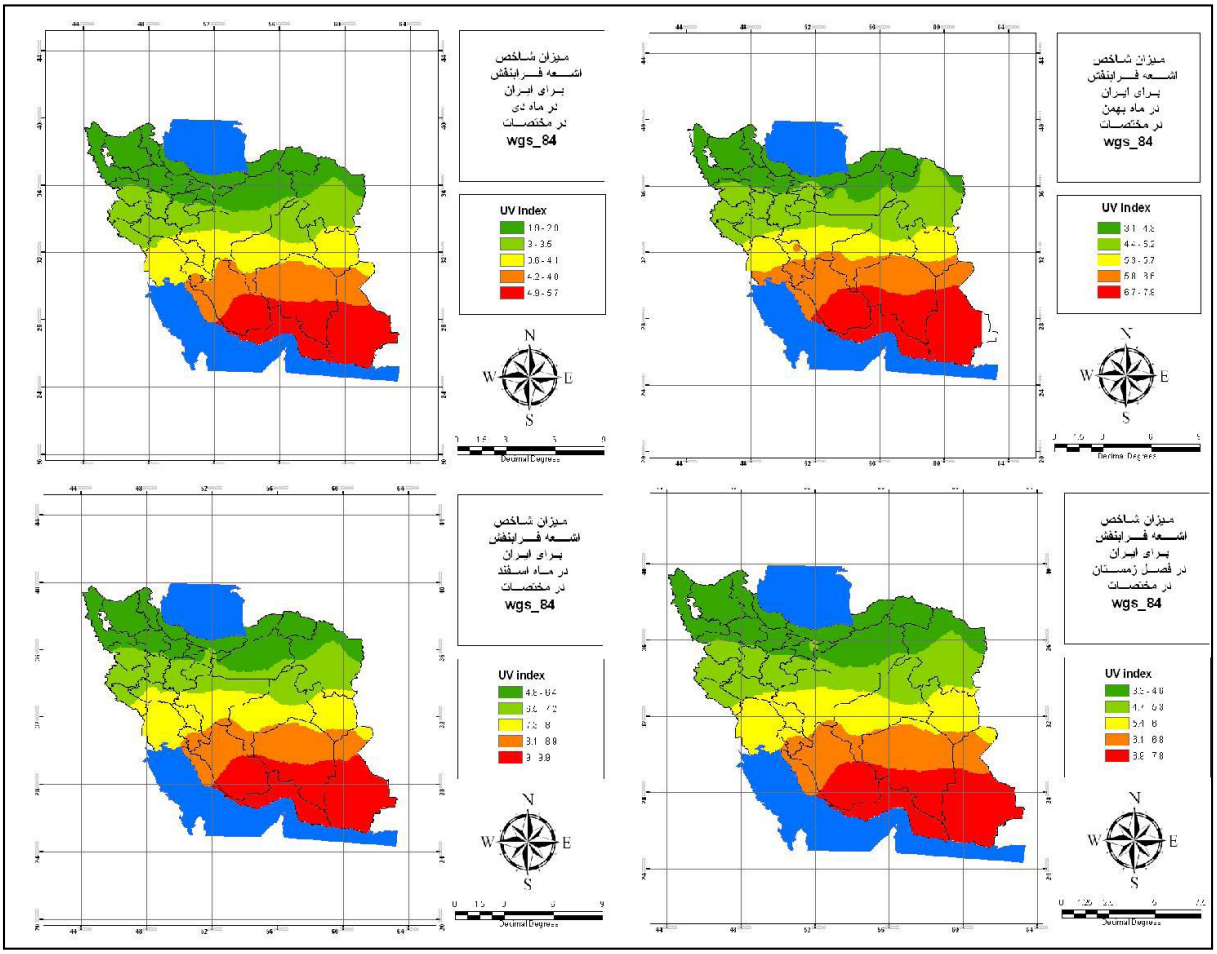
الف- شاخص پرتو فرابنفش در ایران در فصل زمستان

همان‌گونه که در شکل ۳-۴۸ مشاهده می‌شود، در ماه دی، نیمه شمالی کشور از میزان پرتو پایین (کمتر از ۲) و سایر نواحی از پرتو متوسط (۳ تا ۵) برخوردار بوده و تنها نیمه جنوبی استان‌های سیستان و بلوچستان، کرمان، فارس و تمام استان هرمزگان پرتو شدیدتری دریافت می‌کنند.

در ماه بهمن، میزان شاخص فرابنفش در تمام ایران افزایش یافته و میزان پرتو کم در ماه گذشته جای خود را به میزان متوسط داده و استان‌های جنوبی پرتو زیاد (۶ تا ۸) را تجربه می‌کنند.

در ماه اسفند، به‌غیر از نیمه جنوبی استان‌های حاشیه خلیج‌فارس که از شدت پرتو خیلی زیاد (۹ تا ۱۰) برخوردارند، سایر نواحی کشور پرتو زیاد فرابنفش را تجربه کرده که حاکی از افزایش چشمگیر خطر نسبت به ماه گذشته می‌باشد.

نقشه میانگین پرتو فرابنفش برای فصل زمستان، ایران را به دو نیمه مساوی تقسیم کرده که نیمه شمالی میزان پرتو متوسط و نیمه جنوبی پرتو زیاد را دریافت می‌دارد.



شکل ۳-۴۸- نقشه ماهانه شاخص پرتو فرابنفش فصل زمستان (موقری و خسروی، ۱۳۸۵)

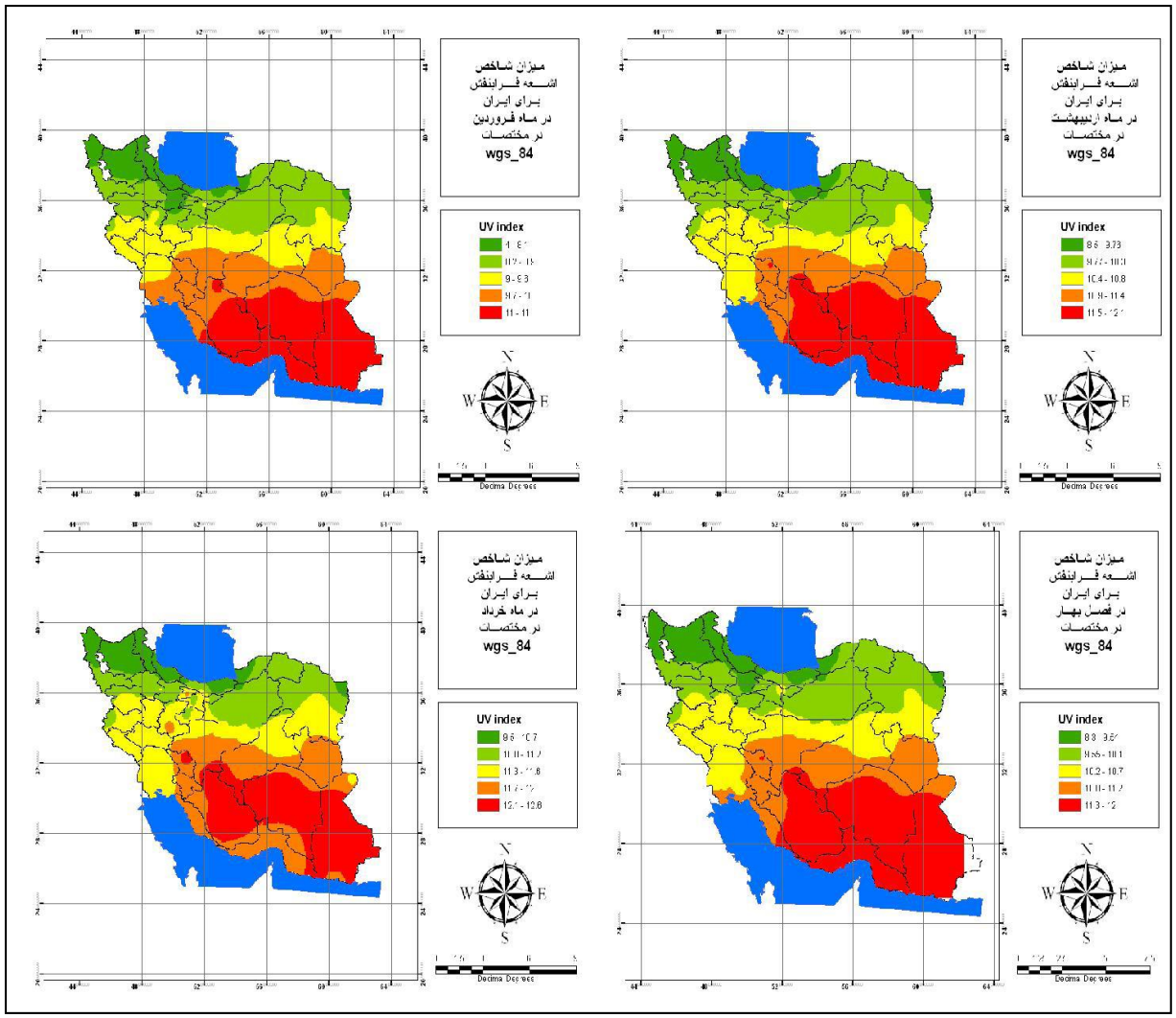
ب- شاخص پرتو فرابنفش در ایران در فصل بهار

در ماه فروردین، به جز سواحل جنوبی خزر و شمال باختر کشور که از شاخص متوسط پرتو فرابنفش برخوردارند، سایر نواحی کشور میزان پرتو زیادی دریافت می‌دارند که این میزان در استان‌های جنوب و جنوب‌خاوری کشور به حد بحرانی می‌رسد.

در ماه اردیبهشت، نیمه شمالی کشور از میزان پرتو خیلی زیاد (۸ تا ۱۰) و نیمه جنوبی از شاخص بحرانی فرابنفش برخوردار است.

در ماه خرداد، غیر از باریکه ساحلی دریای خزر که شاخص خیلی زیاد را تجربه می‌کند، سایر نواحی کشور در شرایط بحرانی دریافت پرتو فرابنفش قرار گرفته است.

نقشه میانگین پرتو فرابنش برای فصل بهار، نیمه شمالی کشور را با شاخص خیلی زیاد و نیمه جنوبی را با شاخص بحرانی نشان می‌دهد (شکل ۳-۴۹).



شکل ۳-۴۹- نقشه ماهانه شاخص پرتو فرابنفش فصل بهار (موقری و خسروی، ۱۳۸۵)

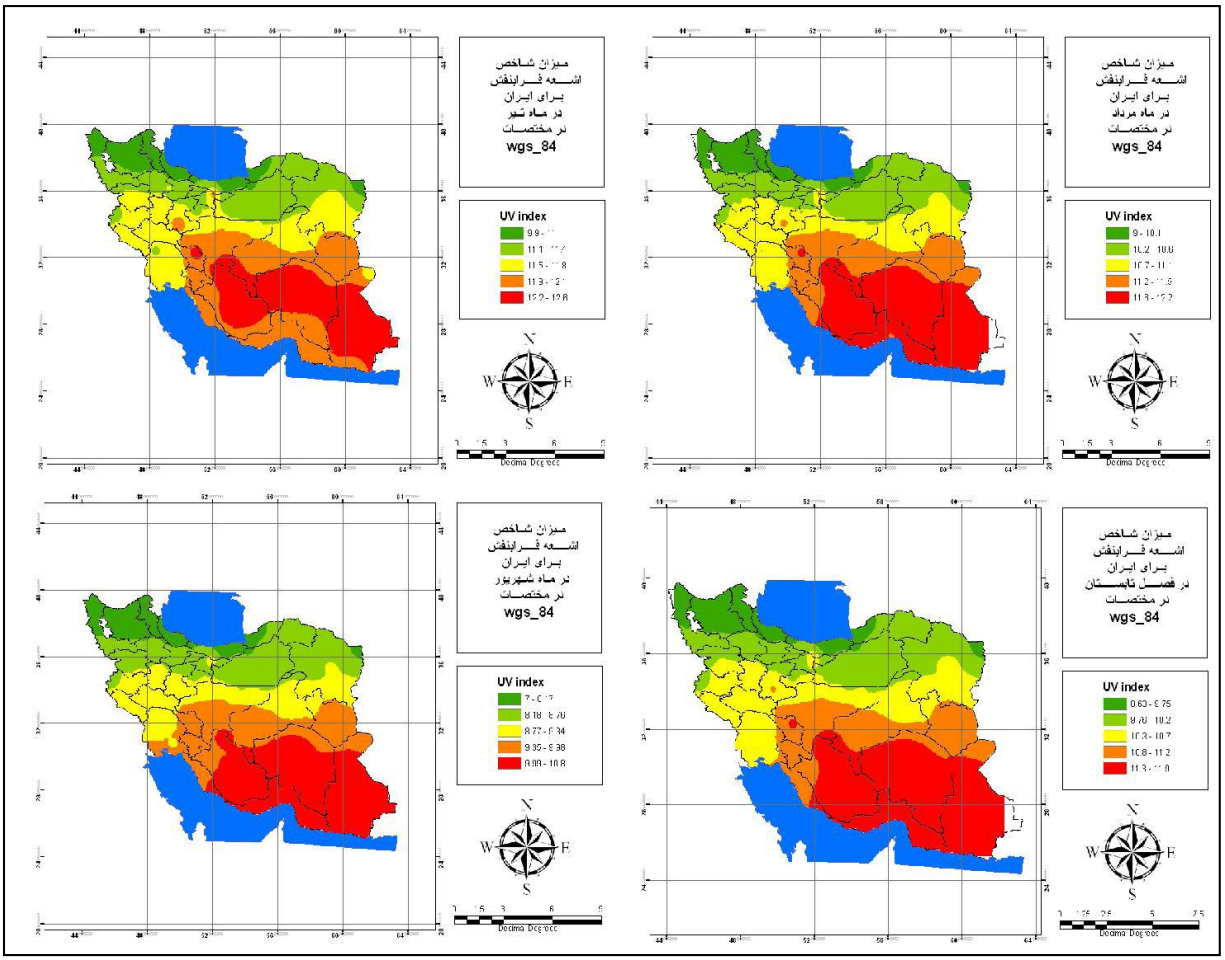
ج- شاخص پرتو فرابنفش در ایران در فصل تابستان

در ماه تیر، به جزء استان‌های گیلان، مازندران، گلستان، اردبیل، آذربایجان شرقی و نیمه شمالی آذربایجان غربی که از شاخص خیلی زیاد (۸ تا ۱۰) برخوردار است، سایر نواحی کشور شاخص بحرانی را نشان می‌دهد.

در ماه مرداد، یک سوم شمالی کشور از شاخص خیلی زیاد و سایر نقاط کشور شاخص بحرانی را تجربه می‌کنند.

در ماه شهریور، استان‌های کرانه دریای خزر شاخص زیاد و سایر استان‌های ایران از شاخص خیلی زیاد برخوردارند.

در نقشه میانگین پرتو فرابنش برای فصل تابستان، غیر از سواحل دریای خزر و شمال باختر که از شاخص خیلی زیاد برخوردار است، حاکی از قرار گرفتن سایر نقاط کشور در محدوده بحرانی (۱۱+) پرتو فرابنفش است که نشان‌دهنده خطر بالای قرار گرفتن در معرض نور خورشید در این ماه است (شکل ۳-۵۰). باداریناتو و همکاران (۲۰۰۸) نیز فصل تابستان را اوج شاخص تابش فرابنفش معرفی کرده‌اند.



شکل ۳-۵۰- نقشه ماهانه شاخص پرتو فرابنفش فصل تابستان (موقری و خسروی، ۱۳۸۵)

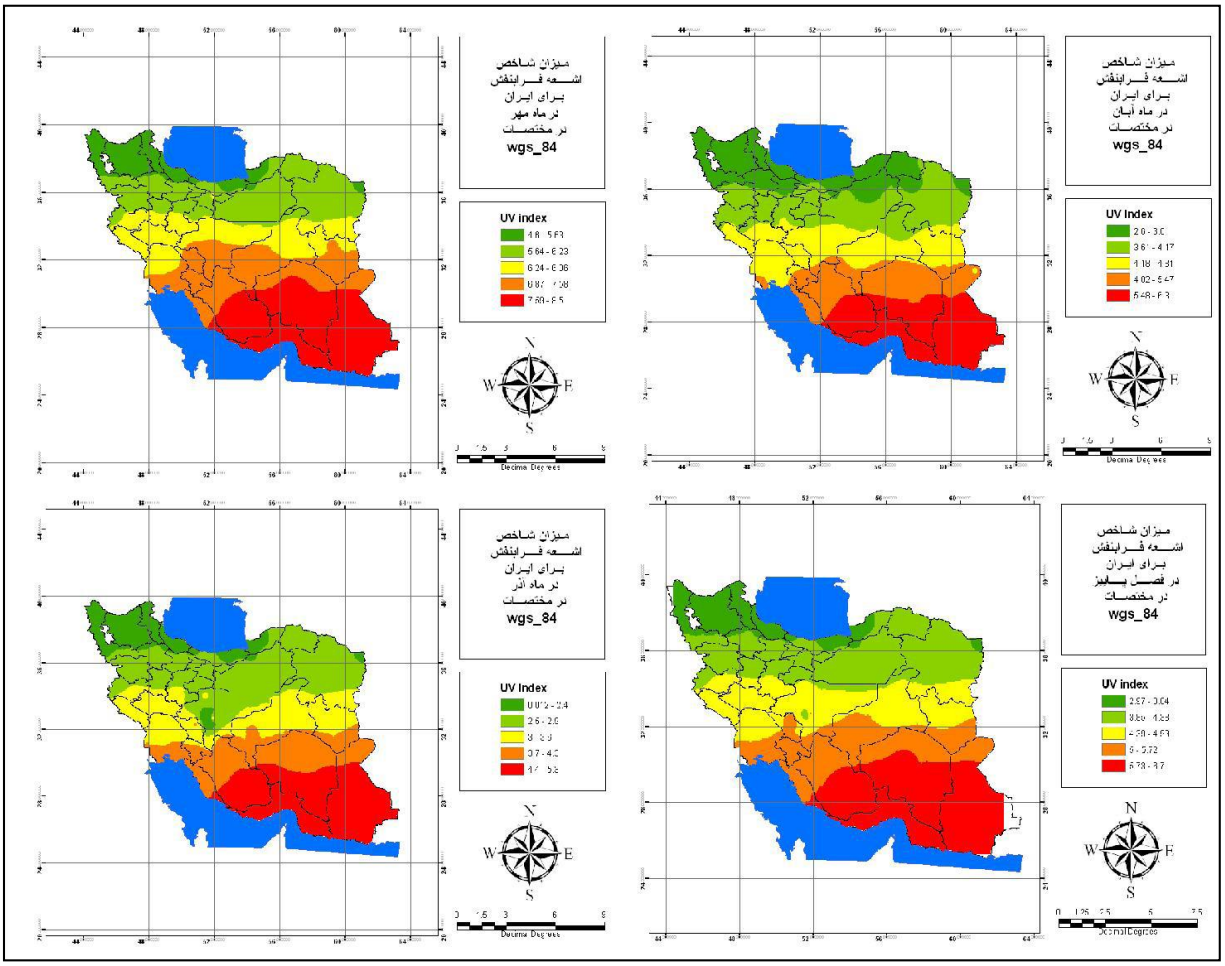
د- شاخص پرتو فرابنفش در ایران در فصل پاییز

در ماه مهر، استان‌های گیلان، مازندران، اردبیل، آذربایجان شرقی و غربی از شدت تابش متوسط، استان‌های جنوبی و جنوب‌خاوری از شدت تابش خیلی زیاد و سایر نواحی کشور شاخص زیاد را نمایش می‌دهند.

در ماه آبان، تمام کشور از میزان شاخص متوسط برخوردار بوده و تنها بخش کوچکی از جنوب خاوری کشور میزان شاخص زیاد را تجربه می‌کند.

در ماه آذر، نیمه شمالی کشور شاخص کم و نیمه جنوبی آن شاخص متوسط را نشان می‌دهد که حاکی از شرایط خوب می‌باشد.

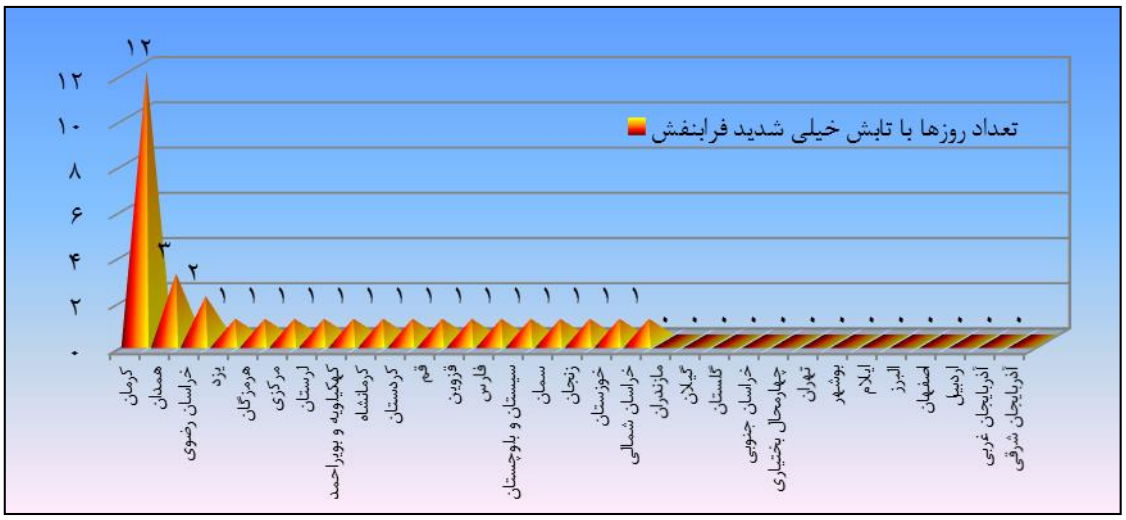
نقشه میانگین شاخص پرتو فرابنفش برای فصل پاییز، تمام کشور را به غیر از منتهی‌الیه خاوری ایران که شاخص زیاد را تجربه می‌کند با میزان شاخص متوسط نمایش داده است که حاکی از سالم بودن این فصل از سال از جهت دریافت پرتو فرابنفش می‌باشد (شکل ۳-۵۱).



شکل۳-۵۱- نقشه ماهانه شاخص پرتو فرابنفش فصل پاییز (موقری و خسروی، ۱۳۸۵)

- **شاخص پرتو فرابنفش با نوع مواجهه (میزان اثر) شدید**

نتایج حاصل از اطلاعات ثبت‌شده پرتو فرابنفش نشان می‌دهد که در سال ۱۳۹۰ استان کرمان با ۱۲ روز (۳. ۲۸٪) بیشترین روزها را در این سطح از کیفیت به خود اختصاص داده است (نمودار ۳-۱۶).



نمودار۳-۱۶- مقایسه استان‌های در معرض تابش خیلی شدید فرابنفش (برگرفته از مرکز آمار ایران، ۱۳۹۰)

۳-۹- تحلیل مخاطرات و تهدیدات طبیعی استان یزد

مخاطرات طبیعی با توجه به ناپایدار کردن ارتباط بین مؤلفه‌های انسانی، اقتصادی و محیطی منطقه، به‌عنوان چالشی در برنامه‌ریزی منطقه‌ای محسوب می‌شود. بخشی از خطرپذیری بالای هر منطقه از نتایج سیاست‌های نادرست مدیریت منطقه‌ای است که امکان مناسب جهت شناخت کافی از خطرات و خطرپذیری آن منطقه را فراهم ننموده است. با توجه به مفهوم آمایش‌سرزمین که عبارت است از توزیع هماهنگ جغرافیایی کلیه فعالیت‌های اقتصادی در پهنه یک سرزمین نسبت به مجموع قابلیت‌های (منابع طبیعی و انسانی) آن منطقه، مدل‌های آمایش خطرمدار می‌توانند با کاهش عدم قطعیت نتایج اقدامات پیش‌بینی شده و همین‌طور رویکرد چندمخاطره‌ای ضمن حفظ هماهنگی همه‌جانبه در تخصیص منابع یک منطقه به تصمیم‌سازی جمعی و قانونمند بیانجامند. در ایران برخلاف چنین رویکردی، تمرکز برنامه‌ریزان مکانی بر مخاطراتی همچون زمین‌لرزه، سیل و مانند آن، نهایتاً به شکل مجزا و یا ترکیب ساده مخاطرات بدون توجه به اهمیت و شدت خطر و همچنین معیارهای آسیب‌پذیری ناشی از آن بوده‌است.

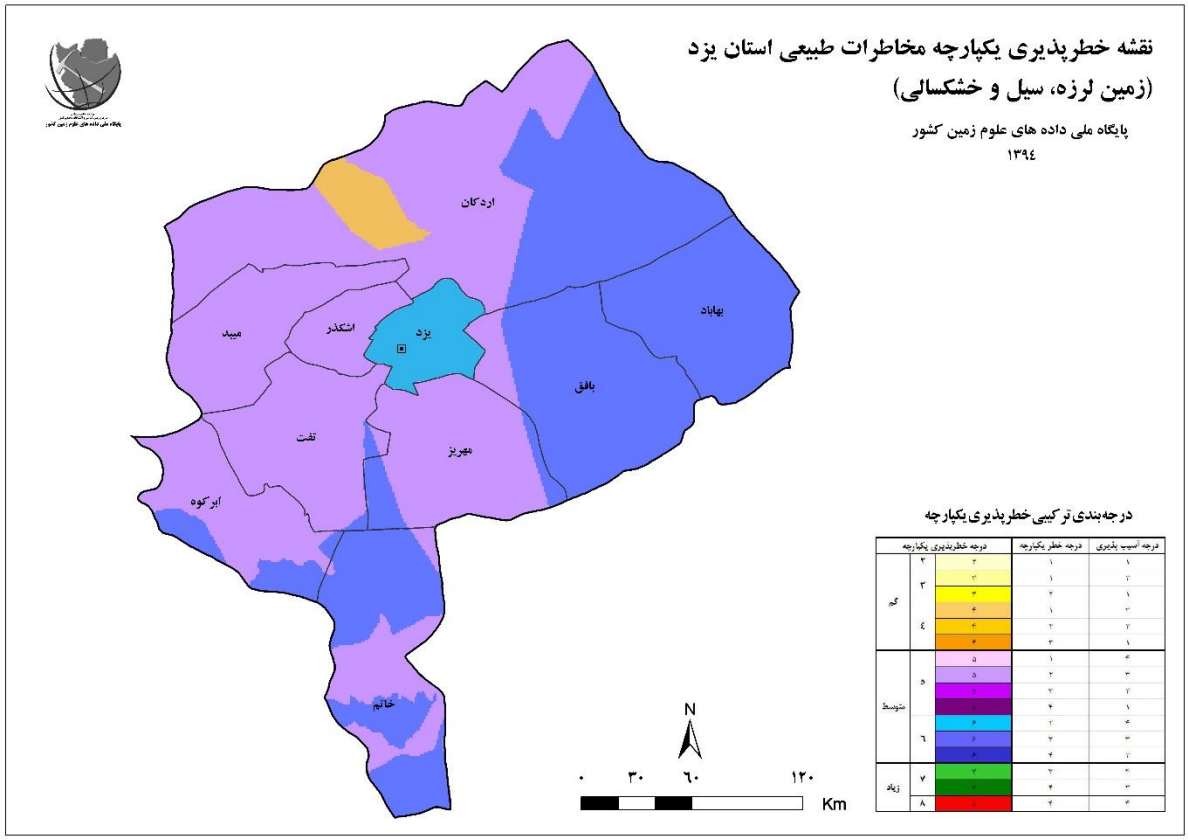
بر همین اساس، پایگاه ملی داده‌های علوم زمین کشور در تابستان ۱۳۹۳، به‌منظور افزایش ظرفیت مدیریت مکانی و امکان مقایسه بین‌منطقه‌ای ریسک، رویکرد جدیدی را با عنوان "ارزیابی خطرپذیری یکپارچه چندمخاطره‌ای" با استناد به پروژه مخاطرات ESPON (ESPON Project 1,3,1, 2006)- در چارچوب پروژه اثرات مکانی مخاطرات طبیعی و فنی در اروپا و بخشی از شبکه مشاهده برنامه‌ریزی و نظارت مکانی اروپا (ESPON)- پیشنهاد داد و به‌صورت آزمایشی در سطح کشور برای سه مخاطره زمین‌لرزه، سیل و خشکسالی بررسی نموده است.

در این مدل، مخاطرات طبیعی با در نظر گرفتن ویژگی مکانی مخاطره و معیارهای خطرپذیری شناسایی و در روند کار و تحلیل‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. همچنین مطابق با روش موردنظر، شاخص آسیب‌پذیری با دو عامل "درمعرض خطر بودن" و "ظرفیت مقابله" ارزیابی می‌گردد. اجزای در معرض خطر به زیرساخت‌ها، جمعیت و مناطق طبیعی موجود در ناحیه تحت تأثیر خطر مربوط شده و برای ارزیابی ظرفیت‌های موجود در

جامعه در راستای کاهش پیامدهای منفی ناشی از اثر مخاطرات طبیعی از شاخص "ظرفیت مقابله" بهره گرفته شده است.

در نهایت، بر مبنای شاخص‌های اصلی "احتمال وقوع خطر" و "آسیب‌پذیری" به‌عنوان اجزای اصلی خطرپذیری، "نقشه خطرپذیری یکپارچه" تهیه و خطرپذیری مخاطرات طبیعی در سطح کشور ارزیابی و دسته‌بندی می‌گردد. به‌منظور ترکیب پتانسیل مخاطرات و آسیب‌پذیری، از یک ماتریس ۴ در ۴ استفاده می‌شود. به این‌صورت‌که درجه شدت مخاطره هر منطقه و درجه آسیب‌پذیری آن با بازده "درجه خطرپذیری یکپارچه" جمع می‌گردد. حاصل این روش ترکیبی، ۸ دسته خطرپذیری است. به‌عبارت دیگر، درجه خطرپذیری بر اساس مجموع درجات خطر و آسیب‌پذیری، بین ۲ تا ۸ و بر مبنای تعداد ترکیب ممکن از درجات خطر و آسیب‌پذیری بین ۱ تا ۱۶ خواهد بود.

در این راستا و با توجه به این‌که یکی از مراحل مهم پیش از بحران ناشی از مخاطرات طبیعی در ایران، مکان‌یابی "مناطق با خطرپذیری بالا" و یا "مناطق با درجه آسیب‌پذیری بالا" در سطوح استانی کشور می‌باشد؛ از این‌رو، به‌منظور ارزیابی، مقایسه و مدیریت مکانی ریسک در سطح استان یزد، "نقشه خطرپذیری یکپارچه مخاطرات‌طبیعی" این استان تهیه گردید (شکل ۳-۵۲).



شکل ۳-۵۲- نقشه خطرپذیری یکپارچه مخاطرات طبیعی استان یزد (زمین‌لرزه، سیل و خشکسالی)
(برگرفته از پایگاه ملی داده‌های علوم زمین کشور، ۱۳۹۳)

بر اساس نقشه خطرپذیری یکپارچه مخاطرات زمین‌لرزه، سیل و خشک‌سالی استان یزد و بر مبنای درجه‌بندی یکپارچه (۸ دسته خطرپذیری ترکیبی به‌دست آمده از ماتریس ۴ در ۴)، گستره استان یزد در محدوده درجات خطرپذیری ۶-۴ (کم تا زیاد) واقع گردیده است. بر اساس این نقشه، بیشترین درجات خطرپذیری و آسیب‌پذیری مشاهده شده در محدوده شهرستان‌های استان، مطابق جدول ۳-۵ ارائه می‌گردد.

جدول ۳-۵- خطرپذیری در شهرستان‌های با بیشترین "درجات خطرپذیری و آسیب‌پذیری" در استان یزد بر مبنای نقشه خطرپذیری یکپارچه مخاطرات طبیعی استان یزد (برگرفته از پایگاه ملی داده‌های علوم زمین کشور، ۱۳۹۳)

شهرستان	درجه خطرپذیری یکپارچه	درجه آسیب‌پذیری یکپارچه
یزد	۶	۴
بهاباد	۶	۳
بافق	۶ - ۵	۳
خاتم	۶ - ۵	۳
اردکان	۶ - ۵ - ۴	۳
ابرکوه	۶ - ۵	۳
مهریز	۶ - ۵	۳
تفت	۶ - ۵	۳

طبق آمار و سرشماری عمومی نفوس‌ومسکن، ۱۳۹۰ (برگرفته از سالنامه آماری استان یزد، ۱۳۹۳)، شهرستان یزد با بیشترین تمرکز جمعیت (با جمعیت بیش‌تر از ۱۰۰ هزار نفر)، بیشترین تراکم نسبی جمعیت (۲۳۸ نفر در هر کیلومترمربع) و بیشترین درصد جمعیت شهری (۹۵ درصد) در استان، دارای درجه خطرپذیری یکپارچه ۶ و درجه آسیب‌پذیری یکپارچه ۴ می‌باشد. همچنین شهرستان‌های اردکان و بافق با تمرکز جمعیت بین ۲۵ تا ۱۰۰ هزار نفر و درصد بالای شهرنشینی (بیش از ۸۰ درصد)، دارای درجه خطرپذیری یکپارچه ۶-۵ و درجه آسیب‌پذیری یکپارچه ۳ می‌باشد. این مسئله، اهمیت برنامه‌ریزی مناسب و مدیریت مکانی ریسک مخاطرات طبیعی را در این شهرستان‌ها به‌ویژه شهرستان یزد یادآور می‌شود.

فصل چهارم

زمین گردشگری

زمین‌گردشگری یا ژئوتوریسم (Geotourism) یکی از رشته‌های تخصصی اکوتوریسم است که به معرفی پدیده‌های زمین‌شناسی به گردشگران، با حفظ هویت مکانی آن‌ها می‌پردازد. این علم از علوم ژئومورفولوژی، ژئوتکنیک، ژئوفیزیک زمینی، ژئوشیمیایی و کلیماتولوژی بهره برده و کارشناسان علوم زمین و علاقه‌مندان به طبیعت را برای بازدید از جاذبه‌های زمین دعوت می‌کند. حفظ محیط‌زیست و چشم‌اندازهای آن، عدم تغییر و خودداری از دخالت انسان در برهم زدن چهره زمین از اهداف اصلی ژئوتوریسم است. توانمندی گردشگری را می‌توان به مناطق کم توان اقتصادی با صرف هزینه کم تعمیم داد و موجب رونق اقتصادی این مناطق از نظر گردشگری تخصصی شد.

هدف از انجام مطالعات زمین‌گردشگری پتانسیل‌یابی و هدایت موضوع ژئوتوریسم به سوی تأسیس و مدیریت ژئوپارک‌ها و ارتقای سطح فرهنگی- اقتصادی جوامع محلی است که مطابق با قوانین شبکه جهانی وظیفه شناسایی، معرفی، تأیید و ثبت ژئوپارک‌ها با سازمان‌های زمین‌شناسی هر کشور است.

وظیفه انجام مطالعات پایه ژئوتوریسم (زمین گردشگری) در ایران نیز از سال ۱۳۹۰ به عنوان یک وظیفه قانونی از سوی هیأت وزیران به سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور محول شده است. همچنین بر اساس مصوبه‌ای دیگر وظیفه مطالعه و ثبت ژئوپارک‌های کشور به این سازمان واگذار گردیده است. سازمان زمین‌شناسی با برخورداری از بیش از دو دهه تجربه در انجام مطالعات گوناگون زمین شناختی (ژئودایورسیتی) و شناخت پتانسیل-های زمین‌گردشگری، مطالعات مقدماتی مربوط به پتانسیل‌های زمین گردشگری را در سراسر کشور به انجام رسانیده که محصول آن انتشار دو عنوان اطلس توانمندی‌های ژئوپارک و ژئوتوریسم ایران در سال ۱۳۸۸ و اطلس میراث زمین‌شناختی ایران در سال ۱۳۹۱ و همچنین گزارش‌های مقدماتی استانی بوده است. این سازمان هم اکنون انجام مطالعات نیمه تفصیلی گردشگری زمین شناختی را در برنامه خود دارد. نتیجه این مطالعات که با همکاری و تأمین اعتبار استانداری‌ها و فرمانداری‌های استان‌ها انجام می‌گیرد، منجر به تدوین سند توسعه گردشگری منطقه با نگاه ویژه به محدوده‌های پتانسیل‌دار ژئوپارک و سایت‌های شاخص زمین گردشگری خواهد گردید (امری کاظمی، ۱۳۹۳).

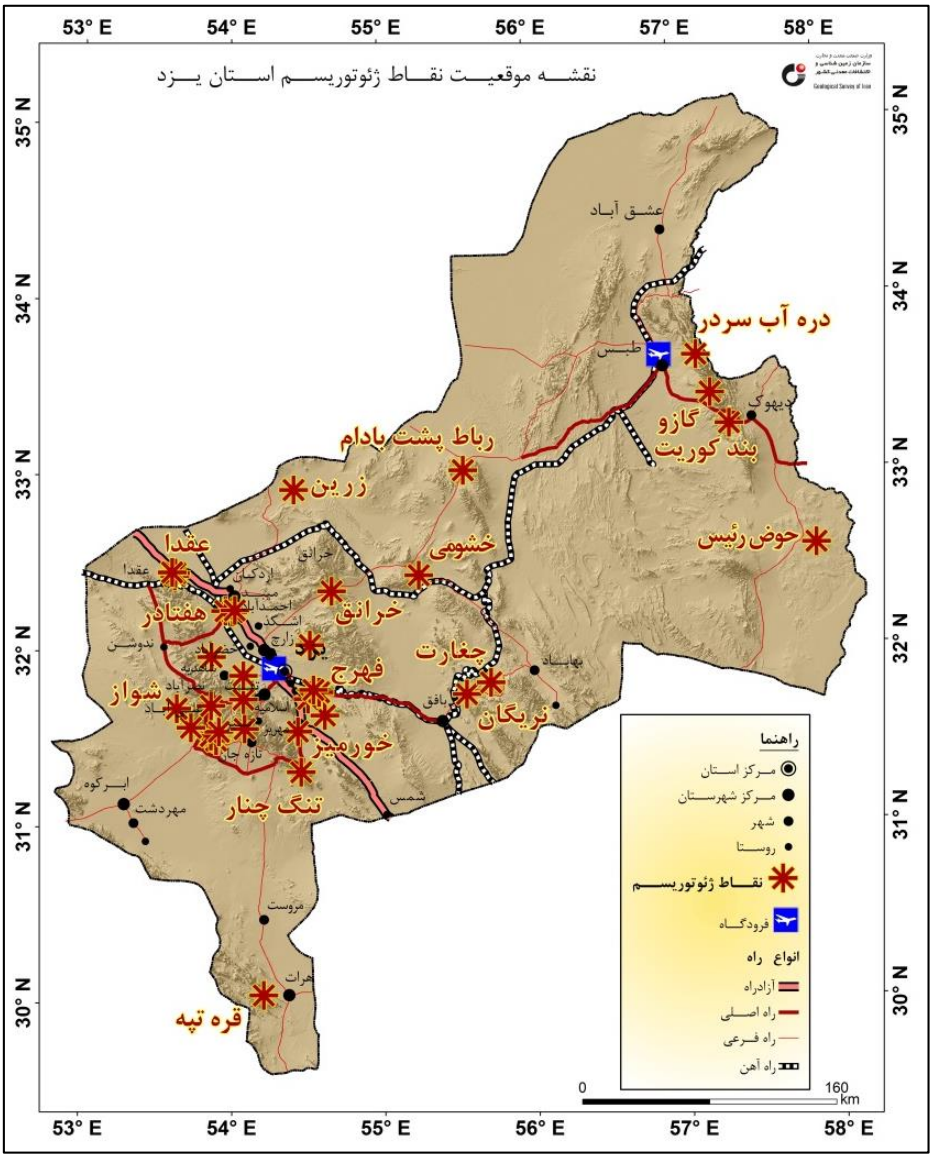
بنا به تعریف یونسکو، ژئوپارک (Geo park) (مخفف پارک زمین‌شناسی (Geology park)) به سرزمین‌هایی اطلاق می‌شود که شامل چند پدیده خاص و زیبای زمین‌شناسی با تاریخچه تکامل زمین‌شناسی مشخص باشند. در این محدوده ممکن است علاوه بر جاذبه‌های زمین‌شناسی، تعدادی جاذبه‌های طبیعی، فرهنگی، هنری و تاریخی هم وجود داشته باشد که در توسعه اقتصادی منطقه اثرگذار خواهد بود.

ژئوسایت (Geosite) مکانی است دارای یک پدیده یا عارضه کمیاب و ارزشمند زمین‌شناختی که ارزش برجسته علمی یا زیبایی‌شناختی داشته و ضمن دارا بودن ابزار تفسیری مناسب برای بازدیدکنندگان، شرایط بازدید همگانی را نیز داشته باشد (امری کاظمی ۱۳۸۸). بنابراین بر اساس این تعریف، نمی‌توان تنها به نقاطی که دارای پدیده و عارضه زمین‌شناختی ارزشمند هستند، عنوان ژئوسایت داد. به نقاطی که توان تبدیل شدن به ژئوسایت در آینده را دارند، پیش ژئوسایت (Potential Geosite) می‌گویند.

لازم بذکر است مطالعات ژئوتوریسم در ایران هنوز در مراحل اولیه می‌باشد و لذا تا زمان انتشار نتایج مطالعات نیمه تفصیلی و تفصیلی آنچه به عنوان جاذبه‌های زمین گردشگری در هر منطقه (استان) معرفی می‌گردد در واقع

پیش‌ژئوسایت‌ها هستند. در این راستا کارشناسان بخش گردشگری در سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، راهکارهایی را در قالب طرح برای گسترش زمین گردشگری و ژئوپارک در استان‌های کشور ترسیم نموده‌اند که در انتهای این گزارش در بخش پیشنهادات بخش زمین‌گردشگری بدان اشاره شده است. اجرای این چنین طرح‌های کارشناسی در صورت توجه و پیگیری مسئولان، می‌تواند منجر به شکوفایی چشمگیر در وضعیت گردشگری استان‌ها شده و همچنین موجب توسعه اقتصادی فرهنگی جوامع محلی گردد.

موقعیت برخی از مهم‌ترین جاذبه‌های زمین‌گردشگری استان یزد در نقشه شکل ۴-۱ نشان داده شده است.



شکل ۴-۱- موقعیت مناطق زمین‌گردشگری استان یزد

در این گزارش برای معرفی پدیده‌های زمین‌گردشگری دسته‌بندی زیر در نظر گرفته شده است:

- **پدیده‌های زمین‌شناسی:** همه گروه‌های زمین‌شناسی مشتمل بر پدیده‌های رسوبی، فرسایشی، آذرین، آتشفشانی و دگرگونی، پدیده‌های زمین‌ساختی، پدیده‌های زمین‌شناسی مهندسی و جایگاه نمونه‌ها در این بخش قرار گرفته‌اند.

- **پدیده‌های زمین‌باستان‌شناسی:** امروزه بهره‌گیری از دانش زمین‌شناسی در بررسی‌ها و پژوهش‌های باستان‌شناسی بسیار ارزشمند و کارساز است. ردیابی آنچه از عهد باستان در زیر لایه‌های گوناگون زمین جای گرفته، ویژگی‌های زمین‌شناختی مناطق باستانی، جایگاه‌های استقرار و گاه نابودی تمدن‌ها و رابطه آن با فرآیندها و پدیده‌های زمین‌شناختی و منطقه‌های تهیه مواد و مصالح ساخت شهرها، کاخ ها و دژها از جمله مواردی هستند که در این راستا مورد توجه قرار دارند. پدیده‌های بیشماری از این دست در ایران یافت می‌شوند. معدنکاری و فلزکاری کهن یکی از بهترین نمونه‌های این گروه از پدیده‌ها در ایران است.
- **چشم‌اندازها (مناظر زیبای زمین‌شناختی):** در این بخش که از مباحث مهم ژئوتوریسم است موضوع زیبایی شناسی پدیده‌ها در درجه اول اهمیت قرار دارد. به عبارت دیگر در این دسته از پدیده‌ها ارزش زیبایی-شناختی قبل از ویژگی زمین‌شناختی آنها مورد توجه است. عموم مردم بیشتر به اینگونه پدیده‌های زمین-شناختی علاقه و توجه دارند. این گروه از پدیده‌ها منشاء گرفته از فرآیندهای زمین‌شناختی گوناگون‌اند. آبشارها، برخی کوه‌ها، دره‌ها، یخچال‌ها و رخنمون‌های رنگانگ سازندها از این رویه پیروی می‌کنند.

توضیح آن که هرکدام از این پدیده‌ها می‌توانند در گروه‌بندی‌های دیگر نیز قرار گیرند، اما آنچه موجب شده به عنوان یک بخش جداگانه منظور شوند، ویژگی مشترک آنها یعنی بالا بودن ارزش زیبایی شناختی آنها بوده است و شاید تنها وجه اشتراکی که بین ژئوتوریسم و اکوتوریسم وجود دارد را در این گروه بتوان یافت و آن عبارت است از مناظر طبیعی که در اکوتوریسم نیز بسیار مورد توجه است.

۴-۱- پدیده‌های زمین‌شناسی

گردشگری زمین‌شناسی و بازدید از پدیده‌های ژئومورفولوژی از مهم‌ترین جاذبه طبیعی استان یزد محسوب می‌گردد. بیابان‌های ایران در استان یزد یکی از زیباترین منظره‌های اکوتوریستی دنیا به شمار می‌آیند. تپه‌های ماسه‌ای یکی از فرآیندهای مناطق بیابانی است که در اطراف شهر یزد با مساحتی در حدود ۳۰ هزار هکتار گسترش‌یافته است. سن تپه‌های ماسه‌ای اطراف شهر یزد کمتر از ۲ هزار سال برآورده شده است.

۴-۱-۱- بیابان‌ها و کویرها

- کویر اردکان (سیاه‌کوه)

کویر اردکان که مهم‌ترین کویر منطقه به شمار می‌رود به شکل یک نعل اسب با جهت شمال باختری- جنوب خاوری در شمال اردکان قرار دارد. این منطقه کویری بین دو کوه منفرد هرش به ارتفاع ۱۹۳۹ متر در جنوب و سیاه کوه به ارتفاع ۲۰۵۰ متر در شمال قرار دارد و مکانی مناسب برای جذب جریان‌های آبی و سیلابی است که از دامنه این دو کوه سرازیر می‌شود (شکل ۴-۲).

شکل ۴-۲- نمایی از کویر سیاه‌کوه (اردکان) در استان یزد

- کویر ساغند

کویر ساغند در ۵۰ کیلومتری جنوب شرقی روستای ساغند با مساحتی حدود ۲۲۶۲۵ هکتار، در موقعیت جغرافیایی N3227 E5523، در شمال خاوری استان یزد، با برخورداری از پدیده‌های گوناگون کویری، یکی از نادرترین مناطق کویری جهان به شمار می‌رود. علاوه بر آن، با برخورداری از گیرایی ویژه خود، از لحاظ گردشگری نیز می‌تواند مورد توجه قرار گیرد. سطح این کویر را نمکزار پوشانده و در حاشیه نمکزار نوار باریکی از خاکهای رسی باد کرده دیده می‌شود . این کویر از جنوب غربی به کوه بنه شورو , از جنوب به ارتفاعات نتاک و معدن مس چادرملو محدود می‌شود . این کویر دارای یکی از مهمترین معادن اورانیوم در ایران است که در سال ۱۹۸۵ کشف شد. در جنوب این کویر معادن چادرملو قرار دارند که حاوی سنگهای مس , آهن و طلا می‌باشند. در قسمت شرقی کویر ماسه‌های روان قرار گرفته‌اند و کویر به شکل حرف انگلیسی U در اطراف آن پیشروی کرده است. فاصله غربی ترین نقطه کویر تا پیشروی ماسه زار ۱۰ کیلومتر است و از نقطه شروع ماسه زار تا ارتفاعات شرقی منطقه ۱۵ کیلومتر فاصله است. مجموعه تپه‌های ماسه‌ای و کویر ساغند از جنوب، شمال و شرق توسط ارتفاعات محدود شده‌اند و حالتی جزیره مانند به این منطقه داده است. جاده ارتباطی یزد، بهاباد، ساغند، طبس از غرب این منطقه عبور می‌کند.

در داخل کویر ساغند و نمکزار آن هیچگونه پوشش گیاهی قابل مشاهده نیست. تنها در حاشیه کویر گیاهان هالوفیت و شور پسند همچون اشنان و گز قابل مشاهده هستند. در خارج از منطقه کویر در زمینهایی که شوری خاک کمی کاهش می یابد می توان پوشش گیاهی شامل تاغ، گون، اسفناج وحشی، تره تیزک، کاکوتی، فرفیون، گل گندم، شقایق کوهی، انغوزه، زنبق صحرایی، ملیکا، خارشتر، کلاه میرحسن، کاروانکش، افدرا، اسکنبیل، تاغ، قیچ، پرند، گز، گل کتانی، بابونه ای، شب بوی صحرایی، تلخک، اسفند ، علف شور، کلپوره، شیرینک مشاهده کرد.

به دلیل شوری خاک، ضعف پوشش گیاهی و نبود چشمه های آب شیرین در منطقه حیات وحشی برای این منطقه متصور نیست. اما در حاشیه منطقه به دلیل بکر بودن و نبود دسترسی مناسب دارای حیات وحش قابل توجهی است. حیات وحش منطقه شامل گرگ، شغال، روباه شنی، گربه شنی، روباه معمولی، کفتار، جبیر، هوبره، بحری، دلیجه،

کبک، تیهو، بلدرچین، عقاب دشتی، چاخ لق، کبوتر چاهی، یاکریم، شاه بوف، سبزه قبا هندی، دم جنبانک ابلق، سنگ چشم دم سرخ و گنجشک معمولی از جمله پرندگان این منطقه هستند. انواعی گوناگونی از رده خزندگان در این منطقه به چشم می‌خوردکه شامل راسته لاک‌پشت‌ها و نیز خانواده آگاماها، سمندرها و اسکینک ها است. از دیگر خانواده خزندگان می توان به بزمجه‌ها اشاره کرد.

- کویر ابرقو (ابرکوه)

کویر ابرقو در موقعیت جغرافیایی N3111 تا N3049 و E5326 تا E5346 در ۲۰ کیلومتری شرق شهرستان ابرقو واقع شده است و یکی از معروف‌ترین مناطق کویری کشور محسوب می‌شود. این کویر به شکل دایره بین دو رشته‌کوه قرار گرفته و به فاصله کمی از آن کویر تاغستان (طاقستان) واقع شده است. ارتفاع متوسط کویر از سطح آبهای آزاد ۱۴۶۰ متر است. قسمت اعظم این کویر را نمکزار با فرو افتادگی های پراکنده فرا گرفته است. خاک‌های رسی باد کرده قسمت اعظم بخش جنوبی شرقی را فرا گرفته و به صورت نوار کل نمکزار را در قسمت‌های دیگر در بر گرفته است. در حاشیه شمال غربی در حد فاصل خاکهای رسی و نمکزار باتلاق قرار دارد. باتلاق‌ها به صورت نوار پهنی حاشیه شمال غربی کویر را می‌پوشانند. وسعت این کویر ۲۰۰،۰۰۰ هکتار است که ۱۹۰۰ هکتار از این مساحت توسط ماسه زارها اشغال شده و مابقی نمکزار و کویرهای رسی است. مسیر اول مسیر جاده ابرکوه به تفت و جاده خاکی مزرعه آخوند است. مسیر دوم جاده ارتباطی شهرستان ابرکوه به روستای مهرآباد و روستای اسفندآباد است. کویر ابرکوه در فاصله کمی در شرق این دو روستا واقع شده است.

آنچه کویر ابرکوه را از بسیاری از مناطق کویری کشور متمایز می‌کند، رودخانه کاسه‌رود است که در قسمتی از این منطقه آرام گرفته است. کاسه‌رود یکی از جاذبه‌های بسیار زیبای طبیعی ابرکوه است که قابلیت و پتانسیل‌های مختلفی دارد و به زیبایی نام نگین کویر را بر آن نهاده‌اند. زیبایی و شکوه این رودخانه در دل کویر که برگرفته از سیلاب ها و روان آب های جاری از سیل در کویر است منظره باشکوهی را پدید آورده است.

- کویر درانجیر

کویر درانجیر در موقعیت جغرافیایی N3209 E5505 در خاور استان یزد واقع شده است و سومین منطقه مهم کویری یزد به شمار می‌رود. مساحت تقریبی کویر درانجیر ۱۵۰۰ کیلومترمربع می‌باشد.

رودخانه‌های اصلی این کویر به بخش جنوبی وارد شده و مخروط‌افکنه‌های حاشیه‌ای و معمولا سفید رنگ اطراف این کویر نشان دهنده شوری قابل توجه زمین‌های اطراف این کویر می‌باشد. ۶۰٪ از آن را زمین‌های رسی و ۴۰٪ از آن را نمکزار وسیعی پوشانده است. زمین‌های رسی بخش جنوبی و شمال غربی این کویر را پوشانده‌اند. رودخانه‌های جنوبی باعث تراکم زیاد گیاهان شور زیست در قسمت جنوبی این کویر شده‌اند، در حالیکه در قسمت‌های شمالی و یا نزدیک سطح نمکزار به علت افزایش شوری زمین گیاهی مشاهده نمی‌شود.

نمکزاری در قسمت شمالی کویر قرار گرفته که تقریبا تمام عرض کویر را از شرق به غرب قطع می‌کند. به دلیل وجود رطوبت در زیر قشر نمکی , رانندگی بر روی این کویر بشدت خطرناک و در بعضی قسمت‌ها غیر ممکن است. مسیر یزد به بافق از قسمت جنوبی این کویر عبور می‌کند. مسیر دیگر مسیر آسفالته بافق به حسن آباد است. پس از حسن آباد مسیر خاکی می‌شود و به خرانق منتهی می‌گردد . این مسیر از حاشیه شرقی کویر عبور می‌کند.

در داخل کویر درانجیر هیچ‌گونه پوشش گیاهی قابل مشاهده نیست. تنها در حاشیه کویر گیاهان هالوفیت و شور پسند همچون اشنان و گز قابل مشاهده هستند.

به دلیل شوری خاک، ضعف پوشش گیاهی و نبود چشمه‌های آب شیرین حیات وحشی برای این منطقه متصور نیست اما در حاشیه نمکزار پستانداران شاخص شامل یوزپلنگ، پلنگ، جبیر، قوچ و میش، کل و بز، کفتار، کاراکال، گربه وحشی، خرگوش، روباه معمولی و انواع جوندگان می‌باشند. کبک، تیهو، باقرقره شکم سیاه، سنگ چشم خاکستری، چکاوک بیابانی، زاغ بور، دلیجه، دودوک و انواع مختلفی از پرندگان شکاری و گنجشک‌سانان از مهمترین پرندگان منطقه هستند. لاک‌پشت مهمیزدار، بزمجه بیابانی، سوسمار خار دم ایرانی و آگامای چابک از جمله خزندگان پناهگاه حیات وحش دره انجیر بشمار می‌روند.

- کویر رباط خان (ریگ شتران)

کویر رباط خان (ریگ شتران) در موقعیت جغرافیایی N3338 تا N3306 شمالی و E5519 شرقی تا E5559 شرقی در استان یزد قرار دارد. این ریگزار از شمال به دریاچه نمک خور در کویر مرکزی ایران، از جنوب به محور جدید ارتباطی یزد- طبس، از غرب به محور ارتباطی خور- یزد و از شرق به رباط کال مرد، چشمه عمو حسن و رباط خان محدود می‌شود. دسترسی به این منطقه از محور ارتباطی یزد به طبس، سه راهی رباط خان قابل انجام است. همچنین از شهرستان خور در استان اصفهان می‌توان به این منطقه به صورت آفرود دسترسی پیدا کرد. پهنه این کویر پوشیده از ریگزار است. شکل ریگزار شبیه به ۲ شاخ گاو است که در قسمت جنوبی به هم می پیوندند و در جهت شمال غربی و شمال شرقی از یکدیگر جدا می شوند. در میان این دو قسمت جنوبی دریاچه نمک خور گسترش یافته است. طول شمال به جنوب ریگزار در بیشترین حالت در حدود ۸۰ کیلومتر و عرض شرقی غربی آن در حدود ۷۰ کیلومتر است. ارتفاع تپه‌ها عموما کوتاه است و در بلندترین حالت به ۵۰ متر می‌رسد.

پوشش گیاهی منطقه عمدتاً گیاهان ماسه‌پسند همچون تاغ، اسکنبیل، نسی و ... است که به دلیل شوری زیاد بستر خاک و کم آبی از سایر ریگزارهای ایران تنک‌تر است. پوشش جانوری شامل انواع مار، عقرب، گربه شنی، روباه شنی، شغال، گرگ، شاهین، هوبره، چکاوک کاکلی، مگس گیر، انواع آگاما و گکوی مناطق بیابانی و ... است (شکل ۴-۳).

شکل ۴-۳- کویر رباط خان (ریگ شتران) در استان یزد ، پوشش چانوری مار

۴-۱-۲- کویر روح مرغوم

کویر روح مرغوم در موقعیت جغرافیایی N3336 تا N3302 و E5648 تا E5703 در استان یزد واقع است. کویر روح مرغوم در غرب و جنوب غربی شهرستان طبس و به فاصله ۱۰ کیلومتری از این شهر واقع شده است. این منطقه دارای نمکزار ولی فاقد اشکال پلی‌گون است. کویر گستره‌ای شمالی جنوبی دارد و طول آن در حدود ۷۳ کیلومتر و عرض آن در بیشترین حال ۱۲ کیلومتر است. میانگین ارتفاع این شوره‌زار از سطح آبهای آزاد در حدود ۷۰۷ متر است. به دلیل وجود مناطق مرتفع‌تر در اطراف، سیلاب‌های سطحی به سمت این شوره زار حرکت می‌کنند و به علت شوری خاک زمین‌های اطراف نمک خود را پس از تبخیر در این حوضچه به جای می‌گذارند. عمده وسعت این کویر پوشیده از کویرهای رسی خیس که در قسمت جنوبی همراه با نمکزار است. در سالهای اخیر سطح این کویر برای جلوگیری از پیشروی و مهار بیابان‌زایی شخم زده شده است. دسترسی به این کویر از طریق جاده ارتباطی شهرستان طبس به رباط پشت بادام امکان‌پذیر است.

در داخل کویر روح مرغوم هیچگونه پوشش گیاهی قابل مشاهده نیست. تنها در حاشیه کویر گیاهان هالوفیت و شور پسند همچون اشنان و گز قابل مشاهده هستند. همچنین در حاشیه کویر نخلستان‌های فراوانی قابل مشاهده است. به دلیل شوری خاک، ضعف پوشش گیاهی و نبود چشمه‌های آب شیرین در منطقه حیات وحشی برای این منطقه متصور نیست. اما در حاشیه منطقه حیات وحش منطقه شامل گرگ، شغال، روباه معمولی، کفتار، جبیر، هوبره، بحری، دلیجه، کبک، تیهو، بلدرچین، عقاب دشتی، چاخ لق، کبوتر چاهی، یاکریم، شاه بوف، سبزه قبا هندی، دم جنبانک ابلق، سنگ چشم دم سرخ و گنجشک معمولی از جمله پرندگان این منطقه هستند. انواعی گوناگونی از رده خزندگان در این منطقه به چشم می‌خوردکه شامل راسته لاک‌پشت‌ها و نیز خانواده آگاماها، سمندرها و اسکینک ها است. از دیگر خانواده خزندگان می توان به بزمجه‌ها اشاره کرد (شکل ۴-۴).

شکل ۴۰-۴- بیابان‌های حاشیه کویر روح مرغوم در استان یزد

۴-۱-۳- -کویر مروست

کویر مروست در شرق شهرستان مروست در محدوده جغرافیایی از E5415 تا و E5420 و از N3000 تا N3027 قرار دارد . این کویر در استان یزد و از توابع شهر بابک می‌باشد. مساحت این کویر ۵۹۰۵ هکتار می‌باشد که از شمال به

کویر ابرکوه، از شرق به شهرستان مروست و از جنوب به شهرستان هرات و کویرهای سیرجان محدود می‌شود. دسترسی به این کویر از دو مسیر میسر است: جاده مهریز - مروست- هرات که از حاشیه غربی این کویر عبور می‌کند و مسیر خاکی دهج - خبر به مروست که پس از طی مسافتی حدود ۵۰ کیلومتر از قسمت شمالی کویر عبور می‌کند. کویر مروست آب خود را از دو رودخانه اصلی می‌گیرد که بزرگترین آنها از حاشیه جنوبی وارد کویر می‌شود و پس از ورود به شاخه‌های زیادی تقسیم می‌شود و بر روی صفحات رسی بریدگی‌هایی ایجاد می‌کند. رودخانه دیگر از قسمت شمال غربی وارد کویر می شود. این رودخانه بر روی باریکه شمال غربی کویر مخروط افکنه وسیعی ایجاد کرده که مجرای زهکشی را مسدود می‌نماید. نتیجه این عمل تبخیر آبی است که در واقع بایستی بر روی صفحات دریاچه کم‌عمقی تشکیل می‌داد. نمکزاری نیز در صفحات پست و در مجاورت محل تجمع آب فوق الذکر تشکیل شده است.

تراکم گیاهان شور پسند در این منطقه حکایت از کمی شوری خاک و بالا بودن سطح آب زیرزمینی دارد . در مرکز این کویر نمکزار واقع است که بوسیله باتلاق از صفحات رسی باد کرده جدا می‌شود. اینگونه گیاهان دارای ریشه‌های عمیق و بسیار بلندی هستند تا بتوانند آب را از اعماق زیاد جذب نمایند و همین‌طور برگ‌ها شکل سوزنی پیدا کرده‌اند تا از میزان تبخیر بکاهند. پوشش گیاهی این منطقه تاغ، اشنان، خارشتر، گز و... است. در کفه نمکی کویر بعلت شوری زیاد امکان هیچگونه پوشش گیاهی نیست (شکل ۴-۵).

شکل ۴-۵- کویر مروست در استان یزد

دیگر کویرهای استان یزد عبارت‌اند از:

- کویر هرات و مروست با مساحت تقریبی ۵۰۰ کیلومترمربع با محیط نسبتاً مرطوب
- کویر بهشت‌آباد بین انار و رفسنجان با جهت شمال باختری به جنوب خاوری
- کویر بهادران در جنوب خاور مهریز با جهت شمال باختری به جنوب خاوری

۴-۱-۴- کفه‌های نمک

کفه‌های نمک به پهنه‌ای انباشته از نمک گفته می‌شود که شرایط باتلاقی نداشته باشد. هنگامی‌که آب‌های سطحی به‌سوی دشت جریان می‌یابند، در چاله‌ها تجمع یافته و در اثر تابش شدید خورشید تبخیر شده و نمک آن‌ها بر جای

می‌ماند و کفه‌های نمک تشکیل می‌شود. در تابستان به دلیل آن‌که در زیر صفحات ضخیم و زره مانند نمک آب نمک و لجن ایجاد نمی‌شود، عبور از آن بدون ایجاد مشکلی امکان‌پذیر خواهد بود. کفه‌نمک درانجیر، کفه‌نمک عقدا، کفه‌نمک ساغند، کفه‌نمک طاقستان و کفه‌نمک ابرقو، مهم‌ترین کفه‌های نمک استان یزد می‌باشند (شکل ۴-۶).

شکل ۴-۶- نمایی از کفه نمک ابرقو

۴-۱-۵- تپه‌های شنی (برخان‌ها)

باد در ضمن حرکت خود در پهنه زمین، ذرات ریز از قبیل ماسه، شن و ریگ را از زمین بلند کرده و با خود حمل می‌کند. در مسیر حرکت باد در هنگام برخورد با مانع از قبیل گیاهان، قطعات سنگ و یا عوارض طبیعی دیگر سرعت باد تا حدودی کاسته شده و این ذرات در اطراف مانع انباشته می‌شوند و به‌تدریج بر مقدار آن‌ها افزوده می‌شود. سرانجام اجتماع این ذرات به‌قدری می‌رسد که منجر به تشکیل تپه‌های شنی شده و جلوه‌های زیبایی را در پهنه وسیع کویر می‌آفرینند. هرچه این موانع بزرگ‌تر باشند، توده‌های ماسه‌ای بزرگ‌تری نیز ایجاد می‌شوند. تپه‌های شنی پس از تشکیل در محل خود ثابت نمی‌مانند، بلکه در جهت وزش باد جابجا می‌شوند. با وزش باد ماسه‌ها در دامنه‌ای که در جهت باد قرار دارد به‌طرف بالا رانده شده و پس از رسیدن به قله در دامنه پشتی تپه غلتیده و در آنجا جمع می‌گردند. جابجایی توده‌های ماسه‌ای در شرایط عادی به ۱۰ تا ۲۰ متر در سال می‌رسد. ارتفاع تپه‌های شنی متغیر بوده و به‌ندرت از ۲۰ متر تجاوز می‌کند (شکل ۴-۷).

شکل ۴-۷- نمایی از تپه‌های شنی استان یزد

۴-۱-۶- غارها

در استان یزد بیش از ۴۰ غار وجود دارد که برخی از آن‌ها عبارتند از:

- **غار اشکفت یزدان**

این غار در ۴۵ کیلومتری عقدا در شهرستان اردکان در نزدیکی روستای هفتهر در کوه بلندی به نام اشکفت واقع است. اشکفت در گویش مردم یزد به معنای شکاف یا غار است. قطر بزرگ غار از سمت دهانه به سمت انتها از ۶۰ متر به ۴۵ متر کاهش می‌یابد. سه چکیده یا استالاگمیت در وسط غار خودنمایی می‌کنند. یکی از آن‌ها حدود ۳ متر و ۸۰ سانتی‌متر ارتفاع دارد و دو چکیده دیگر ۱ متر و ۲۰ سانتی‌متر ارتفاع و حدود ۴۰ سانتی‌متر قطر دارند. در داخل غار چندین حوض کوچک و بزرگ و آثاری از ساختمان دیده می‌شود که نشان‌دهنده کارکرد سکونتی و عبادتی این غار در گذشته بوده است. این غار برای پیروان کیش زرتشت قابل احترام و مقدس می‌باشد، زیرا در قرن نهم هجری به مدت ۳۰ سال به صورت مخفی محل نگهداری آتش بوده است. خاکسترهای موجود در غار از آتش‌افروزی‌های زرتشتیان در این غار حکایت می‌کند. در حال حاضر علی‌رغم راه ورودی دشوار، هر ساله تعدادی از زرتشتیان هند به این محل آمده و شبی را در این غار به سر می‌برند.

در بخشی از مسیر دسترسی به غار امکان تردد با اتومبیل وجود ندارد و باید به صورت پیاده به مدت ۲ ساعت پیاده‌روی نمود و از روی صخره‌های سنگی صعب‌العبوری که شیب نسبتاً تندی دارد، گذر کرد (شکل ۴-۸).

