نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال نهم، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۱

صفحات ۷۳ – ۸۶

تاثیر پارامترهای اقلیمی بر توزیع پوشش گیاهی در ایران مرکزی

علی محمد خورشید دوست[1]؛ استاد دانشکده برنامه ریزی و علوم محیطی دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

علی پناهی؛ استادیار گروه جغرافیا، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.

فرحناز خرم آبادی؛دانش آموخته کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی شهری، دانشگاه تبریز.تبریز، ایران.

حسین ایمانی پور؛ دانش آموخته کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی کاربردی، دانشگاه حیکم سبزواری، سبزوار، ایران.

دریافت مقاله : ۱۳۹۹/۰۲/۲۸ پذیرش نهایی:۱۳۹۹/۰۵/۰۴

چکیده

هدف از انجام این پژوهش بررسی تاثیر پارامترهای اقلیمی بر توزیع پوشش گیاهی در ایران مرکزی با استفاده از شاخص NDVI می‌باشد. برای شناخت پراکنش و توزیع پوشش گیاهی از روش‌های نوین ناحیه‌بندی PCA، خوشه‌بندی و روابط مکانی استفاده شد. بدین منظور دو متغیر اقلیمی (میانگین دما و رطوبت نسبی) از داده های هشت ایستگاه سینوپتیک در بازه زمانی آماری (۲۰۱۸-۱۹۸۶) انتخاب گردید. متناسب با فاصله‌های ایستگاه‌ها و تغییرات مکانی شاخص NDVI، شبکه‌ای به ابعاد ۱۵*۱۵ کیلومتر بر روی ایران مرکزی گسترانده شد. در این بررسی برای اطلاع از روند تغییرات شاخص NDVI از آزمون من-کندال به وسیله نرم افزار (MINITAB) استفاده شد. نتایج این بررسی نشان داد که میزان پراکنش پوشش گیاهی در ایران مرکزی با استفاده از شاخص NDVI بین ۰/۲- تا ۰/۶۴+ است. همچنین توزیع و تراکم پوشش گیاهی دارای رشد کمتر از یک درصد می‌باشد. نتایج این بررسی نشان می دهد متغیر اقلیمی دما بیشترین تأثیر را بر توزیع و تراکم پوشش گیاهی در ایران مرکزی دارد. بررسی توزیع و تراکم پوشش گیاهی ایران مرکزی با استفاده از روش PCA نشان داد که توزیع و تراکم پوشش گیاهی ایران مرکزی متاثر از هشت عامل است که عامل اول و دوم به تنهایی ۸۱/۵۶ درصد رفتار پوشش گیاهی را در ایران مرکزی تبیین می‌نمایند. درنهایت با انجام تحلیل خوشه‌ای سلسله مراتبی و با روش ادغام وارد بر روی ماتریس نمرات عامل‌ها، سه ناحیه توزیع و پراکنش پوشش گیاهی نامنظم، متوسط و یکنواخت در ایران مرکزی شناسایی و نمایش داده شدند.

واژه های کلیدی: ایران مرکزی، شاخص پوشش گیاهی NDVI، دما، تغییر اقلیم

[1]. نویسنده مسئول: Email: khorshid@tabrizu.ac.ir

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

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.2.5.3]

مقدمه

آب و هوا یا اقلیم بیانگر وضع روزانه عوامل جوی در محلی خاص به مدت طولانی می‌باشد. بیشتر عناصر اقلیمی همبستگی زیادی با عوامل بوم شناختی دارند، به همین دلیل تجزیه و تحلیل ارتباط بین اقلیم و الگوی پراکنش گیاهان، سال‌ها در محافل علمی و پژوهشی مطرح بوده است و در سال‌های اخیر دانشمندان از ترکیب ویژگی‌های اقلیمی با دیگر عوامل محیطی، برای تشریح پوشش گیاهی در سرتاسر جهان استفاده می‌نمایند. تغییر در شرایط اقلیمی و شرایط جوی، تغییرات در محتوا و ترکیب بسیاری از جوامع گیاهی به وجود خواهد آورد (مساح بوانی، ۱۳۸۵). به طور کلی تغییر اقلیم می‌تواند در نحوه توزیع و پراکنش گیاهان و عواملی مانند آتش‌سوزی، باد، آفات و بیماری‌ها، سرعت معدنی شدن و قابلیت دسترسی عناصر غذایی، زمان و طول دوره رشد، روند و دامنه تنش‌های درجه حرارت و رطوبت، درجه وقوع و دامنه حوادث غیر مترقبه (خشکسالی و سیل)، شدت و زمان بارندگی و دسترسی به نور (پوشش ابری) مؤثر باشد و منجر به تغییر کمیت و کیفیت تولیدات گیاهی مرتعی گردد. فرایند ارزیابی پوشش گیاهی به وسیله تصاویر ماهواره‌ای نیازمند استفاده از شاخص‌های گیاهی است. شاخص‌های گیاهی ترکیبات مختلفی از داده‌های چند طیفی برای تولید تصویر از وضعیت پوشش است که به طور گسترده‌ای برای ارزیابی و پایش تغییرات بوم شناختی استفاده می‌شود (امیری و یگانه، ۱۳۹۱). خصوصیاتی چون فراهم ساختن دید وسیع و یکپارچه از منطقه، تکرارپذیری، در دسترس بودن اطلاعات و دقت و صرفه‌جویی در زمان از ویژگی‌هایی است که استفاده از اینگونه اطلاعات را برای بررسی پوشش گیاهی و پایش تغییرات آن، نسبت به سایر روش‌ها ارجحیت می‌بخشد (مختاری و همکاران، ۱۳۷۹)، بنابراین به دلیل افزایش گازهای گلخانه‌ای تغییر در مقدار بارندگی غیرقابل انکار است و این تغییرات می‌تواند بر وضعیت مراتع تأثیرگذار باشد، از این رو بررسی اثر تغییر اقلیم بر پوشش گیاهی با استفاده از فناوری سنجش از دور می‌تواند یکی از اولویت‌های تحقیقاتی و ضروری باشد. هدف از این مطالعه بررسی تاثیر پارامترهای اقلیمی (میانگین دما و رطوبت نسبی) بر توزیع پوشش گیاهی در ایران مرکزی با استفاده از مقایسه مدل‌های آماری می باشد. تاکنون تحقیقاتی در زمینه تاثیر پارامترهای اقلیمی بر توزیع پوشش گیاهی انجام گرفته است که در ادامه به برخی از این تحقیقات اشاره می‌شود: زندی و همکاران، ۲۰۱۸ (Zandi el at, ۲۰۱۸)، ارزیابی تغییرات محیطی پوشش گیاهی و دمای سطحی با استفاده از سنجش از دور استان فارس در بازه‌ی زمانی (۱۹۶۷-۲۰۱۷) پرداختند. نتایج دوره مورد مطالعه نشان داد که تغییرات کمی و کیفی پوشش گیاهی در طول ۳۰ سال مورد مطالعه معنی دار بود به طوری که مناطق بدون پوشش گیاهی با ۱۰۷/۴۹ افزایش یافت، مناطق با پوشش گیاهی ضعیف به میزان ۵۶/۳۶۶ کاهش یافت. نصبانتی و همکاران، ۲۰۱۸ (Nasanbat el at, ۲۰۱۸)، تجزیه و تحلیل فراوانی سری زمانی شاخص تفاضل شده پوشش گیاهی NDVI با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای MODIS برای تعیین درجه حرارت زراعی در منگلیا پرداختند. بدین منظور از تجزیه و تحلیل آماری آزمون روند Mann-Kendall در ۱۶ ماهواره تصویربرداری تصویری MODIS NDVI با استفاده از داده‌های زمان‌بندی شده ۱۶ روزه (از ماه مه تا سپتامبر) برای فصل‌های رشد و از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶ اعمال شد. نتایج پژوهش نشان داد: تغییرات مثبت و منفی NDVI با تغییرات پوشش زمینی تغییر می‌کند که به ترتیب بهبود یا تخریب در گیاهان را نشان می‌دهد. همچنین پارامترهای آب و هوایی که بارندگی و تغییرات دمای هوا در یک دوره زمانی مشابه را در هم آمیخته‌اند به نظر می‌رسد که بر روی NDVI محدوده منطقه مورد مطالعه تأثیر داشته باشد. (مگاتا و زولو، ۲۰۱۸) (Mbatha and Xulu,۲۰۱۸)، برای بررسی خشکسالی شدید در پارک Hluhluwe-iMfolozi آفریقای جنوبی، با تجزیه و تحلیل سری زمانی شاخص تفاضل شده

