آمایش سرزمین
دورهٔ نهم، شمارهٔ اول، بهار و تابستان ۱۳۹۶
صفحات ۱۶۸ – ۱۵۳

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

ارزیابی یکپارچگی مناطق حفاظت‌شده با به‌کارگیری رهیافت اکولوژی سیمای سرزمین
(منطقهٔ مورد مطالعه: پارک ملی و پناهگاه حیات وحش کلاه قاضی)

بهزاد براتی[۱]، علی جهانی[۲*]، لعبت زبردست[۳]، بهزاد رایگانی[۲]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، رشتهٔ محیط زیست،گرایش ارزیابی و آمایش، دانشکدهٔ محیط زیست، کرج، ایران
۲. استادیار، گروه محیط زیست طبیعی و تنوع زیستی، دانشکدهٔ محیط زیست، کرج، ایران
۳. استادیار، گروه برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست، دانشکدهٔ محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۹/۲۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۲۴)

چکیده

ازهم‌گسیختگی سیمای سرزمین بر اثر ساختن جاده‌ها، رشد زیربناهای شهری و دیگر کاربری‌های انسانی به‌وجود می‌آید که در مناطق حفاظت‌شده باعث ازبین‌رفتن زیستگاه‌ها می‌شود و بر حیات وحش از جمله گونه‌های مهم تأثیر زیادی می‌گذارد. این امر سبب شده است پایش و مدیریت مناطق حفاظت‌شده از طریق علم اکولوژی سیمای سرزمین و کمی‌کردن ازهم‌گسیختگی به امری مفید و کمک‌کننده بدل شود. هدف این تحقیق کمی‌کردن ازهم‌گسیختگی پارک ملی و پناهگاه حیات وحش کلاه قاضی است. برای رسیدن به این هدف با به‌کارگیری تکنیک‌های RS و GIS کاربری‌های منطقه استخراج شد و با به‌کارگیری متریک‌های سیمای سرزمین (CA، CAP، TE، MSI، NP، MPS و MNN) در سطح کلاس ازهم‌گسیختگی منطقه بررسی شد. نتایج این تحقیق نشان داد در کل منطقه، لکه‌های مرتع خوب یکپارچه‌تر شد، ولی تعارضات موجود در منطقه مانند کاربری‌های معدن، کشاورزی و شهری باعث دورترشدن این لکه‌ها از یکدیگر شده است که پیشنهاد می‌شود این تعارضات تا حد امکان کاهش یابند.

کلیدواژگان

ازهم‌گسیختگی، اکولوژی سیمای سرزمین، پارک ملی و پناهگاه حیات وحش کلاه قاضی، متریک‌های سیمای سرزمین.

* نویسندهٔ مسئول، رایانامه: Ajahani@ut.ac.ir

مقدمه

مناطق حفاظت‌شده محل‌های مناسبی برای فعالیت‌های آموزشی، پژوهشی و گردشگری در طبیعت محسوب شده و بی‌تردید از میراث‌های باارزش هر کشور محسوب می‌شوند. پایش یکپارچگی سیمای سرزمین و تغییرات زیستگاه در مناطق حفاظت‌شده مسئلهٔ مهمی برای سازمان‌های حفاظت از محیط زیست و طبیعت به شمار می‌رود (Paola et al. 2013, p.90). یکپارچگی و ارتباط‌داشتن زیستگاه‌ها در مناطق حفاظت‌شده برای دوام جمعیت‌های گیاهی و حیوانی مهم است، به‌ویژه زمانی که زیستگاه‌های مختلف مکمل یکدیگر باشند (leitao & Ahren. 2002, p.83)، اما در طول این سال‌ها رشد فضایی شهری مقدار زیادی تغییر در ترکیب کاربری زمین در سراسر جهان ایجاد کرده است (Nkeki, 2016, p.129) که با رشد تعارضات انسانی مانند رشد زیربناهای حمل‌ونقل و کاربری‌هایی مثل کشاورزی، یکپارچگی و ارتباط بین زیستگاه‌ها در مناطق حفاظت‌شده را کاهش داده‌اند و باعث افزایش ازهم‌گسیختگی این مناطق شده‌اند (Townsend et al., 2009, p.1415).

بیان مسئله

پارک ملی و پناهگاه حیات وحش کلاه قاضی نیز به‌علت تعارضات انسانی (مثل زیربنای حمل‌ونقل، معادن، شهرک‌های صنعتی) دچار تغییر در ساختار سیمای سرزمین شده است که می‌تواند باعث کاهش یکپارچگی و افزایش ازهم‌گسیختگی منطقه و در پی آن، کاهش ارتباط بین زیستگاه جانوران و لکه‌های سیمای سرزمین شود که تأثیر زیادی بر حیات وحش منطقه می‌گذارد. پایش و نظارت تغییرات ساختاری سیمای سرزمین به‌منظور برنامه‌ریزی، مدیریت و ارزیابی سیاست‌های حفاظتی منطقه مورد نیاز است تا بتوان سیاست‌های حفاظتی بهتری در منطقه اعمال کرد. که در این تحقیق با به‌کارگیری متریک‌های اکولوژی سیمای سرزمین سطح ازهم‌گسیختگی پارک ملی و پناهگاه حیات وحش کلاه قاضی با هدف ارزیابی یکپارچگی منطقه در ۲۰ سال اخیر برای دستیابی به مدیریتی بهتر بررسی می‌شود.

