آمایش سرزمین
دورهٔ ۱۱، شمارهٔ اول، بهار و تابستان ۱۳۹۸
صفحات ۷۸-۵۷ (پژوهشی)

Print ISSN: 2008-7047
Online ISSN: 2423-6268
http://jtcp.ut.ac.ir

ارزیابی ساختار سیمای سرزمین، به‌منظور توسعه و یکپارچه‌سازی مناطق تحت حفاظت

رقیه صادق‌اوغلی[۱]، علی جهانی[۲*]، افشین علیزادهٔ شعبانی[۳]، حمید گشتاسب[۲]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد رشتهٔ محیط‌زیست،گرایش ارزیابی و آمایش، دانشکدهٔ محیط‌زیست، کرج، ایران
۲. دانشیار گروه محیط‌زیست طبیعی و تنوع زیستی، دانشکدهٔ محیط‌زیست، کرج، ایران
۳. استادیار گروه منابع طبیعی- محیط‌زیست، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۲۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۵/۱۰)

چکیده

یکپارچگی و ارتباط زیستگاه‌ها در مناطق حفاظت‌شده برای دوام جمعیت‌های گیاهی و جانوری مهم است، مخصوصاً زمانی‌که زیستگاه‌های مختلف مکمل یکدیگر باشند. بررسی یکپارچگی مناطق حفاظت‌شده می‌تواند برای ارتباط‌دادن لکه‌های محدودشده و کمک برای مقابله با تأثیرات ازهم‌گسیختگی مفید واقع شود. هدف از این تحقیق کمی‌کردن ازهم‌گسیختگی بخش‌های مختلف منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ جاجرود است. برای رسیدن به این هدف، با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی، کاربری‌های منطقه استخراج شد و با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین در سطح کلاس، ازهم‌گسیختگی بخش‌های منطقه بررسی گردید. نتایج این تحقیق نشان داد که به‌طور کلی قسمت‌های شمالی سیمای سرزمین منطقه که شامل پارک‌های ملی خجیر و سرخه‌حصار نیز هست، لکه‌های بزرگ‌تر و پیوستگی بیشتر دارد؛ در حالی که جنوب منطقه به سمت ساختار ریزدانه‌ای می‌رود. همچنین نتایج این تحقیق بر قابلیت و کاربرد سنجه‌های سیمای سرزمین در ارزیابی مدیریت مناطق حفاظت‌شده و شناسایی لکه‌های حفاظتی به‌منظور اولویت‌دادن به حفاظت از لکه‌های سیمای سرزمین تأکید می‌کند.

واژگان کلیدی

ازهم‌گسیختگی، سنجه، سیمای سرزمین، منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ جاجرود، یکپارچگی.

* رایانامهٔ نویسندهٔ مسئول: Ajahani@ut.ac.ir

بیان مسئله

یکپارچگی و ارتباط‌داشتن زیستگاه‌ها در مناطق حفاظت‌شده، برای دوام جمعیت‌های گیاهی و جانوری مهم است، مخصوصاً زمانی‌که زیستگاه‌های مختلف مکمل یکدیگر باشند (Leitao & Ahren, 2003: 65-93). اما با رشد تعارضات انسانی مانند رشد زیربناهای حمل و نقل و رشد شهرها و کاربری‌هایی مثل کشاورزی، یکپارچگی و ارتباط بین زیستگاه‌ها در مناطق حفاظت‌شده کاهش پیدا کرده است. این مسئله تهدیدی جدی برای حیات وحش و گونه‌های کلیدی مناطق به حساب می‌آید. این موارد مدیریت منطقه را تحت‌تأثیر قرار داده است (Rezazadeh et al, 2017: 55).

مطالعات بسیاری در ارزیابی کیفیت زیباشناختی سیمای سرزمین صورت گرفته است (جهانی، ۱۳۹۶: ۲۴؛ جهانی و محمدی فاضل، ۱۳۹۵: ۹۵۵؛ جهانی و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۷)، اما بررسی یکپارچگی سیمای سرزمین، به‌ویژه در مناطق حفاظت‌شده جایگاه متفاوتی دارد و می‌تواند برای ارتباط‌دادن لکه‌های محدودشده و کمک برای مقابله با تأثیرات ازهم‌گسیختگی[1] یا لکه‌لکه‌شدن مفید واقع شود و به‌عنوان پایه‌ای برای حمایت از برخی برنامه‌ریزی‌های کاربری زمین، زیباشناختی و راهکارهای حفاظت استفاده شود (leitao & Ahern, 2003: 65-93). مبنای اصلی برای بررسی یکپارچگی سیمای سرزمین بر فرایند ازهم‌گسیختگی قرار داده شده است. ازهم‌گسیختگی یکی از فرایندهای مهم موجود در سیمای سرزمین است که اختلال‌های ایجادشده در ساختار و عملکرد سیمای سرزمین توسط فعالیت‌های انسان در طبیعت را نشان می‌دهد (Ahern & Andre, 2003: 65-93). دانش اکولوژی به ارتباط بین اجزا با کل می‌پردازد. به‌طوری که موضوع محوری آن، بوم‌سازگان‌ها و ارتباط سطوح مختلف آن‌هاست (زبردست و همکاران، ۱۳۹۴).

اکولوژی سیمای سرزمین، ارتباط الگوها و فرایندها را در سراسر مقیاس مکانی و زمانی مطالعه می‌کند. یکی از اهداف اصلی اکولوژی سیمای سرزمین، مطالعهٔ ساختار موزاییک سرزمین و تأثیرات آن بر فرایندهای اکولوژیکی است (Uuemma et al., 2009: 1-28). از نقاط قوت این رشته، امکان کمّی‌کردن این ساختارها و فرایندهاست. با استفادهٔ مناسب از این امکان می‌توان تفاوت‌های ساختاری، تغییر در الگوها در طول زمان و نشانه‌های مربوط به فرایندهای اکولوژیکی را به‌خوبی در سیمای سرزمین متفاوت

1. Fragmentation

نشان داد و امکان مقایسهٔ آن‌ها را بـا هـم فـراهم کـرد. منطقـهٔ مـورد مطالعـه در ایـن تحقیـق مجموعـهٔ حفاظت‌شدهٔ جاجرود است که پارک‌های ملی خجیر، سرخه‌حصار و منطقـهٔ حفاظـت‌شـدهٔ جـاجرود را شامل می‌شود. انواع آشفتگی‌های انسانی در این مناطق وجود دارد. وجـود تعـارض‌هـا و آشـفتگی‌هـای انسانی مانند ساخت جاده، ساخت‌وسازهای غیرمجاز، تصرف‌ها، تخریـب حاصـل از پـروژه‌هـای ملـی، احداث راه‌های دسترسی متعدد و تخریب زیستگاه‌ها، سیمای سرزمین این مناطق را تحت‌تأثیر قـرار داده و باعث کاهش یکپارچگی و افزایش ازهم‌گسیختگی بیشتر در مناطق و به دنبال آن کـاهش ارتبـاط بـین زیستگاه جانوران و لکه‌های سیمای سرزمین می‌شود. در این تحقیق با اسـتفاده از سـنجه‌هـای اکولـوژی سیمای سرزمین سطح با هدف ارزیـابی یکپـارچگی و بـا توجـه بـه تفـاوت در نـوع مـدیریتی منـاطق، ازهم‌گسیختگی بخش‌های مختلف منطقه برای دستیابی به مدیریتی بهتر بررسی می‌شود.

پیشینهٔ تحقیق

بررسی مطالعات صورت‌گرفته و تحقیقات روز از کاربرد سنجه‌هـای سـیمای سـرزمین در ارزیـابی و مـدیریت محـیط‌زیسـت و منـاطق حفاظـت‌شـده (Barati et al., 2017: 153-168)، پوشـش گیـاهی پارک‌های ملی (Castillo et al., 2015: 247-255)، یکپارچگی فضای سبز شهری (یوسفی و همکـاران، ۱۳۹۳: ۷۱–۸۷؛ لاریجانی و همکاران، ۱۳۹۲: ۴۹–۶۴) و مناطق شهری (نوحه‌گـر و همکـاران، ۱۳۹۴: ۱۹۷–۲۱۴؛ کرمـی و فقهـی، ۱۳۹۰: ۴۹–۶۴) حکایـت مـی‌کنـد. در تحقیقـات اشـاره‌شـده از سنجه‌های (CA[1], PLAND[2], NP[3], MPS[4], MNN[5]) به‌عنوان سنجه‌های اصلی استفاده شده است.

