

بررسی تغییرات خشکسالی هواشناسی در کشور ایران با استفاده از داده‌های ماهواره CHPRIS

هادی اسکندری دامنه^۱، حامد اسکندری دامنه^۲، حسن خسروی^۳، شهرام خلیلی سیگارودی^۴

(۱) پژوهشگر پسا دکتری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران (Hadi.eskandari@ut.ac.ir)

(۲) پژوهشگر پسا دکتری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران (Hamed.eskandari@ut.ac.ir)

(۳) *دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران (Hakhosravi@ut.ac.ir)

(۴) دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران (khalighi@ut.ac.ir)

چکیده

هدف مطالعه حاضر بررسی روند تغییرات متوسط بارندگی و خشکسالی سالانه در بازه زمانی ۱۹۸۱ تا ۲۰۲۲ با استفاده از داده‌های پایگاه CHIRPS می‌باشد. بررسی روند تغییرات بارندگی نشان دهنده روند کاهشی بارندگی در این بازه زمانی ۴۱ بوده که به مقدار این متوسط در سال ۱۹۸۱ حدود ۲۴۰ میلی‌متر می‌باشد، این در حالی است مقدار متوسط این پارامتر در سال ۲۰۲۰ حدود ۲۰۰ میلی‌متر گزارش گردید. بررسی کلاس‌های خشکسالی نشان داد که کلاس‌های خشکسالی متوسط و نزدیک به نرمال افزایشی بوده؛ این در حالی است که کلاس‌های مرطوب متوسط و خیلی مرطوب و خیلی خیلی مرطوب در این بازه زمانی کاهشی است. از آنجایی این تحقیق خشکسالی را در مبنا پیکسل برای کل کشور ایران بیان می‌نماید؛ از این رو با استفاده اطلاعات این مطالعه می‌توان روند تغییرات بارندگی و خشکسالی را در بازه زمانی طولانی مورد بررسی قرار داد و تمهیدات لازم را در برخورد با این پدیده انجام داد. **واژگان کلیدی:** بارندگی، پایش خشکسالی، مناطق خشک، تغییرات اقلیمی

۱-مقدمه

خشکسالی از جمله مخاطرات طبیعی است که منجر به بی‌نظمی در سیستم‌های اکولوژیک و یا نابودی شرایط فیزیکی و محیطی آن می‌گردد و در ده‌های اخیر از جمله زیان بارترین حوادث طبیعی می‌باشد که جمعیت‌های انسانی را تحت تأثیر قرار داده است [۱]. این پدیده طبیعی و تکرار شونده ممکن است در هر اقلیمی رخ دهد [۲ و ۳]. برای پایش و ارزیابی خشکسالی شاخص‌های متعددی ارائه شده است که هر یک از این شاخص‌ها بر اساس به کارگیری متغیرهای ورودی برای محاسبه و روش محاسباتی آن، متفاوت می‌باشند [۴ و ۵]. خشکسالی هواشناسی زمانی روی می‌دهد که بارندگی سالانه و یا هر بازه زمانی معین، به‌طور محسوس کمتر از میانگین درازمدت آن بازه زمانی باشد [۶]. ادامه خشکسالی هواشناسی و تداوم آن سبب بروز خشکسالی هیدرولوژیکی می‌شود که در این نوع خشکسالی، سطح آب رودخانه‌ها، مخازن آب، دریاچه‌ها و آب‌های زیرزمینی به پایین‌تر از میانگین درازمدت خود افت پیدا می‌کند. بنابراین مدیریت منابع آبی در همه مناطق در معرض خشکسالی از جمله در کشور ایران که قسمت اعظم آن خشک و نیمه‌خشک است، امری ضروری و غیرقابل اجتناب است [۷]. و نیاز مبرم به پایش و ارزیابی دقیق آن در این مناطق می‌باشد، به طوری که به منظور پایش و ارزیابی دقیق از گسترش پدیده خشکسالی، بایستی اطلاعات درست و قابل اعتمادی از توزیع مکانی و زمانی پارامترهای هواشناسی، هیدرولوژیکی و متغیرهای سطحی وجود داشته باشد. داده‌های به دست

