

مقدمه

منابع آب زیرزمینی به عنوان ذخیره گاه عظیم آب، در سراسر جهان محسوب می‌شوند. این منابع به علت تغییرات آب و هوایی، تغییرات کاربری، رشد اقتصادی اجتماعی و اثرات-ساختار حکومتی در استفاده از منابع و همچنین، تغییرات در مقررات و حفاظت از منابع آب، درگیر مشکلاتی شده‌اند [۲۶]. با رشد روزافزون جمعیت و در نتیجه آن تغییرات کاربری اراضی و نیز افزایش فعالیت‌های شهری، صنعتی و کشاورزی و افزایش بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی، این منابع در معرض خطر کاهش کمی و کیفی قرار می‌گیرند. با توجه به سهم بسیار مهم آب‌های زیرزمینی در تأمین آب آشامیدنی و کشاورزی در ایران در سال‌های اخیر شاهد افت کمی و تنزل کیفی و به هم خوردن تعادل طبیعی منابع آب زیرزمینی بوده و در بیش‌تر آبخوان‌های ایران بیلان آب منفی مشاهده و کیفیت آب زیرزمینی، شدیداً کاهش یافته است [۱۸]. در سایر نقاط دنیا نیز مانند شمال و جنوب آفریقا، مرکز ایالات متحده، شمال شرقی چین، استرالیا و آسیای جنوبی و مرکزی عمق آب زیرزمینی بیش از حد کاهش یافته است [۱]. از طرف دیگر تغییر کاربری اراضی پس از مصرف سوخت‌های فسیلی مهم‌ترین منبع انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از فعالیت انسانی به شمار می‌رود و یکی از علت‌های عمده رخداد تغییرات محیطی است [۳۰]. تأثیر تغییر کاربری اراضی و پوشش اراضی بر چرخه کربن و نیتروژن در اتمسفر، رواناب سطحی، تنوع زیستی، ظرفیت نگهداری آب زیرزمینی و آلودگی تأثیر می‌گذارد [۵]. مطالعات نشان داده‌اند که صنعتی شدن همراه با سایر فعالیت‌های انسانی، شار گرمای عظیمی را ایجاد می‌کند و دمای سطح زمین را در سراسر مراکز شهری جهان افزایش می‌دهد [۲۸]. امروزه فناوری سنجش از دور^۴ و سامانه اطلاعات جغرافیایی^۵ ابزارهای مؤثر و مناسبی برای پایش تغییرات محیطی و استخراج کاربری اراضی است و دارای بیش‌ترین دقت و سرعت در این زمینه می‌باشند که می‌توان با استفاده از داده‌های چند زمانه سنجش از دور با کم‌ترین هزینه و در کوتاه‌ترین زمان نسبت به استخراج کاربری‌های اراضی اقدام کرد و سپس با مقایسه آن در دوره‌های زمانی متفاوت، تغییرات را ارزیابی نمود. این فناوری‌ها در مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی نقش زیادی در تجزیه و تحلیل هر یک از کلاس‌های کاربری‌ها دارد، به طوری که

تأثیر کاربری اراضی بر کیفیت و کمیت آب زیرزمینی
دشت یزد-اردکان

زهره خواجوی^{۱*}، سمیه سلطانی گردفرامری^۲، مرتضی قیصری^۳

تاریخ دریافت ۱۴۰۴/۰۲/۰۶ تاریخ پذیرش ۱۴۰۴/۰۵/۳۰

DOI: / 10.22034/WMJ.2025.2058969.1112

چکیده

کاربری اراضی و بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی طی چند دهه اخیر علاوه بر محدودیت‌های کمی، محدودیت‌های کیفی را نیز موجب شده است. در این پژوهش تأثیر کاربری اراضی بر کمیت و کیفیت آب زیرزمینی دشت یزد-اردکان بررسی شد. برای این منظور ابتدا نقشه‌های کاربری اراضی با استفاده از تصاویر لندست ۵ و ۷ و ۸ با دقت مکانی ۳۰ متر در سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۲۳ تهیه شدند. بین تغییرات کاربری‌های اراضی و پارامترهای کمی و کیفی آب زیرزمینی همبستگی پیرسون گرفته شد. نتایج نشان داد که افزایش اراضی کشاورزی، باغی و شهری در کاهش سطح آب زیرزمینی مؤثر بوده است. همچنین در کاربری‌های کشاورزی و باغی به‌ویژه در سال‌های اخیر، غلظت اکثر پارامترهای کیفی آب شامل؛ آنیون‌های کلر و بی‌کربنات و کاتیون‌های کلسیم، پتاسیم و سدیم، همچنین هدایت الکتریکی، نسبت جذب سدیم و مواد جامد محلول در آب افزایش یافته و باعث کاهش کیفیت آب زیرزمینی شده است. پیشنهاد می‌گردد از حفر چاه‌های جدید جلوگیری و از روش‌های نوین آبیاری در کشاورزی و تغییر الگوی کشت استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: آنیون‌ها، کاتیون‌ها، کاربری اراضی، تراز آب زیرزمینی، همبستگی پیرسون، GIS.

۱- کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان و نویسنده مسئول
Email: z.khajavi7878@gmail.com