همچنین در این زمینه، حق‌وردی و همکاران با تحلیل سنجه‌های سیمای سرزمین و هندسه‌های ازهم‌گسیختگی به شناسایی مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار روی یکپارچگی زیستگاه گونه‌هـای مختلـف در پارک ملی لار و منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ ورجین در راستای حفاظت از آن‌ها و حفـظ تنـوع زیسـتی پرداخته‌اند (Haghverdi et al., 2018: 21-32).

ذوقی و همکاران با هدف ارزیابی ازهم‌گسیختگی فضای سبز شهری، به کمی‌سازی سنجه‌هـای

1. Class Area
2. Percentage of Landscape
3. Number of Patches
4. Mean Patch Size
5. Mean Nearest Neighbor Distance

سیمای سرزمین منطقهٔ ۵ تهران پرداختند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که لکه‌لکه‌شدگی در فضای سبز شهری، به علت افزایش موانع و کاهش اتصالات و ارتباطات و... است. لکه‌لکه‌شدن باعث افت کیفیت محیط‌زیست شهری و اختلال در عملکرد فضاهای سبز شهری منطقه شده است. در این راستا می‌توان با اصلاح ساختار سیمای سرزمین، شکل و یکپارچگی لکه‌های فضای سبز را ارتقا بخشید (ذوقی و همکاران، ۱۳۹۳).

زبردست و همکاران در تحقیقی برای تعیین تأثیرات فضایی ناشی از جادهٔ گذرنده از پارک ملی گلستان به کمی‌سازی سنجه‌های سیمای سرزمین پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که لکه‌لکه‌شدگی در پارک ملی گلستان افزایش یافته است که در سطح سیمای سرزمین و طبقهٔ جنگل متراکم محسوس بود (زبردست و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۱-۲۰).

روش تحقیق

در این تحقیق با استفاده از تصویر ماهوارهٔ لندست،[1] هشت نقشهٔ پوشش/کاربری به دست آمد. سپس سنجه‌های سیمای سرزمین برای بررسی ساختار و ازهم‌گسیختگی بخش‌های مختلف منطقه در محیط نرم‌افزار FRAGSTATS اندازه‌گیری شد. با مقایسه و تفسیر این سنجه‌ها در منطقهٔ مورد مطالعه، برای شناسایی تعارض‌های اصلی منطقه بر اساس الگوی سیمای سرزمین و تعیین اولویت مدیریت تعارض‌های منطقه تلاش شد. بدین منظور برای تهیهٔ نقشه پوشش/کاربری منطقه، تصویر ماهواره‌ای مربوط به سال ۲۰۱۷ که مربوط به سنجندهٔ OLI[2] ماهوارهٔ لندست است، تهیه شد. در این تحقیق برای تصحیح هندسی تصویر از روش نقطه‌زنی در عرصه توسط دستگاه GPS[3] استفاده گردید. بدین منظور ابتدا توسط دستگاه GPS مختصات درست این نقاط برداشت شد و در نرم‌افزار ERDAS IMAGINE تصحیح هندسی تصویر ۲۰۱۷ انجام گرفت. به گونه‌ای که RMS خطای مربوط به تصحیح هندسی کمتر از ۰/۵ به دست آمد. برای تصحیح رادیومتریک و اتمسفری نیز از روش تصحیح اتمسفری مطلق توسط مدل ATCOR[4] در نرم‌افزار ERDAS IMAGINE استفاده شد. الگوی مورد استفاده در این تحقیق طرح

1. Landsat
2. Landsat 8 Operational Land Imager
3. Global Positioning System
4. Atmospheric and Topographic Correction for Airborne Scanner Data

طبقه‌بندی اندرسون است که در مطالعات زیادی برای طبقه‌بندی تصاویر استفاده شده است. در این سیستم رویکرد طبقه‌بندی، کاربری بوده و پوشش زمین، منابع‌گراست. ازجمله مزایای این سیستم، انعطاف‌پذیری در بسط طبقه‌بندی‌ها در سطوح پایین‌تر است. همچنین انواع طبقه‌بندی کاربری و پوشش زمین ارائه‌شده در این سیستم، می‌تواند با سیستم‌های طبقه‌بندی قابلیت زمین، مدیریت مخاطرات و پتانسیل زمین برای هرگونه فعالیت خاص و باارزش زمین مرتبط باشد (Anderson, 1976: 80-85). برای تعریف طبقه‌های کاربری سرزمین پارامترهای مختلفی ازجمله، خواست کاربر، وضعیت منطقه، سطح پوشش، شباهت طیفی عوارض، اطلاعات و داده‌های موجود در انتخاب و تعریف طبقه‌ها تأثیرگذارند (فاطمی و رضایی، ۱۳۸۹: ۲۵۷؛ رایگانی و همکاران، ۱۳۹۷: ۲۶۰).

با توجه به استفاده از الگوی طرح اندرسون و اهداف در این تحقیق، کاربری‌های موجود در مناطق در شش طبقهٔ بدنهٔ آبی، باغ (باغ‌ها و تمامی اراضی کشاورزی زیر کشت دیم و آبی)، مرتع خوب (شامل اراضی با مرتع مشجر و غیرمشجر، اراضی دارای پوشش گیاهی خودرو و فاقد جنگل و شامل مرتع با تراکم متوسط)، مرتع ضعیف (شامل مرتع با تراکم فقیر، مناطق سنگلاخی و بدون پوشش)، اراضی انسان‌ساخت (تمامی مراکز انسان‌ساخت اعم از شهرها، روستاها، تأسیسات و مراکز صنعتی) و جنگل دست‌کاشت تعریف شد.

برای طبقه‌بندی پوشش‌گیاهی این منطقه از شاخص پوشش‌گیاهی NDVI[1] در نرم‌افزار IDRISI استفاده شد. با توجه به تحقیق راهداری و همکاران (۱۳۹۲: ۴۳-۵۴) استفاده از این شاخص طیفی در تحقیقات مشابه مناسب است (جباری و همکاران، ۱۳۹۳: ۲۷-۳۹؛ Wylie et al., 2002: 266-278). NDVI از شاخص‌های پوشش گیاهی جهانی است که برای آماده‌کردن دائمی اطلاعات مکانی و زمانی پوشش گیاهی به کار برده می‌شود (Matsushita et al., 2007: 2636-2651). این شاخص در مقایسه با دیگر شاخص‌ها بهترین توان دینامیکی را دارد. شاخص فوق بیشترین حساسیت را به تغییرات پوشش گیاهی داشته و در مقابل تأثیرات جوی و زمینهٔ خاک، به‌جز در مواردی که پوشش گیاهی کم باشد، حساسیت کمتری دارد (Rondeaux et al., 2013: 98-107). با این روش مراتع منطقه در دو طبقهٔ مرتع ضعیف و مرتع خوب طبقه‌بندی شد.

1. Normalized Difference Vegetation Index

مبنای اصلی تحقیق تصویر ماهواره‌ای بود و با سایر اطلاعات برگرفته از شاخص طیفی NDVI، استفاده از Google Earth و همچنین فایل‌های رقومی سازمان حفاظت محیط‌زیست و شناخت از منطقهٔ کاربری باغ به دست آمد. طبقهٔ شهری نیز با استفاده از طبقه‌بندی تصویر ماهواره‌ای به دست آمد. در این تحقیق از باندهای ۷-۲ لندست استفاده شد (محدودهٔ مرئی، مادون قرمز نزدیک (NIR) و مادون قرمز کوتاه (SWIR)). از آنجا که جاده‌ها در تصاویر لندست با اندازهٔ پیکسل ۳۰ متر قابل تفکیک نبوده و در این پژوهش نیز تهیهٔ نقشل جاده‌ها الزام‌آور است، ازاین‌رو نقشهٔ وکتوری جاده‌ها به تصویر رستری با اندازهٔ پیکسل ۳۰ متر تبدیل شد. درنهایت تمام پوشش/کاربری‌های استخراج‌شده از تصویر ماهواره‌ای در یک فایل قرار گرفتند و نقشهٔ پوشش/کاربری سال ۲۰۱۷ تهیه شد. ارزش و قابلیت استفاده از هر نقشهٔ تولیدی، به میزان صحت آن بستگی دارد. در این تحقیق به منظور ارزیابی صحت نقشه حاصل از تصویر سال ۲۰۱۷، از نقاط برداشت‌شدهٔ زمینی با GPS استفاده شد. در روی زمین موقعیت نمونه‌ها با استفاده از دستگاه موقعیت‌یاب جهانی با دقت فراوان پیاده و نوع پوشش زمینی در محل نمونه‌ها مشخص شد. تجزیه‌وتحلیل سنجه‌ها اطلاعاتی کمی از ساختار و ازهم‌گسیختگی سیمای سرزمین مناطق مورد مطالعه فراهم می‌کند. در گام بعدی سنجه‌های CA, PLAND, NP, MPS, MNN برای بررسی ازهم‌گسیختگی بخش‌های مختلف منطقه اندازه‌گیری شد تا مشخص شود کدام بخش از منطقه یکپارچگی کمتری دارد تا بتوان ملزومات مدیریتی مورد نیاز را اعمال کرد (جدول ۱).

