



بررسی روند خشکسالی در شیراز با استفاده از نرم افزار DIP

رسول
باقر آبادی

دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و مهندسی محیط زیست، دانشگاه تهران.
rasul.bagherabad@ut.ac.ir

چکیده

وضعیت خشکسالی را نشان می‌دهد. همچنین وضعیت خشکسالی براساس شاخص‌های CZI، ZSI، SPI مشخص و توصیف گردید. این شاخص‌ها به گونه‌ای با یکدیگر هم‌خوانی داشتند که براساس شاخص‌های نام‌برده نتایج نشان می‌دهد که در شیراز، سال ۱۳۸۷ شدیدترین خشکسالی در بازه زمانی مورد نظر اتفاق افتاده است. در این سال میزان بارندگی سالانه ۱۰۴/۲۲ میلی‌متر بوده است. سال‌های ۱۳۷۲ و ۱۳۹۶ نیز خشکسالی با وضعیت نسبتاً کم‌تری نسبت به ۱۳۸۷ اتفاق افتاده است.

خشکسالی از مهم‌ترین مخاطرات طبیعی و ناشی از ناهنجاری‌های اقلیمی است. مدت زمان ماندگاری خشکسالی ممکن است از ماه تا سال متغیر باشد؛ از این رو با پیش و ارزیابی خشکسالی می‌توان خسارات ناشی از آن را کاهش داد. در این مقاله، به بررسی وضعیت خشکسالی شیراز با استفاده از داده‌های بارندگی در بازه زمانی ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۹ و نرم افزار DIP به صورت سالانه پرداخته شده است. نتایج شاخص PNI در سال‌های ۱۳۷۲، ۱۳۷۵، ۱۳۷۸، ۱۳۷۹، ۱۳۸۱، ۱۳۸۶، ۱۳۸۷، ۱۳۸۹، ۱۳۹۳ و ۱۳۹۶

مقدمه

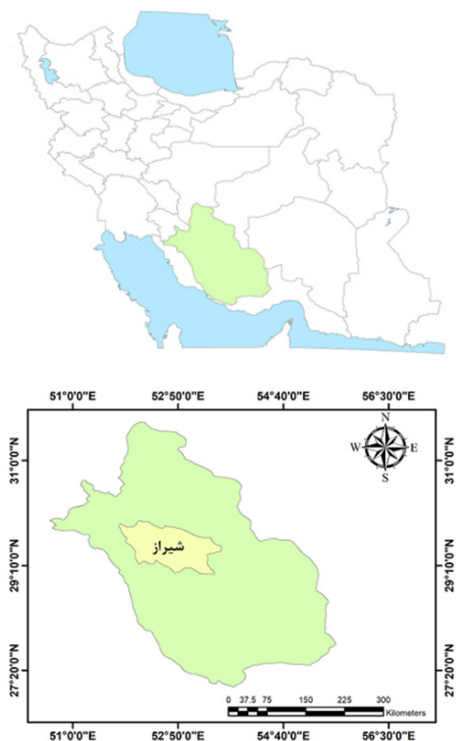
خشکسالی یکی از موضوعاتی است که به‌طور گسترده مورد بررسی قرار گرفته است؛ زیرا خشکسالی به‌طور مستقیم جوامع را از طریق تغییرات در فراوانی یا قابلیت دسترسی به مواد غذایی، منابع آب و ذخایر انرژی تحت تأثیر قرار می‌دهد، همچنین اثرات مستقیمی بر محیط‌زیست دارد (کریمی و همکاران، ۱۳۹۰). خشکسالی یک دوره طولانی از هوای خشک غیرمعمول است که باعث کمبود بارش می‌شود. خشکسالی شروع کنده دارد، تعیین آغاز و پایان آن دشوار است و مدت زمان آن ممکن است از ماه به سال متفاوت باشد (Shah, Bharadiya, Falzoi et al. 2019, and Manekar). خشکسالی می‌تواند نشان‌دهنده ناهنجاری اقلیمی باشد که سبب کمبود منابع آب گردد؛ که می‌تواند ناشی از کمبود بارش، توزیع نامنظم بارش، افزایش نیاز آبی و یا ترکیبی از عوامل باشد (بایزیدی، ۱۳۹۷). در تعیین شاخص‌های خشکسالی از نرم‌افزارهای متعددی استفاده می‌شود که یکی از آن‌ها، نرم افزار DIP (drought indices package) است. این نرم‌افزار توسط شرکت مدیریت منابع آب وزارت نیرو ایران نوشته شده است که قادر به محاسبه شاخص‌های خشکسالی ZSI، MCZI، PNI، DI، CZI، است (عضدی و همکاران، ۱۳۸۶). تاکنون پژوهش‌های زیادی در مورد وضعیت خشکسالی بررسی شده‌اند، که در این مقاله به بعضی از آن‌ها اشاره می‌شود. رولت و ریچارد (۲۰۰۳) در مطالعه‌ای تحت عنوان «شدت و گسترش مکانی خشکسالی در آفریقای جنوبی»، در مقیاس‌های زمانی مختلف، گسترش مکانی و شدت خشکسالی جنوب آفریقا را با استفاده از شاخص SPI در بازه‌های زمانی سه، شش و دوازده ماهه بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که این شاخص ابزاری مناسب برای پیش‌گسترش مکانی و شدت خشکسالی در جنوب آفریقا است (Rouault and Richard 2003). عدنان و همکاران (۲۰۱۸) در مطالعه‌ای با استفاده از داده‌های ۵۸

