

تحلیل روند تغییرات پوشش گیاهی ایران با استفاده از شاخص NDVI تصاویر ماهواره ای MODIS در بازه زمانی ۲۰۲۰-۲۰۰۰

سیده مرضیه شبیری^۱، حسن خسروی^{۲*}، حسین آذرنیوند^۲، هادی اسکندری دامنه^۳

۱. دانشجوی دکتری مدیریت و کنترل بیابان، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران.
۲. استاد، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایان نامه: hakhosravi@ut.ac.ir
۳. پژوهشگر پسادکتری، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران.

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل-پژوهشی	هدف از این پژوهش، تحلیل روند تغییرات پوشش گیاهی در کشور ایران طی بازه زمانی ۲۰ ساله از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ با استفاده از شاخص تفاضل نرمال شده پوشش گیاهی (NDVI) حاصل از داده های ماهواره ای سنجنده MODIS است. در این تحقیق از شاخص تفاضل نرمال شده پوشش گیاهی (NDVI) ماهانه سال های ۲۰۰۰، ۲۰۱۰ و ۲۰۲۰ در بازه زمانی ۲۰۰۰-۲۰۲۱، که از تصاویر ماهواره ترا سنجنده مودیس (MOD13A2) بدست آمده، استفاده شد. برای تحلیل روند تغییرات داده های سری زمانی ماهانه (NDVI) و پردازش آن ها در محیط نرم افزاری GIS، شاخص (NDVI) به ۵ کلاس تقسیم شدند. بررسی تغییرات متوسط سالانه شاخص (NDVI) از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ نشان داد که بیشترین مقدار این شاخص در سال های مختلف در قسمت های شمالی، شمال غربی، به صورت پراکنده در قسمت های غربی و جنوب غربی ایران مشاهده شده است. بررسی تغییرات شاخص (NDVI) در بازه زمانی ۲۰ ساله نشان داد که در کل مساحت ایران این شاخص در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰، ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ و ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۱ به ترتیب حدود ۲۵ درصد از منطقه مورد مطالعه افزایشی و حدود ۷۵ درصد آن کاهش یافته است. بررسی شاخص پوشش گیاهی (NDVI) در پنج کلاس ۰/۱-، ۰-، ۰/۲-، ۰/۱، ۰/۴-، ۰/۲، ۰/۶-، ۰/۴ تا ۰/۶ و بیش از ۰/۶ در سال های ۲۰۰۰، ۲۰۱۰ و ۲۰۲۰ نشان می دهد که این کلاس ها در سال ۲۰۰۰ به ترتیب ۵۲/۶۱، ۳۹/۰۲، ۶/۲۸، ۱/۲۱، ۰/۸۸، همچنین این کلاس ها در سال ۲۰۱۰ به ترتیب ۴۴/۲۸، ۳۵/۳۶، ۱۷/۸، ۱/۶۲، ۰/۹۴ و در سال ۲۰۲۰ به ترتیب ۴۰/۰۵، ۳۹/۲۱، ۱۸/۰۸، ۱/۷۵، ۰/۹۲ درصد از منطقه مورد مطالعه را به خود اختصاص داده است. بررسی درصد تغییرات مساحت کلاس های مختلف (NDVI) ایران را در سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ نشان داد که در این بازه زمانی درصد مساحت کلاس ۰/۴- تا ۰/۶- و ۰/۴- تا ۰/۲- افزایش یافته که این افزایش بین سال های ۲۰۰۰-۲۰۲۰ به ترتیب حدود ۱۸/۳۶ و ۰/۸۵ درصد بوده است. نتایج حاصل نشان داد که در طی این بازه زمانی، بخش عمده ای از منطقه مورد مطالعه دچار کاهش پوشش گیاهی شده است، به گونه ای که تنها ۷۸/۲۰ درصد افزایش و ۲۲/۷۹ درصد کاهش (NDVI) مشاهده شد. همچنین، کاهش پوشش در کلاس های پایین تر (۰/۱- تا ۰/۲-) NDVI و افزایش در کلاس های متوسط (۰/۲- تا ۰/۴-) و ۰/۴- تا ۰/۶- مشاهده گردید که بیانگر افزایش پوشش درختچه ای و مراتع است. این مطالعه نقش مؤثر سنجش از دور را در تحلیل تغییرات اکوسیستمی و پوشش گیاهی در مقیاس های وسیع تأیید می کند.
تاریخ های مقاله: دریافت: ۱۴۰۴/۰۸/۰۷ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۱/۲۰ انتشار: ۱۴۰۵/۰۴/۱۵	
واژگان کلیدی: NDVI، سنجش از دور، پوشش گیاهی، MODIS، تغییرات زمانی-مکانی.	
استناد دهی: شبیری سیده مرضیه، خسروی حسن، آذرنیوند حسین، اسکندری دامنه هادی. تحلیل روند تغییرات پوشش گیاهی ایران با استفاده از شاخص NDVI تصاویر ماهواره ای MODIS در بازه زمانی ۲۰۰۰-۲۰۲۰. پژوهش های نوین در علوم منابع طبیعی، ۱۴۰۵، ۱ (۱): ۵۵-۴۶.	
ناشر: انتشارات دانشگاه ملایر. DOI: https://doi.org/10.22034/nrsj.2026.242236	

