مدیریت اکوسیستم‌های طبیعی
Management of Natural Ecosystems
دوره ۳، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۲، ۳۸-۲۵
Volume 3, Issue 2, Summer 2023, 25-38
http://emj.ardakan.ac.ir/ article_717286.html

ارزیابی نقش کاربری اراضی بر کمیت و کیفیت منابع آب زیرزمینی حوزه آبخیز پلاسجان

نرگس بهرامی‌دمنه[۱]، سمیه سلطانی گرد فرامرزی*[۲]، مرتضی قیصوری[۳]، ابوالفضل عزیزیان[۴]

مقاله پژوهشی

۱. کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران.
bahrami7222@gmail.com

۲. دانشیار، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران.
ssoltani@ardakan.ac.ir
* نویسنده مسئول

۳. دکتری مدیریت حوزه‌های آبخیز، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
m.gheysouri@yahoo.com

۴. استادیار، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران.
aazizian@ardakan.ac.ir

شناسه مقاله: ۲۴۰۶-۱۰۷۰
شماره صفحه پیاپی: ۴۵۱-۴۶۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۰۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۲۰
انتشار آنلاین: ۱۴۰۳/۰۸/۰۵
زمان پذیرش: ۷۶ روز

استناددهی:
بهرامی دمنه، ن.، سلطانی گردفرامرزی، س.، قیصوری، م.، و عزیزیان، م. (۱۴۰۲). ارزیابی نقش کاربری اراضی بر کمیت و کیفیت منابع آب زیرزمینی حوزه آبخیز پلاسجان. مدیریت اکوسیستم‌های طبیعی، ۳(۲)، ۳۸-۲۵.

چکیده

با توجه به اهمیت منابع آب زیرزمینی در کشور خشک و نیمه‌خشک ایران و پارامترهای موثر بر آن، در این پژوهش به ارزیابی نقش کاربری اراضی بر کمیت و کیفیت منابع آب زیرزمینی حوزه آبخیز پلاسجان در دو سال تر و خشک پرداخته می‌شود. جهت بررسی ارتباط بین الگوی کاربری زمین و پارامترهای کیفی آب زیرزمینی از داده‌های بلندمدت کیفی مربوط به ۱۴ چاه واقع در حوزه مورد مطالعه استفاده شد. به‌منظور بررسی ارتباط کاربری اراضی و سطح آب زیرزمینی و کیفیت آن، از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد. بر اساس نتایج بیشترین تغییرات کاربری اراضی در حوزه مورد مطالعه مربوط به کاربری مرتع و سپس شهری به ترتیب با کاهش ۷ درصد و افزایش ۴ درصد است که در سال خشک با کاهش مساحت کاربری جنگل دست کاشت و مرتع، سطح اراضی بایر (شهری، بدون پوشش) و اراضی کشاورزی افزایش یافته است و به دنبال آن غلظت برخی عناصر در آب زیرزمینی افزایش و کیفیت آب زیرزمینی منطقه کاهش یافته است. هرچند در دوره ترسالی رابطه معناداری بین کاربری‌ها و شاخص‌های کیفی آب زیرزمینی مشاهده نگردید. علاوه بر این ارتباط معنی‌داری بین پارامترهای اقلیمی بارش و دما و سطح آب زیرزمینی منطقه وجود نداشت و تنها پارامتر دبی رودخانه با سطح آب زیرزمینی در سطح یک درصد ارتباط معنی‌دار آماری نشان داد. به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که تغییرات کاربری اراضی بر افت تغییرات سطح آب زیرزمینی در هر دو سال تاثیر معنی‌داری نداشته است و افت سطح آب زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه ناشی از کاهش دبی رودخانه، وقوع خشک‌سالی هیدرولوژیک و برداشت بیش از حد آب‌های زیرزمینی در منطقه است.

واژگان کلیدی:

تراز آب، پیرسون، خشک‌سالی، شولر، ویلکاکس.

شاپا: ۲۸۲۱-۰۱۸۲
DOI: 10.22034/emj.2024.717286

۱- مقدمه

تغییرات کاربری اراضی، بهره‌برداری بیش از حد از خاک، استفاده مداوم از منابع آب سطحی و زیرزمینی اثرات منفی معنی‌داری بر محیط‌زیست دارد (Uricchio et al., 2004). کیفیت آب زیرزمینی به اندازه کمیت آن برای قابل استفاده بودن آن در مصارف مختلف مهم و ضروری است و آنالیز کیفیت آب یکی از قسمت‌های مهم مطالعات آب‌های زیرزمینی می‌باشد. منابع آب زیرزمینی به‌عنوان ذخیره‌گاه عظیم آب، در سراسر جهان به دلیل 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، دچار مشکلاتی شده‌اند (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۹؛ Ige et al., 2021). از سوی دیگر، آب‌های سطحی در نواحی خشک و نیمه‌خشک به اندازه کافی و به آسانی در دسترس نیستند، ازاین‌رو آب‌های زیرزمینی منبع مطمئن جهت تأمین نیازهای انسان به حساب می‌آیند. از طرف دیگر، تغییرات کاربری زمین مانند جنگل‌زدایی، افزایش فعالیت‌های کشاورزی و توسعه کاربری شهری، میزان رواناب سطحی را تغییر داده، باعث تغییر در عرضه و تقاضای آب و فرآیندهای هیدرولوژی حوزه نظیر نفوذ و تغذیه آب زیرزمینی می‌شود (غفاری و همکاران، ۱۳۹۸). به‌منظور تدوین و دستورسازی راهبردهای توسعه پایدار منابع آب زیرزمینی، نگاه یکپارچه به تغییرات کاربری اراضی، تغییرات اقلیم، سامانه اجتماعی و پاسخ سامانه هیدرولوژیک به آن‌ها، نیاز است. عدم توجه به ایجاد تعادل بین این متغیرها در تغذیه و تخلیه منابع آب زیرزمینی، منجر به بروز مشکلاتی از جمله فرونشست زمین، پیشروی آب‌های شور، کاهش کیفیت آب‌ها، افزایش هزینه‌های پمپاژ و غیره در بیشتر آبخوان‌های کشور ایران شده است (باقری و همکاران، ۱۴۰۱). در سطح جهانی و ملی در زمینه استفاده از داده‌های سنجش از دور جهت ارزیابی اثرات تغییرات کاربری اراضی بر روی خصوصیات منابع آب زیرزمینی و نیز کاربرد روش‌های زمین آمار در بررسی مطالعه کمیت و کیفیت آب‌های زیرزمینی مطالعات متعددی صورت گرفته است، که می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: یاری و همکاران (۱۳۹۸) تغییر کاربری اراضی در هیدروگراف سیل و نوسانات سطح آب زیرزمینی در بخشی از آبخیز قره‌سو را مطالعه کرده و نشان دادند که با کاهش مساحت کاربری جنگل، زراعت آبی، زمین بایر و افزایش مساحت کاربری مرتع، زراعت دیم و مناطق مسکونی دبی اوج و حجم سیلاب در منطقه مورد مطالعه، افزایش و سطح آب زیرزمینی در طول دوره ۳۰ ساله کاهش یافته است. اصغری اسکاندرودی و همکاران (۱۴۰۰)، در بررسی تغییرات کاربری اراضی و ارتباط آن با سطح آب زیرزمینی دشت اردبیل نتیجه گرفتند که روند نزولی سطح سفره‌ها به‌ویژه در کاربری مسکونی به دلیل کاهش چشمگیر نفوذپذیری و برداشت‌های بیش از حد از آب‌های زیرزمینی می‌باشد. Tam and Nga (۲۰۱۸) اثر توسعه شهری بر منابع آب زیرزمینی از نظر تغییر کاربری اراضی و افزایش تلفات آب زیرزمینی در نتیجه رشد جمعیت شهری در چین بررسی کردند. نتایج نشان داد که علت اصلی کاهش سطح آب زیرزمینی، افزایش تلفات آب زیرزمینی در اثر رشد جمعیت شهری است و افزایش سطح غیرقابل نفوذ در نتیجه توسعه شهرنشینی تأثیر اندکی بر کاهش تغذیه آب زیرزمینی داشته است. Shooshtarian et al. (۲۰۱۸) تغییر کاربری زمین و اثرات تبدیل بر روند کیفیت آب‌های زیرزمینی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج تجزیه و تحلیل همبستگی نشان داد که افزایش کاربری اراضی شهری و تبدیل کاربری‌های لخت به مسکونی–صنعتی با کاهش کیفیت آب رابطه دارد. Dong et al. (۲۰۱۹) در منطقه آتلانتیک میانی ایالات متحده نشان دادند که بیشترین روند کاهشی سطح آب زیرزمینی به میزان ۴۸ درصد مربوط به مناطق دشت ساحلی است و بخش‌های زراعی متراکم، بیشترین مساحت افت آب زیرزمینی را داشته‌اند. Kumar et al. (۲۰۱۹) تأثیر تغییرات کاربری زمین بر کیفیت آب در یک دشت ساحلی را بررسی و نشان دادند که تبدیل زمین بایر به زمین‌های کشاورزی بیش‌ترین تأثیر منفی بر کیفیت آب داشته است. Elmahdy et al. (۲۰۲۰) تأثیر کاربری زمین بر سطح و کیفیت آب‌های زیرزمینی در بخش شمالی امارات متحده عربی را بررسی کردند و نشان دادند که تغییرات مشاهده شده در کاربری زمین به شدت با کاهش کمیت و کیفیت آب زیرزمینی در سراسر منطقه مورد مطالعه مرتبط است. Esmeray and Gökcekli (۲۰۲۰) قابلیت استفاده از آب‌های زیرزمینی جهت مصارف شرب و کشاورزی و اثرات آلودگی صنعتی و کشاورزی بر روی آب‌های زیرزمینی را در استان کارابوک در ترکیه بررسی کردند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که همه مقادیر پارامترهایی اندازه‌گیری شده از نظر آشامیدنی در حد بالایی بودند و از نظر کشاورزی فقط یکی از چاه‌ها در گروه قابل استفاده در فصل مرطوب است. Soltani-Gerdefaramarzi et al. (۲۰۲۱) تأثیر کاربری اراضی را بر کیفیت آب‌های سطحی تحت دو دوره‌تر و خشک در حوزه آبخیز گدارخوش بررسی کردند. نتایج نشان داد که اراضی بایر و مسکونی بیش‌ترین تأثیر را بر کیفیت آب‌های سطحی داشت و کاربری اراضی مرتع و جنگلی با پارامترهای کیفیت آب یک هم‌بستگی منفی نشان داد. هم چنین رابطه قوی معنی‌داری بین پارامترهای کیفیت آب و کاربری اراضی در سال‌های خشک بدست آمد. Xu et al. (۲۰۲۲) تأثیر الگوهای کاربری زمین بر کیفیت آب زیرزمینی بر حوزه در شمال غربی چین را ارزیابی کردند. نتایج پژوهش آن‌ها بیانگر این بود که پارامترهای آب زیرزمینی در شمال دشت نسبت به جنوب دارای غلظت بیشتری می‌باشند. جنگل‌ها و کاربری‌های آبی تأثیر مثبتی بر اکثر پارامترهای هیدروشیمیایی نشان دادند در حالی که زمین‌های بایر و زمین‌های زراعی تأثیر منفی بر آن‌ها داشتند.

