دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی فضای جغرافیایی

سال بیست‌ودوم، شماره‌ی ۸۰
زمستان ۱۴۰۱، صفحات ۸۵-۶۷

DOI:10.52547/GeoSpa.22.4.67

حمزه رحیمی[۱]
*سید هدایت الله نوری زمان‌آبادی[۲]
سید ابوالفضل مسعودیان[۳]

پایش روند تغییرات شاخص پوشش گیاهی (NDVI) در شهرستان نجف‌آباد بین سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۷ با استفاده از تصاویر سری زمانی و آزمون من–کندال

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۵/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۰۸

چکیده

پوشش گیاهی نقش اساسی در ثبات اکوسیستم‌های منطقه‌ای و جهانی دارد. تغییر در جذب کربن خالص زمینی در واقع تحت تأثیر متغیر بهره‌وری از پوشش گیاهی است. تغییر در پوشش گیاهی نتیجه ترکیب شرایط محیطی و فعالیت‌های انسانی است. هدف این پژوهش پایش روند تغییرات شاخص پوشش گیاهی در شهرستان نجف‌آباد با استفاده از تصاویر سری زمانی و من-کندال است. در این پژوهش از داده‌های ۱۶ روزه نمایه تفاضل بهنجار شده پوشش گیاهی (NDVI) مودیس آکوا در فاصله زمانی ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۷ با تفکیک مکانی ۵۰۰ متر استفاده شده است. از آزمون من-کندال برای بررسی روند نمایه یادشده در شهرستان نجف‌آباد استفاده شد. نتایج پژوهش نشان داد که در دوره اول (۹۱-۸۱) روند میزان پوشش گیاهی آهنگی ملایم و افزایشی را داراست. اوج میزان افزایش در پوشش گیاهی. ۸٤ تا ۸٦ است. از سال ۹۱ تا ۹٤ روند کاهشی افزایشی به شکل یکسان خودنمایی می‌کند تا این‌که از سال ۹٤ تا ۹۷ شاهد روند شدید کاهشی و یک‌باره در میزان پوشش گیاهی این منطقه می‌باشیم، تغییرات یک‌باره کاربری اراضی و نوسانات اقلیمی و خشکسالی را می‌توان یکی از دلایل اصلی روند کاهشی در میزان پوشش گیاهی شهرستان نجف‌آباد در نظر گرفت. بیش‌ترین روند کاهش پوشش گیاهی در مناطق جنوب و جنوب‌شرقی به‌عنوان

۱- دکتری گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان، ایران.
*۲- گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان، ایران. (نویسنده مسئول). E-mail: h.nouri@geo.ui.ac.ir
۳- گروه جغرافیا و اقلیم‌شناسی، دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان، ایران.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

مناطق شهری رخ داده است، این روند می‌تواند نشان دهنده رشد بالای شهری و تغییر کاربری اراضی از پوشش گیاهی به ساخت‌وساز در این شهرستان باشد. همچنین کشت آبی در شهرستان در طول دوره مطالعه با کاهش شدید مواجه شده است، این مسئله منجر به تغییر کاربری اراضی از کشت آبی به کاربری‌های دیگر شده است.

کلید واژه‌ها: تغییرات محیطی، پوشش گیاهی، شاخص NDVI، شهرستان نجف‌آباد.

مقدمه

شرایط محیطی در طول تاریخ زندگی بشر روی کره زمین در حال تغییر است. بعضی از این تغییرات از نظر نتایجی که روی زیست‌بوم‌ها و اکوسیستم‌ها دارد، فاجعه‌بار هستند. تغییرات محیطی اولیه بیش‌تر تحت تأثیر عوامل طبیعی رخ داده است. در مقابل "بحران‌های زیست‌محیطی مدرن" اساسا منشأ انسانی دارد و ناشی از تغییرات زیست‌محیطی که با رشد سریع صنعتی شدن و سایر جنبه‌های روزافزون جمعیت و اقتصاد بشر همراه است. این تغییرات عواقب وخیمی برای پایداری اقتصاد بشر و همچنین چشم‌انداز ماندگاری طولانی‌مدت اکوسیستم‌های طبیعی و بخش اعظم تنوع زیستی جهان دارد. تغییرات محیطی و فعالیت‌های انسانی تأثیر مستقیم روی پوشش سطح زمین دارند (Luo et al., 2018; Pan et al., 2018). کاهش بارندگی و افزایش درجه حرارت از جمله تغییرات محیطی هستند که باعث تغییرات قابل ملاحظه‌ای در منابع آب‌وخاک و تعادل محیط‌زیست شده‌اند. از سوی دیگر فعالیت‌های انسانی از قبیل برهم زدن چرخه‌ی طبیعی آب، تهی کردن منابع آب زیرزمینی، گسترش شهرها، تغییر بی-رویه کاربری زمین، نابودی جنگل‌ها، گسترش بیابان‌ها، برهم خوردن تعادل اکولوژیکی اکوسیستم‌ها، تغییر پوشش-گیاهی و امروز گرمایش زمین را به دنبال داشته است. تغییر در پوشش‌گیاهی نتیجه ترکیب شرایط محیطی و فعالیت‌های انسانی است (Song et al., 2018; Xiong et al., 2019). پوشش‌گیاهی یک نقش کلیدی در ثبات اکوسیستم‌های منطقه‌ای و جهانی دارد. تغییر در جذب کربن خالص زمینی در واقع تحت تأثیر متغیر بهره‌وری از پوشش گیاهی است (Ciais et al, 2005; Peylin et al, 2005; Schwalm et al., 2010) و آب‌وهوای زمین توسط پوشش گیاهی از طریق تبخیر و تعرق و آلبدوی سطحی و زبری تنظیم می‌شود (Jackson et al., 2008; Anderson et al., 2011; Carvalho and Szlafstein, 2019; Casagrande et al., 2018). علاوه بر این پوشش‌گیاهی یک عامل مهم در حفاظت از خاک و بهبود محیط‌زیست است. (Hupy, 2004; Zheou et al., 2006). نمایه تفاضل بهنجار شده پوشش‌گیاهی (NDVI) از نظر عملکردی با پوشش گیاهی در ارتباط است (Baret and Guyot, 1991)، این شاخص می‌تواند پارامترهای پوشش‌گیاهی از جمله جذب تابش فتوسنتزی فعال، تراکم کلروفیل، سطح برگ و میزان تبخیر را منعکس کند (Defries et al., 1995) و نسبت به تغییرات رشد پوشش‌گیاهی بسیار حساس است و همچنین به عنوان یک شاخص موثر برای بررسی واکنش پوشش‌گیاهی به تغییرات محیطی است. بنابراین، (NDVI) به طور گسترده‌ای برای تجزیه‌وتحلیل پوشش‌گیاهی (Yang and Piao, 2006)، سلامت گیاهی(De Keersmaecker et al, 2015)، تولید گیاه (Zhang et al., 2014) و فنولوژی (Jenkins et al., 2002; Piao et al., 2006; Yu et al., 2010;

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

Cong et al., 2013) استفاده می‌شود. تصاویر سری زمانی سنجنده مودیس، سری زمانی جهانی کامل VI ٦ ماهواره‌های ترا و اکوا[4] با دارا بودن اطلاعات طیفی ارزشمند، قدرت تفکیک مکانی متفاوت (۲۵۰ متری، ۱ کیلومتری و ۰/۰۵ درجه) و قدرت تفکیک زمانی (١٦ روزه و ماهانه) برای پاسخگویی به نیازهای جوامع پژوهشی و کاربردی در دسترس هستند. شاخص ماهواره‌ای NDVI، می‌تواند تغییرات سطح پوشش‌گیاهی را به دلیل همبستگی قوی بین پوشش‌گیاهی و شاخص مذکور اندازه‌گیری کند (Dhorde and Patel, 2016., Leivas et al, 2014; Quiring and Ganesh, 2010; Zhang et al., 2017). شاخص NDVI که از نسبت ترکیب باندهای مادون قرمز و قرمز اندازه‌گیری می‌شود، به‌عنوان شاخصی کارا در شناسایی ظرفیت فتوسنتز و بررسی تغییرات محیط‌زیستی و بوم‌شناسی استفاده می‌شود. از دیدگاه Lnadfredi et al (2015) شاخص NDVI برای شناسایی تنش پوشش گیاهی نیز قابل اعتماد است، زیرا در نتیجه تخریب پوشش گیاهی در سرزمین، ویژگی‌های پوشش گیاهی، مانند سلامت، تراکم و نظیر آن تغییر عمده می‌یابد. سری زمانی تصاویر ماهواره‌ای مناسب‌ترین داده‌ها را برای تحلیل روند تغییرات پدیده‌های طبیعی و انسانی (مثل خشکسالی) فراهم می‌کند (Aghakouchak et al., 2015; Alizadeh and Nikoo, 2018; Asner; Alencar, 2010; Jiao et al., 2019). روش‌های تحلیل سری زمانی شامل تحلیل روند، تحلیل تغییرات فصلی، دوره‌ای و نامنظم است. تحلیل روند عبارت است از تغییرات دراز مدت در میانگین سری زمانی یا سیر طبیعی سری زمانی در درازمدت که در این صورت افت‌وخیزهای سری زمانی را نادیده گرفته، به نمای کلی آن توجه می‌کند. تعیین روند (افزایش، کاهش و بدون تغییر) تخریب پوشش گیاهی می‌تواند یکی از راهکارهای کمک به مدیریت پایش پوشش گیاهی باشد. روش‌های متفاوتی برای تعیین روند وجود دارند که به دو دسته روش پارامتری و غیر پارامتری تقسیم می‌شوند. همان‌طور که اشاره شد، می‌توان روند تغییرات طیف پیکسل‌های پوشش گیاهی را برای شناسایی مناطق مستعد به تغییرات سریع، به کمک سنجش از دور تعیین کرد.

