Gonbad Kavous University
Journal of Plant
Ecosystem Conservation
Volume 13, Issue 26
http://pec.gonbad.ac.ir

Investigation and comparison of vegetation index changes in two different times using remote sensing in southern Kerman province

Saeid Barkhori[1]* , Hamed Eskandari damaneh[2], Sosan Salajegheh[3], Kimia Javaheri[4]

[1]Assistant Professor, Department of Ecological Engineering, Faculty of Natural Resources, University of Jiroft, Jiroft, Iran.
[2] Postdoctoral researcher, Department of Arid and Mountainous Regions Reclamation, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
[3] Assistant Professor, Department of Planning – Management and HSE, College of Environment, University of Tehran Iran.
[4] PhD. Student of Desert Management and Control, Department of Arid and Mountainous Regions Reclamation, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran.

Received: 2024/07/18; Accepted: 2024/08/20

Abstract

Given the importance of vegetation cover and its significant role in sustaining dryland ecosystems, assessing changes in vegetation cover using remote sensing techniques can provide valuable insights into ecosystem health. In this study, a time series of the Enhanced Vegetation Index (EVI) was generated for the period 2001–2022 in southern Kerman Province using MODIS satellite data. The Kendall trend test was applied using TerrSet software to analyze the trend of EVI changes over time. Subsequently, the ETM model in TerrSet was used to evaluate the correlation of EVI changes using the Pearson correlation coefficient, along with the intensity of change.The findings revealed that the highest long-term monthly average EVI occurred in April, which led to the selection of this month as the reference period for evaluating EVI trends over the 22-year study period, as well as for calculating the slope and correlation of changes over time. The results showed that 44.16% of the study area exhibited a statistically significant decreasing trend in EVI (p > 99%), covering the largest portion of the region. The very strong correlation categoy and the moderate slope one accounted for 20.89% and 22.95% of the study area, respectively, representing the most extensive ones. Moreover, the highest percentages of the "very high change intensity" category were observed in Kerman and Manujan counties, with 36.58% and 35.48% , respectively, indicating significant vegetation cover degradation in these areas. Considering recent concerns about ecosystem trends due to unsustainable land use and intensified by consecutive droughts, evaluating drought impacts on vegetation cover can contribute to improved rangeland management and sustainable livestock grazing practices.

***Keywords*:** Change intensity, Kendall, Pearson correlation, EVI.

*Corresponding author: barkhori.s@gmail.com

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-01]

دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "حفاظت زیست بوم گیاهان"
دوره سیزدهم، شماره بیست و ششم
http://pec.gonbad.ac.ir

علمی-پژوهشی

بررسی و مقایسه تغییرات شاخص‌های پوشش گیاهی در دو زمان مختلف با استفاده از سنجش از دور در جنوب استان کرمان

سعید برخوری [*1]، حامد اسکندری دامنه [2]، سوسن سلاجقه [3]، کیمیا جواهری [4]

[1] استادیار، گروه آموزشی مهندسی طبیعت، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه جیرفت، جیرفت
[2] محقق پسادکتری، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج
[3] استادیار، گروه برنامه‌ریزی، مدیریت و HSE، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران
[4] دانشجوی دکتری مدیریت و کنترل بیابان، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج

تاریخ دریافت: : ۱۴۰۳/۰۴/۲۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۳۰

چکیده

با توجه به اهمیت پوشش گیاهی و نقش مؤثر آن در پایداری اکوسیستم‌های خشکی، بررسی روند تغییرات پوشش گیاهی با استفاده از تکنیک سنجش‌ازدور می‌تواند ما را به شناخت نسبتاً دقیقی از وضعیت اکوسیستم برساند. در پژوهش حاضر با استفاده از داده‌های سنجنده مودیس، سری زمانی شاخص پوشش گیاهی EVI در سال‌های ۲۰۲۲-۲۰۰۱ در جنوب استان کرمان تهیه شد و با اعمال آزمون روند من‌کندال در نرم‌افزار ترست، روند تغییرات شاخص مذکور محاسبه شد. سپس با استفاده از مدل‌ساز ETM در نرم‌افزار ترست، همبستگی تغییرات EVI در واحد زمان، بر اساس ضریب همبستگی پیرسون و نیز شدت تغییرات EVI در واحد زمان محاسبه شد. بر اساس نتایج کسب‌شده، بیش‌ترین مقدار میانگین ماهانه بلندمدت EVI به ماه آوریل (فروردین-اردیبهشت) اختصاص داشت که منجر به انتخاب این ماه به‌عنوان ماه مطالعاتی برای ارزیابی روند تغییرات EVI طی ۲۲ سال و نیز محاسبه شیب و همبستگی تغییرات EVI در واحد زمان شد. مطابق با یافته‌های پژوهش، ۴۴/۱۶ درصد از مساحت محدوده مطالعاتی دارای روند کاهشی EVI با احتمال بیش از ۹۹ درصد بود که بیش‌ترین وسعت محدوده مطالعاتی را شامل می‌شود. همچنین کلاس همبستگی خیلی قوی و کلاس متوسط شیب تغییرات به‌ترتیب با مقادیر ۲۰/۸۹ درصد و ۲۲/۹۵ درصد از مساحت محدوده مطالعاتی، بیش‌ترین وسعت را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین بیش‌ترین درصد مساحت شهرستان‌های کهنوج و منوجان به‌ترتیب با مقدار ۳۶/۵۸ درصد و ۳۵/۴۸ درصد به کلاس شدت تغییرات خیلی زیاد اختصاص دارد که نشان از شدت تغییرات زیاد پوشش گیاهی در این شهرستان‌ها دارد. ازآنجاکه در سال‌های اخیر به دلیل بهره‌برداری نادرست، روند گرایش اکوسیستم‌ها نگران‌کننده شده و وضعیت این روند با وقوع خشکسالی‌های پی‌درپی وخیم‌تر شده است، لذا ارزیابی پدیده خشکسالی و اثر آن بر پوشش گیاهی محدوده مورد نظر می‌تواند در مدیریت مراتع و چرای دام نیز موثر واقع شود.

واژه‌های کلیدی: **شدت تغییرات، من‌کندال، همبستگی پیرسون، EVI**

مقدمه

گیاهان از مؤلفه‌های مهم اکوسیستم‌های خشکی محسوب می‌شوند (داروند و همکاران، ۱۴۰۰، Zhou et al., 2024) که نقش مهمی در تعادل انرژی و سلامت اکوسیستم‌ها در سطح زمین ایفا می‌کنند (اسکندری دامنه و همکاران، ۱۴۰۰، Savari et al., 2024) و در سطح خشکی به‌عنوان یک شاخص مهم در ارزیابی محیط‌زیست محسوب می‌شوند (کرمانی و همکاران، ۱۳۹۶). پوشش گیاهی با حفاظت از خاک در برابر ضربات قطره‌های باران (واعظی و بیگدلی، ۱۳۹۹)، افزایش نفوذپذیری خاک، کاهش سرعت رواناب سطحی و اصلاح خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، میزان فرسایش خاک را کاهش می‌دهد. آگاهی از وضعیت پوشش گیاهی و سلامت آن، امکان مدیریت اکوسیستم و خاک را در

*نویسنده مسئول: barkhori.s@gmail.com

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-01]

مقیاس محلی فراهم می‌کند (Zoljoudi et al., 2022). درواقع پوشش گیاهی از عوامل ضروری در ساختار و عملکرد اکوسیستم‌های زمینی است و به‌عنوان یکی از حلقه‌های اساسی در زنجیره حیاتی بین آب، خاک، گیاهان و جو محسوب می‌شود (Li et al., 2020).

