دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز

"مقاله پژوهشی"

بررسی ارتباط تغییرات آب‌های زیرزمینی و خشکسالی با استفاده از شاخص‌های SPI و GRI در دشت لردگان

سیدعبدالرضا موسوی سردشتی[۱]، کریم سلیمانی[۲]، فاطمه شکریان[۳] و سیدحسین روشان[۴]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد آبخیزداری، گروه مهندسی آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۲- استاد گروه مهندسی آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۳- استادیار گروه مهندسی آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری (نویسنده مسوول: f.shokrian@sanru.ac.ir)
۴- دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری، گروه مهندسی آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۱/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۸/۸/۲۰
صفحه: ۶۵ تا ۷۴

چکیده

منابع آب زیرزمینی به عنوان یکی از مهم‌ترین منابع تأمین آب مورد نیاز برای بخش‌های کشاورزی، شرب و صنعت در کشورمان از اهمیت زیادی برخوردار است. فعالیت‌های کشاورزی سهم بسیار بالایی در برداشت از سفره‌های آب زیرزمینی را به خود اختصاص داده است، به‌طوری که امروزه با برداشت بی‌رویه از این منابع آبخوان‌ها دچار تغییرات کمی و کیفی شده‌اند. هدف این مطالعه بررسی اثر خشکسالی هواشناسی بر روی تغییرات آب زیرزمینی در دشت لردگان واقع در استان چهارمحال و بختیاری می‌باشد. به این منظور ابتدا داده‌های مربوط به آب‌های زیرزمینی (۲۰ حلقه چاه پیزومتری) و داده‌های مربوط به بارش (۷ ایستگاه باران‌سنجی) این دشت از شرکت آب منطقه‌ای استان تهیه گردید. سپس با استفاده از آزمون‌های ران تست و کلوموگروف– اسمیرنوف، همگنی و نرمال‌بودن داده‌ها بررسی شد. در ادامه به منظور برآورد شاخص بارش استاندارد (SPI) و شاخص منبع آب زیرزمینی (GRI) به ترتیب از نرم‌افزار DIP و فرمول نویسی در نرم‌افزار Excel استفاده گردید. نتایج این پژوهش نشان داد که شاخص منبع آب زیرزمینی (GRI) در اکثر سال‌ها در طبقه ملایم و متوسط بوده و کمتر شاهد خشکسالی‌های شدید و بسیار شدید هستیم. همچنین بر اساس شاخص بارندگی استاندارد شده (SPI) بیشتر خشکسالی‌ها نیز در طبقه ملایم و متوسط بوده است. بنابراین با توجه به دو شاخص SPI و GRI دشت مورد مطالعه خشکسالی هواشناسی و آب‌های زیرزمینی را تجربه کرده است. نقشه‌های مکانی خشکسالی هواشناسی و آب زیرزمینی به‌ترتیب نشان‌دهنده وقوع خشکسالی در قسمت‌های مرکزی و شرقی و همچنین شرق و شمال شرق دشت می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: استان چهارمحال و بختیاری، دشت لردگان، خشکسالی هواشناسی، شاخص منبع آب زیرزمینی، منابع آب زیرزمینی

مقدمه

آب نقش مهمی در توسعه اجتماعی، اقتصادی و معیشت مردم دارد، به‌ویژه برای کشور ما که به دلیل قرار داشتن در ناحیه خشک و نیمه خشک، جزء کشورهایی است که مشکل کمبود منابع آب دارد. منابع آب زیرزمینی به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین منابع تأمین آب مورد نیاز برای بخش‌های شرب، کشاورزی و صنعت، از اهمیت فراوانی برخوردار است که با خطرات متفاوتی نظیر افت سطح، کاهش میزان تغذیه به سبب کاهش بارندگی و خطر آلودگی توسط آلاینده‌های طبیعی و غیرطبیعی مواجه است (۶). کمبود منابع آب، تجربه خشکسالی‌های اخیر، افزایش جمعیت، آلودگی‌ها و بهره برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی باعث شده که نه تنها در زمینه کمیت بلکه در زمینه کیفیت هم اثرات منفی بسیار نگران کننده‌ی را ایجاد کند (۴). افزایش فعالیت‌های کشاورزی و صنعت باعث کاهش سطح آب‌های زیرزمینی و باعث بروز مشکلاتی مانند تغییر در کیفیت آب زیرزمینی، نشست زمین و افزایش هزینه‌های پمپاژ آب می‌باشد. مدیریت بهینه منابع آبی و حفظ و ارتقای کیفیت و کمیت آن‌ها نیازمند وجود داده‌هایی در زمینه موقعیت، مقدار و پراکنش آب در یک منطقه جغرافیایی معین می‌باشد (۱۶). با توجه به اینکه منابع آب زیرزمینی ۹۹ درصد از منابع آب‌های شیرین را تشکیل می‌دهند، اهمیت شناخت و بهره‌برداری بهینه و کارآمد از این منابع بیش از پیش روشن است. وضعیت جوی و زمین ساختی مناطق خشک، ساکنان این مناطق را مجبور به افزایش بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی کرده است و اساس بسیاری از جوامع بشری بر آن استوار است و این منابع آبی از عوامل توسعه اقتصادی و اجتماعی مناطق خشک و نیمه خشک به حساب می‌آید (۱۵). آزینه و همکاران (۱۰) در مطالعه‌ای در منطقهٔ نیمه خشک مدیترانه برای بررسی خشکسالی هواشناسی و کشاورزی از شاخص‌های خشکسالی SWI، SPI و SVI در بازه زمانی ۱۵ سال (۱۹۹۸–۲۰۱۲) استفاده کردند. آنها با اعتبارسنجی این شاخص‌ها دریافتند که شاخص‌های SWI و SVI برای سه فصل دارای همبستگی هستند و ارتباط بین SPI و SWI بیشتر از ارتباط بین SPI و SVI در فصل پاییز و زمستان است. همچنین نتایج اعتبارسنجی نشان می‌دهد که منطقه آسیب دیده از نظر خشکسالی بر اساس شاخص SWI با تولیدات غلات در این منطقه مرتبط است. اکرامی و همکاران (۹) ضمن بررسی دوره‌های متوالی خشکسالی هواشناسی و آب و زمین شناسی با استفاده از دو شاخص GRI و SPI در دشت یزد-اردکان، تأخیر زمانی بین رخداد خشکسالی هواشناسی و به دنبال آن خشکسالی آب و زمین شناسی را بررسی کردند. نتایج پژوهش آنها نشان دهنده

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-10-11]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.6.1]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.65]