Ronald Eastman et al (2009) روش پارامتری برای تحلیل روندهای فصلی در سری‌های زمانی معرفی کردند. آنان فرآیند روند فصلی (STA) بر اساس تحلیل هم‌آهنگ هر سال در سری‌ها را برای استخراج هارمونی‌های سالانه و نیمه‌سالانه تحلیل کردند. Fensholt and Proud (2012) صحت مشاهدات زمینی بر اساس روندهای بلندمدت پوشش گیاهی تصاویر NDVI محصولات سنجنده مودیس را با استفاده از تحلیل روند رگرسیون خطی ارزیابی کردند. Echert et al., (2015) از تصاویر سری زمانی مودیس شاخص NDVI برای تعیین روند پوشش گیاهی بازیابی یا تخریب آن در مغولستان استفاده کردند. Wessels et al (2012) از آنجا که تغییرات پوشش گیاهی طی زمان پویا و توزیع آن تصادفی است، از این‌رو، استفاده از روش‌های پارامتری برای مشخص کردن روند دقیق نخواهد بود. همچنین آزمون من-کندال[5] یک روش مشترک برای آزمون روند یکنواختی و آنالیز روند فصلی محاسبه شده در دوره سالانه یا فصلی است (Eastman et al., 2009; Jong et al., 2012; Mishra and Chaudhuri, 2015; Wagner et al., 2013) و یکی از روش‌های غیر پارامتری بوده و نیاز به فرض نرمال بودن داده‌ها ندارد در این

4- Terra and Aqua
5- Man-Kendall

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

پژوهش استفاده شده است. آزمون من-کندال قدرت و جهت رابطه بین متغیرها را تعیین می‌کند. De Beurs and Henebry (2005) آزمون من-کندال را برای جمع‌آوری داده‌های NDVI مفقود سری زمانی ماهواره AVHRR در کشور قزاقستان با موفقیت به‌کار بردند. Tian et al., (2013) در مطالعه‌ای نقشه روندهای NDVI سری زمانی ۱۲ ساله پوشش گیاهی داده‌های NDVI مفقود سری زمانی تصاویر لندست را با استفاده از تحلیل‌های روند من-کندال تصاویر محصولات NDVI مودیس تهیه و صحت آن را ارزیابی کردند. آنان معناداری روند سری‌های زمانی NDVI را با آزمون من-کندال (SMK) فصلی آزمایش کردند. Cui et al., (2012) آزمون غیرپارامتری من-کندال را برای تحلیل تغییرات پوشش گیاهی در مناطق مختلف رویشی- اقلیمی مغولستان طی سال‌های ۱۹۸۲ تا ۲۰۰۶ با استفاده از تصاویر سری زمانی NOAA- AVHRR NDVI به کار بردند. نتایج مطالعه آنان نشان داد که نواحی اقلیمی با پوشش گیاهی متفاوت، روند تغییر پوشش گیاهی متفاوتی نشان می‌دهد. همچنین تحت تأثیر تغییرات اقلیمی، حساسیت پوشش گیاهی قابل توجه بوده و برخی از گیاهان در مناطق مختلف توانایی‌های سازگاری دارند. Wang et al., (2017) برای پایش روندهای بیابانی ائولین در چین از تصاویر سری زمانی MODIS-NDVI طی سال‌های 2003-2013 پرداختند. آنان روش آزمون‌های آماری برآورد کننده شیب سن و من-کندال برای تحلیل روندهای مکانی استفاده کردند. نتایج مطالعه آنان نشان داد که اقدامات کنترل بیابان‌زایی و شرایط اقلیمی نقش کلیدی در روند بیابان‌زدایی دارد؛ تغییر کاربری اراضی و فشار مردم به توسعه بیابان‌زایی انجامیده است.(Xingwu et al., (2018 در بررسی تنوع فضایی و زمانی پوشش گیاهی در واکنش به شرایط اقلیمی در حوضه رودخانه قرمز در چین از داده‌های MOD13Q1 NDVI با وضوح مکانی ۲۵۰ متر و دوره زمانی ۱۶ روزه از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱٤ از روش رگرسیون خطی یک متغیره، تجزیه‌وتحلیل همبستگی جزئی برای شناسایی تغییرات مکانی و پایداری پوشش گیاهی استفاده کرده‌اند و رابطه بین پوشش گیاهی و عوامل اقلیمی در فصل مرطوب که NDVI در فصل مرطوب روند فزاینده‌ای را نشان می‌دهند. نقش بارش در همبستگی بین NDVI و عوامل اقلیمی بالاتر از دما بود. Branco et al., (2019) برای بررسی روند تغییرات پوشش گیاهی و خشکسالی در جنگل‌های استوایی از سری زمانی داده‌های سنجنده مودیس و آزمون روند من-کندال استفاده کرده‌اند که نتایج نشان داد VCI پتانسیل تجزیه‌وتحلیل وقوع خشکسالی را در مناطق با تراکم پوشش گیاهی مختلف نشان می‌دهد و به‌عنوان ابزاری قدرتمند برای تدوین هشدار جامع و اولیه همراه با تغییرات در پوشش مکانی پوشش گیاهی و شدت تغییر است و همچنین تجزیه‌وتحلیل داده‌های تصاویر مودیس با EVI، NDVI ونشان داد که داده‌ها مناسب برای بررسی روند خشکسالی و پوشش گیاهی هستند. Zhang et al (2020) میزان نرخ رشد پوشش گیاهی بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱٦ با استفاده از داده‌های مودیس و رگرسیون خطی نشان دادند که اگر چه میزان پوشش گاهی منطقه از زمان اجرای سیاست‌های زیست‌محیطی به‌طور پیوسته بهبود یافته است اما پیشرفت بیش‌تر در محدوده مورد مطالعه در آینده امکان‌پذیر است. و همچنین نشان داد که شاخص NDVI و همبستگی مکانی و زمانی از مزیت خاصی برای تحلیل روند تخریب پوشش گیاهی برخوردار است. Mirahasani et al (2019) در مطالعه به بررسی تغییرات پوشش گیاهی در حوضه

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

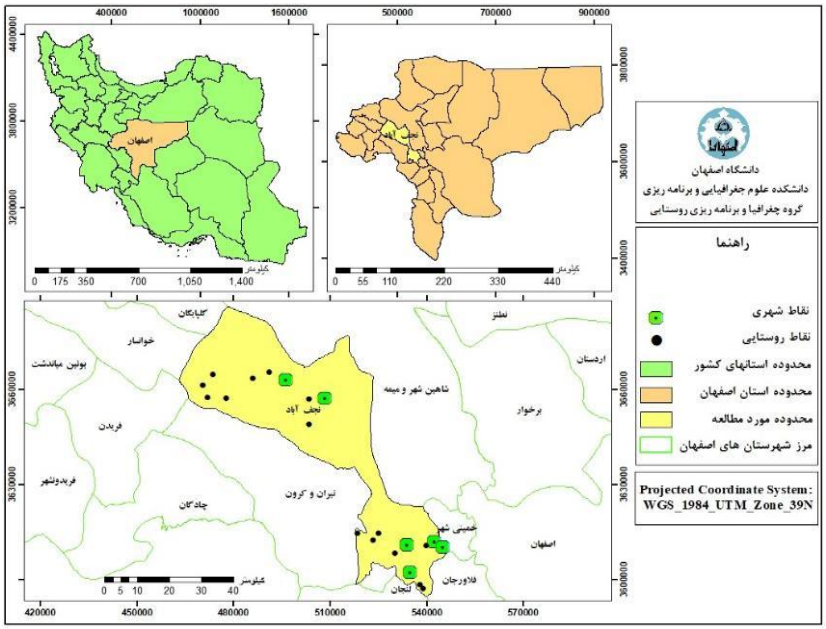
گاوخونی پرداختند. از تصاویر سری زمانی ماهانه شاخص NDVI برای پایش منطقه‌ای پوشش گیاهی به کار رفت و روند تغییرات آن‌ها را با استفاده از آزمون من-کندال تعیین گردد. Nikpour et al (2018) به روند تغییرات پوشش گیاهی در ایلام پرداختند که برای روند تغییرات پوشش گیاهی از روش رگرسیون خطی و تغییرات مکانی آن‌ها از NDVI استفاده شده است. Kermani et al (2017) در بررسی تغییرات پوشش گیاهی در مناطق خشک و نیمه‌خشک از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ از روش ناپارامتری روند میانه (تیل-سن) و معنی من-کندال استفاده کرده‌اند که نتایج نشان داد که شاخص PVI1 بهترین شاخص پوشش گیاهی در منطقه مطالعاتی است و تحلیل روند نشان داد که تمرکز مناطق با روند کاهشی با تخریب یافته، بیش‌تر در شمال‌شرقی، شرق و جنوب‌شرقی همچنین غرب و جنوب غربی منطقه است. منطقه مورد مطالعه در حوضه آبخیز زاینده‌رود یکی از حوضه‌ها با نقش‌های حیاتی در کشور است که در سال‌های اخیر با خشکسالی مواجه شده است. وجود پوشش گیاهی ضعیف در سطح شهرستان نجف‌آباد از جهت بارندگی کم و در برخی از مناطق به علت محدودیت خاک است. مطالعات Jafari and Hasheminasab (2017) نشان می‌دهد که زمین‌های لخت و تغییرات کاربری افزایش داشته و زمین‌های کشاورزی به‌طور چشمگیری کاهش یافته است. به عقیده آنان، علت اصلی کاهش زمین‌های کشاورزی عمدتا خشک شدن رودخانه زاینده‌رود به دلیل ساخت سد و کاهش آب‌های زیرزمینی و تخصیص آب عمدتا برای بخش‌های صنعتی است. هدف این تحقیق بررسی روند تغییرات میانگین سالانه پوشش گیاهی با استفاده از داده‌های ۱۶روزه شاخص NDVI سنجنده مودیس و تعیین روند تغییرات پوشش گیاهی با استفاده از آزمون روند من- کندال بین سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۹ در شهرستان نجف‌آباد است.

