

تلفیق وضعیت ارتباطی سیمای سرزمین و آرایش فضایی لکه‌های زیستگاهی در قالب شاخص زیستگاه قابل استفاده

* محمد پناهنده

استادیار پژوهشکده محیط زیست جهاد دانشگاهی، گیلان، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۱/۲۸ تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۰۴/۲۸)

چکیده

تخریب زیستگاه‌ها یکی از عوامل اصلی نابودی زیستگاه‌ها است، بنابر این بازسازی آنها مهمترین اولویت مدیریت در این مناطق می‌باشد. از نظر فیزیکی، زیستگاه مجموعه لکه‌های مطلوبی هستند که موجود زنده از طریق جابه‌جایی به آنها دسترسی داشته باشد. بنابر این کمیت لکه‌های زیستگاهی و امکان برقراری ارتباط بین آنها شاخص‌های مهم زیستگاه‌ها هستند. بر اساس نظریه فراجمعیت، کاهش امکان جابه‌جایی بین لکه‌های زیستگاهی می‌تواند باعث انقراض‌های محلی گونه‌های جانوری شود. هدف از این مطالعه معرفی شاخصی کاربردی از طریق تلفیق دو مولفه اصلی وضعیت ارتباطی و آرایش فضایی لکه‌ها تحت عنوان زیستگاه قابل استفاده می‌باشد. این شاخص می‌تواند در پایش تغییرات زیستگاه‌ها مورد استفاده قرار گیرد. ابزارها و رویکردهای مورد استفاده در این تحقیق عبارتند از: سطوح تناسب و مقاومت زیستگاهی، شبکه ارتباطی بین لکه‌ها بر اساس رویکرد گراف و روش مسیر حداقل هزینه. نتایج تحقیق انجام شده در منطقه حفاظت شده جواهردشت تصویر روشنی از تغییرات زیستگاه قابل استفاده در طی سال‌های مورد بررسی ارایه داد که بیانگر کاهش حداقل ۵۲ درصدی شاخص زیستگاه قابل استفاده می‌باشد. این شاخص پتانسیل بالایی در رتبه‌بندی مناطق حفاظت شده در سطح منطقه و کشور و شناسایی لکه‌های راهبردی و احیایی در داخل مناطق حفاظت شده و همچنین تعریف شبکه‌های زیستگاهی و مناطق حفاظت شده جدید دارد. این اطلاعات می‌تواند در مدیریت و بازطراحی این مناطق در کشور مورد استفاده قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها: وضعیت ارتباطی، اکولوژی سیمای سرزمین، مسیر بل حداقل هزینه، منطقه حفاظت شده، جواهر دشت

سرآغاز

زیستگاه محدوده فضایی است که موجود زنده با جابه‌جایی در گستره آن نیازهای زیستی مختلف خود را تامین می‌کند (Majka et al., 2007). طبق این تعریف علاوه بر این که ویژگی‌های فیزیکی و فضایی لکه‌های زیستگاهی باید متناسب با نیازهای زیستی موجود زنده باشد بلکه زمینه و یا بستر قرارگیری این لکه‌ها نیز می‌باید امکان برقراری ارتباط بین لکه‌های زیستگاهی را فراهم آورد (Beier et al., 2008). به عبارت دیگر می‌توان گفت که مجموعه لکه‌های زیستگاهی دارای ارتباط، وسعت محدوده زیستگاهی موجود زنده را رقم می‌زند (Saura et al., 2011).

بر اساس اکولوژی سیمای سرزمین، سه عنصر اساسی سیمای سرزمین شامل لکه‌های زیستگاهی، زمینه قرارگیری لکه‌ها یا ماتریس و وضعیت ارتباطی^(۱) بین لکه‌ها می‌باشند. در میان این عناصر، وضعیت نفوذپذیری^(۲) ماتریس و یا پتانسیل آن در برقراری ارتباط از اهمیت زیادی برخوردار است (Cowley et al., 2015). در سرزمین‌های ازهم گسیخته، تغییر آرایش فضایی لکه‌های زیستگاهی با توجه به کیفیت نفوذپذیری ماتریس سیمای سرزمین دارای پیامدهای مختلفی خواهد بود. در زیستگاه از هم گسیخته‌ای که ماتریس قرارگیری لکه‌های زیستگاهی نسبت به جابه‌جایی موجود زنده مقاوم باشد، محدوده زیستگاهی قابل دسترس موجود زنده^(۳) به دلیل عدم وجود ارتباط بین لکه‌های پراکنده و دور افتاده، کاهش خواهد یافت. در مقابل اگر ماتریس سیمای سرزمین نسبت به جابه‌جایی موجود زنده نفوذپذیر باشد، بر اساس میزان ارتباط بین این لکه‌ها، وسعت محدوده زیستگاهی قابل استفاده و در دسترس موجود زنده افزایش خواهد یافت (Pflüger et al., 2014).

توان ارتباطی سیمای سرزمین بیانگر میزان مقاومت و یا تسهیل‌گری سیمای سرزمین در برابر جابه‌جایی موجود زنده بوده و دارای دو جنبه ساختاری^(۴) و عملکردی^(۵) می‌باشد (Taylor, 1993). از جنبه ساختاری، الگوهای سیمای سرزمین بدون در نظر گرفتن موجود زنده و یا واحد اکولوژیک مرجع تجزیه و تحلیل می‌شود و تمرکز اصلی بر دوری و نزدیکی و یا همجواری لکه‌های زیستگاهی است. اما در جهان واقعی چگونگی درک موجود زنده از عناصر سیمای سرزمین بسیار تعیین‌کننده بوده و بدین سبب از جنبه عملکردی، نه تنها همجواری و دوری و نزدیکی لکه‌ها با اهمیت بوده بلکه کیفیت ماتریس قرارگیری لکه‌ها و پتانسیل

ارتباطی آن بسیار با اهمیت تر می‌باشد. با توجه به این موضوع، چه بسا لکه‌هایی که در فاصله بسیار کمی از هم قرار دارند، اما به دلیل ناتوانی موجود زنده برای جابه‌جایی در ماتریس، عملاً قابل استفاده برای موجود زنده نمی‌باشند (Auffret et al., 2015). نابودی و گسیختگی زیستگاهی باتحت الشعاع قرار دادن وضعیت ارتباطی زیستگاه‌ها بر میزان نفوذپذیری آنها از طریق دگرگونی ارتباطات ساختاری و عملکردی تاثیر منفی گذاشته و بر اساس نظریه فراجمعیت از طریق کاهش پتانسیل جابه‌جایی بین جمعیت‌ها سبب نابودی تنوع زیستی در سطوح وسیع تر می‌شود. در افق زمانی طولانی تر کاهش توان برقراری ارتباط و جابه‌جایی دارای اثرات منفی بر پایداری جمعیت‌ها از طریق زوال تنوع ژنتیکی و افزایش احتمال انقراض گونه‌ها بر اثر تغییرات اقلیمی می‌باشد (پناهنده و همکاران، ۱۳۹۷).