حساسیت پوشش گیاهی به‌عنوان یکی از شاخص‌های کلیدی برای توصیف واکنش اکوسیستم به تغییرات محیطی شناخته شده است (Chen et al., 2024). کاهش پوشش گیاهی که منجر به فرسایش خاک، تخریب سرزمین و گسترش بیابان‌زایی می‌گردد، از جمله مهم‌ترین دغدغه‌ها در مناطق مختلف جهان خصوصاً نواحی خشک و نیمه‌خشک است؛ به نحوی که سطح وسیعی از این نواحی در طیف گسترده‌ای از فرایندهای تخریب، در حال نابودی است. به عبارتی تخریب پوشش گیاهی در مناطق خشک و نیمه‌خشک یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در تخریب سرزمین و بیابان‌زایی است (اسکندری دامنه و همکاران، ۱۳۹۹، Salajegheh et al., 2024) و حتی تغییرات پوشش گیاهی می‌تواند چرخه بارش و دما را در این نواحی تغییر دهد (داروند و همکاران، ۱۳۹۹). آگاهی از تغییرات و آسیب پذیری پوشش گیاهی بویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک برای مدیریت محیط زیست و کنترل تخریب پوشش گیاهی، لازم و ضروری است (Chen et al., 2024). یکی از مهم‌ترین مشکلات در بررسی پوشش گیاهی و آسیب‌پذیری آن‌ها، فقدان اطلاعات مکانی دقیق است. با توجه به اینکه داده‌های ماهواره‌ای در زمان‌های مختلف و باندهای طیفی مختلف موجود هستند، می‌توانند ابزاری مناسب در بررسی پوشش گیاهی باشند. درواقع سنجش‌ازدور یکی از مهم‌ترین فناوری های مبتنی بر مطالعات مکانی و خصوصیات طیفی پدیده‌ها است که می‌تواند نقش مهمی در مطالعات پدیده‌های زمینی ایفا کند (رایگانی و همکاران ۱۳۹۸). سنجش‌ازدور تکنولوژی بسیار مفیدی است که می‌توان آن را برای به دست آوردن لایه‌های اطلاعاتی در مورد پوشش گیاهی به کار برد. خصوصیاتی نظیر فراهم ساختن دید وسیع و یکپارچه از یک منطقه، قابلیت تکرارپذیری، سهل‌الوصول بودن اطلاعات و دقت زیاد اطلاعات حاصل و صرفه‌جویی در زمان از ویژگی‌هایی است که استفاده از این گونه اطلاعات را برای بررسی پوشش‌گیاهی و کنترل تغییرات آن نسبت به سایر روش‌ها ارجحیت می‌بخشد (Damaneh et al., 2024).

تاکنون در مطالعات متعددی در سراسر جهان به بررسی پوشش گیاهی با استفاده از شاخص‌های سنجش‌ازدور و نیز روش‌های آماری پرداخته شده است. شبانی پور و همکاران (۱۳۹۸) به بررسی تحلیل روند بلندمدت تغییرات پوشش گیاهی با استفاده از داده‌های سری زمانی NDVI[1] در استان کردستان پرداختند. نتایج تحقیق آن‌ها گویای افزایش ناچیز NDVI در دوره پژوهشی بود. رنجبر فردوئی و همکاران (۱۳۹۸) روند تغییرات مکانی و زمانی پوشش گیاهی و واکنش پوشش به عوامل محیطی را در شمال استان فارس بررسی کردند. نتایج پژوهش آن‌ها مبین روند افزایشی آهسته شاخص NDVI بود. ذوالجودی و همکاران (Zoljoudi et al., 2022) به ارزیابی مکانی روند و تغییرات مکانی زمانی رشد پوشش گیاهی با استفاده از شاخص EVI[2] و روش تبدیل موجک و نیز روش‌های آماری در ایران پرداختند. نتایج مطالعات آن‌ها گویای پوشش گیاهی ثابت در بیش از ۴۴ درصد منطقه مطالعاتی بود. زو و وو (Xu & Wu, 2023) با استفاده از شاخص NDVI به تحلیل فضایی و مکانی پوشش گیاهی در رابطه با نیروهای محرک آن در فلات تبت پرداختند. نتایج مطالعات آن‌ها گویای همبستگی مثبت بین شاخص NDVI و عوامل اقلیمی دما و بارش بود. آلمایهو و همکاران (Alemayehu et al., 2023) در پژوهشی به تحلیل روند پوشش گیاهی با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای سری زمانی NDVI، به‌عنوان شاخص‌های وضعیت اکوسیستم برای تجزیه و تحلیل در ارتفاعات شمال غربی اتیوپی، پرداختند. نتایج مطالعات آن‌ها نشان داد که روند کلی در منطقه مطالعاتی از ۰/۵۸ به ۰/۶۵ افزایش یافته و شرایط اکوسیستم بهبود گردیده است.

به‌طورکلی در پژوهش‌های انجام‌شده کمتر به ارزیابی معنی‌داری روند تغییرات پوشش گیاهی با آزمون‌های آماری توجه شده است. بنابراین این موضوع یکی از چالش‌های پیش روی محققان است. در جنوب کرمان به

[1] Normalized difference vegetation index

[2] Enhanced Vegetation Index

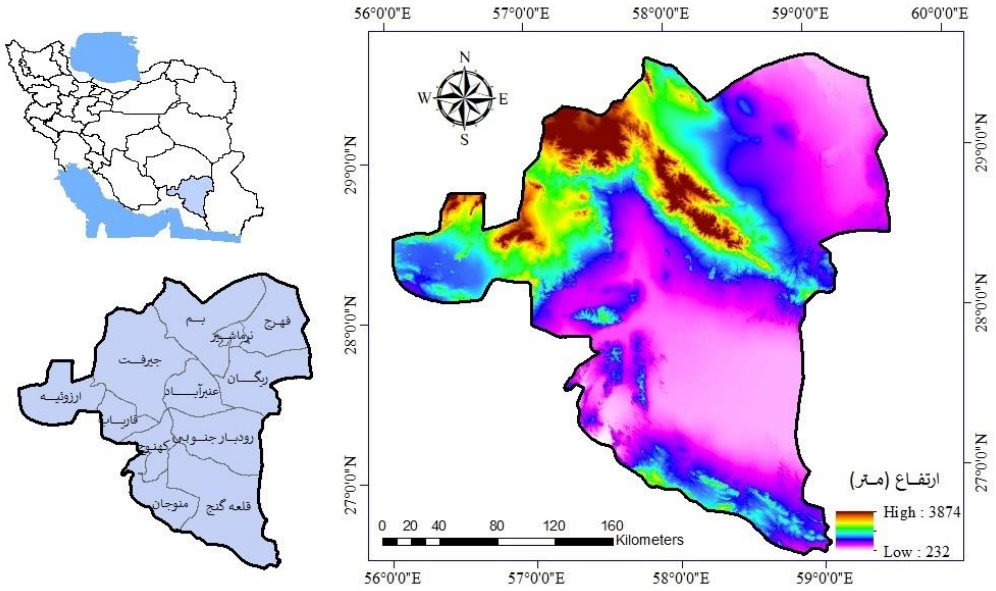
[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-01]

علت شرایط اقلیمی تنها گیاهانی می‌توانند رشد کنند که در مقابل خشکی و گرمای هوا و جنس نامساعد خاک مقاومت داشته باشند. به علت آب و هوای صحرایی و نیمه صحرایی، پوشش گیاهی فقیر درختان گز و بوته‌های کوتاه قیچ در این ناحیه به حد وفور دیده می‌شود. بنابراین مدیریت پوشش گیاهی طبیعی و کشاورزی مستلزم ارزیابی عوامل موثر برآنها است. با توجه به آنچه گفته شد، هدف مطالعه حاضر ارزیابی تغییرات پوشش گیاهی است. به عبارت دیگر با مطالعه روند تغییرات پوشش گیاهی جنوب استان کرمان، نواحی در معرض خطر تخریب مشخص شده و به مدیران تصمیم‌گیر در زمینه مدیریت پوشش گیاهی کمک می‌کند تا با اعمال سازکارهای صحیح، روند تخریب کنترل و پوشش گیاهی احیا گردد. با توجه به اهمیت مسأله و نیز شرایط حاکم بر این محدوده، در پژوهش حاضر به بررسی تغییرات پوشش گیاهی در طول ۲۲ سال با استفاده از آزمون من کندال و شیب تغییرات در واحد زمان، مبتنی بر داده‌های سنجش‌ازدور در جنوب کرمان پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

استان کرمان با وسعت ۱۸۳ هزار کیلومترمربع، حدود ۱۱ درصد مساحت کشور را شامل می شود. این استان در جنوب شرقی فلات مرکزی کشور واقع شده است. میانگین بارندگی سالانه در استان کرمان حدود ۱۴۰ میلی‌متر است که ۵۸ درصد متوسط بارش سالانه کشور و ۱۹ درصد میانگین بارش کره زمین را شامل می‌شود (Savari and Eskandari Damaneh., 2019). محدوده مطالعاتی در پژوهش حاضر، شهرستان‌های جنوبی استان کرمان را شامل می شود (شکل ۱). محدوده موردمطالعه شامل شهرستان‌های جنوبی استان کرمان هستند. این شهرستان‌ها شامل ارزوئیه، بم، جیرفت، رودبار جنوبی، ریگان، عنبرآباد، فاریاب، فهرج، قلعه گنج، کهنوج، منوجان و نرماشیر است. مساحت محدوده انتخابی ۶۴/۸ هزار کیلومترمربع است.