منطقه مورد مطالعه

شهرستان نجف‌آباد با مساحت ۲۳۸۳ کیلومتر مربع ۲/۲ درصد کل مساحت استان اصفهان را به خود اختصاص داده است. جمعیت شهرستان بر اساس آمار سال ۱۳۹۵، برابر با ۳۱۹۲۰۵ نفر و جزء پرجمعیت‌ترین شهرستان‌های استان اصفهان بوده است. در شهرستان نجف‌آباد نزدیک به ۹۲ درصد از جمعیت شهرستان در شهرها و بقیه در روستاها سکونت دارند. شکل (۱) نشان می‌دهد شهرستان نجف‌آباد از لحاظ تقسیمات اداری و سیاسی، دارای دو بخش (مرکزی و مهردشت) شش نقطه شهری (نجف‌آباد، جوزدان، گلدشت، کهریزسنگ، دهق و علویجه) و پنج دهستان (جوزدان، صادقیه، صفائیه، اشن و حسین‌آباد) است (Statistical Center Iran, 2016). ارتفاع متوسط شهرستان نجف‌آباد از سطح دریا ۱۶۸۰ متر است و از نظر آب و هوایی، اقلیمی نیمه‌بیابانی دارد. رودخانه زاینده‌رود در نزدیکی نجف‌آباد از جنوب شهرستان وارد شده و از بخش شمال‌شرقی خارج می‌شود. این رودخانه آب آبیاری، شرب و صنایع مهم کشور را تأمین می‌کند. متوسط درجه حرارت شهرستان نجف‌آباد ۱۸/۳ درجه سانتی‌گراد (درجه سلسیوس) می‌باشد. در این شهرستان میانگین دمای هوا در سردترین ماه‌های سال در ماه ژانویه (۲/۳-) درجه سانتی‌گراد و در گرم‌ترین ماه‌های سال در ماه جولای (۲۱/۲) درجه سانتی‌گراد است. میانگین بارش ۱۴۳ میلی‌متر در

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

سال است. پوشش گیاهی منطقه غالبا شامل باغات، اراضی کشاورزی آبی و دیم، جنگل‌های دست کاشت، مراتع، سنگلاخ با پوشش گیاهی تنک و پهنه رسی با پوشش گیاهی تنک است.



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی شهرستان نجف‌آباد

Figure 1: The geographical location of Najafabad county

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع کاربردی بوده و روش تحقیق آن تحلیلی مبتنی بر تلفیق آنالیز سری‌های زمانی و آزمون مک-کندال و مشاهدات میدانی است. در این مطالعه از ترکیبات ۱۶ روز MODIS NDVI با قدرت تفکیک ۵۰۰ متری استفاده شده است که به‌طور عمده جهت تشخیص تغییرات پوشش گیاهی و پوشش سطح زمین از آن‌ها استفاده می‌شود. از تصاویر ماهواره آکوا سنجنده مودیس بین سال‌های (۱۳۸۱ تا ۱۳۹۷) حدودا ۷۶۵ تصویر به دست آمد و برای تهیه نیمرخ‌های زمانی ۱۷ ساله NDVI مورد استفاده قرار گرفت. و با سیستم تصویر UTM مورد پردازش قرار گرفت. این مطالعه بر اساس تجزیه‌وتحلیل داده‌های مودیس صورت گرفته است، که توسط سنجنده ماهواره آکوا ناسا تولید می‌شوند. این ماهواره در یک مدار خورشید آهنگ، در مدار نزدیک قطب شمال در ارتفاع ۷۰۵ کیلومتری است که هر روز در ساعت ۱۰:۳۰ به وقت محلی از استوا عبور می‌کنند. داده‌های مورد نظر برای دوره آماری سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۹ برای شهرستان نجف‌آباد از سایت (http://reverb.echo.nasa.gov/reverb/datasets) دانلود و مورد استفاده قرار گرفت. داده‌های این ماهواره به شکل کاشی‌های جداگانه است که در ابعاد ۱۲۰۰× ۱۲۰۰ کیلومتری در دسترس هستند. نمایه تفاضل بهنجار شده پوشش گیاهی (NDVI)، رایج‌ترین نمایه پوشش گیاهی است که به شکل معادله (۱) تعریف می‌شود:

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

معادله (۱) $NDVI= (NIR-RED) / (NIR+RED)$

NIR و RED به‌ترتیب نماینده بازتاب اندازه‌گیری شده در باند فروسرخ نزدیک و باند سرخ هستند. مقدار این نمایه بین منفی ۱ و مثبت ۱ است. بررسی منابع نشان می‌دهد که روش‌های ناپارامتری در آزمون روند از کاربرد چشمگیرتری نسبت به روش‌های پارامتری برخوردارند. دلیل این امر را می‌توان نرمال نبودن توزیع نمودار در بازه زمانی طولانی‌مدت دانست که این امر بستگی به نوع داده به کار گرفته شده دارد (Latifovic and Pouliot, 2014). به همین دلیل برای بررسی تغییرات روند در تمامی شاخص‌های پوشش گیاهی از روش ناپارامتری من-کندال برای معنی‌داری این تغییرات استفاده شد. این روش یک آزمون آماری ناپارامتری است و مزیت آن این است که نمونه‌ها به توزیع خاصی نیاز ندارند (Man, 1945; Kendall, 197). معادله این روش در زیر ارائه شده است:

معادله (۱)

$$z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{Var(s)}} & s > 0 \\ 0, \quad S = 0 \\ \frac{S-1}{\sqrt{Var(s)}} & s < 0 \end{cases}$$

$$S = \sum_{j=1}^{n-1} \sum_{i=j+1}^{n} \text{sgn}(VI\,j - VI\,i), \text{VAR(s)} = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18}$$