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

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.2.5.3]

نرمال پوشش گیاهی NDVI با استفاده از داده‌های MODIS به مطالعه پراختند و در ادامه برای درک بهتر از تغییر اقلیم، مقادیر پدیده های اقیانوس-اتمسفری مانند El Niño / Southern بر روی تغییرات شاخص NDVI در بازه زمانی ۱۶ ساله (۲۰۱۷-۲۰۰۲) استفاده کردند. نتایج پژوهش نشان داد افزایش رشد گیاهان به قهوه‌ای شدن و همچنین در دوره‌ی النینو رشد سریع و ناگهانی به چشم میخورد. لامچین و همکاران، ۲۰۱۹ (Lamchin el at, ۲۰۱۹)، به مطالعه سری زمانی تغییرات با استفاده از آزمون من-کندال، بین عوامل محیطی (بارش، دما و تبخیر تعرق) و شاخص تفاضل شده پوشش گیاهی NDVI در طی بازه زمانی بلند مدت در آسیا پرداختند؛ و در ادامه به ارزیابی و برآورد ضریب همبستگی تک (R) و ضریب تعیین (R^2) بین NDVI و درجه حرارت، بارندگی و تبخیر تعرق بالقوه کردند. نتایج بررسی آنها نشان داد همبستگی و تحلیل رگرسیون، روشهای مناسب و مفیدی برای برآورد روابط مکانی بین سبز بودن پوشش گیاهی و عوامل اقلیمی در دوره طولانی مدت می باشد.آمینا و همکاران، ۲۰۱۹ (Amina el at,۲۰۱۹) به مطالعه تاثیر تغییر دما بر روی پوشش گیاهی در ذخایر طبیعی بنی صلاح (شمال شرق الجزایر) و همچنین ارتباط بین این دو پارامتر نیز با استفاده از داده های هواشناسی و تصاویر ماهواره ای در دوره ای از سال ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۵ مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد همبستگی منفی قوی بین NDVI و حداکثر دما مشاهده شد که نشان می دهد که گرمایش تأثیر زیادی بر بهره‌وری تشکیل جنگل داشته و منجر به تغییرات در فرآیندهای فیزیولوژیک گیاهی می شود. در ایران نیز پژوهشگرانی در مورد ارتباط بین تغییرات پوشش گیاهی با دما و رطوبت نسبی تحقیقاتی انجام دادند که به برخی از آنها اشاره می گردد: (لطفی، ۱۳۷۵)، درجه حرارت را ازجمله عوامل مؤثر بر حضور برخی گونه‌ها در دامنه‌های جنوبی و غربی در منطقه چهار باغ گرگان ذکر کرد. نتایج تحقیق (قایمی، ۱۳۸۰) نیز کاهش تولید مراتع گردنه قوشچی آذربایجان را در اثر افزایش درجه حرارت نشان می‌دهد. (سبحانی و روشنعلی، ۱۳۹۲)، با سنجش عوامل آب و هوایی مؤثر بر رشد گیاه، شامل دما، ساعات آفتابی، رطوبت نسبی و تعداد روزهای یخبندان در مازندران، دما را به عنوان مهم‌ترین عامل تأثیرگذار معرفی کردند و سایر پارامترها در اولویت‌های بعدی قرار گرفتند. (فرجزاده، ۱۳۹۰)، به بررسی میزان همبستگی پوشش گیاهی متراکم زاگرس و متغیرهای اقلیمی ماهانه بارش و رطوبت نسبی پرداخت. در این بررسی آمار ۱۳۴ ایستگاه هواشناسی و تصاویر NOAA/AVHRR سال ۲۰۰۶ مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد ضریب تأثیر بارش، با افزایش دما و کاهش رطوبت نسبی در اواخر فصل تابستان بیشتر می‌شود. با توجه به مطالب ذکر شده، انجام تحقیقات بیشتر در زمینه تاثیر تغییر اقلیم و متغیرهای اقلیمی موثر (میانگین دما و رطوبت نسبی) بر روی شاخص تفاضل شده نرمال پوشش گیاهی NDVI در دوره‌های اخیر، در ایستگاه‌های ایران مرکزی به منظور آگاهی از اثرات احتمالی تغییر اقلیم ضروری به نظر می‌رسد.

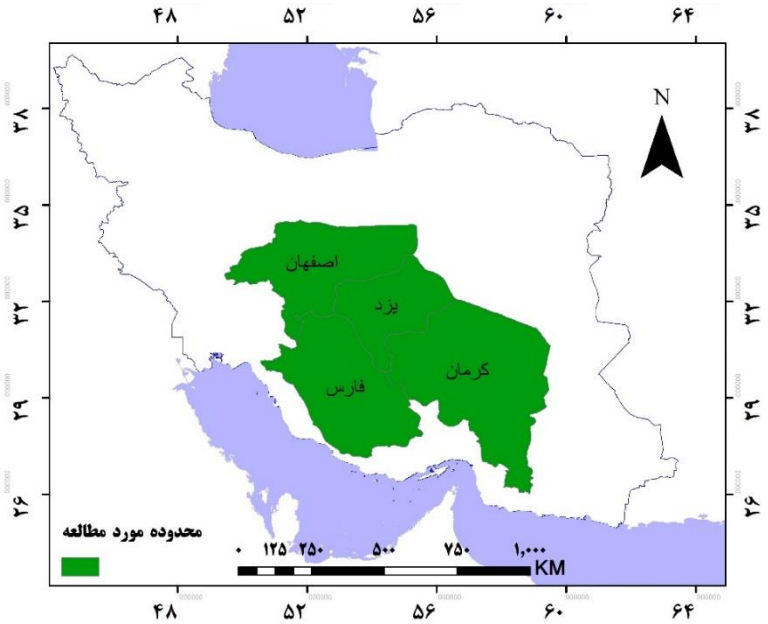
داده ها و روش کار

- **قلمرو جغرافیایی مورد مطالعه**

مختصات جغرافیایی منطقه مورد مطالعه بین عرض‌های جغرافیایی ۲۹ درجه و ۳۲ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۵۹ دقیقه و طول‌های جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲۷ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۵ دقیقه است. شکل (۱) موقعیت جغرافیایی استان‌های منتخب ایران مرکزی را نشان می دهد. داده‌های سالانه ۸ ایستگاه در دوره آماری معین شده از سازمان هواشناسی کشور اخذ و مورد تجزیه و تحلیل قرارگرفته شد. مشخصات ایستگاه‌ها شامل طول و عرض جغرافیایی، ارتفاع و دوره آماری معین در جدول (۱) نشان داده شده است.

