کمی‌سازی از هم‌گسیختگی زیستگاه حیات وحش با استفاده از رهیافت اکولوژی سیمای سرزمین (مطالعه موردی: پارک ملی لار و منطقه حفاظت شده ورجین)

- **فاطمه حق‌وردی**: گروه محیط زیست، دانشکده محیط زیست، کرج، ایران
- **علی جهانی**: گروه محیط زیست طبیعی و تنوع زیستی، دانشکده محیط زیست، کرج، ایران
- **لعبت زبردست**: گروه برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست، دانشکده محیط زیست. دانشگاه تهران، تهران، ایران
- **مجید مخدوم**: گروه محیط زیست و تنوع زیستی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
- **حمید گشتاسب***: گروه محیط زیست طبیعی و تنوع زیستی، دانشکده محیط زیست، کرج، ایران

تاریخ دریافت: بهمن ١٣٩٦ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ١٣٩٧

چکیده

مدیریت مناطق با رویکرد اکولوژی سیمای سرزمین مدیریت جامع‌تری را سبب می‌شود و با استفاده از آن می‌توان بسیاری از ارزش‌های مناطق را حفظ نمود. یکپارچگی و ارتباط داشتن زیستگاه‌ها در مناطق حفاظت شده برای دوام جمعیت‌های گیاهی و جانوری مهم است، بررسی یکپارچگی مناطق حفاظت شده می‌تواند برای ارتباط دادن لکه‌های محدود شده و کمک برای مقابله با تأثیرات از هم‌گسیختگی مفید واقع شود. بدین منظور این تحقیق با هدف کمی نمودن از هم گسیختگی زیستگاه حیات‌وحش در پارک ملی لار و منطقه حفاظت شده ورجین و مقایسه وضعیت یک‌پارچگی زیستگاه گونه‌های پلنگ، قوچ و میش و کل و بز انجام گرفت. در این راستا نقشه کاربری اراضی مناطق با استفاده از تکنیک RS و GIS استخراج گردید و نقشه‌های زیستگاه حیات‌وحش نیز از سازمان حفاظت محیط زیست تهیه گردید و به‌منظور شناسایی عوامل انسان ساخت تاثیرگذار بر روی پراکندگی حیات‌وحش از روش هندسه از هم‌گسیختگی استفاده شد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد با تحلیل سنجه‌های سیمای سرزمین و هندسه‌های از هم‌گسیختگی می‌توان به شناسایی مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار بر روی یک‌پارچگی زیستگاه گونه‌های مختلف در راستای حفاظت از آن‌ها و حفظ تنوع زیستی پرداخت. نتایج نشان داد در پارک ملی لار عوامل راه‌های خاکی، کشاورزی و سد به‌ترتیب بر روی از هم‌گسیختگی زیستگاه پلنگ، کل و بز و قوچ و در منطقه حفاظت شده ورجین کاربری کشاورزی مهم‌ترین عامل موثر بر روی زیستگاه حیات‌وحش است.

کلمات کلیدی: ازهم گسیختگی زیستگاه، پارک ملی لار، منطقه حفاظت شده ورجین، زیستگاه حیات‌وحش

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول:meygooni1959@gmail.com

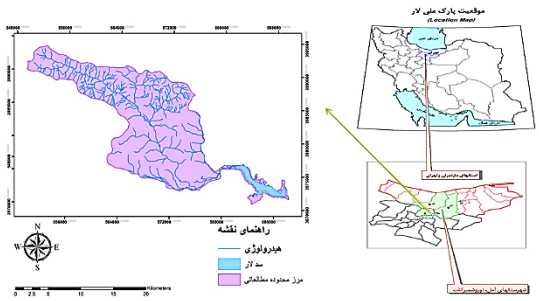
مقدمه

مناطق تحت حفاظت به‌عنوان یکی از مفیدترین اشکال بهره‌وری پایدار و چندجانبه از سرزمین شناخته‌می‌شوند.نگه‌داری از فرآیندهای بوم‌شناختی اساسی و سیستم‌های حیات‌بخش، حفظ حوزه‌های آبخیز، حفاظت تنوع ژنتیکی، نگه‌داری زیستگاه حیات‌وحش و رویشگاه‌های گیاهی، حفظ تنوع زیستی محیط‌های آبی و خشکی، حفظ میراث‌های طبیعی و تامین شرایط بهره‌برداری پایدار از معمول‌ترین فوایدی است که مناطق تحت حفاظت در صورت مدیریت مطلوب به جامعه عرضه می‌کنند (مجنونیان، ۱۳۸۰). پایش یک‌پارچگی سیمای سرزمین و تغییرات زیستگاه در مناطق حفاظت شده مسئله مهمی برای سازمان‌های حفاظت از محیط زیست و طبیعت است (Mairota و همکاران، ۲۰۱۳) هم‌چنین یک‌پارچگی و ارتباط داشتن زیستگاه‌ها در مناطق حفاظت شده برای دوام جمعیت‌های گیاهی و حیوانی مهم است مخصوصاً زمانی‌که زیستگاه‌های مختلف مکمل یکدیگر باشند(Leitao و Ahren، ۲۰۰۲). با رشد تعارضات انسانی‌مانندرشد زیربناها حمل و نقل و رشد شهرهاو کاربری‌هایی‌مثل کشاورزی یک‌پارچگی وارتباط بین زیستگاه‌ها در مناطق حفاظت شده کاهش پیدا کرده است که تهدیدی جدی برای حیات‌وحش و گونه‌های کلیدی مناطق به‌حساب می‌آید که این موارد مدیریت منطقه را تحت‌الشعاع قرار داده است (Townsend و همکاران، ۲۰۰۹). امروزه توجه به ساختار مکانی لکه‌های کاربری‌های اراضی از اهمیت زیادی برخوردار است. کمی کردن الگوی سیمای سرزمین به درک و شناخت بهتر ارتباط بین فعالیت‌های انسانی و تغییرات سیمای سرزمین و به سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان در تصمیم‌گیری مناسب در جهت توسعه پایدار کمک می‌کند (کرمی و فقهی، ۱۳۹۰). از مهم‌ترین فرآیندهای فضایی منجر به بروز تغییر در سیمای سرزمین، از هم گسیختگی است. این فرآیند که از بارزترین تهدیدات تنوع‌زیستی جهان محسوب می‌شود(Forman، ۱۹۹۵؛ Turner و همکاران، ۲۰۰۱) منجربه تبدیل پوشش یا زیستگاه خاص به قطعات کوچک‌تر و دارای ارتباط کم‌تر (Leitao و Ahren، ۲۰۰۲؛ Quintana و همکاران، ۲۰۱۰) و در نتیجه کاهش پایداری و زیست‌پذیری آن‌ها می‌شود. از هم‌گسیختگی تاثیر زیادی بر حیات‌وحش ازجمله گونه‌های مهم می‌گذارد. این تاثیرات شامل مرگ و میر مستقیم، تغییرات رفتاری، کاهش ظرفیت انتشار و کاهش جریان‌ژن هستند که شناسایی این اثرات منجر به یک تمرکز تازه بر کمی کردن از هم گسیختگی سیمای سرزمین برای استفاده در برنامه‌ریزی‌های حفاظت و محیط زیست شده است (Girvetz و همکاران، ۲۰۰۸). در مطالعات صورت گرفته زبردست و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی آثار منفی جاده‌ها در پارک ملی گلستان توسط سنجه اندازه شبکه موثر پرداختند. براتی و همکاران (۱۳۹۴) در تحقیق خود به‌منظور بررسی حرکت جانوران در پارک ملی کلاه قاضی از سنجه‌های تعداد لکه، کل حاشیه و اندازه موثر شبکه استفاده کردند. Jaeger (۲۰۰۲) نیز سنجه اندازه موثر شبکه را با ۲۱ سنجه دیگر با توجه به قابلیت اطمینان برای کمی کردن از هم‌گسیختگی و تکه‌تکه شدن سیمای سرزمین مقایسه کرد که اندازه موثر شبکه بالاترین رتبه را کسب نمود. پارک ملی لار و منطقه حفاظت شده ورجین به‌علت تعارضات انسانی صورت گرفته، دچار تغییر در ساختار سیمای سرزمین شده‌اند که این می‌تواند باعث کاهش یک‌پارچگی و افزایش از هم‌گسیختگی این مناطق و در پی آن کاهش ارتباط بین زیستگاه جانوران و لکه‌های سیمای سرزمین شود که تاثیر زیادی بر حیات‌وحش این مناطق می‌گذارد. با بررسی و نظارت بر تغییرات سیمای سرزمین به‌منظور برنامه‌ریزی و مدیریت در این مناطق می‌توان سیاست‌های حفاظتی بهتری را اعمال نمود. در این تحقیق با استفاده از شاخص‌های کمی اکولوژی سیمای سرزمین از هم‌گسیختگی سیمای سرزمین به‌منظور بررسی عوامل انسان‌ساخت برروی زیستگاه و پراکندگی حیات‌وحش درمناطق توسط هندسه‌های عمومی و از هم‌گسیختگی زیستگاه گونه‌های حیات‌وحش در هندسه‌های خصوصی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