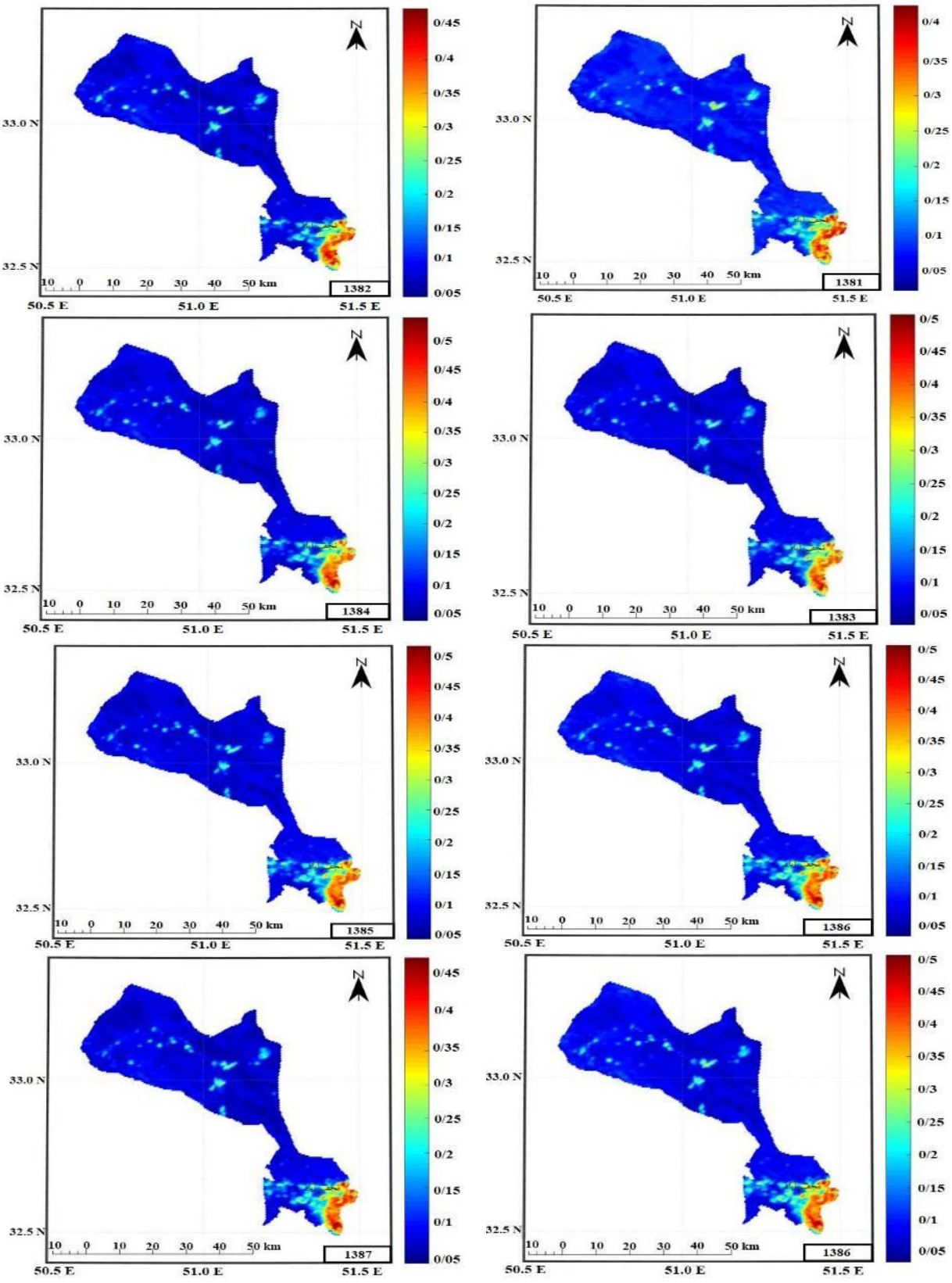
$$\text{sgn}(VI\,j - VI\,i) = \begin{cases} 1, & VI\,j - VI\,i > 0 \\ 0, & VI\,j - VI\,i = 0 \\ -1, & VI\,j - VI\,i < 0 \end{cases}$$

Z آماره آزمون من-کندال است. اگر قدر مطلق آماره Z در سطح معنی‌داری ۵٪ بزرگ‌تر از ۱/۹۶ باشد، روند متغیر، معنی‌دار است. مقدار منفی آماره Z نشان دهنده روند کاهشی و مقدار مثبت Z نشان دهنده روند افزایشی است. VI_i و VI_j نشان دهنده ارزش شاخص پوشش گیاهی در سری i و j است. n طول سری زمانی (در این مطالعه ۱۷ سال) و دامنه ارزشی z از □ تا □ - است.

یافته‌ها و بحث

سنجنده مودیس به عنوان سنجندهٔ اصلی در برنامهٔ سامانه مشاهده‌گر زمین شناخته می‌شود. تصاویر این سنجنده علاوه بر مفید بودن در جمع‌آوری داده‌های وسیع برای آشکارسازی تغییرات پوشش گیاهی در مناطق بسیار وسیع و همچنین عوارض با طیف گسترده است. مقرون به صرفه با پوشش جهانی حداقل یک‌بار در روز به تغییرات گیاهان به‌عنوان یک سنجندهٔ حساس است. هدف از این پژوهش واکاوی روند تغییرات سالانه پوشش گیاهی منطقه نجف‌آباد اصفهان طی بازه زمانی ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۷می‌باشد بدین منظور نخست نقشه تغییرات پوشش گیاهی طی بازه زمانی با استفاده از شاخص NDVI ترسیم شد و سپس با استفاده از آزمون من کندال روند آن‌ها محاسبه گردید. همان‌طور که در شکل (۲) مشاهده می‌شود، مناطق با رنگ قرمز بر اساس یافته‌های تحقیق دارای روندی مثبت و مناطق با رنگ آبی دارای روند کاهشی طی بازه زمانی ۱۷ سال می‌باشند.

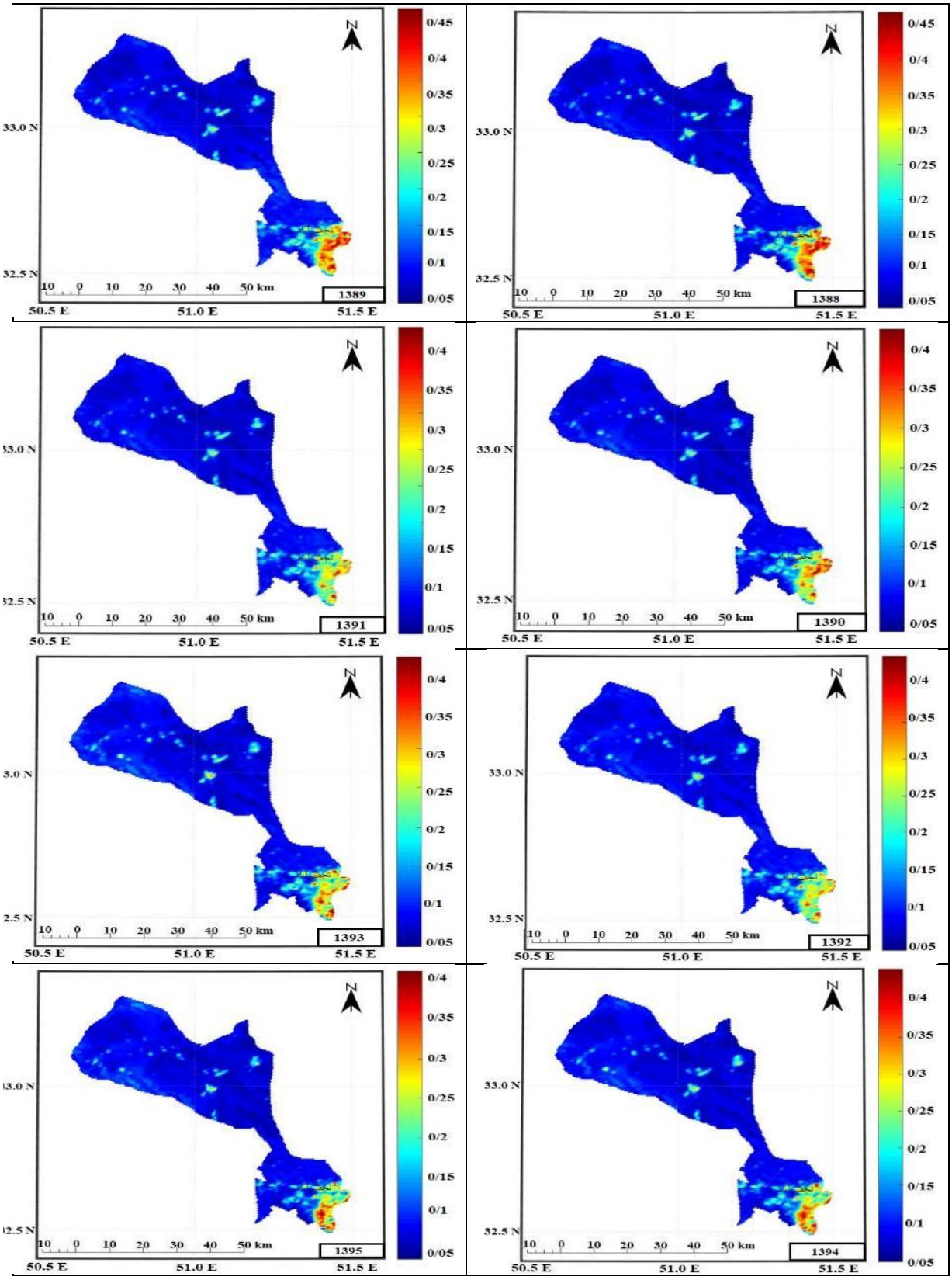
[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]



شکل ۲: نقشه‌های تغییرات سالانه پوشش گیاهی شهرستان نجف‌آباد در بازه زمانی (۱۳۹۷-۱۳۸۱)

Figure 2: Maps of annual vegetation changes in Najafabad county in the period (2003-2019)