۲- دانشیار گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان

۳- دکتری مدیریت حوزه آبخیز، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

4. Land Use Land Cover (LULC)

5. Remote Sensing (RS)

6. Geographic Information System (GIS)

با پردازش تصاویر و صحت طبقه‌بندی و انتخاب مناسب باندها می‌توان به نتایج قابل قبولی در امر مدیریت سرزمین و پیش‌بینی تغییرات آینده دست پیدا کرد [۲۰]. به دلیل افزایش تغییرات کاربری اراضی آن هم عمدتاً به‌وسیله فعالیت‌های انسانی، پایش تغییرات پوشش گیاهی، ارزیابی روند و بررسی اثرات محیط‌زیستی آن‌ها برای برنامه‌ریزی آینده و مدیریت منابع امری ضروری می‌باشد [۲]. بررسی تغییر کاربری زمین و اثرات آن بر منابع آب می‌تواند زمینه‌ساز اتخاذ سیاست‌های آینده‌ی مدیریت منابع آب باشد. تاکنون مطالعات متعددی در رابطه با بررسی تأثیر تغییر کاربری اراضی بر کمیت و کیفیت آب زیرزمینی در داخل کشور و نقاط مختلف جهان انجام شده است که می‌توان به موارد زیر اشاره نمود: دهرمی و امیری [۴] در مطالعه‌ای به ارزیابی تأثیر تغییرات کاربری زمین بر کیفیت آب‌های زیرزمینی حوزه‌ی آبخیز دهرم در استان فارس پرداختند. بدین منظور شاخص کیفیت آب زیرزمینی^۱ در سیستم اطلاعات جغرافیایی تهیه شد. نتایج نشان داد که کیفیت نامناسب و ضعیف آب، بیش‌تر در محدوده‌ی مرکز حوزه که دشت‌ها و اراضی مرغوب و محل توسعه کشاورزی به مسکونی است، اتفاق افتاده و نه در حاشیه حوزه که مناطق کوهستانی است. وانگ^۲ و همکاران [۲۵] در مطالعه‌ای به بررسی تغییرات کاربری زمین بر کیفیت آب‌های زیرزمینی در استان شان‌دونگ^۳ چین پرداختند. از طریق بررسی‌های میدانی و پایش نمونه‌برداری و با استفاده از روش‌هایی مانند نیم‌تغییرنما و درون‌یابی کریجینگ، ویژگی‌های توزیع مکانی کیفیت آب زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه و رابطه هر دو آن با کاربری اراضی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتیجه این مطالعه نشان داد که ویژگی‌های توزیع مکانی کیفیت آب‌های زیرزمینی ارتباط نزدیکی با کاربری زمین دارد. از بین متغیرهای کیفی آب توزیع مکانی نترات ارتباط نزدیکی با توزیع زمین کشاورزی و زمین مسکونی داشت. ویجایان^۴ و همکاران [۲۳] در تحقیقی در نیو ساوت ولز، استرالیا^۵ به برنامه‌ریزی کاربری اراضی برای حمایت از سازگاری تغییرات آب و هوایی در جوامع گیاهی در معرض خطر پرداختند. نتایج نشان داد که محرک‌های اصلی تغییر از پوشش گیاهی بومی به طبقات شهری و کشاورزی، تراکم جمعیت و نزدیکی به مناطق شهری بودند. محسن فرد و همکاران [۱۴] پایداری آب‌های زیرزمینی تحت کاربری زمین و تغییرات پوشش زمین در دشت شازند در استان مرکزی ایران را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که بخش کشاورزی بیش‌ترین تغییر را با ۰/۱۸ درصد افزایش به خود اختصاص داده است و در طی سال‌های ۲۰۱۶ - ۲۰۰۹، سطح آب زیرزمینی به دلیل کاهش تغذیه و افزایش بهره‌برداری تا پنج متر کاهش یافت. زیو^۶ و همکاران [۲۷] تأثیر الگوهای کاربری زمین و پوشش زمین بر کیفیت آب‌های

1. Groundwater Quality Index (GQI)
2. Wang
3. Shandong
4. Vijayana
5. New South Wales Australia
6. Xu

زیرزمینی در حوزه‌ی گوانژونگ^۷ شمال غربی چین را مورد بررسی قرار دادند. این مطالعه به تجزیه و تحلیل ویژگی‌های توزیع مکانی پارامترهای هیدروشمیایی آب‌های زیرزمینی پرداخته و روابط بین پارامترهای آب‌های زیرزمینی و کاربری و پوشش زمین را با استفاده از مدل‌های آماری و یک مدل منحنی شکل (CS-SLM) ارزیابی کرده است. نتایج نشان داد که غلظت عناصر آب زیرزمینی در شمال دشت نسبت به جنوب دشت بیش‌تر است و جنگل و پهنه‌های آبی بر اکثر پارامترهای هیدروشمیایی اثر مثبت نشان داد، درحالی‌که زمین لخت و زمین‌های زراعی تأثیر منفی بر آن داشت. سلطان وهلا و همکاران [۲۴] در تحقیقی پایش مکانی-زمانی و عوامل مؤثر بر تغییرات کاربری اراضی و پوشش گیاهی و ارتباط آن با شاخص‌های ماهواره‌ای نرمال‌شده در شهر پنجاب^۸ پاکستان را بررسی کردند. نتایج حاکی از آن بود که مساحت مناطق شهری از سال ۱۹۸۰ تا ۲۰۲۰ به میزان ۶/۲۵ درصد افزایش یافته است و یک رابطه مثبت معنادار بین کاربری/پوشش زمین، شاخص پوشش گیاهی^۹ و شاخص اصلاح‌شده آب^{۱۰} برای مناطق واقع در قسمت غربی منطقه مشاهده شد، درحالی‌که روندهای منفی در سال ۱۹۸۰ تا سال ۲۰۱۰ وجود داشت. با توجه به اهمیت آب زیرزمینی در دشت یزد-اردکان، افزایش جمعیت و توسعه صنایع و فعالیت‌های کشاورزی در این منطقه، کیفیت و کمیت آب زیرزمینی دستخوش تغییرات زیادی بوده است. به همین دلیل در این پژوهش سعی بر این است تغییرات کمیت و کیفیت آب زیرزمینی به‌صورت طولانی‌مدت در منطقه بررسی شده و تأثیر وضعیت کاربری اراضی منطقه بر منابع آب زیرزمینی ارزیابی گردد.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد بررسی

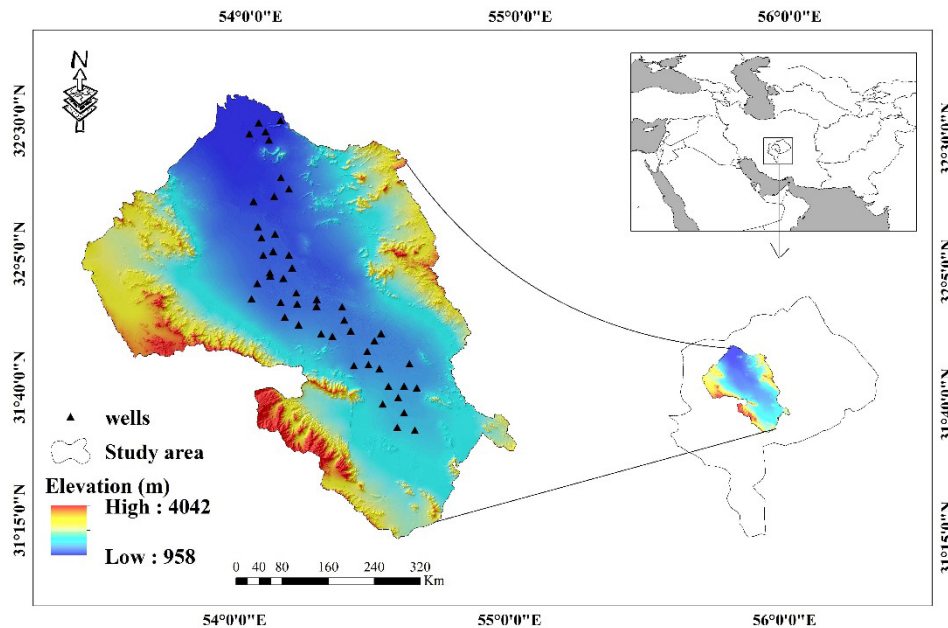
دشت یزد-اردکان، یکی از وسیع‌ترین دشت‌های استان یزد است که در طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۵۰ دقیقه شرقی و در عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی قرار دارد. مساحت حوزه‌ی دشت یزد-اردکان ۱۱۷۷۵ کیلومتر مربع است. این حوزه دربرگیرنده‌ی شهرستان‌های یزد، اردکان، میبد، تفت، صدوق و مهریز است (شکل ۱). این دشت جزء کمربند خشک فلات مرکزی ایران با متوسط دمای سالانه‌ی ۱۲ تا ۱۹ درجه‌ی سانتی‌گراد، نوسان رطوبتی کم بین ۳۰ تا ۵۰ درصد و تبخیر شدید بین ۲۲۰ تا ۳۲۰۰ میلی‌متر در سال و بارش متوسط سالانه ۱۰۷ میلی‌متر است. آبخوان اصلی و آبرفتی یزد-اردکان بین ارتفاعات خراشق در شمال شرق و شیرکوه در غرب و شمال غرب با جهت شمال غرب-جنوب شرق توسعه‌یافته و مساحت آن ۲۶۱۹ کیلومتر مربع می‌باشد. دشت یزد-اردکان یکی از مناطق مهم استان یزد است که بخش وسیعی