شکل ۴-۸- غار اشکفت یزدان

- **غار نباتی**

غار شگفت‌انگیز نباتی با بلورهای نبات مانند و سفید رنگ، عروس غارهای استان یزد است که هنوز صدای چکه‌های آب را می‌توان در آن شنید. غار نباتی در حوالی روستای تاریخی و زیبای ندوشن از توابع بخش خضرآباد شهرستان

صدوق واقع شده است و جزو غارهای فعال شناخته می‌شود که در آن غارزایی و رسوب‌گذاری با سرعتی بسیار کم در حال تداوم است. به اعتقاد کارشناسان، وجود رطوبت داخل غار، چکیدن آب از قندیل‌ها، ترمیم قندیل‌های شکسته شده و وجود مواد آهکی داخل غار از نشانه‌های فعالیت است. ورودی غار به شکل دایره‌ای به قطر ۵/۱ متر است که به صورت حفره در داخل زمین تشکیل شده است. این حفره حدود ۴ متر عمق دارد و بعد از آن محوطه غار وجود دارد که به طور کامل تاریک است. در سال‌های اخیر در سمت غربی دهانه اصلی، ورودی دیگری حفر نموده‌اند که دسترسی را آسان‌تر می‌نماید. غار دارای سه قسمت یا سه مسیر مجزا است که مسیر اصلی آن حدود ۵۰ متر طول دارد و در وسط مسیر اصلی فضای باز که به آن تالار گفته می‌شود، وجود دارد. حوضچه‌های کوچک آب در قسمت‌های مختلف غار تشکیل شده است که با توجه به میزان بارندگی و میزان چکیدن آب از قندیل‌ها و سایر عوامل طبیعی، تعداد آن‌ها در طول سال کم و زیاد می‌شود (شکل ۴-۹).

شکل ۴-۹- نماهای متفاوتی از غار نباتی در استان یزد

- **غار حلوان**

این غار در روستای حلوان در ۷۵ کیلومتری شمال غرب شهرستان طبس قرار دارد. مسیر دسترسی به این غار بعد از روستای حلوان و طی مسافت تقریباً ۱۵ کیلومتر از جاده خاکی می‌باشد. این غار برای پیمایش سختی زیادی ندارد

فقط در بعضی نقاط احتیاج به طناب است. سن سنگ‌های غار حلوان تقریباً ۱۶۰ میلیون سال می‌باشد و مربوط به دوره ژوراسیک میانی است. با توجه به این که در این غار بقایای زیادی از استخوان‌های حیواناتی همچون گوسفند، شتر، الاغ و پرندگان دیده می‌شود، شاید این غار پناهگاه حیوانات درنده باشد.

- **غار زمرد (چرخ الماس)**

این غار در دره انجیر تفت قرار دارد. از جمله پژوهش‌هایی که در خصوص این غار صورت گرفته است بازدید ۱۲ ساعته یک گروه می‌باشد که توسط خانیکف شرح داده شده است. وی می‌نویسد: «نمونه سنگ‌های غار نشان‌دهنده رگه‌های نقره و سنگ فیروزه است». در مورد این غار افسانه‌های بسیاری توسط مردم نقل می‌شود از جمله می‌گویند هنگامی که «شداد» برای ساختن بهشت خود از تمام طلا و جواهرات روی زمین استفاده کرد، برای بدست آوردن طلا به این غار آمد.

- **غار خانه خدا**

این غار در منطقه حفاظت شده بوروئیه هرات (مرکز بخش مرکزی شهرستان خاتم استان یزد) قرار دارد. مسیر دسترسی به این غار که در ارتفاع ۲۴۰۰ متری قرار دارد بدین شرح است: کیلومتر ۴ هرات به چاهک عبور از یک جاده خاکی به طول ۱۷ کیلومتر که در سمت شمال غربی به سمت بوروئیه هرات می‌رود بعد از بوروئیه عبور از جاده خاکی به مسافت ۷ کیلومتر به سمت چنارناز.

- **غار دُوربید (دُربید)**

این غار در روستای دربید شهر یزد در ارتفاع ۲۹۶۰ متری کوه دربید قرار دارد. این غار بسیار زیبا و دارای چکنده‌های دیدنی می‌باشد. از شگفتی‌های این غار وجود آب بسیار گوارا در نزدیکی قله‌ای بلند در کوهی بسیار خشک می‌باشد. پیمایش غار نیاز به ابزار و تجهیزات خاصی ندارد و همراه داشتن یک چراغ کفایت می‌کند.

- **غار چاه برق**

غار چاه برق در نزدیکی شهر دهشیر استان یزد در ارتفاع تقریبی ۲۵۰۰ متری واقع است. این غار به صورت چاهی عمودی است و برای پیمایش آن نیاز به فرود به صورت معلق دارد و عمق آن ۶۵ متر می‌باشد. در خصوص وجه تسمیه این غار اهالی محل اعتقاد دارند که این مکان توسط رعد و برق به صورت چاه و غاری بزرگ درآمده است.

- **غار فراشاه**

غار فراشاه از غارهای مورد احترام زرتشتیان است که در آن آتش مقدس را محافظت می‌کردند و به نام «معبد موبدان فیروز» مشهور بود. این غار در روستای فراشاه واقع است و این روستا در ۸ کیلومتری تفت و کنار راه تفت-دهشیر قرار دارد.

- **غار بیدستان**

در جاده تفت به دهشیر بعد از علی‌آباد روستای بیدستان واقع شده است. بعد از طی مسافت ۲ کیلومتر از این روستا به سمت روستای دستجرد، غار بیدستان در ارتفاع ۲۴۶۰ متری قرار دارد.

سایر غارهای استان عبارتند از:

غار ابرکوه (ابرکوه)، غار اتاق سفید (دامنه غربی کوه ارنان به سمت دهستان گاریز)، غار اشکفت هفتاد (تنگ مهریز)، غار اعلا (ابرکوه)، غار ایوب (دهج)، غار باد معصوم (اسلامیه)، غار بجنه یا بوژنه (خرانق)، غار پهلوان (تنگ مهریز)، غار جن (دامنه کوه سیاه ده بالا)، غار جهنم یا کوه سفید (طبس)، غار چک‌چک (ابرکوه)، غار علا (ابرکوه)، غار چله خانه (بنادک سادات)، غار چهار تاقی یا چهار طاقی (خرانق)، غار خاکستر (۵۰ کیلومتری پناهگاه آب زرد شیرکوه)، غار خدایی (ندوشن)، غار دره اردشک، غار دره زنجیر، غار دو غار (قله دربید)، غار دیو (دشت پشت کوه کاریزات)، غار زارو (کوه‌های زارو)، غار سفیدکوه (نصرآباد)، غار سیخوران خورمیز (مهریز)، غار علی چنگری (عقدا)، غار غوری (توران پشت)، غار کفتار (کوه بهروک)، غار کفتر یا ده کفتر (طرزجان)، غار کوروش، غار گل عقدا، غار مخوف (کوه بختگی نزدیک نیشکوه تنگ چنار شهرستان مهریز)، غار مسجد (کوه مسجد واقع در ارتفاعات کذاب استان یزد)، غار مغستان (دامنه کوه سیاه در مغستان کوچک ساغند)، غار هامانه (هامانه بخش خرانق شهرستان اردکان)، غار هنزا (روستای فخرآباد)، غار هشتاد (مهریز)، غار هوهوه (روستای گل‌افشان شهرستان مهریز)، غار یخ (شیرکوه).

۴-۱-۷- چشمه‌ها

- **چشمه غربال بیز**

چشمه غربال بیز از چشمه‌های باستانی منطقه است و آثار تاریخی متعدد مانند سفال، مفرغ، مجسمه و ... در اطراف آن به دست آمده است. از این چشمه در کتاب‌های تاریخی مربوط به این خطّه بارها یاد شده است. چشمه غربال بیز از دامن کوه مذوار می‌جوشد و در فصل بهار بسیار زیبا و تماشایی است و طبیعت‌دوستان و علاقه‌مندان بسیاری را به دیدار خود فرامی‌خواند و یکی از تفریحگاه‌های استان یزد محسوب می‌شود (شکل ۴-۱۰).

شکل ۴-۱۰- چشمه غربال بیز در استان یزد

- **چشمه تامهر**

این چشمه در فاصله ۶ کیلومتری شهر تفت و در کنار راه آسفالته یزد- شیراز واقع شده و ارزش و اهمیت گردشگری خاصی برای علاقه‌مندان دارد. این چشمه غالباً از اوایل بهار تا اواخر تابستان دارای آب نسبتاً خوبی می‌باشد و با شروع فصل پاییز آبدهی آن کم می‌شود و به همین دلیل است که نام این چشمه را «تامهر» گذاشته‌اند.

- **چشمه پیروزه (فیروز)**

این چشمه در حاشیه کوه‌های بافق با دره‌های سرسبز و ییلاقی استان یزد واقع شده است و از نظر گردشگری نقش عمده‌ای دارد.

- **چشمه توران پشت**

بدون شک یکی از زیباترین چشمه‌های جوشان در سطح کشور در این منطقه وجود دارد. این چشمه با آبی گرم از زمین می‌جوشد و چون جوشیدن آن خیلی آرام همراه با املاح گچی و آهکی صورت می‌گیرد، به مرور زمان در محل جوشش آب تپه‌ای از املاح به صورت ورقه ورقه (به شکل پوست‌های پیاز) و لایه‌ای به وجود می‌آید. هنگامی که ضخامت لایه‌های رسوبی به قدری زیاد شود که چشمه دیگر قادر به جوشیدن نباشد، در نزدیکی محل قبلی دوباره آب شروع به جوشیدن می‌کند. این منطقه با چشمه‌های جوشان می‌تواند سالانه پذیرای تعداد زیادی از طبیعت‌دوستان، علاقه‌مندان به زمین‌شناسی و دوستداران چشمه‌های آبگرم باشد. روستای توران پشت از توابع شهرستان تفت و در فاصله ۸۰ کیلومتری این شهرستان قرار دارد. چشمه‌های جوشان این منطقه در فاصله بسیار کمی از تخت رستم قرار دارد و به ثبت ملی نیز رسیده است.

- **چشمه آب معدنی و آبگرم چاه گله**

این چشمه در منطقه حفاظت شده کالمند در ۱۵ کیلومتری رباط زین‌الدین می‌باشد و در کوه چاه گله در ارتفاع ۲۰۰۰ متری از سطح دریا می‌جوشد و موقعیت بسیار خوبی از نظر تفریحی و آب درمانی دارد.

- **چشمه هو هو**

این چشمه مهم‌ترین چشمه کوه‌های کلات منشاد است و دارای مناظر بسیار دیدنی و جذاب بوده و از تونلی در دل کوه جاری می‌شود و به نام آب هو هو معروف است. در فصول کم آبی تا عمقی حدود ۲۰ متر می‌توان در آن پیش رفت و احتمال وجود مسیرها و تونل‌های بسیاری در داخل آن می‌رود ولی نفوذ در آن نیازمند وجود امکانات مناسب است.

۴-۲- پدیده‌های زمین باستان‌شناسی

استان یزد از سرزمین های کهن و تاریخی ایران زمین است که مجموعهٔ با ارزشی از جاذبه‌های معماری و تاریخی آن را به نمایشگاه خشتی تبدیل کرده است. در میان نقاط کویری کشور شاید کمتر منطقه ای را بتوان پیدا کرد که به لحاظ جاذبه‌های توریستی همپای یزد باشد. در بعضی از منابع، بنای اولیه برخی از شهرهای این استان چون «میبد» را به سلیمان پیغمبر، «یزد» را به ضحاک و اسکندر مقدونی و «ابرکوه» را به ابراهیم پیامبر نسبت داده‌اند. این نسبت‌ها بیانگر قدمت و دیرینگی پیشینهٔ تاریخی و فرهنگی سرزمین و مردم این دیار است. مجموعهٔ آثار باستانی پراکنده موجود در این استان نیز، به سهم خود مبین این پیشینهٔ تاریخی است. فهرست مهمترین آثار زمین باستان-شناسی استان یزد در جدول ۴-۱ خلاصه شده است.

جدول ۴-۱- آثار زمین باستان‌شناسی استان یزد

نام	شهرستان	توضیحات
مسجد جامع عتیق	یزد	بانی مسجد قدیم گرشاسب بن علی بن فرامرز بن علاء الدوله کالنجار از دوده کاکوییان یعنی از دودمان آل بویه است.
مسجد میرچقماق (امیر چخماق)	یزد	این مسجد به دوره صفوی تعلق دارد. این مسجد بر ضلع جنوبی میدانی است که به میدان امیر چقماق معروف است و زمانی که ساخته شد به قول مولف در ظاهر «یاسواد» شهر قرار داشت.
آتشکده آتش ورهرام (بهرام)	یزد	به همت زردشتیان یزد و پارسیان هند در سال ۱۳۱۳ خورشیدی تحت نظارت و سرپرستی آقای ارباب جمشید امانت بنا شد.
آتشکده درمهر	یزد	آتش دادگاه که در خانه ها افروخته می شود و صورت خانوادگی دارد و مراسم تقدیس ندارد. آتش خانواده را جان خانواده می دانند. آتش دادگاه را نیز موبدان برپا می دارند، اما افراد عادی نیز می توانند به خدمت آن بپردازند.
آتشکده چکچکو	۴۸ کیلومتری یزد	در کوه های میان اردکان و انجیره (در راه طبس) که از یزد ۴۸ کیلومتر فاصله دارد. این دلیل نزول آب به صورت چک چک از کوه های سنگی و بریده به «چکچکو» معروف شده است.
آتشکده پیرهریشت	۱۵ کیلومتری اردکان	در کنار این زیارتگاه چند اقامتگاه و سه آب انبار ساخته شده است.
نارنج قلعه (نارین قلعه)	میبد	به نظر می رسد طبقات فوقانی بنا بازسازی شده اند و به دوره اسلامی تعلق دارند. بخشی از این قلعه تاریخی در دوران پهلوی دوم در جریان احداث خیابان تخریب شد.

۴-۳- چشم‌اندازها

۴-۱-۸- آبشارها

۴-۱-۸-۱. آبشار دره گاهان (دره گاوان)

دره‌گاهان در ۵ کیلومتری جنوب خاوری شهرستان تفت و در ۳۰ کیلومتری شهر یزد واقع شده است. دره گاهان از ۷ دره فرعی تشکیل‌شده که عبارتند از دره اصلی، دره خشک، دره آلبالو، دره آب پلنگ، دره لا انار، دره آبشار و دره باد گز. دیواره‌های این دره بیش از ۲۰۰ متر ارتفاع دارند. آبشار دره گاهان در مواقعی به دلیل کم آبی خشک می‌شود ولی در زمان پرآبی زیبایی آن وصف‌نشدنی است. این آبشار با ۷۰ متر ارتفاع تنها آبشار موجود استان یزد می‌باشد و در میان کوه‌های سر به فلک کشیده از چشم‌انداز خاصی برخوردار است (شکل ۴-۱۱). دره‌گاهان شاید به دلیل فصلی بودن و گاه گاه بودن آن است که به این نام معروف شده است.

شکل ۴-۱۱- نمایی از آبشار دره گاهان

۴-۱-۹- کوه ها

- شیرکوه

کوهستان شیرکوه مجموعه کوه‌هایی است که مساحتی حدود ۳۰۰۰ کیلومتر را دربر می‌گیرد. این کوهستان از ۵۵ کیلومتری غرب شهر یزد شروع شده و رو به سوی جنوب شرقی تا ۷۳ کیلومتری جنوب شرقی شهر یزد گسترش یافته است. این کوهستان در غرب یزد دارای عرض حدود ۱۰ کیلومتر و در جنوب آن دارای عرض حدود ۴۰ کیلومتر است و طول آن از شرق به غرب ۷۵ کیلومتر است (شکل ۴-۱۲).

کوهستان شیرکوه به ترتیب از غرب به شرق، از کوه‌های گرده، سل، بنستان، تلخستان، هنگران، دزگین، قوچان، پرخین، گلویوک، بندازان، سوران، کله کفتر و گل سرخ، میل سیاه، لای معدن، علایی، سفید، سرخ، همانه، بن‌کر، تهر، گارو، مسجد، زوربند، بن چاه، گلو بادام، ده بالا، لاخوسه، آدوروش، خیبر، لانجیر، سنگتراش، سیاه پوزه دمه، گدار، زوار، مزوار، پوزه نیش کش، سنگاب خونی، تنگ حوضکی، تنگ چنار، امیری، گدار باغ، تل شکارگاه، کالمند، گدارسی خوری و کوه ترش تشکیل یافته است.

ارتفاع این کوهستان در بلندترین نقطه در ۴۳ کیلومتری جنوب غربی یزد به ۴۰۵۵ متر می‌رسد. قله‌های بلند این کوهستان عبارتند از برفخانه ترزجان با ۴۰۰۰ متر ارتفاع، منشاد با ۳۹۰۰ متر، آسمان‌نما، گاو و گوساله، بیدم، مهریز و بنادک.

این کوهستان در زمستان اکثراً از برف و یخ پوشیده شده و آب بخش وسیعی از استان یزد را تأمین می‌کند. رود پایین‌در از مهم‌ترین رودهایی است که از دامنه‌های شرقی این کوهستان سرچشمه می‌گیرد.

شکل ۴-۱۲-کوه‌های شیرکوه در استان یزد

- کوه خَرانَق

این کوه در بخش مرکزی استان و در شمال شهر یزد قرار دارد. بلندترین نقطه آن «خونزا» (هنزا) به ارتفاع ۳۱۵۸ متر می‌باشد. قله‌های اشتری، خونزا، بندر، بزکوه، چک‌چک و هامانه از بخش‌های معروف این کوه می‌باشند.

- کوه‌های خاوری

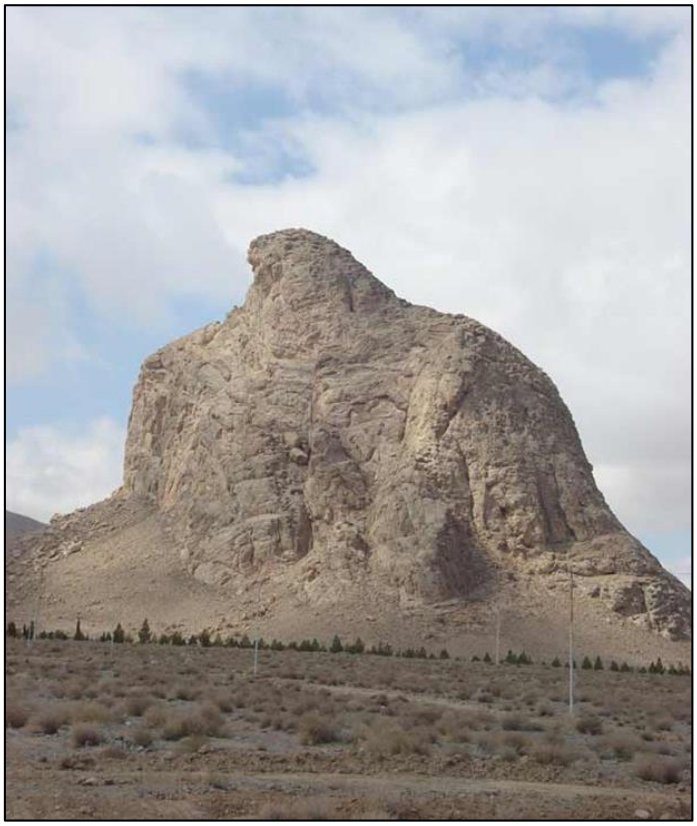
این کوه‌ها در نواحی خور و بیابانک، جندق و رباط پشت بادام قرار دارند. ارتفاع آن‌ها از کوه‌های دیگر کمتر بوده و در قله بن‌لخت به ۳۰۰۲ متر می‌رسد. بن‌لخت کوهستانی است که مساحت آن حدوداً ۱۲۵۰ کیلومتر مربع می‌باشد و از کوه‌های کوشک، زارکوه، خودیان، دوهله، سیاه‌کوه، بنستان، بنیز، اورس، قلعه، ریز جزوئیه، ده‌بدن، کمرآسیا، کمرگیتری و باب‌خام تشکیل شده است.

این کوهستان از طرف شمال غربی به طرف جنوب شرقی گسترده شده و روستاهای بسیاری را در پناه خود جای داده است. بلندترین قله این کوهستان، کوه ده‌بدن است که در ۱۱ کیلومتری شمال غربی کوه بنان قرار دارد.

کوهستان‌های بن‌لخت و درارسو همانند دیواره‌ای طبیعی، کویر لوت را از بخش‌های مرکزی ایران جدا می‌سازد.

- کوه عقاب

کوه عقاب (عقاب کوه) در نزدیکی شهرستان تفت و در فاصله ۳۰ کیلومتری محور یزد به شیراز قرار دارد. این کوه نسبتاً مرتفع و منفرد، تصویری شبیه به یک عقاب نشسته را تداعی می‌کند (شکل ۴-۱۳).



شکل ۴-۱۳-- نمایی از کوه عقاب در استان یزد

بخش سوم

بررسی وضعیت موجود استان و مقایسه با جایگاه مطلوب

فصل اول

وضعیت اقتصاد کلان استان

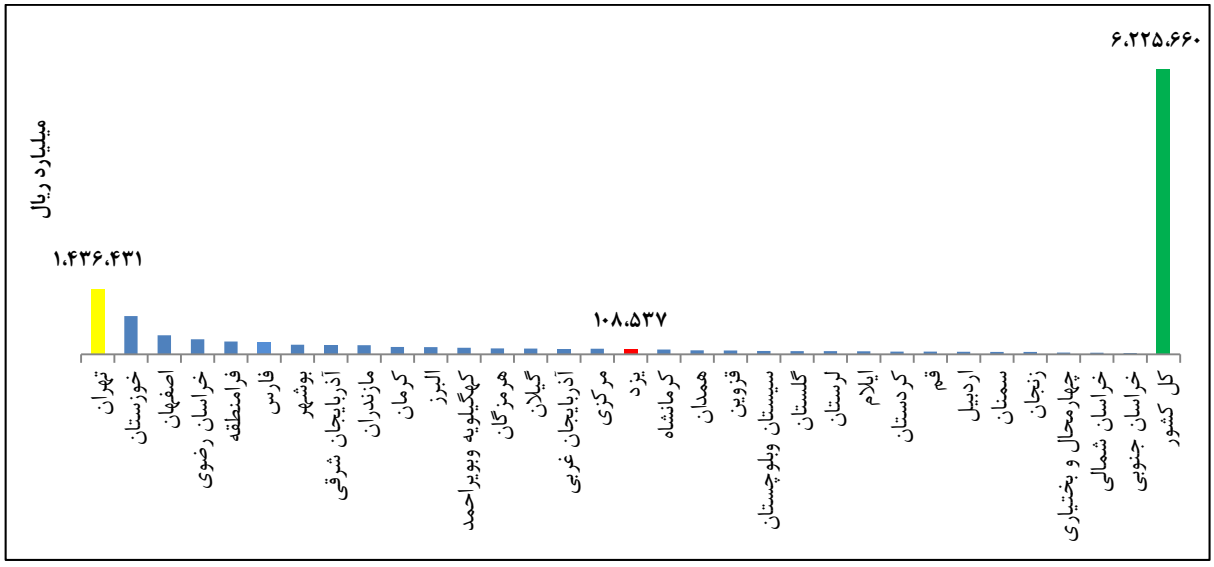
تحلیل اقتصاد کلان هر کشور شامل مجموعه‌ای از شاخص‌ها و متغیرهای اقتصادی نظیر تولید ناخالص داخلی، درآمد سرانه، رشد اقتصادی، میزان سرمایه‌گذاری، نرخ تورم، نرخ بیکاری و ... است. این متغیرها در مجموع وضعیت اقتصاد کشور یا استان را تبیین می‌کنند. از سوی دیگر با شناخت دقیق این متغیرها می‌توان سمت و سوی سیاست‌های دولت را تشریح نمود و آثار و پیامد سیاست‌های اتخاذ شده را نیز نشان داد تا بتوان در ادامه راه سیاست‌های مناسب دیگری ارائه نمود. بر این اساس در این فصل از گزارش برخی از شاخص کلیدی اقتصاد کلان استان بررسی خواهد شد و حتی المقدور با وضعیت این شاخص‌ها در سطح کلان کشور و برخی از استان‌ها مقایسه می‌گردد. زیرا همان‌طوری که اشاره شد پیامد سیاست‌های دولت در هر منطقه، در شاخص‌های اقتصاد کلان آن منطقه اثر مستقیم خواهد داشت.

۱-۱- شاخص‌های اقتصادی

۱-۱-۱- تولید ناخالص داخلی

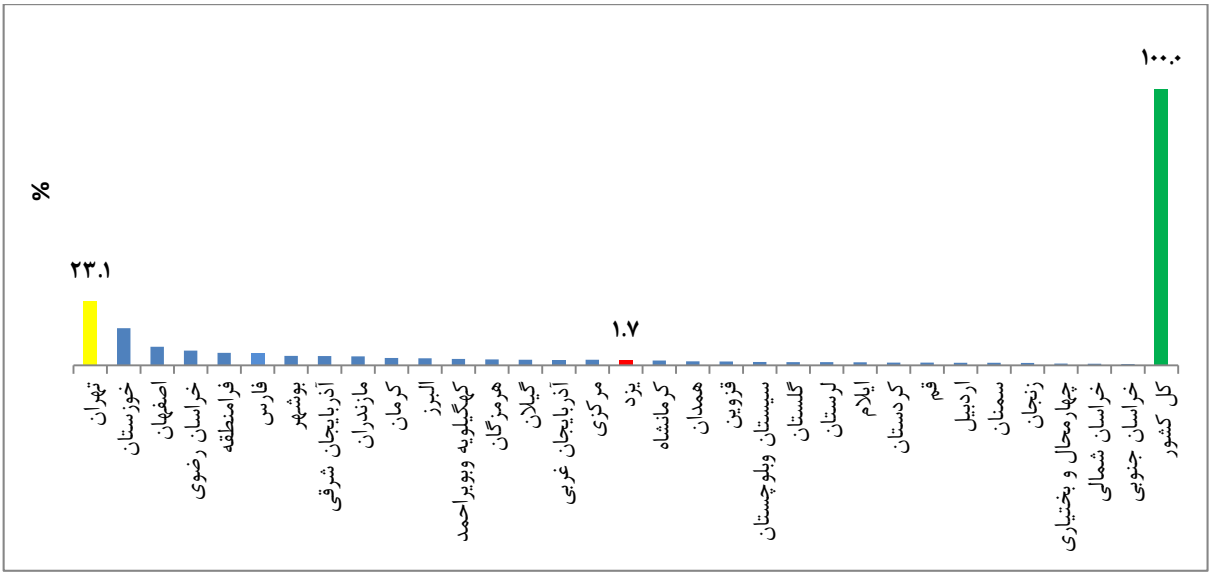
در میان شاخص‌های اقتصادی کلان تولید ناخالص داخلی (GDP) از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. زیرا نه تنها به عنوان مهم‌ترین شاخص عملکرد اقتصادی در تجزیه و تحلیل‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد، بلکه بسیاری از دیگر اقلام کلان اقتصاد، محصولات جنبی محاسبه و برآورد آن محسوب می‌گردند. کل ارزش ریالی محصولات نهایی تولید شده توسط واحدهای اقتصادی مقیم کشور در دوره زمانی معین (سالانه یا فصلی) را تولید ناخالص داخلی می‌نامند.

در نمودار ۱-۱ و ۱-۲ محصول ناخالص داخلی استان‌ها و سهم استان‌های مختلف از محصول ناخالص داخلی کل کشور در سال ۱۳۹۰ آمده است. بر اساس این نمودارها استان تهران با حدود ۲۳ درصد از تولید ناخالص کشور در جایگاه اول قرار گرفته و پس از آن استان‌های خوزستان (۱۳,۴ درصد)، اصفهان (۶,۱ درصد)، خراسان رضوی (۵,۳ درصد)، فارس (۴,۲ درصد) و بوشهر (۳,۴ درصد) قرار دارند. استان یزد با دارا بودن سهم ۱,۷درصدی از مجموع تولید ناخالص داخلی کشور (معادل ۱۰۸۵۳۷ میلیارد ریال) در رتبه شانزدهم بین سایر استان‌ها قرار گرفته است[۱].



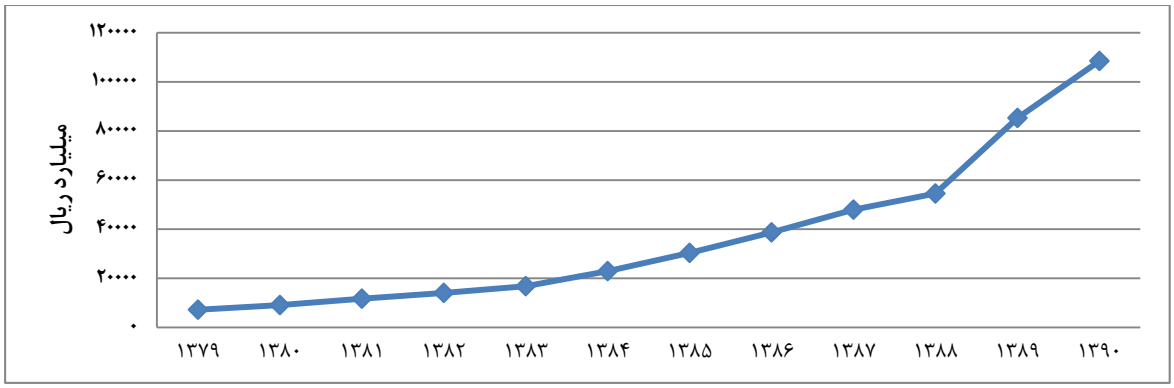
نمودار ۱-۱- محصول ناخالص داخلی (به قیمت بازار) به تفکیک استان‌ها در سال ۱۳۹۰ (مرکز آمار ایران- سالنامه آماری کشور، ۱۳۹۰)

۱. آمار ارائه شده مربوط به قبل از الحاق شهرستان طبس به استان خراسان جنوبی می‌باشد.

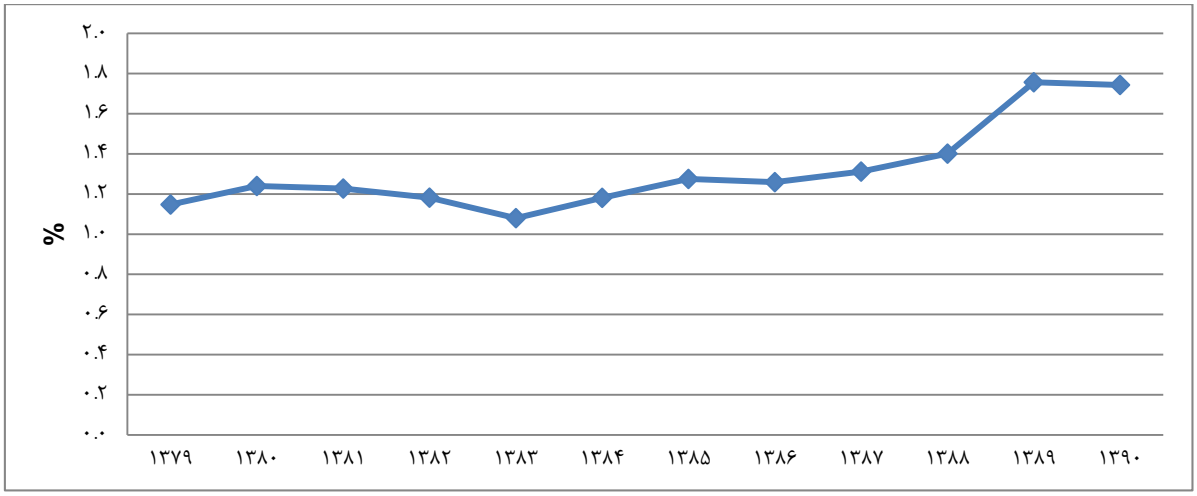


نمودار ۱-۲ سهم تولید ناخالص داخلی با نفت در سال ۱۳۹۰ در استان‌های کشور (مرکز آمار ایران- سالنامه آماری کشور، ۱۳۹۰)

همچنین بر اساس نتایج منتشر شده از آمار حساب‌های ملی در دوره ۱۳۹۰- ۱۳۷۹، استان یزد از نرخ رشد متوسط سالانه ۲۷,۹ درصد در تولید ناخالص داخلی برخوردار بوده و بر این اساس تولید ناخالص داخلی (با نفت) استان از ۷۲۳۰ میلیارد ریال به ۱۰۸۵۳۷ میلیارد ریال افزایش یافته است (نمودار ۱-۳). این در حالی است که در همین دوره تولید ناخالص داخلی کشور با نرخ رشد متوسط سالانه ۲۳,۱ درصد از ۶۳۰۰۳۹ میلیارد ریال در سال ۱۳۷۹ به ۶۲۲۵۶۶۰ میلیارد ریال در سال ۱۳۹۰ رسیده است. بنابراین متوسط نرخ رشد تولید ناخالص داخلی استان بالاتر از کشور در دوره مذکور بوده است که این مسأله در سهم استان از محصول ناخالص داخلی کل کشور نیز مشهود است (نمودار ۱-۴). چنانچه مشاهده می‌شود، در دوره مذکور سهم استان از محصول ناخالص داخلی کشور افزایش یافته و از ۱,۱ درصد در سال ۱۳۷۹ به ۱,۷ درصد در سال ۱۳۹۰ رسیده است.



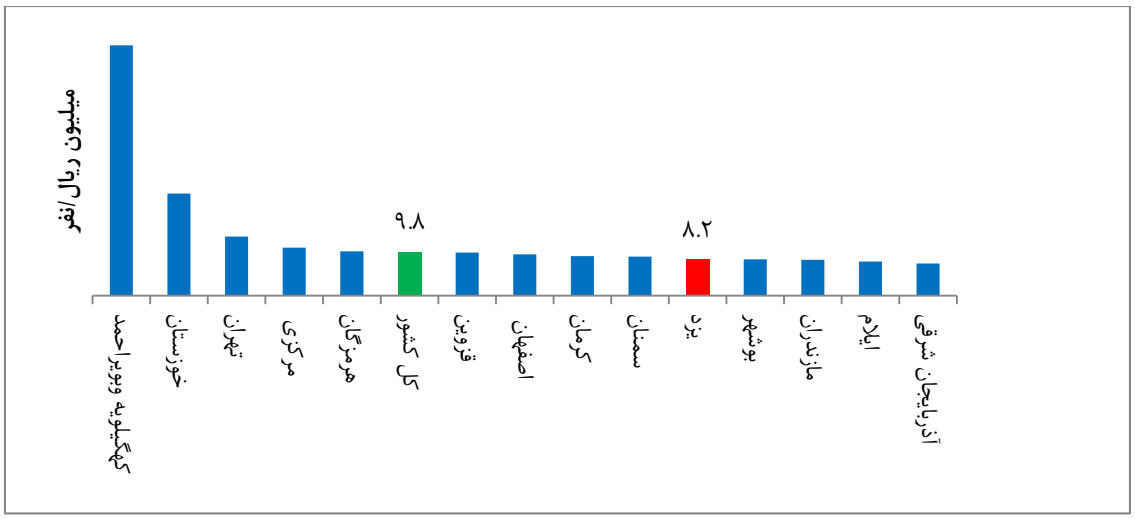
نمودار ۱-۳- روند تغییرات در محصول ناخالص داخلی استان در دوره ۹۰-۱۳۷۹(مرکز آمار ایران، حساب‌های ملی کشور ۱۳۹۰)



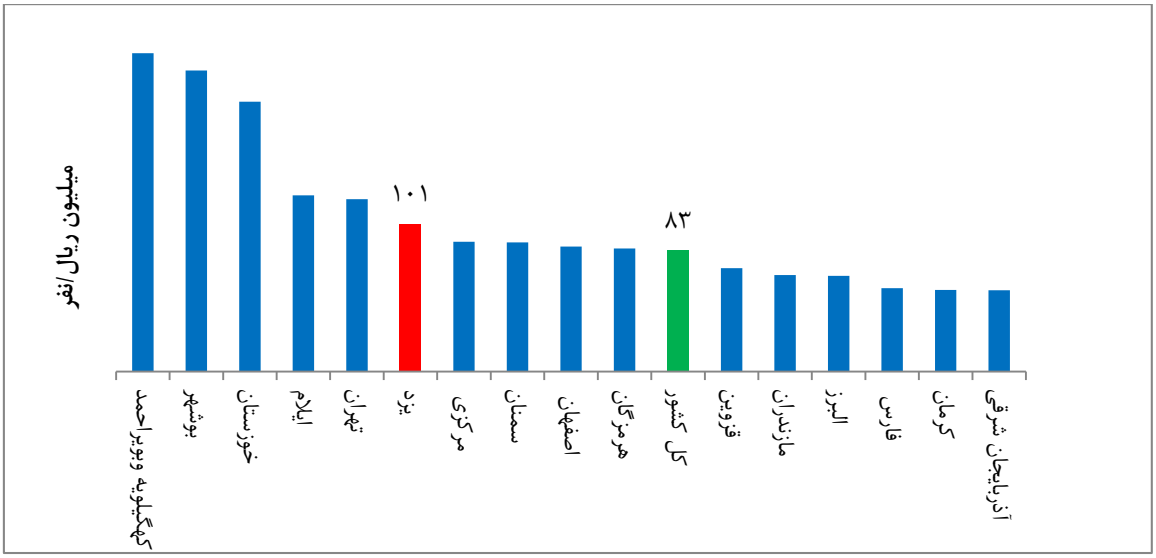
نمودار ۱-۴- روند تغییرات در سهم استان از محصول ناخالص داخلی کشور در دوره ۹۰-۱۳۷۹(مرکز آمار، حساب‌های ملی کشور ۱۳۹۰)

تولید ناخالص داخلی را می‌توان به عنوان نمادی از توانمندی یک منطقه (کشور) در بهره‌گیری از پتانسیل‌های طبیعی و انسانی خود در نظر گرفت. از این رو تولید ناخالص داخلی در ارتباط تنگاتنگ با جمعیت یک منطقه می‌باشد و لذا بررسی سرانه تولید ناخالص داخلی استان شاخص بهتری برای تبیین جایگاه اقتصادی و بهره‌وری استان خواهد بود. مطابق سند چشم‌انداز استان در افق ۱۴۰۴ این استان باید از تولید ناخالص داخلی سهمی متناسب با جمعیت آن داشته باشد. چنانچه در نمودار ۱-۴ مشاهده گردید، طی سال‌های اخیر سهم استان از محصول ناخالص داخلی بین ۱,۱ تا ۱,۷ درصد متغیر بوده است. این در حالی است که در دوره مذکور سهم استان از جمعیت کشور روندی تقریباً ثابت (حدود ۱,۴درصد) داشته است. این مسأله حاکی از دور نبودن استان از تحقق اهداف پیش‌بینی شده است.

در بررسی وضعیت تولید سرانه استان در سال ۱۳۷۹، استان یزد با رقم ۸,۲ میلیون ریال تولید به ازای هر نفر در جایگاه دهم در کشور قرار داشته است. در سال ۱۳۹۰ این رقم به ۱۰۱ افزایش یافته و جایگاه استان به رتبه ششم کشور ارتقا یافته است (نمودار ۱-۵ و ۱-۶).



نمودار ۱-۵- محصول ناخالص داخلی سرانه بر حسب استان‌ها در سال ۱۳۷۹



نمودار ۱-۶- محصول ناخالص داخلی سرانه بر حسب استان‌ها در سال ۱۳۹۰

۱-۱-۲- اشتغال

اشتغال و بیکاری از جمله موضوعات اساسی اقتصاد یک منطقه (کشور) است و به عنوان یکی از شاخص‌های توسعه‌یافتگی جوامع تلقی می‌گردد. نرخ بیکاری یکی از شاخص‌هایی است که برای ارزیابی شرایط اقتصادی کشورها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این رابطه تعاریفی وجود دارد که مختصراً به آنها اشاره می‌گردد:

جمعیت فعال اقتصادی: تمام افراد ۱۰ ساله و بیشتر (حداقل سن تعیین شده) که در هفته تقویمی قبل از آمارگیری (هفته مرجع) طبق تعریف کار در تولید کالا و خدمات مشارکت داشته (شاغل) و یا قابلیت مشارکت برخوردار بوده‌اند (بیکار) جمعیت فعال اقتصادی محسوب می‌شوند.

شاغل: تمام افراد ۱۰ ساله و بیشتر که در طول هفته مرجع طبق تعریف کار، حداقل یک ساعت کار کرده باشند، شاغل محسوب می‌شوند. شاغلان بطور عمده شامل دو گروه مزد و حقوق بگیران و خوداشتغالان هستند. همچنین کارکنان فامیلی بدون مزد، کارآموزانی که مستقیماً در تولید کالا و خدمات در مؤسسات محل کارآموزی سهیم هستند، محصلانی که در هفته مرجع مطابق تعریف کار کرده‌اند و تمام افراد کادر دائمی و موقت نیروهای مسلح به لحاظ اهمیتی که در فعالیت اقتصادی کشور دارند، شاغل محسوب می‌شوند.

بیکار: تمام افراد ۱۰ ساله و بیشتر با مشخصات زیر بیکار محسوب می‌گردند:

- افرادی که در هفته مرجع، فاقد کار باشند (اشتغال مزدبگیری یا خوداشتغالی)
- افرادی که در هفته مرجع یا هفته بعد از آن آماده برای کار باشند
- افرادی که در هفته مرجع و سه هفته قبل از آن جویای کار باشند
- افرادی که به دلیل آغاز کار در آینده و یا انتظار بازگشت به شغل قبلی جویای کار نبوده ولی فاقد کار و آماده به کار بوده‌اند.

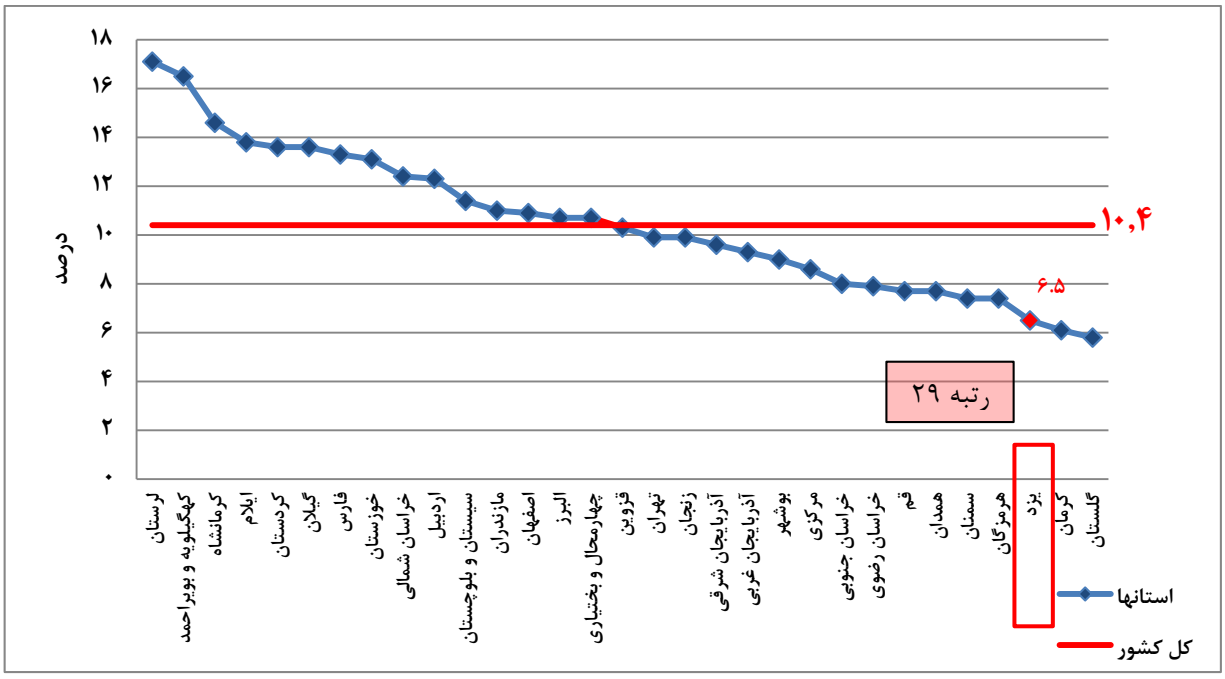
نرخ مشارکت اقتصادی: عبارت است از نسبت جمعیت فعال (شاغل و بیکار) به جمعیت در سن کار ضرب در ۱۰۰

نرخ بیکاری: عبارت است از نسبت جمعیت بیکار به جمعیت فعال (شاغل و بیکار) ضرب در ۱۰۰

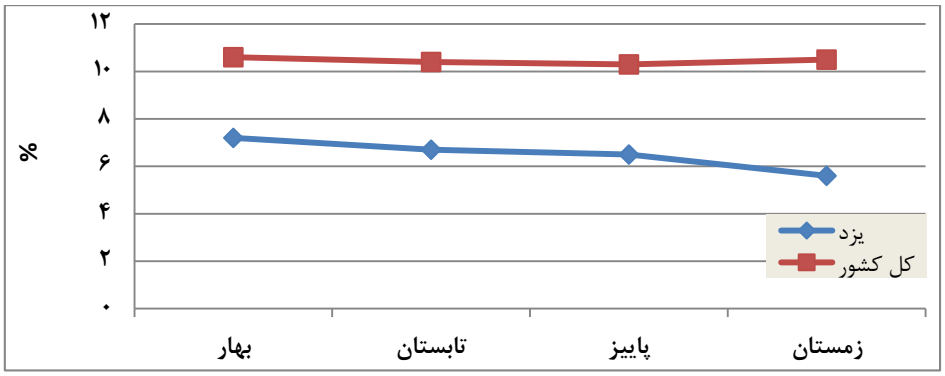
در سال ۱۳۹۲ نرخ مشارکت اقتصادی استان ۳۶,۶ بوده که بالاتر از متوسط کشور (۳۷,۶) است. نرخ بیکاری استان در این سال برابر ۶,۵ درصد گزارش شده که پایین‌تر از متوسط نرخ بیکاری کشور در زمان مشابه (۱۰,۴) بوده است. استان یزد در این سال رتبه ۲۲ نرخ مشارکت اقتصادی و رتبه ۲۹ بیکاری در کشور را داشته است (نمودار ۱-۷ و جدول ۱-۱). در نمودار ۱-۸ نرخ بیکاری استان در فصول مختلف و مقایسه‌ی آن با کشور نشان داده شده است.

جدول ۱-۱ شاخص‌های عمده نیروی کار در استان یزد - ۱۳۹۲ ؛(مرکز آمار ایران، ۱۳۹۲)

سال ۱۳۹۲	نرخ مشارکت اقتصادی (٪)	نرخ بیکاری (٪)
یزد	۳۶,۶	۶,۵
کل کشور	۳۷,۶	۱۰,۴
رتبه استان در کشور	۲۲	۲۹



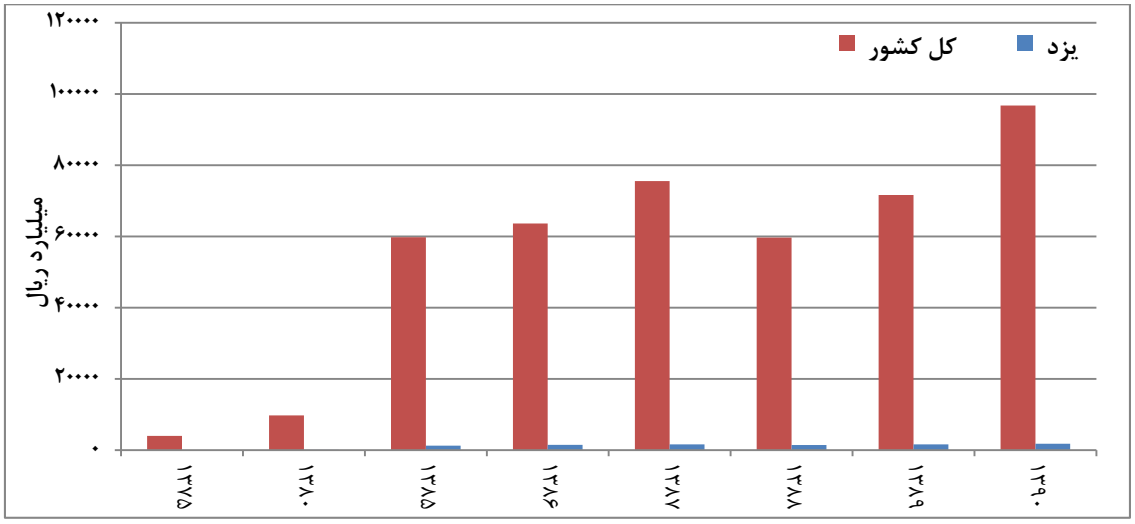
نمودار ۱-۷- نرخ بیکاری استان‌ها نسبت به کل کشور و موقعیت استان یزد - ۱۳۹۲؛(سالنامه آماری کشور، ۱۳۹۲)



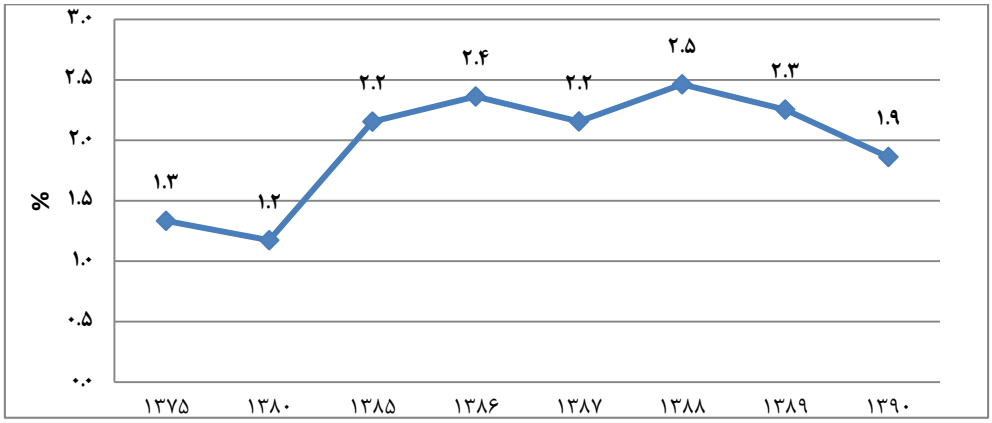
نمودار ۱-۸- تغییرات نرخ بیکاری استان در سال ۱۳۹۲ در فصول مختلف و مقایسه با کشور ؛(مرکز آمار ایران، ۱۳۹۲)

۱-۱-۳- عملکرد اعتبارات تملک دارایی‌های سرمایه‌ای

سرمایه‌گذاری یکی از مؤلفه‌های مهم رشد و توسعه اقتصادی است و هدف سیاست‌گذار در تخصیص بودجه سالانه ارتقاء سطح توسعه هر منطقه است. بر این اساس جهت‌گیری سرمایه‌گذاری‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است. چنانچه در نمودار ۱-۹ ملاحظه می‌شود عملکرد اعتبارات تملک دارایی‌های سرمایه‌ای در کل کشور در دوره ۹۰-۱۳۸۵ با نرخ رشد سالانه ۱۰ درصد از ۵۹۷۷۵ میلیارد ریال به ۹۶۷۴۷ میلیارد ریال افزایش یافته است. عملکرد استان از کل کشور بالاتر بوده و نرخ رشد اعتبارات تملک دارایی‌های سرمایه به طور متوسط در این دوره ۲۶,۴ درصد بوده است. این امر در سهم اعتبارات استان از کل کشور نیز متبلور است (نمودار ۱-۱۰). سهم استان از کل کشور در این دوره افزایش یافته و از ۱,۳ درصد در سال ۱۳۷۵ به ۱,۹ درصد در سال ۱۳۹۰ رسیده است. این امر یکی از دلایل روند رو به رشد تولید ناخالص داخلی استان می‌باشد.



نمودار ۱-۹- عملکرد اعتبارات تملک دارایی‌های سرمایه‌ای (عمرانی) کشور و استان یزد

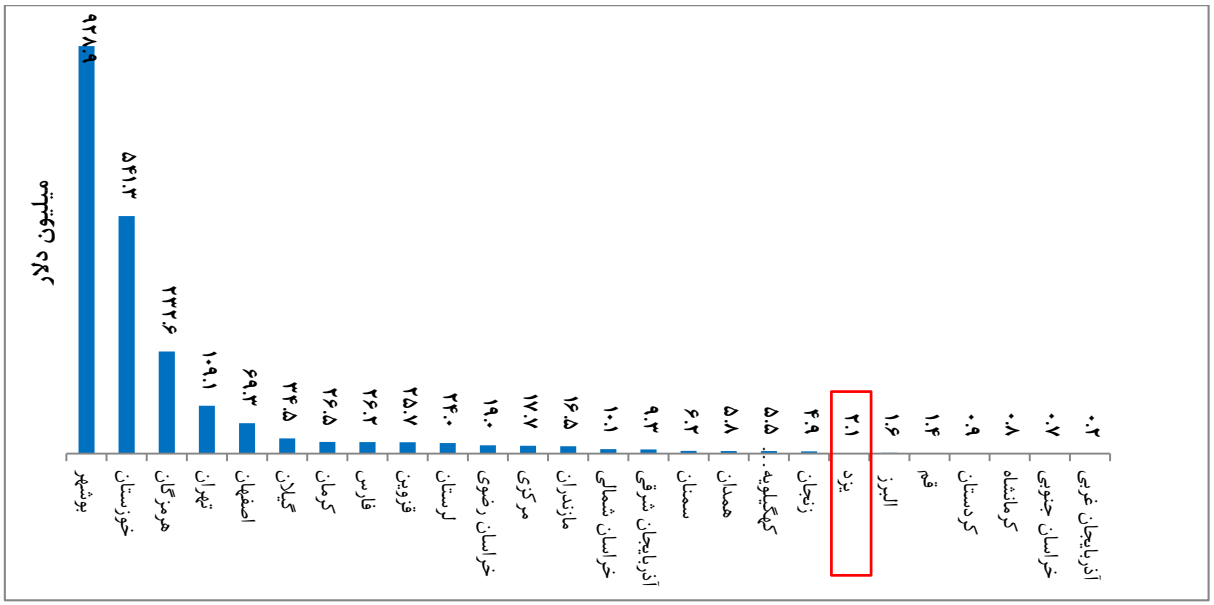


نمودار ۱-۱۰- سهم عملکرد اعتبارات تملک دارایی‌های سرمایه‌ای (عمرانی) استان یزد

۱-۱-۴- توزیع استانی تسهیلات مالی خارجی

استفاده از تسهیلات خارجی در قالب قراردادهای بیع متقابل و فاینانس، یکی از راه‌های جذب سرمایه‌های خارجی در ایران است. عمده سرمایه‌های جذب شده در طرح‌های مربوط به نفت و گاز که باید به تصویب شورای اقتصاد برسد، در قالب قراردادهای یادشده، انجام می‌شود.

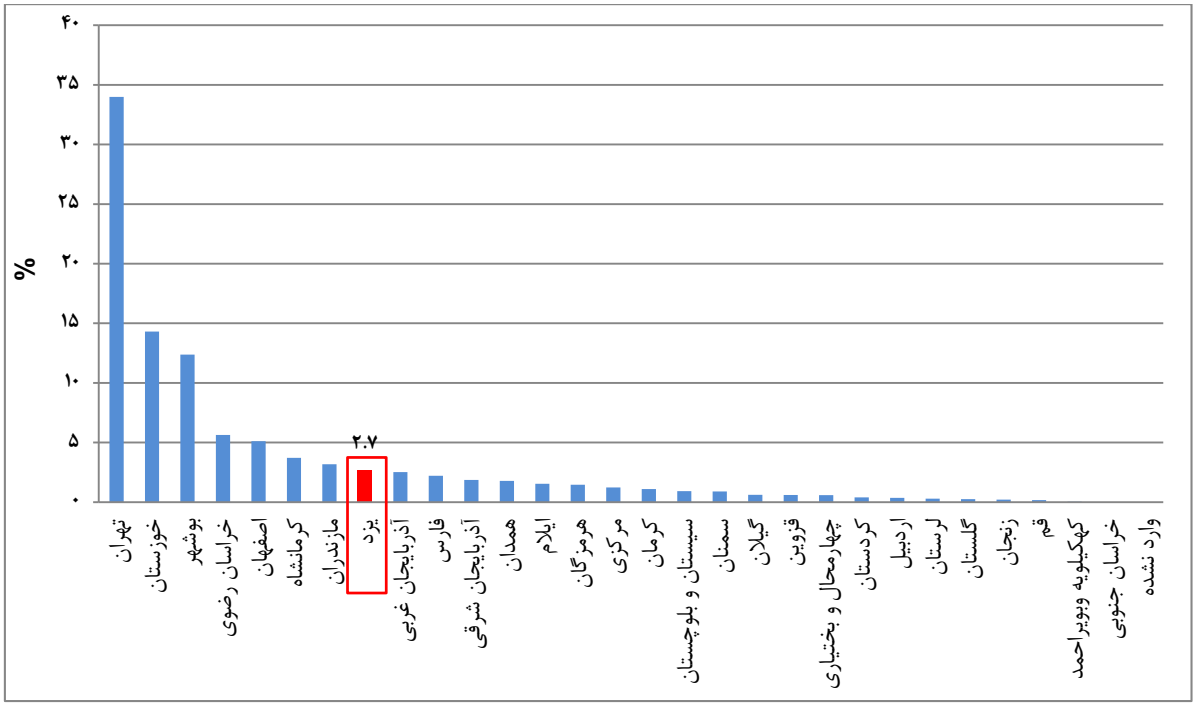
در نمودار ۱-۱۱ متوسط میزان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در دوره ۹۰-۱۳۸۵ به تفکیک استان‌های کشور آمده است. بر اساس این نمودار استان بوشهر (به دلیل وجود منطقه ویژه اقتصادی عسلویه) به تنهایی بیش از ۵۰ درصد از تسهیلات مالی خارجی را (با در نظر گرفتن نفت و گاز) به خود اختصاص داده است. استان یزد در این دوره با دارا بودن سهم ۰٫۱ درصدی از مجموع سرمایه‌گذاری خارجی کشور (معادل ۲٫۱ میلیون دلار) در رتبه بیستم بین سایر استان‌ها در کشور قرار گرفته است.



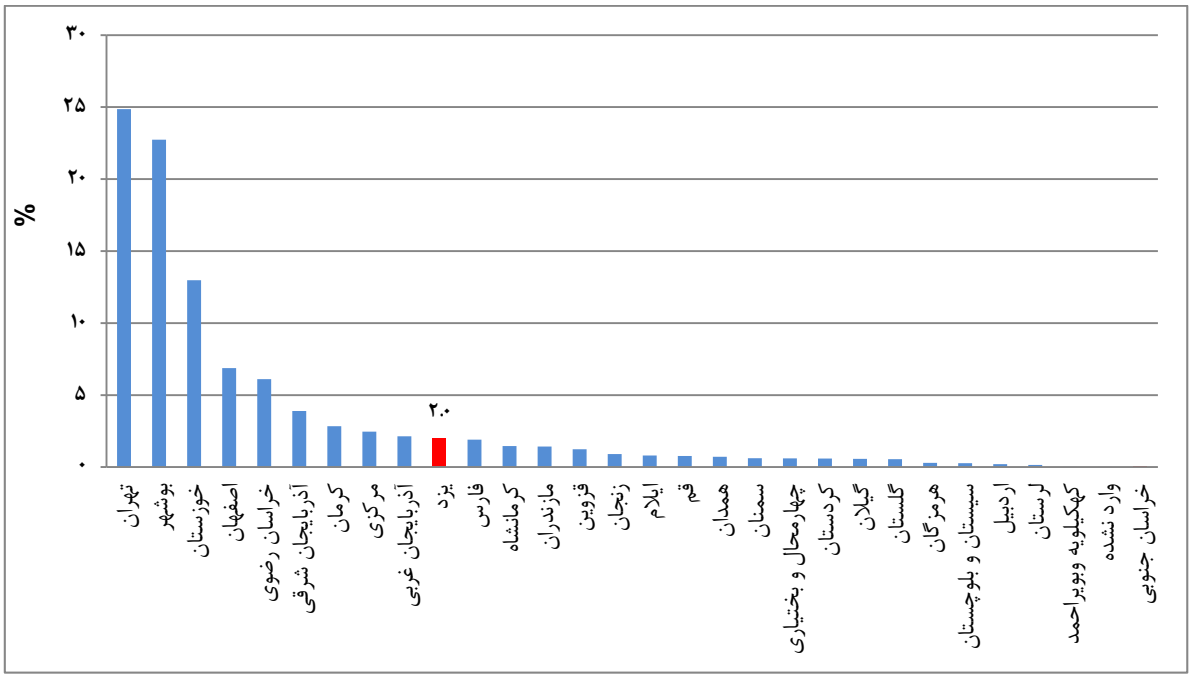
نمودار ۱-۱۱- متوسط میزان سرمایه گذاری مستقیم خارجی در دوره ۹۰-۱۳۸۵ به تفکیک استان

۱-۱-۵- تجارت خارجی

بر اساس اطلاعات سال ۱۳۹۲ کل صادرات استان در این سال ۶۳۳ میلیون دلار (۲ درصد ارزش صادرات کشور) بوده است که به لحاظ وزنی ۲۱۳۹ هزار تن (۲٫۷ درصد حجم صادرات کشور) می‌باشد. استان یزد در این سال رتبه هشتم وزن صادرات و رتبه دهم ارزش صادرات در کشور را به خود اختصاص داده است (نمودار ۱-۱۲ و نمودار ۱-۱۳).



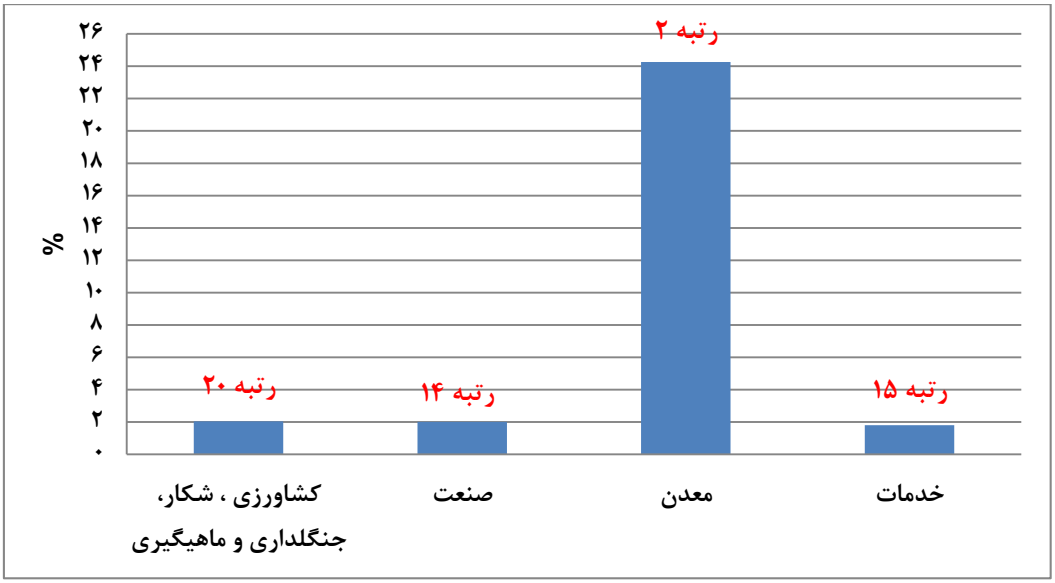
نمودار۱-۱۲ مقایسه سهم استان‌ها از مجموع وزن صادرات کشور در سال ۱۳۹۲



نمودار۱- ۱۳ مقایسه سهم استان‌ها از مجموع ارزش صادرات کشور در سال ۱۳۹۲

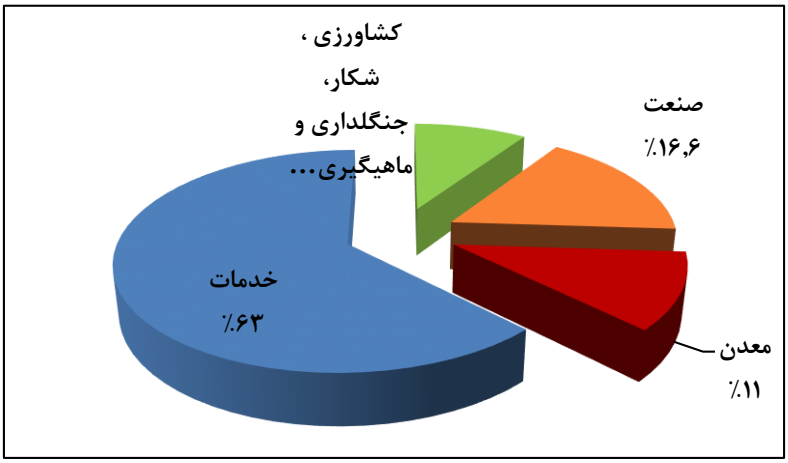
۱-۲- مقایسه شاخص‌ها در بخش‌های عمده فعالیت

نمودار ۱-۱۴ سهم استان یزد را در ارزش‌افزوده بخش‌های مختلف اقتصادی کشور در سال ۱۳۹۰ نشان می‌دهد. استان یزد در سال ۱۳۹۰ رتبه ۲۶ کشاورزی، رتبه ۱۳ معدن، رتبه ۳۱ خدمات و رتبه ۲۹ صنعت کشور را دارا بوده است. این ارقام هرچند نشان دهنده جایگاه پایین استان در بخش‌های گوناگون فعالیت است، اما مطلوب بودن یا نبودن این جایگاه در گرو مقایسه آن با پتانسیل‌ها و توانمندی‌های استان در هر یک از این بخش‌ها خواهد بود.



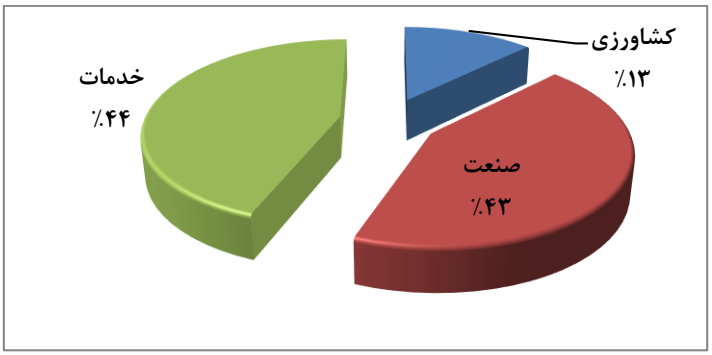
نمودار ۱-۱۴- سهم استان یزد از ارزش‌افزوده کشور در بخش‌های مختلف – ۱۳۹۰؛(سالنامه آماری کشور-۱۳۹۰)

سهم ارزش افزوده بخش‌های مختلف در تولید ناخالص داخلی استان در سال ۱۳۹۰ در نمودار ۱-۱۵ نمایش داده شده است.

