دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "حفاظت زیست بوم گیاهان"
دوره نهم، شماره نوزدهم
http://pec.gonbad.ac.ir

بررسی روند تغییرات پوشش گیاهی جنگلی و مرتعی استان مازندران با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای

سارا فروتن [1*]، نیلوفر اسلام زاده [2]

[1] دانشجوی دکتری فناوری‌های محیط زیست، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران
[2] دکترای آمایش محیطزیست، دانشکده‌ی محیطزیست، دانشگاه منابع طبیعی گرگان، گرگان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۷/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۰۳

چکیده

پوشش گیاهی در هر سیمای سرزمین انعکاس دهنده وضعیت سلامت آن است و پایش تغییرات کاربری و پوشش اراضی نقش اساسی در برنامه‌ریزی و مدیریت محیطزیست دارد. از طرفی استان مازندران به دلیل پتانسیل بالای گردشگری همواره مورد توجه گردشگران قرار گرفته است و به تبع آن پوشش گیاهی و به ویژه جنگل تخریب شده است. در این مطالعه انسجام و یکپارچگی پوشش گیاهی در مازندران با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای لندست و با کمک سنجه‌های بعد فرکتال، پیوستگی، فاصله از نزدیکترین همسایه، تراکم کل لکه‌ها، تعداد لکه، تراکم حاشیه و شاخص بزرگترین لکه و شاخص NDVI در بازه زمانی۳۰ ساله (۱۹۸۸ تا ۲۰۱۸) مورد مطالعه قرار گرفت. با استفاده از روش ارزیابی چند معیاره، لایه‌های رقومی سنجه‌های کمی مورد مطالعه تهیه شد و سنجه‌ها به صورت مکانی درآمدند. سپس نقشه تغییرات پوشش گیاهی تهیه شد. نتایج نشان داد که در بازه زمانی مذکور مقدار عددی سنجه‌های تعداد لکه، تراکم لکه، تراکم لبه، فاصله نزدیکترین همسایه افزایش و شاخص بزرگترین لکه و همچنین شاخص NDVI کاهش یافته است. مساحت شهر نسبت به سال مبنا سه برابر شده و ۲۶ هزار هکتار افزایش یافته است. همزمان با افزایش مساحت شهری، بیش از سه هزار هکتار از مساحت پوشش گیاهی جنگل و مرتع کاسته شده و انسجام و یکپارچگی پوشش گیاهی جنگلی و مرتعی روند نزولی پیدا کرده است. میزان بالای تخریب پوشش گیاهی از نظر مساحت در بازه مورد نظر، عمدتا مربوط به شرق استان مازندران است. این منطقه سالیانه بیشترین تعداد گردشگر و تعداد بالای ویلاسازی را دارد.

*نویسنده مسئول: S.foroutan@sbu.ac.ir

واژه‌های کلیدی: تغییر کاربری، پوشش گیاهی، بررسی مکانی، ماهواره لندست

مقدمه

فعالیت‌های بشر اغلب تغییرات ناسازگاری بر سیماهای سرزمین می‌گذارد (قنبری و همکاران، ۱۳۹۹). از طرفی تغییر پوشش سرزمین به عنوان روند برگشت‌ناپذیر یکی از تغییرات مهم محیط‌زیست و بزرگترین تهدید برای سیستم‌های طبیعی در قرن حاضر است (محمودزاده و مسعودی، ۱۳۹۸). در واقع پایش تغییرات کاربری و پوشش اراضی نقش اساسی در برنامه‌ریزی و مدیریت محیط‌زیست دارد (McGarigal et al., 2018). پوشش کاربری در مازندران به علت تراکم جمعیت نسبتاً بالا، نرخ بالای مهاجران، شرایط مساعد طبیعی و فرهنگی، تعدد واحدهای صنعتی، دارا بودن مرز ساحلی و بندرگاه‌ها و نیز سیر عظیم ساخت و ساز در سالیان اخیر در حال تغییر است. از طرف دیگر میزان تخریب پوشش گیاهی نیز در آن بالاست. ویلاسازی اغلب اوقات بر اساس استانداردهای محیط‌زیست نبوده و بصورت بی‌رویه در حریم سواحل و جنگل‌ها انجام می‌شود. بنابراین نظارت منظم بر فعالیت‌های توسعه و تخریب طبیعت در برنامه‌ریزی و مدیریت آن بسیار حائز اهمیت است (رجایی و همکاران، ۱۳۹۹). همچنین شهرها با توسعه فیزیکی خود از عوامل اصلی تغییر کاربری و پوشش اراضی هستند. رشد شهری مشکلاتی مانند از بین رفتن اراضی جنگلی و افت کیفیت محیط‌زیست را به دنبال دارد. با آشکارسازی تغییرات در مناطق شهری، کنش‌های متقابل میان انسان و پدیده‌های طبیعی بهتر درک شده و تغییرات ایجاد شده در منابع طبیعی و محیط‌زیست آشکار می‌شوند (Fan and Ding, 2017).

یکی از مهم‌ترین چالش‌ها در مطالعه و مدیریت سیمای سرزمین، کمی‌سازی ناهمگنی مکانی در روش و مقیاسی معنی‌دار با توجه به پدیده‌های تحت بررسی است (Li and Wu, 2004). برای کمی‌سازی وضعیت سلامت سیمای سرزمین روش‌های مختلفی وجود دارد. یکی از این روش‌ها استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین[1] است (McGarigal et al., 2009). سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی به تنهایی نمی‌توانند روند تغییر الگوهای اصلی سیمای سرزمین را توصیف کنند. از این رو، ترکیبی از سنجه‌های سیمای سرزمین مطرح است که در کنار GIS و RS نتایج مطلوب‌تر و دقیق‌تری ارایه می‌دهد (محمودزاده و مسعودی، ۱۳۹۸). سنجه‌ها یکی از بهترین روش‌ها برای ارزیابی وضعیت سیمای سرزمین هستند اما در این میان، باید از سنجه‌های مناسب استفاده شود تا وضعیت محیط به صورت جامع نشان داده شود (McGarigal et al., 2018). سنجه‌های سیمای سرزمین برای تحقق این امر مناسب به نظر می‌رسند چرا که وضعیت سیمای سرزمین را به شکل کمی در می‌آورند. دو جنبه اساسی ساختار سیمای سرزمین، شامل ترکیب (تنوع و فراوانی لکه‌ها) و شکل فضایی (موقعیت و ترتیب فضایی اجزا) را با کمک سنجه‌ها می‌توان اندازه‌گیری کرد (Leitao et al., 2006). به دلیل

[1] Landscape Metrics

وسعت منطقه و مشکل دسترسی، انجام مطالعات و نظارت زمینی در سیمای سرزمین سخت و گاهی غیرممکن است لذا استفاده از علم سنجش از دور و تصاویر ماهواره‌ای در این مطالعات تسهیل‌کننده است. سنجه‌ها به عنوان نمایه‌های کمی‌ساز محیط‌زیست با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای قابل مطالعه و استخراج هستند (Salman Mahiny, 2007).