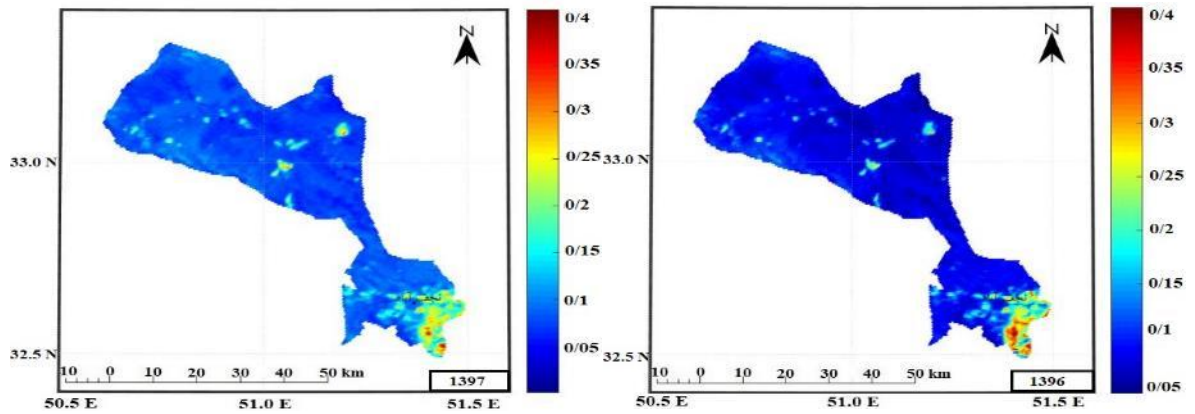
[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]



ادامه شکل ۲: نقشه‌های تغییرات سالانه پوشش گیاهی شهرستان نجف‌آباد در بازه زمانی (۱۳۹۷-۱۳۸۱)

Continue of figure 2: Maps of annual vegetation changes in Najafabad county in the period (2003-2019)

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]



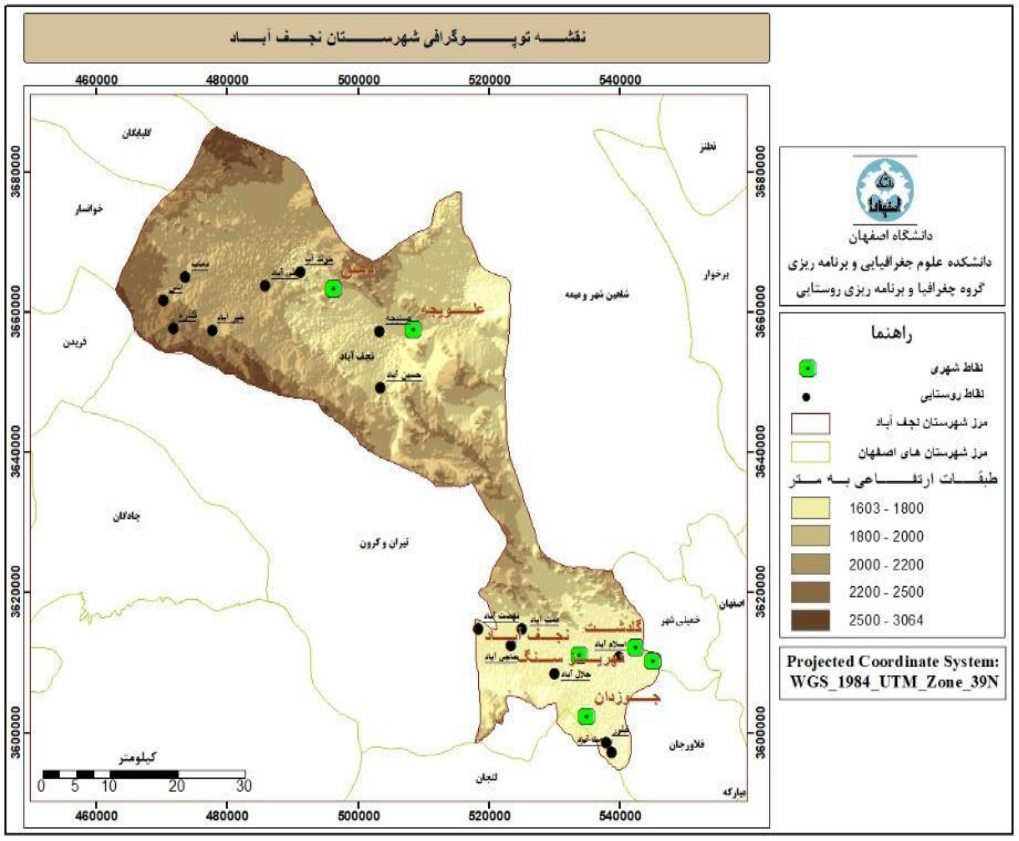
ادامه شکل ۲: نقشه‌های تغییرات سالانه پوشش گیاهی شهرستان نجف‌آباد در بازه زمانی (۱۳۹۷-۱۳۸۱)

Continue of figure 2: Maps of annual vegetation changes in Najafabad county in the period (2003-2019)

همان‌طور که در شکل (۲) مشاهده می‌شود بیش‌ترین روند افزایشی در پوشش گیاهی را مناطق پست و کم ارتفاع جنوب‌شرقی نجف‌آباد را طی سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۷ به میزان ۰/۳۵ تا ۰/٤ دارا می‌باشند اما از سال ۸۷ تا ۹۷ روند تغییرات پوشش گیاهی در این نقطه گرچه افزایشی است اما نسبت به سال‌های قبل روندی کاهشی را نشان می‌دهد شاید تغییرات کاربری اراضی، خشکسالی و تغییرات میزان منابع آبی این مناطق را بتوان یکی از عوامل عمده این کاهش دانست هرچند که این محدوده طی بازه زمانی ۱۷ ساله نسبت به سایر مناطق مورد مطالعه بیش‌ترین میزان افزایش را در پوشش گیاهی داشته اما روند افزایشی و کاهشی آرام این پوشش‌ها طبق تصاویر ماهواره‌ای نیز درخور توجه می‌باشد. از لحاظ اقلیمی و جغرافیایی مناطق مرتفع و غرب به دلیل ارتفاع و شیب زیاد و کمبود خاک این مناطق از لحاظ پوشش گیاهی ضعیف می‌باشد این در حالی است که پهنه‌های پست و مساعد کشاورزی و رشد پوشش گیاهی به دلیل دسترسی به منابع آبی و کاربری کشاورزی در آنجا از لحاظ پوشش گیاهی شرایط بهتری را دارا می‌باشد. متاسفانه در یک دهه اخیر به دنبال تغییرات کاربری اراضی در مناطق جنوب‌شرق بر گستره مناطق دارای پوشش گیاهی کاسته شده لذا با توجه به خاک مساعد و حاصلخیز این مناطق ضروری است در جهت حفاظت از پوشش گیاهی و عدم تغییرات کاربری اراضی این مناطق کوشید. واکاوی ۱۷ ساله تغییرات پوشش گیاهی دو پهنه کلان اقلیمی را از لحاظ پوشش گیاهی نمایان می‌سازد پهنه اول مناطق کوهستانی و کوهپایه‌ای شرقی و غربی است که تقریبا فاقد روند خاص از لحاظ میزان پوشش گیاهی می‌باشند. پهنه دوم مناطق جنوبی و جنوب شرقی است که به دلیل شرایط مساعد محیطی بیش‌ترین افزایش را در میزان پوشش گیاهی داشته است. همچنین دریک نگاه کلی تغییرات آن چنانی در میزان و وسعت مناطق دارای روند مثبت و روند منفی مشاهده نشد اما در سال‌های ۹۲ تا ۹۷ از وسعت مناطق دارای پوشش گیاهی کاسته شده است. همان‌گونه که در نقشه توپوگرافی (شکل ۳) محدوده مورد مطالعه مشخص می‌باشد مناطق غربی نجف‌آباد عمدتا کوهستانی و مرتفع و مناطق شرق، جنوب شرق و جنوب آن عمدتا کوهپایه‌ای و کم ارتفاع می‌باشند. بیشینه روند کاهشی در میزان پوشش گیاهی از آن

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

مناطق مرتفع و برعکس بیشینه روند افزایشی در میزان این پوشش‌ها را نوار جنوبی به‌ویژه نواحی پست جنوب شرقی این شهرستان دارا می‌باشند.