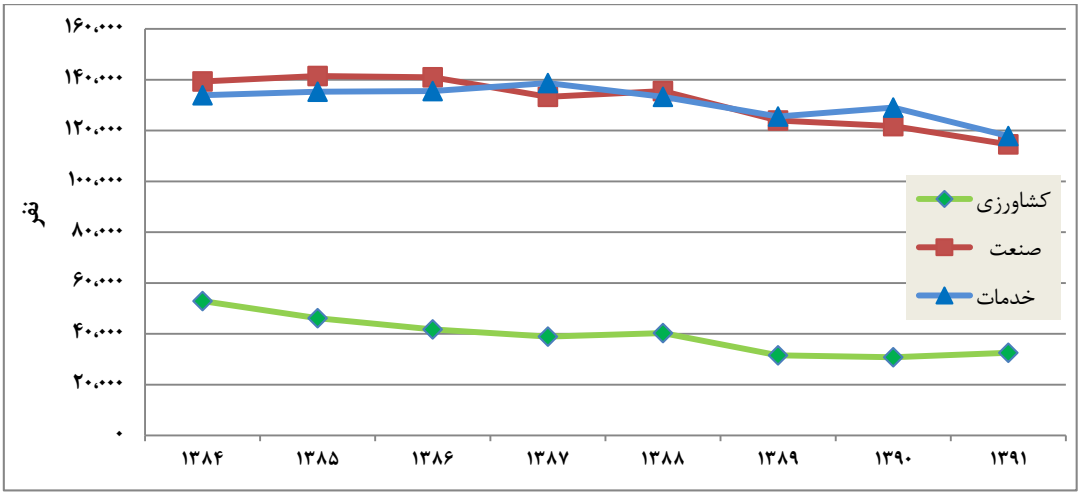


نمودار ۱-۱۵- ارزش‌افزوده ایجاد شده در استان در سال ۱۳۹۰ به تفکیک بخش‌های عمده فعالیت (سالنامه آماری کشور، ۱۳۹۰)

بررسی وضعیت اشتغال نشان دهنده برتری بخش صنعت و خدمات نسبت به کشاورزی استان می‌باشد. (نمودار ۱-۱۶). روند تغییرات در جمعیت شاغل استان در بخش‌های مختلف در نمودار ۱-۱۷ نشان داده شده است.



نمودار ۱-۱۶- نسبت اشتغال به تفکیک بخش‌های عمده فعالیت در استان - ۱۳۹۲



نمودار ۱-۱۷- تغییرات جمعیت شاغل در بخش‌های عمده فعالیت در استان یزد (۹۱-۱۳۸۴)

در ادامه این بخش به بررسی برخی از مهم‌ترین شاخص‌های اقتصادی استان در چهار بخش کشاورزی، خدمات، صنعت و معدن پرداخته‌ایم.

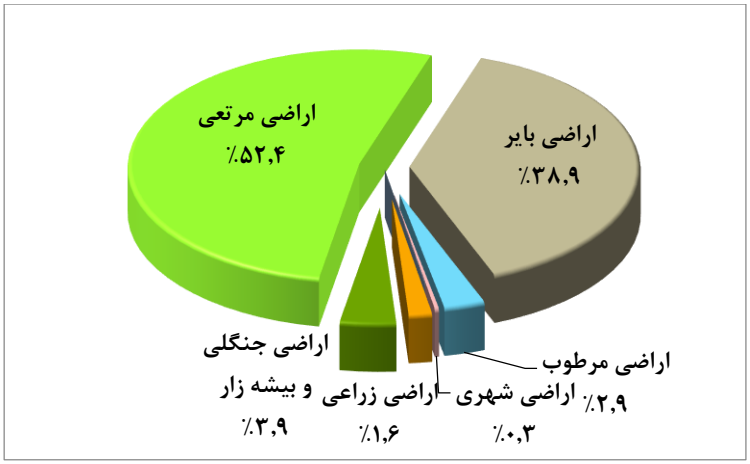
۱-۲-۱ کشاورزی

بخش کشاورزی استان علی‌رغم شرایط نامناسب محیطی و اقلیمی از جمله فقر منابع آبی از رونق و پیشرفت قابل قبولی بهره‌مند شده که بی‌شک حاصل تلاش و پشتکار کشاورزان و دامداران سخت‌کوش استان بوده است. این رشد و رونق باعث شده تا استان در زمینه تولید بعضی محصولات کشاورزی رتبه‌های برتری را در سطح کشور به خود اختصاص دهد. گرایش به سمت کشت گلخانه‌ای و کاشت گیاهان کم آب خواه از عوامل مهم توسعه بخش کشاورزی می‌باشد. به‌طوری‌که متوسط عملکرد سالیانه بسیاری از محصولات عمده زراعی و باغی مثل یونجه، ذرت دانه‌ای، انار، پسته و محصولات گلخانه‌ای در یزد از میانگین کشور بیشتر است.

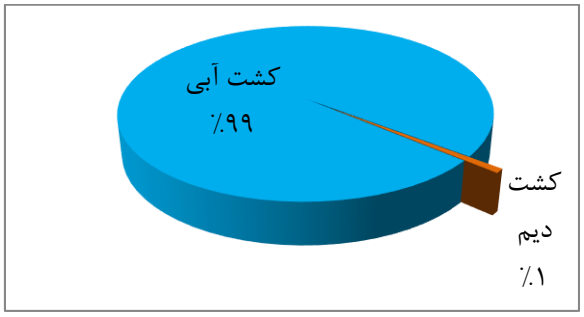
استان یزد تنها استانی است که سطح زیر کشت باغی آن فراتر از سطح کشت زراعی است و دلیل آن اتکای بیشتر آب کشاورزی به آب‌های زیرزمینی به دلیل کمبود آب سطحی است.

- **سطح زیر کشت**

از مجموع مساحت استان ۱٫۶ درصد آن را زمین‌های کشاورزی تشکیل داده‌اند. جنگل‌ها ۳٫۹ درصد و مناطق مسکونی ۰٫۳ درصد از مساحت استان را شامل می‌گردد (نمودار ۱-۱۸). نسبت اراضی آبی و دیم استان به ترتیب ۹۹ و ۱ درصد می‌باشد (نمودار ۱-۱۹). بر اساس آمار اعلام‌شده از سوی وزارت جهاد کشاورزی در سال آبی ۹۰-۱۳۸۹ استان یزد از لحاظ سطح زیر کشت محصولات زراعی (آبی و دیم) دارای رتبه سی ام در کشور بوده است و سهم ۰٫۵ درصدی از کشور را به خود اختصاص داده است (نمودار ۱-۲۰).

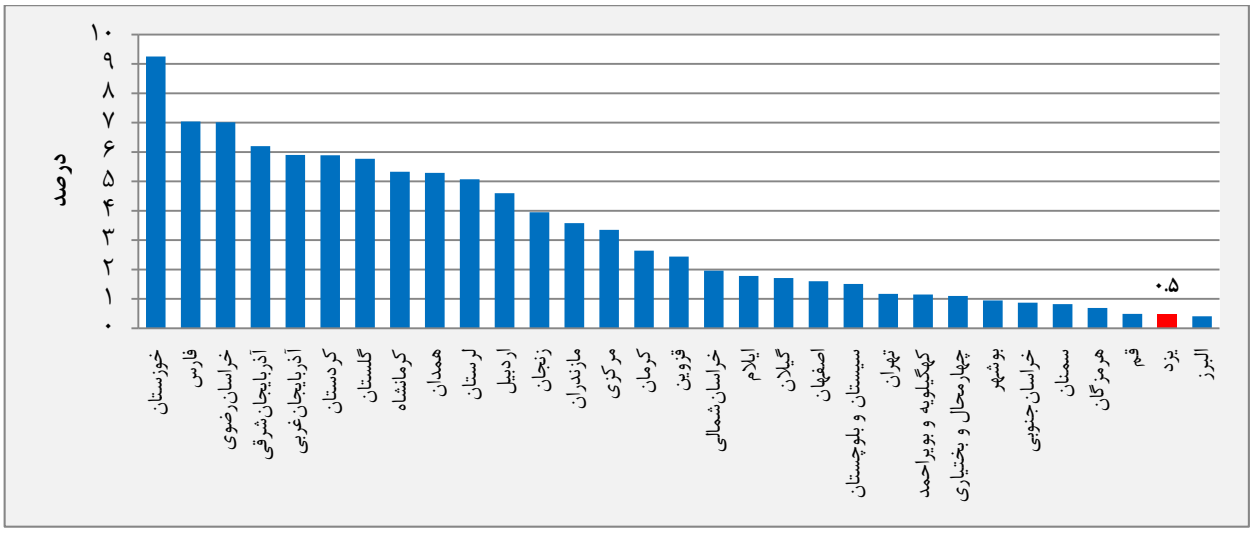


نمودار ۱-۱۸- سهم اراضی کشاورزی از مجموع مساحت استان



نمودار ۱-۱۹- سهم اراضی آبی و دیم استان یزد

بر اساس آمار اعلام شده از سوی وزارت جهاد کشاورزی در سال آبی ۹۰-۱۳۸۹ استان یزد از لحاظ سطح زیرکشت محصولات زراعی(آبی و دیم) دارای رتبه سی‌ام در کشور بوده و سهم ۰,۵درصدی از کشور را به خود اختصاص داده است. (نمودار ۱-۲۰).

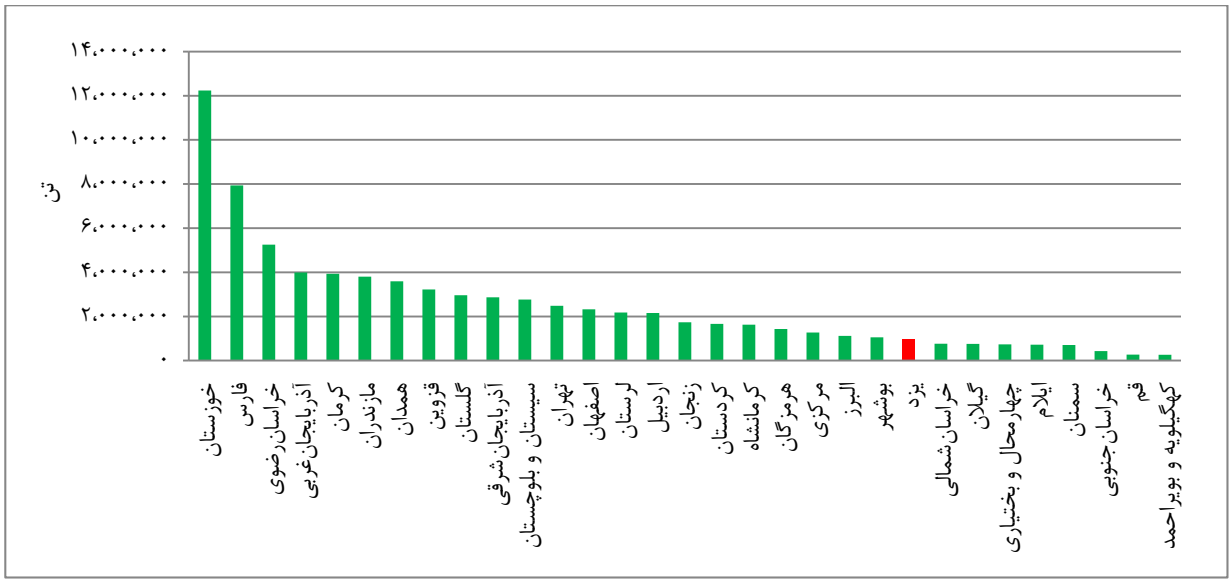


نمودار ۱-۲۰- سهم استان یزد از سطح زیر کشت محصولات زراعی (آبی و دیم) کشور (وزارت جهاد کشاورزی ۹۰-۱۳۸۹)

- تولیدات (زراعی)

مجموع تولیدات زراعی استان یزد در سال آبی ۹۰-۱۳۸۹ حدود ۹۷۰ هزار تن بوده و استان دارای رتبه بیست و سوم در کشور بوده است (نمودار ۱-۲۱). کشت صیفی و سبزی از رونق مناسبی در استان برخوردار است، به طوریکه

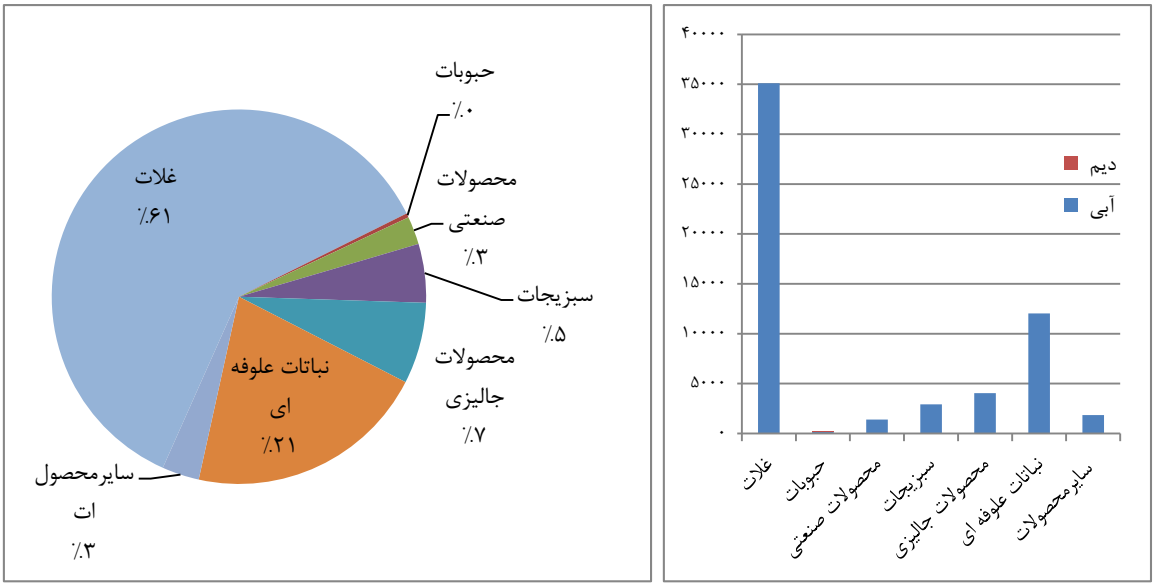
این استان کم‌آب، علاوه بر انار و خشکبار، صادرکننده کدو، کلم، خیار سبز، کاهو و فرآورده‌های دیگر کشاورزی به سایر نقاط ایران است.



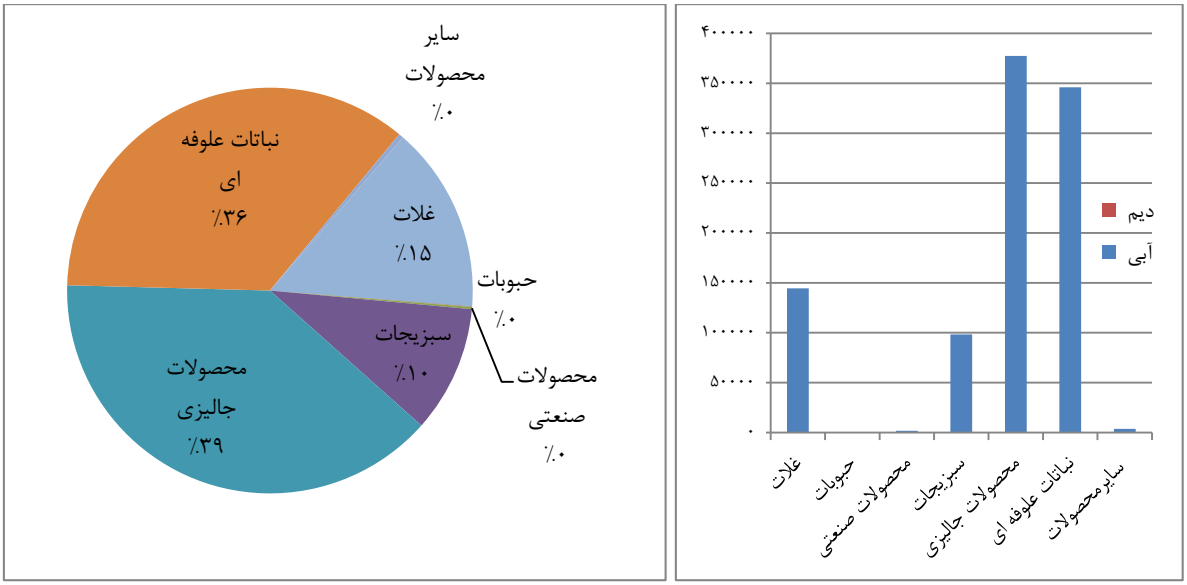
نمودار ۱-۲۱- جایگاه استان یزد در تولید محصولات زراعی (آبی و دیم) در سال آبی ۹۰-۱۳۸۹

- **عملکرد محصولات**

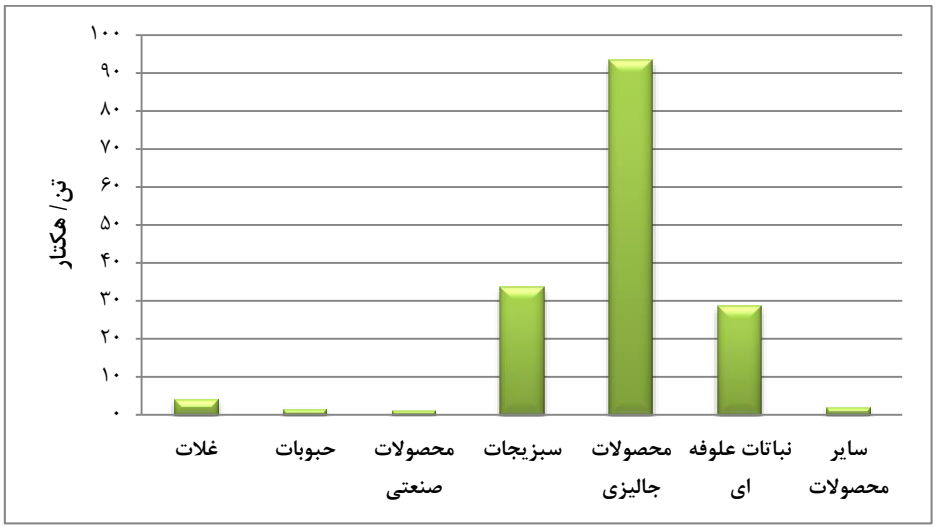
سطح زیرکشت انواع محصولات، میزان تولید و عملکرد محصولات زراعی استان در سال آبی ۹۰-۱۳۸۹ در نمودارهای ۱-۲۲ تا ۱-۲۴ ارائه شده است.



نمودار۱-۲۲. وضعیت سطح زیر کشت محصولات زراعی در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ (هکتار)



نمودار ۱-۲۳. وضعیت تولید انواع محصولات زراعی در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ (تن)



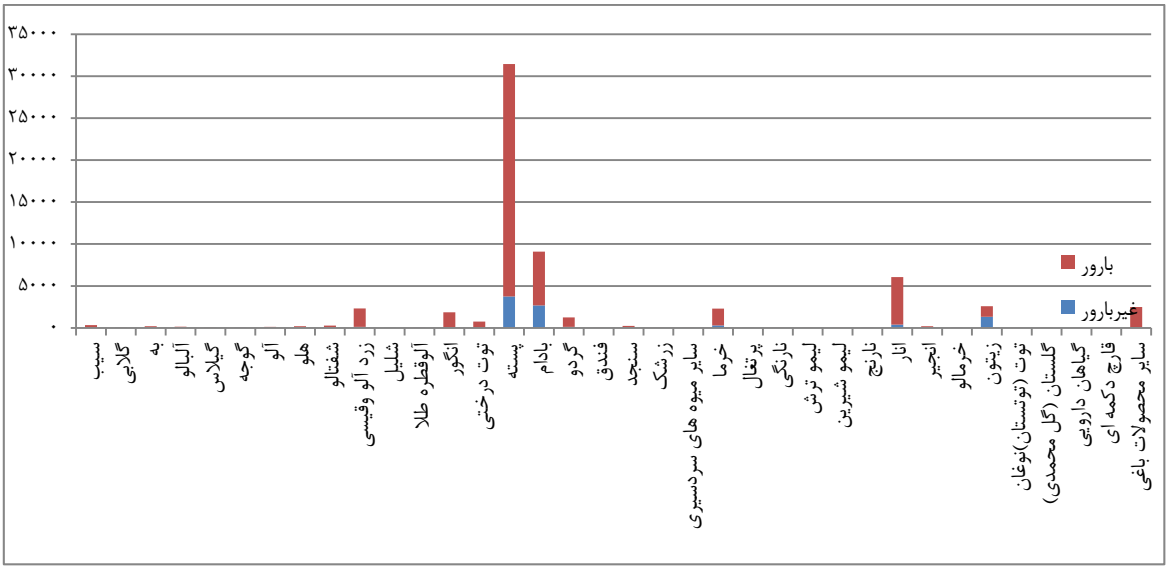
نمودار ۱-۲۴- عملکرد محصولات زراعی در استان

همانگونه که در نمودارهای ۱-۲۲ و ۱-۲۳ مشاهده می‌گردد، ۶۱٪ از سطح مزارع استان زیر کشت غلات قرار دارد که تنها ۱۵٪ از کل مقدار محصول زراعی استان را تولید می‌کنند. در حالی‌که محصولات جالیزی و نباتات علوفه‌ای به ترتیب ۳۹٪ و ۳۶٪ از کل محصولات زراعی استان را تأمین می‌کنند، تنها ۷٪ و ۲۱٪ از سطح مزارع این استان را اشغال کرده‌اند. بنابراین در بین انواع محصولات زراعی کشت شده در استان بیشترین عملکرد مربوط به محصولات جالیزی و سپس سبزیجات و نباتات علوفه‌ای است. غلات، حبوبات و محصولات صنعتی دارای عملکرد بسیار پایینی در استان هستند (نمودار ۱-۲۴). اراضی زراعی دیم بخش کمی را به خود اختصاص داده است و سهم ناچیزی در تولیدات زراعی دارد.

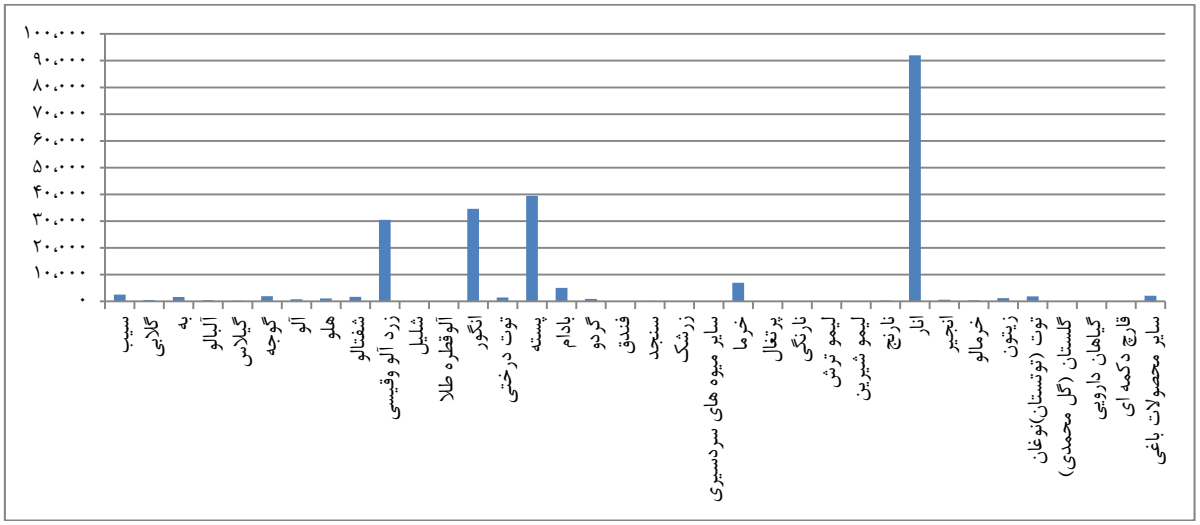
در مورد محصولات باغی باید گفت که پسته و سپس با تفاوت زیادی بادام، بیشترین مساحت باغ‌های استان را به خود اختصاص داده‌اند (نمودار ۱-۲۵)، در حالیکه بیشترین میزان تولید از باغ‌های انار و با اختلاف زیادی پس از آن از باغ‌های پسته و انگور حاصل می‌گردد (نمودار ۱-۲۶). بنابراین، عملکرد بسیار پایین پسته و بادام در نمودار ۱-۲۷ بسیار مشهود است.

در بررسی وضعیت کشت معیارهای نیاز آبی و بهره‌وری آب نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند. نیاز آبی گیاه، معرف آب مصرفی محصول را در هر هکتار است و بهره‌وری آب میزان محصول تولید شده را در ازای مصرف هر مترمکعب آب نشان می‌دهد.

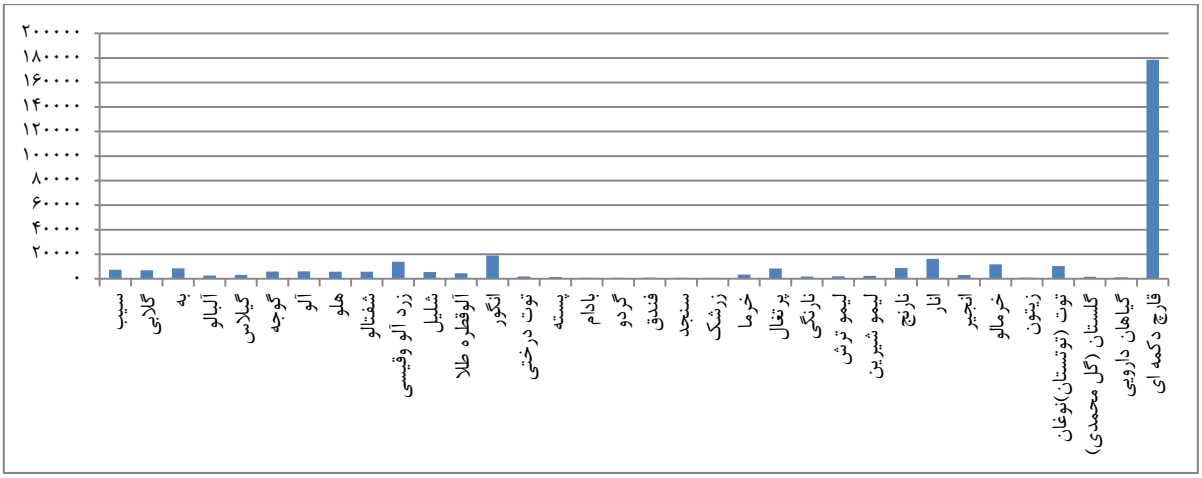
در میان محصولات زراعی غلات، محصولات جالیزی و نباتات علوفه‌ای به ترتیب نیاز آبی کم تا متوسط، متوسط و متوسط به بالایی دارند و بهره‌وری آب این محصولات متوسط، بالا و متوسط به بالا می‌باشد (نمودار ۱-۱۸ و ۱-۲۹). در محصولات باغی پسته، بادام و انگور همگی نیاز آبی متوسطی داشته و انار نیاز آبی متوسط به بالا دارد. بهره‌وری آب پسته و بادام بسیار کم و بهره‌وری آب انگور و انار متوسط می‌باشد. با توجه به اهمیت بالای آب در تولید محصولات کشاورزی مخصوصا در استان یزد که همواره با تنش خشکی روبروست، تعیین اولویت‌های کشت باغی و زراعی با توجه به شرایط بالقوه زمین و اولویت قرار دادن استفاده بهینه از آب در تعیین الگوی کشت از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است که این امید می‌رود که دست‌اندرکاران با تدابیری مقتضی شرایط استان نسبت به این مهم همت بگمارند.



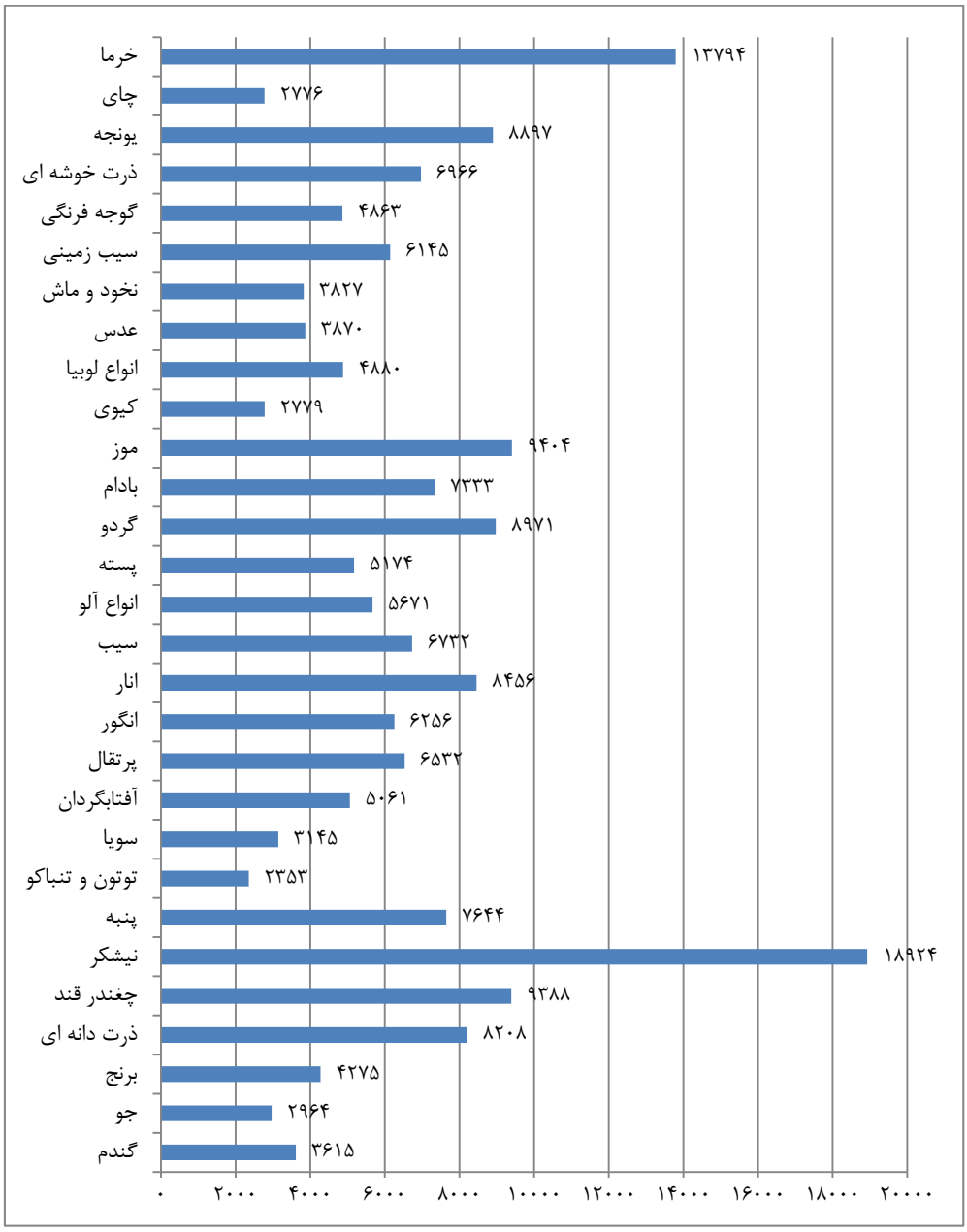
نمودار ۱-۲۵- وضعیت مساحت باغ‌ها در سال ۱۳۹۰ (هکتار)



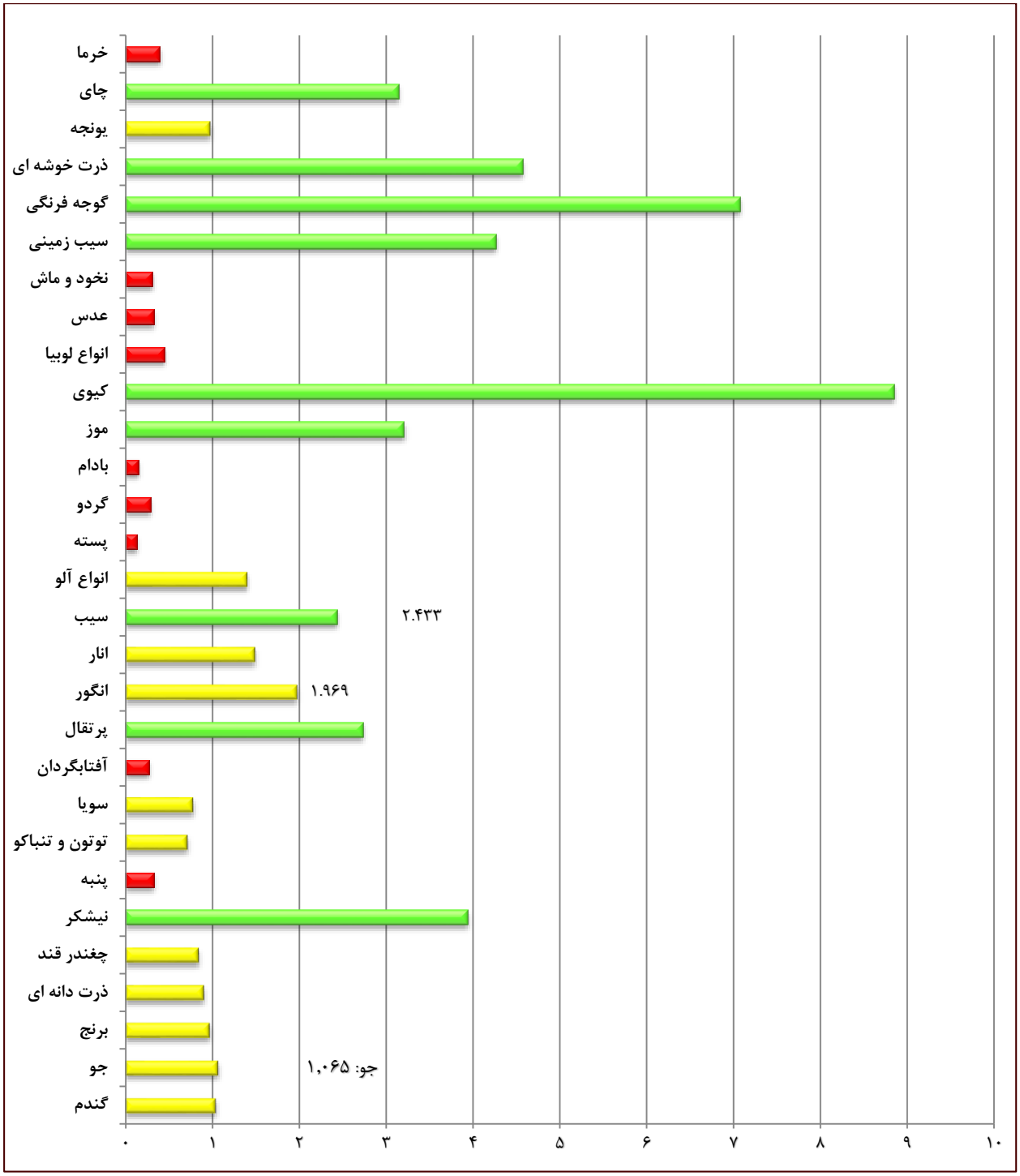
نمودار۱-۲۶- وضعیت میزان تولیدات باغی در سال ۱۳۹۰ (تن)



نمودار۱-۲۷- وضعیت عملکرد محصولات باغی در سال ۱۳۹۰ (کیلوگرم بر هکتار)



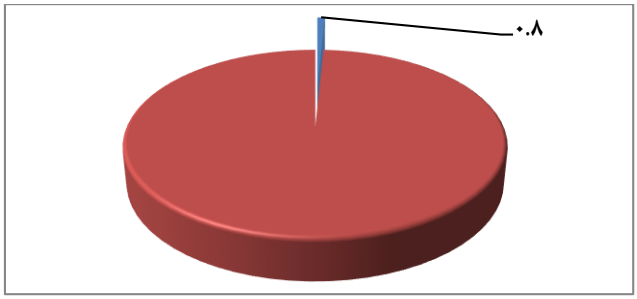
نمودار ۱-۲۸- نیاز آبی انواع محصولات کشاورزی (متر مکعب بر هکتار)



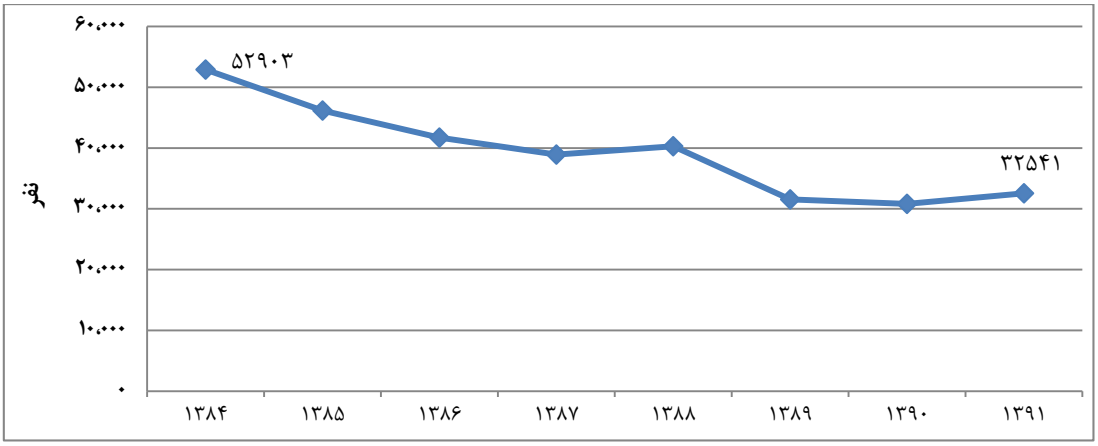
نمودار ۱-۲۹- متوسط کشوری بهره‌وری آب در محصولات کشاورزی (کیلوگرم محصول به ازای هر مترمکعب آب مصرفی)

- اشتغال

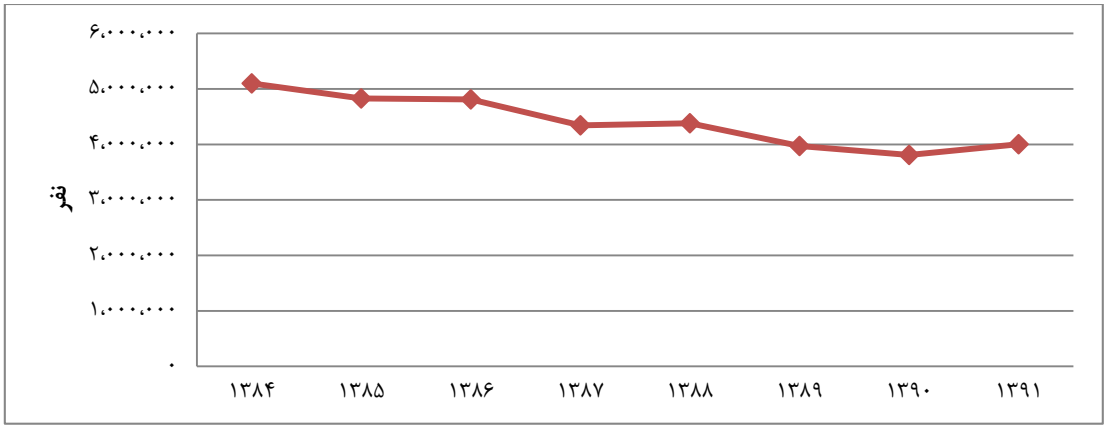
بر اساس آمار اعلام شده از سوی مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۱ استان یزد با دارا بودن ۳۲۵۴۱ نفر شاغل و سهم ۰،۸ درصدی از بهره‌برداران کشاورزی را به خود اختصاص داده است (نمودار۱-۲۵). روند تغییرات تعداد شاغلین بخش کشاورزی استان و کشور در نمودار ۱-۳۱ و ۱-۳۲ نشان داده شده است. چنانچه مشاهده می‌شود، روند این تغییرات همانند کل کشور روند نزولی داشته است (نمودار ۱-۲۷). بدین لحاظ، سهم اشتغال استان از کشور در بخش کشاورزی با روندی کاهشی از ۱،۰۴ در سال ۱۳۸۴ به ۰،۸۱ در سال ۱۳۹۰ رسیده است. (نمودار ۱-۲۸).



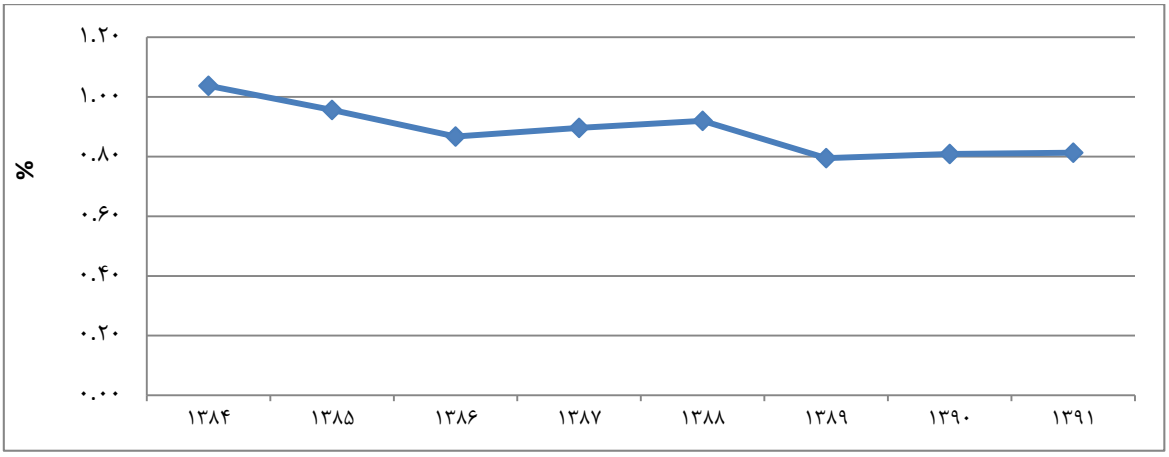
نمودار ۱-۳۰- سهم استان یزد از بهره‌برداران کشاورزی کشور- ۱۳۹۱ (مرکز آمار ایران- گزارش شاخص‌های بازار کار -۱۳۹۱- ۱۳۸۴)



نمودار ۱-۳۱- روند تغییرات جمعیت شاغل در بخش کشاورزی استان یزد از ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۱ (مرکز آمار ایران- گزارش شاخص‌های بازار کار (۱۳۹۱- ۱۳۸۴)



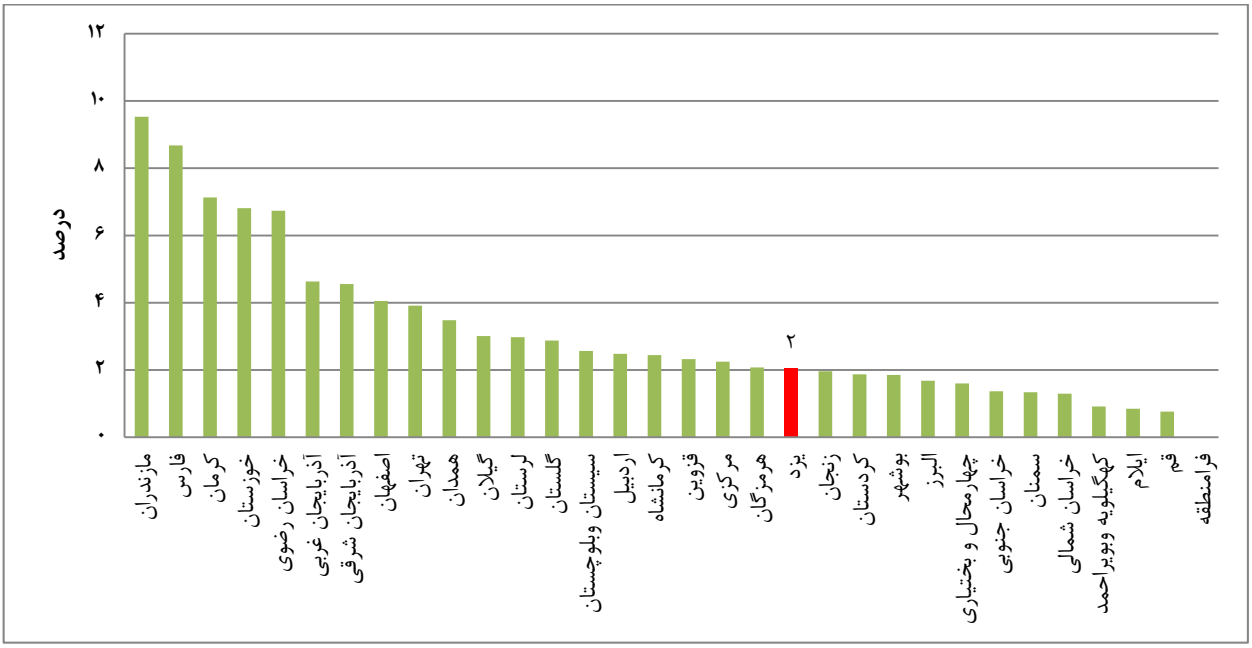
نمودار ۱-۳۲- روند تغییرات جمعیت شاغل در بخش کشاورزی کشور از ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۱ (مرکز آمار ایران- گزارش شاخص‌های بازار کار (۱۳۹۱- ۱۳۸۴)



نمودار ۱-۳۳- سهم استان از اشتغال در بخش کشاورزی کشور از ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۱ (مرکز آمار ایران- گزارش شاخص‌های بازار کار (۱۳۸۴ -۱۳۹۱)

- ارزش‌افزوده

بر اساس آمار اعلام شده از سوی مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۰ ارزش افزوده بخش کشاورزی استان برابر با ۱۰۱۵۷ میلیارد ریال بوده است. بخش کشاورزی استان یزد در این سال سهم ۹ درصدی از تولید ناخالص داخلی استان و سهم ۲ درصدی از ارزش افزوده بخش کشاورزی کشور را داشته است. استان یزد در سال ۱۳۹۰رتبه ۲۰ کشور را از لحاظ ارزش افزوده بخش کشاورزی داشته است (نمودار ۱-۳۴).



نمودار ۱-۳۴- جایگاه استان یزد در کشور از لحاظ سهم از ارزش‌افزوده بخش کشاورزی در سال ۱۳۹۰

در جدول ۱-۲ ارزش افزوده بخش کشاورزی استان با ارزش افزوده بخش کشاورزی کل کشور در سال ۱۳۷۹ و ۱۳۹۰ مقایسه شده است. ارزش افزوده بخش کشاورزی کشور با نرخ رشد متوسط سالانه ۱۹ درصد از ۷۵۱۰۳ میلیارد ریال در سال ۱۳۷۹ به ۴۹۸۲۶۵ میلیارد ریال در سال ۱۳۹۰ افزایش یافته است. در همین دوره نرخ رشد بخش کشاورزی استان ۲۱,۷ درصد بوده که بیانگر شتاب نرخ رشد استان در مقایسه با متوسط کشوری است. این

در حالی است که سهم بخش کشاورزی در اقتصاد استان یزد با کاهش شدیدی در این دوره مواجه بوده و از ۱۶,۲ درصد در سال ۱۳۷۹ به ۹,۴ درصد در سال ۱۳۹۰ تنزل یافته است.

جدول ۱-۲- وضعیت بخش کشاورزی استان در سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۹۰ و مقایسه با کشور، واحد: میلیارد ریال

	۱۳۷۹				۱۳۹۰			
شرح فعالیت‌ها	کل کشور	یزد	سهم از کشور	سهم از استان	کل کشور	یزد	سهم از کشور	سهم از استان
کشاورزی، شکار، جنگلداری و ماهیگیری	۷۵۱۰۳	۱۱۷۵	۱.۶	۱۶.۲	۴۹۸۲۶۵	۱۰۱۵۷	۲.۰	۹.۴

۱-۲-۲ صنعت

بخش صنعت به دلیل وجود پیوندهای پسین و پیشین در اقتصاد اهمیت فراوانی دارد و شاید عملکرد مناسب این بخش می‌تواند عامل مهمی در رشد سایر بخش‌های دیگر باشد. مسیر رشد اقتصادی بیشتر کشورها نیز نشان می‌دهد که در مرحله‌ای از رشد اقتصادی، سیاست صنعتی مناسب و توجه به توسعه صنعتی از اهمیت بالایی برخوردار بوده است.

- **تعدادکارگاه‌های صنعتی بالای ده نفرکارکن**

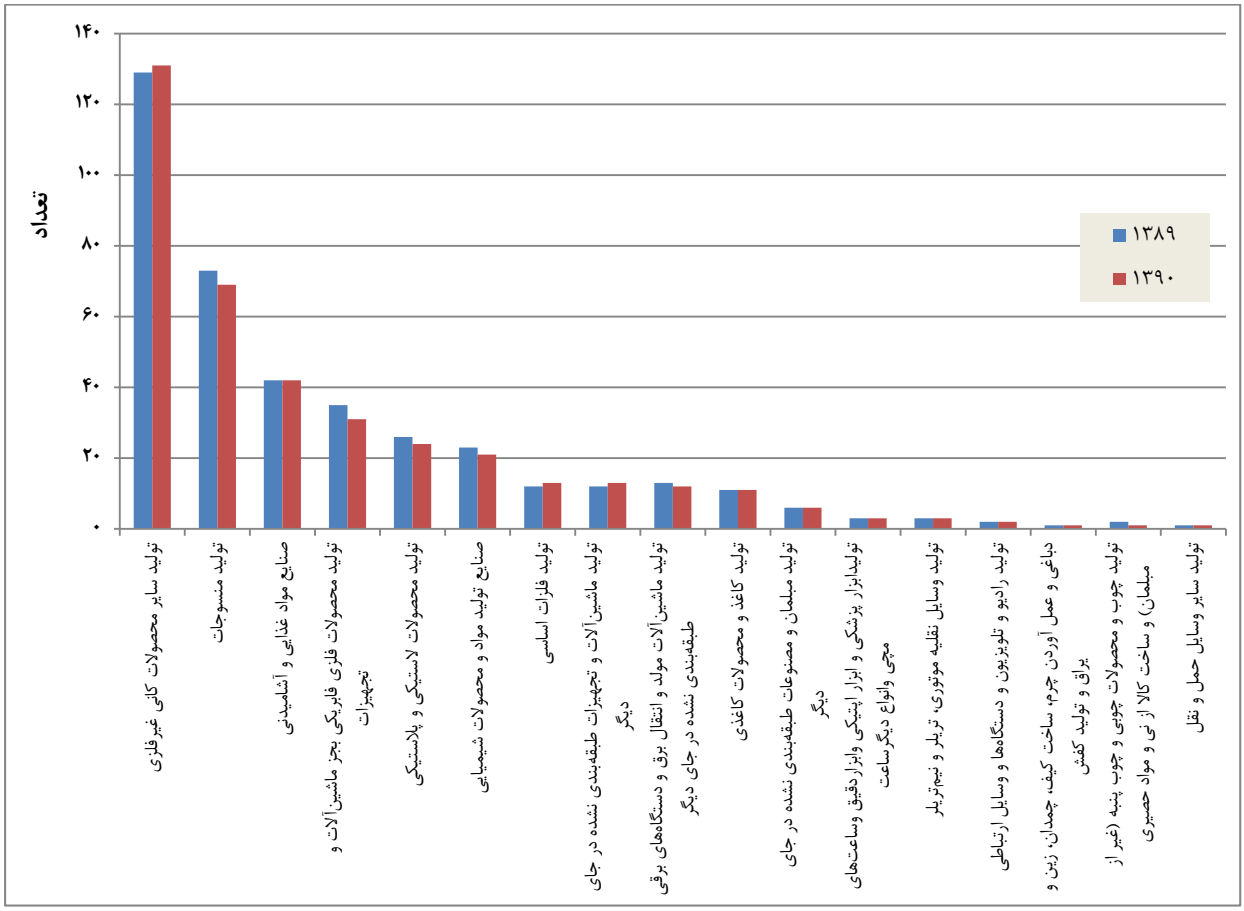
بر اساس آمار کارگاه‌های صنعتی کشور در سال ۱۳۹۰ تعداد ۳۸۳ کارگاه دارای ده نفر کارکن و بیشتر (معادل ۲,۶ درصد از کل کشور) در استان وجود داشته است. استان یزد در این سال در بین استان‌های کشور به لحاظ تعداد کارگاه‌های ۱۰ نفر کارکن و بیشتر در جایگاه ۱۴ قرار داشته است (نمودار ۱-۳۵).

نمودار۱-۳۵- جایگاه استان یزداز لحاظ سهم از تعداد کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر در سال ۱۳۹۰؛ (مرکز آمار ایران)

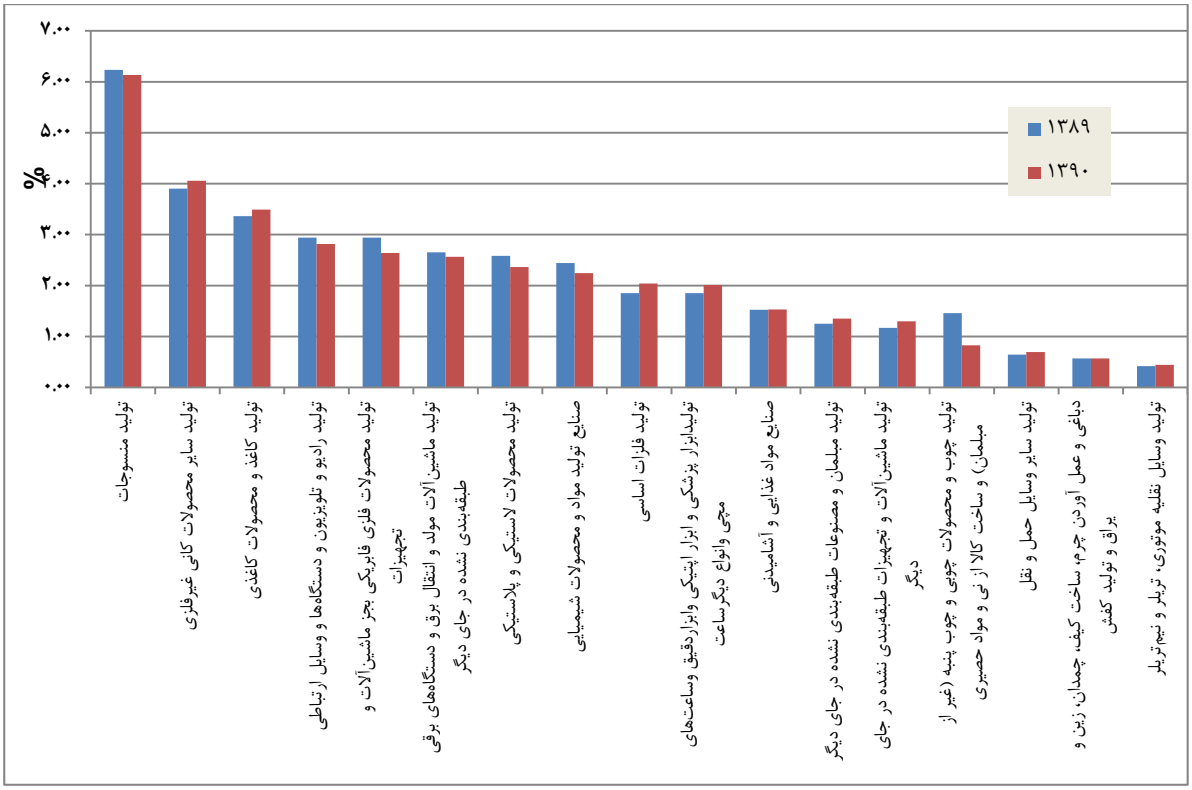
در بررسی تعداد کارگاه‌های ۱۰ نفر کارکن و بیشتر در استان در سال‌های ۱۳۸۹ بیشترین تعداد کارگاه‌های استان مربوط تولید محصولات کانی غیرفلزی و صنایع مواد غذایی و آشامیدنی بوده است (نمودار ۱-۳۶).

در نمودارهای ۱-۳۳ و ۱-۳۴ تعداد کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر در استان و سهم استان از کشور در این زمینه به تفکیک رشته فعالیت در دو سال ۱۳۹۰ و ۱۳۸۹ نشان داده شده است.

- در هر دو سال بیشترین تعداد کارگاه‌ها مربوط به رشته فعالیت تولید محصولات کانی غیرفلزی، تولید منسوجات و صنایع مواد غذایی است.
- بیشترین سهم کارگاه‌های ۱۰ نفر کارکن و بیشتر استان از کل کشور مربوط به رشته تولید منسوجات با ۶,۱ درصد و کمترین آن به رشته تولید وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم‌تریلر با ۰,۴ درصد تعلق دارد.



نمودار ۱-۳۶-تعداد کارگاه‌های ۱۰ نفر کارکن و بیشتر در استان از کل کشور در سال ۱۳۹۰ و ۱۳۸۹ واحد: درصد (مرکز آمار ایران)

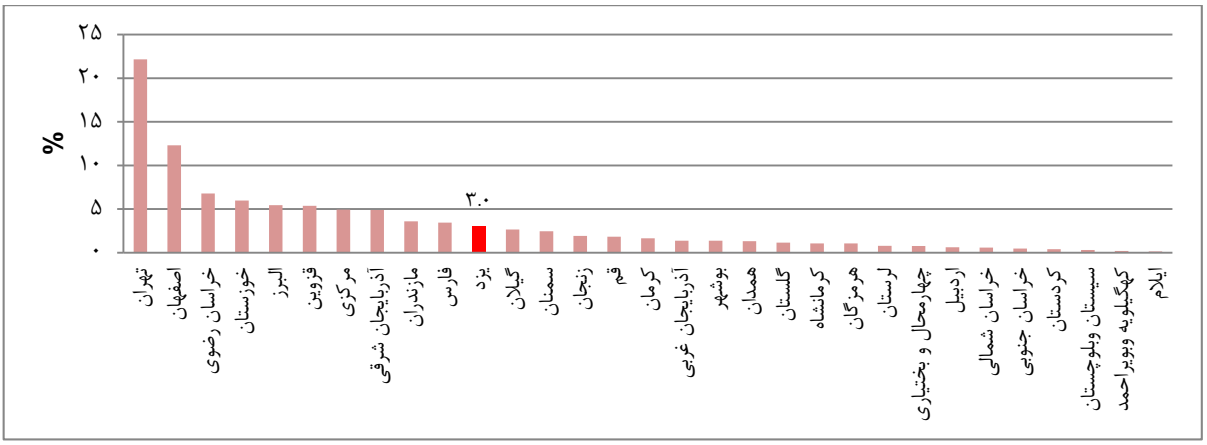


نمودار ۱-۳۷- سهم کارگاه‌های ۱۰ نفر کارکن و بیشتر در استان از کل کشور در سال ۱۳۹۰ و ۱۳۸۹ واحد: درصد (مرکز آمار ایران)

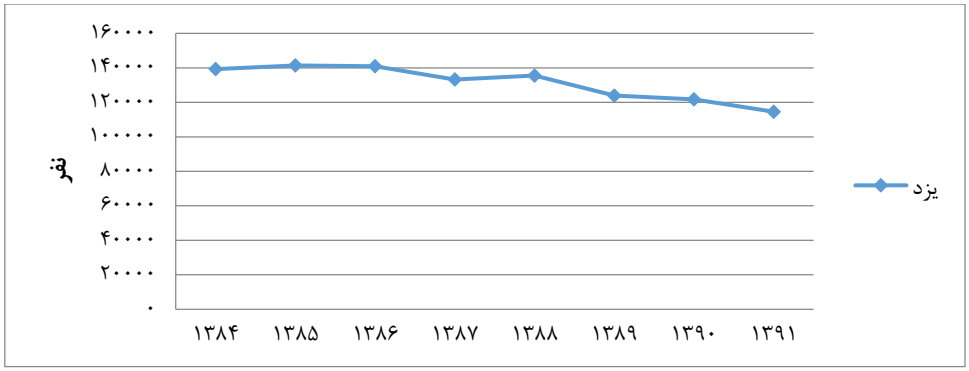
- اشتغال

در سال ۱۳۹۰ مجموع ۳۷۰۷۹ نفر (معادل ۳ کل شاغلین کارگاه‌های صنعتی کشور) در کارگاه‌های صنعتی استان مشغول به کار بوده‌اند. استان یزد در این سال رتبه ۱۱ را از لحاظ تعداد شاغلین کارگاه‌های صنعتی داشته است (نمودار ۱-۳۷).

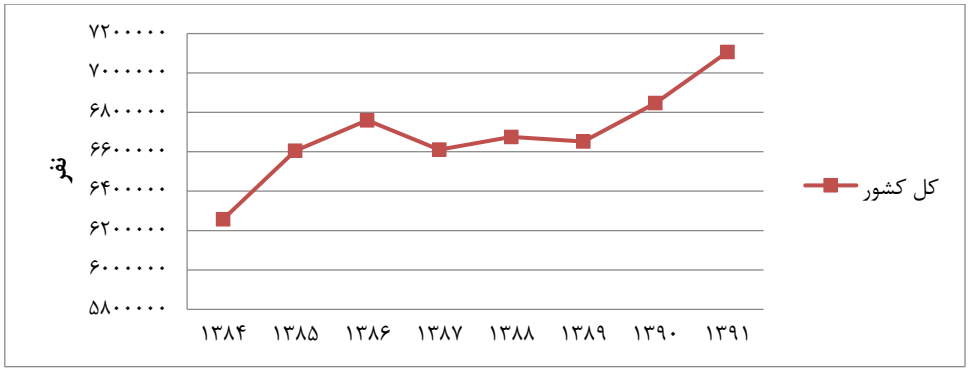
روند تغییرات در تعداد شاغلین بخش صنعت در استان و در کل کشور در نمودارهای ۱-۳۸ و ۱-۳۹ مقایسه شده است. جمعیت شاغلین بخش صنعت استان در این دوره با یک روند بسیار ملایم کاهش یافته است. این در حالی است که در این زمان تعداد شاغلین بخش صنعت در کل کشور دارای روند افزایشی بوده است. از این رو سهم استان از تعداد شاغلین بخش صنعت کشور در این دوره با روند کاهشی مواجه شده است (نمودار ۱-۴۰).



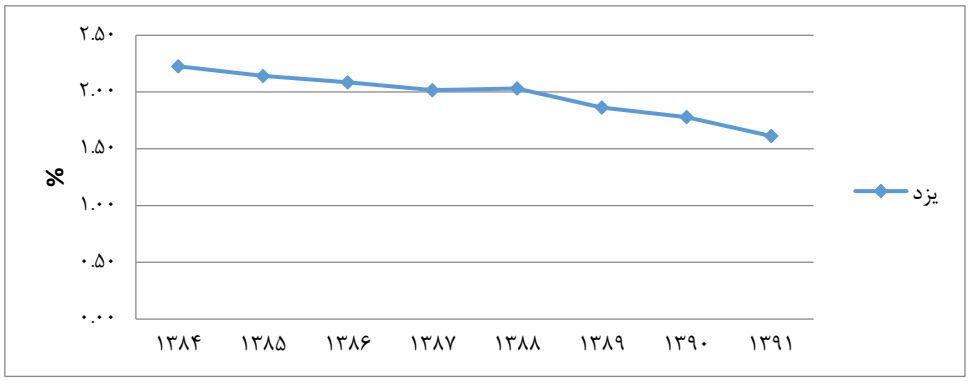
نمودار ۱-۳۸- جایگاه استان از لحاظ سهم از شاغلین کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر در سال ۱۳۹۰ ؛ (مرکز آمار ایران)



نمودار ۱-۳۹- روند تغییرات در تعداد شاغلین بخش صنعت استان یزد طی سال‌های اخیر (مرکز آمار ایران- گزارش شاخص‌های بازار کار (۱۳۸۴ -۱۳۹۱)



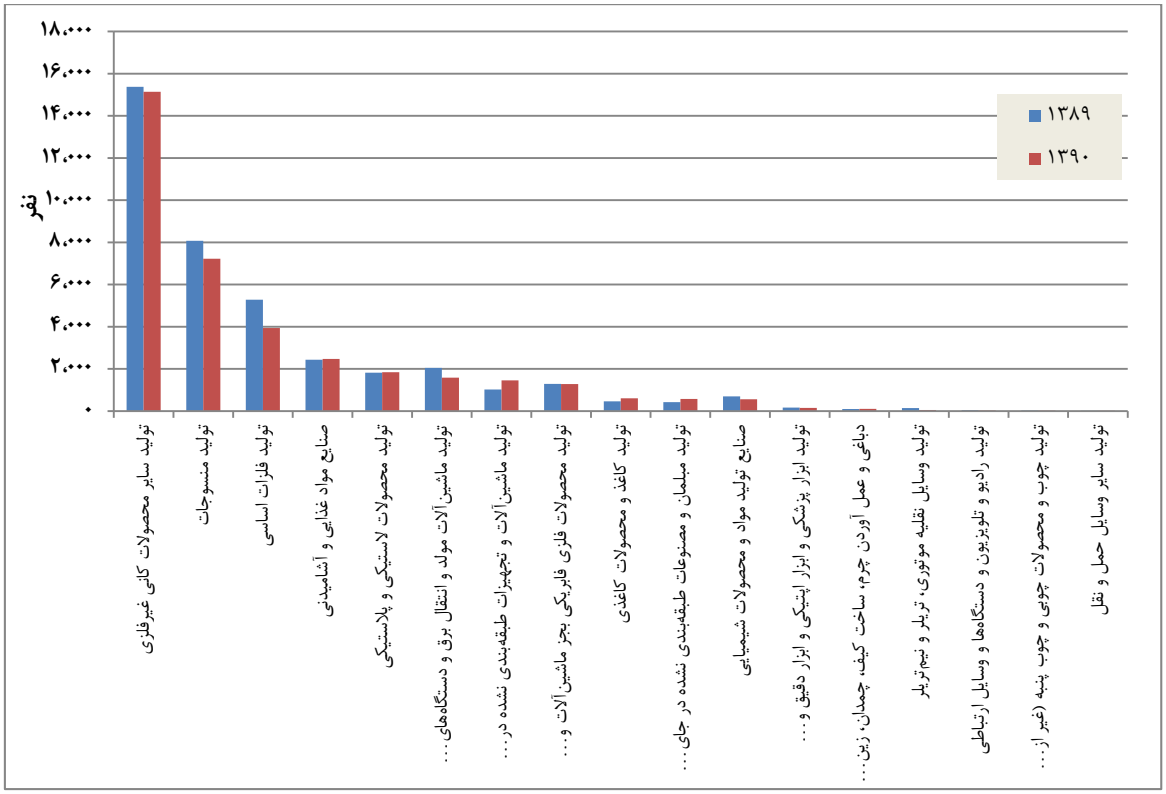
نمودار ۱-۴۰- روند تغییرات در تعداد شاغلین بخش صنعت کشور طی سال‌های اخیر (مرکز آمار ایران- گزارش شاخص‌های بازار کار (۱۳۸۴ -۱۳۹۱)



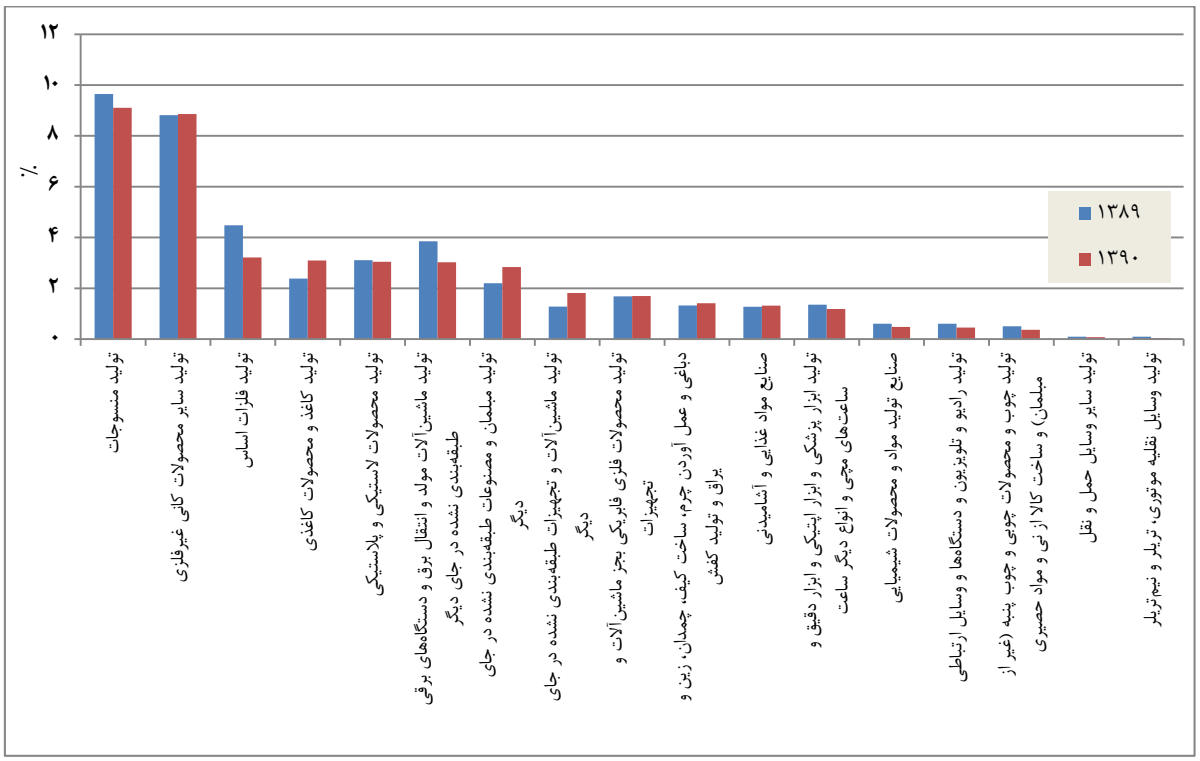
نمودار ۱-۴۱- سهم شاغلین بخش صنعت استان یزداز کل کشور طی سال‌های اخیر (مرکز آمار ایران- گزارش شاخص‌های بازار کار (۱۳۸۴ -۱۳۹۱)

در نمودارهای ۱-۴۱ و ۱-۴۲ وضعیت اشتغال کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر در استان و سهم استان از کشور در این زمینه به تفکیک رشته فعالیت در دو سال ۱۳۹۰ و ۱۳۸۹ نشان داده شده است.