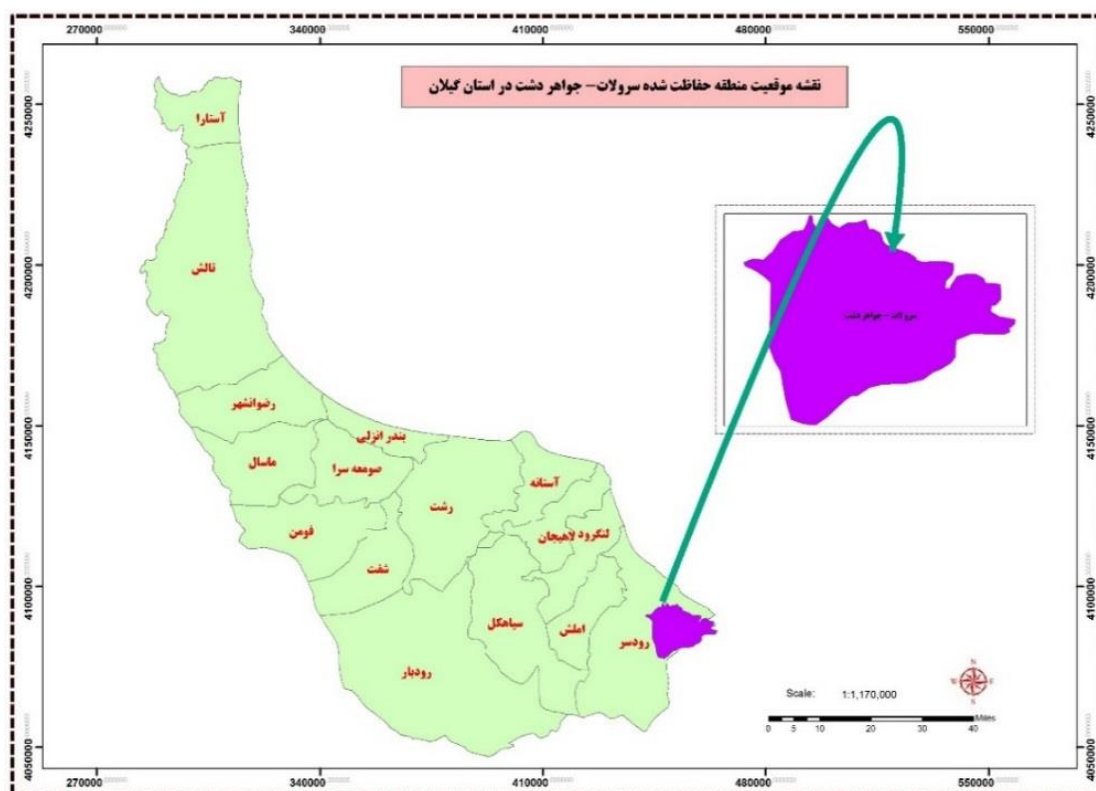
اهمیت نقش ماتریس و ارتباط بین لکه‌ای و توسعه شبکه‌های ارتباطی اکولوژیک و طراحی کریدورهای و مسیرهای ارتباطی بطور فزاینده‌ای نظر اکولوژیست‌ها و محققین را به خود جلب نموده است. نتایج این تحقیقات در انتشارات متعددی ارایه شده است. در مطالعه‌ای تحت عنوان طراحی کریدورهای حیات وحش با استفاده از GIS (Majka et al., 2007) مولفه‌های تغذیه، آب، پوشش‌های اختفا و استتار مورد استفاده قرار گرفتند. از دیگر مطالعات می‌توان به مقاله‌هایی تحت عناوین ضرورت ملاحظه همزمان کیفیت ماتریس و شرایط محیط‌زیست محلی هنگام تجزیه و تحلیل پیامدها بر انتشار و جابه‌جایی موثر (Plüger & Ballkenhol, 2014) و ارزیابی ماتریس‌های متفاوت و روش‌های اندازه‌گیری وضعیت ارتباطی برارزیابی شبکه ارتباطی زیستگاهی (Ziolkowska et al., 2014) اشاره نمود. محور مشترک تمامی این مطالعات، تاکید بر اهمیت مدلسازی وضعیت ارتباطی بر اساس سطوح تناسب و مقاومت زیستگاهی است.

در کشور در ارتباط با کیفیت زیستگاه مرال، بررسی‌های محدودی صورت گرفته است. از جمله کارهای انجام شده می‌توان به کار عموزاد مهدیرجی (۱۳۸۱) در قالب رساله دکتری اشاره کرد که به بررسی زیستایی مرال در منطقه حفاظت شده شده البرز مرکزی شمالی و پناهگاه حیات وحش دودانگه و چهار دانگه در استان مازندران پرداخت.

