

## آشکارسازی و روند انتقال سری زمانی پوشش زمین با استفاده از GIS و فناوری سنجش از دور در مناطق پیراشهری (مطالعه موردی: بخش کجور)

یوسف درویشی<sup>۱</sup>، محمد عینعلی<sup>۲</sup>، امینه انجم شعاع<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳/۱۹

### چکیده:

رشد روزافزون جمعیت و در پی آن گسترش افقی روستاها منجر به تغییرات کاربری اراضی به ویژه در مناطق حفاظتی شده که تخریب عرصه های طبیعی را در پی داشته است. جهت استفاده بهینه از زمین، آگاهی از تغییرات کاربری اراضی و نوع استفاده انسان از سرزمین ضروری به نظر می رسد که این امر با آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی میسر می گردد. لذا به منظور حفاظت از این منطقه، نه تنها شناخت مناسب از عوامل انسانی، بلکه نقش عوامل طبیعی از جمله پوشش گیاهی بسیار با اهمیت می باشد. در تحقیق حاضر از تصاویر ماهواره لندست در ۷ دوره زمانی استفاده شد. به منظور بررسی و تحلیل تغییرات پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه از شاخص های EVI, DVI و NDVI بهره گرفته شد. در مطالعه حاضر، بر اساس اهداف مدلسازی، بررسی تغییرات پوشش جنگل در محدوده ی مورد مطالعه با استفاده از تصاویر ماهواره ای لندست (۴، ۵ و ۸) برای سال های ۱۹۸۵، ۱۹۹۰، ۱۹۹۵، ۲۰۰۰، ۲۰۱۰، ۲۰۱۵ و ۲۰۱۷ انجام شده است. تصاویر رنگی کاذب سنجنده OLI مورد استفاده به باند پانکروماتیک با ۲۰ نقطه کنترل زمینی و با رعایت RMSe مناسب (۰/۲۸) زمین مرجع شد سپس تصاویر سنجنده های MSS و TM به روش تصویر به تصویر با RMSe کمتر از ۰/۵ زمین مرجع شدند. در همین راستا اجرای مدل سازی پتانسیل انتقال با الگوریتم رویه یادگیری بر مبنای پرسپترون چند لایه (Multilayer Perceptron) و پیش بینی تغییرات برای بهترین مدل با استفاده از زنجیره مارکف انجام شد. سپس برای ارزیابی صحت مدل سازی با آماره های Hit، Misses و False alarm استفاده گردید. نتایج حاصل از بررسی شاخص های پوشش گیاهی بیانگر بهبود وضعیت پوشش در بازه مورد بررسی بودند. نتایج حاصل از بررسی شاخص های پوشش گیاهی بیانگر بهبود وضعیت پوشش در بازه مورد بررسی بودند. بررسی کاربری اراضی نیز گویای این مطلب بود که با روند فعلی از مساحت اراضی فاقد پوشش کاسته شده و به مساحت طبقه پوشش مرتع و پوشش جنگل افزوده خواهد شد. بنابراین بهبود شرایط پوشش را می توان به اعمال عملیات حفاظتی نسبت داد.

**کلیدواژه ها:** سری زمانی پوشش زمین، سنجش از دور، مناطق پیراشهری، Gis.

<sup>۱</sup> استادیار گروه جغرافیا دانشگاه پیام نور، تهران، ایران، نویسنده مسئول، Email: phddarvishi@yahoo.com  
<sup>۲</sup> کارشناسی ارشد سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشکده نقشه برداری، دانشگاه صنعتی خواجه نصیر طوسی، تهران، ایران.  
<sup>۳</sup> گروه معماری، واحد کرمان، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمان، ایران.

## مقدمه:

نسبت به سایر روش‌ها ارجحیت می‌بخشد (جباری و همکاران، ۱۳۹۳: ۲۸). نقشه‌های پوشش سطح زمین، نمایی واقعی از پدیده زیستی و فیزیکی موجود در سطح زمین مثل پوشش گیاهی، آب، بیابان، یخ، برف و پدیده‌های ایجادشده توسط انسان است (Yaghobzadeh & Akbarpour, ۲۰۱۱: ۵-۲۲). در طول زمان، الگوهای پوشش زمین و به تبع آن کاربری اراضی دچار تغییر و دگرگونی اساسی می‌شوند اصولاً برای استفاده بهینه از قابلیت‌های منابع طبیعی، کسب اطلاعات دقیق از پتانسیل‌های کاربری اراضی امری ضروری است امروزه، فن‌آوری سنجش از راه دور به‌عنوان یک راهکار ارزشمند در جهت شناسایی منابع طبیعی، به‌ویژه در روند تهیه نقشه‌های کاربری اراضی، در مناطق مختلف جهان به صورت علمی مورد استناد قرار می‌گیرد (ایلدرمی و همکاران، ۱۳۹۶: ۲۴۲). بنابراین نیاز به آشکارسازی، پیش‌بینی و مراقبت چنین تغییراتی در یک اکوسیستم از اهمیت به‌سزایی برخوردار است (Savaresi, ۲۰۱۶). جوامعی که جنگل‌ها را مدیریت و نگهداری می‌کنند تحت تأثیر جنگل زدایی و تخریب جنگل هستند. از این رو، درک نقش آنها در حمایت یا جلوگیری از جنگل زدایی و تخریب جنگل به‌عنوان یک تلاش ملی در کاهش انتشار کربن از جنگل امری مهم تلقی می‌گردد (Graham, et al, ۲۰۱۹).

عسکری زاده و همکاران (۱۳۹۷)، در پژوهشی تحت عنوان بررسی گذشته، حال و آینده تغییرات پوشش گیاهی مراتع البرز مرکزی در ارتباط با تغییر اقلیم به این نتیجه دست یافته‌اند

شبیه‌سازی و نظارت بر روند آینده‌ی تغییر کاربری زمین یکی از چالش‌های مهم برای محققان و تصمیم‌گیرندگان است (آقایی و همکاران، ۱۳۹۹: ۹۱). در نتیجه، هرگونه تغییر در پوشش گیاهی، تأثیر بزرگی بر محیط‌زیست طبیعی خواهد گذاشت، در حال حاضر، تغییرات بدون برنامه کاربری اراضی، به یک مشکل عمده تبدیل گردیده است. بیشتر تغییرات کاربری اراضی، بدون برنامه ریزی روشن و منطقی با توجه اندک به اثرات زیست محیطی آنها صورت می‌گیرد. از آنجا که تغییرات در کاربری اراضی در سطوح وسیع و گسترده صورت می‌گیرد، بنابراین تکنولوژی سنجش از راه دور ابزاری ضروری و با ارزش جهت پایش تغییرات میباشد (مهدوی و همکاران، ۱۳۹۳: ۱۸۷). پوشش‌های گیاهی، به علل مختلف و به‌مرورزمان در اثر عوامل طبیعی و یا انسانی دچار تغییر شده که شرایط و عملکرد اکوسیستم را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین نیاز به آشکارسازی، پیش‌بینی و مراقبت چنین تغییراتی در یک اکوسیستم از اهمیت به‌سزایی برخوردار است (پورخباز و همکاران، ۱۳۹۳: ۲۴). به‌طور کلی اندازه‌گیری میدانی و استفاده از داده‌های سنجش‌از‌دور، دو روش عمده برای استخراج درصد پوشش گیاهی می‌باشد. خصوصیات نظیر فراهم ساختن دید وسیع و یکپارچه از منطقه، قابلیت تکرارپذیری، سهل‌الوصول بودن داده‌ها، دقت بالای داده‌های حاصله و صرفه‌جویی در زمان از ویژگی‌هایی است که استفاده از این‌گونه اطلاعات را برای بررسی پوشش گیاهی و کنترل تغییرات آن

که شاخص (NDVI) از سال‌های گذشته تا حال نوسان داشته است به طوری که ضمن افزایش موقتی تغییرات در بعضی سال‌ها ۱۳۶۶ (۰.۸۶)، ۱۳۸۱ (۰.۸۷)، ۱۳۸۴ (۰.۸۷) و ۱۳۹۴ (۰.۸۶)؛ اما روند تغییرات کلی به صورت کاهش در میزان این شاخص در سال‌های ۱۳۷۴ (۰.۵۳)، ۱۳۷۶ (۰.۶۵)، ۱۳۷۹ (۰.۶۲) و ۱۳۸۷ (۰.۶۱) به خصوص برای طبقات متوسط تا خیلی فقیر بوده است. شنائی هویزه و زارعی (۱۳۹۵)، در پژوهشی تحت عنوان بررسی تغییرات کاربری اراضی طی دو دهه دوره زمانی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز ابوالعباس) به این نتیجه دست یافته‌اند که مساحت جنگل‌های انبوه و نیمه‌انبوه در طی این سال‌ها به ترتیب ۸/۴۸ و ۱۲/۲۶ درصد کاهش یافتند و جای خود را به جنگل‌های تنک شده و مراتع دادند که هر کدام به ترتیب ۱۰/۳۹ و ۱۲/۳۵ درصد افزایش یافتند، هم‌چنین اراضی کشاورزی (زراعت دیم، زراعت آبی و باغات) به طور کلی ۱/۷۹ درصد کاهش و مناطق مسکونی نیز در این سال‌ها ۰/۱۹ درصد افزایش یافتند. سبز قبایی و همکاران (۱۳۹۶). در تحقیقی تحت عنوان آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی به این نتیجه دست یافته‌اند که بکارگیری تصاویر ماهواره‌ای برای تهیه نقشه-های کاربری اراضی و تغییرات آن‌ها، جهت تسهیل در برنامه‌ریزی مدیریت منابع محیطی امری ضروری می‌باشند. فروقی و دشتی (۱۳۹۹)، در پژوهشی تحت عنوان آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره ای به این نتیجه دست یافته‌اند که

مدل‌سازی و پیش‌بینی الگوهای رشد برای برنامه‌ریزان و طرفداران حفظ منابع طبیعی جهت تنظیم راهبرد توسعه پایدار، امری بسیار حیاتی است که هدف اصلی آن شناسایی عوامل و روند تغییرات در آینده براساس تغییرات گذشته است. صالحی و همکاران (۱۳۹۸)، در مقاله‌ای تحت عنوان پیش‌بینی روند تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل زنجیره مارکوف CA-Markov (مطالعه موردی: حوزه آبخیز صفارود رامسر) به این نتیجه دست پیدا کرده‌اند که در فاصله زمانی ۲۰۲۸-۲۰۱۴، اراضی جنگلی و مراتع به ترتیب به میزان ۴.۹۲ و ۱.۷ درصد کاهش دارد. خدابنده‌لو و همکاران (۱۳۹۸)، در مقاله‌ای تحت عنوان آشکارسازی تغییرات کاربری/ پوشش اراضی با استفاده از طبقه‌بندی شیء‌گرای تصاویر ماهواره‌ای (مطالعه موردی: حوزه آبریز قره‌سو، استان اردبیل) به این نتیجه دست پیدا کرده‌اند که طبق نتایج حاصل از آشکارسازی تغییرات، کاربری کشاورزی طی این بازه زمانی حدود ۷۳۸۴۹ هکتار افزایش سطح را در برداشته است که علت اصلی آن تخریب مراتع و به زیر کشت بردن این کاربری است. ایمانی و همکاران (۱۴۰۰) در مقاله‌ای تحت عنوان کاربرد اطلاعات سنجش از دور برای برآورد تولید و درصد پوشش گیاهان به این نتیجه رسیده‌اند که با افزایش سطح پلات، میزان همبستگی شاخص‌های گیاهی تصویر لندست و معنی‌داری آنها در رابطه با تولید و درصد پوشش گیاهان افزایش خواهد یافت. دامنه و همکاران (۱۴۰۰) در مقاله‌ای تحت عنوان شبیه‌سازی آینده تغییرات مکانی و زمانی کاربری و پوشش اراضی

همبستگی بسیار زیادی بین پوشش گیاهی و بارندگی وجود دارد. ماریا و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیقی تحت عنوان پوشش گیاهی قطب جنوب به این نتیجه رسیده‌اند که طبقه بندی NDVI برای طبقه بندی پوشش گیاهی کریتوگامیک مناسب است. روی و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهشی تحت عنوان انتخاب الگوریتم یادگیری ماشین بهینه برای پیش‌بینی شاخص‌های پوشش گیاهی: MODIS NDVI و EVI به این نتیجه رسیده‌اند که تکنیک‌های روش‌های یادگیری نظارت شده مورد استفاده می‌توانند NDVI را با دقت ۹۸.۴٪ پیش‌بینی کنند.