برای نقشه‌سازی سنجه‌های مورد نظر از روش پهنه‌بندی با شش‌ضلعی استفاده شده است؛ زیرا به‌منظور دستیابی به واحدهای همگن و مشابه برای ارزیابی، باید کل سطح سیمای سرزمین مورد مطالعه شبکه‌بندی شود که بسته به شکل محدوده، از شبکه‌بندی شش‌ضلعی (هگزاگون) استفاده شد. شش‌ضلعی‌های شبکه از نظر هندسی نزدیک‌ترین شکل به دایره هستند که یک سطح را بدون هیچ‌گونه هم‌پوشانی در امتداد حاشیه‌ها پوشش می‌دهند. همچنین یک هگزاگون محیط کمتری نسبت به مربعی با سطح برابر دارد؛ ازاین‌رو خطا را به دلیل آثار حاشیه‌ای کاهش می‌دهد. در این تحقیق، با توجه به شکل و وسعت محدودهٔ مورد مطالعه، پوشش/کاربری منطقه توسط هگزاگون‌های ۱۵۰۰هکتاری با به‌کارگیری ابزارهای موجود در افزونهٔ Patch Analyst در محیط

نرم‌افزار ArcGIS به بخش‌های مختلف پهنه‌بندی شد. سپس سنجه‌های سیمای سرزمین برای کاربری مرتع خوب که نشان‌دهندهٔ ساختار مناسب منطقه است، درون هریک از پهنه‌ها محاسبه شد و مبنای مقایسهٔ بین سیمای سرزمین شش‌ضلعی‌های مورد مطالعه قرار گرفت.

همچنین سنجهٔ مساحت کلاس برای سایر کاربری‌ها نیز محاسبه شد. گفتنی است که طبقه‌بندی بر اساس طبقه‌بندی Natural Break انجام گرفت. با توجه به این طبقه‌بندی، دسته‌های مشابه و نزدیک به هم در یک طبقه قرار می‌گیرند و هر دسته بیشترین تفاوت را با دسته‌های دیگر دارد. با توجه به اینکه بین سنجه‌های مختلف، نوعی پدیدهٔ هم‌خطی وجود دارد (McGarigal et al., 2002)، در این مطالعه از تمام سنجه‌ها استفاده نمی‌شود. سنجه‌های زیر به علت توانایی آن‌ها در تفسیر ترکیب و توزیع فضایی عناصر ساختاری در سیمای سرزمین استفاده شده است. از سنجه‌های مساحت لکه (CA)، درصد پوشش (PLAND)، تعداد لکه (NP)، متوسط اندازهٔ لکه (MPS) و میانگین فاصلهٔ نزدیک‌ترین همسایه (MNN) به‌منظور کمی‌سازی ساختار سیمای سرزمین و ازهم‌گسیختگی مناطق استفاده شد (جدول ۱). متریک‌های مساحت در تشخیص بزرگ‌ترین لکه‌ها که عرضه‌کنندهٔ منابع بی‌شماری هستند، مفید است. همچنین در تشخیص مجموعه‌ای از لکه‌ها و لکه‌های جدا از هم، متریک‌های همسایگی، مانند نزدیک‌ترین فاصلهٔ همسایگی و متریک‌های پیوستگی، مانند مجاورت در تعیین مکان‌هایی که دالان‌ها باید قرار بگیرند، کاربرد دارند. با متریک NP (تعداد لکه) می‌توان تعداد لکه‌ها را برای هر شش‌ضلعی محاسبه کرد. این متریک نشان می‌دهد اگر تعداد لکه زیاد باشد، آن طبقه یا نوع لکه خیلی خرد شده است. متریک MNN (متوسط نزدیک‌ترین فاصلهٔ همسایگی) متوسط فاصلهٔ ۲ لکهٔ مشابه را بازگو می‌کند. واحد آن متر است و میزان جداافتادگی و خردشدگی لکه را بیان می‌کند. همچنین جانشینی برای تفسیر پیوستگی است.

متریک MPS (متوسط اندازهٔ لکه) میانگین اندازهٔ لکهٔ طبقه را محاسبه می‌کند و واحد آن هکتار است. در این متریک سطح اشغال‌شده، توسط نوعی لکهٔ خاص بر تعداد لکه‌های آن نوع طبقهٔ لکه تقسیم می‌شود. در کل MPS و NP به‌صورت مکمل هم استفاده می‌شوند. به‌صورتی‌که MPS پایین و NP بالا، شرایط یک سیمای سرزمین خردشده را می‌رساند. وانگ و یانگ در تحقیقی در سال ۲۰۱۲ با هدف یافتن سنجهٔ کلیدی در سطح کلاس برای کمی‌کردن الگوی ساختاری نقشهٔ کاربری

سرزمین، دریافتند که سنجهٔ کلیدی بسته به اینکه سیمای سرزمین را چگونه توصیف کنیم، متفاوت خواهد بود و متناسب با هدف مطالعه خواهد بود.

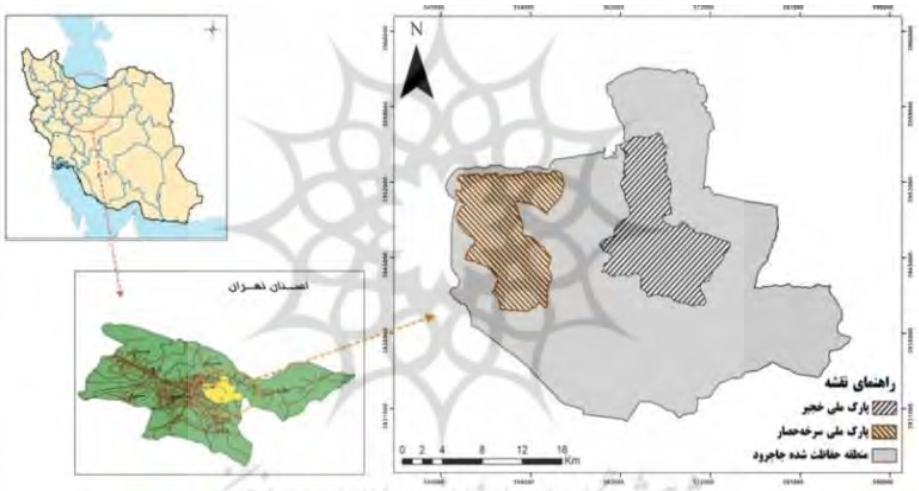
همچنین کاشمن و همکاران در سال ۲۰۰۸ با بررسی یک مجموعه سنجهٔ سیمای سرزمین در سطح سیمای سرزمین و کلاس با هدف انتخاب یک مجموعهٔ جهانی سنجه‌های نماینده، سنجه‌های مساحت کلاس و تعداد تکه را جزء سنجه های اصلی طبقه‌بندی کردند. کاستیلو و همکاران در سال ۲۰۱۵ در تحقیقی ازهم‌گسیختگی پوشش جنگلی پارک ملی مونکایو (اسپانیا) را توسط تکنیک سنجش از دور و سنجه های سیمای سرزمین تجزیه‌وتحلیل کردند. برای این کار از سنجه های CA، PLAND، NP، MPS، MNN به‌عنوان سنجه های اصلی استفاده کردند. در مطالعات زیر نیز که برای مطالعهٔ ساختار سیمای سرزمین بوده‌اند، از این سنجه‌ها استفاده شده است (اسکندری و مرادی، ۱۳۹۱: ۳۵–۴۴؛ بی‌همتای طوسی، ۱۳۹۲: ۷۷–۸۷؛ پریور و همکاران، ۱۳۸۸) (Scariot et al., 2015: ; 54-59; Barati et al., 2017: 153-168; Maimaitiyiming et al., 2014: 59-66).