- در هر دو سال بیشترین تعداد کارگاه‌ها مربوط به رشته فعالیت تولید محصولات کانی غیرفلزی، تولید منسوجات و تولید فلزات اساسی است.
- بیشترین سهم کارگاه‌های ۱۰ نفر کارکن و بیشتر استان از کل کشور مربوط به رشته تولید منسوجات و کانی غیرفلزی با سهمی حدود ۹ درصد و کمترین آن به رشته تولید وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم‌تریلر تعلق دارد.



نمودار ۱-۴۲- شاغلین کارگاه‌های ۱۰ نفر کارکن و بیشتر در استان از کل کشور در سال ۱۳۹۰ و ۱۳۸۹ (مرکز آمار ایران)



نمودار ۱-۴۳- سهم اشتغال کارگاه‌های ۱۰ نفر کارکن و بیشتر در استان از کل کشور در سال ۱۳۹۰ و ۱۳۸۹ (مرکز آمار ایران)

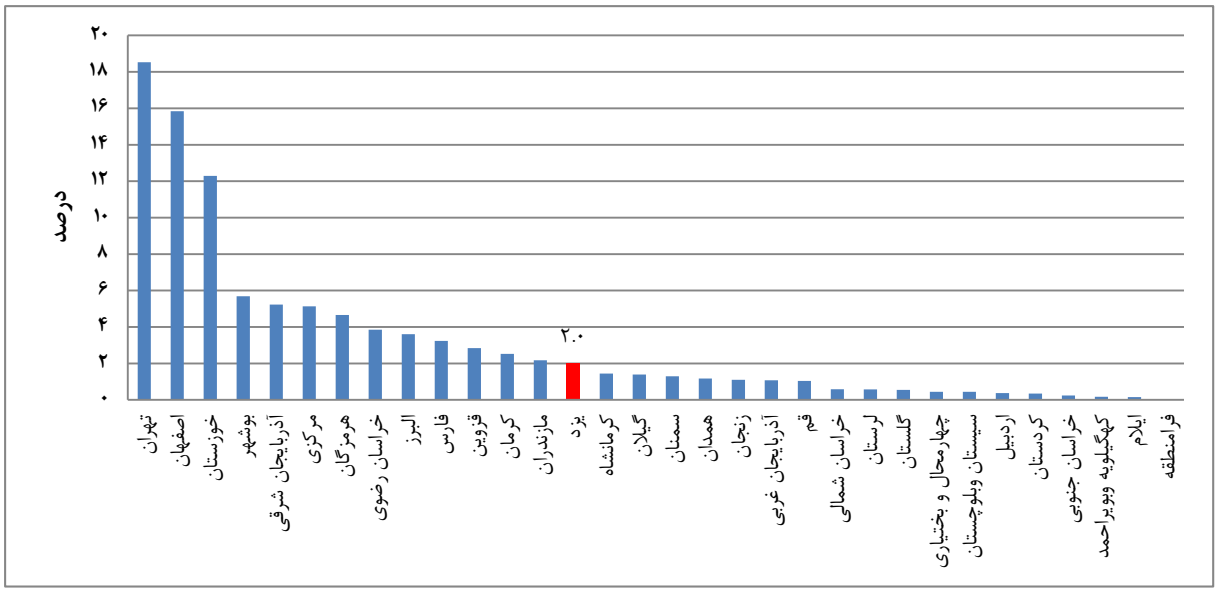
- ارزش‌افزوده

براساس جدول ۱-۳ در بازه زمانی ۹۰-۱۳۷۹ ارزش افزوده صنعت کشور دارای نرخ رشد متوسط سالانه ۲۳ درصد است. این در حالی است که متوسط نرخ رشد سالانه بخش صنعت استان ۲۷ درصد است. سهم ارزش افزوده صنعت

استان از کل صنعت کشور از ۱,۴ درصد در سال ۱۳۷۹ به ۲ درصد در سال ۱۳۹۰ افزایش پیدا کده است. استان یزد در سال ۱۳۹۰ استان در جایگاه چهاردهم کشور از لحاظ ارزش افزوده بخش صنعت قرار گرفته است(نمودار ۱- ۳۸). علیرغم افزایش ارزش افزوده در بخش صنعت سهم این بخش در تولید ناخالص داخلی استان از ۱۷,۴ درصد در سال ۱۳۷۹ به ۱۶,۴ درصد در سال ۱۳۹۰ کاهش یافته است.

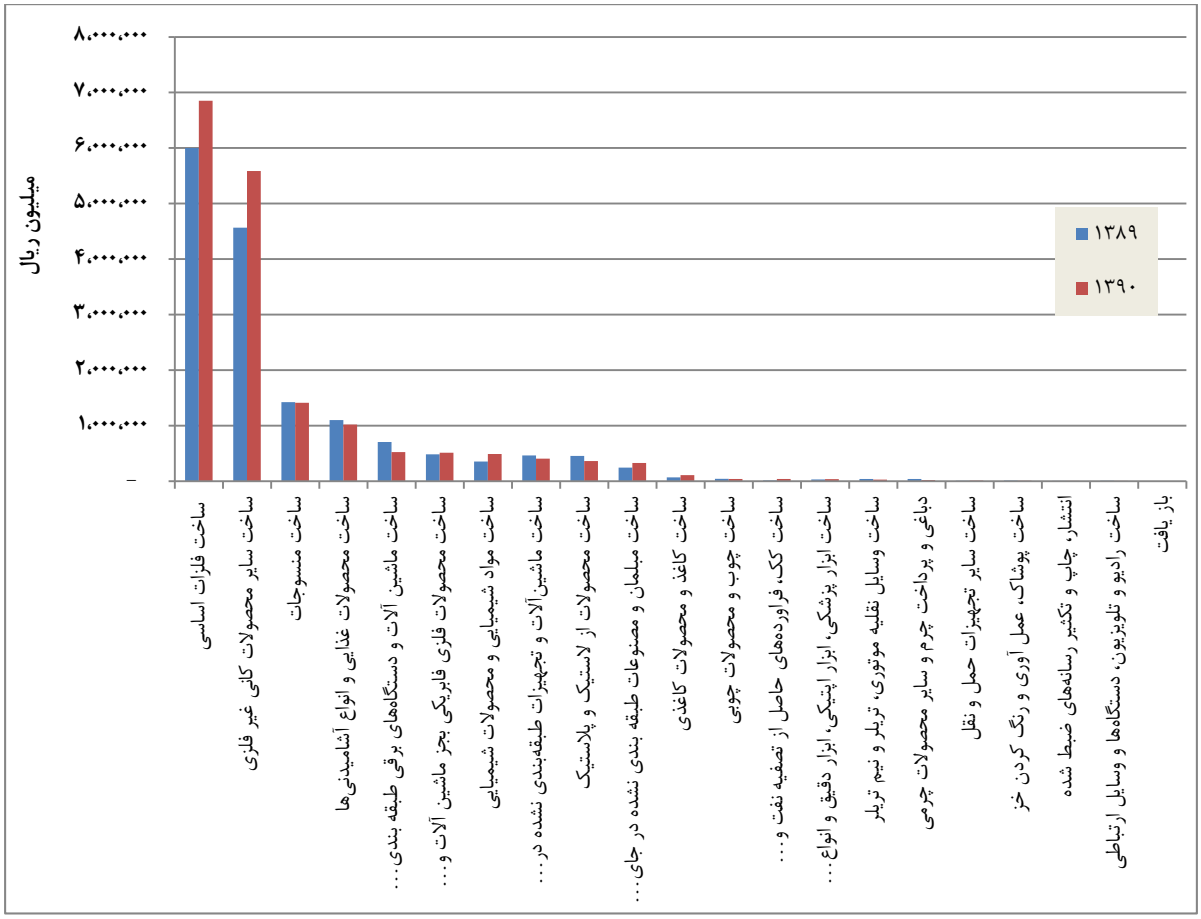
جدول ۱-۳- وضعیت بخش صنعت استان از تولید ناخالص داخلی کشور واحد: میلیارد ریال

	۱۳۷۹				۱۳۹۰			
شرح فعالیت‌ها	کل کشور	یزد	سهم از کشور	سهم از استان	کل کشور	یزد	سهم از کشور	سهم از استان
صنعت	۹۰۴۷۳	۱۲۵۸	۱.۴	۱۷.۴	۸۸۵۰۹۰	۱۷۸۰۵	۲.۰	۱۶.۴



نمودار ۱-۴۴- جایگاه استان یزد از لحاظ سهم از ارزش‌افزوده بخش صنعت در سال ۱۳۹۰ (مرکز آمار ایران)

مقایسه ارزش افزوده بخش صنعت به تفکیک نوع فعالیت در نمودار ۱-۳۷ نشان داده شده است. تولید ساخت فلزات اساسی با ۶۸۵۲ میلیارد ریال (۳۸ درصد ارزش افزوده استان در بخش صنعت) بیشترین ارزش افزوده بین رشته‌های مختلف صنایع در سال ۱۳۹۰ را به خود اختصاص داده و بعد از آن ساخت سایر محصولات کانی غیر فلزی با ۵۵۸۷ میلیارد ریال در رتبه بعدی قرار دارد. این دو رشته در مجموع ۶۹ درصد از ارزش افزوده استان را در برمی‌گیرند.

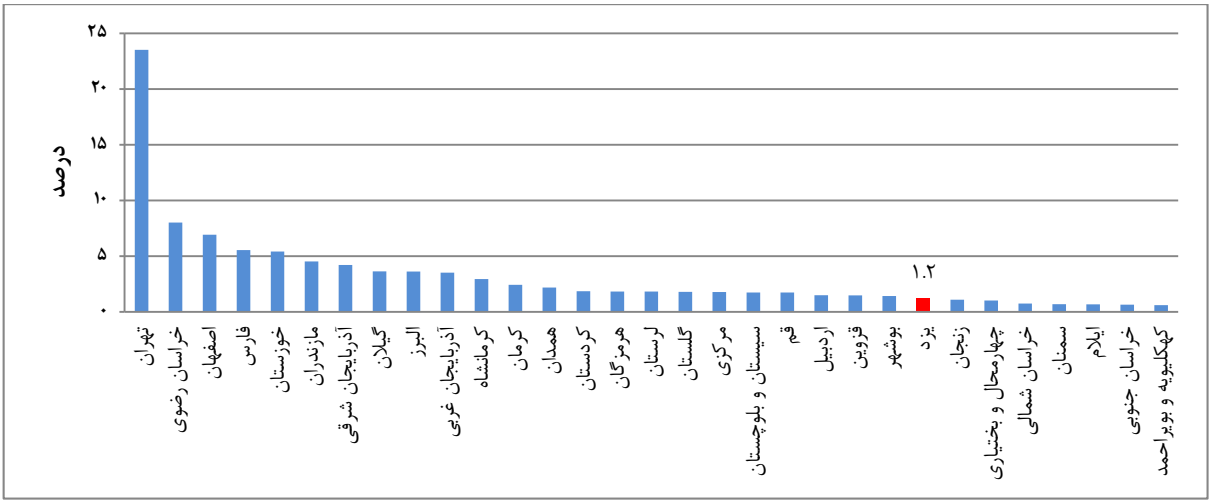


نمودار ۱-۴۵- مقایسه ارزش افزوده بخش صنعت در استان یزد به تفکیک نوع فعالیت در سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ (مرکز آمار ایران)

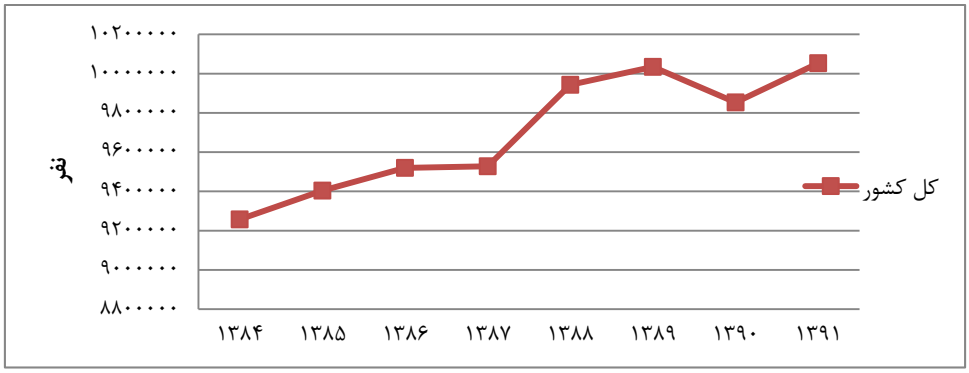
۱-۲-۳ خدمات

- اشتغال

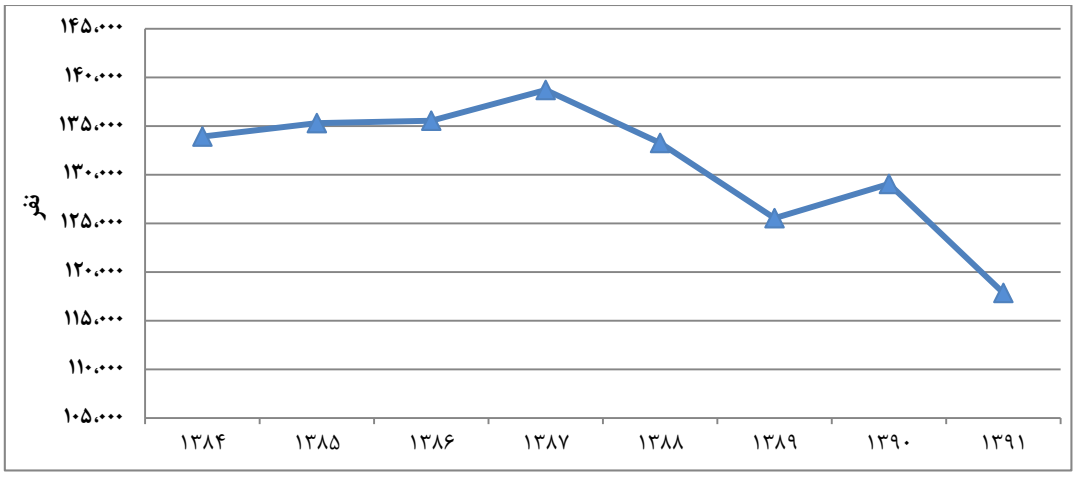
در سال ۱۳۹۱ جمعیت شاغلین استان یزد در بخش خدمات برابر با ۱۱۷۸۵۳ نفر (معادل ۱,۲ درصد از کل شاغلین در بخش خدمات کشور) بوده و استان یزد در این سال رتبه بیست و چهارم شاغلین این بخش را به خود اختصاص داده است (نمودار۱-۳۸). روند تغییرات در تعداد شاغلین این بخش در استان و در کل کشور در نمودار ۱-۳۷ مقایسه شده است. چنانچه مشاهده می‌شود جمعیت نیروی شاغل در این بخش در دوره زمانی مورد بررسی تغییرات قابل توجهی داشته است و بر خلاف روند رو به رشد در کشور در سال‌های اخیر، جمعیت شاغل دراستان روند نزولی داشته است. همچنین سهم استان از تعداد شاغلین بخش خدمات کشور طی سال‌های اخیر با یک روند کاهشی از حدود ۱,۴ درصد به ۱,۲ درصد کاهش یافته است (نمودار ۱-۳۹ و ۱-۴۰).



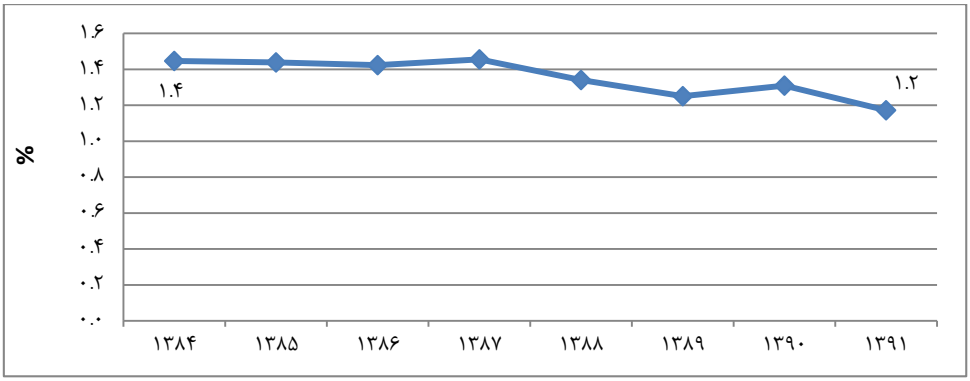
نمودار ۱-۴۶- جایگاه استان یزد از لحاظ سهم از شاغلین بخش خدمات کشور در سال ۱۳۹۱ (مرکز آمار ایران- گزارش شاخص‌های بازار کار (۱۳۹۱- ۱۳۸۴)



نمودار ۱-۴۷- روند تغییرات در تعداد شاغلین بخش خدمات در کل کشور طی سال‌های اخیر (مرکز آمار ایران- گزارش شاخص‌های بازار کار (۱۳۹۱- ۱۳۸۴)



نمودار ۱-۴۸- روند تغییرات در تعداد شاغلین بخش خدمات در استان یزد طی سال‌های اخیر (مرکز آمار ایران- گزارش شاخص‌های بازار کار (۱۳۹۱- ۱۳۸۴)



نمودار ۱-۴۹- سهم شاغلین بخش خدمات استان از کل کشور طی (مرکز آمار- گزارش شاخص‌های بازار کار-۱۳۹۱- ۱۳۸۴)

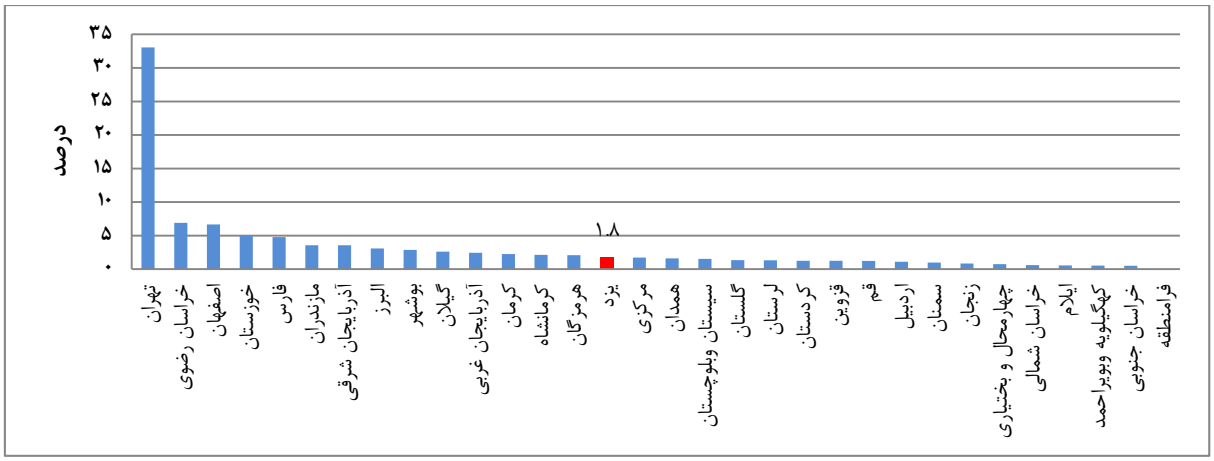
- ارزش‌افزوده

در رابطه با بخش خدمات در دوره ۹۰-۱۳۷۹ ارزش افزوده بخش خدمات کشور با نرخ رشد متوسط سالانه ۲۴ درصد از ۳۵۰۳۳۹ میلیارد ریال به ۳۷۳۶۹۵۷ میلیارد ریال رسیده است. نرخ رشد استان در این دوره بالاتر از کل کشور ۲۸,۲ درصد بوده است. بر این اساس سهم ارزش افزوده بخش خدمات استان از کل ارزش افزوده خدمات کشور از ۱,۲ درصد به ۱,۸ درصد افزایش یافته است (جدول ۱-۴).

در بررسی ساختار ارزش افزوده در سطح استان، سهم بخش خدمات در این دوره با افزایش اندکی از ۶۰,۵ درصد در سال ۱۳۷۹ به ۶۲ درصد در سال ۱۳۹۰ افزایش یافته است. استان یزد در سال ۱۳۹۰ با ۱,۸ درصد از ارزش افزوده خدمات کل کشور در جایگاه پانزدهم قرار گرفته است (نمودار ۱-۴۱).

جدول ۱-۴- وضعیت بخش خدمات استان از تولید ناخالص داخلی کشور واحد: میلیارد ریال

	۱۳۷۹				۱۳۹۰			
شرح فعالیت‌ها	کل کشور	یزد	سهم از کشور	سهم از استان	کل کشور	یزد	سهم از کل کشور	سهم از استان
خدمات	۳۵۰۳۳۹	۴۳۷۲	۱.۲	۶۰.۵	۳۷۳۶۹۵۷	۶۷۳۵۲	۱.۸	۶۲.۱



نمودار ۱-۵۰- جایگاه استان یزد از لحاظ سهم از ارزش‌افزوده بخش خدمات کشور ۱۳۹۰ (مرکز آمار- سالنامه آماری کشور)

۱-۲-۴ معدن

بر اساس جدول ۱-۵ ارزش افزوده بخش معدن کشور از ۳۰۴۹ میلیارد ریال در سال ۱۳۷۹ به ۵۰۲۲۱ میلیارد ریال در سال ۱۳۹۰ افزایش یافته است (متوسط نرخ رشد ۲۹ درصد). متوسط نرخ رشد بخش معدن استان در این دوره ۳۵,۸ درصد بوده است که بالاتر از نرخ رشد متوسط کشور است و گویای روبه رشد بودن وضعیت معادن در استان می‌باشد. بر همین اساس سهم استان از ارزش افزوده بخش معدن در کشور در این دوره رشد چشمگیری داشته و از ۱۳,۸ درصد در سال ۱۳۷۹ به ۲۴,۳ درصد در سال ۱۳۹۰ افزایش یافته است. سهم بخش معدن در اقتصاد داخلی استان باروند افزایشی از ۵,۸ درصد در سال ۱۳۷۹ به ۱۱,۲ درصد در سال ۱۳۹۰ رسیده است.

جدول ۱-۵- وضعیت بخش معدن استان از تولید ناخالص داخلی کشور واحد: میلیارد ریال

	۱۳۷۹				۱۳۹۰			
شرح فعالیت‌ها	کل کشور	یزد	سهم از کشور	سهم از استان	کل کشور	یزد	سهم از کل کشور	سهم از استان
معدن	۳۰۴۹	۴۲۱	۱۳.۸	۵.۸	۵۰۲۲۱	۱۲۱۸۳	۲۴.۳	۱۱.۲

فصل دوم

بررسی وضعیت اقتصاد در بخش معدن و صنایع وابسته

استان یزد یکی از مناطق غنی معدنی بوده و دومین استان معدنی کشور محسوب می‌شود، به‌طوری‌که از ۶۰ نوع ماده معدنی شناسایی شده در کشور ۵۰ نوع آن به‌طور قطع در استان یزد وجود دارد، هر چند که تنها ۳۰ نوع از این مواد معدنی در استان قابل بهره‌برداری است. ذخایر معادن استان یزد بیش از ۱ میلیارد تن است و استان یزد با ۱۰۰۰ واحد تولیدی معدنی فعال سالانه بیش از ۳۰ میلیون تن استخراج مواد معدنی را در کارنامه خود دارد.

این استان یکی از بزرگترین قطب‌های معدنی کشور در زمینه ذخیره سنگ آهن (سنگ آهن چغارت، چادرملو و سنگ آهن منگنزدار نایگان) بوده و بزرگترین تولید کننده سنگ آهن در کشور می‌باشد.

در این بخش به منظور تبیین جایگاه بخش معدن در اقتصاد استان به بررسی برخی مهم‌ترین شاخص‌ها و پارامترهای تأثیرگذار در این زمینه پرداخته‌ایم.

لازم بذکر است، بر اساس آمار حساب‌های ملی بخش معدن از دو زیربخش نفت- گازطبیعی و سایر معادن تشکیل شده است. در این گزارش تأکید بر بخش سایر معادن است.

۲-۱- بررسی شاخص‌ها در بخش معدن

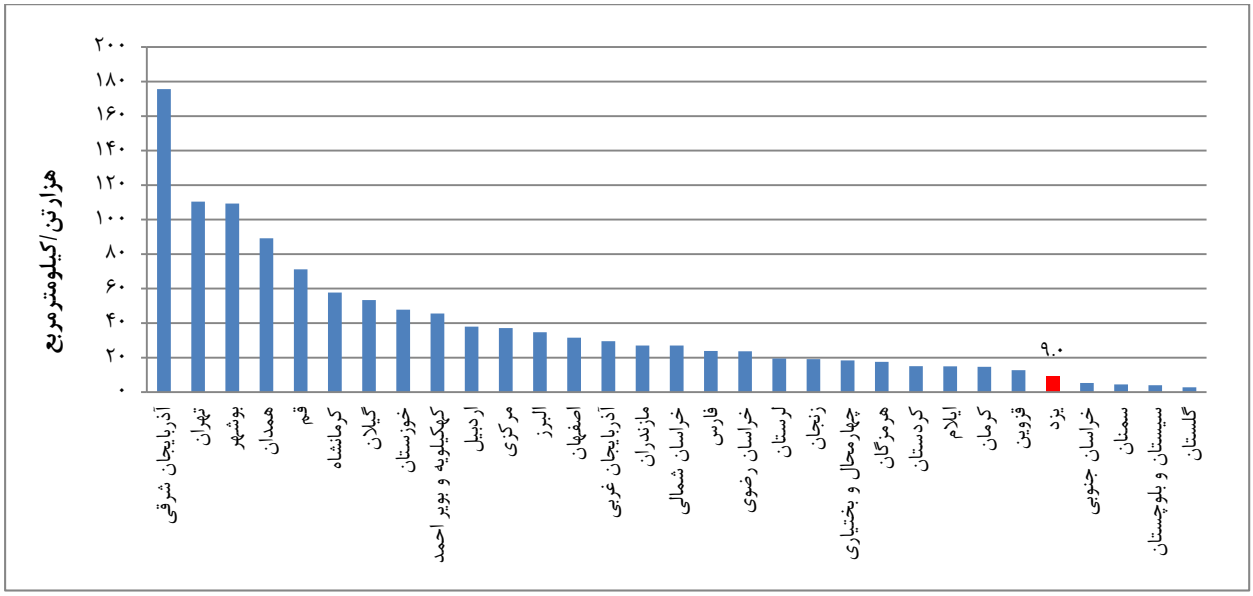
۲-۱-۱- ذخیره

بر اساس آمار اعلام شده از سوی وزارت صنعت- معدن- تجارت در سال ۱۳۹۱ مجموع ذخیره معدنی (قطعی و احتمالی) استان یزد بالغ بر ۱ میلیارد تن و سهم ۲,۳ درصدی از کل ذخایر کشور می‌باشد[۱]. سهم ذخیره مواد معدنی (اعم از ذخیره قطعی و احتمالی) در استان یزد نسبت به کل کشور به تفکیک گروه‌های مواد معدنی به شرح زیر می‌باشد:

- از مجموع کل ذخیره فلزی کشور، ۱۷,۴ درصد یعنی درحدود ۷۷۶ میلیون تن در استان یزد قرار دارد.
- از مجموع کل ذخیره غیرفلزی کشور، حدود ۳,۲ درصد یعنی در حدود ۹۲ میلیون تن در استان یزد قرار دارد.
- از مجموع کل ذخیره مصالح ساختمانی کشور، حدود ۰,۴ درصد یعنی در حدود ۱۱۰ میلیون تن در استان یزد قرار دارد.
- از مجموع کل ذخیره سنگ‌های تزئینی و نمای کشور، ۱,۶ درصد یعنی در حدود ۲۸ میلیون تن در این استان قرار دارد.

در نمودار ۲-۱ در زیر نسبت ذخیره معدنی به مساحت استان‌ها در سال ۱۳۹۱ نشان داده شده است. استان یزد در این سال با ۹ هزارتن ماده معدنی در هر کیلومترمربع در رده ۲۷ کشور قرار داشته است. در حال حاضر (با جدا شدن شهرستان طبس) این رقم به تقریب ۲,۳ هزارتن در کیلومترمربع می‌باشد.

[۱]- در ارقام ارائه شده شهرستان طبس منظور نشده است و اعداد تقریبی است.



نمودار۲-۱- نسبت ذخیره به مساحت به تفکیک استان

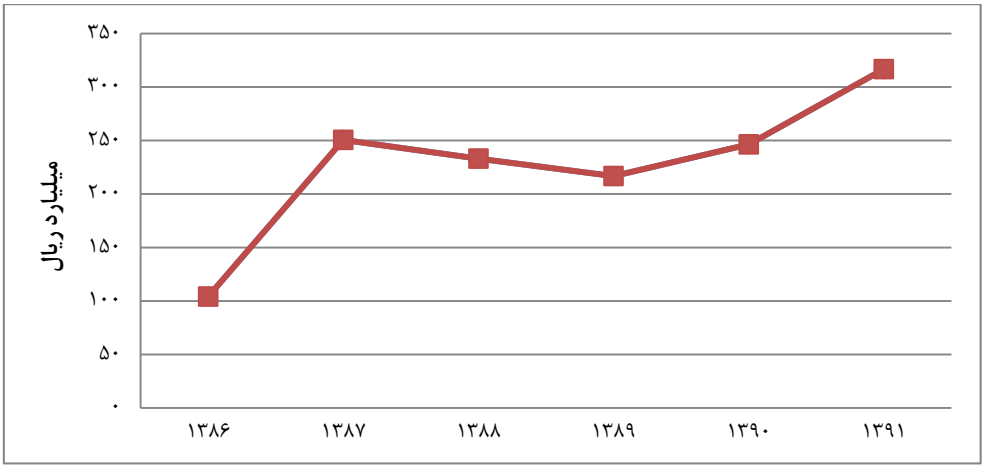
چنانچه اشاره شد ارقام اعلام شده دربرگیرنده ذخایر احتمالی نیز می‌باشد. بسیاری از این ذخایر در مرحله شناسایی باقی مانده و مطالعات تکمیلی بر روی آن‌ها انجام نشده است. از این رو سرمایه‌گذاری در بخش اکتشاف از ضروریات مهم هر استان می‌باشد. میزان سرمایه‌گذاری در این بخش ارتباط مستقیمی با میزان حفاری‌ها دارد.

۲-۱-۲- هزینه توسعه و اکتشاف

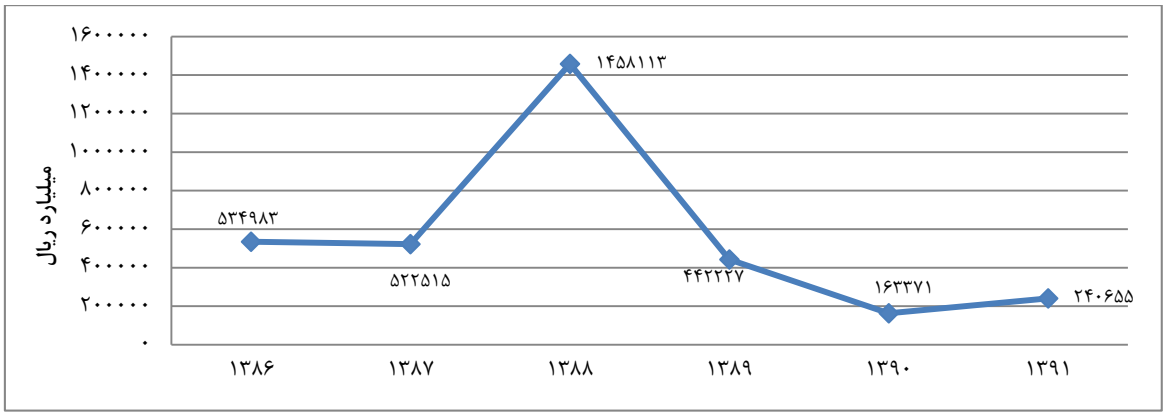
میزان سرمایه‌گذاری در فرایند اکتشاف، کشف ذخایر جدید و انجام مطالعات تکمیلی اکتشاف از جمله شاخص‌های مناسب برای مقایسه وضعیت معدنی یک منطقه می‌باشد.

بر اساس اطلاعات موجود میانگین هزینه توسعه و اکتشاف در دوره ۹۱-۱۳۸۶ در کشور از روند صعودی برخوردار بوده است (نمودار ۲-۲). هزینه توسعه و اکتشاف کشور با نرخ رشد متوسط ۲۵ درصد از ۱۰۴ میلیارد ریال در سال ۱۳۸۶ به ۳۱۷ میلیارد ریال در سال ۱۳۹۱ افزایش یافته است. هزینه مورد بررسی در استان یزد در این دوره در سال ۱۳۸۸ به شدت افزایش یافته است اما در کل دوره دارای روند کاهشی است(نمودار ۲-۳). متوسط نرخ رشد در این دوره ۱۴- درصد بوده است.

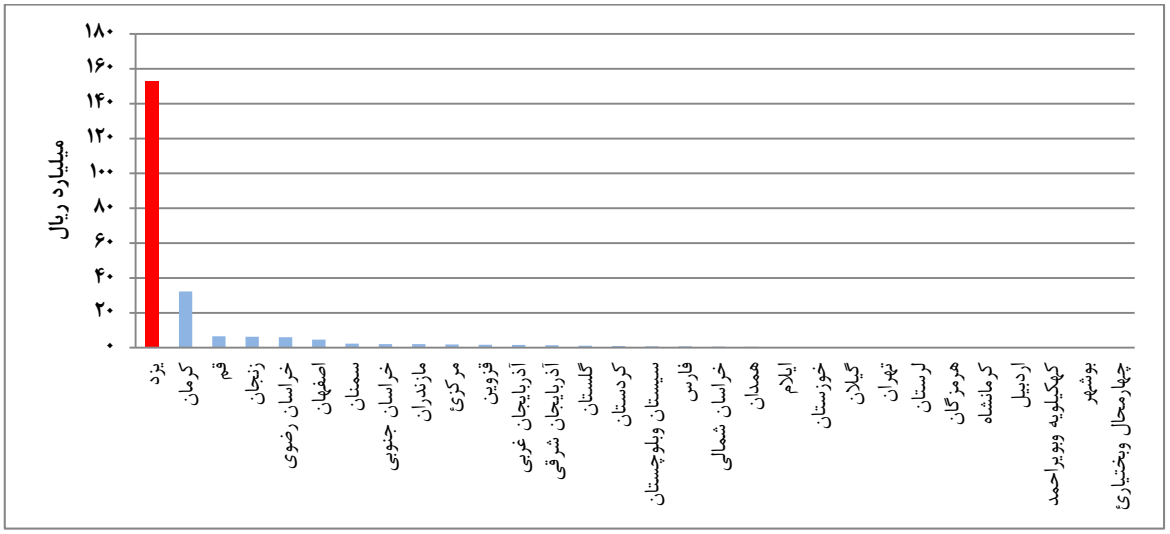
در نمودارهای ۲-۴ و ۲-۵ میانگین هزینه توسعه و اکتشاف در کشور به تفکیک استان‌ها و سهم هر استان در دوره ۹۱-۱۳۸۶ نشان داده شده است. بر اساس این نمودارها استان یزد به طور متوسط بیشترین سهم (۶۷ درصد) هزینه توسعه و اکتشاف را به خود اختصاص داده است و استان کرمان با ۱۴ درصد در جایگاه دوم قرار گرفته است. به عبارت دیگر دولت در این دو استان در مجموع بیش از ۸۰ درصد کل هزینه توسعه و اکتشاف معادن را انجام داده است.



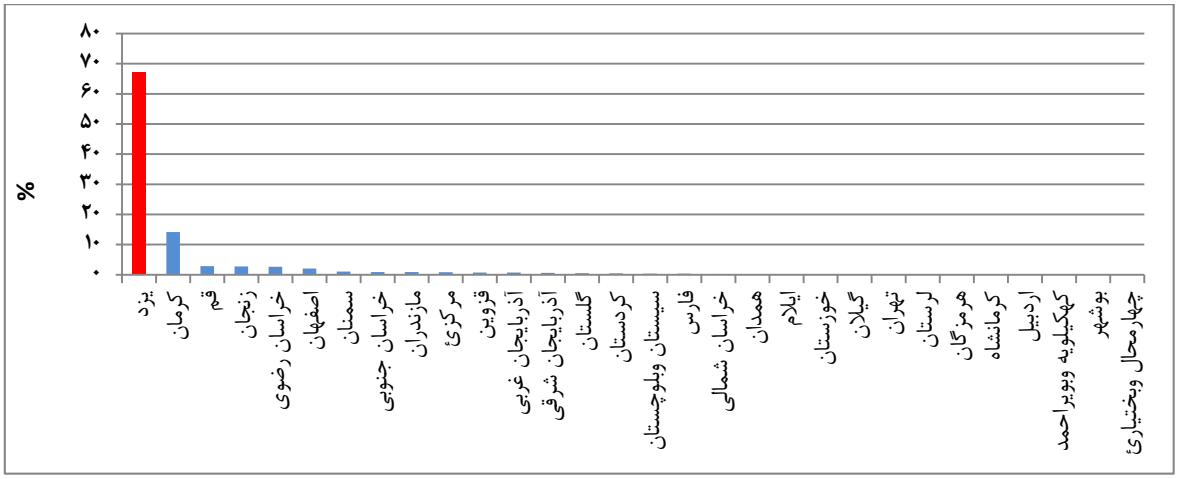
نمودار ۲-۲- روند تغییرات در هزینه توسعه و اکتشاف معدن در کشور در دوره ۹۱-۱۳۸۶



نمودار ۲-۳- روند تغییرات در هزینه توسعه و اکتشاف معدن در استان در دوره ۹۱-۱۳۸۶



نمودار ۲-۴- میانگین هزینه توسعه و اکتشاف به تفکیک استان در دوره ۹۱-۱۳۸۶ (مرکز آمار ایران)

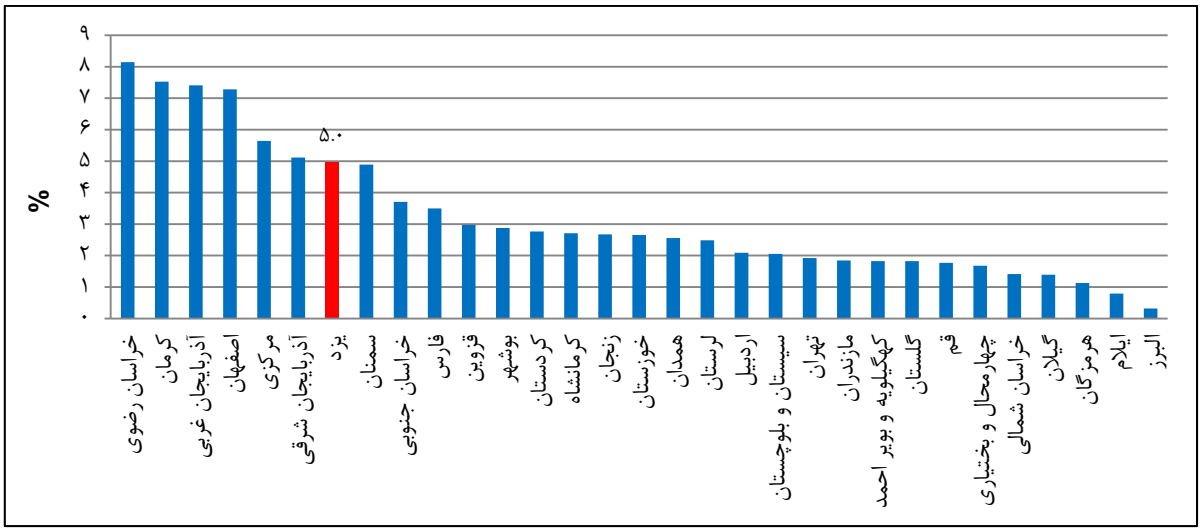


نمودار ۲-۵- میانگین سهم هزینه توسعه و اکتشاف به تفکیک استان در دوره ۹۱-۱۳۸۶ (مرکز آمار ایران)

۲-۱-۳- تعداد معادن[1]

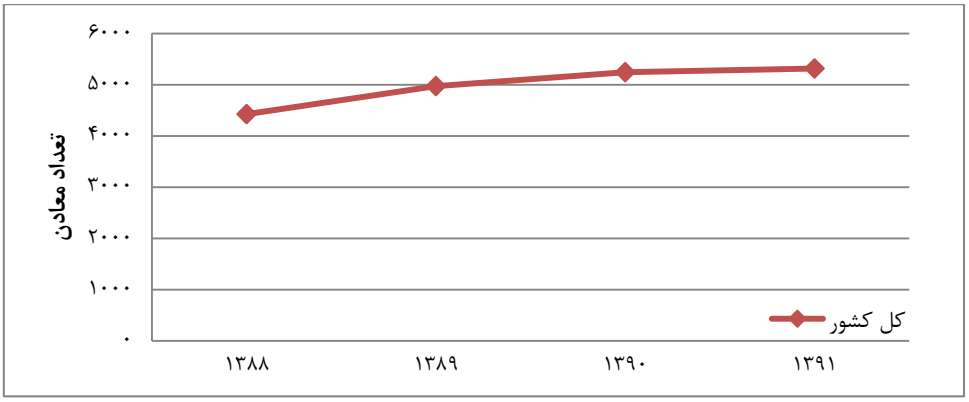
مقایسه تعداد معادن در حال بهره‌برداری در استان‌های مختلف نشان‌دهنده آن است که در سال ۱۳۹۱ استان خراسان رضوی با ۴۳۳ معدن و سهم حدود ۸ درصد در رتبه اول کشور قرار داشته است. استان یزد در این رده‌بندی با ۲۶۵ معدن (معادل ۵ درصد از کل معادن کشور) در رده هفتم کشور قرار گرفته است (نمودار ۲-۶).

روند تغییرات در تعداد معادن استان و کشور در دوره زمانی ۹۱-۱۳۸۸ در نمودارهای ۲-۷ و ۲-۸ نشان داده شده است. بر این اساس تعداد معادن استان با نرخ رشد متوسط سالانه ۷٫۲ درصد از ۲۱۵ معدن در سال ۱۳۸۸ به ۲۶۵ معدن در سال ۱۳۹۱ رسیده است. این در حالی است که در کل کشور نرخ رشد متوسط سالانه تعداد معادن ۶٫۳ درصد بوده است. سهم تعداد معادن استان از کل کشور در آغاز و پایان دوره در حدود ۵ درصد ثابت بوده است (نمودار ۲-۹).

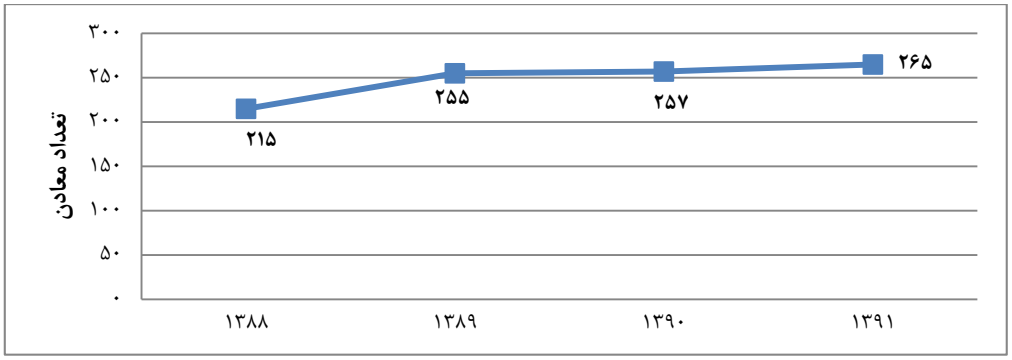


نمودار ۲-۶- سهم استان یزد از تعداد معادن در حال بهره‌برداری کشور در سال ۱۳۹۱

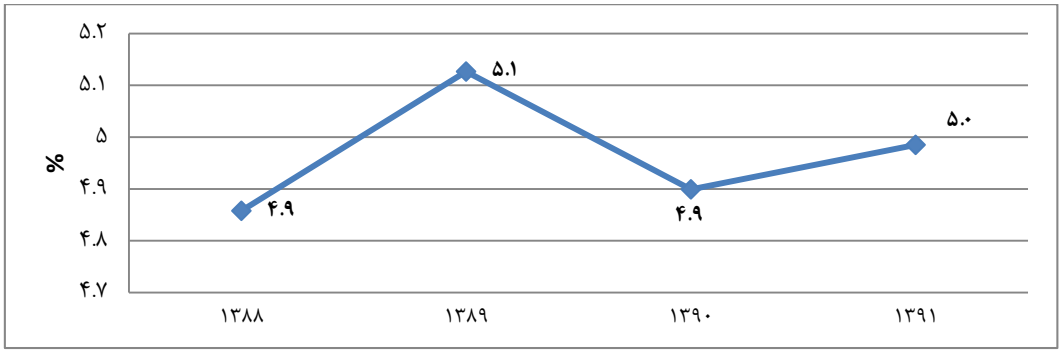
[1]- آمار ارائه شده مربوط به مرکز آمار در سال ۱۳۹۱ و قبل از جدا شدن شهرستان طبس می‌باشد.



نمودار ۲-۷- روند تغییرات در تعداد معادن کشور طی دوره ۱۳۹۱-۱۳۸۸



نمودار ۲-۸- روند تغییرات در تعداد معادن استان طی دوره ۱۳۹۱-۱۳۸۸

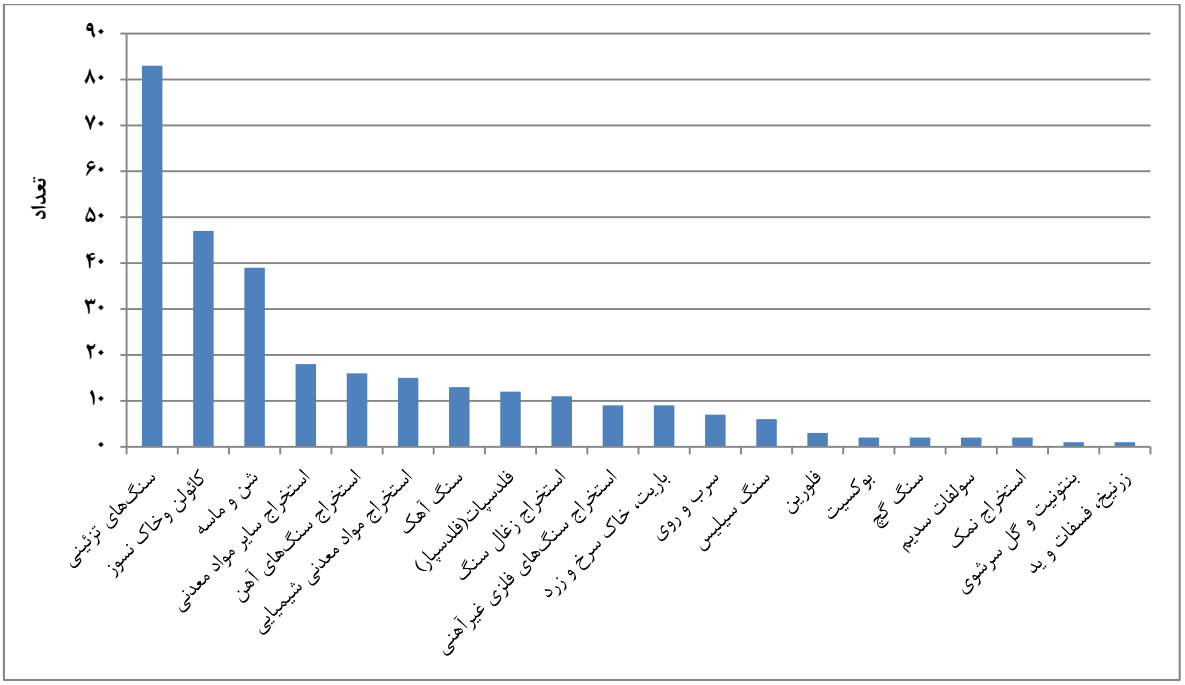


نمودار ۲-۹- سهم تعداد معادن استان یزد از کل کشور طی دوره ۱۳۹۱-۱۳۸۸

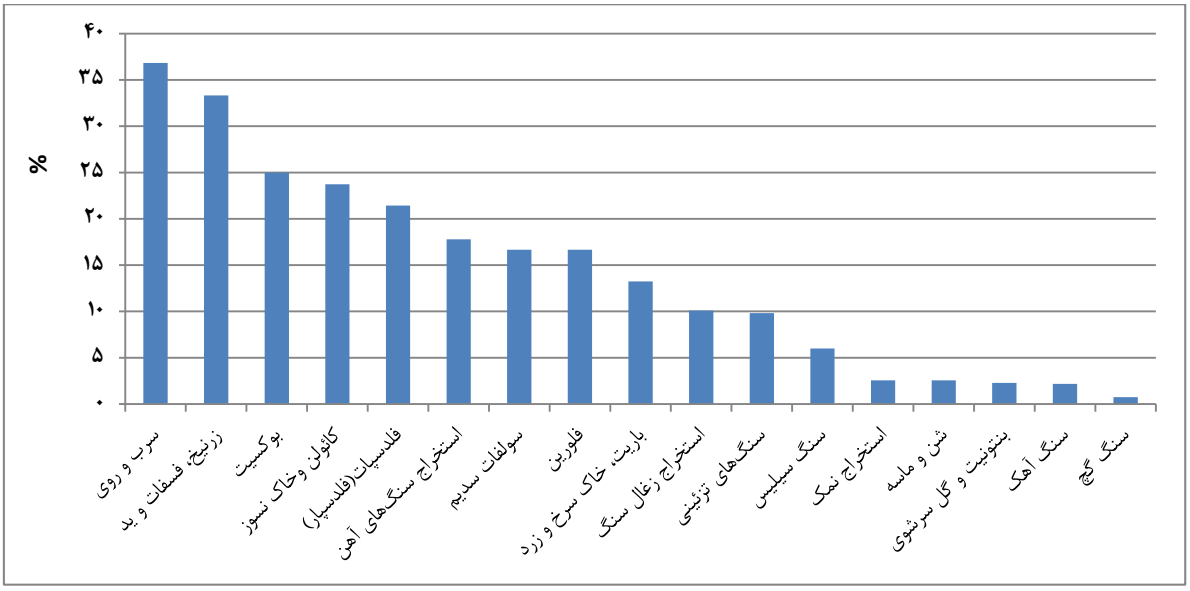
مأخذ: نتایج آمارگیری از معادن در حال بهره‌برداری کشور طی سال‌های ۱۳۹۱-۱۳۸۸، مرکز آمار ایران

در نمودارهای ۲-۱۰ و ۲-۱۱ تعداد معادن استان به تفکیک نوع ماده معدنی در سال‌های ۱۳۹۱ نشان داده شده است:

- در این سال بیشترین تعداد معادن استان مربوط به معادن سنگ های تزئینی، کائولن- خاک نسوز و شن و ماسه است.
- از لحاظ سهم معادن در کشور، بیشترین سهم متعلق به معادن سرب و روی با حدود ۳۷ درصد و فسفات با ۳۳ درصداست.



نمودار ۲-۱۰- تعداد معادن استان به تفکیک ماده معدنی در سال ۱۳۹۰

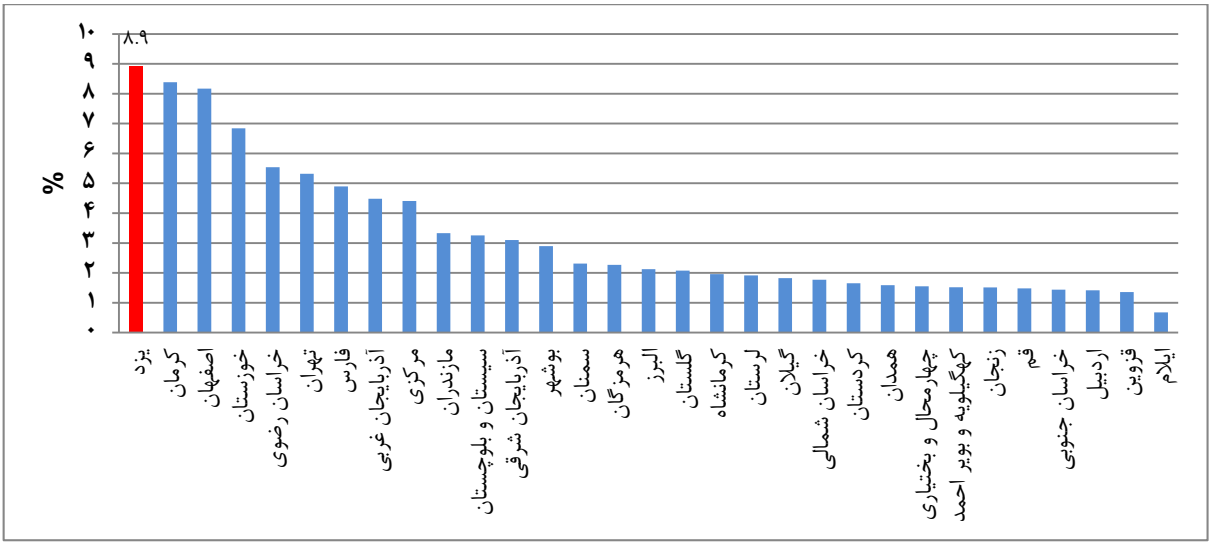


نمودار ۲-۱۱- سهم استان از تعداد معادن کشور به تفکیک ماده معدنی در سال ۱۳۹۰

۲-۱-۴- تولید[۱]

در نمودار ۲-۱۲ سهم استان‌ها از مجموع تولید معادن کشور در سال ۱۳۹۱ نشان داده شده است. چنانچه مشاهده می‌شود، استان یزد با سهمی حدود ۹ درصد کل تولید معادن کشور در جایگاه اول بین استان‌های کشور قرار دارد و پس از آن استان‌های کرمان، اصفهان، خوزستان و خراسان رضوی قرار دارند. این استان‌ها در مجموع بیش از ۴۰ درصد کل تولید معادن کشور را تشکیل می‌دهند. نکته‌ی قابل توجه اینکه استان یزد با وجود تعداد اندک معادن (این استان در بین ۶ استان برتر قرار ندارد) حایز بیشترین میزان تولید معادن در کشور است.

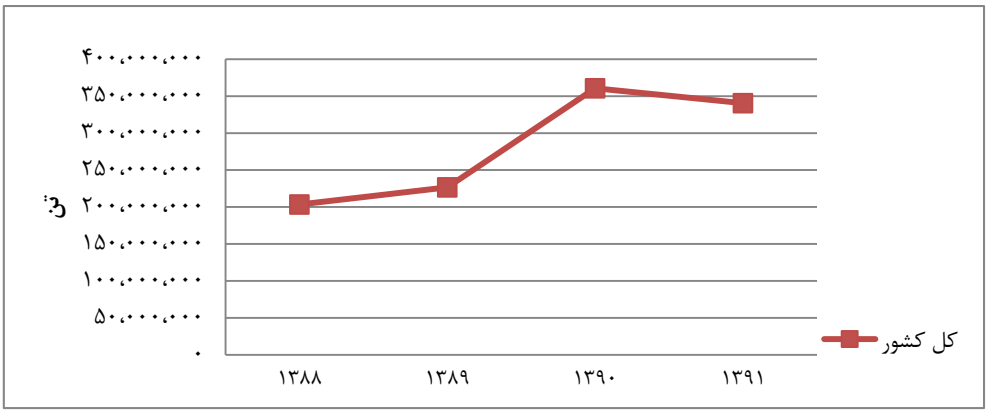
[۱]- آمار ارائه شده مربوط به مرکز آمار در سال ۱۳۹۱ و قبل از جدا شدن شهرستان طبس می‌باشد.



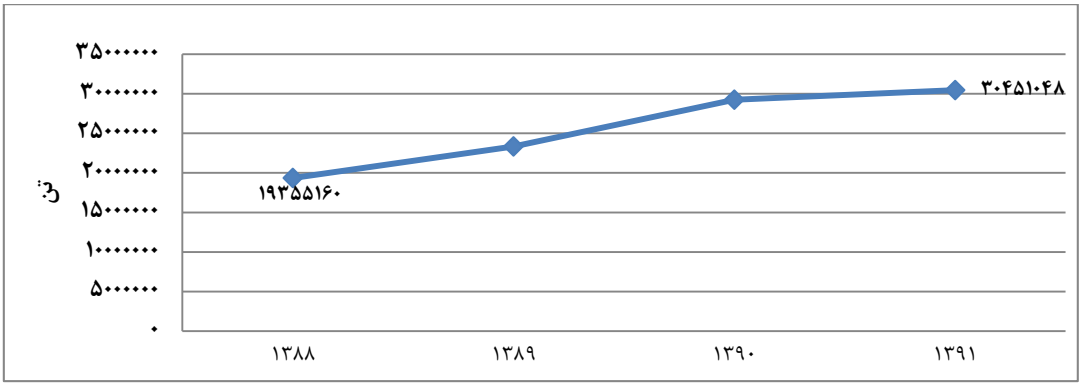
نمودار ۲-۱۲- جایگاه استان یزد در مقدار تولید معادن در سال ۱۳۹۱

در نمودارهای ۲-۱۳ و ۲-۱۴ تغییرات میزان تولید در دوره زمانی ۹۱-۱۳۸۸ در استان یزد و کل کشور نشان داده شده است. میزان تولید در استان یزد در این دوره با نرخ متوسط سالانه ۱۶٫۴درصد از حدود ۱۹ میلیون تن در سال ۱۳۸۸ به ۳۰ میلیون تن در سال ۱۳۹۱ رسیده است. این در حالی است که میزان تولید معادن کل کشور در این دوره با نرخ متوسط سالانه ۱۸٫۷ درصد از ۲۰۳٫۳ میلیون تن در سال ۱۳۸۸ به ۳۴۰٫۵ میلیون تن در سال ۱۳۹۱ تغییر کرده است. سهم تولید معادن استان از کل تولید کشور بین ۸٫۱ تا ۱۰٫۳ درصد متغیر بوده است (نمودار ۲-۱۵).

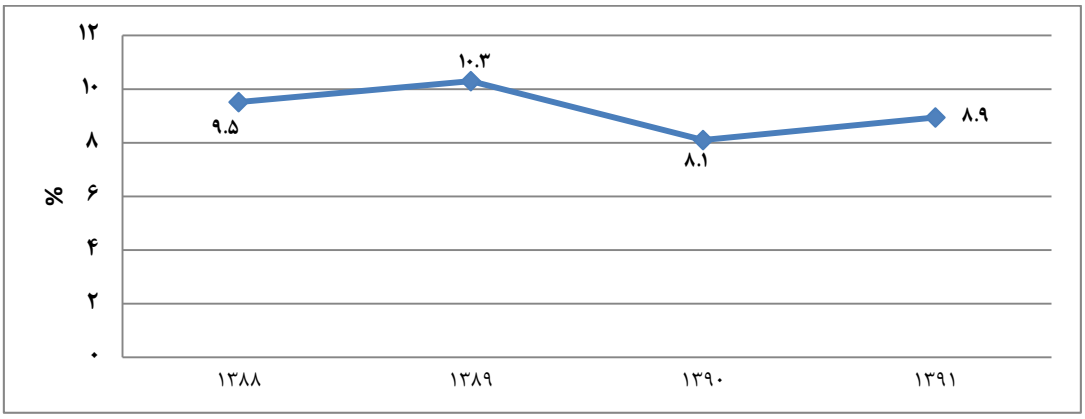
لازم بذکر است در آمار مربوط به قبل از سال ۱۳۸۹، مقدار تولید مربوط به معادن سنگ بالاست و پوکه معدنی لحاظ نشده است.



نمودار ۲-۱۳- روند تغییرات در مقدار تولید معادن کشور در سال‌های اخیر



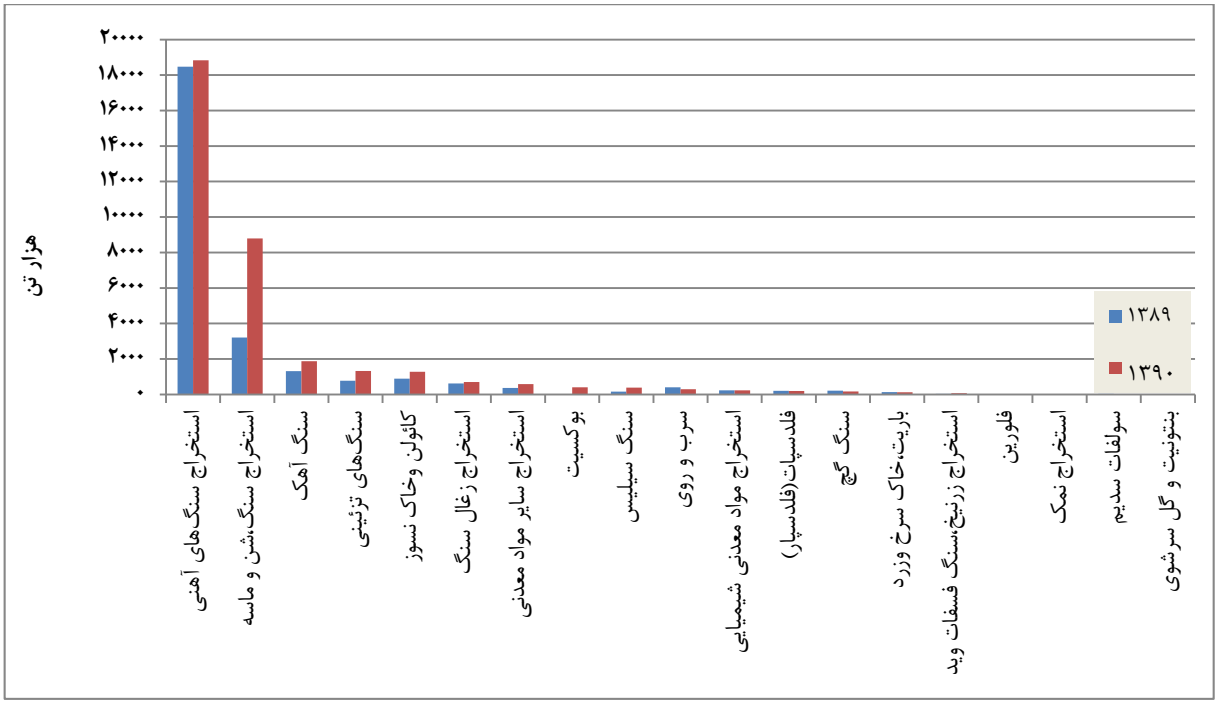
نمودار ۲-۱۴- روند تغییرات در مقدار تولید معادن استان در سال‌های اخیر



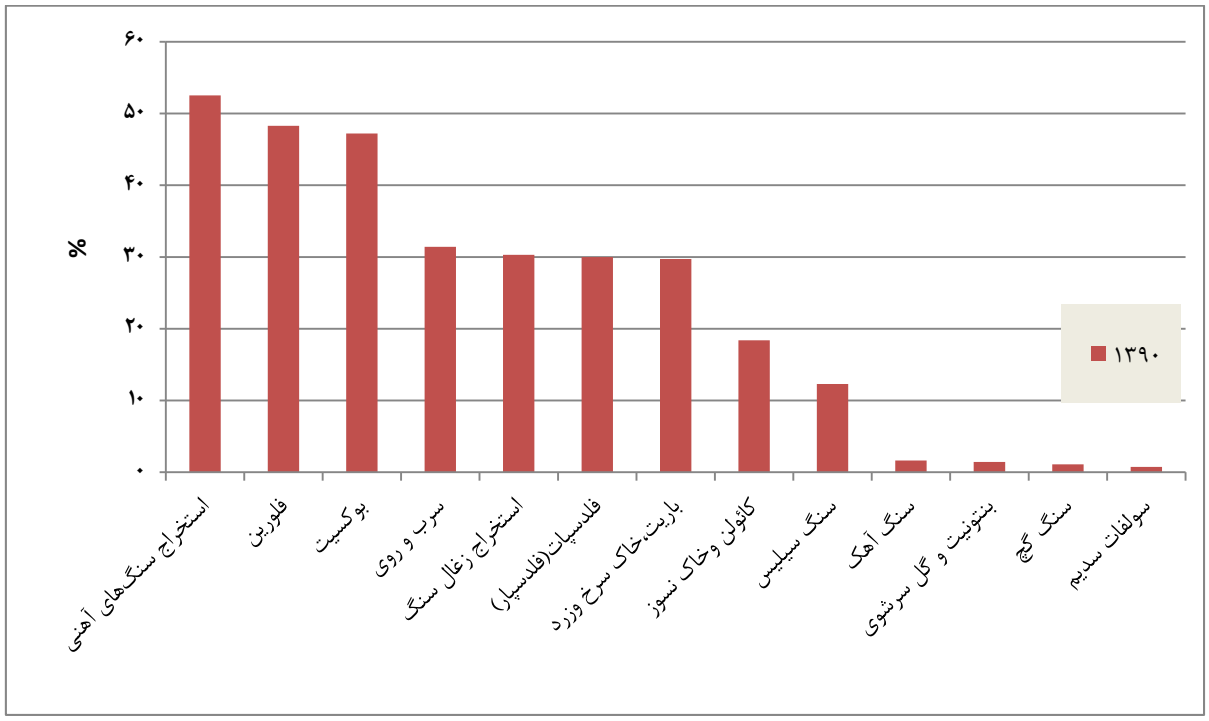
نمودار ۲-۱۵- سهم تولید معادن استان از کل کشور در سال‌های اخیر

مقدار تولیدات معادن استان یزد و سهم از کشور آن در سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ به تفکیک نوع ماده معدنی در نمودار ۲-۱۶ و ۲-۱۷ نشان داده شده است:

- عمده تولید استان در هر دو سال مربوط به استخراج سنگ‌های آهنی بوده است.
- مقدار تولید استان در اغلب مواد معدنی در سال ۱۳۹۰ نسبت به سال ۱۳۸۹ افزایش یافته است. در این میان بیشترین تغییرات متعلق به استخراج سنگ، شن و ماسه بوده که از حدود ۳ میلیون تن به حدود ۹ میلیون تن افزایش یافته است.
- به لحاظ سهم از مقدار تولید کل کشور، استان یزد در سال ۱۳۹۰ از تولیدکنندگان عمده مواد معدنی در کشور بوده است. بطوریکه بیش از ۵۰ درصد سنگ آهن، بیش از ۴۵ درصد بوکسیت و فلورین و نیز بیش از ۳۰ درصد زغال‌سنگ، سرب و روی و فلدسپات تولید شده در کشور مربوط به استان یزد بوده است.