در تحقیقی تحت عنوان «مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه مرال به روش تحلیل آشیان بوم‌شناختی در منطقه حفاظت شده جهان‌نما»

(پرویان و همکاران، ۱۳۹۱) از ۸ متغیر محیطی به عنوان عوامل مستقل برای تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه مرال استفاده شد. در ارتباط با مسیر ها و دالان‌های ارتباطی نیز می‌توان به مطالعه‌ای تحت عنوان «مکان یابی محل احداث گذرگاه پلنگ در پارک ملی گلستان» (عرفانیان و همکاران، ۱۳۹۴) اشاره کرد. در این بررسی از روش تحلیل کمترین هزینه در مدل سازی گذرگاه بین لکه‌های زیستگاهی استفاده شد. همچنین در تحقیقی تحت عنوان «استفاده از تئوری مدار الکتریکی جهت شناسایی کریدورهای مهاجرتی بین پناهگاه‌های حیات وحش موته و قمشلو در استان اصفهان» (ملکوتی خواه و همکاران، ۱۳۹۲) بر مبنای نظر خبرگان و مرور منابع، عوامل ارتفاع، شیب، اصله تا جاده، پوشش گیاهی و کاربری اراضی برای تهیه نقشه‌های تناسب و مقاومت زیستگاهی استفاده شد. با توجه به نکات اشاره شده، تعریف شاخصی که قادر باشد در سیماهای از هم گسیخته بر اساس میزان لکه‌های زیستگاهی و کیفیت نفوذپذیری سیمای سرزمین، زیستگاه قابل دسترس موجود زنده را در مقاطع زمانی مختلف برآورد نماید بسیار مفید می‌باشد. چنین شاخصی می‌تواند در زمینه پایش تغییرات محدوده‌های زیستگاهی بویژه در مناطق حفاظت شده مورد استفاده قرار گیرد. چنین شاخص برای نخستین بار توسط (Saura et al., 2011)

منطقه حفاظت شده جواهردشت در شمال کشور در استان گیلان در طول جغرافیایی بین ۵۰ درجه و ۲۱ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی بین ۳۶ درجه ۵۰ دقیقه و ۳۷ درجه شمالی با وسعت بیست هزار هکتار قرار دارد شکل (۱). ترکیب پوشش غنی جنگلی و مراتع، این منطقه را به زیستگاه مناسبی برای شماری از پستانداران سم دار از جمله مرال و شوکا نموده است که تمرکز این مطالعه روی گونه مرال بوده است.



شکل (۱): موقعیت منطقه حفاظت شده جواهر دشت

سرزمینی مانند لکه‌های زیستگاهی ارزشمند و شبکه‌های ارتباطی بین آنها از طریق رهنمودهای این رویکرد است. بر طبق رهنمودهای اکولوژی سیمای سرزمین، در صورت حفاظت از این زیر ساخت‌های برجسته و بی به دلیل، تاب‌آوری سرزمینی افزایش یافته و با تغییر سایر عناصر سیستمی توانایی برگشت‌پذیری^(۷) سیستم محفوظ می‌ماند. بر اساس این رویکرد، حفاظت از این زیر ساخت‌ها که مهمترین آنها لکه‌های زیستگاهی و عناصر ارتباطی هستند از موثر ترین ابزارهای حفاظت از تنوع زیستی بوده که بسیاری از خالهای اطلاعاتی موجود در سطح گونه‌های زیستی را مرتفع می‌نماید. بنابر این در شرایطی که اطلاعات دسترس در سطح گونه مهیا نباشد، دیدگاه راهبردی اکولوژی سیمای سرزمین بستر احتیاطی لازم را برای حفاظت از گونه‌ها از طریق ایجاد تصویری بزرگ از زیر ساخت‌های زیستگاهی در سطح سیمای رزمین فراهم می‌آورد. به همین خاطر به دلیل فراهم نبودن اطلاعات لازم و مطمئن در سطح بررسی گونه‌ای در محدوده مورد بررسی، چهارچوب این تحقیق بر اساس تعیین الگوی سیمای سرزمین منطقه حفاظت شده جواهر دشت، تهیه لایه تناسب و مقاومت زیستگاهی بر اساس ویژگی‌های رفتاری و تغذیه‌ای مرال در سطح سیمای سرزمین بوده است. در این راستا لایه‌های اصلی استفاده شده عبارتند از:

- پوشش زمینی
 - لایه توپوگرافی در قالب‌های مناطق مسطح، کم شیب، با شیب بالا و یال‌ها
 - لایه ارتفاعی
- داده‌های مربوط به پوشش زمینی از طریق تفسیر تصاویر ماهواره ای در مقاطع زمانی ۱۹۹۰-۲۰۱۵ تهیه شد. برای طبقه‌بندی پوشش زمینی از روش حداکثر احتمال طبقه‌بندی نظارت شده استفاده به عمل آمد. برای تهیه نمونه‌های تعلیمی مقطع زمانی اول (۱۹۹۰)، از عکس‌های هوایی مربوط به منطقه استفاده شد.
- بر اساس چگونگی وابستگی مرال به پوشش‌های زمینی و ویژگی‌های تغذیه‌ای و پناه، پوشش زمینی منطقه حفاظت شده جواهر دشت در قالب کلاس‌های جنگلی با تراکم بالا، با تراکم متوسط و با تراکم پایین و سایر طبقه بندی گردید. همچنین توجه به ویژگی‌های جابه‌جایی مرال و وابستگی آن به شکل زمین، لایه توپوگرافی در قالب کلاس‌های مناطق مسطح، مناطق با شیب ملایم، مناطق با شیب بالا و یال‌ها طبقه‌بندی گردید. در همین

همانند بسیاری از مناطق حفاظت شده کشور، گسترش فعالیت‌های انسانی باعث تغییرات پوشش طبیعی این منطقه شده است که پیامد آن تخریب زیستگاهی گسترده به ویژه در مناطق پایین دست می‌باشد.

ویژگی‌های مرال (*Cervus elaphus maral*)

گونه مورد بررسی در این پژوهش گونه مرال بوده است. به طور کلی در ایران مرال در مناطق جنگلی حاشیه جنوب و جنوب شرقی دریای خزر دیده می‌شود (عموزاد مهدیرجی، ۱۳۸۱). گونه مرال در سال‌های گذشته در کلیه نقاط جنگلی شمال کشور و بعضی از نواحی آذربایجان شرقی و لرستان به وفور یافت می‌شد، اما در حال حاضر تنها به مناطق حفاظت شده گیلان، مازندران و گلستان محدود شده‌اند. مرال یا گوزن قرمز ایرانی از نظر مورفولوژیک دارای جثه کمی بزرگ‌تر، گردن کلفت‌تر، صورت کشیده‌تر، گوش بلندتر و شاخ‌های نسبتاً کوچک‌تر از گوزن‌های قرمز جهان است. غذای اصلی مرال از گونه‌های بوته‌ای، گیاهان علفی و سرشاخه‌های درختان می‌باشد. در بهار از علف‌های شبدر صحرایی، جوانه‌های تازه رسیده درختان و درختچه‌ها، و در زمستان از عشقه، خاش، برگ‌های تمشک و برگ و سر شاخه‌های کچف تغذیه می‌کند.