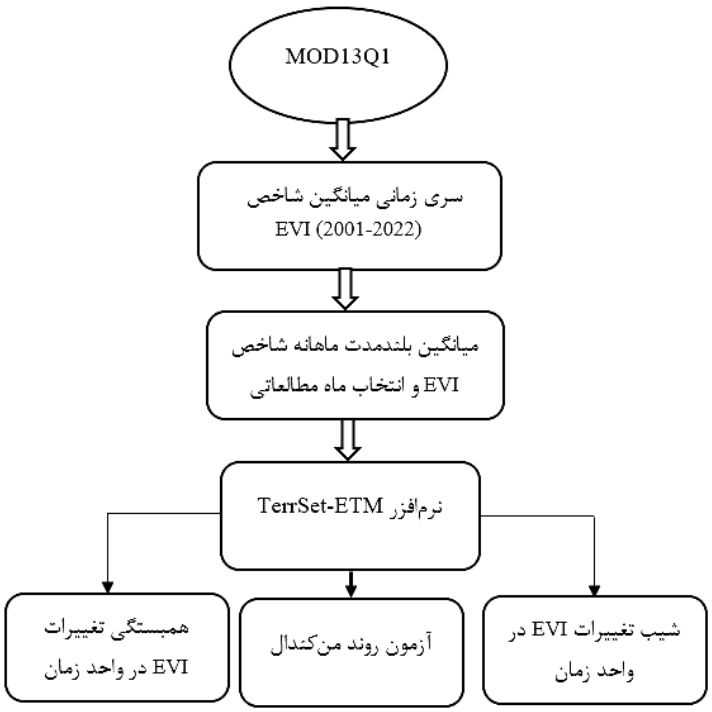


شکل ۱- موقعیت منطقه مطالعاتی

روش کار

همان‌طورکه گفته شد، هدف از پژوهش حاضر ارزیابی روند تغییرات پوشش گیاهی است. شایان ذکر است که این تحلیل به صورت پیکسل به پیکسل انجام شده و در نتیجه با توجه به نوع پوشش و کاربری هر پیکسل نتایج متفاوتی حاصل خواهد شد. فلوچارت روش انجام پژوهش حاضر در شکل (۲) نشان داده شده است. در ادامه به تشریح مراحل انجام این پژوهش پرداخته شده است.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-01]



شکل۲- فلوچارت مراحل انجام پژوهش

شاخص EVI

در مناطق با پوشش گیاهی غیر متراکم، ترکیب پیچیده نوع خاک، آثار جوی و پوشش گیاهی، امکان استخراج اطلاعات قابل اعتماد را از داده‌های ماهواره‌ای کاهش می‌دهد. بنابراین همواره تلاش شده تا شاخص‌های پوشش گیاهی که قادرند آثار ناخواسته عواملی مانند خاک زمینه را کاهش دهند، ارائه شود (باقری و همکاران، ۱۴۰۰). هوئت و همکاران (Huete et al., 2002) شاخص پوشش گیاهی EVI را برای استفاده در داده‌های MODIS پیشنهاد کرده‌اند که در معادله «۱» الگوریتم باندی برای محاسبه آن ارائه شده است.

$$EVI = G \times \frac{NIR - R}{L + NIR + C_1 R - C_2 - B}$$ رابطه ۱

در این رابطه، بازتاب در باند مادون قرمز نزدیک (NIR) و باند قرمز (RED)، و همچنین بازتاب در باند آبی (B) مورد استفاده قرار می‌گیرد. ضریب L فاکتور تعدیل کننده خاک و ضرایب C_1 و C_2 تصحیح کننده آئروسل در باند قرمز با استفاده از باند آبی هستند. مقدار این شاخص معمولاً در بازه‌ای بین -۱ تا +۱ قرار دارد. از مزایای این شاخص این است که با پیشرفت به‌وسیله بازتاب باند آبی در محدوده LAI (شاخص سطح برگ)، اثرات خاک پس زمینه را تصحیح می‌کند و از اثرات اتمسفر و پخش آیروسل می‌کاهد (۲۷). در واقع EVI یک NDVI تغییر یافته است که در آن فاکتور تنظیم خاک (L) و دو ضریب C1 و C2 لحاظ می‌گردد. این روش حساسیت به نواحی پوشش‌گیاهی را افزایش و کاهش آثار جوی را موجب می‌شود (رنجبر فردوئی و همکاران، ۱۳۹۸). در این پژوهش از EVI به‌دست‌آمده از محصول MOD13Q1 سنجنده مودیس با قدرت تفکیک مکانی ۲۵۰ متر و تفکیک زمانی ۱۶ روز استفاده شد. ابتده میانگین ماه به ماه این شاخص برای محدوده مورد مطالعه از ابتدای ۲۰۰۱ تا انتهای ۲۰۲۲ در پلتفرمGoogle Earth Engine برآورد شد و سپس میانگین ماهانه دوره مطالعاتی محاسبه گردید. با استفاده از نتایج این بخش ماه هدف انتخاب شد.

روند تغییرات شاخص EVI

روند تغییرات شاخص EVI با استفاده از آزمون من‌کندال در نرم افزار ترست بر اساس روابط زیر محاسبه شد.

$$S = \sum_{i=2}^{n} \sum_{j=1}^{i-1} (sign(xi - xj))$$ رابطه ۲

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-01]

در این رابطه مقادیر xi و xj داده‌های متوالی است، n طول سری زمانی ا ست و $sign\ (xi\text{-}xj)$ تابع علامت ا ست که بر اساس رابطه «۳» قابل محاسبه است.

رابطه ۳

$$sign(xi-xj)=\begin{cases}+1 & \text{اگر}\quad (xi-xj)>0\\ 0 & \text{اگر}\quad (xi-xj)=0\\ -1 & \text{اگر}\quad (xi-xj)<0\end{cases}$$

میانگین $E(S)$ و واریانس $Var(S)$ پارامتر S به‌ترتیب توسط روابط «۴» و «۵» به‌دست می‌آید.

رابطه ۴

$$E(S)=0$$

رابطه ۵

$$VAR(S)=\frac{1}{18}\left[n(n-1)(2n+5)-\sum_{p=1}^{q}tp(tp-1)(2tp+5)\right]$$

در این رابطه، tp تعداد دنباله ها برای p امین مقدار و p تعداد مقادیر دنباله‌ها است. جزء دوم در فرمول فوق یک تعدیل برای دنباله یا داده‌های حساس است. پارامتر استاندارد شده آزمون Z_M از رابطه «۶» قابل محاسبه است.

رابطه ۶

$$Z_M=\begin{cases}\dfrac{S-1}{\sqrt{VAR(S)}} & \text{اگر}\quad S>0\\ 0 & \text{اگر}\quad S=0\\ \dfrac{S+1}{\sqrt{VAR(S)}} & \text{اگر}\quad S>0\end{cases}$$

مقدار مثبت z روند افزایش و مقدار منفی z روند کاهشی سری زمانی را نشان می‌دهد. جدول ۱ طبقه‌بندی احتمال روند تغییرات با توجه به مقادیر Z_M را نشان می‌دهد.

جدول ۱- طبقه‌بندی احتمال روند تغییرات بر مبنای Z_M (Martin et al., 2018)

کلاس	کلاس سطح اطمینان	مقادیر Z_M
۱	کاهشی با احتمال بیش از ۹۹ درصد	۲/۵۷->
۲	کاهشی با احتمال بین ۹۵ درصد تا ۹۹ درصد	۲/۵۷- تا ۱/۹۶-
۳	کاهشی با احتمال بین ۹۰ درصد تا ۹۵ درصد	۱/۹۶- تا ۱/۶۴-
۴	بدون روند	۱/۶۴+ تا ۱/۶۴-
۵	افزایشی با احتمال بین ۹۰ درصد تا ۹۵ درصد	۱/۹۶+ تا ۱/۶۴-
۶	افزایشی با احتمال بین ۹۵ درصد تا ۹۹ درصد	۲/۵۷+ تا ۱/۹۶+
۷	افزایشی با احتمال بیش از ۹۹ درصد	۲/۵۷+<

همبستگی تغییرات EVI در واحد زمان

در این مرحله همبستگی تغییرات شاخص EVI در واحد زمان با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون توسط مدل‌ساز روند زمین (ETM) نرم‌افزار TerrSet بر اساس رابطه «۷» تعیین شد.

