

بررسی میزان و جهت تغییرات پوشش گیاهی متراکم منطقه حفاظت‌شده گشت رودخان با استفاده از رویکرد اکولوژی سیمای سرزمین

محمد پناهنده^۱، حبیب فتحی‌دخت^{۲*}

۱. استادیار گروه پژوهشی محیط‌زیست، پژوهشکده محیط‌زیست، جهاد دانشگاهی M1344_pannahandeh@yahoo.com

۲. کارشناس ارشد علوم محیط‌زیست و کارشناس ارشد پژوهشی پژوهشکده محیط‌زیست، جهاد دانشگاهی

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۶/۲

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۴/۱/۲۳

چکیده

متریک‌های سیمای سرزمین می‌توانند به منظور تشریح ترکیب و ترتیب فضایی سرزمین استفاده شوند. هدف از این بررسی، تعیین میزان و جهت تغییرات در کلاس پوشش گیاهی متراکم منطقه حفاظت‌شده گشت رودخان است. نخست محدوده تالاب انزلی از تصاویر ماهواره‌ای لندست مربوط به دو مقطع زمانی استخراج و در مرحله بعد محدوده تقریبی پوشش گیاهی متراکم از طریق تفسیر بصری تصاویر در محیط نرم‌افزار *Ermapper7.1* تهیه شد. سپس این ناحیه در قالب دو کلاس پوشش گیاهی متراکم و بدون پوشش گروه‌بندی شد. در گام دیگر، پس از جداکردن محدوده منطقه حفاظت‌شده گشت رودخان، کلاس پوشش گیاهی متراکم آن نیز تهیه شد. بعد از آن لایه‌های وکتوری پوشش گیاهی ساخته و به‌منزله ورودی اکستنشن *Patch Analyst* به منظور محاسبه متریک‌ها استفاده شدند. نتایج بیانگر تغییرات قابل ملاحظه در متریک‌های مجموع مساحت‌های تمام لکه‌های همسان (*CA*)، تعداد کل لکه‌ها (*Numps*)، متوسط اندازه لکه‌ها (*Mps*)، متوسط لبه لکه‌ها (*MPE*)، تراکم لبه (*ED*) و کل لبه (*TE*) در دو سطح لکه اصلی پوشش گیاهی متراکم حوزه تالاب انزلی و سطح کلاس پوشش گیاهی متراکم منطقه حفاظت‌شده است که با توجه به جهت تغییرات بیانگر افزایش فرایند تکه‌تکه شدن پوشش گیاهی متراکم است.

کلیدواژه

تالاب انزلی، تکه‌تکه شدن، سیمای سرزمین، سنجه.

۱. سرآغاز

مصنوع) است، در حالی که کاربری زمین به معنی عملکردهای اقتصادی و اجتماعی واحد زمین موردنظر است (Haines-Young, 2009). ناهمگونی سیمای سرزمین به‌منزله پارامتری از ساختار سیمای سرزمین، بیانی از کیفیت یا شمول عناصر نامتشابه در قالب زیستگاه‌های مخلوط یا انواع پوشش در سیمای سرزمین است. این مفهوم متضاد همگونی است که به معنی وجود عناصر مشابه در سیمای سرزمین است.

متریک‌های سیمای سرزمین می‌توانند به‌منزله

ساختار سیمای سرزمین به معنی الگوی سیمای سرزمین است که از طریق نوع استفاده از آن و ساختار آن یعنی اندازه، شکل، ترتیب و توزیع عناصر انفرادی سیمای سرزمین مشخص می‌شود. برای ترسیم عناصر سیمای سرزمین که معمولاً لکه‌ها نامیده می‌شوند، اغلب واحدهای کاربری و واحدهای پوشش زمین استفاده می‌شود. در این صورت پوشش زمین به معنی ویژگی‌های فیزیکی سطحی زمین (برای مثال، رستنی‌های موجود و ساختارهای

زیاد است، لذا جایگزینی مناسب مورد نیاز است. از طریق ترکیب شاخص‌های گونه‌ای و گروهی با داده‌های مکانی، محیط‌زیستی (Heino, 2010) و ساختار سیمای سرزمین، قدرت و کیفیت اطلاعات می‌تواند افزایش و به لحاظ جغرافیایی توسعه یابد (Faith, et al., 2003).

یکی از سؤالات اساسی در استفاده از شاخص‌های سیمای سرزمین آن است که کدام شاخص‌ها مناسب‌اند و می‌تواند به منزله شاخص‌هایی برای تنوع زیستی استفاده شوند؟ به طور اصولی تعداد کمی از شاخص‌ها برای تشریح الگوهای سیمای سرزمین کافی‌اند (Riitters, et al., 2002; Cain, et al., 1997; Lausch and Herzog, 2002) و تنوع زیستی می‌تواند از طریق مجموعه ساده‌ای از متریک‌ها، هنگامی که کیفیت‌های گوناگونی از الگوهای فضایی وجود دارند تشریح شود (Tischendorf, 2001; McAlpine and Eyre, 2002; Neel and Cushaman., 2004) و شاخص‌های انتخابی که معرف جنبه‌های گوناگونی از تنوع زیستی‌اند اطلاعات بیشتر و توان تفسیری بالاتری دارند (Feest, et al., 2010).

در هر صورت استفاده از شمار زیادی از شاخص‌ها با همبستگی بسیار بالا، اطلاعات جدیدی ندارند و در تفسیر نتایج مشکل ایجاد می‌کنند. بنابراین، شاخص‌هایی که مستقل از یکدیگرند باید انتخاب شوند.