مرال‌ها اصولاً جانوران اجتماعی هستند. ماده‌ها و گوساله‌ها به اتفاق نرهای جوان در گله‌های جداگانه زندگی می‌کنند و نرهای بالغ به طور جداگانه در ارتفاعات بسر می‌برند. مرال تابستان‌ها در ارتفاعات بالای خط جنگل و عمدتاً در یال‌های باز ستراحت می‌کند و زمستان‌ها در طول روز عموماً در دره‌ها بسر می‌برد ولی در اوایل صبح و غروب آفتاب به چمنزارهای باز حاشیه جنگل برای چرا می‌روند و مجدداً به داخل جنگل پناه می‌برند (عموزاد مهدیرجی، ۱۳۸۱).

روش پژوهش

شالوده این تحقیق بررسی چگونگی تغییرات زیستگاه مرال در مقیاس سیمای سرزمین می‌باشد. در سلسله مراتب واحدهای زیستی، مقیاس سیمای سرزمین بزرگ تر از مقیاس اکوسیستم بوده و سیمای سرزمین نوعی فرا اکوسیستم بوده که در بستر ماتریس سرزمینی به یکدیگر پیوند خورده‌اند. یکی از دلایل عمده اقبال به رویکرد اکولوژی سیمای سرزمین امکان دستیابی به تصویری بزرگ^(۶) از سرزمین و شناسایی عناصر برجسته و بی‌بدیل

جدول (۱): امتیازات تناسب کلاس‌های توپوگرافی

کلاس	امتیاز تناسب
دره	۳۰
مسطح	۱۰۰
شیب دار	۱۰
یال	۷۰

جدول (۲): امتیازات تناسب کلاس‌های ارتفاعی

کلاس	امتیاز تناسب
۶۰۰-۰	۱۰
۱۲۰۰-۶۰۰	۵۰
۱۹۰۰-۱۲۰۰	۱۰۰
۲۲۰۰-۱۹۰۰	۶۰
۴۰۰۰-۲۲۰۰	۱۰

جدول (۳): امتیاز تناسب کلاس‌های پوشش زمینی

کلاس	امتیاز تناسب
پوشش جنگلی تنک	۴۰
پوشش جنگلی نیمه انبوه	۱۰۰
پوشش جنگلی متراکم	۷۰
سایر	۱۰

جدول (۴): وزن فاکتورهای مورد استفاده

پارامتر	وزن (به درصد)
پوشش زمینی	۷۰
توپوگرافی	۲۰
ارتفاع	۱۰

بر اساس روش شناسی تحقیق، سطوح تناسب و مقاومت زیستگاهی بر اساس لایه‌های پوشش زمینی، ارتفاع، توپوگرافی امتیاز بندی شده بر اساس تناسب و مقاومت زیستگاهی از طریق ترکیب وزنی ساخته شد. امتیاز مقاومت بر عکس امتیازات تناسب می‌باشد که در جداول بالا ارایه شده است. شکل‌های (۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸).

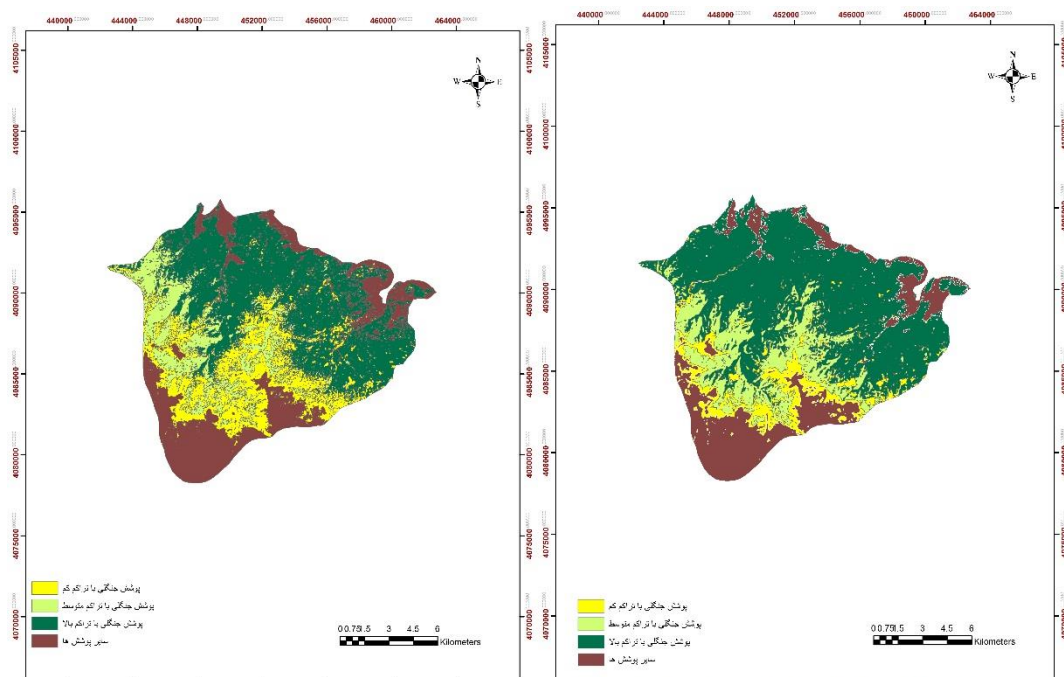
راستا لایه ارتفاعی نیز طبقه‌بندی شد. پس از طبقه لایه‌های اطلاعاتی، ارزش تناسبی آنها با استفاده از نظر کارشناسی رتبه‌بندی گردید.