در زمینه کمی کردن وضعیت سیمای سرزمین با استفاده از سنجه‌ها تاکنون مطالعات مختلفی انجام شده است. آرخی (۱۳۹۴) ارزیابی روند تغییرات کاربری اراضی منطقه بیابانی دهلران را با استفاده از تکنیک سنجش از دور و سنجه‌ها انجام و اظهار داشت که افزایش تعداد لکه‌ها عامل تجزیه سرزمین بوده است. میرزایی و همکاران (۱۳۹۷) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای به بررسی تغییرات کاربری و پوشش اراضی شهرستان خلخال پرداخته و اظهار داشته‌اند که کاربری‌های کشاورزی، مراتع و مسکونی در این منطقه در بازه زمانی مورد بررسی افزایش و سطوح جنگلی کاهش یافته است. رجایی و همکاران (۱۳۹۹) تغییرات کاربری اراضی مازندران در حوضه آبخیز رودخانه تجن را با تکیه بر سنجه‌های سیمای سرزمین در بازه زمانی۳۰ ساله مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج تجزیه و تحلیل تغییرات کاربری اراضی نشان داد که در بازه مورد بررسی یک روند کاهشی پیوسته در پوشش جنگلی این منطقه اتفاق افتاده است در حالی‌که مساحت کشاورزی روند افزایشی داشته است. ماهینی (Mahiny, 2007) در مطالعه سلامت پوشش گیاهی از سنجه‌های سیمای سرزمین به عنوان جایگزین پیچیدگی ساختاری پوشش گیاهی استفاده نموده است.

کینگ و منگ (Xing and Meng, 2020) از سنجه‌های سیمای سرزمین استفاده و عملکرد شهرها را به کمک هشت سنجه سیمای سرزمین کمی و سپس طبقه‌بندی کرده‌اند. در این مطالعه سنجه‌ها بر اساس کارایی خود با استفاده از تحلیل واریانس ارزیابی و نتیجه کار رضایت‌بخش اعلام شد. محققان مذکور اعلام کردند که یک مدل طبقه‌بندی اتوماتیک عملکرد شهری ساخته‌اند و مدل پیشنهادی آنها، ویژگی‌های سیمای شهری را بهتر معرفی می‌کند. همچنین طبقه‌بندی عملکرد شهری دقیق‌تر انجام می‌گیرد. صحت طبقه‌بندی در این مطالعه ۰/۸۱ اعلام شد. علاوه بر مطالعات ذکر شده، خزاعی و آذری دهکردی (۱۳۸۷)، سلمان ماهینی و همکاران (۱۳۸۹)، کامیاب و ماهینی (۱۳۹۱)، قنبری و همکاران (۱۳۹۹)، کلایو و ترزا (Clive and Teresa, 2002)، بگت و دایک (Baguette and Dyck, 2007)، سلمان ماهینی (Salman Mahiny, 2007)، مک‌گریگال و همکاران (McGarigal et al., 2009)، گوناریدیس و همکاران (Gounaridis et al., 2014)، لاش و همکاران (Lausch, et al., 2015)، بورانا و یاداو (Borana and Yadav, 2017) و کینگ و منگ (Xing and Meng, 2020) از سنجه‌های سیمای سرزمین در مطالعات وضعیت سیمای سرزمین استفاده کرده‌اند.

پوشش گیاهی در هر سیمای سرزمین انعکاس‌دهنده وضعیت سلامت آن است و پایش تغییرات کاربری و پوشش اراضی نقش اساسی در برنامه‌ریزی و مدیریت محیط‌زیست دارد (Salman Mahiny, 2007). از طرفی استان مازندران به دلیل پتانسیل بالای گردشگری همواره مورد توجه گردشگران قرار گرفته است و به تبع آن پوشش گیاهی و به ویژه جنگل تخریب شده است. با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین می‌توان ساختار فضایی پوشش گیاهی را کمی کرد. از طریق ایجاد ارتباط میان ساختار و عملکرد سیمای سرزمین و درک بهتر فرایندهای اکولوژیک می‌توان به ارزیابی سیمای سرزمین به منظور برنامه‌ریزی و مدیریت پایدار آن دست یافت (McGarigal et al., 2018).

به‌طور کلی هدف اصلی این پژوهش بررسی یکپارچگی و انسجام پوشش گیاهی در استان مازندران در بازه زمانی ۳۰ ساله به منظور مدیریت بهتر و جلوگیری از تخریب محیط‌زیست بصورت مکانی می‌باشد. علت انتخاب منطقه نامبرده این است که در بازه مورد نظر تغییرات کاربری در آن قابل توجه است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در این پژوهش محدوده استان مازندران واقع در مختصات جغرافیایی '۴۶ °۳۵ تا '۵۸ °۳۶ عرض شمالی و '۲۱ °۵۰ تا '۰۸ °۵۴ طول شرقی است. این استان بر اساس آخرین تقسیمات کشوری، دارای ۱۶ شهرستان است. مساحت استان مازندران ۲۳.۷۵۶ کیلومترمربع و جمعیت آن طبق آمار سال ۱۳۹۵ شامل ۳,۲۸۳,۵۸۲ نفر اعلام شده است. طبق آمار سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۵، میانگین بارندگی سالیانه در این استان ۹۷۷ میلی‌متر، اقلیم آن معتدل مرطوب و کوهستانی و میانگین دمای سالیانه در آن ۱۸ درجه سانتی‌گراد است (آمارنامه استان مازندران، ۱۳۹۵).

تهیه داده‌های دورسنجی و طبقات کاربری

در این مطالعه از تصاویر سنجنده‌های TM و OLI ماهواره لندست ۵ و ۸ مربوط به ژوئن سال‌های ۱۹۸۸ و ۲۰۱۸ استفاده شده است. مسیر تصاویر استفاده شده ۱۶۳ و ردیف تصویر به ترتیب ۳۵ و ۳۴ بوده و از سایت www.USGS.gov دانلود شده‌اند. تصاویر ماهواره‌ای در این پژوهش با روش طبقه‌بندی نظارت شده[1] و حداکثر احتمال[2] طبقه‌بندی شده و در نتیجه آن پنج طبقه شامل شهر، جنگل، کشاورزی، مرتع و سایر به دست آمد. برای ارزیابی صحت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای استفاده شده در این پژوهش، پارامترهای "صحت کاربر و تولید کننده" برای هر طبقه کاربری بطور جداگانه

[1] . Supervised Classification
[2] . Maximum Likelihoood

محاسبه شد. برای این منظور، از تعیین نقاط واقعی زمینی بر روی تصاویر گوگل ارث[1] سال ۲۰۱۸ و همچنین بر روی تصویر رنگ مجازی سال ۱۹۸۸ استفاده شد.

انتخاب سنجه‌ها و تهیه لایه‌های رقومی

در این پژوهش انسجام و یکپارچگی پوشش گیاهی در مازندران با استفاده از داده‌های ماهواره لندست و با کمک سنجه‌های سیمای سرزمین و شاخص NDVI در بازه زمانی ۳۰ ساله مورد مطالعه قرار گرفت. سپس لایه‌های رقومی سنجه‌های کمی مورد مطالعه در نرم‌افزار IDRISI Selva تهیه شد و برای اولین بار سنجه‌ها به صورت مکانی درآمدند. سپس با استفاده از تحلیل چندزمانه[2]، تصاویر زمان‌های مختلف مقایسه و نقشه تغییرات پوشش گیاهی تهیه شد.

