Journal of Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

Assessment of Drought Impact on Vegetation Changes in Hamadan over the Past Three Decades Using the TCI Model

Zahra Hedjazizadeh✉ [1] | **Sayyed Mohammad Hosseini** [2] | **Ali Reza karbalaee** [3] | **shokofe layeghi** [4]

1. Corresponding author, Professor of Climatology, Faculty of Geographical Sciences, University of Kharazmi Tehran, Iran. **E-mail:** hejazizadeh@khu.ac.ir
2. Associate Professor of climatology, Sayyed Jamaleddin Asadabadi University, Asadabad, Iran. **E-mail:** h.climate@sjau.ac.ir
2. Assistant Professor Department of Climatology Faculty of Geographical Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran. **E-mail:** karbalaee@khu.ac.ir
3. Master's degree student in meteorology, geography department, faculty of geographical sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran. **E-mail:** shokofelayeghi@gmail.com

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received
2023/01/15
Received in revised
2023/12/22
Accepted
2024/01/28
Published
2024/01/28
Published online
2025/09/22

Keywords:
Drought,
Zoning,
Vegetation Changes,
TCI Model,
Hamadan.

ABSTRACT

Drought is a natural hazard that annually causes significant economic, social, environmental, and life-threatening damage in vast areas of the Earth. The damages caused by this phenomenon are intangible but very extensive and costly. In many circomstancs, modern remote sensing techniques can be a useful tool in monitoring drought due to high temporal accuracy, wide spectral coverage, ease of access, no need for atmospheric correction and ground referencing. In recent years, the province of Hamedan has faced many problems due to frequent droughts. Therefore, the present study focused on investigating and monitoring drought in Hamedan province using the Temperature Condition index and its impact on the vegetation cover of the province using Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) and National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) remote sensing data. First, the relevant data was extracted from the Nova star database, and finally, the spatiotemporal behavior of the vegetation cover drought index was examined on 1528 pixels in Hamedan province. The spatial resolution of the data used in this study is 4 kilometers. First, the relevant data were extracted from the Navstar database and ultimately, the spatiotemporal behavior of the drought index and vegetation cover was examined. The results indicate that drought has significantly increased the vegetation cover of Hamedan province based on remote sensing data. Kendall's coefficients indicate the presence of decreasing trends in vegetation cover at a 95 Percent confidence level. Only in May, June, and December has there been a slight decrease in vegetation cover within the extent of drought in the province. The spatial behavior analysis of the drought index on vegetation cover showed that February, March, as well as April have experienced more severe droughts within Hamedan province.

Cite this article: Hedjazizadeh, Zahra., Hosseini, Sayyed Mohammad., Karbalaee, Ali Reza., & layeghi, shokofe. (2025). Assessment of Drought Impact on Vegetation Changes in Hamadan over the Past Three Decades Using the TCI Model. Journal of *Applied Researches in Geographical Sciences*, 25 (77), 44-59. DOI: http://dx.doi.org/10.61186/jgs.25.77.23

© The Author(s). Publisher: Kharazmi University
DOI: http://dx.doi.org/10.61186/jgs.25.77.23

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.61186/jgs.25.77.23]

Journal of Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

Extended Abstract

Introduction

Drought represents one of the most significant natural disasters, impacting millions of individuals across extensive regions of the globe each year. Meteorological forecasts and global warming scenarios suggest that the frequency and intensity of droughts are anticipated to increase in the forthcoming years (Beaudin, 2006). Additionally, drought conditions contribute to the exacerbation of water scarcity, a pressing concern resulting from rapid urbanization and population growth, thereby affecting individuals, economies, and ecosystems. Over fifty percent of the Earth's surface is subject to drought conditions annually, rendering it a recurrent phenomenon in numerous regions worldwide. The social, physical, and economic repercussions of drought are particularly pronounced in developing nations. Consequences such as water shortages, ecological degradation, food insecurity, and related issues can culminate in famine, human suffering, and even mortality (Kogan, 1997; Feng, 2014; Salakpi, 2021).

Material and Methods

This study examines drought monitoring in Hamadan Province through the application of the Temperature Condition Index (TCI) and its effects on vegetation cover, utilizing AVHRR and NOAA remote sensing data. Initially, pertinent data were extracted from the NOAA STAR database. Subsequently, the spatiotemporal dynamics of the vegetation drought index were analyzed across 1,528 grid cells within Hamadan Province. The spatial resolution of the data employed in this research was 4 kilometers.

Canopy temperature is influenced by variations in water availability, particularly under conditions of water stress or drought. As ambient air temperature increases, the closure of stomata can mitigate water loss through transpiration. This physiological response results in a decrease in latent heat flux and an increase in sensible heat flux, ultimately contributing to a rise in canopy temperature. Low Temperature Condition Index (TCI) values are indicative of heightened plant stress attributable to drought conditions. Notably, this index is applicable year-round, as it is derived exclusively from surface temperature data (Jan, 2014), and is represented by the following equation:

Equation 1

$$TCI = \frac{BTmax - BTj}{BTmax - BTmin} * 100$$

Where BT represents the brightness temperature, i denotes the year, BTmax indicates the maximum surface temperature, and BTmin signifies the minimum surface temperature for each year. As TCI values approach zero, the corresponding BT value for that year is elevated. Conversely, as TCI values approach 100, the BT value for that year is diminished.

Results and Discussion

The results indicate that the province experienced either no drought or only mild to moderate drought conditions during the initial 16 years of the study period (1992-2007), suggesting a limited influence of climate change during this timeframe. However, in recent years, severe drought, attributed to the impacts of global warming, has affected the entire province.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.61186/jgs.25.77.23]

Journal of Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

Specifically, the frequency of drought has increased, culminating in widespread severe drought conditions in recent years. These findings are consistent with the research conducted by Zare-Abianeh et al. (2011), Majidi (2015), and Sabzi-Parvar et al. (2015). The months of January, February, March, April, October, November, and December were associated with mild drought conditions, with coefficients of 34.1, 30.6, 25.3, 39.4, 33.9, 33.9, 36.8, and 30.4, respectively. Spatial analysis of the vegetation drought index revealed that February, March, and April experienced more severe drought conditions throughout the province. The trend in vegetation drought changes indicates an increasing pattern across the province, which can be attributed to global warming, decreased precipitation, and rising temperatures in recent years.

Conclusion

The results indicate that drought has significantly increased the vegetation cover of Hamedan province based on remote sensing data. Kendall's coefficients indicate the presence of decreasing trends in vegetation cover at a 95 Percent confidence level. Only in May, June, and December has there been a slight decrease in vegetation cover within the extent of drought in the province. The spatial behavior analysis of the drought index on vegetation cover showed that February, March, as well as April have experienced more severe droughts within Hamedan province.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.61186/jgs.25.77.23]

تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی
شاپا چاپی: ۲۲۲۸-۷۷۳۶ شاپا الکترونیکی: ۲۵۸۸-۵۱۳۸
https://jgs.khu.ac.ir/

پهنه‌بندی اثر خشک‌سالی بر تغییرات پوشش‌گیاهی همدان در سه دهه اخیر با استفاده از مدل TCI

زهرا حجازی زاده[۱] ، سید محمد حسینی[۲]، علیرضا کربلائی درئی[۳] ، شکوفه لایقی[۳]

۱. نویسنده مسئول، استاد اقلیم‌شناسی، گروه جغرافیا، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
رایانامه: hejazizadeh@khu.ac.ir

۲. دانشیار اقلیم‌شناسی، گروه جغرافیا، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه سید جمال‌الدین اسدآبادی، اسدآباد، ایران.
رایانامه: h.climate@sjau.ac.ir

۳. استادیار آب‌وهواشناسی، گروه جغرافیا، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
رایانامه: karbalaee@khu.ac.ir

۴. دانشجوی کارشناسی ارشد آب و هواشناسی، گروه جغرافیا، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
رایانامه: shokofelayeghi@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۴۰۱/۰۸/۲۵
تاریخ بازنگری:
۱۴۰۱/۰۹/۲۵
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۱/۱۱/۰۴
تاریخ انتشار:
۱۴۰۱/۱۱/۰۴
تاریخ انتشار آنلاین:
۱۴۰۴/۰۴/۰۱

کلیدواژه‌ها:
خشک‌سالی،
پهنه‌بندی،
تغییرات پوشش‌گیاهی،
شاخص TCI،
همدان.