نمودار ۲-۱۶-مقایسه میزان تولید معادن استان برحسب نوع ماده معدنی در سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰

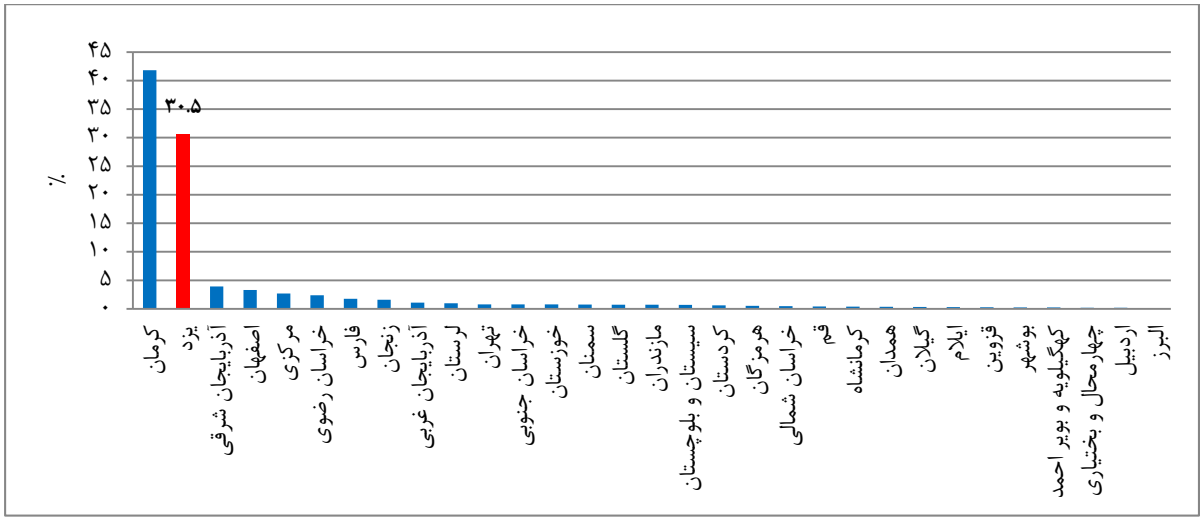


نمودار ۲-۱۷- مقایسه سهم تولید معادن استان از کل تولیدات معادن کشور برحسب نوع ماده معدنی در سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰

۲-۱-۵-ارزش تولیدات[۱]

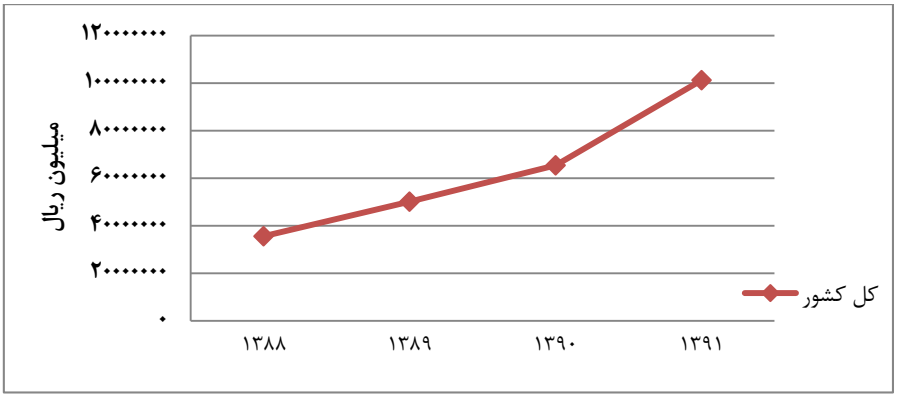
در بین استان‌های کشور استان کرمان در سال ۱۳۹۱ با ارزش تولید ۴۲۳۳۵ میلیارد ریال حدود ۴۲ درصد کل ارزش تولید معادن کشور را به خود اختصاص داده است و پس از آن استان یزد با ۳۰/۵ درصد قرار دارد. سهم استان‌های کشور از ارزش تولیدات معادن در کل کشور در نمودار ۲-۱۸ نشان داده است.

[۱]- آمار ارائه شده مربوط به مرکز آمار در سال ۱۳۹۱ و قبل از جدا شدن شهرستان طبس می‌باشد.

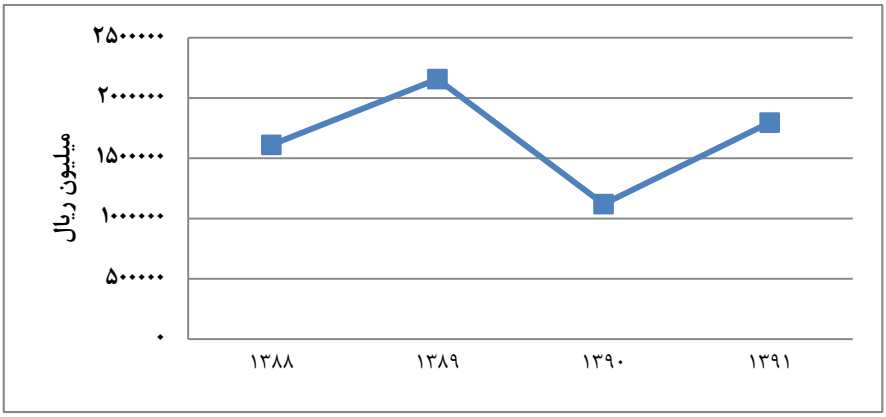


نمودار ۲-۱۸- سهم استان یزد از ارزش تولیدات کل معادن کشور در سال ۱۳۹۱

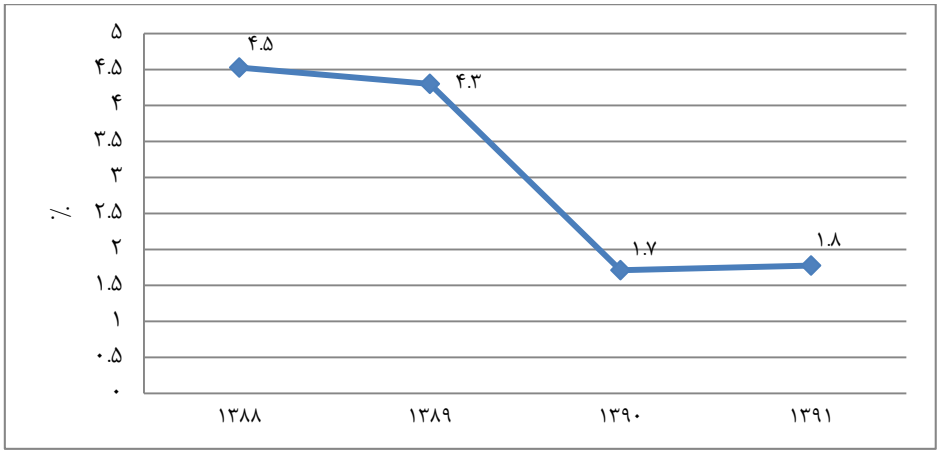
به لحاظ عددی در دوره ۹۱-۱۳۸۸ ارزش تولیدات استان از ۱۶۱۰ میلیارد ریال به حدود ۱۷۹۶ میلیارد ریال افزایش یافته است (نمودار ۲-۱۹). نرخ رشد متوسط سالانه ارزش تولیدات معادن در استان ۳,۷ درصد بوده که بسیار پایین‌تر از متوسط کشوری (۴۱,۶ درصد) است (نمودار ۲-۲۰). بر همین اساس سهم از ارزش تولیدات معادن استان از کل کشور در این دوره از ۴,۵ درصد به ۱,۸ درصد کاهش یافته است (نمودار ۲-۲۱).



نمودار ۲-۱۹- روند تغییرات در ارزش تولید معادن کشور در سال‌های اخیر



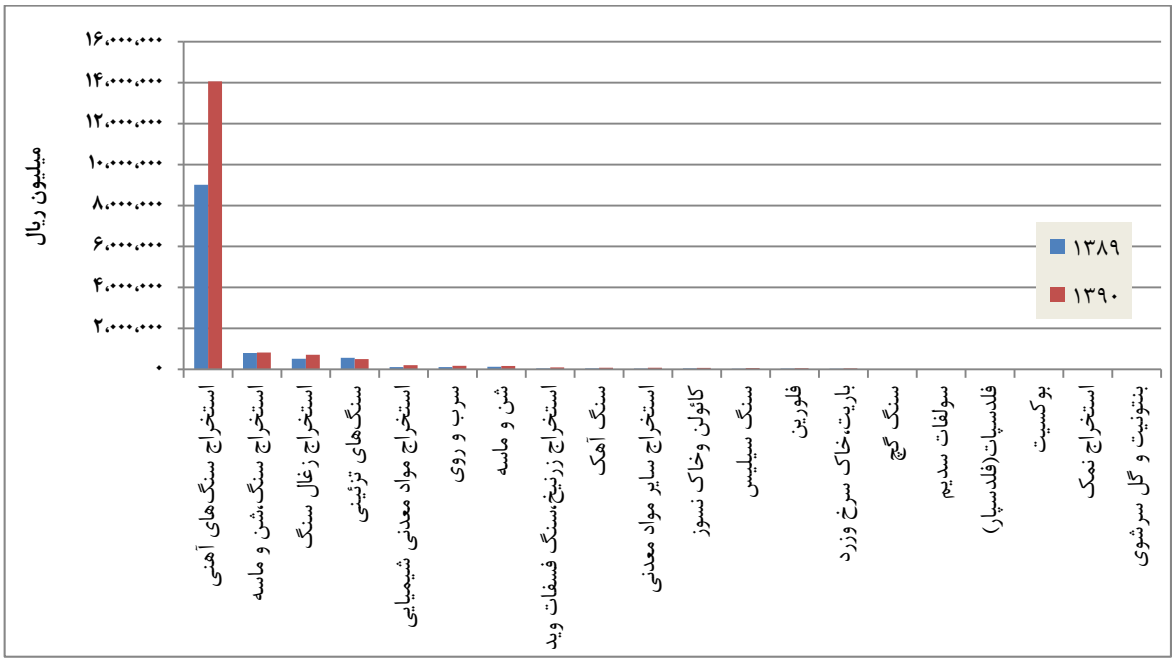
نمودار ۲-۲۰- روند تغییرات در ارزش تولید معادن استان در سال‌های اخیر



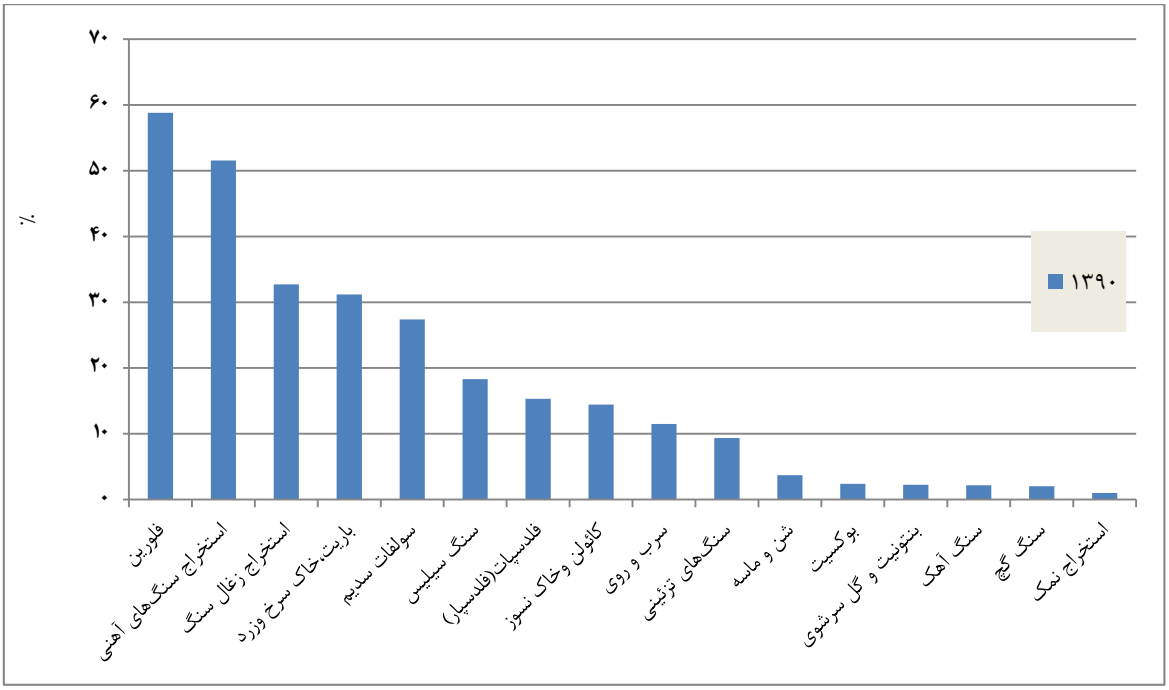
نمودار ۲-۲۱- سهم استان یزد از ارزش تولیدات معادن کل کشور در سال ۱۳۹۱

در نمودارهای ۲-۲۲ و ۲-۲۳ ارزش تولیدات معادن استان و سهم آن از کشور به تفکیک مواد معدنی در دو سال ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ مقایسه شده است. بر اساس این نمودارها:

- در هر دو سال بیشترین ارزش تولیدات معادن استان به استخراج سنگ آهن و پس از آن شن و ماسه، سنگ‌های تزئینی و زغال‌سنگ اختصاص داشته است.
- استخراج سنگ آهن در استان در سال ۱۳۹۰ نسبت به سال قبل افزایش قابل توجهی داشته است.
- در سال ۱۳۹۰سهم استان یزد از ارزش تولیدات در معادن فلورین و سنگ آهن بیش از ۵۰ درصد بوده است. این سهم در سال ۱۳۹۰، به ۵۹ درصد رسیده است. این سهم برای معادن زغال‌سنگ و باریت نیز بیش از ۳۰ درصد بوده است.



نمودار ۲-۲۲- ارزش تولید معادن استان برحسب نوع ماده معدنی در سال ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰



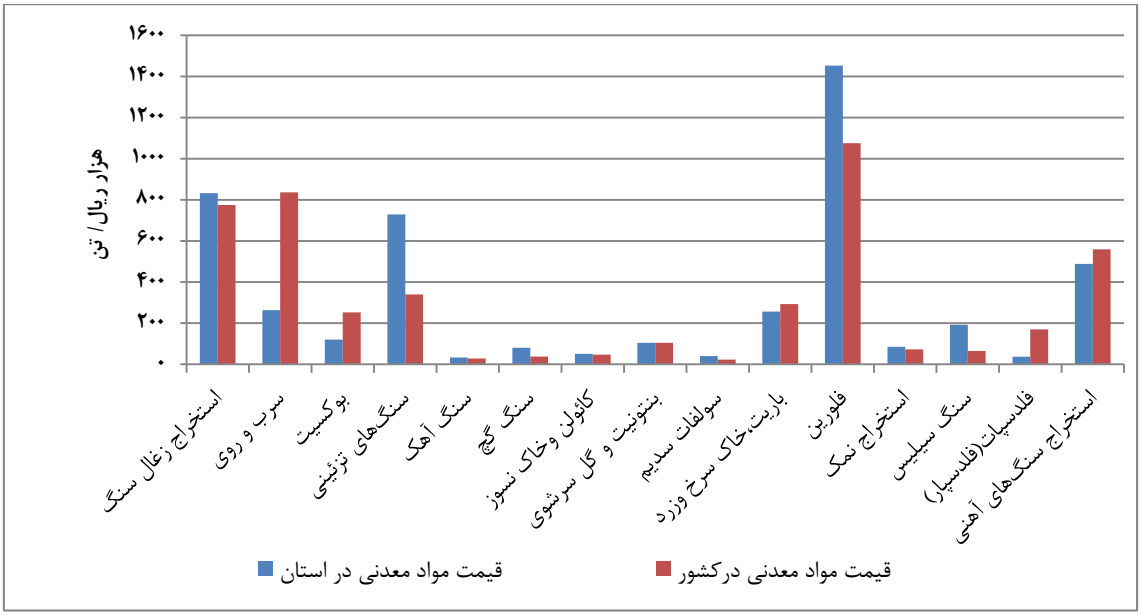
نمودار ۲-۲۳- سهم استان از ارزش تولیدات معادن کشور برحسب نوع ماده معدنی در سال ۱۳۹۰

۲-۱-۶- قیمت مواد معدنی[۱]

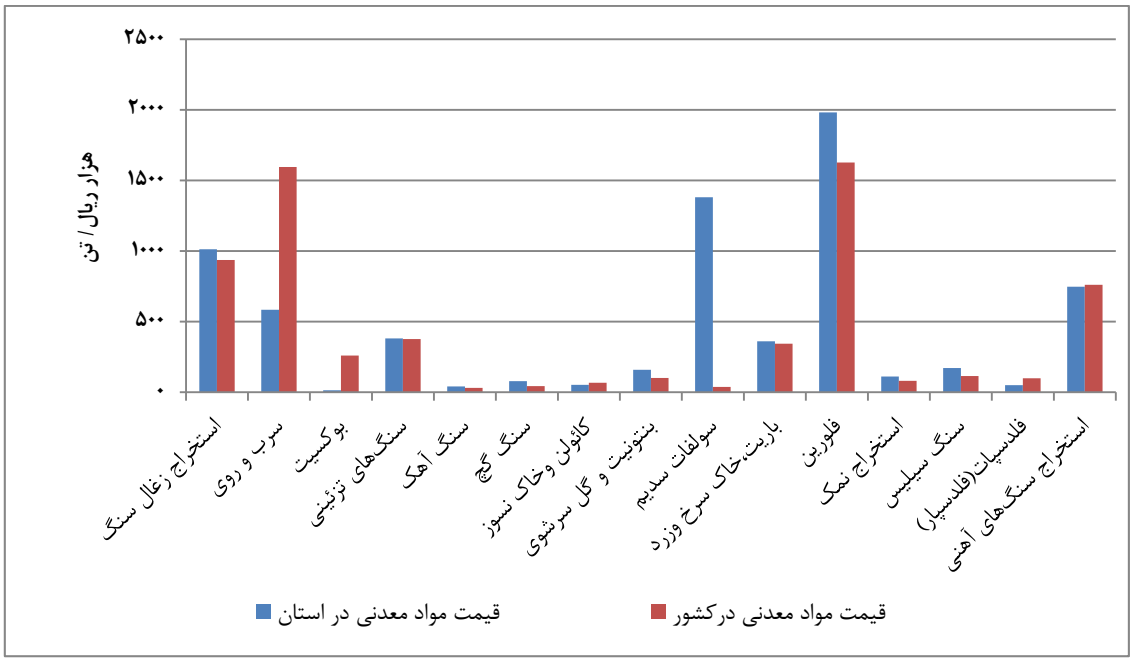
در دو نمودار ۲-۲۴ و ۲-۲۵ در زیر وضعیت قیمت مواد معدنی در دو سال ۱۳۸۹ و ۱۳۹۱ به تفکیک استان و کل کشور آمده است.

- به طور متوسط سال ۱۳۸۹ قیمت مواد معدنی در سطح استان از کشور بالاتر است اما مواد معدنی چون سرب و روی، بوکسیت، باریت و فلدسپات و سنگ آهن دارای قیمت پایین‌تری از متوسط کشور هستند که بیانگر وجود مزیت رقابت در تولید این مواد معدنی در استان می‌باشد.
- در سال ۱۳۹۰ بالاترین قیمت به فلورین و زغال‌سنگ تعلق دارد. در این سال نیز سرب و روی، بوکسیت، باریت و فلدسپات و آهن دارای قیمت پایین‌تری از قیمت کشوری هستند که بیانگر وجود مزیت رقابت در تولید این مواد معدنی در استان یزد است.

[۱]- آمار ارائه شده مربوط به مرکز آمار در سال ۱۳۹۱ و قبل از جدا شدن شهرستان طبس می‌باشد.



نمودار ۲-۲۰- متوسط قیمت موادمعدنی معادن درحال بهره برداری کشور و استان در سال ۱۳۸۹ واحد: میلیون ریال/هزار تن



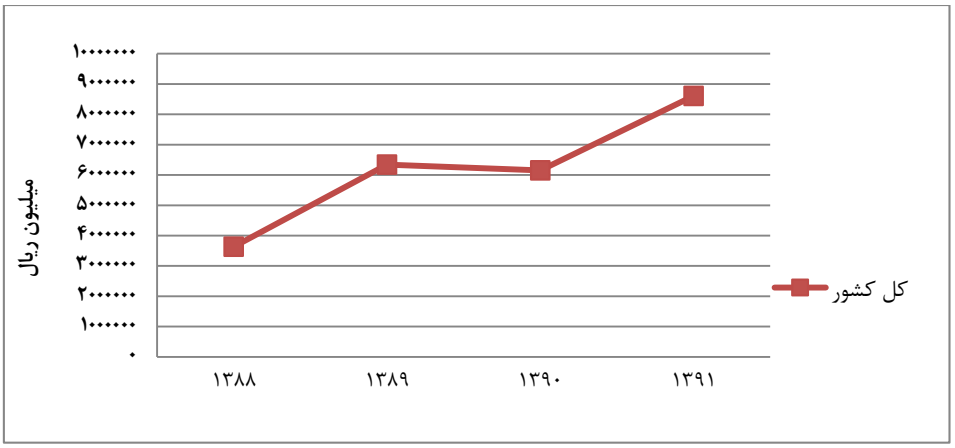
نمودار ۲-۲۱- متوسط قیمت موادمعدنی معادن درحال بهره برداری کشور و استان در سال ۱۳۹۰ واحد: میلیون ریال/هزارتن

۲-۱-۷-ارزش سرمایه‌گذاری[۱]

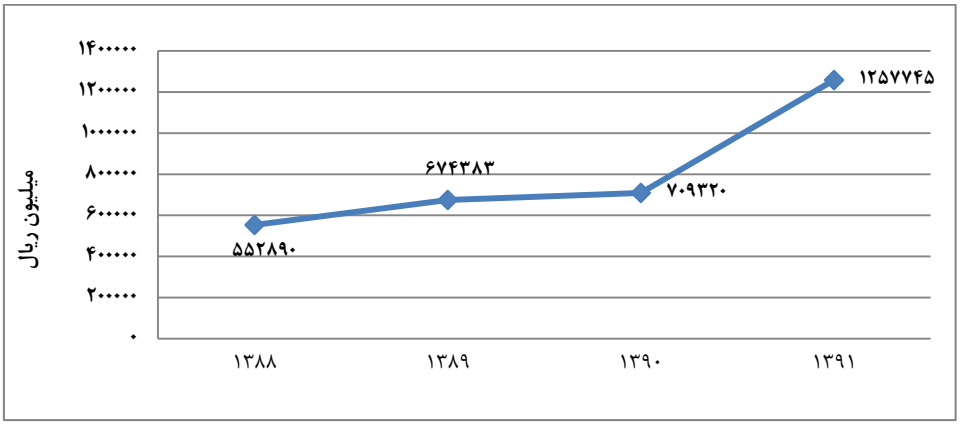
در دوره مورد بررسی (۹۱-۱۳۸۸) سرمایه‌گذاری بخش معدن در استان در مقایسه با متوسط کشوری نرخ رشد کندتری داشته و با نرخ رشد متوسط سالانه حدود ۳۱,۵ درصد از ۵۵۳ میلیارد ریال در سال ۱۳۸۸ به حدود ۱۲۵۸ میلیارد ریال در سال ۱۳۹۱ رسیده است. این در حالی که حجم سرمایه‌گذاری انجام شده در معادن کل کشور با نرخ رشد متوسط سالانه ۳۳ درصد از ۳۶۳۱ میلیارد به ۸۶۰۰ میلیارد ریال افزایش یافته است (نمودارهای ۲-۲۶ و ۲-۲۷). سهم استان از مجموع سرمایه‌گذاری انجام شده در معادن کشور در این دوره کاهش یافته و از ۱۵,۲درصد در سال ۱۳۸۸ به ۱۴,۸ درصد در سال ۱۳۹۱ رسیده است (نمودار ۲-۲۴).

[۱]- آمار ارائه شده مربوط به مرکز آمار در سال ۱۳۹۱ و قبل از جدا شدن شهرستان طبس می‌باشد.

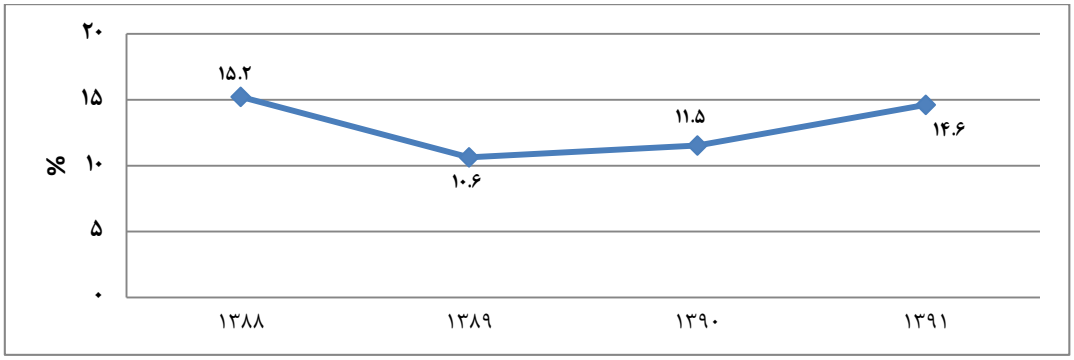
استان یزد در سال ۱۳۹۱ با ۱۴,۸ درصد سهم در رتبه سوم میزان سرمایه‌گذاری انجام شده در کشور قرار گرفته است (نمودار ۲-۲۹).



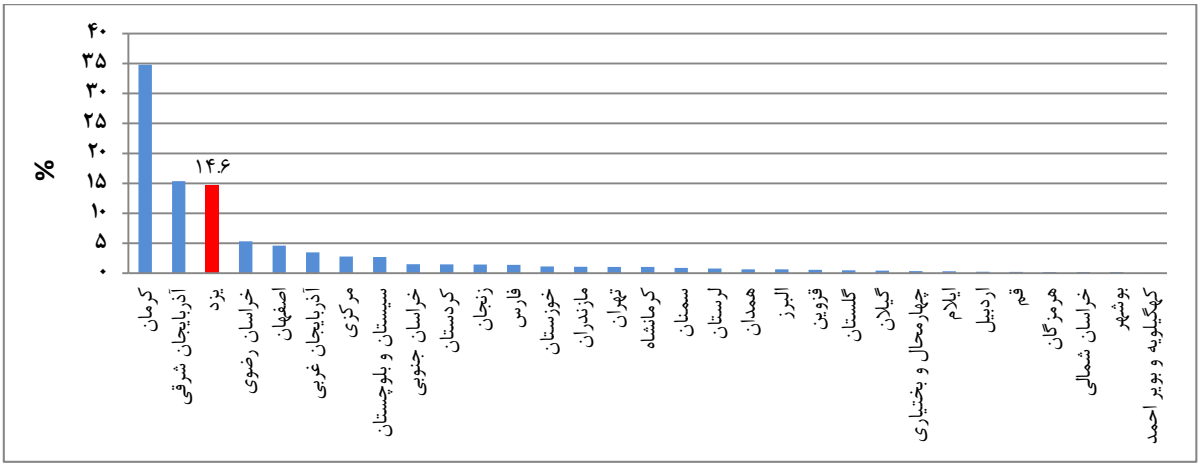
نمودار ۲-۲۶- روند تغییرات در ارزش سرمایه‌گذاری در معادن کشور در سال‌های اخیر



نمودار ۲-۲۷- روند تغییرات در ارزش سرمایه‌گذاری در معادن استان در سال‌های اخیر



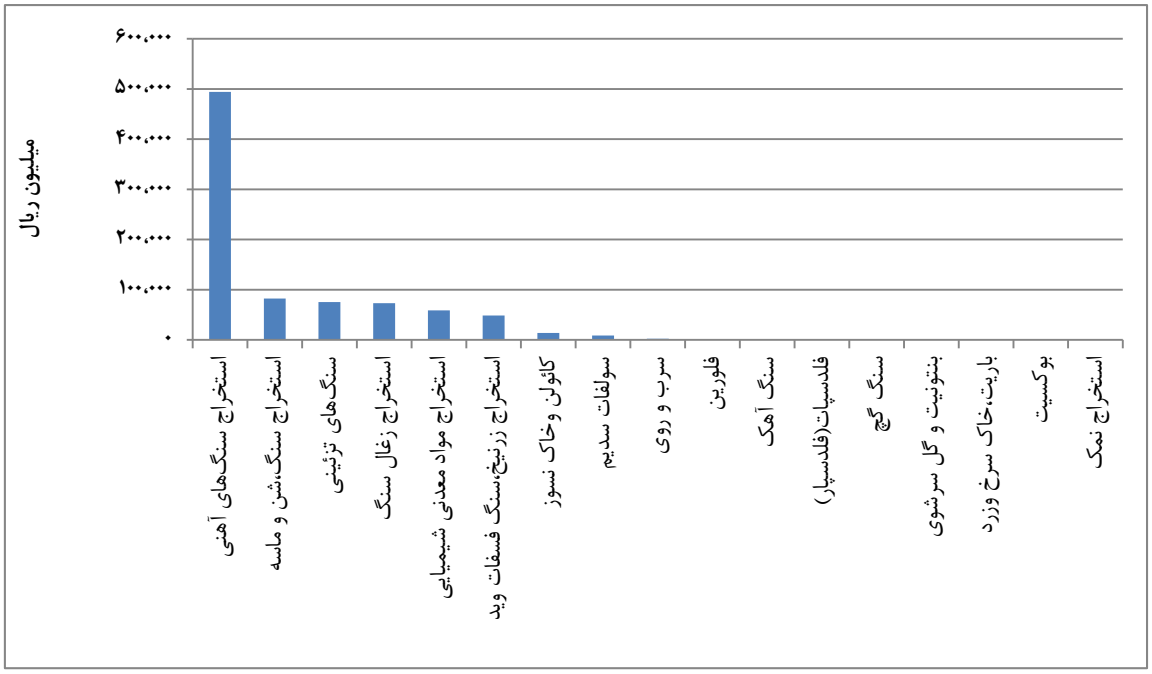
نمودار ۲-۲۸- سهم استان از ارزش سرمایه‌گذاری در معادن کل کشور در سال‌های اخیر



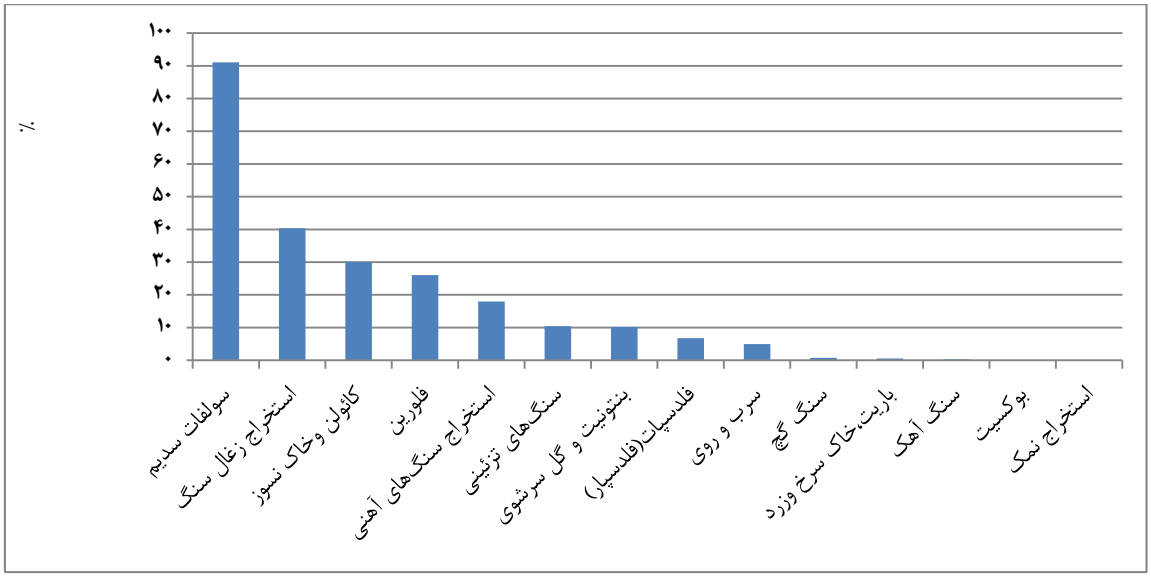
نمودار ۲-۲۹- سهم استان یزد از ارزش سرمایه‌گذاری در بخش معدن در سال ۱۳۹۱

در نمودارهای ۲-۲۲ و ۲-۲۳ ارزش تولیدات معادن استان و سهم آن از کشور به تفکیک مواد معدنی در سال ۱۳۹۰ ارائه شده است. بر اساس این نمودارها:

- بیشترین سرمایه‌گذاری در بخش معدن استان در معادن سنگ آهن اتفاق افتاده است.
- در رابطه با سهم از کشور در سرمایه‌گذاری در معادن مختلف، استان یزد ۹۰ درصد از مجموع سرمایه-گذاری کشور در معادن سولفات سدیم را به خود اختصاص داده است. سهم مذکور در معادن زغال‌سنگ، کائولن- خاک نسوز، فلورین و استخراج سنگ آهن به ترتیب ۴۰، ۳۰، ۲۶ و ۱۸ درصد بوده است.



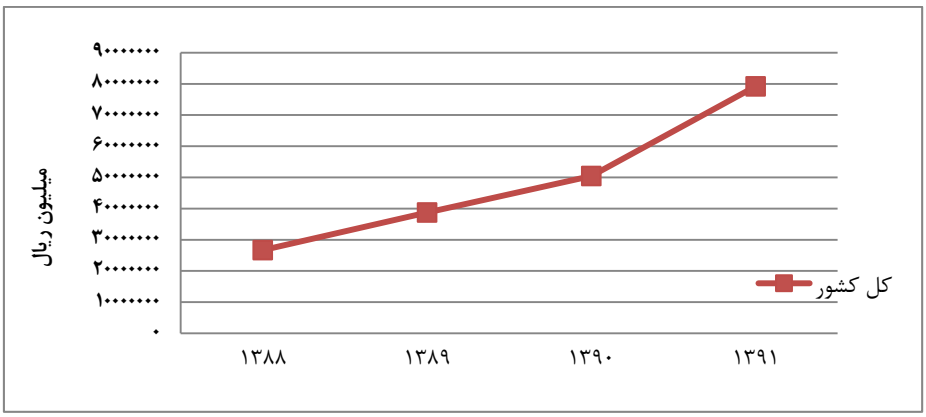
نمودار ۲-۲۳- ارزش سرمایه‌گذاری در معادن استان برحسب نوع ماده معدنی در سال ۱۳۹۰



نمودار ۲-۲۳- سهم استان از ارزش سرمایه‌گذاری در معادن کشور برحسب نوع ماده معدنی در سال ۱۳۹۰

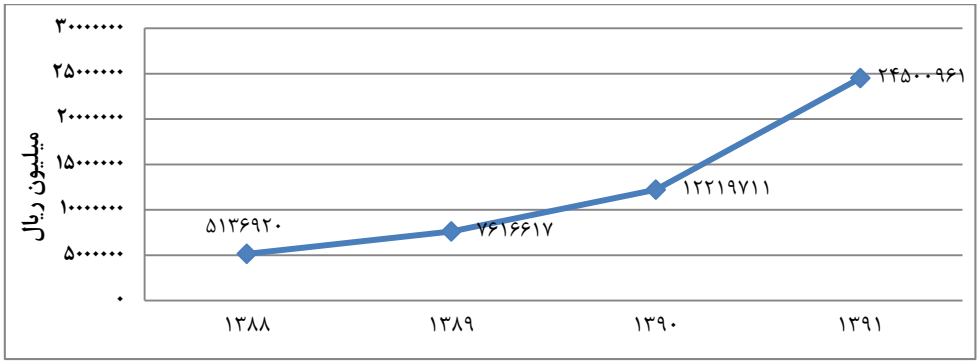
۲-۱-۸-ارزش افزوده[۱]

یکی از شاخص‌های مهم ارزیابی جایگاه اقتصادی یک بخش میزان ارزش افزوده ایجاد شده در آن بخش و سهم آن از کل تولید ناخالص داخلی است. بر اساس نمودار ۲-۳۲ و ۲-۳۳ ارزش افزوده معادن استان با نرخ رشد متوسط سالانه ۶۸,۳ درصد از رقم ۵۱۳۷ میلیارد ریال در سال ۱۳۸۸ به ۲۴۵۰۰ میلیارد ریال در سال ۱۳۹۱ افزایش یافته است. در حالی که رشد ارزش افزوده معادن کل کشور ۴۳,۷ درصد در این دوره بوده است. این امر نشان دهنده رشد سریع‌تر معادن استان نسبت به کشور می‌باشد.



نمودار ۲-۳۲- روند تغییرات در ارزش افزوده معادن کشور در سال‌های اخیر

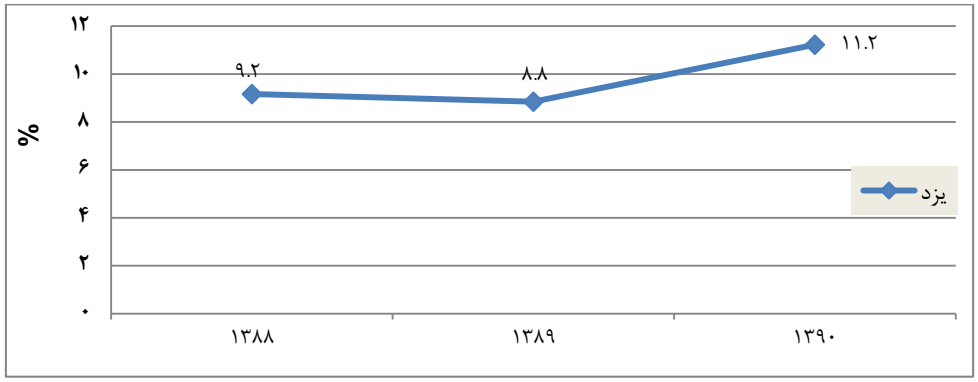
[۱]- آمار ارائه شده مربوط به مرکز آمار در سال ۱۳۹۱ و قبل از جدا شدن شهرستان طبس می‌باشد.



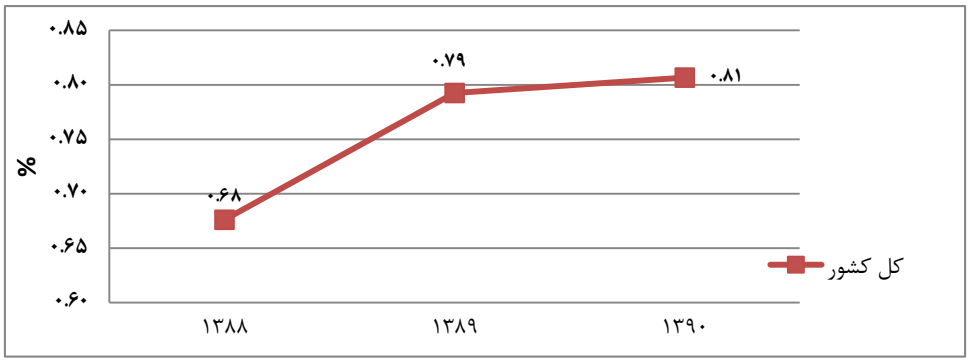
نمودار ۲-۳۳- روند تغییرات در ارزش افزوده معادن استان در سال‌های اخیر

بررسی تغییرات سهم ارزش افزوده بخش معدن از محصول ناخالص داخلی استان در این دوره نشان دهنده وجود روند افزایشی در استان است. سهم ارزش افزوده از تولید (ناخالص داخلی) استان از ۹,۲درصد در سال ۱۳۸۸ به ۱۱,۲ درصد در سال ۱۳۹۰ رسیده است (نمودار ۲-۳۴). سهم ارزش افزوده از تولید در کل کشور نیز با روندی صعودی از ۰,۶۸ درصد در سال ۱۳۸۸ به ۰,۸۱ در سال ۱۳۹۰ افزایش یافته است که حاکی از افزایش پردازش مواد معدنی می‌باشد (نمودار ۲-۳۵).

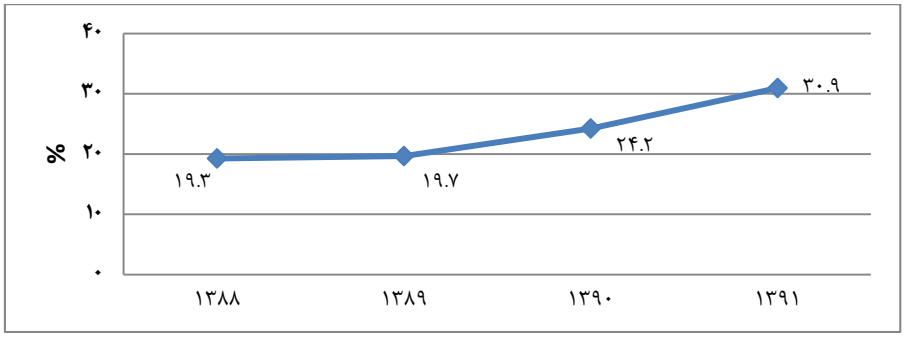
از سوی دیگر در این دوره سهم ارزش افزوده معادن استان از کل ارزش افزوده معادن کشور روند افزایشی داشته و از ۱۹,۳ درصد در سال ۱۳۸۸ به ۳۱ درصد در سال ۱۳۹۱ افزایش یافته است (نمودار ۲-۳۶). استان یزد در سال ۱۳۹۱ در رتبه سیزدهم از لحاظ ارزش افزوده معادن کشور واقع شده است (نمودار ۲-۳۷).



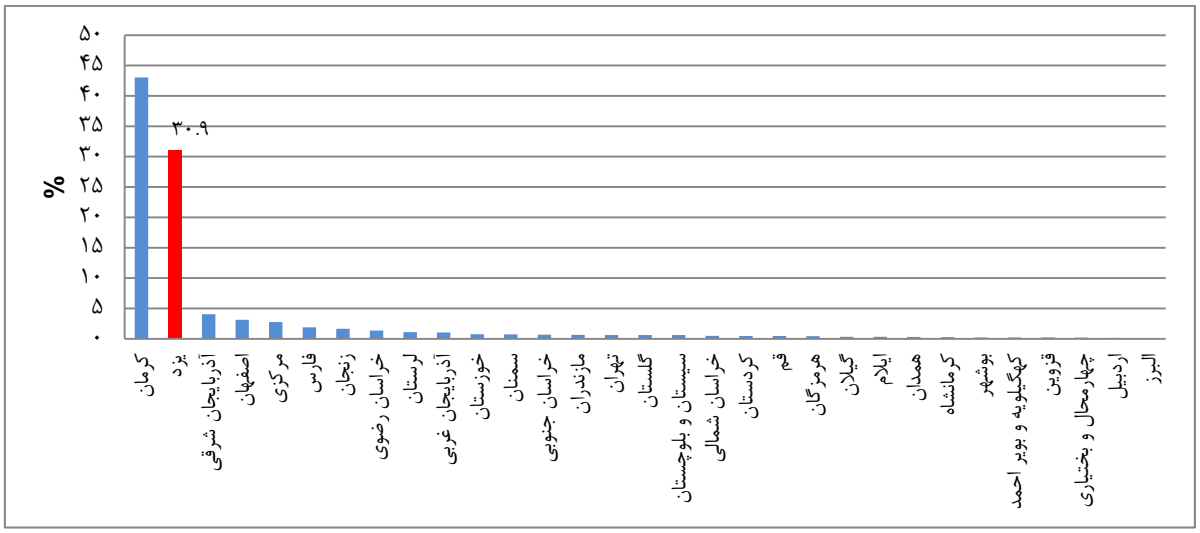
نمودار ۲-۳۴- سهم ارزش افزوده معادن از تولید ناخالص داخلی استان



نمودار ۲-۳۵- سهم ارزش افزوده معادن از تولید ناخالص داخلی در کشور



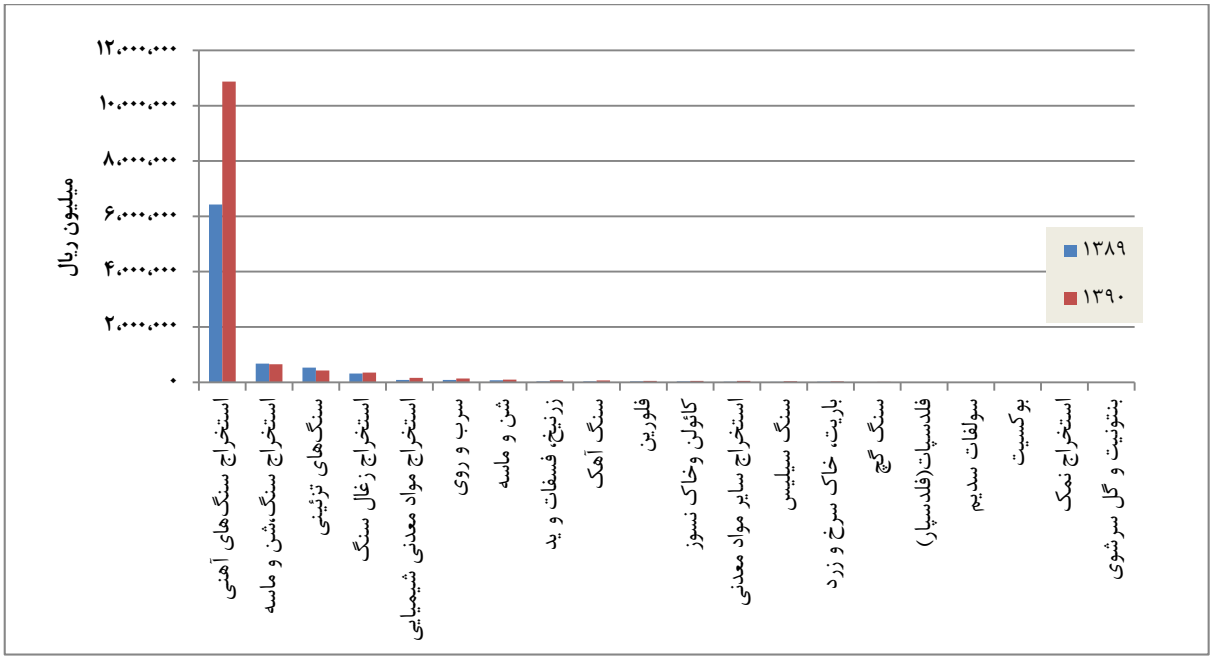
نمودار ۲-۳۶- سهم ارزش افزوده معادن استان از معادن کل کشور



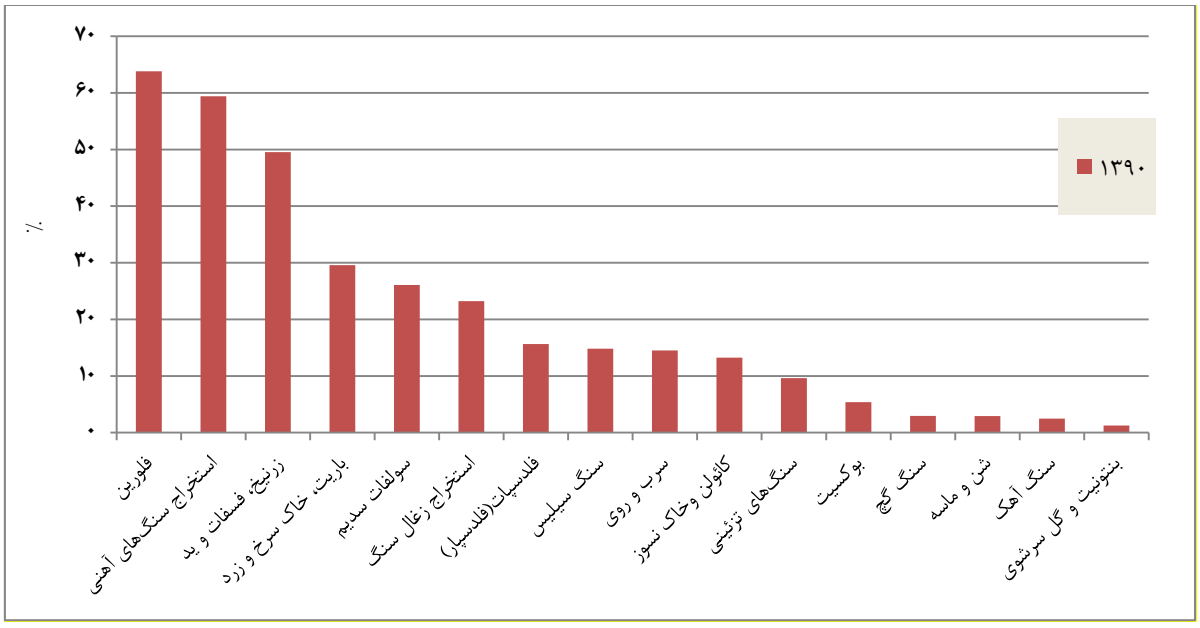
نمودار ۲-۳۷- جایگاه استان یزد از لحاظ سهم از ارزش افزوده معدن کشور در سال ۱۳۹۱

در نمودار ۲-۳۸ ارزش افزوده معادن استان به تفکیک ماده معدنی در سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ نشان داده شده و در نمودار ۲-۳۹ سهم استان از کشور در این رابطه آورده شده است.

- در هر دو سال بیشترین ارزش افزوده ایجاد شده در استان از معادن سنگ آهن بوده است.
- علیرغم ذخیره قابل توجه سرب و روی در استان استخراج این ماده معدنی در استان ارزش افزوده بسیار پایینی ایجاد نموده است.
- مقایسه میزان ارزش افزوده در دوسال ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ نشان می‌دهد، افزایش میزان ارزش افزوده تقریباً در تمام مواد معدنی(به جز سنگ‌های تزئینی) در استان اتفاق افتاده است.
- بررسی نمودار سهم ارزش افزوده استان از کل کشور بیانگر سهم قابل توجه استان یزد در ارزش افزوده ایجاد شده بویژه در معادنسنگ آهن و فلورین در کشور است، بطوریکه قریب بر ۶۰ درصد ارزش افزوده این معادن در کشور مربوط به استان یزد بوده است. همچنین سهم استان در ارزش افزوده فسفات، زغال سنگ، باریت و سولفات سدیم قابل ملاحظه است.



نمودار ۲-۳۸- مقایسه ارزش افزوده استان به تفکیک نوع ماده معدنی در سال ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰

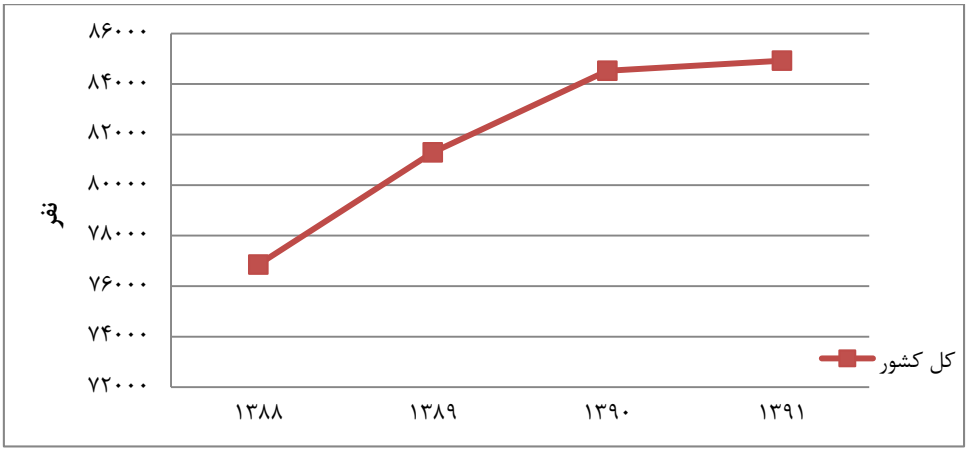


نمودار ۲-۳۹- مقایسه سهم ارزش افزوده استان از کل کشور به تفکیک نوع ماده معدنی در سال ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰

۲-۱-۹- اشتغال[1]

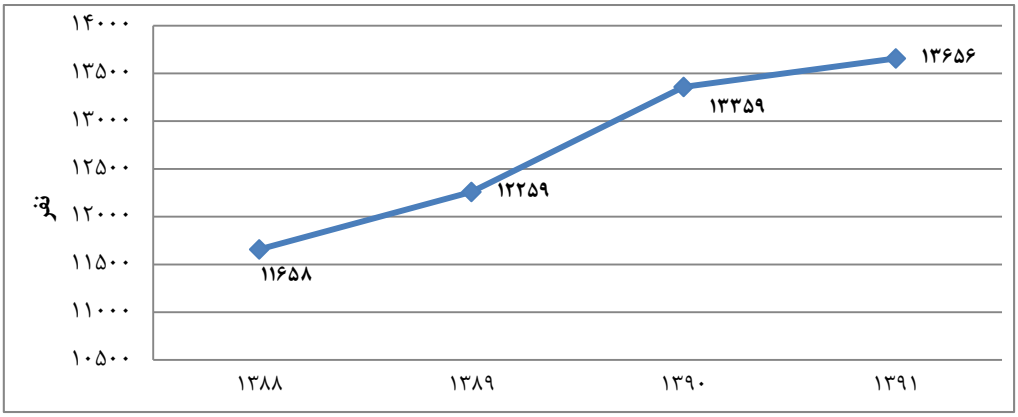
در بازه زمانی ۹۱-۱۳۸۸ تعداد شاغلان معادن استان با نرخ رشد متوسط سالانه ۵,۴ درصد از ۱۱۶۵۸ نفر به ۱۳۶۵۶ نفر افزایش یافته است. این در حالی است که رشد اشتغال در کل معادن کشور با نرخ متوسط سالانه ۳,۴ درصد از ۷۶۸۵۴ نفر در سال ۱۳۸۸ به ۸۴۹۲۲ نفر در سال ۱۳۹۱ افزایش یافته است (نمودار ۲-۴۰ و ۲-۴۱). بررسی سهم اشتغال معادن استان در این دوره بیانگر روند افزایشی این سهم است، به صورتی‌که از ۱۵,۲ درصد در سال ۱۳۸۸ به ۱۶,۱ درصد در سال ۱۳۹۱ رسیده است (نمودار ۲-۴۲). استان یزد در سال ۱۳۹۱ به لحاظ اشتغال در بخش معدن در رتبه دوم کشور قرار گرفته است (نمودار ۲-۴۳).

[1]- آمار ارائه شده مربوط به مرکز آمار در سال ۱۳۹۱ و قبل از جدا شدن شهرستان طبس می‌باشد.



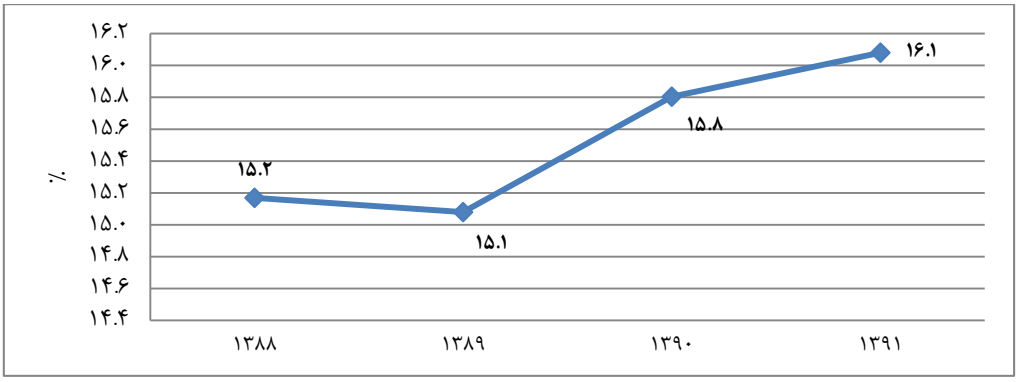
نمودار ۲-۴۰- تعداد شاغلان معادن کشور طی دوره ۱۳۹۱-۱۳۸۸

*- از سال ۱۳۸۹، ارقام موجود شامل معادن شن و ماسه نیز می‌باشد.



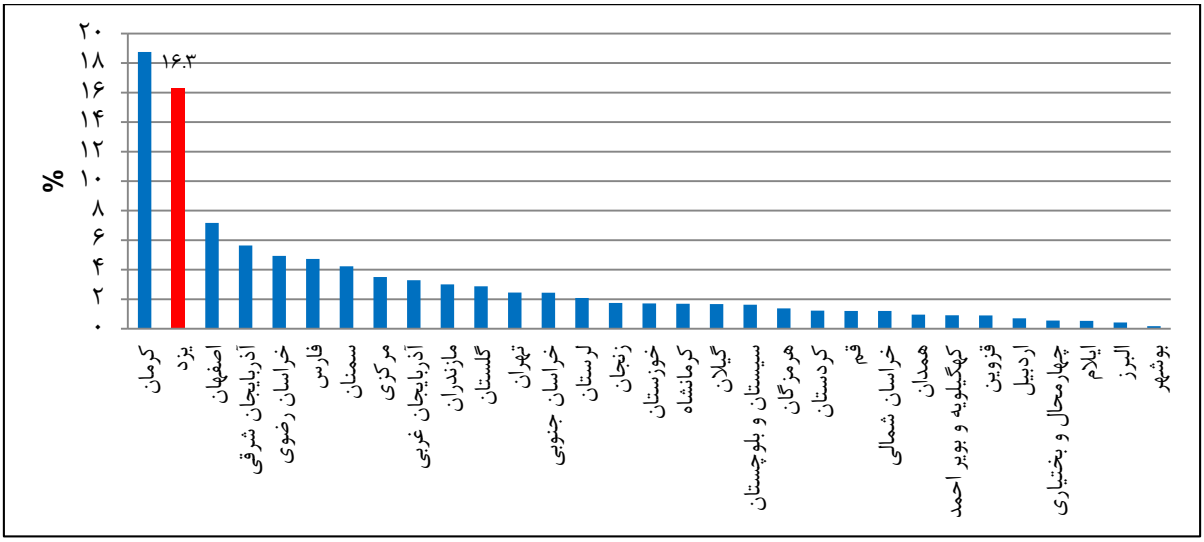
نمودار ۲-۴۱- تعداد شاغلان معادن استان یزد طی دوره ۱۳۹۱-۱۳۸۸

*- از سال ۱۳۸۹، ارقام موجود شامل معادن شن و ماسه نیز می‌باشد.



نمودار ۲-۴۲- سهم شاغلان معادن استان یزد طی دوره ۱۳۹۱-۱۳۸۸

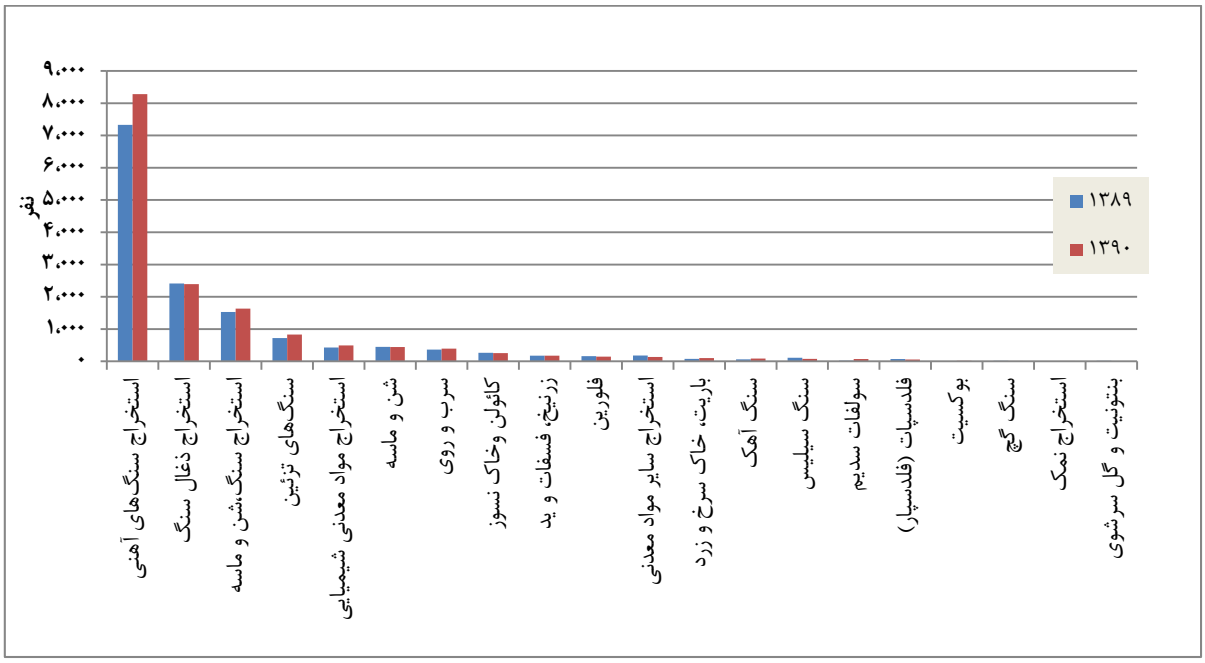
*- از سال ۱۳۸۹، ارقام موجود شامل معادن شن و ماسه نیز می‌باشد.



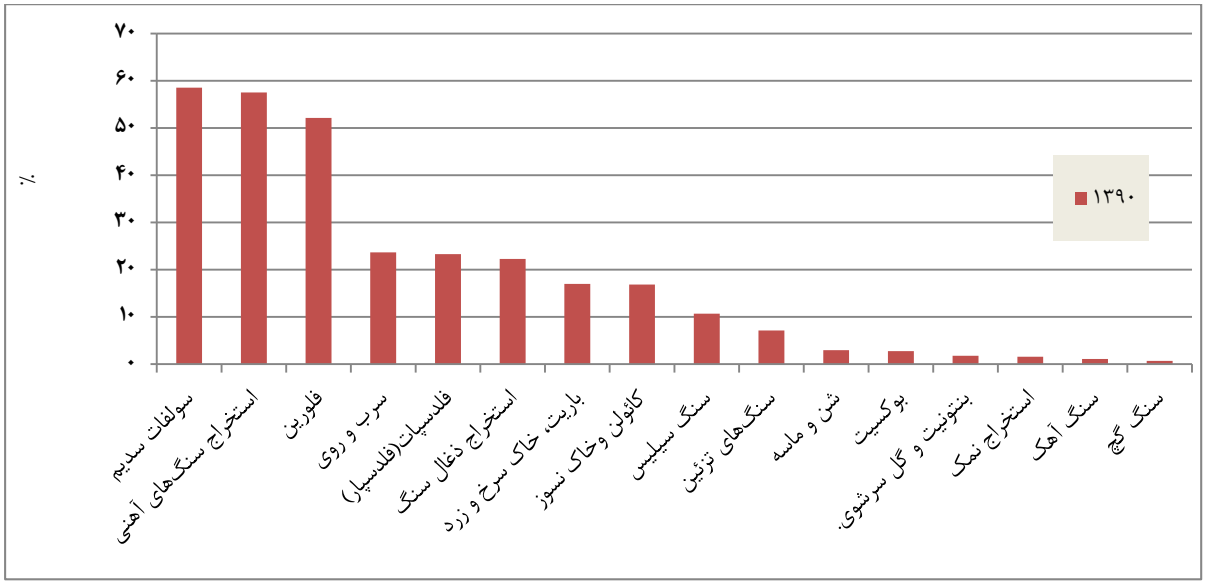
نمودار ۲-۴۳-جایگاه استان یزداز لحاظ سهم از تعداد شاغلین معدن کشور در سال ۱۳۹۱

در نمودارهای ۲-۴۴ و ۲-۴۵ وضعیت اشتغال و سهم اشتغال استان از کل کشور در بخش معدن در سال ۱۳۹۱ آمده است.

- در هر دو سال در استان یزد بیشترین اشتغال به معادن سنگ آهن، استخراج زغال‌سنگ و استخراج شن و ماسه اختصاص دارد.
- در بررسی سهم استان اشتغال در معادن مختلف در کشور، استان یزد در سال ۱۳۹۰ دارای سهم قابل توجهی از شاغلین معادن سنگ آهن، فلورین، سولفات سدیم و زغال‌سنگ می‌باشد (بیش از ۵۰ درصد). سهم اشتغال استان در معادن سرب و روی، فلدسپات و زغال سنگ به ترتیب استان از شاغلین کشور در این معادن به ترتیب ۲۴، ۲۳ و ۲۲ درصد بوده است.