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

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.2.5.3]



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی منطقه مورد

جدول ۱: مشخصات ایستگاه‌های موردمطالعه در دوره آماری (۲۰۱۶-۱۹۸۷)

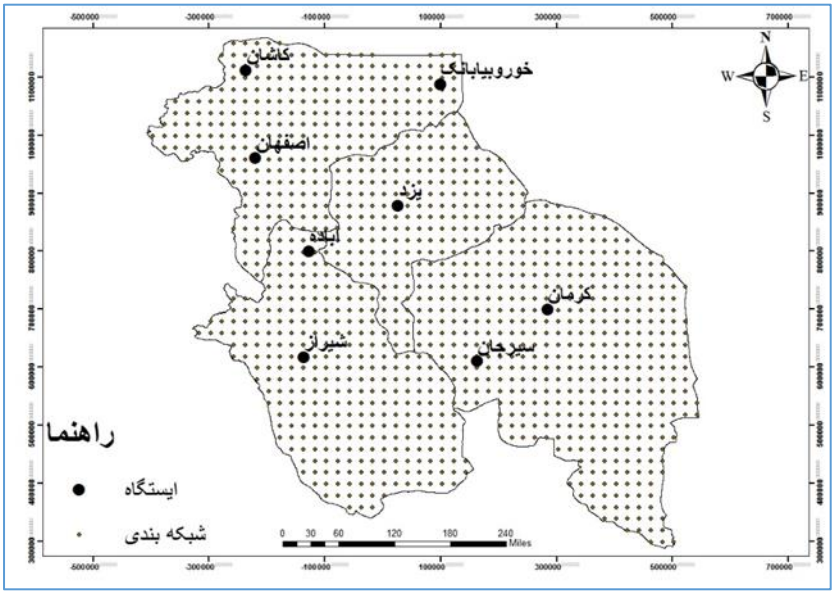
ردیف	ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع
۱	آباده	۵۲°۴۰´	۳۱°۱۱´	۲۰۳۰
۲	اصفهان	۵۱°۴۰´	۳۲°۳۷`	۱۵۵۰/۴
۳	خور بیابانک	۵۵°۵´	۳۳°۴۷´	۱۴۸۴
۴	کاشان	۵۱°۲۷´	۳۳°۵۹´	۹۸۲/۳
۵	کرمان	۵۶°۵۸´	۳۰°۱۵´	۱۷۵۳/۸
۶	یزد	۵۴°۱۷´	۳۱°۵۴´	۱۲۳۷/۲
۷	شیراز	۵۲°۳۶´	۲۹°۳۲´	۱۴۸۴
۸	سیرجان	۵۵° ۶۶´	۲۹° ۴۵´	۱۷۵۰

- **روش کار**

در این پژوهش نقش تغییرات دمایی و رطوبت نسبی بر پوشش گیاهی در ایران مرکزی با استفاده از مدل‌های آماری تحلیل مؤلفه‌های اصلی و خوشه‌بندی سلسله مراتبی مورد بررسی قرارگرفته است. این پژوهش از نوع کاربردی و روش آن کمی- تحلیلی است. به منظور بررسی نوسانات آب و هوایی مرکز ایران با توجه به فضای سبز شهری، داده‌های آماری مربوط به دمای متوسط و رطوبت نسبی در طول دوره ۳۲ ساله (۱۹۸۶ تا ۲۰۱۸) ایستگاه‌های منتخب مرکزی ایران به دست آمد و کمبودهای آماری مانند گم شدن داده‌ها از طریق بازسازی معادلات دیفرانسیل با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام گردید. ملاک انتخاب ایستگاه‌ها، موجود بودن آمار بلند مدت می‌باشد. با استفاده از روش‌های آماری و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) طبقه‌بندی پوشش گیاهی برای ایران مرکزی انجام شد. در این تحقیق از نرم افزارهای ArcGIS، Minitab، SPSS و EXCEL استفاده شده است. پس از مشخص نمودن ایستگاه‌ها متغیرهای اقلیمی شامل دما و رطوبت نسبی از داده‌های ۸ ایستگاه هواشناسی انتخاب شدند و با استفاده از تکنیک های ذکر شده در بالا مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. در ادامه با استفاده از تحلیل رگرسیونی آماری، میزان تاثیر گذاری (توپوگرافی، میانگین دما و میانگین رطوبت نسبی) بر چگونگی توزیع و پراکنش پوشش گیاهی مورد بررسی قرار گرفت و همچنین با استفاده از

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.2.5.3]

محصولات ماهواره ای سنجنده مودیس شاخص پوشش گیاهی ۵ ساله از سال ۲۰۱۴ الی ۲۰۱۸ مورد محاسبه قرار گرفت. برای بررسی تغییرات روند شاخص پوشش گیاهی از آزمون نا پارامتریک من-کندال استفاده شد. شکل (۲) شبکه بندی ایران مرکزی جهت پوشش تمام مناطق برای استخراج مقادیر را نشان می دهد.



شکل ۲: شبکه‌بندی ایران مرکزی جهت پوشش تمام مناطق برای استخراج مقادیر

- **شاخص NDVI**

این شاخص از معروف‌ترین، ساده‌ترین و کاربردی‌ترین شاخص‌های است که در زمینه‌ی مطالعات پوشش گیاهی شناخته است کاسا، ۱۹۹۰ (Kassa,۱۹۹۰) فرآیند محاسباتی ساده دارد و در مقایسه با دیگر شاخص‌ها دارای بهترین توان دینـامیک می‌باشد. این شاخص بیش‌ترین حساسیت را به تغییرات پوشش گیاهی داشته و در مقابل اثرات جوی و زمینه خاک، به جز در مواردی که پوشش گیاهی کم باشد، حساسیت کم‌تری دارد. شاخص NDVI رابطه زیر محاسبه می‌شود کوگان، ۱۹۹۳ (Kogan,۱۹۹۳).

$$\mathrm{NDVI} = \frac{\mathrm{NIR} - \mathrm{RED}}{\mathrm{NIR} + \mathrm{RED}}$$

که در آن NDIR، بازتاب در باند فرو سرخ نزدیک و RED، انعکاس در باند سرخ است. اگرچه از دیدگاه نظری مقدار این شاخص در محدوده ۱- و ۱+ می‌باشد ولی در عمل کم‌تر از ۱ و بیش‌تر از ۱- است. مقادیر این شاخص برای پوشش گیاهی متراکم به سوی عدد یک میل می‌کند ولی ابرها، برف و آب با مقادیر منفی مشخص می‌شوند. سنگ‌ها و خاک‌های بایر که واکنش طیفی مشابه در دو باند مورد استفاده دارند با مقادیر نزدیک به صفر دیده می‌شوند. در این شاخص خاک معمولی، معادل یک منظور می‌شود. هر قدر فاصله شاخص یک پیکسل بالاتر از اندازه خاک باشد نشان دهنده تراکم پوشش گیاهی است آلیسون، ۱۹۸۹ (Allison,۱۹۸۹). استفاده از شاخص NDVI در مراحل مختلف رشد گیاه نتایج خاصی را ارائه می‌دهد، نتایج این شاخص در مرحله گل دادن، میوه دادن و رویش بهتر از مراحل از مراحل رشد است. با اعمال رابطه ۱ در تصاویر پیش پردازش شده، شاخص NDVI محاسبه شد. برای ماه‌های دارای چند تصویر، متوسط ماهانه تهیه شد. مقادیر متوسط ماهانه NDVI در طول دوره‌ی آماری با توجه به مختصات مناطق معرف از تصاویر استخراج شدند.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.2.5.3]

