



دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "حفاظت زیست بوم گیاهان"
دوره نهم، شماره هجدهم

<http://pec.gonbad.ac.ir>

علمی-پژوهشی

بررسی روند تخریب بیشه‌زارهای پده (*Populus euphratica* Oliv.) در حاشیه رودخانه

کارون با استفاده از تصاویر سنجنده‌های TM و OLI-TIRS

فرخنده احمدی^۱، آزیتا کوشافر^۲، سینا عطار روشن^۳

^۱گروه تنوع زیستی و زیستگاه‌ها، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز
^۲استادیار گروه علوم محیط زیست، مرکز تحقیقات محیط زیست انسانی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز
^۳استادیار گروه علوم محیط زیست، مرکز تحقیقات گرد و غبار خلیج فارس، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۱۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۷/۱۳

چکیده

بیشه‌زارهای حاشیه رودخانه‌ها از جمله منابع جنگلی غیرتجاری در مناطق گرمسیری کشور محسوب می‌شوند که با ایجاد اکوسیستم خاص، نقش مهمی در تعادل حیاطی این مناطق ایفا می‌کنند. امروزه با رشد جمعیت و افزایش فشار بر منابع طبیعی، حیات این جنگل‌ها در معرض تهدید و تخریب قرار گرفته است. هدف از این مطالعه پایش و تعیین روند تغییرات بیشه‌زارهای پده در شهرستان گتوند استان خوزستان در بازه زمانی ۲۰ ساله با استفاده از فنون سنجش از دور، سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجه‌های سیمای سرزمین است. به منظور انجام این مطالعه از تصاویر سنجنده‌های TM و OLI-TIRS ماهواره‌ای لندست ۵ و ۸ استفاده شد و نقشه‌های کاربری سرزمین در بازه‌ی زمانی سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۸ تهیه گردید. به منظور کمی‌سازی تغییرات، از ۵ سنجه بزرگترین پهرو، تعداد پهرو، تراکم، مساحت و درصد مساحت پهرو استفاده شد. نتایج نشان داد که تعداد لکه‌های بیشه‌زارهای پده از ۵۲۰ لکه در سال ۱۹۹۸ به ۱۱۳۱ لکه در سال ۲۰۱۸ افزایش یافته است، همچنین تراکم پهروها در بازه زمانی ۲۰ ساله از ۰/۵۳۴۳ درصد به ۱/۱۶۲۱ درصد افزایش یافته است. نتایج نشان داد که با کاهش وسعت زیستگاه این گونه و تکه‌تکه شدن زیستگاه آن، تراکم در واحد سطح افزایش یافته است. تکه تکه شدن زیستگاه باعث کاهش موفقیت زادآوری، بقاء و افزایش رقابت بین گونه‌ای می‌شود و

*نویسنده مسئول: Koshafar_1349@yahoo.com

همچنین با از بین رفتن پیوستگی سیمای سرزمین، ساختار کلی جامعه نیز تغییر می‌کند. بنابراین نتایج به دست آمده در این پژوهش بیانگر روند در حال تخریب بیشه‌زارهای پده در منطقه را نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: بیشه‌زارهای پده، جنگل کران‌رودی، سنجش از دور، سنجه های سیمای سرزمین، رودخانه کارون

مقدمه

در سالیان اخیر افزایش جمعیت، بهره‌برداری بیش از حد از اکوسیستم‌های طبیعی، نیاز به زمین کشاورزی و چراگاه‌های جدید برای تغذیه دام، احداث راه‌های دسترسی و سایر فعالیت‌های عمرانی و همچنین برخی عوامل طبیعی نظیر تغییرات اقلیمی، سبب تخریب روزافزون اراضی جنگلی و بیشه‌زارها شده است (عطارروشن، ۱۳۹۶). تخریب جنگل‌ها و بیشه‌زارها مقوله‌ای است که معمولاً به وسیله تکنیک‌های مختلفی قابل پایش و اندازه‌گیری است. استفاده از تصاویر ماهواره‌ای به عنوان یکی از منابع مهم جهت نمایش تغییرات محیطی و مدیریت عرصه‌های زیست محیطی مطرح می‌باشد. دستیابی به اطلاعات مربوط به گذشته و پی بردن به تغییر و تحولات صورت گرفته در اکوسیستم به جهت پیشگیری، کنترل و جلوگیری از توسعه تخریب، بسیار لازم و ضروری به نظر می‌رسد (Sanjari and Broumand, 2013). از این‌رو استفاده از فنون سنجش از دور که هم‌زمان از قابلیت‌های تشخیص مکانی و طیفی خوبی برخوردارند در تشخیص روند تخریب جنگل و تشخیص توده‌های آسیب دیده، کمک مؤثری به شمار می‌رود (فلاح شمسی و همکاران، ۱۳۹۱). پتانسیل داده‌های سنجش از دور برای پردازش تغییرات محیطی معیاری برای حفاظت از تنوع زیستی و پایداری بوم‌سازگان است. تصاویر رقومی ماهواره‌ای به عنوان یکی از منابع اطلاعات مکانی مزایای زیادی نسبت به سایر منابع متداول (نظیر نقشه‌ها) از قبیل پوشش فراوان، نیاز کمتر به انجام نقشه‌برداری، هزینه عملیات صحرایی پایین‌تر و همچنین به روز بودن اطلاعات دارد بنابراین استفاده از آنها برای بررسی تغییرات کاربری زمین، بررسی روند تخریب، پایش پدیده‌های مختلف در جنگل اجتناب ناپذیر است (Rao et al., 2019). چنان‌که تحقیقات بی‌شماری در زمینه بررسی تغییرات پوشش جنگلی و توانایی تصاویر ماهواره در بررسی این تغییرات در ایران و دنیا انجام شده است. جعفری گرزین (۱۳۹۸)، در مطالعه برآورد میزان تخریب جنگل‌های بالابند مازندران با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای نشان داد که بیش از ۶۰ هزار هکتار از بخش فوقانی اراضی جنگلی استان مازندران، طی دوره زمانی از سال ۱۳۶۹ تا ۱۳۸۳ تغییر کاربری و تخریب شده است. به عبارتی سالانه در حدود ۴ هزار هکتار از این اراضی جنگلی در بخش فوقانی دچار تغییر کاربری گردیده و شدت تخریب سالانه ۰/۳۹ درصد محاسبه شد. جوان و حسینی مقدم (۱۳۹۶)، به آشکارسازی میزان تخریب جنگل‌های هیرکانی با استفاده از تصاویر ماهواره Landsat و سنجنده

