مقاله پژوهشی **شناسه دیجیتال (DOR): 20.1001.1.20080891.1400.15.2.2.9**

پایش تغییرات پوشش گیاهی با استفاده از RS و GIS در مراتع چهارباغ استان گلستان طی یک دوره ۳۰ ساله

خسرو شهیدی[۱]، علی طویلی*[۲] و سیداکبر جوادی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۳/۱۸ - تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۰۲/۱۱

چکیده

استفاده از روش‌های دقیق و با کمترین هزینه به منظور پایش تغییرات کمی پوشش گیاهی، نقش به‌سزایی در مدیریت کارا و پایداری عرصه‌های وسیع مرتعی ایفا خواهد نمود. در این پژوهش، تغییرات طبقات پوشش گیاهی مراتع چهارباغ استان گلستان با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای سنجنده‌های TM (Landsat 5) و oli (Landsat 8) در یک دوره ۳۰ ساله آماری (۲۰۱۸-۱۹۸۸) بررسی شد. به منظور بررسی تغییرات پوشش گیاهی مقادیر عددی شاخص NDVI بر اساس طبقات پوشش شامل پوشش خوب، متوسط، ضعیف و خیلی ضعیف برای سال ۲۰۱۸ طبقه‌بندی شد و تغییرات رخ داده با استفاده از فن CROSSTAB تعیین گردید. دقت ارزیابی با مقایسه تصاویر ماهواره‌ای و اطلاعات زمینی و محاسبه ضریب کاپا انجام شد. نتایج به خوبی تغییرات کاهشی، افزایشی و نیز طبقات پوشش بدون تغییر را نشان داد به طوری که دقت کلی و ضریب کاپای نقشه‌ها برای سال ۲۰۱۸ به‌ترتیب معادل ۹۰ درصد و ۰/۸۶ به‌دست آمد. بیش‌ترین افزایش مساحت در اراضی با پوشش گیاهی خوب طی سال ۱۹۸۸ تا سال ۲۰۱۸ صورت گرفته به‌طوری که این طبقه از مقدار ۲۰۲۵/۵ هکتار به ۲۳۲۳/۷ هکتار افزایش نشان داد. به‌طور کلی بیش‌ترین کاهش مساحت در اراضی با پوشش خیلی ضعیف و معادل ۲۲/۷ هکتار بود و طبقه پوشش ضعیف از ۳۷۶/۱ به ۱۰۳/۱۸ هکتار و طبقه پوشش خوب نیز از ۵۳۰/۱ به ۵۲۷/۳ هکتار در سال ۲۰۱۸ کاهش یافت. ارزیابی‌ها نشان داد که کاربرد سنجش از دور توانایی آشکارسازی تغییرات جزئی طبقات پوشش گیاهی را تحت عوامل محیطی و مدیریتی در مناطق نیمه‌مرطوب در طول زمان را دارد.

واژه‌های کلیدی: طبقات پوشش، سنجش از دور، شاخص NDVI، مراتع چهارباغ.

[۱] - دانشجوی دکتری علوم مرتع، گروه جنگل، مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

[۲] - دانشیار گروه احیا مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

*: نویسنده مسئول: atavili@ut.ac.ir

[۳] - دانشیار گروه جنگل، مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-09-17]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.2.3.0]

مقدمه

پوشش گیاهی نقش مهمی در تنظیم و حفاظت از هواسپهر، آب و خاک، کاهش غلظت گازهای گلخانه‌ای و افزایش و حفظ ثبات آب و هوا دارد و هرگونه تغییر در پوشش گیاهی، تأثیر بزرگی بر محیط‌زیست طبیعی خواهد گذاشت (۲۸). پوشش گیاهی به مرور زمان در اثر عوامل طبیعی و یا انسانی دچار تغییر شده که شرایط و عملکرد بوم‌سازگان را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۲۲). بنابراین نیاز به آشکار سازی، پیش‌بینی و مراقبت چنین تغییراتی در یک اکوسیستم از اهمیت به سزایی برخوردار بوده (۲۰) و پایش چنین تغییرات بوم شناختی و نیز عوامل محیطی موثر بر آن همواره مورد توجه بوم شناسان قرار گرفته است.

در میان زیست‌بوم‌های زیست کره، مراتع با دارا بودن پوشش گیاهی طبیعی از مهم‌ترین سرمایه‌های ملی با کاربردهای زیست‌محیطی فراوان هستند که مدیریت آن‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و دلیل این امر، اهمیت زیاد این عرصه‌های وسیع از نظر تولید انرژی، ارزش زیستگاهی، و دیگر کارکردها اکولوژیکی مهم آن‌ها بر روی کره زمین می‌باشد و آشکارسازی، پیش‌بینی و مراقبت تغییرات در پوشش گیاهی کلید مدیریت پایدار این اکوسیستم‌هاست (۲۱).

از طرفی با توجه به اینکه مراتع دارای وسعت بالا و از نظر خصوصیات اقلیمی و جغرافیایی بسیار متنوع هستند، لذا طبقات پوشش موجود در آن‌ها از جنبه کیفی و کمی دارای طیف گسترده‌ای بوده که انجام ارزیابی و پایش را نیز با چالش روبه‌رو نموده و با توجه به اینکه ارزیابی و رصد تغییرات پوشش در مراتع از موارد ضروری در مدیریت این اکوسیستم‌ها بوده و به دلیل وسعت این عرصه‌ها و وجود مناطق صعب‌العبور، لذا مطالعه پوشش گیاهی این مناطق بسیار هزینه بر و مشکل می‌باشد (۱۰). از سویی یکی از مهم‌ترین مشکلات در خصوص بررسی تغییرات پوشش گیاهی در مراتع، نبود اطلاعات مکانی دقیق پوشش گیاهی از گذشته می‌باشد. امروزه تصاویر ماهواره‌ای و فناوری سنجش از دور این امکان را فراهم می‌کند تا با اتکا به اطلاعات تولیدی از آن به برنامه بهتری جهت مدیریت محیط‌زیست دست یافت (۱۹). به طور کلی اندازه‌گیری میدانی و استفاده از داده‌های سنجش از دور، دو روش عمده برای بررسی پوشش گیاهی می‌باشد. خصوصیاتی 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 نسبت به سایر روش‌ها ارجحیت می‌بخشد (۱۴). به همین ترتیب استفاده از این فناوری می‌تواند با سرعت و دقت بالا و نیز با کمترین هزینه تغییرات پوشش را در عرصه‌های وسیعی مرتعی نمایان کند.

داده‌های ماهواره‌ای بخشی از طیف الکترومغناطیسی بازتاب شده از پدیده‌های زمینی می‌باشند که توسط سنجنده‌های فضایی ثبت می‌گردد. لذا استفاده از این فناوری با توجه به کارایی بالای آن برای آشکارسازی تغییرات از جمله تغییرات کاربری و پوشش اراضی و تغییرات چشم‌انداز و تغییر پوشش گیاهی و جنگلی شهری و ... روش غیرقابل‌انکار می‌باشد (۲۳). آنچه در این میان مهم است استفاده صحیح و دقیق از این اطلاعات و ایجاد ارتباط دقیق با خصوصیات پوشش گیاهی می‌باشد تا موجب حذف و یا کاهش خطاهای احتمالی گردد. این ارتباط می‌تواند بین یکی از مشخصه‌های گیاهی مانند تاج پوشش گیاهی و باندهای منفرد طیفی یا نسبت‌های آن‌ها (شاخص‌ها) باشد.

برای شناخت اکوسیستم‌های مرتعی، همواره متغیرها و شاخص‌های زیادی مورد توجه قرار گرفته است که با توجه به هدف کار می‌توان هر یک از این متغیرها را متناسب با پدیده‌های زمینی اندازه‌گیری و مورد ارزیابی قرارداد. ازجمله این متغیرها درصد پوشش گیاهان (درصدی از خاک که به وسیله تصویر عمودی تاج پوشش گیاهی پوشیده شده) است (۶). این عامل از طریق اندازه‌گیری شاخص NDVI در سنجنده‌ها همواره مورد توجه محققان بوده است. ارزیابی این شاخص در بسیاری از پژوهش‌ها مورد توجه قرارگرفته و ارتباط بسیار بالایی را با وضعیت پوشش در مناطق گوناگون بر سطح کره زمین را نشان داده است. بررسی‌های پوشش تحت شرایط خشک‌سالی و تر سالی با استفاده از داده‌های ماهواره TM Landsat و محاسبه شاخص NDVI نشان داده که شاخص در دوره‌های پر باران دقت بالاتری نسبت به سایر شاخص‌های مورد مطالعه دارد (۵). شاخص NDVI بر پایه این حقیقت که کلروفیل موجود در ساختار

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-09-17]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.2.3.0]

گیاهان قادر است نور قرمز را جذب و لایه مزوفیل برگ نور مادون‌قرمز نزدیک را منعکس سازد استوار است (۲۱).