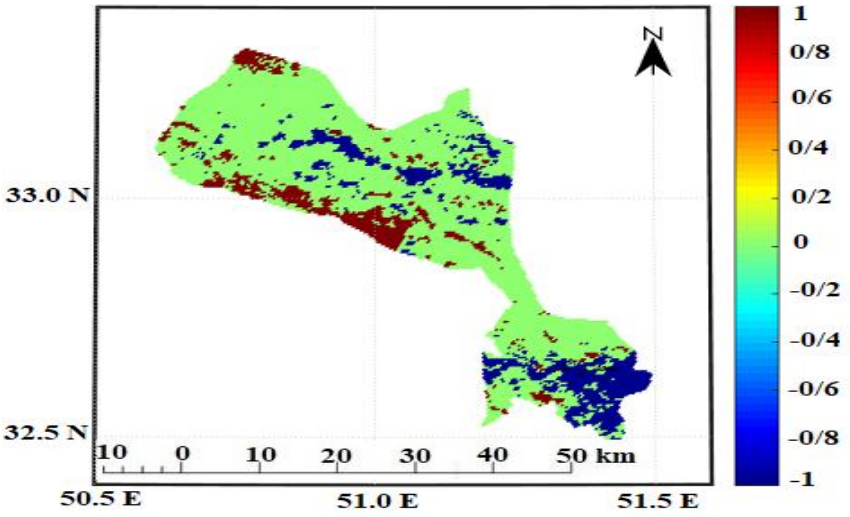


شکل ۳: نقشه توپوگرافی شهرستان نجف‌آباد

Figure 3: Topographical map of Najafabad county

شکل (٤) زیر روند تغییرات کلی میزان پوشش گیاهی بین سال‌های ۸۱ تا ۹۷ را نشان می‌دهد. نتایج شکل (٤) نشان داده است که روند کاهشی میزان پوشش گیاهی در مناطقی که در سال‌های نه چندان دور از لحاظ میزان پوشش گیاهی نسبت به سایر مناطق در خور توجه بوده است. به نظر می‌رسد در مناطقی که قبلا باغات مراتع و زمین‌های کشاورزی بوده به دلیل تغییرات کاربری اراضی و ساخت‌وسازهای دست بشر پوشش طبیعی و گیاهی این منطقه رو به نابودی است. در نقطه مقابل بخشی از مناطق غربی به دلیل کوهستانی بودن و شیب تند و آب‌وهوای نامساعد از لحاظ پوشش گیاهی میزان ناچیزی داشت به دلیل شرایط تغییرات اقلیمی و دمایی و بارشی و یا شاید مساعد بودن شرایط برای کشت و کاشت مرتع روندی افزایشی در میزان پوشش گیاهی داراست. می‌توان گفت مناطقی که NDVI روند مثبت نشان می‌دهد از لحاظ نظری دو معنا دارد اول این‌که این پوشش گیاهی زیاد زیاده و دوم اینکه قبلا مرطوب بوده و الان خشک شده چون مناطقی که پوشیده از آب است NDVI منفی نشان می‌دهد و وقتی که زمین خشک می‌شود NDVI مثبت کوچکی را نشان می‌دهد.

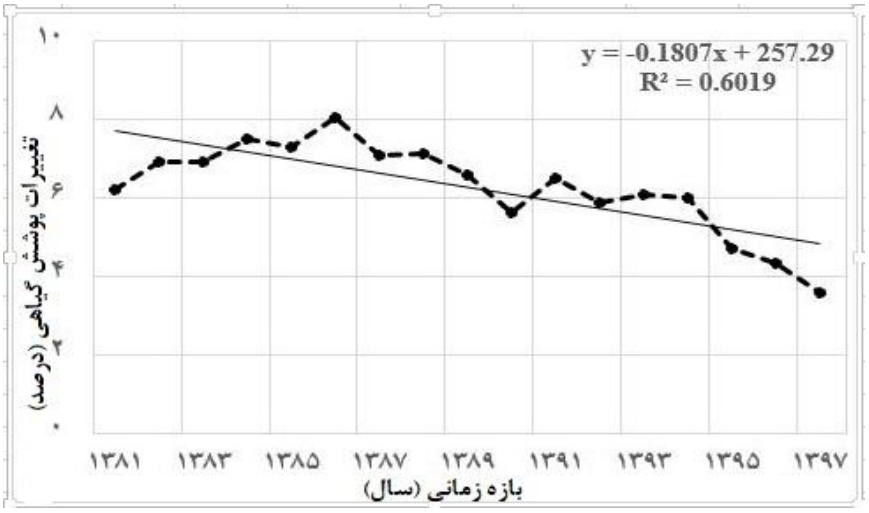
[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]



شکل ٤: نقشه تغییرات سالانه پوشش گیاهی شهرستان نجف‌آباد در بازه زمانی (۱۳۹۷-۱۳۸۱)

Figure 4: Map of annual vegetation changes in Najafabad county in the period (2003-2019)

شکل (۵) روند خطی میزان پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه طی بازه زمانی ۱۷ ساله را نمایان می‌سازد. در شکل مذکور از سال‌های ۸۱ تا ۹٤ شاهد تغییرات و دامنه نوسانات کمی در میزان تغییرات پوشش گیاهی منطقه می‌باشیم. اگر این دوره را به دو بازه زمانی تقسیم کنیم (بازه اول سال‌های ۸۱ تا ۹۱) و دوره دوم (سال‌های ۹۱ تا ۹۷) می‌باشند. در دوره اول روند میزان پوشش گیاهی آهنگی ملایم و افزایشی را داراست. بیشینه آن در سال‌های ۸٤ تا ۸٦ است (اوج میزان افزایش در پوشش گیاهی). از سال ۹۱ تا ۹٤ روند کاهشی افزایشی به شکل یکسان خودنمایی می‌کند تا اینکه از سال ۹٤ تا ۹۷ شاهد روند شدید کاهشی و یک‌باره در میزان پوشش گیاهی این منطقه می‌باشیم تغییرات یک‌باره کاربری اراضی و نوسانات اقلیمی و خشکسالی را می‌توان یکی از دلایل اصلی روند کاهشی در میزان پوشش گیاهی محدوده مورد مطالعه دانست.

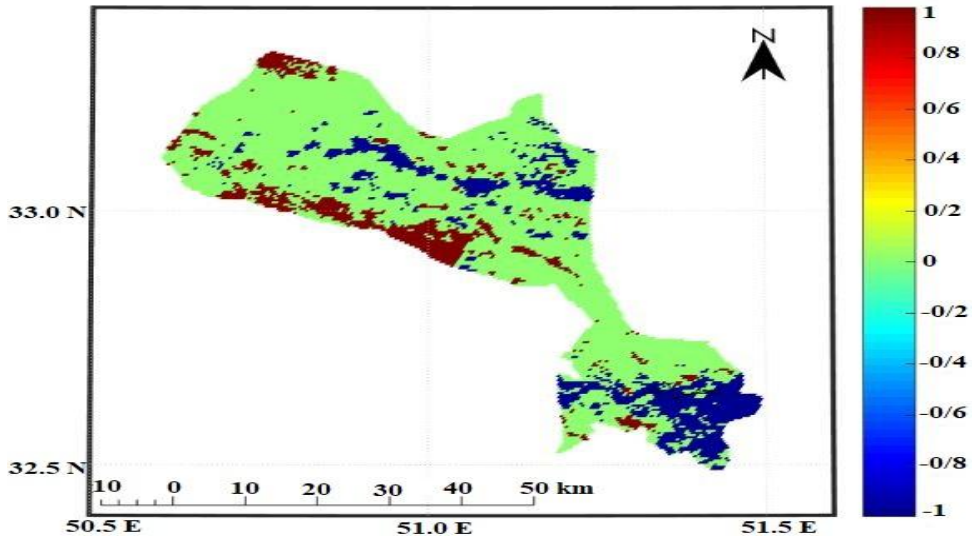


شکل ۵: نمودار روند تغییرات سالانه پوشش گیاهی در بازه زمانی (۱۳۹۷-۱۳۸۱)

Figure 5: The diagram trend of the annual changes in vegetation in the period (2003-2019)

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

شکل (٦) نشان می‌دهد، میزان روند پوشش گیاهی شاخص NDVI از روند افزایشی با مقدار τ برابر با ۱+ تا روند کاهشی با مقدار τ برابر با ۱- متغیر است. در شکل (٦) مقادیر مثبت با رنگ قرمز، بیانگر افزایش پوشش گیاهی و مقادیر منفی با رنگ آبی بیانگر کاهش پوشش گیاهی طی دوره مطالعه (۱۳۹۷-۱۳۸۱) در شهرستان نجف‌آباد است. مقادیر بینابینی که با رنگ سبز نشان داده شده‌اند، نشان دهنده مناطق بدون تغییر پوشش گیاهی هستند. همان‌طور که در نقشه من کندال (شکل ٦) مشاهده می‌شود که مناطق کوهستانی و مناطقی که خارج از دستبرد انسان بوده و دارای شرایط تغییرات آب و هوایی و دمایی و بارشی در طی این چند سال است از لحاظ میزان پوشش گیاهی روندی افزایشی را دارا می‌باشد. برعکس در مناطقی که قبلا پوشش گیاهی آن نسبت به سایر افزایشی بوده روندی شدید و معکوس به خود گرفته و در میزان پوشش گیاهی به دلیل تغییرات کاربری اراضی افت محسوسی دارا می‌باشد.



