

ارزیابی عدم تشابه معیارهای SPI و SPEI برای تعیین خشکسالی در ایران

الهام مظفری^{*۱}

^{*۱} - دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان بندرعباس، ایران،
elham.mozafari^{۱۱}@gmail.com

چکیده:

این مطالعه عدم تشابه دو شاخص معمول، شاخص استاندارد بارش (SPI) و شاخص استاندارد تبخیر و تعرق (SPEI) را در چهار مقیاس زمانی ۳، ۶، ۹ و ۱۲ ماهه ارزیابی می‌کند. این تجزیه و تحلیل براساس چهار مشخصه (شدت، مدت، بزرگی و اوج) خشکسالی طی دوره ۲۰۱۵-۱۹۶۶ در ۳۹ ایستگاه همدیدی ایران انجام شده است. در این مطالعه از ضریب همبستگی پیرسون برای بررسی عدم تشابه استفاده شده است. نتایج برآورد عدم تشابه مشخصه‌های خشکسالی در دو شاخص SPI و SPEI نشان داد، در شدت خشکسالی با افزایش مقیاس زمانی مقدار عدم تشابه از مناطق مرکزی، شمال غرب و غرب کشور کاسته شده و وارد بخش‌های شمال شرق، شرق و جنوب کشور می‌شود و در خصوص مدت خشکسالی برآورد مکانی عدم تشابه نشان داد در مقیاس زمانی ۱۲ ماهه بیشترین مقدار عدم تشابه مربوط به بخش‌های شرقی، شمال شرق و جنوب کشور می‌باشد. نتایج برآورد عدم تشابه بزرگی و اوج خشکسالی نشان می‌دهد در مقیاس زمانی ۳ ماهه بخش‌های زیادی از کشور دارای عدم تشابه بالایی می‌باشند بطوری که در برآورد عدم تشابه بزرگی خشکسالی با افزایش مقیاس زمانی تنها بخشی از جنوب و غرب کشور دارای بیشترین مقدار عدم تشابه می‌باشد و در رابطه با اوج خشکسالی نتایج نشان داد با افزایش مقیاس زمانی مقدار عدم تشابه تنها از بخش‌های مرکزی و شمالی کشور کاسته می‌شود. در کل می‌توان گفت، با افزایش مقیاس زمانی مقدار عدم تشابه مشخصه‌های خشکسالی مناطق مرکزی و شمالی رو به کاهش است.

واژگان کلیدی: ضریب همبستگی پیرسون، مشخصه‌های خشکسالی، شاخص بارش، شاخص تبخیر و تعرق

مقدمه:

خشکسالی یک خطر طبیعی می‌باشد که در اثر کمبود بارش یا تبخیر و تعرق اضافی در یک دوره طولانی ایجاد می‌شود. شواهد قانع کننده‌ای وجود دارد مبنی بر اینکه تغییرات جهانی اقلیمی باعث افزایش فراوانی و شدت وقایع شدید خشکسالی در دهه‌های اخیر شده و منجر به از بین رفتن محیط زیست، ضررهای اقتصادی و حتی درگیری بین جوامع بشری شده است. شاخص‌های خشکسالی آماری زیادی وجود دارد که می‌توانند برای بررسی تکامل خشکسالی و ارزیابی خطر استفاده شود [۱]. دوره‌ای که در آن

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آبخیزهای ساحلی

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

میزان بارندگی در مقایسه با شرایط عادی منطقه کاهش یافته است، به عنوان خشکسالی تعریف می‌گردد، که در همه منطقه‌های اقلیمی و سراسر دنیا رخ می‌دهد. پدیده خشکسالی بنابر دلایل مختلفی که وجود دارد نسبت به سایر بلایای طبیعی متفاوت می‌باشد؛ چون انتخاب زمان شروع و پایان آن به وضوح مشخص نیست و همچنین پدیده‌ای بوده که به تدریج رخ می‌دهد و در طول زمان گسترش می‌یابد [۲]. پدیده خشکسالی یک پدیده‌ای می‌باشد که با چندین بعد (شدت، تداوم، بزرگی و پیک) مشخص می‌شود. اگر چه می‌توان بعدهای خشکسالی را براساس برآورد خسارات وارد شده به بخش‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی و محیطی منطقه تحت تأثیر، تخمین زد، اما از شاخص‌های مختلف خشکسالی به منظور پایش خشکسالی بطور گسترده در جهان استفاده می‌شود و طرفداران بیشماری دارند که از جمله می‌توان به شاخص‌های استاندارد شده بارش (SPI)، شاخص بارش-تبخیر و تعرق استاندارد شده (SPEI) اشاره کرد [۳]. وقایع خشکسالی طبیعی بسیار زیاد است، اما با نظارت، پیش‌بینی و هشدارهای اولیه، می‌توان آمادگی برای خشکسالی را افزایش داد، تأثیرات را کاهش داد و اقدامات سازگارانه را اعمال کرد [۴]. طبق گفته [۵]، خشکسالی به چهار دسته تقسیم می‌شود: (الف) هواشناسی، (ب) کشاورزی، (ج) هیدرولوژی و (د) اقتصادی-اجتماعی.

در زمینه استفاده از شاخص SPI و SPEI مطالعات متعددی صورت گرفته است که به چند مورد از آن‌ها اشاره خواهد شد:

[۶]، به منظور پایش خشکسالی در مقیاس‌های زمانی مختلف از شاخص SPI و SPEI در ایستگاه کبوترآباد اصفهان استفاده کردند و تعیین ارتباط این شاخص‌ها را با رطوبت خاک مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد این دو شاخص دارای همبستگی معنی‌دار بوده اما شاخص SPEI واکنش سریع‌تری نسبت به خشکسالی داشته است. [۷]، از دو شاخص SPI و SPEI برای تشریح ویژگی‌های خشکسالی هواشناسی در چین استفاده کردند که نتایج نشان داد شاخص SPEI نسبت به شاخص SPI بیشترین تأثیر را در افزایش مشخصه‌های خشکسالی دارد که علت آن تبخیر و تعرق بالقوه می‌باشد. [۸]، به منظور انتخاب شاخص مناسب خشکسالی به بررسی تطبیقی دو شاخص خشکسالی SPI و SPEI در چین پرداختند. [۹]، برای تعیین خشکسالی در آفریقای جنوبی به بررسی عدم تشابه دو شاخص SPI و EDI پرداختند. [۱۰]، در سیچوان چین با استفاده از دو شاخص SPI و SPEI به تجزیه و تحلیل زمانی و مکانی خشکسالی پرداختند. [۱۱]، به منظور پایش خشکسالی از دو شاخص SPI و SPEI استفاده کردند. [۱۲]، تأثیر تغییر اقلیم بر خصوصیات خشکسالی را با استفاده از شاخص‌های SPI و SPEI مورد ارزیابی قرار دادند. [۱۳]، در سواحل جنوبی ایران به ارزیابی روند تغییرات خشکسالی با استفاده از شاخص استاندارد شده بارش و شاخص تبخیر-تعرق استاندارد شده پرداختند. [۱۴]، در دشت بم پس ارزیابی و تعیین سه شاخص RDI، SPI و SDI در پایش خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی به بررسی ارتباط آن‌ها با یکدیگر و تحلیل مشخصه‌های خشکسالی در مقیاس‌های زمانی مختلف پرداختند.