ETM⁺ و الگوریتم ماشین بردار پشتیبان در شهرستان رضوانشهر پرداختند و نشان دادند که روند تخریب جنگل‌های هیرکانی در طی سه دوره با یکدیگر تفاوت داشته و هر چه به سال ۱۳۹۶ نزدیک می‌شود نرخ تخریب افزایش می‌یابد. خوارانی و همکاران (۱۳۹۴)، تغییرات سطح جنگل‌های حرا را با توجه به نوسانات اقلیمی با استفاده از تصاویر سنجنده‌های TM و ETM⁺ در جنگل‌های بین بندر خمیر و قشم بررسی کردند و نشان دادند که سطح پوشش جنگل‌های حرا بین سال‌های ۱۹۸۴-۱۹۹۸ روند افزایشی، سال‌های ۲۰۰۱-۱۹۹۸ روند کاهشی و دوباره از ۲۰۰۱-۲۰۰۹ روندی افزایشی داشته است. همچنین نتایج همبستگی میان هر یک از عوامل اقلیمی و سطح جنگل‌های حرا طی سال‌های مورد مطالعه ارتباط معنی‌داری را نشان نداد. راعی و همکاران (۱۳۹۶)، در بررسی تغییرات پوشش اراضی در یک دوره ۴۶ ساله در منطقه کیاسر ساری با استفاده از تصاویر سنجنده‌های TM و LISS III نشان دادند که سطح مناطق جنگلی از ۹۸/۱۶ به ۱۸/۳۹ کیلومترمربع رسیده و به عبارتی ۴۳/۱۷ درصد کاهش داشته است. این اراضی به مناطق فاقد پوشش، اراضی کشاورزی، دیمزارهای رها شده و مرتع تبدیل شده‌اند و در این بازه‌ی زمانی سطح آنها به ترتیب ۱۴/۱۵، ۱۳/۶۱، ۱۰/۰۵ و ۵/۳۷ درصد افزایش یافته است. در مجموع نتایج نشان داد RS دارای قابلیت بالایی در تعیین تغییرات پوشش اراضی است. آرخی و همکاران (۱۳۹۱)، تخریب جنگل‌های شمال ایلام را با استفاده از رگرسیون لوجستیک، GIS و سنجش از دور مدل سازی کردند و نشان دادند که در طول ۳۱ سال حدود ۱۹۲۹۴ هکتار از سطح جنگل‌های منطقه کاهش یافته است. با توجه به نتایج مدل‌سازی مشخص شد که در قطعات جنگلی گسسته و در مناطق نزدیک به مرز جنگل تخریب با شدت بیشتری صورت گرفته است. همچنین متغیرهای شیب، فاصله از مراکز جمعیتی و جاده با شدت تخریب رابطه عکس داشته و با افزایش ارتفاع از سطح دریا مقدار تخریب کاهش یافت. لوسیو و همکاران (Lossou et al., 2019) تغییرات جنگل‌های مرتفع گرمسیری غنا را با استفاده از سنجش از دور در بازه‌های زمانی مختلف و تکنیک‌های تحلیل مکانی مورد بررسی قرار داده و نشان دادند که اراضی جنگلی منطقه که از نظر تنوع و غنای گونه‌ای ارزشمندتر هستند به شدت تخریب شده‌اند. آنته و همکاران (Anthea et al., 2017) به بررسی روش‌های سنجش از دور برای نظارت بر جنگل‌ها در حمایت از این اکوسیستم ارزشمند پرداختند و نشان دادند که تصاویر ماهواره‌ای یکی از بهترین روش‌های در دسترس جهت نظارت عملیاتی بر شدت و الگوی گسترش تخریب در جنگل‌ها است. بیشه‌زارهای حاشیه رودخانه‌ها از جمله منابع جنگلی غیرتجاری در مناطق گرمسیری کشور محسوب می‌شوند که با ایجاد اکوسیستم خاص، نقش مهمی در تعادل حیاطی این مناطق ایفا می‌کنند. یکی از گونه‌هایی که در حاشیه رودخانه‌ها به ویژه در حاشیه رودخانه‌های بزرگ خوزستان استقرار یافته گونه پده *Popoulus euphratica Oliv.* است که همراه گونه گز پرشاخه (*Tamarix ramosissima Ledeb.*) بیشه‌زارهای وسیعی را به وجود

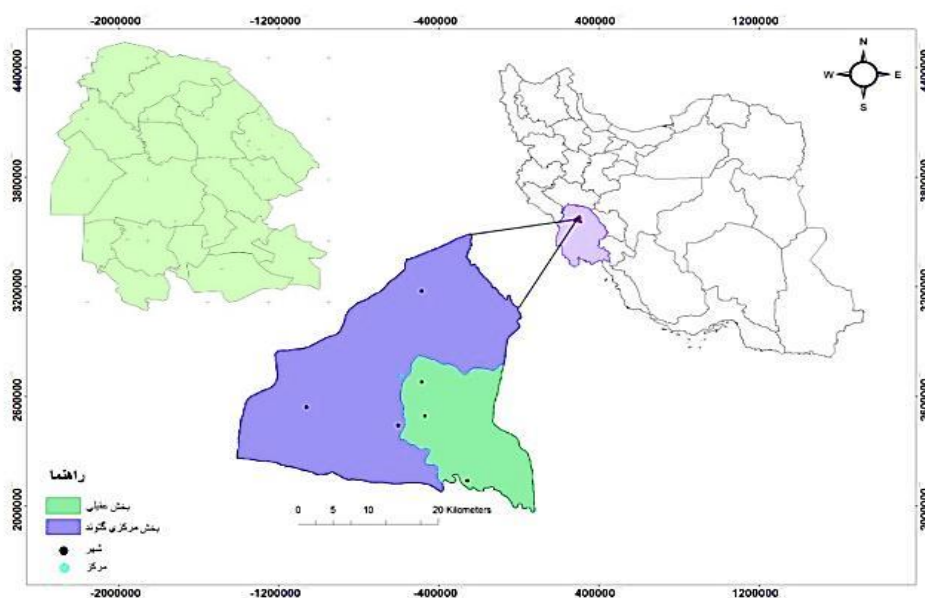
آورده و جوامع پده همراه با تک پایه‌های گز را تشکیل داده است (کلاگری و همکاران، ۱۳۷۹). این بیشه اهمیت زیادی از لحاظ حمایتی، حفظ دیواره‌های کناری رودخانه، حفظ تعادل محیط زیستی منطقه، تولید چوب و علوفه دام دارد. از ویژگی‌های مهم این گونه در تمام مناطق مورد انتشار، مقاومت آن در برابر دامنه زیاد درجه حرارت و تغییرات pH خاک است که باعث شده به عنوان یکی از مهم‌ترین گونه‌های مناطق گرم و خشک محسوب شود (کلاگری و همکاران، ۱۳۷۹). با توسعه صنعت و ازدیاد جمعیت، گسترش زمین‌های کشاورزی، جاده‌سازی، سد سازی و ... این جنگل‌های طبیعی در معرض تهدید و تخریب قرار گرفته‌اند (رسام و مشایخان، ۱۳۹۲). این مطالعه روند تخریب این بیشه‌زارها را در محدوده شهرستان گتوند در استان خوزستان در بازه زمانی ۲۰ ساله مورد پایش و بررسی قرار می‌دهد تا روند تغییرات پوشش گیاهی برآورد شده و در نهایت راهکارهای مناسب مدیریتی با هدف کاهش روند تخریب و همچنین احیای زیستگاه این گونه درختی ارزشمند اکوسیستم‌های گرمسیری پیشنهاد گردد.