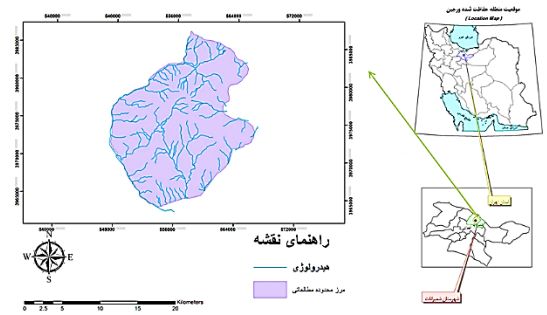
مناطق مورد مطالعه

پارک ملی لار: پارک ملی لار در محدوده جغرافیائی ′۳۳-°۵۱ تا ′۰۰-°۵۲ طول شرقی و ′۵۲-°۳۵ تا ′۰۵-°۳۶ عرض شمالی و با وسعت حدود ۲۷۶ کیلومترمربع و در ۷۰ کیلومتری شمال‌شرقی تهران واقع است. از نظر تقسیمات کشوری در محدوده دو استان تهران و مازندران واقع است. پارک ملی لار حمایت کننده گونه‌های متنوعی از حیات‌وحش مهره‌دار ایران است و متنوع‌ترین پستانداران این منطقه به راسته گوشت‌خواران تعلق دارد که حدود ۴۳ درصد از پستانداران شناسایی شده این حوزه را به‌خود اختصاص داده است. از پستانداران شناسایی شده چهار گونه که از لحاظ اکولوژیک، اقتصادی، حفاظتی و کنترل محیط حائز اهمیت می‌باشند، به‌عنوان گونه شاخص معرفی شده‌اند (مهندسین مشاور یکم، ۱۳۸۱) (شکل ۱).



شکل۱: پارک ملی لار

منطقه حفاظت شده ورجین: منطقه مورد مطالعه با ۲۷۲/۲ کیلومترمربع در بین طول‌های شرقی ′۳۱-°۵۱ تا ′۴۴-°۵۱ و عرض‌های شمالی ′۴۹-°۳۵ تا ′۰۱-°۳۶ در شمال‌شرقی تهران واقع گردیده است و از نظر تقسیمات کشوری این منطقه در استان تهران و شهرستان شمیرانات قرار دارد. متنوع‌ترین پستانداران در این ناحیه به راسته گوشت‌خواران تعلق دارد که حدود ۴۲ درصد از پستانداران شناسایی شده حوزه را به‌خود اختصاص داده است. از پستانداران شناسایی شده چهار گونه که از لحاظ اکولوژیک، اقتصادی، حفاظتی و کنترل محیط حائز اهمیت می‌باشند، به‌عنوان گونه شاخص معرفی شده‌اند. هم‌چنین از ۳۶ گونه پستاندار شناسائی شده ۳ گونه در طبقه‌بندی IUCN (International Union for Conservation of Nature)، ۶ گونه در مقررات CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild) و ۵ گونه نیز به‌عنوان گونه‌های حمایت شده و حفاظت شده در سطح ملی قلمداد می‌گردند (مهندسین مشاور یکم، ۱۳۸۱) (شکل ۲).



شکل۲: منطقه حفاظت شده ورجین

پردازش داده‌ها: در این تحقیق به‌منظور بررسی از هم‌گسیختگی زیستگاه حیات‌وحش در مناطق مورد مطالعه ابتدا عناصر ایجاد هندسه‌های از هم‌گسیختگی که شامل کاربری‌های جاده، سد، انسان‌ساخت و کشاورزی است توسط تصاویر ماهواره‌ای لندست تهیه گردید. پس از تهیه نقشه پوشش کاربری مناطق در سال ۲۰۱۶، موانع به‌دست آمده بر روی نقشه زیستگاه حیات‌وحش که از سازمان حفاظت‌محیط زیست تهیه شد روی‌هم‌گذاری شدند سپس سنجه‌های سیمای سرزمین جهت بررسی ازهم گسیختگی زیستگاه گونه‌های کل و بز ، قوچ و میش و پلنگ در نرم‌افزار Fragstats اندازه‌گیری شد. با مقایسه و تفسیر این سنجه‌ها در پارک ملی لار و منطقه حفاظت شده ورجین نتایجی به‌دست آمد و بر طبق این نتایج پیشنهاداتی ارائه گردید.

تهیه نقشه پوشش/ کاربری مناطق: به‌منظور تهیه نقشه پوشش/ کاربری مناطق ابتدا تصاویر ماهواره‌ای سنجنده OLI ماهواره لندست‌مربوط به سال ۲۰۱۶ تهیه گردید. در این تحقیق برای تصحیح اتمسفری به‌دلیل کوهستانی بودن مناطق از روش تصحیح اتمسفری مطلق توسط مدل ATCOR3 در نرم‌افزار ERDAS استفاده شد. هم‌چنین از روش نقطه‌زنی در عرصه توسط دستگاه GPS برای تصحیح هندسی استفاده شد. بعد از انجام مراحل پیش‌پردازش یک الگوی طبقه‌بندی استاندارد مدنظر قرار گرفت تا واقعیت‌های مربوط به پوشش/کاربری اراضی به‌درستی طراحی گردد، الگوی مورد استفاده در این تحقیق طرح‌طبقه‌بندی اندرسون است که در مطالعات زیادی برای طبقه‌بندی تصاویر استفاده شده است (جعفری و همکاران، ۱۳۹۱). با توجه به استفاده از الگوی طرح اندرسون در این تحقیق، کاربری‌های موجود در پارک ملی لار در پنج طبقه و هم‌چنین در منطقه حفاظت شده ورجین در شش طبقه کاربری تعریف شد. به‌منظور طبقه‌بندی پوشش گیاهی این منطقه از شاخص پوشش گیاهی NDVI در نرم‌افزار ERDAS IMAGINE 2014 استفاده گردید. با این روش مراتع منطقه در دو طبقه مرتع ضعیف و مرتع خوب (مراتع متوسط و خوب در این طبقه قرار گرفتند) طبقه‌بندی گردید. کاربری مربوط به کشاورزی با استفاده از شاخص طیفی NDVI، استفاده از تصاویر ماهواره‌ای بزرگ مقیاس Google Earth و هم‌چنین فایل‌های رقومی تهیه شده از سازمان حفاظت محیط زیست به‌دست آمد. طبقه انسان‌ساخت نیز با استفاده از طبقه‌بندی تصویر ماهواره‌ای به‌دست آمد ولی با توجه به این‌که جاده‌های مناطق توسط تصویر ۳۰ متری لندست قابل طبقه‌بندی نیستند، از طریق فایل وکتوری جاده‌های مناطق، به تصویر رستری با پیکسل ۳۰ متری تبدیل و طبقه‌بندی شد در نهایت تمام پوشش/ کاربری‌های استخراج شده در یک فایل قرار گرفتند و نقشه پوشش/ کاربری تهیه گردید.

صحت‌سنجی طبقه‌بندی: ارزش و قابلیت استفاده از هر نقشه تولیدی، به‌میزان صحت آن بستگی دارد. یک روش معمول برای تعیین دقت نقشه‌های حاصل از طبقه‌بندی، استفاده از اطلاعات صحرایی یا مناطق آزمایشی است. مناطق آزمایشی شامل نمونه‌های تصادفی از کلاس‌های مورد نظر است که باید براساس معیارهای آماری و از لحاظ کافی بودن تعداد و مناسب بودن واریانس نمونه‌ها مدنظر قرار گیرد. پس از آن‌که نمونه‌های آزمایشی برای برآورد دقت طبقه‌بندی تعیین شد، از ماتریس خطا استفاده می‌شود(علوی‌پناه، ۱۳۸۲).در این تحقیق به‌منظور صحت نقشه‌ای که از تصاویر سال ۲۰۱۶ تولید شده است از نقاط برداشت شده با GPS استفاده گردید.