۱. مقدمه

نظارت بر مکان‌ها و توزیع‌های تغییر پوشش زمین برای شناسایی ارتباط بین انتخاب‌های سیاستی، اقدامات مدیریتی و فعالیت‌های انسانی از اهمیت زیادی برخوردار است. پوشش زمین همواره تحت تأثیر فرآیندهای طبیعی و انسانی دچار تغییر می‌شود و این تغییرات، تأثیرات مستقیمی بر چرخه‌های اکولوژیکی، منابع طبیعی، کاربری اراضی و تنوع زیستی دارد (۲۵). در این میان، پوشش گیاهی به عنوان یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های پوشش زمین، نقش کلیدی در حفظ تعادل محیط زیست، تنظیم چرخه کربن، کنترل فرسایش خاک و تأمین معیشت جوامع روستایی ایفا می‌کند (۱۵). در سالهای اخیر، فناوری سنجش از دور (Remote Sensing) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، ابزارهای مؤثری برای پایش و تحلیل تغییرات پوشش گیاهی فراهم کرده‌اند. از جمله پرکاربردترین شاخص‌ها در این زمینه، شاخص تفاضل نرمال شده پوشش گیاهی (NDVI) است که از ترکیب بازتاب باندهای قرمز و مادون قرمز نزدیک تصاویر ماهواره‌ای محاسبه می‌شود. این شاخص با توانایی بالا در شناسایی تغییرات مکانی-زمانی پوشش گیاهی، در پایش خشکسالی، ارزیابی تخریب سرزمین، و برنامه‌ریزی منابع طبیعی کاربرد گسترده‌ای یافته است (۱۱، ۱). با افزایش وضوح مکانی و زمانی داده‌های ماهواره‌ای، به‌ویژه در داده‌های سری زمانی سنجنده MODIS، امکان تحلیل دقیق‌تر تغییرات پوشش گیاهی در بازه‌های بلندمدت و در مقیاس‌های ملی فراهم شده است (۵، ۱۰). این داده‌ها در کنار قابلیت‌های تحلیلی GIS، ابزار نیرومندی برای بررسی روندها و الگوهای تغییر پوشش در مناطق وسیع جغرافیایی هستند (۲۷).

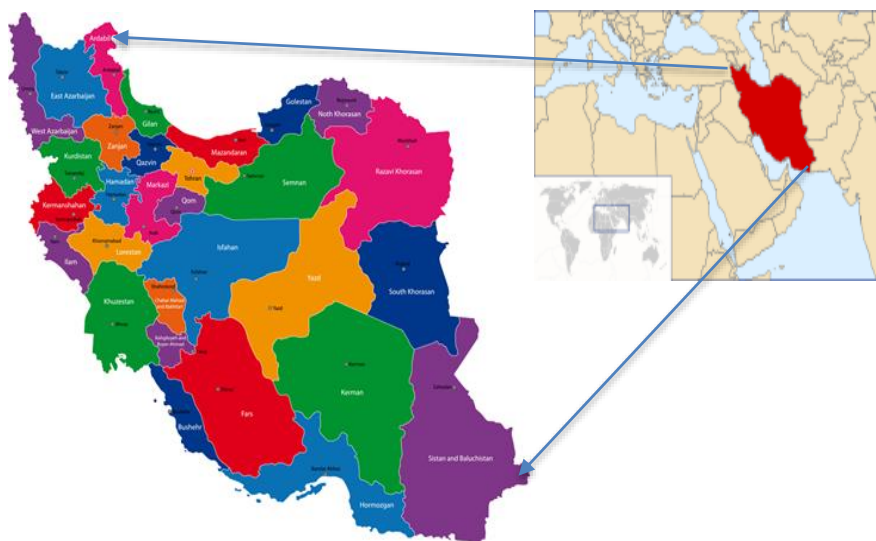
مطالعات متعددی در سطح جهانی با هدف تحلیل روند تغییرات NDVI در بازه‌های زمانی طولانی انجام شده است. برای نمونه، Zhang & Li (۲۰۱۵) در مطالعه‌ای بر روی اکوسیستم‌های خشک، روند ۲۰ ساله تغییرات NDVI را بررسی کرده و به این نتیجه رسیدند که افزایش دما و تغییرات اقلیم می‌تواند منجر به نوسانات قابل توجه در پوشش گیاهی شود. Kou et al. (۲۰۱۷) نیز در حوضه رود زرد چین با استفاده از داده‌های MODIS EVI، روندهای افزایشی نسبی در میانگین پوشش گیاهی را گزارش کرده‌اند، هرچند که نوسانات فصلی و مکانی همچنان وجود دارد. نتایج این مطالعات نقش مهم عوامل اقلیمی مانند بارندگی، خشکسالی و افزایش دما را در کاهش NDVI و پوشش گیاهی آشکار می‌کنند (۹، ۲). به‌طور مشابه، Bay et al. (۲۰۲۱) با تحلیل داده‌های NDVI و EVI در مناطق خشک، به وجود الگوهای افزایشی در برخی نواحی و کاهش در برخی دیگر اشاره کردند و تأکید کردند که عوامل اقلیمی و انسانی به‌طور توأمان نقش دارند. در ایران نیز با توجه به اقلیم خشک و نیمه‌خشک غالب در کشور، تحلیل پوشش گیاهی با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای از اهمیت بالایی برخوردار است. اسکندری و همکاران (۲۰۲۰) با بررسی روند تغییرات شاخص NDVI در بازه ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ نشان دادند که بیش از ۸۵ درصد از سطح کشور دارای روند کاهشی در پوشش گیاهی بوده که عمدتاً در مناطق جنوبی، غربی و شمال غربی مشهود است. این مطالعه همچنین نقش بارندگی، خشکسالی‌های پی‌درپی و تغییرات کاربری اراضی را در این کاهش مؤثر دانسته است. کریمی و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای با تمرکز بر استان خراسان رضوی با استفاده از داده‌های MODIS NDVI، روند کاهشی معنی‌داری در مناطق مرکزی و شمالی استان مشاهده کرده و کاهش بارندگی و فشار بر منابع آب زیرزمینی را از دلایل عمده این تغییرات دانستند. طالبی و همکاران (۲۰۱۸) نیز با استفاده از تکنیک‌های آماری روندیابی (مانند آزمون من-کندال و سن)، به بررسی تغییرات NDVI در دشت‌های مرکزی ایران پرداخته و به رابطه مستقیم بین کاهش شاخص NDVI و کاهش بارندگی اشاره کرده‌اند. همچنین می‌توان به پژوهش‌های رحمتی و همکاران ۲۰۲۰ در استان خراسان، در نواحی مرکزی ایران (۱۹)، و در مناطق نیمه‌خشک آفریقا (۸) اشاره کرد.