انسان با جنگل‌زدایی و از بین بردن پوشش گیاهی باعث انتشار گازهای گلخانه‌ای که یکی از عوامل تغییر اقلیم است، می‌شود. در مناطق بیابانی که در عرض‌های میانی قرار گرفته‌اند، تغییرات اقلیمی باعث افزایش درجه حرارت و کاهش نزولات جوی در این مناطق می‌شود که با شاخص‌های پوشش گیاهی می‌توان تغییرات اقلیمی را در این مناطق مورد ارزیابی قرارداد، با افزایش دما به‌عنوان یکی از عوامل اقلیمی، در مناطق خشک و نیمه‌خشک منابع آبی در محدودیت قرار گرفته و با کاهش منابع آبی، رشد پوشش گیاهی کاهش یافته و در زندگی ساکنان منطقه مشکلاتی را به وجود خواهد آورد. پایش تغییر عموماً جهت ارزیابی فرآیندهای طبیعی، از قبیل اثرات بلندمدت تغییر اقلیم که متأثر از اندرکنش مولفه‌های سازنده سامانه اقلیمی از قبیل بیوسفر، لیتوسفر و یا عواملی که خارج از سامانه اقلیمی، تغییرات آب‌وهوایی را در بازه زمانی درازمدت کنترل می‌نمایند، باشد. در

در مناطق خشک به این نتیجه رسیده‌اند که تجزیه و تحلیل الگوهای تغییرات کاربری با استفاده از مدل زنجیره مارکوف CA-Markov به عنوان بهترین مدل در پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی می‌توان نام برد. مفرح و همکاران (۱۴۰۰) در مقاله‌ای تحت عنوان پایش پوشش گیاهی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در مراتع دماوند به این نتیجه رسیده‌اند که پایش تغییرات مراتع این امکان را فراهم می‌کند که در زمینه به‌کارگیری برنامه‌های مدیریتی و حفاظتی با آگاهی تصمیم‌گیری شود.

Sangermano و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه‌ای به بررسی تولید پتانسیل‌های انتقال در راستای مدل‌سازی تغییر کاربری اراضی بولیوی با استفاده از دو رویه یادگیری برمبنای نمونه وزنی مشابهت و شبکه‌ی عصبی پرسپترون چندلایه پرداختند، نتایج حاصل از مطالعه آن‌ها نشان‌دهنده صحت‌های مشابه از اجرای هر دو مدل و نتایج نزدیک به هم بوده است. کوبین و همکاران (۲۰۱۶) به نقل از سیگارودی و همکاران (۲۰۱۴) در تحقیقی در برزیل تغییرات پوشش گیاهی در ارتباط با شرایط اقلیمی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که زمان بارندگی منجر به تغییرات در پوشش گیاهی منطقه می‌شود. به طوری که بارندگی در فصل تابستان همبستگی ۷۰ درصد و در فصل بهار ۹۱ درصد با تغییرات پوشش گیاهی نشان می‌دهد. ین و همکاران (۲۰۱۶) در تحقیقی در شمال چین به منظور بررسی تغییرات پوشش گیاهی و میزان بارندگی از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸<sup>+</sup> ETM استفاده نمودند. نتایج نشان داد که در مناطق علفزار

طول زمان، الگوهای پوشش زمین و به تبع آن کاربری اراضی دچار تغییر و دگرگونی اساسی می‌شوند. اصولاً برای استفاده بهینه از قابلیت‌های منابع طبیعی، کسب اطلاعات دقیق از پتانسیل‌های کاربری اراضی همچنین تغییرات پوشش گیاهی ابزاری برای تجزیه و تحلیل‌های محیط‌زیست، برنامه‌ریزی و مدیریت امری ضروری است. به‌رحال اثرات کاهش پوشش های جنگلی و گیاهی خود می‌تواند پتانسیل برخی دیگر از رخدادهای طبیعی نظیر افزایش سیل، افزایش فرسایش‌ها، شکل‌گیری نقاط و هسته‌های دمایی، و غیره را بدنبال داشته باشد. از این رو توجه برنامه‌ریزان برای آینده باید بیشتر به این سمت معطوف شود، بدون تردید مناطق حفاظت شده، و به‌طور کلی زیستگاه‌های زیست‌کره میراث‌های باارزش طبیعی هر سرزمین و کشور محسوب می‌شوند. حفاظت پایدار از چنین مناطقی تنها درگرو درک و شناخت واقعی ارزش‌های نهفته در آن‌ها امکان‌پذیر است. و لذا جهت مدیریت و حفاظت پایدار از این منابع پایش این تغییرات ضروری است.

لذا هدف این تحقیق، آشکارسازی تغییرات پوشش گیاهی منطقه و پیش‌بینی روند تغییرپذیری این فرایند برای دهه‌های آینده است. بطوری که با پیش‌بینی‌های مناسب از تغییرات کاربری اراضی در این ناحیه مطالعاتی می‌توان، مدیریت ریسک را جایگزین مدیریت بحران در عرصه های طبیعی، منجمله حفاظت از این سرمایه ی ملی اعمال نمود.

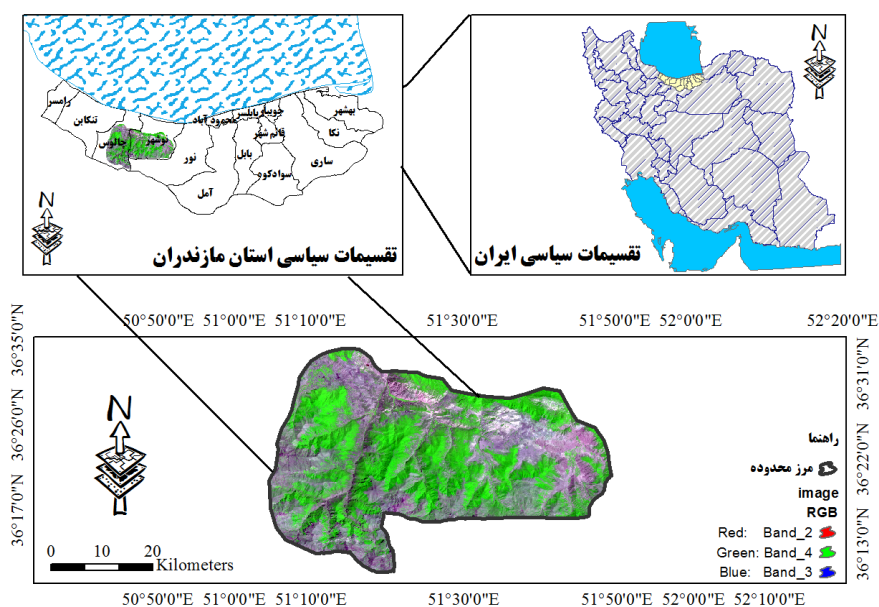
#### منطقه مورد مطالعه:

منطقه حفاظت شده البرز مرکزی با مساحت

۳۹۹ هزارهکتار به‌موجب مصوبه شورای عالی محیط‌زیست ایران در سال ۱۳۴۶ به‌عنوان یکی از مناطق ارزشمند ایران از نظر تنوع ژنی و گونه-ای در فهرست شبکه مناطق حفاظت‌شده جهان به ثبت رسیده بر این اساس منطقه مورد مطالعه در حریم منطقه البرز مرکزی واقع گردیده است(منبع، مصوبه شماره ۴ شورای عالی محیط زیست مورخ (۱۳۴۶/۷/۱۳)). لذا به منظور حفاظت از این منطقه، نه تنها شناخت مناسب از عوامل انسانی، بلکه نقش عوامل طبیعی منجمله اقلیم بسیار با اهمیت می باشد. منطقه مورد بررسی حدوداً ۱۸۳۵.۳۵ کیلومترمربع است. و بیشترین مساحت منطقه مورد مطالعه در بخش محدوده مورد مطالعه در حریم شهرستان نوشهر قرار دارد. منطقه مورد بررسی در موقعیت جغرافیایی ۵۱ درجه و ۵۲ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۴۳ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۲۹ دقیقه عرض شمالی قرارگرفته است. بر اساس مطالعات انجام‌شده سطوح ارتفاعی ۴۳۲ تا ۱۲۲۰ متر بیشترین تعداد نقاط سکونتگاهی را به خود اختصاص داده‌اند. در این طبقه ۷۵ نقطه سکونتگاهی جای گرفته است که ۳۷/۵ درصد از کل سکونتگاه‌های منطقه را شامل می‌شود. به‌طوری‌که در این منطقه اراضی پست کمتر از ۱۷۵۰ متر بیشترین گسترش را دارند. این اراضی که جزو اراضی نسبتاً پست استان نیز به شمار می‌روند. بیشتر در بخش‌های شمال و شمال غربی شرقی منطقه قابل‌مشاهده است. بیشترین ارتفاع مشاهده در سطح منطقه در بخش‌های جنوبی می‌باشد که ارتفاعی در حدود ۳۸۰۰ متر را شامل می‌شوند(منبع،

پردازش مدل ارتفاعی توسط نویسندگان، میانگین حداکثر دما در اردیبهشت ماه ۲۲/۹۵، در خردادماه ۲۷/۵۲ و در مردادماه ۳۰/۵ درجه سانتی‌گراد همچنین بررسی میانگین ماهیانه بارندگی در طی دوره ۳۲ ساله (۱۳۶۴-۹۶) در منطقه موردبررسی نشان می‌دهد که بیشترین میزان این پارامتر در مهرماه ۱۸۷ میلی‌متر و در بهمن ماه ۸۳/۴ میلی‌متر است. در فصل بهار میانگین ماهیانه بارندگی در فروردین‌ماه ۵۱/۸، در اردیبهشت

ماه ۳۶/۸ و در خردادماه ۲۹ میلی‌متر می‌باشد. در تیرماه این مقدار به ۴۳/۱ میلی‌متر، در مردادماه ۳۹/۶ میلی‌متر و در شهریورماه ۱۱۹ میلی‌متر می‌باشد. در همین منطقه حفاظت شده کجور چهار گونه جنگلی (زربین، شمشاد، توسکای قشلاقی، توس، غان) وجود دارد که خود نشان دیگری از ارزش طبیعی این منطقه است (منبع، سازمان هواشناسی ایران ۱۳۹۸). در شکل (۱) محدوده جغرافیایی منطقه مطالعاتی را نشان می‌دهد (شکل ۱).



شکل ۱. نقشه منطقه کجور در استان مازندران

تصویر سنجنده TM ماهواره لندست ۷ و برای بازه ۱۷ می ۲۰۱۵، ۷ ژوئن ۲۰۱۷ از تصویر سنجنده OLI ماهواره لندست ۸ استفاده می‌شود.

به منظور بررسی و تحلیل تغییرات پوشش گیاهی در حوضه آبخیز نوشهر و چالوس استان مازندران از شاخص‌های EVI, DVI و NDVI بهره گرفته شد. در گزارش حاضر جهت پایش تغییرات پوشش زمین از طبقه‌بندی نظارت شده

## مواد و روش‌ها

### مراحل پیش پردازش دیتاها

در تحقیق حاضر از تصاویر ماهواره لندست در ۷ دوره زمانی استفاده شد که بترتیب برای بازه ۲ ژوئن ۱۹۸۵ ردیف ۱۶۴ و گذر ۰۳۵، ۲۸ می ۱۹۹۰، ۱۳ جولای ۱۹۹۵، ۸ ژوئن ۲۰۰۰ از تصویر سنجنده TM ماهواره لندست ۵ استفاده گردید. همچنین برای تاریخ ۴ ژوئن ۲۰۱۰ از

در ادامه به این منظور برای اراضی فاقد پوشش گیاهی از ۱۲۰ نمونه آموزشی، اراضی با پوشش گیاهی مرتعی ۱۰۰ نمونه و پوشش گیاهی جنگلی ۱۵۰ نمونه جهت تهیه نقشه پوشش اراضی استفاده شد. برای روش طبقه‌بندی از الگوریتم بیشترین شباهت در محیط نرم‌افزار ERDAS IMAGINE استفاده شد. شایان ذکر بوده که تغییرات کاربری اراضی برای پوشش جنگلی به غیر جنگلی در بین سالهای ۱۳۶۴ تا ۱۳۹۶، شناسایی گردید. سپس با استفاده از روش شبکه عصبی MLP این تغییرات در محیط مدل‌سازی تغییر سرزمین برای سال ۱۴۲۶ پیش بینی گردید.

و الگوریتم حداکثر شباهت استفاده شد. برای رسیدن به هدف تحقیق ابتدا اقدام به برداشت نمونه‌های آموزشی شد. برداشت نمونه‌های آموزشی به منظور انجام طبقه‌بندی نظارت شده با استفاده از عکس‌های هوایی، تصاویر Google Earth و نقاط برداشت شده با GPS در عملیات میدانی بوده و سعی گردید تا حد امکان پراکنش نمونه‌های آموزشی در سطح منطقه مطالعاتی در داخل منطقه همگن و با پراکنش مناسب باشند. لازم به توضیح بوده که تعداد پیکسل‌های انتخاب شده در هر نمونه آموزشی حداقل باید به اندازه ده برابر تعداد باندهای طیفی تصویر مورد استفاده باشد که این نکته بخوبی در مطالعه حاضر رعایت شد.