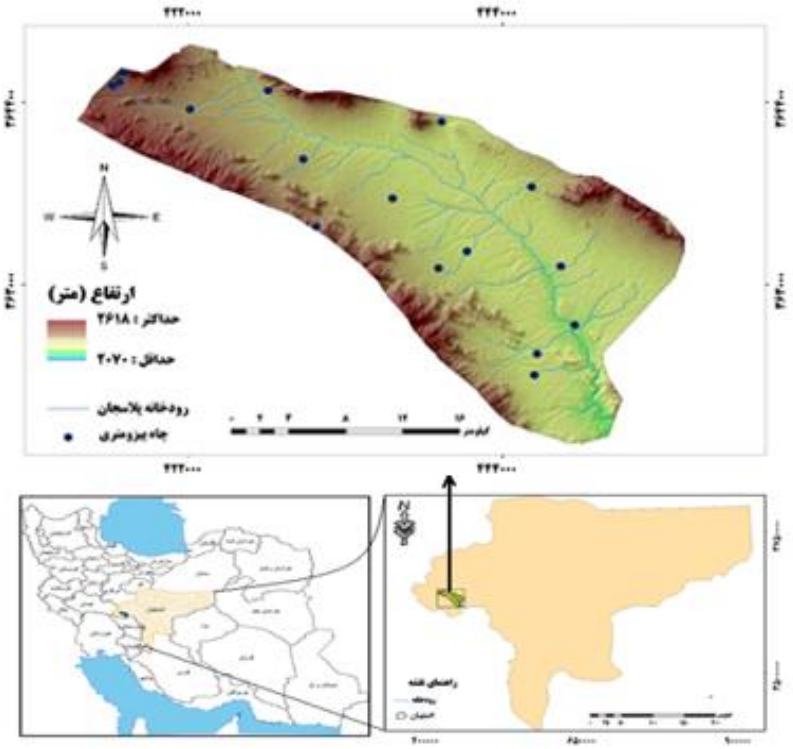
در سال‌های اخیر، جوامع انسانی و شهری با گسترش همراه بوده است و تأمین امنیت غذایی جوامع بشری سبب تغییر کاربری اراضی و به زیر کشت بردن اراضی جهت تأمین نیازهای پایه این جوامع شده و نیاز به منابع آبی را بیش‌تر می‌کند. در این حالت برداشت از منابع آب زیرزمینی بیش‌تر و آبخوان‌ها با افت سطح آب همراه هستند. با توجه به شرایط اقلیمی حاکم بر حوزه آبخیز پلاسجان اصفهان و شرایط ناپایدار منابع آب سطحی، تنها منابع آبی در منطقه مورد مطالعه، آب زیرزمینی به صورت چاه و چشمه می‌باشد. لذا با آگاهی از وضعیت کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی می‌توان

چشم‌انداز و درک مناسبی برای برنامه‌ریزی‌های آینده داشت. بنابراین در این مطالعه وضعیت منابع آب زیرزمینی حوزه آبخیز پلاسجان و تاثیر کاربری اراضی و پارامترهای اقلیمی دما و بارش بر کمیت و کیفیت آن بررسی شد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقهٔ مورد مطالعه

حوزه آبخیز رودخانه پلاسجان واقع در غرب استان اصفهان در محدوده طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۳۲ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۴ دقیقه شمالی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۴۱ دقیقه شرقی می‌باشد. منطقه موردمطالعه از زیر حوزه‌های سد زاینده‌رود بوده که در قسمت شمالی این حوزه قرار دارد. حوزه آبخیز سد زاینده‌رود از زیر حوزه‌های، حوزه آبریز مرکزی ایران می‌باشد که شامل دو زیر حوزه عمده، رودخانه پلاسجان و شاخه اصلی زاینده‌رود است. مساحت حوزه آبخیز پلاسجان ۱۶۴۴ کیلومترمربع و محیط آن ۵۴۴ کیلومتر می‌باشد. حداکثر ارتفاع ۲۶۱۸ متر و حداقل ارتفاع ۲۰۷۰ متر می‌باشد (شکل ۱). در محدوده حوزه آبخیز پلاسجان بر اساس آخرین آماربرداری، حدود ۱۱۴۹ حلقه چاه عمیق، ۳۸۸ حلقه چاه نیمه عمیق، ۲۵۰ رشته قنات، ۴۰۵ دهانه چشمه دائمی و فصلی با میزان آبدهی حدود ۴۷۱ میلیون مترمکعب و رودخانه پلاسجان با میزان آبدهی حدود ۲۰۰ میلیون مترمکعب وجود دارد. منطقه مورد مطالعه دارای میانگین دمای سالانه برابر با ۹/۸ درجه سانتی‌گراد، میانگین حداکثر و حداقل دما با ۱/۶۵ و ۱۷/۹ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. میانگین بارش سالانه در این منطقه ۳۳۹ میلی‌متر است که مقدار آن از ۳۰۰ میلی‌متر در شرق تا ۵۴۳ متر در غرب اختلاف دارد، و از غرب به شرق مقدار آن کاهش می‌یابد. میانگین رطوبت نسبی سالانه نیز ۴۸/۳ درصد، میانگین تبخیر سالانه و تعداد روزهای یخبندان ۱۵۲ روز می‌باشد (اداره مطالعات جهاد کشاورزی، ۱۳۹۰).



شکل (۱): موقعیت منطقه و چاه‌های پیزومتری در حوزه مورد مطالعه پلاسجان

۲-۲- روش کار

در این مطالعه به‌منظور بررسی تغییرات کمی و کیفی آب زیرزمینی در حوزه آبخیز پلاسجان، از داده‌های کمی و کیفی ۱۴ چاه استفاده شد که از سازمان آب منطقه‌ای استان اصفهان اخذ گردید. جهت تعیین سال‌های تر و خشک آمار طولانی‌مدت، ۲۰ ساله (۲۰۲۰-۲۰۰۰)، ایستگاه سینوپتیک داران واقع در آبخیز پلاسجان استخراج شد. با توجه به بررسی شاخص‌های خشک‌سالی در منطقه و انتخاب بهترین شاخص از بین شاخص‌های موجود، شاخص بارش استاندارد[1]جهت تعیین ترسالی و خشک‌سالی انتخاب شد و بر اساس این شاخص سال‌های ۱۳۸۵ به‌عنوان ترسال‌ترین سال و ۱۳۹۷ به‌عنوان خشک‌ترین سال انتخاب شدند (بهرامی‌دمنه و همکاران، ۱۴۰۲). در بررسی تغییرات کاربری اراضی، از داده ماهواره‌ای سنجنده TM[2] و ETM[3]

1. Standardized Precipitation Index (SPI)
2. Thematic Mapper
3. Enhanced Thematic Mapper

طی دو سال ۱۳۸۵ و ۱۳۹۷ به‌عنوان دو سال تر و خشک، استفاده گردید. شاخص‌های سختی کل[1]، نسبت جذب سدیم[2]، هدایت الکتریکی[3]، درصد سدیم تبادلی[4]، باقی‌مانده کربنات سدیم[5]، کل مواد جامد محلول[6]، اسیدیته[7]و درصد سدیم محلول[8]از جمله شاخص‌های مورد استفاده در این پژوهش بودند. مقادیر هدایت الکتریکی، کل مواد جامد محلول و اسیدیته در آمار کیفی موجود بوده و شاخص‌های دیگر با استفاده از روابط مربوطه محاسبه شدند. جهت بررسی تأثیر تغییرات کاربری اراضی بر کمیت و کیفیت آب زیرزمینی از آزمون همبستگی پیرسون بین شاخص‌های کیفی و تغییرات کاربری در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ استفاده شد. پس از بررسی تغییرات کاربری اراضی بر کمیت و کیفیت آب زیرزمینی، جهت مقایسه کیفیت آب از لحاظ کشاورزی، شرب و صنعت به ترتیب از طبقه‌بندی ویلکاکس[9]و شولر[10]استفاده گردید.