تحقیق حاضر به ارزیابی عم تشابه معیارهای دو شاخص SPI و SPEI در مقیاس‌های زمانی ۳، ۶، ۹ و ۱۲ ماهه برای تعیین چهار مشخصه (شدت، مدت، بزرگی و اوج) خشکسالی در ایران پرداخته می‌شود تا مشخص شود در چه مقیاس و چه منطقه‌ای از کدام شاخص استفاده شود. مرور تحقیقات گذشته نشان می‌دهد کمتر به بررسی عدم تشابه شاخص‌های خشکسالی در مقیاس‌های زمانی مختلف پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها:

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آبخیزهای ساحلی

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه شامل ۳۹ ایستگاه سینوپتیک کشور ایران می‌باشد شکل (۱). کشور ایران، با مساحتی در حدود ۱۶۴۰۱۹۵ کیلومتر مربع دومین کشور بزرگ منطقه خاورمیانه در آسیای غربی می‌باشد [۱۵]. بیش از ۶۰ درصد مساحت آن را مناطق خشک و نیمه خشک پوشانده است [۱۶]. این کشور بین طول جغرافیایی ۴۵ تا ۶۳ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۵ تا ۴۰ درجه شمالی واقع شده است. مانند سایر کشورهای این منطقه، خشکسالی در ایران رواج دارد. میانگین بارندگی بلند مدت سالانه برای ایران کتر از یک سوم میزان بارندگی در جهان می‌باشد و از زیر ۱۰۰ میلی‌متر تا بیش از ۱۰۰۰ میلی‌متر متغیر می‌باشد [۱۷].

در این مطالعه از داده‌های ماهانه بارندگی که از سازمان هواشناسی کشور تهیه شد، دوره آماری ۱۹۶۶ تا ۲۰۱۵ به عنوان داده‌های ورودی استفاده شده است. برای محاسبه این آمار و درونیابی از نرم‌افزار آرک جی آی اس استفاده شد. سری زمانی دو شاخص خشکسالی SPI و SPEI در مقیاس‌های زمانی ۳، ۶، ۹ و ۱۲ ماهه از سال ۱۹۶۶ تا ۲۰۱۵ برای ۳۹ ایستگاه هواشناسی کشور ایران در سراسر کشور ایران محاسبه شده است و چهار مشخصه خشکسالی شامل شدت، مدت، بزرگی و اوج خشکسالی براساس این دو شاخص محاسبه شد. برای تعیین شباهت و عدم تشابه از معیار عدم تشابه ضریب همبستگی پیرسون با مقدار p استفاده شد. فلوچارت روش کار در شکل (۲) نشان داده شده است.



انجمن علمی سیستم‌های
سطوح آبگیر باران ایران

دوازدهمین همایش ملی سامانه‌های سطوح آبگیر باران

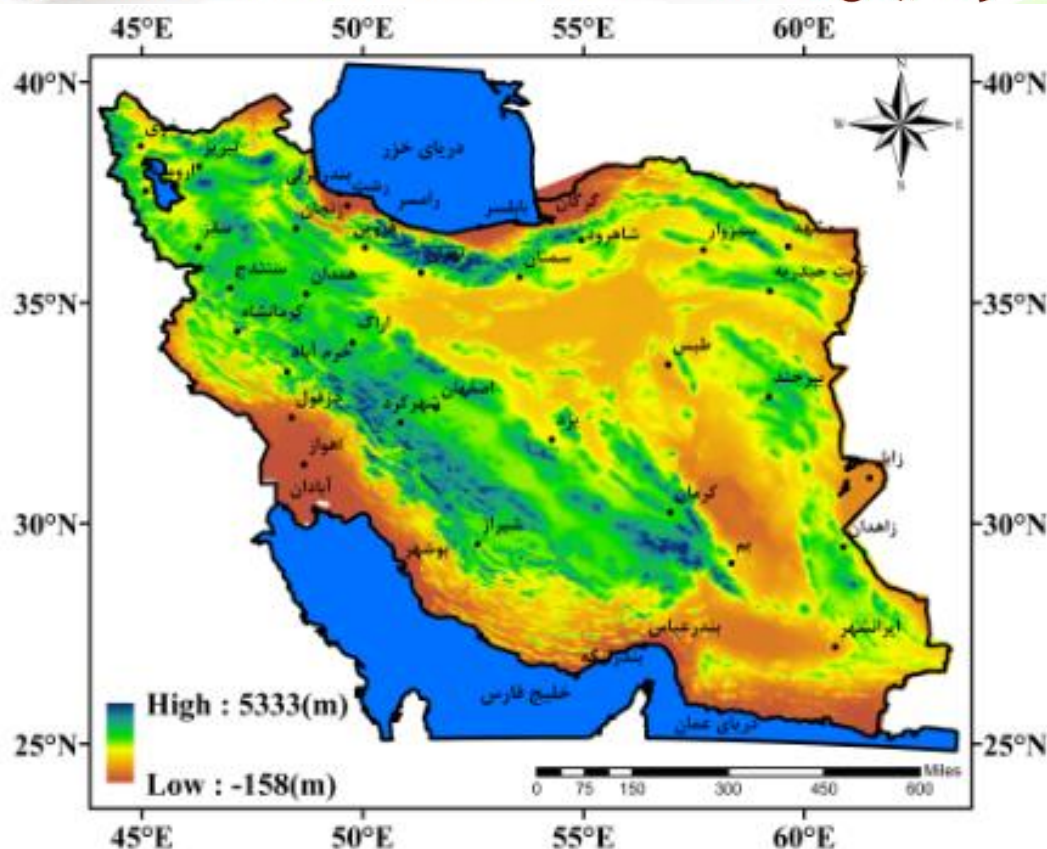
12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آبخیزهای ساحلی

