

ارزیابی چند شاخص خشکسالی اقلیمی و تعیین مناسب‌ترین شاخص در حوزه کهورستان

احمد نوحه‌گر

دانشیار گروه آبخیزداری، دانشگاه هرمزگان

سعیده محمودآبادی^۱

دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری، پردیس دانشگاهی قشم

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۱/۰۲/۲۶

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۱۱/۲۴

چکیده

تحقیق حاضر تلاشی است برای ارزیابی کارایی برخی از شاخص‌های متداول اقلیمی در حوزه کهورستان، این شاخص‌ها عبارتند از: شاخص بارش استاندارد شده (SPI)، دهک (DI) و درصد بارش نرمال (PNI). این شاخص‌ها در طی یک دوره ۲۵ ساله آماری روی ۵ ایستگاه هواشناسی در حوزه کهورستان و مجاور آن مورد بررسی و مقایسه قرار گرفتند. همچنین نمودارهای مورد نیاز توسط نرم افزارهای آماری SPSS و Excel طراحی شدند. نتایج حاصل از تقارن کمینه بارش با رخداد خشکسالی شدید و بسیار شدید نشان داد که شاخص PNI و DI مقارن با سال وقوع کمینه بارندگی رخداد خشکسالی بسیار شدید را در تمام ایستگاه‌های تحت مطالعه به غیر از یک ایستگاه به خوبی نشان داده و کارایی بهتری نسبت به شاخص SPI از جنبه نمایش خشکسالی بسیار شدید دارد. هر سه شاخص در نشان دادن سال‌های ترسالی (۱۳۷۱ و ۱۳۷۴) با هم انطباق داشتند. در این حوضه شاخص spi عکس العمل کافی به کمبود ریزش‌ها در مقیاس سالانه از خود نشان نمی‌دهد و به داده‌های روزانه بارش نیاز است ولی شروع خشکسالی و دوره‌های آن را از دو شاخص دیگر زودتر اعلام می‌کند. بر این اساس در انتخاب مناسبترین شاخص جهت تحلیل وضعیت خشکسالی در طی سال‌های یک دوره آماری در این حوزه شاخص PNI و DI در جایگاه نخست و SPI در جایگاه دوم قرار دارد.

کلید واژه‌ها: حوزه کهورستان، شاخص‌های خشکسالی، PNI.

مقدمه

در جمع بلایای طبیعی سیل و خشکسالی بلایایی هستند که بیشترین خسارت مالی را در کشور بر جا می‌گذارند. در این میان خشکسالی‌ها از اهمیت بیشتری برخوردار هستند و خسارات دراز مدت سنگینی دارد که شاید بسیاری از ابعاد آن برای ما قابل لمس نباشد. خشکسالی با دیگر فجایع طبیعی از قبیل سیل، زلزله، طوفان و... بنا به عللی تفاوت دارد: نخست اینکه تاثیر خشکسالی به تدریج و در یک دوره زمانی نسبتاً طولانی آشکار شده و اثرات آن ممکن است با تاخیر و پس از چند سال بعد از پایان آن ظاهر شود. از سوی دیگر تعیین دقیق زمان شروع و خاتمه این پدیده تا حدودی مشکل است. دوم اینکه خسارت و اثرات شدید ناشی از خشکسالی فاقد ساختار مشخص بوده و نسبت به خسارات حاصل از دیگر فجایع طبیعی منطقه جغرافیایی وسیعتری را تحت تاثیر قرار می‌دهد. سوم اینکه نبود یک تعریف دقیق و قابل قبول جهانی از خشکسالی به پیچیدگی و سردرگمی در مورد این که این پدیده وجود دارد یا خیر و اگر وجود دارد با چه درجه‌ای از شدت، افزوده شده است (۱۸، ۱۵، ۱۳، ۹، ۸).

در ادامه نظر به اهمیت پدیده خشکسالی از دیدگاه محققان رشته‌های مختلف علوم تعاریف ویژه‌ای از این پدیده ارائه شده است و روش‌های خاصی برای مطالعات خشکسالی ابداع شده است. ابزار سنجش خشکسالی در هر یک از این روش‌ها نمایه‌هایی است که توسط محققان آن رشته ارائه شده است (۱۶).

خشکسالی یک بلای طبیعی خزننده است که تا مراحل نهایی خطرات آن آشکار نمی‌باشد. تاثیر آن به تدریج در یک دوره زمانی نسبتاً طولانی در بخش‌های مختلف مانند منابع آب، کشاورزی و محیط زیست، اجتماعی و اقتصادی و... ظاهر می‌شود. از این رو تعیین دقیق زمان شروع و خاتمه آن تا حدودی مشکل است (۱۲، ۱۱، ۷، ۶).