در این پژوهش ابتدا سنجه‌های سیمای سرزمین با کمک نرم‌افزار Fragstats v4.2 (McGarigal and Marks, 1995) استخراج شدند. سنجه‌های انتخاب شده برای این مطالعه شامل مساحت لکه، بعد فرکتال، پیوستگی، فاصله از نزدیکترین همسایه (میانگین اقلیدسی)، تراکم کل لکه‌ها، تعداد لکه، تراکم حاشیه و شاخص بزرگترین لکه از طریق تصاویر ماهواره‌ای و با تکیه بر سنجش از دور محاسبه شده است. سپس لایه‌های رقومی سنجه‌های مورد مطالعه سال ۱۹۸۸ و ۲۰۱۸ تهیه شد. در این مطالعه علاوه بر سنجه‌ها از شاخص تفاوت پوشش گیاهی نرمال شده (NDVI)[3] نیز به‌منظور صحت بیشتر نتایج استفاده شد که کارآیی آن در بررسی پوشش‌های گیاهی مختلف مورد تایید قرار گرفته است (احمدی و همکاران، ۱۳۹۵). این شاخص به طور مستقیم از تصاویر ماهواره‌ای حاصل شده و محدوده آن ۱- تا ۱+ است به‌گونه‌ای که هر چه به عدد ۱+ نزدیک‌تر شود، تراکم پوشش گیاهی افزایش می‌یابد.

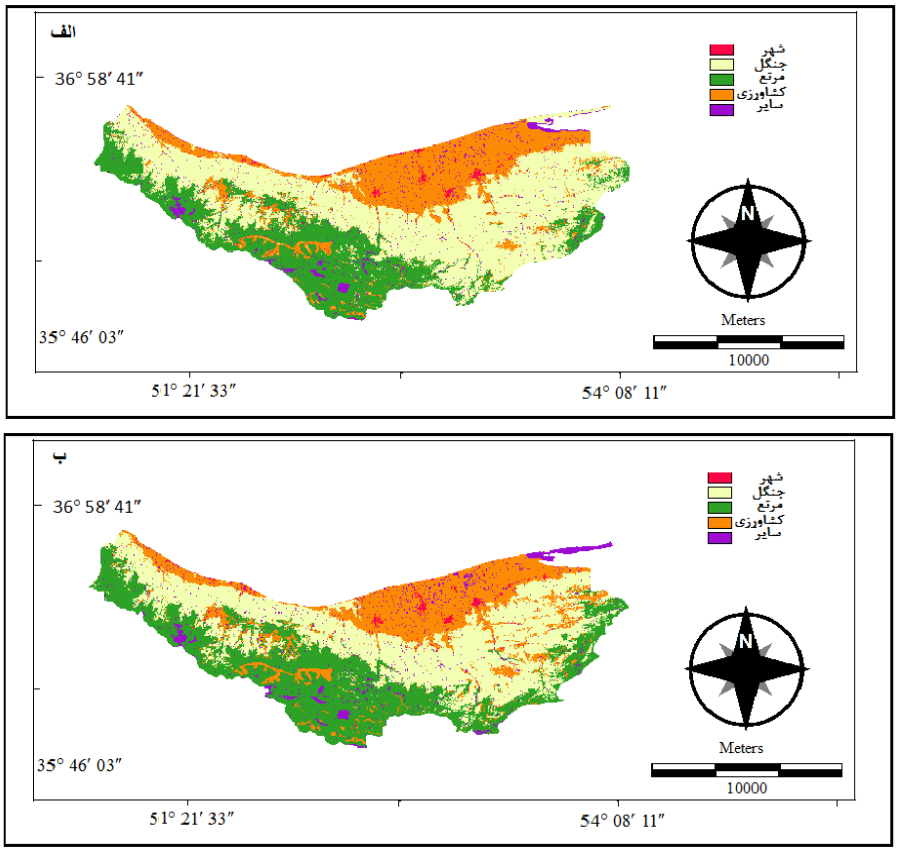
در این پژوهش تلفیق لایه‌های با استفاده از ارزیابی چندمعیاره (MCE)[4] به نام ترکیب خطی وزن‌دار (WLC)[5] انجام شد که از معمول‌ترین روش‌های تصمیم گیری است (Zhou et al., 2006). این روش با منطق غیرقطعی فازی برای مدل‌سازی جهان واقعی از دقت بیشتری برخوردار است. در ارزیابی چند معیاره، معیارهای مختلف مورد بررسی قرار گرفته تا هدف موردنظر محقق شود. در این روش از هشت شاخص مساحت لکه، بعد فرکتال، پیوستگی، فاصله از نزدیکترین همسایه، تراکم کل لکه‌ها، تعداد لکه، تراکم حاشیه و شاخص بزرگترین لکه و شاخص NDVI استفاده شد. سپس شاخص‌ها وزن‌دهی و

[1] . Google Earth
[2] . Multi- Date Analysis
[3] . Normalized Difference Vegetation Index
[4] . Multi-Criteria Evaluation
[5] . Weighted Linear Combination

ترکیب شده و در نهایت نقشه تغییرات وضعیت و مساحت پوشش گیاهی جنگل و مرتع در بازه زمانی ۱۹۸۸ تا ۲۰۱۸ تهیه شد. در بخشی از این مطالعه به منظور صحت‌سنجی نتایج، مساحت طبقات کاربری اراضی بر حسب هکتار محاسبه شد.

نتایج

نقشه کاربری اراضی استان مازندران در سال‌های ۱۹۸۸ و ۲۰۱۸ در شکل (۱) ارائه شد و مطابق شکل (۱)، تصاویر ماهواره‌ای استان مازندران در این مطالعه به پنج کاربری شامل شهر، جنگل، مرتع، کشاورزی و سایر طبقه‌بندی شد.



شکل ۱- نقشه طبقات کاربری اراضی استان مازندران (الف. سال ۱۹۸۸، ب. سال ۲۰۱۸)

جدول ۱- نتایج حاصل از صحت‌سنجی طبقه‌بندی تصاویر

طبقه کاربری	سال ۱۹۸۸		سال ۲۰۱۸	
	صحت کاربر	صحت تولیدکننده	صحت کاربر	صحت تولیدکننده
شهر	۷۵/۰۵	۷۹/۱۹	۸۱/۱۱	۸۳/۳۲
جنگل	۸۶/۱۶	۸۸/۶۶	۸۵/۹۴	۸۹/۴۹
کشاورزی	۸۵/۰۵	۸۵/۰۵	۸۰/۱۶	۸۷/۱۷
مرتع	۷۶/۳۳	۷۱/۱۴	۸۶/۱۶	۸۱/۱۱
سایر	۸۵/۷۴	۸۹/۷۶	۸۷/۰۰	۹۰/۹۶
صحت کلی	۸۴/۰۱		۸۵/۱۲	
ضریب کاپا	۰/۸۰		۰/۸۳	

با بررسی دو نقشه کاربری سال ۱۹۸۸ و ۲۰۱۸ مشخص شد که از مساحت جنگل‌ها و مراتع استان کاسته شده و به مساحت توسعه شهری افزوده شده است. همچنین مقایسه نقاط کنترل و طبقات نقشه کاربری و در نتیجه صحت‌سنجی تصاویر، ضریب کاپای قابل‌قبولی را برای هر دو سال ۱۹۸۸ و ۲۰۱۸ ارائه داد (جدول ۱).

