

## بررسی عملکرد ترکیبی شاخص‌های سنجش از دوری در برآورد خشکسالی (منطقه مورد مطالعه: استان چهارمحال و بختیاری)

الهام بابائی<sup>۱</sup>، محمدامین اسدی<sup>۲\*</sup> ID، سید زین العابدین حسینی<sup>۳</sup>، صلاح شاهمرادی<sup>۴</sup>

۱. کارشناسی ارشد علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد
۲. استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد (نویسنده مسئول)
۳. دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد
۴. کارشناسی ارشد سنجش از دور، دانشگاه یزد

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	خشکسالی یکی از مهم‌ترین مخاطرات طبیعی است که برآورد و پایش صحیح آن تاثیر زیادی بر مدیریت و کاهش خسارت‌های ناشی از این پدیده دارد. امروزه علاوه بر شاخص‌های خشکسالی مبتنی بر داده‌های اقلیمی، شاخص‌های سنجش‌ازدوری خشکسالی نیز به‌طور گسترده به‌خصوص در مناطقی که با کمبود داده‌های اقلیمی مواجه هستند، مورد استفاده قرار می‌گیرند. با توجه به دسترسی مناسب به تصاویر ماهواره‌ای و اطلاعات قابل‌توجه ارائه‌شده توسط این تصاویر، این شاخص‌ها عملکرد نسبتاً مناسبی را ارائه می‌دهند. همچنین، شاخص‌های ترکیبی سنجش‌ازدوری شاخص‌های نسبتاً جدید و چندمتغیره‌ای هستند که برای پایش خشکسالی، تلفیقی از شاخص‌های سنجش‌ازدوری را در نظر می‌گیرند. مطالعات نشان داده است اثربخشی این شاخص‌ها می‌تواند تحت تاثیر منطقه مورد مطالعه نیز قرار گیرد. با توجه به اهمیت ارزیابی کارایی روش‌های نوین در پایش خشکسالی، عملکرد شاخص ترکیبی سنجش‌ازدور CDI با شاخص‌های سنجش‌ازدوری VCI، TCI، VHI و PCI در استان چهارمحال و بختیاری مقایسه گردید. شاخص ترکیبی از شاخص‌های VCI، TCI و PCI می‌باشد. بدین منظور مقادیر شاخص‌های یادشده با مقادیر شاخص خشکسالی اقلیمی SPI در دوره آماری ۲۰۲۰-۲۰۰۱ و با در نظر گرفتن تاخیر زمانی ۰ تا ۸ ماه از طریق محاسبه ضریب تعیین مقایسه شدند. برای هر شاخص تاخیر زمانی که بالاترین ضریب تعیین را ارائه نمود، مشخص شد. برای محاسبه SPI، از داده‌های بارش ۱۹ ایستگاه باران‌سنجی منطقه مطالعه در مقیاس‌های زمانی ۳ و ۶ ماهه استفاده شد. نتایج نشان داد شاخص ترکیبی CDI با اختلاف قابل‌توجه بیشترین تطابق را با مقادیر SPI ارائه می‌دهد. بر اساس نتایج، بالاترین ضریب تعیین برای شاخص VCI در مقیاس زمانی شش ماهه با تاخیر زمانی ۳ ماه به‌طور میانگین برابر ۰٫۳۰ می‌باشد. برای شاخص TCI، مقدار R2 میانگین برابر ۰٫۵۰، در هر دو مقیاس سه و شش ماهه و بدون تاخیر زمانی می‌باشد. R2 میانگین برای شاخص VHI در مقیاس شش ماهه با تاخیر دو ماه برابر ۰٫۴۱ محاسبه شد. ضریب تعیین میانگین برای PCI در مقیاس سه ماهه و بدون تاخیر زمانی برابر ۰٫۳۲ به دست آمد. در نهایت شاخص CDI عملکرد بسیار بهتری را ارائه کرد. مقادیر R2 میانگین در هر دو مقیاس زمانی سه و شش ماهه و بدون تاخیر زمانی برابر ۰٫۸۳ به دست آمد. بنابراین، درحالی‌که هر یک از شاخص VCI، TCI و PCI به‌صورت مجزا تطابق نسبتاً ضعیفی را با SPI ارائه کردند، تلفیق آنها در قالب شاخص CDI تطابق قابل‌توجهی را با SPI ارائه کرد.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۲۳	
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۰۸/۲۴	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۱۴	
واژه‌های کلیدی: خشکسالی، چهارمحال و بختیاری، شاخص‌های ترکیبی سنجش از دوری خشکسالی، سنجنده مودیس.	