جدول ۱. سنجه‌های اکولوژی سیمای سرزمین استفاده‌شده در تحقیق (McGarigal & Marks, 1995)

سنجهٔ سیمای سرزمین	توضیح	واحد	تغییرات عددی سنجه
مساحت کلاس	مجموع مساحت لکه‌هایی از یک نوع را محاسبه می‌کند.	هکتار	CA>۰
درصد مساحت کلاس	نسبت مساحت بزرگ‌ترین لکه نسبت به کل سیمای سرزمین	درصد	۰<PLAND≤۱۰۰
تعداد لکه	مجموع تعداد لکه‌ها در هر کاربری	بدون واحد	NP>۱
متوسط اندازهٔ لکه	متوسط مساحت لکهٔ هر نوع کاربری را نشان می‌دهد.	هکتار	MPS>۰
میانگین نزدیک‌ترین همسایه	متوسط فاصلهٔ دو لکهٔ مشابه را محاسبه می‌کند.	متر	MNN>۰

منطقهٔ مورد مطالعه

مجموعهٔ حفاظت‌شدهٔ جاجرود با وسعت حدود ۷۴۰۰ کیلومترمربع در حدود عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۵۰ دقیقهٔ شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۵۲ درجهٔ شرقی و در شرق تهران قرار دارد. این مجموعه شامل پارک‌های ملی سرخه‌حصار و خجیر و منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ جاجرود است. موقعیت این مناطق در شکل ۱ نشان داده شده است. نتیجهٔ مطالعات انجام‌شده نشان می‌دهد که تعداد ۱۱۸ گونه پرنده، ۳۸ گونه پستاندار، ۲۷ گونه خزنده، ۲ گونه دوزیست و ۷ گونه ماهی در مجموعه پارک‌های ملی خجیر، سرخه‌حصار و منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ جاجرود زندگی می‌کنند.

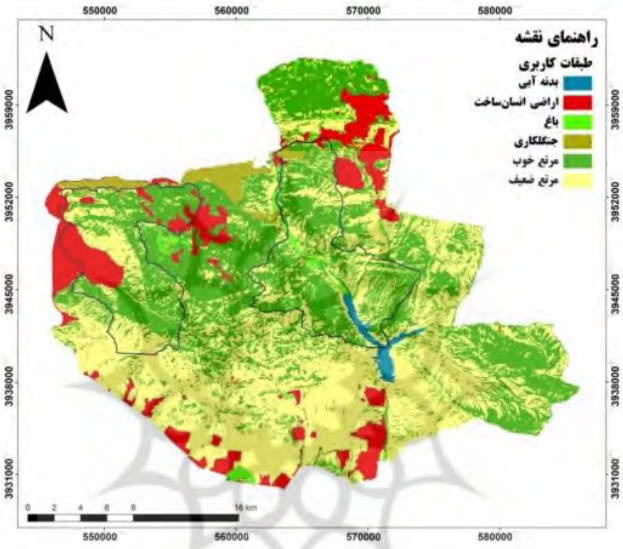


شکل ۱. منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ جاجرود

استخراج نقشهٔ پوشش/کاربری منطقه

پس از انجام پیش‌پردازش، تصویر ماهواره‌ای طبقه‌بندی شد و نقشهٔ پوشش/کاربری منطقهٔ حفاظت‌شده آماده گردید (شکل ۲). نقشهٔ پوشش/کاربری ارزیابی شد و صحت آن بررسی گردید. نتایج نشان می‌دهد که صحت کلی ۹۴/۲۵ درصد ضریب کاپا ۹۰/۶۸ است که از میزان قابل قبولی برخوردار هستند و نشان‌دهندهٔ همخوانی کاربری‌های طبقه‌بندی‌شده و واقعیت زمینی است. نتایج اندازه‌گیری مساحت کاربری‌ها نشان می‌دهد که بیشترین مساحت کاربری در محدودهٔ مورد مطالعه

در سال ۲۰۱۷ مربوط به اراضی مرتع ضعیف بوده که برابر ۳۳۹۱۲/۵ هکتار (۴۴/۷۵ درصد) است و پس از آن مرتع خوب با ۳۰۴۳۵/۲ هکتار (۴۰/۱۶ درصد)، اراضی انسان‌ساخت با ۸۰۵۵/۷۸ هکتار (۱۰/۶۳ درصد)، جنگل‌کاری با ۱۶۳۹/۶۶ هکتار (۲/۱۶ درصد) و باغ با ۱۰۶۲/۰۵ هکتار (۱/۴ درصد) هستند و کمترین مساحت کاربری مربوط به طبقهٔ بدنهٔ آبی است که برابر ۶۷۲/۷۴ هکتار (۰/۸۹ درصد) بود.



شکل ۲. نقشهٔ طبقات کاربری منطقهٔ مورد مطالعه

یافته‌های تحقیق

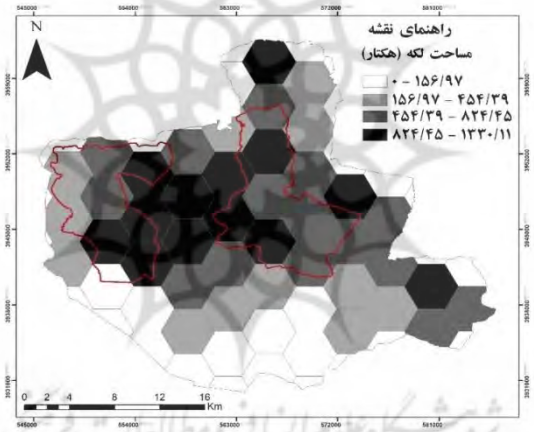
تجزیه‌وتحلیل سنجه‌های سیمای سرزمین

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، برای هریک از این سنجه‌ها نقشه‌هایی تهیه شد که در ادامه آورده شده است.

تحلیل سنجهٔ CA: این سنجه مساحت اشغال‌شده توسط کلاس مورد نظر (مرتع خوب) را در سیمای سرزمین نشان می‌دهد. به عبارت دیگر، اینکه چه مقدار از سیمای سرزمین از نوعی لکهٔ خاص تشکیل شده است. همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، سنجهٔ مساحت لکه کمترین مقدار را در قسمت‌های جنوب و جنوب غربی منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ جاجرود در ۸ پهنه با مساحت

۰ تا ۱۵۶/۹۷ هکتار نشان می‌دهد که کمترین مساحت مرتع خوب مربوط به این قسمت‌هاست. تعداد ۱۲ شش‌ضلعی نیز رتبهٔ دوم را در کمترین مقدار مساحت مرتع با مساحت ۱۵۶/۹۷ تا ۴۵۴/۳۹ هکتار دارند که در مجاورت پارک‌های ملی قرار گرفته‌اند.

رتبهٔ سوم ازنظر مساحت پوشش مرتعی مربوط به ۱۵ پهنه است که محدودهٔ مساحتی این طبقه از ۴۵۴/۳۹ تا ۸۲۴/۴۵ هکتار است. آخرین پهنه‌بندی مربوط به طبقهٔ چهارم است که ازلحاظ مرتع خوب بیشترین مقدار (۸۲۴/۴۵ تا ۱۳۳۰/۱۲ هکتار) را به خود اختصاص داده است. این طبقه شامل ۱۳ شش‌ضلعی است که یک پهنه در جنوب شرقی منطقه و بقیهٔ پهنه‌ها در قسمت‌های شمالی منطقه و مابین دو پارک ملی خجیر و سرخه‌حصار قرار دارند که مرتع خوب مساحت بیشتری دارد.



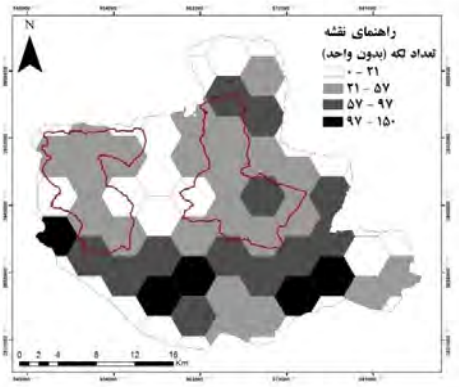
شکل ۳. پهنه‌بندی سنجهٔ مساحت لکهٔ مرتع خوب (واحد هکتار)

تحلیل سنجهٔ NP: همان‌طور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود، کمترین مقدار سنجهٔ تعداد لکه مربوط به ۵ شش‌ضلعی بین دو پارک ملی است که یک پهنه در غرب پارک ملی سرخه‌حصار، یک پهنه در شمال، یک پهنه در جنوب شرقی و یک پهنهٔ دیگر در جنوب غربی منطقه قرار دارد و تعداد ۰تا۲۱ لکه را به خود اختصاص داده‌اند. با توجه به مفهوم تعداد لکه، اگر تعداد لکه‌ها کم باشد، طبقهٔ مورد نظر پیوستگی زیاد دارد. دومین طبقه، تعداد بین ۲۱تا۵۷ لکه را نمایش می‌دهد که

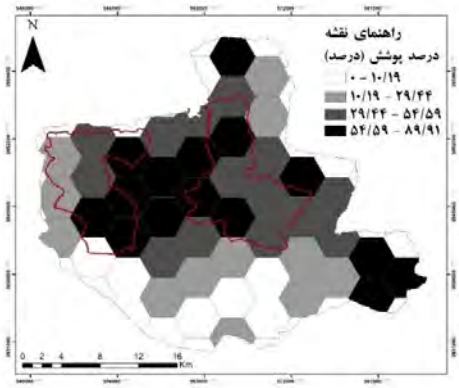
شامل ۲۲ پهنه است که بیشتر آن‌ها در پارک‌های ملی و قسمت‌های شمالی قرار دارند. این طبقه بیشترین تعداد پهنه را به خود اختصاص داده است. سومین طبقه شامل ۱۲ پهنه است که بیشتر آن‌ها در قسمت‌های جنوبی منطقه قرار دارد. یک پهنه از این طبقه در پارک ملی خجیر قرار دارد. بیشترین تعداد لکه (۹۷تا۱۵۰ لکه) نیز مربوط به طبقهٔ چهارم است که شامل ۵ پهنه بوده و در قسمت‌های جنوبی منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ جاجرود قرار دارد.