با توجه به اینکه امکان جلوگیری از وقوع پدیده خشکسالی وجود ندارد اما می‌توان با انجام اقدامات موثر از اثرات این پدیده کاست و بررسی آسیب‌پذیری مناطق برای طراحی سیاست‌ها و برنامه‌های تسکین و تعدیل خشکسالی ضروری می‌باشد (۱۷). حجاری زاده، برای بررسی خشکسالی در کرمان از داده‌های بارش کلیه ایستگاه‌های موجود استفاده کرد و ۴۰ درصد سال‌های مورد مطالعه را پدیده خشکسالی و ۱۶/۷ درصد موارد را دارای مازاد آب دانسته است. بر طبق مدل‌سازی بارش و خشکسالی در این طرح روند خشکسالی در استان کرمان رو به افزایش می‌باشد (۲).

دین پژوه، مشخصه خشکسالی شامل دوره تداوم، مجموع مقدار کمبود، شدت و وسعت خشکسالی را به صورت منطقه‌ای در سطح کشور مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفتند بجز مشخصه دوره تداوم سایر مشخصه‌های دیگر خشکسالی با میانگین دراز مدت بارش رابطه مستقیم دارد (۵).

پور اصغریان و همکاران، پهنه بندی و شدت خشکسالی در استان هرمزگان را بررسی کردند و اظهار داشتند که شاخص درصدی از بارش در حین سادگی خشکسالی را از نظر کیفی بسیار منطقی توصیف می‌نماید و فراوانی خشکسالی در دهساله آخر دوره بیشتر بوده که ناشی از کمبود بارش می‌باشد (۴).

رضیئی و همکاران، خشکسالی در ایران مرکزی را با کمک شاخص SPI مورد مطالعه قرار دادند و نشان دادند که پدیده خشکسالی از غرب به شرق از یک روند تقریباً افزایشی پیروی نموده و در حاشیه شرقی استان یزد شدت خشکسالی‌ها به حداکثر می‌رسد (۱۴).

انصافی مقدم، در ارزیابی شاخص خشکسالی اقلیمی و تعیین مناسبترین شاخص در حوزه دریاچه نمک به این نتیجه رسید که شاخص SPI و دهک‌ها، مقارن با سال وقوع کمینه بارندگی، رخداد خشکسالی شدید و بسیار شدید است و کارایی بیشتری نسبت به سایر شاخص‌ها از جنبه نمایش خشکسالی بسیار شدید دارند (۱).

محمدیان و همکاران، به مقایسه پایش خشکسالی با استفاده از شاخص‌های DI, SPI و PNI و پهنه بندی آن‌ها در خراسان شمالی پرداختند و اظهار داشتند که در سراسر این استان وسیعترین و شدیدترین خشکسالی‌ها به ترتیب در سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۰۱ اتفاق افتاده است. همچنین طولانی‌ترین خشکسالی‌ها مربوط به سال‌های ۱۹۹۷-۱۹۹۴ می‌باشد که با توجه به قابلیت‌های SPI محاسبه گردید (۷).

روش بررسی

حوزه کهورستان با وسعتی بالغ بر ۱۷۱۴۴/۴۵ هکتار در فاصله حدود ۷۵ کیلومتری شمال غرب شهرستان بندرعباس واقع شده است. این حوزه بین طول‌های جغرافیایی ۱۷° ۲۸' ۵۵" تا ۵۵° ۳۵' ۵۹" طول شرقی و ۳۳' ۱۰" تا ۲۷° ۲۸' ۱۹" عرض شمالی واقع شده است. جهت انجام این پژوهش در ابتدا از میان ایستگاه‌های هواشناسی در منطقه پنج ایستگاه بارانسنجی موجود در حوزه و در مجاور مرز آن شامل کهورستان، قلات پائین، دژگان، تدرویه و شاه غیب که دارای سابقه آماری ۲۵ سال باشد، انتخاب گردید. آمارهای بارش سال‌های ۱۳۶۴ تا ۱۳۸۸ (دوره آماری ۲۵ ساله) از شرکت سهامی آب منطقه ای استان هرمزگان جمع آوری گردید و به کمک آزمون همگنی (Runs Test) تصحیح شدند. جدول شماره ۱ نیز بیان‌کننده موقعیت ایستگاه‌هاست.