- **بررسی رابطه مکانی تاثیر پارامترهای اقلیمی بر شاخص** NDVI

در این مدل رگرسیون، ترتیب ورود متغیرهای پیش‌بینی، تنها بر اساس معیارهای آماری قرار دارد. متغیرهایی که با متغیر وابسته همبستگی بالایی دارند، در اولویت قرار دارند. این مدل، هیچ نوع مبنای نظری ندارد. ایراد این نوع رگرسیون آن است که ممکن است معیارهای آماری مورد استفاده برای تعیین اولویت ورود متغیرها، تنها مختصر نمونه موجود باشد و نمونه‌های دیگر دارای معیارهای آماری محاسبه شده متفاوتی باشند و به تبع آن، ترتیب ورود متغیرها در آن‌ها متفاوت خواهد بود. مدل رگرسیون آماری در اصل برای کارهای اکتشافی که در آن‌ها پژوهشگر درباره قدرت پیش‌بینی متغیرهای مستقل پژوهش، نامطمئن است، به کار می‌رود. در رگرسیون گام به گام متغیرها برای ورود به معادله، بر اساس هر دو معیار گزینش صعودی و حذف نزولی، بررسی می‌شوند؛ یعنی، هر متغیری که دارای معیارهای آماری لازم باشد، وارد معادله می‌شود ولی این امکان نیز وجود دارد که هر مرحله، متغیری که سهم معنی‌داری در مدل رگرسیون ندارد، از معادله حذف شود (واحدی و مقدم، ۱۳۹۴). برای بررسی ارتباط بین دو متغیر اقلیمی (میانگین دما و میانگین رطوبت نسبی) و ارتفاع ایستگاه‌ها با میزان داده‌های سالانه شاخص NDVI ا ز مدل رگرسیون گام به گام استفاده شده است. در این مدل آماری فرض بر این است که رابطه بین متغیرهای مستقل (ارتفاع و NDVI) و متغیر وابسته (متغیر دما و رطوبت نسبی) به صورت زیر است:

$$Element=b_0+b_1(x_1)+b_2(x_2)+...+bp\ (xp) \qquad \text{(رابطه ۱)}$$

که در آن: پارامترهای $b_1,b_2,...,bp$، ضرایب رگرسیون (شیب معادله)، b_0 مقدار عرض از مبدأ و $x_1,x_2,...,xp$ متغیرهای مستقل است. از این رابطه برای پهنه‌بندی تاثیر متغیر اقلیمی بر شاخص NDVI استفاده شده است. از آنجایی‌که شیوه درون‌یابی مورد استفاده می‌تواند نتایج نهایی حاصل از پژوهش را به‌طور قابل ملاحظه‌ای تحت تأثیر خود قرار دهد به همین جهت از روش کریجینگ برای دستیابی به نتایج منطقی‌تر و ارائه فضایی مناسب تاثیر تغییر اقلیم بر شاخص NDVI استفاده شده است.

- **بررسی تغییرات زمانی پارامترهای اقلیمی و شاخص** NDVI

در تحقیق جاری سعی شد تا تغییرات واکاوی الگوی پاییزه بارش با استفاده از روش روند یابی (۱۹۸۹-۲۰۱۸) بر اساس روش آماری نا پارامتری من-کندال توصیف شود. یادآور می‌گردد، از نقاط قوت روش من-کندال می‌توان به مناسب بودن کاربرد آن برای سری‌های زمانی که از توزیع آماری خاصی پیروی نمی کنند، اشاره نمود. اثرپذیری ناچیز این روش از مقادیر حدی که در برخی از سری‌های زمانی مشاهده می‌گردند، از دیگر مزایای استفاده از این روش است. فرض صفر این آزمون بر تصادفی بودن و عدم وجود روند در سری داده‌ها دلالت دارد و پذیرش فرض یک دلیل بر وجود روند در سری داده‌ها است. مراحل محاسبه آماره این آزمون به شرح زیر است (کاشکی و همکاران، ۱۳۹۸):

الف- محاسبه اختلاف بین تک‌تک مشاهدات با همدیگر و اعمال تابع علامت و استخراج پارامتر S به شرح رابطه زیر می‌باشد

$$S=\sum_{i=1}^{N-1}\sum_{J=i+1}^{N} sgn(x_j-x_i)$$

در رابطه ۱ پارامتر n بیانگر تعداد مشاهدات سری و x و x به ترتیب داده‌های j ام و k ام سری می باشد. تابع علامت (sgn) نیز به شرح رابطه ۲ قابل محاسبه است

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

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.2.5.3]

$$sgn(x_j - x_i) = \begin{cases} ۱ & if\ (x_i - x_j) > ۰ \\ ۰ & if\ (x_i - x_j) = ۰ \\ -۱ & if\ (x_i - x_j) < ۰ \end{cases}$$

این فرمول مقادیر منفی را از مقادیر مثبت برای همه اعداد کم می‌کند. برای نمونه‌های بزرگ (N>۱۰) این آزمون از توزیع نرمال (آماره Z) استفاده می‌کند. میانگین و واریانس از فرمول زیر به دست می‌آیند:

$$E[S] = ۰$$

$$Var\ (S) = \frac{۱}{۱۸}\left[N(N-۱)(۲N+۵) - \sum_{p=۱}^{q} t_p(t_p - ۲)(۲t_p + ۵)\right]$$

در این فرمول q تعداد اتصالات (صفر اختلاف بین مقادیر مقایسه‌ای) گروه‌ها است و tp تعداد مقادیر اطلاعات در گروه p ام است. مقدار S و VAR(S) برای محاسبه آماره Z به صورت زیر استفاده می‌شود:

$$Z = \begin{cases} \frac{S-۱}{\sqrt{VAR(S)}} & if\ S > ۰ \\ ۰ & if\ S = ۰ \\ \frac{S+۱}{\sqrt{VAR(S)}} & if\ S < ۰ \end{cases}$$

مرحله نهایی، آزمون فرض است. فرض صفر بر عدم وجود روند و تصادفی بودن آن دلالت دارد؛ و بدین معنی است که Z آمار معنی‌داری نیست (برای مثال بارش حدی در منطقه وجود ندارد). زمانی این فرض تائید می‌شود که Za/۲ < Z<Za/۲- باشد. مقادیر Za/۲ انحراف نرمال استاندارد (Z جدول) است. فرض مقابل یا فرض یک بر وجود روند دلالت دارد و بدین معنی است که Z به لحاظ آماری معنی‌دار است. زمانی این فرض تائید می‌شود که Z<-Za/۲ باشد؛ بنابراین در پژوهش حاضر در برخی ایستگاه روند بعضی از شاخص بارش حدی مثبت (افزایشی) و در برخی دیگر از آن‌ها منفی (کاهشی) یا برخی دیگر فاقد روند هستند. در نتیجه، فرضیه‌ها در چنین مواردی دوطرفه انتخاب می‌شوند. همچنین سطح معنی‌داری در این پژوهش، α=۰/۰۵ می‌باشد؛ بنابراین با توجه به دوطرفه بودن آزمون، مقدار Z جدول برابر ۱/۹۶ خواهد بود. گان (Gan, ۱۹۹۸).

شرح و تفسیر نتایج

- **تحلیل تغییرات زمانی پارامترهای اقلیمی و شاخص NDVI**

جهت بررسی روند تغییرات افزایشی یا کاهشی و نحوه تأثیر توزیع نامنظم میانگین سالانه دما و رطوبت نسبی ایستگاه‌ها نسبت به توزیع پوشش گیاهی، از آزمون نا پارامتریک من کندال استفاده گردید. نتایج نشان می دهد توزیع رطوبت نسبی در ایستگاه آباده و کرمان با کاهش ۳ درصدی و توزیع دما در این ایستگاه‌ها با افزایش بالای یک درصد مواجه شده است. تغییرات رطوبت نسبی در ایستگاه‌های کاشان و سیرجان روند کاهشی ضعیف دارند در عین حال توزیع رطوبت نسبی در ایستگاه اصفهان حدود ۲٪ کاهش یافته است. توزیع دمای ایستگاه‌های شیراز و یزد با افزایش ۳٪، ایستگاه آباده با آهنگ ۲٪ افزایش و همچنین ایستگاه‌های اصفهان و کرمان با نرخ افزایش ۱٪ است. با توجه به جدول (۲)، توزیع پوشش گیاهی در ایستگاه‌های یزد و خور-بیابانک دارای کاهش یک درصد می‌باشد، این در حالی است که رشد پوشش گیاهی ایستگاه‌های اصفهان، آباده و سیرجان کمتر از یک درصد در حال افزایش است.