ایستگاه مختلف در کشور پاکستان برای بازه زمانی ۱۹۵۱ تا ۲۰۱۴، عملکرد ۱۵ شاخص مختلف خشکسالی را مورد ارزیابی قرار دادند؛ نتایج نشان دهنده عملکرد خوب شاخص SPI پایش خشکسالی در کشور پاکستان در مقایسه با سایر شاخص‌های مورد بررسی بود (Adnan et al. 2018). کاتیپوگلو و همکاران (۲۰۲۰) طی مطالعه‌ای مزایا و معایب پنج شاخص، SPI، ZSI، RAI، SPEI و RDI را در پایش خشکسالی ترکیه مورد بررسی قرار دادند. بازه زمانی مورد استفاده از سال ۱۹۶۶ تا ۲۰۱۷ و دوره‌های زمانی محاسبه شده، ماهانه، سه ماهه و دوازده ماهه بودند. بر اساس نتایج الگوهای خشکسالی پایش شده با دو شاخص SPI و ZSI مشابه و دو شاخص RDI و SPEI نیز شبیه به یکدیگر بودند (Katipoğlu, Acar, and Şengül 2020). مرید و همکاران (۱۳۸۳) در مطالعه‌ای تحت عنوان «طراحی سیستم پایش خشکسالی برای استان تهران»، به پایش خشکسالی این استان با استفاده از شاخص‌های EDI، PNI، SPI، CZI، MCZI پرداختند و به این نتیجه رسیدند که شاخص‌های SPI و EDI نسبت به شاخص‌های دیگر برتری دارند (مرید و همکاران، ۱۳۸۳). وفاخواه و رجبی (۱۳۸۴) در مطالعه‌ای تحت عنوان «کارآیی شاخص‌های خشکسالی هواشناسی»، برای پایش و ارزیابی خشکسالی‌های حوزه آبخیز دریاچه‌های بختگان، طشک و مهارلو، شاخص‌های ZSI، DPI، PNI و RAI حوزه آبخیز ذکر شده را مورد ارزیابی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که شاخص‌های دهک‌های بارندگی و درصد نرمال کارآیی بیشتری نسبت به سایر شاخص‌ها دارند (وفاخواه و رجبی، ۱۳۸۴). بازیار و اسماعیل پور (۱۳۹۳) در مطالعه‌ای با عنوان «پایش خشکسالی در ایستگاه سینوپتیک بندرعباس»، با استفاده از DIP به بررسی وضعیت خشکسالی بندرعباس با نرم افزار DIP در یک بازه زمانی سی ساله، از سال ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۰، پرداختند و به این نتیجه رسیدند که بیشتر شاخص‌ها (ZSI، SPI، PNI،

CZI ، ZSI) پرداخته‌ایم.

منطقه مورد مطالعه

شیراز با مساحت ۱۰۴۴ کیلومترمربع ۸/۵ درصد کل مساحت استان فارس را به خود اختصاص داده است. این شهر در مختصات جغرافیایی ۵۳ درجه و ۳۷ دقیقه طول شرقی و ۲۹ درجه و ۵۷ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است. متوسط بارندگی حدود ۳۳۵ میلی‌متر و متوسط درجه حرارت سالانه آن نیز حدود ۱۸ درجه سانتی‌گراد است (بابازاده و همکاران، ۱۳۹۱). شکل ۱ موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل ۱ موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

مواد و روش‌ها

در ابتدا ایستگاه هواشناسی مناسب در منطقه مورد مطالعه انتخاب گردید. در این مقاله داده‌های بارندگی ایستگاه سینوپتیک شیراز، که مربوط به سازمان

