

بررسی خشکسالی منطقه اقلید در استان فارس با استفاده از شاخص‌های RAI و SWI

فرید نیک کار^۱ و حمید رضا فولادمند^{۲*}

(۱) دانشجوی کارشناسی ارشد عمران (مهندسی و مدیریت منابع آب)، واحد مرودشت، دانشگاه آزاد اسلامی، مرودشت، ایران

(۲*) دانشیار آبیاری و زهکشی، واحد مرودشت، دانشگاه آزاد اسلامی، مرودشت، ایران

*نویسنده مسئول مکاتبات: hfoolad@miau.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۱/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۳/۱۱

چکیده

در این تحقیق برای بررسی شدت خشکسالی منطقه اقلید در استان فارس در طی یک دوره آماری ۱۰ ساله آبی (۱۳۸۴-۱۳۹۳) از شاخص خشکسالی هیدرولوژیکی سطح آب استاندارد شده (SWI) و شاخص خشکسالی هواشناسی ناهنجاری بارش (RAI) استفاده شد. ورودی شاخص SWI داده‌های ماهانه عمق سطح ایستابی ۱۰۷ چاه پیژومتری و ورودی شاخص RAI داده‌های ماهانه بارندگی ۱۵ ایستگاه باران‌سنجی و سینوپتیک بود. برای رفع نواقص داده‌های بارش، ابتدا ضریب همبستگی بین ایستگاه‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS تعیین شدند و سپس به روش نسبت‌ها بازسازی انجام شد. داده‌های هر دو شاخص ذکر شده در مقیاس‌های زمانی ۳، ۶، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماهه برای تعیین شدت خشکسالی محاسبه شدند. در ادامه پنج مورد از بزرگ‌ترین خشکسالی‌های اتفاق افتاده در هر شاخص و شاخص متناظر با آن مشخص شدند و پهنه‌بندی خشکسالی‌ها با روش عکس مجذور فاصله در نرم‌افزار ArcGIS انجام شد. نتایج کلی نشان داد که شدت خشکسالی‌ها در سال‌های اخیر بیشتر شده است. همچنین نتایج نشان‌دهنده آن است که بین شاخص خشکسالی هیدرولوژیکی و هواشناسی یک تأخیر زمانی وجود دارد که با محاسبه ضریب همبستگی بین شاخص‌های فوق، مشاهده شد که بین وقوع خشکسالی هیدرولوژیک و خشکسالی هواشناسی در جنوب و غرب اقلید، یک تأخیر ۲ تا ۴ ساله وجود دارد.

کلید واژه‌ها: اقلید؛ خشکسالی؛ شاخص خشکسالی هواشناسی؛ شاخص خشکسالی هیدرولوژیکی؛ شاخص سطح آب استاندارد شده؛ شاخص ناهنجاری بارش

مقدمه

طولانی مدت قرار می‌گیرند. در این نوع خشکسالی ابتدا تغذیه، سپس سطح ایستابی و در نهایت میزان تخلیه سیستم‌های آب‌های زیرزمینی تحت تأثیر خشکسالی کاهش می‌یابد. در این شرایط مدیریت جامع منابع آب بر اساس آگاهی از گسترش زمانی و مکانی این نوع خشکسالی امری ضروری است (احمدی آخورمه و همکاران، ۱۳۹۴). تعداد فراوانی این پدیده از نظر درجه شدت و زمان مدت، مجموع فضای تحت پوشش، تلفات جانی، خسارات اقتصادی و اثرات اجتماعی دراز مدت در

از مهم‌ترین انواع خشکسالی می‌توان به خشکسالی‌های هیدرولوژیکی و هواشناسی اشاره نمود که به ترتیب وابسته به منابع آب زیرزمینی و مقدار باران می‌باشند. برای بیان این خشکسالی‌ها از شاخص‌های متعددی استفاده می‌شود و در زمینه وقوع آن‌ها نیز تحقیقات بسیار زیادی در مناطق مختلف دنیا و ایران انجام شده است. خشکسالی آب زیرزمینی زمانی رخ می‌دهد که در آن آب‌های زیرزمینی به‌عنوان یک منبع مهم تامین آب، تحت تأثیر خشکسالی

جامعه، بیشتر از سایر بلایای طبیعی است. همچنین تمایز این پدیده با سایر بلایای طبیعی در این است که بر خلاف سایر بلایا این پدیده به تدریج و در یک دوره زمانی نسبتاً طولانی عمل کرده و اثرات آن ممکن است پس از چند سال و با تأخیر بیشتری نسبت به سایر حوادث طبیعی ظاهر شود. بنابراین تعیین دقیق زمان شروع آن کار مشکلی است.

از جمله شاخص‌های خشکسالی هیدرولوژیکی می‌توان به شاخص سطح آب استاندارد شده (SWI) اشاره نمود و از شاخص‌های خشکسالی هواشناسی می‌توان به شاخص ناهنجاری بارش (RAI) و شاخص بارش استاندارد شده (SPI) اشاره کرد. تحقیقان کریمی و همکاران (۱۳۸۰) نشان داد که خشکسالی هواشناسی در قسمت‌های شمال شرقی، جنوب شرقی، جنوب و جنوب غربی استان فارس بیشتر از سایر مناطق این استان است. ملکی‌نژاد و سلیمانی مطلق (۱۳۹۰) با بررسی شدت خشکسالی‌های هواشناسی و هیدرولوژیکی در حوزه چغلوندی نشان دادند که در سال‌های اخیر شدت و تداوم خشکسالی‌ها افزایش یافته و تأخیر زمانی یک تا ۲ ساله بین خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی وجود دارد. مفیدی‌پور و همکاران (۱۳۹۱) برای حوضه آبریز اترک نشان دادند که رابطه زمانی بین خشکسالی‌های هواشناسی و هیدرولوژیکی در سطح ۹۹ درصد معنی‌دار است و همبستگی فوق در بازه زمانی ۳ ماهه حداکثر است. پیری و همکاران (۱۳۹۲) نشان دادند که در بین هفت شهرستان استان سیستان و بلوچستان در مناطق زاهدان و سراوان شاخص RAI برای بیان خشکسالی هواشناسی مناسب‌تر از دیگر شاخص‌های مشابه است. تحقیقات سلگی و همکاران (۱۳۹۴) در شهرستان نهاوند نشان داد که در طی یک دوره آماری ۴۱ ساله (سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۴۸) بیش‌ترین شدت خشکسالی هواشناسی در سال آبی ۱۳۷۸-۱۳۷۷ رخ داده است. تحقیقات بهرامی و همکاران (۱۳۹۴) در شیراز برای سال‌های ۱۳۹۲-۱۳۶۳ نشان داد که بیش‌ترین شدت

خشکسالی هواشناسی در سال بازه زمانی ۱۳۸۷-۱۳۸۶ رخ داده است. رضیئی (۱۳۹۴) با استفاده از داده‌های بارندگی ۶۹ ایستگاه هواشناسی مناطق خشک و نیمه‌خشک مرکز و شرق ایران طی سال‌های ۲۰۰۵-۱۹۷۵ نشان داد که در ۲۳/۵ درصد سال‌های مورد مطالعه خشکسالی فراگیر داشته است. عزیزی مبصر و همکاران (۱۳۹۴) از شاخص RAI برای پهنه‌بندی خشکسالی هواشناسی در شمال غرب ایران استفاده نمودند و نقشه‌های پهنه‌بندی ماهانه و خشکسالی سالانه را با روش درون‌یابی عکس مجذور فاصله (IDW) در نرم افزار ArcGIS تهیه کردند و به این نتیجه رسیدند که در شرایط عادی به جز فصل تابستان در بقیه فصل‌ها، مناطق جنوبی بیشتر در معرض خشکسالی قرار دارند. Bhuiyan و همکاران (۲۰۰۶) برای منطقه آراویل هند به این نتیجه رسیدند که خشکسالی هواشناسی در منطقه به‌صورت تصادفی رخ داده و موقعیت تنش سفره آب زیرزمینی در طول زمان متغیر بوده است.