۲-۲-۱- شاخص سختی کل:

برای محاسبه سختی کل برحسب میلی‌گرم بر لیتر می‌توان از رابطه (۱) استفاده کرد (علیزاده، ۱۳۸۵) در این رابطه کلسیم و منیزیم بر حسب میلی اکی والانت در لیتر می‌باشد. هرچند بالاترین حد مجاز سختی کل ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر است ولی عملاً آب‌هایی که سختی آن‌ها از ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر بیشتر باشد، مطلوب نمی‌باشند.

$$TH = (Ca + Mg) * 50$$ رابطه (۱)

۲-۲-۲- شاخص نسبت جذبی سدیم و درصد سدیم محلول:

این شاخص‌ها معیاری برای سنجش سدیم هستند که با داشتن غلظت عناصر در آب، مقادیر آن‌ها با استفاده از روابط (۲) و (۳) به دست می‌آید (علیزاده، ۱۳۸۵).

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}}$$ رابطه (۲)

$$SSP = \frac{Na}{Ca + Mg + Na} * 100$$ رابطه (۳)

۲-۲-۳- شاخص باقی مانده کربنات سدیم:

شاخص باقی مانده کربنات سدیم نیز با استفاده از غلظت‌های کربنات، بی‌کربنات، کلسیم و منیزیم بر حسب میلی اکی والانت در لیتر توسط رابطه (۴) محاسبه می‌شود (علیزاده، ۱۳۸۵).

$$RSC = (HCO_3 + Co_3) - (Ca + Mg)$$ رابطه (۴)

۲-۲-٤- طبقه‌بندی آب آبیاری جهت استفاده در کشاورزی:

اولین روشی که برای طبقه‌بندی آب آبیاری بر حسب شوری و نسبت جذبی سدیم صورت گرفت، روش آزمایشگاه شوری خاک آمریکا است، که بر اساس آن نمودار معروف ویلکاکس تهیه شد. در روش ویلکاکس، آب از نظر شوری با نمایه هدایت الکتریکی در چهار گروه و از نظر زیان حاصل از سدیم با نمایه نسبت جذب سدیم نیز در چهار گروه طبقه‌بندی می‌شود (Wilcox, 1995). جدول (۱) و (۲) به ترتیب معیارهای طبقه‌بندی کیفیت آب کشاورزی با استفاده از شاخص درصد سدیم محلول و بر اساس دیاگرام ویلکاکس و همچنین جدول (۳) رده‌های مختلف آب و نوع کیفیت بر اساس دیاگرام ویلکاکس را نشان می‌دهد.

جدول (۱): طبقه‌بندی آب از نظر کشاورزی با استفاده از شاخص درصد سدیم محلول (علیزاده، ۱۳۸۵)

نوع کیفیت آب برای آبیاری	مقدار شاخص
عالی	SSP <20
خوب	20<SSP<40
قابل قبول	40<SSP<60
مشکوک	60<SSP<80
بد	SSP>80

1. Total Hardness (TH)
2. Sodium adsorption ratio (SAR)
3. Electrical conductivity (EC)
4. Exchangeable Sodium Percentage (ESP)
5. Residual Sodium Carbonate (RSC)
6. Total Dissolved Solids (TDS)
7. potential of Hydrogen (PH)
8. Soluble Sodium Percentage (SSP)
9. Wilcox
10. Schuller

جدول (۲): معیارهای طبقه‌بندی کیفیت آب کشاورزی بر اساس دیاگرام ویلکاکس(Wilcox, 1955)

کیفیت آب	SAR	رده	EC	رده
S1	SAR<10	C1	EC<250	عالی
S2	10<SAR<18	C2	250<EC<750	خوب
S3	18<SAR<26	C3	750<EC<2250	متوسط
S4	SAR>26	C4	EC>2250	نامناسب

جدول (۳): رده‌های مختلف آب و نوع کیفیت بر اساس دیاگرام ویلکاکس (Wilcox, 1955)

ردیف	رده آب	نوع کیفیت آب برای کشاورزی
۱	C1S1	شیرین– برای کشاورزی کاملاً بی‌ضرر
۲	C1S2,C2S2,C2S1	کمی شور– برای کشاورزی تقریباً مناسب
۳	C1S3,C2S3,C3S1,C3S2,C3S3	شور– برای کشاورزی با اعمال تمهیدات لازم مناسب
۴	C1S4,C2S4,C3S4,C4S4,C4S3,C4S2,C4S1	خیلی شور– مضر برای کشاورزی

۲-۲-۵- تعیین کیفیت آب با استفاده از دیاگرام شولر

نمودار شولر یک روش گرافیکی برای طبقه‌بندی کیفیت آب شرب به حساب می‌آید. در این نمودار آب‌های مورد بررسی به ۶ گروه شامل خوب، قابل قبول، متوسط، نامناسب، به‌طور کامل نامطبوع، و غیرقابل شرب (جدول ۴) طبقه‌بندی می‌شوند.

جدول (٤): طبقه‌بندی آب توسط دیاگرام شولر (Schoeller, 1964)

طبقه‌بندی آب برای آشامیدن	اسیدیته	کلسیم	منیزیم	سدیم	سولفات	کلر
خوب	۷/۳	۲۰	۴/۵	۶۹	۳۷	۲۸
قابل قبول	۷/۸	۲۵	۶	۷۳	۴۸	۳۵
نامناسب	۹	۸۵	۳۷	۱۰۴	۵۷	۵۴
بد	۱۰	۱۳۰	۷۲	۷۳۰	۳۵۰	۵۵۰
قابل استفاده در شرایط اضطراری	۱۱	۱۷۵	۸۵	۸۸۰	۷۲۰	۶۰۳
غیرقابل شرب	>۱۱	۲۴۰	۱۴۴	۱۱۵۰	۹۶۰	۱۲۴۲

۲-۲-٦- بررسی کیفیت آب بر اساس نمودار ستاره

روش دیگر نمایش چند محوره داده‌ها به‌جای استفاده از نمودار پروفیل نمایش آن‌ها به صورت شعاعی از یک نقطه مرکزی است. در این روش یک مشاهده به وسیله یک نقطه روی هر محور نمایش داده شد و این نقاط به وسیله قطعات خط متصل شدند شکل به دست آمده الگوی یک ستاره داشت و نمودار ستاره نامیده شد (دستورالعمل مدیریت آب‌های زیرزمینی).

۲-۲-۷- طبقه‌بندی آب برای استفاده در صنعت

آب استفاده شده در صنعت بسته به نوع صنعت، باید استانداردهای خاصی داشته باشد. یکی از معیارهای طبقه‌بندی آب برای مصارف صنعت محاسبه ضریب اشباع شدگی لانژلیه است؛ که از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$LSI = pH - pH_s$$ رابطه (۵)

در این رابطه pH مقدار اندازه‌گیری شده اسیدیته آب در محل و pHs میزان pH در حالت اشباع است که به‌عنوان شاخص (اشباع) و از رابطهٔ زیر به دست می‌آید (Edwards et al., 1994).

$$pH_s = C + P_{ca} + P_{alk}$$ رابطه (۶)

در این رابطه C تابع دما، P_{ca} لگاریتم منفی غلظت یون‌های کلسیم و p_{alk} لگاریتم منفی آلکالیتی آب است؛ بنابراین هرگاه ضریب لانژلیه منفی باشد؛ آب تمایل به پوسته‌گذاری دارد و رسوب می‌کند. مقدار صفر معرف آب متعادل است و اگر مثبت باشد؛ آب تمایل به خورندگی دارد. جدول (۵) کلاس‌بندی کیفیت آب از نظر صنعتی به روش ضریب لانژلیه را نشان می‌دهد.

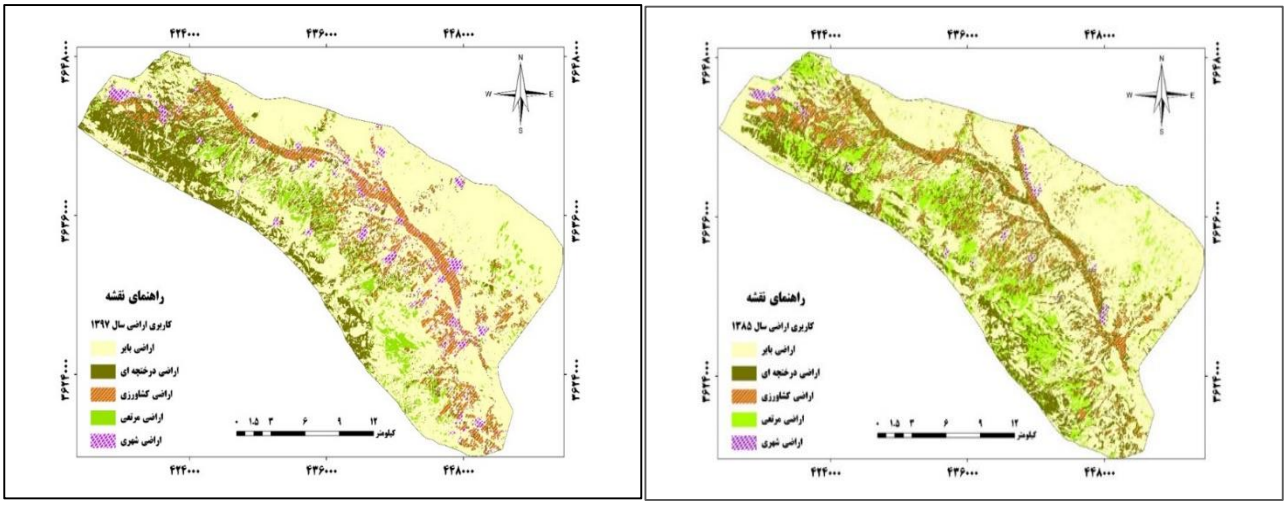
جدول (۵): طبقه‌بندی کیفیت آب از نظر مصارف صنعتی به روش ضریب لانژلیه(Edwards et al., 1994)

طبقه‌بندی آب	ضریب لانژلیه	کلاس آب
رسوب‌گذار	مقادیر منفی	۱
متعادل	صفر	۲
خورنده	مقادیر مثبت	۳