محققان زیادی به بررسی همبستگی شاخص NDVI با خصوصیات پوشش گیاهی پرداخته‌اند. طی مطالعه‌ای در تگزاس آمریکا با استفاده از تصویر لندست تأثیر سطح نمونه‌برداری زمینی را در اندازه‌گیری و درصد تاج پوشش تیپ‌های مختلف گیاهی بررسی شد، در این مطالعه میزان همبستگی درصد تاج پوشش گیاهی با باندهای مختلف به تفکیک مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که سطح نمونه‌برداری مناسب در هر یک از تیپ‌های گیاهی بسته به خصوصیات خود، فرم رویشی، تراکم و نیز شرایط منطقه همگنی متفاوت می‌باشد (۲۷). در یک بررسی علل تخریب مراتع در لبنان با شاخص NDVI طی یک دوره مشخص مورد بررسی قرار گرفت که نتایج نشان داد که مناطق کشاورزی از ۹۳۲ هکتار به ۴۸۷۸ هکتار افزایش‌یافته و میزان مراتع از ۲۹۵۸۱ هکتار به ۲۵۰۰۰ هکتار کاهش یافته است (۷). همچنین نتایج بررسی همبستگی تاج پوشش گیاهی با داده‌های شاخص گیاهی NDVI حاصل از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۵ و IRS در سمیرم اصفهان نشان داد که سنجنده TM در کلیه سطوح نمونه‌برداری همبستگی بهتری را نسبت به IRS نشان می‌دهد به طوری که با افزایش میزان تخریب پوشش گیاهی، میزان همبستگی تاج پوشش و شاخص NDVI کاهش می‌یابد (۱۰). مطالعات متعدد دیگری نیز در این زمینه صورت گرفته که بسته به هدف در منطقه مورد نظر نتایج قابل‌توجهی از عملکرد این شاخص و ارتباط آن با خصوصیات پوشش ارائه داده است (۱، ۱۲، ۱۶-۱۸، ۲۶).

اگرچه مطالعات متعددی در خصوص ارزیابی پوشش با اطلاعات سنجش از دور و اندازه‌گیری شاخص‌های گیاهی صورت گرفته، اما کمتر مطالعه‌ای به بررسی تغییرات شاخص NDVI با در نظر گرفتن طبقات کمی پوشش گیاهی یک منطقه تحت تأثیر عامل‌های محیطی طی یک دوره پرداخته‌اند. لذا، هدف از اجرای این تحقیق، آشکارسازی و ارزیابی روند تغییرات کمی طبقات پوشش گیاهی بخشی از استان گلستان در یک بازه زمانی ۳۰ ساله از سال ۱۳۶۷ تا ۱۳۹۷ به کمک فن سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌باشد. در واقع این مطالعه باهدف بررسی تغییرات پوشش گیاهی و تأثیر در میزان همبستگی شاخص گیاهی NDVI در اراضی مرتعی با تصاویر سنجنده‌های TM و OLI در منطقه چهارباغ استان گلستان انجام شد. این مراتع همواره تحت تأثیر برهمکنش عوامل اقلیمی و انسانی (مدیریتی) در درازمدت قرارگرفته‌اند و پوشش گیاهی در این منطقه از نظر کمی با نوسانات بالایی همراه بوده که ارزیابی نتایج حاصله از این تحقیق می‌تواند در جهت پیش‌بینی وضعیت پوشش، برنامه‌ریزی و مدیریت اصولی و صحیح جهت بهره‌برداری پایدار از این اراضی مورد توجه قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

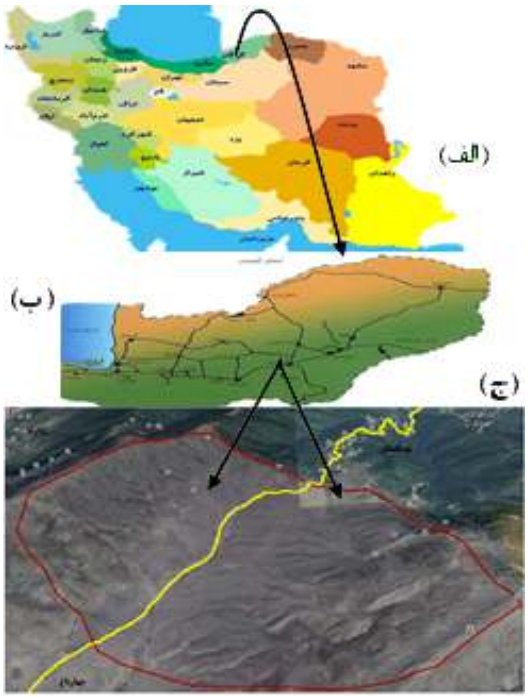
خصوصیات منطقه مورد مطالعه

منطقهٔ چهارباغ در دامنه‌های شمالی البرز و در جنوب شهرستان گرگان قرار دارد. فاصلهٔ این منطقه از شهرستان گرگان حدود ۵۰ کیلومتر می‌باشد (شکل ۱). منطقه‌ای کوهستانی واقع در حوزهٔ آبخیز نکارود که در عرض جغرافیایی ″۷۶ ′۳۷ °۳۶ الی ″۴۹ ′۴۰ °۳۶ شمالی و طول جغرافیایی ″۰۰ ′۳۰ °۵۴ الی ″۲۰ ′۳۵ °۵۴ شرقی بین دو استان گلستان و سمنان واقع شده است. این محدوده از حوزهٔ آبخیز رودخانه چهارباغ از مراتع ییلاقی گرگان می‌باشد که حداقل ارتفاع آن ۲۳۳۰ متر و حداکثر ارتفاع آن ۳۳۳۰ متر و مساحت آن بر مبنای نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور ۲۹۵۷/۶ هکتار می‌باشد.

منطقهٔ مورد مطالعه در ناحیهٔ رویشی ایران و تورانی قرار دارد و متوسط بارندگی سالانه ۳۴۸/۵ میلی‌متر بوده که بیش‌ترین بارندگی در اسفندماه و برابر با ۴۷/۵ میلی‌متر و کمترین بارندگی در تیرماه و برابر با ۱۱/۸ میلی‌متر است. کمترین درجه حرارت متوسط ماهانه مربوط به بهمن‌ماه معادل ۴/۵- درجه سانتی‌گراد و بیش‌ترین درجه حرارت متوسط ماهانه مربوط به تیرماه معادل ۱۷/۲ درجه سانتی‌گراد بوده است. منطقهٔ مورد مطالعه دارای زمستان‌های بسیار سرد و طولانی و تابستان‌های خنک و کوتاه مدت می‌باشد و لذا اقلیم منطقه به روش دومارتن نیمه‌مرطوب برآورد شده است.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-09-17]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.2.3.0]



شکل ۱: موقعیت منطقهٔ مورد مطالعه بر روی نقشه ایران (الف)، استان (ب) و بر روی تصاویر گوگل ارث (ج) (در شکل ج خطوط قرمز رنگ، مرز محدوده مورد مطالعه و خطوط زردرنگ مسیر جاده توسکستان چهارباغ است.)

روش تحقیق

انجام تحقیق بر پایه مطالعات صحرایی، بررسی و ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی پوشش، طبقه‌بندی پوشش و تهیه نقشه‌های تغییرات طبقات پوشش گیاهی با استفاده از داده‌های سنجش از دور و GIS در فضای نرم‌افزارهای Envi5/3،Terset18/08،ArcGis10.2.2 صورت گرفت.