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

آمده از تکنیک‌های سنجش از دور دارای پتانسیل لازم در این زمینه می‌باشد. از این رو هدف از این مقاله بررسی توان اطلاعات سنجش از راه دوری در تغییرات رخ داده در مورد خشک‌سالی در بازه زمانی ۱۹۸۱ تا ۲۰۲۲ با استفاده از داده‌های سنجش از راه دوری پایگاه CHIRPS می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۱-۲. داده‌های بارندگی از پایگاه داده CHIRPS

در این مطالعه برای محاسبه متوسط بارندگی سالانه از داده‌های رستری پایگاه داده CHIRPS در بازه زمانی ۱۹۸۱-۲۰۲۲ استفاده شد. این پایگاه داده از ژانویه سال ۱۹۹۱ تا حال حاضر با استفاده از ترکیب داده‌های بارش مستخرج از ماهواره‌های هواشناسی مادون قرمز سنجنده بارشی با داده‌های مشاهداتی ایستگاه‌های هواشناسی و همچنین با استفاده از الگوریتم‌های پیچیده درونیابی در سطح کره زمین تولید می‌کند. این داده‌ها با قدرت تفکیک ۰/۵ درجه برای مناطق بین دو عرض جغرافیایی ۵۰ درجه شمالی و ۵۰ درجه جنوبی به صورت ماهانه و روزانه در دسترس قرار داده است [۸].

۲-۲. شاخص بارش استاندارد شده (SPI)

برای محاسبه خشکسالی در این تحقیق از شاخص بارش استاندارد شده (SPI) استفاده شد. این شاخص بر مبنای احتمال تجمعی بارش در ایستگاه عمل می‌کند که پس از استخراج داده‌های بارش در مقیاس ماهانه طی یک دوره آماری (حداقل ۳۰ سال) دوره زمانی مجموع بارش در مقیاس‌های مورد نظر تشکیل می‌شود [۹]. این شاخص بر مبنای توزیع گاما قرار دارد [۱۰]. که بر اساس تفاوت بارش از میانگین برای یک مقیاس زمانی مشخص و سپس تقسیم آن بر انحراف معیار بدست آمد (رابطه ۱).

$$SPI_{ik} = \frac{P_{ik} - \bar{P}_k}{S_k} \quad i = 1, 2, \dots, k = 1, 2, 3, 4, 5, 6 \quad (1)$$

S_k و $\bar{P}_k$ به ترتیب میانگین بارش تجمعی و انحراف معیار بارش تجمعی برای دوره مبنای (k) می‌باشد. جدول (۱) طبقه‌بندی حالت‌های مختلف خشکسالی را به روش SPI نشان می‌دهد. پس از محاسبه شاخص خشکسالی هواشناسی در مقیاس ۱۲ ماهه نقشه‌های خشکسالی در نرم‌افزار ARCGIS10.8 تهیه شد.

جدول (۱) - طبقه‌بندی حالت‌های خشکسالی هواشناسی به روش شاخص SPI [۱۱].

حالت	محدوده	وضعیت خشکسالی
۰	$+2 \leq SPI$	خیلی خیلی مرطوب

¹ Standardized Precipitation Index

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

خیلی مرطوب	$1.5 \leq SPI < 2$	۱
مرطوب متوسط	$1 \leq SPI < 1.5$	۲
نزدیک به نرمال	$-1 \leq SPI < +1$	۳
خشکسالی متوسط	$-1.5 \leq SPI \leq -1$	۴
خیلی خشک	$-2 \leq SPI < -1.5$	۵
خیلی خیلی خشک	$SPI < -2$	۶