شدت و تداوم خشکسالی‌ها بویژه خشکسالی آب و زمین شناسی در سال‌های اخیر و وجود تأخیرزمانی بین وقوع خشکسالی‌های اخیر و منابع آب زیرزمینی از داده‌های بارش و آب‌های زیرزمینی در دشت قزوین پرداخت. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که در آب‌های زیرزمینی با دو تا سه ماه تأخیر خشکسالی نسبت به خشکسالی‌های اقلیمی خود را نشان داده است. اکبری و همکاران (۳) افت سطح ایستایی آبخوان در دشت مشهد را با استفاده از GIS مورد مطالعه قرار دادند. نتایج پژوهش نشان داد که سطح ایستایی آب زیرزمینی در قسمت‌های مرکزی و غربی آبخوان به مقدار ۳۰ متر افت داشته است. عوامل کاهش آب زیرزمینی برداشت بی‌رویه، افزایش سطح زیرکشت، خشکسالی و افزایش جمعیت ذکر گردید. شکیبا و همکاران (۲۵) به بررسی اثر خشکسالی بر منابع آب زیرزمینی در قسمت شرقی استان کرمانشاه با استفاده از شاخص SPI پرداختند. نتایج حاکی از آن بود که تمام ایستگاه‌های مورد استفاده در منطقه با خشکسالی روبرو شده بودند و از بین معیارهای مورد توجه شاخص SPI شاخص مناسب‌تری جهت نشان دادن وضعیت خشکسالی در بخش شرقی کرمانشاه و شاخص تقریبا مناسبی برای بررسی اثر خشکسالی بر منابع آبی زیرزمینی بود. محمدی و همکاران (۲۰) به بررسی توزیع مکانی خشکسالی با دو شاخص استاندارد بارش SPI[1] و SWI در دشت اراک پرداختند و نتایج نشان داد که خشکسالی در مناطق شرق و خشکسالی آب‌های زیرزمینی در غرب منطقه اتفاق افتاده و نیز خشکسالی هواشناسی دارای روند مشخص نبوده در صورتی که خشکسالی آب‌های زیرزمینی در بعضی نواحی با تنش بارشی و یا به فعالیت‌های انسانی وابسته بوده است. بهشتی راد (۶) در پژوهش خود با عنوان پیش‌بینی خشکسالی با استفاده از شاخص DI و پهنه‌بندی با روش‌های زمین‌آمار در استان کرمان پرداخت. نتایج این پژوهش نشان داد که شدیدترین خشکسالی‌ها بر اساس شاخص دهک‌ها در سال های ۷۹ و ۷۸ رخ داد و در تعیین وضعیت خشکسالی منطقه شاخص دهک‌ها کارایی بالایی داشت. روشن و حبیب‌نژاد روشن (۲۴) در ناحیه دشت ساری به نکا با به کارگیری شاخص‌های سطح آب استاندارد SWI و منبع آب زیرزمینی GRI به بررسی تغییرات مکانی و زمانی خشکسالی آب‌های زیرزمینی پرداختند. نتایج نشان داد که در شاخص GRI شدیدترین مقدار خشکسالی مربوط به بازه‌ی زمانی ۳ ماهه در شهریور ماه ۱۳۹۴ که مقدارش ۳/۹۳- و در شاخص SWI مهرماه ۱۳۹۴ با مقدار ۴/۸۶ بود. به لحاظ تغییرات مکانی خشکسالی در قسمت‌های شمالی رخ داده که مربوط به مرداد ۱۳۸۴ بوده است. براساس نقشه‌های پهنه‌بندی مرداد ماه بیشترین مقدار و بهمن ماه کمترین میزان پهنه خشکسالی را دارا بودند، که عامل آن برداشت افراطی از ذخایر آب زیرزمینی می‌باشد. قره محمودلو و همکاران (۱۱) به بررسی پهنه‌بندی بعضی از پارامترهای کیفیت آب زیرزمینی در جهت مصارف کشاورزی در دشت سیدان فاروق پرداختند و ۱۲ حلقه چاه را مورد آنالیز شیمیایی قرار دادند. نتایج به این صورت بود که در اکثر دشت، به لحاظ کشاورزی آب دارای شوری اندک و کیفیت مطلوبی می‌باشد. خشکسالی هواشناسی و تأثیر آن بر آبدهی قنوات دشتی و کوهپایه‌ای بوده است. عزیزی (۵) به بررسی ارتباط بین همچنین افزایش میزان SAR در چاه شماره ۴ به ۲۷/۲۱ رسید. به لحاظ درجه سدیمی آب آبیاری کیفیت بسیار عالی داشت. بویان و همکاران (۷) در پژوهش خود به نظارت و پایش خشکسالی با شاخص‌های SPI و SWI و به کمک RS در آراوالی هند پرداختند و نتایج این پژوهش با استفاده از نقشه‌ی خشکسالی با SWI نشان داد که موقعیت تنش سفره‌ها از مکانی به مکان دیگر متفاوت است و تغییرات از سمت شرق به غرب و بالعکس بوده است. ساکریس و همکاران (۲۷) به ارزیابی خصوصیات شدت، مدت و بزرگی خشکسالی در یونان با سه شاخص RDI، SPI و DI پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد RDI رفتاری مانند SPI و گستردگی کمتری نسبت به شاخص DI دارد. در کل شاخص RDI به عنوان شاخص کارآمدی در ارزیابی خشکسالی معرفی شد. مندیسینو و همکاران (۱۸) در پژوهش خود به بررسی پیش‌بینی خشکسالی در مناطق مدیترانه با استفاده از شاخص SPI و شاخص GRI[2] برای نظارت این دو شاخص از نظر همبستگی بین تراز آب زیرزمینی و بارش در ماه‌های مختلف پرداختند نتایج نشان داد برای پیش‌بینی تراز منابع آب زیرزمینی شاخص GRI نسبت به شاخص SPI مناسب‌تر بوده است. خان و همکاران (۱۲) با استفاده از شاخص بارش استاندارد SPI برای مطالعه اثرات خشکسالی و بارندگی روی تراز آب زیرزمینی در ۳ ناحیه زیر آبیاری در حوزه ماری‌دارلین استرالیا استفاده کردند که نتایج نشان داد، همبستگی زیادی بین شاخص SPI و تغییرات تراز آب زیرزمینی در منطقه وجود دارد و به واسطه آن می‌توان در استرالیا الگوی خشکسالی‌های اصلی را تعیین نمود. کیم و همکاران (۱۴) در پژوهش خود به ارزیابی شدت خشکسالی با استفاده از شاخص‌های EDI و SPI بر اساس داده‌های بیش از ۲۰۰ سال (۲۰۰۶-۱۸۰۷) در پایتخت کشور کره جنوبی پرداختند. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که EDI کارآمدتر از SPI در برآورد میزان خشکسالی کوتاه مدت و بلند مدت است. ژانگ و همکاران (۲۹) در پژوهشی با عنوان اثرات خشکسالی بر دریاچه پویانگ و یانگ تسه در حوزه پویانگ با استفاده از روش SPI و EOF[3] در بازه زمانی ۲۰۰۹ تا ۱۹۵۶ پرداختند. نتایج بررسی‌ها نشان داد که خشکسالی‌های شدید در حوزه در طول ۶۰ سال گذشته باعث کاهش دبی ۵ شاخه‌ی پایین دست رودخانه به دریاچه پویانگ شده است و مدت خشکسالی‌های شدید در دریاچه پویانگ و یانگ تسه همزمان با آبگیری سد تریجورج علت اصلی کاهش حجم آب در حوزه دریاچه پویانگ بوده است. در شهرستان لردگان خشک شدن منابع آب زیرزمینی مانند چاه‌ها، چشمه‌ها و قنات‌ها، آب را در این شهرستان به یک بحران تبدیل کرده است بطوری‌که سطح آب‌های زیرزمینی در ۱۰ سال گذشته در این شهرستان ۱۵ متر افت کرده است. بر همین اساس با توجه به عوامل ذکر شده، هدف این پژوهش بررسی ارتباط تغییرات کیفیت و کمیت آب زیرزمینی و خشکسالی در دشت لردگان با استفاده از شاخص SPI و GRI می‌باشد.