بررسی و طبقه‌بندی پوشش گیاهی منطقه

بررسی پوشش گیاهی به طریق کفایت داده‌ها و بر اساس فرمول محاسبه تعداد پلات نمونه‌برداری در سطح منطقه انجام شد. بنابراین با برداشته تعداد ۹۰ پلات یک مترمربعی و با در نظر گرفتن میزان واریانس پوشش و میزان خطای ۵ درصد، در نهایت تعداد ۵۳۶ پلات به دست آمد که به صورت سیستماتیک-تصادفی از سطح منطقه برداشت شدند. در مجموع ۱۱۰ گونه گیاهی از ۲۹ تیره در منطقه مورد مطالعه شناسایی شدند. این گونه‌ها شامل ۶۵/۴۵ درصد پهن‌برگ، ۲۲/۷۲ درصد گندمیان و ۱۱/۸۱ درصد بوته‌ای و درختچه‌ای بودند که از نظرم شکل زیستی، ۵۲/۷۲ درصد همی‌کریپتوفیت، ۲۷/۲۷ درصد تروفیت، ۹/۰۹ درصد ژئوفیت، ۷/۲۷ درصد کامفیت و ۳/۶۳ درصد فانروفیت بودند.

طبقات پوشش بر اساس میزان درصد پوشش گیاهی در منطقه برای سال ۲۰۱۸ صورت گرفت (۲ و ۳). به طور کلی وضعیت و طبقه‌بندی پوشش گیاهی بر اساس اقلیم منطقه متفاوت خواهد بود (۵). بنابراین با توجه به اینکه منطقه مورد مطالعه در اقلیم نیمه‌مرطوب قرار دارد، پوشش گیاهی به طبقات پوشش خوب (بیش از ۵۰ درصد)، متوسط (۵۰-۲۵ درصد)، ضعیف (۲۵-۱۰ درصد) و خیلی ضعیف (کمتر از ۱۰ درصد) تفکیک شدند.

متغیرها و شاخص‌های تحقیق

لایه DEM منطقه به شمارهٔ NW ۶۹۶۳۳ با مقیاس ۱/۲۵۰۰۰ و خطای RMSE کمتر از ۰/۵ پیکسل از سازمان نقشه‌برداری به دست آمد. برای تهیه نقشه‌های تغییرات پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه از تصاویر ماهواره لندست ۵ و لندست ۸ در زمانی که حداکثر رشد گیاهان صورت گرفته بود، استفاده شد (جدول ۱). تصحیح هندسی، اتمسفری و پیش‌پردازش‌های اولیه بر روی تصاویر چند زمانه در نرم‌افزار ENVI5.3 انجام شد. برای تصحیح اتمسفری بر روی تصاویر از الگوریتم FLASH استفاده شد. سپس نقشه NDVI یا شاخص پوشش گیاهی در محیط نرم‌افزار TERSET تهیه شد، و طبقه‌بندی تصاویر بر مبنای تغییرات دامنه شاخص محاسبه‌شده برای ۴ کلاس اراضی با پوشش خوب، متوسط، ضعیف و خیلی ضعیف صورت گرفت (۲۰).

جدول ۱: مشخصات تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده

تعداد باند	پیکسل	سنجنده	ماهواره	تاریخ
۷	۳۰	TM	Landsat_5	۱۹۸۸/۵/۲۴
۷	۳۰	TM	Landsat_5	۱۹۹۸/۶/۵
۷	۳۰	TM	Landsat_5	۲۰۰۸/۶/۱۶
۱۱	۳۰	TM	Landsat_8	۲۰۱۸/۶/۲۸

گام‌های انجام تحقیق

پیش‌پردازش تصاویر ماهواره‌ای

قبل از تهیه نقشه، تصحیح رادیومتریک، اتمسفری و هندسی تصاویر ماهواره‌ای صورت گرفت. در تصحیح

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-09-17]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.2.3.0]

هندسی ابتدا باندهای ۳۰ متری سنجنده TM به نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ ثبت داده شد. سپس از این تصویر برای زمین مرجع نمودن تصویر LANDSAT با روش ثبت تصویر به تصویر با خطای ۰/۵ پیکسل استفاده گردید. خصوصیات عمومی سنجنده‌های مورد استفاده در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲: مشخصات قدرت تفکیک مکانی، رادیو متریک سنجنده‌های OLI و TM

ماهواره/سنجنده	تفکیک رادیومتریک	تفکیک مکانی باندهای حرارتی	تفکیک مکانی باندهای مرئی و مادون‌قرمز نزدیک و میانی	تفکیک باند پن کروماتیک
لندست TM/ 5	۸ بیت	۱۲۰*۱۲۰ متر	۳۰*۳۰ متر	ندارد
لندست OLI/8	۱۶ بیت	۱۰۰*۱۰۰ متر	۳۰*۳۰ متر	۱۵*۱۵ متر

برای انجام تصحیح اتمسفری بر روی تصاویر از الگوریتم FLASH در نرم‌افزار Envi5/3 استفاده شد (جدول ۳). این ابزار از مدل عبور اتمسفری MODTRAN4 برای تصحیح اتمسفری استفاده می‌کند که داده‌هایی مانند زمان عبور ماهواره، ارتفاع سنجنده، موقعیت جغرافیایی منطقه، زاویهٔ تابش خورشید و مدل اتمسفری منطقه‌ای را به کار می‌برد.

جدول ۳: طبقه‌بندی باندهای تصاویر لندست ۸ در روش فلش

ردیف	باند	شماره باند
۱	Multi Spectral	۱-۷
۲	Panchromatic	۸
۳	Cirrus	۹
۴	Thermal	۱۰_۱۱

بعد از اینکه تصاویر از لحاظ انجام عملیات پیش‌پردازش آماده شدند، برای تعیین و بررسی میزان تغییرات پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه، شاخص مربوطه محاسبه و مورد مقایسه قرار گرفت.

محاسبه شاخص NDVI

شاخص NDVI (تفاضل نرمال شده اختلاف پوشش گیاهی) نشان‌دهنده ویژگی‌های بیوفیزیکی پوشش گیاهی مانند شاخص سطح برگ، ظرفیت فتوسنتزی (میزان سبزینه) و فراوانی پوشش گیاهی است (۲۸) این شاخص اولین بار در سال ۱۹۷۳ مطرح شد (۲۰) و فراگیرترین شاخصی می‌باشد که تاکنون در مطالعات زیادی از آن استفاده شده است. نتایج این شاخص در مرحله رشد حداکثری گیاهان بارزتر است. مقادیر متوسط ماهانه NDVI در طول دوره آماری در این تحقیق با توجه به مختصات مناطق معرف از تصاویر استخراج شد. فرمول شاخص NDVI به شکل ذیل است:

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$$

R بازتاب باند طیفی قرمز و NIR بازتاب باند طیفی مادون‌قرمز نزدیک می‌باشد. تغییرات این شاخص بین مقدار ۱- تا ۱+ است. در حقیقت این شاخص نشان‌دهنده مقدار پوشش گیاهی است و هر قدر مقدار پوشش گیاهی بیشتر باشد، مقدار شاخص مذکور نیز بیشتر خواهد بود. به منظور بررسی صحت/دقت نقشه، دقت کلی و ضریب کاپا بر پایه مقایسه تصاویر ماهواره‌ای و نقشه واقعی پوشش منطقه محاسبه گردید (۳). در نهایت نقشه‌های تغییر طبقات پوشش گیاهی بر مبنای تغییر میزان شاخص NDVI طی بازه زمانی ۳۰ ساله برای منطقه مورد مطالعه تهیه و مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج

بررسی اولیه حاکی از صحت نسبتاً بالای نقشه‌های تهیه‌شده برای دوره‌های مورد ارزیابی بود به طوری که مقدار ضریب کاپا و دقت کلی برای سال ۲۰۱۸ به ترتیب معادل ۰/۸۶ و ۹۰ درصد بود. همچنین این ضرایب به ترتیب برای سال‌های ۲۰۰۸، ۱۹۹۸ و ۱۹۸۸ معادل ۰/۸۰ و ۹۰ درصد، ۰/۸۱ و ۹۳ درصد، ۰/۷۸ و ۹۰ درصد به دست آمد.