جدول ۱: مشخصات ایستگاه‌های مورد مطالعه

نام ایستگاه	نوع ایستگاه	مشخصات جغرافیایی			سال تاسیس	بارش سالانه (میلیمتر)
		طول	عرض	ارتفاع		
کهورستان	بارانسنجی	۵۵°۳۵'۵۴"	۲۷°۱۱'۴۶"	۴۰	۱۳۶۲	۱۵۵/۹۱۶
تدرویه	بارانسنجی	۵۴°۴۲'۳۴"	۲۷°۱۷'۲۸"	۳۸۰	۱۳۶۲	۱۹۶/۲۴
قلات پائین	بارانسنجی	۵۶°۰۴'۰۳"	۲۷°۱۷'۳۰"	۷۰	۱۳۶۶	۱۴۲/۹۷
شاه غیب	بارانسنجی	۵۵°۰۱'۰۳"	۲۷°۵۴'۰۶"	۵۰۰	۱۳۶۹	۱۶۳/۴۰
دژگان	تبخیرسنجی	۵۵°۱۶'۴۶"	۲۶°۵۳'۰۰"	۴۵	۱۳۵۲	۱۴۲/۳۸

در نهایت با بهره‌گیری از رابطه همبستگی بین بارندگی و ارتفاع در این ایستگاه‌ها آمارهای بارش ناقص تکمیل گردید. انتخاب ایستگاه‌های شاهد برای هر کدام از ایستگاه‌های ناقص بر اساس بیشترین ضریب همبستگی بوده است. در جدول شماره ۲ روابط به کار گرفته شده جهت تکمیل آمار بارندگی ایستگاه‌های منتخب آورده شده است.

جدول ۲: روابط همبستگی به کار رفته جهت تکمیل آمار بارندگی سالانه $y = ax+b$

نام ایستگاه	ایستگاه شاهد	ضریب همبستگی r^2	رابطه همبستگی
کهورستان	قلات پائین	$r^2=0.928$	$y = 1/152x-96/6$
کهورستان	دژگان	$r^2=0.905$	$y = 0/991x+13/07$
تدرویه	شاه غیب	$r^2=0.932$	$y = 1/263x-1/779$

روش‌های مختلفی که در این تحقیق بکار رفته عبارت است از :

شاخص درصد بارش نرمال PNI

یکی از داده‌های ساده و در عین حال جامع و انعطاف پذیر که تقریباً در اکثر پژوهش‌ها به کار می‌رود بارش می‌باشد که در آن بارش‌ها نسبت به میانگین دراز مدت به صورت زیر محاسبه می‌شود (انصافی مقدم، ۱۳۸۶)

$$PN = \frac{P_i}{\bar{P}} * 100$$

که در این رابطه P_i بارندگی سالانه یا ماهانه، \bar{P} میانگین بارش طولانی مدت در دوره مورد نظر می‌باشد.

شاخص بارش استاندارد شده SPI

طبق این روش دوره خشکسالی هنگامی اتفاق می‌افتد که SPI به طور مستمر منفی و به مقدار ۱- یا کمتر برسد و هنگامی پایان می‌یابد که SPI مثبت گردد و مقادیر تجمعی SPI نیز، بزرگی و شدت دوره خشکسالی و همچنین دوره‌های مرطوب را نشان می‌دهد. به صورت زیر محاسبه می‌شود (انصافی مقدم، ۱۳۸۶)

$$SPI = \frac{x_i - \bar{x}}{SD}$$

x_i : بارندگی در هر ماه، \bar{x} : میانگین بارندگی در مقیاس زمانی، S_x انحراف معیار بارندگی در مقیاس زمانی

شاخص دهک‌ها

وقوع بارندگی‌های طولانی مدت را در دهم‌هایی از توزیع نرمال تقسیم کرده و هر یک از این گروه‌ها را یک دهک می‌نامند. به منظور محاسبه دهک‌ها ابتدا باید داده‌های بارندگی ماهانه یا سالانه به صورت صعودی مرتب شوند، سپس احتمال وقوع بارش یک ماه یا سال معین تعیین می‌گردد. در این صورت بر حسب اینکه یک مقدار P_i در چه فاصله دهکی قرار می‌گیرد، یکی از درجه‌های خشکسالی به آن نسبت داده می‌شود (خلیلی و بذرافشان، ۱۳۸۲)

احتمال وقوع بارش یک ماه یا سال معین از رابطه زیر تعیین می‌شود (انصافی مقدم، ۱۳۸۶):

$$P_i = \frac{i}{n+1} * 100$$

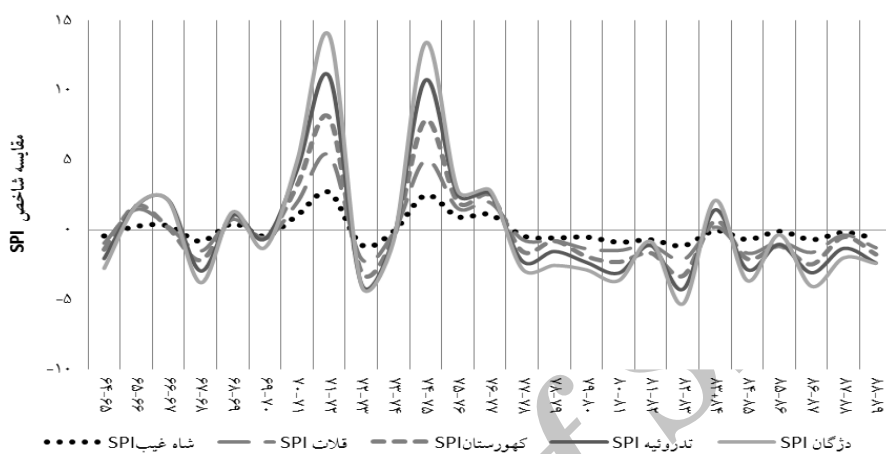
P_i : احتمال وقوع بارندگی در شماره ردیف i ام، n : تعداد داده‌های بارندگی، در این صورت بر حسب اینکه یک مقدار P_i در چه فاصله دهکی قرار می‌گیرد مطابق جدول ۳ درجه بندی یکی از درجه‌های خشکسالی به آن نسبت داده می‌شود.