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

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.2.5.3]

جدول ۲: نتایج آماره آزمون من-کندال۱ میانگین رطوبت نسبی، شاخص NDVI و دما متوسط به تفکیک ایستگاه‌های موردبررسی در دوره آماری (۱۹۸۷-۲۰۱۸)

مشخصات	دما		رطوبت		شاخص NDVI	
ایستگاه	Z	P-V	Z	P-V	Z	P-V
آباده	**۲/۴۹	۰/۰۰	***-۳/۰۰۸	۰/۰۰	۰/۳۴	۰/۳۶
اصفهان	**۱/۹۷	۰/۰۲	***-۲/۸۵	۰/۰۰	۰/۵۴	۰/۲۹
خور و بیابانک	۰/۱۰۲	۰/۵۴	**-۲/۱۲	۰/۰۰	-۱/۵۱	۰/۹۳
شیراز	***۳/۰۴***	۰/۰۰	***-۲/۵۹	۰/۰۰	۰/۴۱۲	۰/۳۴
کرمان	۱/۰۲	۰/۱۵۳	***-۳/۱۶	۰/۰۰	-۰/۹۶	۰/۱۶
یزد	***۳/۸۲	۰/۰۰	***-۲/۷۷	۰/۰۰	-۱/۰۳۳	۰/۸۴
کاشان	۰/۶۸	۰/۲۴۸	-۱/۱۰۲	۰/۱۳۵	-۰/۰۶	۰/۵۲
سیرجان	۰/۴۴۲	۰/۳۲۸	-۱/۳۵۲	۰/۹۳۸	۰/۴۱۲	۰/۳۴

علامت * بیانگر وجود در سطح اطمینان ۹۰ درصد (حدفاصل بین ۱/۹۶- ۱/۶۵±)، علامت ** میزان روند در سطح اطمینان ۹۵ درصد (۲/۵۷- ۱/۹۶±) و همچنین علامت *** میزان روند در سطح اطمینان ۹۹ درصد (بیش از ۲/۵۷ ±) را نشان می‌دهد.

- **تحلیل توزیع شاخص پوشش گیاهی NDVI سالانه از طریق PCA**

با توجه به جدول (۳)، مقدار ویژه بزرگ‌تر از یک بیانگر آن است که مؤلفه موردنظر، واریانس مشترک بیشتری را نسبت به واریانس منحصر به فرد، تبیین می‌کند. مقادیر ویژه همراه با مؤلفه‌ها، درصد واریانس کل توجیه شده توسط هر مؤلفه و درصد تراکمی واریانس کل توجیه شده توسط مؤلفه‌ها را نشان می‌دهد. با استفاده از معیار انتخاب مؤلفه‌های برخوردار از مقادیر ویژه برابر یا بزرگ‌تر از یک، دو مؤلفه برای چرخش، باقی می‌مانند. این مؤلفه به ترتیب ۶۳/۸۳۸ و ۱۷/۷۳۳ از واریانس کل و در مجموع ۸۱/۵۷ از آن را تشکیل می‌دهند.

جدول ۳: ویژه مقدار و درصد واریانس توجیه شده در شاخص پوشش گیاهی NDVI بر اساس PCA در دوره آماری (۱۹۸۷-۲۰۱۸)

	F۱	F۲	F۳	F٤	F٥	F٦	F۷	F۸
Eigenvalue	۵/۱۰۷	۱/۴۲	۰/۶۴۰	۰/۴۶۳	۰/۲۵۵	۰/۰۷۷	۰/۰۳۳	۰/۰۰۶
Variability (%)	۶۳/۸۳۸	۱۷/۷۳	۷/۹۹۸	۵/۷۸۴	۳/۱۹۰	۰/۹۶۸	۰/۴۱۴	۰/۰۷۶
Cumulative%	۶۳/۸۳۸	۸۱/۵	۸۹/۵۶۸	۹۵/۳۵۲	۹۸/۵۴۲	۹۹/۵۱۰	۹۹/۹۲۴	۱۰۰/۰۰۰

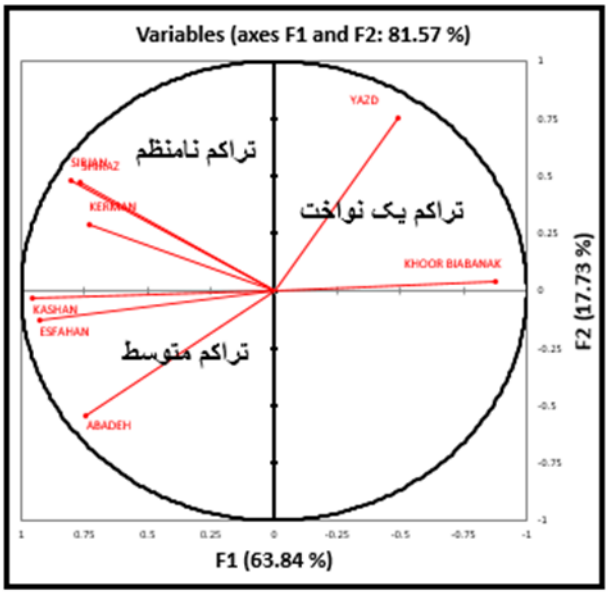
در نمودار PCA شکل (۳)، توزیع و پراکنش پوشش گیاهی ایستگاه‌های موردنظر در موقعیت مکانی خاصی قرار می‌گیرند و بر این اساس تفسیر می‌شوند. الف ایستگاه‌های که در کنار هم قرار دارند از پراکنش و توزیع پوشش گیاهی بسیار به هم شبیه هستند و برعکس ایستگاه‌های که از هم فاصله دارند همبستگی منفی داشته و باهم اختلاف زیادی دارند. در نمودار PCA سه منطقه مجزا از توزیع و تراکم پوشش گیاهی در ایران مرکزی دیده می‌شود. ایستگاه‌های شیراز، سیرجان و کرمان دارای توزیع و تراکم نامنظم از پوشش گیاهی که در تیپ اقلیمی یک قرار دارند. تیپ اقلیمی دو (توزیع و تراکم متوسط پوشش گیاهی) شامل ایستگاه‌های کاشان، اصفهان و آباده و همچنین تیپ اقلیمی سوم دارای توزیع و تراکم یکنواخت پوشش گیاهی شامل ایستگاه‌های یزد و خور و بیابانک می‌باشد. هر چه مقدار درصد واریانس تشریح شده بیش‌تر باشد اطلاعات به دست آمده از اعتبار بیشتری برخوردارند. شکل (۳)، به وضوح نشان می‌دهد که بیشترین واریانس (۶۳/۸۳) به تنهایی توسط اولین مؤلفه تشریح شده است. دومین مؤلفه‌ی اصلی (۱۷/۸۳۳) درصد از واریانس توزیع و

۱

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

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.2.5.3]

تراکم پوشش گیاهی را بیان می‌کند. در حالی که مؤلفه‌های اصلی سوم تا هشتم کمترین واریانس را در بر می‌گیرند؛ بنابراین مؤلفه‌های اول و دوم ۸۱/۵۷ درصد از واریانس توزیع پوشش گیاهی ایستگاه‌ها را بیان می‌کنند.



شکل (۳)، نمودار توزیع و پراکنش NDVI در منطقه موردمطالعه با استفاده از روش PCA

- **تأثیر شاخص PCA در متغیر اقلیمی دما و رطوبت نسبی**

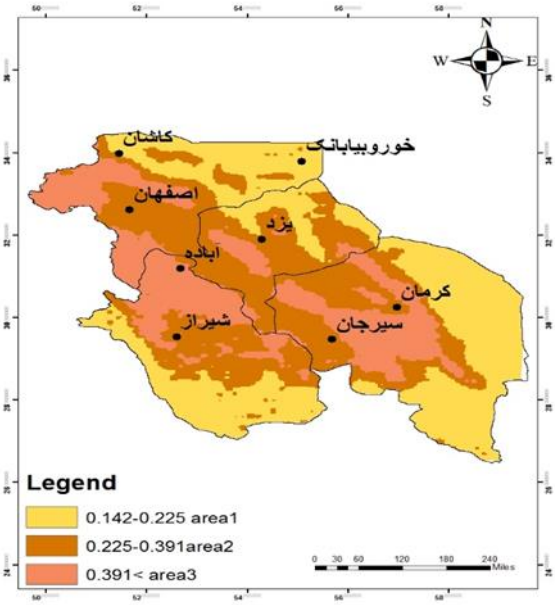
دلیل اصلی استفاده از روش‌های پهنه‌بندی عوامل اقلیمی، قرارگیری اغلب سطوح پوشش گیاهی طبیعی در دامنه‌های کوهستانی و دور از دسترس می‌باشد، به طوری که اغلب مناطق مرتعی دور از ایستگاه‌های هواشناسی می‌باشند و استفاده از روش‌های درون‌یابی ضروری می‌نماید. با توجه به بهینه بودن روش کریجینگ در ارزیابی همبستگی (PCA) حاصل از داده‌های اندازه‌گیری شده و پیش‌بینی شده (با استفاده از مدل روابط مکانی)، این روش در واسطه یابی عوامل اقلیمی میانگین رطوبت نسبی و میانگین دمای بکار برده شد (جدول ۴).