مواد و روش‌ها

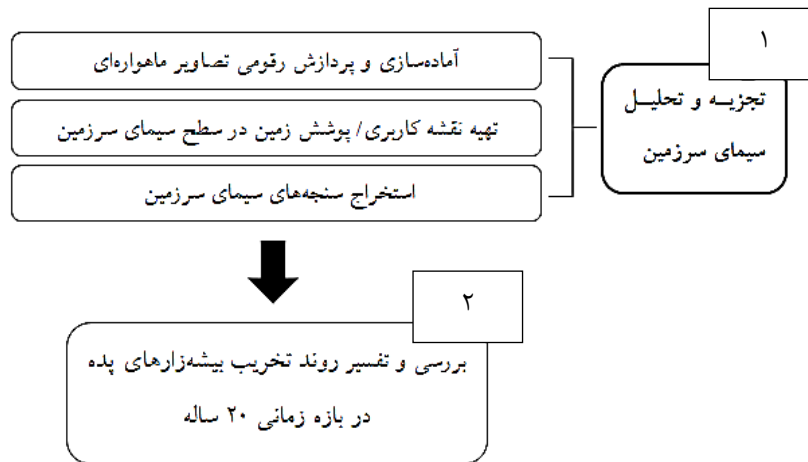
منطقه مورد مطالعه

شهرستان گتوند با مختصات جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۲۱ دقیقه طول شرقی و ۳۲ درجه و ۴ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۲۷ دقیقه عرض شمالی دارای اقلیم گرم و خشک در استان خوزستان واقع شده است (شکل ۱). محدوده مورد مطالعه وسعتی معادل ۱۰۰۰ هکتار داشته و ارتفاع متوسط آن از سطح دریا ۱۷۰ متر است. میانگین رطوبت نسبی این منطقه در بازه سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۶، ۴۸ درصد و میانگین درجه حرارت سالانه آن ۲۵/۱ درجه سانتی‌گراد با میانگین بیشینه سالانه ۳۳/۴ درجه و میانگین کمینه سالانه ۱۶/۷ درجه سانتی‌گراد است. میانگین بارش در این منطقه ۲۶۸/۴ میلی‌متر در سال برآورد می‌گردد (مهندسی مشاور تژآب سد، ۱۳۹۷). دو رودخانه در این منطقه جریان دارد یکی رودخانه بزرگ کارون که از کوه‌های بختیاری سرچشمه گرفته و در ابتدای ورود به جلگه خوزستان به شمال گتوند می‌رسد و رودخانه شور یکی دیگر از رودهایی است که در جنوب گتوند از کارون جدا شده و بعد از طی مسافتی از جنوب شرقی از شهرستان گتوند خارج می‌گردد. گونه درختی پده (*Populus euphratica Oliv.*) در زیستگاه طبیعی خود در جنگل‌های نیمه گرمسیری، گرم و مرطوب تا گرم و خشک یافت می‌شود. در سراسر دامنه رویشی خود جنگل‌های انبوهی را به همراه گونه‌های گز (*Tamarix ramosissima Ledeb.*) و بید (*Salix sp.*) در امتداد رودخانه و انشعابات آنها تشکیل می‌دهد (زمانی و همکاران، ۱۳۹۰).

به منظور انجام این مطالعه و انتخاب نمونه‌های تلفیقی از همه تصاویر رنگی موجود، علاوه بر انجام بازدیدهای میدانی از منطقه مورد مطالعه از تصویر سال ۲۰۱۵ پایگاه اطلاعاتی Google Earth نیز استفاده شد. در این پژوهش از آنالیز مولفه‌های اصلی (PCA) با هدف دستیابی به مقادیر و مولفه‌های جدید که در آنها میزان واریانس داده‌ها بیشتر است، استفاده شد. بر اساس این آنالیز در نهایت میزان اطلاعات بیشتر و وابستگی بین این مولفه‌ها کمتر از حالت اولیه تصاویر می‌باشد (فاطمی و رضایی، ۱۳۹۱). روند انجام این مطالعه را می‌توان به صورت خلاصه در شکل ۲ نشان داد.



شکل ۱- نقشه محدوده مورد مطالعه



شکل ۲- مراحل انجام پژوهش

با هدف بالا بردن دقت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای، قدرت تفکیک مکانی تصاویر با استفاده از ابزار Spectral Sharpening و باند شماره ۸ تصاویر، از ۳۰ متر به ۱۵ متر ارتقاء یافت. در نهایت برای تمامی کاربری‌ها و پوشش اراضی نمونه‌های تعلیمی آماده و به نرم‌افزار ENVI معرفی و سپس نمونه‌ها به روش حداکثر مشابهت طبقه‌بندی شدند. نتیجه نهایی طبقه‌بندی، تصویر تک بانندی است که در آن طبقات نمونه‌گیری شده کاملاً مجزا و هر طبقه یا کلاس دارای کد خاصی می‌باشد. ضمناً چنانچه گروهی از پیکسل‌ها به هیچ یک از طبقات اختصاص نیافته باشند به شکل طبقه‌ای مجزا و یا ناشناخته معرفی شدند (زبیری و مجد، ۱۳۸۸). در نهایت برای ارزیابی صحت نتایج طبقه‌بندی که یکی از مراحل مهم پس از طبقه‌بندی است از ماتریس خطا و ضریب کاپا استفاده شد. سنجه‌های سیمای سرزمین در نرم‌افزار FRAGSTATS استخراج و تجزیه و تحلیل آنها در نرم‌افزار Microsoft Excel صورت پذیرفت. در این پژوهش از ۵ سنجه درصد مساحت لکه (پهرو)، تعداد لکه، بزرگی لکه، تراکم لکه و مساحت طبقه به علت توانایی آنها در تفسیر ترکیب و توزیع فضایی عناصر ساختاری در سیمای سرزمین استفاده شده است (Kong and Nakagoshi, 2006).