چکیده

خشک‌سالی، مخاطره‌ای طبیعی است که سالانه در مناطق وسیعی از کره زمین خسارات زیاد اقتصادی، اجتماعی، زیست‌محیطی و جانی به وجود می‌آورد. خسارات ناشی از این پدیده، غیرملموس ولی بسیار وسیع و پرهزینه است. که اغلب موارد، تکنیک نوین سنجش‌ازدوری به سبب دقت زمانی بالا، پوشش طیفی گسترده، سهولت دسترسی، عدم نیاز به تصحیح اتمسفری و زمین مرجع نمودن می‌تواند ابزار مفیدی در پایش خشک‌سالی به شمار آید. استان همدان در سال‌های اخیر به دلیل بروز خشک‌سالی‌های مکرر، با مشکلات زیادی مواجه شده است. لذا در پژوهش حاضر به بررسی و پایش خشک‌سالی استان همدان با شاخص TCI و اثر آن بر پوشش گیاهی استان با استفاده از داده‌های دورسنجی AVHRR و NOAA پرداخته شد. ابتدا داده‌های مربوطه از پایگاه داده نوا استار استخراج و در نهایت، رفتار زمانی- مکانی شاخص خشک‌سالی پوشش گیاهی بر روی ۱۵۲۸ یاخته در استان همدان موردبررسی قرار گرفت. تفکیک مکانی داده‌های مورداستفاده در این پژوهش ۴ کیلومتر است. نتایج به‌دست‌آمده گویای این واقعیت است که خشک‌سالی پوشش گیاهی استان همدان بر اساس داده‌های دورسنجی افزایش چشمگیری داشته است. ضرایب من-کندال بیانگر وجود روندهای کاهشی پوشش گیاهی در سطح اطمینان معناداری ۹۵ ام است. تنها در ماه‌های می، ژوئن و دسامبر تا حدودی از گستره خشک‌سالی پوشش گیاهی استان کاسته شده است. واکاوی رفتار مکانی شاخص خشک‌سالی پوشش گیاهی نشان داد که ماه‌های فوریه، مارس و نیز آوریل در گستره استان همدان خشک‌سالی‌های شدیدتری تجربه شده است.

استناد: حجازی زاده، زهرا؛ حسینی، سید محمد؛ کربلائی درئی، علیرضا، لایقی، شکوفه (۱۴۰۴). پهنه‌بندی اثر خشک‌سالی بر تغییرات پوشش گیاهی همدان در سه دهه اخیر با استفاده از مدل TCI. *تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ۷۷ (۲۵)، ۵۹-۴۴. http://dx.doi.org/10.61186/jgs.25.77.23

CC BY NC

ناشر: دانشگاه خوارزمی تهران.
© نویسندگان.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.61186/jgs.25.77.23]

مقدمه

خشک‌سالی یکی از مهم‌ترین بلایای طبیعی است که سالانه میلیون‌ها نفر را در مناطق وسیعی از جهان تحت تأثیر قرار می دهد. با توجه به پیش‌بینی‌های هواشناسی و سناریوهای گرمایش زمین، احتمال و شدت خشک‌سالی در سال‌های آینده افزایش خواهد یافت (بودین[1]، ۲۰۰۶). خشک‌سالی همچنین فشار بر منابع آبی را تشدید می‌کند که به دلیل شهرنشینی سریع و رشد جمعیت، در شرایط بحرانی قرار دارد و بر مردم، اقتصاد و محیط‌زیست تأثیر می‌گذارد. چرا که بیش از نیمی از وسعت کره زمین هرساله مستعد رخداد خشک‌سالی است و یکی از پدیده‌های تکرارشونده و معمولی برای اکثریت مناطق جهان به شمار می‌رود. اثرات اجتماعی، فیزیکی و اقتصادی خشک‌سالی به‌خصوص در کشورهای درحال‌توسعه می‌تواند قابل‌توجه باشد. عواقبی مانند کمبود آب و مشکل در تأمین آن، تخریب منابع اکولوژیکی، عدم امنیت غذایی و ... که گاهی منجر به قحطی، رنج انسان و حتی مرگ می‌شود (کوگان[2]، ۱۹۹۷؛ فنگ[3]، ۲۰۱۴؛ سالکپی[4]، ۲۰۲۱).

در زمینه خشک‌سالی و شاخص‌های آن مطالعات پراکنده زیادی در سطح جهان و ایران انجام شده است که به اختصار به چند نمونه اشاره می‌شود؛ تسیروس و همکاران [5](۱۹۹۸) با استفاده از شرایط پوشش گیاهی مبتنی بر NOAA/AVHRR و شاخص وضعیت دما (TCI)[6] در پایش خشک‌سالی در تسالی یونان نشان دادند که با استفاده از این شاخص می‌توان خشک‌سالی در این منطقه را پایش دقیق نمود. سیلر و همکاران [7](۱۹۹۸) وضعیت خشک‌سالی در آرژانتین را با استفاده از شاخص وضعیت دما (TCI) مبتنی بر AVHRR انجام داده و بر این باورند که این دو شاخص در ارزیابی ویژگی‌های مکانی، مدت و شدت خشک‌سالی موفق بوده‌اند. داس و همکاران [8](۲۰۱۳) به ارزیابی خشک‌سالی کشاورزی در حوضه بانکورا پرداختند و معتقدند که این منطقه با خشک‌سالی ترکیبی مواجه است به‌طوری‌که ۶ درصد منطقه بدون خطر، ۵۳ با خطر متوسط و ۴۱ درصد با خطر بالا مواجه هستند. وانگ و همکاران [9](۲۰۱۸) با بررسی تغییرات مکانی-زمانی خشک‌سالی در حوضه رودخانه زرد چین با استفاده از شاخص وضعیت دما (TCI) بر این باورند که از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ کاهش خشک‌سالی به‌جز زمستان در این منطقه اتفاق افتاده است. داوال و پائول [10](۲۰۱۸) با پایش خشک‌سالی در لاتور هند با استفاده از شاخص TCI نشان دادند که این شاخص با دقت بالایی میزان خشک‌سالی منطقه را نشان می‌دهد. حسنعلی‌بیگ و همکاران [11](۲۰۲۰) با تحلیل خشک‌سالی حوضه رودخانه چیترال کابل با شاخص وضعیت دما (TCI) و شاخص وضعیت رطوبت خاک (SMCI) نشان دادند که سال ۲۰۰۰ و ۲۰۰۴ خشک‌سالی هواشناسی و سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ خشک‌سالی کشاورزی را تجربه کرده‌اند. در ایران نیز؛ چایچی و شهابیفر (۱۳۸۷) از شاخص‌های ماهواره‌ای برای پایش خشک‌سالی استان تهران استفاده کردند و معتقدند در ماه‌های فروردین، اردیبهشت و خرداد پدیده خشک‌سالی کشاورزی به ترتیب ۳/۵، ۴۰/۱۲ و ۳۸/۴۱ درصد از مساحت تهران و در تیرماه حدود ۷۶/۵۱ درصد این استان را شامل شده است. فاضل دهکردی و همکاران (۱۳۹۴) در پایش خشک‌سالی با استفاده از سنجنده مودیس در استان یزد با استفاده از شاخص‌های NDVI,EVI,NMDI,LST,TCI و تصاویر سنجنده مودیس بر این باورند که در این استان یزد سال ۲۰۰۰ خشک‌سالی شدید و در سال ۲۰۰۷ ترسالی رخ داده است و در بازه زمانی کوتاه‌مدت، خشک‌سالی بیشتر در بازه زمانی بلندمدت نوسان دارد. پورخسروانی و همکاران (۱۳۹۷) با تحلیل فضایی خشک‌سالی حوضه سیرجان با استفاده از سنجش‌ازدور و شاخص‌های ترکیبی NDVI,LSI و TCI به این نتیجه رسیدند که بیشترین شدت خشک‌سالی در سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ و کمترین

[1] - Beaudin
[2] - Kogan
[3] - Feng
[4] - Salakpi
[5] - Tsiros et al
[6] - Temperature Condition Index (TCI).
[7] - Seiler et al
[8] - Das et al
[9] - Wang et al
[10] - Dhawale and Paul
[11] - Hasanalibeyk et al

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.61186/jgs.25.77.23]

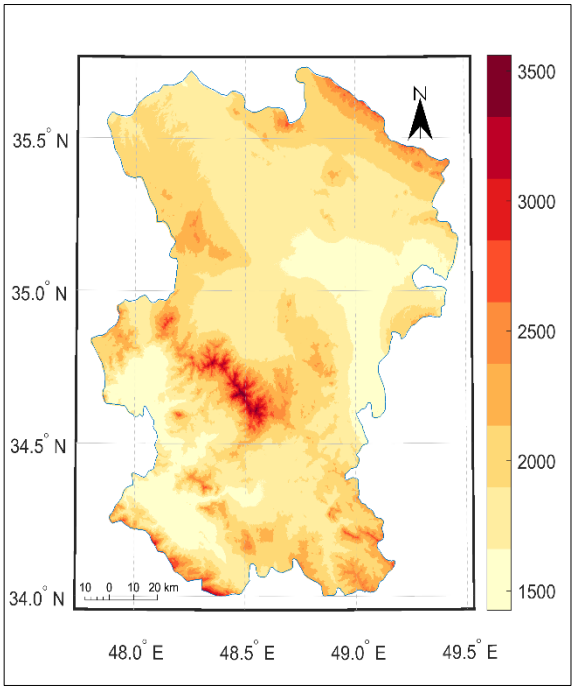
آن در سال ۲۰۰۹ رخ داده است. همچنین بیشترین خشک‌سالی مربوط به طبقه متوسط با ۵۱/۵۷ درصد است. مردانی و همکاران (۱۴۰۲) به بررسی خشک‌سالی در شهرستان مرودشت از طریق پوشش گیاهی نرمال شده (NDVI)، شاخص وضعیت دما (TCI) و دمای سطح زمین (LST) پرداختند و بر این باورند که وضعیت خشکی خیلی شدید، بیش‌تر در قسمت‌های جنوبی و جنوب غربی به‌ویژه در سال‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۱۸ مشاهده می‌شود.