۳- نتایج

بررسی روند تغییرات متوسط بارندگی سالانه با استفاده از داده‌های پایگاه داده CHIRPS در شکل ۱ آورده شده است. براساس این شکل روند تغییرات متوسط بارندگی در بازه زمانی ۱۹۸۱-۲۰۰۳ روند افزایشی بوده است که روند افزایشی در این بازه زمانی معنی‌دار نبوده است، این در حالی است روند تغییرات متوسط بارندگی در بازه زمانی ۲۰۰۳-۲۰۲۲ با شیب تغییرات $-1/74$ کاهشی بوده به طوری از مقدار متوسط سالانه $250/50$ در سال ۲۰۰۳ به حدود 200 میلی‌متر در سال ۲۰۲۲ رسیده است. بررسی روند تغییرات مکانی و زمانی خشکسالی هواشناسی در شکل ۲ آورده شده است. بررسی روند تغییرات خشکسالی هواشناسی نشان داد که در سال ۱۹۸۱ و ۲۰۲۲ کلاس‌های خشکسالی خیلی خشک، خشکسالی متوسط و نزدیک به نرمال به ترتیب در سال ۱۹۸۱ حدود $0/05$ ، $15/28$ و $80/94$ درصد بوده این در حالی است این کلاس‌ها در سال ۲۰۲۲ به ترتیب حدود صفر، $16/23$ و $82/13$ درصد از کشور را در بر گرفته‌اند؛ این در حالی است که در سال ۱۹۸۱ کلاس‌های مرطوب متوسط و خیلی مرطوب و خیلی خیلی مرطوب حدود $1/74$ ، $1/32$ و $0/71$ می‌باشد؛ این در حالی است که در سال ۲۰۲۲ این کلاس‌ها به ترتیب حدود $1/51$ ، $0/13$ و 0 درصد از سطح کشور را شامل شده‌اند. بررسی تغییرات مکانی خشکسالی هواشناسی در سال ۱۹۸۱ و ۲۰۲۲ نشان داد که خشکسالی در اکثر نقاط کشور مشاهده شده است این در حالی است که کلاس‌های مرطوب این شاخص در سال ۱۹۸۱ بیشتر در قسمت‌های جنوبی و جنوب شرقی بوده و در سال ۲۰۲۲ این کلاس‌ها بیشتر در قسمت‌های شمال شرقی و شمال غربی کشور رخ داده است.



انجمن علمی سیستم‌های
سطوح آبگیر باران ایران

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

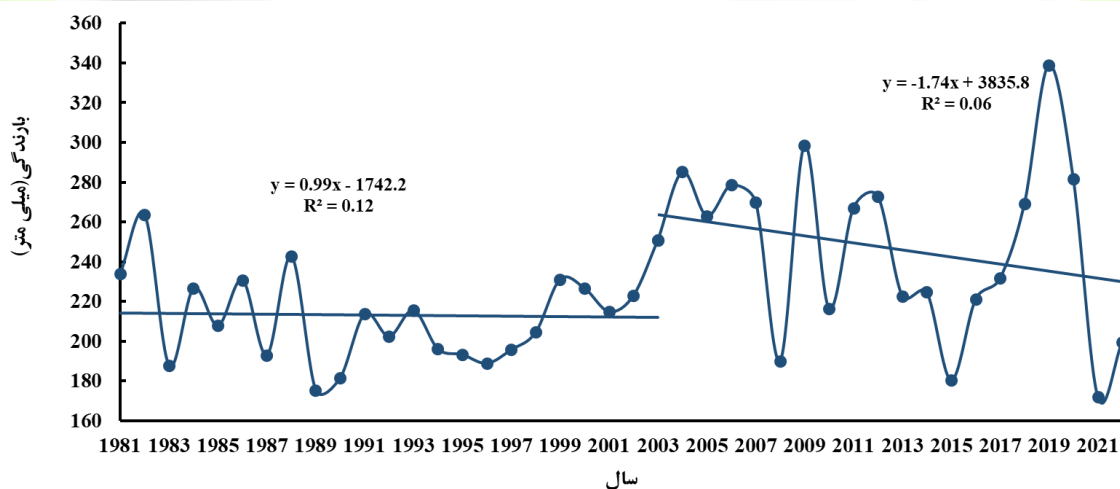
(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