جدول ۴: رابطه مکانی برای تبیین متغیر اقلیمی بر اساس شاخص PCA

ردیف	متغیر اقلیمی	P-Value	مدل	ضریب تعیین (درصد)	ضریب همبستگی (درصد)
۱	دما (سانتی‌گراد)	۰/۹۰۸	۰/۰+۰۱۰۲/۰۰۰۱۱۱(H)	۱/۱۳	۴/۴۳
۲	رطوبت نسبی (درصد)	۰/۰۱۱	۰/۰-۲۹۱/۰۰۰۱۷۷(H)	۶/۱۰	۱۰/۰۱

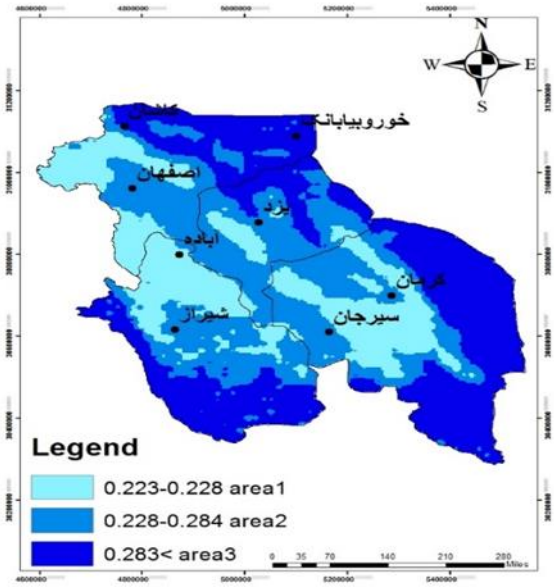
میانگین نمرات تحلیل مؤلفه‌های اصلی در هر ناحیه، اثرات و توزیع رطوبت نسبی و میانگین دما بر اساس شاخص PCA ایران مرکزی را نشان می‌دهد؛ بنابراین می‌توان بر اساس مقادیر بزرگ مثبت که نشان‌دهنده درجه اهمیت و غلبه عوامل در ناحیه است. بیشترین تأثیر عامل را در ناحیه مشخص نمود. با توجه به شکل (۴)،، بالاترین درصد پهنه همبستگی توزیع متغیر دما بر اساس شاخص PCA ، منطقه سوم با حدود ۱۵۱۶۱ مترمربع از مساحت ایران مرکزی و با بیشتر از ۰/۳۹۱ PCA در ناحیه شمال غرب (آباده) و قسمت‌های مرکزی (یزد) منطقه مورد مطالعه را در برمی‌گیرد. این در حالی است کمترین میزان (۰/۲۲۵-۰/۱۴۲) شاخص PCA با مساحت ۹۸۰۶ مترمربع اطراف منطقه مورد مطالعه در برگرفته است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.2.5.3]



شکل ۴: میزان همبستگی (PCA) در توزیع میانگین دما سالانه

شکل (۵) و جدول (۴)، توزیع رطوبت نسبی با استفاده شاخص PCA در قسمت‌های مختلف منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. بیشترین توزیع رطوبت نسبی در منطقه سوم نواحی اطراف جنوب شرقی و جنوب غربی با ۳۹ درصد مساحت پهنه‌ی منطقه مورد مطالعه گسترده شد. این در حالی منطقه دوم (توزیع رطوبت نسبی با تراکم متوسط) با میزان ۳۵ درصد از مساحت را در برگرفته است.



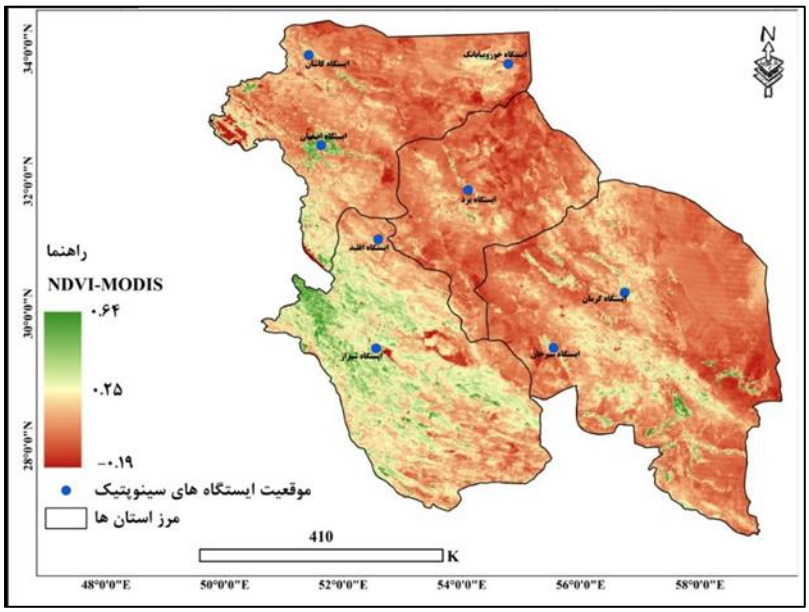
شکل ۵: میزان همبستگی (PCA) در توزیع میانگین رطوبت نسبی سالانه

- **شاخص NDVI**

شاخص پوشش گیاهی NDVI یکی از کاربردی‌ترین شاخص‌های پوشش گیاهی است که کارایی مفید آن در بسیاری مطالعات توسط محققان مختلف گزارش شده است. ارزش عددی این شاخص بین اعداد ۱+ و ۱- در نوسان است و ثابت شده که هرچه مقدار عددی این شاخص به سمت عدد ۱+ نزدیک شود. بر میزان و کیفیت پوشش گیاهی افزوده می‌شود،

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.2.5.3]

با توجه به داده‌های به دست آمده از آنالیز تصاویر ماهواره‌ای از وضعیت پوشش گیاهی در چند سال اخیر (شکل (۶))، مقدار شاخص NDVI در ایران مرکزی بین ۰/۲- الی ۰/۶۴+ متناوب است، بخش‌های شمال غرب استان فارس بیشترین تراکم پوشش گیاهی و بخش‌های مرکزی اصفهان و به ویژه یزد فاقد پوشش گیاهی است.