شکل ٦: نقشه روند تغییرات پوشش گیاهی من- کندال در شهرستان نجف‌آباد در بازه زمانی(۱۳۹۷-۱۳۸۱)

Figure 6: Map of Man-Kendal vegetation changes in Najafabad county in the period (2003-2019)

نتیجه‌گیری

در این مطالعه روند تغییرات پوشش گیاهی با استفاده از تصاویر سری زمانی و آزمون من- کندال در شهرستان نجف‌آباد مورد مطالعه قرار گرفت. در این مطالعه ما ز ترکیبات ١٦ روز MODIS NDVI با قدرت تفکیک مکانی ۵۰۰ متری برای بررسی روند تغییرات NDVI در بازه زمانی ۱۷ ساله و جهت معنی‌دار بودن تغییرات از آزمون من-کندال جهت پایش روند تغییرات پوشش گیاهی در شهرستان نجف‌آباد استفاد شد. نقشه‌های پوشش گیاهی حاصل از پردازش تصاویر سنجنده مودیس ماهواره آکوا برای ۱۷ سال از ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۹ برای منطقه مورد مطالعه (شکل۲) روند تغییرات پوشش گیاهی در سال‌های مختلف قابل مشاهده است. ولی به‌طور کلی روند تغییرات پوشش گیاهی در طول بازه‌ی زمانی، در سراسر محدوده مورد مطالعه از سمت مناطق شمالی و غربی یعنی محدوده (شهرهای دهق و علویجه) به سمت مناطق جنوبی و به‌ویژه جنوب شرق یعنی محدوده شهرهای (گلدشت،

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

کهریزسنگ، جوزدان و خود نجف آباد) کاهشی بوده است. می‌توان گفت مناطق غربی و شرقی شهرستان تقریبا فاقد روند خاص از لحاظ پوشش گیاهی می‌باشند. همان‌گونه که از تصاویر (شکل ۲) و (شکل۵ نمودار) برداشت می‌شود بیش‌ترین میزان پوشش گیاهی در سال (۸۶-۸۷) و کم‌ترین میزان پوشش گیاهی در سال ۹۷ مشاهده می‌شود. به‌طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که کانون بیش‌تر تغییرات افزایشی در شاخص NDVI در جنوب و جنوب شرق محدوده مورد مطالعه بوده است. که علت آن بیش‌تر افزایش کشاورزی آبی و نزدیکی به رودخانه زاینده‌رود و در نتیجه ارتفاع و رطوبت مناسب است. اما کانون بیش‌ترین تغییرات روند کاهشی در شاخص NDVI در مناطق کوهستانی غربی و شمال منطقه قابل مشاهده است که دلیل آن شیب تند مناطق کوهستانی و شرایط نامساعد آب و هوایی و امکان کشت روند کاهشی را نشان می‌دهد. بیشینه روند کاهشی در میزان پوشش گیاهی از آن مناطق مرتفع در بازه زمانی ۱۳۸۱ تا ۹۱ و برعکس بیشینه روند افزایشی در میزان این پوشش‌ها را نوار جنوبی به ویژه نواحی پست جنوب شرقی در بازه زمانی مذکور دارا می‌باشند. از سال‌های ۸۱ تا ۹٤ شاهد تغییرات و دامنه نوسانات کمی در میزان تغییرات پوشش گیاهی منطقه می‌باشیم. اگر این دوره را به دو بازه زمانی تقسیم کنیم (بازه اول سال‌های ۸۱ تا ۹۱) و دوره دوم (سال‌های ۹۱ تا ۹۷) می‌باشند. در دوره اول روند میزان پوشش گیاهی آهنگی ملایم و افزایشی را داراست. بیشینه آن در سال‌های ۸٤ تا ۸٦ است (میزان اوج پوشش گیاهی) است. همچنین، از آنجا که شکل (٤) نشان داد بیش‌ترین روند کاهش پوشش گیاهی در مناطق جنوب و جنوب شرقی به‌عنوان مناطق شهری رخ داده است، این روند می‌تواند نشان دهنده رشد بالای شهری و تغییر کاربری اراضی از پوشش گیاهی به ساخت‌وساز در این شهرستان باشد. همچنین کشت آبی در شهرستان در طول دوره مطالعه با کاهش شدید روند مواجه شده است که این مسئله به تغییر کاربری اراضی از کشت آبی به کاربری‌های دیگر در منطقه می‌انجامد. بر اساس (شکل ۵) نمودار تغییرات سالانه پوشش گیاهی بیش‌ترین کاهش پوشش گیاهی در سال‌های ۱۳۹٦ الی ۱۳۹۷ مشاهده شده است که بر اساس مطالعات Mirahasani et al (2019) حوضه آبخیز در این زمان با خشکسالی مواجه بوده است. در (شکل ۵) پوشش گیاهی در بیش‌تر منطقه بودن تغییر مانده، که این مسئله صرفا نشان می‌دهد در این منطقه پوشش گیاهی موجود بوده است یا خیر. این مسئله با مطالعه دقیق نقشه روند نقشه‌های کاربری اراضی قابل تفسیر است. نقشه Z استاندارد من- کندال (شکل ٦) در سطح ۹۵ درصد معنی‌داری که بین ۱+ (روند افزایشی قرمز و قهوه‌ای پررنگ) و ۱- (روند کاهشی آبی پررنگ) و مناطق فاقد روند خاص (۰/۲- تا ۰/۲+) نشان می‌دهد مناطق با روند کاهشی منطبق بر نواحی جنوب و جنوب شرقی و روند افزایشی منطبق بر مناطق کوهستانی است که با مطالعات (Kermani et al 2018) و همچنین Nikpour et al (2019) مشابهت یکسانی دارد. پیشنهاد می‌گردد در مطالعات آتی بررسی تغییرات روند پوشش گیاهی در اکوسیستم‌های خشک با تصاویر سری زمانی سنجش از دور و مقایسه آن با واقعیت‌های زمینی مورد ارزیابی قرار گیرد. و همچنین مقایسه پیکسل به پیکسل نقشه روند با نقشه کاربری/پوشش اراضی توضیه می‌شود نتایج نشان داد بیش‌ترین تغییرات پوشش گیاهی در مناطق در دسترس صورت گرفته است. بدین سبب پیشنهاد می‌شود شیوه مدیریت مراتع بازنگری شود و در مناطق تخریب شده، مراتع

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

برای دستیابی به شرایط طبیعی احیا شوند. از آنجا که آبخیزگاوخونی و در امتداد آن رودخانه زاینده‌رود یکی از حوضه‌های کلیدی کشور است، با توجه به بروز خطرات خشکسالی، افزایش جمعیت و تخریب پوشش گیاهی در حوضه، پتانسیل خطر تغییر کاربری و تخریب سرزمین به شدت وجود دارد که باید به عنوان یکی از موارد ضروری مدیریت منطقه در نظر گرفته شود.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

References

- Aghakouchak, A., Farahmand, A., Melton, F. S., Teixeira, J., Anderson, M. C., Wardlow, B. D., Hain, C. R., (2015), "Remote sensing of drought: progress, challenges and opportunities", ***Rev. Geophys***, 53: 452-480.
- Alizadeh, M. R., Nikoo, M. R., (2018), "A fusion-based methodology for meteorological drought estimation using remote sensing data", ***Rem. Sens. Environ***, 211: 229-247.
- Anderson, R. G., Canadell, J. G., Randerson, J. T., (2011), "Biophysical considerations in forestry for climate protection", ***Frontiers in Ecology and the Environment***, 9 (3): 174-182.
- Asakereh, H., (2011), "***Fundamentals of statistical climatology"***, Zanjan: University Press. [In Persian].
- Asner, G. P., Alencar, A., (2010), "Drought impacts on the Amazon forest: the remote sensing perspective", ***New Phytol***, 187: 569-578.
- Baret, F., Guyot, G., (1991), "Potential and limits of vegetation indices for LAI and APAR assessment", ***Remote. Sens. Environ***, 25 (2-3): 161-173.
- Branco, E.V., Do santos, A.R., Pezzopane, J.E., (2019), "Space-time analysis of vegetation trends and drought occurrence in domain area of tropical forest", ***Journal of Environmental Management***, 246: 384-396.
- Carvalho, R. M., Szlafsztein, C. F., (2019), "Urban vegetation loss and ecosystem services: the influence on climate regulation and noise and air pollution", ***Environ. Pollut***, 245: 844-852.
- Casagrande, E., Recanati, F., Melià, P., (2018), "Assessing the influence of vegetation on the water budget of tropical areas", ***IFAC- Papers OnLine***, 51 (5): 1-6.
- Ciais, P. H., Reichstein, M., Viovy, N., (2005), "Europe-wide reduction in primary productivity caused by the heat and drought in 2003", ***Nature***, 437: 529-533.
- Cong, N., Wang, T., Nan, H., Ma, Y., Wang, X., . Myneni, R. B., Piao, S., (2013), "Changes in satellite derived spring vegetation green up date and its linkage to climate in China from 1982 to 2010: a multimethod analysis", ***Global Change Biol***, 19 (3): 881-891.
- Cui, Y.P., Lui, J.Y., Hu, Y.F., Kuang, W.H., Xie, Z.L., (2012), "An Analysis of Temporal Evolution of NDVI in Various Vegetation-Climate Regions in Inner Mongolia, China", ***Procedia Environmental Sciences***, 13: 1989-1996.
- De Beurs, K. M., Henebry, G. M., (2005), "A statistical framework for the analysis of long image time series", ***International Journal of Remote Sensing***, 26 (8): 1551-1573.
- De Keersmaecker, W., Lhermitte, S., Tits, L., Honnay, O., Somers, B., Coppin, P., (2015), "A model quantifying global vegetation resistance and resilience to short term climate anomalies and their relationship with vegetation cover", ***Global Ecology and Biogeography***, 24 (5): 539-548.
- DeFries, R. S., Field, C. B., Fung, I., (1995), "Mapping the land surface for global atmosphere biosphere models: Toward continuous distributions of vegetation's functional properties", ***JGR Atmospheres***, 100 (10): 20867-20882.
- Dhorde, A. G., Patel, N. R., (2016), "Spatio-temporal variation in terminal drought over western India using dryness index derived from long-term MODIS data", ***Ecol. Inf***, 32:28-38.
- Eastman, J. R., Sangermano, F., Ghimire, B., Zhu, H., Chen, H., Neeti, N., Cao, Y., Crema, S., (2009), "Seasonal trend analysis of image time series", ***Int. J. Remote Sens***. 30 (10): 2721-2726.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