7. Guanzhang

8. Punjab

9. Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

10. Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI)



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی دشت یزد-اردکان در ایران و استان یزد

مجموع مواد جامد محلول، میلی گرم بر لیتر و واحد هدایت الکتریکی آب، میکروموس بر سانتی متر است. به منظور بررسی سطح تراز آب زیرزمینی از ۶۷ حلقه از چاه‌های موجود در منطقه که دارای دوره آماری طولانی مدت بودند، استفاده و تغییرات عمق آب زیرزمینی در هر سال محاسبه گردید. هم‌چنین به منظور بررسی تأثیر کاربری اراضی بر کمیت و کیفیت آب زیرزمینی در دشت یزد- اردکان، نقشه‌های کاربری اراضی برای سال‌های میلادی ۲۰۱۰ و ۲۰۲۳ برای بررسی دقیق‌تر روند تغییرات کاربری اراضی تهیه شدند. به این ترتیب که از تصاویر ماهواره‌ای لندست شامل سنجنده‌های (TM^۱) لندست ۵ در ۷ باندها، (ETM^۲) لندست ۷ در ۸ باندها و (TIRS^۳ / OLI^۴) لندست ۸ در ۱۱ باندها استفاده شد (جدول ۱). نقشه کاربری اراضی به تفکیک هر سال در گوگل ارث انجام با توجه به سال‌های مورد مطالعه تهیه شد و با انتقال به نرم‌افزار Arc GIS برای هر پنج کاربری شامل؛ اراضی بایر، شهری، مرتع، باغات و کشاورزی خروجی گرفته و مساحت مربوط به هر کاربری مشخص شد. در نهایت برای ارتباط بین تغییرات کاربری اراضی و تغییرات کیفیت و سطح آب زیرزمینی از آزمون آماری همبستگی پیرسون در محیط نرم‌افزار Minitab استفاده شد.

استخراج تغییرات کاربری اراضی

ضمن بررسی گزارش‌های مختلف و بازدید از منطقه، اطلاعات پایه از جمله نقشه‌های موضوعی، عکس‌های هوایی، تصاویر ماهواره‌ای و سایر اطلاعات مورد نیاز جمع‌آوری گردید. در این پژوهش از داده ماهواره‌ای لندست سنجنده TM، ETM و (TIRS / OLI) که از سایت

از استان را شامل می‌شود و تقریباً تمام صنایع مهم استان یزد در این محدوده قرار گرفته است. این دشت منابع آب سطحی بسیار ناچیزی دارد و تقریباً همه آب مورد نیاز صنعت و کشاورزی و شرب منطقه از آب زیرزمینی تأمین می‌شود. در سال‌های اخیر نیز کاربری اراضی در منطقه تغییرات زیادی کرده است. به همین دلیل مطالعه کیفیت آب و کمیت آب زیرزمینی این منطقه همواره مهم بوده است.

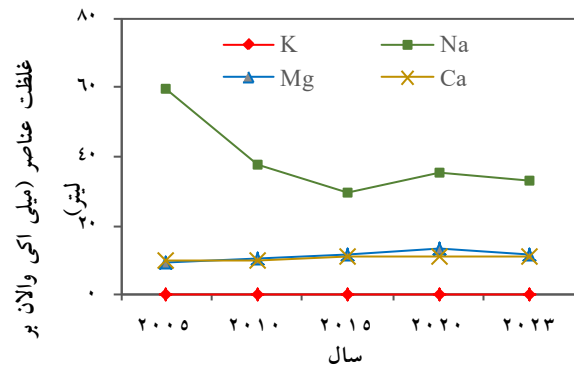
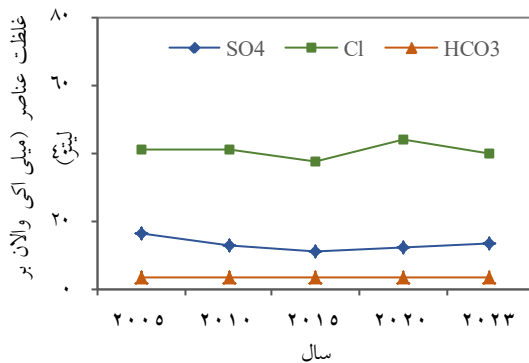
روش تحقیق

برای انجام این پژوهش ابتدا از سازمان آب منطقه‌ای استان یزد آمارهای ثبت شده عمق و سطح آب زیرزمینی و کیفیت آب چاه‌های دشت یزد-اردکان برای دوره آماری ۲۰۰۵ تا ۲۰۲۳ جمع‌آوری گردید. سپس داده‌های پارامترهای کیفی و کمی آب زیرزمینی در چاه‌های انتخاب شده به صورت سالانه برای سال‌های آماری مورد بررسی مرتب شد. چاه‌های متعددی در دشت یزد-اردکان وجود دارد که از لحاظ کیفیت آب بررسی شده‌اند ولی در این پژوهش جهت بررسی پارامترهای کیفی منابع آب زیرزمینی، از آمار ۳۵ حلقه چاه که دارای دوره آماری طولانی مدت و پراکنش مناسبی در سطح دشت داشتند، استفاده گردید. در بررسی کیفیت منابع آب زیرزمینی دشت یزد- اردکان، مقادیر پارامترهای کیفی ۳۵ حلقه چاه مورد بررسی به شکل مجزا برای هر سال میانگین‌گیری وزنی در نرم‌افزار Arc GIS انجام شد و در نمودار خطی غلظت هر عنصر برای هر پنج سال تعیین شد. پارامترهای مورد بررسی در این تحقیق شامل؛ کاتیون‌های کلسیم، پتاسیم، منیزیم و سدیم و آنیون‌های کلر، بی‌کربنات و سولفات به همراه متغیرهای هدایت الکتریکی آب، نسبت جذب سدیم، مجموع مواد جامد محلول و pH می‌باشند که واحد اندازه‌گیری آنیون‌ها، کاتیون‌ها و نسبت جذب سدیم، میلی اکی‌والان بر لیتر و واحد

1. Thematic Mapper (TM)
2. Enhanced Thematic Mapper (ETM)
3. Operational Land Imager (OLI)
4. Thermal Infrared Sensor

جدول ۱: مشخصات تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده

نام ماهواره	نوع حسگر	تعداد باند	قدرت تفکیک مکانی	قدرت تفکیک زمانی	قدرت تفکیک رادیومتریک
Landsat۵	TM	۷	۳۰ × ۳۰ m	۱۶day	۸bit
Landsat۷	ETM	۸	۳۰ × ۳۰ m	۱۶day	۸bit
Landsat۸	OLI + TIRS	۱۱	۳۰ × ۳۰ m	۱۶day	۱۲bit