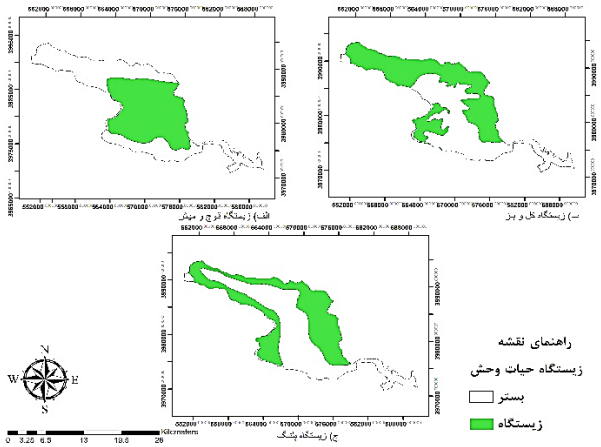
بررسی از هم‌گسیختگی زیستگاه جانوران: در این تحقیق با توجه به اهمیت سیمای سرزمین و تاثیر آن بر روی پراکندگی حیات وحش از هندسه‌های از هم گسیختگی به‌منظور بررسی اثر عوامل انسان‌ساخت بر روی پراکندگی و بررسی از هم‌گسیختگی حیات‌وحش استفاده شد. از هم گسیختگی زیستگاه جانوران توسط هندسه‌های از هم‌گسیختگی به دو صورت مورد بررسی قرار گرفت. الف) به‌صورت عمومی در چهار هندسه از هم‌گسیختگی که در این روش جانور خاصی مد نظر نیست. ب) به‌صورت اختصاصی برای زیستگاه گونه‌های مهم مناطق (کل و بز، قوچ و میش و پلنگ).

الف) هندسه عمومی: در این روش تمام موانعی که در مناطق مانع پراکندگی و حرکت جانوران می‌شود در چهار هندسه از هم‌گسیختگی و توسط متریک اندازه‌موثر کمی‌شدند. به‌منظوربررسی‌از هم‌گسیختگی زیستگاه حیات‌وحش لازم است که مشخص شود کدام یک از عناصر سیمای سرزمین مانعی مهم برای حرکت و پراکنش حیات‌وحش در زیستگاه هستند. از هم‌گسیختگی سیمای سرزمین بر اثر توسعه کاربری‌هایی مانند کشاورزی، صنعتی، شهری، معادن و ... از به‌هم پیوستن این مکان‌ها از طریق زیربنای خطی نتیجه می‌شود. موانع انتخابی در این تحقیق که باعث از هم‌گسیختگی زیستگاه حیات‌وحش در این مناطق می‌شوند شامل کاربری‌های انسان‌ساخت، جاده‌ها، باغ، سد می‌باشند. بدین منظور چهار هندسه از هم‌گسیختگی تعریف شد: هندسه اول: راه‌های آسفالت و ساخت و ساز شهری، هندسه دوم: عوامل هندسه اول به‌همراه جاده‌های خاکی و راه‌های کوچک مناطق، هندسه‌سوم: هندسه‌دوم به‌همراه کاربری کشاورزی‌و در هندسه چهارم: عوامل هندسه سوم به‌همراه سد به‌عنوان مانع حرکت و پراکندگی حیات‌وحش درنظر گرفته شد (در منطقه حفاظت‌شده ورجین به‌دلیل نبود کاربری سد از سه هندسه از هم‌گسیختگی استفاده گردید).

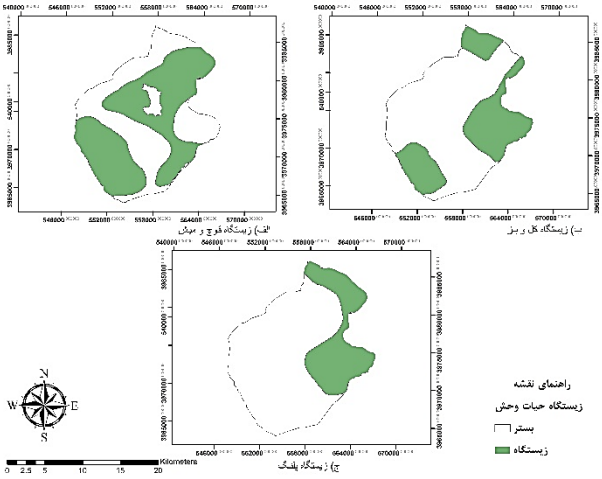
ب) به‌صورت اختصاصی برای زیستگاه گونه‌های مناطق: در این تحقیق گونه‌های پلنگ ایرانی، قوچ و میش البرز و کل و بز به‌عنوان گونه‌های مهم این مناطق درنظر گرفته شده‌اند. در این روش ابتدا کاربری‌های مناطق که می‌توانند مانع پراکندگی این جانوران شوند (کاربری اراضی انسان‌ساخت، باغ و سد) به‌عنوان موانع مدنظر قرار گرفتند و در چهار هندسه همانند هندسه عمومی، با فایل کل مناطق و نقشه زیستگاه هر گونه که از سازمان حفاظت محیط زیست (۱۳۹۱) تهیه گردید(شکل‌های ۳ و ۴) روی‌هم‌گذاری شدندوسنجه اندازه‌موثر شبکه(پراکندگی حیوان بدون برخورد با موانع) برای بستر و زیستگاه هر گونه و سنجه تعداد لکه‌ها برای‌زیستگاه گونه‌ها(حرکت بین چه تعداد زیستگاه)وسنجه کل حاشیه نیز برای زیستگاه هر گونه محاسبه شدند. سنجه‌های نام برده شده‌در شرایط بدون مانع و در شرایط‌وجودمانع محاسبه‌شدند. باتوجه به این‌که این جانوران در منطقه دارای چند منطقه زیستگاهی هستند، سنجه اندازه موثر شبکه بین زیستگاه‌ها (بستر) نیز محاسبه گردید.

سنجه‌های مورد استفاده در تحقیق

سنجه تعداد لکه: سنجه تعداد لکه(patches Number of=NP)، تعداد کل لکه‌ها را در سطح کلاس یا سیمای سرزمین محاسبه می‌کند. این سنجه به‌عنوان شاخصی برای لکه‌لکه شدن زیستگاه استفاده می‌شود. که هرچه تعداد لکه‌ها بیش‌تر باشد نشان‌دهنده فرایند حذف و سوراخ شدگی در سیمای سرزمین است که افزایش آن یعنی بخش‌های یک پارچه به لکه‌های کوچک‌تر تبدیل شده‌اند و نشانه تجزیه و کاهش پیوستگی است (زبردست، ۱۳۹۰؛ McGarigal و Marks، ۱۹۹۵).



شکل ۳: زیستگاه حیات وحش در پارک ملی لار



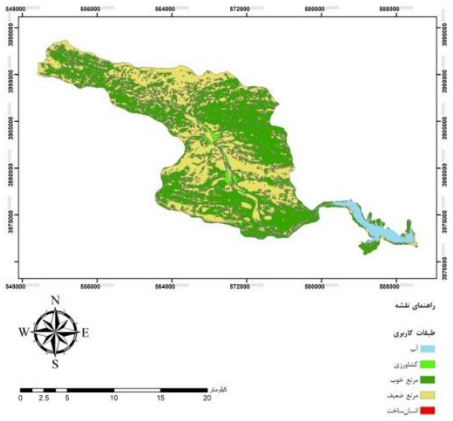
شکل۴: زیستگاه حیات وحش در منطقه حفاظت شده ورجین

سنجه کل حاشیه: سنجه‌های حاشیه (لبه) معمولاً به‌عنوان بهترین نماینده آرایش فضایی سیمای سرزمین مطرح شده‌اند (McGarigal و Marks، ۱۹۹۵). سنجه کل حاشیه (TE)، از سنجه‌های پیکربندی است که نشان‌دهنده طول حاشیه‌ها و مرزهای موجود درون سیمای سرزمین است. افزایش این سنجه نشان‌دهنده فرایندهای کاهش اندازه و دو تکه‌سازی در سیمای سرزمین است که منجر به افزایش میزان نواحی مرزی لکه مورد نظر و درنتیجه از هم‌گسیختگی بیش‌تر می‌شود.