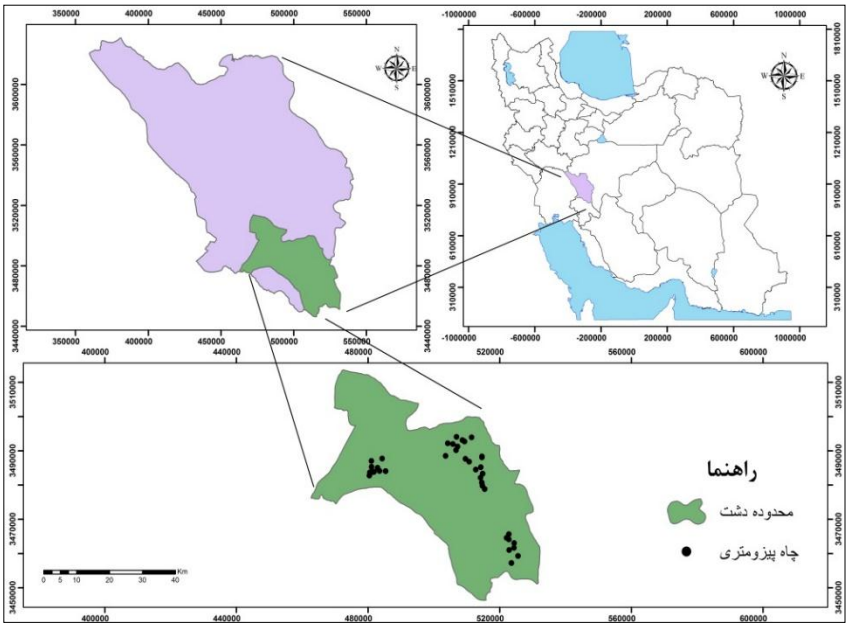
1- Standard Precipitation Index
2- Groundwater Resource Index
3- Empirical Orthogonal Function

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-10-11]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.6.1]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.65]

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

شهرستان لردگان با مساحت ۳۴۲۰ کیلومتر مربع معادل ۸/۲۰ درصد از وسعت استان چهارمحال و بختیاری را شامل می‌شود و از نظر موقعیت جغرافیایی این منطقه در طول شرقی '۵۵ °۴۹ تا '۳۴ °۵۰ و عرض شمالی '۵۵ °۳۰ تا '۲۶ °۳۱ قرار گرفته است. این منطقه با ارتفاع متوسط ۱۷۰۰ متر از سطح آزاد دریا در رشته کوه زاگرس قرار دارد و از لحاظ توپوگرافی قسمت‌های شمالی این منطقه با ارتفاع کمتر از ۲۰۰۰ متر می‌باشد و مناطق مرتفع آن بیش از ۳۰۰۰ متر در جهت شمال غربی – جنوب شرقی است. شکل (۱) موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. میانگین دمای سالانه شهرستان ۱۵ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی سالانه ۵۵۰ میلی‌متر است و در روش طبقه‌بندی اقلیمی دمارتن نوع اقلیم لردگان نیمه مرطوب معتدل با زمستان‌های نیمه سرد است.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در استان چهارمحال و بختیاری و کشور ایران
Figure 1. Geographical location of the case study in Chaharmahal and Bakhtiari province and Iran country

برای بررسی خشکسالی هواشناسی از داده‌های بارش مربوط به ۷ ایستگاه باران‌سنجی در طول دوره‌ی آماری مشترک ۱۳۹۵-۱۳۷۹ و برای بررسی خشکسالی هیدرولوژیکی از داده‌های مربوط به ۲۰ حلقه چاه پیزومتری در مقیاس زمانی ماهانه، سالانه در طول دوره‌ی آماری مشترک ۱۳۹۴-۱۳۷۱ استفاده شد. همچنین برای بررسی خشکسالی آب زیرزمینی از ۹ مقیاس زمانی ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۱۸، ۲۴ و ۴۸ ماهه و سالانه استفاده شد و ضرایب شاخص منابع آب زیرزمینی با استفاده از نرم‌افزار Excel تعیین شد. به‌منظور آزمون همگنی داده‌ها و رفع نواقص آماری از آزمون ران تست و آزمون کلوموگروف-اسمیرنوف در محیط نرم‌افزار SPSS استفاده شد. در ادامه از نرم‌افزار DIP برای برآورد شاخص بارش استاندارد (SPI) استفاده گردید. شاخص منبع آب زیرزمینی (GRI) نیز با استفاده از فرمول نویسی در نرم افزار Excel محاسبه شد. همچنین برای پهنه‌بندی خشکسالی هیدرولوژیکی و هواشناسی در ابتدا نرمال‌سازی داده‌ها صورت گرفت و سپس با روش میان یابی وزنی فاصله معکوس (IDW) و کریجینگ درون‌یابی پارامترها انجام شد. برای ارزیابی روش‌ها از آزمون ارزیابی متقابل استفاده شد. بر این اساس بهترین و جامع‌ترین روش میانیابی انتخاب و با به کارگیری سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، نقشه‌های پهنه‌بندی خشکسالی هیدرولوژیکی و هواشناسی ترسیم گردید.

شاخص منبع آب زیرزمینی[1]

در سال ۲۰۰۸ شاخص GRI با ویژگی‌های انعطاف‌پذیر و دارای اعتماد برای پایش، پیش‌بینی وضعیت خشکسالی و مدل‌سازی برای منطقه مدیترانه توسط مندسینو و همکاران ارائه شد. از قابلیت مهم این شاخص همبستگی بالا با متوسط رواناب در بعضی از رودخانه‌های حوضه برای پیش‌بینی خشکسالی‌های رخ داده در فصل تابستان می‌باشد. برای محاسبه این شاخص از رابطه‌ی ذیل بهره گرفته می‌شود (۱۸). رابطه (۱):

$$GRI_{y.m} = \frac{D_{y.m} - \mu_{D.m}}{\sigma_{D.m}}$$

$GRI_{y.m}$: ارزش شاخص در ماه m از سال y، $D_{y.m}$: ارزش سطح ایستابی در ماه m از سال y، $\mu_{D.m}$: میانگین داده‌های سطح ایستابی ماه m برای D سال، $\sigma_{D.m}$: انحراف معیار داده‌های سطح ایستابی ماه m برای D سال

1- Groundwater Resource Index

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-10-11]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.6.1]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.65]

جدول ۱- طبقه‌بندی حالت‌های خشکسالی هیدرولوژیک به روش شاخص GRI (۱۸)
Table 1. Hydrological drought states classification by GRI index method

طبقات خشکسالی	مقادیر شاخص
بدون خشکسالی	> ۰
خشکسالی ملایم	۰ تا ۰/۹۹-
خشکسالی متوسط	۱- تا ۱/۴۹-
خشکسالی شدید	۱/۵- تا ۱/۹۹-
خشکسالی بسیار شدید	≤ ۲-

شاخص بارش استاندارد[1]

شاخص SPI توسط مکی و همکاران (۱۷) در دانشگاه ایالتی کلرادو تدوین و ثبت شد. پایه‌ی آن احتمالات بارندگی برای مقیاس‌های زمانی مختلف است. محاسبهٔ این شاخص در هر منطقه برحسب بارندگی‌های طولانی مدت صورت می‌گیرد. در ابتدای کار توزیع آماری مناسب، برروی داده‌های طولانی مدت بارندگی برازش داده می‌شود بعد از آن تابع تجمعی توزیع با بکارگیری ا احتمالات مساوی به توزیع نرمال تبدیل می‌شود. بدین گونه مقادیر استاندارد شده و متوسط آن برای هر منطقه و دوره صفر شده و در این صورت از توزیع گاما کمک گرفته می‌شود. SPI اگر مثبت باشد نشان دهنده آن است که بارندگی از بارش متوسط بیشتر و اگر منفی باشد عکس آن می‌باشد. همانطور که گفته شد خشکسالی هنگامی رخ می‌دهد که SPI به طور مداوم منفی و مقدارش ۱- یا کمتر باشد و زمانی تمام می‌شود که SPI مثبت شود.
رابطه (۲):

$$SPI = \frac{X_{i,j} - X_{i,m}}{\sigma}$$

$X_{i,j}$ بارندگی ماه j درایستگاه i، $X_{i,m}$ میانگین ۳۰ ساله بارندگی ماه‌های سال و σ انحراف معیار می باشد.