جدول ۳: طبقات مختلف شاخص‌های مختلف خشکسالی (خلیلی و بذرافشان، ۱۳۸۲)

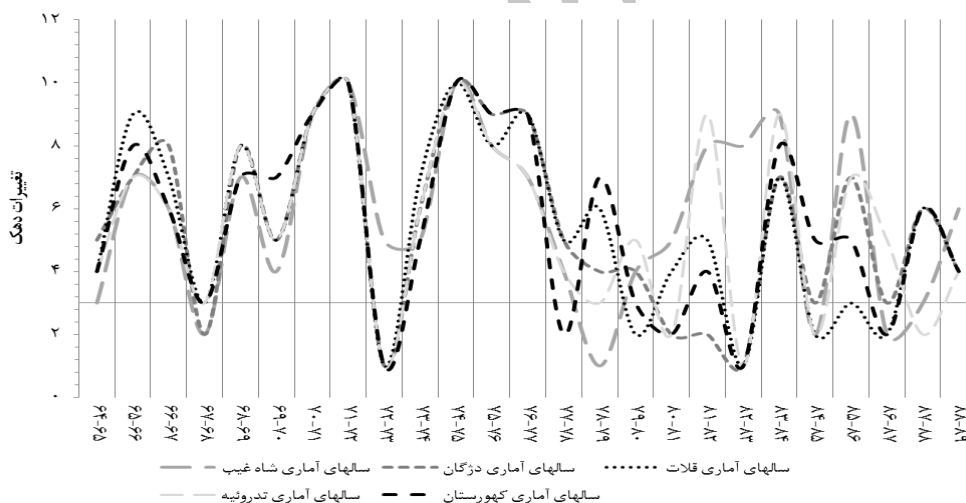
شاخص شدت خشکسالی	شاخص بارش استاندارد شده SPI	شاخص درصد بارش نرمال PNI	شاخص دهک DI
نرمال	۰/۹۹- تا ۰/۹۹	۸۰ تا ۱۲۰٪	۴۰ تا ۶۰ درصد
خشکسالی ضعیف	تعریف نشده	۷۰ تا ۸۰٪	۳۰ تا ۴۰ درصد
خشکسالی متوسط	۱- تا ۱/۴۹-	۵۵ تا ۷۰٪	۲۰ تا ۳۰ درصد
خشکسالی شدید	۱/۵- تا ۱/۹۹-	۴۰ تا ۵۵٪	۱۰ تا ۲۰ درصد
خشکسالی بسیار شدید	کوچکتر یا مساوی ۲-	کمتر از ۴۰٪	کمتر از ۱۰ درصد

نتایج و بحث

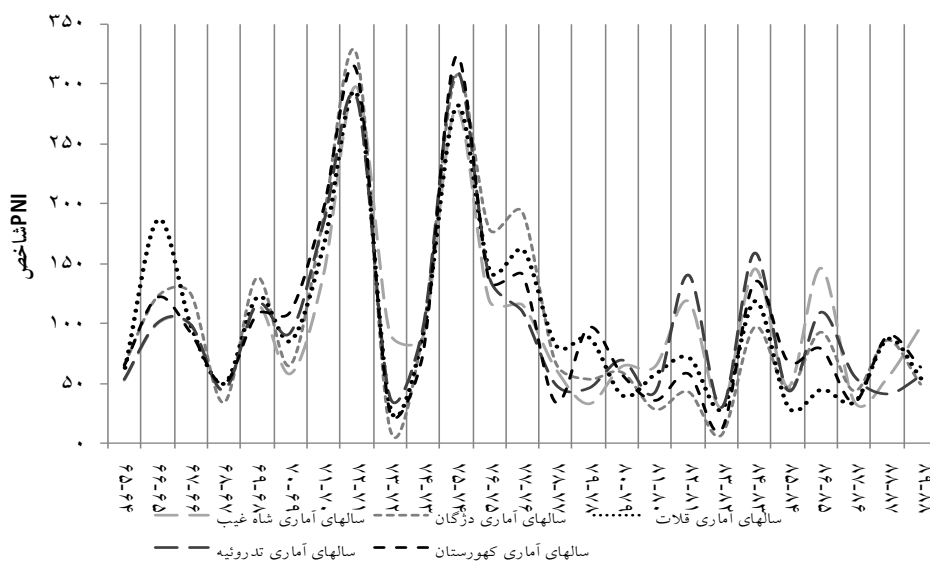
به منظور بررسی دقیق و کمی‌سازی شدت خشکسالی برای تعیین تاریخ شروع، خاتمه و طول مدت تداوم خشکسالی از سه شاخص استفاده شد. در این بخش نمودارهای انطباق شاخص‌های مورد مطالعه در ۵ ایستگاه انتخابی (نمودار ۱ و ۲ و ۳) و نمودار تغییرات میانگین سال به سال حوزه کهورستان در طول دوره آماری ۲۵ ساله نشان داده شده است.