مبانی نظری تحقیق

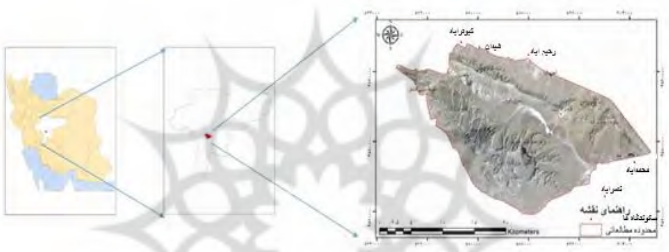
اکولوژی سیمای سرزمین علمی است که ارتباط الگوها و فرایندها را در سراسر مقیاس مکانی و زمانی مطالعه می‌کند و علمی بنیادی است که به مسائل اصلی در رابطه با وابستگی فرایندهای اکولوژیکی به تغییرات مکانی و زمانی می‌پردازد. طبق اصول، اکولوژی سیمای سرزمین سه ویژگی بارز ساختار، عملکرد و تغییر دارد. الگوهای ساختاری سیمای سرزمین از سه عنصر لکه، گذرگاه و بستر تشکیل شده است. این سه مفهوم کلی ابزاری را برای مقایسه و تفسیر سرزمین‌هایی با سیماهای بسیار متفاوت پدید می‌آورند. برای مطالعهٔ این عملکردها و تغییرات سیمای سرزمین توانایی کمی‌کردن این تغییرات لازم است که متریک‌های مختلفی از اکولوژی سیمای سرزمین برای این هدف ایجاد شد که در سال‌های اخیر برای توابع زیستگاه، توابع تنظیم و توابع اطلاعات سیمای سرزمین و تغییرات پوشش/ کاربری اراضی به‌کار رفته‌اند که بیشتر این مطالعات در رابطه با تغییرات پوشش/ کاربری اراضی بوده و کمترین استفاده مربوط به توابع اطلاعات بوده است. کاستیلو و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیقی با عنوان «بررسی تغییر پوشش جنگل با استفاده از تکنیک سنجش‌ازدور و معیارهای سیمای سرزمین در پارک طبیعی مونکایو[1] (اسپانیا)» با به‌کارگیری تکنیک سنجش‌ازدور، سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و شاخص‌های کمی اکولوژی سیمای سرزمین تغییرات مکانی و زمانی در پوشش جنگل در پارک طبیعی مونکایو (اسپانیا) را از سال ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۰ تجزیه‌وتحلیل کردند (Castillo, 2015, p.250). معیارهای سیمای سرزمین به‌دست‌آمده در سطح سیمای سرزمین نشان‌دهندهٔ افزایش ازهم‌گسیختگی و در نتیجه، افزایش تنوع فضایی سیمای سرزمین بود. زبردست و همکاران (۱۳۹۰) در پارک ملی گلستان، از متریک‌های اکولوژی سیمای سرزمین (NP, MPS, CA, TE, ED, MPE, MPAR, MNN, MSI, MPFD) برای کمی‌کردن تغییرات ساختاری در راستای تعیین آثار فضایی ناشی از این جاده به‌کارگرفتند. نتایج اندازه‌گیری متریک‌ها نشان‌دهندهٔ افزایش ازهم‌گسیختگی در پارک ملی گلستان است که در سطح سیمای سرزمین و طبقهٔ جنگل متراکم مشاهده‌شدنی است (زبردست و همکاران، ۱۳۹۰، ص۱۸).

1. Moncayo

روش تحقیق

منطقهٔ مورد مطالعه

پارک ملی و پناهگاه حیات وحش کلاه قاضی با مساحت ۵۱۰۰۰ هکتار در جنوب شرقی اصفهان و در مجاورت شهر جدید بهارستان در طول جغرافیایی ۵۷ ٤١ ٥٢° و ۹ ۸ ٥٢° و عرض جغرافیایی ۳۳ ۱۵ ۳۲° و ۲۰ ۲۸ ۳۲° قرار دارد. در داخل پارک ملی و پناهگاه حیات وحش کلاه قاضی منطقهٔ مسکونی دیده نمی‌شود، ولی در اطراف آن تعداد زیادی منطقهٔ مسکونی وجود دارد (شکل ۱).



شکل ۱. منطقهٔ مورد مطالعه (مأخذ: نگارندگان)

سخت‌افزارهای به‌کارگرفته‌شده در این تحقیق شامل یک دستگاه رایانه و موقعیت‌یاب جهانی (GPS) و نرم‌افزارها شامل EDRISI Selva 17 ، ERDAS IMAGINE 2014، ARC GIS 10/2 و FRAGSTATS است. تأثیر تغییرات گستردهٔ اقلیم کاربری‌ها روی گونه‌ها و با توجه به اینکه اطلاعات بزرگ‌مقیاس می‌توانند قدرت برنامه‌ریزی را بهبود بخشند، توجهات بر روی برنامه‌ریزی بزرگ‌مقیاس حفاظت افزایش یافته است (Olsoy et al., 2016, p.12). در این تحقیق از تصاویر ماهوارهٔ لندست برای بررسی تغییرات ساختاری و ازهم‌گسیختگی منطقه به‌کار گرفته شد. بدین منظور ابتدا از این تصاویر نقشهٔ پوشش/ کاربری منطقه استخراج شد. سپس، متریک‌های سیمای سرزمین برای بررسی تغییرات ساختاری در محیط نرم‌افزار FRAGSTATS برای سال‌های ۱۹۹۳، ۲۰۰۳ و ۲۰۱٤ اندازه‌گیری شد. با مقایسه و تفسیر این متریک‌ها نتایجی به‌دست آمد و طبق این نتایج پیشنهادهایی مطرح شد.

