



تحلیل فراوانی مشخصه های خشک سالی بارش - رواناب و آب زیرزمینی در
دشت کهورستان

Commented [C1]: کل متن از لحاظ فرمت همایش شامل فرنت و فاصله و تیتر و... بررسی شود

Commented [C2]: نیم فاصله در تمام متن اعمال شود



چکیده

خشک سالی یکی از مزمن ترین و زیان بارترین ناپایداری های محیطی است که موجب اختلال در اکوسیستم شده و اثرات اجتماعی اقتصادی زیان باری را ببار می آورد و در بین حوادث طبیعی در جهان از لحاظ درجه شدت، طول مدت، مجموع فضای تحت پوشش و فراوانی مقام اول را دارا است. قرار گرفتن استان هرمزگان در ناحیه آب و هوای خشک و نیمه خشک ایران و وقوع خشک سالی های مکرر در سال های اخیر، ضرورت و اهمیت پرداختن به مقوله خشک سالی را بیش از پیش نمایان می کند. هدف از این تحقیق؛ تحلیل فراوانی مشخصه های خشک سالی بارش، روان آب و آب زیرزمینی در دشت کهورستان واقع در استان هرمزگان می باشد. برای انجام این تحقیق با استفاده از شاخص استاندارد شده بارش (SPI)، شاخص استاندارد شده رواناب (SRI) و شاخص استاندارد شده آب زیرزمینی (SWI) دوره بازگشت و ضرایب همبستگی متقاطع داده های ماهانه بارش ایستگاه کهورستان و داده های دبی رودخانه و آب زیرزمینی ایستگاه هیدرومتری کهورستان برای یک دوره ۳۰ ساله (۱۳۹۵-۱۳۶۵) محاسبه گردید. نتایج نشان داد در هر سه شاخص با افزایش بازه زمانی و دوره بازگشت مقدار مشخصه های خشک سالی شدت، مدت، بزرگی و پیک افزایش یافته است. ضرایب همبستگی متقاطع بین دو شاخص SPI و SRI مقدار عددی قابل توجهی را نشان می دهد طوری که ضریب مذکور بین این دو شاخص در سری زمانه ۴۸ ماهه بیشترین مقدار و برابر عدد ۰/۷۹ است. هم چنین نتایج نشان داد ضریب همبستگی متقاطع بین SPI و SWI قابل توجه نبوده است.

واژه های کلیدی : SPI، SRI، SWI، دشت کهورستان

Commented [C3]: کاما به کلمه قبل بچسبید... در تمام متن اصول نگارشی اینچینی رعایت گردد

Commented [C4]: نگارشی:

Commented [C5]:

Commented [C6]: طبق فرمت درخواستی همایش حداکثر ۵ واژه باشد



مقدمه

شاید خشک‌سالی یکی از قدیمی‌ترین واژه کهن این مرز و بوم باشد. تاریخ این سرزمین مملو از خشک‌سالی‌های فراوان می باشد که خیلی از آنها قحطی، مهاجرت و مرگ اجداد ما را به دنبال داشته است تا بدانجا که بر روی کتیبه ای در تخت جمشید جمله "خدا این کشور را از دشمن، خشک‌سالی و دروغ حفظ کند" به یادگار مانده است. [۱] یکی از جامع‌ترین و کامل‌ترین تعاریف در زمینه خشک‌سالی توسط پالمر (۱۹۶۵) ارائه شده است به عقیده وی خشک‌سالی عبارت است از کمبود رطوبت مستمر و غیرطبیعی در تعریف وی واژه مستمر بیانگر زمان آغاز تا پایان خشک‌سالی با زمان تداوم و واژه غیر طبیعی به انحراف یا نوسان منفی نسبت به شرایط میانگین طبیعی دلالت دارد. به منظور بررسی خشک‌سالی شاخص‌های متنوعی ابداع شده است. یکی از کاراترین نمایه‌ها شاخص بارش استاندارد (SPI) است. این شاخص به منظور پایش خشک‌سالی اقلیمی ایالت کلرادوی آمریکا توسط مککی و همکاران در سال ۱۹۹۳ ابداع گردید. [۲] شاخص SPI این امکان به تحلیل‌گر می‌دهد تا پدیده خشک‌سالی و همچنین ترسالی را در یک مقیاس زمانی معین و برای هر نقطه‌ای از دنیا تعیین نماید. [۳] هدف از این تحقیق تحلیل فراوانی مشخصه‌های خشک‌سالی بارش - رواناب و آب‌باززمینی در دشت کهورستان و تعیین رابطه میان انواع خشک‌سالی مذکور می باشد.