با توجه به تحقیقات انجام شده در زمینه شاخص‌های SWI و RAI در مناطق مختلف ایران، در این تحقیق این دو شاخص خشکسالی و ارتباط بین آن‌ها در منطقه اقلید در استان فارس مورد بررسی قرار گرفته است. لذا هدف از این تحقیق بررسی خشکسالی دو شاخص ذکر شده در منطقه اقلید و پهنه بندی آن با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌باشد.

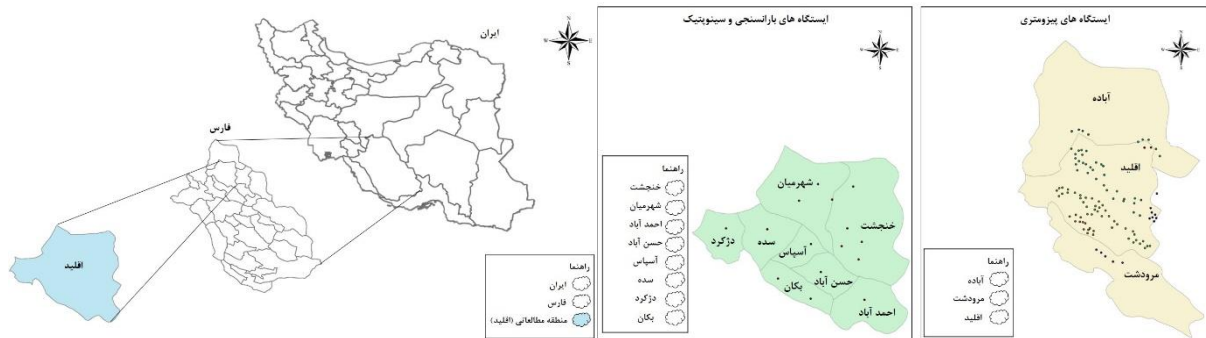
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

شهرستان اقلید با مساحت ۵۹۱۸ کیلومتر مربع یکی از شهرستان‌های شمالی استان فارس است که دارای دریاچه‌های طبیعی آب شیرین است. اقلید یکی از شهرهای با استعداد برای کشاورزی است که از محصولات بسیاری برخوردار می‌باشد. جهت انجام این تحقیق از داده‌های سال‌های آبی ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۳ ماهانه سطح ایستابی ۹۲ چاه پیژومتری در محدوده اقلید و ۱۵ چاه پیژومتری مرزی خارج از منطقه فوق و همچنین داده‌های ماهانه بارندگی

ایستگاه‌های هواشناسی به کار رفته در این تحقیق در شکل ۱ آورده شده است.

۱۴ ایستگاه باران‌سنجی و یک ایستگاه سینوپتیک استفاده شد. موقعیت جغرافیایی منطقه اقلید در استان فارس و ایران و همچنین موقعیت جغرافیایی چاه‌های آب و



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه اقلید در استان فارس و ایران و موقعیت چاه‌های آب و ایستگاه‌های هواشناسی به کار رفته

عزیزی مبصر و همکاران (۱۳۹۴) نیز برای بررسی و پهنه بندی خشکسالی از روش IDW استفاده شده است. شاخص SWI به منظور پایش نوسانات سطح آب زیرزمینی در مورد تنش سفره آب زیرزمینی توسط Bhuayan (۲۰۰۴) ارائه شده است. این شاخص مطابق رابطه زیر با نرمالیزه کردن سطح آب زیرزمینی و از تقسیم اختلاف بین سطح آب با میانگین طولانی مدت به انحراف معیار داده‌ها به دست می‌آید:

$$SWI = \frac{W_{ij} - \bar{W}_m}{\sigma} \quad (1)$$

در رابطه فوق W_{ij} سطح ایستابی چاه پیزومتری در ماه i و مقیاس زمانی j ، میانگین سطح ایستابی ماه‌های i از دوره آماری مورد مطالعه و σ انحراف معیار ماه‌های i از دوره آماری مورد مطالعه می‌باشد. شاخص فوق شدت خشکسالی را به پنج طبقه تقسیم می‌کند (جدول ۱).

شاخص RAI توسط van Rooy (۱۹۶۵) ارائه شده است که تنها عامل مؤثر در محاسبه آن بارش است. مراحل محاسبه این شاخص به صورت زیر است: الف- محاسبه میانگین دراز مدت بارندگی ماهانه (\bar{P}) در ایستگاه مورد نظر. ب- استخراج میانگین ۱۰ مورد از بزرگ‌ترین مقادیر بارندگی اتفاق افتاده در دوره مطالعاتی (\bar{m}). ج- استخراج میانگین ۱۰ مورد از کم‌ترین مقادیر بارندگی اتفاق افتاده در

روش تحقیق

در این تحقیق به منظور محاسبه شدت خشکسالی در منطقه اقلید در استان فارس از شاخص خشکسالی هیدرولوژیکی سطح آب استاندارد شده (SWI) و شاخص خشکسالی هواشناسی ناهنجاری بارش (RAI) استفاده شده است. در ابتدا برای بازسازی برخی از داده‌های غیر موجود بارش از روش همبستگی بین ایستگاه‌ها در نرم افزار SPSS استفاده شد و سپس آمار غیر موجود در ایستگاه مورد نظر با استفاده از ایستگاه دارای بیشترین همبستگی از روش نسبت‌ها بازسازی گردید. در ادامه مقادیر شاخص‌های SWI و RAI در مقیاس‌های زمانی ۳، ۶، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماهه به صورت جداگانه محاسبه گردید تا امکان مقایسه آن‌ها در مقیاس‌های زمانی مختلف میسر شده و نیز بتوان درباره شدت وقوع آن اظهار نظر نمود. همچنین پهنه‌بندی خشکسالی این دو شاخص به منظور تعیین دقیق مناطق خطر از نظر خشکسالی‌های هیدرولوژیکی و هواشناسی و مدیریت بهتر منابع آب در این منطقه در محیط نرم افزار ArcGIS با استفاده از روش عکس مجذور فاصله (IDW) انجام شد. در تحقیقات انجام شده توسط جمالی‌زاده و برنا (۱۳۹۱)، خسروی و همکاران (۱۳۹۱) و

دوره مطالعاتی (\bar{x}). د- مقایسه داده‌های بارندگی ماهانه (P) با میانگین دراز مدت بارندگی. چنانچه $P \geq \bar{P}$ یا ناهنجاری مثبت باشد خواهیم داشت:

$$P \geq \bar{P} \rightarrow RAI = 3 \left(\frac{P - \bar{P}}{\bar{m} - \bar{P}} \right) \quad (2)$$

و چنانچه $P \leq \bar{P}$ یا ناهنجاری منفی باشد خواهیم داشت:

$$P \leq \bar{P} \rightarrow RAI = -3 \left(\frac{P - \bar{P}}{\bar{x} - \bar{P}} \right) \quad (3)$$

در نهایت مقادیر محاسبه شده بر اساس جدول (۱) طبقه‌بندی می‌شود.