- Eckert, S., Hüsler, F., Liniger, H., Hodel, E., (2015), "Trend analysis of MODIS NDVI time series for detecting land degradation and regeneration in Mongolia", ***Journal of Arid Environments***, 113:16-28.
- Fensholt, R., Proud, S. R., (2012), "Evaluation of earth observation based global long term vegetation trends-Comparing GIMMS and MODIS global NDVI time series", ***Remote sensing of Environment***, 119: 131-147.
- Hupy, J. P., (2004), "Influence of vegetation cover and crust type on wind-blown sediment in a semi-arid climate", ***Journal of Arid Environments***, 58 (2): 167-179.
- Jackson, J.P., Randerson, J.T. Canadell, J.G et al., (2008), "Protecting climate with forests"**,** ***Environ. Res. Lett***, 3 (4): 1-5.
- Jafari, R., Hasheminasab, S. N., (2017), "Assessing the effects of dam building on land degradation in central Iran with Landsat LST and LULC time- series", ***Environmental Monitoring and Assessment***, 189 (2): 74-84. [In Persian].
- Jenkins, J. P., Barswell, B. H., Frolking, S. E., Aber, J. D., (2002), "Detecting and predicting spatial and interannual patterns of temperate forest springtime phenology in the eastern U.S", ***Geophys. Res. Lett***, 29 (24): 1-4.
- Jiao, W., Tian, C., Chang, Q., Novick, K.A., Wang, L., (2019), "A new multi-sensor integrated index for drought monitoring", ***Agric. For. Meteorol***., 268: 74–85.
- Jong, R., Verbesselt, J., Schaepman, M. E., Bruin, S., (2012), "Trend changes in global greening and browning: contribution of short-term trends to longer-term change", ***Glob. Chang. Biol***, 18: 642-655.
- Kendall, M., (1975), "***Rank Correlation Methods***", Charles Griffin: London.
- Kermani, F., Raygani, B., Nezami, B., Goshtasb, H., Khosravi, H., (2017), "Assessing the vegetation trends in arid and semi-arid regions (Case study: Touran Protected Area)", ***Desert Ecosystem Engineering Journal***, 17 (6): 1-14. [In Persian].
- Lanfredi, M., Coppola, R., Simoniello, T., Coluzzi, R., Imbrenda, V., Macchiato, M., (2015), "Early identification of land degradation hotspots in complex bio-geographic regions", ***Remote Sensing***, 7 (6): 8154-8179.
- Latifovic, R., Pouliot, D., (2014), "Monitoring cumulative long-term vegetation changes over the Athabasca oil sands region", ***IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing***, 7 (8): 3380-3392.
- Leivas, J. F., Andrade, R. G., Victoria, D. C., Torresan, F. E., Vicente, L. E., Teixeira, A. H. C., Bolfe, E. L., Barros, T. R., (2014), "Avaliação do índice de vegetação padronizado no monitoramento indicativo de estiagens em períodos críticos da soja no sul do Brasil", ***Rev. Bras. Cartogr***, 66 (5): 1145-1155.
- Luo, L., Ma, W., Zhuang, Y., Zhang, Y., Yi, S., Xu, J., Zhang, Z., (2018), "The impacts of climate change and human activities on alpine vegetation and permafrost in the Qinghai-Tibet Engineering Corridor", ***Ecological Indicators***, 93: 24-35.
- Mann, H.B., (1945), "Non-Parametric Tests against Trend", ***Econmetrica***, 13: 245-259.
- Mirahasani, M.S., SalmanMahyni, A., Soffianian, A., Mohamadi, J., Modarres, R., Jafari, R., Pourmanafi, S., (2019), "Evaluation of trend in vegetation variations using time series images and Mann-Kendall test over Gavkhuni basin", ***Journal of Environmental Studies***, 45 (1): 87-98. [In Persian].
- Mishra, N. B., Chaudhuri, G., (2015), "Spatio-temporal analysis of trends in seasonal vegetation productivity Uttarakhand, Indian Himalayas, 2000-2014", ***Appl. Geogr***, 56: 29-41.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

- Nilkpour, R., Negaresh, H., Fotoohi, S., Hosseini, S. Z., Bahrami, S., (2019), "Monitoring the trend of vegetation changes one of the most important indicators of land degradation (in Ilam province)", ***Journal of Spatial Analysis Environmental Hazards***, 5 (4): 21-48. [In Persian].
- Pan, N., Feng, X., Fu, B., Wang, S., Ji, F., Pan, S., (2018), "Increasing global vegetation browning hidden in overall vegetation greening: Insights from time-varying trends", ***Remote Sensing of Environment***, 214: 59-72.
- Peylin, P., Bousquet, P., Quere, C. L., Sitch, S., Friedlingstein, P., McKinley, G., Gruber, N., Rayner, P., Ciais, P., (2005), "Multiple constraints on regional CO2 flux variations over land and oceans", ***Global Biogeochem. Cy***, 19(1): 433-444.
- Piao, S. L., Fang, J. Y., Zhou, L.M., Ciais, P., Zhu, B., (2006), "Variations in satellite-derived phenology in china's temperate vegetation", ***Global. Change Biol***, 12(4): 672-685.
- Quiring, S.M., Ganesh, S., (2010), Evaluating the Utility of the Vegetation Condition Index (VCI) for Monitoring Meteorological Drought in Texas, Agric. For. Meteorol, 150: 330-339.
- Ronald Eastman, J., Sangermano, F., Ghimire, B., Zhu, H., Chen, H., Neeti, N., (2009), "Seasonal trend analysis of image time series", ***International Journal of Remote Sensing***, 30 (10): 2721-2726.
- Schwalm, C. R., Williams, C. A., Scharfer, K., (2010), "Assimilation exceeds respiration sensitivity to drought: A FLUXNET synthesis", ***Global Change Biol***, 16 (2): 657-670.
- Song Y., Jin L., Wang, H., (2018), "Vegetation changes along the Qinghai-Tibet plateau engineering corridor since 2000 induced by climate change and human activities", ***Remote Sensing***, 10: 95- 103.
- Tian, F., Wang, Y., Fensholt, R., Wang, K., Zhang, L., and Huang, Y., (2013), "Mapping and evaluation of NDVI trends from synthetic time series obtained by blending Landsat and MODIS data around a coalfield on the Loess Plateau", ***Remote Sensing***, 9(5): 4255-4279.
- Wagner, A. P. L., Fontana, D. C., Fraisse, C., Weber, E. J., Hasenack, H., (2013), "Tendências temporais de índices de vegetação nos campos do Pampa do Brasil e do Uruguai. Pesqui", ***Agropecuária Bras***, 48 (9): 1192-1200.
- Weasels, K. J., Van Den Bergh, F., Scholes, R. J., (2012), "Limits to detectability of land degradation by trend analysis of vegetation index data", ***Remote sensing of Environment***, 125: 10-22.
- Xingwu, D., Yandong, S., Ya, L., Xi, P., (2018), "Spatiotemporal variation in vegetation coverage and its response to climatic factors in the Red River Basin, China", ***Ecological Indicators***, 93: 54-64.
- Xiong Q. L., Xiao Y., Marwa W. A. H., (2019), "Monitoring the impact of climate change and human activities on grassland vegetation dynamics in the northeastern Qinghai-Tibet plateau of China during 2000-2015", ***Journal of Arid Land***, 11 (05): 637-651.
- Yang, Y. H., Piao, S. L., (2006), "Variations in grassland vegetation cover in relation to climatic factors on the Tibetan Plateau", ***J. Plant Ecol***, 30 (1): 1-8.
- Yu, H.Y., Luedeling, E., Xu, J. C., (2010), "Winter and spring warming result in delayed spring phenology on the Tibetan plateau", ***Natl. A. Sci. USA***, 107 (51): 22151-22156.
- Zhang, D., Zhang, Y., Ge, W., (2020), "Evaluating the vegetation restoration sustainability of ecological projects: A case study of Wuqi County in China", ***Journal of Cleaner Production***, 20: 1-41.
- Zhang, Q., Kong, D., Singh, V. P., Shi, P., (2017), "Response of vegetation to different timescales drought across China: spatiotemporal patterns, causes and implications", ***Glob. Planet. Chang***, 152: 1-11.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

- Zheou, Y. L., Qi, W., Zhou, C. P., Ding, M. J., Liu, L. D., Gao, J. G., Bai, W. Q., Wang, Z. F., Zheng, D., (2014), "Patial and temporal variability in the net primary production of alpine grassland on the Tibetan Plateau since 1982", ***J. Geogr. Sci***, 24 (2): 269-287.
- Zhou, Z. C., Shangguan, Z. P., Zhao, D., (2006), "Modeling vegetation coverage and soil erosion in the loess Plateau area of China", ***Ecological Modelling***, 198 (1-2): 263-268. Statistical Center Iran, 2016.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]