

بررسی تغییرات بلندمدت پوشش گیاهی با استفاده از سنجش از دور در مناطق نیمه خشک غرب ایران (مطالعه موردی: شهرستان ایوان، استان ایلام) (مقاله پژوهشی)

- ۱- فهیمه رستمی، دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران.
۲- مرزبان فرامرزی*، دانشیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران.
m.faramarzi@ilam.ac.ir
۳- رضا امیدی پور، استادیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران.

دریافت: ۱۴۰۴/۰۱/۱۹

پذیرش: ۱۴۰۴/۱۰/۱۴

چکیده

پوشش گیاهی از ارکان اساسی در اکوسیستم‌های طبیعی بوده و نقش مهمی در حفاظت خاک، ترسیب کربن و تغییرات اقلیمی داشته و به عنوان شاخصی مهم در ارزیابی عملکرد و سلامت اکوسیستم‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. لازمه مدیریت صحیح پوشش گیاهی اطلاع از شرایط فعلی و روند تغییرات بلندمدت پوشش گیاهی است. با توجه به عدم دسترسی به اطلاعات گذشته پوشش گیاهی، برای بررسی بلندمدت تغییرات پوشش گیاهی، استفاده از فناوری‌های سنجش از دور جهت بررسی تغییرات پوشش گیاهی دارای اهمیت بالایی می‌باشد. در تحقیق حاضر، تغییرات بلند مدت (۲۰۲۴-۲۰۰۰) پوشش گیاهی در شهرستان ایوان در استان ایلام طی پنج دوره زمانی (۲۰۰۰، ۲۰۰۵، ۲۰۱۰، ۲۰۱۵، ۲۰۲۰ و ۲۰۲۴) با استفاده از تصاویر چندزمانه ماهواره لندست مورد بررسی قرار گرفت. در این راستا، ابتدا کلاس‌های مختلف وضعیت پوشش گیاهی (بدون پوشش - <0.1)، فقیر ($0.1-0.12$)، متوسط ($0.12-0.17$)، خوب ($0.17-0.28$) و عالی (>0.28) براساس اطلاعات شاخص NDVI استخراج و مورد بررسی قرار گرفت. همچنین تغییرات پوشش گیاهی (تغییرات افزایشی، بدون تغییر و تغییرات کاهش) در دو دوره زمانی ۱۰ ساله (۲۰۱۰-۲۰۰۰ و ۲۰۲۴-۲۰۱۵) با استفاده از روش تفاضل تصویر و تعیین آستانه تغییرات انجام شد. همچنین برای بررسی معنی‌داری روند تغییرات موجود از آزمون من-کندال استفاده شد. براساس نتایج بدست آمده، کلاس پوشش فقیر، گسترده‌ترین کلاس پوشش گیاهی موجود در منطقه بود که دارای روند کاهش در طول دوره مورد بررسی بوده به طوریکه بیشترین مقدار آن ۸۸/۱ درصد در سال ۲۰۰۰ و کمترین مقدار آن ۳۹/۸ درصد در سال ۲۰۲۰ بوده است. در حالیکه مناطق با پوشش متوسط و خوب دارای روند افزایشی بوده بطوریکه به ترتیب از ۱۰/۷ درصد و ۱ درصد در سال ۲۰۰۰ به ۴۱ درصد و ۱۱/۲ درصد در سال ۲۰۲۴ افزایش یافتند. نتایج آزمون من-کندال نشان داد که مناطق با پوشش فقیر دارای روند کاهش معنی‌دار و مناطق با پوشش متوسط و خوب دارای روند افزایشی معنی‌دار هستند اما مناطق با پوشش عالی و مناطق بدون پوشش فاقد روند معنی‌داری بودند. براساس نتایج روش تفاضل تصویر عمده مناطق در کلاس بدون تغییر قرار داشتند و در طول دوره زمانی ساله‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴، ۹۴/۵ درصد مناطق بدون تغییر باقی ماندند. نتایج بدست آمده از این تحقیق تأکیدی بر کارایی بالای ابزارهای سنجش از دوری از قبیل شاخص‌های پوشش گیاهی در راستای مطالعات بلندمدت پوشش گیاهی بود. همچنین براساس نتایج بدست آمده، پیشنهاد می‌شود که از آنجاییکه افزایش کلاس‌های پوشش متوسط، خوب و عالی ناشی از افزایش اراضی آبی و تبدیل اراضی زراعی به باغ بوده نه بهبود وضعیت جنگل‌ها و مرتع، برنامه‌های مدیریتی و حفاظتی برای بهبود وضعیت مراتع و جلوگیری از تبدیل کاربری‌های منابع طبیعی به کشاورزی در این منطقه مورد توجه قرار گرفته و به گونه‌ای طراحی شوند که موجب افزایش مراتع با پوشش طبیعی گردد و پوشش طبیعی جایگزین کلاس پوشش فقیر شود.

واژگان کلیدی: مدیریت اکوسیستم، تعیین آستانه، تفاضل تصویر، وضعیت پوشش گیاهی، استان ایلام.

مقدمه

پوشش گیاهی که به عنوان اصطلاح کلی برای جوامع گیاهی که سطح زمین را پوشش می‌دهند شناخته می‌شود، جزو اجزای غیرقابل جایگزین اکوسیستم‌های طبیعی است [۴۹] و نقش حیاتی در تنظیم تعادل کربن

جهانی، تغییر شرایط سطح زمین و بازتاب فعالیت‌های انسانی در مقیاس‌های مختلف محلی، منطقه‌ای و جهانی ایفا می‌کند [۳۴]. بنابراین فرآیند تغییر پوشش گیاهی می‌تواند تبادل انرژی، چرخه‌های کربن و فعالیت‌های انسانی را روی سطح زمین تحت تاثیر قرار دهد، زیرا ارتباط بین خاک، جو و آب را برقرار می‌سازد [۵۰]. علاوه بر این، تغییرات پوشش زمین یکی از شاخص‌های مهمی است که برای ارزیابی عملکرد و سلامت اکوسیستم‌ها استفاده می‌شود. از طرفی، درک الگوهای تغییرات پوشش گیاهی، به مدیریت مؤثر منابع طبیعی کمک می‌کند [۱۵]. این تغییرات می‌تواند به‌طور دقیق به وجود آمدن تغییرات در فرآیندهای هیدرولوژیکی، اقلیمی و فعالیت‌های انسانی را به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک منعکس کند. بنابراین ارزیابی تغییرات پوشش گیاهی به‌طور فزاینده‌ای برای مطالعه محیط‌های طبیعی و انسانی و تعامل بین آن‌ها، اهمیت پیدا می‌کند. از این رو، اطلاعات مربوط به تغییرات پوشش گیاهی در طول زمان برای برنامه‌ریزی و مدیریت اراضی از اهمیت بالایی برخوردار است، زیرا پیش‌بینی تغییرات آینده چارچوبی بلندمدت برای بهبود برنامه‌ریزی و مدیریت منابع ارائه می‌دهد [۲].

بطور کلی، دسترسی به داده‌های قابل اعتماد و به‌روز در مورد پوشش گیاهی و تغییرات آن برای پایش، برنامه‌ریزی و کاربردهای مدیریتی ضروری است [۱۶، ۴۸]. در روش‌های سنتی، تغییرات پوشش گیاهی از طریق مطالعات میدانی و جمع‌آوری نمونه‌ها برای تجزیه و تحلیل در آزمایشگاه ارزیابی می‌شد، که این فرآیند به‌ویژه در مناطقی با وسعت بالا، پرهزینه و هم‌زمان بر است [۲]. امروزه سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) و سنجش از دور تکنیک‌های ارزشمندی برای ارزیابی و شناسایی تغییرات در پوشش گیاهی هستند [۲۷]، و از آنجاییکه جمع‌آوری اطلاعات با روش‌های سنتی در مورد تغییرات پوشش گیاهی بسیار مشکل و پرهزینه است [۳۰]، استفاده از داده‌های ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) ابزارهای بسیار مفید و قدرتمندی برای تحلیل، تشخیص تغییرات پوشش و بررسی گسترش کاربری‌های اراضی مختلف می‌باشند [۱۶]. بطور ساده، GIS یک سامانه

اطلاعاتی انعطاف‌پذیر است که برای جمع‌آوری، ذخیره‌سازی و تجزیه و تحلیل داده‌های مختلف از جمله داده‌های محیط‌زیستی استفاده می‌شود و اطلاعات رقومی ضروری برای تشخیص تغییرات پوشش گیاهی را نمایش می‌دهد [۹، ۴۳]. این سیستم به محققین کمک می‌کند تا داده‌های دقیق و به‌روزی را که در مورد تغییرات پوشش گیاهی به‌دست آید را تحلیل و تغییرات بلندمدت پوشش گیاهی را آشکار نماید [۲۸]. علاوه بر این، GIS در زمینه مطالعات پوشش گیاهی معمولاً برای شناسایی مناطقی که تغییرات در آن‌ها رخ داده یا احتمالاً رخ خواهد داد، به‌کار می‌رود [۲]. همچنین تصاویر ماهواره‌ای که مهمترین منبع اطلاعات در سنجش از دور بشمار می‌روند، دارای ویژگی‌های پوشش زمانی و مکانی گسترده و تداوم بالا هستند و به‌عنوان ابزاری مؤثر برای بررسی و ارزیابی پوشش گیاهی و کسب اطلاعات زیست‌محیطی، بخصوص برای دوره‌های زمانی که قابل دسترسی نبوده، مورد استفاده قرار گرفته‌اند [۴۴]. در این راستا، استفاده از شاخص‌های پوشش گیاهی از مهم‌ترین ابزارهای سنجش از دور در راستای مطالعات مختلف از جمله پوشش گیاهی هستند. بطور کلی، شاخص‌های پوشش گیاهی مبتنی بر تصاویر ماهواره‌ای سعی دارند تا با استفاده از روابط ریاضی بین باندهای مختلف تصاویر ماهواره‌ای نماینده مناسبی را برای متغیرهای مختلف محیطی از قبیل پوشش گیاهی معرفی نمایند. در این بین، شاخص تفاضلی نرمال‌شده پوشش گیاهی^۱ (NDVI) مهم‌ترین و مرسوم‌ترین شاخص برای مطالعات پوشش گیاهی در دنیا بشمار می‌رود [۵]. در همین زمینه، بسیاری از مطالعات پیشین از برای تحلیل پوشش گیاهی در مقیاس‌های مختلف محلی، منطقه‌ای، قاره‌ای و جهانی استفاده کرده‌اند [۳۳]. بطور کلی، شاخص‌های طیفی پوشش گیاهی که با استفاده از داده‌های سنجش از دور استخراج می‌شوند، به‌طور گسترده مورد استفاده قرار گرفته‌اند و در زمینه‌های مختلفی مانند تجزیه و تحلیل زیتوده روزمینی، پوشش گیاهی، تنش گیاهی، سلامت گیاهان، تولید محصولات کشاورزی و شناسایی تغییرات دارای کاربرد هستند [۲۱، ۱۸، ۴۰]. پژوهش‌های

¹ Normalized Difference Vegetation Index

خوبی نشان داد که میزان پوشش در این منطقه افزایش یافته است.