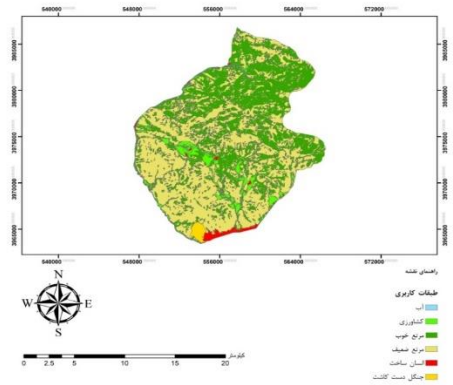
سنجه اندازه موثر شبکه: سنجه اندازه موثر شبکه نشان‌دهنده احتمال اتصال بین دونقطه در سیمای سرزمین و جدا نشدن آن‌ها به‌وسیله موانعی مانند جاده‌ها است (Girvetz و همکاران، ۲۰۰۸؛ Jaeger، ۲۰۰۲). درحالی‌که موانعی مانند جاده، عوامل انسان‌ساخت یا هر نوع کاربری ناسازگار دیگر در سیمای سرزمین حضورداشته باشند، احتمال اتصال دونقطه موردنظر کاهش خواهد یافت. هم‌چنین می‌توان این سنجه را به‌صورت توانایی دو جاندار از یک گونه که به‌صورت تصادفی در یک منطقه رها شده باشند در یافتن یکدیگر توصیف کرد. احتمال رویارویی ذکر شده (بین دو نقطه یا دو جاندار) با استفاده از این سنجه به‌صورت اندازه موثر شبکه تعریف می‌شود. بنابراین هرچه میزان موانع موجود در سیمای سرزمین بیش‌تر باشد اندازه این شبکه‌ها نیز کوچک‌تر خواهد شد به‌عبارت دیگر در شبکه‌هایی که اندازه کم‌تری از این مقدار داشته باشند میزان پیوستگی و احتمال رویارویی کاهش می‌یابد و برای مدیریت بهتر باید اندازه لکه‌های کوچک‌تر به این مقدار افزایش یابد (Girvetz و همکاران، ۲۰۰۸).

نتایج

پس از انجام مراحل پیش‌پردازش بر روی تصاویر تهیه شده، نقشه پوشش کاربری پارک ملی لار و منطقه حفاظت‌شده ورجین در سال ۲۰۱۶ تهیه گردید و سپس مورد ارزیابی صحت قرار گرفت. نتایج ارزیابی صحت، با صحت کلی ۸۹/۵۳ برای پارک ملی لار و ۹۰/۰۰ برای منطقه حفاظت‌شده ورجین و ضریب کاپا به‌ترتیب ۰/۸۶۴ و ۰/۸۶۷ نشان‌دهنده هم‌خوانی نقشه‌های به‌دست آمده با واقعیت زمینی بود (شکل ۵ و ۶).



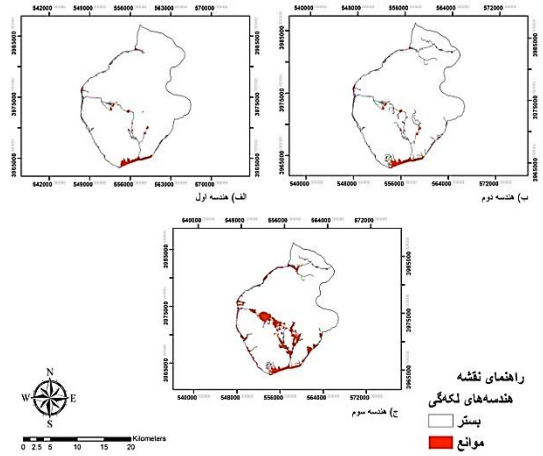
شکل۵: نقشه طبقات کاربری پارک ملی لار در سال ۲۰۱۶



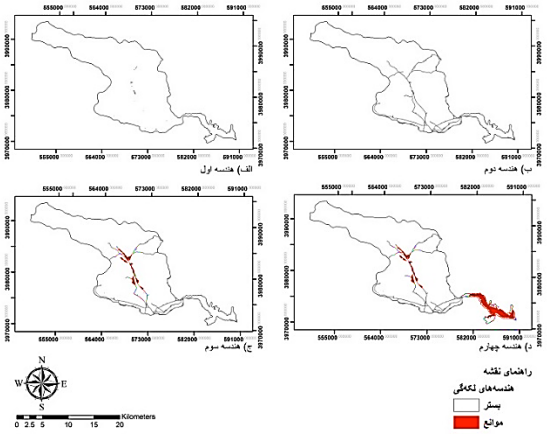
شکل۶: نقشه طبقات کاربری منطقه حفاظت‌شده ورجین در سال ۲۰۱۶

بررسی یکپارچگی زیستگاه حیات‌وحش توسط هندسه‌های ازهم گسیختگی: همان‌طورکه گفته شد به‌منظور کمی کردن حرکت و پراکنش جانوران از دو روش عمومی و خصوصی استفاده شد. نتایج حاصل از اندازه‌گیری سنجه اندازه موثر شبکه در هندسه‌های لکه‌گی پارک ملی لار در سال ۱۳۹۵ نشان‌دهنده کاهش متریک اندازه موثر

شبکه از هندسه اول به چهارم است و بیش‌ترین کاهش در این منطقه از هندسه سوم به چهارم با اضافه‌شدن مانع سد رخ داده است. هم‌چنین در منطقه حفاظت‌شده ورجین نیز این سنجه از هندسه اول به چهارم کاهش یافته است و بیش‌ترین کاهش از هندسه دوم به سوم با اضافه شدن موانع کشاورزی در این منطقه صورت گرفته است (جدول ۱).



شکل ۷: نقشه هندسه‌های لکه‌گی عمومی منطقه حفاظت شده ورجین



شکل ۸: نقشه هندسه‌های لکه‌گی عمومی پارک ملی لار

جدول۱: سنجه اندازه موثر شبکه در هندسه‌های از هم‌گسیختگی مناطق بر حسب هکتار

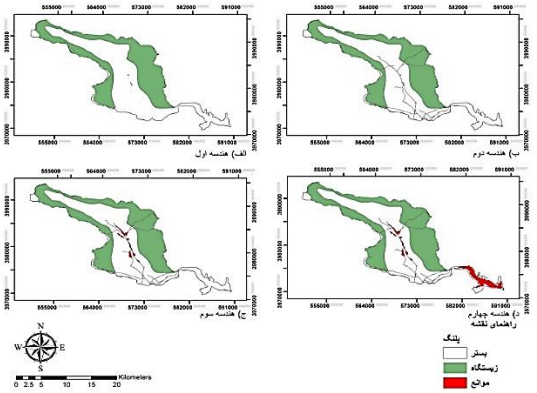
هندسه‌های لکه‌گی	پارک ملی لار	منطقه حفاظت شده ورجین
بدون مانع	۲۸۰۵۵/۳۶	۲۶۹۹۲/۴۸
هندسه اول	۲۸۰۴۳/۳۶	۲۶۰۷۸/۱۵
هندسه دوم	۲۷۷۷۶/۷۹	۲۵۸۹۳/۷۳
هندسه سوم	۲۷۳۰۲/۵۴	۲۳۲۵۷/۹۳
هندسه چهارم	۲۴۶۱۶/۳۴	-

هندسه‌های خصوصی زیستگاه حیات وحش

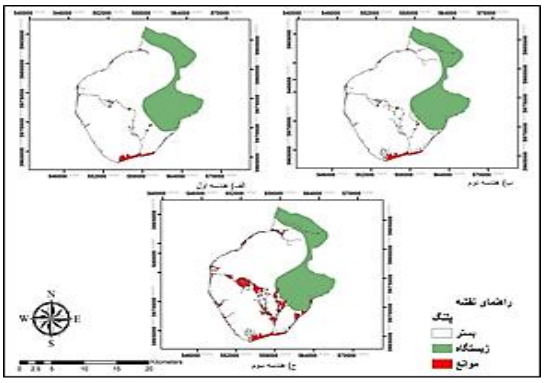
پلنگ: نتایج حاصل از اندازه‌گیری سنجه‌های محاسبه شده در نرم‌افزار Fragstats بر روی نقشه‌های به‌دست آمده از روی‌هم‌گذاری موانع هندسه‌های از هم گسیختگی بر روی نقشه زیستگاه حیات‌وحش (تهیه شده از سازمان حفاظت محیط زیست) در پارک ملی لار نشان داد سنجه کل حاشیه نشان‌دهنده افزایش طول حاشیه از هندسه اول تا هندسه سوم در زیستگاه پلنگ است و بیش‌ترین افزایش از هندسه اول به هندسه دوم رخ داده است و از هندسه سوم به چهارم ثابت مانده است و کم‌ترین مقدار این سنجه را شرایط بدون مانع به خود اختصاص داده است. نتایج سنجه تعداد لکه نشان می‌دهد در شرایط بدون مانع و هندسه اول در کم‌ترین مقدار خود است و فقط یک لکه زیستگاهی در منطقه وجود دارد. اما از هندسه اول به دوم به ۵ تکه می‌رسدو تا هندسه چهارم تغییری در زیستگاه به‌وجود نمی‌آید. سنجه اندازه موثر شبکه نشان‌دهنده حرکت جانور در منطقه بدون برخورد با موانع است (Jaeger و همکاران، ۲۰۰۸) که در این‌جا از هندسه اول تا چهارم مقدار این سنجه کاهش یافته است و بیش‌ترین مقدار این سنجه نیز در شرایط بدون مانع است و بیش‌ترین کاهش از هندسه اول به دوم رخ داده است. هم‌چنین در منطقه حفاظت‌شده ورجین نتایج سنجه کل حاشیه حاکی از افزایش مقدار کل طول حاشیه از هندسه اول تا هندسه چهارم دارد و بیش‌ترین افزایش از هندسه اول به دوم رخ داده است. هم‌چنین کم‌ترین میزان این سنجه در شرایط بدون مانع است. سنجه NP در شرایطی که مانعی در زیستگاه پلتگ نباشد و هم‌چنین در هندسه‌های اول و دوم دارای ۱ لکه زیستگاهی است و از هندسه دوم به سوم به ۱۰ تکه افزایش یافته است. سنجه اندازه شبکه موثر نیز از هندسه اول تا هندسه سوم کاهش یافته است و بیش‌ترین کاهش از هندسه دوم به سوم رخ داده است و بیش‌ترین مقدار را در شرایط بدون مانع دارا می‌باشد (شکل‌های ۸ الی ۱۰).