شکل ۲: نمودارهای تغییرات میانگین غلظت کاتیون‌ها و آنیون‌های آب زیرزمینی دشت یزد-اردکان برای سال‌های ۲۰۲۳-۲۰۰۵

بررسی پارامترهای کیفیت آب زیرزمینی

بررسی کیفیت آب زیرزمینی نشان داد که غلظت عنصر پتاسیم طی سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۵ روند نزولی و از سال ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۳ روند صعودی با دامنه ۰/۱۶ تا ۰/۰۸ وجود دارد. سدیم در بازه‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۵ و ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۳ روند نزولی، و در ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰ روند صعودی داشته که دامنه تغییرات آن بین ۵۹/۷۱ تا ۳۳/۱۳ بوده است. غلظت منیزیم از ۲۰۰۵ تا ۲۰۲۰ روند صعودی و از ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۳ روند نزولی، با تغییرات بین ۹/۰۹ تا ۱۱/۸۲ داشته است. کلسیم طی سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۲۳ تغییرات متناوب صعودی و نزولی و دامنه ۱۰/۰۷ تا ۱۱/۳۸ را نشان داده است. غلظت سولفات طی سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۵ نزولی و از ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۳ صعودی با دامنه ۱۶/۵ تا ۱۳/۶ مشاهده گردید. غلظت کلر در ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۵ و ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۳ نزولی و در ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰ صعودی بوده است (دامنه ۴۱/۳ تا ۳۹/۹). غلظت بی‌کربنات طی سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۵ روند صعودی و ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۳ با دامنه ۳/۶۳ تا ۳/۶۱ روند نزولی داشته است (شکل ۲).

بررسی عمق آب زیرزمینی

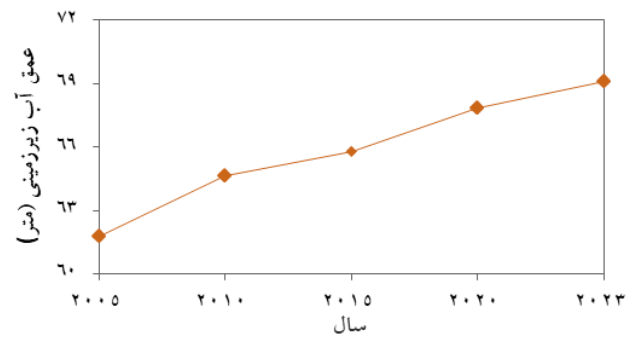
نتایج نشان داد تغییرات عمق آب زیرزمینی در طول دوره مطالعه روندی افزایشی داشته است. افزایش عمق آب زیرزمینی در دشت یزد-اردکان به این معناست که سطح آب زیرزمینی کاهش یافته است (شکل ۳). از بهترین روش‌های برآورد کمی تغییرات آب‌های زیرزمینی، استفاده از تغییرات سطح ایستابی چاه‌های پیژومتری می‌باشد. این چاه‌ها صرفاً به منظور اندازه‌گیری تغییرات سطح آب در سفره‌های آب زیرزمینی حفر می‌شوند و چون گسترش مناسبی در دشت داشته و عمق حفر و هم‌چنین فاصله آن‌ها از منابع مجاور دارای شرایط تعریف‌شده‌ای است، مناسب‌ترین وسیله برای اندازه‌گیری تغییرات سطح آب زیرزمینی و

زمین‌شناسی آمریکا^۱ اخذشده، استفاده گردید. به منظور تهیه نقاط آموزشی از الگوریتم‌های طبقه‌بندی و برای آزمون صحت، از تصاویر با وضوح بالایی گوگل ارث استفاده گردید [۲۹]. این نقاط آموزشی توسط کارشناس آشنا به منطقه، به صورت تصادفی، با پراکنش و تعداد مناسب بسته به وسعت کلاس‌های کاربری (اراضی بایر، شهری، مرتع، باغات و کشاورزی) تهیه شد. تغییرات کاربری اراضی، با استفاده از سامانه گوگل ارث انجامین، برای سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۲۳ به دست آمد. بدین منظور با استفاده از تصاویر لندست ۵ و ۷ و ۸ ابتدا تغییرات کاربری اراضی اولیه استخراج شد. به منظور بررسی تغییرات پوشش از روش الگوریتم جنگل تصادفی^۲ استفاده شد [۲۲]. قبل از تجزیه و تحلیل اطلاعات ماهواره‌ای لازم است، تصحیحاتی بر روی تصاویر خام صورت گیرد. از آنجایی که تصاویر مربوط به زمان‌های مختلف بوده و بازیابی ارتفاعی و نحوه تهیه آن‌ها متفاوت می‌باشند، نیاز است که تصحیحات رادیومتریک و جوی بر روی تصاویر صورت گیرد. پس از اعمال تصحیح اتمسفریک، وضوح تصویر به میزان قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد. برای انجام تصحیح اتمسفری تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده، از روش فیلتر تفریق تاریک^۳ استفاده گردید [۱۰]. برای بهبود نقشه کاربری اراضی با استفاده از کدنویسی در محیط گوگل ارث انجامین، تصاویر لندست فراخوانی شد و از الگوریتم جنگل تصادفی، کاربری اراضی برای دوره زمانی مورد نظر استخراج شد. پس از استخراج کاربری اراضی، پنج کاربری (اراضی بایر، شهری، مرتع، باغات، کشاورزی) برای منطقه مورد مطالعه با انتقال به نرم‌افزار Arc GIS مساحت مربوط به هر کاربری مشخص و خروجی گرفته شد.

نتایج

1. United States Geological Survey (USG)
2. Random Forest (RF)
3. Dark Subtract

تغییرات حجم مخازن آب زیرزمینی به حساب می‌آیند. در دشت یزد- اردکان عمق آب زیرزمینی رو به افزایش بوده و در تمامی چاه‌ها این روند قابل مشاهده است. افزایش عمق آب زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه، می‌تواند علت‌های زیادی از جمله کاهش بارش به دلیل خشک‌سالی و هم‌چنین بهره‌برداری بیش‌ازحد از منابع آب زیرزمینی برای مصارف کشاورزی، صنعت، شرب و بهداشت دانست [۱۵].