با وجود مطالعات متعددی که در سطح منطقه‌ای و ملی انجام شده‌اند، بررسی جامع و پیوسته روند تغییرات پوشش گیاهی کل کشور ایران در بازه زمانی بیست‌ساله با استفاده از داده‌های هماهنگ و یکنواخت MODIS هنوز به‌طور کامل انجام نشده است. اغلب مطالعات موجود محدود به مناطق خاص یا دوره‌های کوتاه‌تر بوده‌اند. بنابراین با توجه به موقعیت جغرافیایی ایران و قرارگیری بخش وسیعی از آن در اقلیم خشک و نیمه‌خشک، تغییرات اقلیمی و کاهش منابع آبی اثرات چشمگیری بر پوشش گیاهی کشور گذاشته‌اند. در این راستا، هدف پژوهش حاضر تحلیل روند تغییرات پوشش گیاهی در ایران با استفاده از شاخص NDVI مبتنی بر داده‌های ماهواره‌ای MODIS طی دوره ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ است. این پژوهش با پردازش داده‌های سری زمانی در محیط GIS به دنبال استخراج الگوهای مکانی-زمانی تغییرات پوشش گیاهی کشور و شناسایی روندهای افزایشی و کاهشی در مناطق مختلف می‌باشد.

۲. مواد و روش‌ها

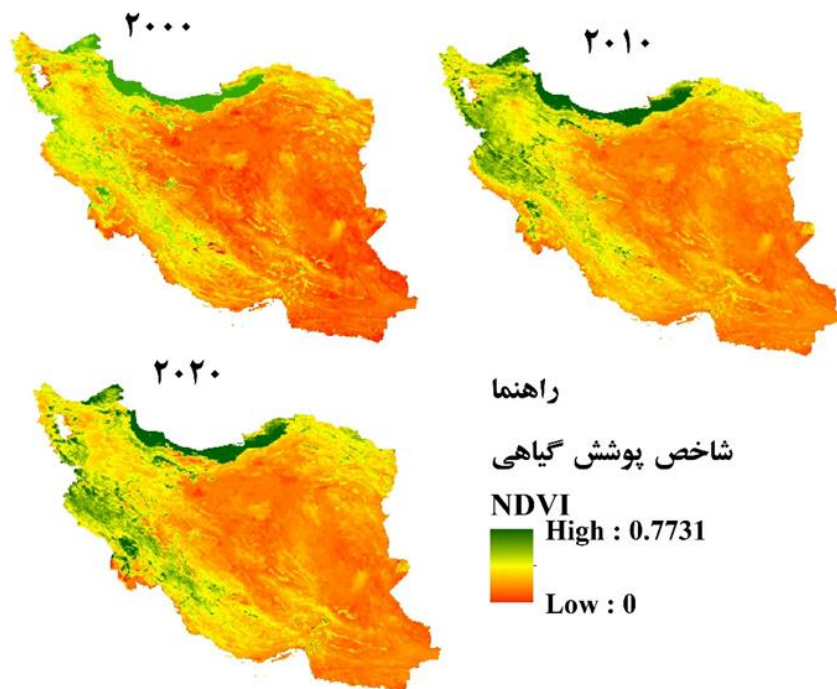
$$NDVI = \frac{(NIR - R)}{(NIR + R)} \quad (1)$$