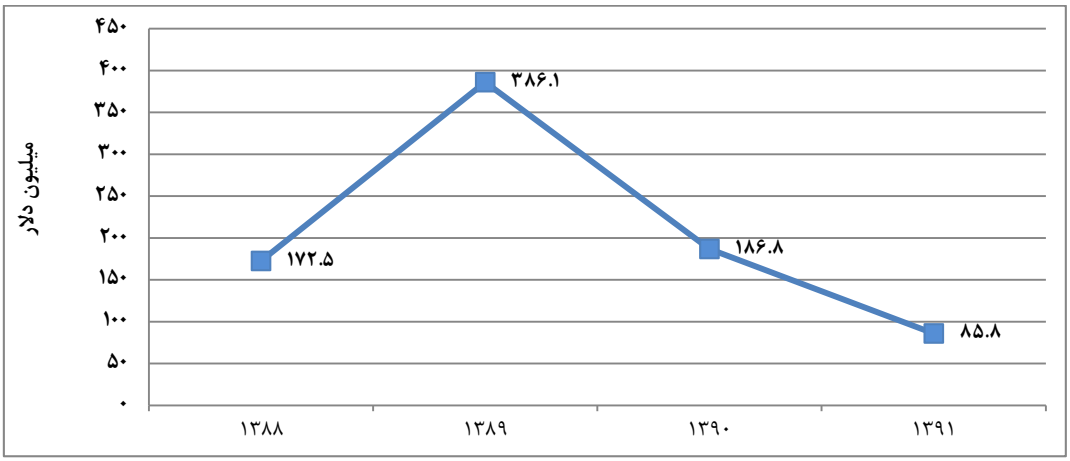
نمودار ۲-۴۴- مقایسه وضعیت اشتغال در معادن استان در سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰



نمودار ۲-۴۵- مقایسه سهم اشتغال در معادن استان از کل کشور در سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰

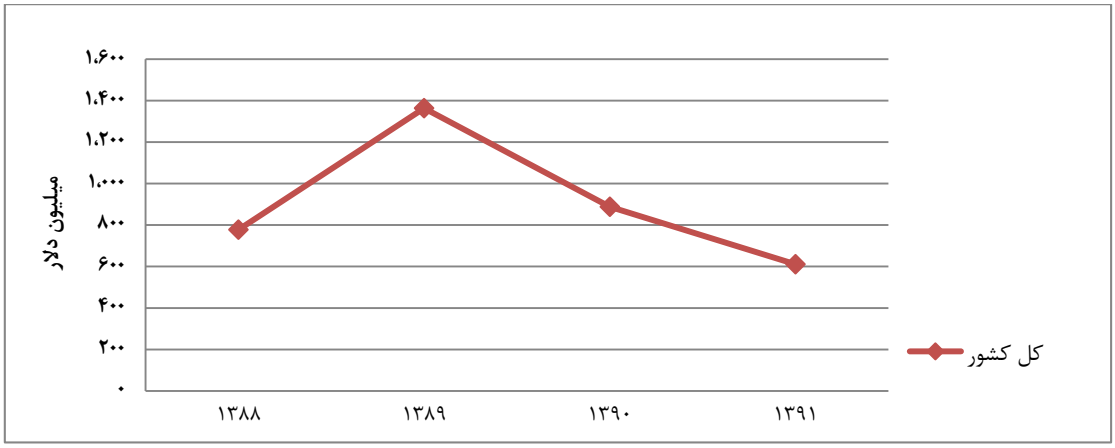
۲-۱-۱۰-صادرات مستقیم معدن[1]

صادرات مستقیم از معادن استان یزد با روند کاهشی از ۱۷۲ میلیون دلار در سال ۱۳۸۸ به ۸۶ میلیون دلار در سال ۱۳۹۱ کاهش یافته است (نمودار ۲-۴۳). چنین روند کاهشی در کل کشور نیز مشاهده می‌شود که تا حدود زیادی به بحث رکود و تحریم اقتصادی کشور مربوط بوده است. نکته مهم در این رابطه نرخ رشد کاهنده استان در مقایسه با کل کشور است (متوسط نرخ رشد ۲۰,۷- درصد استان با ۷,۷- درصد کل کشور مقایسه شود) (نمودار ۲-۴۴).



نمودار ۲-۴۳- صادرات مستقیم ماده معدنی در استان یزد در سال های اخیر (نتایج آمارگیری از معادن در حال بهره‌برداری کشور طی سال‌های ۱۳۹۱-۱۳۸۸، مرکز آمار ایران)

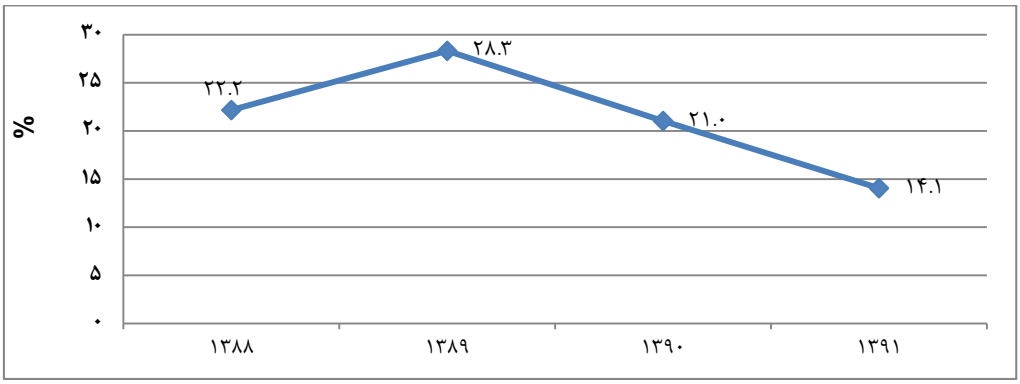
[1]- آمار ارائه شده مربوط به مرکز آمار در سال ۱۳۹۱ و قبل از جدا شدن شهرستان طبس می‌باشد.



نمودار ۲-۴۴- صادرات مستقیم ماده معدنی در معادن کل کشور در سال های اخیر (نتایج آمارگیری از معادن در حال بهره‌برداری کشور طی سال‌های ۱۳۹۱-۱۳۸۸، مرکز آمار ایران)

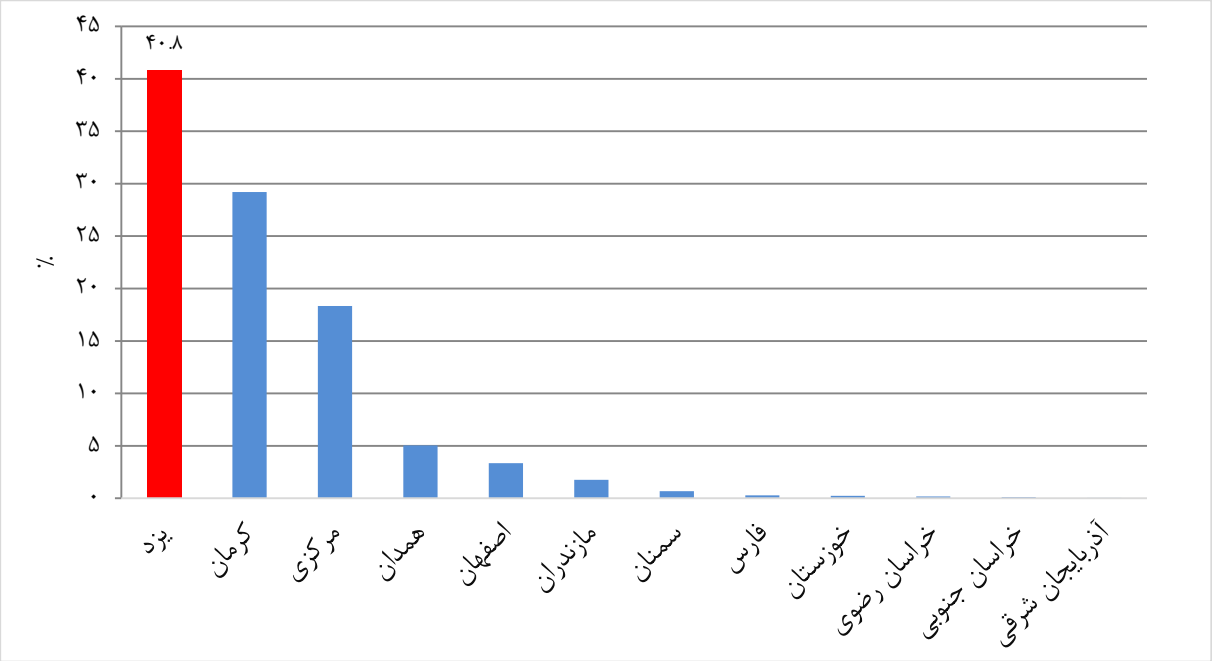
سهم استان از صادرات مستقیم معادن کشور در سال‌های اخیر نیز کاهشی بوده بطوریکه از ۲۲,۲ درصد در سال ۱۳۸۸ به ۱۴,۱ درصد در سال ۱۳۹۱ کاهش یافته است.

در سال ۱۳۹۱ استان یزد ۱۴,۱ درصد از ارزش کل صادرات و ۴۰,۸ درصد از وزن صادرات مستقیم معادن در کشور را به خود اختصاص داده است و به ترتیب در رتبه دوم و اول کشور قرار گرفته است (نمودار ۲-۴۶ و ۲-۴۷).



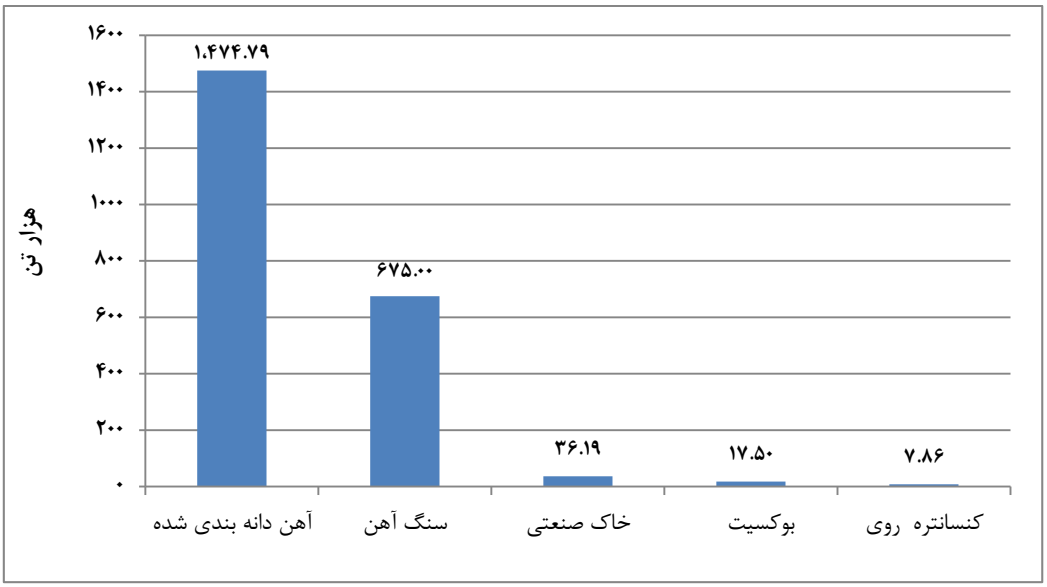
نمودار ۲-۴۵- سهم صادرات مستقیم معادن استان یزد (میلیون دلار) طی دوره ۱۳۹۱-۱۳۸۷ (نتایج آمارگیری از معادن در حال بهره‌برداری کشور طی سال‌های ۱۳۹۱-۱۳۸۸، مرکز آمار ایران)

نمودار ۲-۴۶- جایگاه استان یزد از لحاظ سهم از ارزش صادرات مستقیم معادن کشور در سال ۱۳۹۱ (نتایج آمارگیری از معادن در حال بهره‌برداری کشور طی سال‌های ۱۳۹۱-۱۳۸۷، مرکز آمار ایران)



نمودار ۲-۴۷- جایگاه استان یزد از لحاظ سهم از وزن صادرات مستقیم معادن کشور در سال ۱۳۹۱ (نتایج آمارگیری از معادن در حال بهره‌برداری کشور طی سال‌های ۱۳۹۱-۱۳۸۷، مرکز آمار ایران)

در بررسی صادرات مستقیم معادن استان به تفکیک ماده معدنی، صادرات مستقیم معادن استان شامل سنگ آهن، آهن دانه‌بندی شده، خاک صنعتی، کنسانتره روی و بوکسیت بوده است (نمودار ۲-۴۸).



نمودار ۲-۴۸- مهم‌ترین اقلام صادرات مستقیم معادن درحال بهره برداری استان در سال ۱۳۹۱ (مرکز آمار ایران)

۲-۱-۱۱-بهره‌وری عوامل تولید

مطابق نظریه‌های اقتصادی، تفاوت بهره‌وری کل عوامل بین مناطق می‌تواند در اثر نابرابری‌های موجود در سرمایه انسانی، دانش و فناوری و سرمایه اجتماعی یا زیرساخت‌های اجتماعی باشد. با توجه به اینکه جذابیت‌های استان‌ها برای سرمایه‌گذاری متفاوت است، بدین روی، میزان سرمایه‌گذاری انجام‌شده و به دنبال آن، ارتقای سطح فناوری در استان‌ها نیز تفاوت زیادی با یکدیگر دارد. معمولاً دولت‌ها در راستای استراتژی توسعه متوازن اقتصادی سعی

می‌کنند، با ایجاد زیرساخت‌ها و دادن یارانه و اعطای معافیت‌ها در مناطق محروم و توسعه‌نیافته، تفاوت جذابیت سرمایه‌گذاری را بین مناطق کاهش دهند. افزون بر این، دولت با توسعه آموزش عمومی و عالی در استان‌های محروم درصدد کاهش شکاف سطح سواد مردم مناطق محروم است تا زیرساخت علمی استفاده از فناوری‌های جدید (یعنی نیروی‌کار متخصص) در این مناطق فراهم شود. همچنین، با برگزاری تورهای بازدید از تجربیات موفق و آشنایی با روش‌های ارتقای بهره وری در مناطق دیگر می توان تفاوت دانش مناطق را کاهش داد. در نهایت، دولت‌ها سعی می‌کنند با کنترل جرم و جنایت و ناامنی در مناطق ناامن کشور، زیرساخت اجتماعی لازم را برای استقرار و توسعه فعالیت‌های مولد در این مناطق فراهم کنند.

ارزش افزوده به عنوان یک شاخص مهم اقتصادی برآیندی از عوامل بسیار متعدد نظیر مساحت منطقه، جمعیت (فعال اقتصادی)، میزان سرمایه‌گذاری، میزان تولید، ارزش تولیدات و ... می‌باشد. لذا در بررسی وضعیت اقتصادی یک منطقه استفاده از شاخص‌هایی با جامعیت بیشتر مورد نیاز می‌باشد. از جمله مهم‌ترین این شاخص‌ها شاخص بهره‌وری می‌باشد.

شاخص بهره‌وری کل برآیندی از شاخص بهره‌وری کار و سرمایه بوده و به عبارت دیگر، میانگین وزنی از آن دو می‌باشد. این شاخص نشان می‌دهد در مجموع چقدر از منابع موجود استفاده بهینه شده است. شاخص بهره‌وری نیروی‌کار به‌صورت نسبت ارزش‌افزوده به تعداد شاغلان هر بخش و شاخص بهره‌وری سرمایه از تقسیم ارزش‌افزوده بر ارزش خدمات سرمایه بدست می‌آید.

در این گزارش به منظور محاسبه شاخص‌های بهره‌وری در سطوح استانی از نتایج اطلاعات مرکز آمار ایران در مورد معادن درحال بهره برداری کشور در سال ۱۳۸۹ بهره برده شده است. لذا، در این قسمت تصویری از تفاوت‌های بهره‌وری بخش معدن استان‌ها در سال ۱۳۸۹ ارائه می‌گردد.

بهره‌وری نیروی‌کار به‌صورت نسبت ارزش‌افزوده (به قیمت ثابت ۱۳۸۳) به تعداد شاغلان هر بخش تعریف شده است. آمارهای ارزش‌افزوده استان‌ها با استفاده از شاخص قیمت مصرف کننده (CPI) بانک مرکزی ج.ا.ا به تفکیک استان‌های کشور به قیمت ثابت ۱۳۸۳ تبدیل شده‌اند. شاخص بهره‌وری سرمایه از تقسیم ارزش‌افزوده بر ارزش خدمات سرمایه بدست آمده است. شاخص بهره‌وری کل عوامل به روش دیویژیا محاسبه شده است. در ادامه بحث، شاخص های بهره‌وری نیروی‌کار و سرمایه و بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP) بخش‌معدن استان‌ها در سال ۱۳۸۹ مورد مقایسه قرار می‌گیرد.

تحلیل ارایه شده در این قسمت دارای این ویژگی مهم است که علاوه بر شاخص‌های بهره‌وری جزئی، به شاخص بهره‌وری کل عوامل نیز توجه شده است که تصویر درستی از کارایی استفاده بهینه از منابع در بخش معدن را نشان می‌دهد.

متوسط بهره‌وری نیروی کار بخش معدن استان‌های کشور در سال ۱۳۸۹ برابر ۱۳۹/۱ میلیون ریال به ازای هر نفر شاغل بوده است. بالاترین بهره‌وری نیروی‌کار به استان کرمان با حدود ۶۴۴ میلیون ریال به نفر و کمترین آن به استان قزوین با حدود ۵۰ میلیون ریال به نفر تعلق دارد. لازم به ذکراست، بهره‌وری نیروی‌کار استان‌های آذربایجان شرقی، البرز، ایلام، زنجان، سیستان و بلوچستان، فارس، کهگیلویه و بویراحمد، مرکزی و یزد بالاتر از میانگین استانی

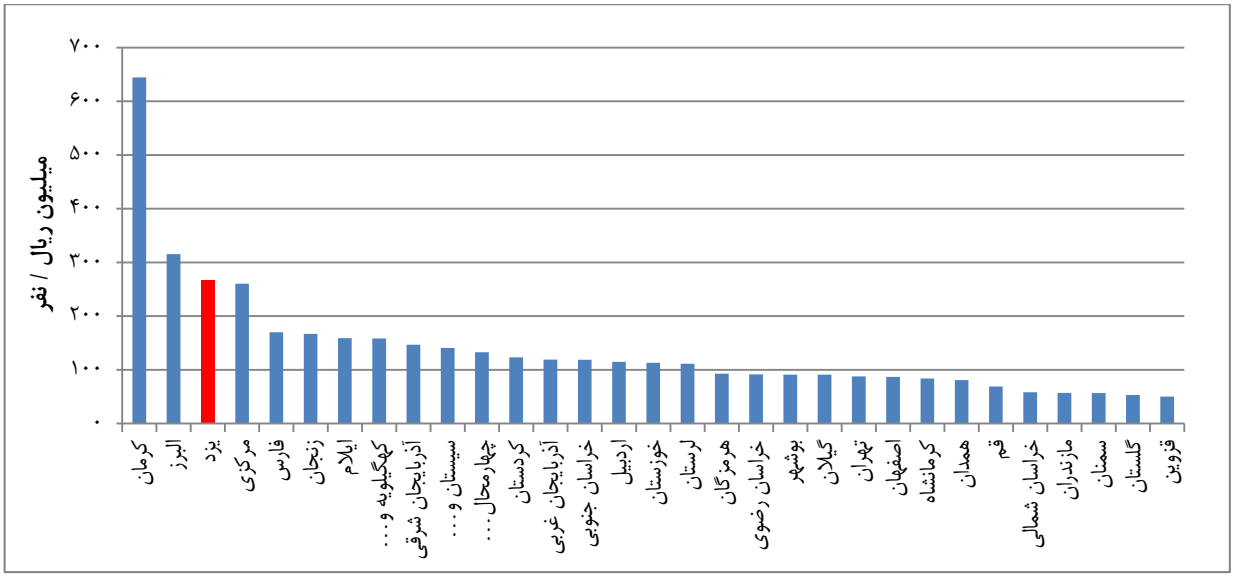
در سال ۱۳۸۹ است (نمودار ۲-۴۶). استان یزد با عدد بهره‌وری نیروی کار معادل ۲۶۷ میلیون ریال به ازای هر نفر شاغل بالاتر از میانگین کشور در رتبه ۳ قرار گرفته است.

متوسط بهره‌وری سرمایه بخش معدن استان‌های کشور در سال ۱۳۸۹حدود ۱/۵ است و بیانگر آن می‌باشد که در سطح ملی به ازای هر ۱ ریال ارزش خدمات سرمایه، بطور میانگین حدود ۱/۵ ریال ارزش‌افزوده ایجاد شده است. بالاترین بهره‌وری سرمایه با عدد ۳/۶۷ به استان خراسان شمالی و کمترین آن به استان البرز با ۱/۱۱ تعلق دارد. بهره‌وری سرمایه در استان یزد پایین‌تر از میانگین کشور برابر ۱,۲۷ ریال است و این استان در بین استان‌های کشور در این سال در رتبه ۱۹ قرار دارد (نمودار ۲-۴۷).

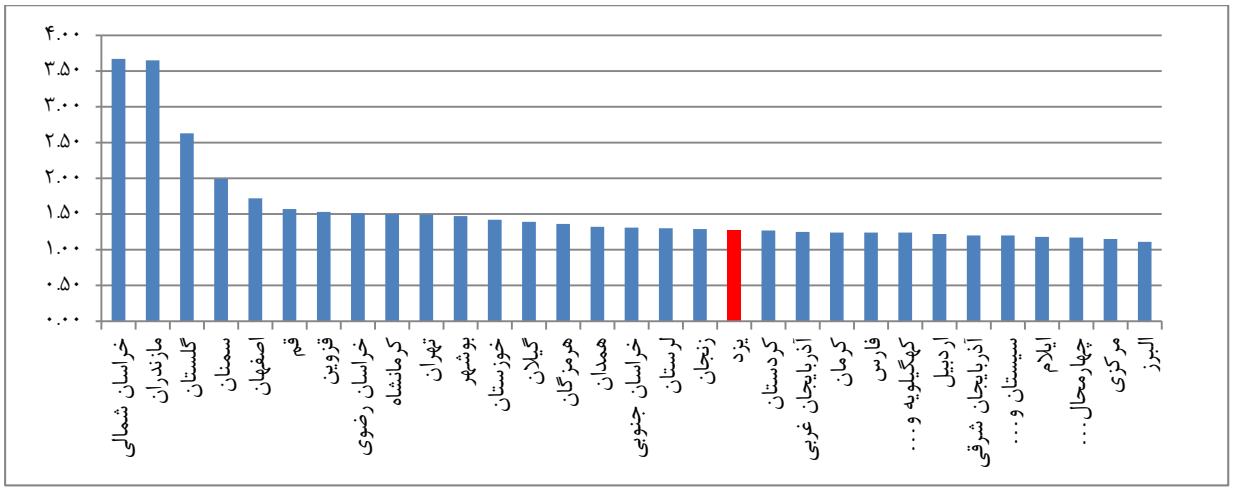
با توجه به این که شاخص‌های بهره‌وری جزئی مانند بهره‌وری کار و سرمایه ضرورتاً بیانگر کارایی استفاده از هر عامل تولید نیستند، لذا برای ارزیابی درست در خصوص چگونگی استفاده از منابع تولید، باید شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید را مبنا قرار دهیم.

شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید بیانگر متوسط ارزش‌افزوده ایجاد شده به ازای هر واحد نهاده ترکیبی (کار و سرمایه) است که به روش دیویژیا محاسبه می‌شود. متوسط بهره‌وری کل عوامل بخش معدن استان‌های کشور در سال ۱۳۸۹ برابر ۶,۱۹ میلیون ریال به ازای هر واحد نهاده ترکیبی (کار و سرمایه) بوده است. بالاترین بهره‌وری کل عوامل مربوط به استان خراسان شمالی (با ۲۷/۴۱) و کمترین آن به استان البرز (با ۱/۹۳) تعلق دارد. بر اساس این شاخص نیز استان یزد با ۴در رتبه ۱۶ کشور قرار دارد (نمودار۲-۴۸).

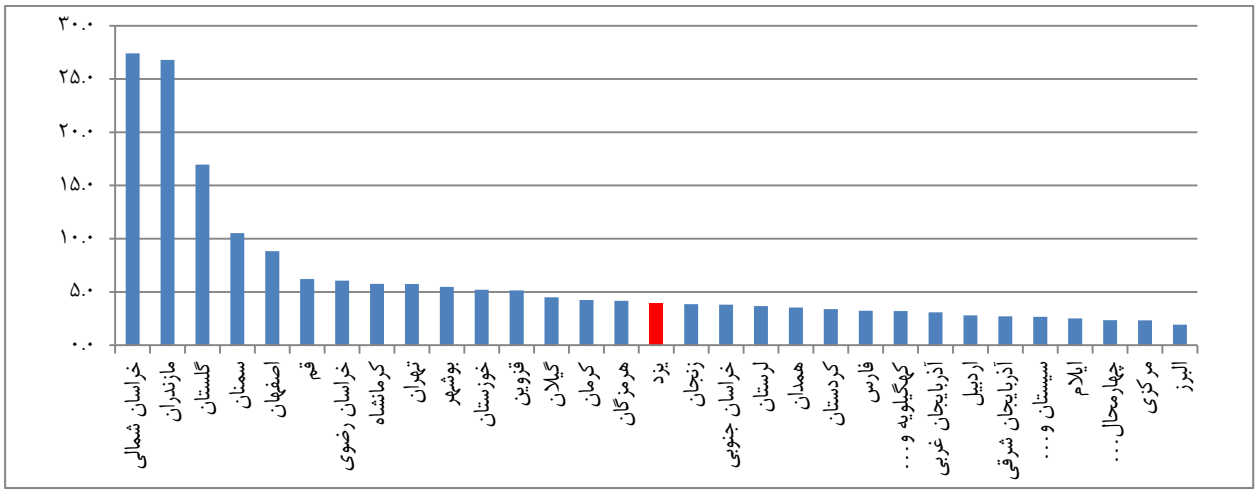
اطلاعات آماری ارائه شده درخصوص بهره‌وری بخش معدن در استان‌های کشور در سال ۱۳۸۹ و تفاوت‌های موجود میان این استان‌ها از این منظر بیانگر آن است که از طریق شناسایی تجارب موفق استانی و ترویج آن بین استان‌های دیگر می‌توان به کاهش تفاوت‌های بهره‌وری بین استان‌ها کمک نمود تا مواهب حاصل از بهبود بهره‌وری بین استان‌ها عادلانه توزیع شود و بر رشد بهره‌وری در سطح ملی افزود. گفتنی است، تفاوت‌های زیاد در شاخص بهره‌وری کل عوامل بین استان‌ها به میزان برخورداری استان‌ها از ذخایر معدنی ارزشمند نیز بستگی دارد. بنابراین، تفاوت میزان برخورداری استان‌ها از انواع ذخایر معدنی در تفاوت‌های بهره‌وری تاثیرگذار است. در نتیجه، تفاوت بهره‌وری بین استان‌ها را تا حدی می‌توان کاهش داد (یعنی تفاوت‌های مربوط به سرمایه انسانی، فناوری و مدیریت).



نمودار ۲-۴۶- جایگاه استان یزد از لحاظ بهره‌وری نیروی کار معدن در سال ۱۳۸۹



نمودار ۲-۴۷- جایگاه استان یزد از لحاظ بهره‌وری سرمایه در بخش معدن در سال ۱۳۸۹



نمودار ۲-۴۸- جایگاه استان یزد از لحاظ بهره‌وری کل عوامل تولید در سال ۱۳۸۹

۲-۲- بررسی شاخص‌ها در بخش صنایع معدنی

تردیدی نیست که حرکت بخش معدن به سمت جایگاه واقعی خود در اقتصاد و بهره‌گیری از تمامی ظرفیت‌های این بخش، نگاه ویژه به مقوله تکمیل زنجیره ارزش معدن و صنایع معدنی را می‌طلبد. با وجود بیش از ۶۰ ماده معدنی در ایران و وجود ذخایر عظیم مواد معدنی، ایران در زنجیره ارزش نهایی محصولات این بخش پیشرو نیست و با توجه به ظرفیت‌های بالقوه این بخش و همچنین تجربه‌های کشورهای معدن خیز، متأسفانه در برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌گذاری‌ها، نگاه صحیحی به آن نشده و درک صحیحی از زنجیره ارزش بالای این بخش در بین سیاست‌گذاران وجود نداشته است.

ایجاد صنایع معدنی در یک منطقه متناسب با ظرفیت‌ها و قابلیت‌ها، نمادی از توسعه‌یافتگی آن منطقه در حوزه معدن و فعالیت‌های معدنی است که خود منجر به بالارفتن ارزش افزوده محصولات معدنی شده و در واقع به تکمیل چرخه ارزش افزوده می‌انجامد.

یکی از چالش‌های بخش معدن در اقتصاد ایران فقدان تشکیل زنجیره ارزش محصولات آن است و همانطوری که در قسمت ابتدایی گزارش اشاره شد این وضعیت را می‌توان در صادرات خام مواد معدنی کشور مشاهده نمود و از این رو این وضعیت مسئله اساسی کشور است و ارتباط چندانی با استان‌های کشور ندارد.

علاوه بر این، ظرفیت‌های معدنی کشور می‌تواند زمینه‌ای بسیار توانمند برای ایجاد اشتغال پایدار (در مجموع سهم معادن و صنایع معدنی از اشتغال حدود ۳۳ هزار نفر است) در کشور باشد. اهمیت بخش معدن در این مورد وقتی حائز اهمیت می‌گردد که این نکته قابل‌توجه قرار گیرد که بسیاری معادن کشور در استان‌های محروم و کمتر توسعه‌یافته قرار دارند و در صورت فعالیت و تولید میسر اقتصادی می‌تواند ابزاری بسیار قدرتمند برای محرومیت‌زدایی از این مناطق باشد.

نکته حایز اهمیت این است که در کشورهای معدن خیز مانند کانادا استراتژی ارزش افزوده برای معادن تهیه و تدوین نموده‌اند مسئله‌ای که در ایران نادیده گرفته شده است. به علاوه بخش مواد معدنی و فرآوری فلزات در کانادا یکی از حمایت کنندگان اصلی اقتصاد کانادا محسوب می شود. از استخراج و فرآوری کانسنگ تا تولید قطعات و مونتاژ نهایی محصولات مصرفی پیچیده، این بخش، مشارکت حیاتی در تولید ثروت و اشتغال در مناطق شهری و روستایی کشور دارد.

بخش مواد معدنی و فرآوری فلزات (MMP) به شدت پیچیده است و شامل صنایع متعدد مختلف، شرکت‌ها، محصولات، فرآیندها و تکنولوژی‌هاست (جدول۲-۱). این بخش شامل صنایع مختلف در بخش‌های منابع طبیعی و تولیدی است. به منظور جمع آوری اطلاعات، یک مفهوم کاری از بخش مواد معدنی و فرآوری فلزات توسعه داده شده و به پنج مرحله عمده تقسیم شده است که هر کدام از زیر بخش‌های متعددی تشکیل شده که به طبقه‌بندی آماری استاندارد صنعتی کانادا (SIC) مرتبط هستند:

جدول ۲-۱- بخش مواد معدنی و فرآوری فلزات- مراحل اصلی و زیربخش ها

A استخراج معدن	B ذوب و تصفیه	C قطعات نیم ساخته	D قطعات ساخته و محصولات ساده	E مونتاژ محصولات
معادن فلزی معادن غیر فلزی کواری ها و کاواک‌های شن و ماسه معادن زغالسنگ	فولاد اولیه ذوب/ تصفیه فلزات غیر آهنی	محصولات نورد، ریخته گری، آهنگری شده و قالب گیری شده سیم و محصولات سیمی محصولات معدنی غیر فلزی	قطعات خودرو محصولات ساخته شده فلزی (قطعات فلزی سازه، پوشش ها، سخت افزار، قالب، ابزار دستی، لوله کشی) سیم و کابل برای برق و مخابرات	مبلمان اداری ادوات کشاورزی سایر ماشین آلات و تجهیزات هواپیما (قطعات و مونتاژ) وسایل نقلیه موتوری کامیون ها، بدنه اتوبوس و تریلر واگن‌های ریلی کشتی سازی و تعمیر تجهیزات حمل و نقل متفرقه لوازم خانگی کوچک و بزرگ باتری جواهرات و فلزات گرانبها
بازیافت	بازیافت	بازیافت	بازیافت	بازیافت

خاصیتی که شرکت‌های فهرست شده در جدول بالا در آن مشترک هستند (که آن‌ها را به یک گروه قابل شناسایی مرتبط می‌کند) این است که فعالیت‌های فرآوری یا تولید آن‌ها نیازمند یک مؤلفه قابل توجه از تصفیه، ساخت، مونتاژ و بازیافت مواد معدنی و فلزات است. احتمال اینکه شرکت‌های فعال در تولید اولیه، منحصراً بر مواد معدنی و فلزات تمرکز کنند، بیشتر است؛ در حالی که شرکت‌های فعال در زمینه تولید صنعتی، سایر مواد را در فرآیندها یا محصولات خود وارد می کنند. جدول بالا، از یک فهرست جامع شامل تمامی محصولات مواد معدنی و فلزات بسیار فاصله دارد؛ چرا که این فهرست تقریباً تمام تولید صنعتی را در بر می‌گیرد. به خصوص، برخی بخش‌های کلیدی، مانند ساختمان سازی، تولید رنگ، مواد شیمیایی و دارویی که به شدت بر مواد معدنی غیر فلزی متکی هستند، در فهرست نیامده اند. این زیر بخش ها به این دلیل حذف شده اند که محتوای ماده معدنی در محصول نهایی آنها، اغلب حیاتی اما ناچیز است، و گنجاندن آن‌ها داده‌ها را فراتر از نقطه اعتبار تحریف می‌کند. با این حال، این زیر بخش ها، فرصت‌های قابل توجهی برای ایجاد ارزش افزوده ارایه می‌کنند و در توسعه یک استراتژی ارزش افزوده نادیده گرفته نخواهد شد. بخش اعظم صنایع مرحله E از مقدار قابل توجهی از سایر مواد مانند پلاستیک و پارچه استفاده می‌کنند. آن‌ها به این دلیل در اینجا آورده شده‌اند که امکان دستیابی به درک مراحل بالادست بدون در نظر گرفتن عملکرد صنایع مصرف کننده نهایی وجود ندارد. برای نشان دادن چگونگی کارکردهای بخش MMP، یک مثال ساده شده از تقاضای نهایی در صنعت خودرو در زیر آمده است. با این وجود، سایر صنایع نیز می توانند به عنوان مثال استفاده شوند.

مثال خودرو، با یک تن سنگ آهن استخراج شده در لابرادور که عیار آهن آن از ۳۰ درصد به ۶۵ درصد ارتقا می-یابد، آغاز می شود. این ماده، در کبک به گندله تبدیل شده و سپس به یک مجتمع فولاد سازی در انتاریو ارسال می‌شود. در آنجا به ۳۰۰ کیلوگرم شمش فولاد تبدیل می گردد. این فولاد، به یک کارخانه ریخته گری مجاور ارسال

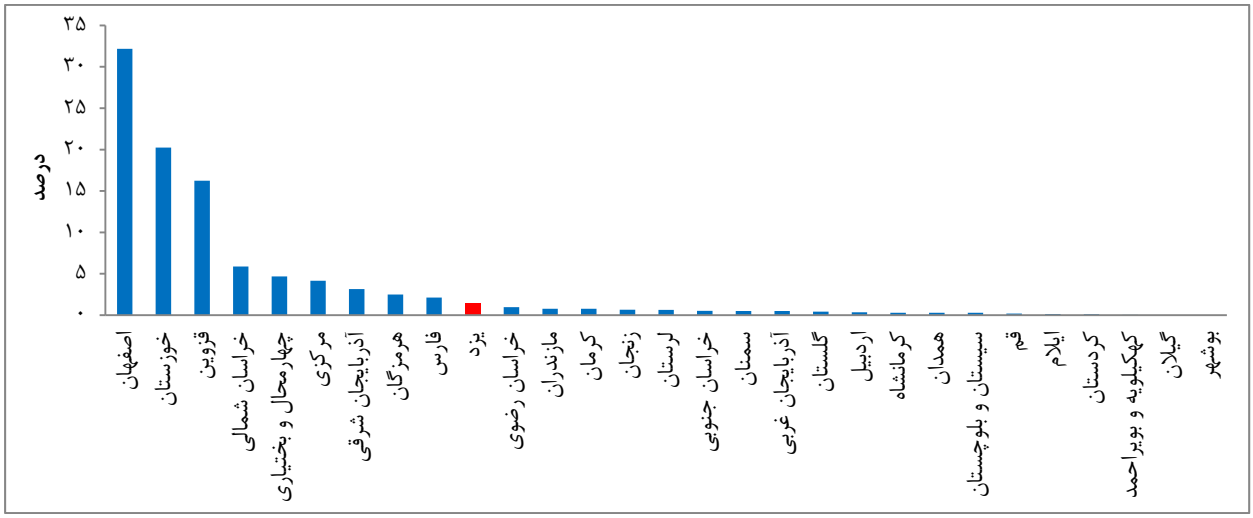
شده و به قطعات پرداخت نشده خودرو، تبدیل می شود. قطعات ریخته شده، سپس به یک کارخانه دیگر منتقل می-شود که به قطعات پرداخت شده، ماشین کاری می گردد. این قطعات، به کبک باز گردانده می شود و در آنجا بر روی خودروهایی که در آلبرتا به فروش می رسد، نصب می گردد. چند سال بعد، خودرو فرسوده شده و برای بازیافت و تبدیل به قراضه، به یک کارخانه در ساسکاچوان منتقل می شود. یک کارخانه فولاد در رجینا این قراضه ها را ذوب می کند و از آن، فولاد جدید برای تولید محصولات جدید به دست می‌آورد.

در مثال بالا، هر شرکت در زنجیره، از نیروی کار و تکنولوژی برای مواد (معدنی یا فلزی) مورد نیاز در فرآیندهای خود استفاده می‌کند. بدین گونه، هر شرکت، به ارزش آن مواد، می‌افزاید. در نتیجه، در هر مرحله در زنجیره تولید، محصول نهایی ارزش بیشتری نسبت به فولاد خام دارد. یک قیاس از اهمیت بخش MMP، اشتغال و GDP مربوط به هر صنعت در زنجیره مستقیم تولید است.

به منظور بررسی وضعیت زنجیره ارزش محصولات معدنی در استان، در این بخش به ارزیابی وضعیت صنایع معدنی استان و جایگاه آن در کشور از طریق برخی مهم‌ترین شاخص‌های اقتصادی این بخش پرداخته‌ایم. لازم بذکر است در این بخش آخرین آمار قابل دسترسی مربوط به سال ۱۳۸۸ است. به روزرسانی این آمار در دستور کار دست‌اندرکاران تهیه این گزارش می‌باشد.

۲-۲-۱- ارزش سرمایه‌گذاری

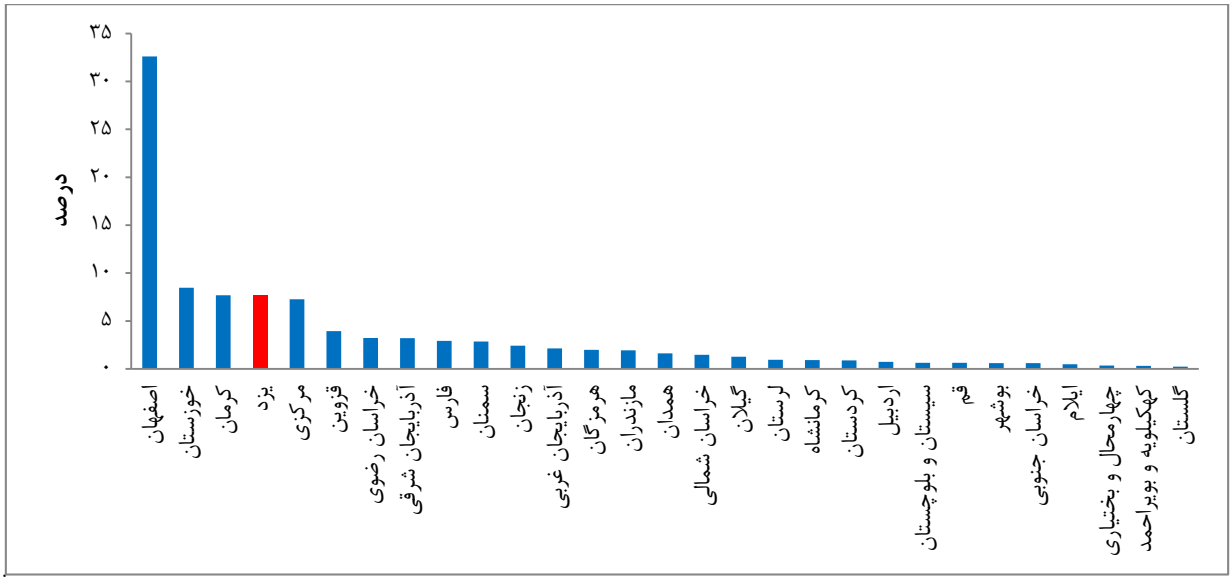
بر اساس نتایج آمارگیری سال ۱۳۸۹ مرکز آمار ایران، ارزش سرمایه‌گذاری در بخش صنایع معدنی استان یزد ۴۰۳ میلیون ریال بوده است. استان یزد در این سال با دارا بودن سهم ۱٫۵درصدی از کل سرمایه گذاری‌های صنایع معدنی کشور رتبه دهم در میان سایر استان‌ها را به خود اختصاص داده است (نمودار ۲-۴۹).



نمودار ۲-۴۹- سهم استان‌ها از ارزش سرمایه‌گذاری در صنایع معدنی کشور در سال ۱۳۸۹

۲-۲-۲-ارزش افزوده

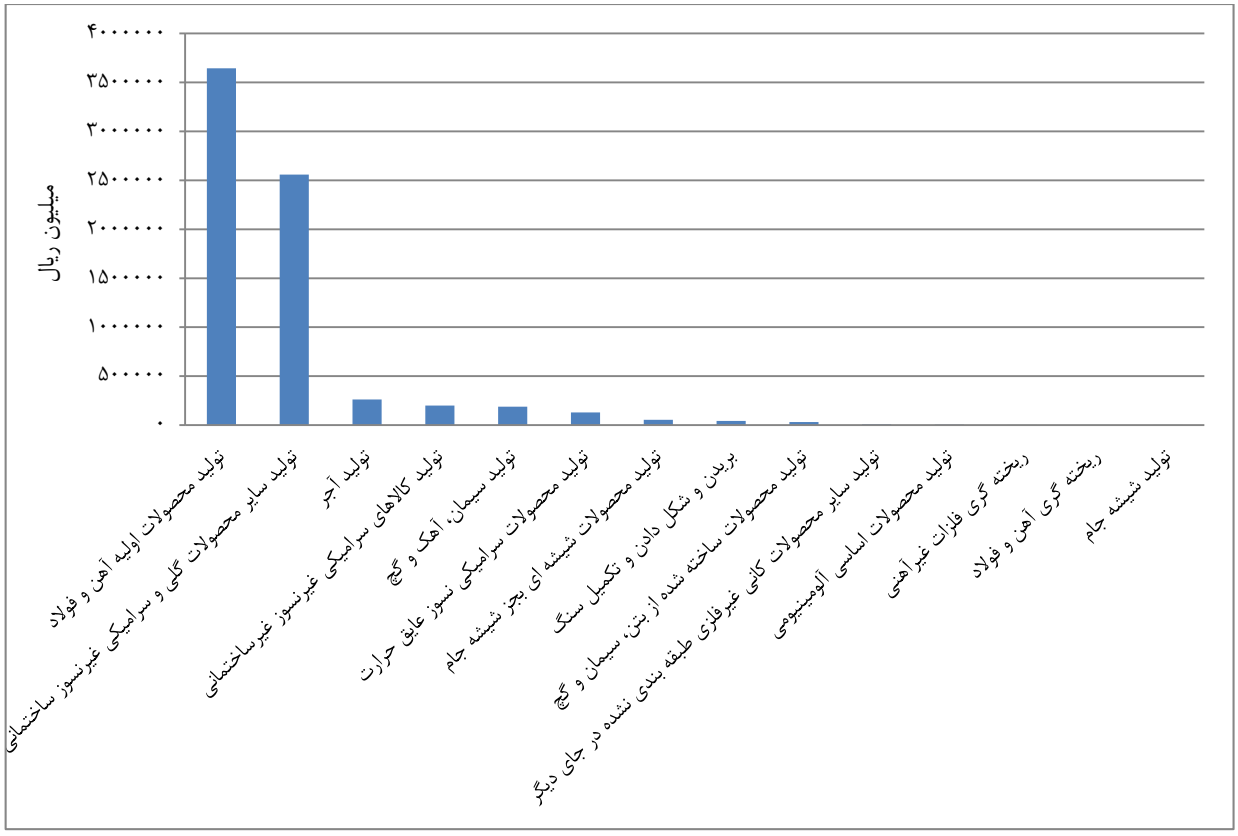
بر اساس نتایج آمارگیری مرکز آمار ایران در سال ۱۳۸۸ ارزش افزوده صنایع معدنی استان یزد ۷۱۲۷۲۵۲ میلیون ریال بوده است. استان یزد در این سال با دارا بودن سهم ۷٫۶ درصدی از کل ارزش افزوده صنایع معدنی کشور رتبه چهارم در میان سایر استان‌ها را به خود اختصاص داده است (نمودار ۲-۵۰).



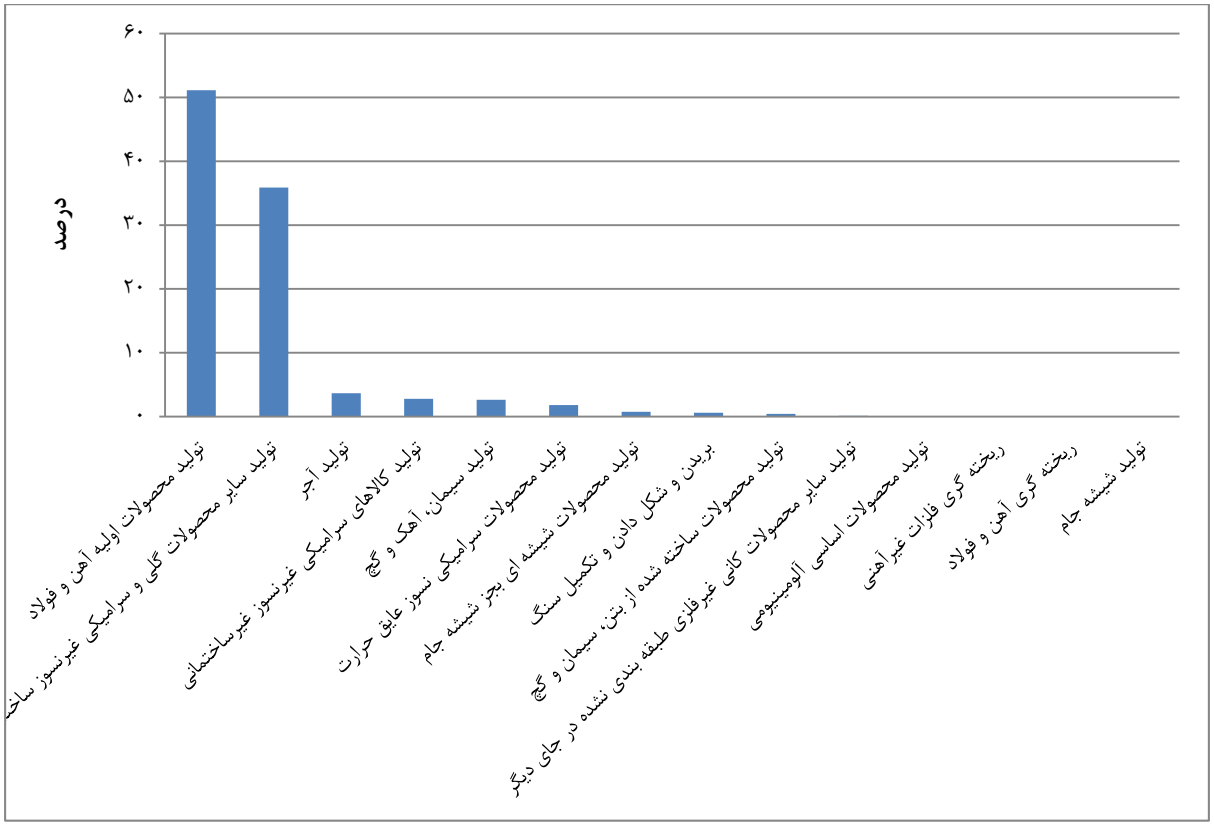
نمودار۲-۵۰- سهم استان‌ها از ارزش افزوده صنایع معدنی کشور در سال ۱۳۸۸

ارزش افزوده صنایع معدنی استان به تفکیک رشته‌های مختلف در سال ۱۳۸۸ در نمودارهای زیر نشان داده شده است. بر اساس این نمودارها:

بر اساس ارزش افزوده صنایع معدنی استان بیانگر آن است که در سال ۱۳۸۸ سه رشته تولید محصولات اولیه آهن و فولاد، تولید سایر محصولات گلی و سرامیکی غیرنسوز ساختمانی، تولید آجر به ترتیب با ۵۱,۱، ۳۵,۸ و ۳,۶ درصد بیشترین ارزش افزوده صنایع معدنی یزد را به خود اختصاص داده‌اند (نمودار ۲-۵۱).



نمودار ۲-۵۱- ارزش افزوده صنایع معدنی استان به تفکیک رشته‌های فعالیت در سال ۱۳۸۸

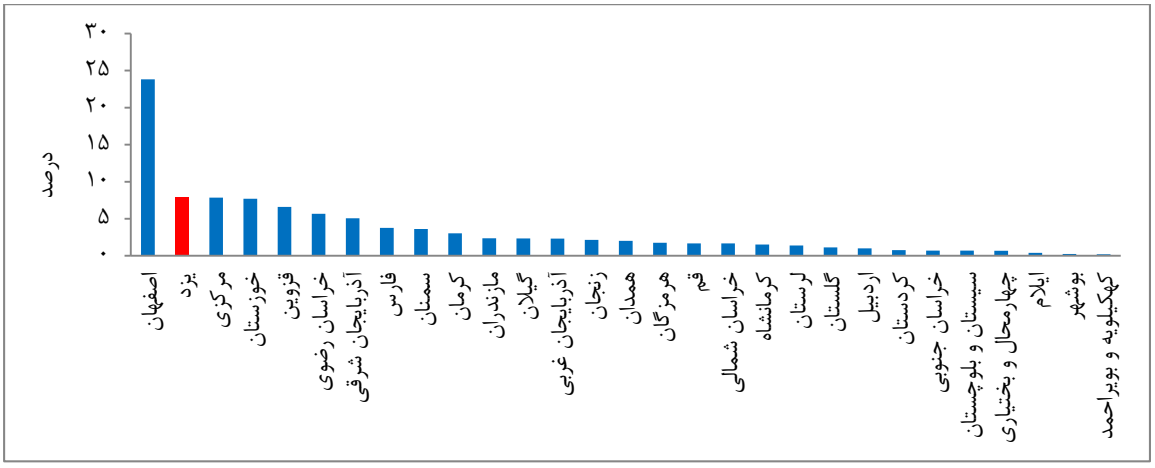


نمودار ۲-۵۲- سهم رشته‌های مختلف از مجموع ارزش افزوده صنایع معدنی استان در سال ۱۳۸۸

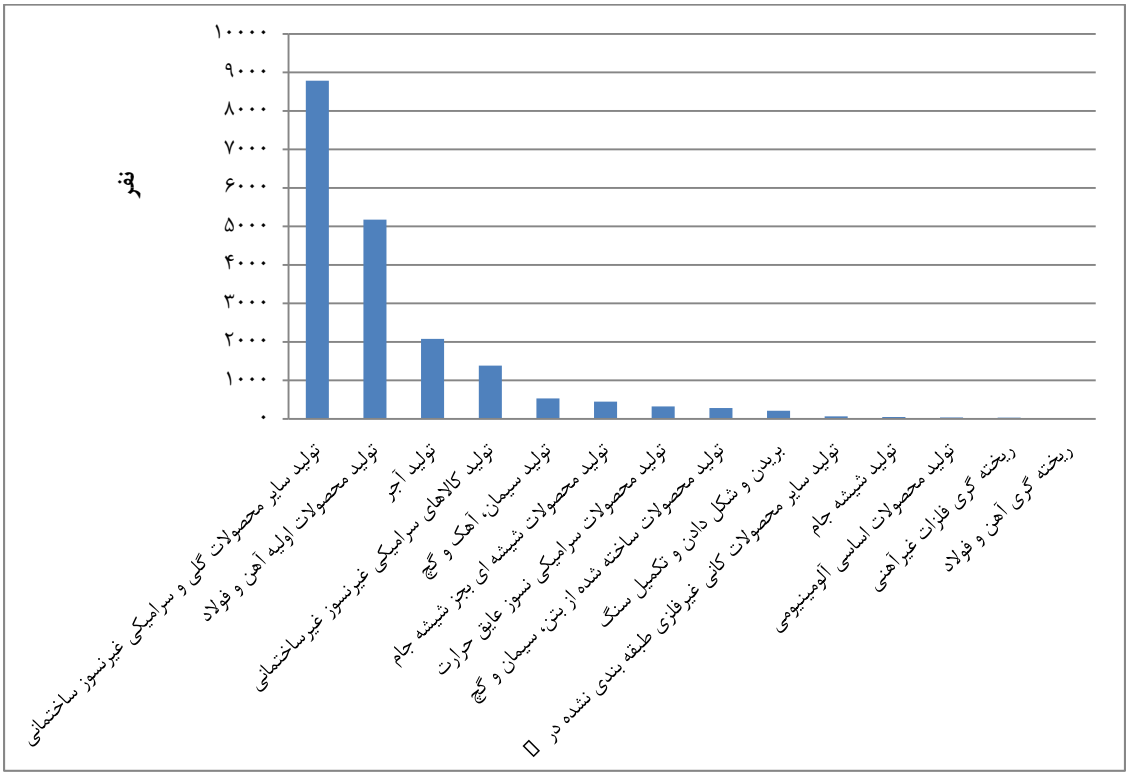
۲-۲-۳-اشتغال

در سال ۱۳۸۸ در ۱۴۹ واحد صنایع معدنی استان ۱۹۴۰۱ نفر مشغول به کار بوده‌اند. استان یزد در این سال با دارا بودن سهم ۷,۹ درصدی از کل شاغلین صنایع معدنی کشور رتبه دوم در میان سایر استان‌ها را به خود اختصاص داده بوده است (نمودار ۲-۵۳).

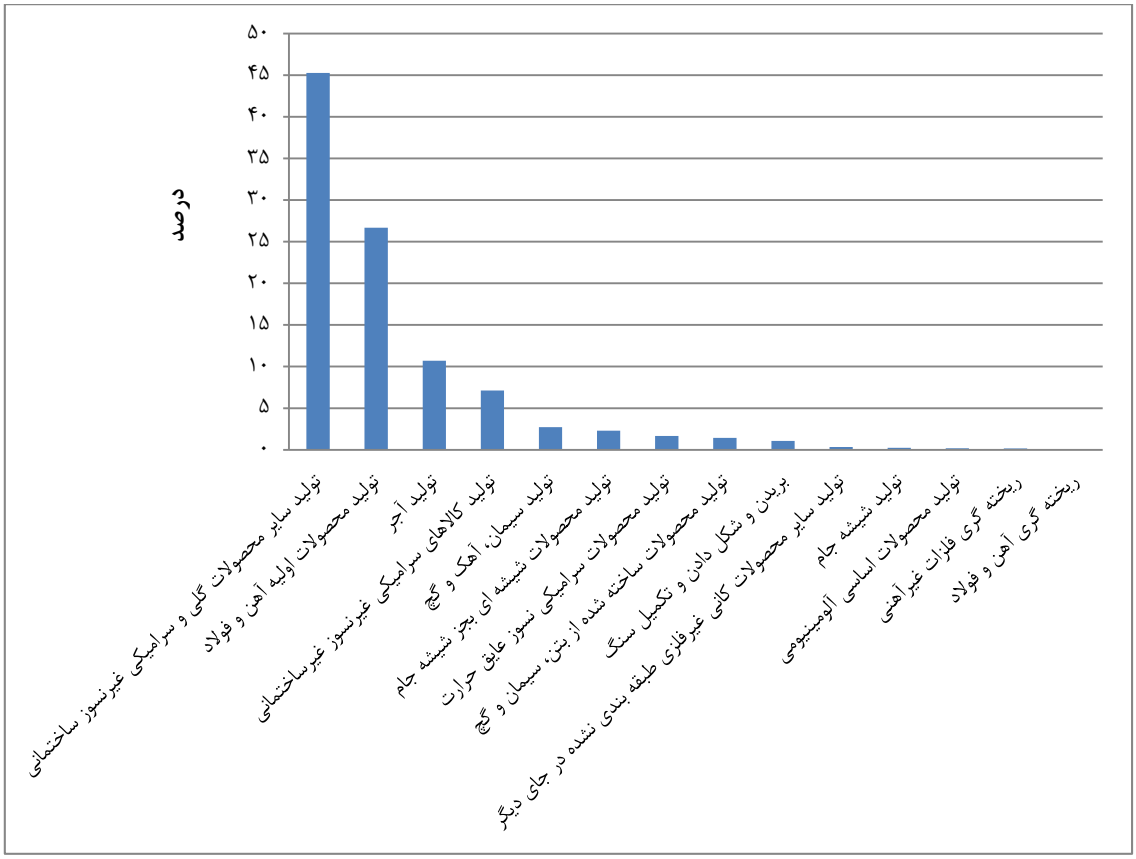
در سال ۱۳۸۸، از مجموع ۲۶۵ هزار شغل موجود در صنایع معدنی کشور حدود ۲۷ درصد آن به تولید محصولات اولیه آهن و فولاد اختصاص دارد. پس از آن تولید آجر با ۱۵/۷ درصد و تولید سیمان، آهک و گچ با ۱۱/۱ درصد بیشترین اشتغال صنایع معدنی کشور را تشکیل داده‌اند. در سطح استان یزد نیز بیشترین اشتغال به تولید سایر محصولات گلی و سرامیکی غیرنسوز ساختمانی و تولید محصولات اولیه آهن و فولاد، تولید آجر با ۴۵,۲ ، ۲۶,۶ و ۱۰,۷ درصد اختصاص داشته است (نمودار ۲-۵۴ و ۲-۵۵).



نمودار۲-۵۳- سهم استان‌ها از مجموع شاغلین صنایع معدنی کشور در سال ۱۳۸۸



نمودار ۲-۵۴- شاغلین صنایع معدنی استان به تفکیک رشته‌های فعالیت در سال ۱۳۸۸

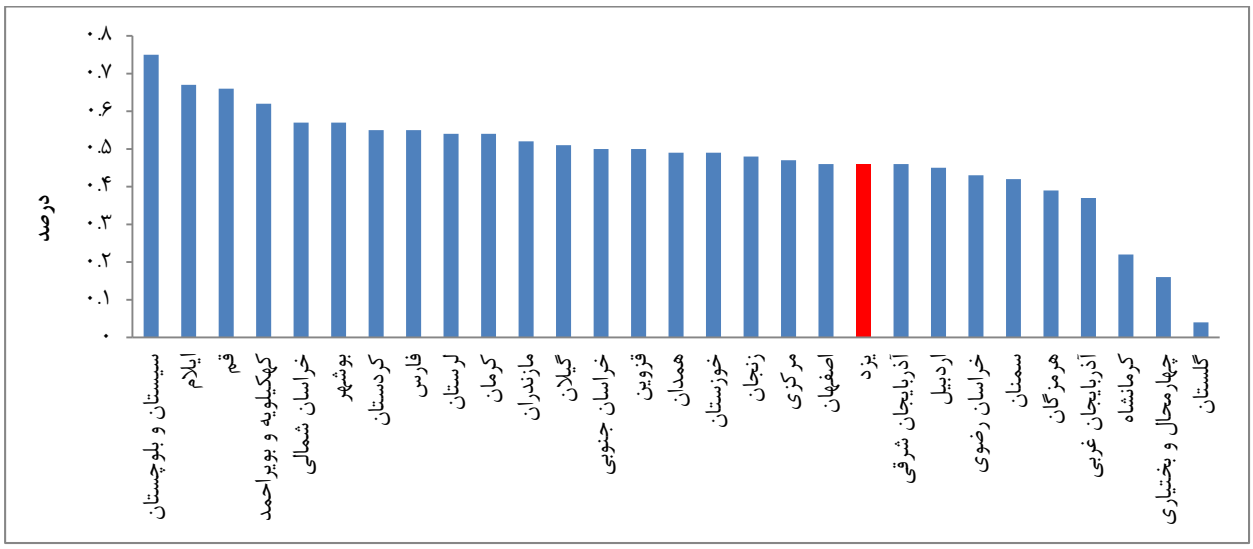


نمودار ۲-۵۵- سهم رشته‌های مختلف از مجموع شاغلین صنایع معدنی استان در سال ۱۳۸۸

۲-۳- تحلیل شاخص‌های مزیت تولیدی اقتصادی معدنی

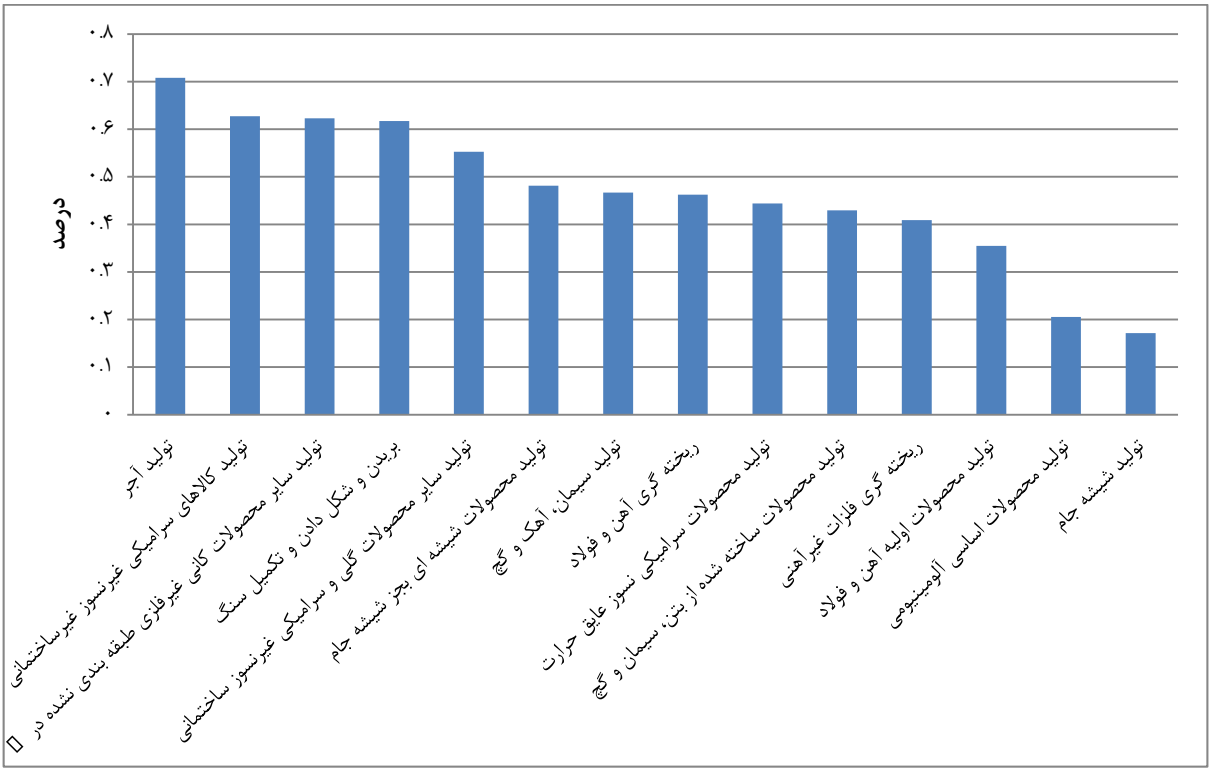
۲-۳-۱-شاخص کاردهی

این شاخص از نسبت ارزش افزوده به ارزش ستانده هر فعالیت به دست می‌آید. هرچه میزان این شاخص بیشتر باشد می‌توان گفت تخصیص منابع بهینه‌تری صورت پذیرفته و نقش دانش فنی در تولید بالاتر بوده است. بر اساس آمار سال ۱۳۸۸ متوسط شاخص کاردهی صنایع معدنی استان یزد ۰,۴۶ درصد بوده است و از این لحاظ استان دارای رتبه بیستم بین سایر استان‌ها بوده است (نمودار ۲-۵۶).



نمودار ۲-۵۶- مقایسه استان‌ها از لحاظ شاخص کاردهی صنایع معدنی در سال ۱۳۸۸

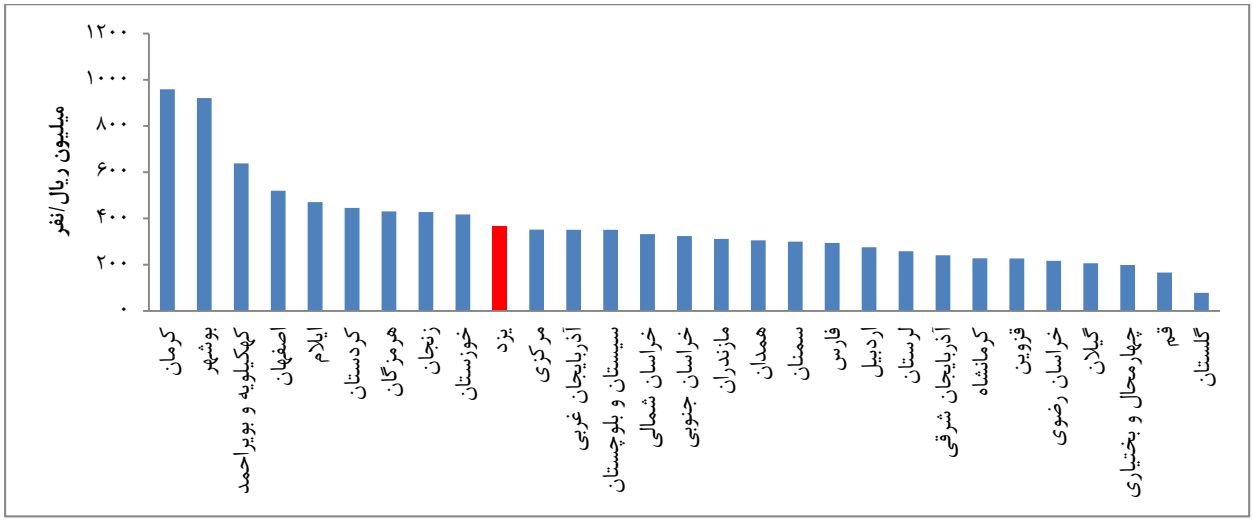
در سال ۱۳۸۸ رشته فعالیت‌های تولید آجر با ۰,۷ درصد و تولید کالاهای سرامیکی غیرنسوز غیرساختمانی با ۰/۶۳ درصد و تولید سایر محصولات کانی غیرفلزی طبقه بندی نشده در جای دیگر با ۰,۶۲ درصد دارای بالاترین میزان شاخص کاردهی هستند که حاکی از تخصیص بهینه منابع در این رشته فعالیت‌های صنایع معدنی استان یزد است. در همین دوره در رشته فعالیت‌های تولید محصولات اساسی آلومینیومی و تولید شیشه جام به ترتیب با ۰/۲۰ و ۰,۱۷ درصد دارای کمترین میزان شاخص کاردهی هستند. همچنین در این دوره تولید محصولات سرامیکی نسوز عایق حرارت، تولید محصولات ساخته شده از بتن، سیمان و گچ، ریخته گری فلزات غیرآهنی، تولید محصولات اولیه آهن و فولاد، تولید محصولات اساسی آلومینیومی، تولید شیشه جام از متوسط شاخص کاردهی کل صنایع معدنی استان یزد کمتر هستند (نمودار ۲-۵۷).