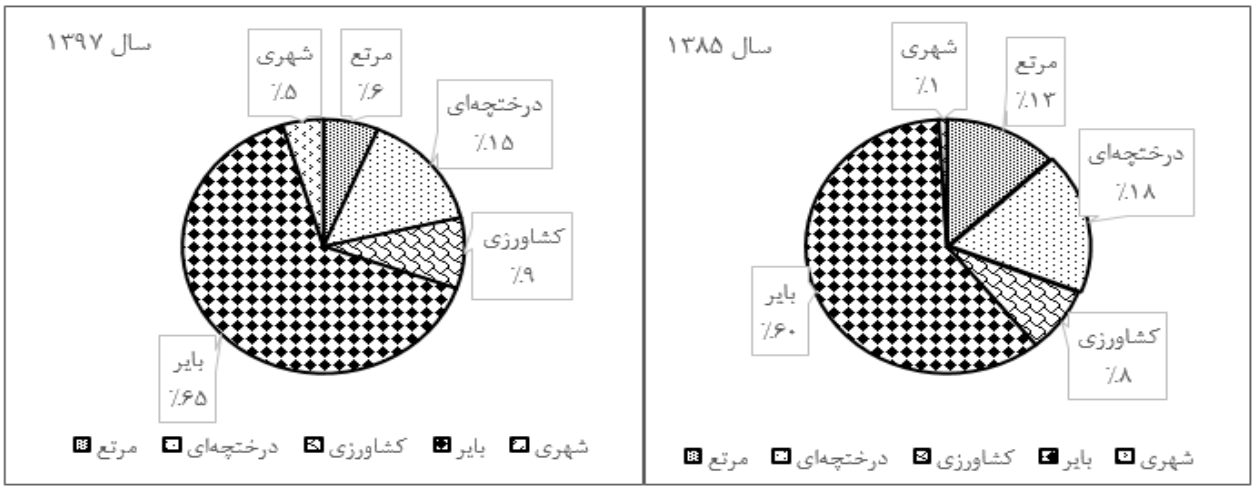
۳- نتایج

۳-۱- بررسی تغییرات کاربری اراضی

شکل (۲) بیانگر نقشه کاربری اراضی آبخیز پلاسجان در سال ۱۳۸۵ به‌عنوان سال تر و سال ۱۳۹۷ به‌عنوان سال خشک است. در این نقشه، ۵ کاربری درختچه‌ای (دست‌کشت)، مرتع، کشاورزی، بایر و شهری مشخص‌شده است که بیشترین مساحت کاربری در سال ۱۳۸۵ به ترتیب مربوط به کاربری درختچه‌ای و مرتع (۷۰۷۲/۳۶۶ کیلومترمربع، ۹۷۳۱/۸ کیلومترمربع و ۷۰۷۲/۳۶۶ کیلومترمربع) می‌باشد. نقشه کاربری اراضی حوزه آبخیز پلاسجان در سال ۱۳۹۷ نیز به‌عنوان سال خشک نشان می‌دهد که بیشترین مساحت کاربری مربوط به اراضی درختچه‌ای و بایر (۸۱۶۸/۷۶۴ کیلومترمربع و ۳۵۲۴۹/۷۱ کیلومترمربع) و کاربری کشاورزی نسبت به سال ۱۳۸۵ با افزایش روبه‌رو بوده است. از دلایل تغییر مساحت کاربری‌ها در این دو سال، می‌توان به گسترش شهرنشینی اشاره کرد که برای تأمین غذای جمعیت منطقه مجبور به زیر کشت بردن اراضی بیشتری است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، در دوره خشک‌سالی در سال ۱۳۹۷ درصد مساحت کاربری کشاورزی، کاربری درختچه‌ای و کاربری مرتع به ترتیب به میزان ۱۱/۱، ۲۸/۷۴ ۲۵/۳۹ درصد نسبت به سال ۱۳۸۵ کاهش داشته ولی کاربری بایر فاقد پوشش گیاهی و شهری به ترتیب به میزان ۶۲/۷۷ درصد ۷/۲۱ درصد نسبت به دوره ترسالی افزایش داشته‌اند (شکل ۳).



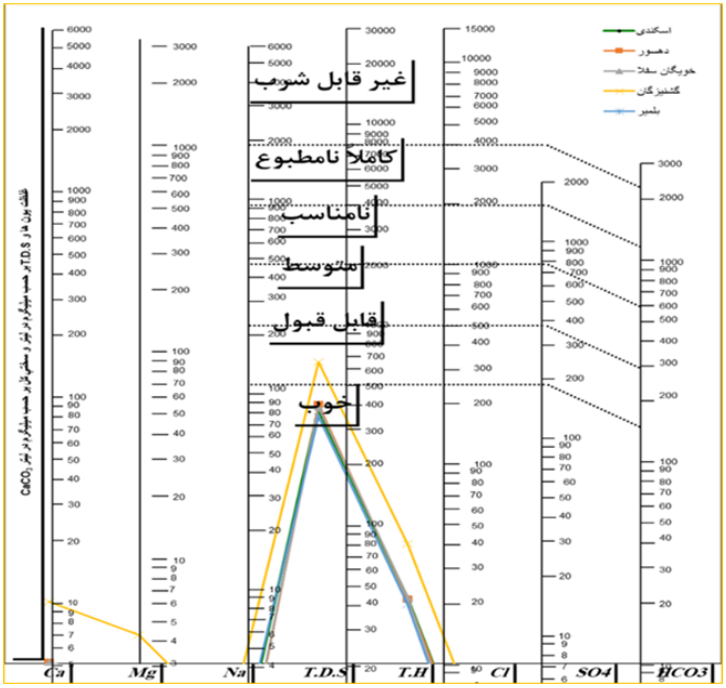
شکل (۲): نقشه توزیع کاربری اراضی در سال ۱۳۸۵ و ۱۳۹۷



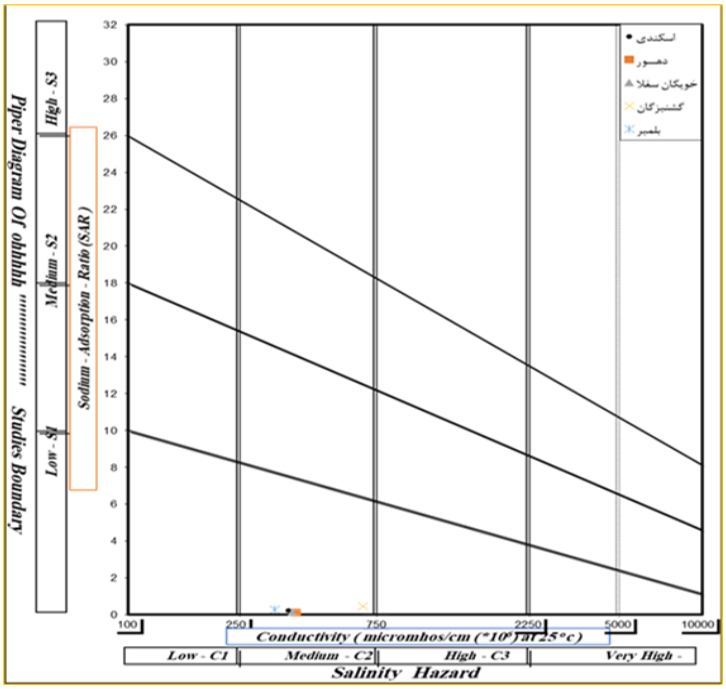
شکل (۳): درصد مساحت کاربری‌های مختلف در سال ۱۳۸۵ (سال تر) و ۱۳۹۷ (سال خشک)

۳-۲- بررسی تغییرات پارامترهای کیفی منابع آب زیرزمینی

در این بخش، کیفیت آب زیرزمینی مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور با استفاده از میانگین عناصر EC، pH، TDS، Ca^{+}، Na^{+}، %Na، SAR، Mg، K، CO_3، HCO_3، Cl و SO_4 در دو سال ۱۳۸۵ و ۱۳۹۷ پارامترهای کیفی تجزیه و تحلیل شد. در بررسی آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه با استفاده از دیاگرام شولر برای تمام چاه‌های منطقه مورد مطالعه، آب از لحاظ شرب خوب بوده و قابل استفاده است که در شکل (۴) نشان داده شده است. در بررسی تغییرات پارامتر کیفی آب از لحاظ کشاورزی بر اساس دیاگرام ویلکاکس نیز مشخص گردید که تمام چاه‌های مورد بررسی در وضعیت مناسبی قرار داشته و برای کشاورزی مناسب می‌باشند (شکل ۵).

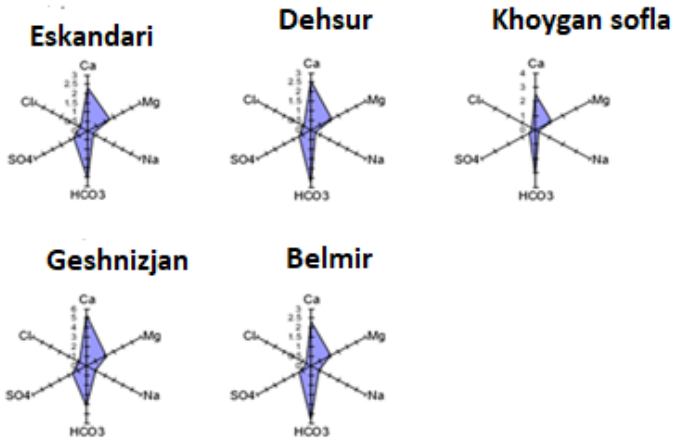


شکل (٤): دیاگرام شولر در بررسی کیفیت آب چاه‌های مشاهداتی پلاسجان



شکل (٥): نمودار ویلکاکس در بررسی پارامترهای کیفی آب کشاورزی

بر اساس نمودار ستاره‌ای که در شکل (۶) نشان داده شده است، در تمام چاه‌های مورد بررسی میزان کلسیم و بی‌کربنات در حد بالایی قرار داشته است که با بررسی سازندهای منطقه مورد مطالعه و بر اساس جدول (۶) تیپ رخساره آبخوان از نوع بی‌کربناته کلسیم بوده که باعث افزایش سختی آب این چاه‌ها شده است.