کل و بز: با توجه به این‌که کل و بز در پارک ملی لار دارای دو منطقه‌زیستگاهی است سنجه اندازه موثر شبکه بین زیستگاه‌ها (بستر) نیز محاسبه گردید نتایج نشان از کاهش این سنجه از هندسه اول تا چهارم دارد و بیش‌ترین کاهش آن از هندسه سوم به چهارم رخ داده است. در درون زیستگاه نتایج سنجه کل حاشیه در شرایط بدون مانع و هندسه اول یک مقدار و در کم‌ترین میزان خود است. از هندسه اول به دوم بیش‌ترین افزایش را داشته است و از هندسه دوم به سوم نیز افزایش یافته است. باتوجه به نتایج سنجه NP، شرایط بدون مانع و

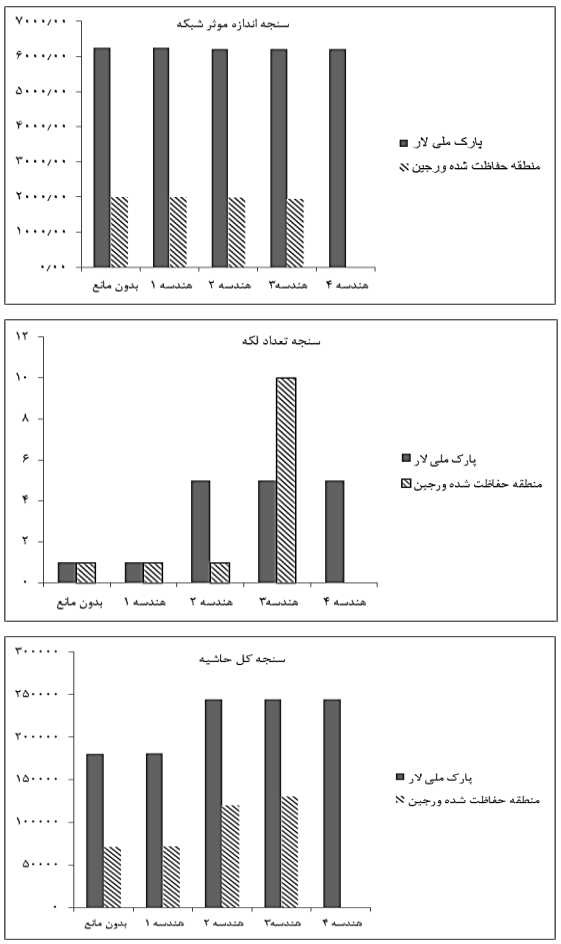
هندسه اول دارای ۴ تکه است و از هندسه اول به دوم به ۹ تکه افزایش یافته است. نتایج سنجه اندازه شبکه موثر نیز از هندسه اول تا چهارم کاهش یافته است و بیش‌ترین مقدار آن در شرایط بدون مانع است. و بیش‌ترین کاهش از هندسه اول به دوم رخ داده است. هم‌چنین کل و بز در منطقه حفاظت‌شده ورجین دارای چندمنطقه زیستگاهی است به‌همین دلیل سنجه‌اندازه موثرشبکه‌بین‌زیستگاه‌ها(بستر)نیز محاسبه گردید.نتایج‌نشان داد در شرایط بین زیستگاهی مقدار متریک MESH از هندسه اول تا سوم کاهش یافته است و بیش‌ترین کاهش آن از هندسه دوم به سوم بوده است. در شرایط درون زیستگاه نتایج سنجه کل حاشیه نشان می‌دهد که مقدار آن از هندسه اول تا سوم افزایش یافته است و بیش‌ترین افزایش آن از هندسه اول به دوم صورت گرفته است‌وسنجه‌تعدادلکه‌نیز در شرایط بدون مانع دارای ۳ لکه زیستگاهی است و با اضافه شدن موانع هندسه اول به ۵ تکه می‌رسد و بیش‌ترین افزایش آن از هندسه دوم به سوم رخ داده است. نتایج سنجه اندازه شبکه موثر حاکی از کاهش آن از هندسه اول تا سوم است و بیش‌ترین کاهش از هندسه دوم به سوم رخ داده است (شکل‌های ۱۱ الی ۱۴).



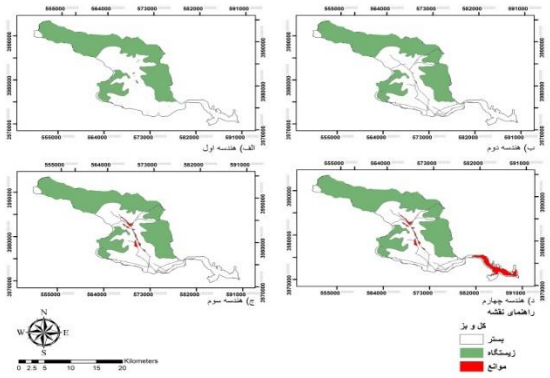
شکل۹: زیستگاه پلنگ در پارک ملی لار



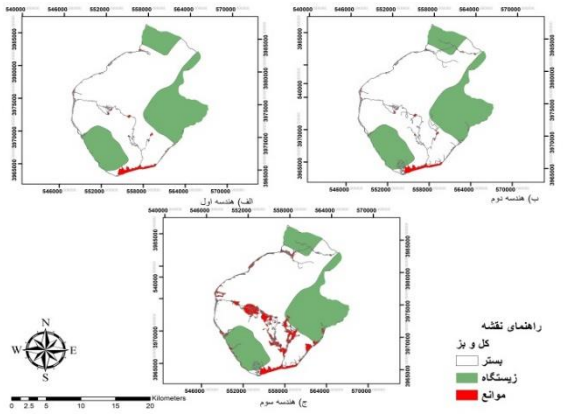
شکل ۱۰: زیستگاه پلنگ در منطقه حفاظت شده ورجین



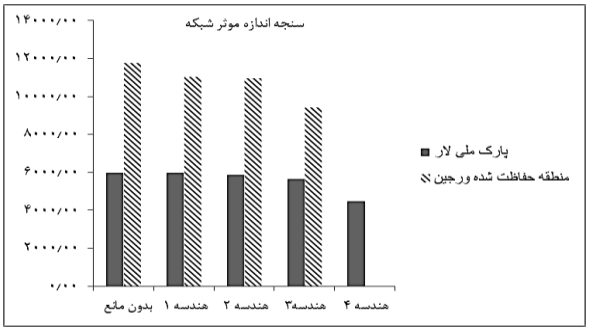
شکل ۱۰، نمودار تغییرات سنجه‌های کل حاشیه، تعداد لکه و اندازه موثر شبکه درون زیستگاه پلنگ در پارک ملی لار و منطقه حفاظت شده ورجین