نتایج آشکارسازی تغییرات پوشش گیاهی با سنجه‌های مساحت لکه، بعد فرکتال، پیوستگی، فاصله از نزدیکترین همسایه، تراکم کل لکه‌ها، تعداد لکه، تراکم حاشیه و شاخص بزرگترین لکه و شاخص NDVI که با استفاده از نرم‌افزار Fragstats در بازه زمانی مورد مطالعه بدست آمده در جدول (۲) ارایه شده است. طبق جدول (۲) مقادیر سنجه‌های فاصله از نزدیکترین همسایه، تراکم کل لکه‌ها، تعداد لکه، تراکم حاشیه و بعد فرکتال افزایش یافته درحالی‌که در مقابل مقادیر پیوستگی و شاخص بزرگترین لکه کاهش یافته است.

جدول ۲- نتیجه بررسی سنجه‌ها در سطح پوشش گیاهی در بازه زمانی ۲۰۱۸- ۱۹۸۸

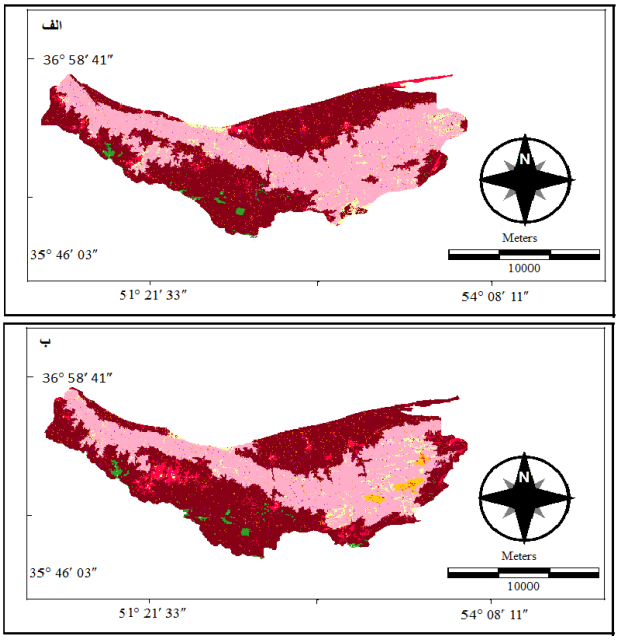
سنجه‌های	سال مورد بررسی	
مورد بررسی	۱۹۸۸	۲۰۱۸
تعداد لکه	۳۷۹۱	۴۲۷۳
تراکم لکه	۰/۲۶	۰/۷۴
شاخص بزرگترین لکه	۲۳/۱۶	۱۵/۸۷
تراکم حاشیه	۹/۳۹	۱۲/۲۸
بعد فرکتال	۱/۱	۱/۳
شاخص پیوستگی	۰/۵	۰/۴
میانگین اقلیدسی	۱۱۲/۰۴	۱۱۵/۶۷

مساحت طبقات کاربری اراضی موجود در منطقه بر حسب هکتار محاسبه و نتایج آن در جدول (۳) آورده شده است. مطابق با جدول (۳) در بازه زمانی مورد بررسی مساحت کاربری شهری و کشاورزی افزایش و مساحت جنگل و مرتع با کاهش مواجه بوده است.

جدول ۳- مساحت طبقات کاربری اراضی به هکتار

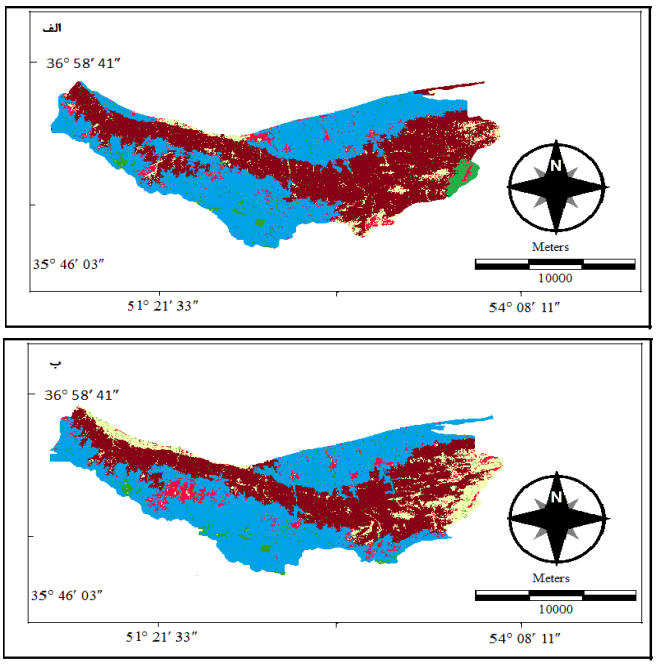
طبقه کاربری اراضی	سال ۱۹۸۸	سال ۲۰۱۸
شهر	۱۵۱۵	۴۷۱۰
جنگل	۱۲۹۲۸۶	۱۰۳۰۸۹
کشاورزی	۹۶۲۰۴	۱۰۵۸۱۷
مرتع	۷۳۰۷۱	۷۰۷۷۳
سایر	۵۵۰۰۰	۷۰۶۸۷

لایه‌های رقومی سنجه‌های مساحت لکه، بعد فرکتال، پیوستگی، فاصله از نزدیکترین همسایه، تراکم کل لکه‌ها، تعداد لکه، تراکم حاشیه و شاخص بزرگترین لکه به همراه لایه NDVI منطقه در شکل‌های (۲) تا (۸) ارایه شده است. در شکل (۲) لایه رقومی شده سنجه بعد فرکتال منطقه مطالعاتی در بازه زمانی ۱۹۸۸ تا ۲۰۱۸ ارائه شده است.



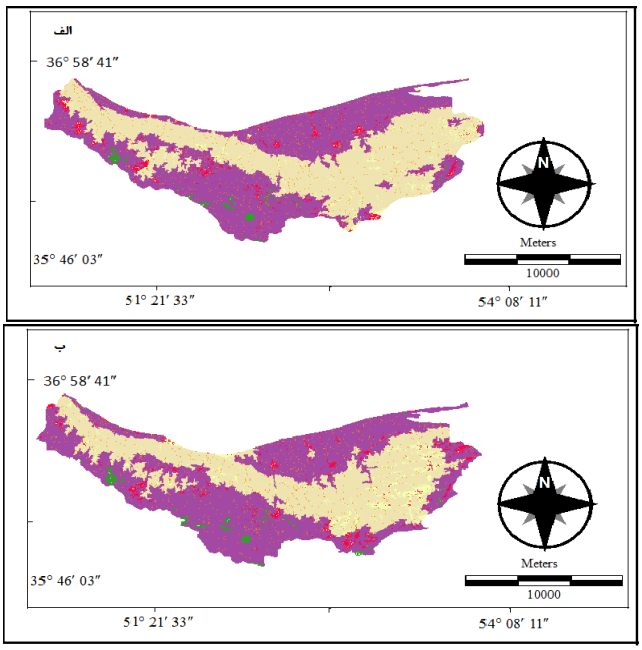
شکل ۲- نقشه بعد فرکتال در منطقه مطالعاتی (الف. سال ۱۹۸۸ ب. سال ۲۰۱۸)