استناد: بابایی، الهام، اسدی، محمد امین، حسینی، سید زین العابدین، شاهمرادی، صلاح. (۱۴۰۴). بررسی عملکرد شاخص‌های سنجش از دوری

ترکیبی در برآورد خشکسالی (منطقه مورد مطالعه: استان چهارمحال و بختیاری). مخاطرات محیط طبیعی، ۱۴(۴۳)، ۴۸-۴۵.

DOI: 10.22111/jneh.2024.49797.2067



© الهام بابائی، محمدامین اسدی\*، سید زین العابدین حسینی، صلاح شاهمرادی.

ناشر: دانشگاه سیستان و بلوچستان

## مقدمه

زندگی بشر در طول تاریخ و در سراسر دنیا همواره در معرض انواع مخاطرات طبیعی قرار داشته است که بخشی از این خطرات و حوادث ناشی از فرآیندهای آب و هوایی است و در این میان خشکسالی از اهمیت و گستردگی قابل ملاحظه‌ای برخوردار است. تخمین خشکسالی به عنوان یکی از استراتژی‌های مقابله با این پدیده طبیعی ضروری است. برای بررسی کمی و کیفی پدیده خشکسالی از شاخص‌های خشکسالی استفاده می‌شود. اثربخشی شاخص‌های تلفیقی با توجه به پایش خشکسالی وابسته به منطقه است و بسیاری از این شاخص‌ها ممکن است برای درک نقش تک متغیرها در شکل‌گیری خشکسالی کافی نباشند. شاخص CDI مورد استفاده در این مطالعه بر اساس سه مجموعه داده است که توسط سازمان غذا و کشاورزی سازمان ملل متحد (FAO) توسعه یافته است. تحقیق حاضر به منظور ارزیابی عملکرد شاخص‌های ترکیبی سنجش از دوری در شناسایی و تخمین خشکسالی انجام شد.

بر اساس گزارش سازمان ملل متحد، ایران طی سال‌های اخیر دچار خشکسالی‌های پیاپی بوده است و با کمبود شدید منابع آبی مواجه می‌باشد (طباطبایی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳). استان چهارمحال و بختیاری با وجود اینکه مساحت نسبتاً کمی از کشور را داراست، اما حدود ۱۰ درصد از منابع آب کشور را در خود جای داده که همین موضوع اهمیت پایش وضعیت خشکسالی را در این استان را دوچندان می‌نماید (محیط اصفهانی و همکاران، ۱۳۹۹). بنابراین تحقیق حاضر به منظور ارزیابی عملکرد شاخص‌های ترکیبی سنجش از دوری در شناسایی و تخمین خشکسالی در منطقه چهارمحال و بختیاری انجام شد. بر اساس مرور منابع انجام شده، مطالعه مشابهی در منابع یافت نشد.

## داده‌ها و روش‌ها

استان چهارمحال و بختیاری با مساحت حدودی ۱۶۴۲۱ کیلومتر مربع، که از دیدگاه توپوگرافی، یک پهنه مرتفع کوهستانی و اقلیم‌های حرارتی مختلفی را شامل می‌شود. در این مطالعه از داده‌های بارش ۱۹ ایستگاه باران‌سنجی استان چهارمحال و بختیاری در دوره آماری ۲۰۰۱ تا ۲۰۲۰ (۲۰ سال) برای محاسبه شاخص SPI استفاده شده است. مک‌کی<sup>۱</sup> و همکاران (۱۹۹۳) شاخص SPI را به منظور ارزیابی خشکسالی هواشناسی ایالت کلرادو آمریکا پیشنهاد دادند (اسدی زارچ و همکاران، ۲۰۱۵). برای محاسبه شاخص‌های سنجش از دوری (VCI، TCI، VHI، PCI و CDI) از روابط (۱) تا (۵) استفاده شد.