جدول ۱. طبقه بندی شدت شاخص SWI و RAI

مقادیر SWI پویان (۲۰۰۴)	طبقه خشکسالی	آستانه نسبت داده شده به RAI	طبقات شدت خشکسالی
< ۰	بدون خشکسالی	(۰/۳) تا (۰/۳)	بهنجار
۰/۹۹ تا ۰	خشکسالی ملایم	(-۱/۲) تا (-۰/۳)	خشکسالی ضعیف
۱/۴۹ تا ۱	خشکسالی متوسط	(-۲/۱) تا (-۱/۲)	خشکسالی متوسط
۱/۹۹ تا ۱/۵	خشکسالی شدید	(-۳) تا (-۲/۱)	خشکسالی شدید
> ۲	خشکسالی بسیار شدید	≤ -۳	خشکسالی بسیار شدید

اصلا بارندگی اتفاق نمی‌افتد (ماه‌های فروردین تا آذر) خشکسالی معنایی نمی‌دهد. لذا در این تحقیق برای پهنه‌بندی پنج مورد از بزرگ‌ترین وقوع خشکسالی ماه‌های دی، بهمن و اسفند در نظر گرفته شده‌اند. همچنین زمان وقوع پنج مورد از بیشترین خشکسالی بدست آمده در هر یک از شاخص‌ها، به صورت مشترک برای شاخص دیگر نیز پهنه‌بندی شده است تا بتوان هم‌زمان هر دو شاخص را از نظر شدت خشکسالی با هم مقایسه نمود.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از شاخص‌های SWI و RAI بدست آمده با توجه به مقدار حداقل و حداکثر مقدار شاخص‌ها در مقیاس‌های ۳، ۶، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماهه در جدول‌های ۲ و ۳ ارائه شده است.

جدول ۲. نتایج حداقل و حداکثر حاصل از شاخص SWI در

مقیاس زمانی مختلف

شاخص حداقل SWI	نام ایستگاه	حداقل	شاخص حداکثر SWI	نام ایستگاه	حداکثر
۳ ماهه	شهرک قزو	-۲/۴۷۰۸	۳ ماهه	نصر آباد	۲/۸۹۱۱
۶ ماهه	حاشیه دریاچه	-۲/۳۸۳	۶ ماهه	امیر آباد	۲/۸۸۱۳
۱۲ ماهه	جنوب سربانو	-۲/۵۱۲۹	۱۲ ماهه	امیر آباد	۲/۴۲۷۴
۲۴ ماهه	جنوب سربانو	-۲/۳۹۸۴	۲۴ ماهه	حاجی آباد کنار رودخانه	۲/۳۲۲۵
۴۸ ماهه	رحمت آباد	-۲/۲۲۳۵	۴۸ ماهه	حاجی آباد کنار رودخانه	۱/۹۵۴۱

جدول ۳. نتایج حداقل و حداکثر حاصل از شاخص RAI در

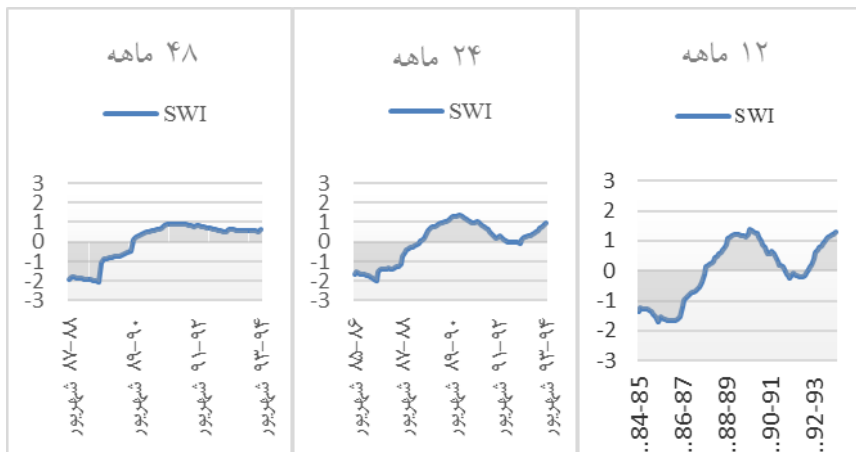
مقیاس زمانی مختلف

شاخص حداقل RAI	نام ایستگاه	حداقل	شاخص حداکثر RAI	نام ایستگاه	حداکثر
۳ ماهه	همه ایستگاه ها	-۳	۳ ماهه	چشمه رعنا	۵/۵۰۹۳
۶ ماهه	سینوپتیک	-۲/۱۵۱	۶ ماهه	سبزینه	۴/۴۷۵۲
۱۲ ماهه	سده	-۲/۳۲۱۷	۱۲ ماهه	سده	۴/۴۳۷۸
۲۴ ماهه	گندمزار بکان	-۲/۳۵۲۲	۲۴ ماهه	سبزینه	۴/۶۰۶۳
۴۸ ماهه	دزگرد	-۲/۲۲۷۱	۴۸ ماهه	سبزینه	۴/۸۷۵۵

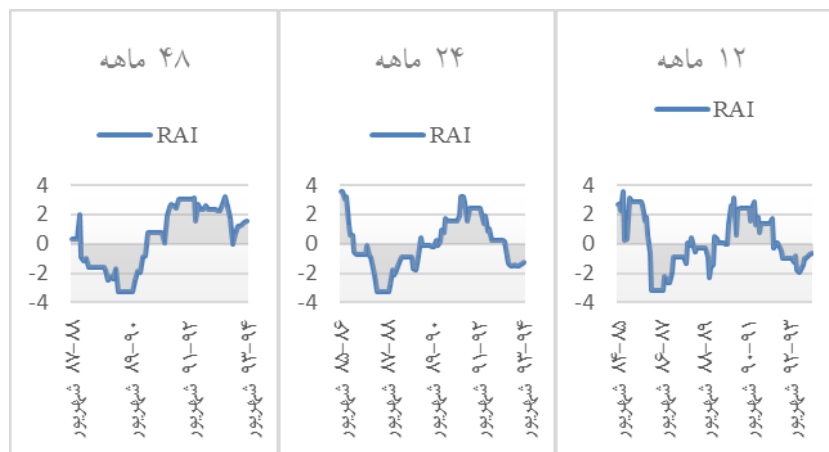
به عنوان نمونه سطح تراز ایستابی ایستگاه حسن‌آباد آسپاس از شاخص SWI و ایستگاه بارانسجی حسن‌آباد در شاخص RAI مقایسه شده است که در شکل‌های ۲ و ۳ در مقیاس‌های زمانی ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماهه ارائه شده است.