منطقه مورد مطالعه



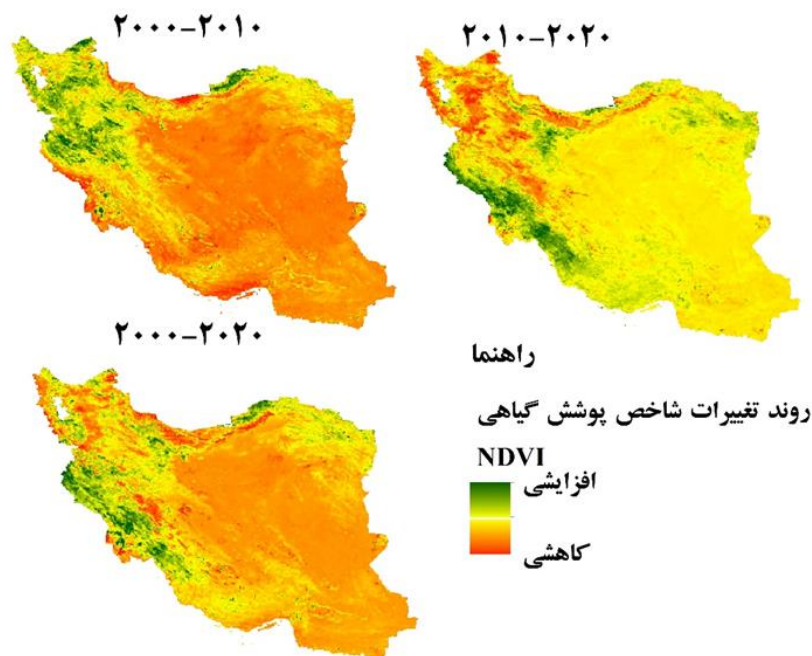
شکل ۱. موقعیت منطقه مطالعه

بررسی تغییرات متوسط سالانه شاخص NDVI از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ در شکل ۲ نشان می‌دهد که بیشترین مقدار این شاخص در سال‌های مختلف در قسمت‌های شمالی، شمال غربی، به صورت پراکنده در قسمت‌های غربی و جنوب غربی ایران مشاهده شده‌است.



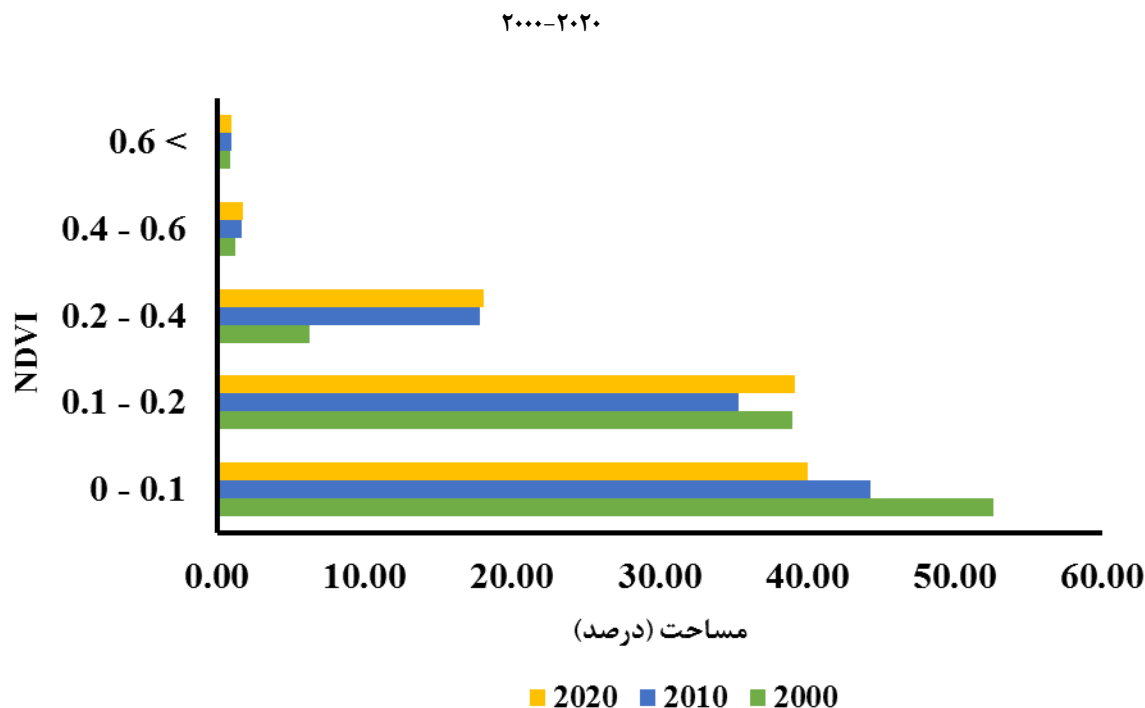
شکل ۲. متوسط سالانه شاخص پوشش گیاهی NDVI در سال‌های ۲۰۰۰، ۲۰۱۰ و ۲۰۲۰

همچنین مقادیر کم این شاخص در سایر قسمت‌های کشور دیده شده است. بررسی تغییرات شاخص NDVI در بازه زمانی ۲۰ ساله (شکل ۳) نشان داد که در کل مساحت ایران این شاخص در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ به ترتیب حدود ۲۳/۳۲ و ۷۶/۶۸ درصد افزایش و کاهش داشته است. همچنین بررسی این تغییرات نشان داد که شاخص NDVI بین سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ به ترتیب حدود ۲۴/۳۷ و ۷۵/۶۳ درصد افزایش و کاهش داشته است. در نهایت بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ تغییرات این شاخص در حدود ۲۰/۷۸ درصد از منطقه مورد مطالعه افزایشی و ۷۹/۲۲ درصد آن کاهش یافته است.