بنابراین شاخص‌های ماهواره‌ای به دلیل سهولت دسترسی، دقت بیشتر و وسعت پوشش‌دهی بالایی که دارند بسیار مورداستفاده در تحلیل‌های خشک‌سالی هستند. در این میان، شاخص وضعیت دما (TCI) که رابطه نزدیکی با شرایط رطوبتی خاک و درجه حرارت و خشک‌سالی دارد به‌خوبی می‌تواند پایش خشک‌سالی استان همدان را برآورد نماید.

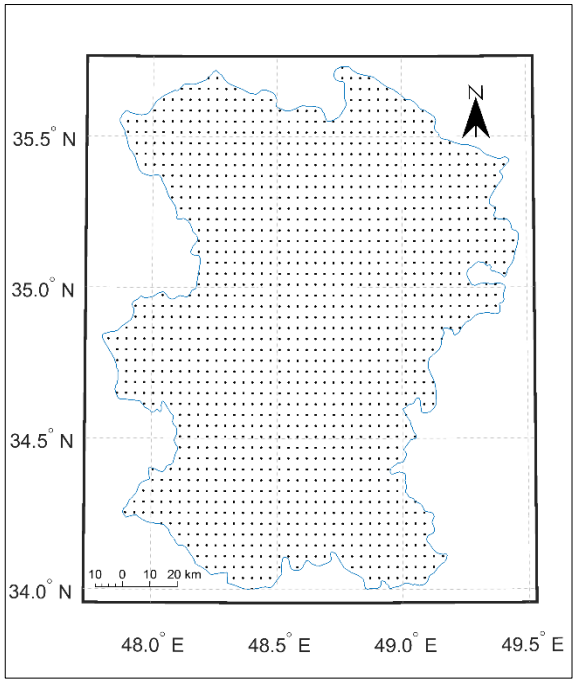
روش‌شناسی

منطقه موردبررسی

استان همدان در گستره‌ای به مساحت ۱۹۴۹۳ کیلومترمربع در غرب ایران در موقعیت جغرافیایی ۳۳ درجه و ۵۹ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۳۶ دقیقه طول شرقی قرار گرفته است. وجود کوه الوند با ارتفاع ۳۵۷۴ متر و قرار گرفتن همدان در بلندای ۱۸۰۰ متری از سطح دریا، موجب ایجاد شرایط آب‌وهوای کوهستانی با زمستان‌های سرد و تابستان‌های نسبتاً معتدل شده است. میانگین نزولات جوی سالانه استان همدان ۳۴۰ میلی‌متر برآورد شده است که حدود ۲۶ درصد از متوسط کشور بیشتر است. به دلیل قرارگیری این استان در بین رشته‌کوه‌های زاگرس، ویژگی‌های هیدرولوژیکی آن دارای تغییرات نسبتاً زیادی می‌باشد. این استان از شمال به استان‌های زنجان و قزوین، از جنوب به استان لرستان، از شرق به استان مرکزی و از غرب به استان کرمانشاه و کردستان محدود شده است شکل (۱). یاخته‌های منطقه موردمطالعه نیز در شکل (۲) مشاهده می‌شود. تفکیک مکانی یاخته‌ها ۴ کیلومتر در ۴ کیلومتر به‌صورت شبکه‌ای می‌باشد.



شکل (۱). نقشه توپوگرافی استان همدان



شکل (۲). نقشه یاخته‌ای استان همدان

شاخص تفاوت نرمال شده گیاهی (NDVI) یک نشانگر عددی است که می‌تواند در سنجش‌ازدور استفاده شود. نتیجه

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.61186/jgs.25.77.23]

این محاسبه همیشه عددی را به دست می‌دهد که از ۱- تا ۱+ است. مقدار نزدیک به ۱+ نشان‌دهنده بیشترین تراکم پوشش گیاهی و نزدیک به صفر به معنای عدم وجود پوشش گیاهی است. مقادیر NDVI می‌تواند برای شناسایی شرایط رشد پوشش گیاهی در یک منطقه خاص برای یک زمان معین از سال استفاده شود و از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\mathrm{NDVI} = \frac{PNIR-PRED}{PNIR+PRED}$$ رابطه (۱)

در این رابطه؛ $PNIR$ باند مادون‌قرمز نزدیک (باند ۲ مودیس) و $PRED$ باند قرمز (باند ۱ مودیس) (آساتی و همکاران[۱۲]، ۲۰۱۴).

شاخص وضعیت دما (TCI)

دمای تاج گیاه به دلیل شرایط تنش آبی یا خشک‌سالی تغییر می‌کند. وقتی دمای هوا بالا می‌رود، بسته شدن روزنه می‌تواند از دست دادن آب ناشی از تعرق را کاهش دهد. در نتیجه، شار گرمای نهان سطحی کاهش می‌یابد و شار حرارتی محسوس افزایش می‌یابد. منجر به افزایش دمای سایبان است. مقادیر TCI پایین نشان‌دهنده تنش گیاهی ناشی از خشکی به میزان زیاد است. این شاخص محدود به فصل رشد محصول نیست و می‌توان از آن برای کل سال استفاده کرد زیرا فقط بر اساس دمای سطح است (یان[۱۳]، ۲۰۱۴) با استفاده از رابطه زیر:

رابطه (۲)

$$TCI = \frac{BTmax - BTj}{BTmax - BTmin} * 100$$

که در آن؛ BT دمای درخشایی، i نشان‌دهنده سال، $BTmax$ حداکثر دمای سطح و $BTmin$ حداقل دمای سطحی در هر سال است. هنگامی‌که مقادیر TCI به صفر نزدیک باشد مقدار BT در آن سال بیشتر وقتی‌که به ۱۰۰ برسد مقدار BT در آن سال کمتر است.

جدول (۱). طبقه‌بندی شدت خشک‌سالی بر اساس شاخص‌های سنجش‌ازدوری

شدت خشک‌سالی	TCI
خشک‌سالی افراطی	< ۱۰
خشک‌سالی شدید	۱۰_۱۹.۵
خشک‌سالی متوسط	۲۰_۲۹.۵
خشک‌سالی خفیف	۳۰_۳۹.۵
عدم خشک‌سالی	>۴۰

نتایج و بحث

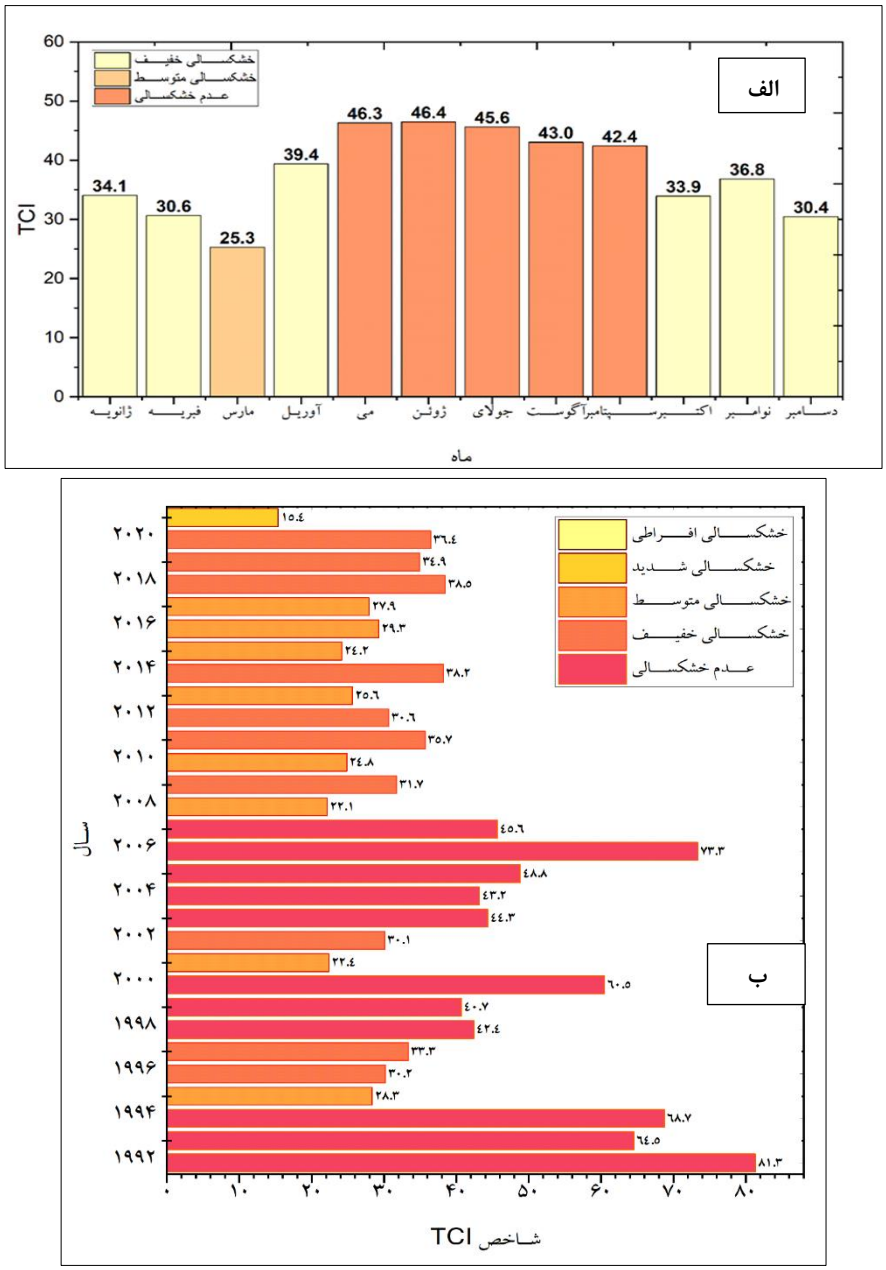
رفتار زمانی شاخص خشک‌سالی پوشش گیاهی TCI