تحلیل سنجهٔ PLAND: این سنجه درصدی از سیمای سرزمین را که توسط هر نوع لکه اشغال شده است محاسبه می‌کند و واحد آن درصد است. در واقع مشخص می‌کند که فراوانی پوشش مرتعی در سیمای سرزمین چه مقدار است. همان‌طور که در شکل ۵ مشاهده می‌شود، کمترین مقدار سنجهٔ درصد پوشش مرتع خوب مربوط به ۷ پهنه در قسمت جنوب و جنوب غربی منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ جاجرود است که بین ۰تا۱۰/۱۹ درصد بوده و پوشش مرتعی ضعیفی دارند. درجهٔ بعدی، کمترین مقدار PLAN مربوط به ۱۲ پهنه می‌شود که پهنه‌بندی این طبقه بین ۱۰/۱۹تا۲۹/۴۴ درصد است و بیشتر این پهنه‌ها در منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ جاجرود قرار دارد. سومین طبقه شامل ۱۴ پهنه است که درصد پوشش این طبقه بین ۲۹/۴۴تا۵۴/۵۹ درصد است و در قسمت‌های شمالی منطقه قرار دارند. بیشترین درصد مساحت مرتع خوب بین ۵۹/۴۴تا۸۹/۹۱ درصد است که در ۱۵ پهنه وجود دارد و بیشترین تعداد پهنه‌ها را به خود اختصاص داده‌اند و نشانگر تراکم بسیار پوشش مرتعی است.

تعداد ۱۰ پهنهٔ آن در پارک ملی خجیر و سرخه‌حصار و مابین دو پارک ملی قرار گرفته‌اند. با توجه به اینکه این مناطق سطح حفاظتی بیشتری دارند، درصد چشمگیری از آن‌ها مرتع خوب است. تعداد ۳ پهنه در جنوب شرقی، یک پهنه در شرق و یک پهنهٔ دیگر در شمال منطقهٔ حفاظت‌شده قرار دارد.



شکل ٤. پهنه‌بندی سنجهٔ تعداد لکهٔ مرتع خوب (بدون واحد)



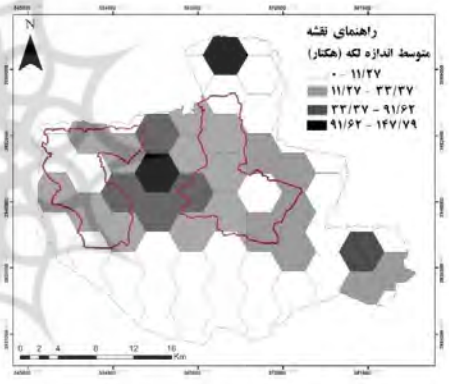
شکل ۵. پهنه‌بندی سنجهٔ درصد پوشش مرتع خوب (واحد درصد)

تحلیل سنجهٔ MPS: این سنجه میانگین مساحت لکهٔ هر نوع کاربری را نشان می دهد. این سنجه در کنار سنجهٔ NP دو شاخص مهم ازهم‌گسیختگی در منطقه هستند. سنجهٔ میانگین اندازهٔ تکه، شاخص مهم تجزیه در طبقه است؛ زیرا طبقه با میانگین اندازهٔ تکهٔ کوچک‌تر، تخریب‌شده‌تر تلقی می‌شود.

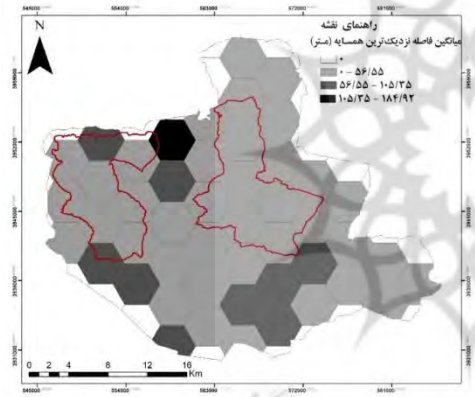
همان‌طور که در شکل ۶ مشاهده می‌شود، کمترین مقدار سنجهٔ متوسط اندازهٔ لکه مربوط به ۲۳ پهنه است که این طبقه بیشترین تعداد پهنه را به خود اختصاص داده است و بیشتر در قسمت‌های جنوبی منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ جاجرود قرار دارد. در این قسمت‌ها تعداد لکه‌های مرتع خوب زیاد و مساحت آن‌ها کوچک است؛ بنابراین میزان MPS برای این پهنه‌ها پایین است. یک پهنه از این طبقه در پارک ملی خجیر و دو پهنه در پارک ملی سرخه‌حصار قرار دارد. طبقهٔ دوم که مقدار این سنجه بین ۱۱/۲۷ تا ۳۳/۳۷ هکتار است شامل ۱۸ پهنه است که بیشتر در قسمت‌های شمالی و مرکزی منطقه وجود دارند و دو پهنهٔ آن هم در جنوب شرقی منطقه قرار دارد. مقدار ۳۳/۳۷ تا ۹۱/۶۲ هکتار نیز مربوط به طبقهٔ سوم است که ۴ پهنه بین دو پارک ملی و یک پهنه در جنوب شرقی قرار دارد.

تعداد ۲ پهنه نیز مربوط به بیشترین مقدار MPS و طبقهٔ چهارم است که یکی در شمال منطقه و یکی در بین دو پارک ملی قرار دارد. تحلیل سنجهٔ MNN: این سنجه آرایش فضایی سیمای سرزمین را کمّی می‌کند و در واقع جداافتادگی و فاصله بین لکه‌های همسان را محاسبه می‌کند. این سنجه بیان‌گر میزان ایزوله‌بودن آن‌هاست. افزایش سنجهٔ MNN در سطح کلاس نشان‌دهندهٔ فاصلهٔ زیاد لکه‌های

هم‌نوع خود و کاهش ارتباط آن‌ها در سیمای سرزمین است که می‌تواند از عوامل ازهم‌گسیختگی و دشواری ارتباط میان لکه‌های هم‌نوع در سیمای سرزمین باشد. همان‌طور که در شکل ۷ مشاهده می‌شود، کمترین مقدار سنجهٔ میانگین فاصلهٔ نزدیک‌ترین همسایه برابر ۰ است. بدین معنی که لکه‌ای در پهنه قرار ندارد. رنج تغییرات این سنجه بین ۰ تا ۱۸۴/۹۳ متر است که بیش از نیمی از شش‌ضلعی‌ها در رنج ۰ تا ۵۶/۵۵ متر (طبقهٔ دوم) قرار دارد که شامل ۳۸ شش‌ضلعی است. تمام پهنه‌های پارک ملی خجیر مربوط به این طبقه است. پهنه‌هایی با فاصلهٔ نزدیک‌ترین همسایه بین ۵۶/۵۵ تا ۱۰۵/۳۵ متر نیز شامل ۹ پهنه است که یک پهنه در بین دو پارک ملی، یک پهنه در قسمت شمالی پارک ملی سرخه‌حصار و ۷ پهنه در قسمت‌های جنوبی منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ جاجرود قرار دارد. در یک پهنه فاصلهٔ میان لکه‌های مجاور بیشتر است (۱۰۵/۳۵تا۱۸۴/۹۳ متر) که در شمال منطقه قرار دارد.