تهیهٔ نقشهٔ پوشش/ کاربری منطقه

آماده‌سازی تصاویر

برای بررسی یکپارچگی پارک ملی و پناهگاه حیات وحش کلاه قاضی ابتدا نقشهٔ پوشش/ کاربری منطقه تهیه شد. بدین منظور ابتدا تصاویر ماهواره‌ای مربوط به سال‌های ۱۹۹۳، ۲۰۰۳ و ۲۰۱٤ که به‌ترتیب مربوط به سنجنده‌های TM، ETM^{+} و OLI ماهوارهٔ لندست می‌باشند. در این تحقیق برای تصحیح هندسی تصاویر روش نقطه‌زنی در عرصه توسط دستگاه GPS به‌کار گرفته شد. بدین منظور، ابتدا توسط دستگاه GPS مختصات درست این نقاط برداشت شد و در نرم‌افزار ERDAS تصحیح هندسی تصویر ۲۰۱٤ انجام گرفت. به‌طوری که RMS خطای مربوط به تصحیح هندسی کمتر از ۰/۵ به‌دست آمد. برای تصحیح رادیومتریک و اتمسفری نیز روش تصحیح اتمسفری مطلق توسط مدل ATCOR در نرم‌افزار ERDAS به‌کار گرفته شد.

طبقه‌بندی تصاویر

اصولاً قبل از انجام‌دادن طبقه‌بندی بر روی هر تصویر ماهواره‌ای، باید یک الگوی طبقه‌بندی استاندارد مد نظر قرار گیرد تا واقعیت‌های مربوط به پوشش/ کاربری اراضی به‌درستی طراحی شود الگوی به‌کارگرفته‌شده در این تحقیق، طرح طبقه‌بندی اندرسون است که در مطالعات زیادی برای طبقه‌بندی تصاویر به‌کار گرفته شده است (جعفری و همکاران، ۱۳۹۱، ص۸۲). با توجه به این طرح الگوی به‌کارگرفته‌شده در این تحقیق شامل پنج طبقهٔ بایر (معدن سنگ در این پژوهش)، مرتع خیلی ضعیف، مرتع خوب، شهری و کشاورزی است. برای طبقه‌بندی پوشش گیاهی این منطقه شاخص پوشش گیاهی NDVI در نرم‌افزار EDRISI به‌کار گرفته شد. با توجه به تحقیق راهداری و همکاران (۱۳۹۲) و جباری (۱۳۹۰) به‌کارگیری این شاخص طیفی در تحقیقات مشابه مناسب نشان داده است. با این روش مراتع منطقه در دو طبقهٔ مرتع خیلی ضعیف و مرتع خوب طبقه‌بندی شد برای جداسازی مناطق بایر (معدن سنگ این پژوهش) نیز با توجه به اینکه در معادن سنگ هیچ‌گونه پوشش گیاهی نمی‌روید و به‌عنوان منطقهٔ بایر در نظر گرفته می‌شود (Anderson et al., 1976, p.83) مقادیر کمتر از صفر NDVI در فصل رشد به‌کار گرفته شد. برای استخراج

کاربری کشاورزی با توجه به اینکه معمولاً مراحل کاشت و برداشت در طول سال متغیر است، دو تصویر در هر سال به‌کار گرفته شده و به‌منظور خلاصه‌سازی لایه‌ها و تجمیع آن‌ها در چند باند تجزیهٔ مؤلفهٔ اصلی PCA به‌کار گرفته شد. پس از انجام‌دادن PCA تصویر حاصل توسط طبقه‌بندی نظارت‌نشده به کلاس‌های مختلف تقسیم شد و با توجه به شناخت از منطقهٔ کلاس‌های مربوط به کشاورزی استخراج شدند. طبقهٔ شهری در منطقه شامل یک شهرک صنعتی و چند جادهٔ آسفالت است که برای طبقه‌بندی شهرک صنعتی مانند طبقه‌بندی کاربری کشاورزی عمل شد ولی با توجه به اینکه جاده‌های منطقه با تصاویر ۳۰ متری لندست قابل طبقه‌بندی نیستند، ولی برای تأمین اهداف این تحقیق لازم می‌باشند، فایل وکتوری جاده‌های آسفالت منطقه (سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح) به تصویر رستری با پیکسل ۳۰ متری تبدیل و این گونه طبقه‌بندی شد. در نهایت، همهٔ پوشش/ کاربری‌های استخراج‌شده در یک فایل قرار گرفتند و بدین صورت نقشهٔ پوشش/ کاربری منطقه تهیه شد.

ارزیابی صحت طبقه‌بندی

در این تحقیق به‌منظور صحت نقشه‌ای که از تصاویر سال ۲۰۱٤ تولید شده است نقاط برداشت‌شده با GPS به‌کار گرفته شد. برای ارزیابی صحت نقشهٔ تهیه‌شده از تصاویر سال ۲۰۰۳ و تصاویر سال ۱۹۹۳، تفسیر چشمی تصاویر بارزسازی‌شدهٔ همان سال‌ها به‌کار گرفته شد.

بررسی ازهم‌گسیختگی پارک ملی و پناهگاه حیات وحش کلاه قاضی

در این گام متریک‌های مورد نظر برای بررسی ازهم‌گسیختگی منطقهٔ اندازه‌گیری شد، بدین منظور نقشهٔ کاربری‌های منطقه برای سال‌های ۱۹۹۳، ۲۰۰۳ و ۲۰۱٤ به نرم‌افزار FRAGSTATS منتقل شد و متریک‌های مورد نظر محاسبه شد و با هم مقایسه شدند.

معرفی متریک‌های به‌کارگرفته‌شده در تحقیق

در این تحقیق متریک‌های CA، CAP، TE، MSI، NP، MPS و MNN به‌منظور کمی‌سازی تغییرات ساختاری و ازهم‌گسیختگی منطقه به‌کار گرفته شد (جدول ۱).