جدول ۲- طبقه‌بندی حالت‌های خشکسالی هواشناسی به روش شاخص SPI (۲۳)
Table 2. meteorological drought states classification by SPI index method

حالت	محدوده	وضعیت خشکسالی
۰	۲≤SPI	خیلی خیلی مرطوب
۱	۱/۵≤SPI<۲	خیلی مرطوب
۲	۱≤SPI<۱/۵	مرطوب متوسط
۳	-۱≤SPI<۱	نزدیک به نرمال
۴	-۱/۵≤SPI<-۱	خشکسالی متوسط
۵	-۲≤SPI<-۱/۵	خیلی خشک
۶	SPI<-۲	خیلی خیلی خشک

نتایج و بحث

تحلیل خشکسالی آب زیرزمینی با استفاده از شاخص GRI

برای بررسی خشکسالی آب زیرزمینی از ۹ مقیاس زمانی ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۱۸، ۲۴ و ۴۸ ماهه و سالانه استفاده شد. مقیاس‌ها، نشان‌دهنده تفاوت شدت خشکسالی در چاه‌های مختلف است. بدین صورت در مقیاس‌های زمانی مختلف ۳،۱۲، ۱۸، ۲۴ و ۴۸ ماهه و سالانه شاخص GRI دارای بیشترین مقدار در چاه شن‌شویی بوده و در مقیاس زمانی ۳ ماهه بیشترین مقدار در چاه شن‌شویی بوده است.

1- Standardized Percipitation Index

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-10-11]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.6.1]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.65]

جدول ۳- شدیدترین مقادیر GRI در چاه‌های مورد مطالعه

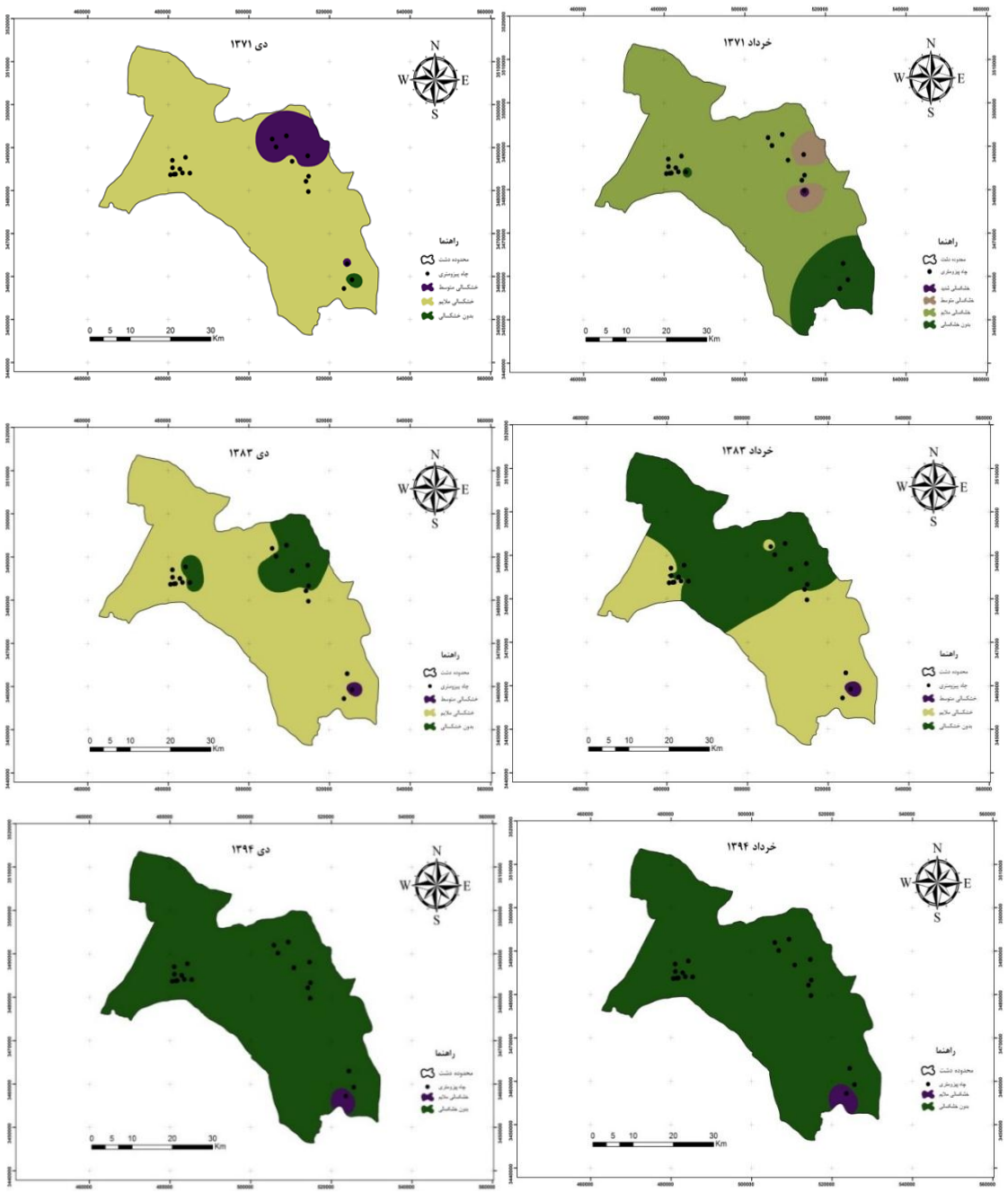
Table 3. The most severe GRI values in studied wells