شکل ۳: نمودار تغییرات میانگین عمق آب زیرزمینی دشت یزد- اردکان برای سال‌های ۲۰۲۳-۲۰۰۵

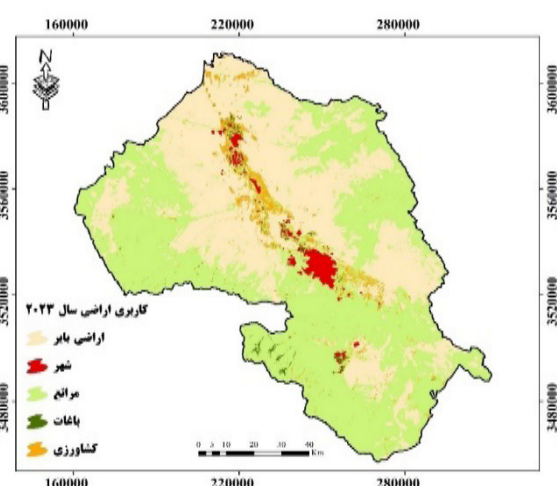
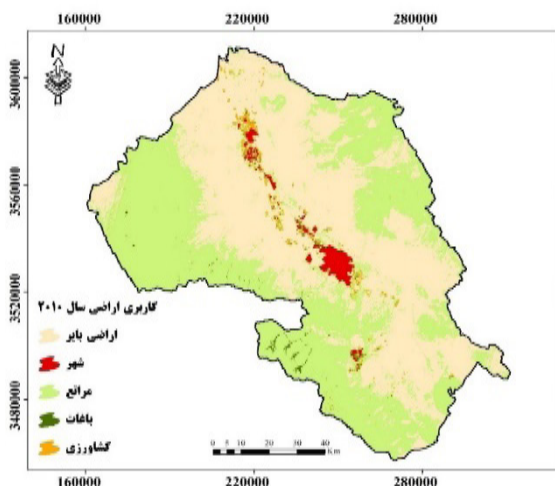
بررسی تغییرات کاربری اراضی

شکل (۴) نقشه کاربری اراضی دشت یزد- اردکان را برای سال ۲۰۱۰ و ۲۰۲۳ نشان می‌دهد و پنج نوع کاربری اصلی شامل اراضی بایر، شهری، مرتع، باغات و کشاورزی را مشخص کرده است. منظور از اراضی بایر زمین‌های بدون پوشش گیاهی، کشت و زرع یا ساخت‌وساز (مانند، اراضی صخره‌ای و تپه‌های ماسه‌ای) و منظور از اراضی مرتعی، مراتع کم‌تراکم-تاج‌پوش ۲۵-۵ درصد است. در سال ۲۰۱۰ بیشترین مساحت به ترتیب به اراضی بایر (۵۸۷۶/۷۲ کیلومتر مربع)، مراتع (۵۳۴۸/۸۰ کیلومتر مربع)، شهری، کشاورزی و باغات اختصاص داشت. در سال ۲۰۲۳ نیز مراتع بیشترین مساحت

را داشتند (۶۱۱۷/۲۸ کیلومتر مربع) و پس‌از آن اراضی بایر، کشاورزی، شهری و باغات قرار داشتند (شکل ۵). علت اصلی تغییر مساحت کاربری اراضی در منطقه مطالعاتی را می‌توان از یک‌سو گسترش نواحی شهری و فعالیت‌های صنعتی به‌ویژه در شهرستان‌های میبد و اردکان و نیز حفر چاه‌های غیرمجاز و به زیر کشت رفتن اراضی و کاشت درختان پسته در وسعت زیاد دانست که باعث گردیده است تغییرات کاربری اراضی در این منطقه کاملاً مشهود باشد (شکل ۴) [۱۷]. در محدوده مورد مطالعه نه‌تنها بر وسعت اراضی بیابانی افزوده نشده است بلکه از محدوده اراضی بیابانی کاسته شده و بر دیگر کاربری‌ها بر اثر عوامل انسانی افزوده شده است [۱۱]. که علت اصلی آن کاشت جنگل دست کاشت است که از طریق اداره منابع طبیعی در منطقه در حال اجراست و جز طرح‌های بیابان‌زدایی و مقابله با فرسایش بادی است و در مناطقی که این جنگل‌ها ایجاد شده‌اند تا حدود زیادی فرسایش بادی کاهش یافته است [۱۷]. به‌طور کلی بر اساس بررسی‌های انجام‌شده در منطقه مورد مطالعه، عملیات بیابان‌زدایی شامل بوته‌کاری، پخش سیلاب، بهره‌گیری از دانش بومی و غیره صورت گرفته است. در نتیجه میزان پوشش گیاهی مرتعی در سال‌های اخیر افزایش داشته است که باعث بهبود پوشش گیاهی مرتعی در منطقه مورد مطالعه شده است. پیکسل سایز بزرگ باعث ایجاد خطا می‌شود و با توجه به این‌که پوشش گیاهی غالب منطقه گیاهان بوته‌ای و خشوی می‌باشد در نتیجه باعث ایجاد خطا در نقاط نمونه‌برداری در تصاویر ماهواره‌ای می‌شود.

ارتباط بین الگوهای کاربری زمین و پارامترهای کیفیت آب

همان‌طور که جدول (۲) نشان می‌دهد ضریب همبستگی بین تغییرات کاربری اراضی و برخی پارامترهای کیفیت آب زیرزمینی از نظر آماری معنی‌دار است. به‌طور خلاصه، در سال ۲۰۱۰ علاوه بر ارتباط مشابه باغات با بی‌کربنات و نسبت جذب سدیم، بین اراضی کشاورزی و پارامترهای مجموع آنیون‌ها، مجموع کاتیون‌ها، کلر،



شکل ۴: نقشه‌های توزیع کاربری اراضی در سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۲۳



شکل ۵: نمودار تغییرات کاربری اراضی دشت یزد-اردکان در سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۲۳

اراضی و پارامترهای کیفیت آب زیرزمینی در سال ۲۰۱۰ و

۲۰۲۳

پارامتر	سال ۲۰۱۰				
	اراضی بایر	شهر	مراتع	باغات	کشاورزی
Anion	۰/۰۰۶	-۰/۰۵۸	-۰/۰۰۲	-۰/۰۲۷	***۰/۰۳۵
Ca ²⁺	۰/۰۰۳	-۰/۰۲۲	-۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	*۰/۰۲۰
Cation	۰/۰۰۵	-۰/۰۵۹	-۰/۰۰۲	-۰/۰۲۷	***۰/۰۳۵
Cl ⁻	۰/۰۰۶	-۰/۰۵۳	-۰/۰۰۲	-۰/۰۲۸	***۰/۰۳۵
EC	۰/۰۰۶	-۰/۰۵۸	-۰/۰۰۲	-۰/۰۲۷	***۰/۰۳۵
HCO ₃ ²⁻	۰/۰۰۲	-۰/۱۶۵	۰/۰۰۰	*۰/۰۴۶	۰/۰۰۵
K ⁺	۰/۰۰۷	-۰/۰۷۲	-۰/۰۰۳	-۰/۰۳۱	***۰/۰۴۷
Mg ²⁺	۰/۰۰۳	-۰/۰۰۷	-۰/۰۰۲	-۰/۰۱۹	*۰/۰۲۵
Na ⁺	۰/۰۰۶	-۰/۰۷۵	-۰/۰۰۲	-۰/۰۳۲	***۰/۰۳۸
PH	۰/۰۰۱	-۰/۱۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۴
SAR	۰/۰۰۷	-۰/۱۱۹	-۰/۰۰۳	*۰/۰۳۹	***۰/۰۴۵
SO ₄ ⁻	۰/۰۰۴	-۰/۰۵۷	-۰/۰۰۲	-۰/۰۱۳	*۰/۰۳۰
TDS	۰/۰۰۵	-۰/۰۵۷	-۰/۰۰۲	-۰/۰۲۶	*۰/۰۳۴
سال ۲۰۲۳					
Anion	۰/۰۰۲	-۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	*۰/۰۳۷	۰/۰۰۱
Ca ²⁺	۰/۰۰۵	-۰/۰۵۹	۰/۰۰۰	*۰/۰۳۲	*۰/۰۱۳
Cation	۰/۰۰۵	-۰/۰۵۶	-۰/۰۰۰	*۰/۰۳۳	*۰/۰۱۵
Cl ⁻	۰/۰۰۵	-۰/۰۵۷	۰/۰۰۰	*۰/۰۳۳	*۰/۰۱۴
EC	-۰/۰۰۱	-۰/۱۱۷	-۰/۰۰۱	*۰/۰۳۰	*۰/۰۰۴
HCO ₃ ²⁻	۰/۰۰۷	-۰/۰۵۷	۰/۰۰۰	*۰/۰۳۰	*۰/۰۱۵
K ⁺	۰/۰۰۷	-۰/۰۵۷	۰/۰۰۰	*۰/۰۳۰	*۰/۰۱۵
Mg ²⁺	۰/۰۰۴	-۰/۰۲۹	۰/۰۰۰	۰/۰۲۸	۰/۰۱۰
Na ⁺	۰/۰۰۵	-۰/۰۸۰	-۰/۰۰۰	*۰/۰۳۰	***۰/۰۱۶
PH	۰/۰۰۱	-۰/۰۶۳	-۰/۰۰۰	-۰/۰۰۰	*۰/۰۰۶
SAR	۰/۰۰۶	-۰/۱۰۶	-۰/۰۰۲	۰/۰۲۶	***۰/۰۲۲
SO ₄ ⁻	۰/۰۰۲	-۰/۰۵۷	۰/۰۰۲	۰/۰۲۸	۰/۰۰۴
TDS	۰/۰۰۵	-۰/۰۵۷	۰/۰۰۰	*۰/۰۳۳	*۰/۰۱۴