به منظور استفاده از شاخص‌ها در فرایند پایش، تغییرات مشهود و نامناسب در ارزش‌های زیستی و محیطی مورد نظر شناسایی شده و از آن‌ها به منزله هشدار اولیه و نیاز به بررسی‌های عمیق‌تر و ضروری‌تر استفاده می‌شود (Bock, et al., 2005).

همچنین، متریک‌های سیمای سرزمین می‌توانند برای شناسایی نقاط داغ تنوع زیستی استفاده شوند. آن‌ها نمی‌توانند جایگزین کامل سنجش‌های مستقیم تنوع گونه‌ای شوند، اما در اثربخشی و کاهش هزینه‌ها مفیدند (Bailey, et al., 2007).

در کشور ما نیز پژوهش‌هایی در خصوص کاربرد رهیافت سیمای سرزمین صورت گرفته است که در این

شاخص‌های سیمای سرزمین، به منظور تشریح ترکیب و ترتیب فضایی سیمای سرزمین استفاده شوند.

متریک‌ها می‌توانند در سطوح مختلف به توصیف عناصر انفرادی سیمای سرزمین در قالب‌هایی مانند اندازه، شکل، تعداد یا کلیت سیمای سرزمین از طریق تشریح ترتیب و تنوع عناصر سیمای سرزمین بپردازند. دلیل استفاده از این متریک‌ها در تجزیه و تحلیل‌های فضایی به منظور ترسیم و ثبت ساختار سیمای سرزمین به طریق کمی براساس وسعت، شکل، خطوط لبه، تنوع و نسبت‌های ریاضی تشریحی-توپولوژیک است که همه این موارد به منظور مستندسازی پایش یا آماده‌سازی اطلاعات مربوطه به منزله پارامترهای ورودی مدل‌های شبیه‌سازی اکولوژیک سیمای سرزمین است.

تنوع زیستی در تمام ابعاد خود وابسته به زیستگاه‌هاست که مستلزم سطوح مشخصی از سرزمین برای تضمین حفظ تنوع زیستی است. بنابراین، تنوع زیستی همواره برای یک سطح سرزمینی مشخص شده، تعریف می‌شود و ساختار سیمای سرزمین عنصری کلیدی برای درک تنوع گونه‌ای و ناهمگونی فضایی به منزله بیانی از ساختار سیمای سرزمین، بیانگر گوناگونی ویژگی‌های سیستم در قالب‌های فضایی است.

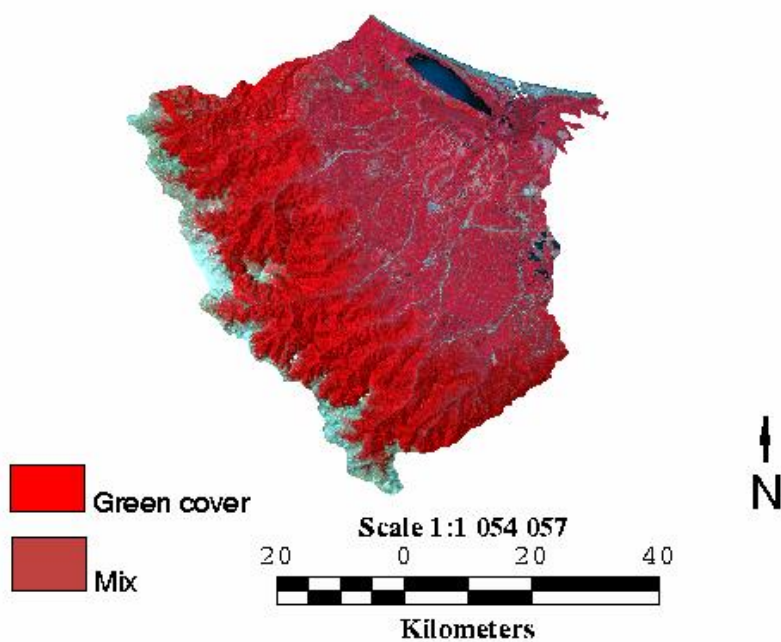
از آنجا که تشریح پیچیدگی تنوع زیستی بسیار مشکل است، اغلب اکولوژیست‌ها، روشی عملی برای تحقیق و شناسایی تنوع زیستی در سطح گونه اتخاذ کرده‌اند (Feest, et al., 2010) و در این راستا انتخاب شاخص‌های ساختاری برای مطالعات زیستگاهی مدنظر قرار گرفته است. در این بستر، داده‌های محلی در خصوص تنوع گونه‌ای می‌توانند اطلاعاتی فراهم کنند که به منزله نماینده‌ای از تنوع منطقه‌ای استفاده شوند. به طور کلی تحقیق مبتنی بر مجموعه گیاهی و جانوری (فون و فلور) نه تنها جامع نیست، بلکه بخش کوچکی از تمام گونه‌ها را تحت پوشش قرار می‌دهد. تعیین دقیق و شفاف تنوع رده‌بندی مختلف مستلزم تلاش، دانش و منابع مالی بسیار

مدل تخریب (Makhdoum, 2002) ارائه شد. از دیگر مطالعات در حوزه‌های آبخیز و بررسی آثار توسعه می‌توان به موارد زبردست و همکاران (۱۳۹۰)، کرمی و فقهی، (۱۳۹۰) و گودرزی و همکاران (۱۳۹۱) نیز اشاره کرد. تاکنون مطالعه متمرکز در خصوص تحلیل تغییرات حفاظت‌شده از طریق بررسی میزان و جهت تغییرات متریک‌های سیمای سرزمین در کشور صورت نگرفته و وجه تمایز این تحقیق از سایر پژوهش‌های انجام‌شده در کشور نیز تمرکز بررسی حاضر بر مناطق حفاظت‌شده است. در این تحقیق تغییرات ساختاری منطقه حفاظت‌شده خشکی گشت رودخان در حوزه تالاب انزلی به منظور شناسایی پارامترهایی از سیمای سرزمین که می‌توانند در تحلیل تنوع زیستی استفاده شوند و زمینه‌ای برای ترکیب شاخص‌های تنوع گونه‌ای با داده‌های مکانی و ساختار سیمای سرزمین فراهم آورند بررسی شد.

