Journal of Rangeland

Print ISSN: 2008-0891

Online ISSN: 2676-5039

# Spatiotemporal Dynamics of Vegetation Cover and Their Relationships with Climate Change and Land Use in North-Eastern Iran (2001-2020)

**Seydeh Marziyeh Shobeiri[1], Hassan Khosravi*[2], Hossein Azarnivand[3], Hadi Eskandari Dameneh[4]**

1. MSc. Student in Combatting Desertification, Department of Arid and Mountains Regions Reclamation, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
2. Corresponding author; Associate prof., Department of Arid and Mountains Regions Reclamation, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: hakhosravi@ut.ac.ir
3. Prof., Department of Arid and Mountains Regions Reclamation, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
4. Postdoctoral Researcher, Department of Arid and Mountainous Regions Reclamation, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran.

**Article Info**

**Article type:**
Research Full Paper

**2024; Vol 18, Issue 1**

**Article history:**
Received: 07.03.2023
Revised: 13.06.2023
Accepted: 21.06.2023

**Keywords:**
Vegetation Dynamics,
Trens Changes,
Climate,
Vegetation Index.

## Abstract

**Background and objectives :**Terrestrial ecosystems depend on vegetation to connect water, soil, air, and other components. Using remote sensing technology, this study explores vegetation dynamics in Khorasan, including their response to land use changes and climate changes between 2001 and 2020. This study aimed to investigate and analyze the effects of climatic factors on vegetation dynamics.

**Methodology :**In this study, satellite and climate data are used. The National Meteorological Organization provided climate data, and the USGS provided satellite data on vegetation indicators. This research used monthly NDVI and EVI indices to investigate the vegetation cover from 2001 to 2020. These monthly images with a spatial resolution of 1 km were prepared from the MODIS terra sensor satellite. Using the IDW interpolation method, the climate data of 39 investigated stations were prepared, and their maps were prepared in ArcGIS. Linear regression simulated trends in vegetation index and climate parameters over 2001-2020 in QGIS. NDVI and EVI indices were correlated with climatic parameters to investigate changes in vegetation cover.

**Results :**Based on the trend of land use changes in Khorasan, the main land uses are barren lands, agricultural lands, forests, rangelands, open shrubland, savanna, and built-up areas. During this period, barren lands, agricultural lands, forests, and rangelands decreased by 2.57, 0.41, 0.0009, and 1.02 %, respectively, while open shrubland, savannas, and built-up areas increase by 3.98, 0.0031, and 0.0072 %. Examining the change slope of the vegetation cover index and climatic parameters in these 20 years showed that the change slope of the vegetation cover index EVI and NDVI in these 20 years are positive and increasing, respectively 72.81% and 85.46% of Khorasan, which can be said in general According to these two indicators, vegetation cover is increasing in more than 85% of Khorasan's natural lands. Examining the slope of rainfall and temperature changes in this period of time showed that these indicators had positive and increasing changes in 76.59 and



[ Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.1.7 ]

58.71% of the area of Khorasan, respectively. The correlation results between EVI and NDVI vegetation indices with rainfall show that there was a positive correlation between these two indices in 87.27 and 90.71 % of Khorasan. Correlation between vegetation indices EVI and NDVI and temperature showed that there was a negative correlation of about 74.27 and 77.26% respectively in the studied area .Most land use areas barren lands, agricultural lands, rangelands, and open shrublands have a positive correlation between the EVI vegetation cover index and rainfall in semi-arid, dry, and semi-arid climates. These correlation results show open shrublands, rangelands, and barren lands had 49.18, 80.96, and 100% positive correlations, respectively. The results of this correlation in the semi-humid climate in rangelands and forest land uses were positive at 95.30% and 1.15%, respectively. The results of the correlation between EVI and temperature in the semi-arid climate in semi-arid, dry and semi-arid climates show that this relationship in most barren lands, rangelands and open shrublands is negative. Also, the results of this correlation in the Mediterranean climate show that this correlation is positive in the use of barren lands, rangelands and open shrublands 40.99, 91.02 and 23.08 %. The results of this correlation in the semi-humid climate show that this relationship is 100 and 98.06 % positive in barren lands, and rangelands, respectively, and 1.94 % negative in open shrublands **.**In the majority of areas, such as barren lands, agricultural lands, rangelands, and open shrublands, there is a positive correlation between NDVI and rainfall in extra-arid, dry, semi-arid, and Mediterranean climates. In the Mediterranean climate, barren lands, rangelands, and open shrubland use are all 100% positive, 62.15 and 77.0.1 respectively. In semi-humid climates, barren lands and pastures are used 52.56 % and 38.63 %, respectively. A negative correlation was found between NDVI and temperature in extra-arid, dry, semi-arid and Mediterranean climates in most of the land use areas barren lands, agricultural lands, rangelands, and open shrublands. Based on the results of the correlation, barren lands, rangelands, and open shrublands are 99.60, 93.66, and 100% positive, respectively. According to the correlation results between NDVI and temperature in semi-humid climates, barren lands and rangelands have a 100% positive correlation.

**Conclusion**: The destruction and restoration of vegetation have become a major challenge in Iran. Land degradation and desertification conditions will increase due to the interaction of human activities and climate change. North Khorasan, Razavi and South Khorasan were studied separately and in detail at the climate and land use levels. Consequently, the findings of this study can be very useful and necessary for the implementation of policies and projects to promote vegetation restoration by men and politicians in the field of natural resources and the environment.

**Cite this article**: Shobeiri, S.M., H. Khosravi., H. Azarnivand, Hs. Eskandari Dameneh, 2024. Spatiotemporal Dynamics of Vegetation Cover and Their Relationships with Climate Change and Land Use in North-Eastern Iran (2001-2020). Journal of Rangeland, 18(1): 1-22.

© The Author(s).
DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.1.7
Publisher: Iranian Society for Range Management

[ Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25 ]
[ DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.1.7 ]

مـــرتـــع

شاپا چاپی: ۰۸۹۱-۲۰۰۸

شاپا الکترونیکی: ۵۰۳۹-۲۶۷۶

# بررسی تنوع مکانی و زمانی پوشش گیاهی و عوامل مؤثر بر آن در شمال شرق ایران

**سیده مرضیه شبیری[۱]، حسن خسروی*[۲]، حسین آذرنیوند[۳] و هادی اسکندری دامنه[۳]**

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت و کنترل بیابان، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران.
۲ نویسنده مسئول، دانشیار گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: hakhosravi@ut.ac.ir
۳. استاد گروه احیا مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
۴. پژوهشگر پسادکتری، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

**اطلاعات مقاله**

**نوع مقاله:**
مقاله کامل – پژوهشی

**۱۴۰۲؛ جلد ۱۸، شماره ۱**

**تاریخ دریافت** ۱۴۰۱/۱۲/۱۶
**تاریخ ویرایش:** ۱۴۰۲/۰۳/۲۳
**تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۲/۰۳/۳۱

**واژه‌های کلیدی:**
پویایی پوشش گیاهی،
روند تغییرات،
اقلیم،
شاخص‌های پوشش گیاهی.

**چکیده**

**سابقه و هدف:** پوشش گیاهی یکی از عناصر ضروری اکوسیستم زمینی است که آب، خاک، هوا و سایر اجزای محیطی را به هم متصل می‌کند. هدف اصلی این مطالعه بررسی مکانی و زمانی پویایی پوشش گیاهی و پاسخ آن به تغییرات اقلیمی و فعالیت‌های انسانی از جمله تغییرات کاربری خراسان دربازه زمانی ۲۰۰۱ تا ۲۰۲۰ با کمک فنآوری سنجش از راه دور است. در این راستا این مطالعه به شناسایی و تجزیه و تحلیل محرک‌های اقلیمی مؤثر بر پویایی پوشش گیاهی در کاربری‌ها و اقلیم‌های مختلف در مقیاس پیکسل پرداخته است.

**مواد و روش‌ها:** داده‌های مورد استفاده در این تحقیق به دو بخش کلی داده‌های ماهواره‌ای و داده‌های اقلیمی تقسیم می‌شوند. داده‌های اقلیمی از سازمان هواشناسی کشور و همچنین داده‌های ماهواره‌ای شاخص‌های پوشش‌گیاهی از سایت USGS تهیه شد. در این تحقیق برای بررسی پوشش‌گیاهی از شاخص‌های NDVI و EVI ماهانه در بازه زمانی ۲۰۲۰-۲۰۰۱ استفاده شد، این تصاویر ماهانه و با قدرت تفکیک مکانی ۱×۱ کیلومتر از ماهواره ترا سنجنده مودیس تهیه شدند. بعد از تهیه داده‌های اقلیمی دما و بارندگی برای ۳۹ ایستگاه مورد بررسی در منطقه مورد مطالعه با استفاده از روش درون‌یابی IDW نقشه‌های مربوط به آنها در نرم‌افزار ArcGIS تهیه‌گردید. روند تغییرات شاخص پوشش‌گیاهی و پارامترهای اقلیمی در بازه زمانی ۲۰۲۰-۲۰۰۱ برای هر پیکسل تصویر با استفاده از رگرسیون خطی در محیط نرم‌افزار QGIS شبیه‌سازی گردید. به منظور بررسی روند تغییرات پوشش گیاهی ارتباط بین شاخص NDVI و EVI با پارامترهای اقلیمی با استفاده از آنالیز همبستگی مورد بررسی قرار گرفت.

**نتایج:** بررسی روند تغییرات کاربری‌اراضی خراسان نشان در بازه زمانی ۲۰۲۰-۲۰۰۱ اراضی‌بایر، اراضی‌کشاورزی، جنگل‌ها و مراتع به‌ترتیب ۲/۵۷، ۰/۴۱، ۰/۰۰۰۹ و ۱/۰۲ درصد کاهش و بوته‌زارها، ساوانا و مناطق انسان‌ساخت ۳/۹۸، ۰/۰۰۳۱، ۰/۰۰۷۲ درصد افزایش را نشان داد. بررسی شیب تغییرات شاخص پوشش‌گیاهی و پارامترهای اقلیمی در این بازه زمانی ۲۰ ساله نشان داد که شیب تغییرات شاخص پوشش‌گیاهی EVI و NDVI در این بازه زمانی ۲۰ ساله به‌ترتیب ۷۲/۸۱ و ۸۵/۴۶ درصد از خراسان مثبت و افزایشی است که به‌طور کلی می‌توان بیان کرد که پوشش گیاهی بر اساس این دوشاخص در اراضی طبیعی در بیش از ۸۵ درصد از خراسان افزایشی است. بررسی شیب تغییرات بارندگی و دما در این بازه زمانی نشان داد که به‌ترتیب این شاخص‌ها در ۷۶/۵۹ و ۵۸/۷۱ درصد از مساحت خراسان تغییرات مثبت و افزایشی داشته است. نتایج همبستگی بین شاخص‌های پوشش‌گیاهی EVI و NDVI با بارندگی نشان می‌دهد که در ۸۷/۲۷ و ۹۰/۷۱ درصداز خراسان بین این دو شاخص همبستگی مثبت وجود داشته است. همبستگی بین شاخص‌های پوشش‌گیاهی EVI و NDVI و دما نشان داد که در منطقه مورد مطالعه به‌ترتیب حدود ۷۴/۲۷ و ۷۷/۲۶ درصد همبستگی منفی برقرار بوده است. نتایج بررسی همبستگی بین شاخص پوشش‌گیاهی EVI و بارندگی در اقلیم فراخشک، خشک و نیمه‌خشک نشان می‌دهد که این همبستگی در اکثر کاربری‌های اراضی‌بایر، اراضی‌کشاورزی، مراتع و بوته‌زار مثبت است. همچنین این نتایج همبستگی در اقلیم مدیترانه‌ای نشان داد که در کاربری‌های اراضی‌بایر، مراتع و بوته‌زار به‌ترتیب ۴۹/۱۸، ۸۰/۹۶،



[ Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.1.7 ]

۱۰۰ درصد مثبت است. نتایج این همبستگی در اقلیم نیمه‌مرطوب در کاربری‌های مراتع و جنگل به‌ترتیب در ۹۵/۳۰، ۱/۱۵ درصد مثبت بوده است. نتایج همبستگی EVI و دما در اقلیم فراخشک در اقلیم فراخشک، خشک و نیمه‌خشک نشان می‌دهد که این رابطه در اکثر کاربری اراضی‌بایر، اراضی‌کشاورزی، مراتع و بوته‌زار منفی است. همچنین نتایج این همبستگی در اقلیم مدیترانه‌ای نشان می‌دهد که این همبستگی در کاربری اراضی‌بایر، مراتع، بوته‌زار ۹۹/۴۰، ۹۱/۰۲ و ۲۳/۰۸ درصد مثبت است. نتایج این همبستگی در اقلیم نیمه‌مرطوب نشان می‌دهد که این رابطه در اراضی‌بایر و مراتع به‌ترتیب ۱۰۰ و ۹۸/۰۶ درصد مثبت و در مراتع ۱/۹۴ درصد منفی است. نتایج همبستگی NDVI و بارندگی در اقلیم فراخشک، خشک و نیمه‌خشک و مدیترانه‌ای نشان می‌دهد که این همبستگی در اکثر مساحت کاربری اراضی‌بایر، اراضی‌کشاورزی، مراتع و بوته‌زار درصد مثبت بوده است. نتایج این همبستگی در اقلیم مدیترانه‌ای این بوده که این رابطه در کاربری اراضی‌بایر، مراتع، بوته‌زار به‌ترتیب ۶۲/۱۵، ۷۷/۰۱، ۱۰۰درصد مثبت است. نتایج این همبستگی در اقلیم نیمه‌مرطوب در کاربری اراضی‌بایر و مراتع به‌ترتیب ۵۲/۵۶ و ۳۸/۶۳ درصد مثبت است. نتایج همبستگی NDVI و دما در اقلیم در اقلیم فراخشک، خشک و نیمه‌خشک و مدیترانه‌ای نشان می‌دهد که این همبستگی در اکثر مساحت کاربری اراضی‌بایر، اراضی‌کشاورزی، مراتع و بوته‌زار درصد منفی بوده است. نتایج این همبستگی در اقلیم مدیترانه‌ای در کاربری اراضی‌بایر، مراتع، بوته‌زار به‌ترتیب ۹۹/۶۰، ۹۳/۶۶، ۱۰۰ درصد مثبت است. نتایج همبستگی NDVI و دما در اقلیم نیمه‌مرطوب نشان می‌دهد که این همبستگی در کاربری اراضی‌بایر و مراتع ۱۰۰درصد همبستگی مثبت دارد.