$$VCI = \frac{NDVI_i - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} * 100 \quad (1) \text{ (کوگان}^2, 1995)$$

$$TCI = \frac{LST_{max} - LST_i}{LST_{max} - LST_{min}} \quad (2) \text{ (زو}^3 \text{ و همکاران, 2020)}$$

$$VHI = 0.5(VCI) + 0.5(TCI) \quad (3) \text{ (کوگان و همکاران, 2004)}$$

$$PCI = \frac{TRMM_i - TRMM_{min}}{TRMM_{max} - TRMM_{min}} \quad (4) \text{ (دو}^4 \text{ و همکاران, 2013)}$$

1 McKee

2 Kogan

3 Zou

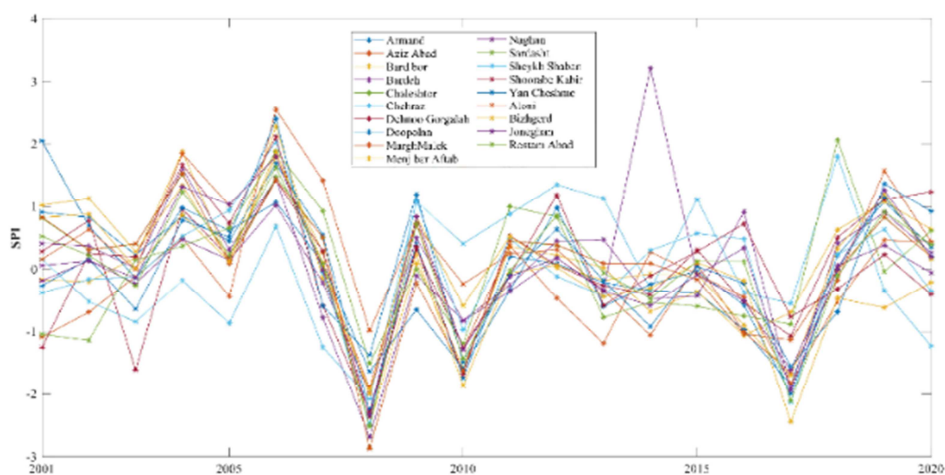
4 Du

$$CDI_i = (W_{PCI} \times PCI_i) + (W_{TCI} \times TCI_i) + (W_{VCI} \times VCI_i) \quad (۵) \text{ (العدیله<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۹)}$$

در این مطالعه ضریب تعیین بین SPI و شاخص های سنجش از دوری در مقیاس های زمانی ۳ و ۶ ماهه و با تاخیر زمانی ۰ تا ۸ ماه محاسبه و مورد بررسی قرار گرفت.

### نتایج و بحث

شاخص SPI با استفاده از داده های بارش برای ایستگاه های مورد مطالعه محاسبه شد. مقادیر شدت خشکسالی بدست آمده بر اساس شاخص SPI برای ایستگاه های منتخب در مقیاس سالانه در شکل ۱ ارائه شده است. همانگونه که شکل نشان می دهد، اگرچه مقادیر شدت خشکسالی در سال های مختلف در اکثر ایستگاه ها نسبتاً متفاوت است، اما روند کلی وقوع خشکسالی و ترسالی ها در بیشتر ایستگاه ها تا حدی مشابه است. برای مثال در سال ۲۰۰۸ اکثر ایستگاه ها درجاتی از خشکسالی را تجربه کرده اند.



شکل ۱: مقادیر SPI سالانه برای ایستگاه های بارانسنجی منتخب منطقه مورد مطالعه

مقادیر ضریب تعیین بین SPI و CDI محاسبه شد. مقادیر آردو مربوط به داده های شاخص ترکیبی سنجش از دوری CDI بدون در نظر گرفتن تاخیر زمانی به صورت قابل توجهی بالاتر از مقادیر ضریب تعیین مربوط به CDI با تاخیر زمانی ۶ ماهه می باشد. در مجموع می توان نتیجه گرفت شاخص CDI کارآیی نسبتاً مناسبی را جهت پایش خشکسالی در منطقه مورد مطالعه ارائه می دهد. عربی و محمدی (۱۴۰۰) نیز در مطالعه ای به ارزیابی عملکرد شاخص های VCI، TCI، PCI و شاخص ترکیبی SDCI در کشور ایران پرداختند. نتایج نشان داد همبستگی شاخص ترکیبی مورد مطالعه با شاخص SPEI از سایر شاخص های سنجش از دوری بالاتر بود.