جدول ۱. متریک‌های اکولوژی سیمای سرزمین در تحقیق حاضر

متریک‌ها	روش محاسبه	دامنهٔ تغییر
مساحت کلاس	$CA = \sum_{j=1}^{n} a_{ij}\left(\frac{1}{10000}\right)$	CA > ۰
درصد مساحت کلاس	$CAP = Pi = \frac{\sum_{j=1}^{n} a_{ij}}{A}(100)$	۰ < CAP ≤ ۱۰۰
تعداد لکه	$NP=n_i$	NP ≥ ۱
کل لبه	$TE = \sum_{k=1}^{m} e_{ik}$	TE ≥ ۰
میانگین شاخص شکل		MSI ≥ 1
میانگین فاصلهٔ نزدیکترین همسایه		MNN > ۰
متوسط اندازهٔ لکه		MPS > ۰

منبع: Jaeger et al., 2008, p.748; McGarigal & Marks. 1995, p.450

متغیرهای فرمول‌های جدول ۱ نشان‌دهندهٔ موارد زیر است:

A: مساحت کل لکه‌ها، a_{ij}: مساحت لکهٔ مورد نظر، e_{ik}: طول لبهٔ بین لکه‌های i و k، h_{ij}: فاصله از نزدیکترین لکهٔ هم‌نوع در سیمای سرزمین، N: تعداد لکه‌ها، n_i: تعداد لکه i، p_{ij}: محیط لکهٔ مورد نظر.

یافته‌های تحقیق

استخراج نقشه‌های پوشش/ کاربری منطقه

پس از انجام‌دادن پیش‌پردازش، تصاویر سال‌های ۱۹۹۳، ۲۰۰۳ و ۲۰۱٤ طبقه‌بندی، و نقشه‌های پوشش و کاربری منطقه آماده شد (شکل ۲، ۳ و ٤) و مورد ارزیابی صحت قرار گرفت که نتایج ارزیابی صحت این نقشه‌ها نشان می‌دهد صحت کلی برای سال ۲۰۱٤، ۸۷٫٦۵، سال ۲۰۰۳، ۸۹٫۵۲

و برای سال ۱۹۹۳، ۸۹٫۰۰ درصد و ضریب کاپا به‌ترتیب ۰٫۸٤٥، ۰٫۸٦۸ و ۰٫۸٦۲ است که مبین همخوانی نقشهٔ تولیدشده با واقعیت زمینی است. نتایج اندازه‌گیری مساحت کاربری‌ها نشان می‌دهد بیشترین مساحت کاربری در هر سه سال مربوط به مرتع خوب است که از سال ۱۹۹۳ تا سال ۲۰۰۳ افزایش یافته است و این روند ادامه داشته تا در سال ۲۰۱٤ به ۳۹٤٦۸٫٥۱ هکتار رسیده است. کاربری شهری، معدن و مرتع خیلی ضعیف نیز همین روند را داشته‌اند و از سال ۱۹۹۳ تا سال ۲۰۱٤ افزایش یافته است، اما کشاورزی از سال ۱۹۹۳ تا ۲۰۰۳ افت کمی داشته است، اما دوباره تا سال ۲۰۱٤ افزایش زیادی داشته است (جدول ۲). درصد تغییرات کاربری‌ها نیز نشان‌دهندهٔ کاهش کاربری کشاورزی و مرتع خیلی ضعیف و افزایش کاربری مرتع خوب و معدن و شهری از سال ۱۹۹۳ تا سال ۲۰۰۳ بوده است که بیشترین درصد افزایش مربوط به کاربری معدن و بیشترین درصد کاهش مربوط به مرتع خیلی ضعیف بوده است (شکل ٥). اما از سال ۲۰۰۳ تا سال ۲۰۱٤ همهٔ کاربری‌ها به‌جز مرتع خیلی ضعیف افزایش پیدا کرده‌اند که بیشترین نرخ افزایش مربوط به کاربری کشاورزی بوده است (شکل ٦). به‌طور کلی از سال ۱۹۹۳ تا سال ۲۰۱٤ همهٔ کاربری‌ها افزایش یافته است، به‌جز مرتع خیلی ضعیف که بیشترین نرخ را کشاورزی به خود اختصاص داده است و بعد از آن به‌ترتیب، کاربری‌های معدن، مرتع خوب و شهری روندی افزایشی را نشان می‌دهند (شکل ۷).

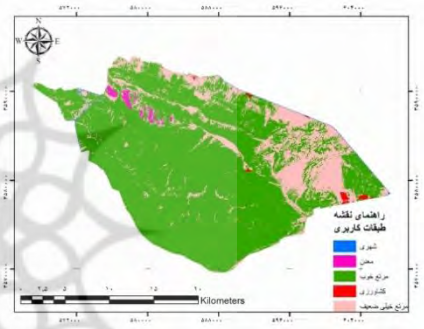
جدول ۲. تغییرات مساحت کاربری‌های منطقه از سال ۱۹۹۳ تا سال ۲۰۱٤

کاربری	۱۹۹۳	۲۰۰۳	۲۰۱٤	درصد کاربری‌ها در سال ۱۹۹۳	درصد کاربری‌ها در سال ۲۰۰۳	درصد کاربری‌ها در سال ۲۰۱٤
شهری	۱٦۳٫۱۷	۱۷٥٫۱٤	۱۸۱٫۹۸	۰٫۳۲	۰٫۳٤	۰٫۳٦
معدن	۲٦٤٫۷۸	۳۳۳٫٦۳	۳۸۸٫٦۲	۰٫٥۲	۰٫٦٥	۰٫۷٦
مرتع خوب	۳٤۳۰۱٫٥۲	۳۸۸۹۰٫٥۳	۳۹٤٦۸٫٥۱	٦۷٫۱۹	۷٦٫۱۷	۷۷٫۳۱
کشاورزی	۹۰٫۰۹	۷۳٫۸۹	۲۰۳٫٤۹	۰٫۱۸	۰٫۱٥	۰٫٤۰
مرتع خیلی ضعیف	۱٦۲۳۰٫٥۱	۱۱٥۷۷٫۲٤	۱۰۸۱۲٫٦۹	۳۱٫۷۹	۲۲٫٦۸	۲۱٫۱۸