**نتیجه‌گیری:** تخریب و احیاء پوشش گیاهی به یکی از چالش‌های مهم کشور ایران تبدیل شده است. این چالش مهم حاصل از تعامل فعالیت‌های انسانی و تغییرات اقلیمی بوده که به تبع آن پوشش گیاهی کاهش، تخریب اراضی و شرایط بیابانی‌شدن رو به افزایش خواهد بود. این مطالعه پویایی پوشش گیاهی سه استان خراسان شمالی، رضوی و جنوبی را در سطح اقلیم و کاربری‌های مختلف به تفکیک و با جزئیات مورد مطالعه قرار داده است.

**استناد:** شبیری، س.م.، ح. خسروی، ح. آذرنیوند و ه. اسکندری دامنه، ۱۴۰۳. بررسی تنوع مکانی و زمانی پوشش گیاهی و عوامل مؤثر بر آن در شمال شرق ایران. مرتع، ۱۷(۱): ۱-۲۲.

DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.1.7

**ناشر**: انجمن علمی مرتعداری ایران © نویسندگان

[ Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.1.7 ]

**مقدمه**

پوشش گیاهی یکی از عناصر ضروری اکوسیستم زمینی است که آب، خاک، هوا و سایر اجزای محیطی را به هم متصل می‌کند (۴۲). پوشش گیاهی به عنوان یک جزء کلیدی از اکوسیستم‌های زمینی (۳۱)، نقش حیاتی در تنظیم چرخه‌های کربن، آب، انرژی (۴ ، ۴۲ و ۵۱)، اقلیم جهانی (۳۲) و تهیه غذا، فیبر و تولید چوب ایفا می‌کند (۴۶). این شاخص مهم در یک اکوسیستم تحت تأثیر اثرات متقابل تغییرات اقلیمی و فعالیت‌های انسانی است (۵ و ۶). همچنین یکی از شاخص‌های مهم برای ارزیابی شرایط اکوسیستم زمینی است. پویایی این شاخص می‌تواند به عنوان شاخص مناسبی برای ارزیابی و شناخت سلامت پوشش گیاهی و پایداری اکوسیستم مورد استفاده قرار می‌گیرد. در دهه‌های اخیر، توجه فزآینده‌ای به پاسخ‌های پویایی گیاهان به تغییرات اقلیمی و فعالیت‌های انسانی‌شده است (۴۶ و ۵۲). بنابراین، پایش تغییرات مکانی و زمانی پوشش گیاهی برای درک تعامل بین اکوسیستم‌های زمینی و جو و برای ارزیابی اثرات استراتژی‌ها و سیاست‌ها برای بازسازی اکوسیستم‌های زمینی بسیار حائز اهمیت است (۲۸).

در چند دهه گذشته، توسعه فنآوری سنجش از دور، از جمله تصاویر مبتنی بر داده‌های ماهواره مانند اسپکترورادیومتر تصویربردار با قدرت تفکیک متوسط MODIS و Landsat به یکی از مهم‌ترین منابع داده برای پایش پویایی پوشش گیاهی در مقیاس‌های مختلف تبدیل کرده است (۳۴). شاخص‌های پوشش گیاهی، یکی از مهم‌ترین محصولات سنجش از دوری هستند که در پایش پویایی پوشش گیاهی در هر دو مقیاس منطقه‌ای و جهانی بسیار کارآمد است(۳). تغییرات مربوط به پوشش گیاهی می‌تواند اطلاعات اساسی را برای مدیریت منابع زیست محیطی، به ویژه در مناطقی با اکوسیستم‌های شکننده مناطق خشک فراهم کند(۲۵).

تغییرات پوشش گیاهی به شدت تحت تأثیر عوامل متعدد طبیعی و انسانی قرار دارد(۲۳). گرمایش جوی ناشی از تغییرات اقلیمی و افزایش دمای سطحی منجر به تغییرات قابل توجهی در تعادل آب و انرژی در اکوسیستم‌های زمینی می‌شود(۲۰). بارندگی و درجه حرارت به عنوان دو عامل مهم اقلیمی مؤثر بر پویایی پوشش گیاهی هستند (۱۹، ۲۰ و ۲۶) مطالعات تأیید کرده‌اند که پاسخ پوشش گیاهی به عوامل اقلیمی اثرات تاخیر قابل توجهی را نشان می‌دهد(۳۲). فعالیت‌های انسانی از جمله جمعیت رو به رشد، توسعه اقتصادی، چرای بی‌رویه و پروژه‌های مهندسی متعدد باعث ایجاد اختلالات زیادی می‌شوند که به عوامل اصلی تغییر پوشش گیاهی در اکثر نقاط جهان تبدیل می‌شوند (۲۷). مطالعه اثرات فعالیت‌های انسانی بر تغییرات محیطی برای اطمینان از یک رابطه پایدار بین انسان و محیط زیست ضروری است. به طور کلی، تغییرات پوشش گیاهی ناشی از فعالیت‌های انسانی و عوامل اقلیمی به طور جداگانه یا با هم، بر پوشش گیاهی در مقیاس جهانی و منطقه‌ای تأثیر می‌گذارد (۳۶). بنابراین، درک پویایی پوشش گیاهی و واکنش آن به فعالیت‌های انسانی و تغییرات اقلیمی بسیار مهم است (۲۴).

شاخص‌های مختلف پوشش گیاهی مشتق شده از سنجش از دور، مانند شاخص نرمال شده پوشش گیاهی (NDVI= Normalized Difference Vegetation Index) و شاخص پوشش گیاهی بهبودیافته (EVI= Enhanced Vegetation Index)نسبت به باندهای طیفی منفرد در تشخیص ویژگی‌های پوشش گیاهی حساس‌تر هستند(۳۸). شاخص‌های NDVI و EVI پوشش گیاهی که معمولاً برای نظارت بر پوشش گیاهی در مقیاس جهانی و محلی استفاده می‌شوند (۱۸). مطالعات قبلی از سری‌های زمانی NDVI و مجموعه داده‌های اقلیمی برای تجزیه و تحلیل پاسخ پوشش گیاهی به عوامل اقلیمی در حوضه مختلف استفاده کرده‌اند. این مطالعات نشان داد که پوشش گیاهی در حوضه گوانژونگ به طور قابل توجهی افزایش یافته است و تغییرات پوشش گیاهی به خوبی به دما و بارندگی پاسخ می‌دهد (۴۷ و ۵۰). با این حال، سهم نسبی تغییرات اقلیمی و فعالیت‌های انسانی در تغییرات پوشش گیاهی در حوضه گوانز هونگ مبهم باقی مانده است و نمی‌توان دقیقاً محاسبه کرد. نادیده گرفتن اثرات فعالیت‌های انسانی بر پوشش گیاهی ممکن است منجر به خطا در ارزیابی وضعیت زمین شود.

بنابراین، درک تغییرات و پویایی پوشش گیاهی در رابطه با تغییرات اقلیمی و فعالیت‌های انسانی برای توسعه



[ Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25 ]

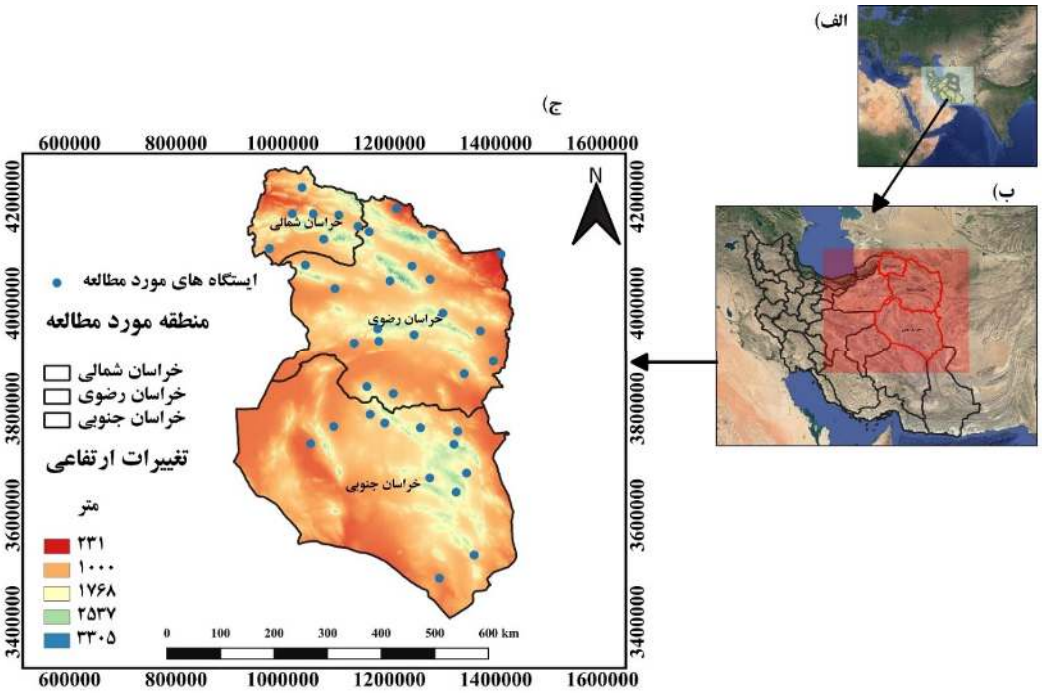
[ DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.1.7 ]

استراتژی‌های سازگار برای مقابله با چالش‌های ناشی از تغییرات اقلیمی و فعالیت‌های انسانی در اکوسیستم‌های گیاهی در مناطق خشک و نیمه‌خشک مهم است. هدف اصلی این مطالعه بررسی مکانی و زمانی پویایی پوشش گیاهی و پاسخ آن به تغییرات اقلیمی و فعالیت‌های انسانی از جمله تغییرات کاربری خراسان دربازه زمانی ۲۰۰۱ تا ۲۰۲۰ است. در این راستا این مطالعه به شناسایی و تجزیه و تحلیل محرک‌های اقلیمی مؤثر بر پویایی پوشش گیاهی در کاربری‌ها و اقلیم‌های مختلف در در پیکسل سایز ۱×۱ کیلومتر پرداخته است.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه شرق و شمال شرق ایران شامل استان‌های خراسان شمالی، رضوی و جنوبی به‌ترتیب با مساحت ۲۸۶۶۲، ۱۱۶۷۵۶، ۱۴۳۷۳۴ کیلومترمربع است. این منطقه بین طول جغرافیایی"۴۱ ۵۵° تا "۱۱ ۶۱° شرقی و عرض جغرافیایی "۵۶ ۳۰° تا "۲۹ ۳۸° شمالی قرار گرفته است. خراسان شمالی از نظر ناهمواری‌ها به دو بخش نواحی کوهستانی، پست و هموار تقسیم می‌شود. مرتفع‌ترین نقطه آن قله شاه‌جهان در رشته‌کوه‌های الاداغ و پست‌ترین نقطه آن در روستای تازه‌یاب در قسمت خروجی رودخانه اترک قرار دارد. خراسان جنوبی ۹۵ درصد وسعت این استان را عرصه‌های طبیعی در بر می‌گیرد. این استان دارای بیشترین سطح با اقلیم فراخشک است (۸). خراسان رضوی به طور معمول دارای اقلیم خشک و نیمه‌خشک است و بخش‌های کوهستانی شمال استان به دلیل دارا بودن میزان بارندگی قابل توجه و وجود منابع آب زیرزمینی از شرایط مناسب کشاورزی برخوردار هستند (۱۷). خراسان جنوبی با حدود ۹۸ درصد اراضی بایر و بخشی از کویر لوت جزء مناطق بیابانی استان خراسان است (۳۷). موقعیت جغرافیایی سه خراسان شمالی، رضوی و جنوبی در جهان، ایران، تغییرات ارتفاعی و ایستگاه‌های هواشناسی مورد مطالعه آن در شکل (۱) آورده شده است.




**شکل ۱: موقعیت استان‌های مورد مطالعه در جهان و ایران(الف و ب)، تغییرات ارتفاعی و ایستگاه‌های مورد مطالعه**

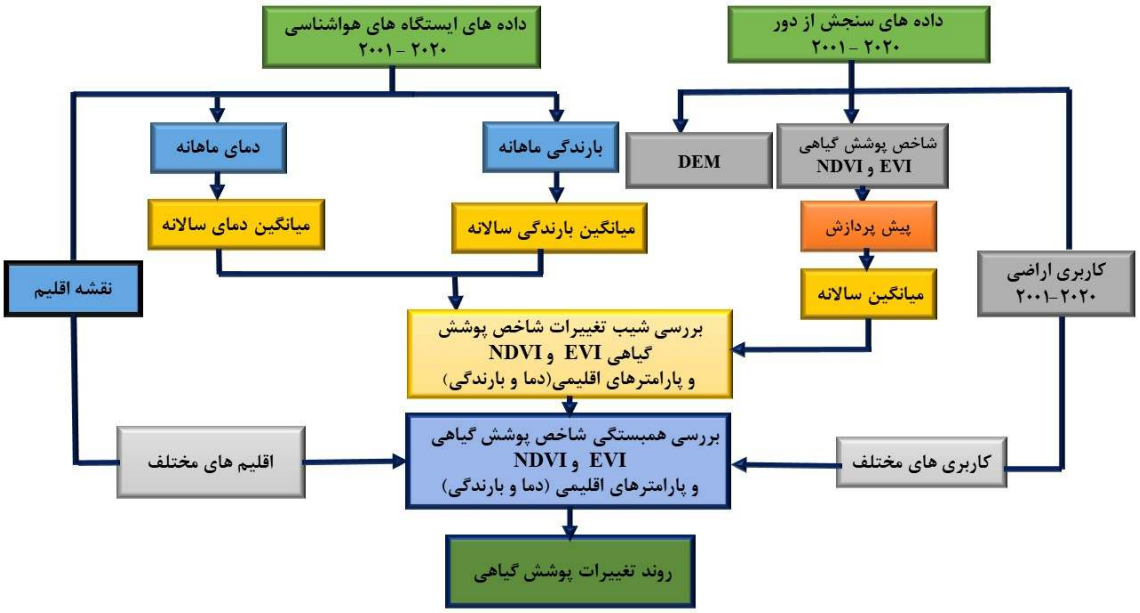


[ Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.1.7 ]

**روش تحقیق**

داده‌های مورد استفاده در این تحقیق به دو بخش کلی داده‌های ماهواره‌ای و داده‌های اقلیمی تقسیم می‌شوند. داده‌های اقلیمی استان‌های خراسان شمالی، خراسان رضوی و خراسان جنوبی (در این مطالعه به سه استان مذکور خراسان گفته می‌شود) برای دوره زمانی ۲۰۲۰-۲۰۰۱ از سازمان هواشناسی کشور و همچنین داده‌های ماهواره‌ای شاخص‌های پوشش‌گیاهی در این بازه زمانی از سایت (The United States Geological Survey = USGS) تهیه شد. پس از پردازش آنها روند تغییرات پوشش گیاهی در این مناطق از طریق بررسی اثرات متغیرهای اقلیمی بر این شاخص‌های پوشش‌گیاهی در کاربری‌ها و اقلیم‌های مختلف برآورد گردید. که مراحل انجام تحقیق به شرح زیر است (شکل۲).




**شکل ۲: چهارچوب مراحل انجام تحقیق**

**داده‌های ماهواره‌ای**

**بررسی پوشش‌گیاهی**

در این تحقیق برای بررسی پوشش‌گیاهی از شاخص تفاضل نرمال شده پوشش‌گیاهی (NDVI) و شاخص پوشش گیاهی بهبود یافته ( EVI) ماهانه در بازه زمانی ۲۰۲۰-۲۰۰۱ استفاده شد، که این تصاویر از ماهواره ترا سنجنده مودیس (MOD13A3) تهیه شدند. داده‌های این محصول، ماهانه و با قدرت تفکیک مکانی ۱ کیلومتر می‌باشند. شاخص NDVI و EVI از مهم‌ترین شاخص‌های پوشش‌گیاهی برای بررسی روند تغییرات پوشش‌گیاهی است(۱۰ ، ۱۱ و ۱۸)که برای محاسبه شاخص‌های NDVI و EVI به‌ترتیب از رابطه ۱ و ۲ استفاده شد (۱۳ و ۲۷).

رابطه (۱)

$$NDVI = \frac{(NIR - R)}{(NIR + R)}$$

رابطه (۲)

$$VI = G \times \frac{(NIR - R)}{(NIR + C1 \times R - C2 \times B + L)}$$

در اینجا NIR باند مادون قرمز نزدیک و R باند قرمز، B انعکاس در باند آبی، L فاکتور تعدیل کننده خاک، C1 و C2 ضرایب تصحیح کننده آئروسل در باند قرمز با استفاده



[ Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.1.7 ]

از باند آبی (G=۲/۵ ، C1=۶ و C2=۷/۵ ) است(۱۴) با توجه به اینکه فرمت تصاویر مودیس (MOD13A3) Hierarchical Data Formatاست، برای بررسی روند تغییرات NDVI و EVI از افزونه MODIS Conversion Toolkit در نرم‌افزار ENVI5.3 استفاده‌گردید. سپس تجزیه و تحلیل تصاویر در نرم‌فزار ArcGIS انجام شد.

**تهیه نقشه کاربری اراضی**

از محصول MCD12Q1 سنجنده مودیس با وضوح ۵۰۰ متر در بازه زمانی ۲۰۲۰-۲۰۰۱ برای بررسی تغییرات کاربری و پوشش سطح زمین استفاده گردید (۵ و ۴۶). نقشه کاربری اراضی در هفت کلاس کاربری اراضی تهیه گردید که در جدول ۱ جزییات هر کاربری آورده شده است.

**جدول ۱: توصیف کاربری‌های اراضی منطقه مورد مطالعه حاصل ازمحصول سنجده مودیس (۴۰)**

| کلاس | کاربری اراضی | توضیحات |
|---|---|---|
| ۱ | اراضی بایر | کمتر از ۶۰ درصد از مناطق بدون پوشش مانند شن، صخره و خاک و با پوشش گیاهی کمتر از ۱۰ درصد |
| ۲ | اراضی کشاورزی | حداقل ۶۰ درصد از سطح زمین زیر کشت است. |
| ۳ | جنگل | - غالباً درختان پهن برگ خزان کننده (تاج پوشش بیش از ۲ متر) و با پوشش درختی بیش از ۶۰ درصد. |
| ۴ | مراتع | غالباً با گیاهان یکساله پوشانده شده که ارتفاع آنها زیر ۲ متر باشد. |
| ۵ | بوته‌زار | غالباً با گیاهان چندساله چوبی بین ۱۰ تا ۶۰ درصدکه ارتفاع آنها بین ۱-۲ متر پوشیده باشد. |
| ۶ | ساوانا | زمین جنگلی منطقه‌های خشک و نیمه‌خشک با ۱۰-۳۰ درصد پوشش درختی که ارتفاع تاج پوشش آنها بیشتر از ۲ متر است |
| ۷ | مناطق انسان ساخت | مناطقی با حداقل ۳۰ درصد سطح غیر قابل نفوذ از جمله ساختمان، آسفالت و راه‌های ارتباطی مانند بزرگراه‌ها است |

**بررسی نقاط ارتفاعی**

برای بررسی نقاط ارتفاعی استان‌های مورد مطالعه از DEM ۳۰ متری سنجنده استر(ASTER) استفاد شده است.

**داده‌های اقلیمی**

بعد از تهیه داده‌های اقلیمی دما و بارندگی برای ۳۹ ایستگاه مورد بررسی در منطقه مورد مطالعه با استفاده از روش درون‌یابی عکس مجذور فاصله(IDW) نقشه‌های مربوط به آنها در نرم‌افزار ArcGIS تهیه‌گردید(۵ و ۱۳). در ادامه مرز منطقهٔ مورد مطالعه بر روی نقشه‌های پوشش‌گیاهی و نقشه‌های پارامترهای اقلیمی ماسک شده و نقشه شاخص‌های پوشش‌گیاهی و اقلیمی برای بازه زمانی مد نظر تهیه گردید.

**آنالیز آماری**

**بررسی روند تغییرات**

روند تغییرات شاخص پوشش‌گیاهی و پارامترهای اقلیمی در بازه زمانی ۲۰۲۰-۲۰۰۱ برای هر پیکسل تصویر با استفاده از رگرسیون خطی در محیط نرم‌افزار QGIS براساس رابطه (۴) شبیه‌سازی گردید.

رابطه (۴)

$$\theta_{slope} = \frac{n \times \sum_{j=1}^{n} j \times X_j - \sum_{j=1}^{n} j \times \sum_{j=1}^{n} X_i}{N \times \sum_{j=1}^{n} j^2 - \left[\sum_{j=1}^{n} j\right]^2}$$

که در این رابطه $\theta_{slope}$ شیب تغییرات شاخص مورد نظر در منطقه مورد مطالعه، n بازه زمانی مد نظر در پایش، Xi مقدار شاخص مد نظر برای بازه زمانی j، و $\theta_{slope} > ۰$ و $\theta_{slope} < ۰$ به‌ترتیب نشان دهنده شیب تغییرات مثبت و منفی در میزان شاخص مربوطه است(۴۴) .

آنالیز همبستگی بین شاخص پوشش‌گیاهی و پارامترهای اقلیمی

به منظور بررسی روند تغییرات پوشش گیاهی ارتباط بین شاخص NDVI و EVI با پارامترهای اقلیمی با استفاده از آنالیز همبستگی مورد بررسی قرار گرفت (رابطه ۵).

رابطه (۵)

$$R_{x,y} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - X)(y_i - y)}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i - x)^2 \times \sum_{i=1}^{n}(y_i - y)^2}}$$



[ Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25 ]

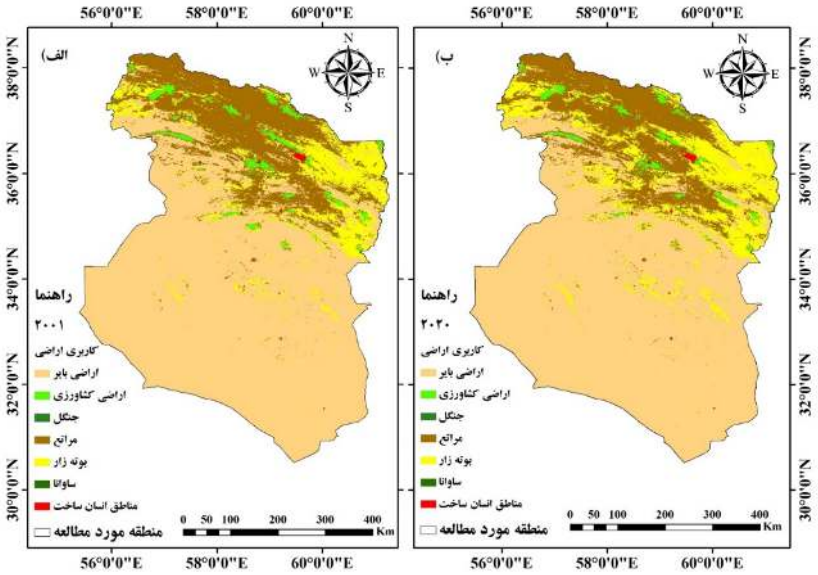
[ DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.1.7 ]

y ضریب همبستگی بین x و y است، xi مقدار شاخص مستقل در بازه زمانی iام، yi متغییرهای مستقل بازه زمانی iام و i بازه زمانی (ماه، فصل یا سال) است (۴۱).

## نتایج

### بررسی تغییرات کاربری اراضی در بازه زمانی ۲۰۲۰-۲۰۰۱

بررسی روند تغییرات کاربری‌اراضی خراسان در بازه زمانی ۲۰۲۰-۲۰۰۱ در شکل (۳) آورده شده است. این بررسی نشان داد که این منطقه شامل ۷ کاربری عمده از قبیل اراضی‌بایر، اراضی‌کشاورزی، جنگل، مراتع، بوته‌زار، ساوانا و مناطق انسان‌ساخت است. بطور کلی در این دوره زمانی ۲۰ ساله اراضی‌بایر، اراضی‌کشاورزی، جنگل‌ها و مراتع به‌ترتیب ۲/۵۷، ۰/۴۱، ۰/۰۰۰۹و ۱/۰۲ درصد کاهش و بوته‌زارها، ساوانا و مناطق انسان‌ساخت ۳/۹۸، ۰/۰۰۳۱، ۰/۰۰۷۲ درصد افزایش را نشان داد.



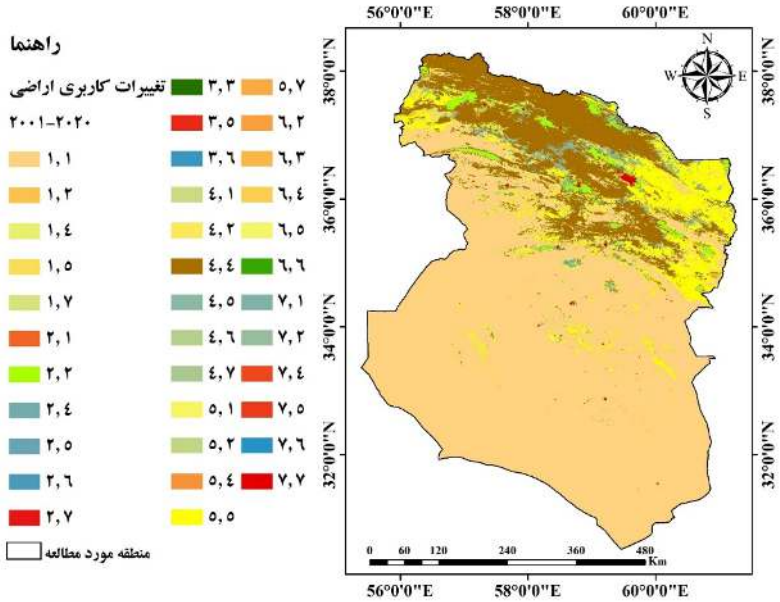

**شکل۳: تغییرات کاربری اراضی سال الف) ۲۰۰۱ و ب) ۲۰۲۰**

نتایج بررسی تغییرات کاربری اراضی در بازه ۲۰۲۰-۲۰۰۱ (شکل ۴ و جدول۲ ) نشان داد که به‌ترتیب حدود ۳/۳۷، ۲۳/۱۲، ۶۵/۱۷، ۱۴/۵، ۵/۶۵، ۳۰/۰۶ درصد از اراضی بایر، اراضی کشاورزی، جنگل، مراتع، بوته زار و ساوانا به بوته‌زار، مراتع، ساوانا، بوته‌زار، مراتع و مراتع تبدیل شده است. همچنین بررسی تغییرات مناطق انسان ساخت نشان داد که این کاربری تقریبا ثابت بوده به طوری که حدود ۹۸/۰۱ درصد به این کاربری تبدیل گردیده است.



[ Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.1.7 ]




**شکل ۴: تغییرات کاربری اراضی در بازه ۲۰۲۰- ۲۰۰۱ در اینجا شماره کاربری‌های اراضی بایر، اراضی کشاورزی، جنگل، مراتع ، بوته‌زار، ساوانا و مناطق انسان ساخت به‌ترتیب۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶ و ۷ است**

**جدول۲: درصد تغییرات کاربری اراضی در بازه زمانی ۲۰۲۰-۲۰۰۱**

| درصد تغییرات | اراضی بایر | اراضی کشاورزی | جنگل | مراتع | بوته زار | ساوانا | مناطق انسان ساخت |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| اراضی بایر | ۹۵/۲۳ | ۰/۰۰۲ | - | ۱/۴۰ | ۳/۳۷ | - | ۰/۰۰۵ |
| اراضی کشاورزی | ۰/۲۷ | ۷۰/۳۴ | - | ۲۳/۱۲ | ۶/۱۹ | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۸ |
| جنگل | - | - | ۲۴/۳۲ | - | ۱۰/۵۱ | ۶۵/۱۷ | - |
| مراتع | ۱/۱۷ | ۰/۸۶ | - | ۸۳/۴۱ | ۱۴/۵۰ | ۰/۰۲ | ۰/۰۴ |
| بوته‌زار | ۵/۵۱ | ۰/۳۵ | - | ۵/۶۵ | ۸۸/۴۶ | - | ۰/۰۲ |
| ساوانا | - | ۲/۱۵ | ۰/۶۸ | ۳۰/۰۶ | ۱/۲۴ | ۶۵/۸۸ | - |
| مناطق انسان ساخت | ۰/۵۹ | ۰/۱۸ | - | ۰/۶۹ | ۱/۲۶ | ۰/۰۰۴ | ۹۷/۰۱ |

**تغییرات زمانی و مکانی پوشش‌گیاهی و پارامترهای اقلیمی**

بررسی تغییرات مکانی و زمانی شاخص‌های پوشش‌گیاهی EVI و NDVI و شاخص‌های اقلیمی دما و بارندگی در بازه زمانی سال ۲۰۲۰-۲۰۰۱ به‌ترتیب در شکل (۵) الف تا ج آورده شده است. بررسی این روند تغییرات نشان می‌دهد که که روند تغییرات شاخص EVI (شکل ۵- الف) در این بازه زمانی با شیب ۰/۰۰۰۳ و ضریب تبیین ۰/۱۶۵، همچنین روند تغییرات شاخص NDVI در شکل ۵- ب در این بازه زمانی با شیب ۰/۰۰۰۵ و ضریب تبیین ۰/۱۵۷ افزایشی بوده است که این دو شاخص روند معنی‌داری را در این بازه زمانی نشان ندادند. تحلیل روند تغییرات شاخص اقلیمی بارندگی با شیب ۰/۳۶ و ضریب تبیین ۰/۰۰۳۲ در شکل ۵- ج بیانگر شیب افزایشی بارندگی بوده در حالی روند تغییرات شاخص دما در شکل ۵- د با شیب ۰/۰۰۵۶ با ضریب تبیین ۰/۰۰۴۸ نشان دهنده روند افزایشی دما است. روند این دو پارامتر اقلیمی نیز در این بازه زمانی معنی‌داری نیست.

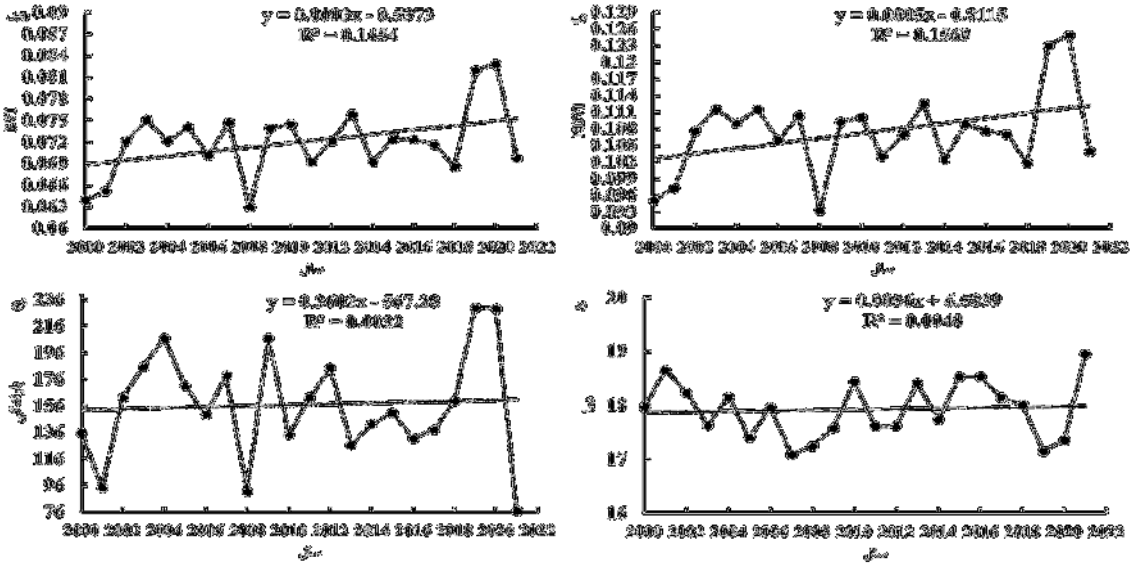
بررسی تغییرات مکانی متوسط ۲۰ ساله شاخص‌های پوشش‌گیاهی EVI و NDVI و شاخص‌های اقلیمی دما و بارندگی در بازه زمانی سال ۲۰۲۱-۲۰۰۱ در شکل (۶) بیان می‌کند که متوسط ۲۱ ساله شاخص EVI (شکل ۶- الف) حدود ۰/۰۷ است که بیشترین مقدار این شاخص در قسمت‌های شمال، شمال غرب پراکنده شده است و کمترین مقدار این شاخص در قسمت‌های جنوب، جنوب غرب،



[ Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.1.7 ]

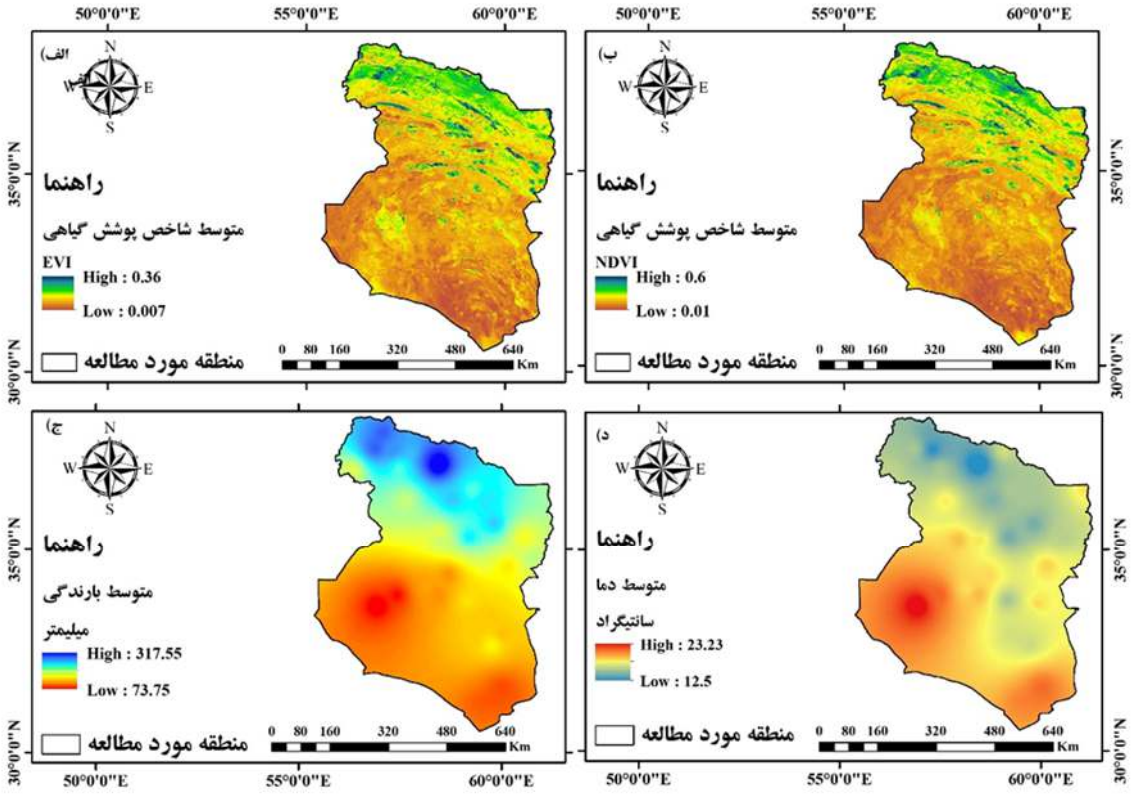
جنوب شرق قرار دارد. این بررسی برای شاخص NDVI در شکل ۶- ب بیان می‌کند که متوسط این شاخص ۰/۱۱ است که بیشترین مقدار این شاخص در قسمت‌های شمال، شمال غرب و کمترین مقدار شاخص NDVI در جنوب، جنوب غرب متمرکز گردیده است. بررسی تغییرات مکانی متوسط ۲۰ سال متغییر اقلیمی بارندگی (شکل ۶-ج) در این بازه زمانی حدود ۱۵۶/۹۶ میلی‌متر است که بیشترین مقدار آن در قسمت‌های شمالی بوده که از شمال غرب به سمت شمال شرق کاهشی است و کمترین مقدرا این شاخص در جنوب غرب، جنوب شرق و قسمت‌های مرکزی این منطقه دیده شده است. این بررسی برای پارامتر دما (شکل ۶- د) با متوسط ۱۷/۹۲ سانتی‌گراد نشان می‌دهد که بیشترین مقدار این پارامتر در قسمت جنوب غرب، جنوب شرق متمرکز شده و کمترین مقدار این شاخص در شمال و نواحی مرکزی پراکنده شده است.



**شکل ۵: روندتغییرات متوسط سالانه الف) EVI ، ب) NDVI، ج) دما، د) بارندگی در بازه زمانی ۲۰۲۰-۲۰۰۱**

[ Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.1.7 ]




**شکل ۶: میانگین ۲۰ ساله الف) EVI، ب)NDVI ، ج) بارندگی، د) دما در بازه زمانی ۲۰۲۰-۲۰۰۱**

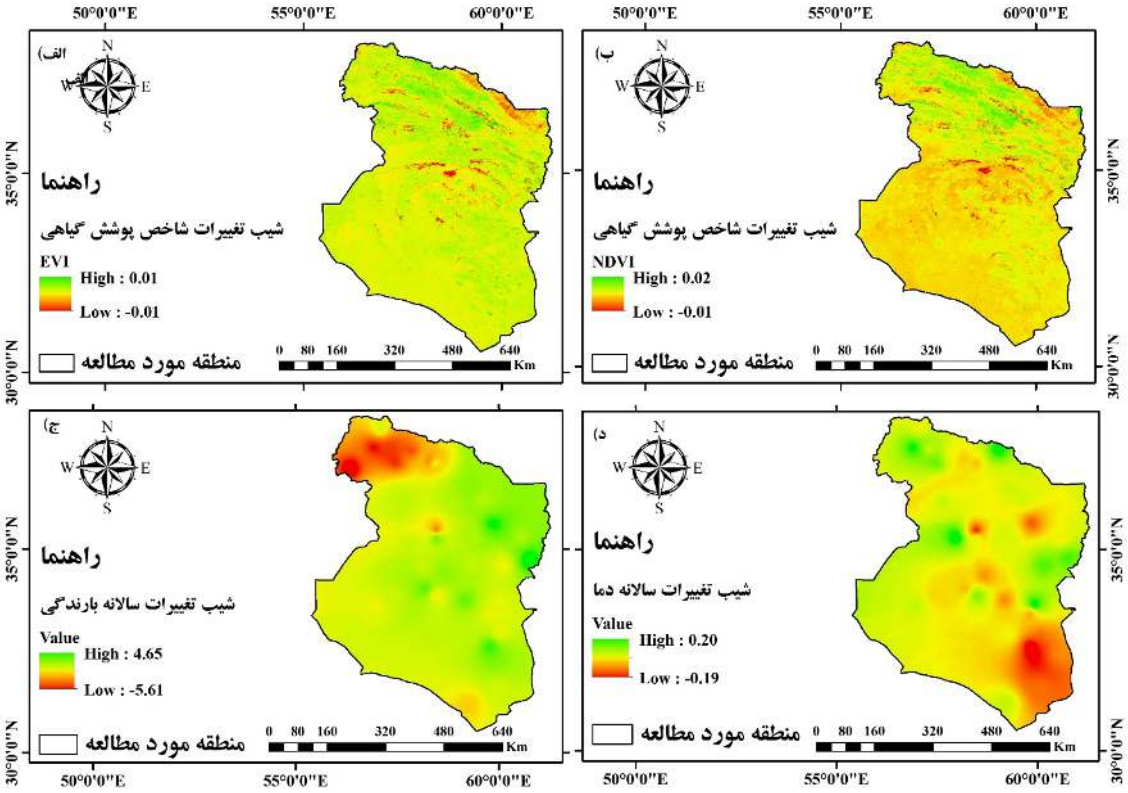
**شیب تغییرات شاخص‌های پوشش‌گیاهی و پارامترهای اقلیمی**

بررسی شیب تغییرات شاخص پوشش‌گیاهی و پارامترهای اقلیمی در بازه زمانی ۲۰۲۰-۲۰۰۱ در شکل (۷) آورده شده است. نتایج این بررسی نشان داد که شیب تغییرات شاخص پوشش‌گیاهی EVI در این بازه زمانی ۲۰ ساله به‌ترتیب ۷۲/۸۱ درصد از خراسان مثبت و افزایشی و در ۲۷/۱۹ درصد آن منفی و کاهشی است (شکل۷-الف). همچنین نتایج بررسی شیب تغییرات شاخص پوشش‌گیاهی NDVI در این بازه زمانی (شکل۷ -ب) نشان داد که تغییرات این شاخص در ۸۵/۴۶ و ۱۴/۵۴ درصد از خراسان به‌ترتیب مثبت و افزایشی و منفی و کاهشی است. بررسی شیب تغییرات بارندگی در این بازه زمانی نشان می‌دهد (شکل ۷-ج) که این شاخص در ۷۶/۵۹ درصد از مساحت خراسان تغییرات مثبت و افزایشی داشته این در حالی است که این تغییرات در ۲۳/۴۱ درصد از منطقه مورد مطالعه منفی و کاهشی است. از طرفی دیگر روند تغییرات پارامتر اقلیمی دما (شکل ۷- د) نشان داد که در ۵۸/۷۱ درصد از خراسان مثبت وافزایشی و در ۲۹/ ۴۱ درصد از آن شیب تغییرات منفی و کاهشی است.



[ Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.1.7 ]




**شکل ۷: شیب تغییرات الف) EVI، ب) NDVI، ج) بارندگی و د) دما در بازه زمانی ۲۰۲۰-۲۰۰۱**

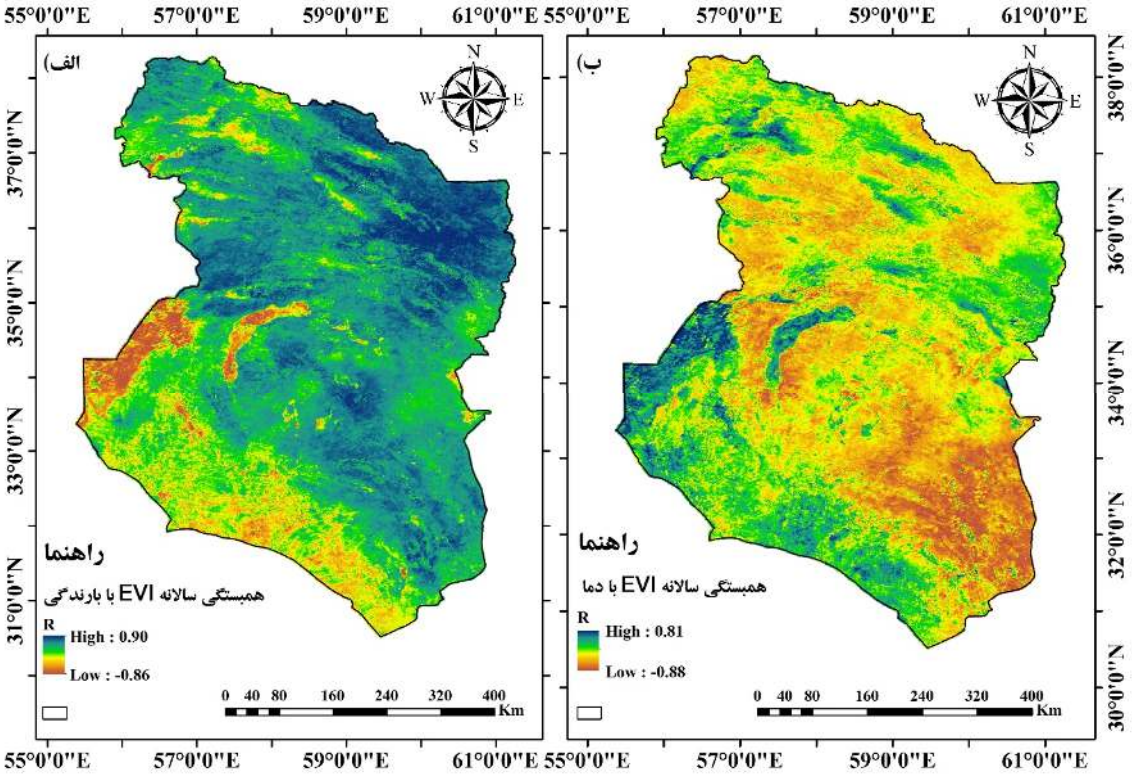
**همبستگی بین شاخص‌های پوشش‌گیاهی و پارامترهای اقلیمی**

بررسی همبستگی بین شاخص‌های پوشش‌گیاهی و پارامترهای اقلیمی در شکل (۸) آورده شده است. نتایج همبستگی بین شاخص پوشش‌گیاهی EVI و بارندگی نشان می‌دهد (شکل ۸ –الف، شکل ۱۰-الف) که در ۸۷/۲۷ درصداز خراسان بین این دو شاخص همبستگی مثبت وجود داشته که از این مقدار حدود ۴۴/۶۳ درصد معنی‌دار است. در این رابطه حدود ۱/۴۴ درصد همبستگی منفی برقرار بوده که از این مقدار حدود ۰/۰۰۰۲۴ درصد معنی‌دار است. همبستگی بین شاخص پوشش‌گیاهی EVI و دما نشان داد (شکل ۸- ب، شکل ۱۰-ب) که در منطقه مورد مطالعه حدود ۲۵/۷۳ درصد از مساحت آن بین این دو شاخص همبستگی مثبت وجود داشته که از این مقدار ۱/۳۶ درصد معنی‌دار است. در این رابطه حدود ۷۴/۲۷ درصد همبستگی منفی برقرار بوده که از این مقدار حدود ۸/۲۴ درصد معنی‌دار است. نتایج همبستگی بین شاخص پوشش‌گیاهی NDVI و بارندگی نشان می‌دهد (شکل ۹ –الف، شکل ۱۰-ج) که در حدود ۹۰/۷۱ درصد از خراسان بین این دو شاخص همبستگی مثبت وجود داشته که از این مقدار حدود ۴۸/۱۵ درصد معنی‌دار است. همچنین حدود ۹/۲۹ درصد از این همبستگی منفی بوده که از این مقدار حدود ۰/۵۳ درصد معنی‌دار است. بررسی همبستگی این شاخص با دما نشان می‌دهد (شکل ۹- ب، شکل ۱۰-د) که در ۲۲/۷۴ درصد از این منطقه بین این دو شاخص همبستگی مثبت وجود داشته که از این مقدار حدود ۰/۹۸درصد معنی‌دار است. از طرفی دیگر در حدود ۷۷/۲۶ درصدآن همبستگی منفی برقرار بوده که از این مقدار حدود ۸/۶۷ درصد معنی‌دار است.



[ Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.1.7 ]

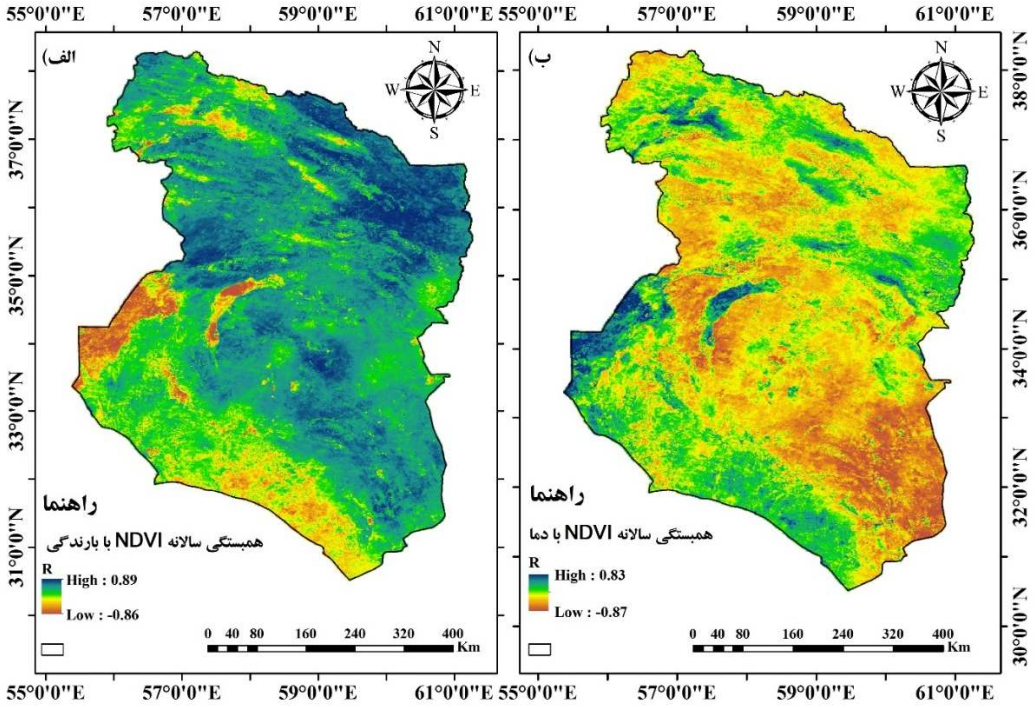



شکل ۸: الف) همبستگی بین EVI و بارندگی، ب) همبستگی EVI و دما در بازه زمانی سال ۲۰۲۰-۲۰۰۱

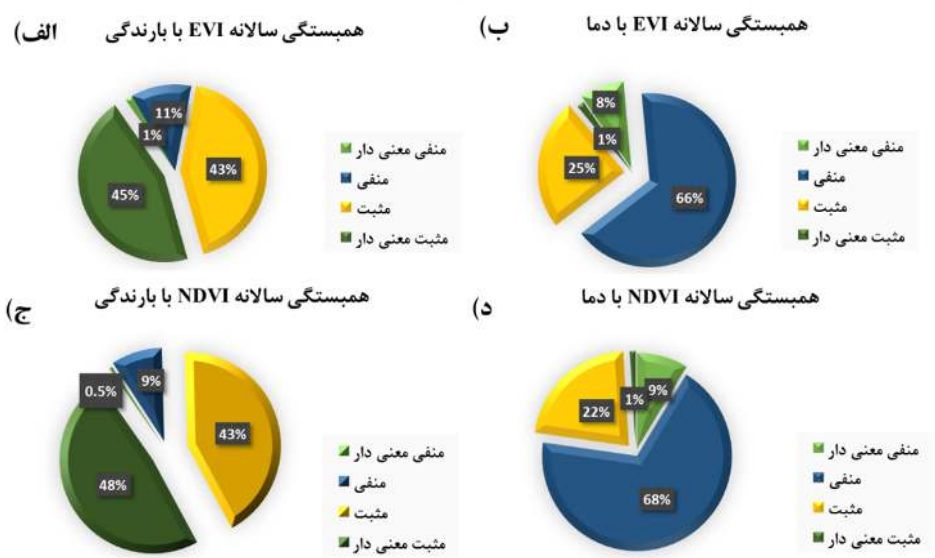


[ Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.1.7 ]




شکل ۹: الف) همبستگی NDVI و بارندگی، ب) همبستگی NDVI و دما در بازه زمانی سال ۲۰۲۰-۲۰۰۱




شکل ۱۰: درصد همبستگی شاخص پوشش‌گیاهی الف) EVI و بارندگی، ب) EVI و دما ، ج) NDVI و بارندگی ، د) NDVI و دما در بازه زمانی سال ۲۰۲۰-۲۰۰۱



[ Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.1.7 ]

**همبستگی بین پارامترهای پوشش‌گیاهی و اقلیمی در اقلیم‌ها و کاربری‌های مختلف**

نتایج همبستگی بین پارامترهای مختلف پوشش‌گیاهی و اقلیمی در اقلیم‌ها و کاربری‌های مختلف در شکل ( ۱۱) آورده شده است. نتایج بررسی همبستگی بین شاخص پوشش‌گیاهی EVI و بارندگی (شکل ۱۱-الف) در اقلیم فراخشک نشان می‌دهد که این همبستگی در کاربری‌های اراضی‌بایر، اراضی‌کشاورزی، مراتع و بوته‌زار ۷۶/۲۶، ۹۶/۱۳، ۹۶/۳۷، ۹۸/۳۹ درصد مثبت و حدود ۲۳/۷۴، ۳/۸۷، ۳/۶۳، ۱/۶۱ درصد آن منفی بوده است. نتایج این همبستگی در اقلیم خشک نشان داد که این همبستگی در کاربری‌های اراضی‌بایر، اراضی‌کشاورزی، مراتع، بوته‌زار و ساوانا به‌ترتیب حدود ۹۷/۹۸، ۹۹/۳۹، ۹۹/۴۱ و ۳۰/۵۸ مثبت بوده در حالی که این رابطه در این کاربری‌ها به‌ترتیب ۲/۰۲، ۰/۶۱، ۰/۵۹، ۰/۴۵ و ۶۹/۴۲ درصد منفی است. نتایج همبستگی بین شاخص پوشش‌گیاهی EVI و بارندگی در اقلیم نیمه‌خشک و کاربری‌های اراضی‌بایر، اراضی کشاورزی به‌ترتیب در ۹۶/۷۹، ۹۵/۹۱ درصد مثبت در حالی که در این کاربری‌ها ۳/۲۱، ۴/۰۹ درصد منفی است. همچنین این نتایج همبستگی در اقلیم مدیترانه‌ای نشان داد که در کاربری‌های اراضی‌بایر، مراتع و بوته‌زار به‌ترتیب ۴۹/۱۸، ۸۰/۹۶، ۱۰۰ درصد مثبت است که در این کاربری‌ها ۵۰/۸۲، ۱۹/۰۴ درصد منفی است نتایج این همبستگی در اقلیم نیمه‌مرطوب در کاربری‌های مراتع و جنگل به‌ترتیب در ۹۵/۳۰، ۱/۱۵ درصد مثبت و در ۴/۷۰، ۹۸/۸۵ درصداز آن منفی بوده است.

نتایج همبستگی EVI و دما (شکل۱۱-ب) در اقلیم فراخشک نشان می‌دهد که این رابطه در کاربری اراضی‌بایر، اراضی‌کشاورزی، مراتع و بوته‌زار به‌ترتیب ۳۲/۵۶، ۱۲/۴۹، ۲۲/۵۲ و ۱۴/۱۰ درصد مثبت در حالی‌که در ۶۷/۴۴، ۸۷/۵۱، ۷۷/۸۴ و ۸۵/۰۹ درصد منفی است. بررسی اقلیم خشک نشان داد که این همبستگی در اراضی‌بایر، اراضی‌کشاورزی، مراتع، بوته‌زار و ساوانا به‌ترتیب ۸/۴۵، ۳۵/۰۷، ۱۲/۹۶، ۱۸/۷۰، ۶۸/۸۱ درصد مثبت در صورتیکه ۹۱/۵۵، ۶۴/۹۳، ۸۷/۰۴، ۸۱/۳۰، ۳۱/۱۹ درصد این کاربری‌ها منفی است. این همبستگی در اقلیم نیمه‌خشک در اراضی‌بایر، اراضی‌کشاورزی، جنگل، مراتع، بوته‌زار و ساوانا به‌ترتیب ۳۳/۰۱، ۲۱/۶۹، ۸۳/۷۲، ۳۰/۹۶، ۱۷/۹۵، ۵۴/۰۲ درصد مثبت و در ۶۶/۹۹، ۷۸/۳۱، ۱۶/۲۸، ۶۹/۰۴، ۸۲/۰۵ و ۴۵/۹۸ درصد منفی است. همچنین نتایج این همبستگی در اقلیم مدیترانه‌ای نشان می‌دهد که این همبستگی در کاربری اراضی‌بایر، مراتع، بوته‌زار ۹۹/۴۰، ۹۱/۰۲ و ۲۳/۰۸ درصد مثبت و ۰/۶۰، ۸/۹۸ و ۷۶/۹۲ درصد از آن منفی است. نتایج این همبستگی در اقلیم نیمه مرطوب نشان می‌دهد که این رابطه در اراضی‌بایر و مراتع به‌ترتیب ۱۰۰ و ۹۸/۰۶ درصد مثبت و در مراتع ۱/۹۴ درصد منفی است.

نتایج همبستگی NDVI و بارندگی (شکل ۱۱-ج) در اقلیم فراخشک نشان می‌دهد که این همبستگی در کاربری اراضی‌بایر، اراضی‌کشاورزی، مراتع و بوته‌زار به‌ترتیب ۸۳/۱۴، ۹۶/۷۷، ۹۷/۶۲، ۹۹/۱۱ درصد مثبت در حالیکه ۱۶/۸۶، ۳/۲۳، ۲/۳۸، ۰/۸۹درصد منفی است. همچنین بررسی این همبستگی در اقلیم خشک نشان داد که این رابطه در اراضی‌بایر، اراضی‌کشاورزی، مراتع، بوته‌زار و ساوانا به‌ترتیب ۹۹/۲۷، ۹۹/۳۵، ۹۹/۵۳، ۹۹/۶۱، ۶۷/۲۸ درصد مثبت در صورتیکه که در ۰/۷۳، ۰/۶۵، ۰/۴۷، ۰/۳۹، ۳۷/۷۲ درصد از این کاربری‌ها منفی است. همچنین نتایج این بررسی در اقلیم نیمه‌خشک بیان داشت که این رابطه در اراضی‌بایر، اراضی‌کشاورزی، جنگل، مراتع، بوته‌زار و ساوانا به‌ترتیب در ۹۸/۲۲، ۹۵/۸۶، ۳۳/۳۳، ۹۴/۵۰، ۹۹/۸۱، ۷۸/۰۱ درصد مثبت و ۱/۷۸، ۴/۱۴، ۶۶/۶۷، ۵/۵۰، ۰/۱۹، ۲۱/۹۹درصد منفی است. نتایج این همبستگی در اقلیم مدیترانه‌ای این بوده که این رابطه در کاربری اراضی‌بایر، مراتع، بوته‌زار به‌ترتیب ۶۲/۱۵، ۷۷/۰۱، ۱۰۰درصد مثبت و همچنین در این کاربری‌ها ۳۷/۸۵، ۲۲/۹۹ درصد منفی است. نتایج این همبستگی در اقلیم نیمه‌مرطوب در کاربری اراضی‌بایر و مراتع به‌ترتیب ۵۲/۵۶ و ۳۸/۶۳ درصد مثبت و همچنین این همبستگی در اراضی‌بایر و مراتع ۴۷/۴۴، ۶۱/۳۷ درصد منفی است.

نتایج همبستگی NDVI و دما (شکل۱۱-د) در اقلیم فراخشک نشان می‌دهد که این همبستگی در کاربری‌های اراضی بایر، اراضی‌کشاورزی، مراتع و بوته‌زار به‌ترتیب ۲۷/۰۱، ۱۴/۲۷، ۲۳/۶۰، ۱۶/۶۱ درصد مثبت در حالیکه



[ Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.1.7 ]

این رابطه در این کاربری‌ها حدود ۷۲/۹۹، ۸۵/۷۳، ۷۶/۴۰ و ۸۳/۳۹ درصد منفی است. نتایج بررسی این همبستگی در اقلیم خشک بیان داشت که این رابطه در اراضی‌بایر، اراضی‌کشاورزی، مراتع، بوته‌زار و ساوانا به‌ترتیب ۵/۶۸، ۳۱/۳۱، ۱۲/۴۳، ۱۷/۰۸، ۱۸/۰۲ درصد مثبت در صورتیکه ۹۴/۳۲، ۶۸/۶۹، ۸۷/۵۷، ۸۲/۹۲ و ۸۱/۹۸ درصد از این‌ها منفی است. این همبستگی در اقلیم نیمه‌خشک نشان می‌دهد که این رابطه در اراضی‌بایر، اراضی‌کشاورزی، جنگل، مراتع، بوته‌زار و ساوانا به‌ترتیب ۳۱/۶۲، ۲۳/۲۱، ۷۵/۸۶، ۳۲/۶۸، ۱۹/۹۶، ۴۸/۴۲ درصد مثبت و ۶۸/۳۸، ۷۶/۷۹، ۲۴/۱۴، ۶۷/۳۲، ۸۰/۰۴، ۵۱/۵۸ درصد منفی است. نتایج این همبستگی در اقلیم مدیترانه‌ای در کاربری اراضی‌بایر، مراتع، بوته‌زار به‌ترتیب ۹۹/۶۰، ۹۳/۶۶، ۱۰۰ درصد مثبت در ۰/۴۰ و ۶/۳۴ درصد از آن منفی است. نتایج همبستگی NDVI و دما در اقلیم نیمه‌مرطوب نشان می‌دهد که این همبستگی در کاربری اراضی‌بایر و مراتع ۱۰۰درصد همبستگی مثبت دارد.

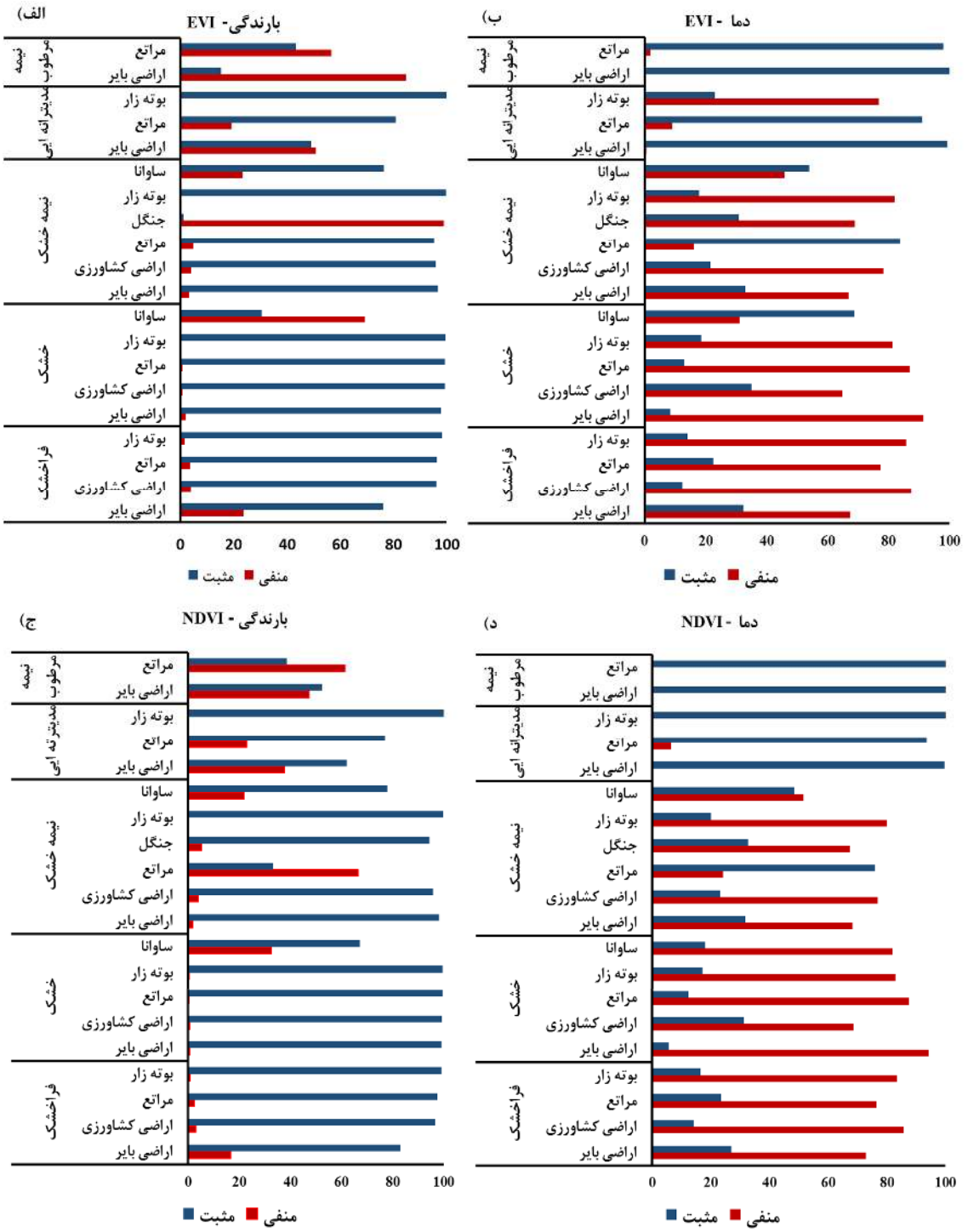
## بحث و نتیجه‌گیری

تخریب و احیاء پوشش گیاهی به یکی از چالش‌های مهم کشور ایران تبدیل شده است. این چالش مهم حاصل از تعامل فعالیت‌های انسانی و تغییرات اقلیمی بوده که به تبع آن پوشش گیاهی کاهش، تخریب اراضی و شرایط بیابانی‌شدن رو به افزایش خواهد بود. تغییرات کاربری اراضی یکی از عوامل مؤثر در تخریب و ایجاد شرایط بیابانی برای مناطق خشک و نیمه‌خشک است. بررسی تغییرات کاربری در خراسان نشان داد که در سال ۲۰۰۱ بیش از ۷۰ درصد منطقه را اراضی بایر و بعد از آن به‌ترتیب ۱۸/۲۰ درصد مراتع و ۹/۸ درصد بوته‌زار در بر گرفته است که در سال ۲۰۲۰ این اراضی بایر و مراتع به‌ترتیب کاهش ۲/۵۷، ۱/۰۲ درصدی داشته ، اما بوته‌زار افزایش ۳/۹۸ درصدی را مشاهده کرده است. بررسی نتایج نشان داد که حدود ۳۷/۳ و ۱۴/۵۰ درصد از اراضی بایر و مراتع تبدیل به بوته‌زار شده است،همچنین بیش از ۷۰ درصد اراضی کشاورزی این اراضی به اراضی کشاورزی و نزدیک به ۲۳/۵۰ درصد آن تبدیل به بوته‌زار، مراتع و اراضی بایر شده است. مطالعات نشان می‌دهد در خراسان تبدیل اراضی طبیعی از قبیل بوته‌زار، مراتع و اراضی بایر به اراضی کشاورزی در طول این بازه زمانی رخ داده است (۹) همچنین این مطالعات تأیید کردند که اراضی طبیعی برای تبدیل شدن به اراضی کشاورزی پتانسیل موقتی داشته که این باعث می‌شود این اراضی در گذر زمان پتانسیل خود را از دست داده و تبدیل به اراضی بلااستفاده برای کشاورزی می‌گردند. از طرفی دیگر تغییرات کاربری مناطق انسان ساخت نشان داد که روند این کاربری افزایشی بوده که از تبدیل اراضی کشاورزی، مراتع، بوته‌زار و اراضی بایر افزایش یافته است. بررسی‌های مختلف نشان داده است که جمعیت در این مناطق افزایشی بوده بطوریکه براساس مطالعه اصغر پیله ور در سال ۲۰۲۱ روند رشد جمعیت و شهرنشینی در کشور ایران بخصوص شمال شرق رشد نامنظم و ناپایداری داشته بطوریکه در ۴ دهه اخیر شهرها به سرعت رشد و گسترش مداومی داشته است، و همچنین نتایج آن بیان داشت که خراسان رضوی بعد از تهران بیشترین نرخ رشد جمعیت دارا است. بنابراین این جمعیت روبه افزایش نیاز به غذا و مسکن داشته به همین منظور تغییرات کاربری حاصل از تبدیل اراضی طبیعی به اراضی کشاورزی و انسان ساخت صورت گرفته است.



[ Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.1.7 ]




شکل ۱۱: همبستگی بین EVI و بارندگی (الف)، EVI و دما (ب)، NDVI و بارندگی،و دما وNDVI در اقلیم‌ها و کاربری‌های مختلف در بازه زمانی سال ۲۰۲۰-۲۰۰۱



[ Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.1.7 ]

بررسی روند شیب تغییرات شاخص‌های پوشش گیاهیEVI و NDVI حاصل از سنجده MODIS نشان داد که پوشش گیاهی به طور کلی روند افزایشی قابل توجهی در خراسان از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۲۰ داشته است. به طوری که مطالعه NDVI و EVI سالانه داد که به طور متوسط این دو شاخص در بیش از ۷۲ درصد از کل منطقه روند افزایشی داشته‌اند. مطالعات در قسمت‌های مختلف کشور و جهان این افزایش پوشش گیاهی را گزارش کرده‌اند (۱۴، ۴۹ و ۲۹). فعالیت‌های انسانی یکی از عمده‌ترین فعالیت‌ها و نیروی محرک در افزایش پوشش گیاهی بوده است به عنوان مثال، روش‌های مختلف احیاء از قبیل جنگل‌کاری، احیا مراتع و حفاظت از جنگل‌های طبیعی را می‌توان نام برد. مطالعات مختلف بیان کردند که در سال‌های اخیر جنگلکاری برای مهار بیابان‌زایی و اجرای طرح‌های ترسیب کربن در استان خراسان شمالی و جنوبی باعث افزایش حاصلخیزی خاک در مراتع شده است (۷) که این خود باعث افزایش پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه شده است. این افزایش پوشش گیاهی کاملاً با نتایج امامیان و همکاران (۲۰۲۱) مخالف بوده است، به طوری که نتایج آنها گویا این بود که روند پوشش گیاهی خراسان رضوی در بازه زمانی ۲۰۰۰-۲۰۱۶ در حدود ۶۵ درصد از این منطقه کاهشی است، علت این عدم تطابق را می‌توان بازه زمانی و منطقه مورد مطالعه بیان کرد. علاوه بر این، بر اساس نتایج ما نرخ افزایش NDVI در مقیاس سالانه بیشتر از EVI است، که ممکن است این موضوع به عملکردهای رادیومتری و بیوفیزیکی مختلف NDVI و EVI نسبت داده شود (۲). بررسی همبستگی شاخص پوشش گیاهی NDVI و EVI با پارامترهای اقلیمی دما و بارش نشان داد، این شاخص‌های پوشش گیاهی با بارندگی همبستگی مثبت و با دما همبستگی منفی داشته است. همچنین این نتایج نشان داد که همبستگی شاخص‌های پوشش گیاهی با بارندگی نسبت به دما بیشتر بوده است که نتایج اسکندری و همکاران (۲۰۲۰)، کائو و همکاران (۲۰۲۲) این نتایج را تأیید می‌کند. بررسی نتایج این همبستگی‌ها در کاربری‌های مختلف نشان داد که شاخص پوشش گیاهی NDVI، EVI در کاربری‌های جنگل و ساوانا با دما همبستگی بیشتری نسبت به بارندگی دارند که دلیل آن را می‌توان قرار گرفتن این کاربری‌ها در ارتفاعات بالا و اقلیم‌های مرطوب تر نسبت به سایر کاربری‌ها دانست. همچنین در این مناطق عامل اصلی محدودکننده رشد گیاهان دما بوده زیرا در این مناطق بارندگی در فصول سرد سال اتفاق می‌افتد. مطالعه مائو و همکاران (۲۰۱۲) و جی و همکاران (۲۰۲۱) بیان داشت که عامل اصلی و محدودکننده رشد گیاهان در ارتفاعات دما و تابش خورشیدی بوده است. اما به طور کلی، در کاربری‌های اراضی بایر، اراضی کشاورزی، بوته‌زار و مراتع عامل اقلیمی بارندگی در افزایش شاخص پوشش گیاهی NDVI و EVI از سال ( ۲۰۰۱ تا ۲۰۲۰) اثر بیشتری نسبت به دما داشته است.که این اثر از نظر مکانی ناهمگن بوده است زیرا این کاربری‌های بیشتر در اقلیم‌های خشک‌تر از قبیل فراخشک، خشک و نیمه‌خشک قرار گرفته‌اند که بارش عامل اقلیمی اصلی برای رشد پوشش گیاهی در این اقلیم‌ها است. مطالعه لیو و همکاران (۲۰۱۸)، جیانگ و همکاران (۲۰۱۹) و ما و همکاران (۲۰۲۰) علاوه بر تأیید اثرات بارندگی بر پوشش گیاهی این مناطق بیان داشتند که علاوه بر بارندگی، تابش خورشیدی عامل مؤثری برای رشد پوشش گیاهی در مناطق خشک و نیمه‌خشک است (۳۱). با این حال، دماهای زیاد عامل محدود کننده رشد گیاهان در این مناطق است. این تفاوت‌ها ممکن است به این دلیل باشد که در مناطق خشک و نیمه‌خشک آب حیاتی‌ترین عامل برای رشد پوشش گیاهی است، افزایش دما ممکن است منجر به تبخیر شدیدتر، کاهش عرضه آب، تشدید تنش خشکی و تخریب پوشش گیاهی شود (۲۸، ۴۱، ۴۲ و ۴۸)

به طور کلی براساس نتایج می‌توان بیان کرد که در بازه زمانی ۲۰ ساله، پوشش گیاهی در این منطقه بر اساس این دو شاخص روند افزایش قابل توجهی را نشان داده است، بطوریکه در بیش از ۷۲ درصد از منطقه مورد مطالعه این دو شاخص پوشش گیاهی افزایش داشته است که این نرخ افزایش در شاخص NDVI سالانه نسبت بهEVI بیشتر بوده است. تحلیل شیب تغییرات این دو شاخص نشان داد که روند تغییرات اراضی مرتعی در بیش از ۸۸ درصد از منطقه مورد مطالعه افزایشی است. بررسی اثرگذاری پارامترهای اقلیمی دما و بارش بر پوشش گیاهی نشان داد که هرچه اقلیم مرطوب‌تر باشد وابستگی گیاهان موجود در منطقه به دما بیشتر از بارندگی است. از طرفی دیگر هرچه اقلیم



[ Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.1.7 ]

خشک‌تر باشد وابستگی گیاهان به بارندگی بیشتر از دما است. این مطالعه پویایی پوشش گیاهی سه استان خراسان شمالی، رضوی و جنوبی را در سطح اقلیم و کاربری‌های مختلف به تفکیک و با جزئیات مورد مطالعه قرار داده است.

**References**


1. Bai, Y., 2021. Analysis of vegetation dynamics in the Qinling-Daba Mountains region from MODIS time series data. Ecological Indicators, 129: 108029.
2. Bannari, A., D. Morin, F. Bonn & A. Huete, 1995. A review of vegetation indices. Remote sensing reviews, 13(2): 95-120.
3. Cao, S., L. Zhang, Y. He, Y. Zhang, Y. Chen, S. Yao & Q. Sun, 2022. Effects and contributions of meteorological drought on agricultural drought under different climatic zones and vegetation types in Northwest China. Science of the Total Environment, 821: 153270.
4. Chen, H., L. Fan, W. Wu & H.B. Liu, 2017. Comparison of spatial interpolation methods for soil moisture and its application for monitoring drought. Environmental Monitoring and Assessment, 189(4): 1-13.
5. Chu, H., S. Venevsky, C. Wu & M. Wang, 2019. NDVI-based vegetation dynamics and its response to climate changes at Amur-Heilongjiang River Basin from 1982 to 2015. Science of the Total Environment, 650(5): 2051-2062.
6. Dastigerdi, M., M. Nadi, M.R. Sarjaz & K. Kiapasha, 2022. Vegetation trend analysis using NDVI time series of Modis satellite in the northeast of Iran. Journal of Water and Soil Conservation, 29(1): 135-150. (In Persian).
7. Elahi Gol, A., 2012. A study on temporal variation of weather parameters in North East of Iran (Case study on North khorasan and Razavi Khorasan provinces). Nivar, 37(8): 23-34. (In Persian).
8. Emamian, A., A. Rashki, D.G. Kaskaoutis, A. Gholami, C. Opp & N. Middleton, 2021. Assessing vegetation restoration potential under different land uses and climatic classes in northeast Iran. Ecological Indicators, 122: 107325.
9. Eskandari Damaneh, H., H. Eskandari Damaneh, H. Khosravi & H. Gholami, 2019. Analysis and monitoring of drought using NDVI index (Case study: the west basin of Jaz Murian wetland). Journal of Rangeland, 13(3): 461-475.(In Persian).
10. Eskandari Damaneh, H., H. Eskandari Damaneh, H. Khosravi, A. Gilevari & M. Adeli Sardooei, 2021. A survey on the effect of drought on environmental indices derived from the MODIS data over the 2001-2019 period (Case study: Rangelands of Isfahan province). Journal of Rangeland, 15(3): 460-476. (In Persian)
11. Eskandari Damaneh, H., H. Gholami, H. Khosravi, R. Mahdavi Najafabadi, A. Khoorani & G, Li, 2020. Modeling spatial and temporal changes in land-uses and land cover of the Urmia lake basin applying cellular automata and markov chain. Geography and Environmental Sustainability, 10(2): 57-72. (In Persian).
12. Eskandari Damaneh, H., H. Gholami, H. Mahdavi, A. Khoorani & J. Li, 2021. Assessing the land degradation using water use efficiency (WUE) and drought indices (case study: Fars province). Journal of Range and Watershed Managment, 74(1): 103-120. (In Persian).
13. Eskandari Damaneh, H., H. Gholami, H. Mahdavi, A. Khorani & J. Li, 2021. Monitoring Land Degradation and Desertification in the Arid and Semi-arid Regions with an Emphasis in Response to Gross Primary Production Relative to the Climatic Variables during the 2001-2017 in the Province of Fars. Watershed Management Research Journal, 34(1): 41-58. (In Persian).
14. Eskandari Damaneh, H., G. Zehtabian, H. Khosravi, H. Azarnivan & A. Barati, 2022. Investigating the influence of drought on trend of vegetation changes in arid and semiarid regions, using remote sensing technique: A case study of Hormozgan Province. Desert Ecosystem Engineering, 9(28): 13-28 .(In Persian).
15. Eskandari Dameneh, H., H. Gholami, M.W. Telfer, J.R. Comino, A.L. Collins & J.D. Jansen, 2021. Desertification of Iran in the early twenty-first century: assessment using climate and vegetation indices. Scientific Reports, 11(1): 20548.




[ Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.1.7 ]

16. Esmaeili, R., A. Gandomkar & H.A. Ghayoor, 2011. Zoning of climate changes rate base on agriculture approach in future climatic period (case study Khorasan Razavi province). Geography and Environmental Planning, 22(1): 35-52. (In Persian).
17. Garroutte, E.L., A.J. Hansen & R. L. Lawrence, 2016. Using NDVI and EVI to map spatiotemporal variation in the biomass and quality of forage for migratory elk in the Greater Yellowstone Ecosystem. Remote Sensing, 8(5): 404.
18. Ge, W., L. Deng, F. Wang & J. Han, 2021. Quantifying the contributions of human activities and climate change to vegetation net primary productivity dynamics in China from 2001 to 2016. Science of the Total Environment, 773: 145648.
19. He, B., A. Chen, H. Wang & Q. Wang, 2015. Dynamic response of satellite-derived vegetation growth to climate change in the Three North Shelter Forest Region in China. Remote Sensing, 7(8): 9998-10016.
20. Hu, Z., C. Zhang, Q. Hu & H. Tian, 2014. Temperature changes in Central Asia from 1979 to 2011 based on multiple datasets. Journal of Climate, 27(3): 1143-1167.
21. Jiang, H., X. Xu, M. Guan, L. Wang, Y. Huang & Y. Jiang, 2020. Determining the contributions of climate change and human activities to vegetation dynamics in agro-pastural transitional zone of northern China from 2000 to 2015. Science of the Total Environment, 718: 134871.
22. Jiang, L., A. Bao, H. Guo & F. Ndayisaba, 2017. Vegetation dynamics and responses to climate change and human activities in Central Asia. Science of the Total Environment, 599: 967-980.
23. King, D.A., D.M. Bachelet, A.J. Symstad, K. Ferschweiler & M. Hobbins, 2015. Estimation of potential evapotranspiration from extraterrestrial radiation, air temperature and humidity to assess future climate change effects on the vegetation of the Northern Great Plains, USA. Ecological Modelling, 297: 86-97.
24. Li, Y., Z. Cao, H. Long, Y. Liu & W. Li, 2017. Dynamic analysis of ecological environment combined with land cover and NDVI changes and implications for sustainable urban–rural development: The case of Mu Us Sandy Land, China. Journal of Cleaner Production, 142: 697-715.
25. Liang, W., Y. Yang, D. Fan, H. Guan, T. Zhang, D. Long & D. Bai, 2015. Analysis of spatial and temporal patterns of net primary production and their climate controls in China from 1982 to 2010. Agricultural and Forest Meteorology, 204: 22-36.
26. Liu, H., M. Zhang, Z. Lin & X. Xu, 2018. Spatial heterogeneity of the relationship between vegetation dynamics and climate change and their driving forces at multiple time scales in Southwest China. Agricultural and Forest Meteorology, 256: 10-21.
27. Luo, Z., W. Wu, X. Yu, Q. Song, J. Yang, J. Wu & H. Zhang, 2018. Variation of net primary production and its correlation with climate change and anthropogenic activities over the Tibetan Plateau. Remote Sensing, 10(9): 1352.
28. Mao, D., Z. Wang, L. Luo & C. Ren, 2012. Integrating AVHRR and MODIS data to monitor NDVI changes and their relationships with climatic parameters in Northeast China. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 18: 528-536.
29. Mo, K., Q. Chen, C. Chen, J. Zhang, L. Wang & Z. Bao, 2019. Spatiotemporal variation of correlation between vegetation cover and precipitation in an arid mountain-oasis river basin in northwest China. Journal of Hydrology, 574: 138-147.
30. Pan, X., Y.B. Song, G.F. Liu, Y.K. Hu, X.H. Ye, W.K. Cornwell & J.H. Cornelissen, 2015. Functional traits drive the contribution of solar radiation to leaf litter decomposition among multiple arid-zone species. Scientific reports, 5(1): 13217.
31. Pei, F., C. Wu, X. Liu, X. Li, K. Yang, Y. Zhou & G. Xia, 2018. Monitoring the vegetation activity in China using vegetation health indices. Agricultural and Forest Meteorology, 248: 215-227.
32. Peng, D., C. Wu, B. Zhang, A. Huete, X. Zhang, R. Sun & B. Fang, 2016. The influences of drought and land-cover conversion on inter-annual variation of NPP in the Three-North Shelterbelt Program zone of China based on MODIS data. PloS One, 11(6): 58173.



[ Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.1.7 ]

33. Pettorelli, N., J.O. Vik, A. Mysterud, J.M. Gaillard, C.J. Tucker & N.C. Stenseth, 2005. Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. Trends in Ecology & Evolution, 20(9): 503-510.
34. Pilehvar, A., 2021. Spatial-geographical analysis of urbanization in Iran. Humanities and Social Sciences Communications, 8(1): 1-12. (In Persian).
35. Qi, J., S. Niu, Y. Zhao, M. Liang, L. Ma & Y. Ding, 2017. Responses of vegetation growth to climatic factors in Shule River Basin in Northwest China: a panel analysis. Sustainability, 9(3): 368.
36. Qiao, Y., Y. Jiang & C. Zhang, 2021. Contribution of karst ecological restoration engineering to vegetation greening in southwest China during recent decade. Ecological Indicators, 121: 107081.
37. Qu, S., L. Wang, A. Lin, D. Yu & M. Yuan, 2020. Distinguishing the impacts of climate change and anthropogenic factors on vegetation dynamics in the Yangtze River Basin, China. Ecological Indicators, 108: 105724.
38. Rao, Y., X. Zhu, J. Chen & J. Wang, 2015. An improved method for producing high spatial-resolution NDVI time series datasets with multi-temporal MODIS NDVI data and Landsat TM/ETM+ images. Remote Sensing, 7(6): 7865-7891.
39. Shokrian, F., K. Solaimani & S. Darvishi, 2022. Investigating Agricultural Drought Changes Using Remote Sensing and Meteorological Indicators: A Case study of North Khorasan Province. Desert Ecosystem Engineering Journal, 10(33): 93-106. (In Persian).
40. Sulla-Menashe, D. & M.A. Friedl, 2018. User guide to collection 6 MODIS Land cover (MCD12Q1) product. Nasa Eosdis Land Processes Daac: Sioux Falls, SD, USA, 2018.
41. Tong, L., Y. Liu, Q. Wang, Z. Zhang, J. Li, Z. Sun & M. Khalifa, 2019. Relative effects of climate variation and human activities on grassland dynamics in Africa from 2000 to 2015. Ecological Informatics, 53: 100979.
42. Tong, X., K. Wang, M. Brandt, Y. Yue, C. Liao & R. Fensholt, 2016. Assessing future vegetation trends and restoration prospects in the karst regions of southwest China. Remote Sensing, 8(5): 357.
43. Wang, H., F. Yao, H. Zhu & Y. Zhao, 2020. Spatiotemporal variation of vegetation coverage and its response to climate factors and human activities in arid and semi-arid areas: Case study of the Otindag Sandy Land in China. Sustainability, 12(12): 5214.
44. Wang, Z., Y. Zhang, Y. Yang, W. Zhou, C. Gang, Y. Zhang & J. Qi, 2016. Quantitative assess the driving forces on the grassland degradation in the Qinghai–Tibet Plateau, in China. Ecological Informatics, 33: 32-44.
45. Yan, W., H. Wang, C. Jiang, S. Jin, J. Ai & O.J. Sun, 2021. Satellite view of vegetation dynamics and drivers over southwestern China. Ecological Indicators, 130: 108074.
46. Yang, Y., Z. Wang, J. Li, C. Gang, Y. Zhang, Y. Zhang, & J. Qi, 2016. Comparative assessment of grassland degradation dynamics in response to climate variation and human activities in China, Mongolia, Pakistan and Uzbekistan from 2000 to 2013. Journal of Arid Environments, 135:164-172.
47. Zhao, A., A. Zhang, J. Liu, L. Feng & Y. Zhao, 2019. Assessing the effects of drought and "Grain for Green" Program on vegetation dynamics in China's Loess Plateau from 2000 to 2014. Catena, 175: 446-455.
48. Zhao, S., P. Pereira, X. Wu, J. Zhou, J. Cao & W. Zhang, 2020. Global karst vegetation regime and its response to climate change and human activities. Ecological Indicators, 113:106208.
49. Zhao, Y., Q. Feng & A. Lu, 2021. Spatiotemporal variation in vegetation coverage and its driving factors in the Guanzhong Basin, NW China. Ecological Informatics, 64: 101371.
50. Zheng, K., L. Tan, Y. Sun, Y. Wu, Z. Duan, Y. Xu, & C. Gao, 2021. Impacts of climate change and anthropogenic activities on vegetation change: Evidence from typical areas in China. Ecological Indicators, 126: 107648.

[ Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-25 ]

[ DOR: 20.1001.1.20080891.1403.18.1.1.7 ]