با مقایسه این نقشه‌ها مشخص شد که مقدار سنجه بعد فرکتال در منطقه با گذشت زمان افزایش پیدا کرده است. مطابق شکل‌های (۳) تا (۸) مقادیر سنجه‌های تراکم کل لکه‌ها، فاصله از نزدیکترین همسایه و تراکم حاشیه افزایش یافته و در مقابل مقادیر پیوستگی، شاخص بزرگترین لکه و شاخص NDVI کاهش یافته است. در شکل (۳) لایه رقومی شده سنجه پیوستگی سیمای سرزمین در منطقه مطالعاتی در بازه زمانی ۱۹۸۸ تا ۲۰۱۸ نشان داده شده است. با مقایسه این نقشه‌ها مشخص شد که مقدار سنجه پیوستگی در منطقه با گذشت زمان کاهش پیدا کرده است.

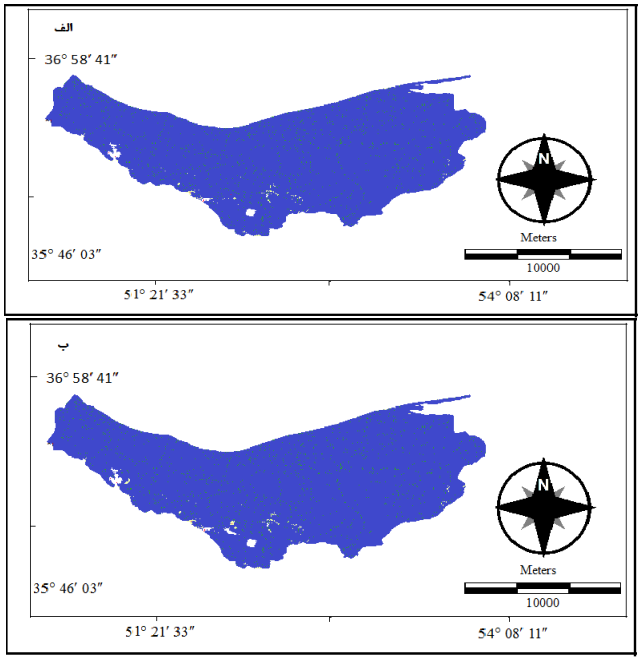


شکل ۳- نقشه پیوستگی در منطقه مطالعاتی (الف. سال ۱۹۸۸ ب. سال ۲۰۱۸)

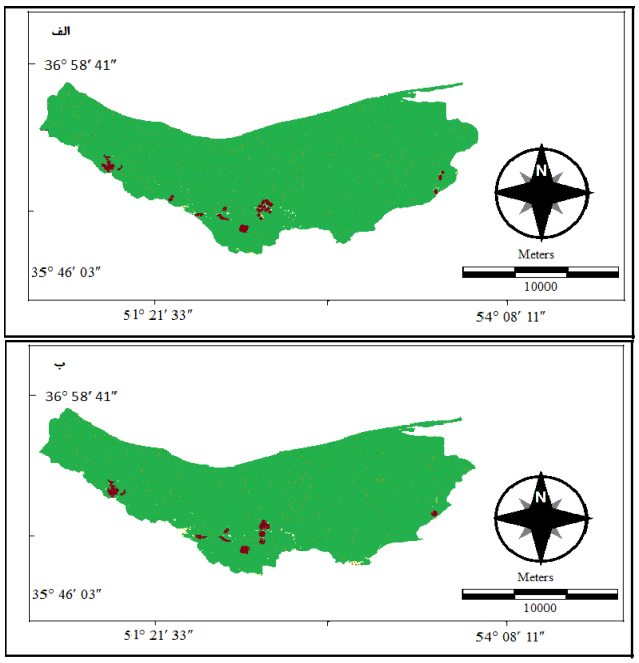
شکل‌های (۴) تا (۶) به ترتیب لایه رقومی شده سنجه‌های تراکم کل لکه‌ها، فاصله از نزدیکترین همسایه و تراکم حاشیه را در منطقه مطالعاتی در بازه زمانی ۱۹۸۸ تا ۲۰۱۸ نشان می‌دهد. با مقایسه این نقشه‌ها (شکل ۴ تا ۶) مشخص شد که مقدار سنجه‌های تراکم کل لکه‌ها، فاصله از نزدیکترین همسایه و تراکم حاشیه در منطقه با گذشت زمان افزایش یافته است. همچنین شکل‌های (۷) و (۸) به ترتیب لایه رقومی شده سنجه‌های بزرگترین لکه و تراکم پوشش گیاهی NDVI را در منطقه مطالعاتی در بازه زمانی ۱۹۸۸ تا ۲۰۱۸ نشان می‌دهد. با مقایسه این نقشه‌ها (شکل ۷ و ۸) مشخص شد که مقدار سنجه‌های بزرگترین لکه و تراکم پوشش گیاهی NDVI در منطقه با گذشت زمان کاهش یافته است.



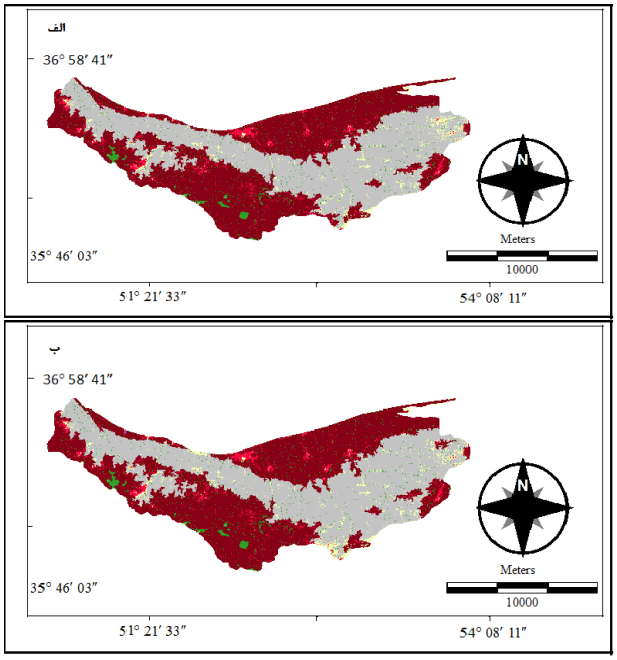
شکل ۴- نقشه تراکم کل لکه‌ها در منطقه مطالعاتی (الف. سال ۱۹۸۸ ب. سال ۲۰۱۸)