شکل (٦): پارامترهای کیفی چاه‌های مشاهداتی حوزه آبخیز پلاسجان بر اساس نمودار ستاره‌ای

جدول (٦): تیپ رخسارهای چاه‌های مشاهداتی حوزه آبخیز پلاسجان

چاه	غلظت آنیون‌ها	غلظت کاتیون‌ها	تیپ آب	رخساره آب	تیپ و رخساره
اسکندی	$HCO_3 > SO_4 > Cl$	Ca > Mg > Na+K	بی کربناته	کلسیک	بی کربناته کلسیک
دهسور	$HCO_3 > SO_4 > Cl$	Ca > Mg > Na+K	بی کربناته	کلسیک	بی کربناته کلسیک
خویگان سفلا	$HCO_3 > SO_4 > Cl$	Ca > Mg > Na+K	بی کربناته	کلسیک	بی کربناته کلسیک
گشنیزگان	$HCO_3 > SO_4 > Cl$	Ca > Mg > Na+K	بی کربناته	کلسیک	بی کربناته کلسیک
بلمیر	$HCO_3 > SO_4 > Cl$	Ca > Mg > Na+K	بی کربناته	کلسیک	بی کربناته کلسیک

در بررسی پارامترهای کیفی از لحاظ استفاده در صنعت، در تمام چاه‌های مشاهداتی به دلیل بالا بودن اسیدیته، آب خورنده می‌باشد. از عوامل تأثیرگذار در اسیدیته بودن آب چاه‌ها می‌توان به اسید سولفوریک، اسید نیتریک و اسید کلریدریک اشاره کرد (جدول ۷).

جدول (۷): وضعیت آب چاه‌های مشاهداتی حوزه آبخیز پلاسجان در استفاده صنعتی

چاه	قلیائیت بر حسب CaO	Ca (mg/l)	ضریب C	PHs	PH	PHs-PH	کیفیت آب برای مصارف صنعتی
اسکندی	۸/۴۷۳۵۳	۴۶/۹۴۱	۱۱/۲۷	۸/۷	۷/۸۷۶	۰/۸۲۳۵۳	خورنده
دهسور	۶/۴۳۳۷۵	۵۱/۲۵	۱۱/۲۸	۸/۸	۷/۸	۱	خورنده
خویگان سفلا	۵/۶۶	۵۱/۲۹۴	۱۱/۲۸	۸/۸	۷/۶۹۴	۱/۱۰۵۸۸	خورنده
گشنیزگان	۲۳/۱۳۴۲	۱۰۷/۲۲	۱۱/۲۹	۷/۹	۷/۶۳۳	۰/۲۶۶۶۷	خورنده
بلمیر	۱۰/۶۱۴۶	۴۶/۷۶۹	۱۱/۲۷	۸/۶	۸/۰۱۵	۰/۵۸۴۶۲	خورنده

۳-۳- ارتباط بین الگوی کاربری زمین و پارامترهای کیفی آب زیرزمینی

جهت بررسی ارتباط بین الگوی کاربری زمین و پارامترهای کیفی آب زیرزمینی از داده‌های کیفی مربوط به ۱۴ چاه واقع در حوزه مورد مطالعه استفاده شد. پارامترهای مورد بررسی جهت بررسی تغییر کاربری اراضی و کیفیت منابع آب زیرزمینی در حوزه آبخیز پلاسجان در دو سال ۱۳۸۵ و ۱۳۹۷ شامل؛ شاخص هدایت الکتریکی، اسیدیته، مواد جامد محلول، نسبت جذب سدیم، کلسیم، منیزیم، پتاسیم، کربنات، بی کربنات، کلر، سولفات، سختی، سدیم تبادلی، کاتیون و آنیون و کاربری اراضی موجود در منطقه شامل کاربری‌های بایر، درختچه‌ای، مرتع، کشاورزی و شهری می‌باشند. در جدول (۸) ضریب هم‌بستگی و سطح معناداری، ارتباط بین انواع کاربری‌ها و پوشش‌های مختلف با شاخص‌های کیفی آب زیرزمینی در دو سال ۱۳۸۵ و ۱۳۹۷ گزارش شده است. در دوره ترسالی رابطه معناداری بین همه کاربری‌ها و شاخص‌های کیفی آب زیرزمینی مشاهده نگردید. از علت آن می‌توان به عدم نفوذ رواناب‌های سطحی در چاه‌های مذکور اشاره کرد. در دوره خشک‌سالی همان‌طور که مشاهده می‌شود بین کاربری بایر و سدیم و نسبت جذب سدیم

در سطح یک درصد و بی‌کربنات در سطح ۵ درصد ارتباط معنی‌دار مثبت وجود دارد. به این معنا که با افزایش مساحت کاربری اراضی بایر میزان غلظت این عناصر در آب زیرزمینی نیز افزایش یافته و باعث کاهش کیفیت آب زیرزمینی شده است. در صورتی که با کاهش درصد مساحت مرتع غلظت منیزیم افزایش پیدا کرده و باعث کاهش کیفیت آب شده است. همچنین بین کاربری اراضی شهری و میزان پتاسیم موجود در آب زیرزمینی در سطح ۵ درصد ارتباط معنی‌دار مثبت وجود دارد و نشان دهنده افزایش غلظت این عنصر در مقابل افزایش مساحت کاربری شهری در منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

جدول (۸): ضریب هم‌بستگی پیرسون میان مساحت کاربری اراضی و پارامترهای کیفی آب زیرزمینی در دو سال خشک و تر

	بایر	کشاورزی	درختی	مرتع	شهری
سال تر (۱۳۸۵)					
EC	۰/۱۳۸	-۰/۰۵۱	۰/۳۵۳	۰/۵۷۶	۰/۵۱۶
pH	۰/۲۳۳	-۰/۲۴۱	-۰/۴۰۱	-۰/۵۲	-۰/۴۹۳
TDS	۰/۱۲۶	-۰/۰۳۷	۰/۳۶۴	۰/۵۷۶	۰/۵۲۱
SAR	۰/۲۴۳	-۰/۰۷۷	۰/۳۸۵	۰/۴۷۷	۰/۴۸۳
TH	۰/۱۳۸	-۰/۰۴۸	۰/۳۵۷	۰/۵۷۵	۰/۵۱۸
Ca^{2+}	۰/۰۷۸	-۰/۰۰۵	۰/۳۶۵	۰/۵۸۱	۰/۵۲۳
Na^{+}	۰/۲۴۸	-۰/۱۲۲	۰/۳۳۸	۰/۵۳۸	۰/۴۹۲
Mg^{2+}	۰/۲۰۳	-۰/۱	۰/۳۳۶	۰/۵۶۳	۰/۵۰۳
K	-۰/۳۱۷	۰/۱۰۵	-۰/۲۷۶	-۰/۱۷۴	-۰/۲۵۹
CO_3^{2-}	۰/۱۳۴	-۰/۰۴۶	۰/۳۵۶	۰/۵۷۶	۰/۵۱۸
HCO_3^{2-}	-۰/۰۲۴	۰/۱۳۱	۰/۴۷۴	۰/۵۵۹	۰/۵۶۴
Cl^{-}	۰/۱۳	-۰/۰۴۲	۰/۳۵۸	۰/۵۷۶	۰/۵۱۹
SO_4^{-}	۰/۳۱۸	-۰/۲۵۲	۰/۱۹۶	۰/۵۴۶	۰/۴۲۴
سال خشک (۱۳۹۷)					
EC	۰/۸۴۴	-۰/۲۳۵	-۰/۶۹۲	-۰/۳۳۴	۰/۵۸۲
pH	-۰/۱۹۴	-۰/۳۲۳	۰/۵۰۷	-۰/۴۸۷	-۰/۴۹۶
TDS	۰/۸۴۸	-۰/۲۳۵	-۰/۶۹۲	-۰/۳۲۳	۰/۵۸۲
SAR	۰/۹۷۴**	-۰/۱۷۹	-۰/۴۶۲	-۰/۲۶۵	۰/۶۱۲
TH	۰/۷۸۸	-۰/۳۱۹	-۰/۷۶۱	-۰/۳۸۲	۰/۵۰۱
Ca^{2+}	۰/۵۰۳	-۰/۰۹۷	-۰/۸۱۲	۰/۰۴۸	۰/۴۶۸
Na^{+}	۰/۹۷۳**	-۰/۱۸۵	-۰/۴۷۱	-۰/۲۷۷	۰/۶۱۲
Mg^{2+}	۰/۵۳۳	-۰/۵۱۳	-۰/۰۳۳	−۰/۹۱۴*	۰/۰۳۸
K	۰/۶۶۸	۰/۳۷۸	-۰/۲۲۸	-۰/۲۹	۰/۹۴۵*
CO_3^{2-}	۰/۲۲۸	۰/۱۴۲	۰/۳۲۶	۰/۵۷۸	-۰/۰۰۴
HCO_3^{2-}	۰/۸۸۰*	-۰/۴۶۴	-۰/۶۵۲	-۰/۱۱۱	۰/۲۸۴
Cl^{-}	۰/۵۵۴	-۰/۰۰۷	-۰/۵۹۶	-۰/۴۵۵	۰/۶۵۷
SO_4^{-}	۰/۷۵۷	-۰/۱۲۷	-۰/۶۱۱	-۰/۴۹۱	۰/۶۶۲

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

٤-۳- بررسی اثرات تغییرات پارامترهای اقلیمی بر روند تغییرات سطح آب زیرزمینی

به‌منظور بررسی تغییرات پارامترهای اقلیمی بر سطح آب زیرزمینی از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. همان‌طور که در جدول (۹) مشاهده می‌گردد ارتباط معنی‌داری بین پارامترهای اقلیمی بارش و دما و سطح آب زیرزمینی منطقه وجود ندارد و تنها پارامتر دبی رودخانه با سطح آب زیرزمینی در سطح یک درصد ارتباط معنی‌دار آماری نشان می‌دهد. در نهایت می‌توان نتیجه گرفت که افت سطح آب زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه ناشی از کاهش دبی رودخانه و وقوع خشک‌سالی هیدرولوژیک است (بهرامی‌دمنه و همکاران، ۱۴۰۲). با توجه به شکل (۷) در سال ۱۳۸۵ به‌عنوان سال تر بیشترین و کمترین میزان تراز سطح آب زیرزمینی به ترتیب ۴۷ و ۳ متر بوده است در حالی‌که در سال ۱۳۹۷ به‌عنوان سال خشک این دو عدد به ۶۵

و ۷ متر رسیده است. افزایش سطح تراز پیزومتری در منطقه نشان‌دهنده افت سطح آب زیرزمینی به دنبال برداشت بیش از حد آب‌های زیرزمینی در منطقه می‌باشد.