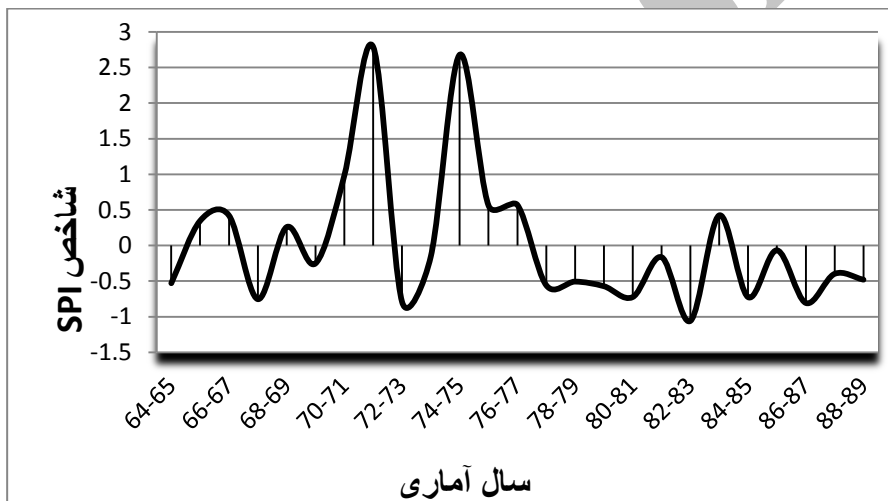
نمودار ۱: نمودار انطباق و مقایسه شاخص خشکسالی SPI در ۵ ایستگاه انتخابی حوزه کهورستان (۶۴-۸۸)



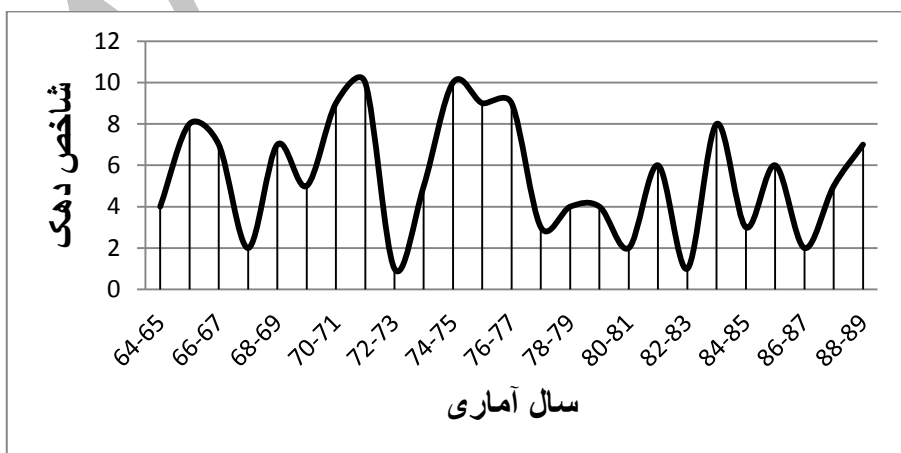
نمودار ۲: نمودار انطباق و مقایسه شاخص خشکسالی DI در ۵ ایستگاه انتخابی حوزه کهورستان (۶۴-۸۸)