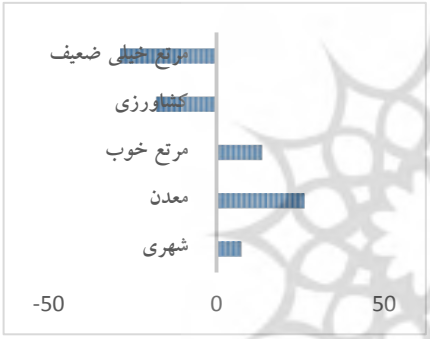
منبع: مطالعات نگارندگان

شکل ۲. نقشهٔ طبقات کاربری سال ۱۹۹۳
(ماخذ: نگارندگان)

شکل ۳. نقشهٔ طبقات کاربری سال ۲۰۰۳
(ماخذ: نگارندگان)

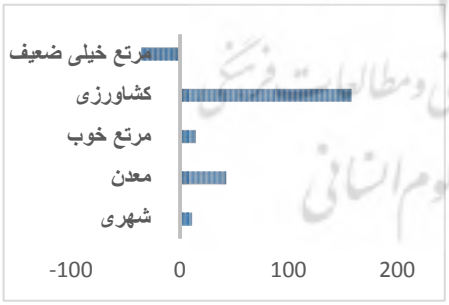


شکل ٤. نقشهٔ طبقات کاربری سال ۲۰۱٤
(ماخذ: نگارندگان)



شکل ۵. نمودار درصد تغییرات کاربری‌های منطقه از سال ۱۹۹۳ تا ۲۰۰۳ (ماخذ: نگارندگان)

شکل ۶. نمودار درصد تغییرات کاربری‌های منطقه از سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۱٤ (ماخذ: نگارندگان)



شکل ۷. نمودار درصد تغییرات کاربری‌های منطقه از سال ۱۹۹۳ تا سال ۲۰۱٤ (ماخذ: نگارندگان)

تجزیه‌وتحلیل متریک‌های سیمای سرزمین

تجزیه‌وتحلیل این متریک‌ها اطلاعاتی کمی از ساختار و ازهم‌گسیختگی سیمای سرزمین منطقهٔ مورد مطالعه فراهم می‌کند (Scariot et al., 2015, p.57). روند تغییرات این متریک‌ها در سطح کلاس برای کاربری مرتع خوب که نشان‌دهندهٔ ساختار مناسب منطقه است مبنای مقایسهٔ بین سیماهای سرزمین منطقه در سال‌های مورد مطالعه قرار گرفت که نتایج آن در جدول ۳ بیان شده است.

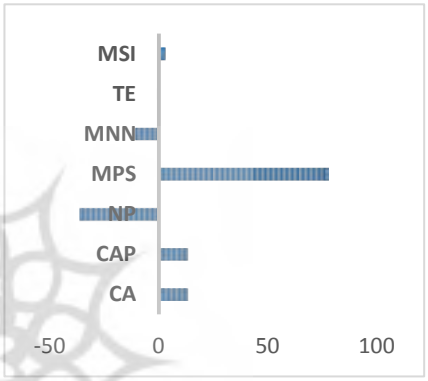
جدول ۳. تغییرات متریک‌های سیمای سرزمین از سال ۱۹۹۳ تا سال ۲۰۱٤ در منطقه

نام متریک	۱۹۹۳	۲۰۰۳	۲۰۱٤	درصد تغییرات ۲۰۰۳-۱۹۹۳	درصد تغییرات ۲۰۱٤-۲۰۰۳	درصد تغییرات ۲۰۱٤-۱۹۹۳
CA	۳٤۳۰۱٫۵۲	۳۸۸۹۰٫۵۳	۳۹٤٦۸٫۵۱	۱۳٫۳۸	۱٫٤۸٦	۱٤٫۸۷
CAP	٦۷٫۱۹	۷٦٫۱۷	۷۷٫۳۱	۱۳٫۳۸	۱٫٤۸٦	۱٤٫۸۷
NP	۵۱۷۵	۳۲۹۷	۱٤۵۰	-۳٦٫۲۹	-۵٦٫۰۲	-۹۲٫۳۱
MPS	٦٫٦۳	۱۱٫۸۰	۲۷٫۲۲	۷۷٫۹۸	۱۳۰٫٦۸	۲۰۸٫٦٦
MNN	٤۰٫۱۲	۳۵٫۸۵	٤۷٫۵۱	-۱۰٫٦٤	۳۲٫۵۲	۲۱٫۸۸
TE	۵۳۱٤۳۲۰	۵۲۹۲۰۰۰	۲۵۸۸۳٤۰	-۰٫٤۲	-۵۱٫۰۹	-۵۱٫۵۱
MSI	۱٫۲۵	۱٫۲۹	۱٫۲٦	۳٫۲	-۲٫۳۲۵	۰٫۸۷۵