جدول ۱. مشخصات تصاویر ماهواره ای مورد استفاده

ردیف	سنجنده	ردیف	گذر	تاریخ میلادی	تاریخ شمسی
۱	TM	۱۶۴	۰۳۵	۲ ژوئن ۱۹۸۵	۱۲ خرداد ۱۳۶۴
۲	TM	۱۶۴	۰۳۵	۲۸ می ۱۹۹۰	۷ خرداد ۱۳۶۹
۳	TM	۱۶۴	۰۳۵	۱۳ جولای ۱۹۹۵	۲۲ تیر ۱۳۷۴
۴	TM	۱۶۴	۰۳۵	۸ ژوئن ۲۰۰۰	۱۹ خرداد ۱۳۷۹
۵	TM	۱۶۴	۰۳۵	۴ ژوئن ۲۰۱۰	۱۴ خرداد ۱۳۸۹
۶	OLI	۱۶۴	۰۳۵	۱۷ می ۲۰۱۵	۲۷ اردیبهشت ۱۳۹۴
۷	OLI	۱۶۴	۰۳۵	۷ ژوئن ۲۰۱۷	۱۷ خرداد ۱۳۹۶

فوق توضیح داده شده اند:

**شاخص پوشش گیاهی EVI:** این شاخص برای بهینه‌سازی سیگنال پوشش گیاهی با بهبود سازی حساسیت در مناطق با بیموس بالا و بهبود پایش پوشش گیاهی از طریق ایجاد ارتباط بین سیگنال پس زمینه تاج و پوشش و کاهش اثرات اتمسفری عمل می‌کند. این شاخص براساس رابطه ۱ محاسبه می‌شود (Huete et all, ۲۰۰۲).

### آشکار سازی تغییرات سرزمین

در مطالعه حاضر به منظور برآورد درصد پوشش های گیاهی از شاخص های EVI، NDVI و DVI استفاده گردید. همچنین از زنجیره مارکوف برای پیش بینی تغییرات این پوشش های گیاهی برای آینده و در نهایت بعنوان داده ای ورودی برای آنالیز انتشار گازهای گلخانه ای با توجه به پروژه REDD برای دهه های آینده استفاده خواهد شد. در ادامه هر یک از روشهای

۱۹۹۲ پیشنهاد شد، از کسر کردن مقادیر انعکاس باند قرمز از باند مادون قرمز بدست می آید (Hadjimitsis et all, ۲۰۱۰).

مدل CA MARKOV: احتمال تغییرات پوشش اراضی یک سیستم به یک وضعیت در یک زمان خاص از اطلاعات مربوط به همان سیستم در زمان گذشته به دست می آید. در مدل مارکوف تغییرات کاربری و پوشش اراضی در زمان دوم با استفاده از توزیع آن در زمان اول با محاسبه ماتریس انتقال به دست می آید. زنجیره مارکوف به صورت رابطه ۴ نشان داده می شود (Eastman, ۲۰۰۳; Rajitha, ۲۰۱۰).

مدل مارکوف همچنین موقعیت هر کاربری را با تولید مجموعه ای از تصاویر احتمال وضعیت از ماتریس احتمال انتقال نشان می دهد. در مرحله آخر از مدل سازی با استفاده از ماتریس مساحت انتقال در مدل CA مارکوف می توان نقشه شبیه سازی شده از کاربری اراضی در آینده را به دست آورد (Pontius, ۲۰۰۰; Fan, ۲۰۰۸). در این مطالعه پیش بینی وضعیت سه کلاس پوشش زمین، شامل اراضی فاقد پوشش، اراضی دارای پوشش گیاهی مرتعی و طبقه دارای پوشش جنگلی در منطقه مورد مطالعه برای سال ۱۴۲۶ بر اساس نقشه های پوشش زمین سال ۱۳۶۴ به عنوان نقشه دوره اول و نقشه پوشش زمین سال ۱۳۹۶ به عنوان نقشه دوره دوم به مدل مدلساز تغییر سرزمین (LCM) معرفی و با استفاده از شبکه عصبی MLP با مقدار صحت ۷۰ درصد ماتریس احتمال انتقال کاربری ها برای ۳۰ سال آینده محاسبه گردید.

$$EVI = G \frac{\rho_{NIR} - \rho_{red}}{\rho_{NIR} + C_1 \times \rho_{red} - C_2 \times \rho_{blue} + L} \quad (1)$$

که در آن  $\rho$  اصلاحات جوی و یا اصلاحات جزئی جوی ( تصحیح ریلی و جذب اتمسفری) مربوط به بازتاب سطحی،  $L$  اصلاحات مربوط به پس زمینه تاج و پوشش که غیر خطی می باشد  $\rho_{red}$  و  $\rho_{NIR}$  به ترتیب باند مادون قرمز و مادون قرمز نزدیک،  $C_1, C_2$  ضرایب مقاومت آتروسل که برای تصحیحات مربوط به باند آبی و تاثیر اثرات جوی در باند قرمز استفاده می شوند. ضرایب ثابت در این شاخص  $L=1, C_1=6, C_2=7/5$  و  $G=2/5$  می باشد. همچنین آستانه عدد این شاخص بین ۱ تا ۱- می باشد.

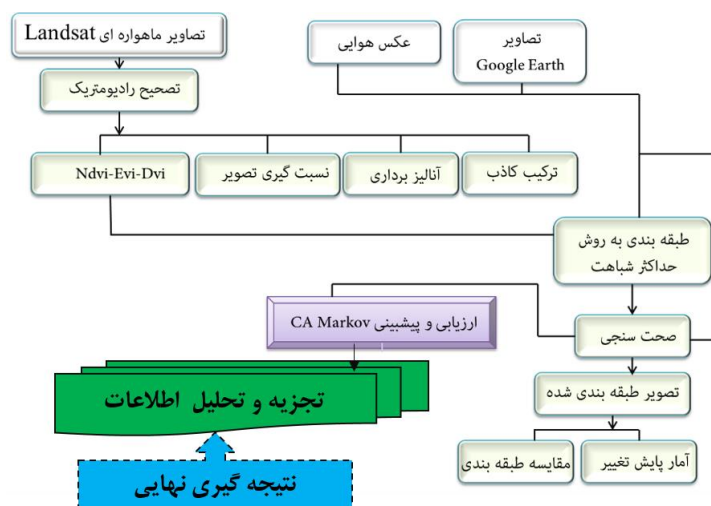
#### شاخص پوشش گیاهی NDVI:

جهت شناسایی مناطق پوشیده از پوشش گیاهی از شاخص گیاهی NDVI بهره گرفته شد. شاخص NDVI براساس رابطه ۲ محاسبه می شود (Rouse et all, ۱۹۷۴).

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (2)$$

در این رابطه RED مقدار بازتاب در محدوده باند قرمز و NIR مقدار بازتاب در باند مادون قرمز نزدیک است. مقدار این شاخص بین ۱- و ۱+ تغییر می کند. مقدار این شاخص برای پوشش گیاهی متراکم به سمت ۱+ میل می کند و برای آب، ابرها و برف مقدار آن منفی است. شاخص DVI: شاخص پوشش گیاهی تفاضلی که اولین بار توسط اوریت و ریچاردسون در سال





شکل ۲. فلوجارت فرآیند تحقیق

### یافته های تحقیق

#### پایش تغییرات پوشش اراضی

جهت طبقه بندی تصویر سنجنده MSS از ترکیب باندهای ۲۳۴، برای سنجنده TM از ترکیب باندهای ۲۴۶۷ و برای تصویر سنجنده OLI از ترکیب باندهای ۲۳۵۷ استفاده و طبقات اراضی فاقد پوشش گیاهی، اراضی مرتعی و پوشش گیاهی جنگلی برای سالهای ۱۳۶۴، ۱۳۶۹، ۱۳۷۴، ۱۳۷۹، ۱۳۸۹، ۱۳۹۴ و ۱۳۹۶ تهیه شد. براساس نتایج به دست آمده تغییرات رخ داده در بازه زمانی بین سالهای ۱۳۶۴-۱۳۶۹ برای طبقه فاقد پوشش و طبقه پوشش مرتعی به ترتیب بصورت ۰/۶۵ درصد و ۱/۳۸ درصد کاهش مساحت را نشان می دهد و برای کلاس پوشش جنگل نیز ۲/۰۳ درصد افزایش مساحت حادث شده است. در بازه بین سالهای ۱۳۷۴-۱۳۶۹ تغییرات رخ داده برای طبقات فاقد پوشش و پوشش مرتعی به ترتیب ۵/۸۹ و ۳/۹۷ درصد و بصورت افزایشی بوده است. برای کلاس پوشش جنگل نیز تغییرات بصورت ۹/۸۶

درصد کاهش در مقدار مساحت حادث شده است. در بازه زمانی بین سالهای ۱۳۷۹-۱۳۷۴ تغییرات برای کلاس فاقد پوشش مقداری در حدود ۶/۸۴ درصد افزایش در مقدار مساحت و برای کلاس پوشش مرتعی و پوشش جنگلی تغییرات به ترتیب مقداری در حدود ۴/۸۱ و ۲/۰۳ و بصورت کاهش در مقدار مساحت رخ داده است. در بازه زمانی بین سالهای ۱۳۸۹-۱۳۷۹ تغییرات برای طبقه فاقد پوشش گیاهی مقدار در حدود ۱۳/۶ درصد کاهش در مقدار مساحت حادث شده و برای طبقات پوشش مرتعی و پوشش جنگلی تغییرات به ترتیب مقداری در حدود ۴/۶۹ و ۸/۹۱ درصد و بصورت افزایش در مقدار مساحت حادث شده است. تغییرات در بازه زمانی بین سالهای ۱۳۹۴-۱۳۸۹ برای طبقات پوشش اراضی فاقد پوشش و اراضی دارای پوشش مرتعی به ترتیب مقداری در حدود ۱/۸۷ و ۳/۹۹ و بصورت کاهش در مقدار مساحت حادث شده است برای طبقه پوشش اراضی جنگلی تغییرات بصورت ۵/۸۷ درصد افزایش در مقدار مساحت بوده است. در

مرتعی تبدیل شده است.

### ارزیابی صحت طبقه‌بندی یک پارامتر مهم

#### جهت مدلسازی و پیش بینی دقیق

نتایج بدست آمده برای آزمون صحت طبقه بندی پوشش اراضی سال ۱۳۶۴ نشان دهنده دقت کلی ۸۹ درصد و ضریب کاپا ۰/۸۲ می‌باشد. برای سال ۱۳۶۹ دقت کلی و ضریب کاپا به ترتیب ۸۷ درصد و ۰/۸ بدست آمد. برای سال ۱۳۷۴ دقت کلی ۸۸ درصد و ضریب کاپا ۰/۸ برآورد شد. نتایج بدست آمده از ارزیابی شاخص های دقت کلی و ضریب کاپا برای سال‌های ۱۳۷۹، ۱۳۸۹، ۱۳۹۴ و ۱۳۹۶ به ترتیب ۸۹ درصد، ۰/۸۲، ۹۱ درصد و ۰/۸۶، ۹۲ درصد و ۰/۸۷، و در نهایت ۹۱ درصد و ۰/۸۶ برآورد شد (جدول ۲).