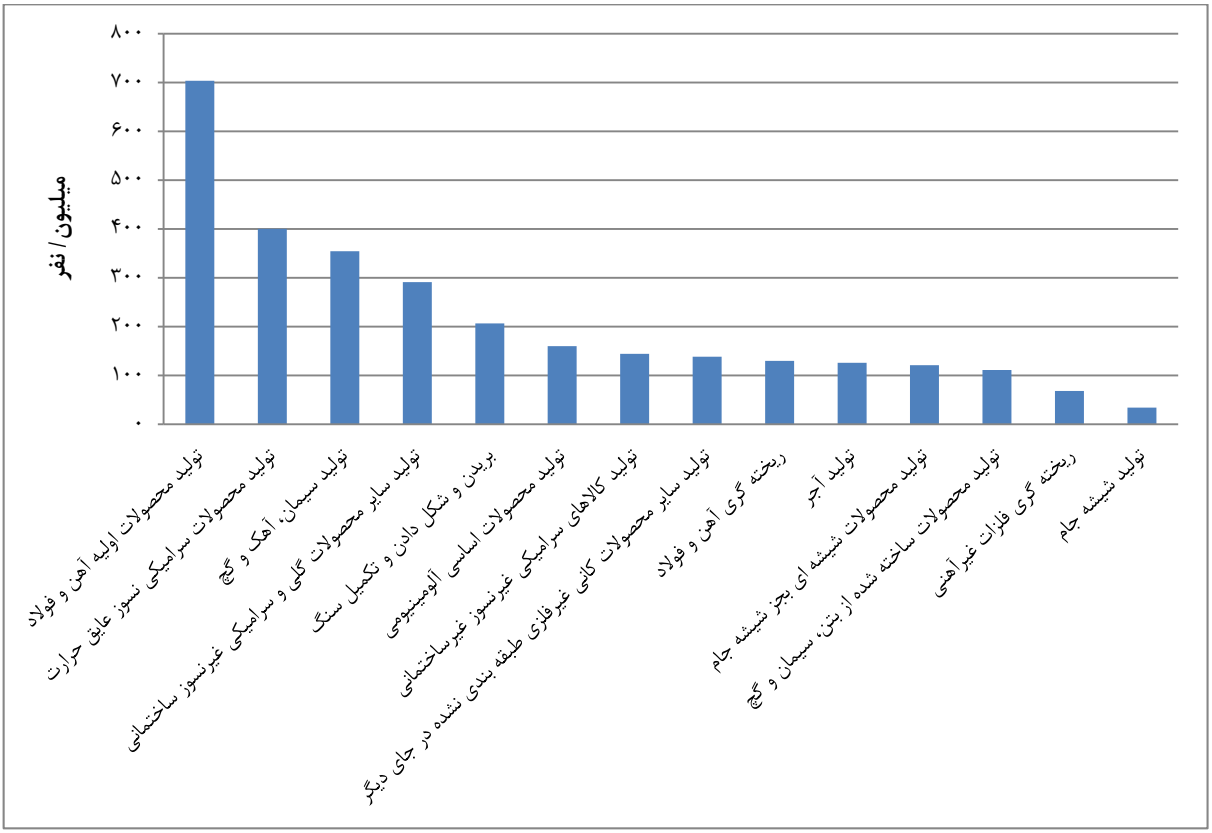
نمودار ۲-۵۷-شاخص کاردهی محصولات معدنی استان یزد در سال ۱۳۸۸

۲-۳-۲-بهره‌وری نیروی کار (شاخص کاربری)

این شاخص، عبارت از ارزش افزوده ایجاد شده به ازای هر نفر نیروی کار است. این شاخص نشان می‌دهد که هر شاغل در یک دوره بررسی چه میزان ارزش افزوده در استان ایجاد کرده است. شاخص کاربری در صنایع معدنی استان یزد در سال ۱۳۸۸ برابر ۳۶۷ میلیون ریال به ازای هر نفر شاغل بوده است و از این لحاظ استان دارای رتبه دهم در میان سایر استان‌ها بوده است (نمودار ۲-۵۸). شاخص کاربری در رشته‌های فعالیت صنایع معدنی استان محاسبه شده و در نمودار ۲-۵۹ آمده است.



نمودار۲-۵۸- مقایسه استان‌ها از لحاظ شاخص کاربری صنایع معدنی در سال ۱۳۸۸

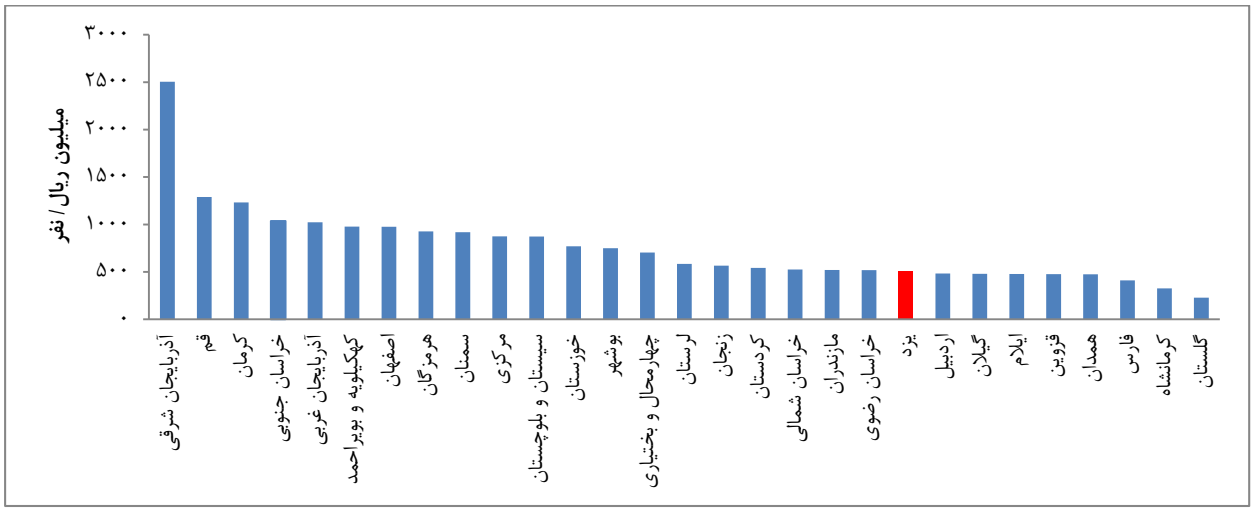


نمودار ۲-۵۹- متوسط شاخص کاربری محصولات معدنی استان در سال‌های ۸۹-۱۳۸۸

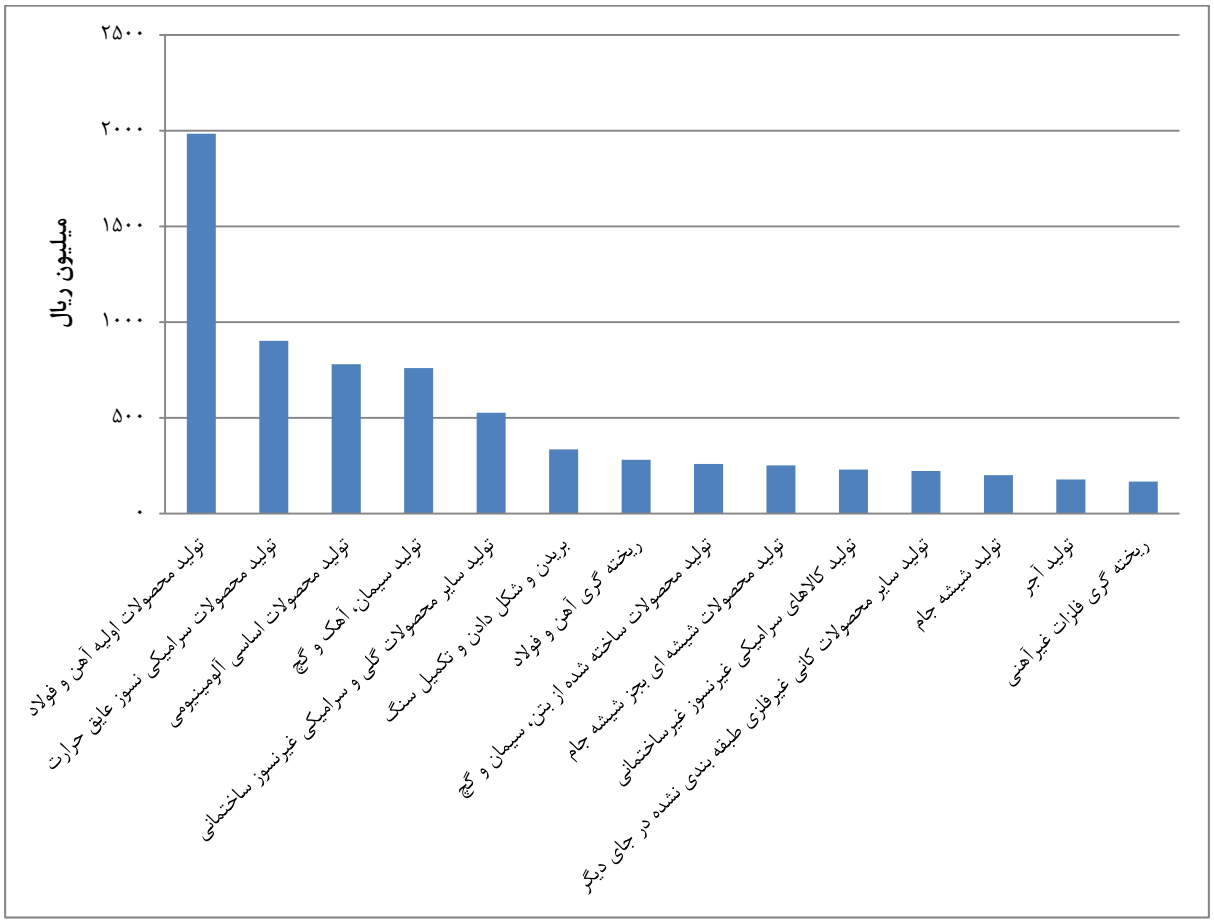
۲-۳-۳-شاخص تولید سرانه

این شاخص از نسبت تولید (ستانده) به تعداد شاغلین هر فعالیت به دست می‌آید و به عنوان معیاری برای اندازه‌گیری سهم هر شاغل در ایجاد ستانده در نظر گرفته می‌شود. بر این اساس در سال ۱۳۸۸ به طور متوسط در صنایع معدنی استان یزد به ازای هر شاغل، ۵۰۵ میلیون ریال تولید وجود داشته است. استان یزد در این سال دارای رتبه ۲۱ در کشور از لحاظ تولید سرانه صنایع معدنی بوده است (نمودار ۲-۶۰). در بین رشته فعالیت‌های مختلف صنایع معدنی در استان بالاترین تولید سرانه به تولید محصولات اولیه آهن و فولاد اختصاص دارد و پس از آن تولید

محصولات سرامیکی نسوز عایق حرارت و تولید محصولات اساسی آلومینیومی قرار دارند. از سوی دیگر ریخته‌گری فلزات غیرآهنی دارای کمترین میزان تولید سرانه است (نمودار ۲-۶۱).



نمودار ۲-۶۰- مقایسه استان‌ها از لحاظ شاخص تولید سرانه صنایع معدنی در سال ۱۳۸۸



نمودار ۲-۶۱- متوسط شاخص تولید سرانه محصولات معدنی استان در سال ۱۳۸۸

بخش چهارم

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

ایران کشوری است که از دیدگاه زمین شناختی بسیار جوان و پویا است و این خود سبب ایجاد شرایط ویژه‌ای گردیده که از دو دیدگاه تنوع منابع معدنی و مشکلات ناشی از مخاطرات زمین شناختی قابل بررسی می‌باشد. از این رو در تهیه این گزارش با عنوان "نقشه راه علوم زمین و معدن" با هدف تولید ثروت و حفظ آن در برابر تهدیدهای محیطی، بررسی منابع و پتانسیل‌های کشور در حوزه زمین‌شناسی (با دو رویکرد عمده معدن و گردشگری زمین-شناسی) از یک سو و مخاطرات و تهدیدات از سوی دیگر مورد توجه قرار گرفته است.

سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور به عنوان یک سازمان حاکمیتی با بیش از ۵۰ سال تجربه در جهت شناخت و ارزیابی کمی و کیفی منابع و محدودیت‌های یاد شده فعالیت‌های چشمگیری را به انجام رسانده که قبلاً در قالب اطلس‌ها، نقشه‌ها و گزارش‌های زمین‌شناسی، معدن و مخاطرات زمین‌شناختی تهیه و ارائه گردیده و اکنون به عنوان اطلاعات زمینه در تهیه نقشه راه زمین‌شناسی و معدن استان‌های کشور مورد استفاده قرار گرفته است.

بر اساس مجموع داده‌ها و اطلاعاتی که در این گزارش مورد بررسی قرار گرفت نتایجی حاصل گردیده که در ادامه به اهم موارد آن در قالب دو بخش اصلی ظرفیت‌ها و چالش‌های بخش زمین‌شناسی و معدن (به منظور تولید ثروت) و تهدیدها و مخاطرات محیطی (به منظور حفظ ثروت) در سطح کشور و سپس استان اشاره شده است. همچنین به منظور رفع موانع موجود طرح‌های پیشنهادی نیز مطرح گردیده که بی‌شک عملیاتی شدن آن نیازمند حمایت مسئولین امر می‌باشد تا با در اختیار قرار دادن فرصت‌ها و امکانات لازم زمینه مورد نیاز برای انجام مطالعات کارشناسی دقیق‌تر و جامع‌تر را فراهم آورند.

۱-۱- چالش‌های عمده بخش معدن در کشور

-کشور ایران به دلیل داشتن منابع و ذخایر مهم معدنی و صنایع وابسته به آنها یکی از کشورهای دارای مزیت نسبی محسوب می‌شود، به طوری که حتی برخی از کارشناسان ایران را کشور معدنی می‌دانند تا کشور نفت خیز. همین امر اهمیت نقش برنامه‌های توسعه در بخش معدن و صنایع معدنی را روزافزون نموده است. این در حالی است که حجم سرمایه‌گذاری‌های انجام شده در این بخش متناسب با ظرفیت و توانایی‌های آن نبوده و شاید به زبان دیگر بتوان گفت دولت هیچ‌گاه استراتژی مشخص و دقیقی برای بهره‌برداری از این بخش نداشته است.

-علی‌رغم مزیت‌های فراوان این بخش، مسیر زیرساخت‌ها و سرمایه‌گذاری‌ها به گونه‌ای بوده است که این بخش جزء اولویت‌های دولت قرار نگرفته و با توجه به این موضوع زیرساخت‌های شکل گرفته در کشور نیز در جهت تسهیل سرمایه‌گذاری و بهره‌برداری از منابع معدنی نبوده است. این در حالی است که در سایه همین زیرساخت‌ها سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در زنجیره ارزش بخش اکتشاف و بهره‌برداری شکل گرفته و سهم معدن و صنایع معدنی از جایگاه واقعی خود در اقتصاد برخوردار خواهد گردید.

در ۱۰ سال اخیر مجموع سرمایه‌گذاری دولت در زیرساخت‌های معدن ۱۸۶۱۳ میلیارد ریال بوده که با توجه به پتانسیل بالای معدن بسیار ناچیز بوده است. همین ناکافی بودن سرمایه‌گذاری در بخش بالا دستی (اکتشاف و استخراج) موجب شده بخش معدن در گذار از مزیت نسبی به مزیت رقابتی و ایجاد ارزش افزوده در اقتصاد نتواند جایگاه واقعی خود را به دست بیاورد. کل اعتبارات تملک دارایی‌های سرمایه‌ای در بخش معدن (شامل برنامه

زیرساخت‌های صنعتی و معدنی، برنامه زمین شناسی، برنامه اکتشاف و راه اندازی معدن و برنامه ارتقای تولیدات معدنی) از سال ۱۳۸۴ الی ۱۳۹۲ دارای یک روند افزایشی تا سال ۱۳۸۸ و یک روند کاهشی تا سال ۱۳۹۲ بوده است.

-اکتشافات معدنی طیف وسیعی از فعالیت‌ها و فرایندها را در برمی‌گیرد که هریک از این مراحل با توجه به وابستگی طولی به یکدیگر در میزان سرمایه‌گذاری‌های حلقه‌های پسین بسیار موثر هستند. به عبارت دیگر سرمایه‌گذاری در حلقه‌های پیشین خود نوعی سرمایه‌گذاری در حلقه‌های پسین نیز محسوب خواهد گردید.

-در این راستا تهیه و تکمیل اطلاعات پایه و تهیه بانک جامع اطلاعات معادن در واقع به عنوان اولین حلقه در چرخه انجام مطالعات زمین شناسی و اکتشاف مطرح می‌باشد. بطوریکه عدم توجه کافی و به موقع به این بخش آثار منفی خود را در تمام حلقه‌های پایین دستی این چرخه به جای خواهد گذاشت و بهره‌وری دیگر بخش‌ها نیز دچار مشکل خواهد نمود.

-نظر به اهمیت بالا و نقش حساسی که برای تهیه اطلاعات پایه در ادامه فعالیت‌های اکتشافی وجود دارد، در کشورهای پیشرفته دنیا سرمایه‌گذاری در این بخش از سالیان دور مورد توجه قرار گرفته است. در این کشورها، اکثر مناطق دارای پتانسیل‌های معدنی، دارای اطلاعات پایه در سال‌های قبل بوده و در طول سالیان متمادی نیز دولت‌ها در جهت تکمیل اطلاعات لازم اقدام نموده‌اند. وضعیت سرمایه‌گذاری در این بخش از شاخص‌های مهم توسعه در بخش معدن مطرح می‌باشد. در کشورهای استرالیا، آفریقای جنوبی و کانادا هزینه انجام شده در تهیه اطلاعات پایه در سال ۲۰۰۹ به ترتیب ۱/۱۸، ۱/۰۲، ۰/۹۷ میلیارد دلار بوده است، در حالی که این رقم در ایران تنها حدود ۱۰۰ میلیون دلار برآورد می‌گردد. از این رو به نظر می‌رسد توجه هرچه بیشتر حاکمیت به این بخش و تخصیص بودجه مناسب به ارگان‌ها و نهادهای ذیربط از جمله ضروریاتی است که برای آغاز حرکت در توسعه اقتصادی معادن باید مدنظر مسئولین قرار گیرد.

-سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور به عنوان متولی تولید اطلاعات پایه زمین‌شناسی و معدن، از بدو تأسیس اقدام به تهیه و تکمیل این اطلاعات نموده است. در این رابطه نقشه‌های زمین‌شناسی از جمله مهم‌ترین اقلام اطلاعاتی می‌باشند که با دارا بودن لایه‌های گوناگون ساختار زمین‌شناسی، سنگ‌شناسی، چینه‌شناسی، اطلاعات فسیلی و ... در واقع پایه تمام مطالعات اکتشافی قرار می‌گیرند. فرایند تهیه نقشه‌زمین‌شناسی در مقیاس ۱:۲۵۰,۰۰۰ در سازمان زمین‌شناسی به اتمام رسیده و در مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ در مساحتی حدود ۸۰ درصد از سطح کشور به انجام رسیده است. همچنین پس از مشخص شدن نواحی امیدبخش معدنی جهت ادامه عملیات اکتشافی در حد نیمه تفصیلی و تفصیلی نیاز به تهیه نقشه‌های با مقیاس کوچک بوده که در این راستا سازمان زمین‌شناسی اقدام به تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ در سطح کشور نموده است. از مجموع ۱۱۳۹۳ تعداد برگه یک بیست و پنج هزارم پوشش کل کشور تاکنون تعداد ۹۵ برگه تهیه شده و به مرحله چاپ رسیده است و تعداد ۳۱ برگه نیز در اولویت تهیه قرار دارد.

-داده‌های ژئوفیزیک هوایی از دیگر مهم‌ترین اطلاعات مورد نیاز اکتشاف می‌باشد. برداشت این داده‌ها در سال‌های گذشته توسط سازمان زمین‌شناسی در کل کشور با مقیاس فاصله خطوط ۷,۵ کیلومتر انجام شده است، اما از آنجائیکه این داده‌ها تنها دیدی کلی در مورد ساختارها و پی‌سنگ مناطق ارائه می‌کنند، لذا به منظور انجام مطالعات اکتشافی نیاز به برداشت این داده‌ها در مقیاس‌های دقیق-تر می‌باشد. در این رابطه سازمان زمین‌شناسی برداشت داده‌های هوابرد با فاصله خطوط ۵۰۰ متر را در مساحتی حدود ۷۳۷۸۱۱ کیلومتر مربع (معادل حدود ۴۵ درصد مساحت کل کشور) را در برنامه کار آتی خود قرار داده است.

- میزان سرمایه‌گذاری در فرایند اکتشاف یکی دیگر از شاخص‌های مناسب برای مقایسه کشورها است. میزان سرمایه‌گذاری در این بخش ارتباط مستقیمی با میزان حفاری‌ها دارد. بر اساس آمارهای سال ۲۰۱۰ در کل جهان هزینه اکتشاف بالغ بر ۱۱ میلیارد دلار بوده است که کانادا، استرالیا و آمریکا به ترتیب با ۱۹، ۱۲ و ۸ درصد در رتبه‌های اول هزینه‌های اکتشاف قرار داشته‌اند. نکته‌ی دیگری که باید به آن توجه نمود روند فزاینده هزینه اکتشاف در سطح جهان است به طوری از ۲ میلیارد دلار در سال ۲۰۰۳ به حدود ۱۰ میلیارد دلار در سال ۲۰۰۸ رسیده است. از این سال به بعد به دلیل وجود بحران مالی در سطح جهان هزینه‌های اکتشاف نیز در سال ۲۰۰۹ به نصف کاهش یافت اما بعد از یک سال دوباره روند بهبود آن آغاز شد و در سال ۲۰۱۲ به بیش از ۱۵ میلیارد دلار رسیده است. لازم به ذکر است که در سال ۲۰۱۱ هزینه اکتشاف در کانادا و استرالیا به ترتیب ۳/۹ و ۳ میلیارد دلار بوده است.

-مقایسه حجم سرمایه‌گذاری در اکتشاف در ایران طی سال‌های ۱۳۸۰-۱۳۹۰ نشان می‌دهد که در بهترین حالت، کل سرمایه‌گذاری صورت گرفته ۱۰۲۳ میلیارد ریال بوده که به احتساب نرخ تسعیر ۱۲۲۶ ریال، حدود ۸۳۴ میلیون دلار تخمین زده می شود و بنابراین در مقایسه با دیگر کشورهای جهان حتی به ۰/۱ آنها نیز نمی‌رسد. واکاوی عدم سرمایه‌گذاری در امر اکتشاف چه از طرف دولت و چه از طرف بخش خصوصی می تواند علت اصلی «در حاشیه بودن بخش معدن» را نمایان کند. از سوی دیگر اکتشاف در جهان توسط شرکت‌های بزرگ مقیاس و شرکت‌های کوچک مقیاس صورت می‌گیرد که غالبا در کشورهایی همانند کانادا یا استرالیا به وجود آمده اند. به عبارت دیگر بازار اکتشاف در جهان یک بازار به معنی واقعی همگن از طرف عرضه محسوب شده و ورود و حضور در این بازار مستلزم پذیرش همه بازیگران آن است. این مطلب، نکته ای است که در ایران با توجه به آمار و اطلاعات موجود هیچ گاه مورد توجه قرار نگرفته است. آمار سرمایه‌گذاری صورت گرفته در بخش اکتشاف مواد معدنی ایران نشان می‌دهد که کل بخش خصوصی موجود در ایران حتی در مقیاس شرکت‌های کوچک مقیاس جهان نیز نتوانسته در این بخش سرمایه‌گذاری کند. در بخش استفاده از سرمایه‌گذاری خارجی (حضور شرکت‌های بزرگ و کوچک) نیز ایران با توجه به نبود سرمایه‌گذاری بموقع دولت در امر زیرساختارهای اطلاعاتی، تاکنون از توفیق چندانی برخوردار نبوده است. در داخل کشور هم شرکت‌های بزرگ اکتشافی به معنی واقعی در مقیاس‌های جهانی هیچ گاه تشکیل نشده اند و اکثر سرمایه‌گذاری‌های صورت گرفته توسط شرکت بهره برداری انجام شده اند.

-در مجموع با توضیحات فوق می توان نکات زیر را در ارتباط با اکتشاف مواد معدنی در ایران بیان کرد:

-– مقیاس سرمایه‌گذاری و توجه دولت به مقوله تهیه اطلاعات پایه در ایران هیچ تناسبی با کشورهای معدن خیز در جهان ندارد. بنابراین عنایت به سرمایه‌گذاری توسط دولت در این بخش بسیار ضروری است.

-- در ایران برخلاف کشورهای برتر معدن خیز، شرکت‌های بزرگ و کوچک اکتشافی نه حضور دارند و نه در داخل تشکیل شده اند که در اولین فرصت باید سیاستگذاری مناسب برای ایجاد شرکت‌های اکتشافی داخلی با قابلیت‌های جهانی صورت گیرد و زمینه حضور شرکت‌های بین المللی اکتشافی فراهم شود.

-- نحوه دقیق تأمین مالی در شرکت‌های اکتشافی در ایران و نظام بازار برای فعالیت‌های اکتشافی تعریف نشده است. بنابراین باید اقتصاد اکتشاف به معنای واقعی در ایران تعریف شود.

-- فعالیت دولت در مراحل مختلف اکتشافی و نوع حمایت دولت در مراحل مختلف، به طور دقیق تعریف نشده و با توجه به این موضوع در صورت وجود حمایت‌های ناچیز نیز، سرمایه‌گذاری در اکتشاف به اهداف مورد نظر نمی‌رسد. در صورت تمرکز منابع دولت بر تهیه اطلاعات پایه و شناسایی و دوری کردن از فعالیت‌های اقتصادی در اکتشاف تفصیلی، فعالیت‌های دولت در بخش معدن، هدفمند خواهد شد.

-در بخش صادرات نیز بخش معدن با چالش‌های جدی مواجه است و صادرات مواد خام بیشترین وزن را در این خصوص به خود اختصاص داده است. در این بین در دوره ۹۲-۱۳۸۵، ۵ قلم عمده صادراتی شامل سنگ آهن (مگنتیت و هماتیت) و سنگ‌های ساختمانی هستند. زیرا علیرغم سابقه زیاد معدن کاری در کشور و وجود بیش از ۶۴ ماده معدنی هنوز سنگ آهن در کل صادرات مواد معدنی سهم بسیار بالایی را به خود اختصاص می‌دهد (۳۵ درصد ارزش صادرات و ۴۷ درصد وزن صادرات). در این بین صادرات خام سایر مواد معدنی نیز جای تأمل فراوان دارد. بنابراین با توجه به وجود مزیت نسبی در بخش تولید مواد معدنی و همچنین دسترسی به انرژی ارزان، صادرات مواد خام معدنی دارای توجیه اقتصادی در کشور نیست و ضروری است که زنجیره ارزش این مواد در کشور ایجاد و توسعه پیدا کند.

- مشکلات مربوط به تهیه سوخت و تأمین انرژی مورد نیاز معادن از دیگر موانع مهم معدنکاری در کشور می‌باشد. این مشکلات شامل افزایش قیمت سوخت، سهمیه‌بندی و محدودیت دسترسی به سوخت، مصرف بالای سوخت به دلیل فرسوده بودن تجهیزات و ماشین‌آلات و در بسیاری موارد دور بودن معادن از شهرها می‌گردد.

-زیان‌های زیست- محیطی ناشی از عملیات معدنکاری عامل محدودکننده بسیار مهمی است که در توسعه فعالیت-های معدنی می‌بایست مورد توجه قرار گیرد. برخی از این آسیب‌ها عبارتند از:

-فرسایش خاک که هم در جریان عملیات حفاری و هم در جریان بازسازی معادن و احیای پوشش گیاهی ایجاد می-شود.

-ایجاد آلودگی در آب‌های سطحی و زیرزمینی به دلیل ورود عناصر سمی مانند مس، آرسنیک، اورانیوم و یا نمک-های ناخواسته مانند نمک کلسیم و منیزیم

-پر شدن و تغییر مسیر آبراهه‌ها در نتیجه تخلیه لجن یا پس‌مانده‌های گل‌آلود که زیان‌های ناشی از این تغییر متوجه نواحی جمعیتی و کشاورزی مجاور می‌گردد.

-آلودگی هوا در نتیجه انتشار گرد و خاک و گازهای سمی حاصل از انفجارها

-آلودگی صوتی و سروصدای ناهنجار ناشی از انفجار

-برهم خوردن چشم‌اندازهای طبیعت

-ارتعاشات که منجر به تغییر و بر هم خوردن مسیر آبراهه‌ها و بافت زمین می‌شوند.

۱-۲- وضعیت مخاطرات و تهدیدهای محیطی در کشور

- متأسفانه در سال‌های اخیر، در فهرست کشورهای آسیب دیده از مخاطرات زمین شناختی که توسط سازمان‌های معتبر بین‌المللی انتشار می‌یابد، نام ایران در برخی از مخاطرات در رده بالایی جای گرفته که بی‌شک شایسته کشور ما نیست. از بین ۴۳ مخاطره زمین‌شناختی رخ داده در جهان تاکنون ۳۲ مخاطره در کشور به ثبت رسیده که از بین آنها پدیده‌های زمین‌لرزه، سیلاب، زمین‌لغزش، فرونشست زمین و خشکسالی بیشترین آسیب را به کشور وارد می‌کنند. علاوه بر این، دگرگونی اقلیم و گرمایش جهانی رویدادهایی هستند که در دهه‌های اخیر توجه همگان را به خود جلب نموده و به همراه کمبود آب شیرین و بیابان‌زایی سه چالش عمده جهان در قرن ۲۱ قلمداد می‌شوند. ایران نیز نه تنها از گزند این رخدادها در امان نیست بلکه به دلیل شرایط اقلیمی و جغرافیایی خاص خود، با تشدید این پدیده‌ها نیز روبرو است. ایران در نقشه شاخص مخاطرات زمین‌شناختی جهان در سال ۲۰۱۰ در جایگاه سوم قرار دارد.

-از سوی دیگر عدم توجه مناسب به آمایش سرزمین و سرمایه‌گذاری بدون توجه به مخاطرات زمین شناختی و در نظر گرفتن مناطق پرخطر ، موجب افزایش میزان خسارات وارده و تلفات جانی شده است. بر پایه آمار موجود سالانه حدود ۵ تا ۱۰ درصد از درآمد ناخالص ملی کشور، صرف بازسازی و جبران خسارت‌های ناشی از رویداد مخاطرات زمین شناختی می‌شود. این در حالی است که با شناخت درجه خطرپذیری مناطق مختلف و انجام اقدامات پیشگیرانه می‌توان خسارات و تلفات چنین رویدادهایی را به شکل چشمگیری کاهش داد. در این رابطه پیشنهادات زیر قابل بررسی می‌باشد.

- تولید داده‌های پایه و تهیه انواع نقشه‌های پهنه‌بندی مخاطرات زمین‌شناختی از عمده‌ترین فعالیت‌های حاکمیتی دولت‌هاست که در اغلب کشورها این فعالیت‌ها در سازمان‌های زمین‌شناسی آنها متمرکز و اجرایی می‌گردد. در این راستا سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی ایران نیز در دفتر بررسی مخاطرات زمین‌شناختی، زیست‌محیطی و مهندسی با انجام بررسی‌های بنیادی و کاربردی قادر خواهد بود تا در زمینه مخاطرات زمین‌شناختی، مدیران، تصمیم‌گیران و برنامه‌ریزان طرح‌های عمرانی را در راه توسعه پایدار و کاهش آسیب‌ها یاری دهد. این دفتر تاکنون نیز مطالعات متعددی انجام داده است که از آن جمله می‌توان به تهیه اطلس لرزه‌خیزی برای شهرهای مختلف کشور، تهیه نقشه لرزه‌زمین‌ساخت جهان به سفارش یونسکو و نقشه لرزه زمین‌ساخت خاورمیانه، تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش در مقیاس‌های مختلف، ارزیابی مخاطرات زمین‌شناختی در قالب لایه‌های اطلاعاتی مختلف در نقشه‌های زمین‌شناسی مهندسی و زیست‌محیطی مراکز استان‌ها و شهرهای بزرگ، برنامه‌ریزی برای تهیه نقشه خطر سیل برای مناطق مختلف کشور و بسیاری موارد دیگر اشاره نمود.

-دفتر بررسی مخاطرات زمین‌شناختی، زیست محیطی و مهندسی در راستای اجرای وظایف قانونی خود موظف به تولید داده‌های پایه علوم زمین و بویژه داده‌های مرتبط با مخاطرات زمین شناختی در کشور است. طرح‌های در دست اجرا در این دفتر در حال حاضر شامل موارد زیر می‌باشد:

-تهیه نقشه خطر سیل کشور با مقیاس یک میلیونیم با پیشرفت کل حدود ۴۰ ٪

-تهیه نقشه خطر زمین لغزش کشور با پیشرفت ۲۵٪

-تهیه نقشه خطر زمین‌لرزه کشور با پیشرفت ۶۰٪

-تهیه نقشه خطر فرونشست زمین کشور با پیشرفت ۵٪

-تهیه نقشه خطر تولید ریزگرد در کشور با پیشرفت ۱۰۰٪

-تهیه نقشه خطر تولید ریزگرد از کانون-های تازه ایجاد شده (دریاچه ارومیه) با پیشرفت ۱۰٪

-بدیهی است تکمیل این طرح‌ها نیازمند تخصیص بودجه کافی و برخورداری از همکاری و حمایت سایر ارگان‌ها و دستگاه‌های تصمیم‌گیری و عملیاتی است.

-با توجه به اینکه کشور ما بخشی از کمربند بیماری‌هایی نظیر کم‌خونی، دیابت، سرطان، گواتر، کمبود ریزمغذی‌ها، بیماری‌های قلبی- عروقی، بیماری‌های تنفسی، بیماری‌های اسکلتال و ... و همچنین بیماری‌های دامی و مشترک انسان و دام می‌باشد، لزوم شناخت منشاء محیطی این بیماری‌ها در سطح ملی برای دستیابی به انسان سالم به عنوان محور اصلی توسعه پایدار امری ضروری است. شناخت آلاینده‌های محیطی با منشاء بشرساز و طبیعی همواره مورد توجه متخصصین محیط‌زیست و مسئولین بهداشت و سلامت کشورها بوده و این مهم امروزه به عنوان زمین‌شناسی پزشکی در دستور کار سازمان‌های زمین‌شناسی جهان قرار دارد. خوشبختانه سازمان زمین‌شناسی در کشور ما نسبت به بسیاری از کشورها پیشرو بوده و به عنوان نماینده زمین‌شناسی پزشکی خاورمیانه از سوی کمیسیون نقشه‌های بین‌المللی معرفی شده است. علی‌رغم بودجه اندکی که در سال‌های اخیر به این بخش اختصاص داده شده، مطالعات عمده و اثر بخشی در کشور انجام شده است.

۱-۳- مزیت‌های زیرساخت در استان یزد

- قرارگرفتن در مرکز کشور و دسترسی آسان به کشورهای آسیای میانه و خلیج فارس
- برخورداری از زیرساخت‌های مناسب توسعه صنعتی از جمله شهرک‌ها و نواحی صنعتی
- وجود معادن غنی آهن معادل ۱/۷ میلیارد تن در بلوک آهنی بافق معادل یک سوم ذخیره سنگ آهن در کشور
- وجود معادن غنی سرب و روی مشتمل بر بیش از ۷۰ درصد ذخیره سرب و روی در کشور
- وجود معادن بزرگ از سنگ‌های متنوع معدنی اعم از فسفات، خاک نسوز و فلدسپات، سنگ تزئینی و ...
- امکان توسعه معدنی با توجه به وجود معادن غنی آهن، اورانیوم و ...
- امکان توسعه معدنی در بخش سرب، روی، فسفات و اورانیوم با بکارگیری دستگاه‌ها و احداث کارخانجات مجاور معدن و ...

- فعال بودن کارخانه گندله‌سازی اردکان و امکان احداث منطقه آزاد فولاد اردکان
- امکان احداث کارخانجات فولاد و ایجاد منطقه ویژه فولاد در بافق
- علاقه وافر سرمایه‌گذاران خارجی به بخش فولاد که در حال حاضر ۳ واحد فولاد توسط سرمایه‌گذار خارجی (هندی) در دست احداث می‌باشد
- وجود پنج راه مواصلاتی ریلی کشور در بافق (اتصال به سراسر کشور و کشورهای آسیای میانه)
- امکان احداث نیروگاه‌های خورشیدی (شهرستان ابرکوه)
- امکان ایجاد گمرک و بارانداز (در شهرستان اردکان) با توجه به قرار گرفتن اردکان بر سر راه بین‌المللی تهران- بندرعباس
- امکان ایجاد گمرک و بارانداز (در شهرستان بافق) با توجه به قرار گرفتن بافق در محل تلاقی راه آهن بافق کرمان- زاهدان بافق- بافق تهران و دو خطه بافق مشهد بندرعباس

۱-۴- وضعیت بخش معدن در استان یزد

- ویژگی‌های معدنی یک منطقه بیش از هرچیز وابسته به شرایط طبیعی و زمین‌شناختی آن می‌باشد. محدوده استان یزد با توجه به ویژگی‌های ساختاری و زمین‌شناسی آن یکی از مناطق بسیار غنی کشور از نقطه نظر ذخایر معدنی گوناگون و یکی از پر سابقه‌ترین قطب‌های معدن کاری و صنایع مربوط به معدن در کشور محسوب می‌شود. بزرگ‌ترین قطب‌های معدنی آهن کشور (سنگ آهن چغارت، سنگ آهن چادرملو، سنگ آهن منگنز دار نایگان) در استان یزد قرار دارد. همچنین ذخایر عظیمی از سرب و روی، فسفات، باریت، فلدسپات و ... در محدوده استان یزد تشکیل شده است.
- استان یزد (پس از جدا شدن شهرستان طبس) با دارا بودن ۴,۵ درصد از مساحت کشور، ۲,۳ درصد از کل ذخایر معدنی کشور را در خود جای داده است.[۱]
- بر مبنای این محاسبه، مجموع ذخیره (قطعی و احتمالی) استان شامل کانی‌های فلزی (۷۷ درصد)، کانی-های غیرفلزی (۹ درصد) مصالح ساختمانی (۱۱ درصد) و سنگ‌های تزئینی و نما (۳ درصد) می‌باشد. سهم استان در گروه‌های مواد معدنی فلزی، غیرفلزی، تزئینی و نما و مصالح ساختمانی در کشور به ترتیب ۱۷ درصد (رتبه دوم در کشور)، ۳,۲ درصد (رتبه نهم در کشور)، ۱,۶ درصد (رتبه شانزدهم در کشور)، و ۰,۴درصد (رتبه سی‌ام در کشور) می‌باشد.
- هرچند سهم استان از مجموع ذخیره کشور تنها ۲,۳ درصد است، اما با در نظر گرفتن نوع ماده معدنی استان یزد دارای ذخایر بسیار ارزشمندی بویژه در گروه‌های کانی فلزی (آهن، سرب و روی) و کانی‌های غیرفلزی (فسفات، باریت، بوکسیت، فلدسپات) است.

[۱]- در رقم محاسبه شده ذخایر زغال‌سنگ و فلورین مربوط به ناحیه معدنی طبس لحاظ نشده است.

- سرب و روی مهمترین مواد معدنی موجود در این استان می‌باشد و استان یزد با دارا بودن معادن مهمی چون مهدی‌آباد، کوشک و ... و با اختصاص ۷۸ درصد از ذخایر سرب و روی کشور به خود در رتبه اول کشور قرار گرفته است.
- بزرگترین قطب‌های معدنی آهن کشور (سنگ آهن چغارت، سنگ آهن چادرملو، سنگ آهن منگنز دار ناریگان) در ناحیه بافق قرار دارد و استان یزد پس از استان‌های کرمان و خراسان رضوی بیشترین ذخیره سنگ آهن در کشور را در خود جای داده است.
- استان یزد با دارا بودن سهم ۳ درصدی از ذخایر مس کشور رتبه سوم این ماده معدنی در کشور را به خود اختصاص داده است.
- بیشترین ذخایر فسفات (آذرین) کشور در ناحیه بافق در استان یزد واقع شده و واحد فسفات اسفوردی به عنوان اصلی‌ترین تولیدکننده کنستانتره فسفات در کشور می‌باشد.
- بیش از ۵۰ درصد ذخایر باریت کشور مربوط به استان یزد می‌باشد.
- استان یزد با دارا بودن سهم ۳ درصدی از ذخایر بوکسیت کشور رتبه سوم این ماده معدنی در کشور را داراست.
- استان یزد پس از اصفهان بیشترین ذخایر فلدسپات در کشور را داراست.
- استان یزد در ناحیه معدنی بافق دارای ذخایر ارزشمندی از عناصر کمیاب است.
- در کنار انواع ذخایر فلزی و غیرفلزی شناخته شده و در حال بهره‌برداری در استان، نتایج بدست آمده از بررسی نقشه‌های پتانسیل، گویای ظرفیت‌های اکتشافی فراوان استان در دستیابی به انواع ذخایر جدید می‌باشد. بدیهی است برای ادامه اکتشاف تیپ‌های شناخته شده و نیز تیپ‌های شناخته نشده یا کمتر مشاهده شده باید مجموع داده‌هائی (که در انتهای گزارش به آن اشاره شده است)، گردآوری و بررسی شود و با استفاده از آنها مدلسازی تیپ‌های کانساری جدید تأیید و تکمیل گردیده و سپس محدوده‌های پتانسیل‌دار و امیدبخش، برای اکتشافات مراحل مختلف معرفی گردد. در این رابطه طرح پیشنهادی از سوی سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور با عنوان روش کار اکتشاف ذخایر جدید مطرح گردیده که در بخش پیشنهادات این گزارش به آن اشاره شده است. این طرح قابل اجرا در تمام استان‌های کشور خواهد بود.
- با توجه به توانمندی‌های زمین‌شناسی استان بررسی آمار موجود نشان دهنده حضور نسبتاً فعال معادن استان در بخش اقتصاد معدنی کشور می‌باشد. استان یزد در سال ۱۳۹۱ با دارا بودن سهم ۲۴ درصدی از کل ارزش افزوده بخش معدن در کشور رتبه دوم پس از استان کرمان را در این زمینه به خود اختصاص داده است. همچنین در بررسی اقتصاد داخلی، بخش معدن در مقایسه سایر استان‌ها در این استان از جایگاه مناسب‌تری برخوردار است، بطوریکه ۱۱ درصد از تولید ناخالص داخلی استان را تشکیل داده است. البته لازم بذکر است بخش معدن با دیگر بخش‌های اقتصادی مانند کشاورزی، صنعت و خدمات دارای

تفاوت‌های ساختاری است، زیرا امکان ایجاد فعالیت‌های معدنی تنها در مناطقی وجود دارد که پتانسیل لازم برای سرمایه‌گذاری در آنها وجود داشته باشد و لذا می‌بایست در مقایسه معدن با سایر بخش‌ها این تفاوت را در نظر داشت.

- بررسی رتبه استان یزد در تولیدات معدنی کشور خود گویای جایگاه معدنی برجسته این استان است. در سال ۱۳۹۱ استان یزد با دارا بودن سهم حدود ۹ درصدی از تولید معادن کشور رتبه اول در میان سایر استان‌ها را به خود اختصاص داده است.
- مقایسه میزان سهم استان از مقدار تولیدات معدنی (۹ درصد) با سهم آن از ارزش افزوده بخش معدن در کشور خود گویای تولید مواد معدنی با ارزش افزوده بالا در این استان است. در سال ۱۳۹۱، استان یزد ۲۴ درصد از ارزش افزوده ایجاد شده در بخش معدن را به خود اختصاص داده است. تولیدات استان در این سال بیش از ۷۰ درصد مربوط به سنگ آهن بوده است.

۱-۵- تحلیلی بر وضعیت مخاطرات محیطی استان

- گرچه بزرگی بیشتر زمین‌لرزه‌های ثبت شده در گستره این استان کمتر از ۳ می‌باشد ولی وجود مناطق لرزه-خیز مانند بهاباد، بافق و خرانق و گسل‌های مهم که از پتانسیل لرزه‌ای بالایی برخوردار هستند، می‌تواند استان یزد را جز مناطق با خطر نسبی بالا معرفی نماید و لذا مطالعات خطر لرزه‌ای در پهنه این استان با توجه به وجود شریان‌های حیاتی و تأسیسات صنعتی ضروری به نظر می‌رسد. بر اساس تقسیم بندی پژوهشگاه بین‌المللی زلزله شهرستان‌های بافق و تفت با خطر نسبی ۴ بالاترین خطر زمینلرزه در استان را به خود اختصاص داده‌اند.
- بر اساس نقشه خطر سیل ایران استان یزد در معرض خطر سیل به میزان نسبتا خفیف تا نسبتا شدید می‌باشد با شدت کم تا خیلی کم قرار دارد.
- نزولات جوی استان یزد به علت موقعیت طبیعی و شکل ناهمواری‌ها نوسان زیادی دارد. میزان بارندگی در مناطق بیابانی شمال استان کمتر از ۵۰ میلی‌متر و در ارتفاعات استان حدود ۲۵۰ میلی‌متر است. اقلیم غالب استان گرم و خشک می‌باشد.
- در نقشه پهنه‌بندی خشکسالی با توجه به داده‌های هواشناسی بر اساس شاخص SPI در یک دوره ۳۶ ماهه، استان یزد دارای درجه‌های خشکسالی خفیف و در بخش های غربی استان دارای ترسالی خفیف می‌باشد.
- طی سالیان گذشته استان یزد خشکسالی و کمبود شدید بارندگی را تجربه نموده است. این کمبودها در مناطق نسبتا پرآب نیز مشهود است و در چند سال اخیر بخش های مختلف استان به ویژه در بخش کشاورزی و منابع طبیعی را تهدید نموده است. شاخص خشکسالی بارش استاندارد (SPI) در یک دوره ۸۴ ماهه، بصورت میانگین وضعیت خشکسالی را برای استان نشان می‌دهد. بیشترین خشکسالی شدید

در شهرستان اردکان بوده و شهرستان میبد و بخش‌هایی از شهرستان صدوق در وضعیت نرمال به سر می برند.

- استان کویری یزد بیش از ۳,۵ میلیون هکتار از عرصه های بیابانی (۳۶ درصد) را تشکیل می دهد که دارای ۱۳ کانون بحرانی حساس به فرسایش بادی است که ۴۶ درصد از استان را پوشش می‌دهد. از نظر میزان تبخیر سالانه ۶۵ درصد از سطح استان جزء مناطق بیابانی محسوب می‌شود. منطقه بهاباد در استان یزد با معضل تخریب سرزمین و پدیده بیابان‌زایی روبروست. همچنین از کل منطقه خضرآباد ۰/۴۳ درصد آن به صورت شدید و ۸/۹۲ درصد به صورت نسبتاً شدیدی تحت فرایند بیابانزایی می‌باشد.
- تاکنون ۱۳ منطقه به عنوان کانون‌های بحرانی فرسایش بادی در استان یزد شناسایی شده‌اند که ۱۸۰ هزار هکتار آن دارای کانون‌های بحرانی هستند. تمرکز کانون‌های فرسایش بادی در استان بیشتر در شهرستان های یزد ، بافق ، اردکان، ابرکوه، میبد، اشکذر، خاتم و بهاباد شکل گرفته است. این پهنه‌ها دارای طبیعتی شکننده و در معرض خشکسالی و بیابانی شدن می‌باشند که ره‌آورد آن توفان‌های گردوغبار و ریزگرد در استان است.
- موقعیت جغرافیای استان یزد و همجواری با کویرهای مرکزی ایران باعث شرایط خاص آب و هوایی گردیده که انرژی سیستم های جوی به دلیل کمبود رطوبت عمدتاً بصورت وزش باد و گرد و خاک پدیدار می شود. تأثیر این پدیده علاوه بر بروز مسائل زیست‌محیطی، سلامت جامعه، منابع و فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی را نیز تحت‌شعاع خود قرار می‌دهند. استان یزد به لحاظ سهم نواحی مستعد تولید گرد و غبار نسبت به مساحت کل استان دارای رتبه چهارم پس از استان‌های قم، اصفهان و سمنان است.
- تمرکز زمین لغزش ها با روند گسل های اصلی و فعال منطقه در ارتباط مستقیم می باشد. به لحاظ رخداد تیپیک ترین زمین لغزش در محدوده گسل کوهبنان بهاباد و ریزش‌های سنگی روستاهای عبدا ... شهرستان تفت در محدوده گسل دهشیر بافت نقش زون گسل‌های مهم و اصلی در رخداد زمین لغزش قابل تامل می باشد.
- ریزش های سنگی اتفاق افتاده در محدوده استان بیشتر مربوط به لیتولوژی آهک (کرتاسه) بوده و از آنجا که در مناطق خشک این لیتولوژی بدلیل کارستیک بودن و نیز شکستگی ها نقش مهمی در آبسازی منطقه ایفا می نماید و اکثراً در پایین دست این سازند مزارع و روستاها مستقر هستند، لذا ریزش های سنگی می تواند منشا ایجاد خطرات برای این مناطق باشد که به عنوان مثال می توان روستای عبد ا... ، روستای قطروم و زیارتگاه زرتشتیان (پیر چک چک) را نام برد که در معرض خطر قرار دارند.
- کاهش شدید آب‌دهی منابع زیرزمینی استان یزد ناشی از برداشت‌های بی‌رویه، وجود تعداد قابل‌توجهی چاه غیرمجاز و همچنین خشک‌سالی هیدرولوژیکی طی سال‌های اخیر، متکی بودن اکثر فعالیت‌های کشاورزی (سطح زیر کشت باغی فراتر از سطح کشت زراعی است)، آب آشامیدنی و صنعت به منابع آب زیرزمینی (به‌ویژه در شهرستان‌های دشت یزد- اردکان) توسعه پایدار این استان را به‌چالش کشیده است.

- وزارت نیرو با توجه به شرایط حاد سفره‌های آب زیرزمینی استان یزد، در سال ۱۳۹۲، از مجموع ۱۹ دشت استان، ۱۴ دشت (حدود ۷۴ درصد دشت‌های استان) را به‌عنوان منطقه ممنوعه در برداشت آب زیرزمینی اعلام‌نموده‌است. ادامه این روند وضعیت نامطلوبی را در این مناطق به‌وجود خواهد آورد و احتمال تهدید زیربناهای عمرانی ناشی از نشست زمین، کاهش کیفیت منابع تأمین آب‌های آشامیدنی و خشک‌شدن چاه‌ها، قنوات و چشمه‌ها، بروز پدیده مهاجرت و بحران‌های اجتماعی و اقتصادی وجود خواهد داشت. متوسط افت سطح آب‌های زیرزمینی در دشت‌های استان یزد، بیش از ۶۵ سانتی‌متر در سال بوده که نرخ آن هرساله در حال افزایش می‌باشد. میزان افت سطح آب‌های زیرزمینی در دشت یزد- اردکان در یک دوره ۴۰ ساله (سال‌های آبی ۹۲-۱۳۵۳)، حدود ۱۸ متر و کسری مخزن نیز حدود ۱۲۵ میلیون مترمکعب (بیش از ۴۰ درصد کل محدوده‌های مطالعاتی استان) گزارش شده است.
- عدم توجه به بحران آب در بخش کشاورزی منجر به وقوع پدیده‌های برگشت‌ناپذیری همچون نشست تدریجی زمین می‌گردد. چنان‌که افزایش استحصال از آب‌های زیرزمینی و افت سطح آبخوان‌ها منجر به پدیده نشست سطح زمین در اغلب دشت‌های استان (به‌ویژه دشت یزد- اردکان) گردیده است. پدیده فرونشست زمین ناشی از پمپاژ بیش از حد از سفره‌های آب‌زیرزمینی، معضلات زیادی را برای زمین‌های کشاورزی (به‌ویژه سطح زیر کشت باغات)، مناطق مسکونی، صنایع، سازه‌ها، شبکه‌های آب‌رسانی، خطوط مواصلاتی و انتقال نیرو و ... در برخی از دشت‌های استان به‌وجود آورده است.
- تداوم خشک‌سالی‌ها، کاهش بارندگی، مصرف بی‌رویه آب و وجود کویرها و کفه‌های نمکی، روند شوری آب رودخانه‌ها سیر صعودی داشته است که می‌بایست توجه ویژه به آن مبذول گردد. علاوه بر این، عدم کنترل و نظارت بر صنایع و اجرای نامناسب کانال‌های زهکشی و اتصال آن‌ها به فاضلاب‌ها، عدم نظارت پساب‌های شهری و ورود آب‌های آلوده به رودخانه‌ها و آب‌های سطحی می‌تواند موجب معضلات زیست‌محیطی در استان شود.
- بر اساس نقشه خطرپذیری یکپارچه مخاطرات زمین‌لرزه، سیل و خشک‌سالی استان یزد و بر مبنای درجه‌بندی یکپارچه (۸ دسته خطرپذیری ترکیبی به‌دست آمده از ماتریس ۴ در ۴)، گستره استان یزد در محدوده درجات خطرپذیری ۶-۴ (کم تا زیاد) واقع گردیده است.
- بر اساس این نقشه، شهرستان یزد با بیشترین تمرکز جمعیت و بیشترین تراکم نسبی جمعیت و جمعیت شهری ۹۵ درصدی دارای درجه خطرپذیری یکپارچه ۶ و درجه آسیب‌پذیری یکپارچه ۴ می‌باشد. همچنین، شهرستان‌های اردکان و بافق با تمرکز جمعیت بین ۲۵ تا ۱۰۰ هزار نفر و درصد بالای شهرنشینی (بیش از ۸۰ درصد)، دارای درجه خطرپذیری یکپارچه ۶-۵ و درجه آسیب‌پذیری یکپارچه ۳ می‌باشد. این مسئله، اهمیت برنامه‌ریزی مناسب و مدیریت مکانی ریسک مخاطرات طبیعی را در این شهرستان‌ها به‌ویژه شهرستان یزد یادآور می‌شود.

۱-۶- تحلیلی بر وضعیت زمین‌گردشگری استان

- به جرأت می توان گفت احترام به احیای میراث طبیعی استان، حفظ صیانت معادن و کانی های با ارزش این خطه کویر و حفاظت از زیستگاه‌های جانوران وحشی بسیار با ارزش و متنوع و قراردادن این میراث در کنار میراث فرهنگی شکوهمند این استان جاذبه‌ای ویژه پدید خواهد آورد و شاید روزی بتوان کویر مرکزی ایران را به "قلب گردشگری پایدار زمین شناسی" تبدیل نمود و یزد را به عنوان "قطب جهانی ژئوتوریسم" معرفی کرد. به بیانی دیگر، میراث طبیعی و میراث فرهنگی برای توسعه گردشگری کشور مکمل یکدیگرند، بنابراین بها دادن به پدیده ژئوتوریسمی با توجه به بکر بودن این استان از معدنکاری فلزی و غیرفلزی و استخراج سنگ تزئینی و کانیهای قیمتی علاوه بر ایجاد اشتغال زایی و توسعه اقتصادی به توسعه پایدار می‌توان در رونق صنعت توریسم این استان گامی مؤثر برداشت.
- پاسداشت مواریث فرهنگی و ملی، علاو ه براقدامات مسئولان این دستگاه، نیازمند عزم ملی و عمومی کلیه دستگاه های مرتبط و مشارکت بخش خصوصی است و مهم ترین گام در تحقق این هدف آگاهی بخشی و آموزش همگانی نسبت به ارزش و هویت آن و از سوی دیگر جلوگیری و برخورد با سودجویی های شخصی با هر عنوان و دلیل می باشد.

۱-۷- پیشنهادات

۱-۷-۱- راهکارهای پیشنهادی در حوزه معدن و صنایع وابسته در کشور

- تهیه و تکمیل اطلاعات پایه و تهیه بانک جامع اطلاعات معادن در واقع به عنوان اولین حلقه در چرخه انجام مطالعات زمین‌شناسی و اکتشاف مطرح می‌باشد. بطوریکه عدم توجه کافی و به موقع به این بخش آثار منفی خود را در تمام حلقه‌های پایین دستی این چرخه به جای خواهد گذاشت و بهره‌وری دیگر بخش‌ها را نیز دچار مشکل خواهد نمود. نظر به اهمیت بالا و نقش حساسی که برای تهیه اطلاعات پایه در ادامه فعالیت‌های اکتشافی وجود دارد، در کشورهای پیشرفته دنیا سرمایه‌گذاری در این بخش از سالیان دور مورد توجه قرار گرفته است. در این کشورها، اکثر مناطق دارای پتانسیل‌های معدنی، دارای اطلاعات پایه در سال‌های قبل بوده و در طول سالیان متمادی نیز دولت‌ها در جهت تکمیل اطلاعات لازم اقدام نموده‌اند. اهمیت این بخش به گونه‌ای است که وضعیت سرمایه‌گذاری در این بخش از شاخص‌های مهم توسعه در بخش معدن مطرح می‌باشد. در کشورهای استرالیا، آفریقای جنوبی و کانادا هزینه انجام شده در تهیه اطلاعات پایه در سال ۲۰۰۹ به ترتیب ۱/۱۸، ۱/۰۲، ۰/۹۷ میلیارد دلار بوده است، در حالی که این رقم در ایران تنها حدود ۱۰۰ میلیون دلار برآورد می‌گردد. از این رو به نظر می‌رسد توجه هرچه بیشتر حاکمیت به این بخش و تخصیص بودجه مناسب به ارگان‌ها و نهادهای ذیربط از جمله ضروریاتی است که برای آغاز حرکت در توسعه اقتصادی معادن باید مدنظر مسئولین قرار گیرد.
- در ابعاد سازه‌های شهری و صنعتی، نقشه‌های کوچک مقیاس، مقیاس‌های مناسبی جهت بکارگیری در برنامه‌ریزی‌ها نمی‌باشند و بدین منظور نقشه‌های بزرگ مقیاس‌تری مورد نیاز است. انتشار نقشه‌های

۱:۲۵۰۰۰ نیاز استانداری‌ها و مسئولان طرح‌های عمرانی و معدنی در این بخش برطرف خواهد نمود. در این راستا در ترسیم چشم‌انداز برنامه ششم توسعه پیشنهاد ادامه تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی بزرگ مقیاس (۱:۲۵۰۰۰) در سازمان زمین‌شناسی ارائه شده است. بر این اساس در پایان برنامه ششم می‌بایست تعداد ۱۰۰۰ برگه تهیه گردد.

- با توجه به اهمیت بالای برداشت‌های ژئوفیزیک هوایی سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور برنامه زمان‌بندی و هزینه در برنامه ششم توسعه را به صورت مجموع ۲,۷۳۵,۴۹۵ کیلومتر پرواز خطی با اعتبار مورد نیاز جمعاً حدود ۹۵۰ میلیارد تومان برای ۵ سال پیش‌بینی نموده است. دستاوردهای حاصل از پروژه پوشش سراسری ژئوفیزیک هوائی را بطور خلاصه می‌توان در قالب موارد زیر ذکر نمود:
  - کاهش بسیار زیاد در هزینه اکتشاف با کاهش ریسک اکتشاف و شناسایی مناطق دارای پتانسیل معدنی در زمانی کوتاه
  - شناسایی معادن بزرگ در کشور
  - شناسایی و اکتشاف ذخایر معدنی و هیدروکربنی جدید در نواحی عمقی شناخته شده و نیز در نواحی شناخته نشده و پوشیده
  - تولید داده‌های سطحی و عمقی جهت تهیه نقشه و کاربری‌های مختلف در مطالعات علوم و صنایع وابسته به زمین
  - تسهیل و امکان‌پذیری انجام مطالعات زیست‌محیطی و مهندسی با استفاده از داده‌های برداشت شده
  - امکان تعریف نمودن پروژه‌های تحقیقاتی و بکارگیری متخصصان دانشگاهی در زمینه‌های مرتبط با علوم زمین و هدایت پروژه‌های تحقیقاتی ذکر شده به سمت کاربردی شدن
- بر اساس نقش حاکمیتی سازمان زمین‌شناسی، اکتشاف مواد معدنی اعم از فلزی و غیرفلزی به عهده این سازمان می‌باشد. در جهت پیشبرد اهداف اکتشافی سازمان پیشنهاداتی به شرح زیر مطرح گردیده است:
  - افزایش بودجه‌های اکتشافی براساس نورم جهانی معادل یک درصد بودجه‌های اکتشافی دنیا
  - توجه جدی به اکتشاف مواد معدنی استراتژیک و High tech نظیر خاک‌های نادر، زیرکونیم، لیتیوم، ید، پتاس و منیزیم.
  - بلوک‌بندی محدوده‌های پرپتانسیل کشور منطبق بر کمربندهای متالوژنی و محیط‌های مساعد کانی‌سازی حاصل از لایه‌های اطلاعاتی زمین‌شناسی، ژئوفیزیک هوائی، دورسنجی، ژئوشیمی یکصدهزارم، هیدروژئوشیمی، bleg و زمین‌شناسی اقتصادی و انجام عملیات اکتشافی در فاز ۱/۲۵۰۰۰ جهت تکمیل اطلاعات معدنی و به طبع جذب سرمایه‌گذاری داخلی و خارجی برای ادامه اکتشاف در مراحل تفصیلی و یا بهره‌برداری و ایجاد صنایع معدنی در مناطق دارای گواهی کشف که سالانه می‌توان حداقل دو بلوک معدنی هر کدام ۱۲ تا ۱۵ هزارکیلومترمربع را پوشش داد.

- توجه جدی به امر فرآوری و کانه‌آرائی بویژه برای استفاده بهینه از ذخایر آلونیت، نفلین‌سینیت، تیتان، فسفات رسوبی، بنتونیت، شورابه‌های معدنی، خاک‌های نادر و دیگر ذخائر مشابه به منظور ایجاد و راه‌اندازی صنایع معدنی و استفاده حداکثر از ذخائر معدنی کشور
- تأمین و تجهیز آزمایشگاه فرآوری جهت استفاده از تکنولوژی‌های نوین
- تأمین تجهیزات پیشرفته مورد نیاز در زمینه اکتشاف کانسارهای پنهان
- اجرائی نمودن استراتژی اکتشاف تدوین شده توسط سازمان بویژه در بحث کاداستر (ثبت محدوده‌ها) و جذب بخشی از درآمدهای حاصل از حقوق دولتی و واگذاری محدوده‌های اکتشافی در امر اکتشاف بصورت مستمر.

- با توجه به وجود انواع مواد معدنی با ارزش در استان (اعم از کرومیت، بنتونیت، دیاتومیت، سنگ‌های تزئینی و ...) که دارای ذخایر با ارزشی در استان هستند، تکمیل چرخه ارزش افزوده چه در مرحله اکتشاف و چه ایجاد صنایع پایین دستی منجر به تحول وضعیت معدن در استان خواهد شد. در این رابطه به برخی از مهم‌ترین فرصت‌های سرمایه‌گذاری در استان اشاره شده است.

۱-۷-۲- بررسی چالش‌ها و راهکارهای پیشنهادی در حوزه معدن و صنایع وابسته در استان

- **اکتشاف منابع جایگزین**
- علیرغم جایگاه ممتاز استان یزد در مقدار تولیدات معادن (رتبه اول کشور با سهم حدود ۹ درصدی در کشور) و ارزش تولیدات آن (رتبه دوم کشور با سهم حدود ۳۰ درصدی) اما با مقایسه جایگاه استان از لحاظ میزان ذخیره و تولید در کشور به نظر می‌رسد ادامه فعالیت‌های معدنی استان با روند کنونی نیازمند اکتشاف و جایگزینی منابع جدیدی خواهد بود.
- در توضیح این مطلب به مقایسه سهم حدود ۲,۳ درصدی استان از مجموع ذخایر (قطعی و احتمالی) کشور با سهم حدود ۹ درصدی آن از کل تولیدات معدنی در کشور اشاره می‌گردد. همچنین در بررسی ذخیره و تولید استان به تفکیک گروه‌های مواد معدنی سهم استان از ذخیره فلزی و غیرفلزی کشور به ترتیب ۱۷ و ۳,۲ درصد است. در حالیکه سهم استان در تولید فلزی و غیرفلزی معادل ۳۰ و ۱۳ درصد گزارش شده است. لذا توجه به اکتشاف ذخایر جایگزین از اولویت‌های استان در ادامه فعالیت‌های معدنی است. این مسأله بویژه در رابطه با ذخایر سنگ آهن مطرح است که در سال‌های اخیر بیشترین حجم تولیدات استان و نیز بیشترین سرمایه‌گذاری را به خود اختصاص داده است.
- **چالش‌های صنعت فولاد در استان**
- توسعه صنایع فولاد در استان یزد مسأله بسیار مهم و قابل توجهی است که در حال حاضر به عنوان یکی از مهمترین چالش‌های سیاست‌گذاری در استان مطرح می‌باشد.