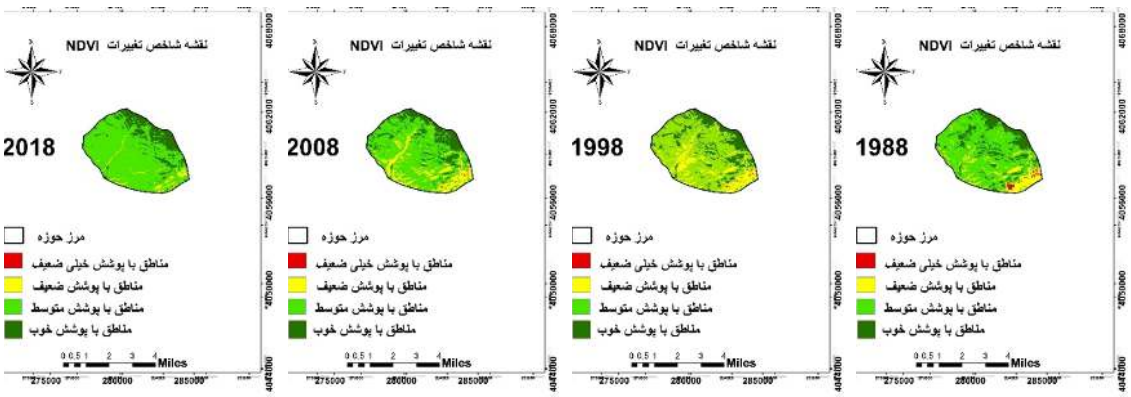
نقشه‌های خروجی NDVI در شکل ۲ آمده است. با توجه به نیمه‌مرطوب بودن منطقه و تغییرات هر یک از طبقات پوشش گیاهی و نیز دامنه تغییرات شاخص بدست آمده، هر نقشه با چهار طبقه شامل پوشش خوب، متوسط، ضعیف و خیلی ضعیف تقسیم‌بندی شده‌اند. نتایج به دست آمده از بررسی پوشش گیاهی در عرصه و محاسبه شاخص NDVI برای سال ۲۰۱۸، مبنای کار برای بررسی و

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-09-17]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.2.3.0]

طبقه‌بندی پوشش در سال‌های ۲۰۰۸، ۱۹۹۸ و ۱۹۸۸ در نظر گرفته شد. به همین منظور طبقات پوشش بر اساس تغییرات کمی پوشش و تغییر دامنه شاخص ارزیابی‌شده محاسبه گردید (۲۰). ویژگی‌های پوشش گیاهی در هر طبقه در بازه مطالعاتی در جدول زیر آمده است. این چهار طبقه بر اساس میانگین و انحراف معیار مقدار شاخص بدست آمده تقسیم‌بندی شدند (جدول ۴).

جدول ۴: دامنه تغییرات مقدار شاخص NDVI برای طبقات پوشش گیاهی در سال ۲۰۱۸

طبقات پوشش	دامنه شاخص
خیلی ضعیف	< ۰/۰۲۹۱
ضعیف	۰/۱۳۰ تا ۰/۰۲۹
متوسط	۰/۲۳۰۹ تا ۰/۱۳۰
خوب	> ۰/۲۳۰۹



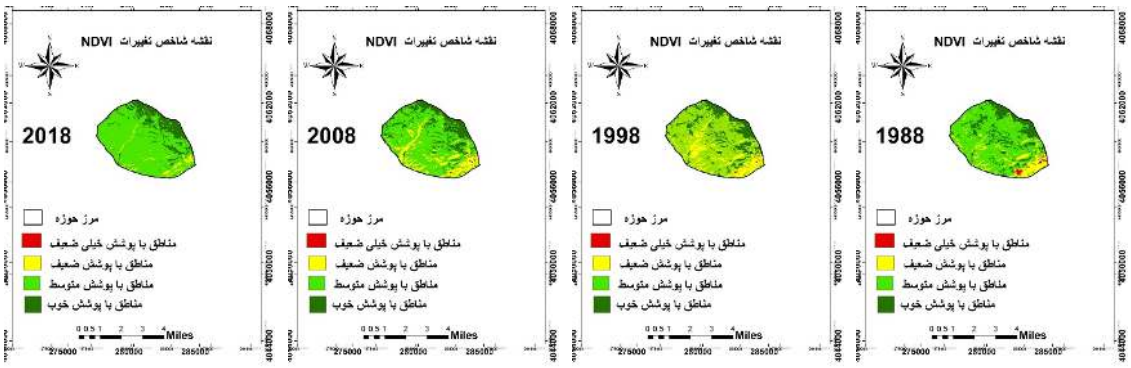
شکل ۲: نقشه خروجی NDVI (سال‌های ۲۰۱۸-۱۹۸۸)

با توجه به شکل ۲، هرچه شاخص NDVI به عدد ۱+ نزدیک می‌شود بر میزان پوشش گیاهی افزوده می‌گردد که بر اساس نتایج، برخی از طبقات پوشش مانند مناطق دارای پوشش خوب تغییرات محسوسی را طی دوره بررسی نشان داد که نتایج آن در شکل (۳) و جدول (۵) آورده شده است. مقایسه‌ها نشان داد که اراضی با پوشش خیلی ضعیف از سال ۱۹۸۸ به سال ۱۹۹۸ روند نزولی و سال ۱۹۹۸ تا سال ۲۰۰۸ هیچ‌گونه تغییر محسوسی در مساحت این طبقه دیده نشد این روند تا سال ۲۰۱۸ در منطقه مورد مطالعه ادامه یافت. مساحت طبقه پوشش ضعیف طی سال ۱۹۹۸ تا ۱۹۸۸ روند صعودی داشته ولی در سال ۲۰۰۸ نسبت به سال ۱۹۹۸ هیچ‌گونه تغییری در مساحت آن دیده نشد و در سال ۲۰۱۸ نسبت به ۲۰۰۸ مجدداً مساحت این طبقه افزایش نشان داد. در ادامه در طبقه پوشش با وضعیت خوب از سال ۱۹۸۸ تا ۱۹۹۸ کاهش ولی طی سال‌های ۱۹۹۸ تا سال ۲۰۰۸ هیچ‌گونه تغییر قابل‌ملاحظه‌ای در مساحت آن دیده نشد. از سال ۲۰۰۸ تا سال ۲۰۱۸ روند صعودی در مساحت این طبقه رخ داده است. در طی بازه مطالعاتی ۲۰۰۸-۱۹۸۸ یک روند ثابت در مساحت طبقه پوشش عالی دیده می‌شود اما این طبقه پوشش از سال ۲۰۰۸ تا سال ۲۰۱۸ یک روند نزولی را نشان داد.

جدول ۵: مساحت و درصد اختصاص‌یافته به هر طبقه برای هر سال با شاخص NDVI

طبقات پوشش	سال ۱۹۸۸		سال ۱۹۹۸		سال ۲۰۰۸		سال ۲۰۱۸	
	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد
خیلی ضعیف	۲۶	/۹	۳/۶	۰/۱	۳	۰/۱	۳/۳	۰/۱
ضعیف	۳۷۶/۱	۱۲/۸	۴۹۰ /۹	۱۶/۶	۴۸۹/۷	۱۶/۶	۱۰۳/۱۸	۳/۵
متوسط	۲۰۲۵ /۵	۶۸/۵۸	۱۹۱۵/۴	۷۰/۸	۱۹۰۵/۵	۶۴/۴	۲۳۲۳/۷	۷۸/۶
خوب	۵۳۰/۱	۱۷/۷۲	۵۴۷/۸	۱۲/۵	۵۵۹/۴	۱۸/۹	۵۲۷/۳	۱۷/۸
مجموع	۲۹۵۷/۶	۱۰۰	۲۹۵۷/۶	۱۰۰	۲۹۵۷/۶	۱۰۰	۲۹۵۷/۶	۱۰۰

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-09-17]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.2.3.0]