به منظور تعیین شاخص زیستگاه قابل دسترس، دو لایه ترکیبی تناسب و مقاومت^(۸) زیستگاهی (Zeller et al., 2012) ساخته شد. لایه تناسب زیستگاهی مبتنی بر ارزشگذاری فضایی زیستگاه بر اساس تناسب با نیازهای زیستگاهی موجود زنده (در این مطالعه ارزش ۰-۱۰۰) بوده و بر عکس لایه مقاومت مبتنی بر پهنه بندی زیستگاه بر اساس مقاومت در مقابل جابه‌جایی و حرکت موجود زنده می‌باشد. بر اساس لایه‌های تناسب زیستگاهی لکه‌های مهم زیستگاهی به عنوان نقاط و یا گره‌های شبکه ارتباطی در شبکه گراف و بر اساس لایه مقاومت زیستگاهی پیوندهای شبکه گراف مشخص می‌شوند.

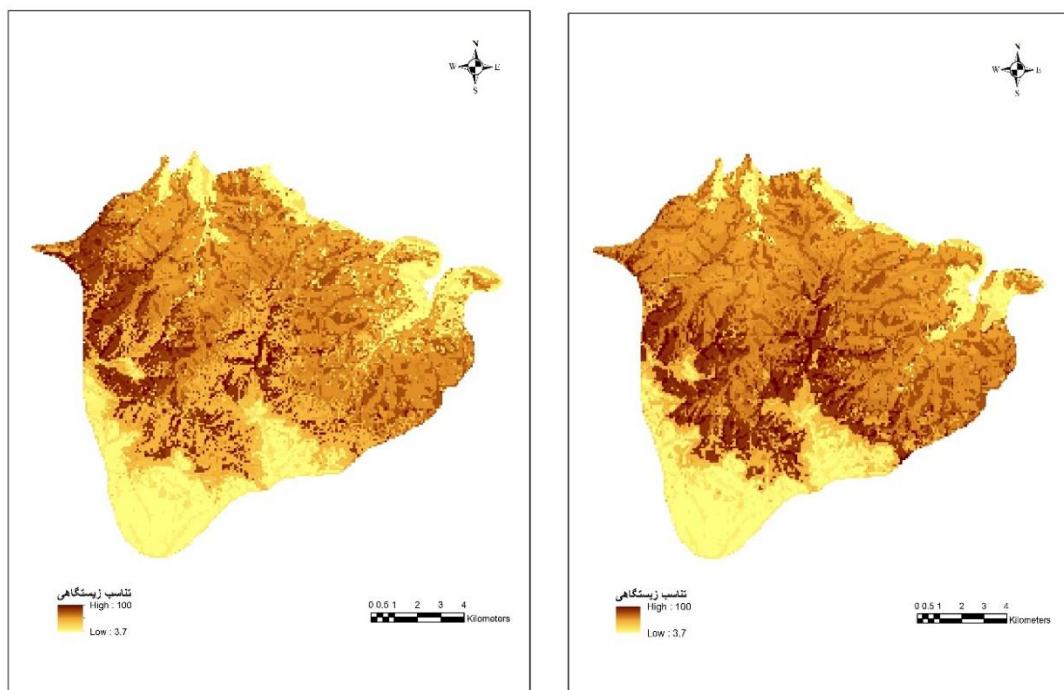
در آن تحقیق بر اساس لایه تناسب زیستگاهی با لحاظ دو معیار تناسب زیستگاهی مساوی و بالاتر از متوسط (امتیاز ۵۰) و مساحت مساوی و بالاتر از ۱۰ هکتار (Anderson et al., 2005)، لکه‌های زیستگاهی که به عنوان نقاط ارتباطی در ترسیم شبکه ارتباطی عمل می‌کنند استخراج گردیدند (Sawyer et al., 2011). این لکه‌ها به عنوان نقاط ارتباطی برای ترسیم شبکه ارتباطی زیستگاه بر اساس روش گراف مورد استفاده قرار گرفتند. در این مطالعه به منظور توصیف واقعی شبکه ارتباطی از روش حداقل هزینه استفاده شد که بر اساس ترسیم پیوندهای زیستگاهی منطبق بر لایه مقاومت می‌باشد (Zio'łkowska et al., 2014). در گام بعدی مجموع مساحت لکه‌های دارای ارتباط در فواصل هزینه‌ای مختلف به عنوان شاخص زیستگاه قابل دسترس در دو مقطع زمانی مورد بررسی بدست آمده و مورد مقایسه قرار گرفتند.

یافته‌ها

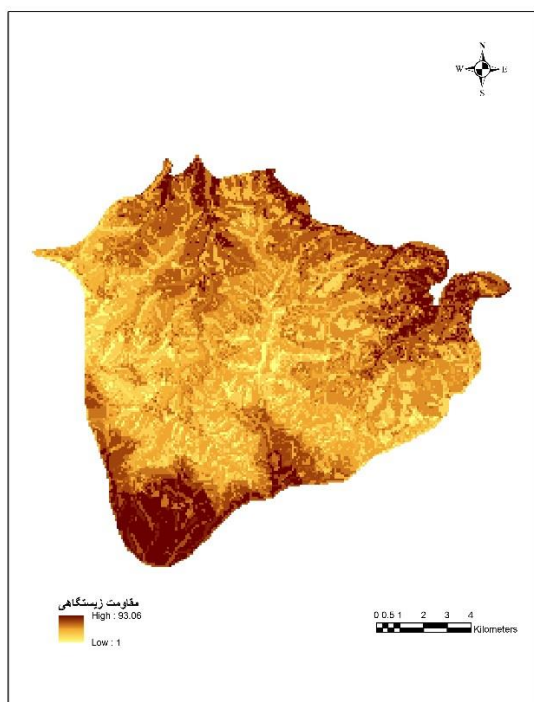
پس از طبقه لایه‌های اطلاعاتی ارزش تناسبی هر کلاس طبق نظر کارشناسی بصورت زیر رتبه بندی گردید.