۱- سنجه درصد مساحت (پوشش) لکه (PLAND)

این سنجه درصدی از سیمای سرزمین که توسط یک کلاس اشغال شده است را نشان می‌دهد. مقادیر این سنجه بین صفر تا ۱۰۰ متغیر است، که صفر نشان دهنده کمیاب بودن کلاس مربوطه به طور فزاینده‌ای در سطح سیمای سرزمین و ۱۰۰ نشان می‌دهد که سیمای سرزمین تنها از یک کلاس تشکیل شده است.

$$PLAND = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{A} \times 100$$

رابطه ۱

ij: مساحت (مترمربع) لکه a ، A: مساحت کل سیمای سرزمین (مترمربع)

۲- سنجه تعداد لکه (NP) یا Number of Patch

تعداد لکه‌های یک کلاس معین را نشان داده و برای اندازه‌گیری میزان گسستگی کلاس‌ها به کار می‌رود که مقادیر آن بزرگتر یا مساوی یک است. زمانی که سیمای سرزمین فقط از یک کلاس یا یک لکه-ای تشکیل شده باشد، این مقدار برابر یک خواهد شد.

۳- سنجه بزرگی لکه (LPI) یا Largest Patch Index

درصدی از سیمای سرزمین که توسط بزرگ‌ترین لکه اشغال شده و در واقع یک اندازه‌گیری ساده از چیرگی است. مقادیر این سنجه بین صفر تا ۱۰۰ متغیر است که صفر به معنای بزرگ‌ترین لکه موجود در کلاس به طور فزاینده‌ای کوچک باشد و ۱۰۰ به معنای این است که کل سیمای سرزمین یک لکه در کل منطقه است و در واقع بزرگ‌ترین لکه، تمام سیمای سرزمین را پوشانده است.

$$LPI(100) = \frac{\max(a_{ij})}{A}$$

رابطه ۲

ij: مساحت (مترمربع) لکه

۴- سنجه تراکم لکه (PD) یا Patch Density

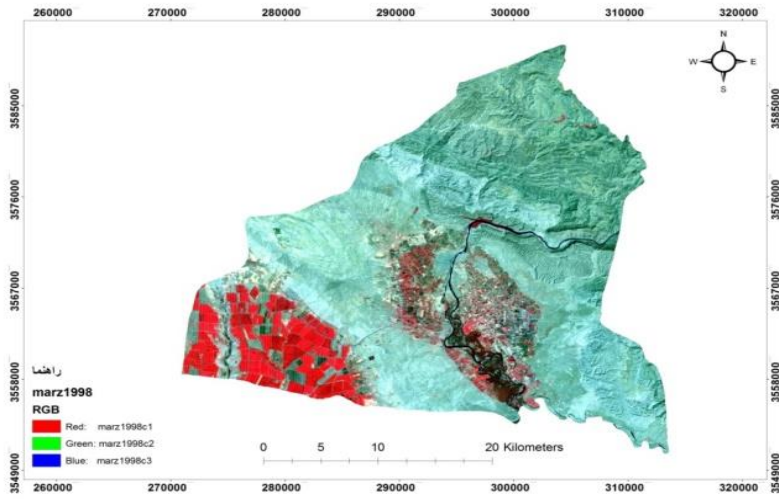
این مشخصه الگوی سیمای سرزمین را نشان داده و بیان‌گر تعداد لکه در واحد سطح (در هر صد هکتار) است. تراکم لکه، مقایسه سیمای سرزمین با سطوح مختلف را ساده‌تر می‌کند.

۵- سنجه مساحت طبقه (CA)

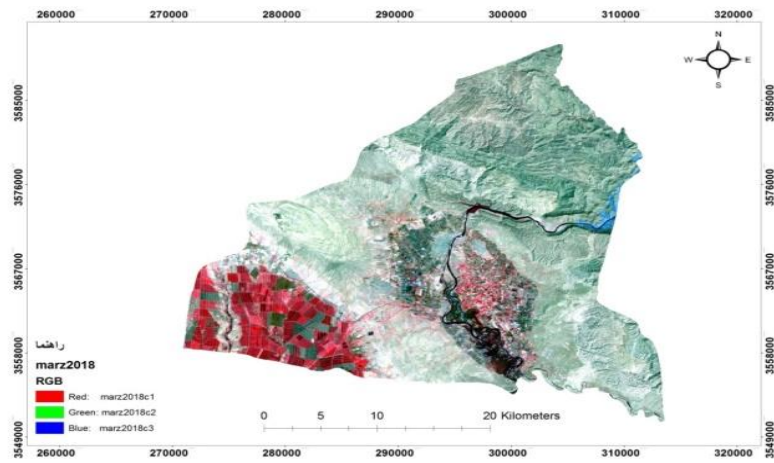
مجموع مساحت پهروهای همسان را محاسبه می‌کند ($CA > 0$) و مقادیر آن بر اساس هکتار بیان می‌شود. برای بررسی تغییرات رخ داده در بازه‌های زمانی ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۸، تغییرات سنجه‌های حاصل از تصاویر ماهواره‌ای و تغییرات مشاهده شده در کاربری‌ها با هم مقایسه و با توجه به اینکه هر کدام از سنجه‌ها بیانگر تغییری در ساختار سیمای سرزمین هستند، تغییرات رخ داده در ساختار سیمای سرزمین شهرستان گتوند، تحلیل گردید.

نتایج

پس از انجام پیش‌پردازش و رفع خطاهای رادیومتریک و هندسی تصاویر ماهواره لندست، برای استخراج اطلاعات بیشتر از این تصاویر عملیات فیوژن (Fusion) با هدف بالا بردن قدرت تفکیک مکانی تصاویر از ۳۰ متر به ۱۵ متر به کمک باند شماره ۸ تصاویر انجام شد (شکل‌های ۳ و ۴).