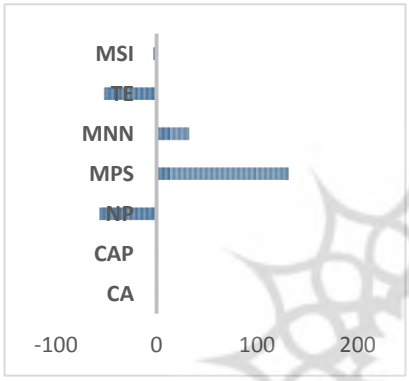
منبع: مطالعات نگارندگان

همان‌طور که در جدول ۳ و شکل ۸ مشخص است، مهم‌ترین متریک‌های افزایش‌یافته در مورد طبقهٔ مرتع خوب از سال ۱۹۹۳ تا سال ۲۰۰۳، متریک MPS ، CA و CAP است، که افزایش این متریک‌ها نشان‌دهندهٔ اتصال لکه‌های کوچک و بزرگ‌شدن اندازهٔ لکه‌ها و یکپارچگی بیشتر است. از مهم‌ترین متریک‌های کاهش‌یافته نیز می‌توان به NP و MNN اشاره کرد که نشان‌دهندهٔ کمترشدن و نزدیک‌ترشدن لکه‌های طبقهٔ مرتع است که خود مبین کاهش ازهم‌گسیختگی در منطقه است. از سال ۲۰۰۳ تا سال ۲۰۱٤ مهم‌ترین متریک‌های افزایش‌یافته طبق جدول ۳ و شکل ۹، مربوط به MPS و MNN است. این به‌معنای افزایش اندازهٔ لکه‌ها (ازهم‌گسیختگی کمتر) و افزایش فاصلهٔ لکه‌ها و کاهش ارتباط آن‌ها (ازهم‌گسیختگی بیشتر) است. متریک‌های مهم کاهش‌یافته نیز NP و

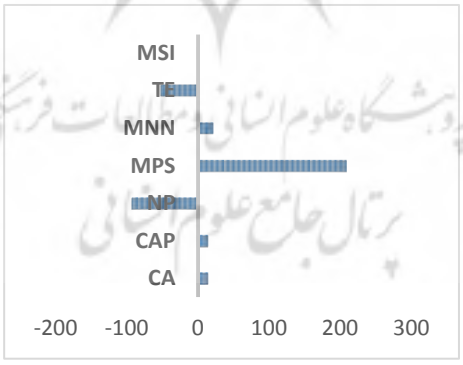
TE بوده که نشان‌دهندهٔ یکپارچه‌ترشدن لکه‌ها و کاهش نواحی مرزی است که هردو نشان‌دهندهٔ کاهش ازهم‌گسیختگی در طبقهٔ مرتع هستند. به‌طور کلی نیز از سال ۱۹۹۳ تا سال ۲۰۱٤ متریک MPS، MNN، CA و CAP افزایش یافته که نشان‌دهندهٔ افزایش طبقهٔ مرتع در لکه‌های بزرگتر و دورتر ازهم است. متریک NP و TE نیز کاهش یافته که نشان‌دهندهٔ کاهش ازهم‌گسیختگی در منطقه است (شکل ۱۰).



شکل ۸. نمودار درصد تغییرات متریک‌ها برای مرتع خوب در کل منطقه از سال ۱۹۹۳ تا ۲۰۰۳ (ماخذ: نگارندگان)



شکل ۹. نمودار درصد تغییرات متریک‌ها برای مرتع خوب در کل منطقه از سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۱٤ (ماخذ: نگارندگان)



شکل ۱۰. نمودار درصد تغییرات متریک‌های مرتع خوب در کل منطقه از سال ۱۹۹۳ تا ۲۰۱٤ (ماخذ: نگارندگان)

بحث و نتیجه

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد داده‌های سنجش‌ازدور مانند داده‌های ماهوارهٔ لندست برای استخراج انواع نقشه‌های کاربری و پوشش اراضی، و پایش تغییرات از توانایی لازم برخوردارند. این یافته‌ها همچنین، نشان می‌دهد می‌توان داده‌های سنجش از دوری را در علم اکولوژی سیمای سرزمین به‌کار برد. با توجه به اینکه این داده‌ها اقتصادی و دقیق‌اند، داده‌های سنجش از دوری می‌توانند نقش مفیدی در پایش تغییرات و استفاده در رهیافت اکولوژی سیمای سرزمین برای بهبود برنامه‌ریزی و مدیریت مناطق حفاظت‌شده داشته باشند که مطالعهٔ گروم و همکاران (۲۰۰۶) این نتیجه را تأیید می‌کند. در این تحقیق متریک‌های CA، CAP، TE، MSI، NP، MPS و MNN به‌منظور کمی‌سازی تغییرات ساختاری و ازهم‌گسیختگی منطقه به‌کار گرفته شد (جدول ۱). نتایج این تحقیق حاکی از افزایش متریک‌های مساحت و درصد مرتع خوب طی سال‌های ۱۹۹۳ تا ۲۰۰۳ است. همچنین، تعداد لکه‌های مرتع خوب کاهش یافته و بزرگتر شده‌اند، در حالی که میزان لبه در آن‌ها کاهش داشته و فاصلهٔ آن‌ها نیز نزدیک‌تر شده است. بنابراین، می‌توان اشاره کرد کارکرد رویشگاهی و زیستگاهی در منطقهٔ مورد مطالعه حفظ شده و یکپارچگی زیستگاه بهبود یافته است. بر مبنای اصول بوم‌شناختی سیمای سرزمین، هر چه تعداد لکه‌های اکوسیستم بیشتر باشد، آن اکوسیستم در معرض آسیب‌پذیری بیشتری است (McGarigal & Marks, 1995, p.455). مهم‌ترین اثر حفظ یکپارچگی مرتع خوب در ارتباط با کارکرد رویشگاهی در تقویت زادآوری و تکثیر گونه‌های مرتعی با کیفیت علوفه و ارزش غذایی بالا و در ارتباط با کارکرد زیستگاهی در تأمین نیاز غذایی علفخواران منطقه از جمله قوچ و میش و آهوی ایرانی، و تضمین بقای گونه‌های وابسته به علفخواران است. در تأیید موضوع یادشده، اسپنسر و همکاران (۲۰۱۷) مطالعه‌ای روی ازهم‌گسیختگی مراتع و ارتباط آن با جمعیت مرغ دشتی در کانزاس ایالات متحده انجام دادند که نتایج اصلی آن کاهش ۸٤ درصدی جمعیت مرغ دشتی متناسب با افزایش ازهم‌گسیختگی مراتع بومی به‌عنوان زیستگاه اصلی گونه هدف تعیین شده است. از دلایل افزایش یکپارچگی طی سال‌های مورد مطالعه می‌توان به ارتقای منطقه به پارک ملی که از درجهٔ حفاظتی بالاتری