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲



شکل (۱) - موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه

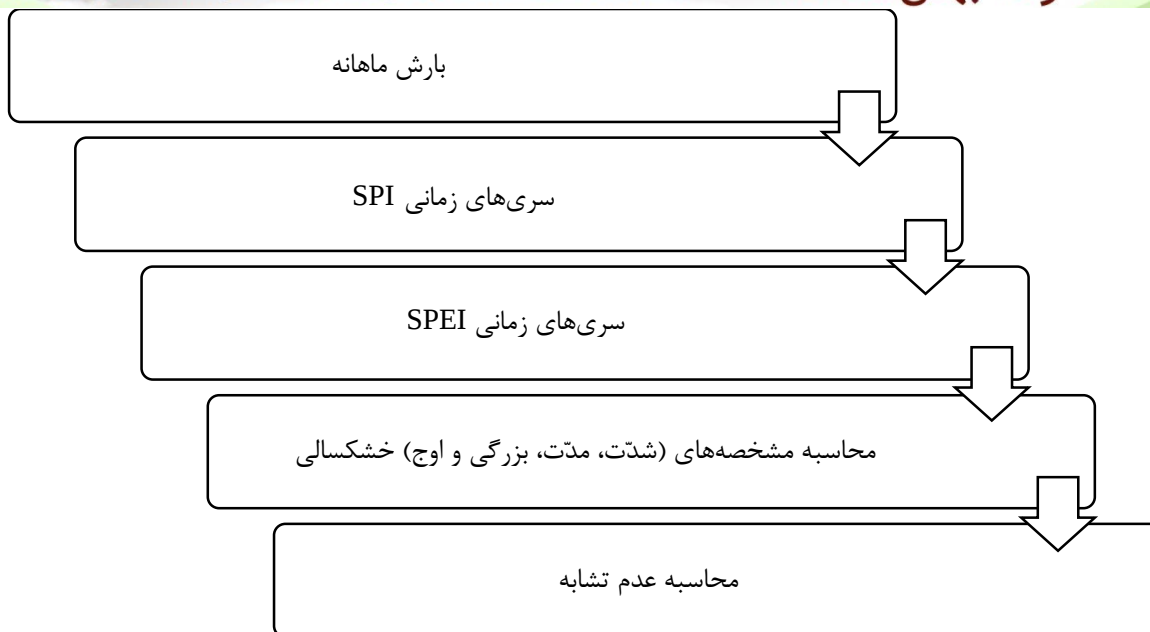
12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آبخیزهای ساحلی

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲



شکل (۲) - نمودار روش اندازه‌گیری عدم تشابه SPI و SPEI برای تعیین خشکسالی

محاسبه شاخص بارش استاندارد شده (SPI)

شاخص بارش استاندارد (SPI) شاخصی است که احتمال وقوع بارندگی را در یک دوره زمانی خاص برای یک منطقه نشان دهد. محاسبه این شاخص ساده می‌باشد و اختلاف زمانی و مکانی بارندگی را از بین می‌برد. برای محاسبه SPI برای هر مکان، سابقه بارش بلند مدت برای یک دوره پیش‌بینی شده مورد نیاز است. به تغییر خشکسالی حساس می‌باشد و برای نظارت بر خشکسالی و ارزیابی شرایط اقلیمی بالاتر از مقیاس ماهانه مورد قابل استفاده است. این شاخص را اولین بار مک‌کی در سال ۱۹۹۳ پیشنهاد داد و از آن برای ارزیابی تغییرات اقلیمی و خشکسالی استفاده کرد. SPI ممکن است در چند مرحله زمانی مختلف مانند ۱، ۳، ۶، ۹، ۱۲ و ۲۴ ماهه محاسبه شود. این یکی از شاخص‌هایی است که می‌تواند میزان بارش را در یک بازه زمانی مشخص بیان کند و توسط سازمان جهانی هواشناسی برای استفاده در سرار جهان توصیه شده است. مقادیر این شاخص بین ۲+ تا ۲- می‌باشد که در جدول ۱ نشان داده شده است. روش محاسبه شاخص به شرح زیر می‌باشد: فرض کنید که بارش در یک دوره خاص x باشد، بنابراین توزیع Γ از تابع چگالی احتمال با استفاده از:

$$f(x) = \frac{1}{\beta^\gamma \Gamma(\gamma)} x^{\gamma-1} e^{-x/\beta}, x > 0. \quad (1)$$

در این معادله β و γ مقیاس و شکل پارامترهای عملکرد توزیع Γ هستند.

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

دوازدهمین همایش ملی سامانه‌های سطوح آبگیر باران

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آب‌خیزهای ساحلی

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

احتمال اینکه متغیر تصادفی x کمتر از x_0 باشد می‌تواند برای بارش x_0 در یک سال خاص محاسبه شود:

$$F(x < x_0) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x)dx, \quad (2)$$

$$F(x = x_0) = m/n \quad (3)$$

که در آن m تعداد نمونه‌ها با بارندگی x_0 و n تعداد کل نمونه‌ها است.

برای پردازش توزیع احتمال استاندارد نرمال F ، ما نتیجه مقدار احتمال را به تابع توزیع نرمال عادی جایگزین کردیم:

$$F(x < x_0) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2/2} dx, \quad (4)$$

راه حل فرمول فوق به شرح زیر می‌باشد:

$$SPI = S \frac{t(c_1 t + c_2) + c_3}{[(d_1 t + d_2)t + d_3]t + 1} \quad (5)$$

که:

$$t = \sqrt{\ln \frac{1}{F^r}} \quad (6)$$

$$c_1 = 2.515517, c_2 = 0.802853, c_3 = 0.010328$$

$$d_1 = 1.432788, d_2 = 0.189269, d_3 = 0.001308$$

که در آن S بعلاوه یا منفی ضریب است. اگر $F > 0.5$ باشد سپس $S = 1$ است؛ اگر $F \leq 0.5$ باشد سپس $S = -1$ است $[8, 9, 10]$