شکل ۳: نقشه خروجی طبقه‌بندی شده NDVI

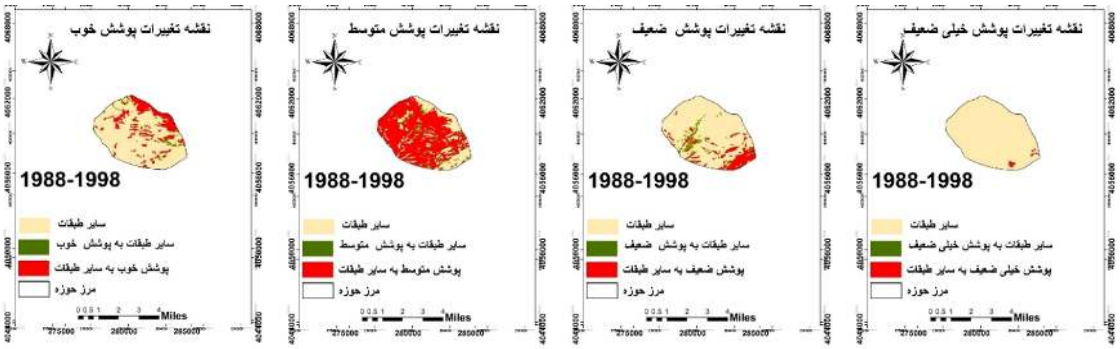
بررسی‌ها نشان داد تصاویر ماهواره‌ای تفکیک بین طبقات پوشش گیاهی را که بر مبنای مقایسه با داده‌های حاصل از بررسی پوشش در سال ۲۰۱۸ صورت گرفته، به خوبی انجام داده است. بدین ترتیب بیش‌ترین افزایش مساحت طی سال‌های ۱۹۸۸ تا ۱۹۹۸ مربوط به اراضی با پوشش ضعیف بوده که از ۳۷۶/۱ هکتار به ۴۹۰/۹ هکتار افزایش داشته و در سال ۱۹۹۸ تا سال ۲۰۰۸ بیش‌ترین مساحت در اراضی با پوشش خوب به میزان ۱۱/۵ هکتار بوده است و از سال ۲۰۰۸ تا سال ۲۰۱۸ بیش‌ترین تغییرات متعلق به طبقه پوشش متوسط اتفاق افتاده که از ۱۹۰۵/۵ هکتار به ۲۳۲۳/۷ هکتار افزایش داشته است. همچنین بیش‌ترین کاهش مساحت در سال ۱۹۸۸ تا ۱۹۹۸ در طبقه سوم با پوشش متوسط دیده شد که معادل ۲۲/۴ هکتار بوده است. در سال ۲۰۰۸-۱۹۹۸ در طبقه با پوشش متوسط که با کاهش ۱۰ هکتاری و در سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۸ با یک روند نزولی با مساحت ۳۸۳/۵۳ هکتار در طبقه با پوشش ضعیف اتفاق افتاده است.

قابل‌ذکر است که بیش‌ترین کاهش تغییرات در سال ۱۹۸۸-۱۹۹۸ شامل تخریب در مراتع با پوشش متوسط نسبت به سایر طبقات دیده شد. بیش‌ترین افزایش مساحت مربوط به پوشش خیلی ضعیف و پوشش متوسط بود. همچنین در سال‌های بین ۲۰۰۸-۱۹۹۸بیش‌ترین کاهش مربوط به طبقه دوم و سوم و بیش‌ترین مساحت به پوشش خوب تعلق گرفت. همچنین در طی سال‌های ۲۰۱۸-۲۰۰۸ بیش‌ترین کاهش تغییرات مربوط به طبقه اول و دوم و چهارم دیده شد و بیش‌ترین افزایش مربوط به طبقه پوشش متوسط بود.

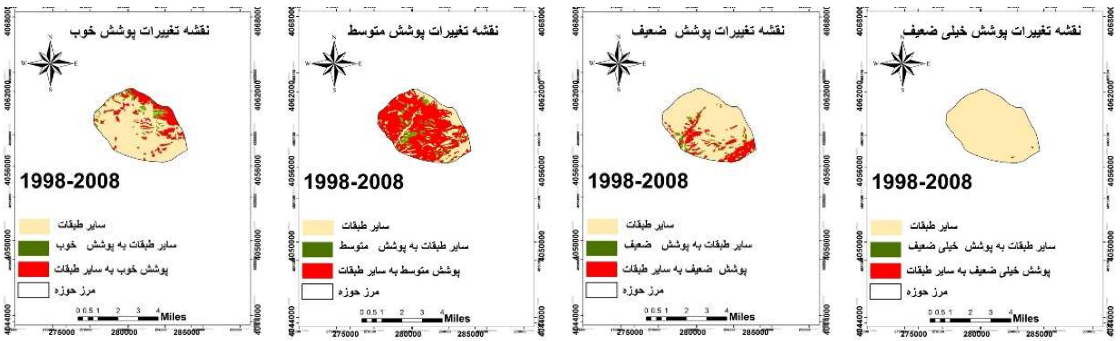
نتایج تغییرات خالص کلاس‌های پوشش نشان‌دهنده تغییرات وضعیت کلی پوشش در طی بازه زمانی مورد مطالعه می‌باشد، که در سال ۱۹۹۸-۱۹۸۸، کاهش مساحت در طبقه پوشش خیلی ضعیف به میزان ۲۴/۳ و پوشش ضعیف با ۱۱۴/۸ هکتار می‌باشد. از طرفی تغییرات خالص افزایش مساحت در طی این دوره در کلاس پوشش متوسط به میزان ۱۱۰ هکتار و پوشش خوب ۱۴/۴ هکتار به دست آمد.

طی سال‌های ۲۰۰۸- ۱۹۹۸ کاهش مساحت در پوشش خیلی ضعیف و پوشش متوسط به ترتیب ۰/۶ و ۱/۲ هکتار دیده شد. تغییرات خالص افزایش مساحت در این بازه در پوشش خوب به مقدار ۱۱/۵ هکتار به دست آمد. طی سال‌های ۲۰۱۸- ۲۰۰۸ تغییرات مساحت در پوشش‌های خیلی ضعیف، ضعیف و متوسط به ترتیب با مساحت ۰/۳، ۳۸۳/۵ و ۳۷۳/۲ هکتار و تغییرات صعودی در طی این دوره در پوشش خوب با ۳۲ هکتار دیده شده است (شکل‌های ۴، ۵ و ۶).

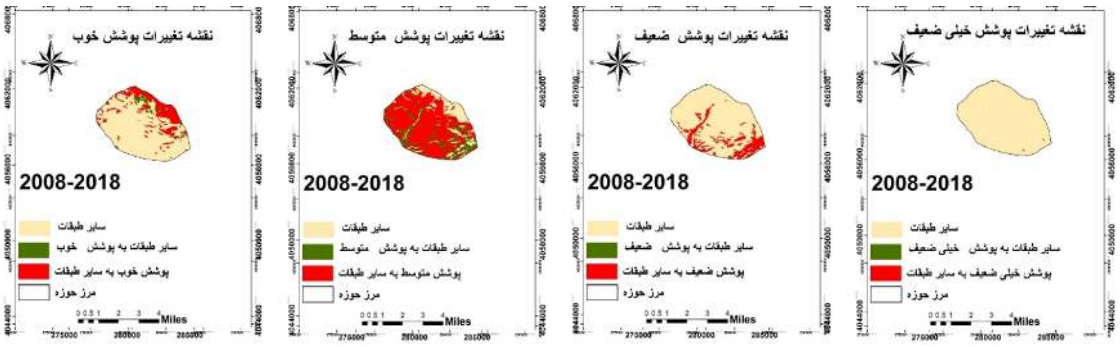
[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-09-17]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.2.3.0]



شکل ۴: تغییرات کلاس‌های پوشش گیاهی سال ۱۹۹۸-۱۹۸۸



شکل ۵: تغییرات کلاس‌های پوشش گیاهی سال ۲۰۰۸-۱۹۹۸

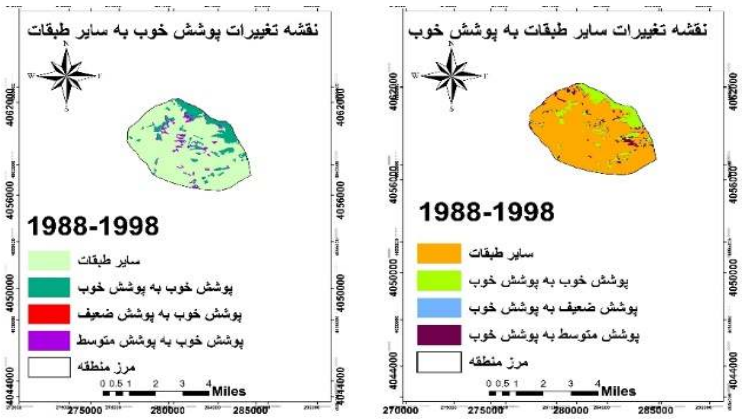


شکل ۶: تغییرات کلاس‌های پوشش گیاهی سال ۲۰۱۸-۲۰۰۸

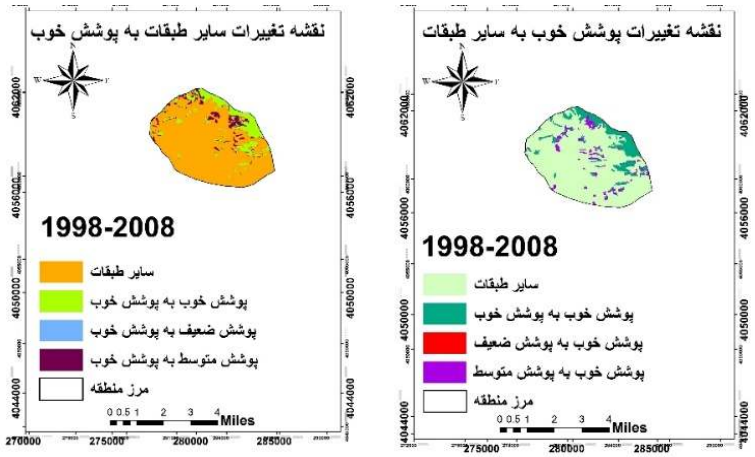
تغییرات و تبدیل طبقه پوشش خوب به سایر طبقات و نیز سایر طبقات به طبقه پوشش خوب در زیر آورده شده است (شکل‌های ۷، ۸ و ۹). این تغییرات نشان‌دهنده اثرات عوامل محیطی در بهبود و یا تضعیف مناطق دارای طبقه پوشش خوب در این منطقه می‌باشد.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-09-17]