MCZI و ZSI) به وقوع حداکثر پنج خشکسالی بسیار شدید اتفاق نظر داشتند (بازیار و اسماعیل پور، ۱۳۹۳). میریعقوب‌زاده و همکاران (۱۳۹۷) در مطالعه‌ای با عنوان «پایش خشکسالی در حوزه آبخیز زرینه‌رود»، با استفاده از شاخص‌های خشکسالی PNI و SPI به پایش خشکسالی این حوزه، در یک بازه زمانی ۲۵ ساله پرداختند و به این نتیجه رسیدند که عملکرد شاخص SPI نسبت به شاخص PNI دقیق‌تر بوده است و کارایی بهتری دارد (میریعیقوب‌زاده و همکاران، ۱۳۹۷). علیقلی‌نیا و همکاران (۱۳۹۸) در مطالعه‌ای تحت عنوان «ارزیابی و مقایسه شاخص‌های خشکسالی استان آذربایجان غربی»، با استفاده از شاخص SPI, CZI, PNI و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به بررسی وضعیت خشکسالی استان آذربایجان غربی، با استفاده از شاخص‌های SPI, CZI, PNI پرداختند و به این رسیدند که این شاخص‌ها در مورد خشکسالی‌های ضعیف تا متوسط نتایج و کارایی تقریباً یکسانی را نشان می‌دهند (علیقلی‌نیا و همکاران، ۱۳۹۸). برزکار (۱۳۹۹) در مطالعه‌ای تحت عنوان «بررسی خشکسالی در شهرستان کرمان»، با استفاده از شاخص SPI در یک دوره آماری ۵۸ ساله، از ۱۹۵۷ تا ۲۰۱۴، به بررسی خشکسالی در این شهرستان پرداختند؛ نتایج این مطالعه نشان داد که در سال‌های ۱۹۵۸، ۱۹۸۷، ۱۹۹۰، ۲۰۰۰، ۲۰۰۲، ۲۰۱۰ خشکسالی اتفاق افتاده است و سال‌های ۱۹۵۷، ۱۹۶۰، ۱۹۷۴، ۱۹۸۴، ۱۹۹۲ سال‌های ترسالی هستند و در بقیه سال‌ها شرایط نرمال حاکم است. سال‌های ۱۹۶۶ و ۱۹۸۷ و ۲۰۱۰ خشک سالی بسیار شدید را تجربه کردند که حاکی از خشکسالی فراگیر در منطقه است (برزکار، ۱۳۹۹). پایش خشکسالی به عنوان نخستین گام در کاهش آسیب‌های خشکسالی محسوب می‌شود؛ از این‌رو ارزیابی کمی و دقیق وضعیت خشکسالی در یک منطقه عامل مهمی در مدیریت منابع آب محسوب می‌گردد. بنابراین با توجه با اهمیت جغرافیایی، اقلیمی و کشاورزی شیراز به بررسی وضعیت خشکسالی در بازه زمانی ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۹ با استفاده از نرم افزار DIP (شاخص‌های SPI, PNI

هواشناسی استان فارس هستند، مورد استفاده قرار گرفت. طول دوره آماری از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۹ بوده است. سپس با استفاده از نرم افزار DIP، وضعیت خشکسالی شیراز از طریق شاخص‌های ارزیابی ZSI, SPI, PNI و CZI محاسبه گردید.

شاخص PNI

این شاخص از جمله ساده‌ترین شاخص‌ها برای ارزیابی خشکسالی است. از تقسیم میزان بارندگی رخ داده بر مقدار بارندگی نرمال به دست می‌آید و برحسب درصد بیان می‌شود. این شاخص برای دوره‌های زمانی ماهانه، فصلی و سالانه محاسبه می‌شود و از رابطه (۱) بدست می‌آید (فرج‌زاده، ۱۳۸۴).

(۱)

$$PNI = \frac{P_i}{P^-}$$

که در آن P_i بارندگی ماه i و P^- میانگین بلندمدت همان ماه هستند. طبقه‌بندی این شاخص در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱ طبقه‌بندی شاخص PNI (فرج‌زاده، ۱۳۸۴)

وضعیت خشکسالی	شاخص PNI
نرمال	$0.80 <$
خشکسالی جزئی	0.70 تا 0.80
خشکسالی متوسط	0.55 تا 0.70
خشکسالی شدید	0.40 تا 0.55
خشکسالی بسیار شدید	$0.40 >$

شاخص SPI

از معمول‌ترین شاخص‌هایی است که برای ارزیابی چگونگی رخداد بارش و کمی سازی آن استفاده می‌شود. این شاخص برای اقلیم‌های خشک و مرطوب قابل استفاده است و نتایج آن برای دوره‌های مورد نظر قابل مقایسه است. که از رابطه (۲) بدست می‌آید (علیزاده، ۱۳۸۷).