نام چاه	مقیاس زمانی							
	۳ ماهه	۶ ماهه	۹ ماهه	۱۲ ماهه	۱۸ ماهه	۲۴ ماهه	۴۸ ماهه	سالانه
	(ماه، سال)	(ماه، سال)	(ماه، سال)	(ماه، سال)	(ماه، سال)	(ماه، سال)	(ماه، سال)	(سال)
ابواسحاق	-۳/۳ (مهر ۱۳۸۵)	-۲/۸۷ (دی ۱۳۸۵)	-۲/۶۷ (خرداد ۱۳۸۶)	-۲/۸۱ (تیر۱۳۸۶)	-۲/۷۲ (تیر۱۳۸۶)	-۲/۶۳ (آبان ۱۳۸۶)	-۲/۴۵ (آذر۱۳۸۶)	-۱/۲۳ (۸۶-۱۳۸۵)
آلونی	-۱/۸۹ (مرداد ۱۳۷۲)	-۱/۷۹ (آبان ۱۳۷۲)	-۱/۷۲ (دی ۱۳۷۲)	-۱/۶۶ (دی ۱۳۷۲)	-۱/۵۳ (اسفند ۱۳۷۲)	-۱/۴۶ (فروردین ۱۳۷۳)	-۱/۳۶ (مرداد ۱۳۷۴)	-۱/۴۱ (۷۲-۱۳۷۱)
بابا احمد	-۲/۱۷ (دی ۱۳۷۲)	-۲/۰۶ (اسفند ۱۳۷۲)	-۲ (بهمن ۱۳۷۲)	-۱/۹۴ (بهمن ۱۳۷۲)	-۱/۹۳ (اسفند ۱۳۷۲)	-۱/۸ (اسفند ۱۳۷۲)	-۱/۴۷ (تیر۱۳۷۵)	-۰/۸۶ (۷۲-۱۳۷۱)
برآفتاب	-۲/۸ (اسفند ۱۳۷۸)	-۲/۴۸ (فروردین ۱۳۷۹)	-۱/۹۹ (آبان ۱۳۷۲)	-۲/۰۶ (خرداد ۱۳۷۲)	-۱/۹۶ (شهریور ۱۳۷۲)	-۱/۸۱ (بهمن ۱۳۷۲)	-۱/۵۷ (مهر ۱۳۸۶)	-۰/۲ (۷۲-۱۳۷۱)
برجویی	-۲/۳۱ (خرداد ۱۳۷۲)	-۲/۱۸ (مرداد ۱۳۷۲)	-۲ (آبان ۱۳۷۲)	-۱/۹۱ (بهمن ۱۳۷۲)	-۱/۷ (فروردین ۱۳۷۳)	-۱/۵۸ (فروردین ۱۳۷۳)	-۱/۲۲ (مرداد ۱۳۷۴)	-۱/۶۷ (۷۲-۱۳۷۱)
ده علی ده رشید	-۱/۷۵ (تیر ۱۳۷۲)	-۱/۷۲ (مهر ۱۳۷۲)	-۱/۷۱ (دی ۱۳۷۲)	-۱/۷ (اسفند ۱۳۷۲)	-۱/۶۱ (تیر۱۳۷۳)	-۱/۶ (بهمن ۱۳۷۳)	-۱/۵۹ (دی ۱۳۷۵)	-۱/۷۳ (۷۲-۱۳۷۱)
نزدیک گاوداری	-۱/۹۴ (آبان ۱۳۷۲)	-۱/۹۱ (دی ۱۳۷۲)	-۱/۸۷ (دی ۱۳۷۲)	-۱/۸۶ (بهمن ۱۳۷۲)	-۱/۶۸ (تیر۱۳۷۳)	-۱/۶۴ (بهمن ۱۳۷۳)	-۱/۵۲ (دی۱۳۷۵)	-۱/۵۸ (۷۳-۱۳۷۲)
جاده ده ترکان	-۲/۲۸ (دی ۱۳۷۲)	-۲/۲۸ (آذر ۱۳۷۲)	-۲/۲۷ (بهمن ۱۳۷۲)	-۲/۲۲ (بهمن ۱۳۷۲)	-۲/۰۲ (تیر۱۳۷۳)	-۱/۷۷ (مرداد ۱۳۷۳)	-۱/۴۵ (خرداد ۱۳۷۵)	-۱/۷۳ (۷۳-۱۳۷۲)
خسروآباد	-۲/۸۴ (آبان ۱۳۷۲)	-۲/۶۷ (آذر ۱۳۷۲)	-۲/۴۷ (آذر ۱۳۷۲)	-۲/۲۵ (اسفند ۱۳۷۲)	-۱/۹۴ (بهمن ۱۳۸۶)	-۱/۹۴ (دی۱۳۸۶)	-۱/۶۸ (اسفند ۱۳۷۵)	-۱/۳۸ (۷۲-۱۳۷۱)
هلو ده صحرا	-۱/۶۳ (بهمن ۱۳۷۳)	-۱/۳۵ (بهمن ۱۳۶۶)	-۱/۳ (فروردین ۱۳۶۷)	-۱/۲۴ (خرداد ۱۳۶۷)	-۱/۲۸ (بهمن ۱۳۶۶)	-۱/۲۶ (مرداد ۱۳۶۷)	-۱/۲۵ (خرداد ۱۳۶۹)	-۱/۱۶ (۷۳-۱۳۷۲)
مرادان	-۱/۴۳ (مهر ۱۳۷۱)	-۱/۳۶ (آبان ۱۳۷۲)	-۱/۳۴ (دی ۱۳۷۲)	-۱/۳۱ (بهمن ۱۳۷۲)	-۱/۳ (دی ۱۳۷۲)	-۱/۲۶ (اردیبهشت۱۳۷۳)	-۱/۱۱ (فروردین ۱۳۷۵)	-۱/۲ (۷۲-۱۳۷۱)
نادری	-۲/۵۳ (دی ۱۳۷۲)	-۲/۴۶ (بهمن ۱۳۷۲)	-۲/۴ (بهمن ۱۳۷۲)	-۲/۳۴ (بهمن ۱۳۷۲)	-۲/۱۲ (تیر۱۳۷۳)	-۱/۹ (دی ۱۳۷۳)	-۱/۵۷ (بهمن ۱۳۷۵)	-۱/۹۱ (۷۳-۱۳۷۲)
شمال لردگان	-۱/۹ (تیر۱۳۷۲)	-۱/۸۳ (مهر ۱۳۷۲)	-۱/۸۵ (دی ۱۳۷۲)	-۱/۸۱ (بهمن ۱۳۷۲)	-۱/۶۹ (آذر۱۳۷۴)	-۱/۷۱ (بهمن ۱۳۷۳)	-۱/۶۶ (دی ۱۳۷۵)	-۱/۶۴ (۷۴-۱۳۷۳)
مشاهده ای لردگان	-۲/۵۴ (مهر۱۳۷۲)	-۲/۴۶ (آذر ۱۳۷۲)	-۲/۳۵ (آذر۱۳۷۲)	-۲/۲۷ (بهمن ۱۳۷۲)	-۲/۰۱ (مرداد۱۳۷۳)	-۱/۹۱ (بهمن ۱۳۷۳)	-۱/۶ (شهریور ۱۳۷۵)	-۱/۷ (۷۳-۱۳۷۲)
قرح	-۲/۷۶ (بهمن۱۳۷۲)	-۲/۱۳ (اسفند ۱۳۷۲)	-۲/۱۸ (اسفند ۱۳۹۱)	-۲/۰۶ (شهریور ۱۳۹۳)	-۱/۹۵ (آبان۱۳۹۲)	-۲/۰۱ (شهریور ۱۳۹۳)	-۲/۰۱ (خرداد ۱۳۹۵)	-۰/۸۳ (۹۵-۱۳۹۴)
سلح چین	-۱/۸ (شهریور۱۳۷۲)	-۱/۷۸ (آبان ۱۳۷۲)	-۱/۷۸ (بهمن ۱۳۷۲)	-۱/۷۴ (اسفند ۱۳۷۲)	-۱/۶۳ (مرداد۱۳۷۳)	-۱/۵۱ (آذر۱۳۷۳)	-۱/۳۱ (اردیبهشت۱۳۷۵)	-۱/۴۶ (۷۳-۱۳۷۲)
سه راهی میلاس	-۲/۳۹ (مهر۱۳۷۲)	-۲/۳۱ (آذر ۱۳۷۲)	-۲/۲۴ (آذر۱۳۷۲)	-۲/۱۶ (اسفند ۱۳۷۲)	-۱/۸۸ (تیر۱۳۷۳)	-۱/۶۸ (مهر ۱۳۷۳)	-۱/۳۸ (مهر ۱۳۷۵)	-۱/۷ (۷۳-۱۳۷۲)
شن شویی	-۳/۶۲ (دی۱۳۷۲)	-۳/۵۲ (بهمن ۱۳۷۲)	-۳/۴ (اسفند ۱۳۷۲)	-۳/۲ (اردیبهشت ۱۳۷۳)	-۲/۸۷ (مهر۱۳۷۳)	-۲/۶۲ (فروردین ۱۳۷۴)	-۲/۳۹ (آبان ۱۳۷۵)	-۲/۴۷ (۷۳-۱۳۷۲)
شش بهره	-۲/۲۶ (اردیبهشت۱۳۷۲)	-۱/۸۵ (مرداد ۱۳۷۲)	-۱/۸۳ (آبان ۱۳۷۲)	-۱/۶۷ (دی ۱۳۷۲)	-۱/۵۲ (تیر۱۳۷۳)	-۱/۵۴ (دی ۱۳۷۳)	-۱/۵ (آبان ۱۳۷۵)	-۱/۵۹ (۷۲-۱۳۷۱)
تل ماران	-۲/۱۹ (شهریور۱۳۷۲)	-۲/۱۴ (آبان ۱۳۷۲)	-۲/۰۶ (آذر۱۳۷۲)	-۱/۹۳ (بهمن ۱۳۷۲)	-۱/۷ (بهمن۱۳۷۲)	-۱/۵۳ (خرداد ۱۳۷۳)	-۱/۲۷ (شهریور ۱۳۷۵)	-۱/۶۷ (۷۲-۱۳۷۱)