بازه زمانی بین سال‌های ۱۳۹۶-۱۳۹۴ تغییرات برای طبقات پوششی اراضی فاقد پوشش و طبقه پوششی جنگل به ترتیب مقداری در حدود ۱/۵ و ۰/۴ درصد بصورت کاهش در مقدار مساحت حادث شده است. طبقه پوشش مرتع نیز ۱/۹۳ درصد افزایش در مقدار مساحت رخ داده است براساس نتایج بدست آمده از مقدار کل مساحت طبقه فاقد پوشش مساحتی در حدود ۲۵۴۸۲ هکتار بدون تغییر باقی مانده و ۲۵۱۹ و ۲۱ هکتار به ترتیب از طبقه بدون پوشش به طبقات پوشش مرتعی و پوشش جنگلی تبدیل شده‌اند. از کل مساحت طبقه پوشش مرتعی ۲۳۴۷۲ هکتار به طبقه بدون پوشش و ۱۳۶۶ هکتار به طبقه پوشش جنگلی تبدیل شده است. از طبقه پوششی جنگل ۱۰۷۳ هکتار به طبقه بدون پوشش و ۱۸۰۰۷ به طبقه پوشش گیاهی

جدول ۲. ماتریس ارزیابی خطای طبقه‌بندی برای دوره های مطالعاتی

	ضریب کاپا	دقت کلی	دقت کاربر	دقت تولید کننده	نمونه صحیح	کل نمونه	نمونه مرجع	پوشش اراضی
۱۳۹۴	۰/۸۲	۸۹/۴۱	۸۵	۸۵	۱۲	۱۴	۱۴	فاقد پوشش
			۷۷	۸۷	۲۱	۲۷	۲۴	پوشش مرتعی
			۹۷	۹۱	۴۳	۴۴	۴۷	پوشش جنگلی
			-	-	۷۶	۸۵	۸۵	جمع
۱۳۹۹	۰/۸	۸۷/۷۸	۸۱	۸۶	۱۳	۱۶	۱۵	فاقد پوشش
			۷۶	۸۸	۲۳	۳۰	۲۶	پوشش مرتعی
			۹۷	۸۷	۴۳	۴۴	۴۹	پوشش جنگلی
			-	-	۷۹	۹۰	۹۰	جمع
۱۳۷۴	۰/۸۱	۸۸/۸۹	۷۵	۱۰۰	۱۲	۱۶	۱۲	فاقد پوشش
			۸۳	۸۶	۲۵	۳۰	۲۹	پوشش مرتعی
			۹۷	۸۷	۴۵	۴۴	۴۹	پوشش جنگلی
			-	-	۸۰	۹۰	۹۰	جمع
۱۳۷۹	۰/۸۲	۸۹/۴۷	۷۵	۱۰۰	۱۲	۱۶	۱۲	فاقد پوشش
			۸۴	۸۷	۲۷	۳۲	۳۱	پوشش مرتعی
			۹۷	۸۸	۴۶	۴۷	۵۲	پوشش جنگلی
			-	-	۸۵	۹۵	۹۵	جمع

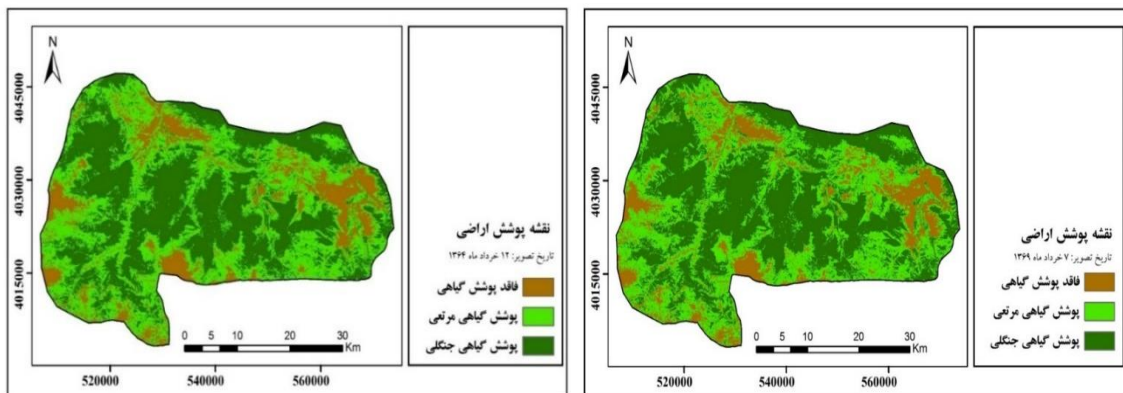
۱۳۸۹	فاقد پوشش	۱۴	۱۶	۱۴	۱۰۰	۸۷	۹۱/۵۸	۰/۸۶
	پوشش مرتعی	۳۳	۳۲	۲۹	۸۷	۹۰		
	پوشش جنگلی	۴۸	۴۷	۴۴	۹۱	۹۳		
	جمع	۹۵	۹۵	۸۷	-	-		
۱۳۸۴	فاقد پوشش	۱۷	۱۹	۱۷	۱۰۰	۸۹	۹۲	۰/۸۷
	پوشش مرتعی	۳۵	۳۴	۳۵	۸۸	۹۱		
	پوشش جنگلی	۴۸	۴۷	۴۸	۹۱	۹۳		
	جمع	۱۰۰	۱۰۰	۹۲	-	-		
۱۳۸۱	فاقد پوشش	۱۷	۲۰	۱۷	۱۰۰	۸۵	۹۱/۸۲	۰/۸۶
	پوشش مرتعی	۴۲	۴۰	۳۷	۸۸	۹۲		
	پوشش جنگلی	۵۱	۵۰	۴۷	۹۲	۹۴		
	جمع	۱۱۰	۱۱۰	۱۰۱	-	-		

\*به دلیل خطای بالای تصویر ماهواره‌ای (پوشش ابر زیاد و تیرگی) در بازه زمانی ۱۳۸۴ از آن استفاده نگردید.

### پایش تغییرات پوشش اراضی

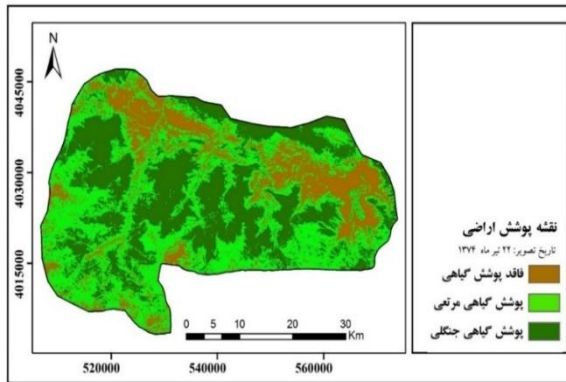
جهت طبقه‌بندی تصویر سنجنده MSS از ترکیب باندهای ۲۳۴، برای سنجنده TM از ترکیب باندهای ۲۴۶۷ و برای تصویر سنجنده OLI از ترکیب باندهای ۲۳۵۷ استفاده و طبقات

اراضی فاقد پوشش گیاهی، اراضی مرتعی و پوشش گیاهی جنگلی برای سال‌های ۱۳۶۴، ۱۳۶۹، ۱۳۷۴، ۱۳۷۹، ۱۳۸۹، ۱۳۹۴ و ۱۳۹۶ تهیه شد که به ترتیب در شکل‌های ۳ تا ۹ آورده شده‌اند.

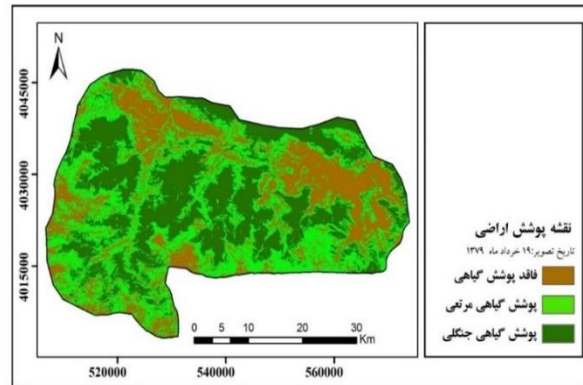


شکل ۴. نقشه پوشش اراضی برای سال ۱۳۶۹

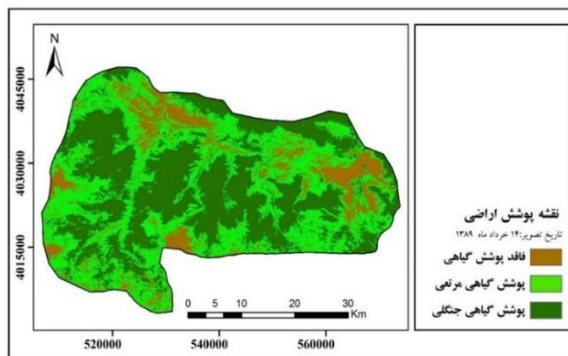
شکل ۳. نقشه پوشش اراضی برای سال ۱۳۶۴



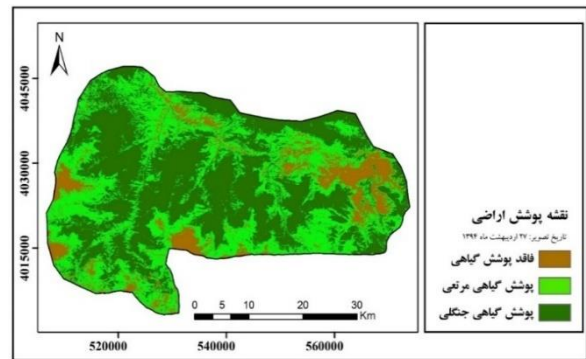
شکل ۵. نقشه پوشش اراضی برای سال ۱۳۷۴



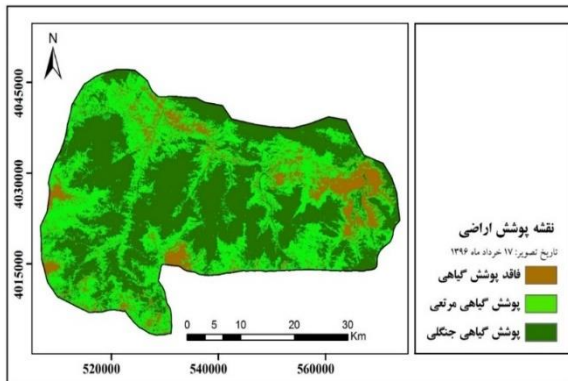
شکل ۶. نقشه پوشش اراضی برای سال ۱۳۷۹



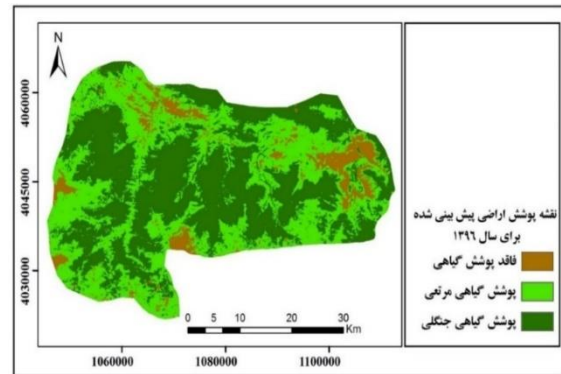
شکل ۷. نقشه پوشش اراضی برای سال ۱۳۸۹



شکل ۸. نقشه پوشش اراضی برای سال ۱۳۹۴



شکل ۹. نقشه پوشش اراضی برای سال ۱۳۹۶



شکل ۱۰. نقشه پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی و

پوشش زمین ۱۳۹۶

(منبع: یافته‌های نویسندگان حاصل از پردازش تصاویر ماهواره‌ای)

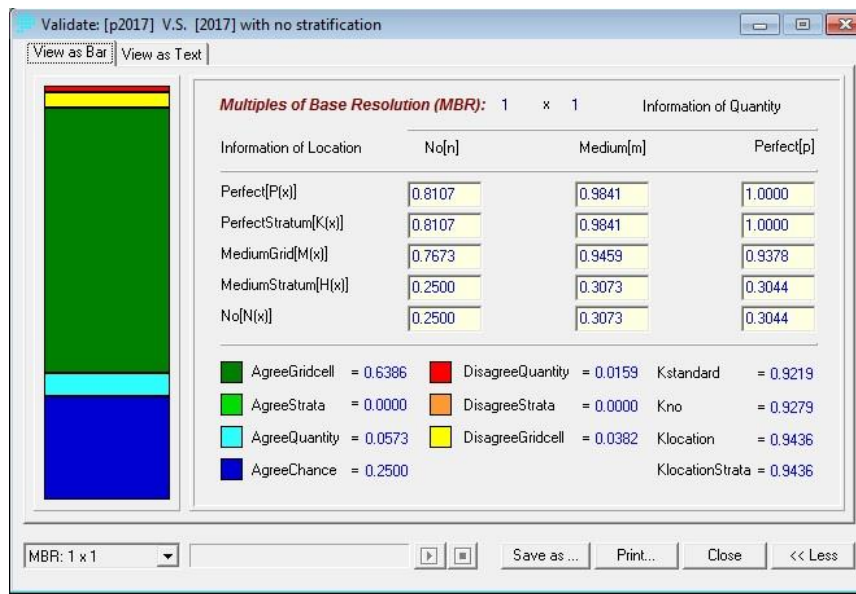
از شانس  $[N(n)]$  که بدون داشتن هیچ اطلاعاتی از موقعیت و کمیت به دست می‌آید برابر  $0/25$  است، توافق ناشی از کمیت (تعداد سلول‌ها برای هر کلاس در دو نقشه) که از رابطه  $[N(n)] - [M(m)]$  برابر  $0/68$  محاسبه شد، عدم توافق

با توجه به شکل فوق، این نتایج برای سال ۱۳۹۶ استنباط می‌گردد که توافق بین نقشه واقعی و پیش‌بینی شده  $[M(m)]$  برابر  $0/93$  است. عدم توافق بین دو نقشه نیز با توجه به رابطه  $[M(m)] - 1$  برابر  $0/07$  است، توافق ناشی