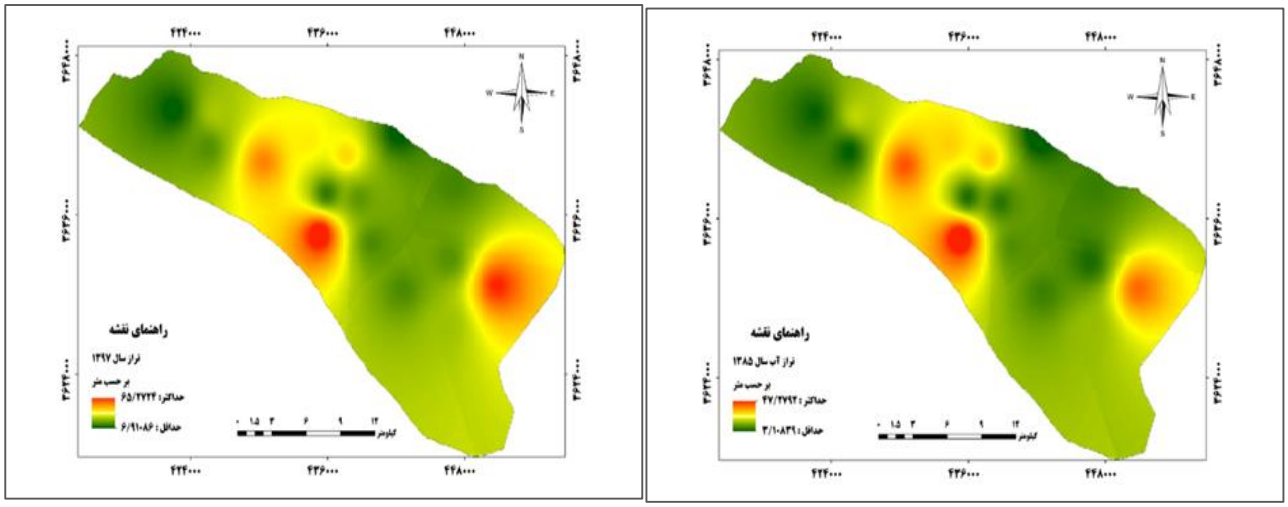
جدول (۹): بررسی همبستگی پارامترهای اقلیمی و سطح آب زیرزمینی

	دما (میانگین)	دبی رودخانه (سالانه)	بارش (سالانه)
سطح آب زیرزمینی	۰/۳۱۳	۰/۶۱۶*	۰/۱۵۷
P value	۰/۲۷۵	۰/۱۹	۰/۵۹۲

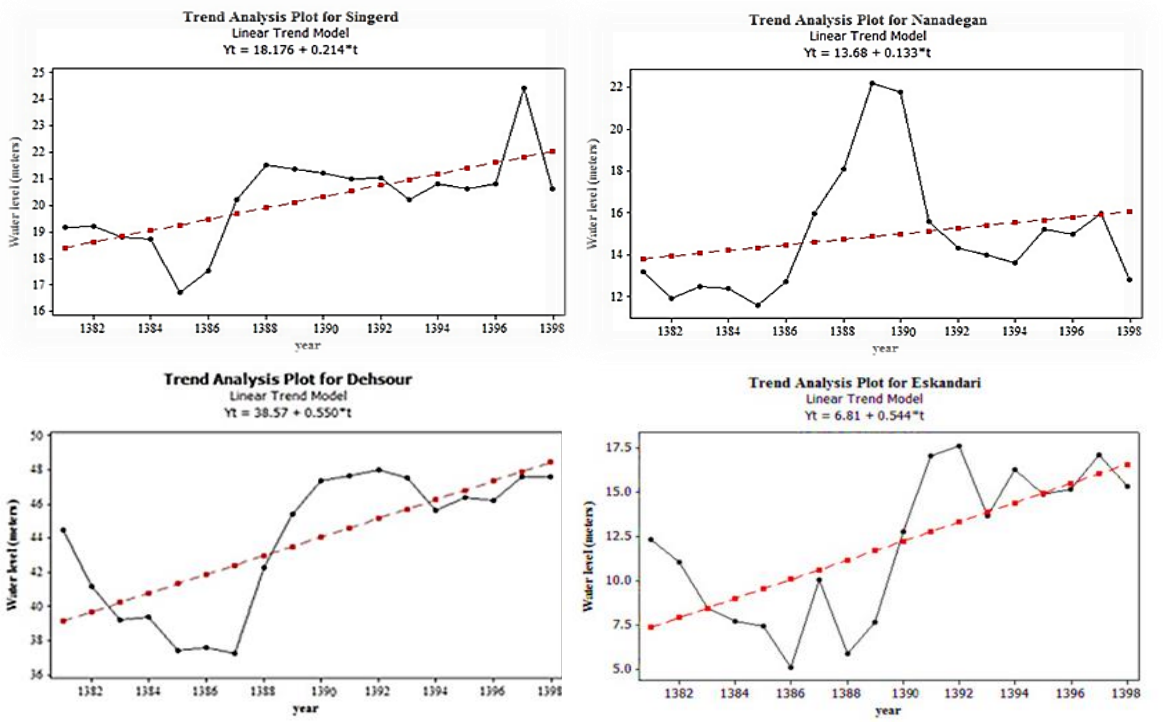
(*معناداری در سطح ۹۵٪)

۵-۳- ارتباط بین الگوهای کاربری زمین و کمیت آب زیرزمینی

شکل (۸) روند نزولی سطح آب زیرزمینی برای چند نمونه از چاه‌های منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. مطابق نتایج از سال ۱۳۸۸-۱۳۸۶ همچنین از سال ۱۳۸۹ به بعد سطح پیزومتری با روندی نزولی همراه است که نشان‌دهنده پایین رفتن سطح آب زیرزمینی به علت خشک‌سالی مکرر و برداشت بی‌رویه و غیراصولی آب زیرزمینی می‌باشد.



شکل (۷): نقشه هم عمق آب زیرزمینی منطقه پلاسجان در سال ۱۳۸۵ و ۱۳۹۷



شکل (۸): روند تغییرات سطح آب زیرزمینی در برخی چاه‌های موجود در حوزه مورد مطالعه

٤- بحث و نتیجه‌گیری

تغییرات کاربری اراضی تأثیر قابل‌توجه بر کیفیت آب سطحی و زیرزمینی دارد، آگاهی از نوع و درصد کاربری اراضی در حوزه‌های آبریز به‌عنوان یک پارامتر مدیریتی می‌تواند برنامه‌ریزان را در جهت توسعه همه جانبه یاری کند. بدین منظور در حوزه آبخیز پلاسجان واقع در استان اصفهان درصد مساحت کاربری‌ها در منطقه در دو سال ۱۳۸۵ و ۱۳۹۷ به‌عنوان دو سال تر و خشک بررسی شد. بیش‌ترین تغییرات مربوط به کاربری اراضی مرتع با کاهش ۷ درصد و بعد از آن کاربری شهری با افزایش ۴ درصد می‌باشد که در اثر چرای بیش‌ازحد از حد دام و تغییر کاربری مرتع به دیم تخریب‌شده است. در دوره ترسالی اراضی درختچه و مرتع در اطراف منطقه متمرکز بوده که با رخ دادن خشک‌سالی و تنش آب از بین رفته‌اند و تبدیل به زمین‌های بایر و شهری شدند. با توجه به این‌که کشاورزی و دامداری از مشاغل اصلی ساکنان این منطقه است، به دلیل بارندگی‌های مناسب در این ناحیه، دیم‌کاری مورد توجه ساکنین قرارگرفته است، لذا اقدام به تغییر کاربری مرتع و جنگل به دیم کرده و سبب تخریب این اراضی شده‌اند. از علل دیگر کاهش درصد مساحت کاربری مرتع و درختچه‌های دست کاشت در سال ۱۳۹۷ می‌توان به وقوع خشک‌سالی هواشناسی و هیدرولوژیک در طول این مدت در منطقه (بهرامی‌دمنه و همکاران، ۱۴۰۲) و توسعه مناطق با کاربری مسکونی و بایر (راهداری و همکاران، ۱۳۹۸) اشاره کرد. شایان ذکر است که بیشترین تغییر کاربری اراضی مربوط به کاربری مرتع بوده که با توجه به اقلیم منطقه، کاربری مرتع به‌عنوان پوشش طبیعی حوزه به شمار می‌آید و کاهش مساحت کاربری آن می‌تواند سلامت آبخیز را دچار خطر کند.