۲. مواد و روش‌ها

حوزه آبخیز انزلی با وسعت ۳۶۱۰ کیلومتر مربع در ساحل جنوبی دریای خزر در استان گیلان واقع شده است (شکل ۱).

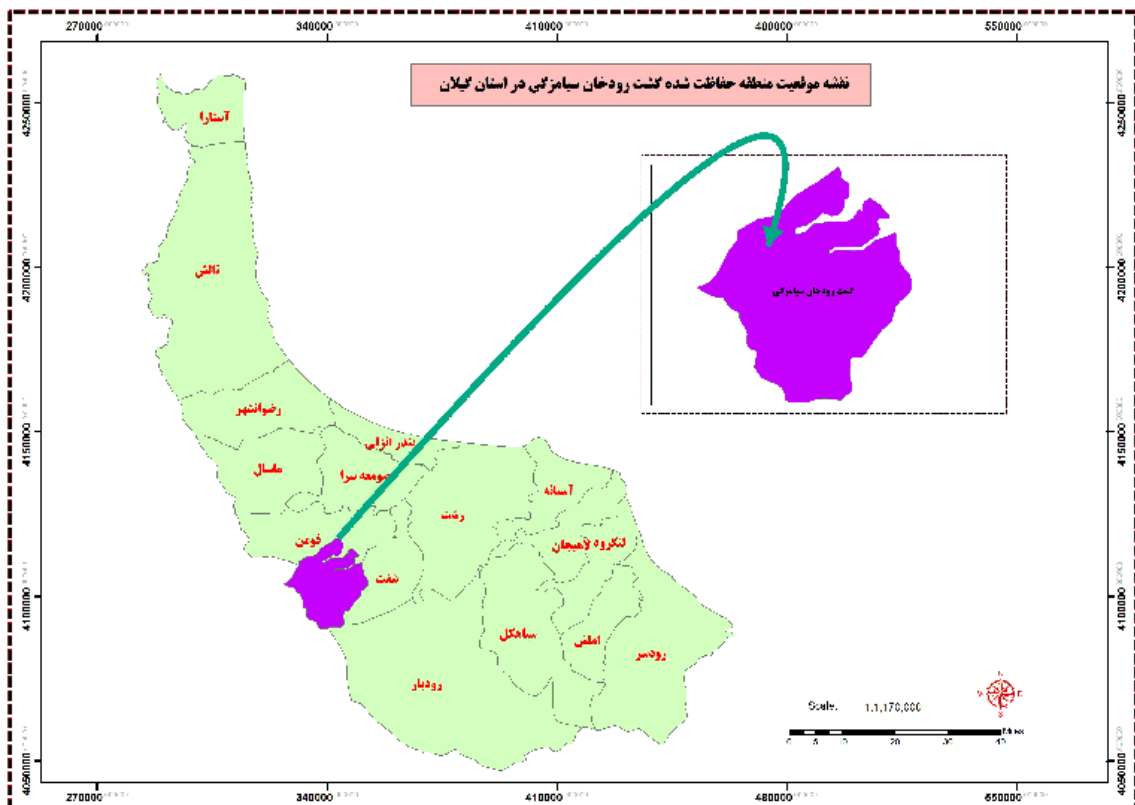
میان می‌توان به مقاله‌ای با عنوان «اکولوژی سیمای سرزمین در برابر مطالعات محیط‌زیستی (اکولوژی سرزمین) (مکتب اروپایی در مقابل مکتب انگلوساکسون)» (Makhdoum, 2008) اشاره کرد. در این مقاله دو مکتب اروپایی و انگلوساکسون در مراحل مختلف از جمله جمع‌آوری داده، تکنیک‌های نقشه‌سازی، تجزیه و تحلیل و جمع‌بندی داده و ارزیابی و برنامه‌ریزی مقایسه شدند. در مقاله‌ای تحت عنوان «تحلیل تغییرات زمانی و توزیع مکانی فضا‌های سبز شهری تهران در مقیاس سیمای سرزمین» (پریور و همکاران، ۱۳۸۷) روند تغییر ترکیب و توزیع فضایی عناصر ساختاری سیمای سرزمین ارزیابی شد. در مقاله «عیارهای سیمای سرزمین و فرسایش‌پذیری به‌عنوان دو دسته نمایه کمی برای ارزیابی سریع اثرات طرح‌های توسعه» (ماهینی، ۱۳۸۶) قابلیت دو دسته معیار سیمای سرزمین و فرسایش‌پذیری به منظور ارزیابی سریع اقدامات توسعه‌ای بررسی شد. همچنین، در مقاله «سامانه پشتیبانی تصمیم‌گیری سریع برای ارزیابی پیامد فعالیت‌ها در تخریب سیمای سرزمین حوزه آبخیز سفارود» (آذری دهکردی و خزاعی، ۱۳۸۸) الگوی تخریب سیمای سرزمین براساس