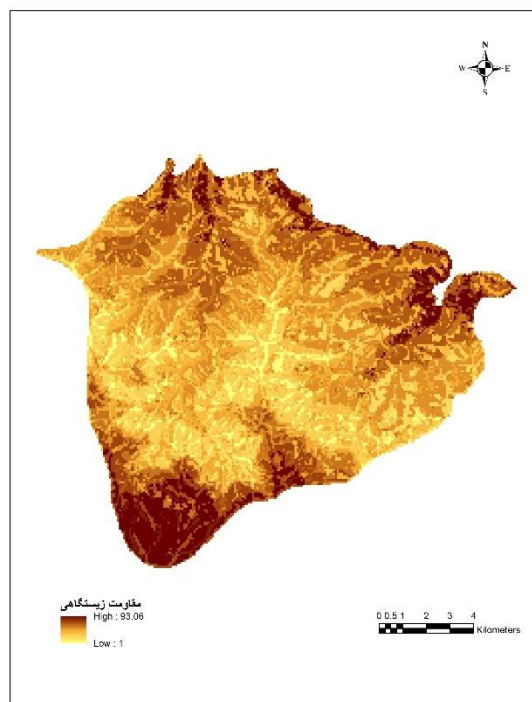
شکل (۲): پوشش زمینی مقطع اول زمانی (۱۹۹۰) شکل (۳): پوشش زمینی مقطع دوم زمانی (۲۰۱۵)



شکل (۴): تناسب زیستگاهی مقطع اول زمانی (۱۹۹۰) شکل (۵): تناسب زیستگاهی مقطع دوم زمانی (۲۰۱۵)



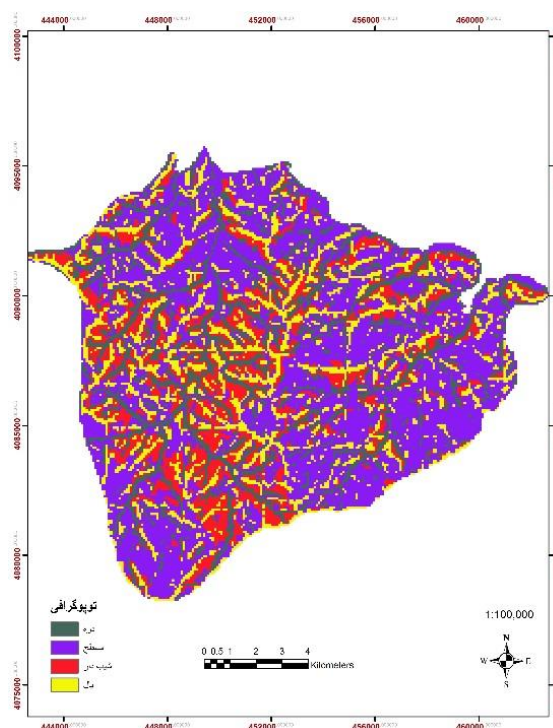
شکل (۷): مقاومت زیستگاهی مقطع دوم زمانی (۲۰۱۵)



شکل (۶): مقاومت زیستگاهی مقطع اول زمانی (۱۹۹۰)

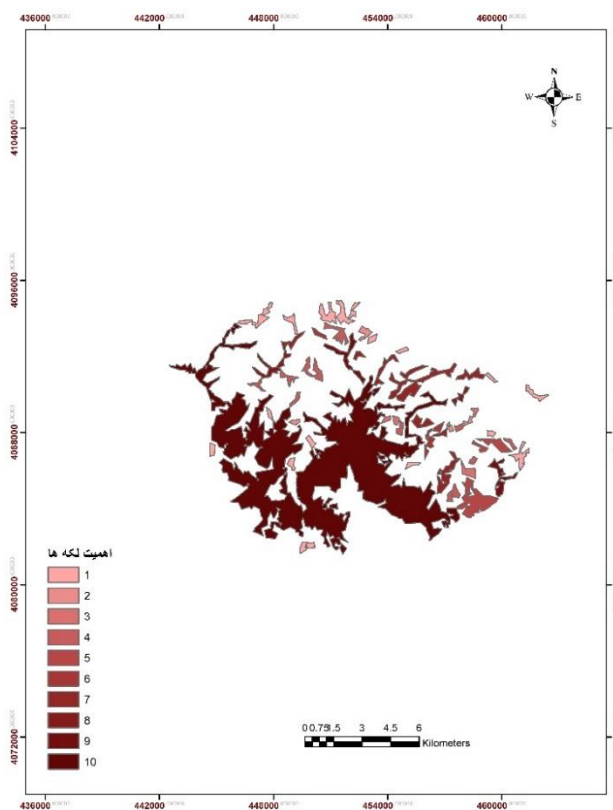
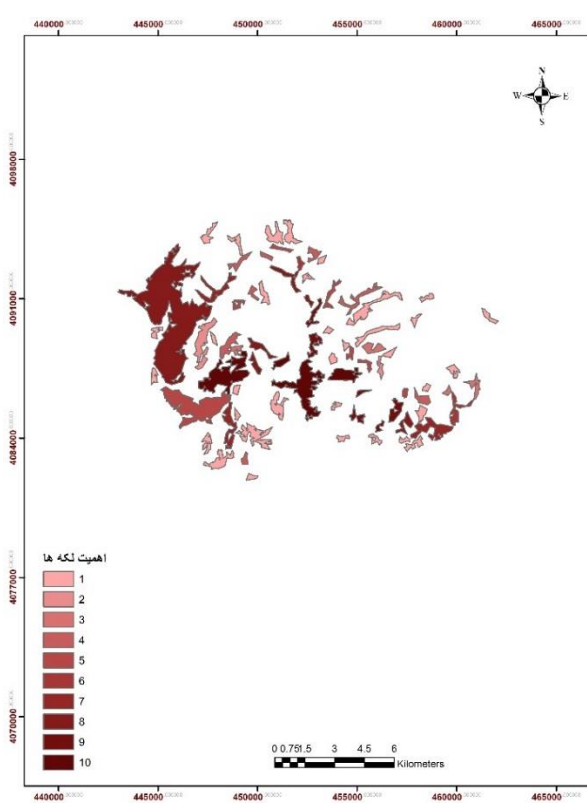
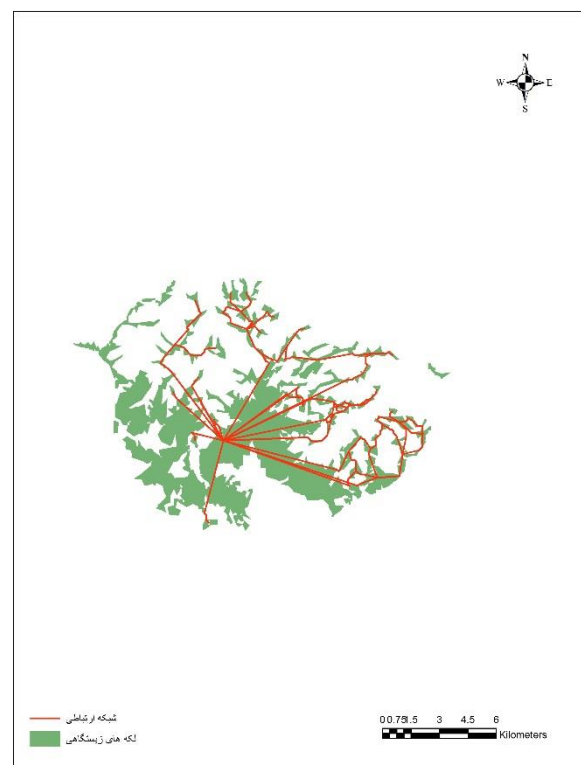
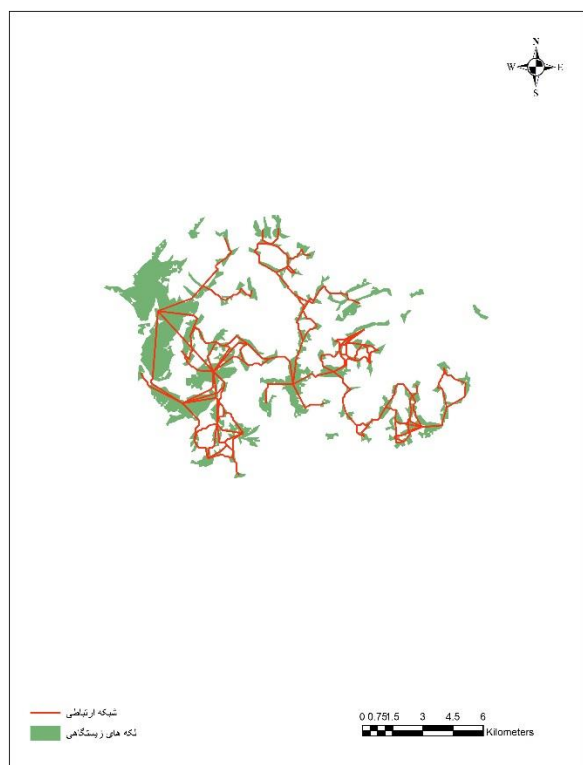
تناسب زیستگاهی متناظر، استخراج گردیده و بر اساس لایه مقاومت زیستگاهی این دو مقطع زمانی، شبکه ارتباطی بین لکه‌ها طبق فواصل هزینه‌ای ۵۰۰۰، ۱۰۰۰۰ و ۲۵۰۰۰ متر ترسیم گردیدند. در شکل‌های (۹ و ۱۰) شبکه ارتباطی بر اساس فاصله هزینه‌ای ۲۵۰۰۰ متر ارایه گردیده است.