چنانچه در جدول ۱ مشاهده می‌شود مقادیر مثبت شاخص SWI نشان‌دهنده خشکسالی و مقادیر منفی آن نشان‌دهنده عدم خشکسالی یا شرایط نرمال می‌باشد. اما در شاخص RAI مقادیر بزرگتر از ۰/۳- نشان‌دهنده وضعیت نرمال (بهنجار) و مقادیر کمتر از ۰/۳- نشان‌دهنده خشکسالی می‌باشد. این دو شاخص از نظر ضرایب تقریباً عکس یکدیگر هستند.

در این تحقیق به دلیل حجم زیاد نتایج، برای اشاره بهتر به پهنه‌بندی شاخص‌ها و همچنین مقایسه آن‌ها با یکدیگر پس از مشخص شدن نتایج شاخص‌های هر ایستگاه برای کل دوره آماری ماهانه در مقیاس زمانی ذکر شده فقط به پهنه‌بندی پنج مورد از بزرگ‌ترین خشکسالی اتفاق افتاده در هر یک از مقیاس‌های زمانی ذکر شده پرداخته شده است. نکته قابل توجه دیگر در مورد منطقه مورد مطالعه آن است که با توجه به آمار بارندگی‌های ثبت شده در ماه‌های گرم سال و ماه‌هایی که وقوع بارندگی خیلی کم است و یا



شکل ۲. تغییرات شاخص SWI در مقیاس زمانی ۱۲، ۲۴، و ۴۸ ماهه در ایستگاه پیزومتری حسن‌آباد



شکل ۳. تغییرات شاخص RAI در مقیاس زمانی ۱۲، ۲۴، و ۴۸ ماهه در ایستگاه بارانسنجی حسن‌آباد

است. مقیاس ۶ ماهه این شاخص نشان داد که شدیدترین خشکسالی‌ها در ماه مهر اتفاق افتاده است. مقیاس ۱۲ ماهه شاخص فوق نشان داد که شدیدترین خشکسالی‌ها مربوط به سال آبی ۸۶-۸۷ می‌باشد. مقیاس ۲۴ ماهه این شاخص نشان داد که شدیدترین خشکسالی‌ها در شش ماه دوم سال آبی ۸۷-۸۸ اتفاق افتاده است. همچنین مقیاس ۴۸ ماهه شاخص RAI نشان داد که شدیدترین خشکسالی‌ها در شش ماه دوم سال آبی ۸۹-۹۰ و ماه مهر ۹۰-۹۱ اتفاق افتاده است. در مقیاس ۶ ماهه تعداد ۹ دوره تر و ۹ دوره خشک، در مقیاس‌های ۱۲ و ۲۴ ماهه ۲ دوره تر و ۲ دوره خشک و در مقیاس ۴۸ ماهه یک دوره تر و یک دوره خشک قابل تشخیص است.

مقیاس‌های ۳، ۶، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماهه شاخص SWI نشان داد که شدیدترین خشکسالی در مقیاس ۳ ماهه در فروردین ۹۳-۹۴، در مقیاس ۶ ماهه در اردیبهشت ۹۳-۹۴، در مقیاس ۱۲ ماهه در مهر ۹۰-۹۱، در مقیاس ۲۴ ماهه در بهمن ۹۰-۹۱ و مقیاس ۴۸ ماهه در شهریور ۹۰-۹۱ تا اسفند ۹۱-۹۲ اتفاق افتاده است. همچنین در مقیاس ۳ ماهه تعداد ۳ دوره تر و ۳ دوره خشک، در مقیاس ۶ ماهه تعداد ۲ دوره تر و ۲ دوره خشک، در مقیاس‌های ۱۲ و ۲۴ ماهه ۲ دوره تر و ۲ دوره خشک و در مقیاس ۴۸ ماهه یک دوره تر و یک دوره خشک قابل تشخیص است. مقیاس ۳ ماهه شاخص RAI نشان داد که شدیدترین خشکسالی‌ها در ماه‌های تیر، مرداد، شهریور و مهر اتفاق افتاده است که البته با توجه به فصل تابستان امری بدیهی

می توان نتیجه گرفت که بیشترین خشکسالی ها در شاخص SWI در حدود سال آبی ۹۱-۹۰ و در شاخص RAI در حدود سال آبی ۹۰-۸۹ رخ داده است. نتیجه پهنه بندی شاخص های SWI و RAI در مقیاس های زمانی مختلف در جدول ۴ ارائه شده است.

به طور کلی در یک دوره بلند مدت، هر قدر مقیاس زمانی مورد مطالعه کوتاه تر باشد، شدت خشکسالی کمتر خواهد بود (بذر افشان و همکاران، ۱۳۹۰). همچنین هر چقدر مقیاس زمانی مورد مطالعه افزایش یابد، تداوم خشکسالی بیشتر و تکرار آن ها کمتر می شود (Asadi et al., 2009). به همین دلیل مقیاس های زمانی ۲۴ و ۴۸ ماهه تعداد دوره های خشکی را کم تر و دارای تداوم بیش تر نمایش می دهند. لذا با توجه به مقیاس زمانی بلند مدت،

جدول ۴. نتایج پهنه بندی شاخص های SWI و RAI در مقیاس های زمانی مختلف

مقیاس زمانی	SWI	موقعیت جغرافیایی	RAI	موقعیت جغرافیایی
۳ ماهه	خشکسالی شدید تا بسیار شدید	شمال، جنوب و شرق	خشکسالی شدید تا بسیار شدید	مرکز و شمال غرب
	خشکسالی ضعیف تا ترسالی	قسمتی از غرب و جنوب غرب	خشکسالی ضعیف تا ترسالی	نواحی شرقی
۶ ماهه	خشکسالی شدید تا بسیار شدید	شمال، جنوب و شرق	خشکسالی شدید تا بسیار شدید	مرکز و شمال غرب
	خشکسالی ضعیف تا ترسالی	قسمتی از غرب و جنوب غرب	خشکسالی ضعیف تا ترسالی	نواحی شرقی
۱۲ ماهه	خشکسالی شدید تا بسیار شدید	مرکز و شرق	خشکسالی شدید تا بسیار شدید	نیمه شرقی و شمال شرقی
	خشکسالی ضعیف تا ترسالی	نیمه غربی	خشکسالی ضعیف تا ترسالی	نواحی جنوبی
۲۴ ماهه	خشکسالی شدید تا بسیار شدید	مرکز و شرق	خشکسالی شدید تا بسیار شدید	شمال، جنوب، غرب و شرق
	خشکسالی ضعیف تا ترسالی	غرب	خشکسالی ضعیف تا ترسالی	جنوب شرق و شمال شرق
۴۸ ماهه	خشکسالی شدید تا بسیار شدید	تغییرات مکانی پراکنده و متغییر	خشکسالی شدید تا بسیار شدید	تغییرات مکانی پراکنده و متغییر
	خشکسالی ضعیف تا ترسالی	تغییرات مکانی پراکنده و متغییر	خشکسالی ضعیف تا ترسالی	تغییرات مکانی پراکنده و متغییر