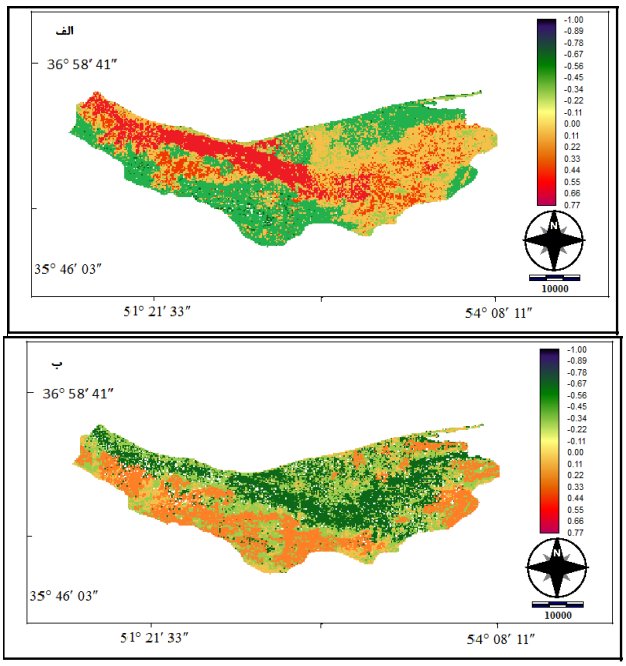
شکل ۵- نقشه فاصله از نزدیکترین همسایه در منطقه مطالعاتی (الف. سال ۱۹۸۸ ب. سال ۲۰۱۸)



شکل ۶- نقشه تراکم حاشیه در منطقه مطالعاتی (الف. سال ۱۹۸۸ ب. سال ۲۰۱۸)

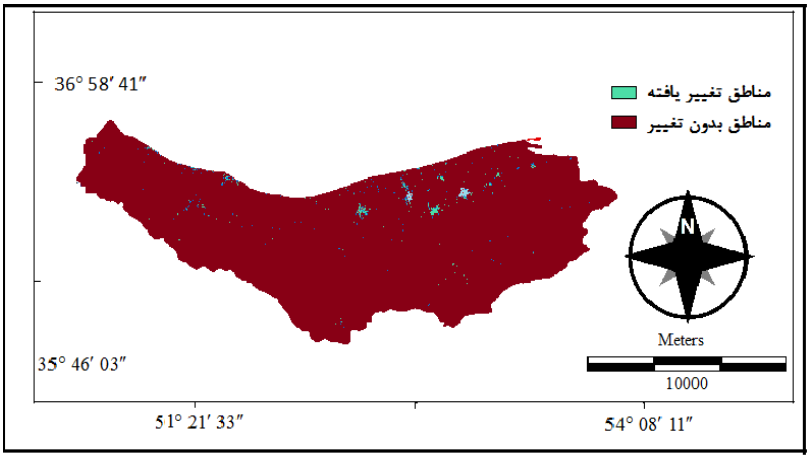


شکل ۷- نقشه بزرگترین لکه منطقه مطالعاتی (الف. سال ۱۹۸۸ ب. سال ۲۰۱۸)



شکل ۸- لایه NDVI در منطقه مطالعاتی (الف. سال ۱۹۸۸ ب. سال ۲۰۱۸)

در نهایت، نقشه تغییرات سیمای پوشش گیاهی استان مازندران در بازه زمانی ۱۹۸۸ تا ۲۰۱۸ با استفاده از روش ارزیابی چند معیاره تهیه گردید (شکل ۹). این نقشه پس از بررسی لایه‌های رقومی شاخص‌های مورد استفاده در این مطالعه تهیه شد. بر روی این نقشه، مناطقی که در بازه زمانی مورد بررسی تغییراتی در سطح پوشش گیاهی جنگل و مرتع داشتند به‌صورت لکه‌هایی نشان داده شدند.



شکل ۹- نقشه تغییرات پوشش گیاهی استان مازندران در بازه زمانی ۱۹۸۸ تا ۲۰۱۸

بحث و نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر از سنجه‌های سیمای سرزمین به منظور کمی‌سازی و بررسی روند تغییرات پوشش گیاهی استان مازندران در فاصله زمانی ۱۹۸۸ تا ۲۰۱۸ استفاده شده است. نتایج به دست آمده از کاربرد سنجه‌های مورد استفاده در این پژوهش بیانگر کارایی سنجه‌های مساحت لکه، بعد فرکتال، پیوستگی، فاصله از نزدیکترین همسایه، تراکم کل لکه‌ها، تعداد لکه، تراکم حاشیه و شاخص بزرگترین لکه و NDVI در بررسی و تحلیل تغییرات است. با مقایسه و بررسی یافته‌ها می‌توان نتیجه گرفت که وضعیت تغییرات پوشش گیاهی استان مازندران در شرایط فعلی به صورت کاهشی بوده که علت آن، روند توسعه در این منطقه است. با توجه به نقشه‌های کاربری اراضی به دست آمده در بازه زمانی ۳۰ ساله، پوشش گیاهی تغییر قابل توجهی داشته است. میزان بالای تخریب پوشش گیاهی جنگلی از نظر مساحت عمدتا مربوط به شرق استان بوده و شامل ۲۶ هزار هکتار است. این منطقه همه‌ساله شاهد بیشترین تعداد گردشگر بوده و تعداد ویلاسازی در آن زیاد است. همزمان با افزایش مساحت اراضی شهری، بیش از سه هزار هکتار از اراضی جنگل و مرتع کاهش یافته است.

در بحث آشکارسازی تغییرات، سنجه مساحت کاربری یکی از گویاترین سنجه‌ها در بررسی تغییرات سیمای سرزمین است. از نظر مساحت در سال ۲۰۱۸ به مساحت توسعه شهری افزوده شده است. مساحت شهر نسبت به سال مبنا سه برابر شده و تعداد لکه‌های شهری افزایش یافته است. نتایج نشان داد که همزمان با افزایش مساحت شهری از مساحت پوشش گیاهی جنگل و مرتع کاسته شده و انسجام و یکپارچگی پوشش گیاهی جنگلی و مرتعی روند نزولی پیدا کرده است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که مقدار عددی سنجه‌های تعداد لکه، تراکم لکه، تراکم لبه، فاصله نزدیکترین همسایه افزایش و شاخص بزرگترین لکه کاهش یافته و نشان می‌دهد که یکپارچگی در پوشش گیاهی جنگلی و مرتعی روند کاهشی داشته است. کاهش مساحت پوشش جنگلی مازندران در مطالعه رجایی و همکاران (۱۳۹۹) نیز تایید شده است. محققان نامبرده شده تغییرات کاربری اراضی مازندران در حوضه آبخیز رودخانه تجن را با تکیه بر سنجه‌های سیمای سرزمین در بازه زمانی۳۰ ساله ارزیابی کرده و روند کاهشی مداوم در پوشش جنگلی را اعلام کردند.