شکل ۱. حوزه تالاب انزلی - ترکیب باندى ۲-۳-۴

پوشش گیاهی متراکم منطقه حفاظت‌شده در قالب بخشی از پوشش گیاهی بالادست حوزه تالاب انزلی تعیین شد. در این تحقیق پس از مرور منابع علمی مربوط و بررسی نتایج آن‌ها فهرستی از متریک‌های به‌کاررفته تعیین شد. پس از این مرحله برای ایجاد داده‌های لازم برای شناسایی متریک‌های مؤثر، از تفسیر تصاویر ماهواره‌ای و برای این منظور از تصاویر ماهواره‌ای لندست مربوط به بازه زمانی ۱۹۸۹-۲۰۱۴ استفاده شد. در این مرحله پس از تهیه تصاویر فریم اصلی استان گیلان و ایجاد برشی از حوزه تالاب انزلی (شکل ۱)، در سطح حوزه (در محیط نرم‌افزار Ermappr7.1)، با استفاده از ترکیب باندی ۲-۳-۴ تفسیر بصری مناطق گیاهی متراکم صورت گرفت که براساس تجارب موجود، در مناطق بالادست، نواحی گیاهی متراکم به صورت رنگ قرمز پررنگ و با کنتراست بالا ظهور می‌یابند.

تالاب بین‌المللی انزلی در قسمت پایین‌دست حوزه و منطقه حفاظت‌شده جنگلی گشت رودخان با وسعت چهل هزار هکتار با مختصات طول جغرافیایی ۴۹ درجه ۳۰ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۲۰ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۶ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۱۱ دقیقه شمالی در قسمت بالادست این حوزه قرار دارد (شکل ۲) که علاوه بر حفاظت راهبردی از موجودیت تالاب، زیستگاه مناسبی برای بسیاری از گونه‌های جانوری است. این بررسی در دو سطح پوشش گیاهی متراکم بالادست حوزه تالاب انزلی و کلاس پوشش گیاهی متراکم منطقه حفاظت‌شده گشت رودخان به‌منزله بخشی از پوشش گیاهی متراکم بالادست حوزه مورد اشاره صورت گرفته است. با این توضیح که ابتدا تغییرات متریک‌های پوشش گیاهی متراکم بالادست حوزه تالاب انزلی در قالب یک لکه اصلی بررسی و در مرحله بعد متریک‌های کلاس

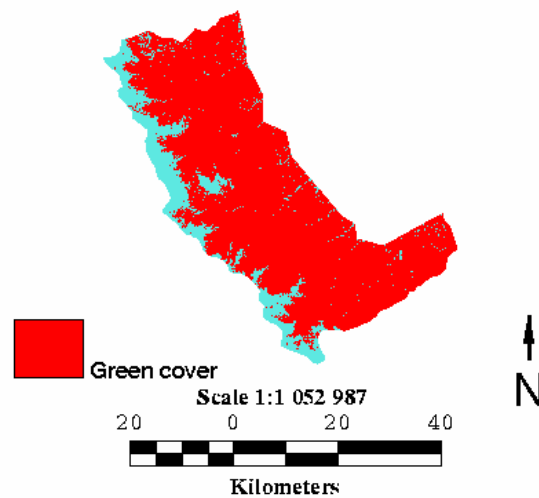


شکل ۲. موقعیت منطقه حفاظت‌شده گشت رودخان در استان گیلان

کل بررسی بر تغییرات این پوشش به‌منزله شاخص مهم حوزه متمرکز بوده است.

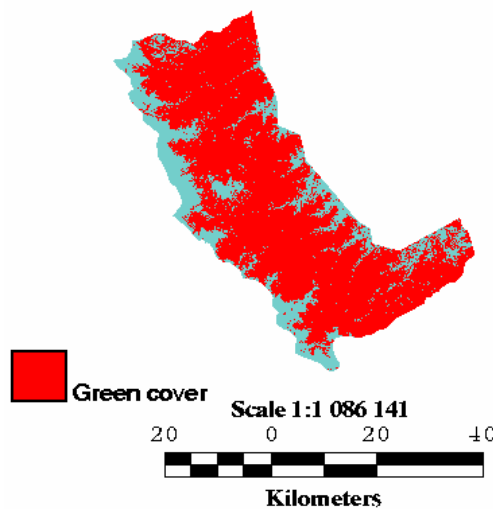
در گام بعدی از طریق طبقه‌بندی نظارت‌نشده، طبقات تفکیکی پوشش گیاهی متراکم و غیرپوششی در محدوده تعریف‌شده مشخص و صحت آن‌ها از طریق مقایسه با نقشه‌های مرجع بررسی شد (شکل‌های ۳ و ۴).