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-10-11]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.6.1]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.65]

توزیع مکانی خشکسالی آب زیرزمینی با استفاده از شاخص GRI در محیط ArcGIS

پهنه‌بندی خشکسالی آب زیرزمینی با به کارگیری شاخص GRI و همچنین با توجه به کمترین ضریب خطا از طریق وزن‌دهی عکس فاصله (IDW)[1] استفاده شد. برای اجرا از داده‌های مقیاس ۱۲ماهه شاخص GRI در مقیاس‌های زمانی خرداد و دی ماه سال‌های ۱۳۷۱، ۱۳۸۳ و ۱۳۹۴ استفاده شد. داده‌ها به محیط ArcGIS وارد شد سپس نقشه‌های پهنه‌بندی رسم گردید. در ابتدای دوره‌ی آماری (۱۳۷۱) خشکسالی شدید و متوسط در بخش شرق و شمال شرق دشت دیده شد در دوره‌ی میانی (۱۳۸۳) خشکسالی شدید در منطقه وجود نداشت فقط بخش کوچکی نزدیک به چاه ابواسحاق دارای خشکسالی متوسط می‌باشد و در انتهای دوره‌ی آماری (۱۳۹۴) خشکسالی شدید و متوسط در منطقه دیده نمی‌شود. گستره شدت خشکسالی در دوره‌ها و سال‌های مشخص شده در شکل (۲) ارائه شد.



شکل ۲- توزیع مکانی خشکسالی آب زیرزمینی با استفاده از شاخص GRI
Figure 2. Spatial distribution of groundwater droughts using GRI index

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-10-11]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.6.1]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.65]

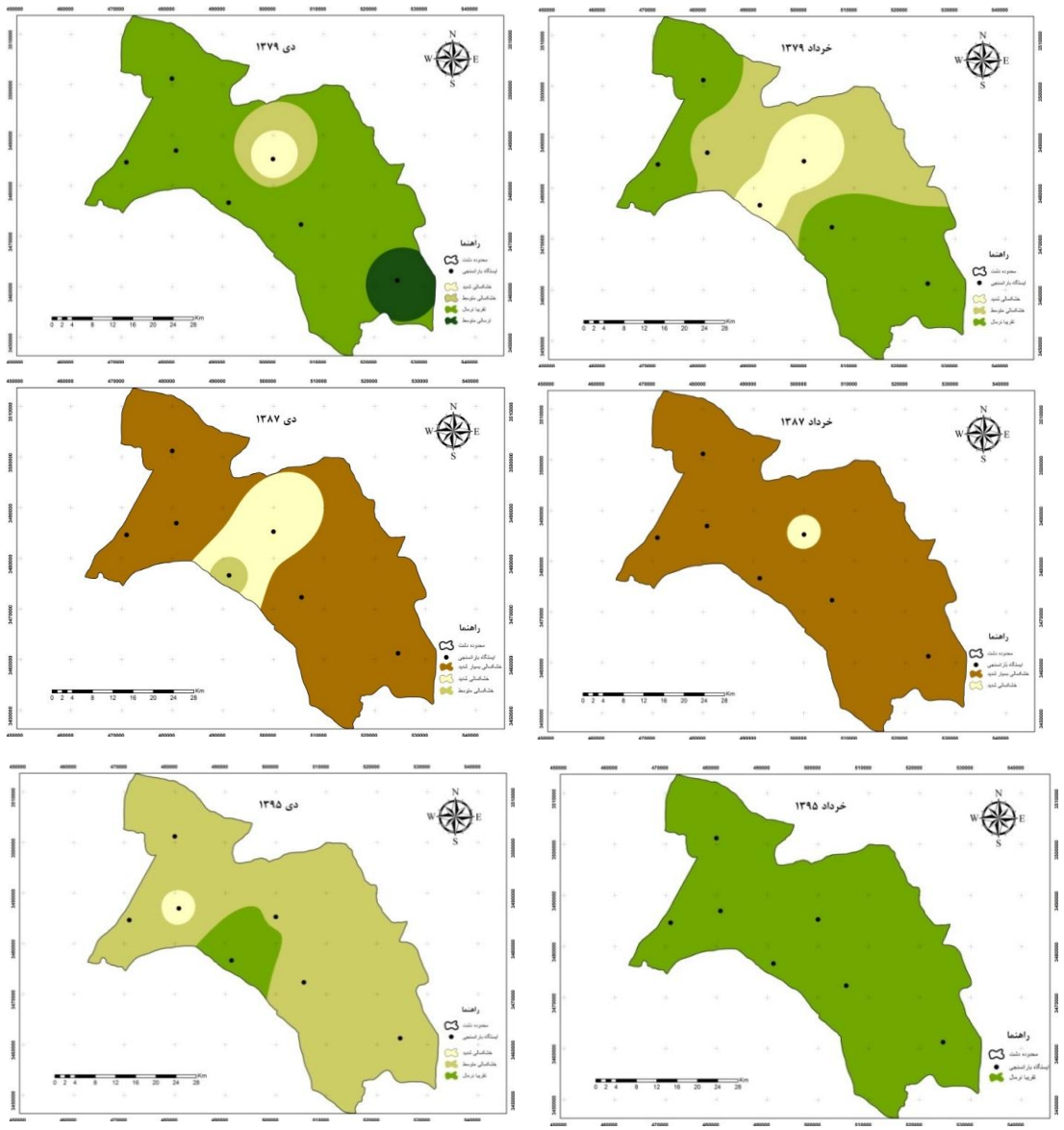
توزیع مکانی خشکسالی هواشناسی با استفاده از شاخص SPI در منطقه مورد مطالعه

با توجه به جدول (۴) روش‌های kriging و IDW برای پهنه‌بندی خشکسالی هواشناسی با هم مقایسه شدند و روش IDW به دلیل ضریب خطای کمتر ME[1] و RMSE[2] مورد استفاده قرار گرفت و از شاخص SPI در مقیاس زمانی ۱۲ ماهه استفاده شد. ماه‌های خرداد و دی سال‌های ۱۳۷۹، ۱۳۸۷ و ۱۳۹۵ به عنوان ماه‌ها و سال‌های مورد نظر برای پهنه‌بندی انتخاب شدند.

جدول ۴- ضریب خطا ME و RMSE در روش‌های kriging و IDW برای شاخص SPI

Table 4. ME and RMSE error coeficient in kriging and IDW methods using SPI index

روش پهنه‌بندی	ضریب	۱۳۷۹		۱۳۸۷		۱۳۹۵	
		خرداد	دی	خرداد	دی	خرداد	دی
kriging	ME	۰/۲۸	۰/۴۶	۰/۶۸	۱/۱۹	۰/۵۴	۰/۶۵
	RMSE	۱/۹۳	۰/۶۹	۱/۳۹	۱/۴۱	۰/۸۶	۱/۰۳
IDW	ME	۰/۱۴	۰/۲۲	۰/۰۸۷	۰/۳۵	۰/۰۳۴	۰/۴۱
	RMSE	۱/۲۱	۰/۳۸	۰/۷۳	۱/۱۶	۰/۰۷۲	۰/۸۱



شکل ۳- توزیع مکانی خشکسالی هواشناسی با استفاده از شاخص SPI

Figure 3. Spatial distribution of meteorological droughts using SPI Index

1- Mean Error

2- Root Mean Square Error

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-10-11]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.6.1]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.65]

در سال ۱۳۷۹ چیزی که مشخص گردید طبقه تقریبا نرمال بود اما در بخش میانی دشت (قسمت بردبر و قسمت سردشت) دارای خشکسالی شدید، در بخش لردگان خشکسالی متوسط و در قسمت مالخلیفه ترسالی متوسط دیده شد. در سال ۱۳۸۷ دشت مورد مطالعه در بخش‌های وسیعی دچار خشکسالی بسیار شدید شد و در قسمت میانی دشت (بردبر) نیز خشکسالی شدید و در محدوده سردشت خشکسالی متوسط قابل مشاهده می‌باشد. در خرداد ماه سال ۱۳۹۵ کل دشت دارای خشکسالی تقریبا نرمال بود اما در دی ماه ۱۳۹۵ بخش لردگان دچار خشکسالی شدید و بخش (سردشت) دارای شرایط خشکسالی نرمال بود و بقیه‌ی دشت نیز خشکسالی متوسط را نشان می‌دهد. همانطور که در نقشه‌های گستره‌ی شدت خشکسالی مشاهده شد دشت مورد مطالعه طی دوره‌ی آماری انواع خشکسالی‌ها را تجربه کرد که در ابتدای دوره (سال ۱۳۷۹) خشکسالی در قسمت‌های میانی دشت گسترش پیدا کرد و به مرور در قسمت های دیگر پدیدار شد و در اواسط دوره (سال ۱۳۸۷) اکثر دشت دچار خشکسالی بسیار شدید شد و در انتهای دوره‌ی آماری (سال ۱۳۹۵) از شدت خشکسالی کاسته شد و در مدتی که مشخص است (خرداد ۹۵) دشت کاملا نزدیک به نرمال بود و بعد از آن دچار خشکسالی متوسط شد. شکل (۳).

نتایج و بحث

در این پژوهش به منظور بررسی خشکسالی هواشناسی از ۷ ایستگاه باران‌سنجی دارای دوره‌های بارندگی ماهانه جهت برآورد شاخص SPI و برای بررسی خشکسالی هیدرولوژیکی از داده‌های تراز ۲۰ حلقه چاه به صورت ماهانه جهت برآورد شاخص GRI استفاده گردید. براساس نتایج حاصل از شاخص GRI اکثر خشکسالی‌ها در طبقه ملایم و متوسط بوده و کمتر شاهد خشکسالی شدید و بسیار شدید بودیم که این بخش از نتایج با مطالعات (۱۸،۱،۲۸) مطابقت دارد. بر اساس جدول ۳ مشاهده شد که در چاه‌های ابواسحاق، برآفتاب، جاده ده ترکان، خسروآباد، چاه نادری، مشاهده‌ای لردگان، قرح، سه‌راهی میلاس، شن‌شویی خشکسالی با طبقه بسیار شدید رخ داده و به جز چاه هلو ده صحرا و مرادان بقیه چاه‌ها خشکسالی با طبقه شدید را تجربه کردند. بر اساس نتایج حاصل شده از شاخص SPI اکثر خشکسالی از طبقه ملایم و متوسط بوده و کمتر شاهد خشکسالی شدید و بسیار شدید بودیم که با مطالعات (۲۵، ۵) مطابقت دارد. ایستگاه دهنوگرگ الله با ۱۰ مرتبه خشکسالی بسیار شدید بیشترین مرتبه را در بین دیگر ایستگاه‌ها دارا می‌باشد. با تعیین بزرگی خشکسالی با استفاده از دو شاخص GRI و SPI، چاه‌های پیزومتری و ایستگاه‌های هواشناسی اکثرا با رخداد بزرگی خشکسالی روبه رو شدند که با نتایج (۱، ۲۵) مطابقت دارد. در جدول۳ مشاهده می‌شود که چاه شمال لردگان با مقدار ۸۶/۷۱ بیشترین بزرگی خشکسالی مربوط به شاخص GRI و همچنین ایستگاه سردشت با مقدار ۴۲/۶۹ بیشترین مقادیر را از نظر بزرگی در بین ایستگاه‌های دیگر دارا می‌باشد. نتایج مربوط به بررسی شاخص‌های GRI و SPI نشان‌دهنده‌ی این دستاورد است که عمده چاه‌ها و ایستگاه‌ها خشکسالی را تجربه کردند که با نتایج (۱، ۲۳، ۲۵) مطابقت دارد. جهت بررسی نظم زمانی در رابطه با خشکسالی هیدرولوژیک و هواشناسی بین شاخص‌های GRI و SPI همبستگی گرفته شد. بیشترین همبستگی مربوط به دوره زمانی ۳ ماهه بوده که با نتایج (۱۹) مطابقت داشت و با نتایج (۲۲،۱) مغایرت دارد. همچنین (۲۲،۱) در یافته‌های خود مقیاس ۹ و ۱۲ ماهه را به عنوان بیشترین همبستگی به دست آوردند. می‌توان دلیل مغایرت این پژوهش با نتایج آن‌ها را تفاوت در شرایط پوشش گیاهی، زمین شناسی، آب و هوا و ویژگی خاک منطقه بیان کرد. براساس نتایج حاصل شده از پهنه‌بندی شاخص GRI با استفاده از روش IDW (شکل ۲) در ابتدای دوره‌ی آماری (۱۳۷۱) خشکسالی شدید و متوسط در بخش شرق و شمال شرق، در دوره‌ی میانی (۱۳۸۳) نزدیک به چاه ابواسحاق خشکسالی متوسط (قسمت جنوبی دشت) و در انتهای دوره‌ی آماری (۱۳۹۴) خشکسالی شدید و متوسط در منطقه رخ نداد که با نتایج احمدی (۲) مطابقت دارد. براساس نتایج حاصل شده از پهنه‌بندی شاخص SPI با استفاده از روش IDW (شکل ۳) در ابتدای دوره‌ی آماری خشکسالی شدید و متوسط در قسمت‌های شرقی و مرکزی بروز پیدا کرده و در پی آن به کل منطقه گسترش یافته است و در نهایت به قسمت شمال غربی رسید که با نتایج (۱۳) مطابقت دارد.

منابع

1. Aghchekandi, A., K. Solaimani, M. Habibnejad and K. Shahedi. 2016. Investigation of Groundwater drought using GRI index in downstream of Haraz watershed in Mazanzaran province. 2nd International Congress on the Development of Agricultural Sciences and Natural Resources. Farhangian University, Gorgan. 1-10 pp (In Persian).
2. Ahmadi Akhoorme, M., A. Nohegar, M. Soleimani Motlagh and M. Taie Semiromi. 2015. Groundwater drought investigating using SWI and GRI Indices (Case Study: Marvdasht Kharameh Aquifer). Iranian irrigation and water engineering, 6(21): 105-118 (In Persian).
3. Akbari, M. M.R. Jarge and H. Madani Sadat. 2009. Assessment of decreasing of groundwater-table using Geographic Information System (GIS) (Case study: Mashhad Plain Aquifer). Journal of Water and Soil Conservation, 16(4): 63-78 (In Persian).
4. Askari, M., A. Mosaedi, A.A. Dehghani and M. Meftah halghi. 2009. Application of geostatistics and gis analysis, in study of groundwater quality spatial variability, case study: Qazvin Plain. First International Conference on Water Resources Management, Industrial University of Shahrood. Shahrood. 1-6 pp (In Persian).
5. Azizi, Gh. 2003.The relationship between recent droughts and groundwater resources in Qazvin plain. Geographic Research Journal, 46: 131-143 (In Persian).
6. Beheshtirad, M. 2014. Drought monitoring in Kerman province using DI index and its zoning with statistical methods. Journal Management System, 16: 149-158 (In Persian).