خشکسالی ها متمرکز شده اند ولی گاهی نواحی غربی و جنوب غربی نیز وضعیت ترسالی را نشان می دهند. در مقیاس ۶ ماهه تقریباً در تمامی اقلید خشکسالی ملایم تا شدید دیده می شود بجز برخی از قسمت های کوچکی از

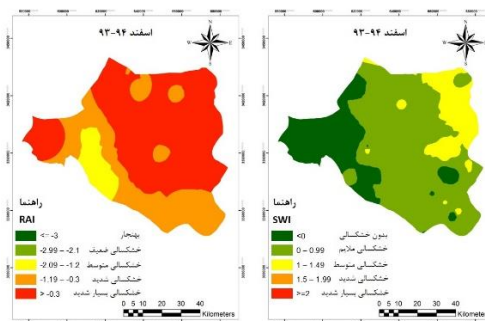
مطابق نتایج جدول ۴ مشاهده می شود که خشکسالی اتفاق افتاده در بخش های مختلف منطقه اقلید از شدت و ضعف برخوردار بوده است. به طوری که شاخص SWI در مقیاس ۳ ماهه در بخش شمال، جنوب و شرق بیشتر

شرقی و شمال شرقی می‌باشد و قسمت‌های جنوبی بیشتر خشکسالی ضعیف و ترسالی را نشان می‌دهند. در مقیاس زمانی ۲۴ ماهه، اکثر خشکسالی‌های متوسط تا شدید اتفاق افتاده مربوط به کل منطقه به جز مناطق جنوب شرقی و شمال شرقی می‌باشد. در مقیاس ۴۸ ماهه، پراکندگی مکانی متغییر است اما در سال‌های اخیر شدیدترین خشکسالی‌ها در مرکز، شمال شرقی و جنوب رخ داده است. همچنین قسمتی از جنوب غرب منطقه، وضعیت خشکسالی متوسط را نشان می‌دهد.

نقشه پهنه بندی خشکسالی پنج مورد از بزرگ‌ترین خشکسالی‌های اتفاق افتاده در مقیاس‌های زمانی ۳، ۶، ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ماهه در ماه‌های دی، بهمن و اسفند به روش عکس مجذور فاصله برای شاخص‌های SWI و RAI تهیه شد. به دلیل تعداد زیاد نقشه‌ها در اینجا به عنوان نمونه فقط یک مورد از بزرگترین خشکسالی‌های اتفاق افتاده در شاخص‌های فوق در مقیاس ۴۸ ماهه در شکل‌های ۴ و ۵ ارائه شده است.

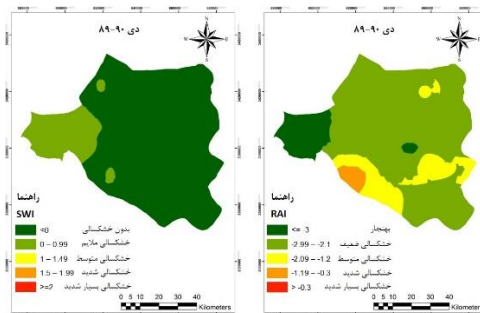
غرب و جنوب غرب. در مقیاس زمانی ۱۲ ماهه بیش‌تر خشکسالی‌های متوسط تا شدید اتفاق افتاده مربوط به نیمه‌مرکزی تا شرقی می‌باشد و نیمه غربی بیشتر بدون خشکسالی و یا ترسالی را نشان می‌دهند. در مقیاس زمانی ۲۴ ماهه، اکثر خشکسالی‌های ملایم تا شدید اتفاق افتاده مربوط به مرکز تا شرق می‌باشد و اغلب در غرب ترسالی و خشکسالی ملایم نشان داده می‌شود. در مقیاس زمانی ۴۸ ماهه نیز تا سال آبی ۹۰-۹۱ در غرب خشکسالی ملایم و در نیمه شرقی ترسالی را نشان می‌دهد اما در سال آبی ۹۴-۹۳ در شمال شرقی خشکسالی متوسط، در مرکز خشکسالی ملایم و در غرب ترسالی را نشان می‌دهد.

طبق نقشه‌های پهنه‌بندی بدست آمده از شاخص RAI، مشخص می‌شود که در مقیاس‌های ۳ و ۶ ماهه در بخش مرکز به سمت شمال غربی بیشترین شدت خشکسالی دیده می‌شود ولی نواحی شرقی وضعیت خشکسالی ضعیف را نشان می‌دهند. در مقیاس زمانی ۱۲ ماهه، اکثر خشکسالی‌های متوسط تا شدید اتفاق افتاده مربوط به نیمه



شکل ۴- نقشه گستره شدت خشکسالی شاخص SWI در اسفند ۹۳-۹۴ در مقیاس زمانی ۴۸ ماهه و زمان متناظر آن در شاخص RAI در منطقه

مورد مطالعه



شکل ۵- نقشه گستره شدت خشکسالی شاخص RAI در دی ۸۹-۹۰ در مقیاس زمانی ۴۸ ماهه و زمان متناظر آن در شاخص SWI در منطقه مورد

مطالعه

برای بررسی دقیق‌تر نحوه تأثیرگذاری خشکسالی هواشناسی بر تغییرات منابع آب زیرزمینی منطقه، می‌توان ضریب همبستگی بین مقادیر سطح ایستابی آب زیرزمینی و مقادیر شاخص RAI در مقیاس‌های زمانی مختلف و همچنین ضریب همبستگی دو شاخص SWI و RAI را با یکدیگر بررسی نمود. در این پژوهش با توجه به اینکه می‌بایست برای محاسبه این تأخیر زمانی، هر دو ایستگاه بارانسجی و پیرومتری از نظر مکانی در منطقه‌ای باشند که شیب زمین، نوع سازند زمین و اقلیم‌های منطقه یکسان باشند، به علت پراکندگی ایستگاه‌های پیرومتری و بارانسجی نسبت به هم، نمی‌توان تمامی ایستگاه‌های بارانسجی و پیرومتری را با هم مقایسه کرد. لذا در این پژوهش برای بررسی تأخیر زمانی، تنها دو مورد انتخاب شد: یکی ایستگاه پیرومتری و بارانسجی در منطقه حسن‌آباد واقع در جنوب منطقه اقلید و دیگری ایستگاه بارانسجی و پیرومتری در منطقه سده در غرب منطقه اقلید.