رابطه ۷

$$r=\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})(y_i-\bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2\sum_{i=1}^{n}(y_i-\bar{y})^2}}$$

در این معادله r نقشه ضریب همبستگی پیرسون، x_i و $\bar{x}$ به‌ترتیب مقادیر پارامترهای زمان و میانگین آن در طول دوره آماری (۲۰۰۱ تا ۲۰۲۲) و y_i و $\bar{y}$ به‌ترتیب مقدار EVI ماه هدف در هر سال و میانگین EVI آن ماه در طول دوره آماری است. مقدار ضریب همبستگی بین ۱- تا ۱ تغییر می‌کند که ۱+ به معنای همبستگی مثبت کامل، صفر به معنی عدم همبستگی و ۱- به معنی همبستگی منفی کامل است. برای بررسی میزان همبستگی ابتدا قدر مطلق ضریب همبستگی گرفته شد و سپس با توجه به جدول ۲ میزان همبستگی ارزیابی شد.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-01]

جدول۲- کلاس بندی ضریب همبستگی پیرسون (Evans, 1996)

کلاس	کلاس همبستگی	مقادیر |r|
۱	خیلی ضعیف	۰-۰/۲
۲	ضعیف	۰/۲ -۰/۴
۳	متوسط	۰/۴ -۰/۶
۴	قوی	۰/۶ -۰/۸
۵	خیلی قوی	۰/۸ -۱

شدت تغییرات EVI در واحد زمان

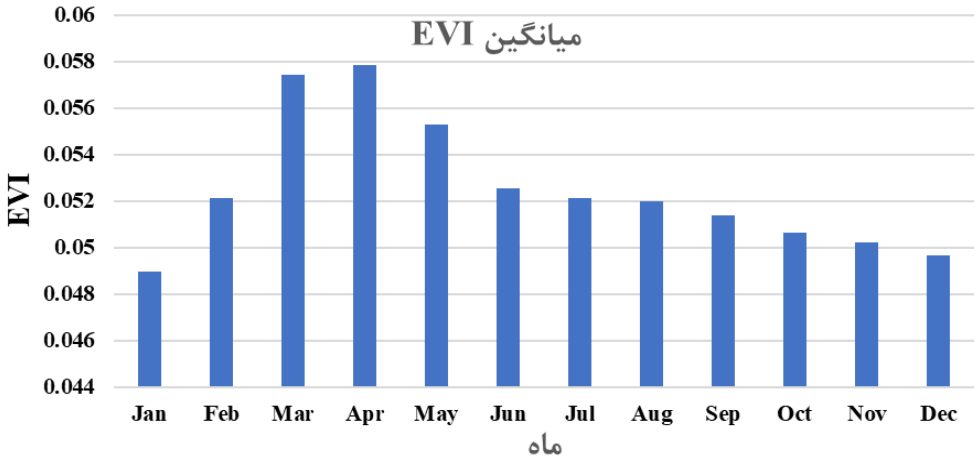
شیب تغییرات شاخص EVI در ماه هدف در واحد زمان توسط نرم‌افزار TerrSet، برای ۲۲ سال محاسبه شد. بدین‌منظور تجزیه و تحلیل رگرسیون خطی می‌تواند برای شبیه سازی روند تغییرات استفاده شود (Tang et al., 2017). این روش مشخّص می‌کند که چه رابطه خطی بین تمام داده‌های یک متغیر وابسته با داده‌های متناظر شاخص مستقل وجود دارد. برای برآورد شیب تغییرات متغیر وابسته بر اثر تغییرات متغیر مستقل بر مبنای روابط رگرسیون خطی از رابطه «۸» استفاده شد.

$$Slope = \frac{n\sum_{n}^{i=1} x_i y_{i-} \sum_{n}^{i=1} x_i \sum_{n}^{i=1} y_i}{n\sum_{n}^{i=1} x_i^2 - \left(\sum_{n}^{i=1} x_i\right)^2}$$ رابطه ۸

در این معادله Xi و Yi به ترتیب مقادیر متغیر مستقل (زمان) و متغیر وابسته (EVI ماه هدف) در سال i ام است و n تعداد سال‌ها در طول دوره مطالعه است. به‌طور کلی، اگر شیب بزرگتر از صفر باشد، متغیر وابسته هم‌جهت با متغیر مستقل تغییر می‌کند. درحالی‌که اگر شیب کوچک‌تر از صفر باشد، متغیر وابسته در خلاف جهت متغیر مستقل تغییر می‌کند. هرچه اندازه شیب تغییرات بیش‌تر باشد شدت تغییرات EVI در واحد زمان (سال) بیش‌تر است.

نتایج و بحث

میانگین بلندمدت ماهانه شاخص EVI در سری زمانی ۲۰۰۱-۲۰۲۲ در شکل ۳ نشان داده شده است. با توجه به این شکل، به ترتیب ماه‌های آوریل و مارس بیش‌ترین مقدار EVI را در طول سال دارند که نشان‌دهنده حداکثر رشد و شادابی پوشش گیاهی در این ماه‌ها است. از طرف دیگر ماه‌های ژانویه و دسامبر نیز کم‌ترین مقدار میانگین شاخص EVI را به خود اختصاص داده‌اند. با توجه به نتایج این بخش ماه آوریل که دارای بیش‌ترین مقدار شاخص EVI بود، جهت بررسی روند تغییرات EVI در نظر گرفته شد.



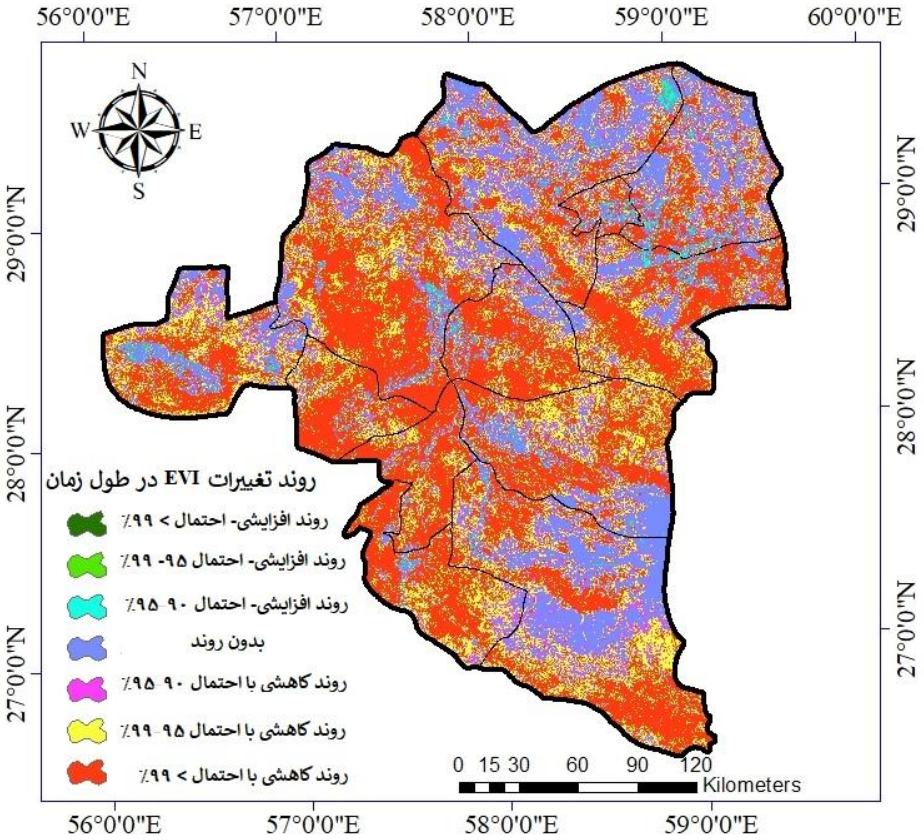
شکل۳- میانگین بلندمدت ماهانه شاخص EVI در سری زمانی ۲۰۰۱-۲۰۲۲

نتایج ارزیابی روند تغییرات EVI

روند تغییرات EVI ماه آوریل در طول زمان در شکل ۴ نشان داده شده است و درصد مساحت کلاس‌های مختلف آن در جدول ۳ قابل مشاهده است. با توجه به نتایج به دست آمده قسمت وسیعی از محدوده مطالعاتی دارای روند کاهشی است. در ۴۴/۱۶ درصد از محدوده مورد مطالعه با

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-01]

احتمال بیش از ۹۹ درصد روند تغییرات EVI کاهشی است. این نواحی در اکثر نواحی محدوده مورد مطالعه پراکنده است اما در نواحی غربی، شمال غربی، جنوب غربی، جنوبی و شرقی محدوده بیش‌تر مشاهده می‌شود. این کلاس بخش اعظم شهرستان‌های کهنوج، منوجان، فاریاب، جیرفت، عنبرآباد، رودبار و ریگان را در بر می‌گیرد. در ۲۳/۳۸ درصد از محدوده مورد مطالعه روند تغییرات شاخص EVI با احتمال ۹۵ تا ۹۹ در صد کاهشی است. این نواحی نیز در حاشیه نواحی کلاس قبلی قرار گرفته است. روند کاهشی شاخص EVI با احتمال ۹۰ تا ۹۵ در صد تنها در ۷/۸۶ درصد از محدوده مورد مطالعه رخ داده است. در مجموع ۷۵/۴ درصد از محدوده مورد مطالعه با احتمال بیش از ۹۰ درصد روند تغییرات شاخص EVI کاهشی است. در ۲۳/۷ درصد از محدوده مورد مطالعه تغییرات شاخص EVI دارای روند خاصی نیست. این نواحی بیش‌تر در جنوب شرقی و شمال شرقی تمرکز یافته‌اند و شامل شهرستان‌های فهرج، نرماشیر، بم و نواحی شمالی قلعه‌گنج می‌شود.