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

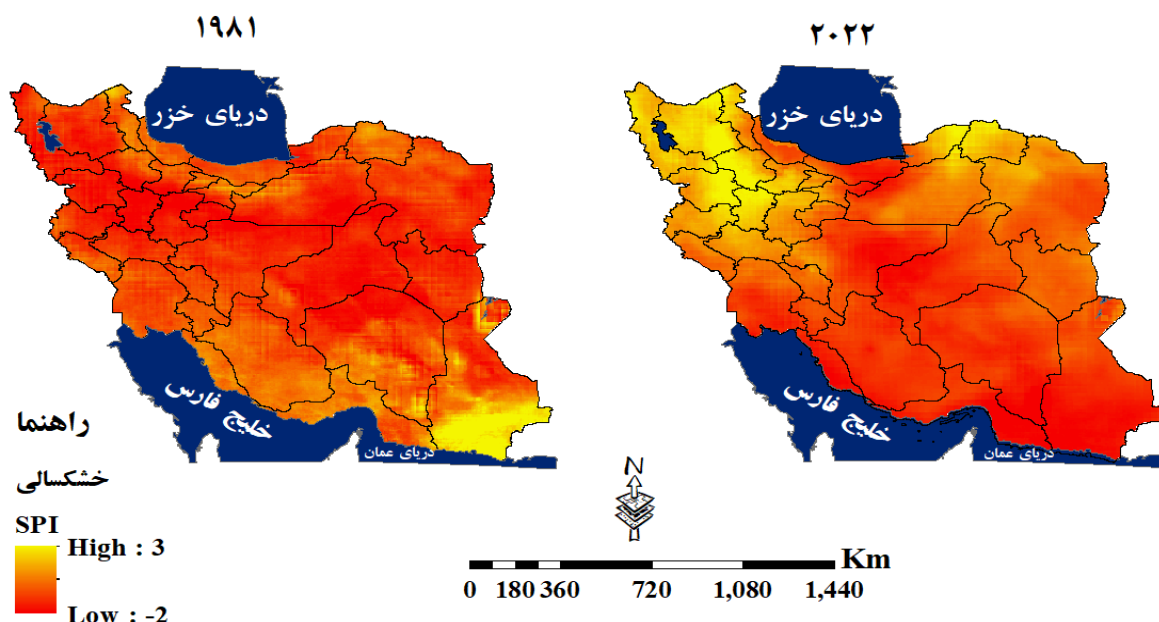
دوازدهمین همایش ملی
سامانه‌های سطوح آبگیر باران

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



شکل (۱) - روند تغییرات متوسط بارندگی سالانه ۱۹۸۱-۲۰۲۲



شکل (۲) - پهنه بندی شاخص SPI در کشور ایران در بازه زمانی ۱۹۸۱-۲۰۲۲

۴- بحث و نتیجه‌گیری

خشکسالی یکی از مخرب‌ترین پدیده‌های طبیعی است که کشاورزی، اقتصاد و اکوسیستم را ضعیف کرده و می‌تواند منجر به مرگ و میر گسترده انسان‌ها و سایر موجودات شود. اخیراً، افزایش فراوانی و شدت رویدادهای خشکسالی به دلیل تغییرات اقلیمی در سراسر جهان باعث نگرانی شده است. این تهدیدات جامعه علمی بران داشته که برای درک رویدادهای خشکسالی و بهبود استراتژی‌های پایش این پدیده به بررسی خشکسالی، روند و شدت و مدت آن به پردازند. بر این اساس هدف از مطالعه حاضر بررسی تغییرات خشکسالی هواشناسی SPI کشور ایران در بازه زمانی ۱۹۸۱ تا ۲۰۲۲ با استفاده از داده‌های ماهانه CHRIPS می‌باشد. بررسی روند تغییرات بارندگی نشان دهنده روند کاهشی بارندگی در این بازه زمانی ۴۱ میلی‌متر بوده که مقدار این متوسط در سال ۱۹۸۱ حدود ۲۴۰ میلی‌متر بوده این در حالی است مقدار این متوسط در سال ۲۰۲۰ حدود ۲۰۰ میلی‌متر گزارش شده است. قربانی و همکاران و اسکندری و همکاران [۹ و ۱۲] این روند کاهش بارندگی را در مطالعه خود تأیید کرده‌اند. بررسی کلاس‌های خشکسالی نشان داد که کلاس‌های خشکسالی متوسط و نزدیک به نرمال افزایشی بوده این در حالی است که کلاس‌های مرطوب متوسط و خیلی مرطوب و خیلی خیلی مرطوب در این بازه زمانی کاهشی است. غلامی و همکاران ۱۴۰۲ ضمن تأیید کارایی داده‌های CHRIPS در برآورد خشکسالی تأکید کردن کار با این داده‌ها در مناطق خشک به دقت بیشتری نیاز دارد. این نتایج نشان می‌دهد که بارندگی با استفاده از پایگاه داده CHRIPS در این بازه زمانی ۴۱ ساله کاهشی بوده و همچنین خشکسالی افزایشی بوده است.