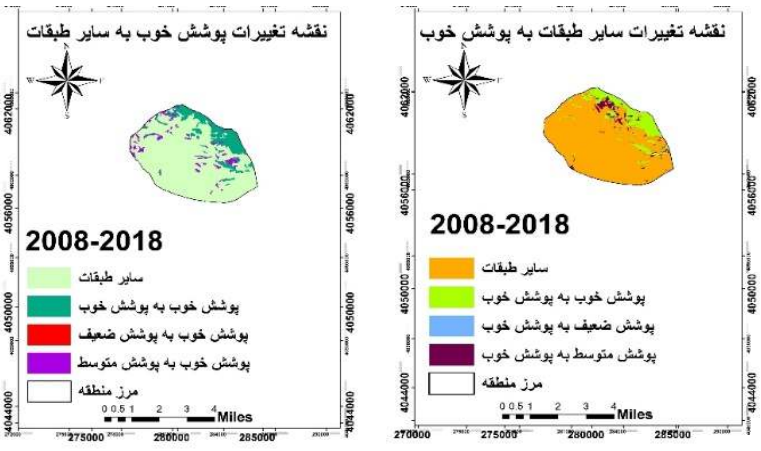
[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.2.3.0]



شکل ۷: تغییرات پوشش خوب به سایر طبقات و سایر طبقات به پوشش خوب (۱۹۹۸- ۱۹۸۸)



شکل ۸: تغییرات پوشش خوب به سایر طبقات و سایر طبقات به پوشش خوب (۲۰۰۸- ۱۹۹۸)



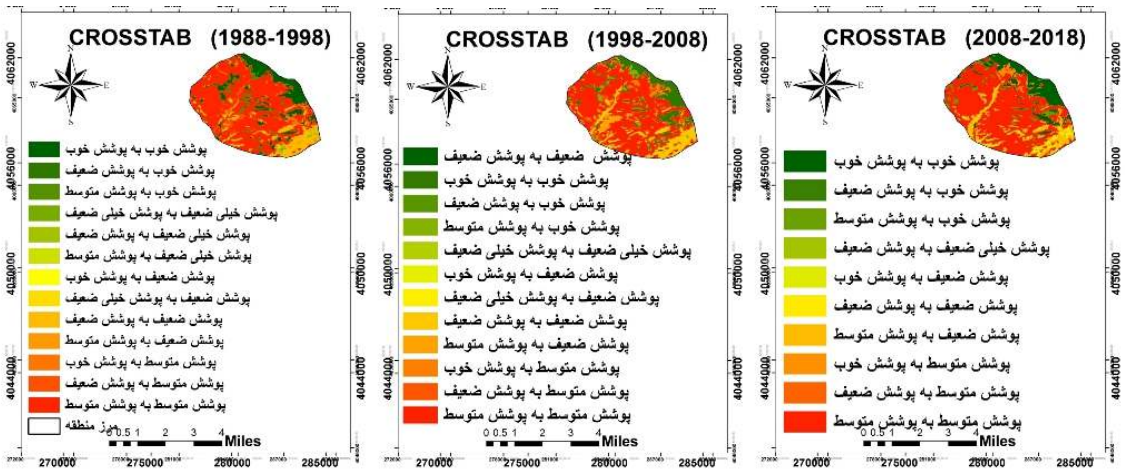
شکل ۹: تغییرات پوشش خوب به سایر طبقات و سایر طبقات به پوشش خوب (۲۰۱۸- ۲۰۰۸)

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-09-17]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.2.3.0]

شکل ۱۰ جهت و میزان تغییرات در طبقات پوشش گیاهی را طی بازه ۳۰ ساله از سال ۱۹۸۸ تا ۱۹۹۸، ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۸ و ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۸ با استفاده از CROSSTAB نشان می‌دهد. با توجه به نتایج ارزیابی‌ها، بین سال‌های ۱۹۹۸-۱۹۸۸ از کل مساحت منطقه، ۲۴۲۵/۲ هکتار بدون تغییر و در ۵۳۲/۴ هکتار تغییر کلاس پوشش اتفاق افتاده و تنها ۲۰/۳ هکتار از مراتع پوشش گیاهی منطقه از خیلی ضعیف به پوشش متوسط تغییر کرده است. در سال‌های زمانی بین ۲۰۰۸-۱۹۹۸ مقدار ۲۳۳۷/۲ هکتار پوشش بدون تغییر و ۶۲۰/۳ هکتار تغییر کلاس پوشش گیاهی در منطقه اتفاق افتاده است که از این مقدار ۱/۸ هکتار از طبقه پوشش خیلی ضعیف به طبقه پوشش متوسط تبدیل شده است.

همچنین در بازه زمانی ۲۰۱۸- ۲۰۰۸ و به استناد جدول به دست آمده از نقشه‌های طبقه‌بندی شده، میزان ۲۳۰۶/۴ هکتار از طبقات پوشش بدون تغییر، و در ۶۵۱/۲ هکتار تغییر طبقه پوشش رخ داده است. همچنین از مساحت کل منطقه در این بازه مطالعاتی به ترتیب برای طبقه پوشش متوسط و خوب میزان ۱/۷ هکتار و ۴۱۰/۸ هکتار رشد مثبت رخ داده است (جدول ۶ و ۷).



شکل ۱۰: CROSSTAB سال‌های (۲۰۱۸- ۲۰۰۸-۱۹۹۸ - ۱۹۸۸)

جدول ۶: طبقه‌بندی افقی بین نقشه‌های NDVI سال‌های ۱۹۸۸ (افقی) و ۱۹۹۸ (عمودی) هکتار

۱۹۹۸ / ۱۹۸۸	پوشش خیلی ضعیف	پوشش ضعیف	پوشش متوسط	پوشش خوب	مجموع
پوشش‌خیلی‌ضعیف	۳/۱	۲۰/۷	۴/۱	۰/۱	۲۸
پوشش ضعیف	۰/۴	۳۰۴/۲	۶۸/۵	۱	۳۷۴/۱
پوشش متوسط	۰/۲	۱۶۵/۰	۱۷۱۵/۶	۱۴۱/۳	۲۰۲۱/۹
پوشش خوب	۰	۰/۸	۱۲۲/۱	۴۰۷/۵	۵۳۳/۴
مجموع	۳/۷	۴۹۰/۷	۱۹۱۳/۳	۵۴۹/۸	۲۹۵۷/۶

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-09-17]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.2.3.0]

جدول ۷: طبقه‌بندی افقی بین نقشه‌های NDVI سال‌های ۱۹۸۸(افقی) و ۲۰۰۸ (عمودی) هکتار

۲۰۰۸ / ۱۹۹۸	پوشش‌خیلی ضعیف	پوشش ضعیف	پوشش متوسط	پوشش خوب	مجموع
پوشش‌خیلی‌ضعیف	۱/۷	۱/۶	۰/۳	۰	۳/۷
پوشش ضعیف	۱/۱	۳۴۱/۴	۱۴۸/۲	۰/۲	۴۹۰/۹
پوشش متوسط	۰/۲	۱۴۵	۱۵۹۶/۲	۱۷۴	۱۹۱۵/۲
پوشش خوب	۰	۱/۵	۱۵۸	۳۸۸/۳	۵۴۷/۸
مجموع	۳/۱	۴۸۹/۵	۱۹۰۳/۴	۵۶۲/۵	۲۹۵۷/۶

جدول (۸) نیز تغییرات طبقات پوشش گیاهی را برای سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۸ در منطقه نشان می‌دهد. نتایج کلی حاکی از بهبود وضعیت پوشش در منطقه بوده به طوری که طبقه پوشش بسیار ضعیف در سال ۲۰۱۸ تقریباً صفر بوده و پوشش خوب مساحت بالاتری را نسبت به سال ۲۰۰۸ نشان داده است.