در مرحله بعد براساس تفسیر بصری صورت‌گرفته، محدوده‌های پوشش گیاهی متراکم در سطح حوزه تالاب انزلی تهیه شدند که مبنای تعیین محدوده تصویر سال ۱۹۸۹ است. علت انتخاب محدوده پوشش گیاهی متراکم به‌منزله ثقل بررسی، به خاطر نقش آن در فراهم کردن شرایط زیستگاهی و پایداری حوزه آبخیز است، بنابراین



شکل ۳. ترکیب بانندی ۲-۳-۴ پوشش گیاهی متراکم بالادست حوزه تالاب انزلی -۱۹۸۹

منبع: نویسنده

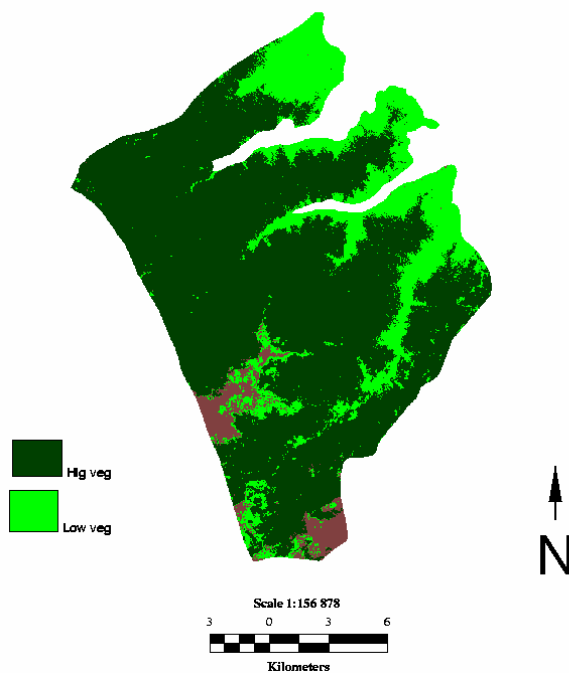


شکل ۴. ترکیب بانندی ۲-۳-۴ پوشش گیاهی متراکم بالادست حوزه تالاب انزلی -۲۰۱۴

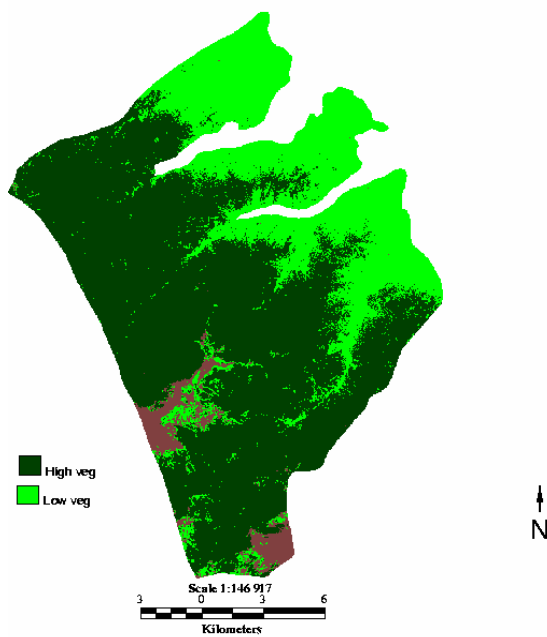
منبع: نویسنده

مقایسه با نقشه‌های مرجع، نقشه رستری تغییرات کلاس پوشش گیاهی متراکم در مقاطع زمانی تعریف شده در محدوده مناطق حفاظت شده تهیه شد (شکل‌های ۵ و ۶).

در گام بعدی برشی از محدوده منطقه حفاظت شده گشت رودخان تهیه شد و از طریق ترکیب باندهای ۱-۴-۷، تفسیر بصری، طبقه‌بندی نظارت نشده و کنترل آن از طریق