شکل ۱۱: زیستگاه کل و بز در پارک ملی لار

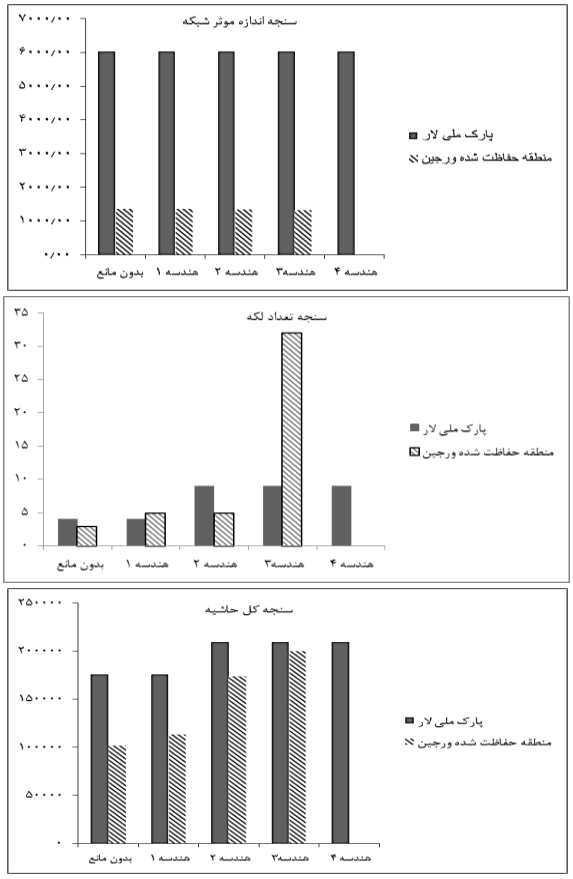


شکل ۱۲: زیستگاه کل و بز در منطقه حفاظت شده ورجین



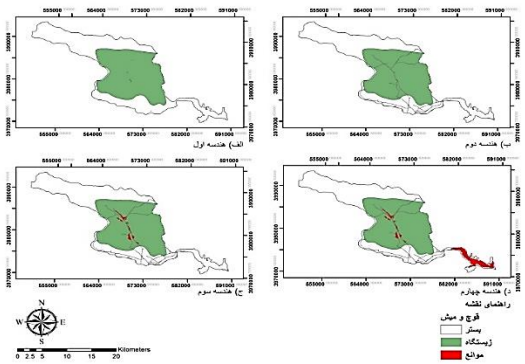
شکل ۱۳: نمودار تغییرات سنجه اندازه موثر شبکه بین زیستگاه کل و بز در پارک ملی لار و منطقه حفاظت شده ورجین

قوچ و میش: با توجه به این‌که قوچ و میش البرز در پارک ملی لار دارای یک منطقه زیستگاهی است متریک اندازه موثر شبکه بین زیستگاه‌ها (بستر) محاسبه نشد. نتایج سنجه کل حاشیه در زیستگاه قوچ و میش پارک ملی لار نشان می‌دهد که از هندسه اول تا هندسه چهارم میزان این متریک افزایش یافته است و کم‌ترین مقدار آن را شرایط بدون مانع به‌خود اختصاص داده‌است. بیش‌ترین افزایش از هندسه اول به دوم صورت گرفته است. سنجه تعداد لکه در شرایط بدون مانع و هندسه اول دارای ۱ لکه زیستگاهی است و از هندسه اول به دوم به ۵ تکه افزایش یافته است. بیش‌ترین مقدار سنجه MESH را شرایط بدون مانع به‌خود اختصاص داده است و مقدار آن از هندسه اول تا هندسه چهارم کاهش یافته است و بیش‌ترین کاهش از هندسه دوم به سوم رخ داده است. هم‌چنین با توجه به این‌که قوچ و میش البرز در منطقه حفاظت‌شده ورجین دارای دو منطقه زیستگاهی است متریک اندازه موثر شبکه بین زیستگاه‌ها (بستر) نیز محاسبه گردید.

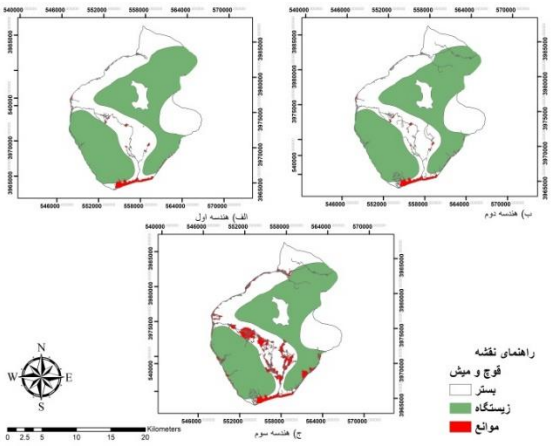


شکل ۱۴: نمودار تغییرات سنجه‌های کل حاشیه، تعداد لکه و اندازه موثر شبکه درون زیستگاه کل و بز در پارک ملی لار و منطقه حفاظت شده ورجین

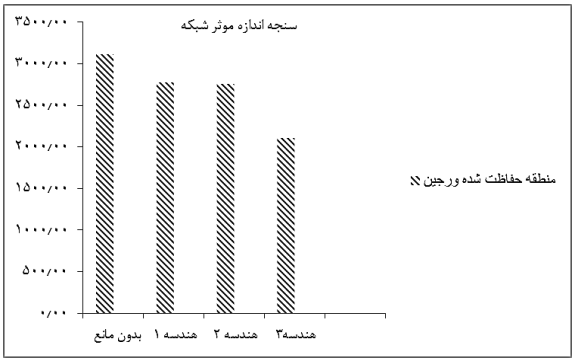
نتایج‌نشان می‌دهد مقدار سنجه اندازه شبکه موثر از هندسه اول تا سوم کاهش یافته است و بیش‌ترین کاهش از هندسه دوم به سوم رخ داده است. هم‌چنین بیش‌ترین مقدار این سنجه مربوط به شرایط بدون مانع است. نتایج سنجه کل حاشیه در زیستگاه قوچ و میش نشان می‌دهد که مقدار این متریک در شرایط بدون مانع کم‌ترین مقدار را دارد و از هندسه اول تا سوم مقدار طول لبه افزایش یافته است و بیش‌ترین افزایش از هندسه اول به دوم صورت گرفته است. در شرایط بدون مانع قوچ و میش دارای ۲ لکه زیستگاهی است و در هندسه اول این مقدار به ۶ تکه و از هندسه دوم به سوم به ۴۶ تکه افزایش می‌یابد. و هم‌چنین نتایج سنجه اندازه شبکه موثر نیز نمایانگر کاهش از هندسه اول تا سوم است و بیش‌ترین مقدار آن را شرایط بدون مانع به خود اختصاص داده است و از هندسه دوم به سوم بیش‌ترین کاهش رخ داده است (شکل‌های ۱۵ الی ۱۸).



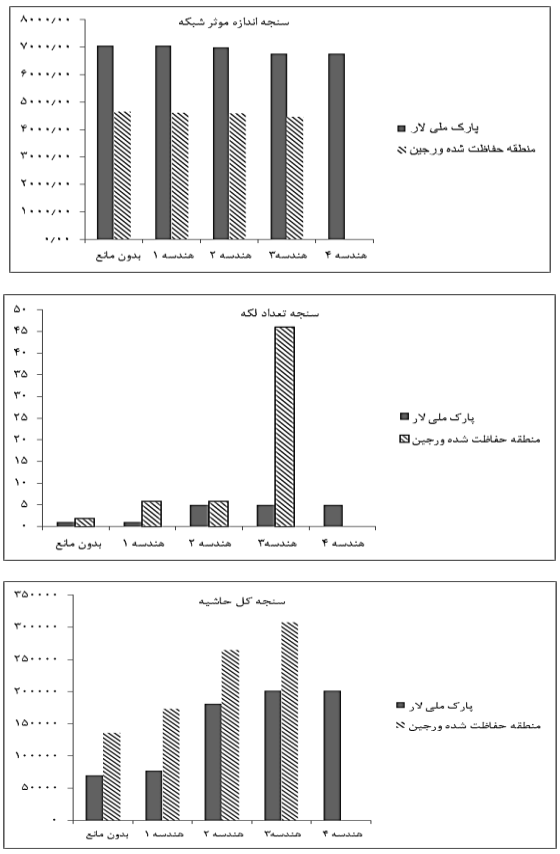
شکل ۱۵: زیستگاه قوچ و میش در پارک ملی لار



شکل ۱۶: زیستگاه قوچ و میش در منطقه حفاظت شده ورجین



شکل ۱۷: نمودار تغییرات سنجه اندازه موثر شبکه بین زیستگاه قوچ و میش در منطقه حفاظت‌شده ورجین



شکل ۱۸: نمودار تغییرات سنجه‌های کل حاشیه، تعداد لکه و اندازه موثر شبکه درون زیستگاه کل و بز در پارک ملی لار و منطقه حفاظت شده ورجین