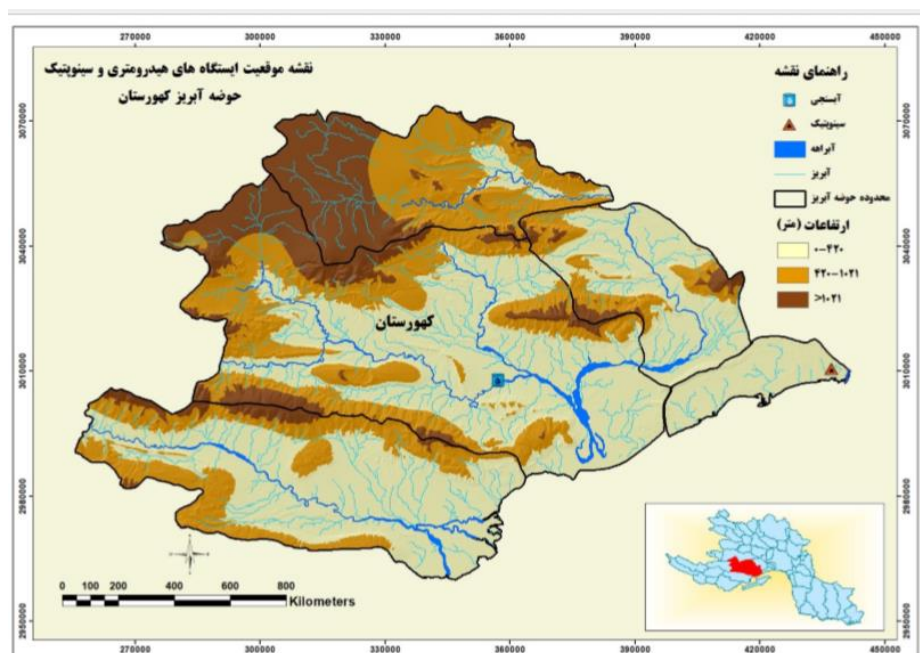
Commented [C7]:



مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه کهورستان در شهرستان بندرخمیر و غرب شهرستان بندرعباس در محدوده جغرافیایی ۵۹° ۱۲' ۲۷ و ۵۹° ۲۱' ۵۶ واقع گردیده است.



شکل (۱) - نقشه موقعیت ایستگاه های هیدرومتریک و سینوپتیک حوزه آبریز کهورستان



جدول (۱) مشخصات ایستگاه‌های باران سنجی حوزه کهورستان را نشان می‌دهد.

جدول (۱) برخی ویژگی‌های ایستگاه سینوپتیک و ایستگاه هیدرومتری دشت کهورستان

ارتفاع از سطح دریا (متر)	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	نام ایستگاه
۱۰/۴۶	۵۶ ۲۱ ۵۹	۲۷ ۱۲ ۵۹	ایستگاه سینوپتیک کهورستان
۵۵/۷۵	۵۵ ۳۳ ۳۲	۲۷ ۱۱ ۶	ایستگاه هیدرومتری کهورستان

مراحل تحقیق بشرح ذیل می باشد :

۱- محاسبه شاخص‌های استاندارد شده بارش (SPI) ، رواناب (SRI) و آب زیرزمینی (SWI)

شاخص بارش استاندارد یا SPI بوسیله مک‌کی و همکارانش در سال ۱۹۹۳ به منظور پایش وضعیت خشک‌سالی در کلرادو ارائه گردید. بر اساس این شاخص علاوه بر شدت خشک‌سالی مدت آن را نیز می‌توانیم تعیین نماییم. این شاخص برای بازه‌های ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۱۸، ۲۴ و ۴۸ ماهه قابل محاسبه است و به منظور هشدار اولیه و پایش شدت خشک‌سالی اهمیت دارد. [۳] برای محاسبه شاخص SPI ابتدا با برازش توزیع گاما بر داده‌های بارندگی ماهانه یا مجموع بارندگی در هر بازه زمانی دلخواه، تابع احتمال تجمعی آن را محاسبه نموده سپس با انتقال احتمال تجمعی بدست آمده به توزیع تجمعی نرمال استاندارد شده مقادیر شاخص SPI محاسبه می‌شود. [۴]، [6] تعیین پارامترهای مربوطه شاخص SPI بصورت مقادیر مثبت و منفی بیان می‌شود. مقادیر مثبت نشان‌دهنده بیشتر بودن بارندگی از میانگین و مقادیر منفی آن نشان‌دهنده کمتر بودن بارندگی از میانگین است. این شاخص می‌تواند برای بررسی دوره های خشک‌سالی و ترسالی استفاده شود و همچنین قابلیت استفاده برای سری‌های زمانی مختلف را دارد. [۷] طبقه‌بندی این شاخص در جدول شماره (۲) نشان داده شده است و برای محاسبه آن از رابطه (۱) استفاده می‌شود. [۸]