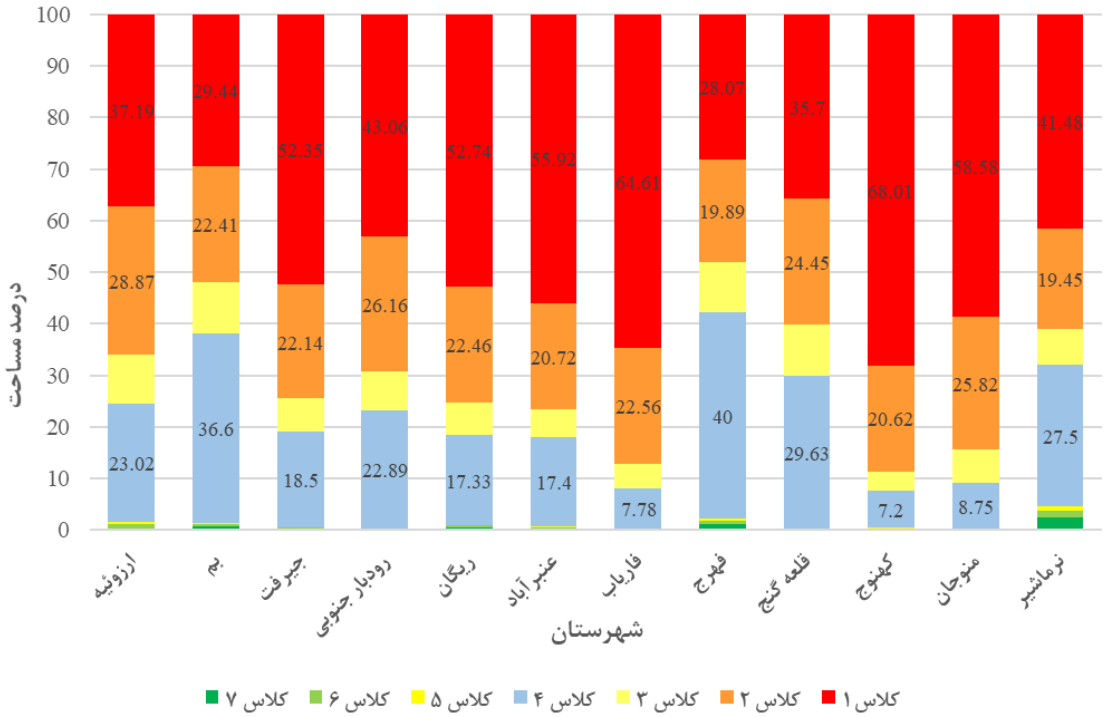
شکل۴- نقشه روند تغییرات EVI ماه آوریل

جدول۳- درصد مساحت کلاس‌های مختلف روند تغییرات EVI ماه آوریل

ردیف	کلاس	درصد مساحت
۱	کاهشی با احتمال بیش از ۹۹ درصد	۴۴/۱۶
۲	کاهشی با احتمال بین ۹۵ درصد تا ۹۹ درصد	۲۳/۳۸
۳	کاهشی با احتمال بین ۹۰ درصد تا ۹۵ درصد	۷/۸۶
۴	بدون روند	۲۳/۷
۵	افزایشی با احتمال بین ۹۰ درصد تا ۹۵ درصد	۰/۲۱
۶	افزایشی با احتمال بین ۹۵ درصد تا ۹۹ درصد	۰/۳
۷	افزایشی با احتمال بیش از ۹۹ درصد	۰/۳۹

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-01]

طبقه‌بندی احتمال روند تغییرات EVI در شکل ۵ ارائه شده است. با توجه به شکل در شهرستان‌های ارزوئیه، جیرفت، رودبار جنوبی، ریگان، عنبرآباد، فاریاب، قلعه‌گنج، کهنوج، منوجان و نرماشیر کلاس روند کاهشی با احتمال بیش از ۹۹ درصد بیش‌ترین وسعت را به خود اختصاص داده است. بیش‌ترین درصد مساحت شهرستان بم و فهرج به کلاس بدون روند تغییرات، به‌ترتیب با مقدار ۳۶/۶ و ۴۰ درصد اختصاص دارد و پس از آن کلاس روند کاهشی با احتمال بیش از ۹۹ درصد بیش‌ترین درصد مساحت این دو شهرستان را شامل می شود. کمترین درصد مساحت در تمامی شهرستان‌های مطالعاتی به روند افزایشی پوشش گیاهی اختصاص دارد.

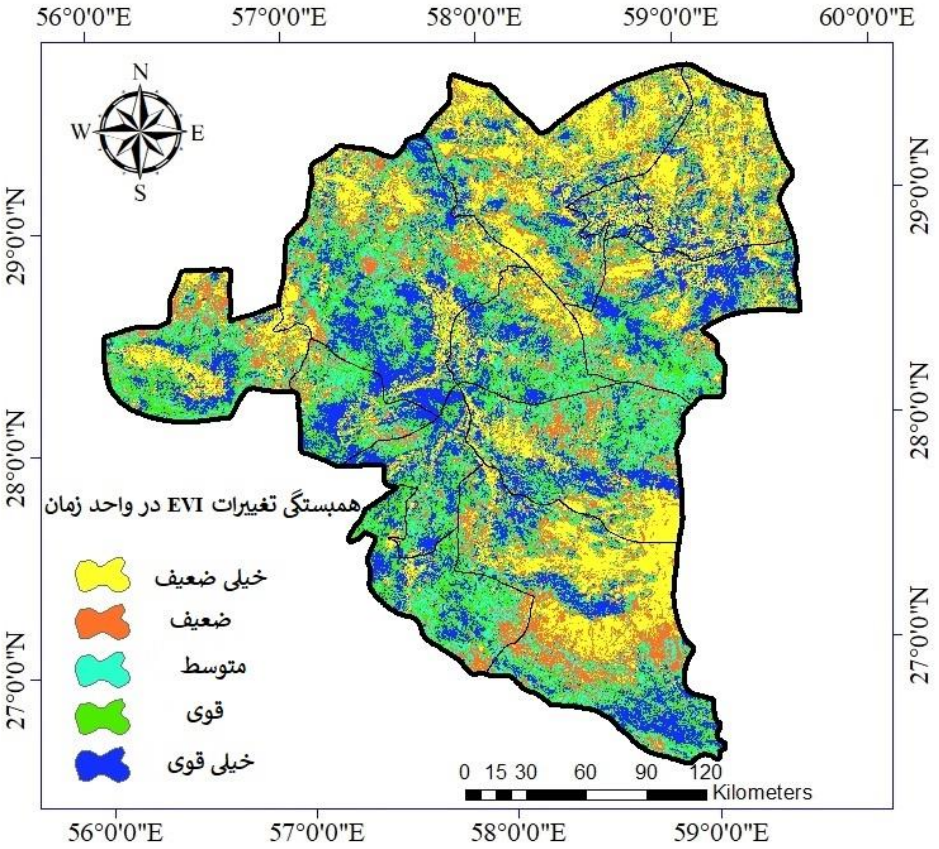


شکل۵- درصد مساحت کلاس‌های مختلف روند تغییرات EVI به تفکیک شهرستان

همبستگی تغییرات EVI در واحد زمان

شکل ۶ نقشه میزان همبستگی تغییرات EVI در واحد زمان و جدول ۴ درصد مساحت کلاس های مختلف همبستگی تغییرات EVI را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج همبستگی، قسمت‌های شمال، شمال شرق، جنوب شرق و بخش‌هایی از غرب محدوده مطالعاتی جز کلاس همبستگی خیلی ضعیف هستند که ۱۹/۶۷ درصد از مساحت محدوده مورد مطالعه را دربرمی‌گیرند و شامل نواحی شمالی شهرستان‌های بم، فهرج، جیرفت و قلعه‌گنج و بخش‌های جنوبی شهرستان رودبار جنوبی می شود. همچنین کلاس همبستگی خیلی قوی و قوی نیز بخش قابل توجهی از نوار مرکزی محدوده مورد مطالعه و بخش‌های جنوبی را شامل می‌شوند و به ترتیب ۲۰/۸۹ و ۲۰/۰۳ درصد از محدوده مورد مطالعه را دربرمی‌گیرند.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-01]