جدول (۱) - مقادیر مختلف شاخص SPI برای شدت خشکسالی

طبقه بندی	دامنه مقادیر شاخص خشکسالی	
	SPI	SPEI
خشکسالی خیلی شدید	$\geq 2/0$	$\geq 2/0$
خشکسالی شدید	$-1/99$ تا $-1/5$	$-1/99$ تا $-1/5$
خشکسالی متوسط	$-1/49$ تا $-1/0$	$-1/49$ تا $-1/0$
نرمال	$0/99$ تا $-0/99$	$0/99$ تا $-0/99$
ترسالی متوسط	$1/49$ تا $1/0$	$1/49$ تا $1/0$
ترسالی شدید	$1/99$ تا $1/5$	$1/99$ تا $1/5$
ترسالی خیلی شدید	$\geq 2/0$	$\geq 2/0$

محاسبه شاخص تبخیر و تعرق استاندارد شده (SPEI)

[۱۸] شاخص تبخیر و تعرق بارندگی استاندارد را به عنوان شاخص خشکسالی پیشنهاد کردند. برای محاسبه شاخص SPEI در گام نخست باید مقدار تبخیر و تعرق پتانسیل در هر ماه برآورد شود. سپس از طریق یک مدل ساده‌ی بیلان آب تفاوت بین مقدار بارندگی مقدار تبخیر و تعرق پتانسیل برای ماه i از رابطه ۱ محاسبه می‌گردد.

$$D_i = P_i - PET_i \quad (1)$$

محاسبه این شاخص همانند روش ارائه شده برای محاسبه‌ی شاخص SPI نیازمند برآورد مقادیر احتمال تجمعی مقادیر D_i از طریق i از برازش یک تابع چگالی احتمال می‌باشد. با توجه به آنکه مقادیر D کران پائین به مقادیر منفی منتهی می‌شوند توابع احتمال دوپارامتری نمی‌توانند برای این امر انتخاب شوند. ویسنت سرانو و همکاران با بررسی توابع مختلف سه پارامتری، تابع چگالی احتمال لوگ-لوجستیک سه پارامتری را دارای بهترین برازش بر مقادیر D تشخیص دادند. فرم کلی تابع چگالی احتمال این تابع به صورت رابطه ۲ می‌باشد:

$$f(x) = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{x-y}{\alpha} \right)^{\beta-1} \left[1 + \left(\frac{x-y}{\alpha} \right)^{\beta} \right]^{-2} \quad (2)$$

که در آن پارامترهای α ، β و γ به ترتیب پارامترهای مقیاس و شکل و برای مقادیر D_i در دامنه‌ی $\gamma < D < \infty$ می‌باشند. فرم تابع احتمال تجمعی لوگ-لوجستیک سه پارامتری نیز مطابق رابطه ۳ است.

$$F(x) = \left[1 + \left(\frac{\alpha}{x-y} \right)^{\beta} \right]^{-1} \quad (3)$$

تابع کلاسیک ابرامویچ و استیگان با استفاده از مقادیر تابع $F(X)$ تخمینی برای مقدار شاخص SPEI می‌باشد.

$$SPEI = W - \frac{C_0 + C_1W + C_2W^2}{1 + d_1W + d_2W^2 + d_3W^3} \quad (4)$$

در رابطه رابطه ۴ مقدار W از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$w = \sqrt{-2 \ln(P)} \quad \text{for } P \leq 0.5 \quad (5)$$

p احتمال بیشتر شدن مقادیر تعیین شده D است. مقادیر C_0 ، C_1 و C_2 و همچنین d_1 ، d_2 و d_3 ثابت هستند. شاخص SPEI یک متغیر استاندارد شده است و بنابراین می‌تواند با سایر مقادیر SPEI در مکان و زمان مقایسه شود. مقدار SPEI معادل صفر به معنای مقادیر منطبق با ۰/۰۵۰ احتمال تجمعی D است [۱۸].

محاسبه عدم تشابه

همبستگی روشی برای بررسی رابطه بین دو متغیر کمی پیوسته است. ضریب همبستگی پیرسون اندازه گیری است که مربوط به نیرو و جهت یک رابطه خطی است. این معیار برای بردارهای X و Y معادله زیر محاسبه می‌شود. مقادیر همبستگی از -۱ تا +۱ می‌باشد. این ضریب میزان تشابه را مشخص می‌کند.

$$\text{CORR}(x, y) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (7)$$

مقادیر همبستگی پیرسون از ۱ تا +۱ است. هرچه مقدار مطلق ضریب بزرگتر باشد، رابطه بین متغیرها قویتر است. عدم تشابه از اختلاف ضریب همبستگی با یک بدست می‌آید.

روش برای طبقه‌بندی سری زمانی:

یکی از مشکلات اساسی در طبقه‌بندی سری زمانی، انتخاب یک معیار کاربردی است. برای تعیین تشابه یا عدم تشابه بین جفت سری‌های زمانی در مجموعه داده‌ها از اختلاف ضریب همبستگی از عدد یک استفاده شده است. نتایج این اقدامات در شکل‌های زیر نشان داده شده است (شکل ۶-۳).

نتایج:

با توجه به شکل ۳، در بررسی مکانی عدم تشابه شدت خشکسالی دو شاخص SPI و SPEI در چهار مقیاس زمانی ۳، ۶، ۹ و ۱۲ ماهه نتایج نشان می‌دهد در مقیاس زمانی ۳ ماهه بیشترین مقدار عدم تشابه در بخش‌های مرکزی، شمال غرب و غرب کشور می‌باشد که با افزایش مقیاس زمانی از مقدار عدم تشابه از این مناطق کاسته شده و وارد بخش‌های شمال شرق، شرق و جنوب شرق کشور می‌شود. با توجه به شکل ۴، در بررسی عدم تشابه مدت خشکسالی نتایج نشان داده است که با افزایش مقیاس زمانی از مقدار عدم