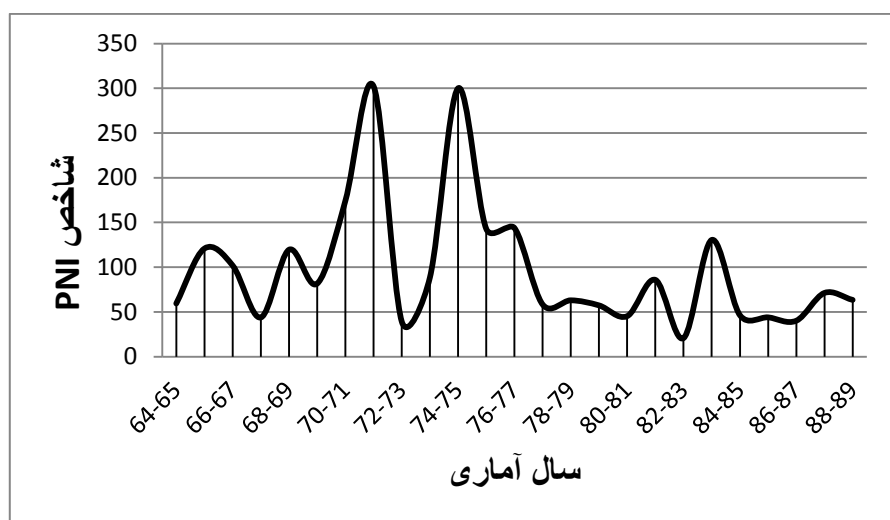
نمودار ۳: نمودار انطباق و مقایسه شاخص خشکسالی PNI در ۵ ایستگاه انتخابی حوزه کهورستان (۶۴-۸۸)



نمودار ۴: میانگین مقادیر تغییرات سال به سال SPI در حوزه کهورستان در طول دوره آماری (۱۳۶۴-۱۳۸۸)



نمودار ۵: تغییرات میانگین مقادیر سال به سال شاخص DI در ایستگاه کهورستان در طول دوره آماری (۱۳۶۴-۱۳۸۸)



نمودار ۶: تغییرات میانگین مقادیر سال به سال شاخص PNI در ایستگاه کهورستان در طول دوره (۱۳۸۸-۱۳۶۴)

به منظور ارزیابی شاخص‌های خشکسالی بکار گرفته شده در این تحقیق و انتخاب بهترین شاخص توصیفگر خشکسالی در این حوزه نیز از یک روش سنجه کارآمد برای پایش خشکسالی استفاده شد. در این فرضیه کمینه مقدار بارندگی طی یک دوره بلند مدت اقلیمی منعکس کننده خشکسالی بسیار شدید و شدیدی است که در منطقه اتفاق افتاده است. مطابق این فرضیه ابتدا کمینه مقادیر بارندگی در هر یک از ایستگاه‌ها استخراج، پایش و توسط هر یک از شاخص‌های خشکسالی ارزیابی شده است. جدول شماره ۴ کمینه مقادیر بارندگی و سال وقوع آن را به همراه پایش وضعیت خشکسالی از دیدگاه شاخص‌های خشکسالی نشان می‌دهد. (در این جدول عدد ۵ خشکسالی بسیار شدید و عدد ۴ خشکسالی شدید را نمایش می‌دهد).

جدول ۴: تقارن سال وقوع کمینه بارندگی با خشکسالی‌های شدید و بسیار شدید در ایستگاه‌های انتخابی

ایستگاه	کمینه بارش	سال وقوع	SPI	PNI	DI
کهورستان	۱۶/۱	۱۳۸۲	۴	۵	۵
تدروئیه	۴۹	۱۳۸۲	شرایط نرمال	۵	۵
دژگان	۸/۵	۱۳۸۲	۴	۵	۵
قلات پائین	۴۱/۵	۱۳۸۲	۴	۵	۵
شاه غیب	۵۷/۵	۱۳۸۲	۴	۵	شرایط مرطوب

نتیجه گیری

شاخص‌های خشکسالی در واقع بیان کننده حدود طبیعی خشکسالی‌های رخ داده هستند تا امکان ارزیابی آن‌ها را در مقیاس مختلف زمانی و مکانی ممکن سازند. در این بخش نتایج پایش هر کدام از شاخص‌های بکار رفته در این تحقیق در دوره آماری مورد نظر بیان می‌شود:

تحقیق نشان داد که شاخص SPI عکس العمل کافی به کمبود ریزش‌ها در مقیاس سالانه از خود نشان نمی‌دهد و به داده‌های روزانه بارش نیاز است ولی شروع خشکسالی و دوره‌های آن را از سایر شاخص‌ها زودتر اعلام می‌کند. شدیدترین مقدار مشاهده شده خشکسالی در حوزه کهورستان با توجه به محاسبات SPI در سال ۱۳۸۲ با مقدار $-۱/۰۵۹$ درجه رخ داده است. طولانی ترین دوره تداوم خشکسالی در سرتاسر دوره اقلیمی در ایستگاه دژگان با