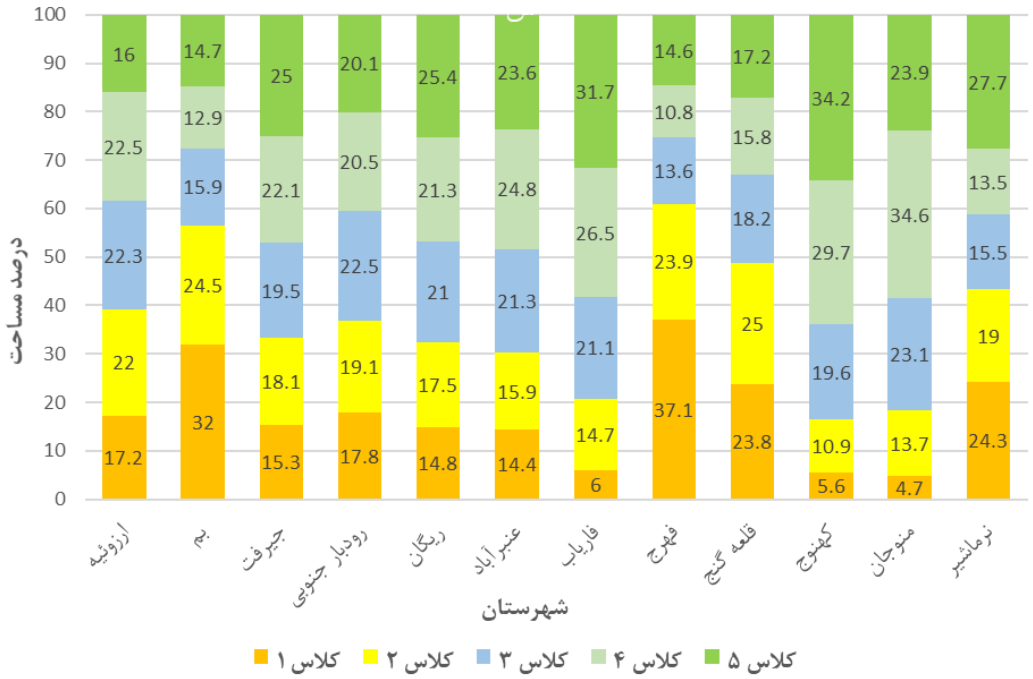
شکل۶- همبستگی تغییرات EVI در واحد زمان

جدول۴- درصد مساحت کلاس‌های مختلف همبستگی تغییرات EVI

کلاس	کلاس همبستگی	درصد مساحت
۱	خیلی ضعیف	۱۹/۶۷
۲	ضعیف	۲۰/۰۸
۳	متوسط	۱۹/۳۳
۴	قوی	۲۰/۰۳
۵	خیلی قوی	۲۰/۸۹

بر اساس نتایج حاصل‌شده و جدول ۲ که طبقه‌بندی ضریب همبستگی پیرسون را نشان می‌دهد، بیش‌ترین درصد مساحت شهرستان بم و فهرج به‌ترتیب با مقدار ۳۲ و ۳۷/۱ درصد در کلاس همبستگی خیلی ضعیف قرار داد که گویای عدم خطی بودن تغییرات EVI در این نواحی است. بیش‌ترین درصد مساحت شهرستان قلعه‌گنج با مقدار ۲۵ درصد به کلاس همبستگی ضعیف اختصاص دارد و پس از آن کلاس همبستگی خیلی ضعیف و متوسط به‌ترتیب با مقدار ۲۳/۸ و ۱۸/۵ درصد بیش‌ترین مساحت این شهرستان را شامل می‌شود. همچنین بیش‌ترین درصد مساحت شهرستان‌های ارزوئیه، عنبرآباد و منوجان به‌ترتیب با مقادیر ۲۲/۵، ۲۴/۸ و ۳۴/۶ درصد در کلاس همبستگی قوی قرار گرفته است. کلاس همبستگی خیلی قوی نیز بیش‌ترین درصد مساحت شهرستان‌های جیرفت، ریگان، فاریاب، کهنوج و نرماشیر را شامل می‌شود (شکل ۷).

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-01]

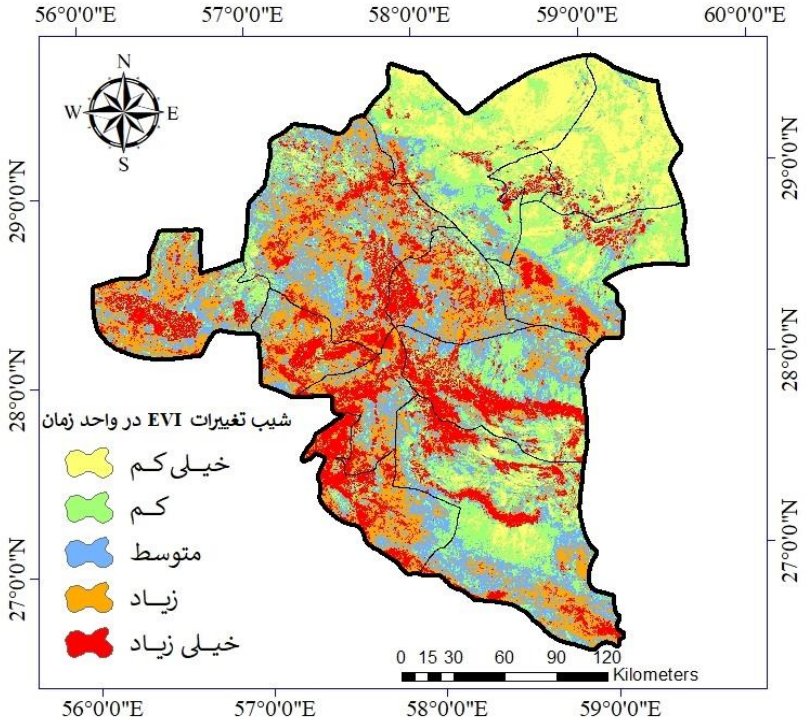


شکل۷- درصد مساحت کلاس‌های مختلف همبستگی تغییرات EVI در واحد زمان در شهرستان‌های مطالعاتی

شدت تغییرات EVI در واحد زمان

شدت تغییرات EVI در واحد زمان در شکل ۸ و درصد مساحت کلاس‌های مختلف شدت تغییرات EVI در جدول ۵ نشان داده شده است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده کلاس‌های شدت تغییرات خیلی‌کم و کم به ترتیب ۱۵/۲۸ درصد و ۲۱/۹۵ درصد از محدوده مورد مطالعه را دربرمی‌گیرند. این کلاس‌ها بیشتر نواحی شمال شرقی و جنوب شرقی محدوده مورد مطالعه شامل عمده قسمت‌های شهرستان‌های بم، فهرج، نواحی شمالی و شرقی شهرستان نرماشیر و قسمت‌هایی شمالی شهرستان قلعه‌گنج را دربرگرفته‌اند. عمده قسمت‌های مرکزی، غربی و جنوب غربی محدوده مطالعاتی به کلاس شدت تغییرات خیلی زیاد و زیاد اختصاص دارند که به ترتیب ۱۷/۰۶ درصد و ۲۲/۷۵ درصد از محدوده مورد مطالعه را دربرمی‌گیرند و شامل بخش‌های عمده‌ای از شهرستان‌های منوجان، کهنوج، فاریاب، رودبار جنوب، ارزوئیه و جنوب جیرفت می‌شوند. کلاس شدت تغییرات متوسط در بخش‌های شرقی، جنوب شرقی، جنوب و شمال غربی محدوده مطالعاتی مشاهده شد (شکل ۸) و ۲۲/۹۵ درصد از محدوده مورد مطالعه را دربرمی‌گیرد.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-01]