شکل (۳ الف)، پراکنش ماهانه تغییرات شاخص خشک‌سالی پوشش گیاهی TCI را در استان همدان نشان می‌دهد، استان همدان در فصول زمستان و پاییز طی دوره ۳۰ ساله موردبررسی، خشک‌سالی‌های ضعیفی داشته است. در ماه‌های سرد سال غالباً این استان دارای پوشش گیاهی تنک و ضعیف دارد که نشان از کاهش میزان بارش در این استان است که از تغییرات اقلیمی ناشی از آن نیز تبعیت می‌کند. بیشترین خشک‌سالی این استان در ماه مارس رخ داده است. ضریب قابل‌مشاهده در این ماه ۲۵.۳ می‌باشد که بر اساس جدول طیفی این شاخص در محدود خشک‌سالی متوسط قرار می‌گیرد. از ماه می تا سپتامبر نیز در این شاخص خشک‌سالی وجود ندارد چرا که این دوره، آغاز فصل رشد و افزایش سبزینگی پوشش گیاهی،

[12] - Aswathy et al
[13] - Yan

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.61186/jgs.25.77.23]

مزارع کشاورزی و مراتع است. شکل (۳ ب) پراکنش سالانه شاخص خشک‌سالی پوشش گیاهی TCI استان همدان را نشان می‌دهد. در سه دهه اخیر، پنج حالت خشک‌سالی شامل خشک‌سالی افراطی، شدید، خفیف، متوسط و عدم خشک‌سالی در این استان قابل‌مشاهده است. به‌طوری‌که خشک‌سالی شدید در سال ۲۰۲۱ با ضریب ۱۵.۴، کل استان را در برگرفته است که بیانگر وضعیت خشک‌سالی شدید در این سال است. همچنین نتایج نشان می‌دهد که این استان در ۱۶ سال ابتدایی دوره موردبررسی (سال‌های ۱۹۹۲ تا ۲۰۰۷) خشک‌سالی نداشته یا از نوع خشک‌سالی خفیف و متوسط بوده است که نشان از وضعیت اقلیمی مناسب ترسالی‌های بعدی دارد و نقش تغییرات اقلیمی در این زمان کمتر بوده است.

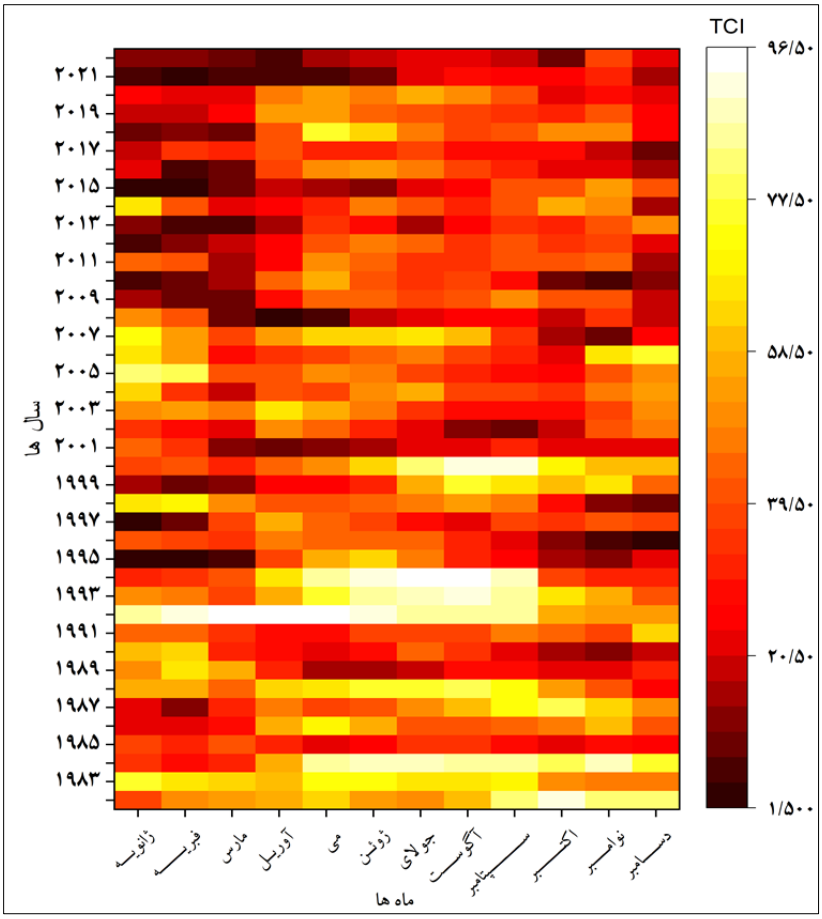


شکل (۳). الف): پراکنش ماهانه تغییرات شاخص خشک‌سالی و پوشش گیاهی استان همدان؛ ب): پراکنش سالانه تغییرات شاخص خشک‌سالی و پوشش گیاهی استان همدان

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.61186/jgs.25.77.23]

شکل (۴)، رفتار زمانی شاخص TCI را نشان می‌دهد. طیف رنگ‌های روشن، زرد و نارنجی نشانگر عدم خشک‌سالی و یا خشک‌سالی خفیف می‌باشد و رنگ‌های قرمز و قرمز تیره بیانگر خشک‌سالی متوسط، شدید و افراطی هستند؛ بنابراین می‌توان گفت در سال‌های ابتدایی، استان همدان از خشک‌سالی کمتری برخوردار می‌باشد. همچنین از سال ۱۹۹۱ تا ۱۹۹۵ در ماه‌های آوریل تا سپتامبر عدم وجود خشک‌سالی و به ترتیب برای سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۷ برای ماه‌های ژانویه و فوریه و در سال ۲۰۱۴ برای ماه ژانویه و در سال ۲۰۱۸ در ماه‌های می و ژوئن در این استان خشک‌سالی مشاهده نشده است؛ اما در دیگر ماه‌ها و سال‌ها خشک‌سالی از نوع خفی، متوسط و شدید قابل‌مشاهده است. به‌طوری‌که از سال ۲۰۲۱ به بعد در تمام ماه‌ها، خشک‌سالی شدید کل استان را در برگرفته است.