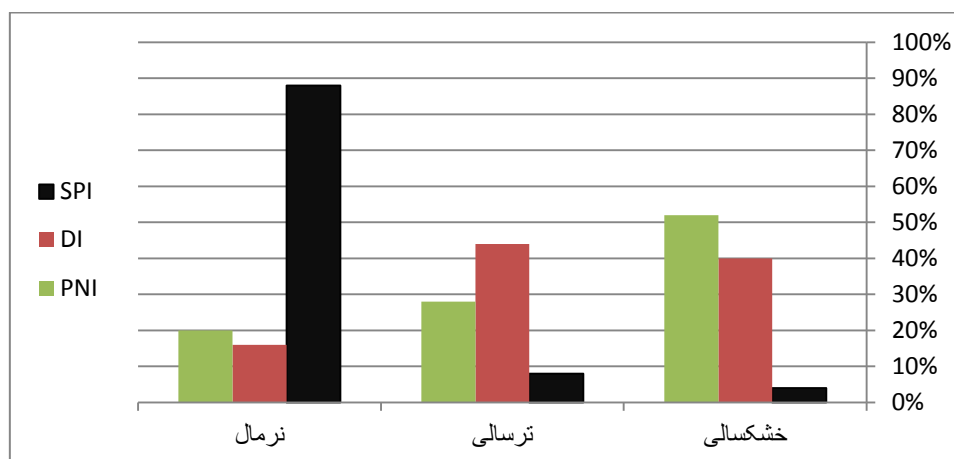
مدت (۱۲ سال متوالی)، ایستگاه‌های قلات پائین و کهورستان با مدت دو دوره ۶ ساله (۸۲-۷۲) و ۵ سال متوالی (۸۴-۸۸) می‌باشد و کوتاهترین دوره تداوم خشکسالی به هر ۵ ایستگاه (با تداوم ۲ سال) تعلق دارد.

همچنین روش سنجه انجام شده نشان داد که شاخص PNI مقارن با سال وقوع کمینه بارندگی رخداد خشکسالی بسیار شدید را تمام ایستگاه‌ها و همچنین شاخص DI هم به غیر از یک ایستگاه در بقیه ایستگاه‌ها نشان می‌دهد و کارایی بیشتری نسبت به شاخص بارش استاندارد شده در نمایش خشکسالی بسیار شدید دارند. شاخص بارش استاندارد شده مقارن با سال وقوع کمینه بارندگی رخداد خشکسالی شدید را تمام ایستگاه‌ها به غیر از یک ایستگاه نشان داده می‌دهد. بنابراین شاخص PNI کارایی بیشتری نسبت به دو شاخص دیگر در نمایش خشکسالی بسیار شدید دارند. وضعیت خشکسالی در حوزه مطابق جدول ۵ در دو شاخص DI و PNI وضعیت مشابه تری و خروجی بهتری و مناسبتری را نشان می‌دهد. محدوده مقادیر میانگین سالیانه ایستگاه‌ها با توجه به نمودارها نزدیکتر و هماهنگتر می‌باشد. سه شاخص در نشان دادن دو سال مرطوب در حوزه (۷۵-۷۴ و ۷۲-۷۱) با هم انطباق داشتند.

جدول ۵: ویژگی‌های خشکسالی حوزه کهورستان در دوره زمانی ۲۵ ساله (۱۳۶۴-۱۳۸۸)

سال آماری	SPI	PNI	DI
۶۴-۶۵	عدد منفی	خشکسالی متوسط	خشکسالی ضعیف
۶۵-۶۶		مرطوب	مرطوب
۶۶-۶۷			مرطوب
۶۷-۶۸	عدد منفی	خشکسالی شدید	خشکسالی شدید
۶۸-۶۹			مرطوب
۶۹-۷۰			
۷۰-۷۱		مرطوب	مرطوب
۷۱-۷۲	مرطوب	مرطوب	مرطوب
۷۲-۷۳	عدد منفی	خشکسالی بسیار شدید	خشکسالی بسیار شدید
۷۳-۷۴	عدد منفی		
۷۴-۷۵	مرطوب	مرطوب	مرطوب
۷۵-۷۶		مرطوب	مرطوب
۷۶-۷۷		مرطوب	مرطوب
۷۷-۷۸	عدد منفی	خشکسالی متوسط	خشکسالی متوسط
۷۸-۷۹	عدد منفی	خشکسالی متوسط	خشکسالی ضعیف
۷۹-۸۰	عدد منفی	خشکسالی متوسط	خشکسالی ضعیف
۸۰-۸۱	عدد منفی	خشکسالی شدید	خشکسالی شدید
۸۱-۸۲	عدد منفی		مرطوب
۸۲-۸۳	خشکسالی شدید (عدد منفی)	خشکسالی بسیار شدید	خشکسالی بسیار شدید
۸۳-۸۴		مرطوب	مرطوب
۸۴-۸۵	عدد منفی	خشکسالی شدید	خشکسالی متوسط
۸۵-۸۶	عدد منفی	خشکسالی شدید	مرطوب
۸۶-۸۷	عدد منفی	خشکسالی شدید	خشکسالی شدید
۸۷-۸۸	عدد منفی	خشکسالی ضعیف	
۸۸-۸۹	عدد منفی	خشکسالی متوسط	مرطوب
فراوانی	۴٪ خشکسالی ۸٪ ترسالی ۸۸٪ نرمال	۵۲٪ خشکسالی ۲۸٪ ترسالی ۲۰٪ نرمال	۴۰٪ خشکسالی ۴۴٪ ترسالی ۱۶٪ نرمال