شکل ۵. ترکیب باندهای ۱-۴-۷ پوشش گیاهی متراکم منطقه حفاظت شده گشت رودخان-۱۹۸۹

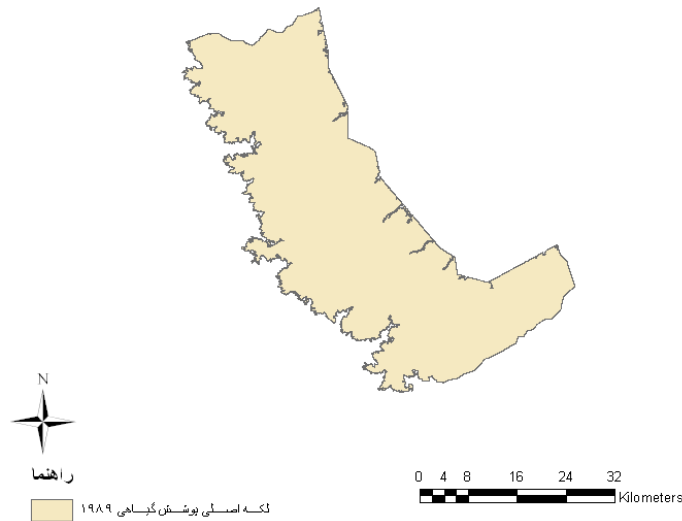


شکل ۶. ترکیب باندهای ۱-۴-۷ پوشش گیاهی متراکم منطقه حفاظت شده گشت رودخان-۲۰۱۴

۳. نتایج

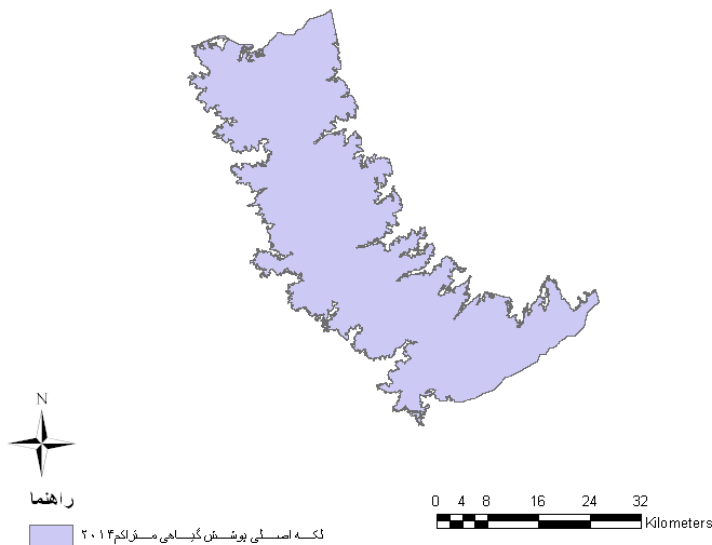
پس از طبقه‌بندی طبقات پوشش گیاهی متراکم و غیرپوششی، لایه رستری به لایه وکتوری تبدیل شد که لایه لکه اصلی پوشش گیاهی متراکم بالادست حوزه و لایه وکتوری تغییرات کلاس پوشش گیاهی متراکم منطقه حفاظت‌شده گشت رودخان و متریک‌های مرتبط با آن‌ها در شکل‌های ۷، ۸، ۹ و ۱۰ و جدول‌های ۱ و ۲ ارائه شده است.

پس از این مرحله لایه وکتوری طبقات تفکیکی برای استفاده در اکستنشن Patch analyst در محیط نرم‌افزار Arc Gis تهیه شد. خروجی این مرحله مجموعه‌ای از متریک‌ها هستند که از طریق مقایسه تغییرات آن‌ها در بازه زمانی تعریف‌شده مناسب‌ترین متریک‌ها شناسایی و تحلیل شدند. در مرحله آخر، تحلیل توأم ارتباط متقابل میزان و جهت تغییرات مناطق موردنظر (براساس متریک‌های شناسایی) و عوامل پیشران انجام شد.



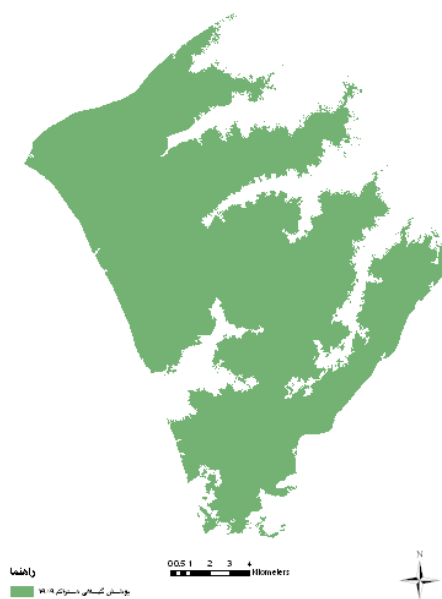
شکل ۷. لکه اصلی پوشش گیاهی متراکم در بالادست حوزه تالاب انزلی ۱۹۸۹

منبع: نویسنده



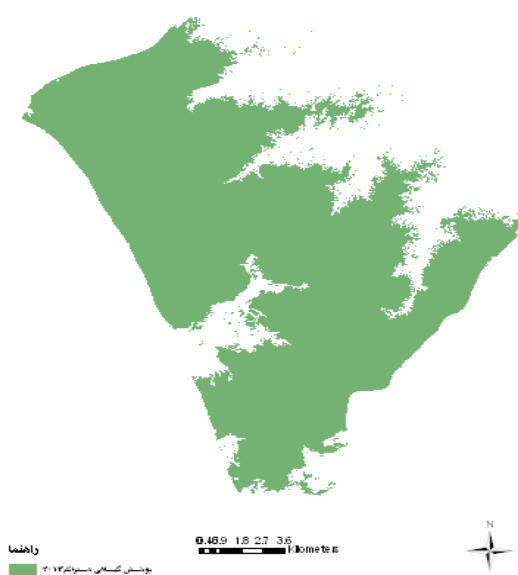
شکل ۸. لکه اصلی پوشش گیاهی متراکم در بالادست حوزه تالاب انزلی ۲۰۱۴

منبع: نویسنده



شکل ۹. کلاس پوشش گیاهی متراکم منطقه حفاظت شده گشت رودخان-۱۹۸۹

منبع: نویسنده



شکل ۱۰. کلاس پوشش گیاهی متراکم منطقه حفاظت شده گشت رودخان-۲۰۱۴

منبع: نویسنده

جدول ۱. مقایسه متریک‌های لکه اصلی پوشش گیاهی متراکم بالادست حوزه تالاب انزلی در دو مقطع زمانی ۱۹۸۹ و ۲۰۱۴

متریک‌ها	مقطع زمانی ۱۹۸۹	مقطع زمانی ۲۰۱۴	میزان افزایش یا کاهش در بازه زمانی ۱۹۸۹-۲۰۱۴	درصد کاهش یا افزایش
CA	۱۵۲۸۷۶/۳۷	۱۳۷۴۳۳/۴۸	-۱۵۴۴۲/۸۹	۱۰
ED	۴/۵۶	۹/۲۳	۴/۶۷	۱۰۲
TE	۶۹۶۸۲۵/۷۸	۱۲۶۸۲۵۷/۷۲	۵۷۱۴۳۱/۸۵	۸۲

منبع: نویسنده

جدول ۲. مقایسه متریک‌های کلاس پوشش گیاهی متراکم منطقه حفاظت‌شده گشت رودخان در دو مقطع زمانی ۱۹۸۹ و ۲۰۱۴