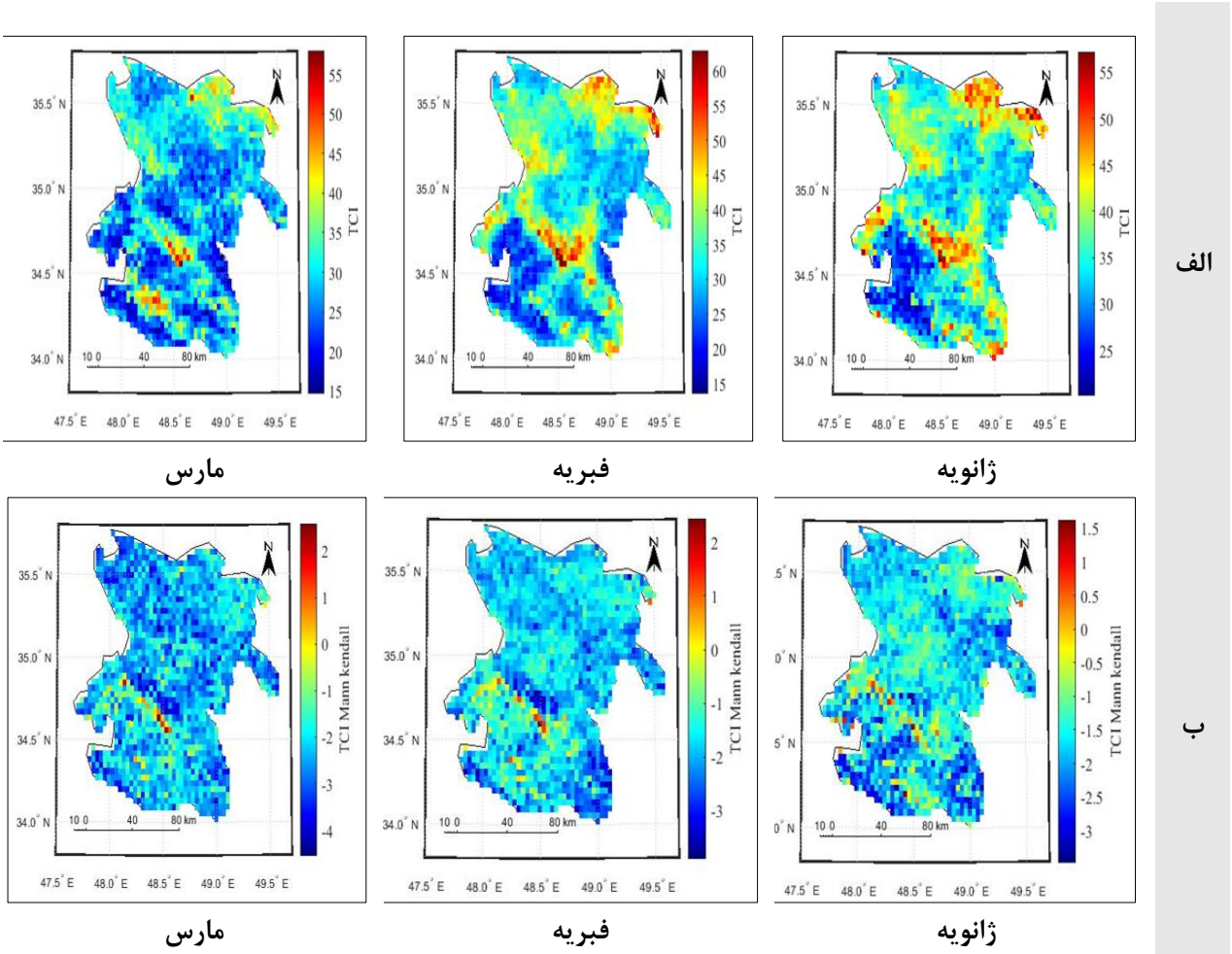
شکل (۴). واکاوی رفتار زمانی شاخص TCI در استان همدان

رفتار مکانی شاخص خشک‌سالی و پوشش گیاهی در فصل زمستان

پس از انجام محاسبات از طریق رابطه شاخص خشک‌سالی و پوشش گیاهی، مقدار عددی این شاخص برای ۱۲ ماه سال به‌صورت بلندمدت طی دوره زمانی ۳۰ ساله (از سال ۱۹۹۲ تا ۲۰۲۱) تعیین گردید. نتایج فصل زمستان در شکل (۵ الف) مشاهده می‌شود. در ماه‌های ژانویه، فوریه، مارس (۱۲ دی تا ۱۲ فروردین) استان همدان سه وضعیت متفاوت از نظر دمایی و پوشش گیاهی را تجربه می‌کند که در قسمت‌هایی از شمال شرق، مرکز و جنوب شرق پوشش گیاهی به‌صورت ناچیز و پراکنده کاملاً مشهود است. در قسمت شمال شرق از قبیل رزن و درگزین به دلیل ارتفاع کم و بالا بودن دما و اراضی دیم و در مرکز استان به سبب افزایش جزیره حرارتی ناشی از وسایل نقلیه از یک‌سو و افزایش تنش گیاهان به خاطر سرمای شدید و خشکی، میزان پوشش گیاهی کاهش یافته است. در ماه ژانویه و فوریه قسمت‌هایی از جنوب غرب و نیز در ماه مارس سراسر استان همدان را خشک‌سالی پوشش گیاهی فراگرفته است. شکل (۵-ب) رفتار تغییرات خشک‌سالی و پوشش گیاهی

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.61186/jgs.25.77.23]

را در دوره مطالعاتی نشان می‌دهد. مقادیر مثبت نشان از افزایش پوشش گیاهی به‌عبارت‌دیگر کاهش خشک‌سالی پوشش گیاهی در استان همدان است و نیز مقادیر منفی در اشکال من کندال حاکی از کاهش پوشش گیاهی به‌عبارت‌دیگر افزایش خشک‌سالی پوشش گیاهی است. لذا با توجه به نقشه‌ها در هر سه ماه ژانویه، فبریه و مارس افزایش خشک‌سالی پوشش گیاهی قابل‌مشاهده است. در این فصل پوشش گیاهی در سراسر استان همدان کاسته شده است. بررسی نقشه‌های من کندال خشک‌سالی پوشش گیاهی TCI روند کاهشی معنادار را در بخش‌های گسترده‌ای از استان در سطح اطمینان ۹۵ ام وجود دارد.



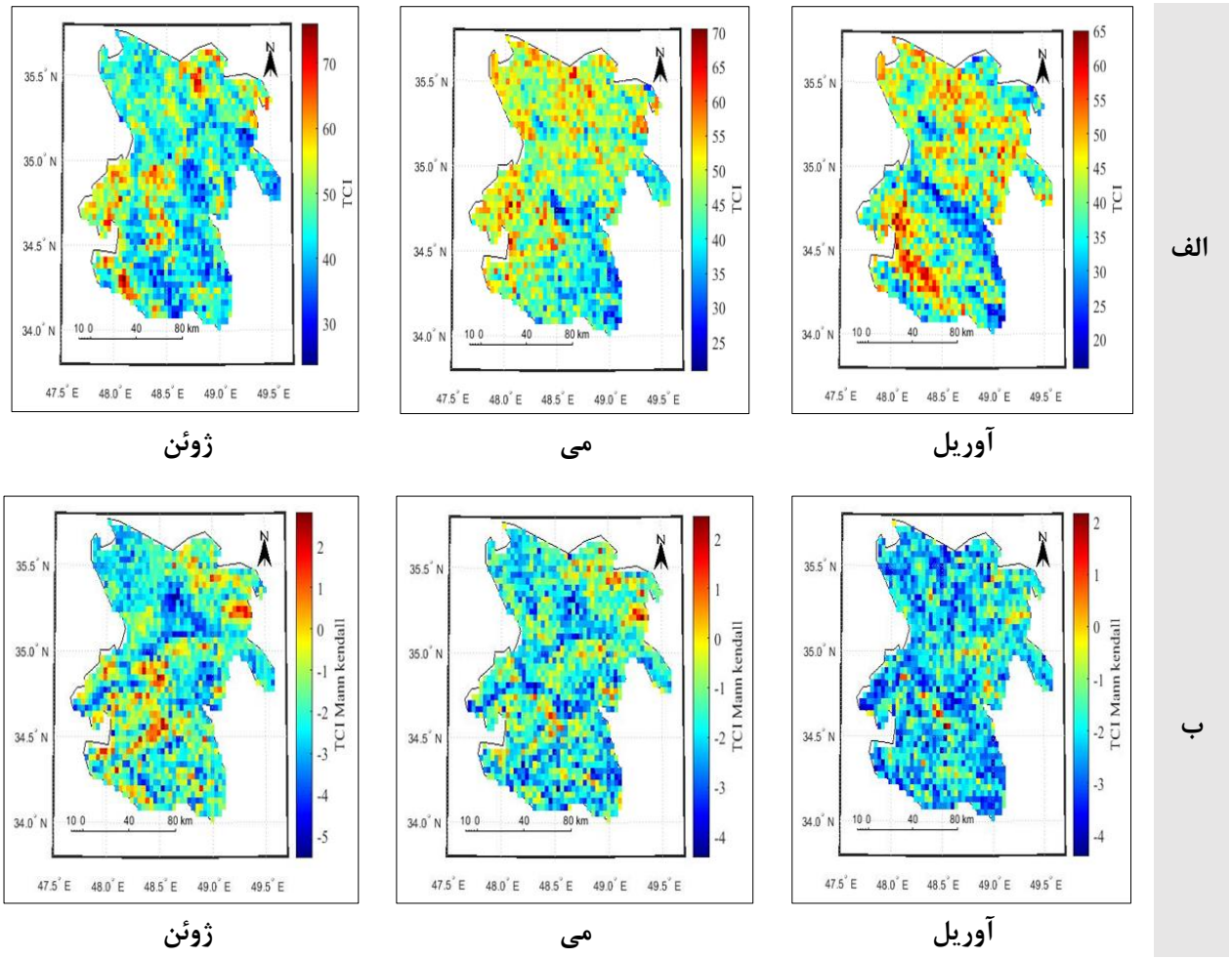
شکل (۵). الف) پراکنش خشک‌سالی و پوشش گیاهی در فصل زمستان؛ ب) روند من کندال خشک‌سالی و پوشش گیاهی در فصل زمستان