ناشی از کمیت نیز با توجه به رابطه  $[P(m)] - [P(p)]$  برابر  $0/02$  و همین‌طور توافق و عدم توافق مکانی (مکان کلاس‌ها در دو نقشه واقعی و پیش‌بینی شده) به ترتیب  $0/63$  و  $0/25$  برآورد شد. شاخص Klocation که توانایی مدل

در پیش‌بینی مکان پیکسل‌ها را نشان می‌دهد، برابر  $0/94$  و شاخص Kquantity که توانایی مدل در پیش‌بینی تعداد پیکسل‌ها را نشان می‌دهد براساس رابطه ۶ محاسبه شد. رابطه ۳

$$Kquantity = \frac{M(m) - NQML}{PQML - NQML} = \frac{0,9459 - 0,7673}{0,9378 - 0,7673} = 1$$



شکل ۱۱. توافق و عدم توافق نقشه واقعی و پیش‌بینی شده سال ۱۳۹۶

(منبع: یافته‌های نویسندگان حاصل از پردازش تصاویر ماهواره‌ای)

جدول ۳. مساحت و درصد مساحت طبقات مختلف پوشش اراضی برحسب هکتار

سال / کلاس	فاقد پوشش		پوشش مرتعی		پوشش جنگلی	
	مساحت	درصد	مساحت	درصد	مساحت	درصد
۱۳۶۴	۲۸۰۷۱	۱۵/۲۹	۷۱۷۸۴	۳۹/۱۱	۸۳۶۸۲	۴۵/۵۹
۱۳۶۹	۲۶۸۶۹	۱۴/۶۳	۶۹۲۴۵	۳۷/۷۲	۸۷۴۲۴	۴۷/۶۳
۱۳۷۴	۳۷۶۸۰	۲۰/۵۳	۷۶۵۴۳	۴۱/۷	۶۹۳۱۴	۳۷/۷۶
۱۳۷۹	۵۰۲۵۱	۲۷/۳۷	۶۷۷۰۱	۳۶/۸۸	۶۵۵۸۵	۳۵/۷۳
۱۳۸۹	۲۵۲۷۲	۱۳/۷۶	۷۶۳۲۴	۴۱/۵۸	۸۱۹۴۱	۴۴/۶۴
۱۳۹۴	۲۱۸۲۴	۱۱/۸۹	۶۸۹۸۳	۳۷/۵۸	۹۲۷۳۰	۵۰/۵۲
۱۳۹۶	۱۹۰۶۴	۱۰/۳۸	۷۲۵۴۰	۳۹/۵۲	۹۱۹۳۲	۵۰/۰۸

(منبع: یافته‌های نویسندگان حاصل از پردازش تصاویر ماهواره‌ای)

جدول ۴. تغییرات طبقات پوشش اراضی برحسب درصد

سال / کلاس	فاقد پوشش	پوشش مرتعی	پوشش جنگلی
۱۳۶۴-۱۳۶۹	-۰/۶۵	-۱/۳۸	۲/۰۳
۱۳۶۹-۱۳۷۴	۵/۸۹	۳/۹۷	-۹/۸۶
۱۳۷۴-۱۳۷۹	۶/۸۴	-۴/۸۱	-۲/۰۳
۱۳۷۹-۱۳۸۹	-۱۳/۶	۴/۶۹	۸/۹۱
۱۳۸۹-۱۳۹۴	-۱/۸۷	-۳/۹۹	۵/۸۷
۱۳۹۴-۱۳۹۶	-۱/۵	۱/۹۳	-۰/۴

(منبع: یافته‌های نویسندگان حاصل از پردازش تصاویر ماهواره‌ای)

صفر می باشد. با بررسی جدول شماره ۲ می توان پی برد که همواره بیشترین سطح اشغال شده در این شاخص در کلاس ۰/۱-۰/۲ می باشد (بجز سال ۱۳۹۶) و کمترین سطح منطقه نیز در کلاس کمتر از صفر می باشد که این کلاس شامل نواحی آبی یا پوشش برفی می باشند. لازم به ذکر است که در سال ۱۳۹۶ کلاس بزرگتر از ۰/۳، بیشترین سطح از منطقه را به خود اختصاص داده است. این امر حاکی از آن است که سطح پوشش گیاهی متراکم در سال ۱۳۹۶ بیشتر شده است.

پس از ارزیابی شاخص پوشش گیاهی DVI نقشه های حاصل در پنج کلاس کمتر از صفر، بین صفر تا ۰/۱، بین ۰/۱ تا ۰/۲، بین ۰/۲ تا ۰/۳ و بیش از ۰/۳ طبقه بندی شدند که نتایج حاصل از آنها در قالب جدول ۵ برای سال‌های ۱۳۶۴ تا ۱۳۹۶ ارائه شده است.

نتایج این بخش از مطالعه نشان می دهد که در سال ۱۳۶۴ بیشترین سطح این شاخص (۳۵ درصد) در کلاس ۰/۱ تا ۰/۲ قرار گرفته است. کمترین سطح این شاخص با اندازه ۰/۵۳ درصد از کل سطح منطقه متعلق به کلاس کمتر از

جدول ۵. مساحت و درصد مساحت طبقات مختلف شاخص پوشش گیاهی DVI

سال / کلاس	شاخص پوشش گیاهی DVI										
	>۰/۳	۰/۲-۰/۳	۰/۱-۰/۲	۰-۰/۱	<۰	مساحت	درصد	مساحت	درصد	مساحت	درصد
۱۳۶۴	۹۸۳	۰/۵۳	۵۵۱۵۲	۳۰	۶۵۰۶۲	۳۵/۴	۵۱۰۸۸	۲۷/۸	۱۱۲۵۳	۶/۱	درصد
۱۳۶۹	۱۷۷	۰/۰۹	۲۹۱۲۲	۱۵/۸	۶۴۵۴۲	۳۵/۱	۶۰۳۳۴	۳۲/۸	۲۹۳۶۳	۱۶	درصد
۱۳۷۴	۴	۰	۵۰۱۸۲	۲۷/۳	۸۳۲۰۰	۴۵/۳	۴۷۵۹۸	۲۵/۹	۲۵۵۵	۱/۴	درصد
۱۳۷۹	۲	۰	۵۱۸۸۱	۲۸/۲	۶۳۲۲۳	۳۴/۴	۴۶۶۴۴	۲۵/۴	۲۱۷۸۹	۱۱/۸	درصد
۱۳۸۹	۳۶	۰/۰۱	۲۵۰۵۵	۱۳/۶	۶۵۷۰۹	۳۵/۸	۶۲۵۹۵	۳۴/۱	۳۰۱۴۴	۱۶/۴	درصد
۱۳۹۴	۴۰۲	۰/۲	۲۱۵۳۳	۱۱/۷	۶۲۲۰۶	۳۳/۹	۵۴۶۸۲	۲۹/۸	۴۴۷۱۶	۲۴/۳	درصد
۱۳۹۶	۷۷	۰/۴۰	۱۵۸۷۸	۸/۶	۵۹۶۷۰	۳۲/۵	۴۳۴۳۷	۲۳/۶	۶۴۴۷۷	۳۵/۱	درصد

(منبع: یافته‌های نویسندگان حاصل از پردازش تصاویر ماهواره‌ای)

۰/۶ و بیش از ۰/۶ طبقه بندی شدند که نتایج حاصل از آنها در قالب جدول ۶ برای سال‌های ۱۳۶۴ تا ۱۳۹۶ ارائه شده است.

پس از ارزیابی شاخص پوشش گیاهی EVI نقشه های حاصل در پنج کلاس کمتر از صفر، بین صفر تا ۰/۲، بین ۰/۲ تا ۰/۴، بین ۰/۴ تا

کلاس بیشتر از ۰/۶ می باشد. بیشترین سطح در سال ۱۳۶۹، ۱۳۷۴ و ۱۳۷۹ در کلاس ۰/۲ تا ۰/۴ قرار دارد. همچنین بیشترین سطح در سایر سالها (۱۳۸۹، ۱۳۹۴ و ۱۳۹۶) برای شاخص EVI در کلاس بیشتر از ۰/۶ قرار گرفته است.

نتایج حاصل از طبقه بندی شاخص EVI در جدول ۶ نشان می دهد که بیشترین سطح در سالهای مختلف در کلاسهای مختلفی قرار گرفته اند اما همواره کمترین سطح در کلاس کمتر از صفر قرار گرفته است. نتایج نشان می دهد که بیشترین سطح در سال ۱۳۶۴ در

جدول ۶. مساحت و درصد مساحت طبقات مختلف شاخص پوشش گیاهی EVI

شاخص پوشش گیاهی EVI										سال / کلاس
>۰/۶		۰/۴-۰/۶		۰/۲-۰/۴		۰-۰/۲		<۰		
مساحت	درصد	مساحت	درصد	مساحت	درصد	مساحت	درصد	مساحت	درصد	
۲۹/۸	۵۴۷۹۰	۲۴/۹	۴۵۷۳۳	۲۲/۷	۴۱۶۷۶	۲۲	۴۰۳۵۵	۰/۵	۹۸۲	۱۳۶۴
۲۷/۸	۵۱۱۵۷	۲۸/۱	۵۱۷۰۶	۲۹/۴	۵۳۹۳۶	۱۴/۴	۲۶۴۷۰	۰/۱	۲۶۷	۱۳۶۹
۱۳/۸	۲۵۳۵۲	۳۲/۷	۶۰۰۰۶	۳۲/۱	۵۹۰۸۳	۲۲	۳۹۰۹۱	۰	۳	۱۳۷۴
۲۴/۳	۴۴۷۰۲	۱۸/۸	۳۴۴۷۲	۳۰/۶	۵۶۱۴۷	۲۶	۴۸۲۱۴	۰	۱	۱۳۷۹
۳۲/۵	۵۹۶۶۴	۲۴/۹	۴۵۷۴۱	۳۰/۸	۵۶۵۳۷	۱۱/۷	۲۱۵۵۷	۰	۳۷	۱۳۸۹
۳۶/۹	۶۷۷۷۳	۲۳/۳	۴۲۸۹۶	۲۸/۷	۵۲۶۶۳	۱۰/۴	۱۹۲۰۷	۰/۵	۹۹۸	۱۳۹۴
۴۱/۱	۷۵۵۶۳	۱۹/۷	۳۶۱۶۱	۲۹/۷	۵۴۵۰۲	۷/۸	۱۴۳۴۱	۱/۶	۲۹۷۰	۱۳۹۶

(منبع: یافته‌های نویسندگان حاصل از پردازش تصاویر ماهواره‌ای)

### شاخص پوشش گیاهی NDVI

پس از ارزیابی شاخص پوشش گیاهی NDVI نقشه‌های حاصل در پنج کلاس کمتر از صفر، بین صفر تا ۰/۲، بین ۰/۲ تا ۰/۴، بین ۰/۴ تا ۰/۶ و بیش از ۰/۶ طبقه بندی شدند که نتایج حاصل از آنها در قالب جدول ۷ برای سالهای ۱۳۶۴ تا ۱۳۹۶ ارائه شده است. همانطور که

نتایج این بخش از مطالعه نشان می دهد این شاخص همانند سایر شاخص ها کمترین سهم درصد مساحت در تمامی دوره ها را در کلاس کمتر از صفر نشان داده است اما بیشترین مقدار این شاخص بجز در سال ۱۳۷۹ که در کلاس ۰/۲ تا ۰/۴ نشان داده است در سایر دوره ها بیشترین سهم مربوط به کلاس بیشتر از ۰/۶ می باشد.