افزایش تراکم لبه در واقع کاهش ارتباط و یکپارچگی را نشان می‌دهد که نشان‌گر از هم‌گسیختگی و کاهش پیوستگی در پوشش گیاهی است. این موارد را مک گریگال و همکاران (McGarigal et al., 2009) نیز مورد تایید قرار داده‌اند. عدم انسجام بر روی کیفیت سیمای سرزمین اثر گذاشته که علت آن توسعه شهری و احداث جاده و غیره است که بر روی کاربری‌های دیگر نیز تاثیرگذار است (Hilty, et al., 2006). سنجه‌ها به عنوان نمایه‌های کمی‌ساز محیط‌زیست با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای قابل مطالعه و استخراج هستند (Salman Mahiny, 2007). هر چه فاصله لکه‌ها کمتر باشد دست‌خوردگی

کمتر بوده و فاصله نزدیکتر عاملی مطلوب در وضعیت سلامت سیمای سرزمین محسوب می‌شود. شاخص پیوستگی نمایه‌ای از توپر بودن هر لکه، وضعیت مرز و حاشیه آن و نیز پیوستگی آن با سایر لکه‌های مشابه در سیمای سرزمین است. هرچه این نمایه بزرگتر باشد شکل گردتر، توپرتر و سطح پیوستگی بالاتر است. نمایه چین‌خوردگی عامل مطلوبی نبوده و با افزایش آن، سطح تماس لکه با محیط پیرامون بیشتر می‌شود و حساسیت و ضربه پذیری آن بالا می‌رود. سنجه نسبت محیط به مساحت همانند چین‌خوردگی نقش اساسی در وضعیت لکه‌ها از نظر حساسیت و آسیب‌پذیری نسبت به تخریب انسانی دارد. بنابراین، هرچه این نمایه بالاتر باشد سطح تماس افزایش می‌یابد و در نتیجه این نمایه عامل مطلوبی نیست. حفظ یکپارچگی و پایداری سیمای سرزمین بر اساس اصول اکولوژیک منجر به کاهش یا بهبود اثر فعالیت‌های انسان بر روی تنوع زیستی و پویایی سیماهای محلی می‌شود. نتایج به دست آمده از کاربرد سنجه‌های مورد استفاده در این تحقیق نیز بیان‌گر کارایی این سنجه‌ها است که با یافته‌های میرزایی و همکاران (۱۳۹۷)، محمودزاده و مسعودی (۱۳۹۸)، قنبری و همکاران (۱۳۹۹) و مک گریگال و همکاران (McGarigal et al., 2018) که در همگی آنها به کارآمدی این سنجه‌ها اشاره داشته‌اند، همسویی دارد. میرزایی و همکاران (۱۳۹۷) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای به بررسی تغییرات کاربری شهرستان خلخال پرداختند و نشان دادند که سنجه‌ها از کارایی بالایی در نشان دادن تغییرات کاربری در این منطقه در طی دوره مطالعه برخوردار هستند. محمود زاده و مسعودی (۱۳۹۸) تغییرات کاربری را در تبریز با استفاده از سنجه‌ها مطالعه و اعلام کردند که سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی به تنهایی نمی‌توانند روند تغییر الگوهای اصلی سیمای سرزمین را توصیف کنند. از این رو، ترکیبی از سنجه‌های سیمای سرزمین مطرح است که در کنار GIS و RS نتایج مطلوب‌تر و دقیق‌تری ارایه دهد. سنجه‌ها یکی از بهترین روش‌ها برای سنجش وضعیت سیمای سرزمین هستند. اما در این میان، باید از سنجه‌های مناسب استفاده شود تا وضعیت محیط به صورت جامع نشان داده شود (McGarigal et al., 2018). آرخی (۱۳۹۴) با ارزیابی روند تغییرات کاربری اراضی منطقه بیابانی دهلران با استفاده از سنجش از دور و سنجه‌ها، افزایش تعداد لکه‌ها را عامل تجزیه سرزمین اعلام و از کاربرد سنجه‌ها اظهار رضایت کرد. علاوه بر این مطالعات، پژوهش‌هایی در نقاط مختلف انجام گرفته است از جمله خزاعی و آذری دهکردی (۱۳۸۷)، سلمان ماهینی و همکاران (۱۳۸۸)، سلمان ماهینی و همکاران (۱۳۸۹)، کامیاب و ماهینی (۱۳۹۱)، فورمن (Forman, 1995)، گرگل و ترنر (Gergel and Turner, 2002)، دابیسی (Ndubisi, 2002)، کلایو و ترزا (Clive and Teresa, 2002)، مک گریگال و همکاران (McGarigal et al., 2005)، مک گریگال و کوشمن (McGarigal and Cushman, 2005)، فارینا (Farina, 2006)، ماهینی (Mahiny, 2007)، بگت و دایک (Baguette and Dyck, 2007)، گوناریدیس و همکاران (Gounaridis et al., 2014)، بورانا و

یاداو (Borana and Yadav, 2017) و کینگ و منگ (Xing and Meng, 2020) که همه آنها کارایی و قابلیت سنجه‌های استفاده شده را تایید کرده‌اند.

در سال‌های گذشته به دلیل عدم استفاده منطقی از سرزمین (Makhdoum, 1999) تبدیل و تغییر در نوع استفاده از سرزمین در استان مازندران روند رو به رشدی داشته است. از بین رفتن زمین‌های جنگلی و کشاورزی و توسعه شهرنشینی نمونه‌هایی از این تخریب هستند. با توجه به آثار منفی استفاده نادرست از سرزمین، شناخت تغییرات سرزمین در طی زمان به منظور برنامه‌ریزی و مدیریت اراضی ضروری است. در زمینه بررسی تغییرات کاربری سرزمین، مطالعاتی انجام گرفته که در اکثر آنها تاثیر توسعه انسانی در تخریب محیط‌زیست تایید شده است. تغییر پوشش و کاربری سرزمین ناشی از فعالیت انسان به دلیل عدم توجه به محدودیت‌های محیط‌زیستی بر سیمای سرزمین بسیار تاثیرگذار بوده و روند رو به رشد تغییرات کاربری در نتیجه فعل و انفعالات پیچیده‌ی عوامل ساختمانی و عملکردی، اثرات محیط‌زیستی شدیدی بر اکوسیستم‌های طبیعی گذاشته است.

بطور کلی می‌توان گفت با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین می‌توان ساختار فضایی پوشش گیاهی را کمی کرد. از طریق ایجاد ارتباط میان ساختار و عملکرد سیمای سرزمین و درک بهتر فرایندهای اکولوژیک می‌توان به ارزیابی سیمای سرزمین به منظور برنامه‌ریزی و مدیریت پایدار آن دست یافت. در نتیجه استفاده از سنجه‌ها ضمن صرفه‌جویی در زمان، نتایج قابل قبولی ارایه می‌دهد. نتایج ارزیابی صحت در این مطالعه، نشانگر قابل قبول بودن روش حاضر در مطالعات تغییرات پوشش گیاهی است. روش حاضر به دلیل ارزان و سریع بودن به تسریع مطالعات در کنار مطالعات میدانی کمک شایانی می‌کند.

منابع

آرخی، ص. ۱۳۹۴. کاربرد متریک های سیمای سرزمین در ارزیابی روند تغییرات کاربری اراضی با استفاده ازسنجش از دور و GIS مطالعه موردی: منطقه بیابانی دهلران، جغرافیا و توسعه، ۱۳: ۵۹-۶۸.

احمدی، ا. م.، طاطیان، ر.، ثمرتاش، ح.، یگانه، و.، عصری، ی. ۱۳۹۵. بررسی پوشش گیاهی اراضی شور دریاچه ارومیه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۷: ۱-۱۲ .