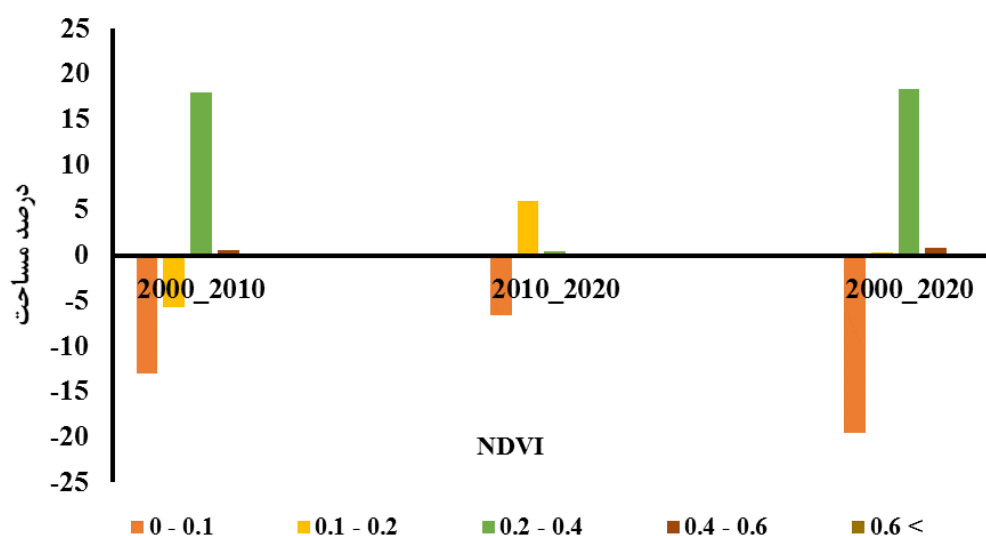
شکل ۳. روند تغییرات شاخص پوشش گیاهی زمانی ۲۰۰۰-۲۰۱۰

متوسط سالانه NDVI در بازه ۲۰۱۰-۲۰۲۰ و



شکل ۴. درصد مساحت شاخص پوشش گیاهی NDVI در سال های ۲۰۰۰، ۲۰۱۰ و ۲۰۲۰ هر یک از کلاس ها

بررسی شاخص پوشش گیاهی NDVI در پنج کلاس ۰/۱-، ۰/۲-۰/۴، ۰/۴-۰/۶، ۰/۶-۰/۸ و بیش از ۰/۸ (شکل ۴) در سال های ۲۰۰۰، ۲۰۱۰ و ۲۰۲۰ نشان می دهد که این کلاس ها در سال ۲۰۰۰ به ترتیب ۵۲/۶۱، ۳۹/۰۲، ۱۶/۲۸، ۱/۲۱، ۰/۸۸، همچنین این کلاس ها در سال ۲۰۱۰ به ترتیب ۴۴/۲۸، ۳۵/۳۶، ۱۷/۸، ۱/۶۲، ۰/۹۴ و در سال ۲۰۲۰ به ترتیب ۴۰/۰۵، ۳۹/۲۱، ۱۸/۰۸، ۱/۷۵، ۰/۹۲ درصد از منطقه مورد مطالعه را به خود اختصاص داده است.



شکل ۵. درصد تغییرات مساحت کلاس های NDVI در سال های ۲۰۰۰، ۲۰۱۰ و ۲۰۲۰

بررسی درصد تغییرات مساحت کلاس های مختلف NDVI ایران را در سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ در شکل ۵ نشان داده شده است. براساس این شکل در این بازه زمانی درصد مساحت کلاس ۰/۴-۰/۲ و ۰/۶-۰/۴ افزایش یافته که این افزایش بین سال های ۲۰۰۰-۲۰۱۰، ۲۰۱۰-۲۰۲۰ و ۲۰۲۰-۲۰۰۰ به ترتیب حدود ۱۷/۹۳، ۰/۴۳، ۱۸/۳۶ و ۰/۶۵، ۰/۲، ۰/۸۵ درصد بوده است.

نتایج بررسی این شکل نیز نشان داد که کلاس‌های ۰/۱-۰/۲، ۰/۲-۰/۳ و بیشتر از ۰/۳ در این بازه زمانی ۲۰ ساله کاهش یافته به طوری که به ترتیب در بین سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۱۰، ۲۰۱۰-۲۰۲۰، ۲۰۲۰-۲۰۳۰ کلاس ۰/۱-۰/۲ حدود ۱۲/۹۶، ۶/۵۹، ۱۹/۵۵ درصد، کلاس ۰/۲-۰/۳ حدود ۵/۶۹ درصد در بین سال‌های ۲۰۱۰-۲۰۲۰ و در کلاس بیشتر از ۰/۳ در بین سال‌های ۲۰۲۰-۲۰۳۰ حدود ۰/۳۸ درصد کاهش داشته است.

بررسی تغییرات طبقات پوشش گیاهی نشان داد که شاخص پوشش گیاهی NDVI در طبقات ۰/۱-، ۰/۲-۰/۳، ۰/۳-۰/۴ و بیش از ۰/۴ قرار گرفته است که بیشترین درصد پوشش گیاهی در کلاس‌های ۰/۱-، ۰/۲-۰/۳ قرار گرفته است که ۹۱/۶۳ درصد در سال ۲۰۰۰، ۷۹/۶۳ درصد در سال ۲۰۱۰ و ۷۹/۲۵ درصد پوشش در سال ۲۰۲۰ را به خود اختصاص داده‌اند که روند کاهش داشته است. این در حالی است که کلاس ۰/۳-۰/۴ کمتر از ۲ درصد پوشش گیاهی را در بر گرفته است روند افزایشی نشان داده است. بیشترین درصد پوشش گیاهی در طبقات ۰/۱-، ۰/۲-۰/۳ قرار گرفته که بیش از ۹۰ درصد پوشش گیاهی را به خود اختصاص داده و کمتر از ۱ درصد مساحت منطقه در کلاس بیشتر از ۰/۳ قرار گرفته است. در ایران کلاس ۰/۴-۰/۲ و ۰/۳-۰/۴ روند افزایشی داشته و کلاس ۰/۱-۰/۲ روند کاهش داشته‌اند.