نتایج همبستگی بین عمق سطح ایستابی و شاخص RAI نشان داد که عمق سطح ایستابی در ماه‌های دی، بهمن و اسفند اکثراً بیشترین ضرایب همبستگی را با شاخص RAI در مقیاس‌های زمانی ۲۴ و ۴۸ ماهه دارد. همچنین همبستگی بین شاخص‌های SWI و RAI در ایستگاه حسن‌آباد و سده برای ماه‌های دی، بهمن و اسفند نیز محاسبه شد و برای نمونه جدول همبستگی بین شاخص‌های SWI و RAI برای ایستگاه‌های ذکر شده در ماه دی در جدول‌های ۵ و ۶ ارائه شده است. نتایج فوق نشان می‌دهد که بین شاخص‌های SWI و RAI یک تأخیر زمانی وجود دارد و پس از بررسی نتایج، مشخص شد که پس از وقوع خشکسالی‌های هواشناسی در مناطق جنوب و غرب اقلید بعد از گذشت دو سال تأثیرات خشکسالی روی عمق ایستابی آب‌های زیرزمینی شروع می‌شود و نهایتاً تا کمتر از ۴ سال بیشترین تأثیر خود را بر روی منابع آب زیرزمینی نشان می‌دهد. به عبارت دیگر بین شدت وقوع

چنانچه در شکل‌های ۴ و ۵ مشاهده می‌شود شاخص SWI نشان می‌دهد که در غرب اقلید در سال آبی ۹۴-۹۳ ترسالی است اما مطابق شاخص RAI، غرب اقلید در سال آبی فوق دارای خشکسالی بسیار شدید است. از این رو می‌توان نتیجه گرفت که این دو شاخص خشکسالی دارای یک تأخیر زمانی نسبت به یکدیگر هستند. لذا نتایج فوق این موضوع را نشان می‌دهد که شاخص‌های هیدرولوژیکی نمی‌توانند با شاخص‌های اقلیمی خشکسالی هم‌زمانی داشته باشند چرا که در تبدیل فرآیند بارش به‌عنوان مهمترین شاخص اقلیمی به رواناب و سپس فرآیند نفوذ و پیوستن به منابع آب زیرزمینی عوامل دیگری به خصوص ساختار زمین‌شناسی منطقه نقش اساسی دارد. از این رو تعیین این تأخیر زمانی که همان تأخیر زمانی بین دو رخداد خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی است از نظر مدیریت منابع آب در یک حوضه از اهمیت زیادی برخوردار است و نتایج آن می‌تواند مورد استفاده مدیران و برنامه ریزان در این بخش قرار گیرد (ملکی نژاد و سلیمانی مطلق، ۱۳۹۰).

چنانچه در شکل ۴ مشاهده می‌شود خشکسالی‌ها در کلاس متوسط و ملایم در شمال شرقی و مرکز رخ داده و غرب اقلید بدون خشکسالی بوده است. با این وجود در همین سال و همین مقیاس در شاخص خشکسالی RAI، در شمال، شرق و غرب این منطقه در کلاس خشکسالی بسیار شدید و شدید قرار گرفته و جنوب غربی این منطقه در وضعیت خشکسالی متوسط قرار گرفته است. همچنین در شکل ۵ مشاهده می‌شود که خشکسالی‌ها در کلاس متوسط در شمال منطقه اقلید رخ داده و جنوب، شرق و غرب اقلید در کلاس خشکسالی متوسط بوقوع پیوسته است. با این وجود در همین سال، وضعیت شاخص خشکسالی SWI در شمال شرقی وضعیت بدون خشکسالی و ترسالی بوده و مرکز، جنوب و جنوب شرقی این منطقه در کلاس خشکسالی ملایم بوده و غرب این منطقه در کلاس خشکسالی متوسط قرار گرفته است.

این دو رویداد خشکسالی یک تأخیر ۲ تا ۴ ساله مشاهده می‌شود. لازم به ذکر است که ضریب منفی همبستگی به علت معکوس بودن دو شاخص SWI و RAI نسبت به هم می‌باشد و بیشترین ضریب همبستگی مربوط به بزرگ‌ترین مقدار عددی با یک ضریب منفی است و کم‌ترین ضریب همبستگی مربوط به کوچکترین مقدار عددی با یک ضریب منفی است. مقادیر مثبت همبستگی نیز نشان‌دهنده عدم همبستگی می‌باشد.

جدول ۵. ضرایب همبستگی بین شاخص‌های RAI و SWI در مقیاس‌های مختلف در ایستگاه پیرومتری و بارانسنجی حسن آباد در ماه دی

همبستگی دی ماه	SWI1	SWI3	SWI6	SWI12	SWI24	SWI48
RAI3	-۰/۵۹۵	-۰/۵۸۱	-۰/۴۶۷	-۰/۳۷۵	۰/۱۴۹	۰/۲۶
RAI6	-۰/۵۹۲	-۰/۵۷۲	-۰/۴۴۴	-۰/۳۳۹	۰/۱۷۴	۰/۱۹۸
RAI12	-۰/۴۴۷	-۰/۴۰۲	-۰/۲۶۹	-۰/۱۴۴	۰/۴۷۱	۰/۳۹۹
RAI24	-۰/۵۹۲	-۰/۵۵۵	-۰/۵۳۵	-۰/۴۵۲	۰/۳۰۸	۰/۷۵۹
RAI48	-۰/۴۷۳	-۰/۴۸۲	-۰/۶۰۱	-۰/۶۷۴	-۰/۳۳۸	۰/۶۳

جدول ۶. ضرایب همبستگی بین شاخص‌های RAI و SWI در مقیاس‌های مختلف در ایستگاه پیرومتری و بارانسنجی سده در ماه دی

همبستگی دی ماه	SWI1	SWI3	SWI6	SWI12	SWI24	SWI48
RAI3	-۰/۴۷۰	-۰/۴۵۱	-۰/۱۸۰	-۰/۰۹۷	۰/۱۸۴	۰/۴۰۰
RAI6	-۰/۲۲۳	-۰/۱۸۷	-۰/۱۲۱	-۰/۰۳۸	۰/۲۱۹	۰/۳۹۰
RAI12	-۰/۶۰۶	-۰/۵۷۸	-۰/۵۲۹	-۰/۴۱۳	-۰/۰۰۵	۰/۶۸۵
RAI24	-۰/۷۸۳	-۰/۷۷۶	-۰/۷۴۲	-۰/۷۰۱	-۰/۳۴۲	۰/۷۶۷
RAI48	-۰/۶۶۹	-۰/۶۸۲	-۰/۶۸۵	-۰/۷۷۶	-۰/۹۴۳	۰/۰۳۴

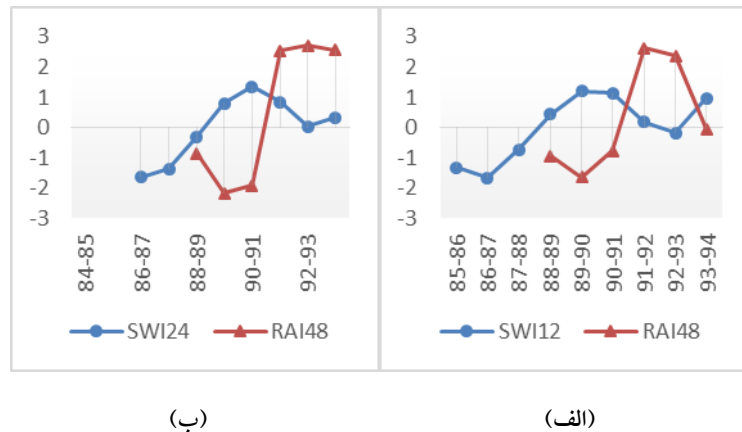
ماهه با تأخیر زمانی ۲ ساله نسبت به هم رسم شده‌اند و همانطور که مشاهده می‌شود با کم شدن مقدار بارندگی، عمق ایستابی آب چاه بیشتر شده و هر موقع که بارندگی رخ می‌دهد عمق ایستابی چاه کم می‌شود.