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

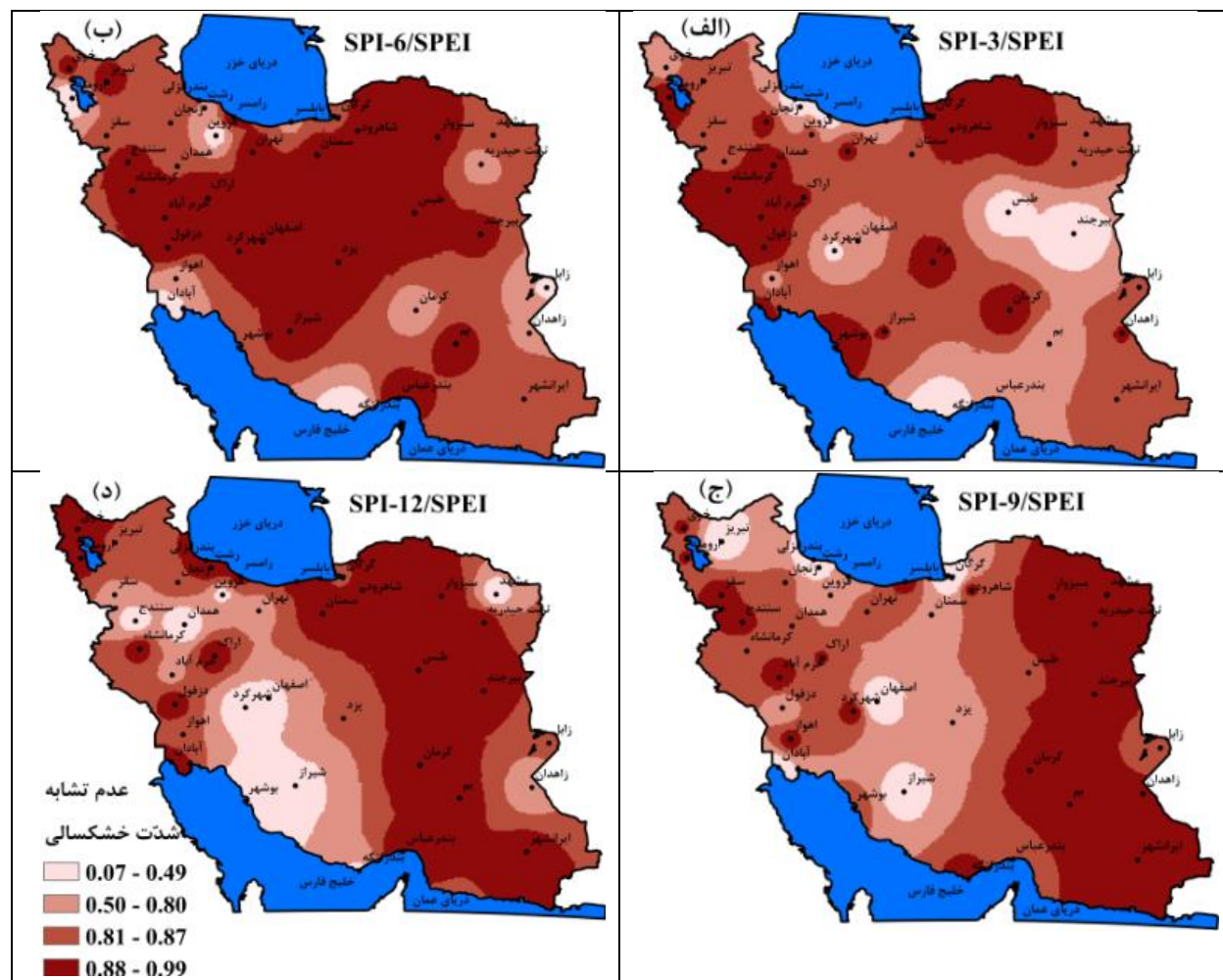
(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آبخیزهای ساحلی

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

تشابه کاسته شده بطوری که در مقیاس زمانی ۱۲ ماهه بخش‌های شمال شرق، شرق و بخش‌هایی از جنوب شرق کشور دارای بیشترین مقدار عدم تشابه هستند. با توجه به شکل ۵، که مربوط به بررسی عدم تشابه بزرگی خشکسالی در مقیاس‌های زمانی مختلف می‌باشد همانطور که نتایج نشان می‌دهد در مقیاس زمانی سه ماهه بخش‌های زیادی از کشور میزان عدم تشابه افزایش یافته تنها بخش‌هایی از شمال شرق کشور (سبزوار) و بخشی از جنوب کشور (کرمان) دارای کمترین میزان عدم تشابه می‌باشد که با افزایش مقیاس زمانی تنها بخش‌های جنوبی و بخش‌های غربی کشور دارای بیشترین عدم تشابه هستند و بخش‌های مرکزی کشور دارای عدم تشابه کمی هستند. با توجه به شکل ۶ در بررسی عدم تشابه اوج خشکسالی نتایج نشان می‌دهد در مقیاس زمانی ۳ ماهه تقریباً بخش زیادی از کشور عدم تشابه افزایش یافته است که با افزایش مقیاس زمانی از میزان عدم تشابه در بخش‌های مرکزی و شمالی کشور کاسته شده است.



12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

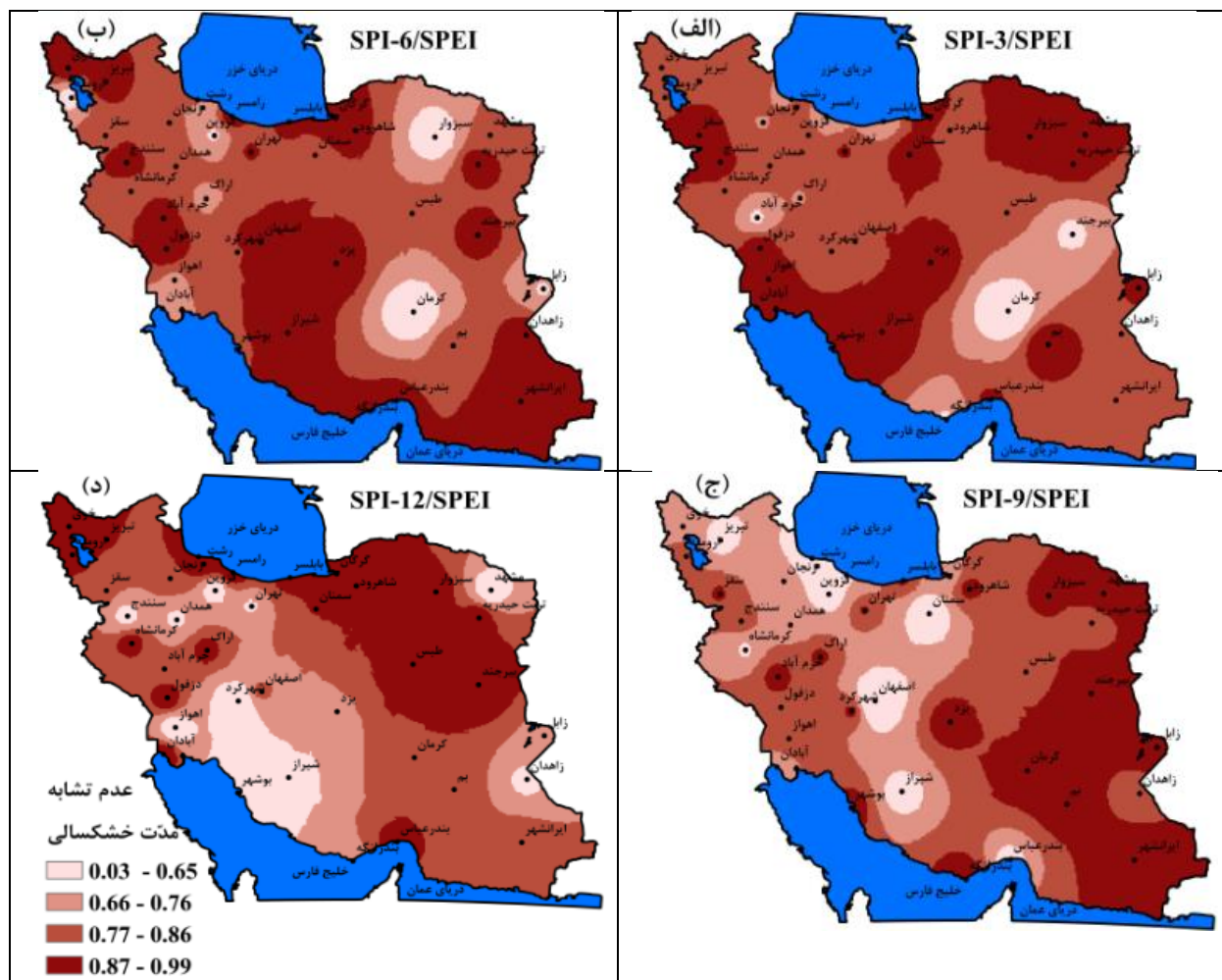
Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آبخیزهای ساحلی

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

شکل (۳) - برآورد عدم تشابه شدت خشکسالی ۳۹ ایستگاه سینوپتیک ایران. الف) $SPI/SPEI^3$ ، ب) $SPI/SPEI^6$ ، ج)

$SPI/SPEI^9$ و د) $SPI/SPEI^{12}$



شکل (۴) - برآورد عدم تشابه مدت خشکسالی ۳۹ ایستگاه سینوپتیک ایران. الف) $SPI/SPEI^3$ ، ب) $SPI/SPEI^6$ ، ج)

$SPI/SPEI^9$ و د) $SPI/SPEI^{12}$

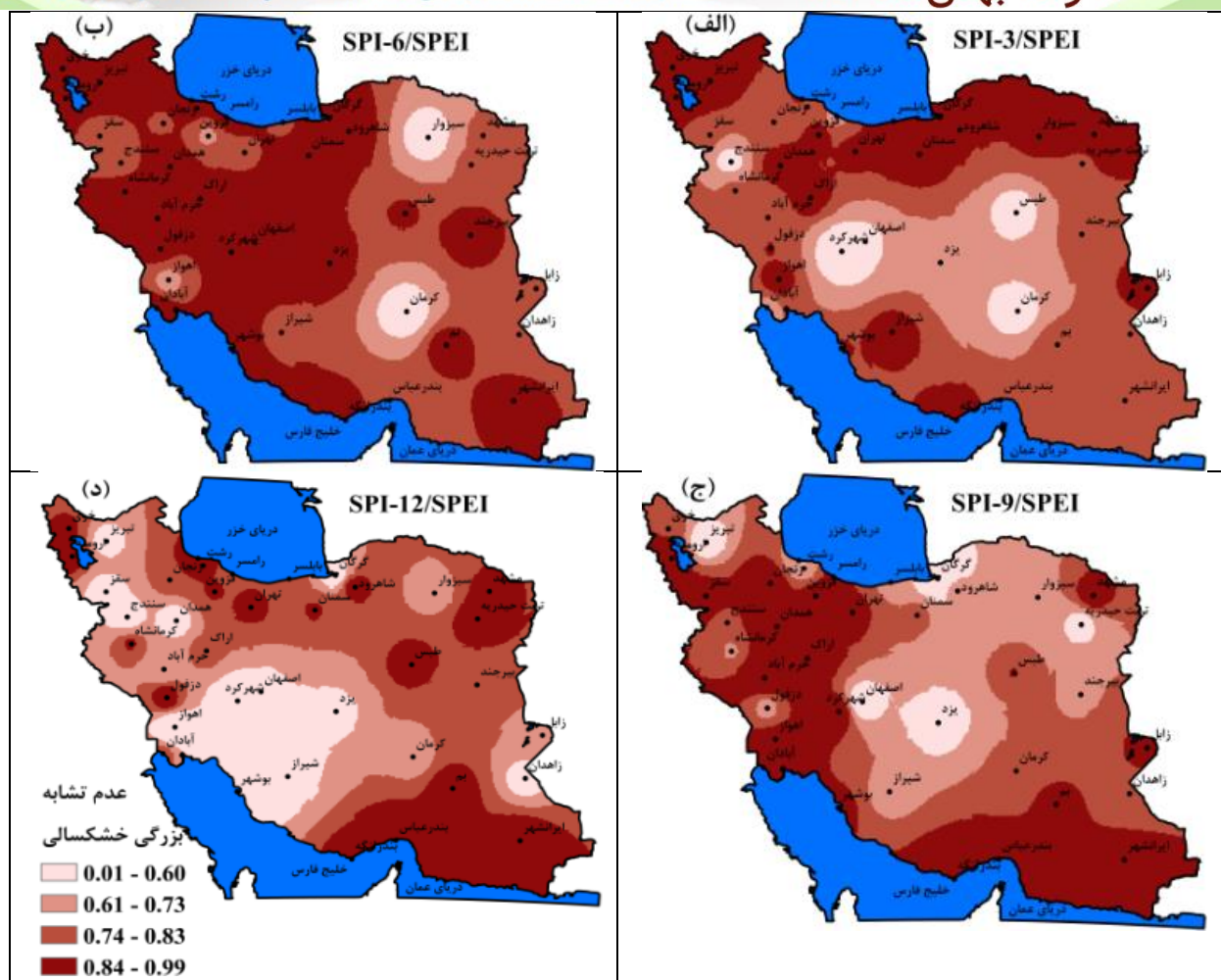
12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آب‌خیزهای ساحلی

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲



شکل (۵) - برآورد عدم تشابه بزرگی خشکسالی ۳۹ ایستگاه سینوپتیک ایران. (الف) $SPI/SPEI^3$ ، (ب) $SPI/SPEI^6$ ، (ج) $SPI/SPEI^9$ و (د) $SPI/SPEI^{12}$

$SPI/SPEI^{12}$ و (د) $SPI/SPEI^9$

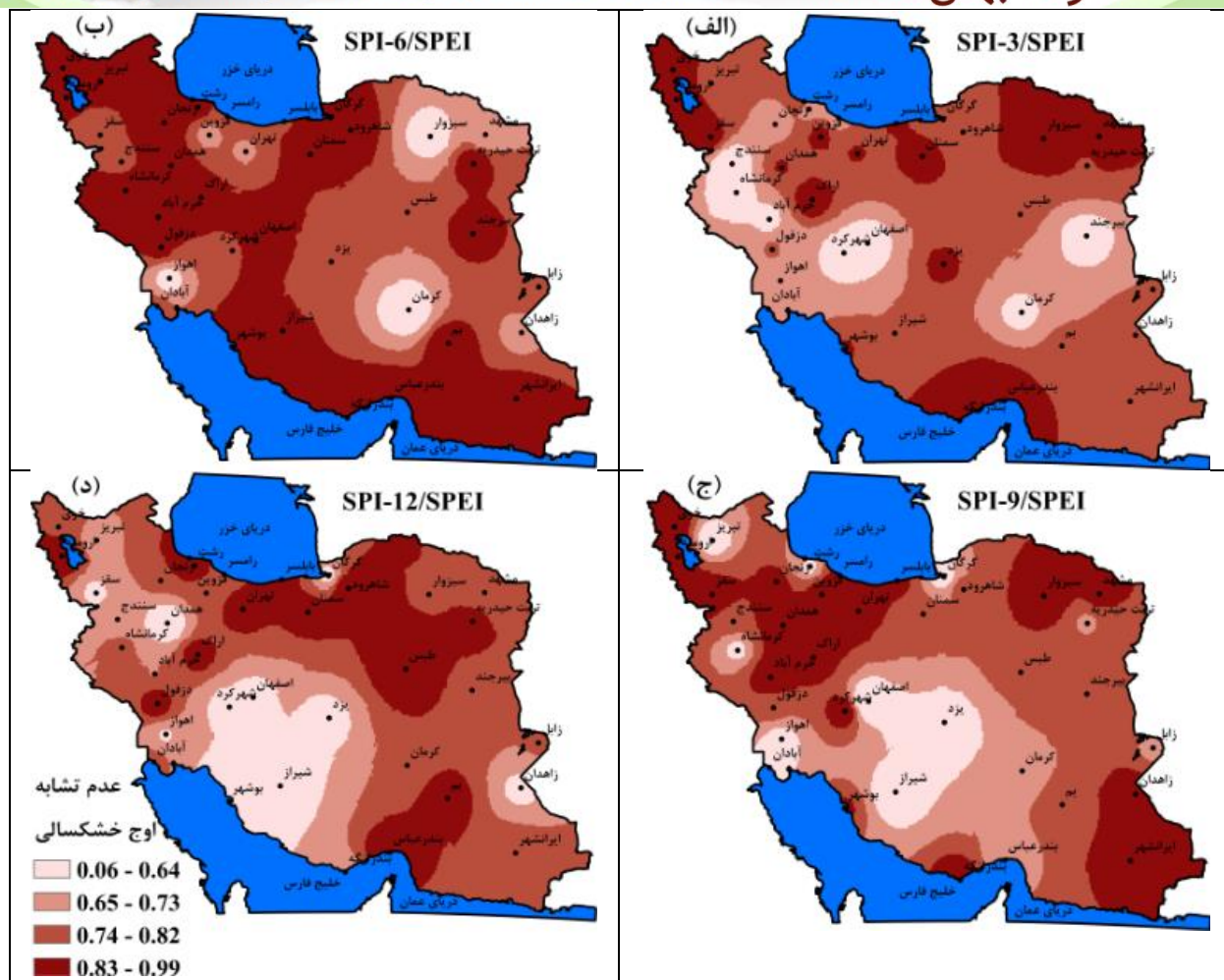
12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آبخیزهای ساحلی

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲



بحث و نتیجه‌گیری:

پژوهش حاضر با هدف ارزیابی عدم تشابه معیارهای دو شاخص spe_i و spe_i برای تعیین مشخصه‌های (شدت، مدت، بزرگی و اوج) خشکسالی در ۳۹ ایستگاه همدیدی ایران در چهار مقیاس زمانی (۳، ۶، ۹ و ۱۲) ماهه طی دوره ۲۰۱۵-۱۹۶۶ انجام شد.

با توجه به نقشه‌های مکانی برآورد عدم تشابه مشخصه‌های خشکسالی شاخص‌های spe_i و spe_i نتایج نشان داد. مقدار عدم تشابه شدت خشکسالی با افزایش مقیاس زمانی از بخش‌های مرکزی، شمال غرب و غرب کشور کاسته و وارد بخش‌های شمال شرق، شرق

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آب‌خیزهای ساحلی

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

و جنوب کشور می‌شود و نتایج بررسی‌های مکانی مدت خشکسالی حاکی از این می‌باشد که در مقیاس زمانی ۱۲ ماهه بخش‌های شمال شرق، شرق و بخش‌هایی از جنوب شرق کشور دارای بیشترین مقدار عدم تشابه هستند. نتایج برآورد عدم تشابه بزرگی نشان داد مقدار عدم تشابه در مقیاس‌های زمانی مختلف می‌باشد به طوری که در مقیاس زمانی ۳ ماهه بخش‌های زیادی از کشور دارای بیشترین مقدار عدم تشابه می‌باشد و با افزایش مقیاس زمانی تنها بخش‌هایی از جنوب و غرب کشور دارای میزان عدم تشابه بالایی هستند. نتایج تحلیل مکانی عدم تشابه اوج خشکسالی نشان داد در مقیاس زمانی ۳ ماهه بخش زیادی از کشور دارای بیشترین مقدار عدم تشابه می‌باشند که با افزایش مقیاس زمانی از مقدار عدم تشابه در بخش‌های مرکزی و شمالی کشور کاسته شده است.

- [۱] Zhang S, Wu Y, Sivakumar B, Mu X, Zhao F, Sun P, Sun Y, Qiu L, Chen J, Meng X, Han J. Climate Change –induced drought evolution over the past ۵۰ years in the southern Chinese Loess Plateau. Journal of Environmental Modelling and Software, ۲۰۱۹.
- [۲] مساعدی، ا.، محمدی مقدم، س.، کواکبی، غ. تعیین خصوصیات خشکسالی براساس شاخص شناسایی خشکسالی (RDI) و بررسی تغییرات آن در مناطق و دوره‌های مختلف زمانی. نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، ۱۳۹۵.
- [۳] هاتفی، ع.، مساعدی، ا.، جباری نوقای، م. بررسی وضعیت خشکسالی براساس شاخص‌های متفاوت خشکسالی در چند منطقه متفاوت، نخستین کنگره ملی و آبیاری و زهکشی ایران، ۱۳۹۴.
- [۴] Botai C, Botai J, Wit J, Ncongwane K, Adeola A. Drought characteristics over the Western Cape Province, South Africa. Journal of Water, ۲۰۱۷.
- [۵] Wilhite D. Drought: A Global Assessment; Rutledge: New York, NY, USA. ۸۹-۱۰۴, ۲۰۰۰.
- [۶] احمدی، م.، نصرتی، ک.، سلکی، ه. خشکسالی و ارتباط آن با طوبت خاک (مطالعه موردی: کبوترآباد اصفهان)، فصلنامه بین‌المللی انجمن جغرافیای ایران، ۱۳۹۲.
- [۷] Li L, She D, Zheng H, Lin P, Yang Z. Elucidating diverse drought characteristics from two meteorological drought indices (SPI and SPEI) in China. Journal of Hydrometeorology, ۲۱(۷): ۱۵۱۳-۱۵۳۰, ۲۰۲۰.
- [۸] Pei Z, Fang S, Wang L, Yang W. Comparative analysis of drought indicated by the SPI and SPEI at various timescales in inner Mongolia, China. Journal of Water, ۱۲(۷): ۱۹۲۵, ۲۰۲۰.
- [۹] Adisa O, Masinde M, Botai J. Assessment of the Dissimilarities of EDI and SPI Measures for Drought Determination in South Africa. Journal of Water, ۲۰۲۱.
- [۱۰] Liu C, Yang C, Yang Q, Wang J. Spatiotemporal drought analysis by the standardized precipitation index (SPI) and standardized precipitation evapotranspiration index (SPEI) in Sichuan Province, China. Journal of Scientific Reports, ۱۱(۱): ۱-۱۴, ۲۰۲۱.
- [۱۱] Tirivarombo S, Osupile D, Eliasson P. Drought monitoring and analysis: standardized precipitation evapotranspiration index (SPEI) and standardized precipitation index (SPI). Journal of Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, ۱۰۶, ۱-۱۰, ۲۰۱۸.
- [۱۲] Lee S, Yoo S, Choi J, Bae S. Assessment of the impact of climate change on drought characteristics in the Hwanghae Plain, North Korea using time series SPI and SPEI: ۱۹۸۱-۲۱۰۰. Journal of Water, ۹(۸): ۵۷۹, ۲۰۱۷.
- [۱۳] بذرافشان، ا.، محمودزاده، ف.، بذرافشان، ج. ارزیابی روند تغییرات خشکسالی براساس شاخص بارش استاندارد شده و شاخص تبخیر- تعرق استاندارد شده در سواحل جنوبی ایران. انجمن علمی مدیریت و کنترل مناطق بیابانی ایران، ۱۳۹۵.
- [۱۴] اقتدار نژاد، م.، بذرافشان، ا.، صادقی لاری، ع. ارزیابی تطبیقی شاخص‌های SPI، RDI و SDI در تحلیل مشخصه‌های خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی (مطالعه موردی: دشت بم). نشریه دانش آب‌و خاک، ۱۳۹۵.



انجمن علمی سیستم‌های
سطوح آبگیر باران ایران

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

دوازدهمین همایش ملی
سامانه‌های سطوح آبگیر باران

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آبخیزهای ساحلی

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

[۱۵] Doulabian Sh, Golian S, Shadmehri Toos A, Murphy C. Evaluating the effects of climate change on precipitation and temperature for Iran using RCP scenarios. Journal of water and climate change, ۲۰۲۰.

[۱۶] Bazrafshan O, Zamani H, Shekari M. A copula –based index for drought analysis in arid and semi –arid regions of Iran. Journal of Natural Resource Modeling, e۱۲۲۳۷; ۳۳(۱): ۲۰۲۰.

[۱۷] Jamshidi H, Khalili D, Rezaeian Zaddeh M, Hosseinipour E. Assessment and comparison of SPI and RDI meteorological drought indices selected synoptic stations of Iran. Journal of World Environmental and water resources, ۱۱۶۱ -۱۱۷۳, ۲۰۱۱.

[۱۸] Vicente-Serrano S, Begueria S, Lopez-Moreno J. A Multi- scalar drought index sensitive to global warming: the standardized Precipitation Evapotranspiration Index- SPEI. Journal of Climate, ۲۳(۱): ۱۶۹۶- ۱۷۱۸, ۲۰۱۰.

Evaluation of the dissimilarity of SPI and SPEI criteria to determine drought in Iran

Elham Mozafari ^{*۱}

^{*۱}- Master's student, Watershed Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources,
Hormozgan Bandar Abbas University, Iran, elham.mozafari71@gmail.com

Abstract

This study evaluates the dissimilarity of two common indices, Standardized Precipitation Index (SPI) and Standardized Evapotranspiration Index (SPEI) in four time scales of ۳, ۶, ۹, and ۱۲ months. This analysis is based on four characteristics (severity, duration, magnitude and peak) of drought during the period of ۱۹۶۶-۲۰۱۵ in ۳۹ satellite stations of Iran. In this study, Pearson's correlation coefficient was used to check the dissimilarity. The results of the estimation of the dissimilarity of drought characteristics in SPI and SPEI indicators showed that in the severity of drought, with the increase of the time scale, the dissimilarity value decreases from the central, north-west and west regions of the country and enters the north-east, east and south parts of the country. The duration of drought, the spatial estimation of dissimilarity showed that in the time scale of ۱۲ months, the greatest amount of dissimilarity is related to the eastern, northeastern and southern parts of the country. The results of the estimation of the dissimilarity of the magnitude and the peak of drought show that in the time scale of ۳ months, many parts of the country have high dissimilarity, so that in the estimation of the dissimilarity of the magnitude of the drought with the increase of the time scale, only part of the south and west of the country has the highest amount of dissimilarity. Regarding the peak of drought, the results showed that with the increase of the time scale, the amount of dissimilarity decreases only in the central and northern parts of the country. In general, it can be said that with the increase of the time scale, the amount of dissimilarity of the drought characteristics of the central and northern regions is decreasing.

Keywords: Pearson correlation coefficient, drought characteristics, precipitation index, evaporation and transpiration index