شکل ۶: شاخص پوشش گیاهی NDVI در منطقه موردمطالعه

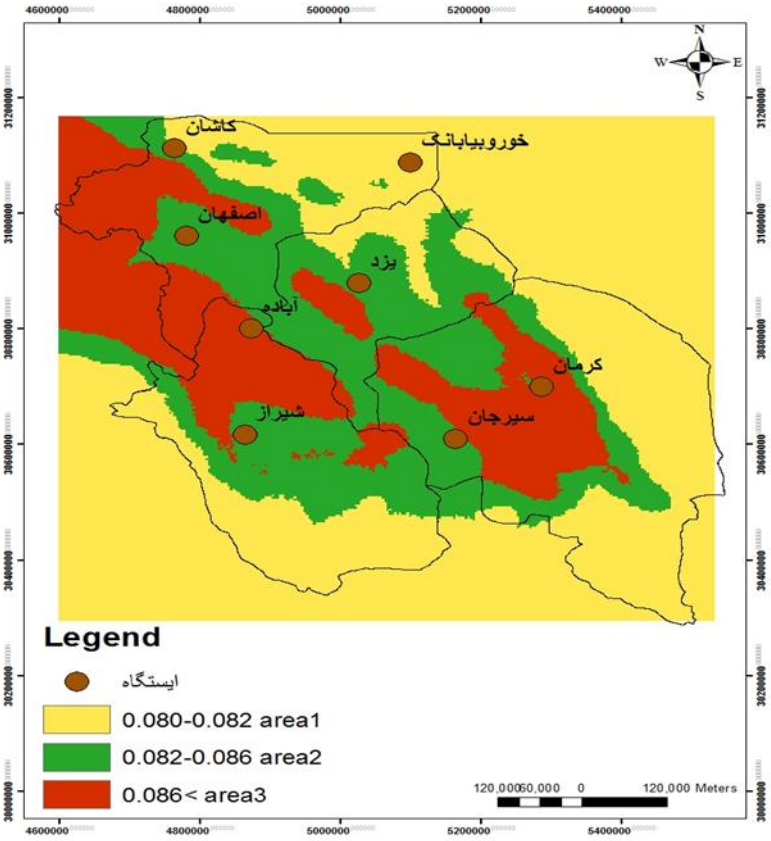
جدول (۵)، با استفاده از مدل رابطه مکانی نشان می‌دهد که توزیع پوشش گیاهی رابطه مستقیم با توزیع دما در سطح ایران مرکزی دارد. این در حالی است که توزیع و پراکنش رطوبت نسبی در سطح ایران مرکز با شاخص پوشش گیاهی رابطه معنی‌داری نداشته است جدول (۵).

جدول ۵: رابطه مکانی برای تبیین اثر دما بر شاخص پوشش گیاهی NDVI

ردیف	متغیر	P-Value	مدل	ضریب تعیین	ضریب همبستگی
۱	دما (سانتی‌گراد)	۰/۰۰	۰/۰۳۲+۰/۰۰۱۶۲*(T)	۲/۲۳	۰/۰۰

همان‌گونه که در شکل (۷) مشاهده می‌شود، ارتفاع ارتباط مستقیم و معنی‌داری با توزیع دما در گیاهان بخصوص در منطقه مورد مطالعه دارد. با این حال، تأثیر ارتفاع مرکزی ایران بر توزیع پوشش گیاهی نقش مهمی دارد. بالاترین درصد پهنه توزیع پوشش گیاهی تیپ منطقه اقلیمی اول.(توزیع تراکم نامنظم) با حدود ۳۹/۹۲ درصد و با میزان ۰/۰۸۳- ۰/۰۸۰ در بخش‌های جنوبی‌تر و شرقی منطقه مورد مطالعه قرار دارد. این در حالی است که کمترین پهنه توزیع تراکم یکنواخت پوشش گیاهی (۲۴/۲۳) با بیشترین میزان NDVI ۰/۰۸۸ در نیمه قسمت‌های مرکزی (آباده) و شمال غرب منطقه مورد مطالعه قرار دارد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.2.5.3]

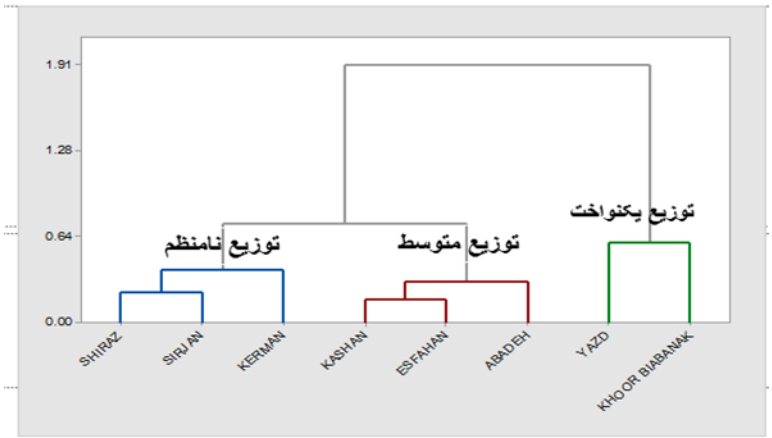


شکل ۷: نقشه توزیع تأثیر دما بر NDVI بر اساس رابطه مکانی

- **توزیع شاخص پوشش گیاهی NDVI در ایران مرکزی با استفاده از تحلیل خوشه‌ای**

پس از تعیین مؤلفه‌های اصلی، با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای ادغام بر اساس روش وارد و معیار فاصله اقلیدسی، گروه‌بندی ایستگاه‌ها با نرم‌افزار Minitab و XLSTAT انجام شد و ایستگاه‌های که از نظر ویژگی عامل-ها مشابه هم بوده‌اند، در یک گروه قرار گرفتند. ایستگاه‌های موردنظر در سه منطقه از لحاظ توزیع و پراکنش پوشش گیاهی متمایز قرار می‌گیرند که هر گروه ویژگی آب و هوایی در توزیع پوشش گیاهی مشابه هم هستند. بر این اساس سه ناحیه آب و هوایی در منطقه مورد مطالعه قابل شناسایی است. با توجه به شکل ۸ خوشه اول (پوشش گیاهی با توزیع نامنظم): میزان این گروه کمتر از ۰/۵ است که شامل ایستگاه‌های شیراز و سیرجان است. شاخص پوشش گیاهی NDVI در این ایستگاه‌ها زیر یک درصدی دارای روند افزایش می‌باشد. خوشه دوم (پوشش گیاهی دارای توزیع متوسط): بعد از خوشه اول، خوشه دوم از مهم‌ترین خوشه ها، در توصیف وضعیت پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه است به دلیل بیشتر واریانس را توصیف کرده و نزدیک به خط محور می‌باشد شامل ایستگاه‌های کاشان، اصفهان است. خوشه سوم (پوشش گیاهی با توزیع یکنواخت): میزان این گروه بیشتر از ۰/۶۴ و همچنین کمترین واریانس دارا می‌باشد. شامل ایستگاه‌های یزد و خور و بیابانک است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.2.5.3]