همچنین سبحانی و ملانوری (۱۴۰۳) تحقیقی با هدف بررسی تغییرات پوشش گیاهی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست و شاخص NDVI در شهرستان کوثر در استان اردبیل انجام دادند که نتیجه آن بیانگر کاهش پوشش گیاهی بود.

از دیگر تحقیق‌هایی که در این زمینه در ایران انجام شده است می‌توان به مطالعه کرمانی و همکاران (۱۳۹۶) اشاره کرد که به ارزیابی تغییرات پوشش گیاهی در مناطق خشک و نیمه‌خشک با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و شاخص‌های گیاهی از جمله شاخص NDVI در منطقه توران استان سمنان پرداختند. نتیجه تحقیق آنها به‌خوبی مناطقی که روند کاهشی و یا افزایشی داشتند آشکار ساخت.

ایران کشوری با آب و هوای خشک و نیمه‌خشک بوده و پوشش گیاهی اهمیت زیادی در زندگی ساکنان آن، بخصوص در غرب کشور داشته است. در این بین استان ایلام یکی از مناطق غربی کشور بوده که پوشش گیاهی آن در دهه‌های اخیر به دلیل وقوع خشکسالی و ترسالی‌های متوالی [۴]، وقوع آتش سوزی [۱]، تغییرات کاربری‌اراضی [۱۲]، پدیده ریزگرد [۲۴ و ۲۵] و همچنین عدم مدیریت چرای دام مناسب [۲۲] دچار تغییرات زیادی (افزایشی یا کاهشی) شده است. اما تاکنون مطالعه دقیقی این تغییرات را مورد مطالعه قرار نداده است. به همین دلیل، تحقیق حاضر در صدد است تا با استفاده از تصاویر سری زمانی ماهواره لندست، تغییرات پوشش گیاهی را دوره زمانی ۲۵ سال گذشته مورد بررسی قرار دهد. نتایج این تحقیق علاوه بر افزایش اطلاعات در زمینه شرایط کنونی و تغییرات پوشش گیاهی، اطلاعات مناسبی را برای مدیران محلی و منطقه‌ای در راستای مدیریت صحیح پوشش گیاهی فراهم می‌نماید.

روش تحقیق

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در این تحقیق شهرستان ایوان، واقع در استان ایلام با مساحتی برابر ۸۷۷۱۰ هکتار می‌باشد.

زیادی نشان‌دهنده‌ی نقش مهم و کاربرد سنجش از دور در پایش تغییرات پوشش گیاهی هستند.

برای مثال، Pham و همکاران (۲۰۲۴) با هدف بررسی پوشش و کاربری زمین استان Binh Duong در ویتنام از داده‌های سنجش از دور و GIS استفاده کردند. آنها داده‌های سنجش از دور را به‌منظور مدلسازی پوشش و کاربری زمین استفاده کردند که این امر به خوبی تغییرات را آشکار کرده است.

در تحقیقی دیگر، Kumar و همکاران (۲۰۲۰) از تجزیه و تحلیل داده‌های سری زمانی ماهواره لندست و تکنیک‌های سنجش از دور برای بررسی تغییر کاربری زمین/ پوشش زمین در منطقه هاریدوار در هند استفاده کردند که این روش تخریب در چار چوب باغات و پوشش گیاهی طی دوره زمانی ۲۱ سال را به‌خوبی آشکار ساخته‌اند.

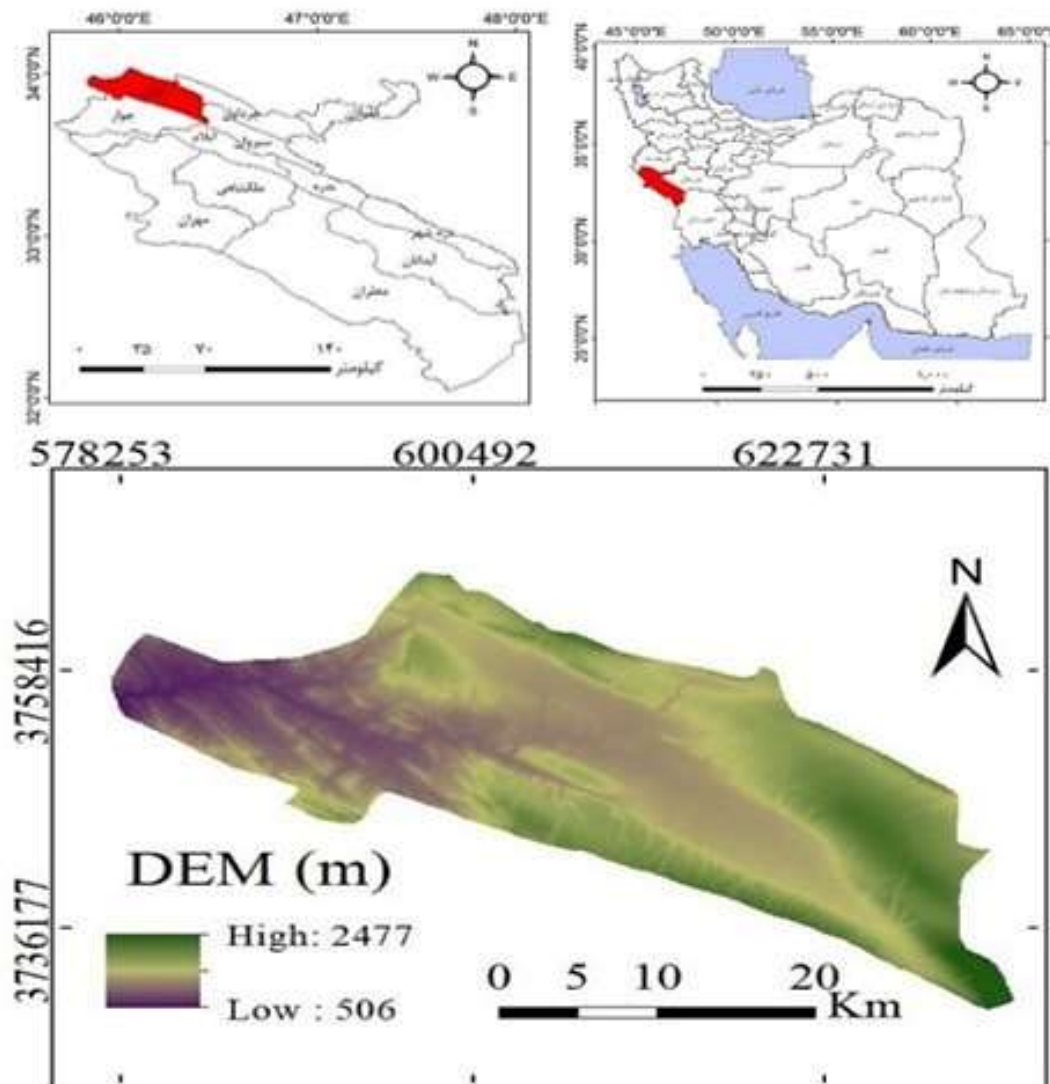
Almalki و همکاران (۲۰۲۲) با هدف بررسی و مرور سنجنده‌های ماهواره‌ای سنجش از دور و روش‌های مورد استفاده برای پایش و نقشه‌برداری تغییرات پوشش گیاهی در مناطق خشک و نیمه‌خشک، تحقیقی انجام دادند و با بررسی پژوهش‌های پیشین با این مضمون به این نتیجه رسیدند که داده‌های سنجش از دور برای پایش و نقشه‌برداری از تغییرات پوشش گیاهی مفید هستند و به‌طور گسترده‌ای برای شناسایی، ارزیابی و نقشه‌برداری این تغییرات در مناطق مختلف استفاده شده‌اند.

در ایران نیز سبزقبایی و همکاران (۱۴۰۱) با استفاده از سنجش از دور، تصاویر ماهواره لندست و تهیه نقشه طبقه‌بندی شاخص NDVI به بررسی و آشکارسازی تغییرات پوشش گیاهی منطقه ماله گاله در استان فارس پرداختند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که سنجش از دور، تصاویر ماهواره‌ای لندست و شاخص NDVI در آشکارسازی تغییرات پوشش زمین در این منطقه مؤثر واقع شده‌اند.

در تحقیقی دیگر، مناف‌فر و همکاران (۱۴۰۱) به بررسی تغییرات پوشش گیاهی و آب تالاب کانی‌برازان در شهرستان مهاباد با استفاده از تصاویر ماهواره لندست ۸ و تهیه نقشه شاخص NDVI در طول دوره زمانی ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۶ انجام دادند که نتایج بررسی با سنجش از دور به

مختلف در محدوده مدیترانه‌ای تا نیمه‌خشک قرار دارد. همچنین میانگین دمای حداکثر سالانه ۲۲۳/۲ و میانگین حداقل دمای سالانه ۱۰/۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. حداکثر ارتفاع این منطقه ۲۴۷۷ و کمترین ارتفاع آن ۵۰۶ متر می‌باشد (شکل ۱).

این شهرستان در طول جغرافیایی ۴۶° ۲۶' تا ۴۵° ۵۰' و عرض جغرافیایی ۳۴° ۲' تا ۳۳° ۴۱' قرار دارد. براساس اطلاعات هواشناسی ایستگاه سینوپتیک ایوان (۱۴۰۳-۱۳۷۸)، میانگین بارندگی بلندمدت سالانه در این منطقه ۶۶۷/۷ میلی‌متر بوده و اقلیم آن براساس طبقه‌بندی‌های



شکل ۱- نقشه رقومی ارتفاعی (DEM) منطقه مورد مطالعه و موقعیت آن در استان ایلام و غرب ایران

جمع‌آوری اطلاعات

تصاویر ماهواره‌ای، منبع اصلی داده برای نقشه‌های پوشش زمین در مقیاس منطقه‌ای تا جهانی هستند [۱۷]. برای انجام این پژوهش از تصاویر ماهواره‌ای سری زمانی لندست با سنجنده‌های مختلف OLI و TM استفاده گردید. داده‌های ماهواره‌ای لندست به دلیل داشتن سابقه طولانی داده و وضوح فضایی نسبتاً بالای آن، پرکاربردترین نوع داده برای مطالعات پوشش زمین هستند [۱۷].