شکل ۶. پهنه‌بندی سنجهٔ متوسط اندازهٔ لکهٔ مرتع خوب (واحد هکتار)

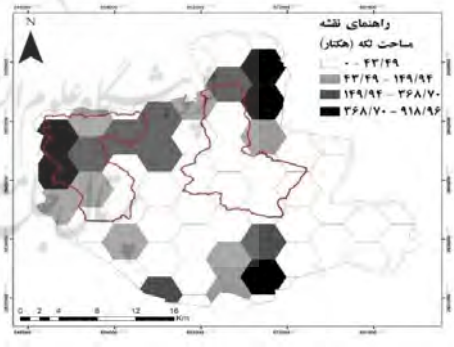


شکل ۷. پهنه‌بندی سنجهٔ متوسط فاصلهٔ نزدیک‌ترین همسایهٔ مرتع خوب (واحد متر)

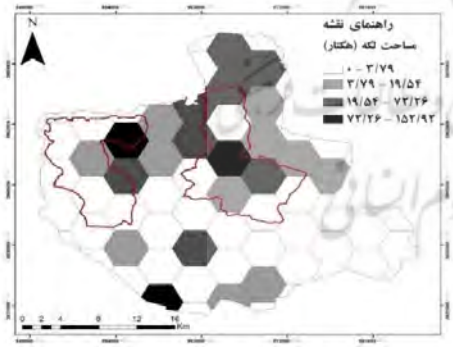
تحلیل سنجهٔ CA برای سایر کاربری‌ها: این سنجه نشان می‌دهد که چه مقدار از سیمای سرزمین از یک نوع لکهٔ خاص تشکیل شده است. با توجه به شکل ۸، بیشترین مساحت اراضی انسان‌ساخت در ۵ شش‌ضلعی وجود دارد. تعداد ۲ شش‌ضلعی در شمال جاجرود، ۲ شش‌ضلعی دیگر در غرب پارک ملی سرخه‌حصار و ۱ پهنه هم در جنوب منطقه قرار دارد که مساحتی بین ۳۶۸/۷۰ تا ۹۱۸/۹۶ هکتار دارند. در این قسمت‌ها فعالیت‌ها و تعارضات انسانی بیشتر است. فعالیت‌های انسان در منطقه

باعث افزایش تغییرات در سیمای سرزمین و آشفتگی می‌شود و در پی آن باعث افزایش ازهم‌گسیختگی و ازبین‌رفتن زیستگاه مناسب حیات‌وحش می‌شود و یکپارچگی را کاهش می‌دهد. مساحت لکه‌های انسان‌ساخت در پارک ملی سرخه‌حصار بیشتر از پارک ملی خجیر است.

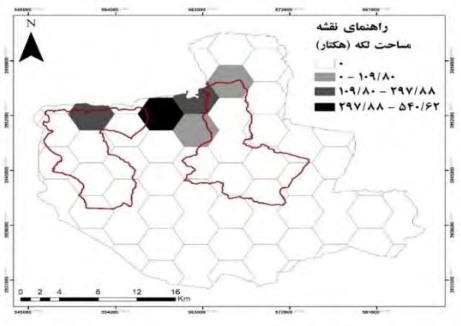
با توجه به شکل ۹، بیشترین مقدار سنجهٔ مساحت کلاس برای کاربری باغ مربوط به ۱ پهنه در پارک ملی خجیر، ۱ پهنه در نزدیکی ترکمن‌ده و ۱ پهنه در جنوب غربی منطقه است که مساحتی بالغ بر ۷۲/۲۶ تا۱۵۲/۹۲ هکتار از آن توسط کاربری باغ اشغال شده است. کاربری باغ در این مناطق یک کاربری نیمه‌طبیعی بوده و افزایش مساحت آن به توسعهٔ فعالیت‌های انسانی منجر می‌شود. با توجه به شکل ۱۰، کاربری جنگل‌کاری ۵ شش‌ضلعی را اشغال کرده است که همهٔ آن‌ها در شمال جاجرود قرار دارد و بیشترین مقدار آن در یک شش‌ضلعی بین دو پارک ملی با مساحتی بالغ بر ۲۹۷/۸۸ تا۵۴۰/۶۲ هکتار است. معرفی گونه‌های غیربومی به ازبین‌رفتن موجودیت تنوع زیستی و نابودی گونه‌های اندمیک منجر می‌شود. با توجه به شکل ۱۱، کاربری مرتع ضعیف بیشترین مساحت خود (CA) را در قسمت‌های جنوب و جنوب غربی منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ جاجرود با مساحتی بین ۸۹۵/۱۰ تا۱۳۵۳/۲۶ هکتار دارد. با توجه به شکل ۱۲، کاربری بدنهٔ آبی ۵ شش‌ضلعی را اشغال کرده است که مربوط به سد ماملو است. بخشی از آن در پارک ملی خجیر و بخشی دیگر در منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ جاجرود قرار دارد. بیشترین مقدار آن در دو شش‌ضلعی با مساحتی بالغ بر ۵۳/۵۴ تا ۲۸۶/۹۱ هکتار است.



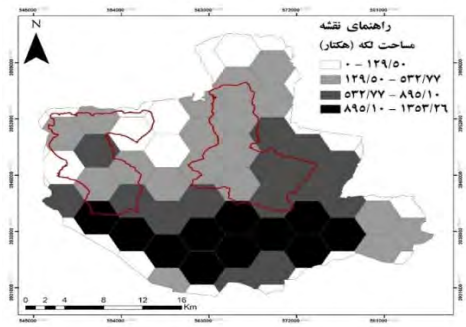
شکل ۸. پهنه‌بندی سنجهٔ مساحت لکهٔ اراضی انسان‌ساخت (واحد هکتار)



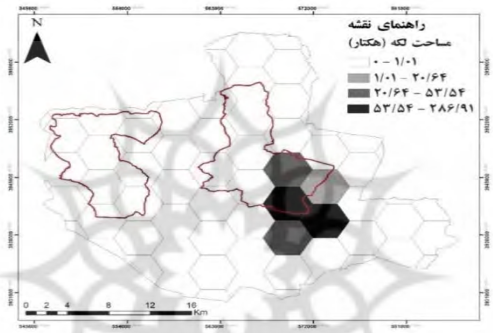
شکل ۹. پهنه‌بندی سنجهٔ مساحت لکهٔ باغ (واحد هکتار)



شکل ۱۰. پهنه‌بندی سنجهٔ مساحت لکهٔ جنگل‌کاری (واحد هکتار)



شکل ۱۱. پهنه‌بندی سنجهٔ مساحت لکهٔ مرتع ضعیف (واحد هکتار)



شکل ۱۲. پهنه‌بندی سنجهٔ مساحت لکهٔ بدنهٔ آبی (واحد هکتار)

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از این مطالعه تحلیل و ارزیابی ساختار سیمای سرزمین منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ جاجرود است. Wang و Yang در تحقیقی با هدف یافتن سنجهٔ کلیدی در سطح کلاس برای کمی‌کردن الگوی ساختاری نقشهٔ کاربری سرزمین، دریافتند که سنجهٔ کلیدی بسته به اینکه سیمای سرزمین را چگونه توصیف کنیم، متفاوت خواهد بود و متناسب با هدف مطالعه خواهد بود (Wang & Yang, 2012: 64-81).

در مطالعات بسیاری نیز از سنجه‌های مورد استفاده در این تحقیق برای ارزیابی یکپارچگی سیمای سرزمین استفاده شده است (نوحه‌گر و همکاران، ۱۳۹۴: ۱۹۷-۲۱۴؛ یوسفی و همکاران، ۱۳۹۳: ۷۱-۸۷؛ بی‌همتای طوسی، ۱۳۹۲: ۷۷-۸۷؛ لاریجانی و همکاران، ۱۳۹۲: ۴۹-۶۴؛ اسکندری و مرادی، ۱۳۹۱: ۳۵-۴۴). نتایج این تحقیق نشان می‌دهد سنجه‌های مساحت و درصد پوشش

مرتع خوب کمترین مقدار را در قسمت‌های جنوب و جنوب غربی منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ جاجرود دارند. علت اصلی کمبود CA و PLAND را در این مناطق می‌توان تمرکز و تراکم سایر کاربری‌ها مانند مرتع ضعیف و اراضی انسان‌ساخت ذکر کرد.