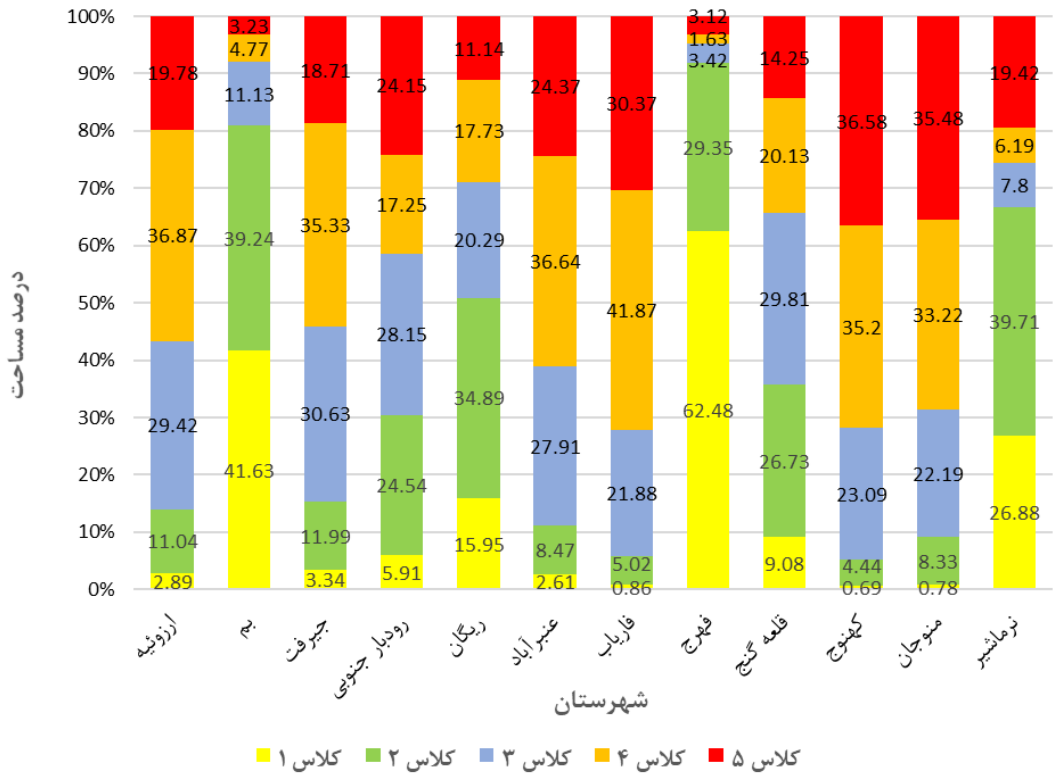
شکل ۸- نقشه شدت تغییرات EVI در واحد زمان

جدول ۵- درصد مساحت کلاس‌های مختلف شدت تغییرات EVI

کلاس	کلاس	درصد مساحت
۱	خیلی کم	۱۵/۲۸
۲	کم	۲۱/۹۵
۳	متوسط	۲۲/۹۵
۴	زیاد	۲۲/۷۵
۵	خیلی زیاد	۱۷/۰۶

درصد مساحت کلاس‌های مختلف شدت تغییرات EVI در واحد زمان در شهرستان‌های مختلف در شکل ۹ نشان داده شده است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده و تفکیک شهرستان‌های مطالعاتی، بیشترین درصد مساحت شهرستان‌های کهنوج و منوجان به‌ترتیب با مقدار ۳۶/۵۸ درصد و ۳۵/۴۸ درصد به کلاس شدت تغییرات خیلی زیاد اختصاص دارد. کلاس زیاد شدت تغییرات پوشش گیاهی در شهرستان‌های جیرفت، ارزوئیه، فاریاب و عنبرآباد، بیش‌ترین درصد مساحت هر شهرستان را شامل می شود. بیش‌ترین درصد مساحت شهرستان رودبار جنوبی و قلعه‌گنج به‌ترتیب با مقدار ۲۸/۱۵ درصد و ۲۹/۸۱ درصد در کلاس شدت تغییرات متوسط قرار دارد. کلاس کم شدت تغییرات EVI با مقدار ۳۹/۷۱ در صد و ۳۴/۸۹ در صد به‌ترتیب بیش‌ترین درصد مساحت شهرستان‌های نرماشیر و ریگان را به خود اختصاص داده است. همچنین بیش‌ترین درصد مساحت شهرستان‌های فهرج و بم را کلاس شدت تغییرات خیلی کم به‌ترتیب با مقادیر ۶۲/۴۸ درصد و ۴۱/۶۳ درصد در برگرفته است.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-01]



شکل ۹- درصد مساحت کلاس‌های مختلف شدت تغییرات EVI در واحد زمان در شهرستان‌های مطالعاتی

نظارت بر پویایی پو شش گیاهی یک نیاز ا سا سی برای غنی‌سازی درک ما از چگونگی واکنش اکوسیستم‌ها به فشارهای طبیعی و انسانی است (Dubovyk et al., 2015). با توجه به شرایط اقلیمی حاکم بر نواحی جنوبی استان کرمان، بررسی وضعیت پوشش گیاهی و روند تغییرات آن در طول زمان، می‌تواند در مدیریت اراضی و منابع طبیعی این استان مفید واقع شود. بنابراین در پژوهش حا ضر به برر سی تغییرات شاخص EVI در جنوب کرمان پرداخته شد. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که در محدوده مورد مطالعه مقدار شاخص EVI در ماه‌های آوریل (فروردین-اردیبهشت) و مارس (اسفند-فروردین) به اوج خود می‌رسد. با توجه به این مسأله که شاخص EVI دارای قدرت برآورد زیادی برای تاج پوشش سبز و تولید گیاهی ا ست، می‌توان بیان کرد که پو شش گیاهی در این ماه‌ها در وضعیت بهتری نسبت به سایر ماه‌ها قرار دارد. به عبارت دیگر فصل رویش پوشش گیاهی در محدوده مورد مطالعه ا ست. دنگ و همکاران (Deng et al., 2020) در تحقیقات خود به این مو ضوع ا شاره می‌کنند. در ادامه با گرم‌تر شدن هوا و شروع فصل تابستان، مقدار شاخص EVI کاهش یافته است که با نتایج مکرم و همکاران (Makram et al., 2016) همخوانی دارد.

ارزیابی روند تغییرات EVI نشان داد که ۷۵/۴ درصد از محدوده مورد مطالعه با احتمال بیش از ۹۰ درصد روند تغییرات پوشش گیاهی در حال کاهش است. به عبارت دیگر پو شش گیاهی در حال تخریب ا ست. کمالی مسکونی و همکاران (۱۳۹۹) در ارزیابی شدت بیابان‌زایی بخشی از شهرستان کهنوج به این نتیجه رسیدند که شدت بیابان‌زایی از منظر معیار پو شش گیاهی بیش از ۸۵ در صد از محدوده مورد مطالعه در کلاس بیابان‌زایی بسیار شدید و شدید قرار گرفته است که حاکی از وضعیت وخیم پوشش گیاهی است. مهم‌ترین عوا مل موثر بر تخر یب پوشش گیاهی در این محدوده نوسانات اقلیمی و فعالیت‌های انسانی است. ابراهیمی و همکاران (Ghoochani et al., 2023) در پژوهش خود در ا ستان کرمان سهم عوامل انسانی را بسیار بیش‌تر از عوامل اقلیمی تعیین کردند.

نتیجه‌گیری

نتایج همبستگی تغییرات پوشش گیاهی در واحد زمان نشان داد که در نواحی که اقلیم بهتری وجود دارد، شدت همبستگی بیش‌تر ا ست و هر چه به سمت اقلیم خ شک و فراخ شک می‌رویم این همبستگی کم‌تر می شود. به عبارت دیگر تغییرات پوشش گیاهی در اقلیم‌های نیمه‌خشک

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-01]

نسبت به اقلیم فراخشک به الگوی خطی نزدیک‌تر هستند. ارزیابی شدت تغییرات شاخص EVI نیز نشان داد که نواحی شمال غربی که به کویر لوت نزدیک هستند، دارای شدت تغییرات کم است. باقری و همکاران (Bagheri et al., 2021) نیز در پژوهش خود این نواحی را دارای حساسیت و شدت تغییرات کمتر می‌دانند. دلیل این امر وجود پوشش گیاهی خاص مقاوم در برابر شرایط محیطی است. رن و همکاران (Ren et al., 2022) در پژوهش خود بر اثرگذاری شرایط اقلیمی بر پویایی پوشش گیاهی اشاره می‌کند.

به‌طورکلی می‌توان‌گفت که در سال‌های اخیر به دلیل بهره‌برداری نادرست، روند گرایش اکوسیستم‌ها نگران‌کننده شده و وضعیت این روند با وقوع خشکسالی‌های پی‌درپی وخیم‌تر شده است. در دوره خشکسالی علاوه بر کاهش کمیت گیاهان، از کیفیت آن‌ها نیز کاسته می‌شود. در دوره خشکسالی رقابت برای جذب آب افزایش یافته و گیاهان با سیستم جذب آب ضعیف‌تر به سرعت از سطح اکوسیستم‌ها حذف می‌شوند (Eskandari et al., 2022). لذا ارزیابی پدیده خشکسالی و اثر آن بر پوشش گیاهی محدوده مورد نظر می‌تواند در مدیریت مراتع و چرای دام نیز موثر واقع شود. از این‌رو پیشنهاد می شود اثر خشکسالی بر پوشش گیاهی در نواحی مختلف از جمله محدوده مورد مطالعه این پژوهش نیز بررسی شود. نتایج این پژوهش نواحی که پوشش گیاهی در آنجا داری احتمال تخریب هستند را نشان می‌دهد که این امر می‌تواند به مدیران و تصمیم گیرندگان کمک زیادی نماید.