رفتار مکانی شاخص خشک‌سالی و پوشش گیاهی در فصل بهار

نقشه پراکندگی مکانی شاخص خشک‌سالی و تغییرات پوشش گیاهی فصل بهار در شکل (۶ الف) نشان داده شده است. در این فصل بیشتر در نواحی دارای ارتفاع متوسط از جمله مرکز و نیز نواحی جنوبی استان خشک‌سالی شدید تا خشک‌سالی خفیف مشاهده می‌شود. در ماه ژوئن خشک‌سالی در استان همدان بسیار چشمگیرتر می‌باشد. در هر سه ماه آوریل، می و ژوئن (۱۳ فروردین تا ۱۰ تیر) بخش‌های زیادی از استان همدان دارای خشک‌سالی خفیف تا متوسط در پوشش گیاهی مشاهده می‌شود. در ماه آوریل و می به دلیل کاهش تنش و استرس واردشده به گیاه به خاطر سرمای زمستان، فصل رشد گیاه و جوانه زدن است و بادهای که از شمال وارد استان شده و اغلب باران‌زا و مرطوب هستند باعث به ثمر رسیدن کشته‌ای زمستانه و سبز شدن مراتع و مزارع کشاورزی از یک‌سو و افزایش درجه حرارت و میزان تابش مطلوب، تقریباً میزان پوشش گیاهی در شمال، جنوب و جنوب غرب به‌صورت پراکنده افزایش‌یافته است. به دلیل گسترش باغات انگور و درختان میوه در

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.61186/jgs.25.77.23]

جنوب استان و کشته‌ای دیم و مزارع و علف‌زارها که بیانگر عدم خشک‌سالی در این ماه‌ها است. در ماه ژوئن به دلیل کاهش بارش و نیز افزایش دما در استان خشک‌سالی‌ها افزایش چشمگیری داشته‌اند. در شکل (۶ ب) رفتار تغییرات مکانی شاخص TCI نشان داده شده است. مقادیر مثبت نشان از افزایش پوشش گیاهی به‌عبارت‌دیگر کاهش خشک‌سالی پوشش گیاهی در استان همدان است و نیز مقادیر منفی در اشکال من کندال حاکی از کاهش پوشش گیاهی به‌عبارت‌دیگر افزایش خشک‌سالی پوشش گیاهی است. نتایج واکاوی من کندال حاکی از گسترش خشک‌سالی و کاهش میزان پوشش گیاهی در اکثر نواحی استان می‌باشد که این نواحی در سطح اطمینان ۹۵ ام روند کاهشی معنادار است. در ماه آوریل و می، افزاش خشک‌سالی‌های پوشش گیاهی با توجه به کاهش بارش استان در سال‌های اخیر مشاهده می‌شود.



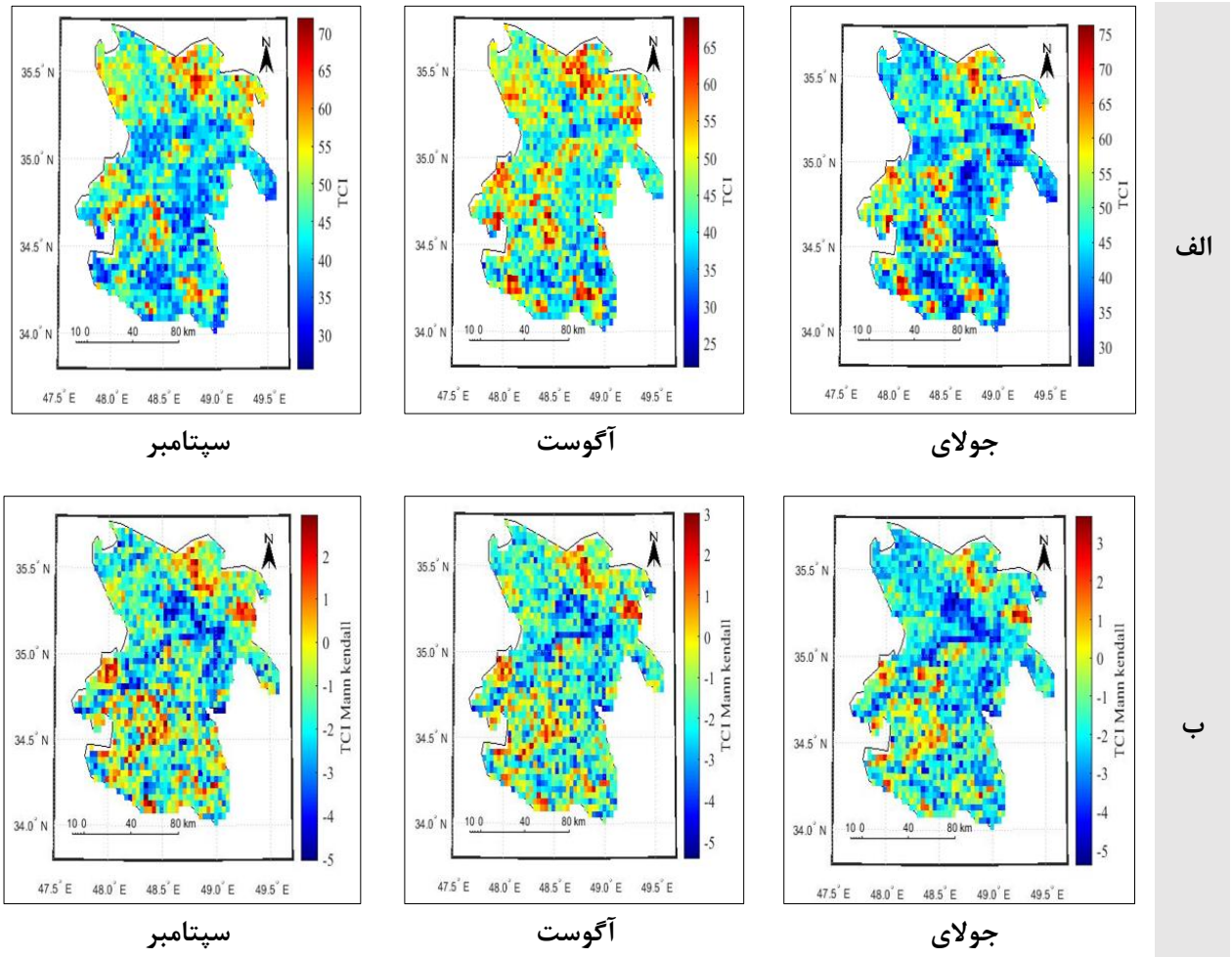
شکل (۶). الف) پراکنش خشک‌سالی و پوشش گیاهی در فصل بهار؛ ب) روند من کندال خشک‌سالی و پوشش گیاهی در فصل بهار

رفتار مکانی شاخص خشک‌سالی و پوشش گیاهی در فصل تابستان

با شروع فصل تابستان در استان همدان شاخص خشک‌سالی و پوشش گیاهی تغییرات چشمگیری را نشان می‌دهد. در شکل (۷ الف) پراکندگی مکانی شاخص TCI مشاهده می‌شود. ماه‌های جولای، آگوست، سپتامبر (۱۱ تیر تا ۹ مهر) اکثر استان دارای خشک‌سالی خفیف تا متوسط و کاهش پوشش گیاهی می‌باشد. بیشینه خشک‌سالی‌ها در ماه آگوست مشاهده می‌شود. در فصل تابستان هسته‌های خشک‌سالی بیشتر در نواحی مرکزی و جنوبی استان وجود دارد. در این فصل بخش‌های از شمال آن دارای عدم خشک‌سالی است. روند خشک‌سالی پوشش گیاهیTCI در شکل (۷ ب) مشاهده می‌شود. مقادیر مثبت نشان از افزایش پوشش گیاهی به‌عبارت‌دیگر کاهش خشک‌سالی پوشش گیاهی در استان همدان است و نیز مقادیر منفی در اشکال من کندال حاکی از کاهش پوشش گیاهی یعنی افزایش خشک‌سالی پوشش گیاهی است. به‌طور متوسط حدود ۴۶.۶ درصد

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.61186/jgs.25.77.23]

از مساحت استان در فصل تابستان دارای خشک‌سالی متوسط به بالا می‌باشد. در جولای و آگوست (مرداد و شهریورماه) شهرهای رزن، درگزین و کبودرآهنگ با توجه به اینکه این نواحی از ارتفاع ۱۷۰۰ متر به پایین قرار دارند، هسته‌های از خشک‌سالی در نواحی شمالی آن وجود دارد. به نظر می‌رسد با توجه به اینکه استفاده از چاه‌های عمیق برای آبیاری غلات از قبیل گندم، جو و کلزا در این مناطق وجود دارد علت خشک‌سالی پوشش گیاهی این نواحی باشد. هسته دیگر افزایش خشک‌سالی پوشش گیاهی نیز در شهر تویسرکان مشاهده می‌شود که از نظر آماری روندی افزایشی معنادار در سطح اطمینان ۹۵ ام دارد.