۴. بحث و نتیجه گیری

استفاده از سنجش از دور و داده‌های ماهواره‌ای سنجنده مودیس از جمله شاخص مناسبی برای نشان دادن روند تغییرات پوشش گیاهی در مناطق با اقلیم خشک و نیمه‌خشک است (۶،۳). این شاخص به دلیل پوشش زمانی مناسب، تکرارپذیری بالا و امکان پایش گسترده، یکی از کارآمدترین شاخص‌ها برای بررسی تغییرات پوشش گیاهی در مناطق خشک و نیمه‌خشک به شمار می‌رود. بر اساس مطالعات انجام شده افزایش شاخص پوشش گیاهی NDVI به معنای فراوانی افزایشی در پوشش گیاهی و یکنواخت شدن پوشش زمین است. این در حالی است که کاهش شاخص پوشش گیاهی NDVI معرف غیریکنواخت‌تر شدن پوشش زمین می‌باشد (۱۳). بطوریکه در منطقه مورد مطالعه تغییرات متوسط سالانه شاخص پوشش گیاهی NDVI ۷۹/۲ درصد در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ روند کاهش داشته است. این مطالعه با مطالعات اسکندری و همکاران در سال ۲۰۲۰ در کشور ایران نیز نشان داد که روند تغییرات شاخص NDVI در ۸۵/۱۳ درصد کاهش یافته که بیشتر در قسمت‌های جنوبی، غربی و شمال غربی کشور مشاهده شده است. همچنین بررسی نتایج روند تغییرات متوسط شاخص NDVI در این بازه زمانی نشان داد متوسط این شاخص تنها در ۲۰ درصد از کشور افزایشی بوده که در سال ۲۰۰۰ در قسمت‌های شمال غربی، شمال و بصورت پراکنده در غرب کشور و در سال ۲۰۲۰ در قسمت‌های جنوب غربی گسترده شده است. مطالعه بای و همکاران ۲۰۲۱ بر روی تغییرات پوشش گیاهی چند زمانی با استفاده از MODIS NDVI و EVI (۲۵۰ متر) در منطقه مورد مطالعه از ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹ مشخص شده است که در ۲۰ سال گذشته، پوشش گیاهی در این منطقه بر اساس این دو شاخص پوشش گیاهی روند افزایشی معنی‌داری را نشان داده است که در NDVI سالانه و فصلی نسبت به EVI، به جز تابستان، نرخ افزایش بیشتری داشته است. همچنین کوا و همکاران (۲۰۱۷) الگوهای مکانی-زمانی در EVI را بر روی YRB از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۵ بر اساس مجموعه داده MODIS EVI تجزیه و تحلیل کردند، نتایج نشان داد که میانگین EVI نوساناتی را نشان می‌دهد اما روندی به طور کلی افزایشی دارد. مطالعات مشابهی در سایر مناطق خشک دنیا نیز کاهش یا نوسان شاخص NDVI را طی دو دهه گذشته تأیید کرده‌اند (۱۴،۲۶). در این مطالعه، درصد تغییرات مساحت کلاس‌های مختلف NDVI در طی دوره‌های ۱۰ ساله از ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ پنج کلاس پوشش گیاهی ۰/۱-، ۰/۲-۰/۳، ۰/۳-۰/۴، ۰/۴-۰/۵ و بیش از ۰/۵ را برای هر دوره ۱۰ ساله تعریف و درصد مساحت برای هر یک از کلاس‌های منطقه مورد مطالعه محاسبه گردید. براساس نتایج بدست آمده درصد مساحت کلاس ۰/۱-، ۰/۲-۰/۳ کاهش یافته است به طوری که از ۵۲/۶۱ درصد در سال ۲۰۰۰ به ۴۰/۰۵ درصد در سال ۲۰۲۰ رسیده است. در حالیکه کل درصد تغییرات کلاس‌های ۰/۴-۰/۵ و بیش از ۰/۵ به ترتیب در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۲۰ به ۷/۴۴ و ۰/۹۱ درصد نشان داده است. همچنین در بررسی تغییرات مساحت شاخص پوشش گیاهی NDVI در کلاس‌های مختلف در بازه زمانی ۲۰ ساله کلاس ۰/۱-، ۰/۲-۰/۳ کاهش را نشان داد که این نشان‌دهنده کاهش ۱۹/۵۵ درصدی سطوح برهنه سنگی، ماسه و سطوح برف در کل ایران می‌باشد. کلاس ۰/۴-۰/۲ افزایش چشمگیر پوشش درختچه‌ای و مراتع را با ۱۸/۳۶ درصد را نشان می‌دهد.