- راه‌اندازی صنایع تبدیلی و واحدهای فرآوری محصول در کنار معادن، هر چند مزایای بسیاری از جمله کاهش ضایعات و هزینه حمل و نقل، افزایش اشتغال، ارزش افزوده بیشتر و حفاظت بیشتر از منابع طبیعی را برای استان به دنبال خواهد داشت، اما نکته اساسی در این امر توجه به وجود منابع تأمین آب مورد نیاز در این صنعت است. در حال حاضر اگر چه استان یزد در زمره شش استان صنعتی کشور قرار گرفته و به قطب فولاد کشور تبدیل شده اما به نظر می‌رسد این‌گونه توسعه به دور از مؤلفه‌های پایداری بوده و لذا هم به لحاظ زیست محیطی و هم به لحاظ منابع آب زیرزمینی، استان را در شرایط بحرانی قرار داده که بسیاری از کارشناسان و کویرشناسان، آن را نگران‌کننده می‌خوانند.
- استقرار صنایع در استان‌های خشک و کویری مانند یزد، کرمان و کاشان که با ارائه راهکارهایی چون انتقال آب از زاینده‌رود، خلیج فارس و ... محقق می‌گردد، امری است که از سوی کارشناسان مورد تردید جدی قرار گرفته است. در این رابطه به معضلات و پیامدهای سوء متعددی نیز اشاره شده است که برخی از آنها عبارتند از:
  - هزینه بالای انتقال
  - حجم بالای سوخت که صرف شیرین کردن آب می‌شود
  - توسعه صنایع آب‌بر در منطقه کم آبی چون یزد در قلب کویر از سویی باعث افزایش جمعیت غیر بومی برای اشتغال در استان می‌گردد که خود نیاز به منابع آبی را افزایش داده و بحران آب را تشدید خواهد نمود و از سویی دیگر با مضاعف گردانیدن مشکلات معیشت جمعیت بومی استان را وادار به مهاجرت خواهد نمود.
  - تخلیه روستاها و نابود شدن کشاورزی
  - حجم بالای نمک که از شیرین کردن آب به دست می‌آید، هر کجا رها شود، محیط زیست منطقه را با خطر جدی مواجه می‌کند
  - پمپاژ آب به داخل لوله‌های انتقال با مرگ و نابودی آبزیان آن همراه خواهد بود
- در این میان آنچه به عنوان راه حلی جامع و منطقی به نظر می‌رسد پرهیز از هرگونه شتاب زدگی در اجرای چنین طرح‌های میلیاردی است تا با در نظر گرفتن مجموع نظرات کارشناسی و با مطالعه تمام مزیت‌ها و معایب تصمیمی را اتخاذ نماید که بیش از این منابع طبیعی و سرمایه ملی تجدید ناپذیر کشور است را دچار تهدید ننماید.
- از سوی دیگر آنچه به عنوان راه حل پیرامون چنین مسائلی در کشور به نظر می‌رسد توجه به توسعه پایدار کشور بدون در نظر داشتن منافع استانی و منطقه‌ای صرف است. این بدان معناست که سیاست‌گذاری توسعه در هر منطقه می‌بایست متناسب با شرایط اقلیمی و فرهنگی آن ناحیه بوده و هم راستا و همسو با حفظ و توسعه سرمایه‌ها و منافع ملی کشور اعمال گردد.
- **توسعه و تولید در معادن غیرآهنی**

- از سوی دیگر مقایسه سهم ذخیره و تولید به تفکیک انواع مواد معدنی، نشان دهنده عدم توجه کافی به برخی ذخایر در استان است. این مسأله بویژه در مورد ذخایر سرب و روی استان مطرح می‌باشد. بر اساس آمار موجود استان یزد با دارا بودن بیش از ۷۵ درصد ذخایر سرب و روی کشور تنها ۳۱ درصد از سهم تولید سرب و روی کشور را داراست. این سهم بیش از ۵۰ درصد مربوط به استان زنجان (سرب و روی انگوران) می‌باشد.
- معدن سرب و روی انگوران در استان زنجان در طول ۵۰ سال گذشته به‌عنوان بزرگترین معدن سرب و روی کشور مورد بهره‌برداری قرار گرفته است و تأثیر بسیار مهمی بر اقتصاد این استان و مناطق اطراف آن داشته است. این در حالی است که بر اساس اعلام مسئولان معدن، ذخایر این معدن رو به پایان است و در ۱۲ سال آینده تمام می‌شود و تنها ۹ میلیون تن از ذخایر این معدن باقی مانده است. این مسأله در ارتباط مستقیم با واحدهای فرآوری فعال در کشور نیز بوده و بی شک فعالیت این واحدها را دچار اشکال خواهد نمود. در حال حاضر بر اساس سهمیه‌بندی مصوب، ۸۳ درصد ماده معدنی استخراج شده این معدن در استان زنجان و ۱۷ درصد در سایر استان‌ها توزیع می‌شود. با خاتمه ذخیره خاک معدن انگوران صنعتگران این حوزه می‌بایست به‌دنبال پیدا کردن پتانسیل‌های جایگزین در داخل و خارج از کشور باشند. در این رابطه از جمله معادنی که می‌توان روی آن سرمایه‌گذاری‌های خوبی انجام داد معدن «مهدی‌آباد» است که به تنهایی بیش از ۲۰۰ میلیون تن ذخیره دارد.
- این مسأله به طرز مشابهی در مورد ذخایر باریت و مس نیز در استان مطرح می‌باشد. استان یزد با دارا بودن بیش از ۵۰ درصد از ذخایر باریت کشور ۳۰ درصد از تولید آن را در اختیار دارد و همچنین علیرغم وجود ذخایر مس (۳ درصد از ذخیره کشور) بر اساس آمار منتشره تولیدی در این رابطه در استان به ثبت نرسیده است.
- وجود عناصر کمیاب همراه با کانسارهای آهن و آهن- آپاتیت ناحیه بافق از مهمترین ویژگی‌های معدنی در استان یزد می‌باشد. در شرایط کنونی که میزان مصرف این عناصر را به‌عنوان شاخص رشد صنعتی کشورها منظور می‌گردد، توجه به امر پی‌جویی و بررسی دقیق اکتشافی برای این عناصر بویژه در مناطق مستعدی چون استان یزد ضروری به نظر می‌رسد. فرآوری عناصر خاکی و افزایش عیار، ارزش افزوده فراوانی برای معادن کشور به همراه خواهد داشت.
- **توسعه زیر ساخت آموزشی استان**
- تأسیس مراکز آموزش علمی کاربردی به منظور آموزش تخصصی و تربیت نیروی انسانی بومی برای شرکت-های معدنی و خدمات رسانی به سایر صنایع استان از دیگر نیازهای استان است.
- **حل تعارضات زیست محیطی معادن**
- عدم پایبندی به الزامات و قوانین زیست محیطی منجر به بروز انواع بیماری‌های خطرناک خواهد شد. در این خصوص، گرد و غبار و بخارات سمی، آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی، آلودگی خاک به عناصر و

مواد شیمیایی مضر از عوامل اصلی ابتلا به بیماری‌های معدنی محسوب می‌شوند. نتایج برخی بررسی‌ها در استان یزد نشان داده است که تنها در دهه اخیر، آلودگی‌های زیست محیطی و عدم استفاده از فناوری‌های پیشرفته و فیلترهای مناسب در این خصوص منجر به افزایش آلودگی‌هایی چون ذرات معلق، مونواکسیدکربن، دی‌اکسیدگوگرد، دی‌اکسیدازت و گاز فلوئور در استان شده که با تاثیراتی از قبیل ناراحتی چشم، عوارض و حساسیت‌های تنفسی، حمله‌های آسمی، ابتلا به انواع سرطان، تهدید سلامتی افراد مبتلا به بیماری‌های قلبی- عروقی، ایجاد مشکلات مغزی، اخلال در روند طبیعی تشکیل جنین و سلامت جسمی و مغزی نوزادان، بروز افسردگی و غیره شده است. برخی اطلاعات همچنین نشان داده است که استان یزد از میان ۱۰ سرطان کشنده و خطرناک کشور، در هشت مورد رتبه اول یا دوم را دارد.

- موضوع احیای محیط زیست و منابع طبیعی پس از بهره‌برداری و استخراج معادن مسأله‌ای است که نه‌تنها در استان یزد بلکه در کشورمان رعایت نشده و بهره‌برداران معادن عرصه‌های تخریب شده منابع طبیعی را به همان حال رها می‌کنند. این در حالیست که در بسیاری از کشورها بهره‌برداران موظف هستند که تخریب‌های صورت گرفته را با کاشت درخت و یا با پرداخت خسارت برآورد شده توسط کارشناسان، جبران کنند. بنابراین، تضمین اجرایی و رعایت قوانین و حتی اصلاح برخی از قوانین در زمینه بهره‌برداری از معادن به منظور اجرای اصولی و منطبق با محیط زیست ضرورت دارد. به عنوان نمونه می‌توان به منطقه مسکونی- معدنی عبدالله از توابع دهستان دهشیر استان یزد اشاره کرد که به عنوان منطقه تمرکز سرطان‌های ناشی از آلودگی آب، خاک و گیاه شناخته شده است. شرایط بسیار خاص منطقه به لحاظ زمین‌شناسی، خاکشناسی، آبشناسی و گیاه‌شناسی باعث شده است تا میزان فلزات سمی نظیر جیوه، سرب، روی، کادمیوم ناشی از فعالیت معدنی در اطراف روستا گاهی تا ۱۵ برابر میزان مجاز ثبت گردد. آلودگی‌های خاک که ناشی از استحصال و پالایش کانسارهای سرب و روی در نزدیکی منطقه مسکونی است به صورت مستقیم و غیرمستقیم منجر به آلودگی مخازن آب زیرزمینی و سیستم‌های قناتی منطقه و در نهایت آلودگی آب شرب یا کشاورزی روستا شده است که خود موجبات آلودگی گیاهی منطقه که به عنوان علوفه مورد مصرف دام خواهد شد. علاوه بر این، در تمامی مسیر انتقال که آب‌های قنات، کانال و چشمه‌ها از لایه‌های کافی و از فلزات سنگین عبور می‌کنند، خاک مناطق به شدت آلوده به عناصر سنگین است. آلودگی آهن در تمامی مناطق عبدالله به شدت دیده می‌شود به طوری که به جزئی از رنگ معمول آب آشامیدنی تبدیل شده است. این خاک‌ها علاوه بر آلودگی به این فلزات به شوینده‌های سرب و روی کارخانه فرآوری آغشته‌اند و این حلال‌های آلی به شدت برای انسان خطرناک و مضر هستند.
- به عنوان راه‌کارهای عملی به منظور کنترل آلودگی‌ها در چنین مناطقی می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:
- استفاده از روش‌های پاکسازی نوین در آب، خاک، گیاه و استفاده از گیاهانی که دارای قابلیت تجمع فلزات سمی هستند.
- استفاده از زهکش مناسب و تغییر مسیر آب‌های جاری و کانال‌ها از نزدیکی مناطق معدنی.

- نظارت بر حسن اجرای ضوابط و دستورالعمل‌های ناشی از رعایت اصول محیط زیستی و بهداشتی توسط صاحبان صنایع و معادن.

۱-۷-۳-راهکارهای پیشنهادی در حوزه مخاطرات محیطی

- شرایط اقلیمی، ریخت‌شناسی و زمین‌شناسی در کنار رشد جمعیت، گسترش بی‌رویه شهرها، ساخت‌وسازهای انبوه و افزایش فعالیت‌های صنعتی و معدنی سبب تشدید خسارت رخدادهای مهلک می‌گردد. بطوریکه در کشوری مانند ایران حدود ۱۰ درصد تولید ناخالص کشور سالیانه صرف پرداخت خسارت ناشی از این پدیده‌ها می‌گردد. بنابراین لازم است که نقشه‌های پهنه‌بندی خطر برای استان‌های مختلف تهیه شده و با رعایت استانداردهای مربوطه در اجرای پروژه‌های عمرانی، توسعه‌ای و اقتصادی مد نظر قرار گیرد.
- **راهکارهای پیشنهادی جهت کاهش اثر رخداد زمین‌لرزه در استان**
- با توجه به وجود شریان های حیاتی و تأسیسات صنعتی در این استان، به منظور مقابله با پیامدهای سوء رخداد زمینلرزه، اهمیت اتخاذ تصمیمی جدی برای مدیریت بحران رخداد زمینلرزه بیش از پیش یادآور می‌شود. در این مجال سعی شده است تا راهکارهای علمی- اجرایی مناسب به‌منظور کاهش اثر رخداد زمینلرزه بر جمعیت ساکن و زیرساخت‌های موجود در گستره مورد بررسی، پیشنهاد گردد:
- تکمیل و به‌روزرسانی اطلاعات لرزه‌خیزی می‌تواند به‌منظور تحلیل وضعیت موجود در سطح استان یزد و در نهایت تصمیم‌گیری‌های کلان مدیریتی سودمند باشد. در این راستا، تحلیل خطر زمین‌لرزه در مقیاس استانی و با استفاده از داده‌های جدید (زمین‌لرزه‌ها و اطلاعات جدید به‌دست آمده از موقعیت گسل‌ها) توصیه می‌گردد. بدین منظور مراحل ذیل پیشنهاد می‌گردد:
  - تهیه مدل زمین‌ساختی و لرزه‌زمین‌ساختی استان یزد
  - تهیه و به‌روزرسانی بانک اطلاعات گسل‌های استان یزد
  - بررسی‌های دیرینه لرزه‌شناسی تکمیلی بر روی شماری از گسل‌های فعال ایران
  - تهیه کاتالوگ و بررسی سازوکار ژرفی زمین‌لرزه‌ها، داده‌های مه‌لرزه‌ای و شناسایی چشمه‌های لرزه‌ای مربوط
  - پردازش و گزینش داده‌های زمین‌لرزه‌های اصلی و برآورد پارامترهای لرزه‌خیزی بر پایه روابط کاهندگی توسعه یافته برای استان یزد
  - تحلیل خطر زمین‌لرزه، تعیین پارامترهای جنبش نیرومند زمین و تهیه نقشه‌های هم‌شتاب برای دوره بازگشت‌های مناسب
  - تهیه طیف پاسخ زمین برای شهرهای بزرگ و دارای نرخ لرزه‌خیزی بالا

- بررسی و شناسایی گسلش‌های سطحی- زمین‌لرزه‌ای پیش از اقدام به ساخت بناهای جدید به‌منظور رعایت حریم ساخت‌وساز ایمن
- محدود کردن گسترش ساخت‌وساز مناطق شهری به سوی پهنه گسلش بر پایه نقشه‌های به‌روز شده
- اجتناب از ساخت سازه‌های با اهمیت بسیار زیاد در پهنه‌های گسلی به‌ویژه گسل‌های اصلی (گسل‌های با طول بیش از ۱۰ کیلومتر)
- اختصاص کاربری های کم خطر و یا کم تراکم نظیر فضای سبز، معابر، فضاهای ورزشی و تفریحی با سازه‌های سبک در محدوده پهنه‌های گسلی به‌ویژه گسل‌های اصلی
- جلوگیری از گسترش حاشیه‌نشینی به‌منظور کاهش خسارات زمین‌لرزه‌های احتمالی
- رعایت اعداد مربوط به پارامتر شتاب زمین در ساخت‌وسازها بر پایه داده‌های به‌روز شده
- توجه ویژه به مناطق دارای پتانسیل ایجاد مخاطرات ثانویه زمین‌لرزه به ویژه: مناطق ناپایدار دامنه‌ای، شهرهای پائین دست سدها و ...
- پیش‌بینی نظام‌های هشداردهنده زمین‌لرزه و سونامی (Early Warning System) و برنامه‌های تخلیه شهر و مکان‌یابی مناطق مناسب برای اسکان موقت و ...
- **راهکارهای پیشگیری از جاری شدن سیل در استان**
- در راستای کاهش خطرات ناشی از سیل در استان می‌بایست اقدامات پیشگیرانه‌ای صورت گیرد که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود:
  - گسترش و احیای پوشش گیاهی در حریم رودخانه‌ها و اطراف شهرها و روستاها
  - کاهش سرعت حرکت آب‌های جاری از طریق احداث بندها، سدها و پلکانی کردن زمین‌های شیب‌دار
  - جلوگیری از تعرض مردم به حریم رودخانه‌ها
  - استفاده از نظرات جغرافی‌دانان در مکان‌یابی سکونت‌گاه‌های شهری و روستایی
  - رعایت اصول فنی و مهندسی در اجرای فعالیت‌های عمرانی
  - تهیه نقشه مناطق سیل‌خیز
  - تأسیس ایستگاه‌های مجهز هواشناسی جهت پیش‌بینی دقیق شرایط جوی
- **اولویت‌های مطالعاتی و اجرایی در کنترل فرسایش خاک در استان یزد**
- پوشش گیاهی و هوموس در جلوگیری از هر دو نوع فرسایش (آبی و بادی) بسیار مؤثر است. هر اقدامی که به افزایش پوشش گیاهی سطح خاک کمک کند، گامی در راستای کاهش فرسایش خاک است. مؤثرترین روش ها باید منطبق بر شرایط خاص و بومی استان یزد و با توجه به ویژگی ها و شرایط منطقه انتخاب و اجرا شود، اقداماتی چون تثبیت ماسه های روان، جنگل کاری و توسعه فضای سبز، مالچ پاشی و احداث باد شکن زنده وغیر زنده، (باد شکن زنده با استفاده ازگیاهان بومی منطقه ، مانند

گونه تاغ وگز) به ویژه درمسیر در خطوط راه‌آهن و راه های ارتباطی برای مبارزه با بیابان زایی انجام شده است.

- ایجاد مالچ های سنگریزه ای ازدیگر شیوه های کنترل فرسایش بادی است که با شرایط حاد اکولوژیکی متناسب است؛ به نحوی که کمترین میزان مصرف آب و نگهداری لازم دارد. این روش الهام گرفته از طبیعت است. این مواد از معادن شن و ماسه می تواند تأمین شود. حفاظت و قرق اراضی مرتعی وبرنامه های حفاظت آبخیزها وآبخیزداری از اقدامات مهم و مورد نیاز استان به منظور جلوگیری از خسارات ناشی از هجوم ماسه های روان به اراضی کشاورزی، تأسیسات اقتصادی، روستاها، راههای ارتباطی و ... می باشد.
- بر این اساس، برای اراضی استان یزد نیز می‌بایست طرح‌های مطالعات تفصیلی و اجرایی آبخیزداری توسط مشاورین ذیصلاح و مجرب با هماهنگی و نظارت مراجع ذیصلاح تهیه و تدوین شود. همچنین، می‌بایست طرح‌ها و پروژه‌های حفاظت خاک با هدف پژوهش در حیطه حفاظت آب و خاک و مقابله با فرسایش خاک و تبعات ناشی از آن باعناوینی همچون زیر مطرح گردند:
  - بررسی و شناسایی فرایندها و عوامل مؤثر در فرسایش خاک و تولید رسوب
  - بررسی روش‌های پیش‌گیری و کاهش و کنترل فرسایش خاک و تولید رسوب
  - بررسی و شناسایی روش‌های مختلف سنتی و نوین در حفاظت منابع آب‌وخاک
  - بررسی و تحقیق روش‌های حفظ محیط زیست از تأثیرات فرسایش خاک و رسوب
  - افزایش آگاهی در مدیریت صحیح منابع آب و خاک در اراضی واقع در حوضه‌های آبخیز
- نکته قابل تأمل این است که برای جلوگیری و یا کاهش اثرات یاد شده، نیاز به برنامه‌ریزی و اجرای اقدامات حفاظت خاک و کنترل رسوب در چارچوب طرح‌های آبخیزداری می‌باشد. اما لازمه برنامه‌ریزی و اتخاذ تصمیم به‌منظور کاهش فرسایش و مهار تولیدوحمل رسوب، آگاهی از میزان فرسایش و تولید رسوب در یک حوضه آبخیز و شناسایی مناطق بحرانی و اولویت‌بندی آن‌ها برای اجرای برنامه‌ها و اقدامات آبخیزداری است. عدم وجود یا کمبود داده‌ها در زمان فرسایش خاک و تولید رسوب در بسیاری از حوضه‌های آبخیز کشور، بکارگیری روش‌های تجربی و مناسب برای برآورد فرسایش خاک و رسوب‌زایی را ایجاب می‌نماید.

لازم به ذکر است که اقدامات لازم درباره جلوگیری از فرسایش خاک و انتخاب روش و بکارگیری وسیله صحیح برای مبارزه با آن باید با مطالعات و بررسی‌های دقیق و توجه به وضع اقلیمی و جغرافیایی و حتی اجتماعی استان صورت‌گیرد و نباید تنها به‌یک فرمول و یا یک دستورالعمل برای مبارزه با فرسایش برای کلیه نقاط بسنده نمود.

- **اولویت‌های مطالعاتی و اجرایی در کنترل سرمازدگی در استان یزد**
- مخاطره سرمازدگی در سال‌های متمادی در سطح استان یزد رخ داده است، بنابراین لازم است از طریق آموزش و تشویق کشاورزان به کاشت گونه‌های مقاوم و دیررس، خسارات ناشی از سرمازدگی را

کاهش‌داد. با پیش‌بینی کاهش دما توسط اداره هواشناسی، کشاورزان می‌توانند برحسب نوع سرما و میزان افت دما از روش‌هایی مانند پخش دود، غرقابی کردن، آبیاری بارانی، استفاده از کودهای پتاسه در زمان کاشت، حذف گیاهان پوششی نظیر علف‌های هرز قبل از بروز سرما، رعایت دقیق تاریخ کاشت و برداشت محصول، آبیاری محصولات قبل از سرمای شدید، استفاده از گونه‌های مقاوم به سرما و استفاده از ماشین‌آلات و مکانیزاسیون جدید مانند استفاده از بخاری‌های باغی در جهت کاهش خسارات استفاده نمایند.

- پدیده‌های مختلف جوی و اقلیمی در هر منطقه- همچون پدیده سرمازدگی- اگر به‌صورت دقیق شناسایی شوند و چگونگی آن مشخص گردد، می‌توان به‌طور کیفی و توصیفی از اثرات منفی آن جلوگیری نمود و از اثرات مثبت آن نهایت بهره را برد. در این زمینه، با استفاده از آمار هواشناسی و تهیه "اطلس احتمال وقوع حداقل دمای استان یزد"، می‌توان تاریخ وقوع انواع سرمازدگی‌ها را برای تصمیم‌گیری جهت انتخاب تاریخ مناسب کاشت و برداشت محصولات کشاورزی در نقاط مختلف استان پیش‌بینی نمود.
- همچنین می‌بایست راههای تعدیل و پیشگیری خسارات توسط مدیران استان بررسی شود و با ایجاد شبکه پایش و پیش بینی دقیق و به موقع و انجام اقداماتی نظیر ایجاد بانک اطلاعاتی پدیده های مخرب جوی در سطح استان می توان میزان خسارت کشاورزان را به‌حداقل رساند.
- شناسایی و اجرای طرح های پژوهشی در راستای شناخت این پدیده و اقدامات پیشگرانه جهت جلوگیری از خسارات احتمالی مانند یافتن گونه‌های مقاوم به سرما و سازگار با اقلیم استان یزد از طریق همکاری با پژوهشگران، محققان، اساتید و دانشجویان در مراکز عالی و دانشگاه‌های استان از دیگر اولویت های مهم در این زمینه می باشد.
- **راهکارهای پیشنهادی مربوط به ناپایداری‌های دامنه‌ای در استان یزد**
- با وجود پتانسیل وقوع زمین‌لغزش در استان توصیه می‌گردد، بانک داده‌های زمین‌لغزش های استان تکمیل و بروز گردد.
- پهنه‌بندی مناسب به صورت سیستماتیک با تهیه نقشه‌های کوچک مقیاس استانی در گام اول و به‌دنبال آن با شناسائی پهنه پرخطر و با توجه به خطرپذیری مناطق، نقشه‌های میان‌مقیاس و بزرگ‌مقیاس مناسب از پهنه‌های با خطر بالا در سطح استان تهیه شود.
- با توجه به زمین‌لغزش‌های قدیمی، سابقه ناپایداری‌های ایجاد شده به‌وسیله زمین‌لرزه‌ها در استان قابل‌تشخیص‌است. در این رابطه توصیه می‌گردد، نقشه‌های پهنه‌بندی زمین‌لغزش‌های حاصل از بیشینه زمینلرزه در ارتباط با گسل‌های فعال تهیه گردد.
- جاده هائی که خطر زمین لغزش و ریزش در آنان وجود دارد تحت مطالعات پایداری شیب قرار گرفته و خصوصاً پهنه بندی و مطالعات در رابطه با بخش هائی که سابقه رخداد زمین لغزش را دارا می باشند به تفصیل انجام و در اولویت مطالعه قرار گیرد.

- با توجه به خطر و خطرپذیری زمین‌لغزش در مناطق شهری و روستاها و رشد این مناطق به‌سوی بخش‌های با شیب بیشتر و در نتیجه ناپایدارتر، توصیه می‌گردد، در تهیه نقشه‌های گسترش شهری و طرح‌های هادی حتماً مخاطرات مربوط به ناپایداری شیب‌ها به‌وسیله متخصصین لحاظ گردیده و برآورد گردند.
- با توجه به پتانسیل وقوع زمین‌لغزش بالا می‌بایست در طرح‌های عمرانی توجه خاصی به ارزیابی‌های مربوط به ناپایداری‌های دامنه‌ای مبذول گردد.
- **راهکارهای مقابله با افت سطح آب‌های زیرزمینی و پیامدهای ناشی از آن در استان یزد**
- مدیریت منابع آبی در جهت تأمین نیازهای بشر و کاهش خسارات ناشی از برداشت‌های بی‌رویه، موضوع پیچیده‌ای است که با افزایش جمعیت و میزان تقاضا در سال‌های آینده مشکل‌تر نیز خواهد شد. عوامل متعددی در افت سطح آب زیرزمینی نقش دارند که برای انتخاب راهکار مدیریتی مناسب ابتدا باید به عوامل اصلی افت سطح آب توجه نمود.
- عوامل مهم افت سطح آب زیرزمینی در استان یزد، شرایط مساعد زمین‌شناسی، استمرار پدیده خشک‌سالی و کاهش نزولات جوی، رشد جمعیت و توسعه استان، افزایش تقاضای آب زیرزمینی (عمدتاً در بخش کشاورزی و باغداری)، تغییر کاربری زمین، بهره‌برداری بی‌رویه و غیرمجاز از منابع آب‌زیرزمینی و به‌تبع آن، افزایش افت سطح آب‌زیرزمینی همراه با کسری آبخوان‌ها می‌باشد.
- از راهکارهای عملیاتی در این زمینه، مدیریت صحیح، تأمین منابع آبی، شناسایی منابع جدید و استفاده بهینه از منابع آبی موجود است. مدیریت منابع آبی به‌معنی استفاده دقیق از آب و حفاظت منابع آبی است که کمیت و کیفیت آب را شامل می‌شود.
- در ادامه، برخی طرح‌ها و اقدامات ضروری در راستای حفاظت از آبخوان‌های استان یزد با هدف احیاء و تعادل‌بخشی سفره‌های آب زیرزمینی پیشنهاد می‌گردد:
  - سیاست‌های جمعیتی
- یکی از دلایل اصلی بحران آب در کشور و نیز استان یزد، افزایش بی‌رویه جمعیت بدون لحاظ نمودن کمبود و محدودیت منابع آبی بوده است. از این‌رو، یکی از راهکارهای اساسی برای فائق آمدن بر بحران آب این استان، اتخاذ و اجرای سیاست‌های جدی کنترل جمعیت است.
  - مدیریت بهره‌وری آب در بخش کشاورزی؛ از طریق اقداماتی به‌شرح ذیل:
- اجرای سیستم‌های نوین آبیاری در اراضی زراعی و باغی به‌منظور کاهش حجم مصرف آب و افزایش راندمان آبیاری در بخش کشاورزی (همچون توسعه سیستم‌های آبیاری تحت‌فشار، قطره‌ای و بارانی)
- تجهیز و نوسازی شبکه‌های آبیاری و زهکشی (همچون انتقال آب از طریق لوله به مزارع کشاورزی به‌منظور کاهش تبخیر و نفوذ آب داخل انهار به خاک)

- تهیه الگوی کشت زراعی و باغی بهینه با توجه به ظرفیت هر محدوده مطالعاتی (همچون توسعه کشت‌های گلخانه‌ای، بهره‌گیری از بذرهای اصلاح شده و برنامه‌ریزی و اولویت‌بندی کشت محصولات زراعی)
- جلوگیری از توسعه سطح زیر کشت محصولات زراعی و باغی با رویکرد افزایش تولید محصولات پروتئینی به‌خصوص فعالیت‌های دامپروری
- استفاده از آب‌های کشاورزی برای پرورش آب‌زیان گرمابی قبل از استفاده در کشاورزی به‌منظور بهره‌وری بیشتر از آب کشاورزی، افزایش درآمد کشاورزی و ایجاد اشتغال بیشتر
- جایگزینی و توسعه کشت محصولات کشاورزی با مصرف آب کمتر و درآمدزایی بیشتر به‌جای محصولات آب‌بر و کم‌بازده
- احداث استخرهای ذخیره آب آبیاری
- اجرای زهکش زیرزمینی
  - کاهش میزان آبدهی چاه‌ها مطابق با تغذیه آن از طریق اقداماتی به‌شرح ذیل:
- تعیین محدوده‌های مطالعاتی دارای برداشت بی‌رویه آب‌زیرزمینی به‌عنوان مناطق ممنوعه
- عدم صدور مجوزهای جدید بهره‌برداری
- پایش برداشت از چاه‌های مجاز از طریق نصب کنتورهای هوشمند
- جلوگیری از برداشت‌های غیرمجاز به‌واسطه عدم شارژ کارت‌های چاه، کاهش منصوبات چاه‌ها و یا مسدود نمودن چاه‌های غیرمجاز
- خرید چاه‌های کم‌بازده کشاورزی
- اصلاح قوانین در رابطه با قیمت‌گذاری واقعی آب
- اصلاح تأسیسات و تجهیزات و ترویج استفاده از تجهیزات کاهنده مصرف
  - انجام عملیات تسطیح اراضی به‌منظور کاهش حجم مصرف آب
  - بازچزخانی پساب حاصل از تصفیه فاضلاب‌های شهری و روستایی مناسب جهت آبیاری تولیدات کشاورزی و اختصاص آب مناسب کشاورزی معادل آن برای مصارف شرب و صنعت
  - استفاده از آب‌های غیرمتعارف لب‌شور و شور مناسب برای کشاورزی و اختصاص آب‌های مناسب کشاورزی معادل آن برای مصارف شرب و صنعت
  - تعادل‌سازی بین مصرف آب شرب، صنعت و آب بخش کشاورزی
  - احداث سدها و مخازن به‌منظور تأمین و ذخیره آب‌های شیرین برای شرب
  - جداسازی آب فضای سبز از آب شرب و تنوع‌بخشی در سامانه‌های تأمین و توزیع آب از جمله جداسازی آب شرب از کشاورزی و بهداشت
  - بررسی و اجرای طرح‌های تغذیه‌ای آبخوان‌ها در دشت‌های ممنوعه استان؛ از طریق اقداماتی به‌شرح ذیل:

- مهار آب‌های سطحی به‌واسطه احداث و بهره‌برداری از بندها و سدهای مخزنی، تغذیه‌ای و انحرافی
- تغذیه مصنوعی آبخوان‌ها به‌وسیله سیلاب‌های فصلی
- بازچرخانی پساب حاصل از تصفیه فاضلاب‌های شهری، روستایی و صنعتی مناسب برای تغذیه مصنوعی آبخوان‌ها
- بررسی و استفاده از شکستگی‌های زمین با هدف تغذیه مصنوعی آبخوان
  - بررسی و اجرای طرح‌های تأمین و انتقال آب از منابع آبی داخل یا خارج استان به شهرها و محدوده‌های مطالعاتی دارای برداشت بی‌رویه آب‌زیرزمینی
  - حفظ، نگهداری و احیای قنوات
  - شناسایی، مطالعه و اجرای طرح شناسایی منابع آب سازندهای تحت پوشش استان
  - بررسی و اجرای طرح‌های ایجاد برودت، تولید ابر و باران‌زایی از طریق فناوری‌های نوین به‌عنوان راهکارهای تولید آب
  - استقرار گروه‌های گشت و بازرسی
  - استقرار و توسعه ایستگاه‌های اندازه‌گیری جی‌پی‌اس (GPS) در دشت‌های ممنوعه استان از اقدامات ضروری در راستای کنترل مداوم نشست زمین می‌باشد.
- علاوه بر این با انجام اقداماتی نظیر فرهنگ‌سازی، آموزش همگانی، اطلاع‌رسانی و افزایش سطح دانش بهره‌برداران (به‌منظور چشم‌پوشی از برخی منافع کوتاه‌مدت) می‌توان میزان افت سطح آب‌های زیرزمینی و پیامدهای ناشی‌از آن را در استان یزد به‌حداقل رساند.
- **اولویت‌های مطالعاتی به‌منظور مقابله با فرونشست زمین در استان یزد**
- پژوهش در زمینه پیش‌بینی و شناخت مناطق دارای رخداد فرونشست زمین از طریق بررسی‌های جامع زمین‌آب‌شناسی در محدوده دشت‌های موردنظر به‌همراه مطالعات سیستماتیک فرونشست و پایش آن می‌تواند ضمن مشخص نمودن وسعت و نرخ این پدیده، اطلاعات پایه مناسبی را برای مدیران و برنامه-ریزان استان جهت مقابله با این پدیده و حفظ سازه‌ها و تأسیسات در معرض خطر فراهم آورد.
- در ادامه، به‌عنوان اولویت‌های پژوهشی استان یزد در راستای مرتفع نمودن مشکلات و مسائل آب استان، محورهای مطالعاتی ذیل پیشنهاد می‌گردد:
  - زمین‌آب‌شناسی و منابع آب‌زیرزمینی
- مطالعات شناسایی سفره‌های تحت‌فشار در محدوده کویرهای استان
- بررسی عوامل تأثیرگذار در عمر مفید چاه‌ها در مناطق مختلف و راهکارهای افزایش عمر چاه‌ها
  - مدیریت منابع آب
- مدل‌سازی کمی و کیفی آب دشت‌های مهم استان و پیش‌بینی روند آن
- بررسی چالش‌ها و اثرات افت سطح آب‌زیرزمینی بر جامعه کشاورزی استان در حال و آینده و ارائه راهکارهای مقابله با آن

- بررسی پتانسیل پدیده نشست منطقه‌ای در دشت‌های ممنوعه استان
- بررسی چگونگی تأثیر تغییر سیستم‌های آبیاری از سطحی به تحت‌فشار در صرفه‌جویی منابع آب استان و نقش احتمالی آن در تعادل‌بخشی آب‌زیرزمینی
  - تغییر اقلیم، خشک‌سالی و سیل
- بررسی اثرات تغییر اقلیم و خشک‌سالی‌ها بر منابع آبی استان
- بررسی برنامه جامع مدیریت منابع آب در بحران خشک‌سالی
  - منابع آب غیرمتعارف
- امکان‌سنجی بهره‌برداری از آب‌های غیرمتعارف و منابع آب شور
- مطالعه پتانسیل گردآوری آب باران و فرصت‌های استفاده از آن در محیط‌های شهری و روستایی
- محاسبه بیلان آب مجازی در بخش خدمات، کشاورزی و صنعت

- **راهکارهای مقابله با شوری آب در استان**

- تداوم روند شوری آب موجب افت کمی و کیفی منابع آب و بحرانی شدن برخی از دشت‌های استان یزد گردیده است. استفاده بهینه از اندک منابع آبی موجود، حفظ این منابع ارزشمند و تعادل‌بخشی آبخوان‌ها از اصول اولیه مدیریت منابع طبیعی در این منطقه به‌شمار می‌رود. برنامه‌ریزی‌ها و اتخاذ تصمیمات مدیریتی در این زمینه و همچنین مطالعه روند بهبود یا تخریب منابع آب در مقیاس استانی نیاز به داده‌ها و نقشه‌هایی با توزیع مکانی پیوسته در مقیاس کلان دارد.

- **تحلیل خطرپذیری یکپارچه**

- به‌عنوان بخشی از دستورالعمل آتی ارزیابی مخاطرات طبیعی استان یزد، پیشنهاد می‌گردد، ارزیابی ریسک تمام مخاطرات طبیعی استان در مقیاس مکانی تفصیلی‌تر و با لحاظ شاخص‌های آسیب‌پذیری ناشی از پتانسیل وقوع این مخاطرات صورت گیرد.
- همچنین ضروری است، صحت تحلیل خطرپذیری به‌دست آمده بر اساس درجات پتانسیل مخاطرات یکپارچه و آسیب‌پذیری کلی استان- به‌عنوان بخشی از نتایج این مدل آمایشی- در انطباق با آمار تلفات و خسارات مخاطرات استان سنجیده شود. در شرایط وجود انطباق بالای نتایج حاصله با آمار موجود، امکان معرفی مناطق دارای پتانسیل مدیریت ریسک مخاطرات طبیعی با احتمال وقوع و پتانسیل خسارت بالا و همچنین اطمینان ارزیابی خطرپذیری بالا در سطح استان یزد افزایش‌خواهدیافت.

- **راهکارهای پیشنهادی در حوزه زمین‌شناسی پزشکی**

- با توجه به اهمیت انجام پژوهش‌های بنیادی در رابطه با زمین‌شناسی پزشکی در کشور در صورت عدم شناخت کافی از آلودگی‌های محیط زیست با منشأ طبیعی و زمین‌ساخت و عدم شناخت از اپیدمی‌ها و همه‌گیری بیماری‌های مزمن و حاد بزرگ و کوچک مقیاس و عدم تشخیص صحیح از موقعیت مکانی ناهنجاری‌های محیطی هر ساله ضررو زیان قابل توجهی در کشور ایجاد خواهد شد. از این رو به منظور

دستیابی به اهداف این طرح پیشنهاداتی مطرح گردیده که امیدوار است بتوان در برنامه ششم توسعه بدان‌ها دست یافت:

- فعال‌سازی و رفع موارد قانونی مرکز تخصصی بین‌المللی تحقیقات زمین‌شناسی پزشکی کشور و ایجاد خط مشی هماهنگ و سامان‌دهی تحقیقات علوم بین رشته‌ای زمین‌شناسی پزشکی در کشور
- برنامه‌ریزی مدون و تخصیص منابع مالی، جهت انجام طرح‌های ملی در مناطق الویت‌دار کشور که دارای بالاترین میزان بروز بیماری در انسان و حیوانات هستند.
- مطالعات زمین‌شناسی پزشکی استانی با در نظر گرفتن استان‌های الویت‌دار کشور از جمله استان آذربایجان غربی به دلیل بروز ریزگردهای حاصل از خشک شدن دریاچه ارومیه و تأثیر آن بر سلامت ساکنین.
- همکاری بلافصل ارگان‌های مسئول بهداشت و سلامت جامعه در واگذاری اطلاعات و آمار و تهیه بانک اطلاعاتی زمین‌شناسی پزشکی با حمایت عالی‌ترین مقامات کشور از فعالیت‌های مرکز تخصصی بین-المللی تحقیقات زمین‌شناسی پزشکی کشور برای تحقق رویکرد سلامت همه‌جانبه و داشتن انسان سالم
- ایجاد فضای مناسب برای همکاری های بین‌المللی و ارتقا سطح کشور در انجمن بین‌المللی زمین‌شناسی پزشکی
- اولویت پیشگیری بر درمان با شناخت عوامل خطرزای محیطی و زمین‌شناسی
- کاهش مخاطرات و آلودگی‌های تهدیدکننده سلامت مبتنی بر شواهد معتبر علمی
- تهیه پیوست سلامت برای طرح‌های کلان توسعه‌ای منطبق با مطالعات بنیادی زمین‌شناسی پزشکی
- ارتقاء شاخص‌های سلامت برای دستیابی به جایگاه اول در منطقه آسیای جنوب غربی- که این خود یکی از اهداف کشور برای ارتقا در سطح انجمن بین‌المللی زمین‌شناسی پزشکی است.
- یکپارچگی در سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی، ارزش‌یابی، نظارت و تخصیص منابع مالی و حمایت معنوی از ارزش تحقیقات کاربردی و بین رشته‌ای نظیر زمین‌شناسی پزشکی و زیست‌محیطی
- اصلاح الگوی تغذیه جامعه با بهبود ترکیب و سلامت مواد غذایی با مطالعات زمین‌شناسی پزشکی

۱-۷-۴-راهکارهای پیشنهادی در حوزه زمین‌گردشگری

- سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور به منظور بهره‌مندی اصولی و پایدار از طبیعت به گونه‌ای که بتواند زمینه‌ای برای ثبت ملی و جهانی منطقه به عنوان یک ژئوپارک بوده باشد، طرح‌هایی پیشنهادی ارائه نموده است که در ادامه بدان اشاره می‌گردد. انجام این طرح‌ها در تمام مراحل با نظارت گروه میراث زمین‌شناختی صورت خواهد گرفت.

۱-۷-۵-طرح‌های پیشنهادی سازمان زمین‌شناسی در حوزه علوم زمین و معدن

۱: طرح اکتشاف پیشنهادی سازمان زمین‌شناسی (روش کار اکتشاف ذخایر جدید)

هدف غائی در این طرح، پی‌جویی و اکتشاف کانسارهای جدید است و برای انجام آن مراحلی در نظر گرفته شده که در ادامه اشاره می‌گردد. در این طرح ابتدا با توجه به موارد عنوان شده می‌بایست شناخت کافی و وافی نسبت به مسایل تکتونیکی، ژئودینامیکی و نیز ارتباط این پدیده‌ها با کانه‌زایی در پهنه‌های ساختاری صورت گیرد و سپس اطلاعات متناسب با استان استنتاج گردد. بنابراین، در وهله اول، نیازمند مطالعات پایه بسیاری است. از جمله مطالعات پایه در زمینه کانسارها می‌توان به گردآوری کامل اطلاعات، بررسی و ارزیابی مجدد کلیه کانسارهای موجود، تهیه و تکمیل بانک اطلاعات جامع هر کانسار، تفکیک و تخصیص تیپ‌های کانساری مختلف، بررسی ارتباط انواع تیپ‌های کانساری با جایگاه‌های ژئودینامیکی آنها اشاره نمود. در زمینه ژئودینامیکی نیاز به مطالعات پایه ژئوفیزیکی (توموگرافی)، ساختاری و تهیه نقشه لیتوتکتونیکی، مطالعات پتروفابریک، پتروژنز و تعیین ارتباط سنگهای آذرین و دگرگونی و محیط تشکیل تکتونیکی و زمان نسبی تشکیل واحدهای آذرین با مراحل مختلف تکتونیکی، سن‌یابی پدیده‌ها، حوادث و رخدادهای ژئوتکتونیکی، دگرگونی، دگرشکلی و پلوتونیسم است. شناخت حوادث ژئوتکتونیکی منجر به وقوع فازهای دگرگونی و دگرشکلی و ماگماتیسم (پلوتونیسم) بسیار مهم است. مطالعه تطبیقی این حوادث با چرخه ژئودینامیکی تتیس منجر به شناخت ذخایری خواهد شد که انتظار می‌رفت در هر مرحله از این چرخه تشکیل شوند.

در قسمت دوم با بررسی کلیه اطلاعات بدست‌آمده میتوان الگوی کاملی از پراکندگی و فراوانی تیپ‌های کانساری موجود ارائه نمود. در مطالعات تفصیلی علاوه بر ارائه الگوهای محلی برای هر تیپ کانساری و تشخیص زیرتیپ‌ها و یا تیپ‌های جدید در این پهنه‌های ساختاری، کلیدهای اکتشافی در مورد هر تیپ کانسار با توجه به ویژگیهای بدست‌آمده استخراج می‌گردد. مطالعات متالوژنی و ارائه ایالت‌های متالوژنی بر اساس کلیدهای اکتشافی و محیط‌های تکتونواستراتیگرافی مناسب صورت خواهد گرفت. در نهایت مدلسازی و تلفیق کلیه اطلاعات به روشهای توصیفی و عددی در زونهای در نظرگرفته شده، مناطق امیدبخش هر یک از تیپ‌های کانساری را مشخص خواهد نمود. این مناطق موید نواحی با بیشترین احتمال کانه‌زایی از همان تیپ کانساری مورد مطالعه می‌باشند. بدیهی است برای هر تیپ کانساری شرح خدمات اکتشاف خاصی وجود دارد که با توجه به استانداردهای جهانی آن شرح خدمات تدوین و ارایه خواهد گردید.

در مجموع روش کار و پیشنهادهای اکتشافی طرح را می‌توان در قالب سه مرحله مطالعات مقدماتی، اکتشافات عمومی و اکتشافات عمقی به شرح زیر بیان نمود:

فاز اول: مطالعات مقدماتی (پایه)

۱- تهیه لایه‌های اطلاعاتی زمین شناسی و معدنی استان شامل: زمین‌شناسی، ژئوشیمی، دورسنجی، ژئوفیزیک و ذخایر.

۲- گردآوری و مطالعه گزارش‌ها، پایان‌نامه‌ها، رساله‌ها و مقالات مربوط به زمین شناسی و معدنی استان

۳- تصحیح، یکپارچه‌سازی و تکمیل نقشه‌های زمین‌شناسی (۲۳ برگه) در مقیاس ۱/۱۰۰۰۰۰

۴- تعیین عوامل کنترل کننده و تیپ هر کانسار

در هر یک از استان‌ها لازم است تا با جمع‌آوری و ارزیابی کامل داده‌ها (در صورت لزوم انجام بازدیدهای صحرایی و مطالعات میدانی)، کلیه مشخصات هر کانسار به دقت تعیین و تصحیح شود. مواردی که در مورد هر کانسار بایست لحاظ شود شامل موارد زیر می‌باشد.

- مشخصات عمومی کانسار شامل: شرایط اقلیمی محدوده کانساری- موقعیت جغرافیایی- سابقه معدنکاری قدیمی
- جایگاه زمین‌شناسی کانسار
- زمین‌شناسی محدوده کانسار شامل: جایگاه ساختاری و یا ژئوتکتونیکی-سنگ‌های درونگیر -سن سنگ‌های درونگیر- سن کانه‌زائی- ساخت و بافت سنگ‌های درونگیر-ساختارهای اصلی و کنترل کننده-دگرسانی ها-فازهای پلوتونیسم- حوادث دگرگونی و دگرشکلی
- توصیف کانسار شامل: ژئومتری توده معدنی- کانی‌شناسی (کانسنگ و باطله)-ساخت و بافت کانسنگ- میکروترمومتری- عیار و تناژ ذخیره-ایزوتوپ‌های پایدار و رادیوژنیک- تعیین منشاء و ارتباط ژنتیکی سنگ‌های آذرین درونگیر بر اساس تحلیل و تفسیر الگوهای دیاگرام‌های عنکبوتی (عناصر کمیاب و نادر خاکی)
- راهنماهای اکتشافی هر کانسار شامل: ژئوشیمی- ژئوفیزیکی- دورسنجی (دگرسانی‌ها)- کانسارهای وابسته و همراه
- ارائه پیشنهادهای اکتشافی

تعیین ایالت‌ها و پهنه‌های متالوژنی از طریق تعیین ارتباط کانسارها با همدیگر (مطالعه مکانی و زمانی)

نتیجه فاز اول:

- تعیین خطی مشی های مناسب برای فعالیت‌های سازمان های دولتی و بخش خصوصی از قبیل تهیه نقشه های ۱:۲۵۰۰۰ زمین شناسی اکتشافی، ژئوفیزیک هوایی، ژئوشیمی و غیره
- تعیین عوامل کنترل‌کننده کانه‌زائی و تیپ‌بندی ذخایر معدنی
- پیشنهاد شناسایی و پی‌جویی در مناطق معرفی‌شده جدید
- ارائه نقشه تیپ‌های کانساری و اکتشافی ذخایر جدید هر استان

فاز دوم: اکتشافات عمومی

به منظور بررسی و شناسایی توان معدنی هر استان و اجرای برنامه‌های اکتشافی سیستماتیک و ارائه، برنامه‌ریزی و طرح‌های اکتشافی برای کلیه مواد معدنی در فاز دوم موارد زیر در نظر گرفته شده است:

۱- مدلسازی (مرحله شناسائی) و ارائه مناطق امید بخش

مرحله شناسایی که به صورت عملیات اکتشافی در زون های ساختاری- متالوژنیکی هر استان و با استفاده از لایه اطلاعاتی (نقشه های زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰، اطلاعات ژئوفیزیک هوایی، نقشه ژئوشیمی ۱:۱۰۰۰۰۰ ، اطلاعات زمین شناسی اقتصادی و اطلاعات ماهواره ای) در سیستم GIS تلفیق و مناطق امیدبخش جهت انجام عملیات اکتشافی معرفی می‌گردد.

۲- مرحله دوم پی‌جویی در مساحتی بالغ بر ۲۰۰۰ کیلومتر مربع

این مرحله شامل انجام عملیات اکتشافی در مناطق امیدبخشی است که در مرحله شناسایی مشخص شده‌اند. عملیات اکتشافی در این مرحله در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ و برحسب مورد توسط گروههای فلزی و غیرفلزی انجام میشود و شامل موارد زیر است:

الف- بررسی‌های زمین‌شناسی و اکتشافی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ (تهیه ۱۲ برگه)

ب- بررسی‌های نواحی امیدبخش ژئوفیزیکی

ج- بررسی‌های نواحی امیدبخش ژئوشیمیایی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰

۳- اکتشاف عمومی در مساحتی بالغ بر ۴۰ کیلومترمربع و یا دو محدوده معدنی

در این مرحله عملیات اکتشاف بر روی مناطق معدنی امید بخش که در مرحله پی جوئی ادامه عملیات اکتشافی بر روی آنها پیشنهاد شده توسط گروه اکتشافات عمومی به صورت زیر انجام میشود:

۱-نمونه برداری و آنالیز (۲۰۰ عدد)

۲- بررسی‌های زمین‌شناسی و معدنی در مقیاس ۱:۵۰۰۰ (۴۰ کیلومترمربع)

۳- بررسی‌های روش‌های مناسب ژئوفیزیکی زمینی (۵۰۰۰ نقطه IP و ۵۰۰۰ نقطه مغناطیس)

۴- طراحی و اکتشافات لیتوژئوشیمیایی با روش مناسب (شبکه بندی ۲۰۰ در ۲۰۰ متر)

۵- حفر ترانشه (۵۰۰ متر)

۶- تلفیق اطلاعات جمع‌آوری شده و تعیین نقاط حفاری شناسائی، جاده سازی و ایجاد سکوی حفاری، حفر گمانه‌های اکتشافی در مرحله شناسایی (۲۰۰۰ متر) به صورت محدود، انجام آزمایش تکنولوژی اولیه روی نمونه نماینده از زون کانی‌سازی

۷- نمونه برداری و آنالیز (۱۰۰۰ نمونه)

۸- تلفیق کلیه داده‌ها، تخمین شکل و عیار و ساختار ماده معدنی، تعیین ذخیره تقریبی و سطح فرسایش کانسار و تعیین ادامه یا عدم ادامه کار جهت اکتشافات تفصیلی

فاز سوم: اکتشافات عمقی

در کنار اکتشافات عمومی و توجه به واحدهای رخنمون یافته در سطح استان، توجه به رخنمونهائی که توسط آبرفت پوشیده شده و ۲۳ درصد از سطح استان را در بر می گیرد و نیز کانسارهائی که با توجه به شرایط زمین شناسی در عمق قرا ر دارند از دیگر مواردی است که بایست مد نظر قرار گیرد. برای عمق بخشیدن به اکتشاف نیاز به مطالعات خاص خود می‌باشد.

سیستم اجرایی پروژه‌ها

- سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور شامل: پایگاه ملی داده‌های علوم زمین، مدیریت ژئومتیکس و معاونت اکتشاف
- همکاری با مراکز سازمان در استان‌ها، حضور در مراکز استان و همکاری تنگاتنگ
- اساتید و دانشجویان دانشگاه‌ها
- بخش خصوصی در صورت لزوم

- استفاده از خدمات کارشناسی شرکت‌های بین‌المللی

۲: برنامه‌های پیشنهادی سازمان زمین شناسی در حوزه مخاطرات طبیعی در برنامه ششم توسعه

- تهیه اطلس مخاطرات زمین‌شناختی کشور (۱:۱,۰۰۰,۰۰۰)
- تهیه اطلس نقشه زمین‌شناسی زیست‌محیطی کشور (۱:۵۰۰,۰۰۰)
- تهیه اطلس نقشه‌های زمین‌شناسی کاربردی میان‌مقیاس در ۴ برگ (۱:۲۵,۰۰۰ و ۱:۵۰,۰۰۰)
- تهیه شناسنامه ژئومکانیکی سازندهای مهم ایران
- بررسی علت شکل‌گیری و مخاطرات ناشی از فرونشست زمین در دشت‌های کشور
- شبکه شناخت، پایش و پیش نشانگرهای پوسته زمین در البرز مرکزی و آتشفشان دماوند
- خرید تجهیزات پیشرفته لرزه‌نگاری، ژئودزی، ژئوفیزیک، تصویربرداری، اسکنرگازها و سایر تجهیزات سامانه پیش نشانگری و بویژه لوازم مخابراتی
- شناخت گسله‌های جنبا در پهنه ایران
- مطالعات پارینه لرزه‌شناسی

۳: برنامه‌های پیشنهادی سازمان زمین‌شناسی در بخش زمین گردشگری

الف - طرح ارزیابی کمی و کیفی پیش‌ژئوسایت‌ها

***اهداف و کلیات:** این طرح به منظور برداشت دقیق و جزییات تمامی پتانسیل‌های موجود در منطقه و ارزیابی کمی و کیفی آنها بر اساس معیارهای استاندارد و روش‌های شناخته شده انجام می‌شود.

***نتایج حاصل از اجرای طرح:**

اطلس پدیده‌های زمین‌شناختی (مطابق با استانداردهای سازمان) – جداول ارزیابی کلیه سایت‌ها شامل رتبه در منطقه، امتیاز کمی و معادل وزن عددی معیارهای کیفی، فیلم مستند کوتاه و نقشه سایت‌های منطقه.

ب- طرح جامع توسعه زیرساخت‌ها و امکانات بهره‌برداری، حفاظت و تفسیر

***اهداف و کلیات:**

این طرح به منظور مشخص نمودن زیرساخت‌های مورد نیاز و امکاناتی است که در جهت بهره‌برداری صحیح از پتانسیل‌های موجود و حفاظت از سایت‌های ارزشمند مورد نیاز هستند. نتایج این طرح فراهم کننده زمینه اصلی برای ثبت ملی و جهانی منطقه به عنوان یک ژئوپارک خواهد بود.

نتایج حاصل از اجرای طرح:

گزارش طرح جامع و پیوست‌های مربوطه شامل نقشه‌ها و پلان‌ها، Action Plan، اقلام و ابزار مربوط به تفسیر و تبیین (Geo Interpretation) ، زون‌بندی‌های حفاظتی

ج - طرح آماده سازی فرهنگی-اجتماعی و تشکیل پرونده ثبت ملی و جهانی

***اهداف و کلیات:**

این طرح به منظور آموزش و توانمند سازی جامعه محلی منطقه موردنظر به منظور جلب مشارکت ایشان در امور اجرایی، توسعه صنایع دستی و تلفیق آن با المان‌های مرتبط با علوم زمین و همچنین حفاظت فعال و غیرمستقیم از

ژئوسایت‌ها اجرا خواهد شد. همزمان و با استفاده از نتایج حاصل در این مرحله و نتایج حاصل از اجرای طرح جامع، پرونده ثبت ملی و سپس جهانی منطقه در فهرست ژئوپارک‌ها تهیه و تدوین خواهد شد.

***نتایج حاصل از اجرای طرح:**

ارتقاء و توسعه وضعیت اقتصادی جوامع محلی، رشد سطح آگاهی مردم در زمینه میراث زمین‌شناختی، افزایش میزان اشتغال در میان اقشار مختلف جامعه به ویژه فارغ التحصیلان رشته‌های مرتبط (تربیت ژئوگاید و ژئوگارد) و زنان و دختران (از طریق شکوفا شدن تولید و فروش صنایع دستی). آماده شدن پرونده ثبت ملی و جهانی.

لازم به ذکر است، شرح خدمات و بودجه مورد نیاز برای هر بخش از موارد فوق نیازمند گزارش مفصل و جداگانه‌ای است که در صورت صلاحدید ارائه خواهد شد.

منابع

- آمارنامه کشاورزی، ۹۰-۱۳۸۹، سازمان جهاد کشاورزی
- اداره کل مطالعات و بررسی‌های اقتصادی، ۱۳۸۸، خلاصه سیمای آب و هوا، اقلیم و منابع آب استان یزد
- اداره کل هواشناسی استان یزد (http://www yazdmet.ir/index.htm)
- اداره‌کل منابع‌طبیعی و آبخیزداری استان یزد (http://yazd.frw.org.ir/00/Fa/default.aspx)
- ادیب، ا. فاطمی عقدا، م. مهرنهاد،ح. (۱۳۸۵): نقش پهنه بندی لرزه ای در توسعه استان یزد. همایش ملی مدیریت بحران زلزله در شهرهای دارای بافت تاریخی.
- استانداری یزد، وزارت کشور (http://www. ostanyazd.ir)
- اکتشافات سیستماتیک و محدوده‌های اکتشافی، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- امامی، م.ه.، ۱۳۷۹، ماگماتیسم در ایران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
- امبرسیز و ملویل، ۱۹۸۴، تاریخ زمین‌لرزه‌های ایران، ترجمه رده، ا.، ۱۳۷۱، انتشارات آگاه، تهران، ۶۷۴ ص.
- امری‌کاظمی، ع.، ۱۳۸۸، اطلس توانمندی‌های ژئوپارک و ژئوتوریسم ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات‌معدنی کشور
- انجمن علمی مدیریت و کنترل مناطق بیابانی ایران، ۱۳۸۹، چکیده مقالات دومین همایش ملی فرسایش بادی و طوفان‌های گردوغبار، دانشگاه یزد، ۲۸-۲۷ بهمن‌ماه
- آیین نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰)، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
- بانک اطلاعات فرآوری، پایگاه ملی داده‌های علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، www.ngdir.
- بانک اطلاعات معادن، ۱۳۹۱، وزارت صنعت- معدن- تجارت
- بربریان، م.، ۱۳۷۴، نخستین کاتالوگ زلزله و پدیده‌های طبیعی ایران زمین، جلد نخست: خطرهای طبیعی پیش از سده بیستم، شرکت انتشارات احیا کتاب، ۶۰۳+۶۶ ص.
- بررسی جایگاه و نقش حاکمیتی سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور و لزوم تقویت و احیاء آن در برنامه ششم توسعه، ۱۳۹۳، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور
- پایگاه ملی داده‌های علوم زمین کشور، ۱۳۸۷، بانک اطلاعات فرونشست زمین و فروچاله‌های کارستی ایران
- پروژه اکتشاف معادن متروکه سرب و روی محور راور- بهاباد
- پورکرمانی، م؛ ادیب، ا؛ مهرنهاد، ح.، (۱۳۷۸)، پهنه بندی لرزه ای استان یزد؛ سازمان مسکن و شهرسازی استان یزد جلد ۱.
- پورکرمانی، م. و آرین، م.، ۱۳۷۷، لرزه‌خیزی ایران، تهران، مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه شهید بهشتی
- پیروان، ح.ر. و شریعت‌جعفری، م.، ۱۳۹۲، ارائه روشی جامع برای تعیین فرسایش‌پذیری واحدهای سنگ‌شناسی با نگرشی بر زمین‌شناسی ایران، نشریه علمی- پژوهشی مهندسی و مدیریت آبخیز، جلد ۵، شماره ۳، صفحات ۲۱۳-۱۹۹
- چکیده طرح آمارگیری از معادن در حال بهره‌برداری کشور، ۱۳۹۱، مرکز آمار ایران

- خسروشاهی، م.، محمودی ، ف.ا. و کاشکی ، م.ت.، ۱۳۸۸، محدوده‌های بیابانی ایران با تأکید بر نقش عوامل زمین‌شناختی مؤثر در تشکیل آن‌ها، فصل‌نامه علوم زمین، تابستان ۹۰، سال بیستم، شماره ۸۰، ص ۲۲-۱۵
- دانشنامه گسل های ایران، سازمان زمین شناسی کشور
- دشتکیان، ک.، زارع‌مهرجردی، ا.ع. و زارع، ط.ا.، ۱۳۹۴، گزارش پژوهشی سال ۱۳۹۳ مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد
- دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی، ۱۳۹۱، استان‌شناسی یزد (اجرای آزمایشی)، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، وزارت آموزش و پرورش، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران (چاپ دوم)
- دهستانی، م.ج.، طباطبایی، س.ع.، اسدی، س. و عمادی، ل.، ۱۳۹۰، بررسی پتانسیل منابع آبی زیرزمینی استان یزد، پنجمین کنفرانس سراسری آبخیزداری و مدیریت منابع آب‌وخاک کشور، کرمان، انجمن مهندسی آبیاری و آب ایران
- راهکارهای بهبود بازار سنگ ایران، http://azarstone-cluster.persianblog.ir/post/5/.
- رضایی، ع.ر.، بابازاده، ن.، (۱۳۹۰) بررسی لرزه زمین ساختی و تحلیل خطر زمینلرزه در گستره استان یزد، پایگاه ملی داده‌های علوم زمین کشور
- روزنامه دنیای اقتصاد، اسفندماه ۱۳۹۳، http://www.donya-e-eqtesad.com/.
- سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور، ۱۳۸۵، نقشه اطلس سیل ایران
- سازمان جهاد کشاورزی استان یزد (http://www.yazd.agri-jahad.ir)
- سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، www.Gsi.ir
- سازمان صنعت، معدن و تجارت استان یزد yzd.mimt.gov.ir
- سازمان هواشناسی کشور (http://www.irimo.ir)
- سالنامه آماری استان یزد ، ۱۳۹۰، مرکز آمار ایرانwww.amar.org.ir
- سالنامه آماری استان یزد، ۱۳۸۹، مرکز آمار ایرانwww.amar.org.ir
- سالنامه تجارت خارجی جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۹۱، گمرک جمهوری اسلامی ایران
- سهندی، ۱۳۸۵، نقشه زون‌های ساختاری ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور
- شاخص‌های بازار کار در ایران (۱۳۹۱-۱۳۸۴)، مرکز آمار ایران
- شرکت سهامی آب منطقه‌ای یزد (http://yazdwater.ir)
- شرکت مدیریت منابع آب ایران، دفتر مطالعات پایه منابع آب (http://wrs.wrm.ir)
- شهبازی، ر.، ۱۳۹۴، طرح مقابله با ریزگرد، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور
- شیخ‌الاسلامی، م.ر.، جوادی، ح.ر.، اسدی سرشار، م.، آقاحسینی، ا.، کوه‌پیما، م. و وحدتی دانشمند، ب.، ۱۳۹۲، دانش‌نامه گسله‌های ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، وزارت صنعت، معدن و تجارت، چاپ اول
- فال سلیمان، م. و چکشی، ب.، ۱۳۹۰، نقش مدیریت بهینه مصرف آب کشاورزی جهت افزایش بهره‌وری و پایداری منابع آب دشت‌های بحرانی در نواحی خشک و کم‌آب کشور (مطالعه موردی غرب دشت بیرجند)، فصل‌نامه جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، شماره ۱۶- بهار و تابستان
- کویرها و بیابان‌های ایران www.Irandesert.com
- گزارش استان یزد، پایگاه ملی داده‌های علوم زمین ۱۳۸۳

- گزارش پروژه تهیه نقشه خطرات زمین‌لرزه‌ای کشور، ۱۳۹۳، پژوهشکده علوم زمین سازمان زمین‌شناسی
- گزارش حساب‌های مالی ایران (۱۳۹۰-۱۳۷۹)، مرکز آمار ایران
- ماهنامه علوم زمین و معدن، ویژه‌نامه مخاطرات زمین‌شناختی، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور
- محمودی، پ.، خسروی، م.، مسعودیان، س.ا. و علیجانی، ب.، ۱۳۹۲، اطلس اقلیم‌شناسی ویژگی‌های آماری یخبندان‌های ایران، فصل‌نامه تحقیقات جغرافیایی، سال ۲۸، شماره ۴- زمستان، شماره پیاپی ۱۱۱، ص ۶۶-۵۵
- مقیمی، ه. و زارع‌اقبال‌آبادی، م.، ۱۳۹۳، پهنه‌بندی کیفی آبخوان هرات (استان یزد) جهت مصارف کشاورزی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، نخستین همایش ملی کاربرد مدل‌های پیشرفته تحلیل فضایی (سنجش از دور و GIS) در آمایش سرزمین، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مرند
- منوری، م.، مروتی، م.، حسنی، ا.ح.، فرشچی، پ. و روستا، ز، ۱۳۹۱، بررسی اثرات زیست‌محیطی طرح‌های تغذیه مصنوعی آبخوان‌ها در استان یزد (مطالعه موردی: زیرحوضه آبخیز دشت یزد- اردکان)، علوم‌وتکنولوژی محیط‌زیست، دوره چهاردهم، شماره ۲- تابستان
- مهر نهاد، ح.، کهدوئی، م.ر.، مفیدیفر، م.، (۱۳۹۲) تحلیلی بر ویژگیهای زمین لغزش های (ریزش‌های سنگی) استان یزد، اولین همایش سراسری محیط زیست، انرژی و پدافند زیستی
- مهرنهاد، ح.(۱۳۷۹). مطالعات لرزه خیزی، زمین ساخت و تخمین خطر زلزله در استان یزد، دانشگاه شهید بهشتی.
- مهرنهاد،ح. زارع پور، ع.(۱۳۸۵)، نگرشی بر زلزله های رخ داده در محدوده استان یزد در فاصله زمانی (۱۳۷۷/۰۷/۱۵ الی ۱۳۸۴/۰۵/۳۱) بر اساس داده های شبکه لرزه نگاری یزد، همایش ملی مدیریت بحران زلزله در شهرهای دارای بافت تاریخی
- مهشادنیا، ف.، محقق، ب.، بابازاده، ن.، رضایی، ع.، عارفی پور، س.، شفیعی، ا. و پورحسین، م.، ۱۳۹۳، ارزیابی خطرپذیری یکپارچه مخاطرات طبیعی در رویکردهای نوین آمایش سرزمین، پایگاه ملی داده‌های علوم زمین کشور، سی‌وسومین گردهمایی ملی علوم زمین، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
- مهندسین مشاور پیچاب کاوش- پایگاه داده های علوم زمین
- مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران (http://irsc.ut.ac.ir)
- موقری، ع. و خسروی، م.، ۱۳۹۳، محاسبه، ارزیابی و تحلیل توزیع مکانی شاخص پرتو فرابنفش در گستره ایران، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال چهاردهم، شماره ۳۴- پاییز
- میرزائی، ن.، ۱۳۸۳، ایالت‌های لرزه‌زمین‌ساختی ایران، سمینار آموزشی مبانی لرزه‌زمین‌ساخت و تحلیل خطرنسبی زمین‌لرزه
- نتایج آمارگیری از معادن در حال بهره‌برداری کشور،۱۳۸۸، مرکز آمار ایران
- نتایج آمارگیری از معادن در حال بهره‌برداری کشور،۱۳۸۹، مرکز آمار ایران
- نتایج آمارگیری از معادن در حال بهره‌برداری کشور،۱۳۹۰، مرکز آمار ایران
- نتایج آمارگیری از معادن در حال بهره‌برداری کشور،۱۳۹۱، مرکز آمار ایران
- نتایج آمارگیری نیروی کار،۱۳۹۲، مرکز آمار ایران
- نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن، مرکز آمار ایران، ۱۳۹۰
- نتایج طرح آمارگیری از معادن در حال بهره‌برداری کشور، مرکز آمار ایران، ۱۳۹۱
- نشریه فرهنگی، اقتصادی، اجتماعی و سیاسی ارمغان، خردادماه ۱۳۹۴، http://www.armaghannews.com/.

- نظری، ر.، آدینه‌وند، ر.ا. و مشایخی، ت.، ۱۳۹۰، طراحی شبکه پایش کمی و کیفی منابع آب‌زیرزمینی (مطالعه موردی: دشت ابرکوه)، سی‌امین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
- نقشه بیابان‌های خاک‌شناسی ایران، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع
- نقشه پهنه‌بندی خطر سیلاب کشور، ۱۳۹۲، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور
- نقشه راه‌های ایران
- نقشه زمین‌شناسی یک میلیونیوم ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور
- نقشه شناخت کانون‌های بحرانی فرسایش بادی ایران، ۱۳۹۳، سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری کشور
- نیک‌کامی، د. و مهدیان، م.ح.، ۱۳۹۳، تهیه نقشه شاخص مناسب فرسایندگی باران کشور، نشریه علمی- پژوهشی مهندسی و مدیریت آبخیز، جلد ۶، شماره ۴، صفحات ۳۷۶-۳۶۴
- وبگاه سراسری گروه صنعتی پاکمن www.wikipg.com
- وزارت نیرو- سازمان انرژی‌های نو (سانا) www.suna.org.ir

- Ambraseys, N. N. and Melville, C. P., 1982, “A History of Persian Earthquakes”, Cambridge University Press, Cambridge, UK
- Berberian, M. and Yeats, R. S., 1999, “Patterns of Historical Earthquake Rupture in the Iranian Plateau”, Bull. Seismol. Soc. Am., 89, 120-139
- Berberian, M., 1994, “Natural Hazards and the First Earthquake Catalogue of Iran”, Vol. 1: Historical Hazards in Iran Prior 1900, I.I.E.E.S. Report
- Greiving, S., 2006, "Integrated Risk Assessment of Multi-Hazards: A New Methodology", Geological Survey of Finland, Special Paper 42, 75–82
- McKenzie, D., 1972, Active Tectonics of the Mediterranean Region, Geophys. J. R. astr. Soc., 30
- Schmidt-Thomé, P. (Ed.), 2006, "Natural and Technological Hazards and Risks Affecting the Spatial Development of European Regions", ESPON Project 1.3.1, Geological Survey of Finland, Special Paper 42,169 p
- United Nations University (UNU-EHS) and The Nature Conservancy, 2012, “World Risk Report”, Alliance Development Works
- World Health Organization, 2002, “Global Solar UV Index: A Practical Guide”, WHO, Geneva