یکی از خروجی‌های روش‌های به کار رفته بر اساس رویکرد گراف طبقه بندی لکه‌ها بر اساس پتانسیل آنها برای برقراری ارتباط است که در شکل‌های (۱۱ و ۱۲) ارایه شده است. به ترتیب از شماره ۱ تا ده پتانسیل لکه‌ها در برقراری ارتباط بیشتر می‌شود.



شکل (۸): توپوگرافی منطقه حفاظت شده

طبق روش شناسی تحقیق لکه‌های با تناسب زیستگاهی با امتیاز مساوی و بالاتر از ۵۰ در دو مقطع زمانی (۱۹۹۰ و ۲۰۱۵) از لایه



طبق خروجی مرحله قبل، بر اساس وسعت مجموعه لکه‌های به هم مرتبط در فواصل هزینه ای متفاوت، شاخص زیستگاه قابل استفاده در دو مقطع زمانی بدست آمده و مورد مقایسه قرار گرفتند. جدول (۱).

جدول (۵): شاخص زیستگاه قابل استفاده

مقدار شاخص زیستگاه قابل استفاده در سال ۲۰۱۵ (هکتار)	مقدار شاخص زیستگاه قابل استفاده در سال ۱۹۹۰ (هکتار)	فواصل هزینه‌ای (متر)
۱۸۱۶	۵۰۲۵	۵۰۰۰
۲۱۹۰	۵۶۰۸	۱۰۰۰۰
۲۸۲۹	۶۰۰۶	۲۵۰۰۰

عنوان لکه‌هایی با بیشترین توان برقراری ارتباط می‌باشد (شکل‌های ۱۱ و ۱۲). این لکه‌ها به دلیل اهمیت بسیار بالایشان می‌باید محور فعالیت‌های حفاظتی قرار گیرند. همچنین با توسعه استفاده از روش به کار رفته، در زمینه اقدامات احیایی زیستگاه نیز می‌توان لکه‌های احیایی که بیشترین تاثیر را در توسعه توان ارتباط زیستگاهی منطقه خواهند داشت را شناسایی نموده (از طریق مقایسه پتانسیل لکه‌ها در دو مقطع زمانی شکل‌های ۱۱ و ۱۲) و از این طریق فرایندهای احیایی را بطور هدفمند و با هزینه کمتر عملیاتی اجرایی نمود. یکی از پیشنهادات در این زمینه استفاده از تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک بالاتر است.