جدول ۷. مساحت و درصد مساحت طبقات مختلف شاخص پوشش گیاهی NDVI

شاخص پوشش گیاهی NDVI									
سال / کلاس	< ۰	۰-۰/۲	۰/۲-۰/۴	۰/۴-۰/۶	> ۰/۶	مساحت درصد	مساحت درصد	مساحت درصد	مساحت درصد
۱۳۶۴	۳۰۳	۹/۱	۴۴۶۴۰	۲۵/۴	۴۹۳۶۵	۲۶/۹	۷۰۵۰۰	۳۸/۴	۲۹
۱۳۶۹	۱۷۷	۸/۵	۴۵۹۶۸	۲۵	۴۶۰۹۰	۲۵/۱	۷۵۶۲۶	۴۱/۲	۲۹
۱۳۷۴	۳	۱۲/۸	۵۲۱۴۲	۲۸/۴	۵۴۴۸۶	۲۹/۷	۵۳۳۵۲	۲۹	۳۱
۱۳۷۹	۱	۱۷/۳	۶۰۶۳۶	۳۳	۳۴۲۴۴	۱۸/۶	۵۶۸۹۲	۳۱	۳۸
۱۳۸۹	۳۶	۷/۴	۵۱۶۹۴	۲۸/۱	۴۸۳۵۹	۲۶/۳	۶۹۸۶۲	۳۸	۴۴/۵
۱۳۹۴	۴۴۷	۶/۷	۴۴۱۱۵	۲۴	۴۴۹۰۵	۲۴/۴	۸۱۸۰۱	۴۴/۵	۴۵/۱
۱۳۹۶	۷۹	۵	۴۸۴۰۷	۲۶/۳	۴۲۹۳۰	۲۳/۴	۸۲۸۰۸	۴۵/۱	

(منبع: یافته‌های نویسندگان حاصل از پردازش تصاویر ماهواره‌ای)

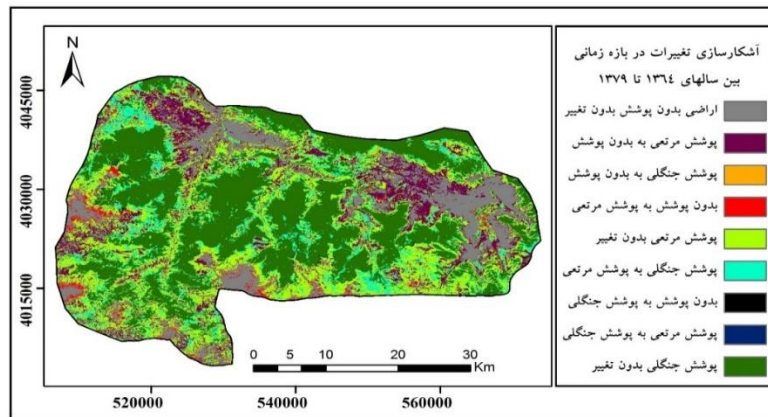
مقایسه سه شاخص DVI، EVI و NDVI نشان می‌دهد که اگرچه این سه شاخص در تعیین مناطق برفی و آبی کاملاً مشابه هم عمل کردند اما در تعیین تراکم و سبزی‌نگی پوشش گیاهی یکسان نبودند. با بررسی درصد مساحت در جداول ارائه شده می‌توان پی برد که با وجود اینکه در دوره ای به علت کمبود بارش و خشک‌سالی بارش کاهش پیدا کرده و در نتیجه آن بیوماس و سبزی‌نگی کم شده اما در چند سال اخیر به دلیل از بین رفتن خشک‌سالی وضعیت رویش و سبزی‌نگی پوشش گیاهی مجدداً به حالت قبلی برگشته است. همچنین مقایسه نتایج این سه شاخص نشان می‌دهد که بیشترین درصد مساحت در سال‌های مختلف برای کلاس پوشش خیلی متراکم (کلاس بیشتر از ۰/۶ برای NDVI و EVI و کلاس بیشتر از ۰/۳ برای DVI) در سال ۱۳۹۶ بوده است. لازم به ذکر است که علاوه بر افزایش بارندگی در سال‌های اخیر، طرح‌های آب‌خیزداری و حفاظت از مراتع و جنگل‌ها می‌تواند یکی از دلایل افزایش پوشش گیاهی در منطقه باشد.

تعیین تغییرات کاربری‌های مختلف به

### سایر کاربری‌ها

اشکار سازی تغییرات بین سال‌های ۱۳۶۴ و ۱۳۷۹، ۱۳۷۹ و ۱۳۹۶، ۱۳۹۶ و ۱۳۹۶ برای نقشه‌های پوشش اراضی با سه طبقه پوشش اراضی فاقد پوشش گیاهی، اراضی مرتعی و پوشش گیاهی جنگلی با دستور Croos Tab در نرم‌افزار IDRISI selva انجام شد. نتایج حاصل از آشکارسازی تغییرات در بازه زمانی بین سال‌های ۱۳۶۴ و ۱۳۷۹ در شکل ۱۲ و جدول ۱۴ آورده شده است. براساس نتایج بدست آمده از مقدار کل مساحت طبقه فاقد پوشش مساحتی در حدود ۲۵۴۸۲ هکتار بدون تغییر باقی مانده و ۲۵۱۹ و ۲۱ هکتار به ترتیب از طبقه بدون پوشش به طبقات پوشش مرتعی و پوشش جنگلی تبدیل شده‌اند. از کل مساحت طبقه پوشش مرتعی ۲۳۴۷۲ هکتار به طبقه بدون پوشش و ۱۳۶۶ هکتار به طبقه پوشش جنگلی تبدیل شده است. از طبقه پوششی جنگل ۱۰۷۳ هکتار به طبقه بدون پوشش و ۱۸۰۰۷ به طبقه پوشش گیاهی مرتعی تبدیل شده است.





شکل ۱۲. آشکار سازی تغییرات در بازه زمانی بین سالهای ۱۳۶۴ تا ۱۳۷۹

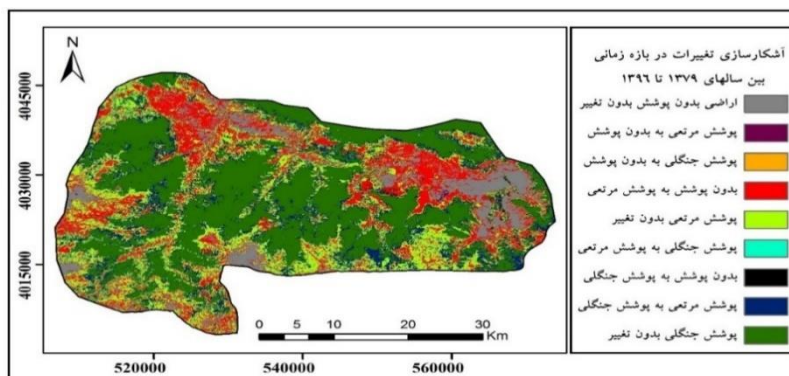
(منبع: یافته‌های نویسندگان حاصل از پردازش تصاویر ماهواره‌ای)

جدول ۸. تغییرات رخ داده برای هرکدام از طبقات پوشش اراضی در بازه بین سالهای ۱۳۶۴ و ۱۳۷۹

۱۳۷۹		۱۳۶۴	
پوشش جنگلی	پوشش گیاهی مرتعی	بدون پوشش گیاهی	
۲۱	۲۵۱۹	۲۵۴۸۲	بدون پوشش گیاهی
۱۳۶۶	۴۷۲۱۰	۲۳۴۷۲	پوشش گیاهی مرتعی
۶۴۳۷۴	۱۸۰۰۷	۱۰۷۳	پوشش جنگلی

رابطه با طبقه پوششی مرتع ۴۰۷۰۱ هکتار بدون تغییر باقی مانده و ۹۲۲ هکتار و ۲۶۰۰۶ هکتار به ترتیب به طبقه بدون پوشش و طبقه جنگل تبدیل شده اند. از طبقه پوشش جنگل ۳۴ هکتار به طبقه بدون پوشش و ۳۱۱ هکتار به طبقه پوشش مرتع تغییر پیدا کرده‌اند.

نتایج آشکارسازی تغییرات در بازه زمانی بین سالهای ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۶ در شکل ۱۳ و جدول ۹ آورده شده است. براساس نتایج بدست آمده از مجموع کل مساحت طبقه بدون پوشش ۳۱۸۲۰ هکتار به پوشش مرتعی و ۳۲۵ هکتار به طبقه پوششی جنگل تبدیل شده است. در



شکل ۱۳. آشکار سازی تغییرات در بازه زمانی بین سالهای ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۶

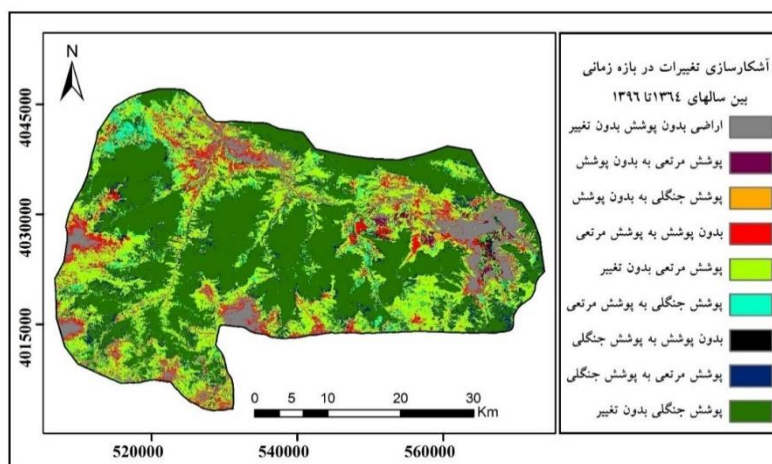
(منبع: یافته‌های نویسندگان حاصل از پردازش تصاویر ماهواره‌ای)

جدول ۹. تغییرات رخ داده برای هرکدام از طبقات پوشش اراضی در بازه بین سالهای ۱۳۷۹ و ۱۳۹۶

۱۳۹۶			۱۳۶۹
پوشش جنگلی	پوشش گیاهی مرتعی	بدون پوشش گیاهی	
۳۲۵	۳۱۸۲۰	۱۷۸۹۵	بدون پوشش گیاهی
۲۶۰۰۶	۴۰۷۰۱	۹۲۲	پوشش گیاهی مرتعی
۶۵۴۲۱	۳۱۱	۳۴	پوشش جنگلی

(منبع: یافته‌های نویسندگان حاصل از پردازش تصاویر ماهواره‌ای)  
 نتایج آشکارسازی تغییرات در بازه زمانی بین سال‌های ۱۳۶۴ تا ۱۳۹۶ در شکل ۱۴ و جدول ۱۰ آورده شده است. نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که از مجموع کل مساحت طبقه بدون پوشش مساحتی در حدود ۱۱۶۱۸ هکتار به طبقه پوشش مرتع و ۳۵۷ هکتار به طبقه پوشش جنگل تغییر پیدا کرده است. از مجموع

کل مساحت طبقه پوشش مرتعی مساحتی در حدود ۲۷۳۹ هکتار به طبقه بدون پوشش و ۱۳۴۵۲ هکتار به طبقه پوشش جنگل تغییر پیدا کرده است. در رابطه با طبقه پوشش جنگل مساحتی در حدود ۴۴۲ هکتار به طبقه بدون پوشش و ۵۵۳۷ هکتار به طبقه پوشش گیاهی مرتعی تغییر پیدا کرده است.



شکل ۱۴. آشکار سازی تغییرات در بازه زمانی بین سال‌های ۱۳۶۴ تا ۱۳۹۶

(منبع: یافته‌های نویسندگان حاصل از پردازش تصاویر ماهواره‌ای)

جدول ۱۰. تغییرات رخ داده برای هرکدام از طبقات پوشش اراضی در بازه بین سال‌های ۱۳۶۴ و ۱۳۹۶

۱۳۹۶			۱۳۶۴
پوشش جنگلی	پوشش گیاهی مرتعی	بدون پوشش گیاهی	
۳۵۷	۱۱۶۱۸	۱۵۷۹۲	بدون پوشش گیاهی
۱۳۴۵۲	۵۵۷۳۱	۲۷۳۹	پوشش گیاهی مرتعی
۷۷۸۶۰	۵۵۳۷	۴۴۲	پوشش جنگلی

(منبع: یافته‌های نویسندگان حاصل از پردازش تصاویر ماهواره‌ای)

به‌دست آمده از نقشه‌های سال‌های ۱۳۶۴ و ۱۳۹۶ با بهره‌گیری از LCM و MLP برای پیش‌بینی تغییرات ۳۰ سال آینده (۱۴۲۶) را

**پیش‌بینی تغییرات کاربری برای آینده**  
 چنانچه روند تغییرات آینده را معادل تغییرات فعلی در نظر بگیریم، جدول ۱۱ ماتریس احتمال

طبقات پوشش در سال ۱۴۲۶ را با فرض ثابت ماندن فرایندهای تغییر پوشش اراضی در طی ۳۰ سال بعد (بازه ۱۳۹۶ تا ۱۴۲۶) انجام داده است.