(* معناداری در سطح ۹۵٪ و ** معناداری در سطح ۹۹٪)

ارتباط بین الگوهای کاربری زمین و سطح آب زیرزمینی

هدایت الکتریکی، پتاسیم، سدیم، نسبت جذب سدیم در سطح یک درصد و کلسیم، منیزیم، سولفات و مواد جامد محلول در سطح پنج درصد همبستگی مثبت وجود داشت که نشان‌دهنده افزایش این پارامترها با افزایش مساحت کشاورزی است. در سال ۲۰۲۳، کاربری باغات با پارامترهایی مانند مجموع آنیون‌ها، کلسیم، مجموع کاتیون‌ها، کلر، هدایت الکتریکی، بی‌کربنات، پتاسیم، سدیم و مواد جامد محلول در آب در سطح پنج درصد همبستگی مثبت معنادار داشتند. همچنین کاربری کشاورزی با سدیم و نسبت جذب سدیم در سطح یک درصد همبستگی مثبت نشان داد، که حاکی از افزایش غلظت این پارامترها با افزایش مساحت کاربری کشاورزی است. بنابراین افزایش درصد مساحت کاربری کشاورزی منجر به افزایش غلظت این پارامترها و کاهش کیفیت آب زیرزمینی می‌شود. می‌توان نتیجه‌گیری کرد که همبستگی ضعیفی میان مساحت کاربری اراضی و پارامترهای کیفیت آب زیرزمینی وجود دارد و در این پژوهش تنها تأثیر کاربری اراضی بر روی کیفیت آب زیرزمینی بررسی شده است، باوجوداینکه دشت یزد-اردکان پهناور است و عوامل زیاد دیگری بر کیفیت آب زیرزمینی این دشت تأثیرگذار هستند. یکی از دلایل کاهش کیفیت و سطح آب زیرزمینی تداوم خشک‌سالی، کاهش بارش و همچنین بهره‌برداری بیش‌ازحد از منابع آب زیرزمینی است [۱۵]. یکی دیگر از علت‌های کاهش کیفیت آب زیرزمینی و افزایش شوری تأثیر رخساره‌های ژئومورفولوژی موجود در دشت یزد-اردکان و سازنده نئوژن در امتداد شمال شرقی و دلتای پلایای اردکان می‌باشد [۱۷]. با توجه به موقعیت منطقه مورد مطالعه و تنوع کاربری‌ها در منطقه به‌خصوص وجود کاربری‌های شهری، صنعتی و کشاورزی، بدیهی است که این منطقه در معرض آلودگی‌های مختلف از جمله آلودگی خاک به فلزات سنگین قرار گیرد [۸].

جدول ۲: ضریب همبستگی پیرسون میان مساحت کاربری

ارتباط بین الگوهای کاربری زمین و سطح آب زیرزمینی (جدول ۳) بیانگر این است که در سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۲۳ بین کاربری اراضی کشاورزی با سطح آب زیرزمینی همبستگی معکوس و معنادار در سطح پنج درصد وجود دارد. بدین معنی که با افزایش درصد مساحت کاربری کشاورزی تراز آب زیرزمینی کاهش یافته است. در سال ۲۰۲۳ نیز بین کاربری‌های اراضی باغی و شهری با سطح آب زیرزمینی همبستگی معکوس و معنادار در سطح پنج درصد وجود دارد. به عبارت دیگر با افزایش درصد مساحت کاربری‌های باغی و شهری، سطح آب زیرزمینی کاهش یافته است. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش اراضی کشاورزی، باغی و شهری تراز آب زیرزمینی کاهش یافته است که علت آن می‌تواند برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی به دلیل افزایش جمعیت و توسعه صنایع و کشاورزی در منطقه باشد [۱۵].

جدول ۳: ضریب همبستگی پیرسون میان مساحت کاربری اراضی و سطح آب زیرزمینی در طول دوره آماری

سال ۲۰۱۰	
کشاورزی	باغات
کشاورزی	مراتع
۰/۰۲۳۳*	۰/۰۴۲*
۰/۰۳۵۰	۰/۰۰۳
۰/۰۰۴-	۰/۰۰۴-
سطح آب زیرزمینی	سطح آب زیرزمینی
سال ۲۰۲۳	
۰/۰۱۷*	۰/۰۰۴*
۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
۰/۰۰۴*	۰/۰۰۴*
سطح آب زیرزمینی	سطح آب زیرزمینی

(* معناداری در سطح ۹۵٪ و ** معناداری در سطح ۹۹٪)

بحث و نتیجه‌گیری

ایران یک کشور خشک و نیمه‌خشک با منابع آب سطحی محدود و در حال توسعه است که با رشد جمعیت قابل توجهی مواجه است. در نتیجه از منابع آب زیرزمینی در کشور بیش از حد استفاده می‌شود [۹]. نتایج این پژوهش نشان داد که غلظت عناصر تعیین‌کننده کیفیت آب زیرزمینی در منطقه مطالعاتی طی سال‌های مورد بررسی تحت تأثیر برداشت منابع آب زیرزمینی و جایگزین نشدن آن توسط بارش، تغییرات افزایشی و کاهش را تجربه کرده است. هم‌چنین تراز سطح آب زیرزمینی در طول دوره مطالعه روندی کاهشی داشته است. امیدوار و همکاران [۱۳] نشان دادند خشک‌سالی‌های اخیر، باعث افت سطح ایستابی کلیه چاه‌های مورد مطالعه در دشت یزد-اردکان شده است. ارشاد حسینی و همکاران [۷] نتیجه گرفتند که روند تغییرات کیفی آب زیرزمینی در دشت یزد-اردکان رو به کاهش بوده و این روند در زمان‌های تخلیه یا برداشت نسبت به زمان‌های تغذیه بیشتر بوده که ناشی از کاهش بارش و پیرو آن کاهش کیفیت منابع آب زیرزمینی بوده است. دوست محمدیان و همکاران [۶] نشان دادند در دشت سمنان در طول دوره آماری باگذشت زمان به‌طور میانگین سطح آب زیرزمینی به میزان ۸/۶ متر افت پیدا کرده است. رهنما و همکاران [۱۹] به این نتیجه رسیدند که تغییرات سطح ایستابی آبخوان شهادت ناشی از برداشت بیش از حد ظرفیت آبخوان