متریک‌ها	مقطع زمانی ۱۹۸۹	مقطع زمانی ۲۰۱۴	میزان افزایش یا کاهش در بازه زمانی ۱۹۸۹-۲۰۱۴	درصد کاهش یا افزایش
مجموع مساحت‌های تمام لکه‌های همسان (CA)	۲۲۹۰۸	۲۰۰۵۶	-۲۸۵۲	۱۲
تعداد لکه‌ها (Nums)	۷۸۹	۱۳۵۸	۵۶۹	۷۲
متوسط اندازه لکه (MPS)	۲۹	۱۵	-۱۴	۴۸
متوسط لبه لکه (MPE)	۶۲۶	۴۰۹	-۲۱۷	۳۵
تراکم لبه (ED)	۲۲	۲۸	۶	۲۷
کل لبه (TE)	۴۹۴۱۸۱	۵۵۶۰۱۱	۶۱۸۳۰	۱۳

منبع: نویسنده

۴. نتیجه گیری

شاخص مساحت لکه اصلی پوشش گیاهی متراکم بالادست حوزه تالاب انزلی و کلاس پوشش گیاهی متراکم منطقه حفاظت‌شده گشت رودخان در بازه زمانی ۱۹۸۹-۲۰۱۴ به ترتیب کاهش ۱۰ و ۱۲ درصدی را نشان می‌دهد که بیانگر همسویی تغییرات در سطح حوزه و منطقه حفاظت‌شده است. زبان‌های این کاهش عموماً در مرزهای بیرونی صورت گرفته که بیانگر تأثیر پوشش گیاهی متراکم از تماس با فعالیت‌ها و دسترسی‌های انسانی است و همان‌گونه که شکل‌های ۶ و ۷ نشان می‌دهند، کاهش‌ها به صورت نفوذکننده در حال تبدیل لکه منسجم اصلی حوزه به لکه‌های جداافتاده و منفصل و مبین روند فعال از هم گسیختگی در سطح حوزه‌اند.

شاخص تعداد لکه‌ها در بازه زمانی موردنظر در سطح منطقه حفاظت‌شده افزایش ۷۲ درصدی را نشان می‌دهد که بیانگر افزایش تعداد لکه‌های منفرد و بدون اتصال و در نتیجه وقوع روند از هم گسیختگی در منطقه حفاظت‌شده است.

شاخص متوسط لکه در سطح کلاس پوشش گیاهی متراکم منطقه حفاظت‌شده کاهش ۴۸ درصدی را نشان می‌دهد که بیانگر کوچک‌تر شدن اندازه لکه‌ها به دلیل افزایش از هم گسیختگی است.

شاخص تراکم لبه و کل لبه در سطح لکه اصلی پوشش گیاهی متراکم حوزه افزایش ۱۰۲ و ۸۲ درصدی و در سطح کلاس پوشش گیاهی متراکم منطقه حفاظت‌شده اصلی افزایش ۲۷ و ۱۳ درصدی را نشان می‌دهد که این شاخص‌ها ضمن تأیید روند از هم گسیختگی در هر دو سطح بیانگر فشار بالای محیط بیرونی بر منطقه حفاظت‌شده در جهت تشدید روند از هم گسیختگی است. شاخص متوسط لبه در سطح کلاس پوشش گیاهی متراکم منطقه حفاظت‌شده کاهش ۳۵ درصدی را نشان می‌دهد. با توجه به اینکه این شاخص بیانگر طول کل لبه به تعداد لکه‌هاست و تعداد لکه‌ها در سطح سیمای پوشش گیاهی متراکم افزایش زیادی داشته است، کاهش این شاخص قابل انتظار و در راستای تأیید وقوع از هم گسیختگی است.

در مجموع با توجه به تغییرات شاخص‌ها می‌توان گفت که مهم‌تر از کاهش مساحت و اندازه مطلق محدوده سیمای پوشش گیاهی متراکم در نتیجه فعالیت‌های انسانی همجوار، مهم‌ترین تهدید وقوع روند فزاینده از هم گسیختگی در نتیجه نفوذ زبان‌های فعالیت‌ها و دسترسی‌های انسانی به‌ویژه در مناطق مرزی است که تحلیل شاخص‌ها و نقشه‌ها بیانگر آن است که در صورت ادامه این روند، سیمای پوشش گیاهی متراکم منطقه به

زیستگاه‌هاست. به طور اصولی تعداد کمی از شاخص‌ها برای تشریح الگوهای سیمای سرزمین کافی هستند (Cain, et al., 1997; Lausch and Riitters, et al., 1995; Herzog, 2002) و تنوع زیستی می‌تواند از طریق مجموعه ساده‌ای از متریک‌ها، هنگامی که کیفیت‌های گوناگونی از الگوهای فضایی وجود دارند تشریح شود (Tischendorf, 2004; McAlpine and Eyre, 2002; Neeland Cushama., 2001). نتایج این بررسی نیز نشان می‌دهد که در میان شمار زیاد متریک‌های سیمای سرزمین متریک‌های تعداد لکه‌ها، متوسط اندازه لکه‌ها و لبه، شاخص‌های مؤثری در بیان روند الگوهای فضایی سیمای سرزمین هستند.

لکه‌های منفصل و جدا افتاده مبدل خواهد شد که ضمن تشدید روند از هم گسیختگی بعدی، کاهش شدید تناسب زیستگاهی محدوده تحت بررسی را به دنبال خواهد داشت.