منابع

اسکندری دامنه، ح.، زهتابیان، غ.، خسروی، ح.، آذرنیوند، ح.، براتی، ع.ا. ۱۳۹۹. بررسی روند تغییرات پوشش گیاهی متأثر از خشکسالی در مناطق خشک و نیمه خشک با استفاده از تکنیک سنجش از دور (مطالعهٔ موردی: استان هرمزگان). مهندسی اکوسیستم بیابان، ۹(۲۸)، ۲۸-۱۳.

اسکندری دامنه، ه.، حامد اسکندری دامنه، ح.، صیادی، ز.، خورانی، ا. ۱۴۰۰. ارزیابی تغییرات مکانی و زمانی عمق نوری و داده‌های اقلیمی در بازه زمانی ۲۰۱۹-۲۰۰۰ (مطالعه موردی: کشور ایران). تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۸(۴)، ۷۷۲-۲۸۶.

داروند، س.، اسکندری دامنه، ه.، اسکندری دامنه، ح.، خسروی، ح. ۱۳۹۹. ح بررسی روند تغییرات شاخص NDVIحاصل از تصاویر سنجنده مودیس (مطالعه موردی: استان اصفهان). تخریب و احیاء اراضی طبیعی، ۱(۲). ۷۹-۶۹.

داروند، س.، اسکندری دامنه، ه.، اسکندری دامنه، ح.، خسروی، ح. ۱۴۰۰. پیش‌بینی روند تغییرات دما و بارش در دوره آتی و تاثیر آن بر بیابان زایی. مدل سازی و مدیریت آب و خاک، ۱(۱)، ۵۳-۶۶.

رنجبر فردوئی، ا.، ولی، ع.، مکرم، م.، تاری پناه، ف. ۱۳۹۸. بررسی روند تغییرات زمانی- مکانی پوشش گیاهی و واکنش آن به عوامل محیطی در شمال استان فارس، ایران. سنجش از دور و GIS ایران، ۱۱(۴)، ۶۱-۸۲.

رایگانی، ب.، ارزانی، ح.، حیدری علمدارلو، ا.، مقدمی، م.م ۱۳۹۸. . کاربرد سنجش از دور به‌منظور ارزیابی تغییر اقلیم بر تولید و فنولوژی گیاهان (منطقه مورد مطالعه: استان تهران). مرتع. ۱۳ (۳)، ۴۵۰-۴۶۰.

شبانی پور، م.، درویش صفت، ع.ا. رحمانی، ر. ۱۳۹۸. تحلیل روند بلندمدت تغییرات پوشش گیاهی با استفاده از سری زمانی) MODIS-NDVI مطالعهٔ موردی: استان کردستان). جنگل و فرآورده های چوب، ۷۲(۳)، ۱۹۳-۲۰۴.

کرمانی ، ف.، رایگانی ، ب.، نظامی، ب.، گشتاسب، ح.، خسروی، ح. ۱۳۹۶. ارزیابی روند تغییرات پوشش گیاهی مناطق خشک و نیمه‌خشک (مطالعهٔ موردی: منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ توران). مهندسی اکوسیستم بیابان، ۶(۱۷)، ۱۴-۱.

کمالی مسکونی، ا.، کمالی، م.ا.، اخنامانی، ع. ۱۳۹۹. بررسی و تهیه نقشه بیابان زایی بر اساس مدل ایرانی ارزیابی پتانسیل بیابان زایی (IMDPA) با تاکید بر دو معیار خاک و پوشش گیاهی (مطالعه موردی: فاریاب- استان کرمان). علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۲۲(۱۲)، ۱۷۸-۱۶۳.

واعظی، ع.ر.، بیگدلی، ر. ۱۳۹۹.تأثیر ضربه قطرات باران بر هدررفت خاک از نوارهای کشت در خاک‌های با بافت مختلف. تحقیقات آب و خاک ایران، ۵۱(۱۱)، ۲۸۱۵-۲۸۲۵.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-01]

application in Northeast China. Agricultural and Forest Meteorology, 282: 107865.

Makram, M., Mazin, M., Faraji, M., Mousavi, K. 2016. Investigating vegetation changes in different growing seasons using satellite images and its relationship with temperature changes (study area: north of Darab city). Iranian Natural Ecosystems Quarterly, 8(3): 1-20.

Martin, A., Wang, Y., Li, J., Mends, G. 2018. Technical risk factors of international construction. The Journal of Engineering, 2018(3): 138-146.

Ren, Y., Liu, J., Liu, S., Wang, Z., Liu, T., Shalamzari, M. J. 2022. Effects of Climate Change on Vegetation Growth in the Yellow River Basin from 2000 to 2019. Remote Sensing, 14(3): 687.

Salajegheh, S., Eskandari Damaneh, H., Eskandari Damaneh, H. 2024. Examining the Spatial and Temporal Relationships among Aerosol Optical Depth, Soil Moisture, and Wind Speed from 2000 to 2024,(Case Study: Western Iran). Desert, 29(2): 314-326.

Savari, M., Damaneh, H. E., Damaneh, H. E. 2024. Conservation behaviors of local communities towards mangrove forests in Iran. Global Ecology and Conservation, 56: e03311.

Savari, M., Eskandari Damaneh, H. 2019. The role of participatory management in empowering local communities in coping with droughts in southern Kerman province. Spatial Planning (Modares Human Sciences), 23(2): 123-171.

Tang, Z., Ma, J., Peng, H., Wang, S., Wei, J. 2017. Spatiotemporal changes of vegetation and their responses to temperature and precipitation in upper Shiyang river basin. Advances in Space Research, 60 (5): 969-979.

Xu, T., Wu, H. 2023. Spatiotemporal analysis of vegetation covers in relation to its driving forces in Qinghai–Tibet Plateau. Forests, 14(9): 1835.

Zhou, Y., Batelaan, O., Guan, H., Liu, T., Duan, L., Wang, Y., Li, X. 2024. Assessing long-term trends in vegetation cover change in the Xilin River Basin: Potential for monitoring grassland degradation and restoration. Journal of Environmental Management, 349: 119579.

Alemayehu, B., Suarez-Minguez, J., Rosette, J., Khan, S. A. 2023. Vegetation Trend Detection Using Time Series Satellite Data as Ecosystem Condition Indicators for Analysis in the Northwestern Highlands of Ethiopia. Remote Sensing, 15(20): 5032.

Bagheri, R., Fordoei, A. R., Mousavi, H., Tahmasebi, P. 2021. Climate-driven abrupt changes in plant communities of desert and semi-desert region. Theoretical and Applied Climatology, 146: 331–348.

Chen, J., Yang, H., Jin, T., Wu, K. 2024. Assessment of terrestrial ecosystem sensitivity to climate change in arid, semi-arid, sub-humid, and humid regions using EVI, LAI, and SIF products. Ecological Indicators, 158: 111511.

Damaneh, H. E., Khosravi, H., & Damaneh, H. E. 2024. Investigating the land use changes effects on the surface temperature using Landsat satellite data. In Remote Sensing of Soil and Land Surface Processes (pp. 155-174). Elsevier.

Deng, H., Yin, Y., Han, X. 2020. Vulnerability of vegetation activities to drought in Central Asia. Environmental Research Letters, 15 (8): 084005.

Dubovyk, O., Landmann, T., Erasmus, B. F., Tewes, A., Schellberg, J. 2015. Monitoring vegetation dynamics with medium resolution MODIS-EVI time series at sub-regional scale in southern Africa. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 38: 175-183.

Evans, J. D. 1996. Straightforward Statistics for The Behavioral Sciences. Pacific Grove, CA: Brooks/Cole Publishing.

Ghoochani, O. M., Eskandari Damaneh, H., Eskandari Damaneh, H., Ghanian, M., & Cotton, M. 2023. Why do farmers over-extract groundwater resources? Assessing (un) sustainable behaviors using an Integrated Agent-Centered framework. Environments, 10(12): 216.

Huete, A., Didan, K., Miura, T., Rodriguez, E. P., Gao, X., Ferreira, L. G. 2002. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. Remote sensing of environment, 83 (1-2): 195-213.

Li, K., Tong, Z., Liu, X., Zhang, J., Tong, S. 2020. Quantitative assessment and driving force analysis of vegetation drought risk to climate change: Methodology and

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-01]

using Wavelet Transform and Statistical Approaches. Earth Observation and Geomatics Engineering, 6(1).

Zoljoudi, M., Naghdi, K., Moradi, M., Taefee Feijani, M. 2022. Quantitative Assessment of the Trends and Spatio-Temporal Variability of Vegetation Growth in Iran

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-01]