بوده است که با نتایج این تحقیق همسو است. با بررسی نقشه‌های کاربری اراضی طی سال‌های آماری مورد بررسی، تغییرات کاربری اراضی در منطقه مشاهده می‌گردد. نتایج به‌طور کلی نشان می‌دهد در کاربری‌های کشاورزی و باغی به‌ویژه در سال‌های اخیر، غلظت اکثر پارامترهای کیفیت آب شامل؛ مجموع آنیون‌ها، مجموع کاتیون‌ها، کلسیم، کلر، هدایت الکتریکی آب، بی‌کربنات، پتاسیم، سدیم، نسبت جذب سدیم و مواد جامد محلول در آب افزایش یافته است که یکی از دلایل آن می‌تواند استفاده از آفت‌کش‌ها و کودهای شیمیایی در اراضی کشاورزی و باغی باشد. با توجه به رشد کشت گلخانه‌ای در استان یزد و قرار گرفتن این استان در رتبه دوم تولید محصولات گلخانه‌ای، افزایش کاربرد سموم و آفت‌کش‌ها در سال‌های اخیر دور از انتظار نمی‌باشد. سالانه بین ۲۵ تا ۳۰ هزار تن کود شیمیایی توسط کشاورزان استفاده می‌شود که بخش عمده آن کودهای ازته هستند. هم‌چنین، سرانه مصرف کودهای شیمیایی در استان یزد بالاتر از متوسط کشوری است. خسروی و همکاران [۱۲] نشان دادند در دشت یزد-اردکان کاربری اراضی نقش بسیار زیادی در کاهش کیفیت آب زیرزمینی داشته است. سلطانی گردفرامری و همکاران [۲۱] با تحلیل اثرات خشک‌سالی‌های اقلیمی اخیر بر میزان شوری آب‌های زیرزمینی در دشت یزد-اردکان، به این نتیجه رسیدند که در اکثر ایستگاه‌های منطقه روند منفی بارش و روند مثبت شوری آب زیرزمینی مشاهده می‌شود و هم‌چنین کیفیت آب زیرزمینی در مناطقی که خشک‌سالی بیش‌تر شده است شدیدتر تغییر یافته و شوری آن نیز افزایش پیدا کرده است. محمدپور و همکاران [۱۳] نشان دادند که مهم‌ترین عامل تغییرات کاربری اراضی در منطقه شهر ری، فعالیت‌های انسانی است که موجب تغییرات بسیاری در کاربری اراضی شده است، تجزیه و تحلیل مساحت این کاربری‌ها نشان داد که سطح اراضی کشاورزی افزایش چشم‌گیری پیدا کرده که عمدتاً این افزایش نتیجه تبدیل کاربری اراضی بایر به کشاورزی می‌باشد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. هم‌چنین قمرنیا و روشندل [۱۶] نشان دادند که در استان کردستان در سال‌های اخیر به دلیل بارندگی کم و حفر چاه‌های بی‌رویه، کیفیت و سطح آب زیرزمینی در این منطقه پایین آمده است. هم‌چنین بهرامی دمنه و همکاران [۳] نتیجه گرفتند که افت سطح آب زیرزمینی ناشی از تغییرات کاربری اراضی در حوزه آبخیز پلاسجان و وقوع خشک‌سالی و برداشت بیش از حد آب زیرزمینی منطقه بوده است که مشابه نتایج این تحقیق است. به‌طور کلی تغییرات کاربری اراضی و استفاده بیش از حد از منابع آب زیرزمینی باعث کاهش کمیت و سبب تخریب کیفیت این منابع ارزشمند شده است. در نتیجه، بررسی و مطالعه‌ی اثرات تغییر کاربری اراضی بر کیفیت منابع آب زیرزمینی می‌تواند به مدیریت صحیح استفاده از این منابع آبی کمک کند.

Taghizadeh-Mehrjerdi, R., and Sodaiezhadeh, H. 2019. Relationship between soil heavy metal distribution pattern and land use in Yazd-Ardakan plain. *Journal of Desert Management*. 8(15): 1-20 (In Persian)

9- Gyamfi, C., Ndambuki, J.M., Anornu, G.K., and Kifanyi, G.E. (2017). Groundwater recharge modelling in a large scale basin: an example using the SWAT hydrologic model. *Modeling Earth Systems and Environment*, 3: 1361-1369.

10- Joyzadeh, S., Brahim, M., Ghamarzadeh, M., and Shamsabadi, A. 2017. ENVI Applied Training Book (Introductory and Advanced). Third Millennium Perspective Scientific and Research Institute (In Persian)

11- Karam, A., Rayati, S.M., Ghafarian, M.H.R. and Sepehr, A. 2018. Analyzing the spatial-temporal changes of landforms and land-use in the desertification process of Yazd-Ardakan plain using maximum likelihood algorithm. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 7(25): 17-36 (In Persian)

12- Khosravi, H., Nasabpour, S., and Heydari-Alamdarloo, A. 2016. Study of temporal and spatial changes in groundwater quality in the Yazd-Ardakan plain using the GQI index. *Geographic Information*, 26(104): 35-44 (In Persian)

13- Mohammadpour, P., Arjmandi, R., Hasani, A.H. and Ghoddousi, J. 2022. Classification and Assessment of the land use changes using Landsat satellite imagery (Case Study: Rey Plain). *Human & Environment*, 20(3): 279-297 (In Persian)

14- Mohsenifard, M., Abedi-Koupai, J., and Shokri, A. 2023. Groundwater sustainability under land-use and land-cover changes. *Environmental Earth Sciences*, 82(6): 147.

15- Omidvar, K., Zare, M., and Ebrahimi, R. 2016. The impact of recent droughts on groundwater resources of the Yazd-Ardakan plain. *Iranian Journal of Irrigation and Drainage*, 10(5): 622-635 (In Persian)

16- Qamarnia, H., and Roshandel, F. 2019. Investigation of groundwater quality in the Chardoli plain in Kurdistan province. *Journal of Water Resources Engineering*. 12(41): 145-160 (In Persian)

17- Rafie-Sharifabad, J., Nohegar, A., Zehtabian, G.,

1- Acero Triana, J.S., Chu, M.L., Guzman, J.A., Moriasi, D.N., and Steiner, J.L. 2020. Evaluating the risks of groundwater extraction in an agricultural landscape under different climate projections. *Water*, 12(2): 400.