۵- منابع

- [۱] مرادی، ح، ر، سپهوند، ع، خزایی، م، ۱۳۸۸، ارزیابی خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیک با استفاده از شاخص SPI اصلاح شده و SDI (مطالعه موردی: حوزه شهر خرم آباد)، پنجمین همایش علوم و مهندسی آب‌خیزداری ایران.
- [۲] Savari, M., Damaneh, H. E., & Damaneh, H. E. (2023). Effective factors to increase rural households' resilience under drought conditions in Iran. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 90, 103644.
- [۳] Savari, M., Damaneh, H. E., & Damaneh, H. E. (2023). The effect of social capital in mitigating drought impacts and improving livability of Iranian rural households. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 89, 103630.
- [۴] Nalbantis, I. 2008. Evaluation of a hydrological drought index. *Eur Water*, 23(24), 67-77.
- [۵] Nalbantis, I., and Tsakiris, G. 2009. Assessment of hydrological drought revisited. *Water Resources Management*, 23(5), 881-897.



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

[۶] شایق، ا.، سلطانی، س.، ۱۳۹۰، مقایسه شاخص‌های خشکسالی هواشناسی در استان یزد، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، سال پانزدهم، شماره ۵۷، پاییز ۱۳۹۰

[۷] Sharifan, H., Rahimi, L. (2014). Drought monitoring based on SPI index, deciles and normal. Irrigation and Drainage Association of Iran, Islamic Azad University, Khorsgan Branch, Isfahan, 6 February.

[۸] Funk, C. Peterson, P. Landsfeld, M. Et Al. The Climate Hazards Infrared Precipitation with Stations—A New Environmental Record for Monitoring Extremes. Sci Data 2, 150066 (2015)

[۹] اسکندری دامنه، ح.، زهتابیان، غ.، خسروی، ح. و آذره، ع. (۱۳۹۴). بررسی و تحلیل ارتباط زمانی و مکانی بین خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیکی در استان تهران. اطلاعات جغرافیایی، ۲۴(۹۶)، ۱۱۳-۱۲۰.

[۱۰] Tabari, H., Nikbakht, J., and Talaee, P. H. (2013). Hydrological drought assessment in Northwestern Iran based on streamflow drought index (SDI). Water resources management, 27(1), 137-151.

[۱۱] McKee, T. B., Doesken, N. J., and Kleist, J. (1995). Drought monitoring with multiple time scales. Paper presented at the Ninth Conference on Applied Climatology. American Meteorological Society, Boston

[۱۲] قربانی، ح.؛ عباسعلی، و؛ زارع پور، ه. (۱۳۸۲). تحلیل روند خشکسالی هواشناسی با استفاده از آزمون‌های من-کندال، سن و پتیت در استان اصفهان. نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی ۹(۲)، صفحه ۲۳.

Investigating meteorological drought changes in Iran using CHPRIS satellite data

Hadi Eskandari Damaneh, Hamed Eskandari Damaneh, Hassan Khosravi, Sharam Khalighi
Sigarodi

- 1) Postdoctoral Researcher, Faculty of Natural Resources, University of Tehran
(Hadi.eskandari@ut.ac.ir)
- 2) Postdoctoral Researcher, Faculty of Natural Resources, University of Tehran
(Hamed.eskandari@ut.ac.ir)
- 3) * Associate Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran
(Hakhosravi@ut.ac.ir)
- 4) Associate Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran
(khalighi@ut.ac.ir)

Abstract

The aim of the present study is to investigate the trends of average annual rainfall and drought in the period from 1981 to 2022 using data from the CHIRPS database. Investigating the trend of rainfall changes shows the decreasing trend of rainfall in this period of 41 years, the average value of this parameter in 1981 is about 240 mm, while the average value of this parameter in 2020 was reported to be around 200 mm. Examining drought classes showed that moderate and close to normal drought classes were increasing; This is while the average, very humid and very humid classes are decreasing in this time frame. since this research expresses the drought based on pixels for the entire country of Iran; Therefore, by using the information of this study, it is possible to examine the trend of changes in rainfall and drought in a long period of time and take the necessary measures to deal with this phenomenon.

Key words: Rainfall, Drought Monitoring, Dry Areas, Climate Change