$$SPI_n = \frac{[P_0 + \sum(P_{-i}) - \mu_n]}{\delta_n}$$

که در آن n -تعداد ماه‌هایی که بارندگی تجمعی برای آنها حساب شده، P_0 -مقدار نرمال شده بارش ماه فعلی، P_{-i} -مقدار نرمال شده بارش

ماه قبل، μ_n -میانگین بارش تجمعی برای n ماه، δ_n -انحراف معیار مقادیر بارش ماه‌ها می‌باشد.



در این تحقیق این شاخص برای سری‌های زمانی ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۱۸، ۲۴ و ۴۸ ماهه محاسبه گردید.

به منظور محاسبه شاخص استاندارد شده رواناب (SRI) و شاخص استاندارد شده آب‌یرزمینی (SWI) از رابطه (۱) استفاده شد با این تفاوت که در رابطه فوق برای محاسبه SRI و SWI بترتیب از مقادیر نرمال شده رواناب و مقادیر نرمال شده آب‌یرزمینی استفاده شد.

جدول (۲) - مقادیر کمی و طبقات کیفی شاخص SPI

مقادیر کمی شاخص خشک‌سالی	طبقات کیفی شاخص خشک‌سالی
۲ یا بیشتر	ترسالی بسیار شدید
۱/۵ تا ۱/۹۹	ترسالی شدید
۱ تا ۱/۴۹	ترسالی معمولی
۰/۹۹ - ۰/۹۹	سال نرمال
تا ۱/۴۹ -	خشک‌سالی معمولی
۱/۵ - تا ۱/۹۹ -	خشک‌سالی شدید
یا کمتر	خشک‌سالی بسیار شدید

۲- محاسبه ضرایب همبستگی متقاطع (cross correlation)

جهت بررسی ارتباط هم‌زمانی و یا عدم هم‌زمانی وقوع رخداد خشک‌سالی هواشناسی با خشک‌سالی هیدرولوژی در مقیاس‌های زمانی مورد مطالعه دشت کهورستان از روش تابع هم‌بستگی متقاطع در محیط نرم‌افزاری Minitab استفاده شد. ضریب همبستگی متقاطع نوعی روش استاندارد برای تعیین درجه همبستگی بین دو سری زمانی در گام زمانی مورد نظر اعم از گام‌های مثبت و منفی است. [۹] بنابراین در این تحقیق از کراس کورلیشن جهت تحلیل همبستگی و تشخیص الگوی تغییر بین شاخص‌های SPI، SRI و SWI استفاده شد.



۳-برآورد دوره بازگشت مشخصه های خشک سالی

متوسط فاصله زمانی بین دو خشک سالی بحرانی متوالی، خشک سالی بحرانی می تواند حسب تداوم یا شدت خشک سالی تعریف شود. مثلاً خشک سالی بحرانی، خشک سالی است که مدت آن از آستانه معینی بزرگتر و یا شدت آن از آستانه معینی بزرگتر باشد. در این تحقیق جهت برآورد دوره های بازگشت ابتدا اقدام به محاسبه مشخصه های اصلی خشک سالی شامل : شدت، مدت، بزرگی و پیک برای هر سری زمانی ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۱۸، ۲۴ و ۴۸ ماهه به تفکیک هر یک از انواع خشک سالی هوا - رواناب و آب زیرزمینی شد. در ادامه با استفاده از نرم افزار Minitab اقدام به برآورد دوره بازگشت ۲، ۵، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ ساله برای هر سری زمانی به تفکیک هر یک از انواع خشک سالی شد.