شکل ۸: درختواره توزیع و پراکنش شاخص پوشش گیاهی NDVI

نتیجه‌گیری

هدف از این مطالعه بررسی تاثیر پارامترهای اقلیمی (میانگین دما و رطوبت نسبی) بر توزیع پوشش گیاهی در ایران مرکزی با استفاده از مقایسه مدل‌های آماری می باشد؛ که امروزه به دلیل تغییر اقلیم و گرمایش جهانی و همچنین مزیت اقتصادی نشات گرفته از این دو کارکرد اکولوژیکی، بسیار مورد توجه قرار توجه گرفته‌اند؛ بنابراین در این پژوهش نقش تغییرات دمای میانگین و رطوبت نسبی بر شاخص پوشش گیاهی تفاضلی نرمال شده در ایران مرکزی با استفاده از مقایسه مدل‌های آماری تحلیل مؤلفه‌های اصلی و خوشه‌بندی روش وارد مورد بررسی قرار گرفت. با بررسی توزیع و تراکم پوشش گیاهی هشت عامل شناسایی شد. در بین عوامل، عامل اول و دوم با دارا بودن ۸۱/۵۷ درصد واریانس کل وضعیت پوشش گیاهی، مهم‌ترین نقش را در تعیین تنوع اقلیمی ایران مرکزی داشته است. در کل این هشت عامل حدود ۱۰۰ درصد وضعیت رفتار پوشش گیاهی در منطقه مورد توجیه نموده‌اند؛ و در ادامه با تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی حاصل از رابطه رگرسیونی بین متغیرهای موردنظر و لایه ارتفاعی، داده‌های یاخته‌ای که با توان تفکیک ۱۵*۱۵ کیلومتر انتخاب شده است و درنهایت اقدام به خوشه‌بندی و تفکیک جداگانه از توزیع و پراکنش پوشش گیاهی پرداخته شد. نتایج این تحقیق نشان داد: در این منطقه پوشش گیاهی بسیار پایدار نیست. توزیع رطوبت نسبی در ایستگاه آباده با کاهش ۳ درصد کاهش می‌یابد. تغییرات رطوبت در ایستگاه‌های خور و بیابانک، یزد و سیرجان روند صعودی ضعیف دارند. درعین حال رطوبت نسبی در ایستگاه اصفهان حدود ۲٪ است. ایستگاه‌های شیراز و کرمان کاهش پوشش گیاهی در طول دوره مورد مطالعه را نشان می‌دهد. توزیع رطوبت نسبی در این مناطق نسبت به سایر مناطق پایدارتر بود. ایستگاه‌های یزد و خور و بیابانک اجزای اصلی بودند و تنوع آن‌ها نقش مهمی در ایجاد تغییرات آب و هوایی بر روی گیاهان داشت. در ایستگاه شیراز در مقایسه با ایستگاه‌های دیگر، عوامل آب و هوایی بیشترین تأثیر را داشتند. همچنین با توجه به آنالیز تصاویر ماهواره‌ای سنجنده مودیس از وضعیت پوشش گیاهی در ۵ سال اخیر ایران مرکزی مقدار شاخص NDVI در ایران مرکزی بین ۰/۲- الی ۰/۶۴+ متغیر است، بخش‌های شمال غرب استان فارس بیشترین تراکم پوشش گیاهی و بخشه‌ای مرکزی اصفهان و به ویژه یزد فاقد پوشش گیاهی است. بر اساس نتایج، ارتفاع ارتباط مستقیم و معنی‌داری با توزیع دما در گیاهان بخصوص در منطقه مورد مطالعه دارد. با این حال، ارتفاع مناطق مرکزی ایران بر توزیع پوشش گیاهی تأثیرگذار بوده است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.2.5.3]

منابع

امیری، ف؛ یگانه، ح، ۱۳۹۱، ارزیابی شاخص‌های گیاهی برای تهیه نقشه درصد پوشش گیاهی در اراضی نیمه خشک بخش مرکزی ایران حوزه آبخیز قره آقاج، *فصلنامه مرتع و آبخیزداری* **۶۵ (۲)**، ۱۹۱-۱۷۵

آذر پیوند، ح. ۱۳۸۹. بوم‌شناسی مرتع. *انتشارات دانشگاه تهران*

سبحانی، ب؛ روشنعلی، م؛ ۱۳۹۲، تأثیر عناصر اقلیمی بر سنجش تناسب اراضی کشت کلزا در استان مازندران. *مجموعه مقالات دومین کنفرانس بین المللی مدل‌سازی گیاه، آب و خاک و هوا کرمان*

فرج زاده، م؛ فتح نیا، ا؛ علیجانی؛ ب، ضیاییان، پ، ۱۳۹۰. ارزیابی اثر عوامل اقلیمی بر پوشش گیاهی منطقه زاگرس با استفاده از اطلاعات رقومی ماهواره. *تحقیقات مرتع و بیابان ایران* بهار **۱۸(۱)**: ۱۰۷-۱۲۳

قایمی، م. ۱۳۸۰. تأثیر خشکی بر وضعیت، گرایش و تنوع پوشش گیاهی در مراتع گردن قوشچی استان آذربایجان غربی آذربایجان غربی، *مجموعه مقالات دومین همایش ملی مرتع و مرتع داری در ایران*

کاشکی، عبدالرضا؛ سیدمحمد، حسینی؛ فرحناز، خرم آبادی. (۱۳۹۸). واکاوی زمانی-مکانی درجه روز سرمایشی در شمال شرق ایران. *نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی*، **۶۷**: ۲۸۶-۲۶۳

لطفی، م. ۱۳۷۵. آت اکولوژی گونه Eurotia ceratoides در منطقه چارباغ گرگان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه گرگان

محمد خورشید دوست، ع؛ بیورانی، ح؛ (۱۳۹۰)، *آمار کاربردی برای پژوهشگران محیط زیست و زیست شناسی*، *انتشارات دانشگاه تبریز*، ۱۷۷

مختاری،ا. ۱۳۷۰، بررسی امکان مدل MPSIAC برای برآورد رسوب در حوزه‌های فاقد آمار با استفاده از سنجش از دور و سیستم-های اطلاعات جغرافیایی، مطالعه مورد حوزه آبخیز سه اصفهان، پایان کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران

مساح بوانی، ع، ۱۳۸۵، آشنایی با مفاهیم تغییر اقلیم نشریه جنگل و مرتع، شماره **۹۳ و ۹۴**، ۲۲-۳۱

واحدی، شهرام؛ مقدم، محمد؛ (۱۳۹۴)، *تحلیل داده‌های تک متغیره و چند متغیره و تفسیر آن‌ها با* SPSS، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول، ص ۱۳۳

Allison, E.W. (۱۹۸۹).Monitoring drought affected vegetation with AVHRR Digest International Geoscience and Remote Sensing Symposium, ٤:١٩٦٥-١٩٦٧

Amina١,B., Khaled, M. Djamel, A. (٢٠١٩),Thermal Disturbances and their Impact on Vegetation Productivity in Natural Reserve of Beni Salah (North East of Algeria) from ١٩٨٦ to ٢٠١٥, Journal of Environmental Biosciences ,٢٠١٩, **٨,** ١:٨١-٩١

Arizona", *Geo Journal*. Springer Netherlands, Volume ٢٢,١٢٠-١٣١ component analysis (GPCA), In IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Volume I, pp. ٦٢١–٦٢٨.

Gan, T., (١٩٩٨), Hydro climatic trend and possible climatic warming in the Canadian prairies, Water Resource Research, **٣٤ (١١)**: ٣٠٠٩-٣٠١٥.

Hirsch; Robert M, James R; Slack, (١٩٨٤), A nonparametric trend test for seasonal data with serial dependence. Water Resources Research, ٧٢٧-٧٣٢.

Kassa, A.(١٩٩٠). Drought risk monitoring for Sudan using NDVI, ١٩٨٢-١٩٩٣. A Dissertation submitted to the University College London

Kogan, F.N.(١٩٩٣).United States droughts of late ١٩٨٠'s as seen by NOAA polar orbiting satellites. International Geoscience and Remote Sensing Symposium, ١:١٩٧-١٩٩

Lamchin ,M., Kyun Lee, W., Jeon, S., Wangyel Wang, S., Lim, C., Song, C., Sung, M., (٢٠١٩),Corrigendum to "Mann-Kendall Monotonic Trend Test and Correlation Analysis using Spatio-temporal Dataset: the case of Asia using vegetation greenness and climate factors., J. of MethodsX ٦ (٢٠١٩) ١٣٧٩–١٣٨٣

Mbatha , N and Xulu, S., (٢٠١٨)., Time Series Analysis of MODIS-Derived NDVI for the HluhluweiMfolozi Park, South Africa: Impact of Recent Intense Drought., peer-reviewed journal, pp١-٢١

Nasanbat, E., Sharav ,S., Sanjaa,T., Lkhamjav, O., Magsar, E., Tuvdendorj B., (٢٠١٨) , FREQUENCY ANALYSIS OF MODIS NDVI TIME SERIES FOR DETERMINING HOTSPOT OF LAND DEGRADATION IN MONGOLIA, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences., XLII-٣, :PP١٢٩٩-١٣٠٤

Zandi١,R., Entezari٢, A., Khosravian ,M.,(٢٠١٨), The Evaluation of Spatial Variations of Vegetation and Surface Temperature by Using Remote Sensing (Case Study: Fars Province,((٢٠١٧-١٩٦٧)), Journal of Hydrosciences and Environment **٢(٤)**: PP ١٠-١٨

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

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.2.5.3]