نتایج این تحقیق تأییدکننده نتایج بررسی زبردست و همکاران (۱۳۹۰) است که روند از هم گسیختگی مهم‌ترین عامل تهدیدکننده زیستگاه‌های طبیعی کشور است. نتایج تحقیق هم‌راستا با نتایج به دست آمده از سوی Feest و همکاران (۲۰۱۰) بیانگر آن است که متریک‌های مهم مربوط به لبه و اندازه لکه‌ها شاخص‌های پیش‌بینی‌کننده خوبی در زمینه وضعیت انسجام ساختاری و عملکردی

منابع

- آذری دهکردی، ف.، خزاعی، ن. ۱۳۸۸. «سامانه پشته‌ها برای ارزیابی پیامد فعالیت‌ها در تخریب سیمای سرزمین»، حوزه آبخیز شفاورد، مجله محیط‌شناسی، سال سی و پنجم، شماره ۵۱، صص ۶۹-۸۰.
- پریور، پ.، یاور، ا.ر.، ستوده، ا. ۱۳۸۷. «تحلیل تغییرات زمانی و توزیع مکانی فضاهای سبز شهری تهران در مقیاس سیمای سرزمین»، مجله محیط‌شناسی، سال سی و چهارم، شماره ۴۵، صص ۳۷-۸۴.
- زبردست، ل.، یاور، ا.ر.، صالحی، ا.، مخدوم، م. ۱۳۹۰. «استفاده از متریک اندازه مؤثر شبکه در تحلیل از هم گسیختگی پوشش‌های جنگلی محدوده اثر جاده پارک ملی گلستان»، محیط‌شناسی، سال سی و هفتم، شماره ۵۸، صص ۱۵-۲۰.
- شیخ‌گودرزی، م.، علیزاده شعبانی، ا.، ماهینی، ع.، فقهی، ج. ۱۳۹۱. «ارزیابی آثار توسعه بر محیط‌زیست حوزه کرگان‌رود با کاربرد مدل تخریب سیمای سرزمین»، نشریه محیط‌زیست طبیعی، مجله منابع طبیعی ایران، دوره ۶۵، شماره ۲، صص ۲۲۳-۲۳۴.
- کرمی، آ.، فقهی، ج. ۱۳۹۰. «بررسی کمی کردن سیمای سرزمین در حفاظت از الگوی کاربری اراضی پایدار»، محیط‌شناسی، سال سی و هفتم، شماره ۶۰، صص ۷۹-۸۸.
- ماهینی، ع. ۱۳۸۶. «معیارهای سیمای سرزمین و فرسایش‌پذیر به عنوان دو دسته نمایه کمی برای ارزیابی سریع اثرات طرح‌های توسعه»، فصلنامه علوم کشاورزی و طبیعی، شماره ۵۷، صص ۱۳۹-۱۵۰.
- Baily, D., Billter, R., Aviron, S., Schweiger, O., and Herzog, F. 2002. The influence of thematic resolution on metric selection for biodiversity monitoring in agricultural landscape, J. Landscape ecology 22: pp.461-473.
- Bock, M., Rossenu, G., Wissen, M., Remm, K., Langanke, T., Larg, S., Klug, H., Blaschke, T. 2005. Spatial indicator for nature conservation from European to local scale, J. Ecological indicator 5: pp.322-336.
- Cain, D. H., Riitters, K. H. and Arvis, K. 1997. A multi-scale analysis of landscape statistics, J. Landscape ecology 12: pp.199-212.
- Faith, D. P., Carter, G., Cassis, G., Ferrier, S., and Wikie, L. 2003. Complementarity, biodiversity analysis, and policy-based algorithms for conservation, J. Environmental science and policy 6: pp.311-328.
- Feest, A., Aldred, T. D and Jedamzik, K. 2010. Biodiversity quality: A paradigm for biodiversity, J. Ecological indicators 10: pp.1077-1082.
- Hainse-Young, R. H. 2009. Land use and biodiversity relationships: Land use futures, J. Land use policy 26: pp.178-186.

- Heino, J. 2010. Are indicator groups and cross-taxon congruence useful for predicting biodiversity in aquatic ecosystem? , *J. Ecological indicators* 10: pp.112-117.
- Lausch, A., and Herzog. 2002. Applicability of landscape metrics for the monitoring of landscape change, *J. Ecological indicators* 2: pp.3-15.
- Makhdoum, M.F. 2002. Degradation Model: A Quantitative EIA Instrument, Acting as a decision Support System (DSS) for Environmental management, *J. Environmental Management* 30: pp.151-156.
- Mahdoum, M.F. 2008. Landscape Ecology or Environmental Studies (Land Ecology) (European versus Anglo-Saxon School of Thoughts), *International Journal of Environmental Application and Science* 3: pp.147-160.
- McAlpine, C.A., and Eyre, T.J. 2002. Testing landscape metrics as indicator of habitat loss and fragmentation in continuous eucalypt forests (Queensland, Australia), *J. Landscape ecology* 17: pp.711-728.
- Neel, M.C., McGarigal, K., and Cushman, S.A. 2004. Behavior of class-level landscape metrics across gradients of class aggregation and area, *J. Landscape ecology* 19: pp.435-455.
- Ritters, K.H., Oneill, R.V., Hunsaker, C.T., Wickham, J.d., Yanke, D.H., Timmis, S.P., Jons, K.B. and Jackson, B.L. 1995. A factor analysis of landscape pattern and structure metrics, *J. Landscape ecology* 10: pp.23-39.
- Trschendorf, L. 2001. Can landscape indices predict ecological processes consistently?, *J. Landscape ecology* 16: pp.235-254.