خزاعی، ن.، آذری دهکردی، ف. ۱۳۸۷. تحلیل توام تخریب سیمای سرزمین در حوزه آبخیز سفیدرود با استفاده از سنجه‌های اکولوژیکی سیمای سرزمین، علوم محیطی، ۲: ۵۵-۶۴.

رجـایی، ف.، اسـماعیلی سـاری، ع.، سـلمان مـاهینی، ع.، دلاور، م.، مسـاح بـوانی، ع.ر. ۱۳۹۹. ارزیـابی تغییرات کاربری اراضی در حوضه آبخیز رودخانه تجن با تکیه بر سنجه‌های سیمای سرزمین، علـوم و تکنولوژی محیط زیست، ۲۲: ۳۵۱-۳۶۶.

سلمان ماهینی، ع. ر.، ریاضی، ب.، نعیمی، ب.، بابـایی، ب.، کفـاکی، س.، جـوادی لاریجـانی، ع. ۱۳۸۸. ارزیابی توان طبیعت‌گردی شهرستان بهشهر بر مبنای روش ارزیابی چندمعیاره با اسـتفاده از GIS، علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، ۱: ۱-۱۰.

سلمان ماهینی، ع. ر.، رشـیدی، پ.، مخـدوم، م.، علیـزاده شـعبانی، ا.، میکـاییلی تبریـزی، ع.، وارسـته مرادی، ح. ۱۳۸۹. انتخاب سیستماتیک لکه‌های حفاظتی استان گلستان بـا اسـتفاده از روش نظـام ارزیابی و اولویت‌بندی حفاظت (CAPS)، پژوهش‌های محیط زیست، ۱: ۱-۱۲.

قنبری، ا.، رحیمی، آ.، موسوی، ط. ۱۳۹۹. بررسی تغییرات کاربری اراضـی بـر اسـاس تجزیـه و تحلیـل متریک‌های سیمای سرزمین با استفاده از سـنجش از دور و GIS در شهرسـتان میانـدوآب، فضـای جغرافیایی، ۶۹: ۱۱۷-۱۳۰.

کامیاب، ح. ر.، سلمان ماهینی، ع. ر.، ۱۳۹۱. الگوهای مکانی- زمانی تغییرات سیمای سرزمین و توسـعه شهری (مطالعه موردی: گرگان)، مجله کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعـی، ۲: ۱-۱۰.

محمودزاده، ح.، مسعودی، ح. ۱۳۹۸. تحلیلی بر تغییرات ساختاری سیمای سرزمین کلان‌شهر تبریز بـا استفاده از مبانی اکولوژی سیمای سرزمین و با تأکید بر مفهـوم پیوسـتگی، آمـایش سـرزمین، ۲۱: ۱۷۹-۲۰۴.

میرزایی، ا.، قربانی، ا.، کیوان بهجو، ف. ۱۳۹۷. آشکارسازی تغییرات کاربری/ پوشش سرزمین با استفاده از تصاویر لندست و IRS: مطالعه موردی شهرستان خلخال، فضای جغرافیایی، ۶۰: ۱۰۱- ۱۱۶.

Baguette, M., Dyck, H. V. 2007. Landscape connectivity and animal behavior: functional grain as a key determinant for dispersal. Landscape Ecology, 22(1): 1117–1129

Borana, S.L., Yadav, S.K. 2017. Urban Landscape Assessment Using Spatial Metrics:A Temporal Analysis of Jodhpur City. Advance Research in Computer Science and Management, 5 (1): 1-10

Clive, A. M. A., Teresa, J. E. 2002. Testing landscape metrics as indicators of habitat loss and fragmentation in continuous eucalypt forests (Queensland, Australia). Landscape Ecology, 17(1): 711–728.

Fan, Q., Ding, S. 2017. Landscape Pattern Changes at a County Scale: A Case Study in Fengqiu, Henan Province, China. CATENA, 137 (1): 152-160.

Farina, A. 2006 b. Principle and methods in landscape ecology: Toward a science of landscape. 2nd ed. Springer. Dordrecht.

Forman, R. T. T. 1995. Land mosaics: The ecology of landscapes and regions. Cambridge University press, USA.

Gergel, S. E. M., Turner, G. 2002. Learning Landscape Ecology: A Practical Guide to Concepts and Techniques. Springer. New York.

Gounaridis, D., George, N. Z., Sotirios, K. 2014. Quantifying spatio-temporal patterns of forest fragmentation in Hymettus Mountain, Greece a Computers. Environment and Urban Systems, 46 (1): 35–44.

Hilty, J.A., Lidicker, J.r.WZ., Merenlender, A.M. 2006. Corridor Ecology: The Science and Practice of Linking Landscapes for Biodiversity Conservation. Island press. Washington DC.

Li, H., Wu, J. 2004. Use and misuse of landscape indices. Landscape Ecol, 19 (1): 389–398

Leitao, A.B., Miller, j., Ahern, J., McGarigal, K. 2006. Measuring Landscapes: A Planners Handbook. Island Press. Washington D.C.

Lausch, A., Blaschke, T., Haase, D., Herzog, F., Syrbe, R.U., Tischendorf, L. Walz. 2015. Understanding and quantifying landscape structure – A review on relevant process characteristics, data models and landscape metrics. Ecological Modelling, 295 (12): 31–41

Mahiny, A. S. 2007. Patch Metrics as Surrogates of Structural Complexity of Remnant Vegetation. Geocomputation Conference. Ireland.

Makhdoum, M. 1999. Fundamental of Land Use Planning. Tehran: Tehran University Publications.

McGarigal, K., Compton, B. W., Jackson. S.D., Rolih, K., ENE, E. 2005. Conservation Assessment a Prioritization Systems (CAPS). Final Report, Landscape Ecology Program, Department of Natural Resources Conservation, University of Massachusetts, USA.

McGarigal, K., Tagil, S., Cushman, S.A. 2009. Surface metrics: an alternative to patch metrics for the quantification of landscape structure. Landscape Ecology, 24 (2): 433–450

McGarigal, K., Marks, B. J. 1995. FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-351. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station.

McGarigal, K., Cushman, S.A. 2005. The gradient concept of landscape structure. In:Wiens, J., Moss, M. (Eds.), Issues and Perspectives in Landscape Ecology. Cambridge University Press.

McGarigal, K., Compton, B.W., Plunkett, E.B., DeLuca , W. V., Grand, J., Ene, E., Jackson, S.D. 2018. A landscape index of ecological integrity to inform landscape conservation. Landscape Ecology, 33(1) 1029–1048.

Ndubisi, F. 2002. Ecological Planning: A Historical and Comparative Synthesis (Center Books on Contemporary Landscape Design). The Jhons Hopkins University press. Baltimore and London.

Salman Mahiny, A. 2007. Landscape Metrics and Erosion Risk as Two Classes of Quantitative Indicators for Rapid Environmental Impact Assessment. Agriculture Science and Natural Resources, 14 (23): 139-150

Xing, H., Meng, Y. 2020. Measuring urban landscapes for urban function classification using spatial metrics. Ecological Indicators, 108 (2): 1-10

Zhou, P., Poh, K.L. 2006. Decision analysis in energy and environmental modeling, National university of Singapore, 10 (9): 63-56