بحث

از نتایج به‌دست آمده در جدول ۱ می‌توان نتیجه گرفت که میزان سنجه MESH در هر دو منطقه مورد مطالعه از شرایط بدون مانع به هندسه‌ی اول که شامل کاربری‌های انسان ساخت در مناطق می‌باشد و از هندسه اول به هندسه دوم با اضافه شدن موانع جاده‌های خاکی، از هندسه دوم به هندسه سوم با اضافه شدن موانع کاربری کشاورزی در مناطق و از هندسه سوم در پارک ملی لار به هندسه چهارم با حضور کاربری سد در این منطقه کاهش یافته است که این امر به‌دلیل افزایش موانع در هر هندسه می‌باشد. در هندسه اول مناطق، عوامل انسان ساخت و جاده‌های آسفالت وارد شدند و به‌دلیل این‌که در منطقه حفاظت‌شده ورجین این موانع بیش‌تر هستند و در

مناطق کمی از پارک ملی لار عوامل انسان ساخت وجود دارد میزان این سنجه در منطقه حفاظت‌شده ورجین در مقایسه با پارک ملی لار دارای مقدار کم‌تری است و هم‌چنین از شرایط بدون مانع به هندسه اول کاهش بیش‌تری در منطقه حفاظت شده ورجین رخ داده است که نشان می‌دهد پراکندگی پستانداران بزرگ در منطقه حفاظت شده ورجین با موانع بیش‌تری مواجه است و در پارک ملی لار از وضعیت بهتری برخوردار هستند. هندسه دوم، شامل موانع هندسه اول به همراه جاده‌های خاکی است میزان این سنجه در هر دو منطقه از هندسه اول به هندسه دوم کاهش یافته است و هم‌چنین این مانع در پارک‌ملی‌لار در مقایسه با منطقه‌حفاظت‌شده ورجین‌کاهش بیش‌تری از هندسه اول به دوم داشته است که این نتایج نشان می‌دهد که حضور جاده‌های خاکی در پارک ملی لار می‌تواند مانع موثرتری بر روی پراکندگی جانوران کوچک و گیاهان نسبت به منطقه حفاظت شده ورجین باشد که با حذف راه‌های اضافی می‌توان میزان ازهم گسیختگی سیمای سرزمین در این مناطق را کاهش داد. هم‌چنین در مطالعه Girvetz و همکاران (۲۰۰۸) و براتی و همکاران (۱۳۹۶) بیش‌ترین‌کاهش‌این‌سنجه‌توسط‌جاده‌های‌فرعی‌رخ داده است. هندسه سوم شامل باغات و زمین‌های کشاورزی است مقدار این سنجه در هندسه سوم منطقه حفاظت شده ورجین به‌دلیل زیاد بودن زمین‌های کشاورزی در این منطقه نسبت به پارک ملی لار بسیار کم‌تر است هم‌چنین در پارک ملی لار میزان این سنجه از هندسه دوم به هندسه سوم‌کاهش‌یافته است و با توجه به این موضوع که زمین‌های کشاورزی در این منطقه کم است بر روی از هم گسیختگی سیمای سرزمین و پراکندگی جانوران تاثیرگذار است. این هندسه برای جانورانی که به زمین‌های کشاورزی حساس هستند و از آن‌ها دوری می‌کنند و یا با حمله به این مناطق توسط روستاییان کشته و یا مسموم می‌شوند نشان‌دهنده از هم گسیختگی سیمای سرزمین برای این جانوران دارد. در هندسه چهارم پارک ملی لار، سد لار به‌عنوان مانع در نظر گرفته شد. در منطقه حفاظت شده ورجین به‌دلیل نبود کاربری سد از سه هندسه ازهم گسیختگی استفاده شد.بیش‌ترین‌کاهش‌متریک MESH در پارک ملی لار از هندسه سوم به چهارم با اضافه شدن مانع سد رخ داده است که این نتیجه نشان می‌دهد کاربری سد تاثیر به‌سزایی بر روی ازهم‌گسیختگی پارک ملی لار دارد. نتایج تحقیقات رفیعی و همکاران (۱۳۹۰) و رسولی و همکاران (۱۳۸۷) نیز نشان می‌دهد که احداث سد در مناطق حفاظت‌شده بدون توجه به پیامدهای محیط زیستی آن آثار زیانباری بر منطقه می‌گذارد. عبدالهی و همکاران (۱۳۹۶) نیز در تحقیقی به ارزیابی آثار سدسازی بر تغییرات کاربری اراضی‌زیرحوضه‌های‌غرب‌وجنوب‌دریاچه‌ارومیه‌باتصویرهای ماهواره‌ای پرداختندکه نتایج آثار منفی‌کاربری سدبر اکوسیستم را نشان می‌دهد. اکوسیستم‌های کشاورزی به‌عنوان یک اکوسیستم نیمه طبیعی روز به روز به سمت ناپایداری پیش می‌روند که به‌عنوان تهدیدی جدی برای عرصه‌های طبیعی و پایدار مطرح می‌شوند. در منطقه حفاظت شده ورجین بیش‌ترین کاهش متریک MESH از هندسه دوم به سوم با اضافه شدن موانع کشاورزی در این منطقه صورت گرفته است.

به‌منظور بررسی زیستگاه‌های حساس، زیستگاه کل و بز، قوچ و میش و پلنگ که از نظر حفاظتی مورد توجه هستند انتخاب شد. نتایج به‌دست آمده در پارک ملی لار نشان می‌دهد مانع جاده‌های خاکی و فرعی بیش‌ترین تاثیر را در بین سایر موانع بر روی زیستگاه پلنگ در این منطقه دارد زیرا با اضافه شدن مانع جاده‌های خاکی تعداد لکه‌های زیستگاهی پلنگ از ۱ لکه به پنج لکه افزایش یافته است که با کاهش جاده‌های خاکی غیرضروری در پارک ملی لار می‌توان زیستگاه بهتری برای این گونه مهم فراهم نمود و در منطقه حفاظت شده ورجین نیز مهم‌ترین عامل موثر بر روی زیستگاه پلنگ موانع کشاورزی شناسایی شد. نتایج سنجه کل حاشیه نیز نشان می‌دهد جاده‌های خاکی در منطقه باعث کاهش زیستگاه داخلی این جاندار نسبت به سایر موانع شده است.

در پارک ملی لار مهم‌ترین مانع حرکت کل و بز در بین زیستگاه کاربری سد شناسایی شد. نتایج نشان می‌دهد که جاده‌های خاکی بیش‌ترین تاثیر را بر روی زیستگاه کل و بز در پارک ملی لار دارد و حضور جادهای خاکی لکه‌های زیستگاهی آن را از ۴ لکه به ۹ لکه رسانده و زیستگاه آن را به قطعات کوچک‌تری تبدیل نموده است و مهم‌ترین‌مانع پراکندگی گونه کل و بز در بین زیستگاه منطقه حفاظت شده ورجین کاربری کشاورزی است. همان‌طورکه نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد با اضافه شدن موانع انسان ساخت لکه‌های زیستگاه کل و بز از ۳ لکه به ۵ لکه افزایش یافتند اما بیش‌ترین تکه‌تکه شدگی در زیستگاه این گونه توسط موانع کشاورزی رخ داده است و جاده‌های خاکی تاثیری بر روی لکه‌لکه شدگی زیستگاه کل و بز در منطقه حفاظت‌شده ورجین‌ندارد.نتایج نشان‌دهنده آن است‌که تعداد لکه‌های زیستگاهی در حضور موانع افزایش پیدا کرده و میزان مساحتی که گونه درون زیستگاه خود می‌تواند حرکت کند تا با موانع برخورد نکند کاهش یافته و حضور موانع پراکندگی این گونه و ارتباط آن با زیستگاه‌های دیگر را با مشکل مواجه کرده است.

گونه قوچ و میش در پارک ملی لار دارای یک لکه زیستگاهی و در منطقه حفاظت‌شده ورجین دارای ۲ لکه زیستگاهی است. نتایج متریک تعداد لکه نشان می‌دهد که زیستگاه قوچ و میش در پارک ملی لار در حضور جاده‌های خاکی به ۵ لکه رسیده است و کاربری کشاورزی بیش‌ترین تاثیر را بر روی از هم‌گسیختگی زیستگاه این گونه دارد. نتایج سنجه شبکه اندازه موثر در مناطق بین زیستگاهی قوچ و میش در پارک ملی لار نشان می‌دهد مهم‌ترین عامل بین زیستگاهی حرکت گونه کاربری کشاورزی است و در درون زیستگاه قوچ و میش در منطقه حفاظت‌شده ورجین عوامل انسان‌ساخت زیستگاه آن را به ۶ لکه تجزیه کرده‌اند و هم‌چنین از هندسه دوم به سوم تعداد لکه‌های زیستگاهی به ۴۶ لکه رسیده است. با توجه به این‌که موانع باعث کاهش تبادل ژنی بین فرا جمعیت‌ها می‌شود امکان انقراض گونه در چنین شرایطی وجود دارد. با توجه به این‌که قوچ و میش حیوانی شکارشونده است و به زیستگاه داخلی وابسته‌است افزایش سنجه TE نشان از کاهش زیستگاه آن‌دارد که بیش‌ترین میزان افزایش این متریک در دو منطقه توسط مانع جاده خاکی رخ داده است. با استفاده از این سنجه‌ها به‌همراه داده‌های مربوط به گونه‌ها و جوامع می‌توان الگوهای اکولوژیکی مختلف مانند پراکندگی جانداران و زیست‌پذیری زیستگاه‌ها را تفسیر کرد (Girvetz و همکاران، ۲۰۰۸). نتایج این تحقیق نشان می‌دهد با تحلیل سنجه‌های سیمای سرزمین و هندسه‌های از هم‌گسیختگی می‌توان به شناسایی مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار بر روی یک‌پارچگی زیستگاه گونه‌های مختلف در راستای حفاظت از آن‌ها و حفظ تنوع زیستی پرداخت.