این تصاویر از سازمان زمین شناسی آمریکا^۱ به آدرس USGS.gov با مشخصاتی که در جدول ۱ ارائه شده است، تهیه شدند. لازم به ذکر است که با توجه به فنولوژی رویش گیاهان در منطقه مورد نظر (اواخر اردیبهشت تا اواخر خرداد) و وجود تصاویر مناسب در این زمان دلیل انتخاب این زمان از تصاویر می‌باشد. در این تحقیق از تصاویر اصلاح شده که تحت عنوان LnadSat Level-2 and Collection-2 می‌باشند، برای کاهش خطای تصاویر

ماهواره‌ای، استفاده شد که تصحیحات مورد نیاز روی آنها انجام شده است [۳۰].

جدول ۱- مشخصات تصاویر ماهواره‌ای استفاده شده در این تحقیق

ماهواره	سنجنده	تاریخ تصویر	ابرنای (درصد)	خطای هندسی (متر)
لندست ۵	TM	۱۳۷۹/۳/۲۴ ۲۰۰۰/۶/۱۳	۰.۰۰	۴.۶۴
لندست ۵	TM	۱۳۸۴/۳/۲۱ ۲۰۰۵/۶/۱۱	۰.۰۰	۴.۵۸
لندست ۵	TM	۱۳۸۹/۴/۴ ۲۰۱۰/۶/۲۵	۰.۰۰	۴.۴۵
لندست ۸	OLI	۱۳۹۴/۳/۱۷ ۲۰۱۵/۶/۷	۰.۰۰	۵.۳۰
لندست ۸	OLI	۱۳۹۹/۳/۱۵ ۲۰۲۰/۶/۴	۰.۰۰	۵.۸۰
لندست ۸	OLI	۱۴۰۳/۳/۲۶ ۲۰۲۴/۶/۱۵	۰.۰۰	۵.۹۲

محاسبه شاخص پوشش گیاهی

شاخص‌های پوشش گیاهی (VIs) استخراج شده از داده‌های پوشش گیاهی حاصل از سنجش از دور، الگوریتم‌هایی نسبتاً ساده اما بسیار مؤثر برای ارزیابی کمی و کیفی پوشش گیاهی، میزان سرزندگی و پویایی رشد آن هستند و در طیف گسترده‌ای از کاربردهای علمی و عملی مورد استفاده قرار می‌گیرند [۴۶]. برای انجام این پژوهش، از شاخص پرکاربرد NDVI استفاده شد. با توجه به وجود حداقل و حداکثر بازتابش پوشش گیاهی زنده در دو باند قرمز و مادون قرمز نزدیک، شاخص NDVI از نسبت تفاضل به مجموع دو باند قرمز و مادون قرمز نزدیک برای تعیین کردن مقدار پوشش گیاهی استفاده می‌کند [۳۲]. این شاخص برای اولین بار توسط Rouse (۱۹۷۳) معرفی و براساس رابطه (۱) محاسبه می‌شود:

$$\text{رابطه (۱): } \text{NDVI} = \frac{\text{NIR} - \text{RED}}{\text{NIR} + \text{RED}}$$

که در آن NIR بازتاب در باند مادون قرمز نزدیک و RED بازتاب در باند قرمز است. مقدار عددی شاخص NDVI از ۱- تا ۱+ متغیر می‌باشد که مقادیر منفی تا صفر بیانگر مناطق بدون پوشش گیاهی مانند مناطق شهری، خاک/زمین برهنه، آب و یخ هستند در حالیکه مقادیر مثبت نشان دهنده وجود پوشش گیاهی بوده و با افزایش

مقدار آن، مقدار و تراکم پوشش گیاهی افزایش می‌یابد [۸].

بررسی روند تغییرات مکانی و زمانی پوشش گیاهی

ابتدا نقشه‌های پوشش گیاهی براساس شاخص NDVI و برای سال‌های ۲۰۰۰، ۲۰۰۵، ۲۰۱۰، ۲۰۱۵، ۲۰۲۰ و ۲۰۲۴ تهیه شدند. سپس با استفاده از دو روش طبقه‌بندی نقشه و تفاضل تصویر، تغییرات کلاس‌های وضعیت پوشش و تغییرات پوشش مورد بررسی قرار گرفت. در روش اول (طبقه‌بندی نقشه پوشش)، براساس دامنه‌های مشخصی از مقادیر شاخص NDVI، کلاس‌های وضعیت مختلف پوشش گیاهی مشخص خواهند شد. براساس این روش، اطلاعات مقدار شاخص NDVI، پس از تهیه به ۵ کلاس (بدون پوشش، پوشش فقیر، پوشش متوسط، پوشش خوب، پوشش عالی) کلاس‌بندی می‌گردد. با توجه به اینکه اقلیم منطقه مورد مطالعه نیمه خشک می‌باشد، در این تحقیق از آستانه‌های پیشنهادی توسط Jafari و همکاران (۲۰۱۷) و Faramarzi و همکاران (۲۰۱۸) که برای مناطق خشک و نیمه خشک استان‌های اصفهان و ایلام ارائه شده است استفاده گردیده است (جدول ۲).

جدول ۲- دامنه‌های تعیین شده برای کلاس‌بندی وضعیت پوشش گیاهی [۱۱]

وضعیت پوشش	حداقل شاخص NDVI	حداکثر شاخص NDVI
بدون پوشش	کمتر از ۰/۰۱	۰/۰۱
پوشش گیاهی فقیر	۰/۰۱	۰/۱۲

۰/۱۷	۰/۱۲	پوشش گیاهی متوسط
۰/۲۸	۰/۱۷	پوشش گیاهی خوب
بیش از ۰/۲۸	۰/۲۸	پوشش گیاهی عالی

مناسب و مشخصی برای تعیین دقیق آستانه تغییرات بود، استفاده شد.

بررسی روند تغییرات با استفاده از آزمون من-کندال
یکی از آزمون‌های ناپارامتریک پرکاربرد برای تشخیص روند در سری‌های زمانی، آزمون من کندال است [۲۰] و [۲۸]. آزمون روند من-کندال از آزمون همبستگی رتبه‌ای برای دو گروه از مشاهدات ارائه شده توسط Kendall (۱۹۵۵) بدست آمده است. در آزمون روند من-کندال، همبستگی بین ترتیب رتبه‌ای مقادیر مشاهده شده و ترتیب آنها در زمان در نظر گرفته می شود. فرضیه صفر برای آزمون من کندال این است که داده ها مستقل و به صورت تصادفی مرتب شده اند، یعنی هیچ روند یا ساختار همبستگی سریالی در بین مشاهدات وجود ندارد [۱۰]. در این تحقیق و پس از بررسی تغییرات کلاس‌های مختلف پوشش گیاهی براساس دو روش مورد استفاده، جهت تعیین معنی‌داری روند تغییرات از آزمون من-کندال استفاده شده است.

نتایج

تغییرات کلاس‌های پوشش گیاهی

با توجه به نقشه‌های حاصل از طبقه‌بندی وضعیت پوشش گیاهی، مهم‌ترین کلاس پوشش که بیشترین تغییرات را در طول سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴ داشته است، کلاس پوشش فقیر بوده که از سال ۲۰۰۰ تا سال ۲۰۲۴ مقدار چشمگیری از مساحت آن کاسته شده است (شکل ۲). شکل (۳) نشانگر مساحت کلاس‌های پوشش گیاهی می‌باشد که براساس آن بیشترین مساحت کلاس پوشش فقیر در سال ۲۰۰۰ و ۸۸/۱ درصد (۷۵۵۸۳ هکتار) از کل منطقه و کمترین مساحت آن در سال ۲۰۲۰ و ۳۹/۸ درصد (۳۴۱۵۷ هکتار) از منطقه را تشکیل داده است. به همین دلیل این مقدار باعث افزایش کلاس متوسط، خوب و عالی شده است. به طوریکه بیشترین میزان کلاس پوشش

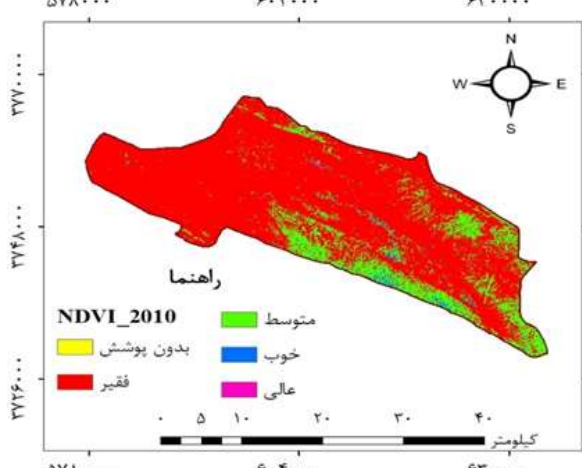
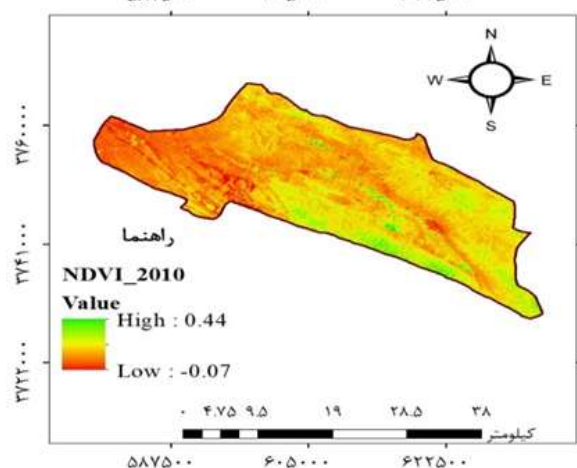
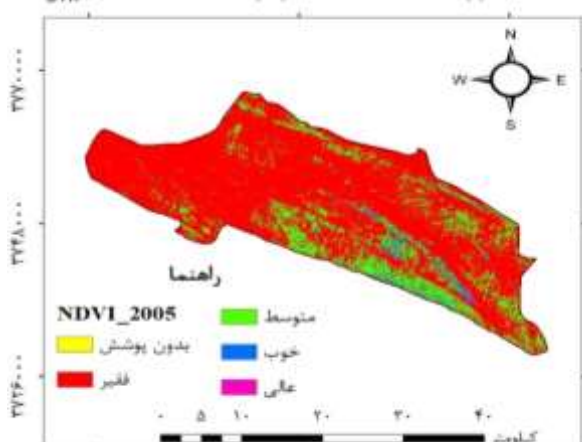
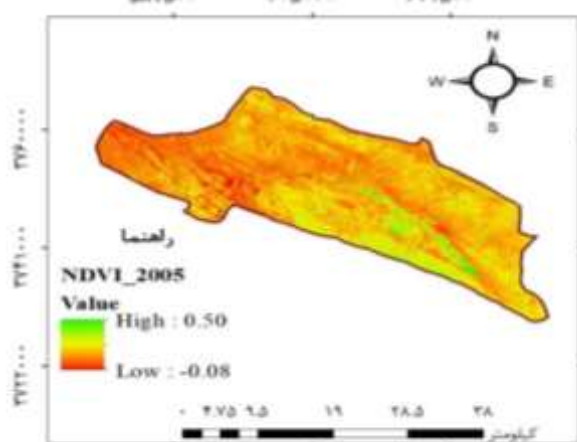
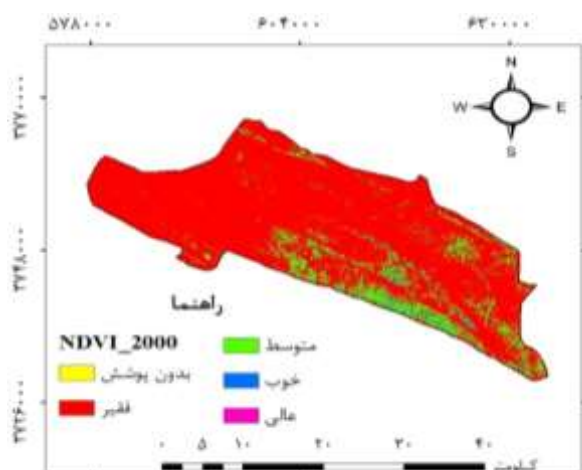
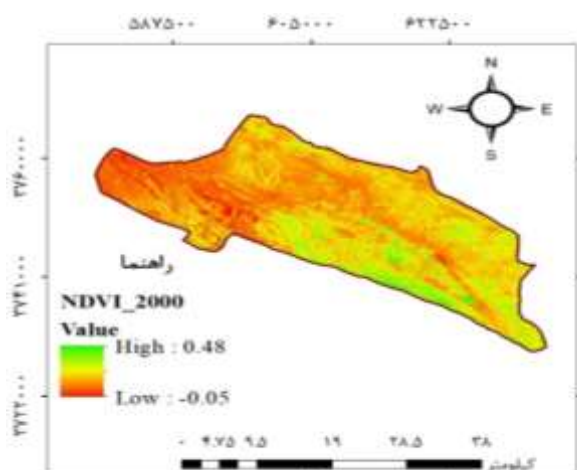
روش دوم (روش تفاضل)، یکی از روش‌های مرسوم بررسی تغییرات پوشش گیاهی است (منبع). در این روش، تفاوت تصویر با کم کردن مقدار DN (عدد دیجیتال هر پیکسل) یک تاریخ از مقدار DN همان پیکسل برای تاریخ دیگری انجام می شود [۲۷] که طبق رابطه زیر می‌باشد:
$$D_x = X(t_2) - X(t_1) + C$$

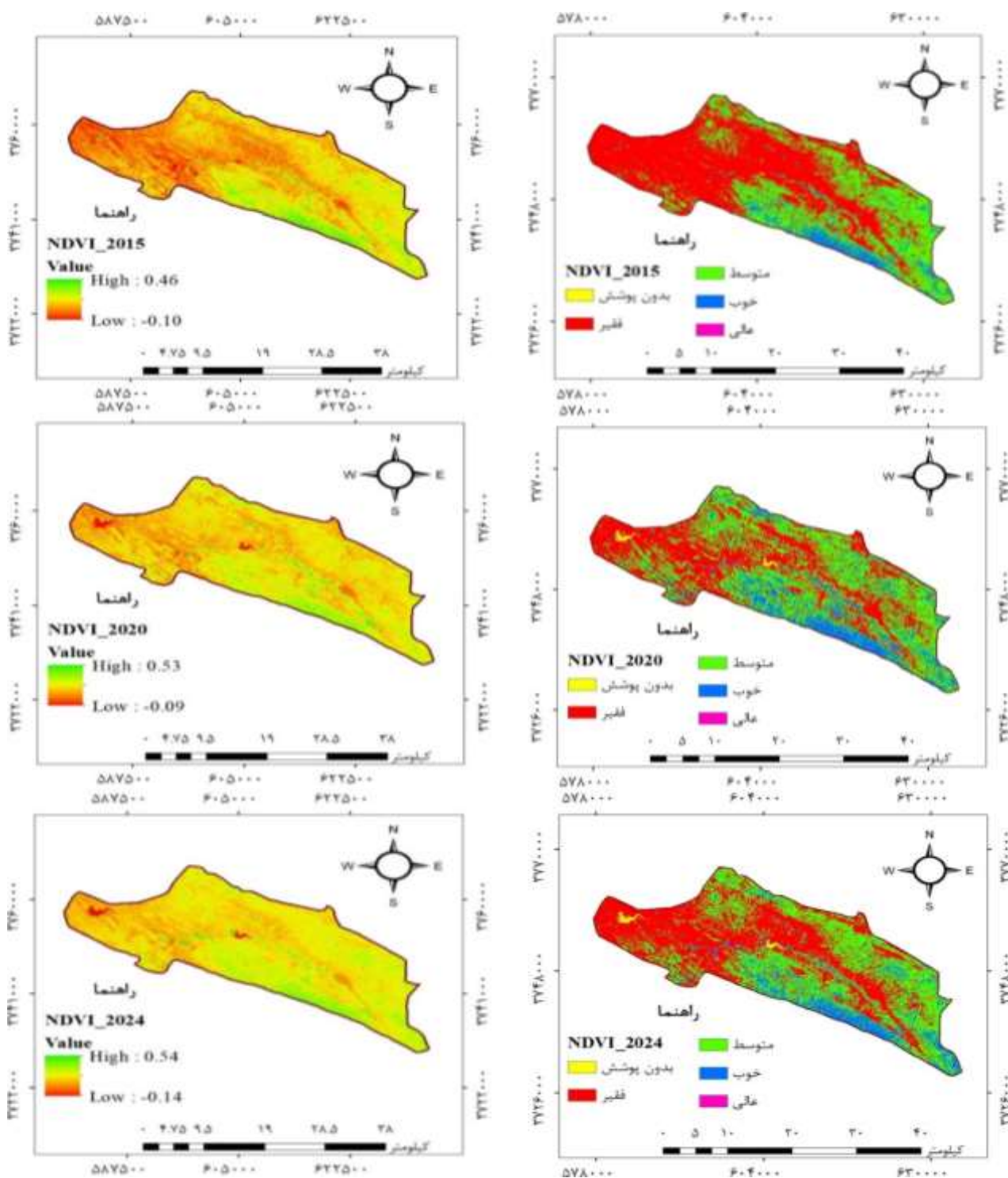
رابطه (۲):
در رابطه فوق X ارزش پیکسل، C عدد ثابت، t_1 تاریخ اول، t_2 تاریخ دوم، می‌باشد. نتیجه‌ی اعمال این فرمول روی تصاویر یا شاخص پوشش گیاهی ایجاد یک خروجی با مقادیر مثبت (نشان‌دهنده تغییرات افزایشی)، منفی (نشان‌دهنده تغییرات کاهش) و صفر (نشان دهنده عدم تغییر مثبت و منفی بین دو تاریخ) خواهد بود [۴۱]. تکنیک تفاوت تصویر در بسیاری از برنامه‌ها استفاده می‌شود. می‌توان آن را نه تنها برای تصاویر دو تاریخ مختلف، بلکه برای مقایسه اطلاعات شاخص پوشش گیاهی به‌دست آمده از چندین تاریخ تصویرسازی نیز اعمال کرد. این یک فرآیند ساده برای کم کردن دو زمان مختلف پیکسل به پیکسل برای ایجاد تصویر متمایز است [۴۲]. برای مشخص کردن مناطق تغییر یافته و بدون تغییر نیاز به تعیین آستانه عددی برای تفکیک این مناطق از یکدیگر می‌باشد [۴۳]. به‌عبارتی دیگر، مشخص کردن مرز بین مناطق تغییر یافته و بدون تغییر نیازمند تعیین آستانه برای طبقه‌بندی آن‌ها به سه کلاس مدنظر می‌باشد. بطور کلی، برای تعیین آستانه‌های کلاس‌بندی نقشه‌ها دو روش آماری (Statistical method) و آزمون و خطا (Tertial and error) وجود دارد [۳].

در این تحقیق با استفاده از آزمون و خطا و مقایسه نقشه‌های بدست آمده از کلاس‌بندی با نقشه‌های خام آستانه‌های مناسب بدست آورده شدند. لازم به ذکر است استفاده از روش تعیین آستانه براساس آزمون خطا منوط به داشتن اطلاعات دقیق مناطق دچار تغییر است. در این تحقیق با توجه به احداث دو سد (سدکنگیر ۱۳۷۸_۱۳۹۴، سد سومار ۱۳۸۹_۱۳۹۸)، که معیاری

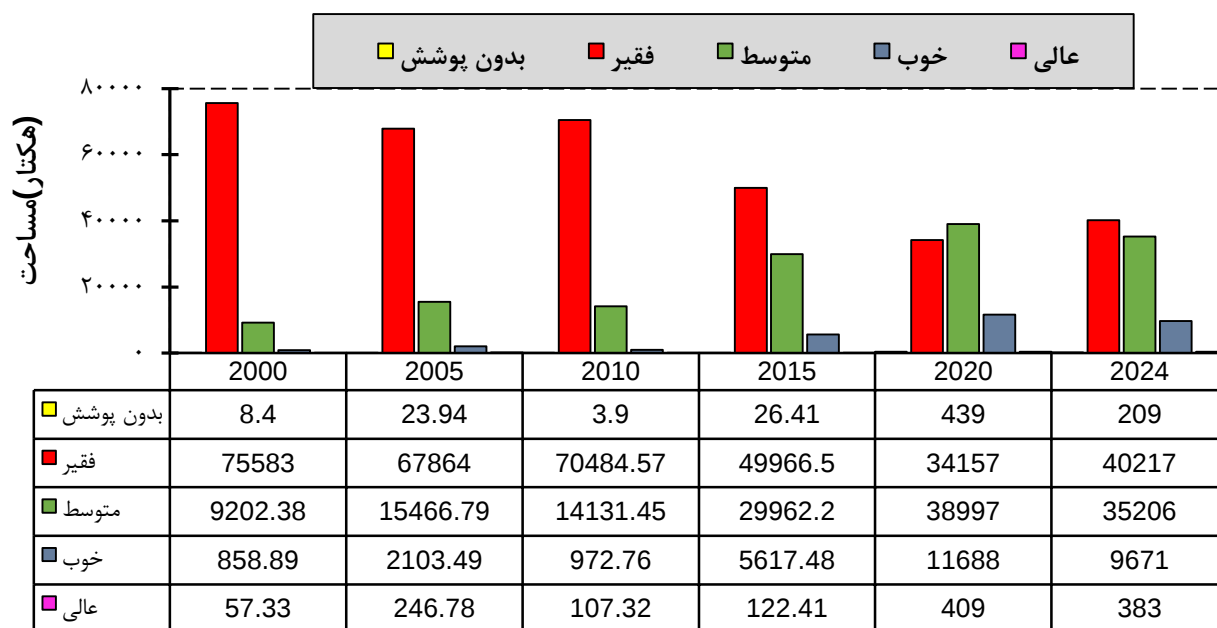
طوریکه مساحت کلاس بدون پوشش در سال ۲۰۰۰ برابر با ۰/۱ درصد (۸/۴ هکتار) و در سال ۲۰۲۴ برابر با ۰/۲ درصد (۲۰۹ هکتار) و کلاس پوشش عالی از ۰/۰۷ درصد (۵۷/۳۳ هکتار) به ۰/۴ درصد (۳۸۳ هکتار) بوده‌است.

متوسط در سال ۲۰۲۰ و ۴۵/۵ درصد (۳۸۹۹۷ هکتار) و کمترین میزان آن در ۱۰/۷ درصد (۹۲۰۲/۳۸ هکتار) منطقه را تشکیل داده است. در این بین کوچکترین کلاس‌ها مربوط به کلاس‌های بدون پوشش و عالی بوده‌اند که تغییرات آن‌ها در طول دوره زمانی چشمگیر نبوده به





شکل ۲- نقشه‌های شاخص NDVI و کلاس‌بندی وضعیت پوشش آن‌ها در دوره زمانی ۲۰۰۰_۲۰۲۴



شکل ۳- مساحت کلاس‌های وضعیت‌های مختلف پوشش گیاهی

روش تفاضل

۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴ تعریف گردید. سپس نقشه تفاضل برای

هر دوره محاسبه و در نهایت با استفاده از روش آزمون و خطا آستانه تغییر برای تعیین کلاس‌های مختلف تغییر / بدون تغییر تعیین شد (جدول ۳).

برای بررسی تغییرات پوشش گیاهی براساس روش تفاضل تصویر، ابتدا سه دوره زمانی مختلف، دوره اول ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰، دوره دوم ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۴ و دوره سوم (کل دوره)

جدول ۳- دامنه تغییرات برای کلاس‌های مختلف تغییرات پوشش در دوره‌های مختلف

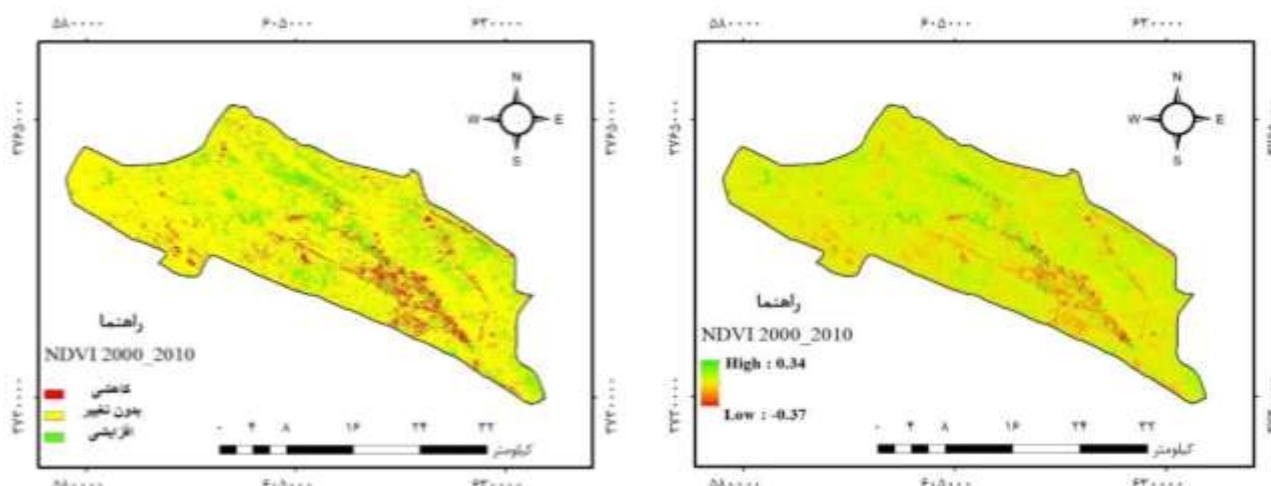
دوره زمانی	کلاس تغییرات	شاخص NDVI دامنه تغییرات کلاس
۲۰۰۰-۲۰۱۰	کاهشی	۰.۰۱ - ۰.۳۷
	بدون تغییر	۰.۰۱ - ۰.۲۵
	افزایشی	۰.۲۵ - ۰.۳۴
۲۰۱۵-۲۰۲۴	کاهشی	۰.۰۲ - ۰.۴۳
	بدون تغییر	۰.۰۲ - ۰.۰۳
	افزایشی	۰.۰۳ - ۰.۴۴
۲۰۰۰-۲۰۲۴	کاهشی	۰.۰۲ - ۰.۳۳
	بدون تغییر	۰.۰۲ - ۰.۰۷
	افزایشی	۰.۰۷ - ۰.۴۴

بررسی تغییرات شاخص پوشش در دوره زمانی

۲۰۰۰-۲۰۱۰

هکتار) را دربر می‌گیرد در کلاس بدون تغییر قرار گرفتند. از مساحت باقی مانده ۱۲ درصد از تغییرات افزایشی و ۵/۷ درصد از مناطق تغییر کاهشی داشتند (شکل ۴). مناطقی که تغییرات افزایش داشتند بیشتر مناطق شمالی، شمال شرقی و مرکزی بوده و مناطقی که پوشش کاهشی در این دوره داشتند بیشتر مناطق جنوب شرقی بوده‌اند.

براساس نقشه‌های کلاس‌بندی شده حاصل از تفاضل نقشه‌ها در دوره‌های زمانی مشخص شده و مقادیر NDVI، در دوره زمانی اول (۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰) عمده مناطق که مساحتی حدود ۸۲/۲ درصد (۷۶/۷۲۰۹۴) را

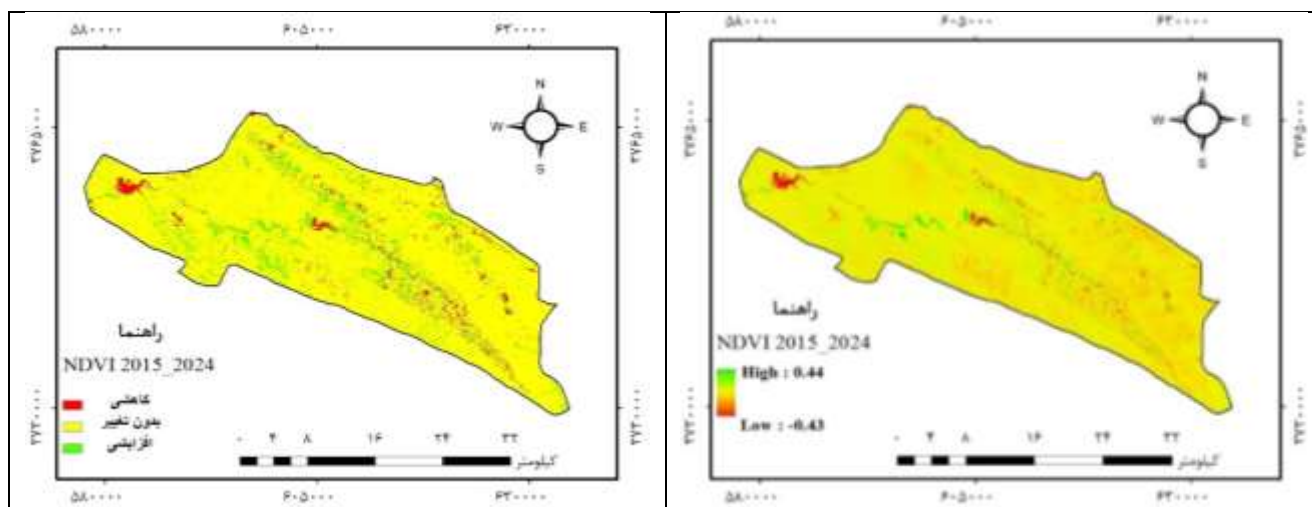


شکل ۴- تغییرات شاخص NDVI در دوره زمانی ۲۰۱۰_۲۰۰۰

بررسی تغییرات شاخص پوشش در دوره زمانی ۲۰۲۴-۲۰۱۵

در این دوره نیز مساحت مناطقی که پوشش گیاهی آنها بدون تغییر مانده بیشترین مقدار را دارد (۸۹/۲ درصد). میزان مناطقی که تغییرات افزایشی داشتند ۷/۷ درصد و

مساحت مناطقی که دارای تغییرات کاهشی بوده‌اند ۳ درصد می‌باشد (شکل ۵). که مناطق افزایشی بیشتر مناطق جنوب غربی و مرکزی و مناطقی که پوشش کاهشی داشتند بیشتر در مناطق غربی و مرکزی منطقه بودند.

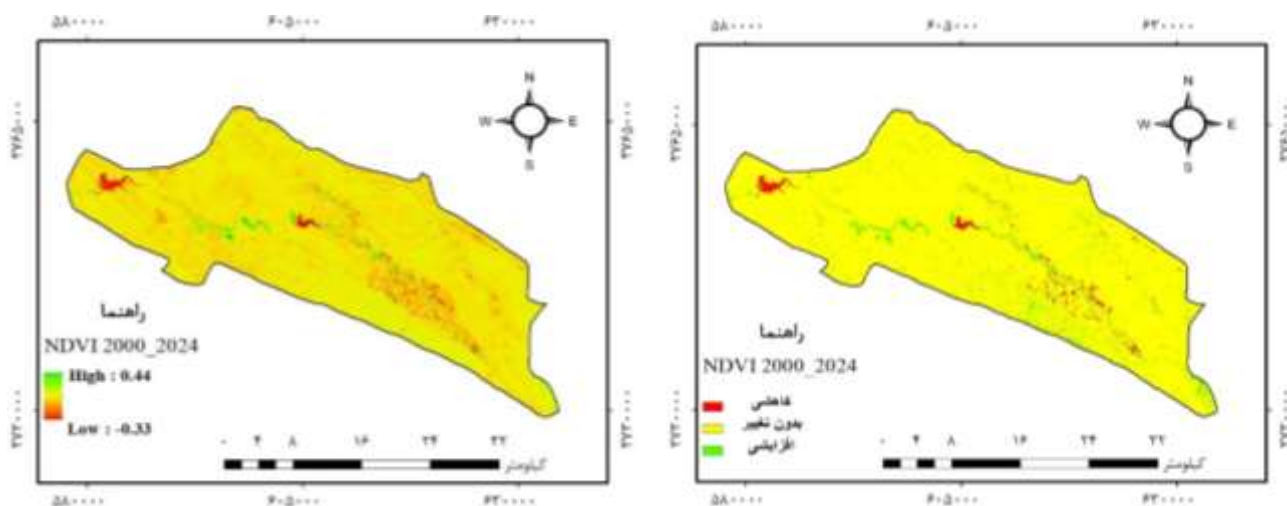


شکل ۵- تغییرات شاخص NDVI در دوره زمانی ۲۰۲۴_۲۰۱۵

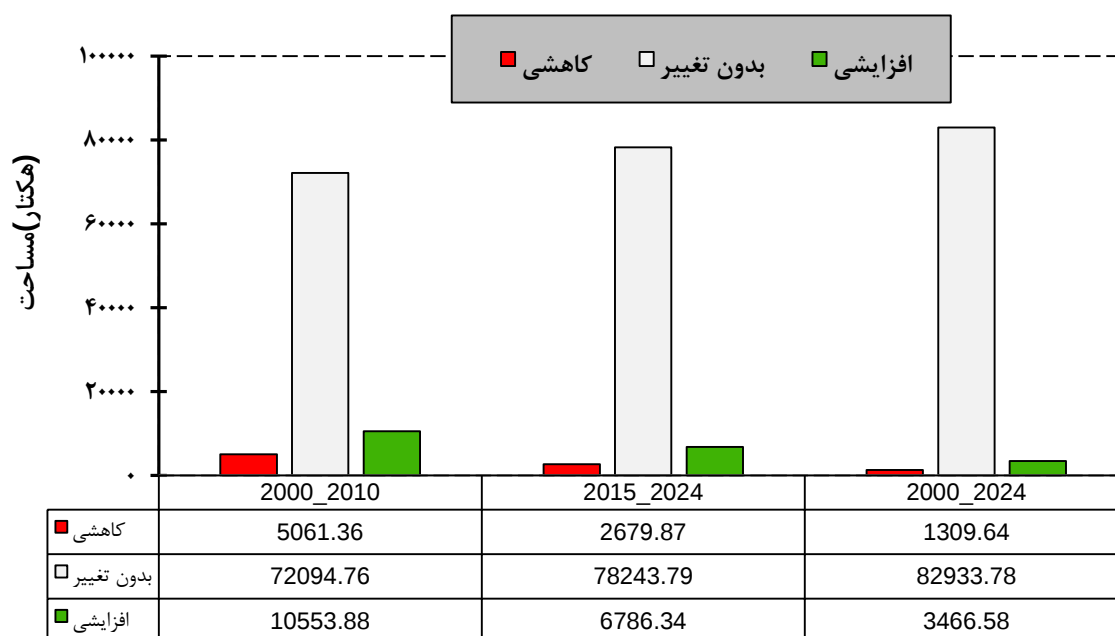
بررسی تغییرات شاخص پوشش در دوره زمانی ۲۰۲۴-۲۰۰۰

در دوره زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴ ۹۴/۵ درصد (۸۲۹۳۳/۷۸ هکتار) از مساحت کل مراتع بدون تغییر بوده‌اند و کلاس‌های تغییرات افزایشی با ۱/۴ درصد (۱۳۰۹/۶۴ هکتار) و کاهشی با ۳/۹ درصد (۳۴۶۶/۵۸ هکتار) مساحت

ناچیزی از مراتع را پوشش دادند (شکل ۶). عمده تغییرات کاهشی در مناطق غربی و مرکزی اتفاق افتاده است درحالی که تغییرات افزایشی مربوط به مناطق مرکزی متمایل به غرب، مناطق مرکزی و مناطق جنوب شرقی است.



شکل ۶- تغییرات شاخص NDVI در دوره زمانی ۲۰۰۰_۲۰۲۴



شکل ۷- مساحت کلاس‌های مختلف تغییرات پوشش گیاهی در دوره‌های مختلف بر حسب هکتار

بررسی آماری روند تغییرات

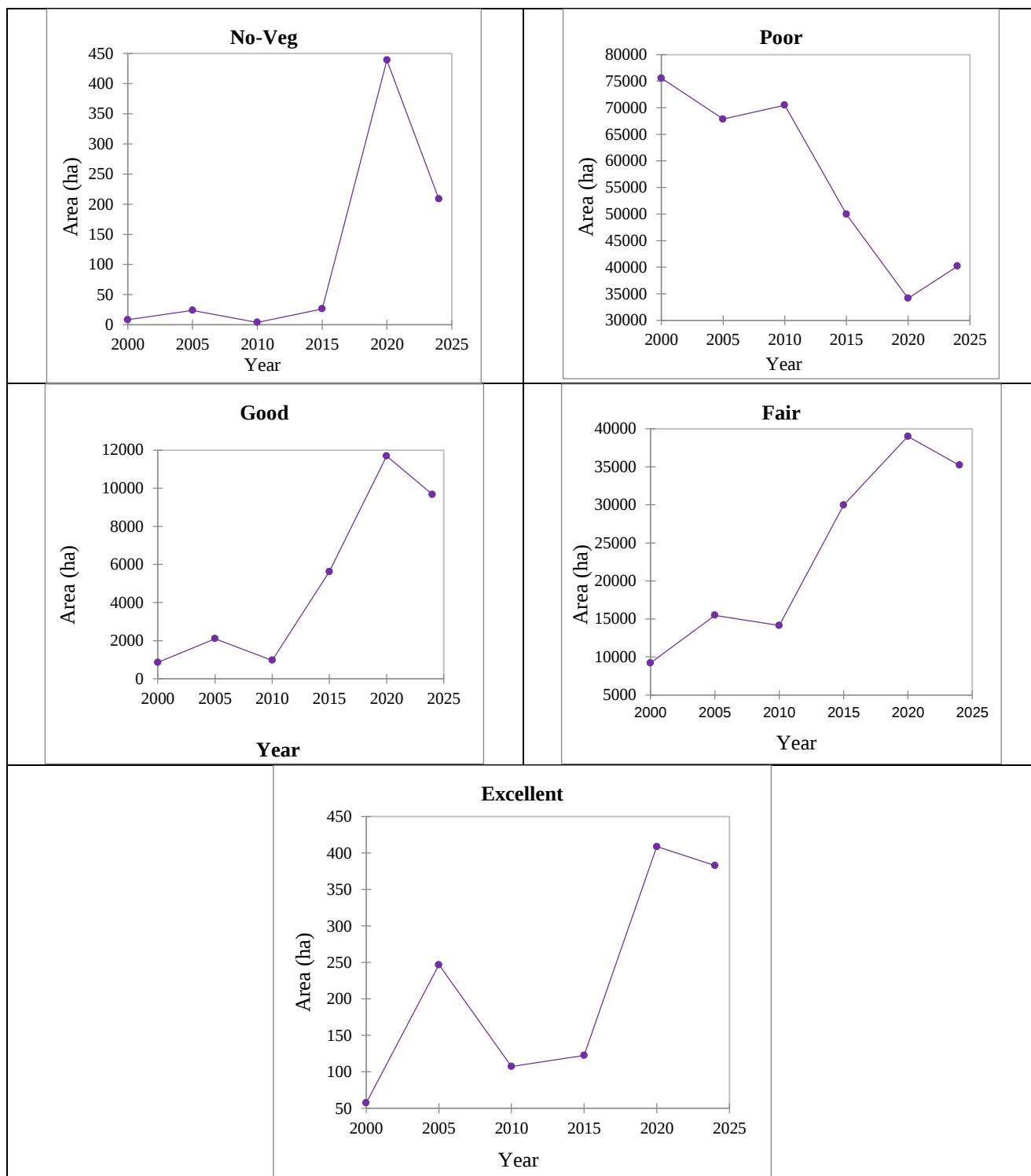
متوسط و خوب در جهت مثبت بوده است. همچنین روند تغییرات برای کلاس‌های بدون پوشش و پوشش عالی معنی‌دار نبوده است ($p\text{-value} = 0.13$ و $p\text{-value} = 0.14$).

بررسی آماری روند تغییرات براساس آزمون من-کندال نشان داد که روند تغییرات کلاس‌های پوشش فقیر، متوسط و خوب معنی‌دار بوده ($p\text{-value} = 0.05$) که این معنی‌داری برای کلاس فقیر منفی و برای کلاس‌های

شکل ۵- نتایج بررسی آماری روند تغییرات با آزمون من-کندال

آماره	کلاس‌های مختلف وضعیت پوشش گیاهی				
	بدون پوشش	پوشش فقیر	پوشش متوسط	پوشش خوب	پوشش عالی
حداقل	۳.۹	۳۴۱۵۷.۰	۹۲۰۲.۳۸	۸۵۸.۸۹	۵۷.۳۳
حداکثر	۴۳۹.۰	۷۵۵۸۳.۰	۳۸۹۹۷.۰	۱۱۶۸۸.۰	۴۰۹.۰

میانگین	۱۱۸.۴۴۲	۵۶۳۷۸.۶۷۸	۲۳۸۲۷.۶۳۷	۵۱۵۱.۹۳۷	۲۲۰.۹۷۳
انحراف معیار	۱۷۵.۲۶۴	۱۷۲۹۶.۳۲۱	۱۲۴۵۰.۱۲۱	۴۶۵۹.۳۴۷	۱۴۹.۴۵۵
Kendall's tau	۰.۶۰۰	-۰.۷۳۳	۰.۷۳۳	۰.۷۳۳	۰.۶۰۰
آماره S	۹.۰۰۰	-۱۱.۰	۱۱.۰	۱۱.۰	۹.۰
p-value	۰.۱۳۳	۰.۰۵۰	۰.۰۵۰	۰.۰۵۰	۰.۱۳۳



شکل (۸) نمودار بررسی روند تغییرات با آزمون من-کندال

بحث و نتیجه گیری

این تحقیق با بهره گیری از سنجش از دور و تصاویر ماهواره ای با هدف بررسی تغییرات پوشش گیاهی در شهرستان ایوان در استان ایلام انجام شد. تصاویر چند طیفی و سری زمانی سنجش از دوری با هدف بدست آوردن درک مناسبی از محیط زیست خیلی کارآمد هستند [۳۸]. شاخص های پوشش گیاهی نیز که مبتنی بر سنجش از دور می باشند در آشکارسازی تغییرات پوشش گیاهی بسیار مفید واقع شده اند. شاخص NDVI یکی از پرکاربردترین شاخص ها در این زمینه می باشد که بیش از سایر شاخص ها مورد استفاده قرار گرفته و اکثر محققین بر کارایی بالای آن تاکید داشته اند [۲۳، ۱۹، ۵۰]. در این تحقیق نیز از این شاخص برای بررسی تغییرات پوشش منطقه مورد مطالعه استفاده شده است. برای انجام این تحقیق از روش کلاس بندی وضعیت پوشش براساس آستانه های مشخص [۱۱] از دامنه مقادیر NDVI و روش تفاضل تصویر برای بررسی تغییرات استفاده گردیده است. نتایج کلاس بندی وضعیت پوشش نشان داد که به طور کلی از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴ کلاس پوشش فقیر کاهش پیدا کرده و کلاس وضعیت متوسط و خوب افزایش پیدا کرده اند به طوری که مساحت کلاس پوشش فقیر در سال ۲۰۰۰ برابر ۸۸/۱ درصد و در سال ۲۰۲۴ برابر ۴۶/۹ درصد بوده است. بیشترین مساحت کلاس پوشش فقیر از آن سال ۲۰۰۰، بوده و کمترین آن ۳۹/۸ درصد (۳۴۱۵۷ هکتار) و در سال ۲۰۲۰ بوده است این مقدار کاهش یافته از پوشش فقیر تبدیل به کلاس های پوشش متوسط، خوب و عالی شده است به طوریکه آن ها به ترتیب ۳۴/۷ درصد، ۱۲/۶ و ۰/۴ درصد در طول سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ افزایش یافته اند. نتایج بررسی روند تغییرات با استفاده از آزمون من_کندال نیز به خوبی نشان داد که کلاس های پوشش فقیر، متوسط و خوب ($p\text{-value} = 0.05$) روند تغییرات معنی داری داشتند که این روند در مورد کلاس پوشش فقیر در جهت منفی و در مورد پوشش متوسط و خوب در جهت مثبت بوده است. دلیل کاهش کلاس پوششی فقیر و افزایش کلاس های متوسط، خوب و عالی در دوره زمانی اول و دوم در مناطق شمالی و شمال شرقی می تواند تبدیل زمین های زراعی به باغ و افزایش زمین های آبی در

اطراف سدها پس از احداث و آبیگری آن ها در مناطق مرکزی و جنوب غربی باشد. تبدیل مراتع به زمین های کشاورزی به عنوان مشکل اصلی منابع طبیعی ایران شناخته شده است [۶]. براساس مطالعات انجام شده گذشته، با تغییر نوع پوشش گیاهی از علفی به درختی (تبدیل مرتع به باغ) یا تبدیل زراعت دیم به آبی، مقدار شاخص NDVI به صورت معنی داری افزایش خواهد یافت [۴۲ و ۴۷]. در سال ۲۰۲۰ که کاهش شدید کلاس فقیر و افزایش کلاس پوشش متوسط اتفاق افتاده است، میانگین بارندگی در این سال از میانگین سالانه کمتر بوده است. در نهایت نتایج حاکی از این است که شاخص NDVI به خوبی تغییرات افزایشی پوشش را در این منطقه نشان داده است. این نتیجه با نتایجی که در بررسی تغییرات پوشش گیاهی توسط مناف فر و همکاران (۱۴۰۱)، که با استفاده از سنجش از دور و شاخص NDVI انجام گردید، همسو می باشد.

از سال ۲۰۱۵ به بعد کلاس بدون پوشش به دلیل عملیات سدسازی افزایش داشته است. این سد در سال ۱۳۷۵ کلنگ زنی شده اما در نهایت احداث آن فرآیند زمان بری بوده و در سال ۱۳۹۴ آبیگری شده است [۱۳] بیشترین درصد کلاس بدون پوشش در سال ۲۰۲۰ با ۴۳۹ هکتار (۰/۵ درصد) بوده که افزایش آن نسبت به سال های قبل ناشی از وقوع آتش سوزی در جنگل های کوشک در غرب و شمال غربی این شهرستان اتفاق افتاده است. بطور کلی، وقوع آتش سوزی به دلیل از بین بردن پوشش درختان و پوشش سطح زمین باعث کاهش پوشش گیاهی شده و مقدار خاک لخت شده را افزایش می دهد [۳۷] که این موضوع موجب کاهش مقدار شاخص NDVI در دوره های زمانی کوتاه می گردد.

نتایج بررسی تغییرات با روش تفاضل تصویر و کلاس بندی آنها به سه کلاس افزایشی، بدون تغییر و کاهشی در سه دوره زمانی مورد مطالعه نشان داد که در هر سه دوره بیشترین مساحت به کلاس بدون تغییر تعلق دارد که بیش از ۸۰ درصد از سطح منطقه در این کلاس قرار داشت. همچنین نتایج این بخش نشان داد که تغییرات افزایشی پوشش بیش از تغییرات کاهش آن بوده است. برای مثال، در دوره زمانی سال های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰،

سنجش از دور و تصاویر ماهواره‌ای تغییرات پوشش گیاهی در شهرستان ایوان در استان ایلام بررسی شود. از نتایج مهم این تحقیق می‌توان به کاهش مساحت کلاس پوشش گیاهی فقیر و اضافه شدن این مقدار به کلاس پوشش گیاهی متوسط، خوب و عالی اشاره کرد. این امر ناشی از افزایش زمین‌های آبی در اطراف سدها و تبدیل اراضی زراعی به باغ بود. همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که تکنیک‌های سنجش از دور و تصاویر ماهواره‌ای لندست بخصوص سنجنده‌های TM و OLI اطلاعات مفیدی در زمینه‌ی پوشش گیاهی و تغییرات آن خواهند به ما داد.

References

- [1]. Abedini, M., Mohamadzadeh Shishegaran, M. and Ghale, E. (2022). Monitoring and Estimating the Fire-Affected Areas of the Zagros Mountains Using Landsat Satellite Images. *Geography and Environmental Planning*, 33(4), 49-62. [in Farsi] 10.22108/GEP.2022.131560.1470
- [2]. Almalki, R., Khaki, M., Saco, P. M., & Rodriguez, J. F. (2022). Monitoring and mapping vegetation cover changes in arid and semi-arid areas using remote sensing technology: A review. *Remote Sensing*, 14(20), 5143. <https://doi.org/10.3390/rs14205143>
- [3]. Arekhi, S., Niazy, Y., & Adibnejad, M. (2011). monitoring the vegetation cover changes by using remote sensing techniques in Ilam dam basin. *Geography And Development*, 9(24), 121-136.[in Farsi]
- [4]. Avazpour, N., Faramarzi, M., Omidipour, R., & Mehdizadeh, H. (2021). Monitoring the drought effects on vegetation changes using satellite imagery (Case study: Ilam catchment). *Geography and Environmental Sustainability*, 11(4), 125-143..[in Farsi] 10.22126/GES.2022.7130.2472
- [5]. Caruso, G.; Tozzini, L.; Rall, G.; Primicerio, J.; Moriondo, M.; Palai, G.; Gucci, R. Estimating biophysical and geometrical parameters of grapevine canopies('Sangiovese') by an unmanned aerial vehicle (UAV) and VIS-NIR cameras. *Pisa. Vitis* 2017, 56, 63–70.
- [6]. Faramarzi, M., Kesting, S., Isselstein, J., & Wrage, N. (2010). Rangeland condition in relation to environmental variables, grazing intensity and livestock owners' perceptions in semi-arid rangeland in western Iran. *The Rangeland Journal*, 32(4), 367-377.
- [7]. Faramarzi, M., Heidarijadi, Z., Mohamadi, A., & Heydari, M. (2018). Detection of vegetation changes in relation to normalized difference vegetation index (NDVI) in semi-arid rangeland in western Iran.
- [8]. Ferchichi, A., Abbes, A. B., Barra, V., & Farah, I. R. (2022). Forecasting vegetation indices from spatio-temporal remotely sensed data using deep learning-based approaches: A systematic literature review. *Ecological Informatics*, 68, 101552.
- [9]. Ghaffar, A. Use of geospatial techniques in monitoring urban expansion and land use change analysis: A case of Lahore, Pakistan. *J. Basic Appl. Sci.* 2015, 11, 265–273.
- [10]. Hamed, K. H., & Rao, A. R. (1998). A modified Mann-Kendall trend test for autocorrelated data. *Journal of hydrology*, 204(1-4), 182-196.
- [11]. Jafari, R., Bashari, H. & Tarkesh, M. (2017). Discriminating and monitoring rangeland condition classes with MODIS NDVI and EVI indices in Iranian arid and

نتیجه‌گیری کلی

از آنجاییکه پوشش گیاهی، یک عضو مهم اکوسیستم‌های مرتعی می‌باشد، پایش تغییرات آن امر مهمی بشمار می‌رود. در این تحقیق سعی شده با استفاده از تکنیک‌های

- semi-arid lands. *Arid land research and management*, 31(1), 94-110.
- [12]. Kermani, F. , Rayegani, B. , Nezami, B. , Goshtasb, H. and Khosravi, H. (2022). Assessing the vegetation trends in arid and semi-arid regions (Case study: Touran Protected Area). *Desert Ecosystem Engineering*, 6(17), 1-14. [in Farsi]
- [13]. Khenamani, A. , Fathizad, H. and Hakimzadeh, M. A. (2019). Evaluating trend Change Land Use / Cover Using Remote Sensing Technique and Object-Oriented Classification Algorithm (Case study: Bartash Plain in Dehloran, Ilam). *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 25(4), 723-734. [in Farsi]
- [14]. khosravi, L. (2021). Dam Construction Projects and Cultural Heritage, Interaction or confrontation? (A Case Study of Kangir Dam in Ilam Province). *a scientific journal of ilam culture*, 21(68.69), 112-130. [in Farsi]
- [15]. Khwarahm, N. R. (2021). Spatial modeling of land use and land cover change in Sulaimani, Iraq, using multitemporal satellite data. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(3), 148.
- [16]. Khan, Z.; Saeed, A.; Bazai, M.H. Land use/land cover change detection and prediction using the CA-Markov model: A case study of Quetta city, Pakistan. *J. Geogr. Soc. Sci.* 2020, 2, 164–182.
- [17]. Knorn, J., Rabe, A., Radeloff, V. C., Kuemmerle, T., Kozak, J., & Hostert, P. (2009). Land cover mapping of large areas using chain classification of neighboring Landsat satellite images. *Remote Sensing of Environment*, 113(5), 957-964.
- [18]. Kumar, S., & Jain, K. (2020). A multi-temporal Landsat data analysis for land-use/land-cover change in Haridwar Region using remote sensing techniques. *Procedia Computer Science*, 171, 1184-1193.
- [19]. Karnieli, A., Agam, N., Pinker, R. T., Anderson, M., Imhoff, M. L., Gutman, G. G., ... & Goldberg, A. (2010). Use of NDVI and land surface temperature for drought assessment: Merits and limitations. *Journal of climate*, 23(3), 618-633.
- [20]. Kendall, M.G., 1955. Rank Correlation Methods. Griffin, London.
- [21]. Lyon, J. G., Yuan, D., Lunetta, R. S., & Elvidge, C. D. (1998). A change detection experiment using vegetation indices. *Photogrammetric engineering and remote sensing*, 64(2), 143-150.
- [22]. Mohammadpour, M. , Tatian, M. R. , Tamartash, R. and Hosseinzadeh, J. (2018). Investigating the effects of grazing intensity on the structure and diversity of woody species in the Ilam Strait Dalab forest. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 26(3), 306-318. [in Farsi]
- [23]. Mirahsani, M. S. , Salman Mahiny, A. , Soffianian, A. , Mohamadi, J. , Modarres, R. , Modares, R. and 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), 99-114. [in Farsi]
- [24]. MalAmiri, N., Rashki, A., Al-Dousari, A. and Kaskaoutis, D.G., 2025. Socioeconomic and Health Impacts of Dust Storms in Southwest Iran. *Atmosphere*, 16(2), p.159.
- [25]. Maleki, Tahereh, Mariyeh Sahraie, Fatemeh Sasani, and Mohana Shahmoradi. "Impact of dust storm on agricultural production in Iran." (2017): 19-26.
- [26]. Macleod, R. D., & Congalton, R. G. (1998). A quantitative comparison of change-detection algorithms for monitoring eelgrass from remotely sensed data. *Photogrammetric engineering and remote sensing*, 64(3), 207-216.
- [27]. Mukhopadhyaya, S. (2016). Land use and land cover change modelling using CA-Markov Case study: Deforestation Analysis of Doon Valley. *J. Agroecol. Nat. Resour. Manag.*, 3, 1-5.
- [28]. Mann, H.B., 1945. Nonparametric tests against trend, *Econometrica*, 13, 245-259.
- [29]. Manaffar, R., Jabari, H., Feyzi, B., Zeynal zadeh, K., & Moradkhani, S. survey of temporal and spatial changes of vegetation and water of kani borazan wetland using Landsat 8 satellite images in the period of 2013-2016.. *J. Aqua. Eco* 2022; 12 (1) :17-26
- [30]. Omidipour, R. and Nadaf, M. (2025). Study of Vegetation Cover Changes in North Khorasan Province Using Remote Sensing-Based Vegetation Indices (Case Study:

- Jiransu Rangelands). *Integrated Watershed Management*. [in Farsi]
- [31]. Oommen, T., 2008. An objective analysis of Support Vector Machine based classification for remote sensing. *Mathematical Geosciences*, 40; 409–424.
- [32]. Omidipour, R., Ebrahimi, A.A., Tahmasbi, P. & Farmarzi, M. (2020). The effect of grazing on the relationship between ground vegetation cover and plant biomass with vegetation indices in the Sabz Kuh region, Chaharmahal and Bakhtiari. *Rangeland and Watershed Management Journal*, 73(1), 33-47.
- [33]. Pham, Q. B., Ali, S. A., Parvin, F., Van On, V., Sidek, L. M., Durin, B., ... & Minh, N. N. (2024). Multi-spectral remote sensing and GIS-based analysis for decadal land use land cover changes and future prediction using random forest tree and artificial neural network. *Advances in space research*, 74(1), 17-47.
- [34]. Qu, S., Wang, L., Lin, A., Yu, D., & Yuan, M. (2020). Distinguishing the impacts of climate change and anthropogenic factors on vegetation dynamics in the Yangtze River Basin, China. *Ecological Indicators*, 108, 105724.
- [35]. Rogan, J., & Chen, D. (2004). Remote sensing technology for mapping and monitoring land-cover and land-use change. *Progress in planning*, 61(4), 301-325.
- [36]. Rouse, J. W., Hass, R. H., Schell, J. A., & Deering, D. W. (1973). Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. Proceedings of the third ERTS symposium, Goddard Space Flight Center, December 1973, NASASP 351 (pp. 309–317). Washington, DC: NASA.
- [37]. Siahmansour R, kamali N. (2023) Changes in vegetation parameters due to fire (Case study: woody rangelands of Veysian site in Lorestan province). *Journal of Rangeland*; 16 (4): 845-830. [in Farsi]
- [38]. sobhani, B. and mollahouri, E. (2024). Investigation of changes in vegetation cover using the NDVI index and its relationship with the Land surface temperature (case study: Kausar city). *Journal of Environmental Science Studies*, 9(3), 8851-8841. [in Farsi]
- [39]. Sahebjalal, E., & Dashtekian, K. (2013). Analysis of land use-land covers changes using normalized difference vegetation index (NDVI) differencing and classification methods. *African Journal of Agricultural Research*, 8(37), 4614-4622.
- [40]. Salas, E. A. L., & Henebry, G. M. (2013). A new approach for the analysis of hyperspectral data: Theory and sensitivity analysis of the Moment Distance Method. *Remote sensing*, 6(1), 20-41.
- [41]. Singh, A (1989). Digital change detection techniques using remotely sensed data. *International Journal of Remote Sensing*, 10, 989–1003.
- [42]. Sahebjalal, E. and Dashtekian, K., 2013. Analysis of land use-land covers changes using normalized difference vegetation index (NDVI) differencing and classification methods. *African Journal of Agricultural Research*, 8(37), pp.4614-4622.
- [43]. Tung, F., & LeDrew, E. (1988). The determination of optimal threshold levels for change detection using various accuracy indexes. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 54(10), 1449-1454.
- [44]. Wu, Q.; Li, H.-Q.; Wang, R.-S.; Paulussen, J.; He, Y.; Wang, M.; Wang, B.-H.; Wang, Z. Monitoring and predicting land use change in Beijing using remote sensing and GIS. *Landsc. Urban Plan.* 2006, 78, 322–333.
- [45]. Wachendorf M, Fricke T, Mo ¨ckel T. Remotesensing asa tool to assessbotanical composition, struc ture, quantity and quality of temperate grasslands. *Grass Forage Sci.* 2018; 73: 1–14.
- [46]. Xue, J., & Su, B. (2017). Significant remote sensing vegetation indices: A review of developments and applications. *Journal of sensors*, 2017(1), 1353691.
- [47]. Xue, S.Y., Xu, H.Y., Mu, C.C., Wu, T.H., Li, W.P., Zhang, W.X., Streletskaia, I., Grebenets, V., Sokratov, S., Kizyakov, A. & Wu, X.D. (2021). Changes in different land cover areas and NDVI values in northern latitudes from 1982 to 2015. *Advances in Climate Change Research*, 12(4), pp.456-465.
- [48]. Yang, D., Yang, Z., Wen, Q., Ma, L., Guo, J., Chen, A., ... & Yang, X. (2024). Dynamic monitoring of aboveground

biomass in inner Mongolia grasslands over the past 23 Years using GEE and analysis of its driving forces. *Journal of Environmental Management*, 354, 120415.

[49]. Zhang, W., Wang, L., Xiang, F., Qin, W., & Jiang, W. (2020). Vegetation dynamics and the relations with climate change at multiple time scales in the Yangtze River and Yellow River Basin, China. *Ecological Indicators*, 110, 105892.

[50]. Zhen, Z., Chen, S., Yin, T., & Gastellu-Etchegorry, J. P. (2023). Globally quantitative analysis of the impact of atmosphere and spectral response function on 2-band enhanced vegetation index (EVI2) over Sentinel-2 and Landsat-8. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 205, 206-226..

Long-term Vegetation Cover Dynamics Assessment Using Remote Sensing in Semi-Arid Regions of Western Iran (Eyvan County, Ilam Province) (Research Paper)

1- **Fahimeh Rostami**, Master's Student, Department of Rangeland and Watershed Management, Faculty of Agriculture, University of Ilam, Ilam, Iran.

2- **Marzban Faramarzi***, Associate Professor, Department of Rangeland and Watershed Management, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran.

m.faramarzi@ilam.ac.ir

3- **Reza Omidipour**, Assistant Professor, Department of Rangeland and Watershed Management, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran.

Received: 8 Apr. 2025

Accepted: 4 Jan. 2026

Abstract

Vegetation is a fundamental component of natural ecosystems and plays a crucial role in soil conservation, carbon sequestration, and climate change. It serves as an important indicator for assessing ecosystem functionality and health. Proper vegetation management requires an understanding of its current status and long-term trends. Given the lack of historical vegetation data, remote sensing technology plays a critical role in assessing long-term vegetation dynamics. This study investigates vegetation cover changes in Ivan County, Ilam Province, over a 24-year period (2000–2024) using multi-temporal Landsat satellite imagery across five distinct time intervals (2000, 2005, 2010, 2015, 2020, and 2024). In this regard, different vegetation cover classes (bare, poor, moderate, good, and excellent) were first extracted and analyzed based on NDVI index data. Furthermore, vegetation cover changes (increased, unchanged, and decreased) were assessed for two 10-year periods (2000-2010 and 2015-2024) using image differencing and change thresholding methods. To assess the significance of observed change trends, the Mann-Kendall test was employed. The results revealed that the poor vegetation class represented the most extensive vegetation cover type in the study area, exhibiting a declining trend throughout the study period. Specifically, its coverage decreased from 88.18% in 2000 to 39.86% in 2020. Conversely, areas with moderate and good vegetation cover demonstrated increasing trends, rising from 10.74% and 1% in 2000 to 41.09% and 11.29% in 2024, respectively. The Mann-Kendall test results indicated that areas with poor vegetation cover exhibited a statistically significant decreasing trend, while those with moderate and good cover showed statistically significant increasing trends. However, areas with excellent vegetation cover and bare lands displayed no significant trends. According to the image differencing results, the majority of the study area (94.55%) remained unchanged during the 2000-2024 study period. The findings of this study demonstrate the high efficacy of remote sensing tools, particularly vegetation indices, for long-term vegetation monitoring. Furthermore, the results suggest that since the observed increase in moderate, good, and excellent vegetation classes primarily resulted from expanded irrigated lands and conversion of croplands to orchards; rather than improvement of forest or rangeland conditions conservation management programs should be implemented to enhance rangeland quality and prevent conversion of natural resources to agricultural uses, and promote natural revegetation to replace areas with poor vegetation cover.

Keywords: Ecosystem Management, Thresholding, Image Difference, Vegetation Condition, Ilam Province.