## نتیجه گیری

نتایج نشان داد عملکرد شاخص ترکیبی CDI به طور قابل توجهی بالاتر از سایر شاخص‌های مورد مطالعه می‌باشد. بر اساس نتایج، بالاترین ضریب تعیین برای شاخص‌های VCI، PCI و VHI و TCI به طور میانگین به ترتیب برابر ۰٫۳۰، ۰٫۳۲، ۰٫۴۱ و ۰٫۵ می‌باشد. درحالیکه شاخص CDI، مقدار  $R^2$  میانگین ۰٫۸۳ را نشان داد. بنابراین در شرایطی که امکان محاسبه این شاخص جهت پایش خشکسالی وجود دارد، استفاده از آن نسبت به شاخص‌های سنجش از دوری اشاره شده اولویت دارد. بر اساس نتایج به دست آمده از این تحقیق پیشنهاد می‌گردد عملکرد شاخص CDI با سایر شاخص‌های ترکیبی سنجش از دوری نیز مقایسه گردد.

## منابع

- عربی، زهرا؛ محمدی، شاهین. (۱۴۰۰). پایش مکانی- زمانی الگوی خشکسالی با استفاده از محصولات ماهواره‌ای در کشور ایران در طول دوره ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸، مخاطرات محیط طبیعی، <https://doi.org/10.22133/4785.1679/jneh.22111.1>
- محیط اصفهانی، پوریا؛ سلطانی کوپایی، سعید؛ مدرس، رضا؛ پورمنافی، سعید. (۱۳۹۹). ارزیابی شاخص خشکسالی چندمتغیره MSDI و پایش خشکسالی هواشناسی - کشاورزی در استان چهارمحال و بختیاری، علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)، ۲۴(۳)، ۳۳-۴۷. <https://sid.ir/paper/en389858>
- طباطبایی زاده، منیرالسادات؛ هادیان، فاطمه؛ حسینی، سید زین‌العابدین؛ برخوردار، جلال؛ خسروی، حسن. (۱۳۹۳). بررسی سازگاری گیاهان مناطق بیابانی نسبت به تغییرات بارندگی با استفاده از شاخص گیاهی NDVI (مطالعه موردی: دشت اردکان-عقدا)، اکوسیستم‌های طبیعی ایران، ۱۵(۱)، ۲۳-۳۶. <https://sanad.iau.ir/Journal/nei/Article/983440>
- Al Aidaileh, H., Al Qinna, M., Barta, K., Al-Karablieh, E., Rakonczai, J., Alobeiaat, A., (2019). A Drought Adaptation Management System for Groundwater Resources Based on Combined Drought Index and Vulnerability Analysis, 3, 445-461. <https://doi.org/10.1007/s41748-019-00118-9>.
- Asadi Zarch, M.A., Sivakumar, B., Sharma, A., (2015); Droughts in a warming climate: a global assessment of Standardized precipitation index (SPI) and Reconnaissance drought index (RDI), Journal of Hydrology, 526, 183-195. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.09.071>
- Du, L., Tian, Q., Yu, T., Meng, Q., Jancso, T., Udvardy, P., Huang, Y. (2013); A comprehensive drought monitoring method integrating MODIS and TRMM data. 23, 245-253. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2012.09.010>
- Kogan, F., Stark, R., Gitelson, A., Jargalsaikhan, L., Dugrajav, C., Tsooj, S. (2004); Derivation of pasture biomass in Mongolia from AVHRR-based vegetation health indices. 25(14), 2889-2896. <https://doi.org/10.1080/01431160410001697619>
- Kogan, F. N. (1995); Application of vegetation index and brightness temperature for drought detection. 15(11), 91-100. [https://doi.org/10.1016/0273-1177\(95\)00079-T](https://doi.org/10.1016/0273-1177(95)00079-T)
- McKee, T. B., Doesken, N. J., Kleist, J. (1993); The relationship of drought frequency and duration to time scales, In Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology, American Meteorological Society Boston, MA, 179-183.
- Zou, L., Cao, S., Sanchez-Azofeifa, A. (2020); Evaluating the utility of various drought indices to monitor meteorological drought in Tropical Dry Forests, Int J Biometeorol, 64, 701-711, <https://doi.org/10.1007/s00484-019-01858-z>.