نتایج ضریب همبستگی بین شاخص‌های SWI و RAI با نتایج تأخیر زمانی در شکل ۶ منطبق است و یک تأخیر زمانی ۲ تا ۴ ساله را تأیید می‌کند و اغلب مشخص است که شاخص هواشناسی RAI بعد از گذشت حدود ۲ تا ۴ سال بیشترین تأثیر خود را بر روی شاخص هیدرولوژیکی SWI می‌گذارد. البته نمی‌توان برای کل منطقه اقلید این

برای مشاهده بهتر نتایج، شاخص SWI در مقیاس ۱۲ ماهه و شاخص RAI در مقیاس ۴۸ ماهه با تأخیر زمانی ۳ ساله نسبت به هم در شکل (۶. الف) رسم شده‌اند و همانطور که مشاهده می‌شود با کم شدن مقدار بارندگی، عمق ایستابی آب چاه بیشتر شده و هر موقع که بارندگی رخ می‌دهد عمق ایستابی چاه کم می‌شود. حتی تغییرات در شکل فوق گویای یک تأخیر زمانی ۴ ساله می‌باشد به دلیل اینکه تأثیرات بارش، تا یک سال بعد از آن روی چاه پیرومتری ادامه دارد. همچنین در شکل (۶. ب) شاخص SWI در مقیاس ۲۴ ماهه و شاخص RAI در مقیاس ۴۸

در جنوب و ایستگاه سده در غرب می‌توان گفت در جنوب و غرب منطقه اقلید، بین دو شاخص هواشناسی و هیدرولوژیکی به‌کار رفته یک تأخیر زمانی ۲ تا ۴ ساله مشاهده می‌شود.

تأخیر زمانی را بسط داد زیرا نوع سازند زمین و نفوذ و شیب و پارامترهای بسیار زیاد دیگری در این زمینه نقش دارند و در کل منطقه مورد مطالعه متفاوت است، ولی با توجه به بررسی‌های انجام شده در ایستگاه حسن‌آباد واقع



شکل ۶. تغییرات شاخص SWI در مقیاس ۱۲ ماهه و شاخص RAI در مقیاس ۴۸ ماهه در ایستگاه پیژومتري و بارانسنجي حسن آباد در ماه دی (الف) و تغییرات شاخص SWI در مقیاس ۱۲ ماهه و شاخص RAI در مقیاس ۴۸ ماهه در ایستگاه پیژومتري و بارانسنجي سده در ماه دی (ب)

مطلق (۱۳۹۰) در حوضه آبخیز چغلوندی و Bazrafshan و Khalili (۲۰۱۳) در کل ایران مطابقت دارد. همچنین با توجه به میزان بارش، شدت خشکسالی در زمان‌های مختلف متغیر است. در این رابطه رضیئی و همکاران (۱۳۸۶) تغییرات مکانی خشکسالی هواشناسی استان سیستان و بلوچستان و بروغنی و همکاران (۱۳۹۲) نیز تغییرات مکانی خشکسالی هواشناسی دشت سبزواری مورد بررسی قرار داده‌اند که نتایج به‌دست آمده نشان‌دهنده آن است که شدت خشکسالی در زمان‌های مختلف و در بخش‌های مختلف متغیر بوده است و از این جهت با نتایج تحقیق حاضر منطبق است.

از طرف دیگر بررسی نتایج این تحقیق نشان داد که در جنوب و غرب اقلید بین شاخص خشکسالی هیدرولوژیکی و هواشناسی یک تأخیر زمانی وجود دارد که با محاسبه ضریب همبستگی و مقایسه نمودارهای شاخص‌ها در جنوب و غرب این منطقه مشخص شد که بین وقوع خشکسالی هیدرولوژیکی و خشکسالی

نتیجه‌گیری

در این پژوهش با انطباق نتایج حاصل از محاسبات شاخص‌های SWI و RAI می‌توان نتیجه گرفت که بیش‌ترین تأثیر خشکسالی‌های رخ داده برای شاخص SWI در حدود سال آبی ۹۰-۹۱ و در شاخص RAI در حدود سال آبی ۹۰-۸۹ است. همچنین نتایج کلی نشان‌دهنده افزایش شدت و تداوم خشکسالی‌ها به ویژه خشکسالی هیدرولوژیکی در سال‌های اخیر و وجود تأخیر زمانی متفاوت بین وقوع خشکسالی هیدرولوژیکی آب‌های زیرزمینی و خشکسالی هواشناسی است. این شرایط می‌تواند ناشی از تشدید بحران آب در سال‌های اخیر باشد که با نتایج مرید و پایمزد (۱۳۸۶)، رحیمی و همکاران (۱۳۸۸)، قمقامی و بذرافشان (۱۳۹۱)، اسلامیان و همکاران (۱۳۹۱) و Byzedi و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت دارد. علت خشکسالی‌های چندین سال اخیر می‌تواند تغییر شرایط اقلیمی در سال‌های اخیر و به دنبال آن بهره‌برداری زیاد از منابع آب زیرزمینی باشد که با تحقیقات ملکی نژاد و سلیمانی

هواشناسی یک تأخیر ۲ تا ۴ ساله وجود دارد. از این رو سال بعد از آن، می‌تواند تأثیرات منفی دراز مدتی بر منابع وقوع یک سال بسیار کم باران حتی با نرمال بودن بارش در آب زیر زمینی بگذارد.