جدول ۸: طبقه‌بندی افقی بین نقشه‌های NDVI سال‌های ۲۰۰۸ (افقی) و ۲۰۱۸ عمودی (هکتار)

۲۰۱۸ / ۲۰۰۸	پوشش‌خیلی ضعیف	پوشش ضعیف	پوشش متوسط	پوشش خوب	مجموع
پوشش‌خیلی‌ضعیف	۰	۳	۰/۲	۰	۳/۲
پوشش ضعیف	۰/۱	۱۰۲/۵	۳۸۵/۲	۱/۷	۴۸۹/۵
پوشش متوسط	۰/۱	۰/۶	۱۷۸۹/۵	۱۱۴/۸	۱۹۰۵
پوشش خوب	۰	۰/۵	۱۴۸/۰	۴۱۱/۴	۵۵۹/۹
مجموع	۰/۲	۱۰۶/۲	۲۳۲۳/۷	۵۲۷/۳	۲۹۵۷/۶

بحث و نتیجه‌گیری

پوشش گیاهی به عنوان یک جزء پویا در اکوسیستم‌ها مداوم تحت تأثیر عوامل طبیعی و غیرطبیعی دچار تغییر و تحول می‌شود. روند این تغییرات بسته به عوامل اقلیمی، روش‌های استفاده از زمین و نوع مدیریت بسیار متفاوت است و پایش و تعیین روند این تغییرات گام مهمی در جهت حفظ و نگهداری و بهره‌برداری پایدار از این عرصه‌ها است (۹). نتایج بررسی پوشش گیاهی به کمک فن سنجش از دور در منطقه چهارباغ طی دوره ۳۰ ساله نیز به خوبی روند تغییرات را نشان داد. فی‌الواقع تصاویر ماهواره‌ای این امکان را فراهم آورد تا نه تنها خصوصیات کیفی در پوشش سطح زمین را پایش نمود بلکه تغییرات جزئی در پوشش را که به دلایل مختلفی از نظر وسعت طی دوره مورد نظر دچار نوساناتی شده را آشکار نماید. به‌عبارتی روش دورکاوی با استفاده از اطلاعات سنجنده‌های ماهواره‌ای و محاسبه شاخص گیاهی NDVI توانست طبقات پوشش گیاهی را در این منطقه تفکیک و تغییرات پوشش را به طور کامل آشکار نماید.

نتایج این تحقیق نشان داد که طبقه پوشش ضعیف کمترین کاهش مساحت را طی بازه مورد بررسی در این منطقه داشته است که در واقع این طبقه اراضی مرتعی حساسی هستند که با بهبود یافتن و احیا شدن، از نظر اکولوژیکی اهمیت بالایی در حفظ آب و خاک و اقتصاد منطقه ایفا می‌کنند و مدیریت درست می‌تواند بر تبدیل این طبقه به طبقاتی با وضعیت متوسط یا خوب موثر باشد. به همین ترتیب در برخی نقاط در این مناطق نیز به دلیل تغییر کاربری مراتع و چرای بیش از ظرفیتی که اتفاق افتاده، افزایش قابل‌ملاحظه‌ای در طبقه پوشش خیلی ضعیف همراه بوده که همواره به عنوان یک تهدید جدی متوجه مراتع نه تنها در این منطقه، بلکه در بسیاری از مراتع مناطق خشک و نیمه‌خشک بوده که محاسبه شاخص NDVI با کمک تصاویر ماهواره‌ای اطلاعات دقیقی از چگونگی این تغییرات در این منطقه را نشان داد. مشابه با این نتایج، جنسن[1]

[1] - Jensen

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-09-17]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.2.3.0]

(۲۰۰۴) و قادری (۲۰۱۹) نیز اظهار داشتند که تصاویر لندست با صحت و دقت بالایی طبقات پوشش اراضی را تفکیک نموده است و به خوبی تغییرات را طی دوره پایش نمایان می‌کند و این پایش یکی از روش‌هایی بسیار دقیق و مقرون به صرفه در جهت تعیین اثرات بلندمدت مدیریت بر اراضی خواهد بود.

به‌طور کلی تغییرات صورت گرفته در طبقات پوشش گیاهی در منطقه چهارباغ استان گلستان مخصوصاً در بخش‌هایی که نتایج بررسی سنجنده‌ها سیر قهقرایی را نشان دادند، عمده مربوط به واگذاری‌های انبوه و تغییر کاربری مراتع، چرای بیش از حد و مدیریت نامناسب آب و خاک در اراضی شیب‌دار بوده است که سبب افت کیفی و کمی این منابع شده و همواره به عنوان یک تهدید جدی و یکی از مشکلات مهمی در زیست‌بوم‌های مرتعی بوده که با کاهش مقدار عددی شاخص NDVI برای یک منطقه با گستره نسبتاً وسیع طی زمان اتفاق افتاده است. بر اسن اساس استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در این خصوص ,بررسی و مقایسه معیارهای اندازه‌گیری شده، اطلاعات دقیقی از چگونگی بهره‌برداری و مدیریت‌های اعمال‌شده بر مراتع را ارائه می‌دهد.

با توجه به اینکه شاخص NDVI یکی از شاخص‌های گیاهی پرکاربرد به منظور محاسبه میزان پوشش گیاهی، بررسی انواع پوشش گیاهی و وضعیت سبزینگی یک منطقه طی دوران مختلف است، لذا با بررسی ماهیت و صحت و دقت نقشه‌های تولیدشده مشاهده می‌شود که این شاخص قادر به تفکیک طبقات پوشش گیاهی و تبدیل این طبقات به یکدیگر می‌باشد. از سویی بارندگی نسبتاً خوب در سال‌های مطالعاتی و افزایش شادابی و سرسبزی گیاهان در این بازه، موجب شده تا این شاخص به خوبی تفاوت مابین طبقات با درصد پوشش گیاهی مختلف را نمایان کند. این نتیجه مطابق گزارش ویلنز[1] (۱۹۹۳) در رابطه با توانایی بالای شاخص NDVI در بررسی تغییرات پوشش گیاهی در یک گستره وسیع با انواع عوارض زمینی می‌باشد. اینون[2] (۲۰۰۳) و لیو[3] و همکاران (۲۰۱۹) نیز با مطالعه عوامل مؤثر بر تغییرات پوشش گیاهی در شرایط خشک‌سالی با استفاده از مقایسه مرحله‌ای به این نتیجه رسیدند که تغییرات مقدار عددی شاخص NDVI تابع تغییرات میزان و وضعیت پوشش گیاهی طی زمان می‌باشد. به طور کلی اگرچه تغییرات این شاخص بیشتر تحت تأثیر خصوصیات رطوبت و شادابی گیاهان قرار می‌گیرد، اما استفاده از این فن برای ارزیابی تغییرات پوشش در مناطق خشک طی دوره‌های طولانی مدت نیز نتایج دقیقی را به همراه داشته است (۲۴).

از سویی با تغییر طبقات پوشش به یکدیگر مانند افزایش طبقه پوشش متوسط و یا افزایش طبقه پوشش خیلی ضعیف در نقاط خاصی از منطقه مورد مطالعه، این شاخص NDVI به خوبی این‌گونه تغییرات را نمایان کرده است در صورتی که این تغییرات تنها به دلیل تغییر جزئی در میزان پوشش بوده تا از یک طبقه کاسته شود و به طبقه مجاور افزوده گردد. بنابراین مطابق با سایر پژوهش‌های پیشین این شاخص توانایی تفکیک پوشش با جزئی‌ترین اختلاف‌ها از جمله میزان پوشش و شادابی و یا بنیه گیاهان را دارا می‌باشد (۲۵، ۲۶).

بر اساس نتایج این تحقیق شاخص NDVI کارایی بسیاری بالایی را در تفکیک تغییرات پوشش نشان داد که این یافته‌ها با نتایج مطالعات آندرسون[4] و همکاران (۲۰۰۶)، هونگ و اسنر[5] (۲۰۰۹)، داروبش و فائور[6] (۲۰۰۸) و والی[7] و همکاران (۲۰۲۰) مبنی بر پتانسیل بالای این شاخص برای تفکیک پوشش گیاهی مطابقت دارد.