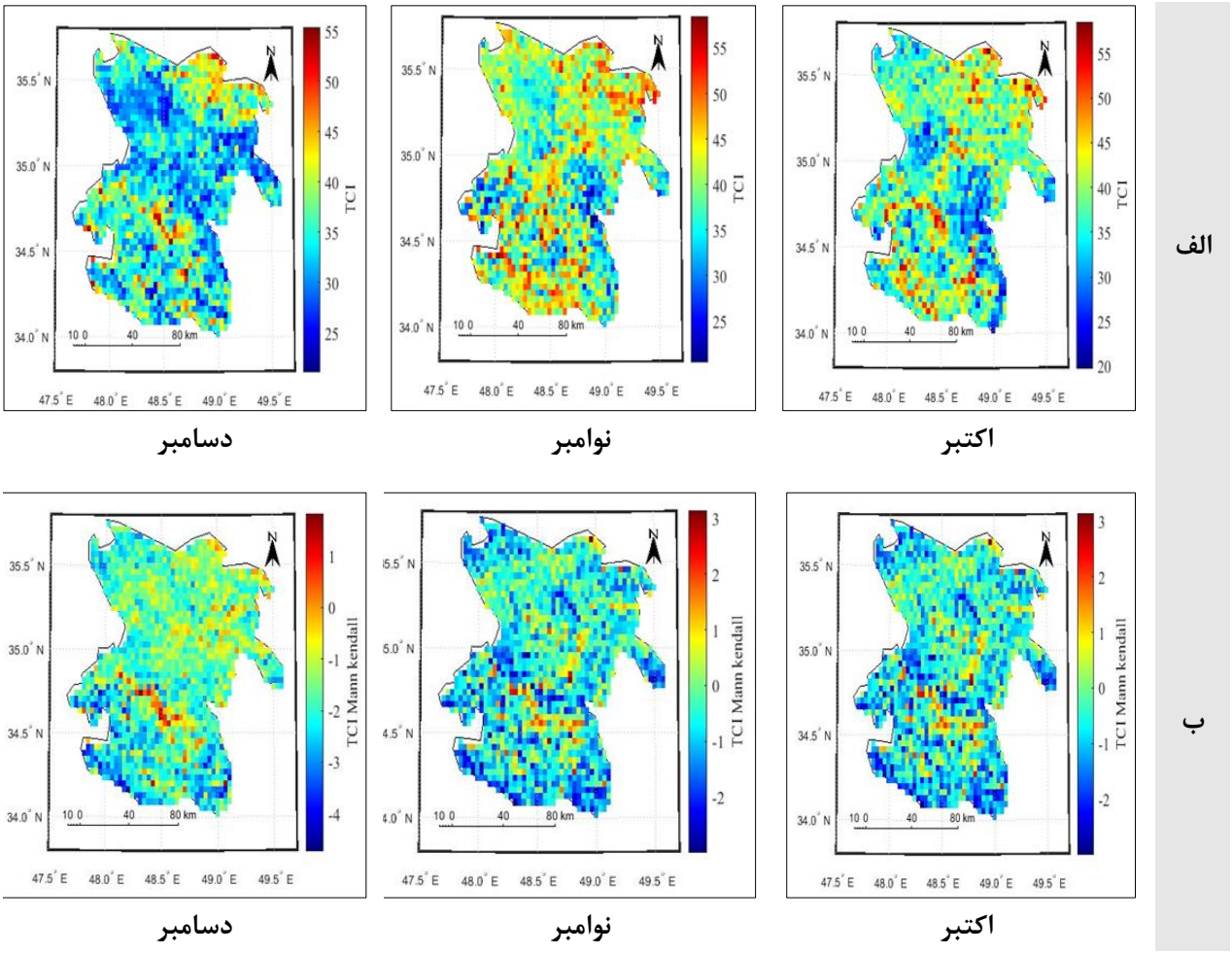
شکل (۷). الف) پراکنش خشک‌سالی و پوشش گیاهی در فصل تابستان؛ ب) روند من کندال خشک‌سالی و پوشش گیاهی در فصل تابستان

رفتار مکانی شاخص خشک‌سالی و پوشش گیاهی در فصل پاییز

رفتار مکانی شاخص TCI ماه پاییز در شکل (۸ الف) نشان داده شده است. در ماه‌های اکتبر، نوامبر، دسامبر (۱۰ مهر تا ۱۱ دی) به دلیل برداشت محصولات کشاورزی و نبود رطوبت کافی در خاک و خشک شدن علف‌زارها و بوته‌زارها در قسمت‌های سردسیر استان، پوشش گیاهی پراکنده و کاهش یافته است. فقط در بخش‌هایی از شمال استان به دلیل ارتفاع کم و دمای مساعد پوشش گیاهی اندکی قابل‌مشاهده است. کمینه شاخص خشک‌سالی پوشش گیاهی در ماه اکتبر با ضرایب کمتر از ۲۰ در نواحی جنوب غربی استان وجود دارد. بیشینه گستره خشک‌سالی در این فصل در ماه دسامبر مشاهده می‌شود. شکل (۸ ب) ضرایب من کندال شاخص خشک‌سالی پوش گیاهی فصل زمستان را در استان همدان نشان می‌دهد. با توجه به شکل مقادیر مثبت حاکی از افزایش پوشش گیاهی یعنی کاهش خشک‌سالی و نیز مقادیر منفی بیانگر کاهش پوشش گیاهی و نیز افزایش خشک‌سالی پوشش گیاهی می‌باشد. به‌طوری کلی با بررسی نقشه من کندال TCI در ماه اکتبر و نوامبر مشخص شد

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.61186/jgs.25.77.23]

پوشش اغلب نقاط استان دارای روند کاهشی پوش گیاهی یعنی افزایش خشک‌سالی دارد. کمترین مقادیر کاهشی من کندال در ماه دسامبر مشاهده می‌شود. با بررسی و پایش پوشش گیاهی استان در سه دهه اخیر مشخص می‌شود که بخش‌های زیادی از استان به دلیل تغییرات اقلیمی ناشی از گرمایش جهانی و به‌تبع آن کاهش بارش و افزایش دما دارای پوشش گیاهی اندک و البته تنک هستند. این در حالی است که تغییر کاربری زمین‌های کشاورزی به مسکونی یا صنعتی نیز مصداق این ادعاست و البته تمام استان را خشک‌سالی خفیف در برگرفته است.



شکل (۸). الف) پراکنش خشک‌سالی و پوشش گیاهی در فصل پاییز ب) روند من کندال خشک‌سالی و پوشش گیاهی در فصل پاییز

نتیجه‌گیری

پدیده خشک‌سالی به‌عنوان یک بحران اکوسیستمی می‌تواند بر تراکم و سلامت پوشش‌گیاهی اثرگذار باشد و در این میان، تغییرات اقلیمی نیز به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مسائل محیط‌زیستی، تأثیر چشمگیری بر پوشش گیاهی و منابع طبیعی دارد. استان همدان، یکی از استان‌های مهم ایران از نظر پوشش گیاهی است که تحت تأثیر مستقیم تغییرات اقلیمی و نیز خشک‌سالی قرار گرفته است؛ بنابراین ارزیابی اثر خشک‌سالی بر پوشش‌گیاهی امری ضروری می‌باشد. در این راستا هدف اصلی پژوهش حاضر، پایش خشک‌سالی استان همدان بر اساس میانگین شاخص TCI و تغییرات خشک‌سالی پوشش گیاهی در سه دهه اخیر بوده است. برای نیل به این هدف از داده‌های دورسنجی AVHRR و NOAA استفاده شد. در نهایت نقشه‌های پهنه‌بندی مکانی و زمانی رفتار این شاخص در بستر زمان موردبررسی قرار گرفت و نیز روند تغییرات آن با روش من‌کندال محاسبه گردید. نتایج حاکی از این است که پوشش گیاهی در سال‌های اخیر در این استان دستخوش تغییر قرار گرفته است. به‌طوری‌که خشک‌سالی پوشش گیاهی در اکثر مناطق استان همدان چشمگیر است. نتایج نشان می‌دهد که این

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.61186/jgs.25.77.23]

استان در ۱۶ سال ابتدایی دوره موردبررسی (سال‌های ۱۹۹۲ تا ۲۰۰۷) خشک‌سالی نداشته یا از نوع خشک‌سالی خفیف و متوسط بوده است که نشان از نقش ضعیف تغییرات اقلیمی در این سال‌ها بوده است اما در سال‌های اخیر، خشک‌سالی شدید با توجه به اثرات گرمایش جهانی کل استان را در برگرفته است. به‌عبارت‌دیگر، روند خشک‌سالی افزایش داشته تا اینکه در سال‌های اخیر به خشک‌سالی شدید با گستره بالا تبدیل شده است. این نتایج با یافته‌های زارع‌ابیانه و همکاران، ۱۳۸۹؛ مجیدی، ۱۳۹۴؛ سبزی‌پرور و همکاران، ۱۳۹۴ در انطباق است. ماه‌های ژانویه، فوریه، مارس آوریل، اکتبر، نوامبر و دسامبر پدیده خشک‌سالی خفیف به ترتیب با ضرایب ۳۴.۱ ، ۳۰.۶ ،۲۵.۳، ۳۹.۴، ۳۳.۹ ، ۳۳.۹،۳۶.۸ ، ۳۰.۴ استان همدان را در برگرفته است. واکاوی رفتار مکانی شاخص خشک‌سالی پوشش گیاهی نشان داد ماه‌های فوریه، مارس و نیز آوریل در گستره استان همدان خشک‌سالی‌های شدیدتری را تجربه کرده‌اند. روند تغییرات خشک‌سالی پوشش گیاهی حاکی از آن است در سراسر استان همدان روندهای افزایشی در خشک‌سالی پوشش گیاهی مشاهده می‌شود که می‌تواند نشان از اثرگذاری گرمایش جهانی و نیز کاهش مقدار بارش و از طرف دیگر افزایش دما در سال‌های اخیر باشد. این بخش از پژوهش با یافته‌های کاظمی، ۱۳۸۶؛ و واثق نژاد، ۱۳۹۴ انطباق کامل دارد. ضرایب من‌کندال بیانگر وجود روندهای کاهشی پوشش گیاهی در سطح معناداری ۹۵ ام است به‌طوری‌که شاخص خشک‌سالی پوشش گیاهی به‌طور چشمگیری در سراسر استان افزایش داشته است. در ماه‌های می، ژوئن و دسامبر تا حدودی از گستره خشک‌سالی پوشش گیاهی استان کاسته شده است. یافته‌های این بخش از پژوهش، نتایج دیگر پژوهشگران در این استان را تأیید می‌کند (اسدی‌میآبادی، ۱۳۹۴؛ غیاثی، ۱۳۹۴؛ شریفی، ۱۴۰۱).