در بررسی تغییرات کاربری اراضی بر پارامترهای کیفی آب زیرزمینی نتایج گویای این بود که در سال ۱۳۹۷ به‌عنوان سال خشک در مقایسه با سال ۱۳۸۵ به عنوان سال تر، با کاهش مساحت کاربری‌های جنگل‌های دست کاشت و مرتع و افزایش مساحت کاربری‌های کشاورزی، بایر و شهری و مسکونی غلظت برخی عناصر افزایش یافته است، هرچند بر اساس نمودار شولر وضعیت کیفی آب چاه‌ها جهت شرب در طبقه‌بندی خوب گزارش شد و بر اساس نمودار ویلکاکس از لحاظ کشاورزی در وضعیت مناسب قرار دارد. نتایج این تحقیق با نتایج Khan et al. (۲۰۱۱)، محمود حسن (۱۳۹۶)، یزدان پناه و همکاران (۱۳۹۶)، ابراهیمی و همکاران (۱۳۹۹)، Ndoye et al. (۲۰۱۸) و سلگی و همکاران (۱۴۰۱) که بیان کردند کاهش کیفیت آب زیرزمینی با افزایش کاربری شهری همراه بوده است، همخوانی دارد. مالک پور و همکاران (۱۳۹۹) بیان کردند که افزایش اراضی مسکونی و شهری و کاهش اراضی مرتعی و جنگلی، باعث افزایش غلظت پارامترهای کیفی آب مانند سولفات، منیزیم، کلسیم، هدایت الکتریکی، مواد جامد محلول، کلر و بی‌کربنات شد که باعث کاهش کیفیت آب رودخانه شاوور در طی دوره مورد مطالعه شد. براساس نتایج ارائه شده روند نزولی سطح پیزومتری چاه‌های واقع در منطقه از سال ۱۳۸۵-۱۳۸۲، هم‌چنین روند صعودی از سال ۱۳۸۸-۱۳۸۶ قابل مشاهده است. از سال ۱۳۸۹ به بعد نیز سطح پیزومتری با روندی نزولی همراه است که می‌توان بیان کرد روند نزولی سطح پیزومتری چاه‌ها با افزایش سطح آب همراه است و روند افزایشی سطح پیزومتری سبب استفاده بیش‌تر از آب‌های زیرزمینی می‌شود که کاهش سطح آب را به دنبال دارد که به علت خشک‌سالی هیدرولوژیک و برداشت بی‌رویه و غیر اصولی آب زیرزمینی می‌باشد. نجف پور و همکاران (۱۳۹۹) در بررسی تغییرات کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی بر آلودگی آبخوان دشت لنجانات به این نتیجه رسیدند که در سال‌های اخیر براساس خشک‌سالی هیدرولوژیک سطح آب دارای روند نزولی است که مشابه نتایج این تحقیق است. همچنین در بررسی تأثیر کاربری اراضی بر کمیت آب زیرزمینی نتایج گویای این بود که افت سطح آب زیرزمینی وابسته به تغییرات کاربری اراضی نیست و به‌علت افزایش تعداد چاه‌های عمیق منطقه و برداشت‌های بی‌رویه، وقوع خشک‌سالی‌های هواشناسی و هیدرولوژیک (بهرامی‌دمنه و همکاران، ۱۴۰۲) در منطقه و به دنبال آن کاهش میزان بارندگی‌ها به‌خصوص بارش برف و کاهش تغذیه آبخوان می‌باشد. نتایج غفاری و همکاران (۱۳۹۸)، اسدی و همکاران (۱۳۹۸) و Purandaraet al. (۲۰۱۸) نشان دهنده این است که تغذیه آب زیرزمینی به‌طور اساسی وابسته به الگوهای بارش و سپس تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین بوده است که با نتایج این مطالعه همخوانی دارد. هر چند در مطالعاتی از جمله اصغری سرسکانرود و همکاران (۱۴۰۱)، عمادالدین و همکاران (۱۴۰۰)، Mishra and Kumar (۲۰۱۵) و He et al. (۲۰۲۰) نشان داده شد که تغییر سطح سفره‌های آب زیرزمینی متأثر از کاربری اراضی است که طول دوره آماری، اقلیم و نوع کاربری‌های مختلف از دلایل متفاوت بودن نتایج در این تحقیقات بوده‌اند.

ارتباط تغییر پارامترهای اقلیمی دما و بارش بر سطح تراز آب گویای عدم ارتباط معنی‌دار بین دما و بارش بر سطح آب در چاه‌ها می‌باشد. لازم به ذکر است که تأثیر بارش و دما بر تغییرات سطح آب‌های زیرزمینی با تأخیر زمانی پدیدار می‌شود و برای بررسی تأثیر متغیرهای اقلیمی بر سطح آب زیرزمینی باید به این نکته توجه شود (قضاوی و رمضانی سربندی، ۱۳۹۶). ولی بین دبی رودخانه و سطح آب چاه‌های مشاهداتی هم‌بستگی مثبت ومعنی‌دار مشاهده شد که می‌توان گفت افت سطح ایستابی ناشی از کاهش منابع آب سطحی در منطقه است. علاوه بر این در منطقه مورد مطالعه تبادل آب سطحی و آب زیرزمینی صورت می‌گیرد، برداشت از این منابع و یا تغییر کیفیت هر یک می‌تواند روی دیگری اثر گذارد. در منطقه مورد مطالعه دبی پایه رودخانه پلاسجان از محل آب‌های زیرزمینی تأمین می‌شود، به این معنی که در زمان‌هایی که سطح آب زیرزمینی بالاتر از کف رودخانه است، آب زیرزمینی وارد رودخانه شده، اما زمانی که سطح این آب افت پیدا کند، ورود آب به رودخانه قطع و در نتیجه رودخانه به خصوص در ایام تابستان با کم آبی مواجه می‌شود. همچنین زمانی که بارش مناسب باشد تراز آب رودخانه بالاتر از تراز آب زیرزمینی است و در این صورت جریان آب از رودخانه به طرف آب زیرزمینی جریان می‌یابد و باعث افزایش سطح ایستابی می‌شود لذا نفوذ آب با کیفیت کم رودخانه به آبخوان سبب کاهش کیفیت آب زیرزمینی در منطقه می‌شود.

با توجه به اینکه در منطقه موردمطالعه آب‌های سطحی و زیرزمینی در تبادل هستند، دبی رودخانه و کاربری اراضی بر پارامترهای کمی و کیفی آب زیرزمینی تأثیرگذار است. همچنین برداشت‌های بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی جهت مصارف کشاورزی سبب افت کیفیت و کمیت آب‌های زیرزمینی

خواهد شد. در نتیجه بهره‌برداری صحیح از منابع آب سطحی و زیرزمینی و مدیریت درست استفاده از زمین می‌تواند سلامت حوزه آبخیز را به دنبال داشته باشد.

منابع

ابراهیمی، ع.، اسدی، ح.، فرهنگی، م. ب.، و اشرف زاده، ا. (۱۳۹۹). بررسی تغییرات زمانی و مکانی وضعیت آلودگی، رسوب و شاخص WQI در رودخانه پسیخان در استان گیلان. بهداشت در عرصه. (۱) ۱۸، ۵۰-۳۲.

اسدی، م. ا.، جم‌نژاد، ف.، اختصاصی، م. ر.، و حسینی، ز. (۱۳۹۹). تأثیر خشکسالی و تغییرات کاربری اراضی بر کمیت و کیفیت منابع آب زیرزمینی (مطالعهٔ موردی: دشت داراب). مهندسی اکوسیستم بیابان، (۲۸)۹، ۱۰۲-۸۹.

اصغری سرسکانرود، ص.، صفری، ش.، و ملانوری، ا. (۱۴۰۰). تخمین سطح سفره‌های آب زیرزمینی متأثر از تغییرات کاربری اراضی با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای GRACE. جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، (۴)۳۲، ۸۶-۶۵.

باقری، ا.، ملک‌محمدی، ب.، زهرایی، ب.، حسنی، ا. ح.، و بابایی، ف. (۱۴۰۱). بررسی اثر تغییرات اقلیم و کاربری اراضی بر تغذیه منابع آب زیرزمینی منطقه لنجانات با تلفیق ANFIS و WEAP. مهندسی و مدیریت آبخیز، (۱۴)۲، ۱۸۴-۱۶۸.

بهرامی‌دمنه، ن.، سلطانی گردفرامرزی، س.، عزیزیان، ا.، و قیصوری، م. (۱۴۰۲). بررسی گام‌های زمانی خشک‌سالی و اثر تغییرات کاربری اراضی بر پارامترهای کمی و کیفی آب رودخانه پلاسجان. علوم و مهندسی آبیاری، (۳)۴۶، ۱۲۰-۱۰۳.

بی نام. (۱۳۹۰). اداره مطالعات و سازمان جهادکشاورزی استان اصفهان.

بی نام. دستورالعمل پایش کیفیت آب زیرزمینی نشریه ۶۲۰، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور.

راهداری، و.، سفیانیان، ع. ر.، پورمنافی، س.، قیومی محمدی، ح.، ملکی، س.، و پورمردان، و. (۱۳۹۸). ارزیابی چند معیاره قابلیت اراضی برای کشت دیم (مطالعه موردی: زیرحوضه آبخیز پلاسجان). علوم آب و خاک، (۴)۲۳، ۲۹۷-۲۸۵.

سلگی، ع.، بیگ محمدی، ف.، روزبهانی، ز.، و قیاسوند، ش. (۱۴۰۱). ارزیابی کیفیت منابع آب سطحی و زیرزمینی دشت ملایر از نظر شرب و کشاورزی. علوم و مهندسی آبیاری، (۳)۴۵، ۱۱۱-۹۷.

علیزاده، ا. (۱۳۸۵). اصول هیدرولوژی کاربردی. مشهد: انتشارات دانشگاه امام رضا. ۸۰۸ ص.