بیشترین کاهش پوشش گیاهی در مناطق مرکزی و شرقی کشور مشاهده شده، در حالی که برخی مناطق شمال غربی و جنوب غربی روند افزایشی را تجربه کرده اند. یافته ها حاکی از تاثیر اقلیم خشک، کاهش بارش و احتمالاً فعالیت های انسانی در افت پوشش گیاهی بخش بزرگی از کشور است. از دیدگاه مدیریتی، نتایج این پژوهش نشان می دهد که روند کاهشی شاخص NDVI در بخش قابل توجهی از کشور می تواند هشدار برای تشدید فرایندهای تخریب سرزمین و بیابان زایی باشد. کاهش پوشش گیاهی نه تنها منجر به افزایش فرسایش خاک و کاهش حاصلخیزی اراضی می شود. بلکه می تواند بر چرخه آب، تولید زیست توده و پایداری اکوسیستم های طبیعی نیز تاثیر منفی بگذارد. بنابراین برنامه ریزی برای مدیریت پایدار منابع طبیعی، کنترل چرای دام، احیای مراتع، توسعه پوشش های گیاهی سازگار با اقلیم خشک و استفاده از روش های نوین پایش مانند سنجش از دور و تحلیل سری های زمانی می تواند در کاهش روند تخریب پوشش گیاهی موثر باشد. همچنین استفاده از داده های ماهواره ای با تفکیک مکانی و زمانی مناسب می تواند به عنوان ابزاری کارآمد در سامانه های پایش و هشدار زودهنگام بیابان زایی مورد استفاده قرار گیرد.

در مجموع، نتایج این پژوهش نشان می دهد که اگرچه در برخی مناطق کشور بهبود نسبی پوشش گیاهی مشاهده می شود، اما روند کلی در مقیاس ملی بیانگر شکنندگی اکوسیستم های گیاهی و حساسیت بالای آنها نسبت به تغییرات اقلیمی و فشارهای انسانی است. استمرار پایش پوشش گیاهی و تلفیق داده های سنجش از دور با اطلاعات اقلیمی و مدیریتی می تواند زمینه تصمیم گیری دقیق تر و برنامه ریزی موثرتر برای حفاظت از منابع طبیعی کشور را فراهم کند، بنابراین توسعه اقدامات حفاظتی و بهره برداری پایدار از منابع طبیعی برای کنترل این روند ضروری است.

منابع

1. Ahmad, F., Ghaffar, A., & Akbar, M. (2019). Monitoring drought and vegetation health using MODIS-based indices in arid regions of the Middle East. *Remote Sensing Letters*, 10 (5): 431–440.
2. Bai, Y., Zhuang, C., Zhang, Y., & Han, X. (2018). Ecosystem quality and functioning assessment using NDVI. *Ecological Indicators*, 93 999–1007.
3. Bay, A., Rahimi, H., & Ghorbanian, A. (2021). Monitoring multitemporal vegetation changes using MODIS NDVI and EVI (2000–2019). *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 98, 102289.
4. Didan, K. (2015). MOD13Q1 MODIS/Terra Vegetation Indices 16-Day L3 Global 250m SIN Grid V006 [Data set]. NASA EOSDIS Land Processes DAAC.
5. Duan, H., Yan, G., & Wang, W. (2017). Vegetation dynamics and climate variability in Asian mountainous regions using MODIS data. *Environmental Earth Sciences*, 76(15), 1–12.
6. Eskandari, H., Ahmadi, R., & Shadmehri Toosi, A. (2020). Analysis of NDVI trends in Iran's arid and semi-arid regions using MODIS data. *Journal of Remote Sensing and GIS*, 12.۵۸–۴۵, (۲)
7. Eskandari Dameneh, H., Gholami, H., Telfer, M.W., 2021. Desertification of Iran in the early twenty-first century: assessment using climate and vegetation indices. *Journal of Scientific Report* 11, 20548.
8. Fensholt, R., & Rasmussen, K. (2017). Analysis of trends in vegetation dynamics in semi-arid Africa using GIMMS NDVI. *Remote Sensing of Environment*, 196, 289–302.
9. Gaitán, J. J., Bran, D. E., Oliva, G. E., & Aguiar, M. R. (2013). NDVI and rainfall relationships in arid rangelands of Argentina. *Journal of Arid Environments*, 95, 91–100.
10. Justice, C. O., et al. (2002). An overview of MODIS Land data processing and product status. *Remote Sensing of Environment*, 83(1–2), 3–15.
11. Karandish, F. and Mousavi, S.S., 2018. Climate change uncertainty and risk assessment in Iran during twenty-first century: evapotranspiration and green water deficit analysis. *Journal of Theoretical and Applied Climatology*, 131: 777-791.