برخوردار است. همچنین، جلوگیری از ورود دام به داخل منطقه اشاره کرد. با توجه به ارتقای منطقه به پارک ملی به‌تبع حفاظت از منطقه با افزایش تعداد محیط‌بانی‌ها و محیط‌بانان و تدابیر مدیریتی مؤثر بیشتر انجام می‌گیرد و حفاظت از منطقه بهبود می‌یابد. تحقیق اسکوکانووا و اریمیاسووا (۲۰۱۳)، و اسکاریوت و همکاران (۲۰۱۵) نیز نشان می‌دهد حفاظت باعث افزایش یکپارچگی و در نتیجه کارکرد مؤثرتر رویشگاهی و زیستگاهی می‌شود. از سال ۲۰۰۳ تا سال ۲۰۱٤ طرح مدیریت پارک تکمیل شده و زون‌بندی‌های منطقه انجام گرفته است. این امر باید باعث بهبود منطقه از لحاظ مرتع خوب شود که اندازه‌گیری متریک‌ها نشان می‌دهد مساحت و درصد مرتع خوب افزایش داشته است، تعداد لکه‌ها کمتر و اندازهٔ آن‌ها بزرگتر شده، مقدار لبه و مرز مرتع خوب نیز کمتر شده است. بنابراین، وضعیت یکپارچگی مرتع خوب بهبود یافته است. با توجه به اصول اکولوژی سیمای سرزمین از نظر تعداد و اندازهٔ لکه، تجمیع لکه‌های کوچک به لکه‌های بزرگ می‌تواند باعث بهبود کیفیت کارکرد زیستگاه داخلی شود که موجب افزایش جمعیت گونه‌ها، کاهش احتمال انقراض و دستیابی به کارکرد مؤثر زیستگاهی می‌شود. با توجه به این نکته پارک ملی و پناهگاه حیات وحش کلاه قاضی طی سال‌های ۱۹۹۳ تا ۲۰۱٤ از نظر یکپارچگی و دستیابی به اهداف مدیریت حفاظتی سرزمین ارتقا یافته است.

کاهش متریک MNN نشان می‌دهد لکه‌های مرتع خوب از سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۱٤ از یکدیگر دور شده‌اند که نشان‌دهندهٔ کاهش جاپاها و گذرگاه‌ها در منطقه است که می‌تواند مشکلات زیادی برای حیات وحش منطقه ایجاد کند. وجود تشابه ساختاری و پوشش گیاهی میان گذرگاه‌ها و لکه‌ها باعث حرکت بهتر گونه‌ها می‌شود. در بسیاری از موارد، تشابه در ساختار، تنها عامل تسهیل‌کنندهٔ برای حرکت گونه‌های داخلی در میان لکه‌های بزرگ است و یک ردیف جاپا (لکه‌های کوچک و پراکنده) در جای فاقد گذرگاه، می‌تواند نقش ارتباطی متوسطی داشته باشد. وجود چنین لکه‌های ارتباطی حرکت گونه‌ها را میان لکه‌های بزرگ به‌طور نسبی تسهیل می‌کند. کاهش ارتباط بین لکه‌ها می‌تواند به‌دلیل افزایش چشم‌گیر کاربری کشاورزی، معدن و شهری در منطقه باشد و با توجه به اینکه این کاربری‌ها به شکل پیوسته تحت تأثیر فعالیت‌های روزمرهٔ انسان است، وجود موانع جداساز جمعیت گونه‌ها، سبب تقسیم مجدد جمعیت گونه‌های ساکن و جمعیت‌های

حدواسط می‌شود. این امر نشان می‌دهد حفاظت و مدیریت سرزمین در منطقه برای سال‌های آینده به گونه‌ای باید اعمال شود که لکه‌های مرتع خوب به یکدیگر نزدیک شوند و جاپاها و گذرگاه‌هایی برای عبور حیات وحش بین لکه‌های بزرگ زیستگاهی ایجاد شود.

متریک‌های سیمای سرزمین در طی ۲۰ سال اخیر به‌خوبی نشان می‌دهد ارتقای منطقه به پارک ملی (حفاظت بیشتر) و عدم حضور دام در منطقه، باعث افزایش یکپارچگی سرزمین و ارتقای کارکردهای رویشگاهی و زیستگاهی منطقه شده است. کاربری‌های ناسازگار سرزمین در منطقهٔ مورد مطالعه از جمله کشاورزی، معدن و شهری باعث افزایش فاصلهٔ بین لکه‌ها و عدم ارتباط بین زیستگاه‌ها در ساختار سیمای سرزمین شده است. تجزیه‌وتحلیل اتصال لکه‌ها در سیمای سرزمین ابزار عمده‌ای در حمایت از تنوع زیستی است (Pierik et al., 2016, p.817) و حفظ اتصال سیمای سرزمین یکی از تأثیرگذارترین راه‌ها برای کاهش ازهم‌گسیختگی و مشکلات کاهش تنوع زیستی است (Qi et al., 2017, p.70) که با توجه به اهمیت اتصال در لکه‌های سرزمین می‌توان در مطالعات آتی گذرگاه‌هایی اکولوژیکی برای اتصال لکه‌های دورازهم طراحی کرد.