منابع

۱. **براتی، ب.؛ جهانی، ع.؛ زبردست، ل. و رایگانی، ب.، ۱۳۹۶.** ارزیابی یکپارچگی مناطق حفاظت‌شده با به‌کارگیری رهیافت اکولوژی سیمای سرزمین (منطقهٔ مورد مطالعه: پارک ملی و پناهگاه حیات وحش کلاه قاضی). آمایش سرزمین. دوره ۹، شماره ۱، صفحات ۱۵۳ تا ۱۶۸.

۲. **جباری، س.؛ خواجه‌الدین، ج.؛ سلطانی، س. و جعفری، ر.، ۱۳۹۰.** تعیین درصد پوشش‌گیاهی مراتع با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: سمیرم اصفهان). همایش ملی ژئوماتیک.

۳. **جعفری، ش.؛ علیزاده‌شعبانی، ا. و دانه‌کار، ا.، ۱۳۹۱.** بررسی تغییرات ساختاری دریاچه ارومیه با استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین. اکولوژی تالاب دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. سال ۴، شماره ۱۴، صفحات ۴۵ تا ۵۴.

۴. **رسولی، ع.؛ عباسیان، ش. و جهانبخش، س.، ۱۳۸۷.** پایش نوسان‌های سطح آب دریاچه ارومیه با پردازش تصاویر ماهواره‌ای چند سنجنده‌ای و چند زمانه‌ای. فصلنامه مدرس علوم انسانی. دوره ۱۲، شماره ۲، صفحات ۵۳ تا ۷۱.

۵. **رفیعی، ی.؛ ملک‌محمدی، ب.؛ آبکار، ع.؛ یاوری، ا.؛ رمضانی مهریان، م. و ظهرابی، ح.، ۱۳۹۰.** بررسی تغییرات زیست‌محیطی تالاب‌ها و مناطق حفاظت‌شده با استفاده از تصاویر چندزمانه سنجنده TM (مطالعه موردی : تالاب نیریز). محیط‌شناسی. سال ۳۷، شماره ۵۷، صفحات ۶۵ تا ۷۶.

۶. **راهداری، و.؛ سفیانیان، ع.؛ خواجه‌الدین، ج. و ملکی نجف‌آبادی، س.، ۱۳۹۲.** بررسی قابلیت داده‌های ماهواره‌ای در تهیه نقشه درصد تاج‌پوشش گیاهی مناطق خشک و نیمه‌خشک (مطالعه موردی: پناهگاه حیات‌وحش موته). علوم تکنولوژی محیط زیست. دوره ۱۵، شماره ۲۳، صفحات ۴۳ تا ۵۴.

۷. **زبردست، ل.؛ یاوری، ا.؛ صالحی، ا. و مخدوم، م.، ۱۳۹۰.** استفاده از متریک اندازه موثر شبکه در تحلیل از هم‌گسیختگی پوشش‌های جنگلی محدوده اثر جاده در پارک ملی گلستان. محیط‌شناسی. سال ۳۷، شماره ۵۸، صفحات ۱۵ تا ۲۰.

۸. **علوی‌پناه، ک.، ۱۳۸۲.** کاربرد سنجش از دور در علوم زمین (علوم خاک). انتشارات دانشگاه تهران. تهران. ۴۷۸ صفحه.

۹. **عبدالهی.ا.؛ جهانی، ع.؛ رایگانی، ب. و محمدی‌فاضل، ا.، ۱۳۹۶.** ارزیابی آثار سدسازی بر تغییرات کاربری اراضی زیرحوضه‌های غرب جنوب و دریاچه ارومیه با تصویرهای ماهواره‌ای. پژوهش‌های محیط زیست. سال ۸، شماره ۱۵، صفحات ۳۹ تا ۵۰.

۱۰. **کرمی، آ. و فقهی، ج.، ۱۳۹۱.** پایش و مقایسه کاربری اراضی زاگرس شمالی و جنوبی با رویکرد اکولوژی سیمای سرزمین (مطالعه موردی:استان‌های کردستان و کهگیلویه‌وبویراحمد). آمایش سرزمین. سال ۴، شماره ۶، صفحات ۵ تا ۳۴.

۱۱. **مهندسین‌مشاور یکم. ۱۳۸۱.** طرح مدیریت زیست‌محیطی منطقه حفاظت‌شده ورجین. سازمان حفاظت محیط‌زیست. دفتر زیستگاه‌ها و امور مناطق.

۱۲. **مهندسین مشاور یکم. ۱۳۸۱.** طرح مدیریت زیست‌محیطی پارک ملی‌لار. سازمان‌حفاظت محیط‌زیست. دفتر زیستگاه‌ها و امور مناطق.

۱۳. **مجنونیان،ه.، ۱۳۸۰**. پارک‌های ملی و مناطق حفاظت‌شده (ارزش‌ها و کارکردها). انتشارات سازمان حفاظت محیط‌زیست. تهران. ۴۸۰ صفحه.

۱۴. **Ahern, J. and Andre, L., 2003.** Applying Landscape Ecological Concepts and Metrics in Sustainable Landscape Planning. Landscape and Urban Planning. Vol. 59, No. 2, pp: 65-93.

۱۵. **Anderson, J.R.; Hardy, E.E.; Roach, J.T. and Witmer, R.E., 1976.** Lands Cover Classification System for Use with Remote Sensor Data. United States Government Printing Office. Washington, USA. pp: 80-85.

۱۶. **Forman, R.T.T., 1995**. Land mosaics: The ecology of landscapes and regions. Cambridge University press, USA. pp: 607-656.

۱۷. **Girvetz, E.H.; Thorne, J.H.; Berry, A.M. and Jeager, J.A.G., 2008.** Integration of Landscape Fragmentation Analysis into Regional Planning: A Statewide Multi-Scale Case Study from California, USA. Vol. 86, No. 3-4, pp: 205-218.

۱۸. **Jaeger, J., 2002.** Landscape Fragmentation: A Transdisciplinary Study According to the Concept of Environmental Threat Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, Germany. 447 p.

۱۹. **Jaeger, J.A.G.; Bertiller, R.; Schwick, C.; Muller, K.; Steinmeier, C.; Ewald, K.C. and Ghazoul, J., 2008.** Implementing Landscape Fragmentation as an Indicator in the Swiss Monitoring System of Sustainable Development (MONET). Environmental Management. Vol. 88, No. 4, pp: 737-751.

۲۰. **Leitao, A.B. and Ahren, J., 2002.** Applying Landscape Ecological Concepts and Metrics in Sustainable Landscape Planning. Landscape and Urban Planning, Vol. 59, No. 2, pp: 65-93.

۲۱. **McGarigal, K. and Marks, B.J., 1995.** FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure. Forest Science Department. Oregon State University, Corvallis.

۲۲. **Mairota, P.; Cafarelli, B.; Boccaccio, L.; Leronni, V.; Labadessa, R.; Kosmidou, V. and Nagendra, H., 2013.** Using Landscape Structure to Develop Quantitative Baselines for Protected Area Monitoring. Ecological Indicators. Vol. 33, pp: 82-95.

۲۳. **Quintana, S.M.; Ramos, B.M.; Martinez, M.A.C. and Pastor, I.O., 2010.** A model for assessing habitat fragmentation caused by new infrastructures in extensive Territories-Evaluation of the impact of the Spanish strategic infrastructure and transport plan. Journal of Environmental Management. Vol. 91, pp: 1087-1096.

۲۴. **Turner, M.G.; Gardner, R.H. and O'neill, R.V., 2001**. Landscape Ecology in Theory and Practice Pattern and Process, New York, Springer.