شکل ۳- تصویر ماهواره‌ای فیوژن شده سال ۱۹۹۸



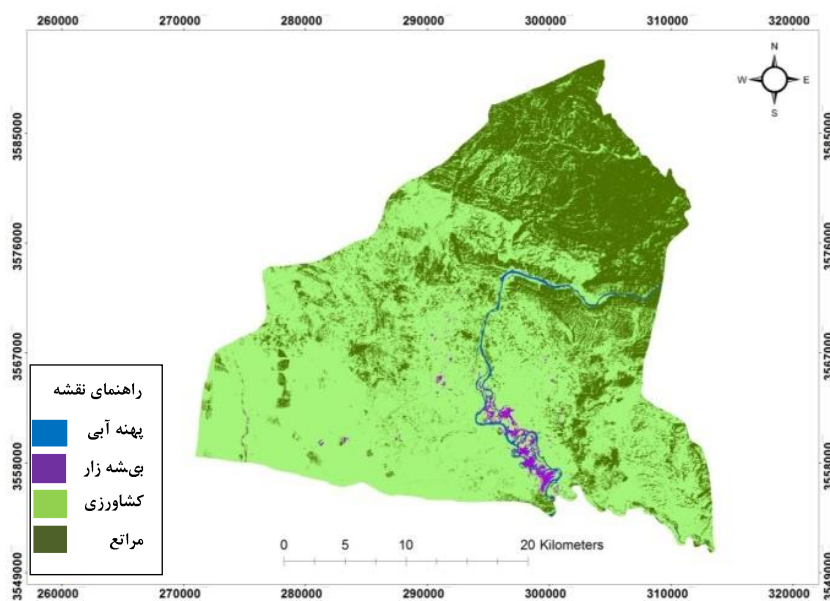
شکل ۴- تصویر ماهواره‌ای فیوژن شده سال ۲۰۱۸

نتایج حاصل از بررسی صحت طبقه‌بندی به روش‌های ضریب کاپا و دقت کلی نشان داد که طبقه‌بندی تصاویر با دقت مناسب انجام شده است (جدول ۱).

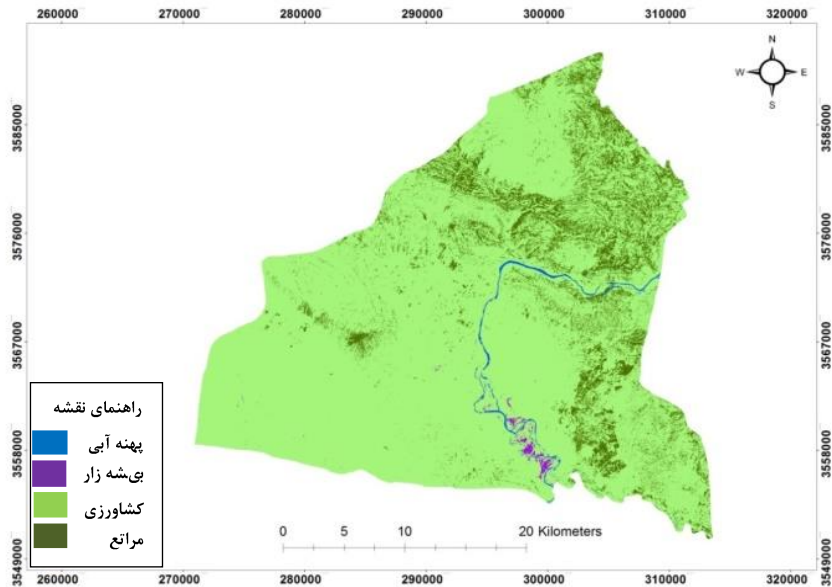
جدول ۱- نتایج ارزیابی دقت تصویر سال‌های ۱۹۹۸ و ۲۰۱۸

سال مرجع	تصویر/سنجنده	صحت کلی (درصد)	ضریب کاپا (درصد)
۱۹۹۸	Landsat TM	۹۲/۶۹	۹۲/۹۶
۲۰۱۸	Landsat OLI-TIRS	۸۸/۴۶	۸۵/۴۵

پس از اطمینان از صحت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای، نقشه کاربری اراضی شهرستان گتوند در سال‌های ۱۹۹۸ و ۲۰۱۸ در چهار طبقه شامل اراضی زراعی، مراتع، پهنه‌های آبی و بیشه‌زارهای طبیعی پده تهیه گردید (شکل‌های ۵ و ۶).



شکل ۵- نقشه کاربری اراضی سال ۱۹۹۸



شکل ۶- نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۱۸

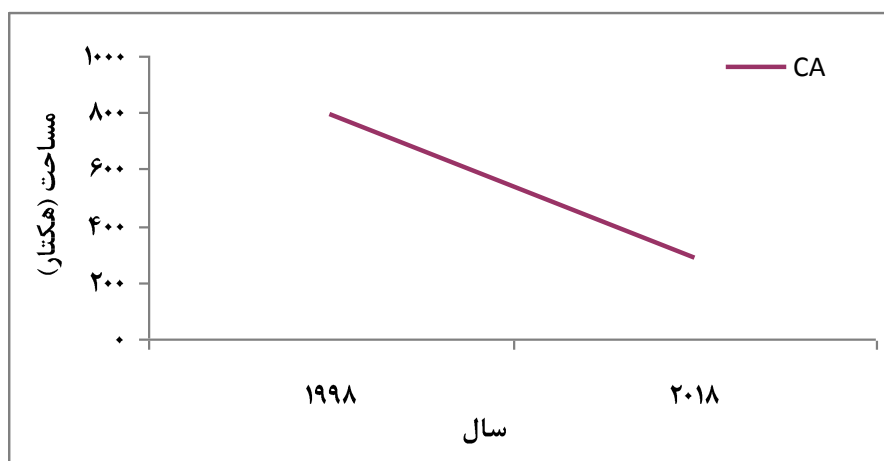
جدول ۲- سنجش مساحت هر طبقه (CA) در سال‌های ۱۹۹۸ و ۲۰۱۸

سال/کاربری	مساحت (هکتار)	
	۱۹۹۸	۲۰۱۸
پهنه‌های آبی	۶۲۵/۰۲۲۵	۵۵۱/۷۰۵
اراضی کشاورزی	۶۳۹۹۸/۸۵	۸۵۲۹۷/۸۴
مراعات	۳۱۹۱۲/۳۱	۱۱۱۹۳/۳۶
بیشه‌زارهای پده	۷۸۹/۹۰۷۵	۲۸۲/۹۸۲۵

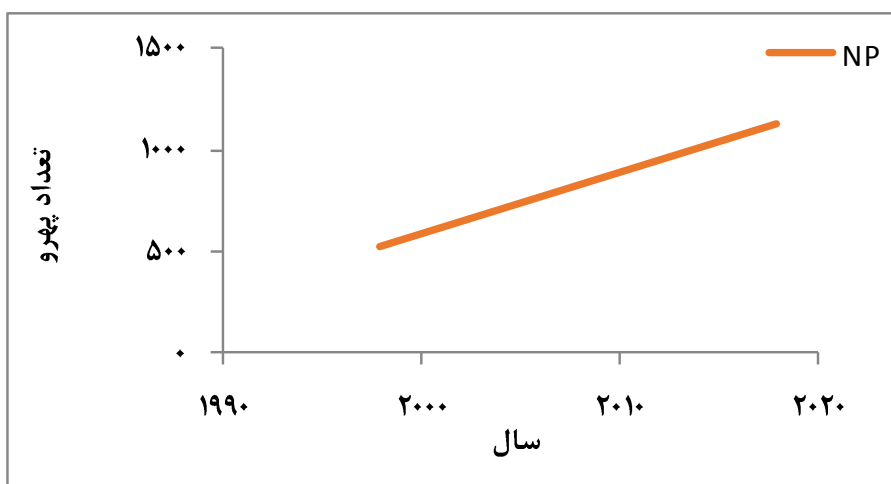
نتایج حاصل از محاسبه سنجه‌های به تفکیک سال، انواع طبقات کاربری و پوشش اراضی در جدول ۲ ارائه شده است، نتایج نشان داد مساحت سه کاربری بیشه‌زارهای طبیعی پده، پهنه‌های آبی و مراعات در بازه زمانی ۲۰ ساله از سال ۱۹۹۸ تا سال ۲۰۱۸ کاهش یافته اما مساحت کاربری کشاورزی در همین بازه افزایش چشم‌گیری داشته است (جدول ۲).

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که پهروهای (لکه‌های) بیشه‌زار طبیعی پده از تعداد ۵۲۰ لکه در سال ۱۹۹۸ به ۱۱۳۱ لکه در سال ۲۰۱۸ افزایش یافته است (شکل ۸). همچنین تراکم پهروها نیز در

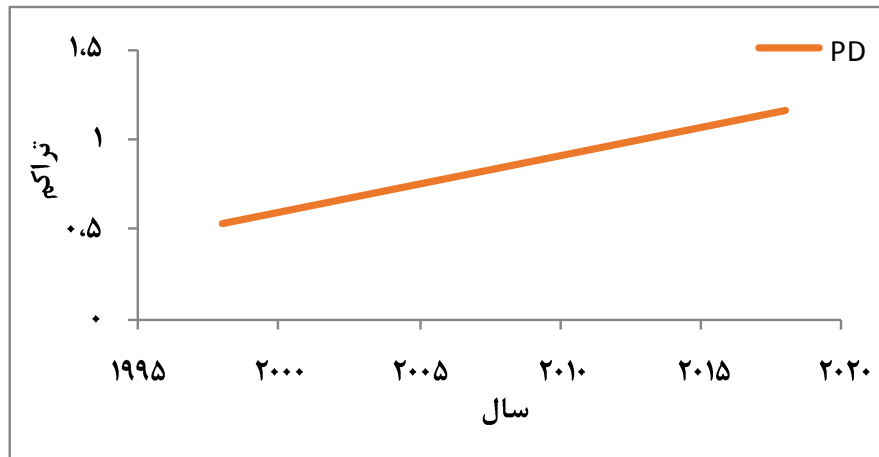
واحد سطح در سال ۱۹۹۸ از ۰/۵۳ درصد به ۱/۱۶ درصد در سال ۲۰۱۸ افزایش یافته است (شکل ۹). اما از بزرگی پهروها طی ۲۰ سال کاسته و اندازه آنها کوچکتر شده است در واقع اندازه پهروها از ۰/۱۲۶۳ درصد در سال ۱۹۹۸ به ۰/۰۶۵۴ درصد در سال ۲۰۱۸ کاهش یافته است (شکل ۱۰).



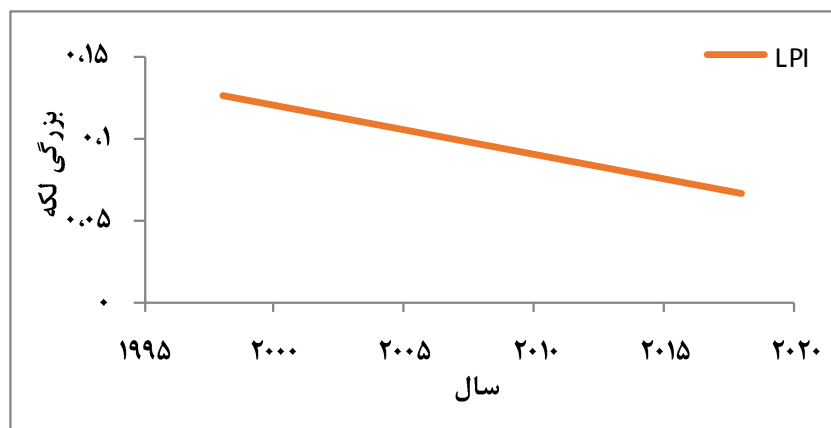
شکل ۷- مساحت بیشهزار در بازه ۲۰ ساله



شکل ۸- تعداد پهروی بیشهزار در بازه ۲۰ ساله



شکل ۹- تراکم لکه در واحد سطح در بازه ۲۰ ساله



شکل ۱۰- بزرگی لکه بیشه زار در بازه ۲۰ ساله

بحث و نتیجه گیری

بررسی سنجه‌های سیمای سرزمین در منطقه مورد مطالعه مانند تعداد پهروها مبین میزان گسستگی سرزمین است. تجزیه و تحلیل تعداد پهروهای بیشه‌زارهای پده نشان می‌دهد که این مقدار از ۵۲۰ لکه در سال ۱۹۹۸ به ۱۱۳۱ لکه در سال ۲۰۱۸ افزایش یافته که نشان‌دهنده پهروشدگی یا تکه‌تکه شدن زیستگاه این گونه گیاهی است. با توجه به مفهوم تعداد لکه، اگر تعداد لکه‌ها زیاد باشد، طبقه مورد نظر دارای پیوستگی بسیار کم است که در این مطالعه با توجه به این که تعداد لکه‌ها

افزایش یافت، می‌توان اذعان داشت که پیوستگی این رویشگاه کاهش یافته است. یکی از موارد مهم در تخریب زیستگاه‌ها، تکه تکه شدن آن است. تکه تکه شدن زیستگاه باعث کاهش در اندازه لکه‌ها، افزایش اثر حاشیه‌ای و منزوی شدن لکه‌ها می‌شود که با نتایج حاصل از مطالعه تازیکه و همکاران (۱۳۹۳) همخوانی دارد. نتایج نشان داد که تراکم پهروها در واحد سطح افزایش یافته و از ۰/۵۳ درصد در سال ۱۹۹۸ به ۱/۱۶ درصد در سال ۲۰۱۸ رسیده ولی از بزرگی و اندازه پهروها طی ۲۰ سال کاسته و اندازه آنها کوچکتر شده است، در واقع اندازه پهروها از ۰/۱۲ درصد در سال ۱۹۹۸ به ۰/۰۶ درصد در سال ۲۰۱۸ کاهش یافته است. سیمای سرزمین با میانگین اندازه پهروی کوچک‌تر، تخریب شده‌تر تلقی می‌شود (میرزایی و همکاران، ۱۳۹۲). نتایج نشان داد که با کاهش وسعت زیستگاه گونه‌های پده و تکه‌تکه شدن رویشگاه آنها، تراکم در واحد سطح افزایش یافته است. بنابراین نتایج به دست آمده بیانگر روند در حال تخریب ساختار سیمای سرزمین و به دنبال آن تخریب بیشه‌زارهای پده در منطقه است. نتایج حاصل از این پژوهش، نشان داد که تکه تکه شدن زیستگاه باعث کاهش موفقیت زادآوری، بقا و افزایش رقابت شده و همچنین با از بین رفتن پیوستگی سیمای سرزمین ساختار کلی زیستمدان جامعه نیز تغییر می‌کند و در نهایت غنای گونه‌ای کاهش می‌یابد که از این نظر با نتایج مطالعه سان و ژوو (Sun and Zhou, 2016) همخوانی دارد.

در منطقه مورد مطالعه تنوع گیاهی کم و تعداد گیاهان تشکیل دهنده این جوامع محدود هستند به طوری که اشکوب بالایی توسط گونه پده و اشکوب میانی توسط گونه درختچه‌ای گز پرشاخه به عنوان گونه غالب منطقه پوشیده شده و سایر گیاهان همراه نیز از تعدادی درختچه و گیاهان بوته‌ای و زیر اشکوب که اکثراً گراس‌ها و شورپسندهای یکساله هستند، پوشیده شده است که مطالعه کلاگری و همکاران (۱۳۷۹) نتایج حاصل از این پژوهش را تایید می‌کند.

کاربرد سنجه‌های مورد مطالعه در این پژوهش بیانگر کارایی سنجه‌های مساحت طبقه و تعداد پهرو در بررسی، تحلیل و آشکارسازی تغییرات پوشش و کاربری اراضی و سیمای سرزمین است. کارایی شاخص بزرگ‌ترین پهرو در این مطالعه جهت ارزیابی پهروشدگی زیستگاه‌ها است. تغییرات پوشش زمین در نتیجه فعالیت‌های انسانی نقش مهمی در تغییرات زیست محیطی جهانی ایفا کرده است و در نتیجه تبدیل به یک موضوع داغ برای محققان شده است (Liu et al., 2002). نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش غدیری‌پور و باوی (۱۳۹۶) همخوانی دارد و بر اساس یافته‌های هر دو پژوهش می‌توان عوامل تخریب بیشه‌زارهای پده را تخریب غیرمستقیم جنگل‌های کران‌رودی پده و گز توسط انسان دانست. از جمله این فعالیت‌ها می‌توان به احداث سدهای متعدد اشاره نمود که سبب از بین رفتن جریان‌های سیلابی به عنوان مهم‌ترین عامل شکل‌گیری و بقای جنگل‌های کران‌رودی نام برد. فعالیت‌های انسانی نظیر کشاورزی و دامداری در منطقه موجبات برهم خوردن شرایط محیطی و تنش بر این

گونه را محیا می‌کند که می‌تواند جوانه‌زنی بذرهای پده و تولید مثل جنسی آنها را کاهش داده و تجدیدحیات غیرجنسی این گونه ارزشمند را هم محدود کند. حاصل این پدیده، کم شدن تنوع ژنتیکی درختان پده و وقوع فرسایش ژنتیکی در جنگل‌های کران‌رودی است. فرسایش ژنتیکی، توده‌های طبیعی گونه پده را بیش از پیش در مقابل عوامل نامساعد محیطی و تنش‌ها آسیب‌پذیر کرده و ممکن است در نهایت باعث حذف این گونه از بخش‌هایی از جنگل شود (غدیری‌پور و باوی، ۱۳۹۶). از دیگر عوامل تخریب توسط انسان می‌توان به قطع و بهره‌برداری درختان و درختچه‌های جنگل‌های کران-رودی به وسیله روستاییان محلی به منظور تأمین سوخت و سایر مصارف نظیر حصارکشی و چرای دام نام برد که مطالعه کلاگری در سال ۱۳۷۲ نیز این موضوع را تایید می‌کند. البته در برخی موارد به علت عملیات عمرانی نیز در بخش‌هایی از جنگل‌های کران‌رودی پهروشدگی ایجاد می‌گردد که خود می‌تواند یکی از عوامل تخریب در منطقه باشد که مطالعه غدیری‌پور و باوی نیز در سال ۱۳۹۶ این موضوع را تایید می‌کند.

یکی از بزرگترین مشکلات در ارتباط با این توده جنگلی ارزشمند ابهام در قوانین و نامشخص بودن متولی جنگل‌های حاشیه رودخانه است (رسام و مشایخان، ۱۳۹۲). اکوسیستم جنگل‌های حاشیه رودخانه‌ای شهرستان گتوند با غالبیت گونه درختی پده منابع ژنتیکی ارزشمندی هستند که از نظر محیط زیست دارای اهمیت بسیاری بوده و از سویی با صرف هزینه‌های بسیار کمتری نسبت به گونه‌های غیر بومی قابلیت توسعه دارند، بنابراین برای حفظ، احیاء و توسعه آنها پیشنهاد می‌شود که با تعریف این نوع پوشش گیاهی به عنوان جنگل و تعیین یک سازمان یا وزارتخانه به عنوان متولی جنگل‌های کران‌رودی، موانع قانونی برای مدیریت و تهیه طرح‌های جنگل‌داری در این مناطق برطرف گردد. از طرف دیگر هم‌پوشانی حوزه‌های فعالیت وزارت نیرو، سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور و سازمان حفاظت محیط زیست در محدوده جنگل‌های کران‌رودی سبب شده هر یک از این تشکیلات به فراخور مسئولیت‌های خود، تعریف متفاوتی از این نوع پوشش گیاهی داشته باشند که خود موجب ناتوانی مدیریت یکپارچه در این اکوسیستم‌ها شده است. در نهایت می‌توان اذعان داشت به منظور کاهش اثرات تخریب زیستگاه و حفظ تنوع گونه‌ای گیاهی و جانوری به عنوان اصلی‌ترین راهکار حفاظتی برای جنگل‌های کران‌رودی، توصیه می‌گردد لکه‌های بزرگ پوشش گیاهی طبیعی در این منطقه حفاظت شده و با استفاده از ایجاد کریدورهای گیاهی با گونه‌های بومی و غالب منطقه اقدام به افزایش سطح اتصال میان لکه‌های زیستگاهی گردد.

منابع

- آرخی، ص.، جعفرزاده، ع.، یوسفی، ص. ۱۳۹۱. شبیه سازی تخریب جنگل با استفاده از رگرسیون لوجستیک، GIS و سنجش از دور در جنگل های شمال ایلام. فصلنامه جغرافیا و توسعه، ۲۹، ۴۲-۳۱.
- تازیکه، ک.، میکاییلی تبریزی، ع.ر.، سلمان ماهینی، ع.ر.، وارسته مرادی، ح. ۱۳۹۳. آثار تکه تکه شدن زیستگاه ها بر جامعه پرندگان تهران. دومین همایش ملی برنامه ریزی، حفاظت، حمایت از محیط زیست و توسعه پایدار، ۲۳۴-۲۲۵.
- جعفری گرزین، ب. ۱۳۹۸. برآورد میزان تخریب جنگل های بالابند مازندران با استفاده از داده های ماهواره ای. فصلنامه حفاظت و بهره برداری جنگل های هیرکانی، ۱ (۱)، ۲۵-۳۴.
- جوان، ف.، حسنی مقدم، ح. ۱۳۹۶. آشکارسازی میزان تخریب جنگل های هیرکانی با استفاده از تصاویر ماهواره ای و الگوریتم ماشین بردار پشتیبان (مورد مطالعه: شهرستان رضوانشهر). فصلنامه استراتژی راهبردی جنگل، ۲ (۵)، ۱-۱۱.
- خورانی، ا.، بی نیاز، م.، امیری، ح. ۱۳۹۴. تغییرات سطح جنگل های حرا با توجه به نوسانات اقلیمی (مطالعه موردی: جنگل های بین بندر خمیر و قشم). فصلنامه بوم شناسی آبریان، ۵ (۲)، ۱۱۱-۱۰۰.
- راعی، ر.، جعفریان، ز.، جمشید، ق. ۱۳۹۶. بررسی تغییرات پوشش اراضی در یک دوره ۴۶ ساله در منطقه کیاسر ساری. تحقیقات حمایت و حفاظت جنگل ها و مراتع ایران، ۱۵ (۱)، ۷۶-۹۰.
- رسام، ق.، مشایخان، آ. ۱۳۹۲. تناسب اراضی برای جنگلکاری پده (*Populus euphratica*) به روش ارزیابی چند معیاره (MCE). دومین همایش ملی بهار نارنج و فضای سبز شهری، ۱۹۷-۱۸۹.
- زبیری، م.، مجد، ع. ۱۳۸۸. آشنایی با فن سنجش از دور و کاربرد در منابع طبیعی (اطلاعات ماهواره ای، عکس های هوایی، فضایی). انتشارات دانشگاه تهران، ص ۳۳۲.
- زمانی، ص.، احمدی عدلی، ر.، عنابی میلانی، ا. ۱۳۹۰. بررسی جوامع درخت پده و چگونگی سازگاری آن در مناطق گرمسیر و سردسیر. اولین همایش تخصصی توسعه کشاورزی استان های شمال غرب کشور، مشکین شهر، دانشگاه پیام نور، ۳۰۱-۲۹۲.
- عطارروشن، س. ۱۳۹۶. مطالعه گروه گونه های اکولوژیک و تنوع گونه ای در ذخیرگاه جنگلی تنگ پل مسجد سلیمان پس از قرق بلندمدت. فصلنامه علمی و پژوهشی حفاظت زیست بوم گیاهان، ۵ (۱۰)، ۱۹۷-۲۱۱.
- غدیری پور، پ.، باوی، س. ۱۳۹۶. جنگل های کران رودی خوزستان اکوسیستم های فراموش شده ایران. فصلنامه علمی و پژوهشی طبیعت ایران، ۲ (۶)، ۱۶-۲۳.

فلاح شمسی، ر.، عرفانی فرد، ی.، نگهبان، م.، احمدی، ش.، سلیمانی، ح.، معین‌الدین، م.، رنجبر، ا. ۱۳۹۱. شناسایی الگوی گسترش مکانی خشکیدگی در جنگل‌های بلوط ایرانی با استفاده از فنون سنجش از دور، انجمن جنگلبانی ایران، نخستین همایش ملی جنگل‌های زاگرس (چالش‌ها و تهدیدها)، شیراز، ۲۰۱۲-۲۲۱.

فاطمی، ب.، رضایی، ی. ۱۳۹۱. کتاب مبانی سنجش از دور. انتشارات آزاده، ص ۲۹۱.
کلاگری، م. ۱۳۷۲. بررسی اکولوژیکی جوامع پده در حاشیه رودخانه کارون. پایان‌نامه کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، پردیس کشاورزی دانشگاه تهران، ص ۱۲۷.
کلاگری، م.، جوانشیر، ک.، زبیری، م.، مدیررحمی، ع. ۱۳۷۹. بررسی جوامع پده در حاشیه رودخانه کارون. فصلنامه علمی و پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۴ (۱)، ۲۵-۵۲.
مهندسین مشاور تژآب سد، ۱۳۹۷. مطالعات طرح مدیریت منابع جنگلی شهرستان گتوند، جهاد کشاورزی، سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری کشور، اداره کل منابع طبیعی استان خوزستان. ص ۴۹۲.

میرزایی، م.، ریاحی بختیاری، ع.، ماهینی، ع.، غلامعلی فرد، م. ۱۳۹۲. بررسی تغییرات پوشش اراضی استان مازندران با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین بین سال‌های ۱۳۶۳-۱۳۸۹. فصلنامه علمی و پژوهشی اکولوژی کاربردی، ۲(۴)، ۳۷-۵۴.

- Anthea L. M., Rosenqvist, A., Mora, B. 2017. Current remote sensing approaches to monitoring forest degradation in support of countries measurement, reporting and verification (MRV) systems for REDD⁺, Carbon Balance Management, 12: 9 -15.
- Kong, F., Nakagoshi, N. 2006. Spatial-temporal gradient analysis of urban green spaces in Jinan, China. Landscape and urban Planning, 78(3), pp. 147-164.
- Liu, J., Liu, M., Zhuang, D.J. 2002. A study on spatial pattern of land-use change in China in recent years, Science in China, Ser.D., 32 (12), 1031-1040.
- Lossou, E., Owusu-Prempeh, N., Agyemang, G. 2019. Monitoring Land Cover changes in the tropical high forests using multi-temporal remote sensing and spatial analysis techniques. Remote Sensing Applications: Society and Environment, 16, 252-264.
- Rao, S., Du, C., Li, A., Xia, X., Yin, W., Chen, J. 2019. Salicylic Acid Alleviated Salt Damage of *Populus euphratica*: A Physiological and Transcriptomic Analysis. Forests, 10(5), p.423.
- Sanjari, S., Broumand, N. 2013. Land use cover change detection in last three decades using remote sensing technique (Case study: Zarand region, Kerman province). Applied RS & GIS Techniques in Natural Journal. 1:57-67.

Sun, B., Zhou, Q. 2016. Expressing the spatio-temporal pattern of farmland change in arid lands using landscape metrics. *Journal of Arid Environments*, 124, 118-127.