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-10-11]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.6.1]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.65]

7. Bhuiyan, C. 2004.Various Drought indices for monitoring drought condition in aravalli terrain of india. Proceedings of the XXth ISPRS Conference, 907-912 pp., Istanbul.
8. Choi, M., M.J. Jacobs, M.C. Anderson and D.D. Bosch. 2013. Evaluation of drought indices via remotely sensed data with hydrological variables. Journal of Hydrology, 465: 265-273.
9. Ekrami, M. Z.A Sharifi, H. Malekinezhad and M.R Ekhtesasi. 2011. Investigating the groundwater quality and quantity variations trend case study: Yazd-Ardakan Plain, 2000_S. Health Sunrise, 10(3-4): 82-91 (In Persian).
10. Ezzine, H., A. Bouziane and D. Ouazar. 2014. Seasonal comparisons of meteorological and agricultural drought indices in Morocco using open short time-series data. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 26: 36-48.
11. Ghremohammadloo, M and A. Zare. 2018. Study of Groundwater Quality of Saydan Farooq Plain for Agricultural Use. 2st National Conference on Knowledge and Technology of Agricultural Sciences, Natural Resources and Environment of Iran. Institute for the Development of Knowledge and Technology Iranian Sam. Tehran.1-9 pp (In Persian).
12. Khan, S., H.F. Gabrie and T. Rana. 2008. Standard precipitation index to track drought and assess impact of rainfall on water tables in irrigation areas. Irrigation Drainage System, 22(2): 159-177.
13. Kiakianian, M., H. Hajimohammadi and F. Rasooli. 2014. Monitoring and zoning of drought condition in Kashan using standardized Precipitation Index (SPI). 1st National Conference on Sustainable Management of Soil and Environmental Resources, Shahid Bahonar University, Kerman. 1-9 pp (In Persian).
14. Kim, D.W., H.R Byun and K. Seonchoi. 2009. Evaluation, Modification and application of the effective drought index to 200- year drought climatology of seoul,korea. Journal of Hydrology, 37 (1-2): 1-12
15. Mahdavi, R., J. Abedi Koupaee, M. Rezaee and M. Abdolhasani.Site selection for artificial feeding of groundwater using GIS and RS. 2004. 2nd Students Conference on Soil and Water Resources. Shiraz University. Iran. 1-11 pp (In Persian).
16. Masoudi, M. and S. Barzegar. 2004. Assessment and Mapping of Qualitatative and Quantitative Severity Degradation of Groundwater Resourses using the Modified IMDPA Desertification Model and GIS. A Case Study: Firuz-abad Plain of Fars province. Iran irrigation and water engineering, 5(20): 86-95 (In Persian).
17. Mckee, T.B., N.J. Doesken and J. Kleist. 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. 8th Conference of Applied Climatology, 179-184. Aneheim.
18. Mendicino, G., A. Senatore and P. Versace. 2008. A groundwater resource index (GRI) for drought monitoring and forecasting in a mediterranean climate. Journal of Hydrology, 282-302.
19. Mofidipoor, N., V. Sheikh, M. Ownegh and A. Sadodin. The Analysis of Relationship between Meteorological and Hydrological Droughts in Atrak Watershed. Journal of Watershed Management Research, 3(5): 16-26 (In Persian).
20. Mohammadi, M., H. Moradi amd M. Vafakhah. 2012. Spatial Distribution and Relationship between Meteorological Droughts and Groundwater in Arak Plain. Natural Geographic Quarterly, 5(15): 77-84 (In Persian).
21. Mohammadi, S., F. Naseri and H. Nazaripour. 2018. Investigating the temporal variation and meteorological drought effect on groundwater resources in Kerman plain using SPI and GRI indices. Ecohydrology, 5(1): 11-22 (In Persian).
22. Moradi, H., A. Sepahvand and M. Khazayi. 2009. Assessment of meteorological and hydrological drought by using the modified SPI index and SDI (Case study: Khorramabad watershed). 5th National Conference on Science and Engineering Iranian Watershed. 1-10 pp., Karaj, Iran.
23. Nalbantis, I. 2008. Evaluation of a Hydrological Drought index. European Water, 23(24): 67-77.
24. Roshun, H. and M. Habibnejad Roshan. 2018. Monitoring of Temporal and Spatial Variation of Groundwater Drought using GRI and SWI Indices (Case Study: Sari-Neka Plain). Journal of Watershed Management Research, 9(17): 269-279 (In Persian).
25. Shakiba, A., B. Mirbagheri and A. Kheiri. 2010. Drought and its impact on groundwater resources in the East Kermanshah province. Geography (Journal of Geographical Society of Iran), 105-124 (In Persian).
26. Tabatabaeefar, M., Gh, Zehtabian. M. Rahimi and Sh. Nikoo. 2014. Study of temporal and spatial variations of groundwater quality and quantity in Garmsar Plain. Journal of Desert Ecosystem Engineering, 3(4):91-102 (In Persian).
27. Tsakiris, G., D. Pangalou and H. Vangelis. 2007. Reginal Drought Assessment based on the Reconnaissance Drought index (RDI). Water Resources Management, 21: 821-833.
28. Yasamani, S., H. Mohammadzadeh and A. Mosaedi. .2012. Investigation of drought effect on groundwater table changes in Torbat Jahr Fariman Plain using SPI and GRI indices. 16th Symposium of Geological Society of Iran, Shiraz University, Shiraz, 1-7 pp (In Persian).
29. Zhang, Z., X. Chen, Y.X. Chong, Y. Hong, J. Hardy and Z. Sun. 2015. Examining the influence of river-lake interaction on the drought and water resources in Poyang Lake basin. Journal of hydrology, 522: 510-521.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-10-11]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.6.1]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.65]

Investigation of the Relationship between Groundwater Variations and Drought Using SPI and GRI Indices in Lordegan Plain

Sayed Abdoulreza Musavi[1], Karim Solaimani[2], Fatemeh Shokrian[3] and Sayed Hussein Roshun[4]

1- Graduated M.Sc. Student, Watershed Management Engineering Department, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
2- Professor, Watershed Management Engineering Department, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
3- Assistant Professor, Watershed Management Engineering Department, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University (Corresponding author:shokrian.f@gmail.com)
4- Ph.D. Student, Watershed Management Engineering Department, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
Received: February 16, 2019 Accepted: November 11, 2019

Abstract

Groundwater resources as one of the most important sources of water supply for agricultural, drinking and industrial sectors are very emphasis in our country. Agricultural activities have a very high contribution in harvesting of groundwater aquifers. So, today, irregular extraction of these sources caused to decrees the quantitative and qualitative aquifers characteristics. The aim of this study was to investigate the effect of meteorological drought on groundwater quality and quantity in Lordegan plain in Chaharmahal and Bakhtiari province. For this purpose, quantity and quality of groundwater data (20 piezometric wells) and precipitation data (7 rain gauge stations) from the regional water supply company of the Chaharmahal and Bakhtiari province was obtained. Then, using Run-Test and Kolmogorov-Smirnov tests, homogeneity and normality of the data were tested. In the following, the DIP software was used to estimate the standardized precipitation index (SPI). Groundwater Resource Index (GRI) was calculated using Excel formulation software. The results of this study showed that the Groundwater Resource Index (GRI) for most years was mild and moderate, and less severe and very severe droughts. Also, based on the standardized precipitation index (SPI), most droughts were mild to moderate. Thus, according to SPI and GRI indices, the plain experienced meteorological and groundwater droughts. Spatial meteorological and groundwater drought maps indicate that drought has been occurred in central and eastern, also in eastern and northeast part of plain, respectively.

Keywords: Chaharmahal and Bakhtiari Province, Groundwater Resources, roundwater Resources Index, Lordegan Plain, Meteorological Drought

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-10-11]
[DOR: 20.1001.1.22516174.1400.12.23.6.1]
[DOI: 10.52547/jwmr.12.23.65]