نتایج

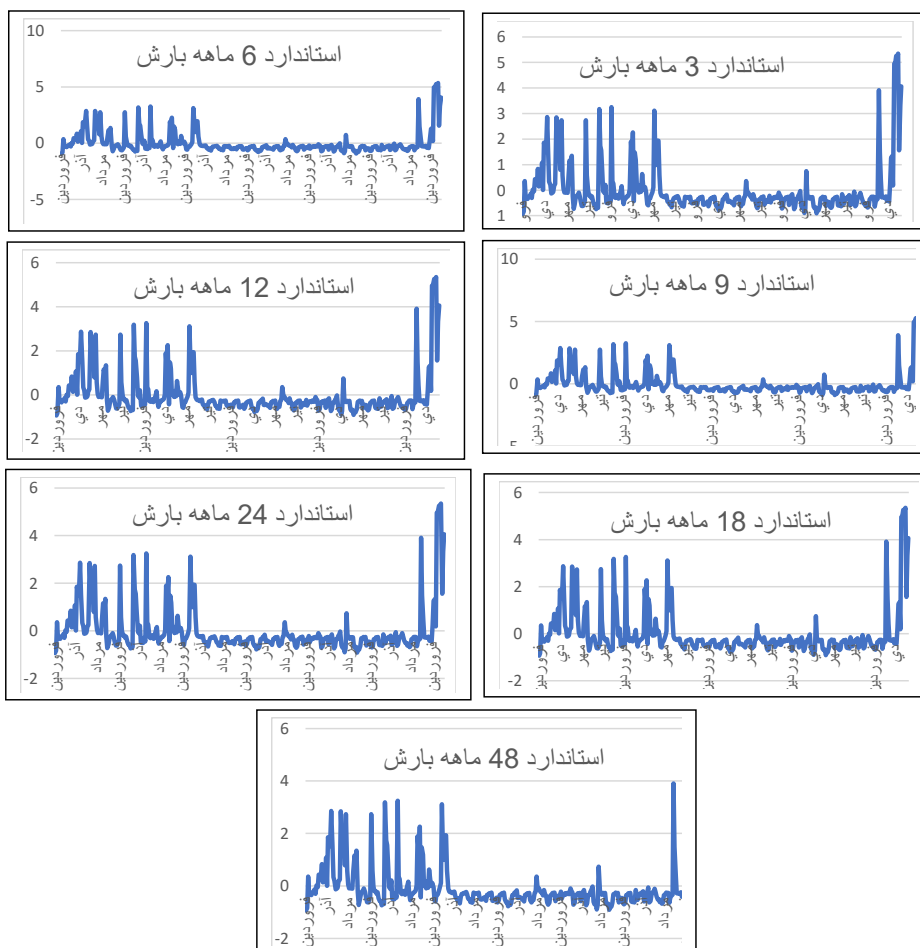
در این تحقیق تغییرات دوره های خشک سالی و ترسالی بارش ایستگاه سینوپتیک دشت کهورستان ، تغییرات دبی رودخانه و تغییرات سطح آب زیرزمینی ایستگاه هیدرومتری کهورستان در بازه ی زمانی ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۱۸، ۲۴ و ۴۸ ماهه مورد بررسی و پایش قرار گرفت. شکل ۲، ۳ و ۴ تغییرات دوره های خشک سالی و ترسالی را بر اساس شاخص SPI ، SRI و SWI در بازه های زمانی مختلف نشان می دهد. در متغیر بارش (شاخص SPI) در بازه های زمانی کوتاه مدت بطور متناوب دوره های خشک سالی و ترسالی اتفاق افتاده است ولی دوره های خشک سالی بیشتر تکرار شده است. دوره های متناوب خشک سالی و ترسالی برای متغیر رواناب (SRI) نسبت به متغیر بارش رخداد کمتری را نشان می دهد و در متغیر آب زیرزمینی (شاخص SWI) دوره های متناوب خشک سالی و ترسالی قابل ملاحظه ای رخ نداده است.

با افزایش بازه های زمانی فراوانی دوره های خشک سالی و ترسالی در دو متغیر بارش و رواناب کاهش اما تداوم آنها افزایش یافته است. این الگوی تغییر در متغیر آب زیرزمینی متفاوت بوده است. بطوری که در تمامی بازه های زمانی رخداد ترسالی طولانی مدت اتفاق افتاده است.