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان اصول اخلاقی را در انجام و انتشار این پژوهش علمی رعایت نموده‌اند و این موضوع مورد تأیید همه آن‌هاست.

مشارکت نویسندگان

جمع‌آوری داده‌ها: شکوفه لایقی،. علیرضا کربلائی درئی.؛ تهیه گزارش پژوهش: زهرا حجازی زاده، سید محمد حسینی و شکوفه لایقی.؛ تحلیل داده‌ها: ...سید محمد حسینی، علیرضا کربلائی درئی، شکوفه لایقی...

مشارکت نویسندگان در مقاله مستخرج از پایان‌نامه تقریباً به شکل زیر باشد:

نویسنده اول: استاد راهنمای پایان‌نامه، طراحی پژوهش، نظارت بر مراحل انجام پژوهش، بررسی و کنترل نتایج، اصلاح، بازبینی و نهایی‌سازی مقاله

نویسنده دوم: استاد مشاور پایان‌نامه، مشارکت در طراحی پژوهش، نظارت بر پژوهش، مطالعه و بازبینی مقاله

نویسنده سوم: استاد مشاور پایان‌نامه، مشارکت در طراحی پژوهش، نظارت بر پژوهش، مطالعه و بازبینی مقاله

نویسنده چهارم و سوم: تهیه و آماده‌سازی نمونه‌ها، انجام آزمایش و گردآوری داده‌ها، انجام محاسبات، تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها، تحلیل و تفسیر اطلاعات و نتایج، تهیه پیش‌نویس مقاله

تعارض منافع

بنا بر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

حامی مالی

این پژوهش حامی مالی ندارد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.61186/jgs.25.77.23]

منابع

اسدی‌میآبادی، احمد (۱۳۹۴). بررسی اثرات خشک‌سالی بر تغییرات پوشش گیاهی و شور شدگی خاک (مطالعه موردی: جنوب شرق استان همدان)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مرتع‌داری، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه ملایر.

پورخسروانی، محسن؛ مهرابی، علی؛ موسوی، سید حجت (۱۳۹۷). تحلیل فضایی خشک‌سالی حوضه سیرجان با استفاده از سنجش‌ازدور، مجله مهندسی اکوسیستم بیابان، ۲۰ :۱۳-۲۲.

چایچی، مریم؛ شهابیفر، مهدی (۱۳۸۷). پایش خشک‌سالی با استفاده از شاخص‌های ماهواره‌ای در استان تهران، کنفرانس بین‌المللی بحران آب، دانشگاه زابل.

زارع‌ابیانه، حمید؛ بیات‌ورکشی، مریم؛ یزدانی، وحید (۱۳۸۹). تحلیل روند تغییرات سالانه و فصلی دما، بارش و خشک‌سالی‌های استان همدان، فصلنامه مهندسی آبیاری و آب، ۳: ۵۸-۴۷.

سبزی‌پرور، علی‌اکبر؛ مریانجی، زهره؛ کرمی، عباس (۱۳۸۴). بررسی توزیع مکانی و زمانی خشک‌سالی‌های رخ داده در استان همدان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، نشریه علمی سپهر، ۵۳: ۵۲-۴۸.

شریفی، ویدا (۱۴۰۱). تحلیل اثر خشک‌سالی بر پارامترهای فنولوژی شاخص‌های گیاهی از سری زمانی تصاویر سنجنده MODIS(مورد مطالعاتی: استان همدان)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رشته نقشه‌برداری، گرایش سنجش‌ازدور، دانشکده مهندسی گروه عمران، دانشگاه کردستان.

غیائی، سمیرا (۱۳۹۴). اثر خشک‌سالی هواشناسی بر تغییر کاربری اراضی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز سد اکباتان)، پایان‌نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد، رشته آبخیزداری، دانشکده آب‌وخاک گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه زابل.

فاضل‌دهکردی، لیلا؛ سهرابی، طیبه؛ محمودی کهن، فرهاد (۱۳۹۴). پایش خشک‌سالی با استفاده از تصاویر سنجنده مودیس در مناطق خشک (مطالعه موردی: استان یزد)، مجله مهندسی اکوسیستم بیابان، ۹ :۸۱-۹۴

کاظمی، آزاده (۱۳۸۶). ارزیابی شاخص‌های خشکی و خشک‌سالی در شرایط اقلیمی استان همدان، پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد، رشته آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، گروه مهندسی آب، دانشگاه بوعلی سینا.

مجیدی، علی اکبر (۱۳۹۴). پایش و پهنه‌بندی خشک‌سالی‌های هواشناسی رزن- قهاوند (استان همدان) بر اساس شاخص بارش استاندارد اصلاح شده و کاربرد زنجیره مارکوف، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رشته مهندسی آب، گرایش مهندسی منابع آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد.

مردانی، رامین؛ منتصری، حسین (۱۴۰۲). تغییرات زمانی و مکانی خشک‌سالی هواشناسی و ارتباط آن با شاخص‌های دمایی و وضعیت پوشش گیاهی با استفاده از سنجش‌ازدور و تصاویر ماهواره‌ای در شهرستان مرودشت، مدیریت آب‌وخاک، ۳: ۷۲ -۸۹.

واثق‌نژاد، حمیده (۱۳۹۴). بررسی تأثیر خشک‌سالی بر منابع آب دشت ملایر، همدان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رشته مهندسی منابع طبیعی، گرایش آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه ملایر.

Aswathy, C., Srikanth, G., Haridas, N., (2014), Drought Monitoring and Assessment for Karur District in Tamil Nadu Using Remote Sensing and GIS Techniques, 15 th Esri India User Conferenceg,National Remote Sensing Centre.

Beaudin, I., (2006), Potentiel de la télédétection pour le suivi et la caractérisation des conditions de sécheresse en milieu méditerranéen, University LAVAL.

Das, S., Roy, C., Malini, S., (2013), Geospatial Assessment of Agricultural Drought(case study of Bankura, weast Bengal), International Journal of Agricultural Science and Research, 1:1-28.

Dhawale, R., Paul, S. K., (2018), A Comparative Analysis of Drought Indices on Vegetation Through Remote Sensing for Latur Region of India, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 5: 20-23.

Feng, G., (2014), Monitoring drought intensity in Illinois with a combined index, AM Degree of Geography and Environmental Resources, In the Graduate School Southern Illinois University.

Hasanalibeyk, M., RomanKhan, M., Shahzada, A., (2020), Assessing Meteorological and Agricultural Drought in Chitral Kabul River Basin Using Multiple Drought Indices. Journals Remote Sensing. 9: 1417-1422.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.61186/jgs.25.77.23]

Kogan, F. N., (1997), Global Drought Watch from Space, National Oceanic and Atmospheric Administration/National Environmental Satellite Data and Information Service, Camp Springs, Maryland, 4:621-636.

Salakpi, F., (2021), Forecasting Vegetation Condition in Pastoral Communities for Disaster Prevention, Ph.D degree of Philosophy, University of Sussex.

Seiler, R. A., kogan, F., Sullivan, J., (1998), AVHRR-based vegetation and temperature condition indices for drought detection in Argentina, Advances in Space Research, 3: 481-484.

Tsiros, E., Spiliotopoulos, M., Dalezios, N.R., (1998), Use of NOAA/AVHRR-based vegetation condition index(VCI) and temperature condition index(TCI) for drought monitoring in Thessaly, Greece, Symposium on water resources management: risks and challenges for the 21st century.

Wang, F., Yang, H., Zhao,Y., Li, Z., Wu, J., (2018), Capability of Remotely Sensed Drought Indices for Representing the Spatio–Temporal Variations of the Meteorological Droughts in the Yellow River Basin, Journals Remote Sensing, 11: 1834-1844.

Yan, N., Wu, B., K, Vijendra., Chang, S., Yang, L., (2016), A drought monitoring operational system for China using satellite data: design and evaluation, Natural Hazards and Risk, 7: 264–277.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.61186/jgs.25.77.23]