فهرست منابع

- احمدی آخرمه، م.، نوحه گر، ا.، سلیمانی مطلق، م.، و طایبی سمیرمی، م. ۱۳۹۴. بررسی خشکسالی آب زیرزمینی با استفاده از شاخص‌های SWI و GRI در آبخوان محدوده مطالعاتی مرودشت خرامه استان فارس. مهندسی آبیاری و آب. ۲۱: ۱۰۵-۱۱۸.
- اسلامیان، س.س.، قاسمی، م. و سلطانی گرد فرامزی، س. ۱۳۹۱. محاسبه و ناحیه‌بندی شاخص‌های جریان کم و تعیین دوره‌های خشکسالی هیدرولوژیک (مطالعه موردی: حوضه آبخیز کرخه). علوم آب و خاک. ۵۹: ۱-۱۴.
- بذر افشان، ا.، محسنی ساروی، م.، ملکیان ا. و معینی، ا. ۱۳۹۰. بررسی وضعیت خشکسالی استان گلستان با استفاده از شاخص بارش استاندارد (SPI). تحقیقات مرتع و بیابان ایران. ۱۸(۳): ۳۹۵-۴۰۷.
- بروغنی، م.، طایبی، م. و میرنیا، س.خ. ۱۳۹۲. تحلیل ارتباط خشکسالی‌های هیدرولوژیکی و اقلیمی دشت سبزواری با استفاده از شاخص‌های SWI و SPI. تحقیقات مرتع و بیابان ایران. ۲۰(۴): ۷۳۳-۷۴۴.
- بهرامی، م.، توکل صدرآبادی، م. و زارعی، ع. ر. ۱۳۹۴. تحلیل شدت-مدت- فراوانی خشکسالی و روند تغییر بارش در شیراز. مهندسی آبیاری و آب. ۲۱: ۵۹-۷۴.
- پیری، ح.، راهداری، و.، ملکی، و. س. ۱۳۹۲. بررسی و مقایسه کارایی چهار نمایه خشکسالی هواشناسی در مدیریت خطر خشکسالی‌های استان سیستان و بلوچستان. مهندسی آبیاری و آب. ۱۱: ۹۶-۱۱۴.
- جمالی زاده، ن. و برنا، ر. ۱۳۹۱. بررسی فراوانی وضعیت خشکسالی‌های استان خوزستان با استفاده از شاخص SPI و استفاده از تکنیک GIS. جغرافیا (برنامه ریزی منطقه ای). ۲(۲): ۱۵۷-۱۷۶.
- خسروی، م.، موقری، ع. ر. و منصوروی دانشور، م. ۱۳۹۱. ارزیابی شاخص‌های RAI، PNI، SIP و SPI برای پهنه‌بندی شدت خشکسالی ایران با مقایسه دو روش درونیابی IDW و مدل ارتفاعی رقومی DEM. جغرافیا و پایداری محیط. ۵: ۵۳-۷۰.
- رحیمی، د.، موحدی، س. و برقی، ح. ۱۳۸۸. بررسی شدت خشکسالی با شاخص نرمال بارش (مطالعه موردی استان سیستان و بلوچستان). جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی. ۴: ۴۳-۵۶.
- رضیئی، ط. ۱۳۹۴. بررسی ویژگی‌های خشکسالی در منطقه خشک و نیمه‌خشک ایران. مهندسی و مدیریت آبخیز. ۷(۴): ۳۶۳-۳۷۸.
- رضیئی، ط.، دانش کار آراسته، پ.، اختری، ر. ا. و ثقفیان، ب. ۱۳۸۶. بررسی خشکسالی‌های هواشناسی (اقلیمی) در استان سیستان و بلوچستان با استفاده از نمایه SPI و مدل زنجیره مارکف. تحقیقات منابع آب ایران. ۳(۱): ۲۵-۳۵.
- سلگی، ا.، رادمنش، ف. و فلامرزی، ب. ۱۳۹۴. بررسی و پایش خشکسالی شهرستان نهاوند با استفاده از شاخص‌های خشکسالی. مهندسی منابع آب. ۲۶: ۳۵-۴۹.
- عزیزی مبصر، ج.، صابر، م. و ایرانی، ل. ۱۳۹۴. پهنه‌بندی خشکسالی هواشناسی در شمال غرب ایران با استفاده از شاخص ناهنجاری بارندگی. فصلنامه بین‌المللی منابع آب و توسعه. ۳(۳): ۱۲-۲۳.
- قمقامی، م. و بذرافشان، ج. ۱۳۹۱. پیش‌آگاهی وضعیت خشکسالی هواشناسی در گستره ایران با استفاده از مدل زنجیر مارکوف. حفاظت منابع آب و خاک. ۳: ۲-۱۲.
- کریمی، و.، کامکار حقیقی، ع. ا.، سپاسخواه، ع. ر. و خلیلی، د. ۱۳۸۰. بررسی خشکسالی‌های هواشناسی در استان فارس. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۵(۴): ۱-۱۰.
- مرید، س. و پایمزد، ش. ۱۳۸۶. مقایسه روش‌های هیدرولوژیکی و هواشناسی جهت پایش روزان خشکسالی (مطالعه موردی دوره خشکسالی ۱۳۸۷ لغایت ۱۳۸۰ استان تهران). علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۴۲: ۳۲۵-۳۳۳.
- مفیدی‌پور، ن.، بردی‌شیر، و. اوتوق، م. و سعدالدین، ا. ۱۳۹۱. بررسی رابطه خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی در حوضه آبخیز اترک. پژوهشنامه مدیریت حوضه آبخیز. ۵: ۱۶-۲۶.

ملکی نژاد، ح. و سلیمانی مطلق، م. ۱۳۹۰. بررسی شدت خشکسالی‌های هواشناسی و هیدرولوژیک در حوزه چغلودی. پژوهش آب ایران. ۹: ۶۱-۷۲.

- Asadi M.A. Kousari M.R. Fallahpour M. and Shrghi T. 2009. Drought analysis by Standardized Precipitation Index (SPI) for different time scales, Shahrood. Iran. hydrological drought characteristics: a case study for Denmark. *Journal of Hydrology*, 281: 230-247.
- Bazrafshan, J. and Khalili A. 2013. Spatial analysis of meteorological drought in Iran from 1965 to 2003. *DESERT*. 18: 63-71.
- Byzedi, M., Siosemardeh, M., Rahimi, A. and Mohammadi, K., 2012. Analysis of hydrological drought on Kurdistan Province. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 6: 255-259
- Bhuiyan, C. 2004. Various drought indices for monitoring drought condition in Aravalli terrain of India. In: *Proceedings of the 2th ISPRS Conference. Int. Soc. Photogramm. Remote Sensing.*, Istanbul.
- Bhuiyan, C., R. P. Singh and F. N. Kogan. 2006. Monitoring Drought Dynamics in the Aravalli Region (India) using Different Indices based on Ground and Remote Sensing data, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*.8: 289-302.
- Van Rooy, M. P. 1965. Arainfall anomaly index (RAI) independent of time and space. *Notos*, 14-43-48.



ISSN 2251-7480

Drought evaluation of Eghlid region in fars province using the SWI and RAI indices

Farid Nikkar¹ and Hamid Reza Fooladmand^{2*}

1) M.S. Student of Civil (Water Resources Engineering and Management), Marvdasht Branch, Islamic Azad University, Marvdasht, Iran

2*) Associate Professor of Irrigation and Drainage, Marvdasht Branch, Islamic Azad University, Marvdasht, Iran

* Corresponding author email: hfoolad@miau.ac.ir

Received: 05-04-2017

Accepted: 01-06-2018

Abstract

The present study was proposed to evaluate severity of drought in Eghlid region where in Fars province. For this purpose, standardized water level index (SWI) and rainfall anomaly index (RAI) were used during a 10 years' statistical wet period (1384 to 1393) by using monthly water table depth data of 107 peizometric wells and monthly precipitation data of 10 meteorological and synoptic stations. In order to resolve defects of precipitation data, using SPSS software, the correlation coefficient through stations was analyzed and restored with ratios approach method. For determining severity of drought both of data sets of drought indexes were calculated by Excel software in 3, 6, 12, 24 and 48 monthly periods. Five of the biggest occurred droughts were determined in each index and its mutual index and droughts zoning were accomplished using inverse distance weighted (IDW) in ArcGIS program. The results indicated that severity of droughts were increased in recent years. Furthermore, the results are implicating which there is a time delay between hydrological and meteoric drought indexes, in fact it was observed that by calculating the correlation coefficient between the indexes for south and west of Eghlid, the time delay is 2 to 4 years.

Keywords: Drought, Eghlid, Hydrological drought index, Meteorological drought index, Rainfall anomaly index, Standardized water-level index