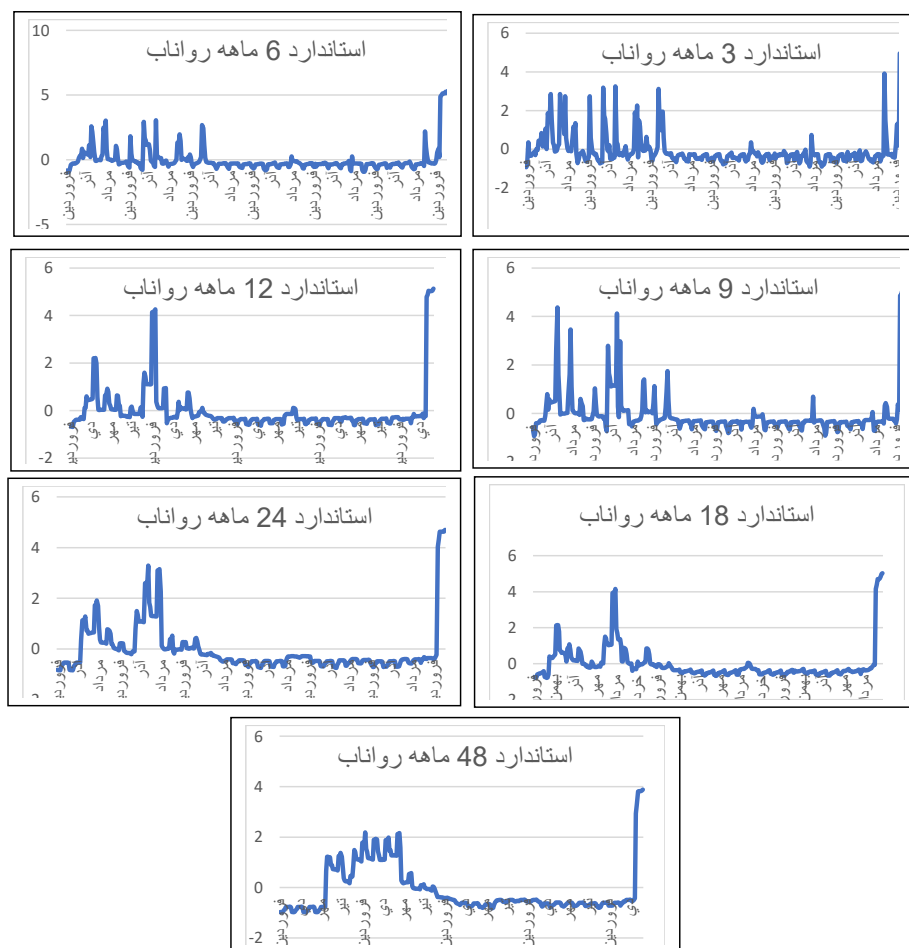
نتایج دوره های بازگشت مشخصه سالی مشخصه شدت، مدت، بزرگی و پیک در هر سه شاخص SPI ، SRI و SWI روند مشابهی را نشان داد بطوری که در هر سه شاخص با افزایش بازه زمانی و افزایش دوره بازگشت مقدار عددی هر کدام از مشخصه ها افزایش نشان داده است. جدول ۲ مقدار عددی هر یک از مشخصه های خشک سالی را به تفکیک سری های زمانی مختلف و نوع شاخص نشان می دهد.