یادداشت‌ها

1. Connectivity
2. Landscape permeability
3. Habitat availability
4. Structural
5. Functional
6. Big picture
7. Resilience
8. Suitability and Resistance

بحث و نتیجه گیری

نتایج پژوهش کارایی رویکرد به کار رفته در سنجش تغییرات زیستگاه در دسترس را از طریق همسنگ تلقی کردن مجموعه لکه‌های به هم مرتبط با یک لکه بزرگ انفرادی به خوبی نشان داده و همسو با بررسی (Saura et al., 2011) قابلیت این رویکرد را در فراهم‌آوری معیاری مناسب برای سنجش تغییرات زیستگاهی مناطق حفاظت شده ارایه نموده است. بر اساس نتایج تحقیق، در منطقه حفاظت شده جواهر دشت کاهش حداقل ۴۷ درصدی را در سطح زیستگاه قابل استفاده شاهد می‌باشیم. در این پژوهش با توسعه کار انجام شده توسط (Saura et al., 2011)، لایه تناسب زیستگاهی به عنوان مرجع شناسایی لکه‌های زیستگاهی با اهمیت مورد استفاده قرار گرفت. در پژوهش مورد اشاره برای تعریف این لکه‌ها فقط از لایه پوشش جنگلی استفاده شده بود. همچنین وجه تمایز دیگر این تحقیق از پژوهش مذکور تعریف لکه‌ها بر اساس نیازهای زیستگاهی یک گونه زیستی مرجع می‌باشد که در مطالعه اشاره شده چنین مرجعی وجود نداشته است.

از آنجا که روش شناسی به کار رفته مبتنی بر رویکرد گراف می‌باشد، نتایج تحقیق بیانگر قابلیت توسعه استفاده از آن در بعد طراحی سیمای سرزمین از طریق شناسایی لکه‌های راهبردی به

فهرست منابع

- پرویان، ن؛ ماهینی، ع. س.؛ وارسته مرادی، ح. ۱۳۹۱. مدل سازی مطلوبیت زیستگاه مرال به روش تحلیل عامل بوم شناختی در منطقه حفاظت شده جهان نما. سومین همایش ملی مقابله با بیابان زایی و توسعه تالاب‌های کویری ایران.
- پناهنده، م.؛ صالحی، ا.؛ ملک محمدی، ب. ۱۳۹۷. پایش تغییرات مولف‌های فضایی -راهبردی ریستگاهها بر اساس رهیافت اکولوژی سیمای سرزمین. محیط زیست جانوری. ۱۰(۱):۳۵-۴۰.

عرفانیان، م.؛ میرکریمی، ح.؛ ماهینی، ع.س.؛ رضایی، ح. ر. ۱۳۹۴. مکان یابی احداث گذرگاه پلنگ در پارک ملی گلستان. محیط زیست جانوری. (۴):۱۰-۱۰.

عموزاد مهدیرجی، د. ۱۳۸۱. تحلیل زیستایی جمعیت و زیستگاه مرال در منطقه حفاظت شده البرز مرکزی شمالی و پناهگاه حیات وحش دودانگه و چهار دانگه در استان مازندران. رساله دکتری تخصصی. دانشگاه آزاد، واحد علوم و تحقیقات.

ملکوتی خواه، ش.؛ فاخران، س.؛ سفیانیان، ع. ۱۳۹۲. استفاده از تئوری مدار الکتریکی جهت شناسایی کریدورهای مهاجرتی بین پناهگاه‌های حیات وحش موته و قمشلو در استان اصفهان. بوم شناسی کاربردی (۵):۷۷-۸۸.

Anderson, D.P.; Forester, J.D.; Turner, M.G. & Mrril, E.H. 2005. Factors influencing female home range size in elk (*cervus elaphus*) in north of American landscapes. *Landscape Ecology*, 20:257-271.

Auffret, A.; Plue, G. J. & Cousins, S. A. O. 2015. The spatial and temporal components of functional connectivity in fragmented landscapes. *Journal of AMBIO*, 44:51-59.

Beier, P.; Majka, D.R. & Spencer, W.D. 2008. Forks in the road: choices in procedures for designing wild land linkages. *Journal of Conservation Biology*, 22:836-851.

Cowley, D. J.; Johnson, O. & Pocock, M. J. O. 2015. Using electric network theory to model the spread of oak processionary moth, *Thaumetopoea processionea*, in urban woodland patches. *Journal of Landscape Ecology*, 30:905-918.

Majka, D.; Jenness, J. A. & Beier, P. 2007. Corridor Designer: ArcGIS tools for designing and evaluating corridors. Available at <http://corridordesign.org>.

Pflu"ger, F.J. & Balkenhol, N. 2014. A plea for simultaneously considering matrix quality and local environmental conditions when analyzing landscape impacts on effective dispersal. *Journal of Molecular Ecology*, 23:2146-2156.

Saura, S.; Estreguil, C.; Mouton, C. & Rodríguez-Freire, M. 2011. Network analysis to assess landscape connectivity trends: Application to European forests (1990-2000). *Ecological Indicators*, 11: 407-416.

Sawyer, S. C.; W Epps, C. & Brashares, J. S. 2011. Placing linkages among fragmented habitats: do least-cost models reflect how animals use landscapes?, *Journal of Applied Ecology* 48: 668-678.

Taylor, P.D.; Fahrig, L. & Merriam, G. 1993. Connectivity is a vital element of landscape structure. *Journal of Oikos*, 68:571-573.

Zeller, K.A.; McGarigal, K. & Whiteley, A.R. 2012. Estimating landscape resistance to movement: a review. *Landscape Ecology*, 27:777-797.

Zio' łkowska, E.; Ostapowicz, K.; Radeloff, V C. & Kuemmerle, T. 2014. Effects of different matrix representations and connectivity measures on habitat network assessments. *Journal of Landscape Ecology*, 29:1551-1570.

Integration of Landscape Connectivity and Spatial Arrangement of Habitat Patches as an Available Habitat Index

Mohammad Panahandeh*

Assistant Professor of Environmental Research Institute of Jahad Daneshgahi, Gilan, Iran

(Received: 2019/04/17 Accepted: 2021/07/19)

Abstract

Habitat destruction has been one of the main causes of biodiversity loss. Hence, habitat restoration has a very high priority in management of these areas. The aim of this study was to introduce an applied index of habitat availability through integrating two principal components of connectivity and spatial arrangement of habitat patches. The index can be used in monitoring of habitat changes. The used tools and approaches include: suitability and resistance surfaces, patch network based on graph theory and least-cost method. The results indicated a clear picture of habitat changes in Javaher Dasht Protected Area over the years of study during which the habitat availability index was decrease by at least 52%. This index has high potential in ranking of protected areas on region and country scales and for identifying of strategic restoration patches within these areas. This information can be used in managing and redesigning of protected areas in the country.

Keywords: Connectivity, Landscape ecology, Least-cost path, Protected area, Javaher Dasht