نشان می‌دهد. در ماتریس مذکور، سطرها نشان‌دهنده طبقات پوشش سال ۱۳۹۶ و ستون‌ها مربوط به طبقات پوشش سال ۱۴۲۶ است. لازم به ذکر است که این مدل، پیش‌بینی

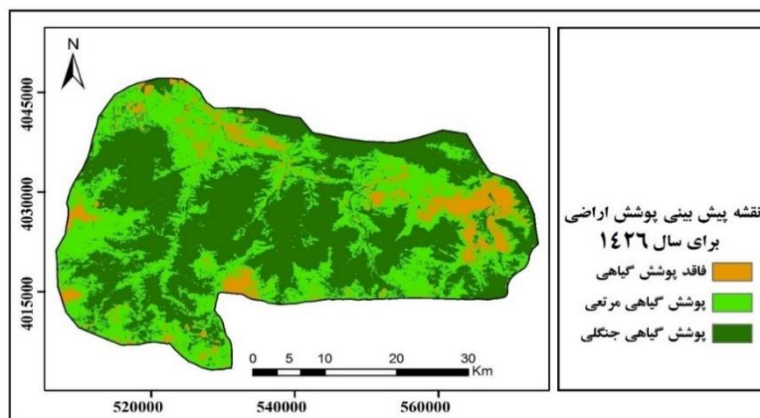
جدول ۱۱. ماتریس احتمال انتقال محاسبه شده بر اساس نقشه‌های پوشش اراضی در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۶۴

۱۳۶۵-۱۳۹۶	طبقه فاقد پوشش	طبقه پوشش مرتعی	طبقه پوشش جنگلی
طبقه فاقد پوشش	۰/۴۷۷	۰/۵	۰/۰۱
طبقه پوشش مرتعی	۰/۰۵	۰/۶۵	۰/۲۹
طبقه پوشش جنگلی	۰/۰۱	۰/۱۹	۰/۷۸

(منبع: یافته‌های نویسندگان حاصل از پردازش تصاویر ماهواره‌ای) همان‌طور که در جدول ۱۱ مشاهده می‌شود با احتمال ۰/۴۷ پیکسل‌های مربوط به طبقه فاقد پوشش در سال ۱۳۹۶، در سال ۱۴۲۶ نیز بدون پوشش باقی بماند و ۰/۵ احتمال دارد که به اراضی با پوشش مرتعی تبدیل شود. همچنین احتمال می‌رود، طبقه پوشش مرتعی ۰/۶۵ و طبقه پوشش جنگلی ۰/۷۸ بدون تغییر باقی بمانند. احتمال می‌رود که ۰/۲۹ از طبقه پوشش مرتع در سال ۱۳۹۶، به طبقه پوشش جنگل در سال ۱۴۲۶ تبدیل شود. همچنین پیش‌بینی می‌شود که ۰/۱۹ از طبقه پوشش جنگل در سال ۱۳۹۶، به طبقه پوشش مرتعی در سال ۱۴۲۶ تبدیل شود. در نهایت با استفاده از عملگر مارکوف و با لحاظ نقشه پوشش زمین

سال ۱۳۹۶ به عنوان نقشه پایه و معرفی فایل مساحت انتقال حاصل از مرحله قبل اجرا و نقشه پوشش زمین برای سال ۱۴۲۶ پیش‌بینی شد که در شکل ۱۶ آورده شده است. مساحت و درصد مساحت طبقات مختلف پوشش اراضی در سال ۱۴۲۶ در جدول ۱۲ و شکل ۱۸ نیز نشان داده شده‌اند.

براساس نتایج بدست آمده طبقات پوشش اراضی فاقد پوشش مساحتی در حدود ۱۴۸۱۶ هکتار معادل ۸ درصد، طبقه پوشش مرتعی مساحتی در حدود ۷۴۹۱۴ هکتار معادل ۴۰/۸ درصد و طبقه پوششی جنگل مساحتی در حدود ۹۳۸۰۷ هکتار معادل ۵۱/۱ درصد خواهند داشت.



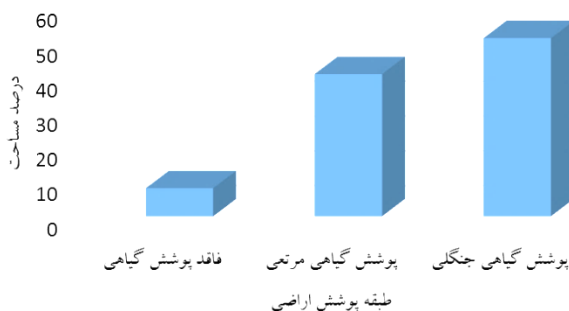
شکل ۱۵. نقشه پیش‌بینی شده پوشش اراضی برای سال ۱۴۲۶

(منبع: یافته‌های نویسندگان حاصل از پردازش تصاویر ماهواره‌ای)

جدول ۱۲. مساحت و درصد مساحت طبقات پوشش اراضی در سال ۱۴۲۶ برحسب هکتار

سال/کلاس	فاقد پوشش گیاهی		پوشش گیاهی مرتعی		پوشش گیاهی جنگلی	
	مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)	درصد
۱۴۲۶	۱۴۸۱۶	۸/۰۷	۷۴۹۱۴	۴۰/۸۱	۹۳۸۰۷	۵۱/۱۱

(منبع: یافته‌های نویسندگان حاصل از پردازش تصاویر ماهواره‌ای)



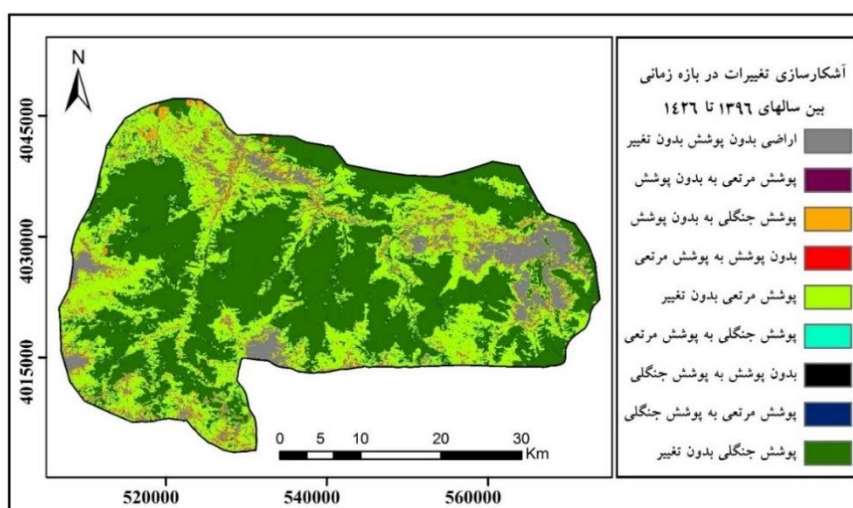
شکل ۱۶. مساحت طبقات پوشش اراضی در سال ۱۴۲۶ برحسب درصد

(منبع: یافته‌های نویسندگان حاصل از پردازش تصاویر ماهواره‌ای)

### آشکارسازی تغییرات بین سال ۱۳۹۶ و ۱۴۲۶

آشکارسازی تغییرات بین سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۴۲۶ برای نقشه‌های پوشش اراضی با سه طبقه پوشش اراضی فاقد پوشش گیاهی، اراضی مرتعی و پوشش گیاهی جنگلی با دستور Croos Tab در نرم‌افزار IDRISI selva انجام شد. نتایج حاصل از آشکارسازی تغییرات در بازه زمانی مذکور در شکل ۱۷ و جدول ۱۳ آورده

شده است. براساس نتایج بدست آمده از مقدار کل مساحت طبقه فاقد پوشش مساحتی در حدود ۱۳۶۰۵ هکتار بدون تغییر باقی مانده و ۵۰۷۰ هکتار از طبقه بدون پوشش به طبقه پوشش مرتعی تبدیل خواهد شد. از کل مساحت طبقه پوشش مرتعی ۲۵۱ هکتار به طبقه بدون پوشش و ۳۲۸۱ هکتار به طبقه پوشش جنگلی تبدیل خواهد شد. از طبقه پوششی جنگل ۱۰۰۴ هکتار به طبقه بدون پوشش و ۶۷۳ به طبقه پوشش گیاهی مرتعی تبدیل خواهد شد.



شکل ۱۷. نقشه آشکارسازی تغییرات بین نقشه پوشش اراضی ۱۳۹۶ و نقشه پیش‌بینی شده ۱۴۲۶ (منبع: یافته‌های نویسندگان حاصل از پردازش تصاویر ماهواره‌ای)

جدول ۱۳. تغییرات رخ داده برای هرکدام از طبقات پوشش اراضی در بازه بین سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۴۲۶

۱۳۹۶			۱۴۲۶		
بدون پوشش گیاهی	پوشش گیاهی مرتعی	پوشش جنگلی	بدون پوشش گیاهی	پوشش گیاهی مرتعی	پوشش جنگلی
۱۳۶۰۵	۵۰۷۰	-	۱۳۶۰۵	۵۰۷۰	-
۲۵۱	۶۹۳۵۹	۳۲۸۱	۲۵۱	۶۹۳۵۹	۳۲۸۱
۱۰۰۴	۶۷۳	۹۰۲۸۶	۱۰۰۴	۶۷۳	۹۰۲۸۶

(منبع: یافته‌های نویسندگان حاصل از پردازش تصاویر ماهواره‌ای)

### نتیجه‌گیری:

نتایج حاصل از بررسی روند شاخص‌های پوشش گیاهی در مطالعه حاضر روند تغییرات شاخص‌های پوشش گیاهی DVI، EVI و NDVI و در بازه زمانی ۱۳۹۶-۱۳۶۴ در شکل‌های ۳ تا ۹ آورده شده است. براساس نتایج بدست آمده سه شاخص مذکور در بازه تحقیق روند مشابه افزایش پوشش گیاهی و کاسته شدن از طبقه بدون پوشش را نشان می‌دهد که دلیل آن را با توجه به ثابت بودن روند دما و بارش به عامل انسانی و قرار گرفتن سطح وسیعی از منطقه مورد مطالعه در فهرست مناطق حفاظت شده سازمان محیط زیست دانست.

### نتایج حاصل از بررسی روند تغییرات

#### پوشش اراضی

جهت تهیه نقشه پوشش اراضی در سه کلاس فاقد پوشش، پوشش مرتعی و پوشش جنگلی از الگوریتم حداکثر احتمال استفاده شد. براساس نتایج به‌دست آمده از بررسی پوشش اراضی در سال ۱۳۶۴ مساحت کلاس اراضی فاقد پوشش، پوشش گیاهی مرتعی و پوشش گیاهی جنگلی به‌ترتیب ۲۸۰۷۱ هکتار، ۷۱۷۸۴ هکتار و ۸۳۶۸۲ هکتار بوده است. در سال ۱۳۶۹ مساحت کلاس اراضی فاقد پوشش ۲۶۸۶۹ هکتار، کلاس اراضی دارای پوشش مرتعی ۶۹۲۴۵ هکتار و کلاس پوشش جنگل ۸۷۴۲۴ هکتار بوده است. مساحت طبقات پوشش اراضی

پوشش مساحتی در حدود ۱۴۸۱۶ هکتار، طبقه پوشش مرتعی مساحتی در حدود ۷۴۹۱۴ هکتار و طبقه پوششی جنگل مساحتی در حدود ۹۳۸۰۷ هکتار خواهند داشت. نتایج بررسی پوشش اراضی در بازه بین سال‌های ۱۳۶۴ تا ۱۴۲۶ بیان‌گر روند کاهشی در مقدار مساحت طبقه فاقد پوشش و روند افزایشی مقدار مساحت در طبقات پوشش مرتعی و پوشش جنگل می‌باشد که باتوجه به ثابت بودن الگوی دما و بارش در منطقه عامل رخداد این وضعیت را می‌توان به وجود قسمت وسیعی از منطقه در فهرست مناطق حفاظت شده عنوان کرد. نتایج این پژوهش در خصوص تغییر اقلیم، حال و آینده تغییرات پوشش گیاهی با نتایج تحقیقات عسکری زاده و همکاران (۱۳۹۷)، دامنه و همکاران (۱۴۰۰) مبنی بر جلوگیری از تخریب جنگل با تاکید بر پایداری زیست محیطی، ایلدرمی و همکاران (۱۳۹۶) مبنی بر اثر کاربری زمین در کنترل انرژی زمین همخوانی نزدیکی داشته است. در همین راستا نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات روی و همکاران (۲۰۲۱) در خصوص رابطه بین فعالیت‌های جنگل‌زدایی با سیاست‌های واگذاری زمین همخوانی داشته است. نتایج این تحقیق با نتایج تحقیق گراهام و همکاران (۲۰۱۹) در مورد درک بهتر محیط زیست و استفاده از فرصت‌ها برای پرداختن به تغییرات کاربری اراضی، بهبود دانش در مورد اثرات ناشی از تخریب جنگل‌ها همخوانی داشته است.