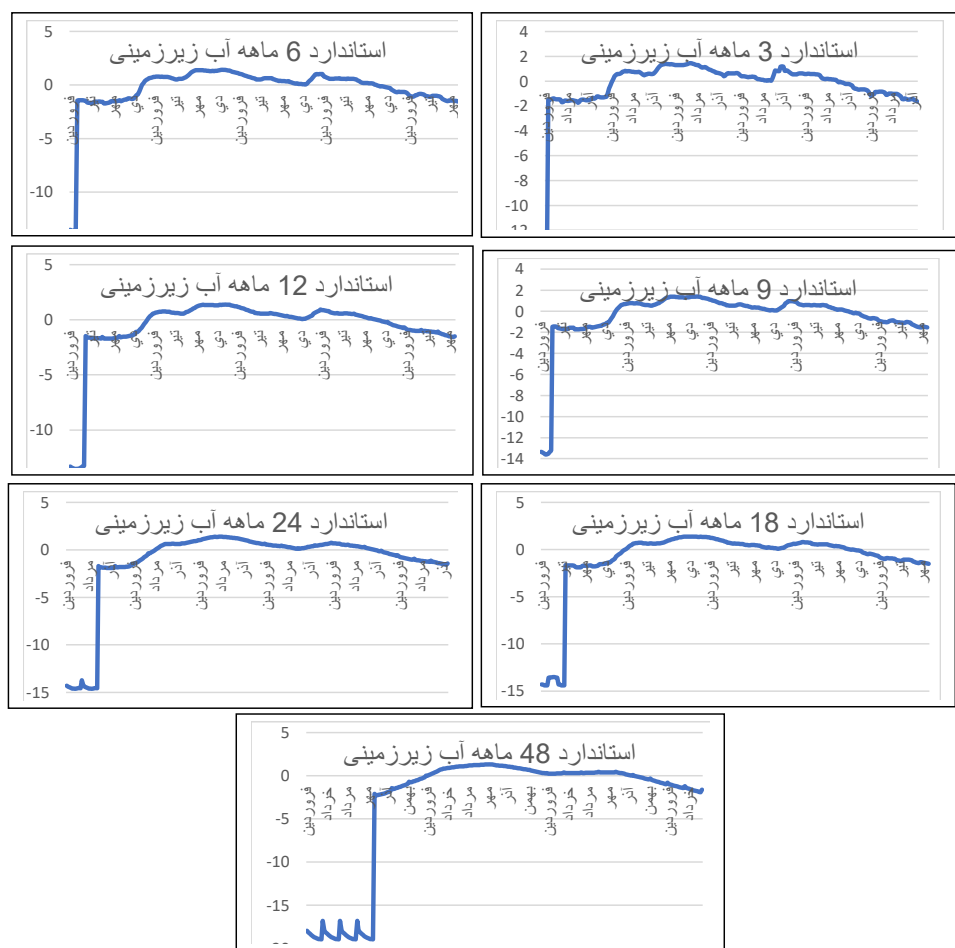
نتایج ضریب همبستگی متقاطع نشان دهنده الگوی رفتاری مشابه هر سه شاخص SRI ، SPI و SWI در همه سری های زمانی است. ضرایب همبستگی متقاطع بین SRI و SPI از سری زمانی ۳ ماهه به بعد مقدار عددی قابل توجهی را نشان داد بطوری که ضریب همبستگی متقاطع بین این دو شاخص در سری زمانی ۴۸ ماهه بیشترین مقدار و برابر با ۰/۷۹ بوده است. نتایج این بخش نشان داد که مقادیر ضریب همبستگی متقاطع بین شاخص های SPI و SWI و دو شاخص SRI و SWI مقادیر عددی قابل ملاحظه ای نبوده است. جدول ۳ ضرایب همبستگی متقاطع بین شاخص های مورد مطالعه را به تفکیک سری های زمانی مختلف نمایش می دهد.



شکل (۲) - تغییرات دوره های خشک سالی و ترسالی بر اساس شاخص SPI در بازه های زمانی مختلف در ایستگاه سینوپتیک کهورستان



شکل (۲) - تغییرات دوره‌های خشک‌سالی و ترسالی بر اساس شاخص SRI در بازه‌های زمانی مختلف ایستگاه هیدرومتری کهورستان



شکل (۴) - تغییرات دوره‌های خشک‌سالی و ترسالی بر اساس شاخص SWI در بازه‌های زمانی مختلف در ایستگاه سینوپتیک کهورستان



جدول (۳) - ضرایب همبستگی متقاطع بین شاخص های مورد مطالعه به تفکیک سری های زمانی مختلف

نام ایستگاه	میانگین متحرک	فاکتورها	بارش و رواناب	بارش و آب زیرزمینی	رواناب و آب زیرزمینی
کهورستان	۳ ماهه	گام تاخیر	0	-2	-1
		ضریب همبستگی متقاطع	0.39	-0.06	-0.17
	۶ ماهه	گام تاخیر	0	-2	0
		ضریب همبستگی متقاطع	0.46	-0.08	-0.36
	۹ ماهه	گام تاخیر	0	-2	0
		ضریب همبستگی متقاطع	0.57	-0.09	-0.33
	۱۲ ماهه	گام تاخیر	1	-3	0
		ضریب همبستگی متقاطع	0.59	-0.07	-0.20
	۱۸ ماهه	گام تاخیر	1	-5	0
		ضریب همبستگی متقاطع	0.62	-0.03	-0.27
	۲۴ ماهه	گام تاخیر	1	5	0
		ضریب همبستگی متقاطع	0.61	0.04	-0.31
چهل و هشت ماهه		گام تاخیر	0	5	-5
		ضریب همبستگی متقاطع	0.79	0.13	-0.43