پیشنهادها

پیشنهاد می‌شود در مدیریت منطقه ساماندهی و مدیریت کاربری‌های ناسازگار در اولویت سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی سرزمین قرار گیرد. با توجه به اینکه ویژگی‌های تنوع زیستی را می‌توان با ناهمگونی سیمای سرزمین مرتبط دانست (با افزایش پیچیدگی سیمای سرزمین تنوع زیستی افزایش می‌یابد)، شاخص تنوع زیستی می‌تواند ابزاری مفید برای ارزیابی وضعیت تنوع زیستی در یک سیمای سرزمین ناهمگون باشد (Valerio et al., 2016, p.633) که پیشنهاد می‌شود این شاخص برای اندازه‌گیری تنوع زیستی منطقه به‌کار گرفته شود.

منابع و مآخذ

۱. جباری، سمیه، خواجه‌الدین، سید جمال‌الدین، سلطانی، سعید، و جعفری، رضا (۱۳۹۰). تعیین درصد پوشش گیاهی مراتع با استفاده از سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعهٔ موردی سمیرم اصفهان). *همایش ملی ژئوماتیک*، تهران، سازمان نقشه برداری کشور، اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۰.

۲. جعفری، شیرکو، علیزاده، افشین، و دانه‌کار، افشین (۱۳۹۱). *بررسی کاربرد سنجه‌های سیمای سرزمین در بررسی روند تغییرات کاربری اراضی و اثر آن بر مناطق حفاظت‌شده (مطالعهٔ موردی: مجموعهٔ مناطق حفاظت‌شدهٔ جاجرود و ورجین)*. پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، *دانشگاه تهران- پردیس کشاورزی و منابع طبیعی گروه محیط زیست*.

۳. 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*، دورهٔ ۱۵، شمارهٔ ۲۳، صفحات ٥٤-٤٣.

٤. زبردست، لعبت، یاوری، احمدرضا، صالحی، اسماعیل، و مخدوم، مجید (۱۳۹۰). بررسی تغییرات ساختاری ناشی از جاده در پارک ملی گلستان در فاصلهٔ سال‌های ١٣٦٦ تا ١٣٨٩ با استفاده از متریک‌های اکولوژی سیمای سرزمین. *پژوهش‌های محیط زیست*، سال ۲، شمارهٔ ٤، صفحات ۲۰-۱۱.

5. Anderson J. R., Hardy E. E., Roach J. T., & Witmer R. E. (1976). *Lands cover classification system for use with remote sensor data*. USA: United States Government Printing Office, USGS press.
6. 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.
7. Groom, G., Mucher, C. A., Ihse, M., & Wrbka, T. (2006). Remote Sensing in landscape ecology: experiences and perspectives in a European context. *Landscape Ecology*, 21, 391-408.

8. Jaeger, J., Bertiller, R., Schwick, C., Muller, K., Steinmeier, C., Ewald, K., & Ghazoul, J. (2008). Implementing landscape fragmentation as an indicator in the Swiss Monitoring System of Sustainable Development (MONET), *Environmental Management*, 88, 737-751
9. Leitao, B., Andre, M., & Ahren, J. (2002) .Applying landscape ecological concepts and metrics in sustainable landscape planning, *Landscape and Urban Planning*, 59, 65-93.
10. McGarigal, K., & Marks B. J. (1995). *FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure. Forest Science Department*. Corvallis: Oregon State University.
11. Nkeki, N. F. (2016). Spatio-temporal analysis of land use transition and urban growth characterization in Benin metropolitan region, Nigeria. *Remote sensing Applicatians: Society and Environment*, 4, 119-137.
12. Olsoy, J. P., Zeller,. A. K., Hicke, A. J., Quigley, B. H., Rabinowitz, R. A., & Thornton., H. D. (2016). Quantifying the effects of deforestation and fragmentation on a range-wide conservation plan for jaguars. *Biological Conservation*, 203, 8-16.
13. Paola, M., Cafarelli, B., Boccaccio, L., Leronni, V., Labadessa, R., Kosmidou, V., & Nagendra H. (2013). Using landscape structure to develop quantitative baselines for protected area monitoring. *Ecological Indicators*, 33, 82-95.
14. Pierik, E. M., DellAcqua, M., Confalonieri, R., Bocchi, S., & Gomarasca, S. (2016). Designing ecological corridors in a fragmented landscape: A fuzzy approach to circuit connectivity analysis. *Ecological Indicators*, 67, 807-820.
15. Qi, K., Fan, Z., Ng, N. C., Wang, X., & Xie, X. (2017). Functional analysis of landscape connectivity at the landscape, component, and patch levels: A case study of Minqing County, Fuzhou City, China. *Applied Geography*, 80, 64-77.
16. 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 & Conservação*, 13, 54-59.
17. Skokanová, H., & Eremlásová, R. (2013). Landscape functionality in protected and unprotected areas: case studies from the Czech Republic. *Ecological Informatics*, 14, 71-74.
18. 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.
19. Townsend, P. A., Lookingbill, T. R., Kingdon, C. C., & Gardner, R. H. (2009). Spatial pattern analysis for monitoring protected area. *Remote Sensing of Environment*, 113, 1410-1420.
20. Valerio, F., Basile, M., Balestrieri, R., Posillico, M., Donato, D. S., Altea, T., & Matteucci, G. (2016). The reliability of a composite biodiversity indicator in predicting birdspecies richness at different spatial scales. *Ecological Indicator*, 71, 627-635.