در سال ۱۳۷۴ برای اراضی فاقد پوشش ۳۷۶۸۰ هکتار، اراضی دارای پوشش گیاهی مرتعی ۷۶۵۴۳ هکتار و مساحت کلاس پوشش جنگل ۶۹۳۱۴ هکتار بوده است. برای سال ۱۳۷۹ مساحت طبقات پوششی اراضی فاقد پوشش، اراضی دارای پوشش مرتعی و اراضی دارای پوشش جنگلی به ترتیب ۵۰۲۵۱ هکتار، ۶۷۷۰۱ هکتار و ۶۵۵۸۵ هکتار بوده است. در سال ۱۳۸۹ مساحت اراضی فاقد پوشش گیاهی ۲۵۲۷۲ هکتار، مساحت طبقه پوششی مرتع ۷۶۳۲۴ هکتار و مساحت طبقه پوششی جنگل نیز ۸۱۹۴۱ هکتار بوده است. در سال ۱۳۹۴ مساحت طبقه بدون پوشش، طبقه پوشش مرتعی و طبقه پوشش جنگلی به ترتیب ۲۱۸۲۴ هکتار، ۶۸۹۸۳ هکتار و ۹۲۷۳۰ هکتار بوده است. و در نهایت در سال ۱۳۹۶ طبقه فاقد پوشش گیاهی مساحتی در حدود ۱۹۰۶۴ هکتار، طبقه پوشش گیاهی مرتعی مساحتی در حدود ۷۲۵۴۰ هکتار و مساحت طبقه پوشش جنگل ۹۱۹۳۲ هکتار معادل بوده است. جهت پیش‌بینی نقشه پوشش اراضی برای سال ۱۴۲۶ از نقشه پوشش اراضی سال ۱۳۶۴ و ۱۳۹۶ به عنوان لایه‌های ورودی به مدل ساز تغییر سرزمین استفاده شد. با استفاده از این دو لایه و با کاربرد شبکه عصبی MLP ماتریس احتمال انتقال کاربری‌ها با صحت بالای ۷۰ درصد تهیه شد و در نهایت با استفاده از مدل مارکوف نقشه پوشش زمین برای سال ۱۴۲۶ پیش‌بینی شد. براساس نتایج بدست آمده طبقه اراضی فاقد

- در این مطالعه برای تمامی دوره‌ها از داده های لندست استفاده گردید درحالیکه در سال‌های اخیر تصاویر ماهواره‌ای با کیفیت مناسب‌تری نسبت به سری ماهواره لندست ارائه شده است، بنابراین پیشنهاد می شود که همراه با سری تصاویر لندست از تصاویر ماهواره‌هایی مثل سنتینل ۲ استفاده شود و تصاویر این دو ماهواره با همدیگر جهت افزایش صحت آشکارسازی به کار گرفته شوند.
- یکی از مباحثی در که بخش طبقه بندی بسیار حائز اهمیت است دقت تصاویر مورد استفاده است، از آنجاییکه تصاویر ماهواره ای در دو دهه اخیر دارای باندهای پانکروماتیک بوده اند پیشنهاد می شود که برای افزایش دقت این تصاویر از تکنیک‌های تلفیق تصویر استفاده شود و قدرت تفکیک مکانی این تصاویر بهبود داده شود تا دقت طبقه بندی و پایش افزایش یابد.
- از آنجاییکه روش‌های مختلف طبقه بندی تصاویر به منظور تهیه پوشش سطح و کاربری اراضی دارای دقت‌های مختلفی هستند، پیشنهاد می شود روش‌های مختلف برای تهیه کاربری اراضی بررسی گردد. این کار با دو هدف انجام می‌گیرد، اول تهیه تصویر طبقه بندی با کیفیت مناسب‌تر برای پایش منطقه و هدف دوم ارزیابی روش‌های مختلف و انتخاب بهترین روش طبقه بندی برای منطقه مورد مطالعه.
- همچنین به منظور پیش بینی پوشش سطح و کاربری اراضی روش‌های مختلفی مانند LCM، CA-Markov و روش‌های رگرسیون وزنی وجود دارد که هر کدام از این روش‌ها با دقت کاربری سطح زمین را پیش بینی می‌کنند که پیشنهاد می شود برای ارزیابی بهتر چندین روش با هم مورد استفاده قرار گیرد تا نتایج دقیق‌تری حاصل گردد.

## منابع:

۱. آقائی، مریم، خاوریان، حسن، مصطفی‌زاده، رئوف (۱۳۹۹)، پیش‌بینی و آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل CA مارکوف و LCM در آبخیز کوزه‌تپراقی استان اردبیل، پژوهش‌های آبخیزداری، ۳۳(۳)، ۹۱-۱۰۷.
۲. اسکندری دامنه، حامد، زهتابیان، غلامرضا، خسروی، حسن، آذرنیوند، حسین، براتی، علی اکبر (۱۴۰۰). شبیه‌سازی آینده تغییرات مکانی و زمانی کاربری و پوشش اراضی در مناطق خشک (مطالعه موردی: دشت میناب). تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۲۸(۳)، ۵۲۰-۵۳۶.
۳. ایلدرمی، علیرضا، نوری، حمید، نادری، مهین، آقابگی، امین، سهیلا، زینی‌وند، حسین (۱۳۹۶). پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل زنجیره ای مارکوف و CA مارکوف (مطالعه موردی: حوزه آبخیز گرین). پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز، ۸ (۱۶): ۲۳۲-۲۴۰.
۴. ایمانی، جمال، ابراهیمی، عطاءالله، قلی‌نژاد، بهرام، طهماسبی، پژمان (۱۴۰۰). کاربرد اطلاعات سنجش از دور برای برآورد تولید و درصد پوشش گیاهان (منطقه مورد مطالعه: مراتع اطراف تالاب چغاخور در استان چهارمحال و بختیاری). تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۲۸(۳)، ۴۵۰-۴۷۱.
۵. جباری، سمیه، خواجه‌الدین، سید جمال‌الدین، جعفری، رضا و سلطانی، سعید. (۱۳۹۳)، «بررسی تغییرات درصد پوشش گیاهی مراتع با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در منطقه سمیرم اصفهان» مجله بوم‌شناسی کاربردی، سال سوم، شماره دهم، زمستان، صص ۳۸-۲۷.
۶. شنائی هویزه، سیده مائده، زارعی، حیدر (۱۳۹۵). بررسی تغییرات کاربری اراضی طی دو دهه دوره زمانی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز ابوالعباس). پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز، ۷ (۱۴): ۲۴۴-۲۳۷.
۷. عسکریزاده، دیانا، ارزانی، حسین، جعفری، محمد، بذرافشان، جواد، پرن‌تایس، آین کولین. (۱۳۹۷). بررسی گذشته، حال و آینده تغییرات پوشش گیاهی مراتع البرز مرکزی در ارتباط با تغییر اقلیم، سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۹(۳)، ۱-۱۸.
۸. سبزقبایی، غلامرضا، جعفرزاده، کاوه، دشتی، سیده سولماز، یوسفی‌خانقاه، شهرام، بزم‌آرا بلشتی، مژگان (۱۳۹۶). آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: شهرستان قائم‌شهر)، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱۹(۳)، ۱۴۳-۱۵۷.
۹. فروغی فر، اکرم، دشتی، سولماز (۱۳۹۹)، آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره ای (مطالعه موردی: شهرستان شوش). فصلنامه علمی - پژوهشی برنامه ریزی توسعه کالبدی، ۷(۳)، ۱۰۱-۱۱۴.
۱۰. صالحی، ناهید، اختصاصی، محمدرضا، طالبی، علی (۱۳۹۸). پیش‌بینی روند تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل زنجیره مارکوف CA-Markov (مطالعه موردی: حوزه آبخیز صفاورد رامسر)، سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۱۰(۱)، ۱۰۶-۱۲۰.
۱۱. خدابنده لو، بهروز، خاوریان نهزک، حسن، قربانی، اردوان. (۱۳۹۸). آشکارسازی تغییرات کاربری/ پوشش اراضی با استفاده از طبقه‌بندی شیء‌گرای تصاویر ماهواره‌ای (مطالعه موردی: حوزه آبریز قره‌سو، استان اردبیل). سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۱۰(۳)، ۷۶-۹۲.
۱۲. کریمی مفرح، بهنوش، قوام، منصوره، عبده کلاه‌چی، عبدالنبی (۱۴۰۰). پایش پوشش گیاهی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در مراتع دماوند، تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۲۸(۱)، ۱۵۱-۱۶۳.
۱۳. محمدیاری، فاطمه، حمیدرضا، پورخباز، مرتضی، توکلی و حسین، اقدر (۱۳۹۳). تهیه نقشه پوشش گیاهی و پایش



تغییرات آن با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: شهرستان بهبهان). فصلنامه علمی پژوهشی اطلاعات جغرافیایی، ۲۳(۹۲): ۲۳-۳۴.

۱۴. مهدوی، علی، فتحی زاد، حسن، شتایی، شعبان (۱۳۹۳)، ارزیابی و تحلیل انواع روش‌های آشکار سازی تغییرات کاربری اراضی/ پوشش گیاهی (مطالعه موردی: جنگل‌های حفاظت شده مانشت استان ایلام، پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل، ۲۱(۴)، ۱۸۷-۲۱۰.

15. Roy, B. (2021). Optimum machine learning algorithm selection for forecasting vegetation indices: MODIS NDVI & EVI. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 23, 100582. doi:10.1016/j.rsase.2021.100582.

16. Sotille, M. E., Bremer, U. F., Vieira, G., Velho, L. F., Petsch, C., & Simões, J. C. (2020). Evaluation of UAV and satellite-derived NDVI to map maritime Antarctic vegetation. *Applied Geography*, 125, 102322. doi:10.1016/j.apgeog.2020.102322.

17. Savaresi, A. (2016). A Glimpse into the Future of the Climate Regime: Lessons from the REDD+ Architecture. *Review of European, Comparative & International Environmental Law*, 25(2), 186-196. doi:10.1111/reel.12164.

18. Sangermano, F.; Toledano, J. & Eastman, J. R., 2012. Land cover change in the Bolivian Amazon and its implications for REDD+ and endemic biodiversity, *Landscape ecology*. 27(4): 571-584

19. Yin G, Hu Z, Chen X, Tiyp T., (2016). Vegetation dynamics and its response to climate change in Central Asia. *Journal of Arid Land*, 8(3): 375-388.

20. Choubin, B., Malekian, A., & Golshan, M., (2016). Application of several data-driven techniques to predict a standardized precipitation index. *Atmósfera*, 29(2): 121-128.

21. Sigaroodi, S. K., Chen, Q., Ebrahimi, S., Nazari, A., & Choobin, B., (2014). Long-term precipitation forecast for drought relief using atmospheric circulation factors: a study on the Maharloo Basin in Iran. *Hydrology and Earth System Sciences*, 18(5): 1995-2006.

22. Graham, V., Nurhidayah, Laely., Astuti, Rini (2019). Reducing emissions from tropical deforestation and forest degradation, *Encyclopedia of the World's Biomes*, Pages 260-268. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.11928-1>.

## Detection and Transmission Process of Land Cover Time Series Using GIS and Remote Sensing Technology in Peripheral Areas (Case study: Kajor section)

Yousef Darvishi<sup>1</sup>, Mohammad Einali<sup>2</sup>, Amineh Andjomshoaa<sup>3</sup>

### **Abstract:**

The ever-increasing population growth and subsequent horizontal expansion of villages has led to changes in land use, especially in protected areas, resulting in the destruction of natural areas. In order to make the best use of the land, it seems necessary to be aware of the changes in land use and the nature of human use of the land, which can be done by revealing the changes in land use. Therefore, in order to protect this area, it is not only important to understand the human factors, but also the role of natural factors, including vegetation. In this research, Landsat satellite imagery was used in 7 time periods. EVI, DVI and NDVI indices were used to study and analyse the changes in vegetation in the study area. In the present study, based on the modelling objectives, the changes in forest cover in the study area were investigated using Landsat satellite images for the years 1985, 1990, 1995, 2000, 2010, 2015 and 2017. The false colour images of the OLI sensor used were referenced to the panchromatic band using 20 ground control points and an appropriate RMSe (0.28) of the ground, then the images of the sensors MSS and TM were referenced using the image-to-image method with an RMSe of less than 0.5. In this context, the modelling of the transmission potential was performed using the learning algorithm based on the multilayer perceptron and the prediction of the changes for the best model was performed using the Markov chain. Subsequently, the accuracy of the modelling was evaluated using the statistics of hits, misses and false alarms. The results of the vegetation indicators study showed the improvement of the vegetation condition in the studied period. The results of the vegetation indicators study showed that the vegetation condition improved during the studied period. The study of land use also showed that with the current trend, the area without cover will decrease and the area with pasture and forest cover will increase. Therefore, the improvement in cover conditions can be attributed to the application of conservation measures.

**Keywords:** Land cover time series, remote sensing, Peripheral Areas, Gis.

---

<sup>1</sup> Assistant Professor, Department of Geography, Payam Noor University, Tehran, Iran.

<sup>2</sup> Department of Geospatial Information Systems, Faculty of Geodesy and Geomatics Engineering, K. N. Toosi University of Technology, Tehran, Iran

<sup>3</sup> Department of Architecture, Kerman Branch, Islamic Azad University, Kerman, Iran.