12. Karimi, A., Rezaei, M., & Noroozi, A. (2017). Monitoring vegetation dynamics in Khorasan Razavi using MODIS NDVI time series. *Iranian Journal of Natural Resources*, 70, ۲۳-۳۵, (۱)
13. Kou, X., Wang, J., Zhang, L., & Li, Y. (2017). Spatio-temporal patterns of vegetation index (EVI) in the Yellow River Basin (YRB) using MODIS data from 2001 to 2015. *Ecological Indicators*, 80, 323-333.
14. Liu, H., Xiao, J., Li, X., & Ma, Y. (2015). Analyzing spatiotemporal patterns of NDVI and their relationship with climatic factors in China from 2000 to 2013. *Remote Sensing*, 7(2), 12967-12993.
15. Li, Y., Zhou, Q., & Liu, G. (2020). Impact of climate variability on NDVI trends in arid China. *Scientific Reports*, 10(1), 10926.
16. Modarres, R. and Da Silva, V.d.P.R., 2007. Rainfall trends in arid and semi-arid regions of Iran. *Journal of Arid Environments*, 2007: 70: 344-355.
17. Pandey, R. P. (2002). Vegetation indices and remote sensing. In *Remote Sensing in Natural Resource Monitoring and Management* (pp. 112-130). New Delhi: APH Publishing.
18. Pettorelli, N., Vik, J. O., Mysterud, A., Gaillard, J. M., Tucker, C. J., & Stenseth, N. C. (2005). Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. *Trends in Ecology & Evolution*, 20(9), 503-
19. Pettorelli, N., Laurance, W. F., O'Brien, T. G., Wegmann, M., Nagendra, H., & Turner, W. (2016). Satellite remote sensing for applied ecologists: Opportunities and challenges. *Journal of Applied Ecology*, 53(4), 839-848.
20. Pourmanafi, S., Farajzadeh, M., & Alavipanah, S. K. (2019). Assessment of NDVI changes in central Iran in relation to climatic parameters. *Iranian Journal of Remote Sensing*, 11(2), 65-76.
21. Rahmati, O., Melesse, A. M., & Zeinivand, H. (2020). Spatiotemporal monitoring of vegetation cover changes in Northeast Iran using MODIS data. *Environmental Earth Sciences*, 79(5), 1-15.
22. Talebi, M., Jafari, M., & Malekian, A. (2018). Detection of vegetation cover changes using time series of NDVI and trend analysis in central Iran. *Desert*, 23(1), 11-25.
23. Shobeiri S M, Khosravi H, Azarnivan H & Eskandari Dameneh H. (2024). Spatiotemporal Dynamics of Vegetation Cover and Their Relationships with Climate Change and Land Use in North-Eastern Iran. *Journal of rangeland*. 1(18).1-22.
24. Tucker, C. J. (1979). Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote Sensing of Environment*, 8(2), 127-150.
25. Xue, J., Wang, Y., & Zhang, L. (2022). Long-term vegetation trends and climatic impacts in Asia using MODIS NDVI data. *Science of the Total Environment*, 827, 154184.
26. Zhang, Y., & Li, Z. (2015). Trends in NDVI across dryland ecosystems: A 20-year MODIS analysis. *Remote Sensing of Environment*, 164, 1-12.
27. Zhang, G., Yao, T., & Piao, S. (2021). A global analysis of NDVI trends and associated climatic drivers. *Nature Sustainability*, 4(2), 127-136.

Analyzing the trend of vegetation changes in Iran using the NDVI index of MODIS satellite images in the period 2000-2020

Saydeh Marziyeh Shobeiri¹, Hassan Khosravi^{*2}, Hosein Azarnivand², Hadi Eskandari Dameneh³

1. Ph.D. student in Desert Management and Control, Department of Arid and Mountainous Areas Restoration, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
2. Corresponding author, Professor, Department of Arid and Mountainous Areas Restoration, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. Email: hakhsravi@ut.ac.ir
3. PS doctoral Researcher, Department of Arid and Mountainous Areas Restoration, University of Tehran, Karaj, Iran

ARTICLE INFO

Article type:

Research Full Paper

2026; Vol 1, Issue 1

Article History:

Received: 29.09.2025

Revised: 09.02.2026

Accepted: 21.02.2026

Keywords:

NDVI,
Remote sensing,
Vegetation,
MODIS,
Spatio-temporal changes

ABSTRACT

The aim of this study is to analyze the trend of vegetation changes in Iran over a 20-year period from 2000 to 2020 using the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) obtained from MODIS satellite data. In this study, the monthly Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) of 2000, 2010, and 2020 in the period 2000-2021, which was obtained from MODIS (MOD13A2) satellite images, was used. To analyze the trend of changes in monthly NDVI time series data and process them in the GIS software environment, the NDVI index was divided into 5 classes. An examination of the average annual changes in the NDVI index from 2000 to 2020 showed that the highest value of this index was observed in different years in the northern, northwestern parts, and scattered in the western and southwestern parts of Iran. A study of changes in the NDVI index over a 20-year period showed that in the entire area of Iran, this index increased in about 25% of the study area and decreased in about 75% of it during the period 2000 to 2010, 2010 to 2020, and 2000 to 2020, respectively. An examination of the NDVI vegetation index in five classes: 0.1 -0.2, 0.2 -0.4, 0.6 -0.4, and more than 0.6 in the years 2000, 2010, and 2020 shows that these classes accounted for 52.61, 39.02, 6.28, 1.21, and 0.88 percent of the study area in 2000, respectively. Also, these classes accounted for 44.28, 35.36, 17.8, 1.62, and 0.94 percent of the study area in 2010, respectively, and 40.05, 39.21, 18.08, 1.75, and 0.92 percent of the study area in 2020, respectively. An examination of the percentage changes in the area of different NDVI classes in Iran from 2000 to 2020 showed that during this period, the percentage of the area of classes 0.2-0.4 and 0.6-0.4 increased, which was about 18.36 and 0.85% between 2000 and 2020, respectively. The results showed that during this period, a large part of the study area has experienced a decrease in vegetation cover, such

that only 78.20% increase and 22.79% decrease in NDVI were observed. Also, a decrease in coverage was observed in lower classes (0.1-0.4) NDVI and an increase in intermediate classes 0.2-0.4 and 0.4-0.6, indicating an increase in shrub cover and pastures. This study confirms the effective role of remote sensing in analyzing ecosystem changes and vegetation cover at large scales.

Cite this article: Shobeiri S. M., H. Khosravi, H. Azarnivand, H. Eskandari Dameneh. Analyzing the trend of vegetation changes in Iran using the NDVI index of MODIS satellite images in the period 2000-2020. *Journal of New Research in Natural Resources sciences*, 2026, 1 (1): 46-55.

Publisher: University of Malayer Press. DOI: <https://doi.org/10.22034/nrsj.2026.242236>