بحث و نتیجه گیری

در خصوص رخداد دوره های خشکسالی و ترسالی نتایج (شکل ۲ تا ۴) نشان داد در متغیر بارش در بازه زمانی پدیده خشکسالی و ترسالی در بازه های زمانی ۳ الی ۱۲ ماهه بصورت متناوب تکرار شده است در دوره های متمادی دوره های ترسالی کمتر و خشکسالی بیشتر اتفاق افتاده است. در بازه زمانی ۲۴ الی ۴۸ ماهه بررسی نشان می دهد محدوده مورد نظر در این بازه زمانی به سه دوره تقسیم شده است دوره اول خشکسالی به مدت ۵ سال و سپس ترسالی به مدت ۷ سال و دوره سوم دوره خشکسالی به مدت ۱۷ سال ادامه داشته است.

دوره های خشکسالی و ترسالی برای متغیر رواناب در بازه زمانی ۳ الی ۱۲ ماهه بطور متناوب تکرار شده است و در بازه زمانی ۱۸ ماهه الی ۴۸ ماهه ایستگاه مورد مطالعه نشان می دهد به مدت ۲۰ ساله دوره خشکسالی را تجربه نموده است. در متغیر آب زیرزمینی در دوره زمانی ۳ ماهه الی ۴۸ ماهه بررسی نمودار نشان می دهد که پس از طی ۴ سال دوره خشکسالی به مدت ۱۴ سال ترسالی بوده و سپس دوره خشکسالی را به همراه داشته است. با افزایش بازه های زمانی فراوانی دوره های خشکسالی و ترسالی در دو شاخص SPI و SRI کاهش اما تداوم آنها افزایش یافته است. با افزایش بازه های زمانی همسانی الگوی رفتاری بین این دو شاخص نیز افزایش یافته است بطوری که در بازه زمانی ۲۴ ماهه هر دو شاخص SPI و SRI حد فاصل بین سال های ۱۳۷۸ تا ۱۳۹۵ پدیده خشکسالی غالب بوده است. این دو شاخص در بازه زمانی ۴۸ ماهه نیز پدیده خشکسالی را بین سال های ۱۳۷۸ تا ۱۳۹۵ نشان می دهند. همسانی الگوی رفتاری دو شاخص SPI و SRI در بازه زمانی ۴۸ ماهه بیشتر نمود داشته به گونه ای که رخداد خشکسالی در هر دو شاخص در محدوده سال های ۱۳۶۵ تا ۱۳۶۹ و سال های ۱۳۷۸ تا ۱۳۹۵ نشان داده شد. در خصوص چگونگی تغییرات شاخص SPI و SWI مشخص شد که در هر دو شاخص در بازه های زمانی طولانی مدت ۴۸ ماهه در سال های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۰ پدیده غالب خشکسالی بوده است و دلیل این اتفاق می تواند فراهم بودن زمان کافی جهت تاثیر بارش بر تغییرات سطح آب زیرزمینی در بازه های طولانی تر باشد.

بر اساس نتایج جدول ۲ در شاخص SPI با افزایش دوره بازگشت در هر سری زمانی مقادیر شدت، مدت، بزرگی و پیک افزایش داشته است اما مقادیر این مشخصه ها بین بازه های زمانی از الگوی یکسانی پیروی نمی کند اما در نهایت در دوره های طولانی تر نسبت به دوره های کوتاه مدت افزایش نشان داده است. در شاخص SPI مشخصه مدت با طولانی تر شدن سری های زمانی الگوی افزایشی داشته است. در شاخص SRI و SWI نیز با افزایش دوره بازگشت در هر سری زمانی مقادیر شدت، مدت، بزرگی و پیک افزایش داشته است. روند تغییرات در شاخص SRI پیک در دوره زمانی ۲۴ ماهه از ۱/۵۲ به ۰/۸۱ کاهش داشته است. در شاخص SWI نیز در سری زمانی ۱۲ ماهه مدت یکسان بوده است.