2- Ala, A., Bhat, M.S., and Maheen, M. 2020. Using Landsat satellite data for assessing the land use and land cover change in Kashmir valley. *GeoJournal*, 85: 1529-1543.

3- Bahrami-Damaneh, N., Soltani Gerdefaramarzi, S., Gheisouri, M., and Azizian, A. 2023. Study of drought time steps and the effect of land use changes on quantitative and qualitative parameters of water in the Plasjan River. *Irrigation Science and Engineering*, 46(3): 103-120 (In Persian)

4- Dehrami, R., and Amiri, F. 2023. Evaluation of the impact of land use changes on groundwater quality in Dehram watershed in Fars province. *Journal of Soil and Water Modeling and Management*. 3(1): 165-180 (In Persian)

5- Devaraju, N., de Noblet-Ducoudré, N., Quesada, B., and Bala, G. 2018. Quantifying the relative importance of direct and indirect biophysical effects of deforestation on surface temperature and teleconnections. *Journal of Climate*, 31(10): 3811-3829.

6- Dostmohammadian, A.H., Mohammadi, M., Amiri, M., and Kianian, M.K. 2019. Investigation of quantitative changes in groundwater in the Semnan Plain. *Journal of Water Resources Engineering*, 13(47): 61-70 (In Persian)

7- Ershad-Hosseini, M., Keshtkar, A., Mousavi, S., and Afzali, A. 2012. Analysis of the temporal changes in groundwater quality using the non-parametric Mann-Kendall test and the age slope estimator method in the Yazd-Ardakan plain. *Geography and Environmental Planning*, 32(4): 87-106 (In Persian)

8- Fathizad, H., Hakimzadeh-Ardakani, M.,

- 24- Wahla, S. S., Kazmi, J. H., and Tariq, A. 2025. Mapping and monitoring of spatio-temporal land use and land cover changes and relationship with normalized satellite indices and driving factors. *Geology, Ecology, and Landscapes*, 9(1): 279-295.
- 25- Wang, Z., Li, F., Xia, Y., Chen, H., Wang, K., Fu, S., and Wang, G. 2021. Spatial distribution of groundwater quality in the coastal plain and its relationship with land use and seawater intrusion. *Environmental Earth Sciences*, 80: 1-13.
- 26- Wu, W.Y., Lo, M.H., Wada, Y., Famiglietti, J.S., Reager, J.T., Yeh, P.J.F., and Yang, Z.L. 2020. Divergent effects of climate change on future groundwater availability in key mid-latitude aquifers. *Nature communications*, 11(1): 3710.
- 27- Xu, F., Li, P., Chen, W., He, S., Li, F., Mu, D., and Elumalai, V. 2022. Impacts of land use/land cover patterns on groundwater quality in the Guanzhong Basin of northwest China. *Geocarto International*, 37(27): 16769-16785.
- 28- Yao, R., Wang, L., Huang, X., Sun, L., Chen, R., Wu, X., and Niu, Z. 2021. A robust method for filling the gaps in MODIS and VIIRS land surface temperature data. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 59(12): 10738-10752.
- 29- Zhao, Q., Yu, L., Li, X., Peng, D., Zhang, Y. and Gong, P. 2021. Progress and trends in the application of Google Earth and Google Earth Engine. *Remote Sensing*, 13(18): 3778.
- 30- Zhang, D.F., Gao, X.J., Zakey, A., and Giorgi, F. 2016. Effects of climate changes on dust aerosol over East Asia from RegCM3. *Advances in Climate Change Research*, 7(3): 145-153.
- Khosravi, H., and Gholami, H. 2016. Study of the trend of land use changes on the groundwater quality of the Yazd-Ardakan plain. *Quarterly Journal of Geography (Regional Planning)*. 7(1): 189-199 (In Persian)
- 18- Rahimi, M., and Soleimani, K. 2017. Evaluation of Groundwater Potential of Dehgolan Plain on Geographic Information and Remote Sensing Using a Multi-Criterion Decision Making Technique. *Journal of Science and Engineering*, 10(35): 27-39.
- 19- Rahnema, M.B., Sohrabi, N., and Barani, G.A. 2019. Investigation of groundwater level fluctuations in Shahdad aquifer. *Iranian Journal of Irrigation and Drainage*, 14(50): 1650-1663 (In Persian)
- 20- Singh, S.K., Mustak, S., Srivastava, P. K., Szabó, S., and Islam, T. 2015. Predicting spatial and decadal LULC changes through cellular automata Markov chain models using earth observation datasets and geo-information. *Environmental Processes*, 2: 61-78.
- 21- Soltani-Gerdefaramarzi, M., Shafiei, Sh., Mozafari, G.A. 2018. Effects of recent climatic droughts on groundwater salinity using geostatistical and GIS methods in the Yazd-Ardakan plain. *Quarterly Scientific and Research Journal of Geographic Information (Sepehr)*. 27(106): 179-199 (In Persian)
- 22- Talebi, A., Goodarzi, S., and Pourghasemi, H.R. 2018. Investigating the feasibility of preparing a landslide hazard map using the random forest algorithm in the Sardar Abad watershed in Lorestan province. *Journal of Natural Environmental Hazards*, 7(16):45-64 (In Persian)
- 23- Vijayan, A., Maina, J.M., Lawson, R., Chang, H.C., Beaumont, L.J., and Davies, P.J. 2021. Land use planning to support climate change adaptation in threatened plant communities. *Journal of Environmental Management*, 298: 113533.



Abstract

The Impact of Land use on the Quality and Quantity of Groundwater in the Yazd-Ardakan Plain

Z. Khajavi*¹, S.Soltani-Gerdefaramarzi², M. Gheysouri³

Received: 2025/04/26 Accepted: 2025/08/21

Land use and excessive exploitation of groundwater resources in recent decades have caused not only quantitative but also qualitative limitations. In this study, the impact of land use on the quantity and quality of groundwater in the Yazd-Ardakan plain was investigated. For this purpose, land use maps were first prepared using Landsat 5, 7, and 8 images with a spatial resolution of 30 meters in the years 2010 and 2023. Pearson correlation was performed between land use changes and quantitative and qualitative parameters of groundwater. In general, it can be stated that the increase in agricultural, orchard, and urban lands has been effective in reducing the groundwater level. Also, in agricultural and orchard land uses, especially in recent years, the concentration of most water quality parameters, including chloride and bicarbonate anions and calcium, potassium, and sodium cations, as well as electrical conductivity, sodium adsorption ratio, and total dissolved solids in water have increased, leading to a decrease in groundwater quality. It is suggested to prevent the drilling of new wells and to use modern irrigation methods in agriculture and change the cropping pattern.

Keywords: Anions, Cations, Land use, Groundwater level, Pearson correlation, GIS.

1. Master of Irrigation and Drainage, Department of Water Sciences and Engineering, Collage of Agriculture and Natural Resources, Ardakan University. Email: z.khajavi7878@gmail.com

3. Associate Professor, Department of Water Sciences and Engineering, Collage of Agriculture and Natural Resources, Ardakan University

4. PhD in Watershed Management, Faculty of Natural Resources, University of Tehran