بیشترین مقدار این سنجه‌ها در قسمت‌های مرکزی و شمالی منطقه، به‌خصوص بین دو پارک ملی خجیر و سرخه‌حصار و در جنوب شرقی منطقه قرار دارد. همچنین تعداد لکه‌های مرتع خوب در این قسمت‌ها کمتر و بزرگ‌تر است؛ یعنی ازهم‌گسیختگی کمتر است. در این مناطق گونه‌هایی مانند قوچ و میش، کل، بز و آهو پراکنش دارند؛ بنابراین یکپارچگی مرتع خوب و ارتباط زیستگاه‌ها برای حرکت جانوران حائز اهمیت است. باید توجه کرد که افزایش کمیت سنجهٔ NP، نشان‌دهندهٔ پدیدهٔ خردشدگی و وجود اختلال در سرزمین است؛ بنابراین کاهش کمیت سنجهٔ NP، به شرطی که مساحت لکه‌ها از حد قابل قبولی برخوردار باشد، نشانهٔ وضعیت پایداری است. پهنه‌های جنوب و جنوب غربی منطقهٔ حفاظت‌شده ازنظر پایداری اکولوژیکی مرتع خوب و پدیدهٔ خردشدگی در وضعیت نامناسب‌تری قرار دارند. مهم‌ترین اثر حفظ یکپارچگی مرتع خوب در ارتباط با کارکرد رویشگاهی، در تقویت زادآوری و تکثیر گونه‌های مرتعی با کیفیت علوفه و ارزش غذایی خوب و در ارتباط با کارکرد زیستگاهی در تأمین نیاز غذایی علف‌خواران منطقه ازجمله قوچ و میش و آهوی ایرانی و تضمین بقای گونه‌های وابسته به علف‌خواران است (Spencer et al., 2017: 21-38).

نتایج برخی تحقیقات نیز نشان می‌دهد که حفاظت باعث افزایش یکپارچگی و درنتیجه کارکرد مؤثرتر رویشگاهی و زیستگاهی می‌شود (Skokanova & Eremlasova, Scatiot et al., 2015: 54-59; 2013: 71-74). این مسئله باعث بهبود منطقه ازلحاظ مرتع خوب می‌شود. اندازه‌گیری سنجه‌ها نیز نشان می‌دهد مساحت و درصد مرتع خوب در شمال منطقه و پارک‌های ملی بیشتر، تعداد لکه‌ها کمتر و اندازهٔ آن‌ها بزرگ‌تر است. سنجهٔ NP و MPS نشان می‌دهد که یکپارچگی سیمای سرزمین اراضی مرتعی در بخش‌های مرکزی پارک‌های ملی خجیر و سرخه‌حصار و مابین دو پارک مذکور و همچنین در شمال و جنوب شرقی پارک ملی خجیر در وضعیت مطلوب‌تری قرار دارد. لذا پیشنهاد می‌شود برای مدیریت یکپارچهٔ منطقه، اراضی مابین دو پارک ملی و همچنین اراضی شمال و جنوب شرقی پارک ملی خجیر به محدودهٔ پارک ملی اضافه شود.

این تغییر در منطقهٔ حفاظت‌شده موجب حفاظت مؤثر از یکپارچگی موجود می‌شود و خطر ازدست‌رفتن یکپارچگی این مناطق را کاهش می‌دهد. در پهنه‌هایی در جنوب منطقه میزان MNN زیاد است که نشان می‌دهد لکه‌های مرتع خوب پراکنده و از یکدیگر دور شده‌اند و ارتباط اکولوژیکی آن‌ها با هم کم است. افزایش مساحت مرتع خوب و دورتربودن لکه‌ها می‌تواند به ازبین‌رفتن جاپاها و گذرگاه‌ها در منطقه تعبیر شود که مشکلات زیادی برای حیات وحش منطقه ایجاد می‌کند و در تحقیق براتی[1] و همکاران (168-153 :2017)، نیز تأیید و پیشنهاد شده است. نتایج این تحقیق با مطالعات سفیانیان (۱۳۸۸: ۳۴–۴۷) و ونگ[2] (353-341 :2007) که در تحقیقات خود نتیجه می‌گیرند لکه‌های کاربری اراضی پایدار با افزایش کاربری‌های انسان‌ساخت به سمت لکه‌های ناپایدارتر و تکه‌تکه‌شدگی پیش می‌روند مطابقت می‌کند. مهم‌ترین استراتژی حفاظت در پارک‌های ملی خجیر، سرخه‌حصار و منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ جاجرود، کاهش تعارضات برای دستیابی به اهداف حفاظت است. بخش‌هایی از منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ جاجرود فعلی که از زیستگاه‌های حساسی برخوردار بوده و به‌عنوان کریدور ارتباطی پارک‌های ملی خجیر و سرخه‌حصار به شمار می‌روند، قابلیت اضافه‌شدن به مرزهای پارک را دارند.

این منطقهٔ حایل بین دو پارک ملی خجیر و سرخه‌حصار قرار دارد و با توجه به یکپارچگی مناسبی که دارد، می‌تواند به سطح پارک ملی ارتقا یافته و به مجموعهٔ پارک ملی خجیر و سرخه‌حصار اضافه شود. سایر مناطق، به‌خصوص در سمت جنوب، یکپارچگی خود را از دست داده و در صورت اجرای برنامه‌های احیای اکوسیستم و بهبود وضعیت یکپارچگی مراتع، ارزش لازم برای افزودن به منطقهٔ حفاظت‌شده و زیستگاه حیات وحش را در آینده خواهند داشت. نتایج این تحقیق، بر قابلیت و کاربرد سنجه‌های سیمای سرزمین در ارزیابی مدیریت مناطق حفاظت‌شده و شناسایی لکه‌های حفاظتی به‌منظور اولویت‌دادن به حفاظت از لکه‌های سیمای سرزمین تأکید می‌کند و نوعی سامانهٔ هشدار اولیه (Bahraminejad et al., 2018: 79-88) و سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری (Jahani, 2017: 35-48; Jahani, 2018: 1-10) در مناطق تحت حفاظت محسوب می‌شود.

1. Barati
2. Weng

منابع

۱. اسکندری، سعیده و مرادی، ایوب (۱۳۸۸). کاربری اراضی و تحلیل عناصر چشم‌انداز روستای سیور از نظر زیست‌محیطی، *محیط‌شناسی*، ۳۸ (۶۳)، ۴۴-۳۵.

۲. بی‌همتای طوسی، ندا؛ سفیانیان، علیرضا و فاخران، سیما (1392). بررسی تغییرات پوشش اراضی در منطقهٔ مرکزی اصفهان با استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین، *بوم‌شناسی کاربردی*، ۲ (۶)، ۸۷-۷۷.

۳. پریور، پرستو؛ یاوری، احمدرضا؛ فریادی، شهرزاد و ستوده، احد (۱۳۸۸). تحلیل ساختار اکولوژیک سیمای سرزمین شهر تهران برای تدوین راهکارهای ارتقای کیفیت محیط‌زیست، *محیط‌شناسی*، ۳۵ (۵۰)، ۵۶-۴۵.

۴. جباری، سمیه؛ خواجه‌الدین، سید جمال‌الدین؛ جعفری، رضا و سلطانی، سعید (۱۳۹۳). بررسی تغییرات درصد پوشش گیاهی مراتع با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در منطقهٔ سمیرم اصفهان، *بوم‌شناسی کاربردی*، ۳ (۱۰)، ۲۷-۳۹.

۵. جهانی، علی (۱۳۹۶). مدل‌سازی ارزیابی کیفیت زیباشناختی منظر جنگل با استفاده از شبکهٔ عصبی مصنوعی، *نشریهٔ پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل*، ۲۴ (۳)، ۱۷-۳۳.

۶. جهانی، علی و محمدی فاضل، اصغر (۱۳۹۵). مدل‌سازی کیفیت زیباشناختی منظر در فضای سبز شهری با استفاده از شبکهٔ عصبی مصنوعی، *نشریهٔ محیط زیست طبیعی*، ۶۹ (۴)، ۹۵۱-۹۶۳.

۷. جهانی، علی؛ مخدوم، مجید؛ فقهی، جهانگیر و اعتماد، وحید (۱۳۹۰). تعیین کیفیت منظر و نقاط چشم‌انداز به منظور کاربری اکوتوریسم (مطالعهٔ موردی: بخش پاتم جنگل خیرود)، *نشریهٔ پژوهش‌های محیط زیست*، ۲ (۳)، ۱۳-۲۰.

۸. ذوقی، محمود؛ یاوری، احمدرضا؛ بحرینی، سید حسین و احسانی، امیر هوشنگ (۱۳۹۳). ارزیابی ازهم‌گسیختگی فضای سبز شهری با رویکرد سیمای سرزمین (مطالعهٔ موردی: شهرتهران- منطقهٔ ۵). کنگرهٔ بین‌المللی سازه، معماری و توسعهٔ شهری، تبریز، دبیرخانهٔ دائمی کنگرهٔ بین‌المللی سازه، معماری و توسعهٔ شهری.