(۲)

$$SPI = \frac{P_i - P^-}{SD}$$

که در این رابطه SPI شاخص استاندارد بارش، P_i معادل بارش سال به میلی‌متر، P^- میانگین بارش بلندمدت ایستگاه و SD انحراف معیار بارش هستند (علیزاده، ۱۳۸۷). طبقه‌بندی وضعیت خشکسالی شاخص SPI در جدول ۲ نمایش داده شده است.

جدول ۲ طبقه‌بندی شاخص SPI (علیزاده، ۱۳۸۷)

وضعیت خشکسالی	شاخص SPI
فرا مرطوب	$2 <$
خیلی مرطوب	$1/99$ تا $1/5$
نسبتاً مرطوب	$1/99$ تا 1
نزدیک به نرمال	$0/99$ تا $-0/99$
خشکسالی ملایم	-1 تا $-1/49$
خشکسالی شدید	$-1/5$ تا $-1/99$
خشکسالی بسیار شدید	$-2 >$

شاخص ZSI

رابطه (۳) برای محاسبه شاخص به نقل از (مرید و همکاران، ۱۳۸۳) قابل استفاده است:

(۳)

$$ZSI = \frac{X_i - X^-}{S}$$

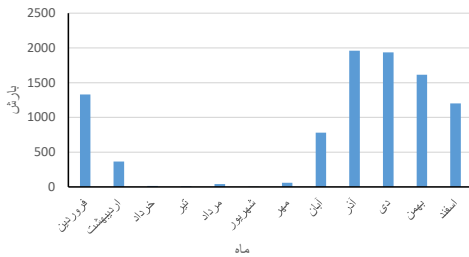
که در آن Z استاندارد بارش یا متغییر استاندارد شده، X_i میانگین ماهانه بارش، X^- میانگین بارش کل دوره، S انحراف از معیار در هر مقیاس زمانی هستند. در جدول ۳ طبقه‌بندی خشکسالی براساس شاخص ZSI نشان داده شده است.

جدول ۳ طبقه‌بندی شاخص ZSI (مرید و همکاران، ۱۳۸۳)

وضعیت خشکسالی	شاخص ZSI
ضعیف	$0/25$ تا $-0/25$
متوسط	$-0/25$ تا $-0/52$
شدید	$-0/52$ تا $-0/84$
بسیار شدید	$-0/84$ تا $-1/28$

شاخص CZI

شاخص CZI براساس تبدیل ریشه سوم ویلسون-هیلفرتی شکل گرفته است. با این فرض که داده‌های بارندگی از توزیع پیرسون نوع سه



شکل ۳ بارندگی ماهانه در بازه زمانی ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۹

شاخص‌های مورد نظر با استفاده از داده‌های بارندگی مربوط به شیراز برای بازه زمانی ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۹ محاسبه گردید و نتایج آن در جدول ۴ و شکل‌های ۴، ۵، ۶ و ۷ ارائه شده است.

شاخص PNI در سال ۱۳۸۷ با مقدار ۳۲/۵۶ در وضعیت خشکسالی بسیار شدید قرار دارد. سال‌های ۱۳۷۲ و ۱۳۹۶ با مقادیر ۴۹/۷۶ و ۵۶/۳۶ وضعیت خشکسالی شدید دارند. سال‌های ۱۳۷۵، ۱۳۷۸، ۱۳۸۱ به ترتیب با مقادیر ۶۵/۱۲، ۶۲/۷۴، ۶۸/۱۲ دارای وضعیت خشکسالی متوسط هستند. سال‌های ۱۳۷۹، ۱۳۸۶، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۳ با مقادیر ۷۵/۵۶، ۷۱/۵۳، ۷۷/۱ و ۷۷/۴ در وضعیت خشکسالی جزئی قرار دارند. شاخص SIP در سال ۱۳۸۷ با مقدار ۲/۲۷- دارای وضعیت خشکسالی شدید است. سال‌های ۱۳۷۲ و ۱۳۹۶ با مقادیر ۱/۴۹- و ۱/۳- در وضعیت نسبتاً خشکسالی هستند. شاخص ZSI در ۱۳۸۷ با مقدار ۱/۶۶- دارای وضعیت خشکسالی شدید است. در سال‌های ۱۳۷۲ و ۱۳۹۶ با مقادیر ۱/۲۶- و ۱/۱۴- وضعیت نسبتاً خشکسالی حاکم است. شاخص CZI در سال ۱۳۸۷ با مقدار ۲/۰۸- دارای وضعیت خشکسالی شدید است. در سال‌های ۱۳۷۲ و ۱۳۹۶ با مقادیر ۱/۴- و ۱/۲۳- وضعیت نسبتاً خشکسالی حاکم است.

همبستگی و مطابقت بالای بین شاخص‌های PNI، SPI، ZSI و CZI بیانگر این موضوع است که شاخص‌ها در سال‌های ترسالی و خشکسالی مشابه هستند. با توجه به شاخص PNI در سال ۱۳۸۷ خشکسالی بسیار شدید بر شهر شیراز حاکم بوده است.

تبعیت می‌کند. شاخص CZI از رابطه‌های ۴، ۵ و ۶ محاسبه می‌شود (کریمی و همکاران، ۱۳۹۰).

$$(4)$$

$$\left(\frac{C_s}{r} \varphi + 1\right)^{\frac{1}{r}} - \frac{e}{Z_s} + \frac{C_s}{e}$$

$$(5)$$

$$CZI = \frac{e}{C_s i}$$

$$C_s = \frac{\sum_{j=1}^n (X_j - X^-)^r}{Z \times \sigma^r}$$

$$(6)$$

$$\varphi_j = \frac{X_j - X^-}{\sigma}$$

که در آن‌ها:

J: ماه مورد نظر

CS: ضریب چولگی

φ: متغییر استاندارد

X: بارندگی ماه J

X: میانگین بارندگی ماهانه

n: تعداد کل ماه‌ها در طول دوره آماری

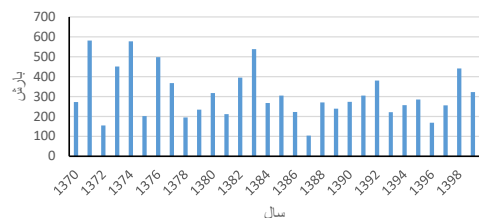
σ²: واریانس داده‌های بارندگی ماهانه

σ: انحراف داده‌های بارندگی ماهانه

طبقه‌بندی مقادیر شاخص CZI همانند شاخص SPI است (کریمی و همکاران، ۱۳۹۰).

یافته‌ها

در این مقاله، آمار بارش ایستگاه سینوپتیک شیراز برای بازه زمانی ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۹ در شکل‌های ۲ و ۳ نشان می‌دهد که بیش‌ترین مقدار بارش مربوط به سال‌های ۱۳۷۱، ۱۳۷۴ و ۱۳۸۶ است. و سال‌های ۱۳۷۲، ۱۳۸۷ و ۱۳۹۶ کم‌ترین مقدار بارش را دارند که نشان از وجود خشکسالی است. بارش‌ها از ماه‌های خرداد تا مهر قطع شده و آغاز بارش از ماه آبان است.



شکل ۲ بارنگی سالانه در بازه زمانی ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۹

از طرف دیگر انطباق شاخص‌های ZSI, SPI, CZI و SPI حاکی از آن است که این شاخص‌ها دارای مشابهت هستند. نتایج همچنین نشان داد که شاخص‌های ZSI, SPI, PNI در شناسایی

خشکسالی‌ها در یک جایگاه قرار می‌گیرند؛ به طوری که در سال‌های ۱۳۷۲، ۱۳۸۷ و ۱۳۹۶ خشکسالی مشاهده شده است.

جدول ۴ طبقه‌بندی خشکسالی شیراز با استفاده از شاخص‌های SPI, PNI, CZI و ZSI

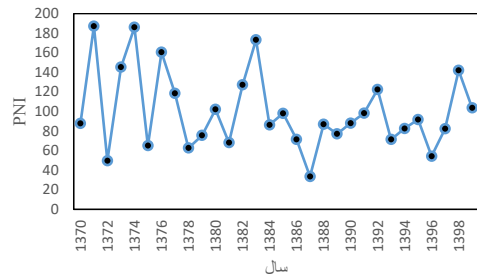
سال	شاخص PNI	وضعیت خشکسالی PNI	شاخص SPI	وضعیت خشکسالی SPI	شاخص ZSI	وضعیت خشکسالی ZSI	شاخص CZI	وضعیت خشکسالی CZI
۱۳۷۰	۸۷/۷۷	نرمال	-۰/۲	نزدیک نرمال	-۰/۳۱	نزدیک نرمال	-۰/۲	نزدیک نرمال
۱۳۷۱	۱۸۷/۱۱	نرمال	۱/۹۴	خیلی مرطوب	۲/۱۸	خیلی مرطوب	۱/۹	خیلی مرطوب
۱۳۷۲	۴۹/۷۶	خشکسالی شدید	-۱/۴۹	نسبتاً خشکسالی	-۱/۲۶	نسبتاً خشکسالی	-۱/۴	نسبتاً خشکسالی
۱۳۷۳	۱۴۵/۳۱	نرمال	۱/۱۶	نسبتاً مرطوب	۱/۱۴	نسبتاً مرطوب	۱/۱۳	نسبتاً مرطوب
۱۳۷۴	۱۸۶/۰۲	نرمال	۱/۹۲	خیلی مرطوب	۲/۱۶	خیلی مرطوب	۱/۸۸	خیلی مرطوب
۱۳۷۵	۶۵/۱۲	خشکسالی متوسط	-۰/۹۱	نزدیک نرمال	-۰/۸۷	نزدیک نرمال	-۰/۸۷	نزدیک نرمال
۱۳۷۶	۱۶۰/۵۲	نرمال	۱/۴۶	نسبتاً مرطوب	۱/۵۲	خیلی مرطوب	۱/۴۲	نسبتاً مرطوب
۱۳۷۷	۱۱۸/۵۲	نرمال	۰/۵۸	نزدیک نرمال	۰/۴۶	نزدیک نرمال	۰/۵۶	نزدیک نرمال
۱۳۷۸	۶۲/۷۴	خشکسالی متوسط	-۰/۹۹	نزدیک نرمال	-۰/۹۳	نزدیک نرمال	-۰/۹۴	نزدیک نرمال
۱۳۷۹	۷۵/۵۶	خشکسالی جزئی	-۰/۵۶	نزدیک نرمال	-۰/۶۱	نزدیک نرمال	-۰/۵۴	نزدیک نرمال
۱۳۸۰	۱۰۲/۱۹	نرمال	۰/۱۸	نزدیک نرمال	۰/۰۵	نزدیک نرمال	۰/۱۸	نزدیک نرمال
۱۳۸۱	۶۸/۱۲	خشکسالی متوسط	-۰/۸۱	نزدیک نرمال	-۰/۸	نزدیک نرمال	-۰/۷۷	نزدیک نرمال
۱۳۸۲	۱۲۷/۱۵	نرمال	۰/۷۸	نزدیک نرمال	۰/۶۸	نزدیک نرمال	۰/۷۵	نزدیک نرمال
۱۳۸۳	۱۷۳/۳۳	نرمال	۱/۷	خیلی مرطوب	۱/۸۴	خیلی مرطوب	۱/۶۶	خیلی مرطوب
۱۳۸۴	۸۶/۳۱	نرمال	-۰/۲۴	نزدیک نرمال	-۰/۳۴	نزدیک نرمال	-۰/۲۴	نزدیک نرمال
۱۳۸۵	۹۸/۱۶	نرمال	۰/۰۸	نزدیک نرمال	-۰/۰۵	نزدیک نرمال	۰/۰۷	نزدیک نرمال
۱۳۸۶	۷۱/۵۲	خشکسالی جزئی	-۰/۶۹	نزدیک نرمال	-۰/۷۱	نزدیک نرمال	-۰/۶۶	نزدیک نرمال
۱۳۸۷	۳۳/۵۶	خشکسالی بسیار شدید	-۲/۲۷	خشکسالی شدید	-۱/۶۶	خشکسالی شدید	-۲/۰۸	خشکسالی شدید
۱۳۸۸	۸۷/۰۵	نرمال	-۰/۲۲	نزدیک نرمال	-۰/۳۲	نزدیک نرمال	-۰/۲۲	نزدیک نرمال
۱۳۸۹	۷۷/۱	خشکسالی جزئی	-۰/۵۲	نزدیک نرمال	-۰/۵۷	نزدیک نرمال	-۰/۵	نزدیک نرمال
۱۳۹۰	۸۸/۱۱	نرمال	-۰/۱۹	نزدیک نرمال	-۰/۳	نزدیک نرمال	-۰/۱۹	نزدیک نرمال
۱۳۹۱	۹۸/۱۹	نرمال	۰/۰۸	نزدیک نرمال	-۰/۰۵	نزدیک نرمال	۰/۰۸	نزدیک نرمال
۱۳۹۲	۱۲۲/۵۴	نرمال	۰/۶۷	نزدیک نرمال	۰/۵۶	نزدیک نرمال	۰/۶۵	نزدیک نرمال
۱۳۹۳	۷۱/۴	خشکسالی جزئی	-۰/۷	نزدیک نرمال	-۰/۷۲	نزدیک نرمال	-۰/۶۷	نزدیک نرمال
۱۳۹۴	۸۲/۶۱	نرمال	-۰/۳۵	نزدیک نرمال	-۰/۴۴	نزدیک نرمال	-۰/۳۴	نزدیک نرمال
۱۳۹۵	۹۱/۸۲	نرمال	-۰/۰۹	نزدیک نرمال	-۰/۲۱	نزدیک نرمال	-۰/۰۹	نزدیک نرمال
۱۳۹۶	۵۴/۳۶	خشکسالی شدید	-۱/۳	نسبتاً خشکسالی	-۱/۱۴	نسبتاً خشکسالی	-۱/۲۳	نسبتاً خشکسالی
۱۳۹۷	۸۲/۳۲	نرمال	-۰/۳۶	نزدیک نرمال	-۰/۴۴	نزدیک نرمال	-۰/۳۵	نزدیک نرمال
۱۳۹۸	۱۴۲/۰۶	نرمال	-۱/۰۹	نسبتاً مرطوب	۱/۰۵	نسبتاً مرطوب	-۱/۰۶	نسبتاً مرطوب
۱۳۹۹	۱۰۳/۷	نرمال	۰/۲۲	نزدیک نرمال	۰/۰۹	نزدیک نرمال	۰/۲۱	نزدیک نرمال

بحث و نتیجه گیری

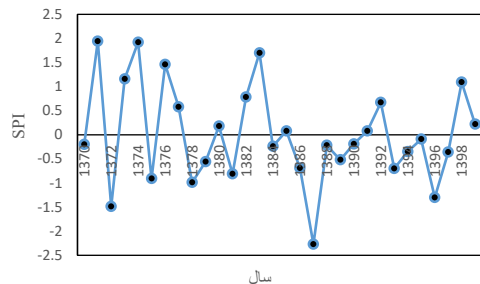
خشکسالی می‌تواند نشان دهنده ناهنجاری اقلیمی باشد؛ که می‌تواند ناشی از کمبود بارش، توزیع نامنظم بارش، افزایش نیاز آبی و یا ترکیبی از عوامل باشد. خشکسالی پدیده‌ای است که اثرات خود را در بلندمدت نشان می‌دهد و خسارات فراوانی را به‌جا می‌گذارد، اما وسعت و اثرات آن به نسبت شدت و موقعیت جغرافیایی متفاوت است. در این مقاله به منظور بررسی خشکسالی شیراز، داده‌های بارندگی سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۹ و شاخص‌های خشکسالی PNI, SPI, ZSI و CZI با استفاده از نرم افزار DIP مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد که SPI، ZSI و CZI در سال‌های ۱۳۷۲، ۱۳۸۷، ۱۳۹۶ با مقادیر نزدیک به هم وضعیت خشکسالی یکسانی دارند و خشکسالی مشاهده می‌شود. شاخص PNI نیز در سال‌های ۱۳۷۲، ۱۳۷۵، ۱۳۷۸، ۱۳۷۹، ۱۳۸۱، ۱۳۸۶، ۱۳۸۷، ۱۳۸۹، ۱۳۹۳ و ۱۳۹۶ وضعیت خشکسالی را نشان می‌دهد. به‌طور کلی همه شاخص‌ها وضعیت خشکسالی یکسانی دارند.

منابع

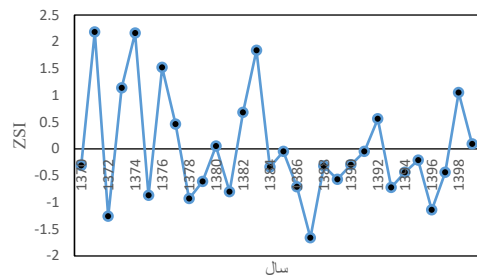
۱. بازاراده، ح، شمس نیا، ا، بوستانی، ف، نوروزی اقدم، ا، خدادادی دهکردی، د. ۱۳۹۱، بررسی خشکسالی، ترسالی و پیش‌بینی پارامترهای اقلیمی بارش و درجه حرارت منطقه شیراز با استفاده از روش‌های استوکستیک، نشریه علمی-پژوهشی جغرافیا و برنامه ریزی (دانشکده علوم محیطی و معماری)، دوره ۱۶، شماره ۴۱، صص ۲۳ تا ۴۷.
۲. بازیار، ع، طهماسبی پور، ن. ۱۳۹۳، پایش خشکسالی در ایستگاه سینوپتیک بندرعباس با استفاده از DIP، اولین کنفرانس ملی جغرافیا، گردشگری، منابع طبیعی و توسعه پایدار، ۳۰ بهمن ۱۳۹۳.
۳. بایزیدی، م. ۱۳۹۷. ارزیابی خشکسالی



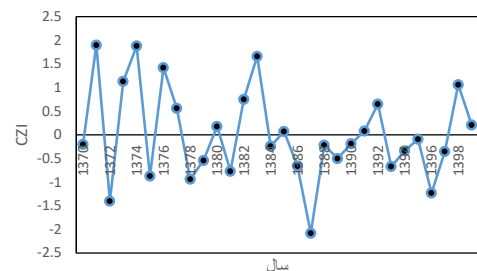
شکل ۴ شاخص PNI شیراز در بازه زمانی ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۹



شکل ۵ شاخص SPI شیراز در بازه زمانی ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۹



شکل ۶ شاخص ZSI شیراز در بازه زمانی ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۹



شکل ۷ شاخص CZI شیراز در بازه زمانی ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۹

ایستگاه‌های سینوپتیک غرب کشور با استفاده روش هرست و مدل عصبی-فازی تطبیقی، تحقیقات منابع آب ایران، دوره ۱۴، شماره ۱، صص ۲۷۸ تا ۲۸۴.

۴. برزکار، ع. ۱۳۹۹، بررسی خشکسالی در شهرستان کرمان با استفاده از شاخص SPI، هفتمین کنفرانس ملی فناوری‌های نوین در مهندسی عمران، معماری و شهرسازی.

۵. علیزاده، ا. ۱۳۸۷، اصول هیدرولوژی کاربردی، مشهد: انتشارات آستان قدس رضوی.

۶. علیقلی‌نیا، ت، رسولی مجد، ن، هزارجریبی، ا. ۱۳۹۸، ارزیابی و مقایسه شاخص‌های خشکسالی استان آذربایجان غربی با استفاده از شاخص SPI, CZI, PNI و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، فصلنامه علوم و مهندسی آبیاری، دوره: ۴۲، شماره: ۱.

۷. فرج‌زاده، م. ۱۳۸۴، خشکسالی از مفهوم تا راهکار، سازمان دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح.

۸. کریمی، و، حبیب‌نژاد روشن، م، آبکار، ع. ۱۳۹۰، بررسی شاخص‌های خشکسالی هواشناسی در ایستگاه‌های سینوپتیک مازندران، نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران، دوره ۲، شماره ۱، صص ۱۵-۲۵.

۹. مرید، س، قائمی، ه، مقدسی، م، پایمزد، ش. ۱۳۸۳، طراحی سیستم پایش خشکسالی برای استان تهران، طرح تحقیقاتی، وزارت نیرو.

۱۰. میریعقوب‌زاده، ح، خسروی، ا، ذبیحی، م، میکایلی، و. ۱۳۹۷، پایش خشکسالی در حوزه

آبخیز زرینه رود با استفاده از شاخص‌های خشکسالی PNPI و SPI، دومین کنفرانس ملی آب و هواشناسی ایران.

۱۱. وفاخواه، م. رجبی، م. ۱۳۸۴، کارایی نمایه‌های خشکسالی هواشناسی برای پایش و ارزیابی خشکسالی‌های حوزه آبخیز دریاچه‌های بختگان، طشک و مهارلو. مجله بیابان، جلد ۲۹، شماره ۱، صص ۳۶۹ تا ۳۸۳.

12. ADNAN, SHAHZADA, KALIM ULLAH, LI SHUANGLIN, SHOUTING GAO, AZMAT HAYAT KHAN, AND RASHED MAHMOOD. 2018. 'COMPARISON OF VARIOUS DROUGHT INDICES TO MONITOR DROUGHT STATUS IN PAKISTAN', CLIMATE DYNAMICS, 51: 1885-99.

13. FALZOI, SIMONE, EMILY GLEESON, KEITH LAMBKIN, JESKO ZIMMERMANN, RICHAR MARWAHA, ROBERT O'HARA, STUART GREEN, AND SIMONA FRATIANNI. 2019. 'ANALYSIS OF THE SEVERE DROUGHT IN IRELAND IN 2018', WEATHER, 74: 368-73.

14. KATIPOĞLU, OKAN MERT, REŞAT ACAR, AND SELİM ŞENGÜL. 2020. 'COMPARISON OF METEOROLOGICAL INDICES FOR DROUGHT MONITORING AND EVALUATING: A CASE STUDY FROM EUHRATES BASIN, TURKEY', JOURNAL OF WATER AND CLIMATE CHANGE, 11: 29-43.

15. ROUAULT, MATHIEU, AND YVES RICHARD. 2003. 'INTENSITY AND SPATIAL EXTENSION OF DROUGHT IN SOUTH AFRICA AT DIFFERENT TIME SCALES', WATER SA, 29: 489-500.

16. SHAH, RAVI, NITIN BHARADIYA, AND VIVEK MANEKAR. 2015. 'DROUGHT INDEX COMPUTATION USING STANDARDIZED PRECIPITATION INDEX (SPI) METHOD FOR SURAT DISTRICT, GUJARAT', AQUATIC PROCEDIA, 4: 1243-49.