ضرایب همبستگی متقاطع بین دو شاخص SPI و SRI از سری زمانه ۳ ماهه به بعد افزایش یافته و مقدار عددی معنی داری را نشان می دهد بطوری که ضریب همبستگی متقاطع بین این دو شاخص در سری زمانی ۴۸ ماهه بیشترین مقدار و برابر با ۰/۷۹ بوده است. (جدول ۳) افزایش ضریب همبستگی متقاطع بین دو شاخص SPI و SRI در بازه زمانی ۴۸ ماهه



می‌تواند به دلیل تاثیرگذاری شاخص SRI از SPI و فراهم بودن زمان لازم جهت تاثیر میزان بارش بر تغییرات آب سطحی باشد. پایین بودن ضرایب همبستگی متقاطع بین دو شاخص SWI و SRI نیز می‌تواند به این دلیل باشد که تاثیر میزان بارش بر تغییرات سطح آب زیرزمینی تاثیر گذار باشد زمان طولانی‌تری نیاز است.

منابع

- [۱] شاکری زاده ، ا. ، مهدوی ، فاطمه . ۱۳۸۶ . پهنه بندی خشکسالی در استان هرمزگان به کمک شاخص بارش استاندارد در محیط GIS. همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری .
- [۲] رضیعی، ط.، دانش‌کار آراسته، پ.، اختری، ر. و ثقفیان، ب. ۱۳۹۴. بررسی خشکسالی‌های هواشناسی (اقلیمی) در استان سیستان و بلوچستان با استفاده از نمایه SPI و مدل زنجیره مارکف، نشریه تحقیقات منابع آب ایران. ۳(۱). ۲۵-۳۵.
- [۳] بذرافشان ، ا. ، ۱۳۹۰ . بررسی وضعیت خشکسالی استان گلستان با استفاده از شاخص بارش استاندارد SPI . فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران . صفحه ۴۰۷
- [4] Lloyd-Hughes, B., Saunders, M.A., 2002. A drought climatology for Europe. International Journal of Climatology, 22(13): 1571–1592.
- [5] McKee, T.B., Doesken, N.J. and Kleist, J., 1993. The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Scales. Eighth Conference on Applied Climatology. Anaheim, California, 17-22 January: 179-184.
- [6] Edwards, D.C. and McKee, T.B., 1997. Characteristics of 20th century drought in the United States at multiple time scales. Climatology Report Number 97–2, Colorado State University, Fort Collins, Colorado, 155p
- [۷] نصرتی، ک. ۱۳۹۳. ارزیابی شاخص بارش- تبخیر و تعرق استاندارد شده (SPEI) جهت شناسایی خشکسالی در اقلیم‌های مختلف ایران، فصلنامه علوم محیطی. ۱۲ (۴). ۶۳-۷۴.
- [۸] اختری، ر.، مهدیان، م.ج. و مرید، س. ۱۳۸۵. تحلیل مکانی شاخص‌های SPI و EDI در استان تهران، مجله تحقیقات منابع آب ایران، ۲ (۳). ۲۷-۳۸.
- [۹] بذرافشان ، ا. ، ۱۳۹۵ . ارزیابی روند تغییرات خشکسالی بر اساس شاخص بارش استاندارد شده و شاخص تبخیر - تعرق استاندارد شده در سواحل جنوبی ایران. نشریه مدیریت بیابان . ۱۳۹۵



Abstract:

Drought is one of the most chronic and damaging environmental disturbances, causing disruption to ecosystems and imposing socio-economic burdens. It ranks first among natural disasters worldwide in terms of severity, duration, spatial extent, and frequency. The location of Hormozgan Province in the arid and semi-arid region of Iran, along with the occurrence of recurrent droughts in recent years, highlights the urgency and importance of addressing the issue of drought. The objective of this study is to analyze the frequency of precipitation, runoff, and groundwater drought characteristics in the Kouhristan plain of Hormozgan Province. The Standardized Precipitation Index (SPI), Standardized Runoff Index (SRI), and Standardized Water Index (SWI) were used to calculate the return period and cross-correlation coefficients of monthly precipitation data from the Kouhristan rain gauge station, as well as streamflow and groundwater data from the Kouhristan hydrological station, over a 30-year period (1365-1395). The results indicate that all three indices show an increase in drought severity, duration, magnitude, and peak as the time scale and return period increase. The cross-correlation coefficients between the SPI and SRI indices exhibit a significant numerical value, with the highest coefficient of 0.79 observed for the 48-month time series. However, the cross-correlation coefficients between SPI and SWI are not significant. The results also demonstrate the correlation between the percentage of drought occurrence in different drought classes over the studied time scales, particularly a strong correlation between the SRI and SWI indices in the 48-month scale and between the SPI and SRI indices.

Keywords SPI, SRI, SWI, kahorestan plain