اگرچه هیچ شاخص عمده ای از نظر کم و کیف بالاتر از بقیه شاخص‌ها نیست اما بعضی از شاخص‌ها ممکن است برای بعضی از کاربران مفیدتر و مناسبتر باشد، بر این اساس در انتخاب مناسبترین شاخص در تحلیل خشکسالی حوزه کهورستان در دوره آماری مورد نظر شاخص PNI به علت تعیین فراوانی خشکسالی در دوره آماری و نشان دادن دقیق سال‌های با خشکسالی با شدت‌های مختلف در جایگاه نخست و شاخص دهک به دلیل انطباق بیشتر با شاخص PNI در جایگاه دوم و شاخص SPI به علت ویژگی متمایز کننده شناسایی و ظاهر نمودن دوره‌های خشکسالی زودتر از سایر شاخص‌ها، می‌تواند به این تحقیق کمک کند.



نمودار ۷: مقایسه درصد سال‌های تر، خشک و نرمال به کمک سه شاخص مورد مطالعه در طول دوره (۱۳۸۸-۱۳۶۴)

منابع

- انصافی مقدم، طاهره (۱۳۸۶). ارزیابی چند شاخص خشکسالی اقلیمی و تعیین مناسبترین شاخص درحوضه دریاچه نمک، فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، شماره ۲، جلد ۱۴، صص ۲۸۸-۲۷۱.
- آسیایی، مهدی (۱۳۸۴). مدیریت ریسک خشکسالی (شناخت و راهکارها). چاپ اول، انتشارات سخن گستر مشهد.
- حجاری زاده، زهره (۱۳۷۹). مدل پیش بینی خشکسالی در کرمان. کنفرانس خشکسالی در کرمان، اسفند ۷۹.
- پوراصغریان، آرزو و سی سی پور، مرضیه و حمزه نژاد، مجتبی (۱۳۸۷). پهنه بندی و بررسی شدت خشکسالی در استان هرمزگان، سومین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران، دانشگاه تبریز، دانشکده مهندسی عمران، ۲۳ الی ۲۵ مهر ماه ۱۳۸۷.
- دین پژوه، ی. (۱۳۸۰). بررسی روند بارش ایران با تکیه بر مشخصه‌های خشکسالی متئورولوژیکی. مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با بحران آب، جلد ۲، صص ۴۸۳-۴۶۹.
- سلطانی، سعید و سیده سارا سعادت (۱۳۸۶). پهنه بندی خشکسالی در استان اصفهان با استفاده از نمایه استاندارد بارش SPI. مجله علمی - پژوهشی علوم مهندسی آبخیزداری ایران، سال ۱، شماره ۲.
- محمدیان، آزاده و کوهی، منصوره و آدینه بیگی، آرمان (۱۳۸۹). مقایسه پایش خشکسالی با استفاده از شاخص‌های خشکسالی SPI، DI و PNI و پهنه بندی آن‌ها (مطالعه موردی: استان خراسان شمالی)، مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، شماره اول، جلد هفدهم.

Changnon, S. A. , and Esterling, W. E.(1989). Measuring drought impact , the Illiniois case water resour.buii.25(1).27-42.

Gupta, K. S. (2003). The wose of women in drought:social, environment, and economic impact, women and environment. Intern . meg. 60/61:12-14.

- Krannich, R. Keenon, S.P,et al(1995). Social impalication of sever sustained drought case studies in California and Colorado.water resour. bull. 31(5):851-865.
- Morid , S.,Moghaddasi, M., Paemozed, SH.,and Ghaemi, H.(2005). Designing drought monitouring system of Tehran province , Applied research report ministry energy , 253p.(In Persian)
- Palmer ,W.C. (1965). Meteorological drought. USWB , Rep 65p.
- Peixoto, J.P, Torner, V.,(1983). DROUGHT CHARACTERISTICS. In yevjevich, water resourse publisher.
- Razeei , T., Shokohi, and Saghafian , B. (2004). Drought monitoring in central Iran with SPI method, P 242-310. The third regional and the first national conference of climate university of Isfahan.(In Persian).
- Stage, F.K., Carter and Nora, A., (2004). Path analysis : an introduction and analysis of a decade of research. The j. edu. Res. 98(1):5-12.
- Wilhite , D.A.,and Glantz, M.H. (1985).Understanding the drought phenomenon: the role of definition. Water Int. 10:111-120
- Wilhite, D.A., (2000).Drought as a Natural Hazard: Concepts and Definitions,' (Chapter 1). In: D.A. Wilhite (ed.), Drought: A Global Assessment (Volumes 1 and 2), Routledge Publishers, London.
- Yang, R.A, (1995). Coping with severe sustained drought on the Colorado river. introduction and overview water resour. Bull. 31(5):779-788.

Archive of SID