عمادالدین، ش.، شیدایی مجد، ن.، و ارخی، ص. (۱۳۹۹). بررسی تاثیر روند تغییرات کاربری اراضی روی افت تراز آب زیرزمینی (محدوده مطالعاتی: ماهیدشت کرمانشاه). مخاطرات محیط طبیعی، (۲۵)۹، ۱۴۲-۱۲۵.

غفاری، ص.، مرادی، ح .ر.، و مدرس، ر. (۱۳۹۸). اثر تغییر کاربری اراضی بر سطح آب زیرزمینی در دشت‌های اصفهان-برخوار، نجف‌آباد و چادگان. تحقیقات آب و خاک ایران، (۹)۵، ۲۳۷۱-۲۳۵۵.

قضاوی، ر.، و رمضانی سربندی، م. (۱۳۹۶). بررسی تأثیر تغییرات میزان بارش و برداشت از آب‌های زیرزمینی بر تغییرات کمی و کیفی آب آبخوان (مطالعه موردی: دشت رفسنجان). هیدروژئومورفولوژی، (۱۲)۳، ۱۲۹-۱۱۱.

مالک پور لرکی،ص.، خورسندی کوهانستانی، ز.، و فرجی، م. (۱۳۹۹). بررسی تاثیرات تغییر کاربری اراضی بر روی کیفیت آب رودخانه شاوور. مهندسی و مدیریت آبخیز، ۱۲(۲)، ۵۹۲-۵۸۰.

محمود حسن، ر.، حبیب نژاد روشن، م.، و غلامی، ل. (۱۳۹۶). ارزیابی نقش کاربری اراضی بر تغییرات کیفیت آب زیرزمینی در حوضه لاجان. اکوسیستم‌های طبیعی ایران، (۲)۸، ۹۹-۸۳.

نجف پور، ن.، ترابی پوده، ح.، و یونسی، ح. (۱۳۹۹). بررسی اثر تغییرات کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی بر آلودگی آبخوان (مطالعه موردی: دشت لنجانات، اصفهان). محیط زیست، (۲۱)۱۱، ۲۴۸-۲۳۳.

یاری، م.، سلطانی گردفرامرزی، س.، و قاسمی، م. (۱۳۹۸). بررسی نقش تغییر کاربری اراضی در هیدروگراف سیل و نوسانات سطح آب زیر زمینی در بخشی از حوضه آبخیز قره سو. جغرافیا و مخاطرات محیطی، (۳)۸، ۵۸-۴۱.

یزدان پناهی، ع.، احمدالی، خ.، گل افشانی، م.، و حیدری علمدارلو، ا. (۱۳۹۷). بررسی اثر کاربری اراضی بر تغییرات مکانی و زمانی کیفیت آب زیرزمینی (مطالعه موردی: دشت مشهد). علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، (۴۳)۱۲، ۱۱۶-۱۰۸.

یوسفی، ح.، مریدی، ع.، یزدی، ج.، و خزائی پول، ا. (۱۳۹۹). بررسی اثرات تغییر اقلیم بر دبی، نیترات و عملکرد محصول در بالادست سد استقلال. تحقیقات منابع آب ایران، ۱۶(۲)، ۴۹-۳۵.

Dong, Y., Jiang, C., Suri, M. R., Pee, D., Meng, L., and Goldstein, R. E. R. (2019). Groundwater level changes with a focus on agricultural areas in the Mid-Atlantic region of the United States, 2002–2016. Environmental research, 171, 193-203.

Edwards, M., Ferguson, J. F., and Reiber, S. H. (1994). The pitting corrosion of copper. Journal-American Water Works Association, 86(7), 74-90.

Elmahdy, S., Mohamed, M., and Ali, T. (2020). Land use/land cover changes impact on groundwater level and quality in the northern part of the United Arab Emirates. Remote Sensing, 12(11), 1715.

Esmeray, E., and Gökcekli, C. (2020). Assessment of groundwater quality for drinking and irrigation purposes in Karabuk province, Turkey. Environmental Earth Sciences, 79(13), 325.

He, S., Li, P., Wu, J., Elumalai, V., and Adimalla, N. (2020). Groundwater quality under land use/land cover changes: a temporal study from 2005 to 2015 in Xi'an, northwest China. Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal, 26(10), 2771-2797.

Ige, O. O., Owolabi, T. A., Fatoyinbo, I. O., Ayodele, O. E., and Obasaju, D. O. (2021). Characterization of factors influencing water quality in Federal University of Agriculture Abeokuta and its Environ, Southwestern Nigeria. International Journal of Energy and Water Resources, 5, 205-218.

Khan, H. H., Khan, A., Ahmed, S., and Perrin, J. (2011). GIS-based impact assessment of land-use changes on groundwater quality: study from a rapidly urbanizing region of South India. *Environmental Earth Sciences*, *63*, 1289-1302.

Kumar, P., Dasgupta, R., Johnson, B. A., Saraswat, C., Basu, M., Kefi, M., and Mishra, B. K. (2019). Effect of land use changes on water quality in an ephemeral coastal plain: Khambhat City, Gujarat, India. *Water*, *11*(4), 724.

Mishra, N., and Kumar, S. (2015). Impact of land use change on groundwater recharge in Haridwar District. In 20th International Conference on Hydraulics, Water Resources and River Engineering. IIT Roorkee, India.

Ndoye, S., Fontaine, C., Gaye, C. B., and Razack, M. (2018). Groundwater quality and suitability for different uses in the Saloum area of Senegal. *Water*, *10*(12), 1837.

Purandara, B. K., Venkatesh, B., Jose, M. K., and Chandramohan, T. (2018). Change of land use/land cover on groundwater recharge in Malaprabha Catchment, Belagavi, Karnataka, India. In Groundwater (pp. 109-120). Springer, Singapore .

Schoeller, H. (1964). La classification géochimique des eaux. IASH publication, 64, 16-24.

Shooshtarian, M. R., Dehghani, M., Margherita, F., Gea, O. C., and Mortezazadeh, S. (2018). Land use change and conversion effects on ground water quality trends: An integration of land change modeler in GIS and a new Ground Water Quality Index developed by fuzzy multi-criteria group decision-making models. *Food and Chemical Toxicology*, *114*, 204-214.

Soltani-Gerdefaramarzi, S., Gheisouri, M., Saberi, A., and Yarami, N. (2021). The effect of land use change on surface water quality under the wet and dry years in a semi-arid catchment (case study: The Godarkhosh catchment). *Environment, Development and Sustainability*, *23*(4), 5371-5385.

Tam, V. T., and Nga, T. T. V. (2018). Assessment of urbanization impact on groundwater resources in Hanoi, Vietnam. *Journal of environmental management*, *227*, 107-116.

Uricchio, V. F., Giordano, R., and and Lopez, N. (2004). A fuzzy knowledge-based decision support system for groundwater pollution risk evaluation. *Journal of environmental management*, *73*(3), 189-197.

Wilcox, L. (1955). Classification and use of irrigation waters (No. 969). US Department of Agriculture .

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.

Management of Natural Ecosystems
Volume 3, Issue 2, Summer 2023, 25-38
http://emj.ardakan.ac.ir/ article_717286.html

Evaluation of land use role on the quantity and quality of underground water resources in the Plasjan watershed

Narges Bahrami-Damaneh[1], Somayeh Soltani-Gerdefaramarzi[*2], Morteza Gheysouri[3], Abolfazl Azizian[4]

CC BY

Research Article

1. M.Sc. of Irrigation and Drainage, Department of Water Sciences and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, Iran.

bahrami7222@gmail.com

2. Associate Professor, Department of Water Scirnces and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Ardakan university, Ardakan, Iran.

ssoltani@ardakan.ac.ir

*Corresponding author

3. PhD in watershed management, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Tehran, Iran.

m.gheysouri@yahoo.com

4. Assistant Professor, Department of Water Sciences and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, Iran.

aazizian@ardakan.ac.ir

Code: 2406-1070
Countinus Pagination: 451-464

Received: 27 June2024
Accepted: 10 September 2024
Online: 26 October2024
Review speed: 76 days

Citation:
Bahrami-Damaneh, N., Soltani-Gerdefaramarz, S., Gheysouri, M., and Azizian, A. (2023). The impact of land use changes on the quantity and quality of underground water resources in the Plasjan watershed. Management of Natural Ecosystems, 3(2), 25-38.

Abstract

Considering the importance of groundwater resources in arid and semi-arid country of Iran and the parameters affecting them, in this research evaluates the role of land use on quantity and quality of groundwater resources in Plasjan watershed in two wet and dryyears. In order to investigate the relationship between land use pattern and qualitative parameters of groundwater, long-term qualitative data of 14 wells located in the study area were used. Pearson's correlation test was used to investigate the relationship between land use and groundwater level and its quality. According to the results, the most changes in land use are related to rangelands and urban land uses with a decrease of 7% and increase of 4% respectively. In the dry year, with the decrease in the area of cultivated forest and rengelands land, the area of barren land (urban, uncovered) and agricultural land has increased. And after that, the concentration of some elements in the underground water has increased and the quality of the underground water in the region has decreased. Although, there was no significant relationship between land use and quality indicators of underground water in wet period. In addition, there was no significant relationship between the climatic parameters of precipitation and temperature with the underground water level of the region, and only the parameter of river discharge showed a statistically significant relationship with the underground water level at the level of 1%. In general, it can be concluded that the land use changes did not have a significant effect on the decrease of the underground water level in both years, and the decrease of the underground water level was caused by the decrease of the river discharge, the occurrence of hydrological drought, and excessive extraction of groundwater water in the region.

Key Words: Water level, Pearson, Drought, Schuller, Wilcox.

ISSN: 2821-0182
DOI: 10.22034/emj.2024.717286