با توجه به اینکه پوشش گیاهی یک منطقه نشان‌دهنده وضعیت آب و هوایی، نوع خاک، وضعیت اقتصادی و اجتماعی، تاریخچه بهره‌برداری از زمین و اثر عوامل مدیریتی طی زمان در یک منطقه می‌باشد، لذا بررسی تغییرات زمانی آن اهمیت به‌سزایی در مدیریت و بهره‌برداری پایدار داشته و با توجه به وسعت مراتع و مشکلات عدیده در خصوص داده‌برداری زمینی مانند

1 - Wellens
2 - Inoue
3 - Liu
4 - Anderson
5- Huang and Asner
6 - Darwish and Faour
7 - Vali

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-09-17]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.2.3.0]

دسترسی به مناطق صعب العبور و ...، استفاده از سنجش از دور و محاسبه شاخص‌های گیاهی با دقت بالا و کمترین هزینه، بهترین روش جهت انجام این مهم است. بنابراین با توجه به دقت قابل‌قبول نقشه‌های حاصله از داده‌های ماهواره‌ای Landsat_5(TM) و andsat_8 (OLI) در این مطالعه می‌توان نتیجه‌گیری کرد که کاربرد این فن می‌توانند به منظور استخراج نقشه‌های دقیق طبقات پوشش گیاهی با آشکار نمودن تغییرات آن جهت مدیریت بهینه و بهره‌برداری پایدار از مراتع مورد استفاده قرار بگیرد. با این حال مطالعات بیشتری در خصوص برسی توانایی شاخص-های گیاهی برای ارزیابی پوشش در مناطق گوناگون اقلیمی با خصوصیات پوشش و ویژگی‌های محیطی مختلف همچنان مورد نیاز است.

References

1. Abdolahi, J., M. Rahimian & M. Savaqebi, 2007. Limitation of Landsat ETM+ employment for mapping of vegetation cover in drought conditions. Iranian journal of Range and Desert Research, 14(3): 289-301.
2. Abdollahi, J., M.H. Rahimian, K. Dashtakian & M. Shadan, 2006. Investigating the environmental effects of land use change on vegetation in urban areas using remote sensing techniques. Journal of Environmental Sciences and Technology, 8(2):1-6. (In Persian)
3. Abolfathi, K., M. Alikhah-Asl & M. Rezvani, 2015. Range classification and evaluation using Geographic Information System (GIS) and Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) (Case study: Hablehrood subwatershed of shahrabad basin). Human & Environment, 13(2):45-55.
4. Anderson, R.P., A.T. Peterson & S.L. Egbert, 2006. Vegetation-index models predict areas vulnerable to purple loosestrife (*Lythrum salicaria*) invasion in Kansas. The Southwestern Naturalist, 51(4):471-80.
5. Arzani, H., S. Noori, S.H. Kaboli, H.R. Moradi & H. Ghelichnia, 2009. Determination of suitable indices for vegetation cover assessment in summer rangelands in south of Mazandaran. Iranian Journal of Natural Resources, 61(4): 997-1016.
6. Binh, T.N.K.D., N. Vromant, N.T. Hung, L. Hens & E.K. Boon, 2005. Land cover changes between 1968 and 2003 in Cai Nuoc, Ca Mau Peninsula, Vietnam. Environment, Development and Sustainability, 7(4): 519-536.
7. Darwish, T. & G. Faour, 2008. Rangeland degradation in two watersheds of Lebnon. Lebanese Science Journal, 9(1): 71-80.
8. Delavar. M., 2011. The application of spatial information systems and remote sensing in extracting effective parameters of hydrological studies of catchment areas. Ministry of Energy, Deputy of Water and Welfare Affairs, No: 395
9. Ghaderi, S., M.A. Zare Chahouki, H. Azarnivand, A. Tavili & B. Raygani, 2019. Land use Change Prediction using CA-Markov model (Case study: Eshtehard). Rangeland, 14(1): 147-160. (In Persian)
10. Hadian, F., R. Jafari, H. Bashari & S. Soltani, 2011. Analysing different groups of remote sensing vegetation indices for studying rangeland vegetation types (Case study: Semirom- Isfahan). Rangeland, 5(4):420-429.
11. Hadjimitsis, D.G., G. Papadavid, A. Agapiou, K. Themistocleous, M.G. Hadjimitsis, S. Michaelides, N. Chrysoulakis, L. Toulios & C.R.I. Clayton, 2010. Atmospheric correction for satellite remotely; 112-121.
12. Huang, C. & G.P. Asner., 2009. Applications of remote sensing to alien invasive plant studies. Sensors, 9: 4869- 4889.
13. Inoue, Y., 2003. Remote sensing and GIS for Spatial assessment of agro-ecosystem dynamics. National Institute for Agro-Environmental Sciences. In Proc. of the First Int'l Symposium on Assessing and Rational Management of the Agro-Ecosystem for Clean and Friendly Future Environment (pp. 111-198). Japan.
14. Jabari, B., 2016. The first national conference on geography, urban planning and sustainable development. Population growth and change of agricultural land use (Case study: Baqershahr). 9 pages. (In Persian)
15. Jensen, J.R., 2004. Digital change detection. Introductory digital image processing: A remote sensing perspective, 467-494.
16. Khajeddin, S.J. & S. Pourmanafi., 2007. Determination of Rice Paddies Areas, Using Digital Data IRS Sensors around Zayandeh Rud in Isfahan Region. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 11(1): 513-528
17. Kunwar, R.M., A. Evans, J. Mainali, A.S. Ansari, B. Rimal & R.W. Bussmann, 2020. Change in forest and vegetation cover influencing distribution and uses of plants in the Kailash Sacred Landscape, Nepal. Environment, Development and Sustainability, 22(2):1397-1412.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-09-17]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.2.3.0]

18. Liu, S., S. Huang, Y. Xie, H. Wang, Q. Huang, G. Leng, P. Li & L. Wang, 2019. Spatial-temporal changes in vegetation cover in a typical semi-humid and semi-arid region in China: Changing patterns, causes and implications. Ecological Indicators, 98: 462-475.
19. Malmirian, H., 2004. Guide to thematic maps of satellite imagery. University of Tehran Press. P 280
20. Mohammadyari, F., H. Pourkhbaz, M. Tavakoli & H. Aghdar, 2015. Preparation of vegetation map and monitoring its changes using remote sensing techniques and GIS (Case study: Behbahan city). Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR), 23(92): 23-34. (In Persian)
21. Pettorelli, N., O. Jon, M. Atle, G. Jean-Michel, J. Compton & N.C.S. Tucker, 2005. Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. Trends in Ecology & Evolution, 20(9): 503-510
22. Rouse. J.W., R.H. Haas, J.A. Schell & D.W. Deering, 1973. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. Third ERTS Symposium, NASA SP-351 I: 309-317.
23. Sarli, R., G. Roshan & S. Grab, 2019. Evaluation and prediction of vegetation changes of Mazandaran, Iran from 2005 to 2017 using Markov chain method and Geographical Information Systems (GIS). Scientific-Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR), 28(111):149-162.
24. Siyal, A.A., A.G. Siyal & R.B. Mahar., 2017. Spatial and temporal dynamics of Pai forest vegetation in Pakistan assessed by RS and GIS. Journal of Forestry Research, 28(3):593–603.
25. Song, X., 2004. Early detection system of drought in East Asia using NDVI from NOAA/AVHRR data. International Journal of Remote Sensing, 25(16): 3105-3111.
26. Vali, A., A. Ranjbar, M. Mokarram & F. Taripanah, 2020. Investigating the topographic and climatic effects on vegetation using remote sensing and GIS: a case study of Kharestan region, Fars Province, Iran. Theoretical and Applied Climatology, 140(1): 37-54.
27. Wang, Q. M. Watanabe, S. Hayashi & Sh. Murakami, 2003. Using NOAA AVHRR data to assess flood damage in China. Environmental monitoring and assessment, 82:119- 148.
28. Weishou, Sh., H. Zhang, D. J, Y. Shouguang, L. Haidong & L. Naifeng, 2011. The esponse Relation between Climate Change and NDVI over the Qinghai-Tibet plateau, World academy of Science, Engineering and Technology, International Science Index, 59: 2438-2444
29. Wellens, J., 1993. Monitoring and modeling rangeland vegetation in Tunisia using satellite and meteorological data. PhD thesis, University of Reading.
30. Weng, Q., D. Lu & J. Schubring, 2004. Estimation of land surface temperature– egetation abundance relationship for urban heat island studies. Remote Sensing of Environment, 89: 467–483.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-09-17]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.2.3.0]