۹. راهداری، وحید؛ سفیانیان، علیرضا؛ خواجه‌الدین، سید جمال‌الدین و ملکی نجف‌آبادی، سعیده (۱۳۹۲). بررسی قابلیت داده‌های ماهواره‌ای در تهیهٔ نقشهٔ درصد تاج پوشش گیاهی مناطق خشک

و نیمه‌خشک (مطالعهٔ موردی: پناهگاه حیات وحش موته)، *علوم تکنولوژی محیط زیست*، ۱۵ (۲۳)، ۴۳-۵۴.

۱۰. رایگانی، بهزاد؛ جهانی، علی؛ ستاری راد، امیر و شوقی، نرگس (۱۳۹۷). پیش‌بینی تغییرات کاربری زمین برای سال ۲۰۳۰ با استفاده از سنجش از دور و تصاویر چندزمانهٔ لندست (مطالعهٔ موردی: شهر مشهد)، *آمایش سرزمین*، ۱۰ (۲)، ۲۴۹-۲۶۹.

۱۱. زبردست، لعبت؛ یاوری، احمدرضا؛ صالحی، اسماعیل. و مخدوم، مجید (۱۳۹۰). بررسی تغییرات ساختاری ناشی از جاده در پارک ملی گلستان در فاصلهٔ سال های ۱۳۶۶ تا ۱۳۸۹ با استفاده از متریک‌های اکولوژی سیمای‌سرزمین، *پژوهش‌های محیط‌زیست*، ۲ (۴)، ۲۰-۱۱.

۱۲. سفیانیان، علیرضا (۱۳۸۸). بررسی تغییر کاربری اراضی محدودهٔ شهر اصفهان با استفاده از تکنیک آشکارسازی برداری تغییرات طی سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۷۷، *مجلهٔ علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی (علوم آب و خاک)*، ۴۹ (۱۳)، ۴۷-۳۴.

۱۳. فاطمی، سیدباقر و رضایی، یوسف (۱۳۸۹). مبانی سنجش از دور، انتشارات آزاده، چاپ دوم، ۵۷.

۱۴. کرمی، آرش و فقهی، جهانگیر (۱۳۹۰). بررسی کمی‌کردن سنجه‌های سیمای سرزمین در حفاظت از الگوی کاربری اراضی پایدار (مطالعهٔ موردی: استان کهگیلویه و بویراحمد)، *محیط‌شناسی*، ۳۷ (۶۰)، ۸۸-۷۹.

۱۵. لاریجانی، مریم؛ قسامی، فاطمه و یوسفی روبیات، الهام (۱۳۹۲). تحلیل اکولوژیک ساختار فضای سبز شهر جیرفت با استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین، *فصلنامهٔ آمایش محیط*، ۷ (۲۵)، ۶۴-۴۹.

۱۶. نوحه‌گر، احمد؛ جباریان امیری، بهمن و افراخته، روشنک (۱۳۹۴). تحلیل کاربری سرزمین در بخش مرکزی گیلان با رویکرد اکولوژی سیمای سرزمین. *فصلنامهٔ جغرافیا و آمایش شهری - منطقه‌ای*، ۵(۱۵)، ۱۹۷-۲۱۴.

۱۷. یوسفی، الهام؛ صالحی، اسماعیل؛ قسامی، فاطمه و جهانی شکیب، فاطمه (۱۳۹۳). تحلیل وضعیت اکولوژیکی فضای سبز شهر بیرجند بر اساس متریک‌های سیمای سرزمین (با تأکید بر وضعیت پارک‌های محله‌ای و منطقه‌ای)، *فضای جغرافیایی*، ۱۴ (۴۶)، ۷۱-۸۷.

18. Ahern, j. & Andre, L. (2003). Applying landscape ecological concepts and metrics in sustainable landscape planning. *Landscape and Urban Planning*, 59(1), 65-93.
19. Anderson, J. R., Hady, E., Roach, E. J., Wetter, T. & Richard, E. (1976). Lands cover classification system for use with remote sensor data. *United States Government*

Printing Office, Washington, USA. 80-85 pp.
20. Bahraminejad, M., Raygani, b., Jahani, A., Nezami, B. (2018). Proposing an early-warning system for optimal management of protected areas (Case study: Damiyan protected area, Eastern Iran). *Journal for Nature Conservation*, 46, p. 79-88.
21. Barati, B., Raygani, B., Jahani, A. & Zebardast, L. (2017). Integration assessment of the protected areas using landscape ecological approach (case Study: Kolah Ghazy National Park and Wildlife Refuge). *The Journal of Town and Country Planning*, 9(1), 153-168.
22. Castillo, E. M. D., Garcia-Martin, A., Aladren, L. A. L. & Luis, M. D. (2015). Evaluation of Forest Cover Change Using Remote Sensing Techniques and Landscape Metrics in Moncayo Natural Park (Spain). *Applied Geography*, 62: 247-255.
23. Cushman, S.A., McGarigal, K., and Neel, M.C. (2008). Parsimony in landscape metrics: Strength, universality and consistency, *ecological indicators*, 8, p. 691-703
24. Haghverdi, A., Jahani, A., Zebardast, L., Makhdoum, M. & Goshtasb, H. (2018). Quantifying the Fragmentation of the Wildlife Habitat Using Landscape Ecology Approach (Case Study (Lar National Park and Varjin Protected Area). *Animal Environment*, 10(2), p. 21-32.
25. Jahani, A. (2017). Sycamore failure hazard risk modeling in urban green space. *Journal of Spatial Analysis Environmental Hazards*, 3(400188), p. 35-48.
26. Jahani, A. (2018). Sycamore failure hazard classification model (SFHCM).an environ mental decision support system (EDSS) in urban green spaces. *Springer Berlin Heidelberg*, p. 1-10.
27. Leitao, A. B. & Ahren, J. (2002). Applying Landscape Ecological Concepts and Metrics in Sustainable Landscape Planning. *Landscape and Urban Planning*, 59(2), 65- 93.
28. Matsushita, B. Y., Wei, C., Jin, O., Yuyichi, and Q. Guoyn. (2007). Sensitivity of the Enhanced Vegetation Index (EVI) and Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to topographic effects: A case study in high-density Cypress forest. *Sensors*, 7, p. 2636-2651.
29. Maimaitiyiming, M., Ghulam, A., Tiyip, T., Pla, F., Latorre-Carmona, P., Halik, U., Sawut, M. & Caetano, M. (2014). Effects of Green Space Spatial Pattern on Land Surface Temperature: Implications For Sustainable Urbon Planning and Climate Change Adaptation. ISPRS *Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 89, p. 59-66.
30. McGarigal, K. & Marks, B. J. (1995). FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure. *Forest Science Department*, Oregon State University, Corvallis.
31. McGarigal, K., Cushman, S. A., Neel, M. C. & Ene, E. (2002).
32. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst.
33. Rondeaux, G., Steven, M., and Baret, F. (2013). Optimization of soil-adjusted vegetation indices, *Remote Sensing of Environment*, 2, p.98-107.
34. Scariot, E. C., Almeida, D. & Santos, J. E. D. (2015). Connectivity Dynamics of Araucaria Forest and Grassland Surrounding Passo Fundo National Forest. Southern Brazil, *Natureza & Conservacao*, 13(1), 54-59.
35. Skokanova, H. & Eremlasova, R. (2013). Landscape Functionality in Protected and Unprotected Areas: Case Studies from The Czech Republic. *Ecological Informatics*, 14:

71-74.
36. Spencer, D., Haulkos, D., Hagen, C., Daniels, M. & Goodin, D. (2017). Conservation Reserve Program mitigates grassland loss in the lesser prairie-chicken range of Kansas, *Global Ecology and Conservation*. 9: 21-38.
37. Rezazadeh, S., Jahani, A., Makhdoum, M., & Goshtasb Meigooni, H. (2017). Evaluation of the Strategic Factors of the Management of Protected Areas Using SWOT Analysis-Case Study: Bashgol Protected Area-Qazvin Province. *Scientific Research Publishing*, 7(1), 55.
38. Wang, J. & Yang, X. (2012). A Hierarchical Approach to Forest Landscape Pattern Characterization. *Environmental Management*, 49: 64-81.
39. Weng, Y. C. (2007). Spatio-temporal Changes of Landscape Pattern in Response to Urbanization. *Journal of Landscape and Urban Planning*, 81(4), p. 341-353.
40. Wylie, B. K., Meyer, D. J., Tieszen, L. L. and Mannel, S. (2002). Satellite mapping of surface biophysical parameters at the biome scale over the North American grasslands: A case study. Remote Sensing of Environment 79(2-3): p. 266-278.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی