

کمی سازی تغییرات زیستگاهی آهوی ایرانی (*Gazella subgutturosa*) در پناهگاه حیات وحش شیراحمد سبزوار با استفاده از متریک های اکولوژی سیمای سرزمین

- علی رازقندی: دانشکده محیط زیست، پردیس فنی، دانشگاه تهران
- لعبت زبردست*: دانشکده محیط زیست، پردیس فنی، دانشگاه تهران
- حمیدرضا جعفری: دانشکده محیط زیست، پردیس فنی، دانشگاه تهران
- احمدرضا یآوری: دانشکده محیط زیست، پردیس فنی، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: آبان ۱۳۹۶

چکیده

امروزه طبیعت بکر و زیستگاه های دور افتاده و دور از تأثیرات بشر، بسیار کمیاب گردیده است. احداث مناطق حفاظت شده تلاش آگاهانه ای برای حمایت از آخرین بازمانده تنوع زیستی است که کم و بیش در روند توسعه ناپایدار کنونی ویژگی های طبیعی خود را حفظ کرده اند. ظرفیت دانش اکولوژی سیمای سرزمین برای دنبال کردن فرایندهای اکولوژیکی از درون طیف وسیعی از مقیاس های فضایی- زمانی و توجه به تأثیرات فرهنگی این امکان را فراهم می کند که اثرات واقعی فعالیت های انسانی و برنامه ریزی های مرتبط با آن ها را درک نماییم. در پژوهش حاضر، تغییرات سیمای سرزمین در دوره ۱۰ ساله از سال ۲۰۰۶ تا سال ۲۰۱۶ در پناهگاه حیات وحش شیراحمد سبزوار با هدف مطالعه تأثیرات آن بر زیستگاه آهوی ایرانی مورد مطالعه قرار گرفت. به این منظور، پس از تهیه و پردازش تصاویر ماهواره ای مناسب از منطقه مورد مطالعه، نقشه های پوشش اراضی این منطقه برای دوره زمانی مذکور استخراج گردید. سپس جهت کمی سازی تغییرات زیستگاهی آهو در دوره ۱۰ ساله، متریک های سیمای سرزمین در سطح طبقه استخراج و محاسبه شدند. نتایج محاسبه متریک ها بیانگر افزایش مساحت و پیوستگی در طبقه جنگل تاغ و گز و کاهش مساحت، بروز از هم گسیختگی و تغییر شکل و اندازه لکه ها در سه طبقه مرتع، شوره زار و زراعت می باشد که ناشی از وجود تعداد زیاد روستا در اطراف منطقه، فعالیت های انسانی مانند چرای بی رویه دام و خشکسالی است.

کلمات کلیدی: تغییرات زیستگاهی، آهوی ایرانی، پناهگاه حیات وحش شیراحمد سبزوار، رهیافت اکولوژی سیمای سرزمین



مقدمه

شیوه‌ای صحیح صورت گیرد (Salem, 2000; Pressey و Margules, 2003). در این روش، سیستم‌های بوم‌شناختی از نظر جریان انرژی و چرخه مواد باز تلقی شده و فرض بر این است که آن‌ها از محیط پیرامون و خارج از خود کنترل می‌شوند. در این حالت ساختار و کارکرد سیستم از مقیاس‌های چندگانه تاثیر می‌پذیرد و در بررسی این سیستم‌ها باید متناسب با موضوع، مقیاس‌های مکمل (مقیاس‌های خرد تا کلان) در نظر گرفته شود. در این دیدگاه انسان جزئی از بوم‌سازگان بوده و بوم‌سازگان باید به‌عنوان یک سیستم اجتماعی بوم‌شناختی معرفی گردد و روابط بین زیرسیستم‌های مختلف در آن بررسی شود (Antrop, 2000). در کشور ایران عوامل مختلف جغرافیایی و اقلیمی منجر به ایجاد تنوع زیستی قابل توجهی شده است (Jowkar و همکاران, 2016). اما هم‌زمان این تنوع زیستی توسط عوامل مختلف طبیعی نظیر خشکسالی و تغییر اقلیم و عوامل انسانی مانند تغییر کاربری و آلودگی تهدید می‌شود. این مسئله به‌خصوص در مورد گونه‌هایی که به‌دلیل تحرک بالا، نیازهای زیستگاهی بزرگ‌تری دارند، حائز اهمیت بیش‌تری می‌باشد.

آهوی ایرانی (*Gazella subgutturosa subgutturosa*) از جمله گونه‌های علف‌خوار ساکن در فلات ایران است که به‌دلیل لزوم جایابی و تحرک به‌صورت روزانه، به محدوده زیستگاهی وسیع و یک‌پارچه نیازمند است. به‌همین جهت، بررسی مطلوبیت زیستگاهی آن می‌تواند اطلاعات مفید و موثری در حفاظت این گونه در اختیار مدیران مناطق حفاظت شده و حیات وحش قرار دهد. از جمله تحقیقات انجام شده در این خصوص می‌توان به مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه آهوی ایرانی در منطقه شکار ممنوع قراویز و استان کرمانشاه با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی اشاره داشت که در آن از روش حضور/عدم حضور با استفاده مدل شبکه عصبی پرسپترون چندلایه استفاده شد. براساس نتایج آن ۱۲/۷۰ درصد از مساحت استان جزء زیستگاه مطلوب گونه مورد مطالعه بوده و نسبت سایر زیستگاه‌های آهو در شرق رشته کوه زاگرس، ارتفاع زیستگاه مطلوب در قراویز کم‌تر است (کریمی و همکاران, ۱۳۹۵). هم‌چنین در تحقیق دیگری، ظرفیت برد زیستگاه و رژیم غذایی این گونه در پارک ملی سرخه حصار تهران در دو سناریو محاسبه گردیده است که براساس نتایج آن، ظرفیت برد آهو با رقیبان ۵۶ راس و بدون رقیبان ۱۰۷ راس محاسبه گردیده و ۱۵ گونه گیاهی از ۸ تیره شناسایی و مشخص شد که تیره چمن بیش‌ترین تنوع را در رژیم غذایی آهو دارد (کاظمی‌جهندی و همکاران, ۱۳۹۴). پناهگاه حیات وحش شیراحمد سبزوار که به‌خاطر شرایط خاص خود یکی از بکرترین زیستگاه‌های آهو در کشور می‌باشد نیز از تغییرات زیستگاهی ناشی از فعالیت‌های انسانی و عوامل طبیعی بی‌نصیب نمانده است. با توجه به این‌که براساس مرور منابع، مطالعات کمی در زمینه

محیط‌زیست طبیعی، پناهگاه اشکال گوناگون زندگی و اکوسیستم‌ها است، چنین محیطی حاصل میلیون‌ها سال تکامل و جهش است (King و Erickson, ۱۹۹۹). تنوع زیستی در هر منطقه‌ای را باید کلید پایداری و سلامت محیط‌زیست طبیعی در آن به‌حساب آورد (اردکانی, ۱۳۹۲). انسان به‌علت بهره‌برداری بی‌محابا و مستمر از طبیعت برای سود زودحاصل، در تخریب منابع طبیعی و محیط زیست سهیم است و این روند باید متوقف شود. مدیریت پایدار منابع قابل تجدید در صنایع، کشاورزی، گردشگری، بهداشت، جنگل‌داری، شیلات، آموزش و یا توسعه شهری در زندگی بشر بسیار حیاتی و تاثیرگذار می‌باشد. حفاظت و نگه‌داری کیفیت اکوسیستم‌ها، نیازمند فن‌آوری‌های پیشرفته و فراتر بوده و مشارکت عمومی فعالی را طلب می‌نماید (محرمانزاد, ۱۳۹۲). احداث مناطق تحت حفاظت تلاش آگاهانه‌ای برای حمایت از آخرین بازمانده تنوع زیستی است که کم و بیش در روند توسعه ناپایدار کنونی ویژگی‌های طبیعی خود را حفظ کرده‌اند. از سوی دیگر تفکیک و توسعه این مناطق با درجات حفاظتی متفاوت در داخل شبکه مناطق حفاظت‌شده بیانگر نوعی ارتقای سطح نگرش، احساس مسئولیت و تکامل اخلاقی است که جوامع در فرایند تحول فکری و عاطفی خود در طول زمان به آن دست یافته‌اند (Mc Neely و همکاران, ۱۹۹۴). مناطق حفاظت‌شده براساس ضوابط پذیرفته‌شده در بین همه ملل جهان از جمله با ارزش‌ترین میراث‌های طبیعی کشور محسوب می‌شوند (مخدوم و همکاران, ۱۳۸۶). امروزه به‌دنبال تغییرات ناشی از فعالیت‌های انسانی و تغییرات اقلیمی، برنامه‌ریزی برای حفاظت از منابع طبیعی ارزشمند، از جمله زیستگاه‌های بکر و زیستگاه گونه‌های در معرض خطر انقراض ضروری و نیازمند روشی مناسب و علمی برای شناسایی و کمی‌سازی روند تغییرات در ترکیب پوشش و کاربری اراضی می‌باشد. به این ترتیب تا حد زیادی می‌توان روند تغییرات را تعیین و در مورد آینده پیش‌بینی نمود تا بتوان روند نامناسب تغییرات سرزمین را شناسایی و از گسترش آن جلوگیری کرد (ملکی‌نجف‌آبادی و همکاران, ۱۳۸۹). تغییر روش مطالعه از بررسی جداگانه بوم‌سازگان‌ها به سمت مطالعه مجموعه آن‌ها، حل مشکلات و بررسی جنبه‌هایی از بوم‌شناسی را در پی داشته است که با دیدگاه بوم‌شناسی سنتی راه حلی برای آن‌ها یافت نشده بود (Farina, 2009). در بین روش‌های جدید، مطالعات اکولوژی سیمای سرزمین و در نظر گرفتن مناطق حفاظت‌شده در مقیاس کلان و برنامه‌ریزی برای ارزش‌ها و اهداف حفاظتی نظیر گونه‌های گیاهی و جانوری و نیازهای زیستگاهی شناخته‌شده آن‌ها مانند گستردگی حریم و پیوستگی و به‌طور کلی ساختار و فرایندها در سیستم‌های اکولوژیک باعث می‌شود که حفاظت در سطحی موثر و با



هستند و طول شاخ آن‌ها ۲۵ تا ۴۵ سانتی‌متر است. شاخ‌ها سیاه‌رنگ، باز شده و شکلی شبیه به S را به وجود می‌آورند که به طرف پشت خم شده و نوک آن‌ها به داخل می‌پیچند. ماده‌ها اغلب بدون شاخ هستند. نرها هنگام جفتگیری دارای برآمدگی غده‌مانند در زیر گلوئی خود می‌باشند. آهو گیاه‌خوار و نشخوارکننده است و حس بویایی و بینایی قوی دارد. به صورت اجتماعی زندگی کرده و گله‌های کوچک و در برخی موارد بزرگ، دربرگیرنده صدها یا هزاران فرد را تشکیل می‌دهند. در انواعی از زیستگاه‌های نیمه‌بیابانی، استپی، بوته‌زارها و درخت‌زارها زندگی کرده و دشت‌ها و تپه‌ماهورهای پوشیده از درمنه را ترجیح می‌دهد. متاسفانه آمار نشان می‌دهد که تعداد این گونه در پناهگاه حیات وحش شیراحمد در فاصله زمانی ده‌ساله ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ در حدود ۶۰ درصد کاهش نشان داده است. در جدول ۱ تعداد آهو در پناهگاه حیات وحش شیراحمد در سال‌های ۲۰۰۶ (۱۳۸۵ شمسی) و ۲۰۱۶ (۱۳۹۵ شمسی) ذکر شده است.



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی پناهگاه حیات وحش شیراحمد در استان خراسان رضوی

جدول ۱: تعداد آهو در پناهگاه حیات وحش شیراحمد در سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۱۶ (اداره کل حفاظت محیط زیست خراسان رضوی، ۱۳۹۶)

سال	۲۰۰۶ (۱۳۸۵)	۲۰۱۶ (۱۳۹۵)
تعداد	۲۱۱۶	۸۶۷

روش پژوهش

تهیه نقشه‌های پوشش اراضی: به منظور بررسی تغییرات زیستگاهی آهو در منطقه مورد مطالعه، ابتدا نقشه پوشش اراضی از تصاویر ماهواره‌ای مربوط به دوره زمانی مورد مطالعه استخراج شد تا در تحلیل ساختاری با استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین استفاده شود. با توجه به این‌که در این تحقیق یک دوره ۱۰ ساله (۲۰۰۶ تا ۲۰۱۶) از پناهگاه حیات وحش شیراحمد مورد مطالعه قرار گرفت، تصاویر ماهواره‌ای مربوط به سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۱۶ از این منطقه

ارزیابی وضعیت و تغییرات زیستگاه این گونه در منطقه شکار ممنوع شیراحمد صورت نگرفته است، کاهش چشمگیر تعداد آهو و به خطر افتادن بقای آن در این منطقه انجام تحقیق حاضر را بیش از پیش ضروری ساخت تا تغییرات بروز یافته در این منطقه طی سال‌های ۲۰۰۶ (۱۳۸۵ شمسی) تا ۲۰۱۶ (۱۳۹۵ شمسی) شناسایی شوند.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه و مشخصات گونه: پناهگاه حیات وحش

شیر احمد منطقه‌ای با مساحت ۲۲۸۴۷ هکتار است که در استان خراسان رضوی و در فاصله ۵ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان سبزوار قرار گرفته است. وضعیت توپوگرافی منطقه به صورت دشتی، کویری و تپه ماهور بوده و دارای حداقل ارتفاع ۹۱۵ متر و حداکثر ارتفاع ۱۳۸۰ متر می‌باشد. این منطقه در سال ۱۳۷۵ به عنوان منطقه شکار ممنوع اعلام گردید و پس از یک دهه حفاظت به سبب احیاء و افزایش جمعیت وحش و غنای زیستی قابل توجه در اردیبهشت سال ۱۳۸۱ براساس ارزیابی‌های به عمل آمده شایسته احراز عنوان پناهگاه حیات وحش تشخیص داده شد و براساس مصوبه شورای عالی حفاظت محیط زیست به پناهگاه حیات وحش شیراحمد تغییر نام پیدا کرد و در حال حاضر نیز با همین عنوان تحت حفاظت و کنترل می‌باشد (اداره کل حفاظت محیط زیست خراسان رضوی، ۱۳۸۷). پناهگاه حیات وحش شیراحمد یکی از زیستگاه‌های منحصر به فرد آهو در سطح کشور می‌باشد و از این حیث همه ساله با متقاضیان فراوانی جهت حضور در منطقه به جهت بازدید از طبیعت، شکار و نیز مشاهده غنای گیاهی و جانوری منطقه روبرو است. خصوصیات توپوگرافیکی منطقه که سیمای دشتی را پدید آورده است سهولت تردد در منطقه با خودرو را جهت مشاهده گله‌های بزرگ آهوان را امکان‌پذیر ساخته است (زمانی و همکاران، ۱۳۹۰). در شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان خراسان رضوی نشان داده شده است.

تاکنون سه گونه آهو در ایران شناسایی شده اند که شامل آهوی ایرانی (*Gazella subgutturosa*)، آهوی هندی (جیبیر) (*Gazella bennettii*) و آهوی کوهی (*Gazella gazelle*) می‌باشد (رام و همکاران، ۱۳۹۶). آهوی ایرانی متعلق به راسته زوج‌سمنان و خانواده گاوسنانان می‌باشد. این گونه، در طبقه‌بندی اتحادیه جهانی حفاظت (IUCN) جزو طبقه آسیب‌پذیر (Vulnerable) محسوب شده و مهم‌ترین تهدیدات آن شکار (برای دستیابی به گوشت و چرم) و تخریب زیستگاه (به دلیل کاربری‌های رقیب به خصوص کشاورزی) می‌باشد (Mallon, ۲۰۰۸). طول سر و بدن ۹۰ تا ۱۱۵ سانتی‌متر، طول دم ۱۶ تا ۲۰ سانتی‌متر، ارتفاع بدن ۷۰ تا ۸۰ سانتی‌متر و وزن ۲۰ الی ۴۵ کیلوگرم است. نرها دارای شاخ



تعلق یک پیکسل به طبقه مفروض چقدر است و از بسیاری از جهات این روش شبیه روش حداقل فاصله می باشد با این تفاوت که در آن همبستگی میان باندها نیز در نظر گرفته می شود (ماهینی و کامیاب، ۱۳۸۸). در این طبقه بندی نیاز به زمان محاسبه طولانی تری نسبت به سایر روش ها می باشد ولی در مجموع نتایج بهتری ارائه می دهد (Tso و Mather، ۲۰۰۱). برای تعیین نمونه های تعلیمی جهت طبقه بندی نظارت شده از برداشت های زمینی با استفاده از GPS و تصاویر ماهواره ای بزرگ مقیاس قابل دسترس نرم افزار تحت وب Google Earth استفاده شد. سپس به منظور ارزیابی صحت طبقه بندی تصاویر ماهواره ای طبقه بندی شده، دقت کلی طبقه بندی و ضریب کاپا برای این تصاویر محاسبه گردید که مقدار این شاخص ها برای تصویر سال ۲۰۰۶ به ترتیب ۰/۹۸/۱۶٪ و ۰/۹۷ و برای تصویر سال ۲۰۱۶ به ترتیب ۰/۹۳/۶۱٪ و ۰/۹۰ می باشد. در نهایت با استفاده از فیلتر اکثریت، نویزهای ظاهر شده در تصاویر ماهواره ای طبقه بندی شده برطرف شده و نقشه های پوشش اراضی با چهار طبقه جنگل تاغ و گز، مرتع، شوره زار و زراعت تهیه شدند.

نرم افزار مورد استفاده: به منظور استخراج و محاسبه متریک های سیمای سرزمین از نرم افزار Patch Analyst نسخه ۵.۲ استفاده شد. این نرم افزار نوعی ابزار سیستم اطلاعات جغرافیایی است که به صورت یک افزونه در نرم افزار ArcGIS نصب می شود و مزیت آن نسبت به سایر نرم افزارهای محاسبه متریک های سیمای سرزمین مانند Fragstats این است که اولاً به علت امکان استفاده از فایل های برداری، دقت بالاتری داشته و ثانیاً به طور مستقیم به نقشه ارتباط دارد و می توان شاخص های کمی استخراج شده را به نقشه مورد نظر مرتبط ساخت و نیاز به نرم افزار واسطه ای ندارد. با استفاده از این نرم افزار می توان تحلیل ساختار فضایی سیمای سرزمین را به نحو موثرتری انجام داد (زبردست و همکاران، ۱۳۹۰).

معرفی و محاسبه متریک های سیمای سرزمین: به منظور انجام مقایسات زمانی و تحلیل تغییرات یک منطقه در مقیاس سیمای سرزمین نیاز است که متریک های سیمای سرزمین استخراج شده تا تجزیه و تحلیل مناسب انجام شود. با استفاده از متریک های سیمای سرزمین می توان الگوهای مکانی سیمای سرزمین را کمی کرد. فراوانی و ارتباطات متنوع بین متریک های سیمای سرزمین باعث شده انتخاب متریک مناسب برای پایش سیمای سرزمین براساس هدف مطالعه صورت گیرد (Herzog، ۲۰۰۱). متریک ها، ساختار فضایی سیمای سرزمین را در یک لحظه از زمان تشریح می کنند و ابزارهایی هستند که وضعیت هندسی و فضایی یک لکه یا موزائیکی از لکه ها را مشخص می کنند (Ahren و Leitao، ۲۰۰۲). براین اساس، در این تحقیق به منظور تفسیر تغییرات به وجود آمده در زیستگاه گونه آهو در پناهگاه حیات وحش

تهیه گردید. بدین صورت که برای سال ۲۰۰۶ تصویر ماهواره ای ۷ Landsat، سنجنده ETM+ و برای سال ۲۰۱۶ تصویر ماهواره ای ۸ Landsat، سنجنده OLI با گذر ۱۶۰ و ردیف ۳۵ از سایت Earthexplorer.usgs.gov تهیه شد. در جدول ۲ مشخصات تصاویر ماهواره ای مورد استفاده در این تحقیق ارائه شده است.

جدول ۲: مشخصات تصاویر ماهواره ای مورد استفاده در تحقیق

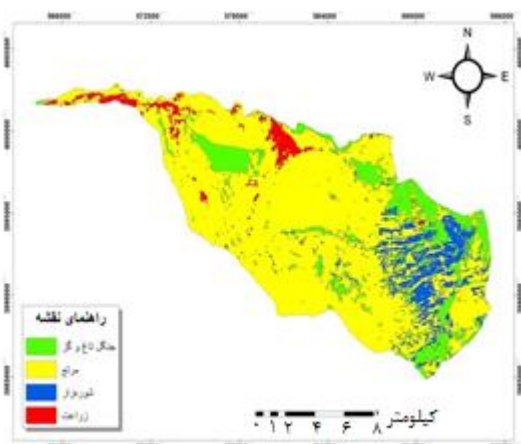
سال	ماهواره	سنجنده	توان تفکیک	تاریخ تصویر
۲۰۰۶	Landsat ۷	ETM+	۳۰ متر	۵ ژوئن ۲۰۰۶
۲۰۱۶	Landsat ۸	OLI	۳۰ متر	۵ ژوئن ۲۰۱۶

در مرحله بعد، با استفاده از نرم افزار ENVI نسخه ۵.۱ باندهای تصاویر دریافت شده به یکدیگر متصل شده، طول موج هر باند مشخص شده و سنسور هر باند تعیین گردید. در مرحله بعد با توجه به بزرگ مقیاس بودن تصاویر ماهواره ای دریافت شده، با استفاده از شیب فایل پناهگاه حیات وحش شیراحمد مرز این منطقه از تصاویر ماهواره ای سال های ۲۰۰۶ و ۲۰۱۶ برش داده شد. بعد از این مرحله، به منظور بارسازی تصاویر ماهواره ای برش خورده این تصاویر به تصاویر مرکب رنگی تبدیل شدند. در ماهواره ۷ Landsat ترکیب رنگی ۳ ۴ ۵ و در ماهواره ۸ Landsat ترکیب رنگی ۴ ۵ ۶ برای تحلیل پوشش گیاهی به کار می رود. بنابراین تصویر ماهواره ای سال ۲۰۰۶ که از ماهواره Landsat 7 تهیه شده بود به ترکیب رنگی ۳ ۴ ۵ و تصویر ماهواره ای سال ۲۰۱۶ که از ماهواره Landsat 8 تهیه شده بود به ترکیب رنگی ۴ ۵ ۶ تبدیل و با اعمال فیلتر [۱۴] Sharpen بر روی هر دو تصویر، این تصاویر ذخیره شدند. برای استخراج اطلاعات از تصاویر ماهواره ای ذخیره شده، از طبقه بندی نظارت شده استفاده گردید. طبقه بندی نظارت شده هنگامی استفاده می شود که از پیش دانست چه طبقاتی از پوشش سرزمین و کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه وجود دارد. به علاوه در این روش پژوهشگر باید با اطمینان زیاد و با کار صحرایی نه چندان وسیع، کاربری ها را بر روی زمین و نیز بر روی تصویر ماهواره ای تشخیص دهد (Coppin و همکاران، ۲۰۰۴). روش های طبقه بندی نظارت شده بر پایه معرفی دقیق طبقات و پدیده های مدنظر کاربر در سامانه تجزیه و تحلیل استوار می باشد (مخدوم و همکاران، ۱۳۸۶). برای طبقه بندی نظارت شده تصاویر ماهواره ای سال ۲۰۰۶ و ۲۰۱۶ منطقه مورد مطالعه از روش حداکثر احتمال استفاده شد. از میان روش های طبقه بندی نظارت شده، روش حداکثر احتمال تاکنون به عنوان دقیق ترین و کاربردی ترین روش شناخته شده است (مخدوم و همکاران، ۱۳۸۶). در این روش با استفاده از میانگین، واریانس و کوواریانس نمونه های تعلیمی، مشخص می شود که احتمال پسین

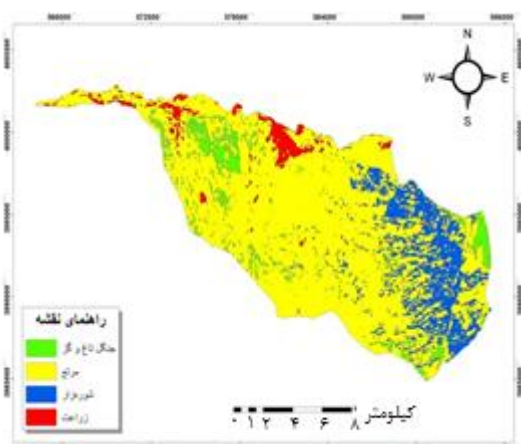


نتایج

نقشه‌های پوشش اراضی منطقه مورد مطالعه: همان‌طور که ذکر شد در پناهگاه حیات وحش شیراحمد سه طبقه پوشش اراضی جنگل تاغ و گز، مرتع، شوره‌زار و زراعت شناسایی شدند و بر این اساس نقشه‌های پوشش اراضی سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۱۶ مربوط به این منطقه تهیه شدند که این نقشه‌ها در شکل‌های ۲ و ۳ نمایش داده شده است.



شکل ۲: نقشه پوشش اراضی پناهگاه حیات وحش شیراحمد مربوط به سال ۲۰۰۶



شکل ۳: نقشه پوشش اراضی پناهگاه حیات وحش شیراحمد مربوط به سال ۲۰۱۶

محاسبه متریک‌ها و تغییرات آن‌ها: در این مرحله با استفاده از نقشه‌های پوشش اراضی سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۱۶، متریک‌های استخراج شده منتخب برای چهار طبقه جنگل تاغ و گز، مرتع، شوره‌زار و زراعت در پناهگاه حیات وحش شیراحمد محاسبه شده و به منظور مقایسه بهتر، نرخ تغییر در هر متریک به درصد تبدیل شده و مورد مقایسه

شیراحمد، متریک‌های سیمای سرزمین در سطح کلاس (طبقه) برای چهار طبقه جنگل تاغ و گز، مرتع، شوره‌زار و زراعت استخراج و مورد محاسبه گرفتند. متریک‌های استخراج شده منتخب در زیر تعریف شده‌اند: مساحت هر طبقه (CA): شامل مجموعه مساحت تمامی لکه‌های طبقه است که معمولاً بر حسب هکتار محاسبه می‌شود.

تعداد لکه (NumP): در صورت استفاده در سطح سیمای سرزمین نشان‌دهنده تعداد کل لکه‌های موجود در سیمای سرزمین و در سطح طبقات، نشان‌دهنده تعداد کل لکه‌های موجود در هر طبقه می‌باشد. متوسط اندازه لکه (MPS): بیانگر میزان اندازه لکه‌ها در هر طبقه بوده و از تقسیم مساحت هر طبقه به تعداد لکه‌ها در هکتار محاسبه می‌شود. کل لبه (TE): بیانگر طول کل لبه‌ها و مرزهای موجود در درون یک سیمای سرزمین می‌باشد که از طریق فرمول زیر تعیین می‌گردد: رابطه (۱)

$$TE = \sum_{k=1}^{m'} e_{ik}$$

در این فرمول e_{ik} طول لبه بین لکه‌های i و k است. واحد اندازه‌گیری آن متر می‌باشد.

تراکم لبه (ED): مقدار لبه نسبت به کل مساحت سیمای سرزمین است که بر حسب متر بر هکتار بیان شده و از طریق فرمول زیر محاسبه می‌شود:

رابطه (۲)

$$ED = \frac{\sum_{k=1}^{m'} e_{ik}}{A}$$

که در آن e_{ik} طول لبه بین لکه‌های i و k و A مساحت کل سیمای سرزمین مورد بررسی می‌باشد.

متوسط لبه لکه (MPE): بیانگر نسبت طول کل لبه‌ها به تعداد لکه در سیمای سرزمین می‌باشد.

متوسط شاخص شکلی (MSI): عبارت است از میانگین نسبت محیط به مساحت که به صورت زیر محاسبه می‌شود:

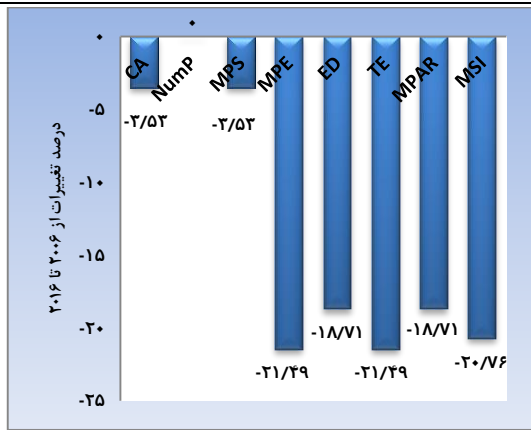
رابطه (۳)

$$MSI = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left(\frac{0.25 P_{ij}}{\sqrt{a_{ij}}} \right)}{N}$$

در این فرمول P_{ij} محیط هر لکه و a_{ij} مساحت همان لکه و N برابر با تعداد لکه‌ها می‌باشد. اگر این شاخص برابر با یک باشد، لکه‌ها شکل مربعی داشته و با افزایش پیچیدگی شکل لکه‌ها مقدار آن افزایش پیدا می‌کند. متوسط نسبت محیط به مساحت (MPAR): زیاد شدن عدد این شاخص نشان‌دهنده افزایش لبه لکه‌ها و در نتیجه آسیب‌پذیر شدن بیش‌تر آن‌ها است که حاصل بروز از هم گسیختگی در سیمای سرزمین می‌باشد.

جدول ۴: مقایسه متریک‌ها در سطح کلاس برای مرتع در پناهگاه حیات وحش شیراحمد در سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۱۶

نام متریک	علامت اختصاری	مقدار در سال ۲۰۰۶	مقدار در سال ۲۰۱۶	درصد تغییرات
مساحت هر طبقه	CA	۱۷۴۹۳/۸۶	۱۶۸۷۶/۲	-۳/۵۳
تعداد لکه	NumP	۱	۱	۰
متوسط اندازه لکه	MPS	۱۷۴۹۳/۹	۱۶۸۷۶/۲	-۳/۵۳
متوسط لبه لکه	MPE	۱۲۱۲۱۶۰	۹۵۱۵۶۱	-۲۱/۴۹
تراکم لبه	ED	۶۹/۲۹	۵۶/۳۸	-۱۸/۷۱
کل لبه	TE	۱۲۱۲۱۶۰	۹۵۱۵۶۱	-۲۱/۴۹
متوسط نسبت محیط به مساحت	MPAR	۶۹/۲۹	۵۶/۳۸	-۱۸/۷۱
متوسط شاخص شکلی	MSI	۲۵/۸۵	۲۰/۶۶	-۲۰/۷۶



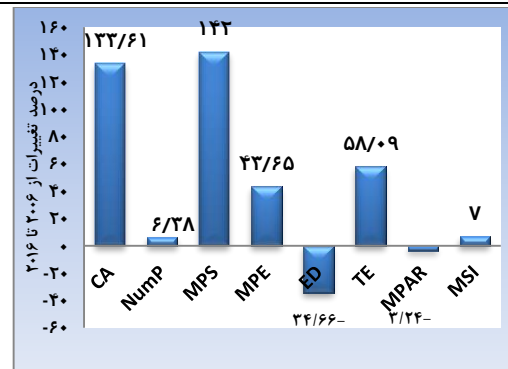
شکل ۵: مقایسه تغییرات متریک‌ها در طبقه مرتع در فاصله سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۶

بهترین حالت لکه، شکلی است که ناحیه هسته وسیع و مرزها منحنی شکل باشند. مشخص شده است که لکه‌هایی که دارای شکل گردتری هستند در حفاظت از منابع درونی خود کارایی بیشتری دارند چرا که در این اشکال، نسبت محیط به مساحت کم‌تر بوده و بنابراین میزان در معرض قرار گرفتن محتویات لکه با محیط اطراف کاهش خواهد یافت (Forman, ۱۹۹۵). در تفسیر کلی تغییر متریک‌ها در کلاس مرتع می‌توان گفت که با وجود تنها یک لکه در طبقه مرتع و کاهش مساحت و نامطلوب‌تر شدن شکل آن یعنی کاهش میزان انحنای مرز لکه و مربعی شدن آن به دلیل چرای غیرمجاز و بیش از ظرفیت برد منطقه و بروز خشکسالی، این لکه منزوی شده و ارتباط آن با لکه‌ها و زیستگاه‌های سایر طبقات کاهش یافته است. بنابراین طی سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۶ از کیفیت طبقه مرتع برای تامین نیازهای غذایی آهو کاسته شده است. این در حالی است که گونه آهو بیش‌ترین تغذیه خود را از پوشش گیاهی موجود در طبقه مرتع به دست آورده و این طبقه

قرار گرفته است. در جداول ۲، ۳، ۴ و ۵ نتایج محاسبه متریک‌ها و تغییرات آن‌ها در طبقات پوشش اراضی منطقه مورد مطالعه برای سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۱۶ آمده است.

جدول ۳: مقایسه متریک‌ها در سطح کلاس برای جنگل تاغ و گز در پناهگاه حیات وحش شیراحمد در سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۱۶

نام متریک	علامت اختصاری	مقدار در سال ۲۰۰۶	مقدار در سال ۲۰۱۶	درصد تغییرات
مساحت هر طبقه	CA	۱۴۱۴/۵۷	۳۳۰۳/۸۵	+۱۳۳/۶۱
تعداد لکه	NumP	۵۹۵	۶۳۳	+۶/۳۸
متوسط اندازه لکه	MPS	۲/۳۷	۵/۲۱	+۱۴۲
متوسط لبه لکه	MPE	۶۶۵/۲	۹۵۵/۵	+۴۳/۶۵
تراکم لبه	ED	۲۷۹/۷۹	۱۸۳/۰۷	-۳۴/۶۶
کل لبه	TE	۳۹۵۷۹۷	۶۰۴۸۳۴	+۵۸/۰۹
متوسط نسبت محیط به مساحت	MPAR	۷۵۹/۹۲	۷۳۵/۲۹	-۳/۲۴
متوسط شاخص شکلی	MSI	۱/۴۳	۱/۵	+۷



شکل ۴: مقایسه تغییرات متریک‌ها در طبقه جنگل تاغ و گز در فاصله سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۶

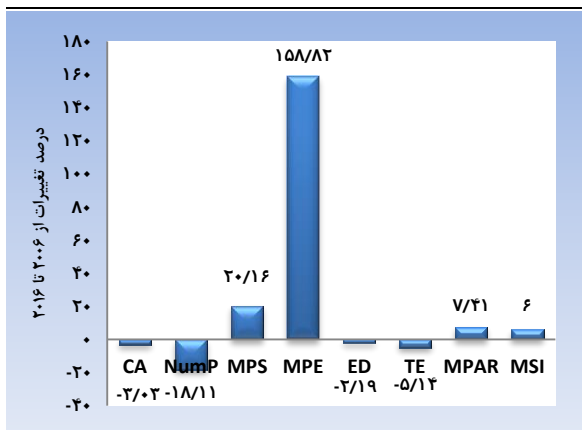
همان‌طور که در جدول ۲ و شکل ۴ مشخص است بیش‌ترین تغییر در بازه زمانی مورد مطالعه مربوط به متوسط اندازه لکه می‌باشد. هم‌چنین متریک مساحت طبقه نیز افزایش چشمگیری داشته است که ناشی از اضافه نمودن جنگل‌های تاغ و گز دست کاشت به این طبقه می‌باشد. با توجه به این که آهوها در فصل زاد و ولد نوزادان خود را به منظور پنهان نگاه داشتن از دید شکارچیان (طبیعی و انسانی) در میان درختچه‌های تاغ و گز پنهان می‌کنند، افزایش مساحت این طبقه و اندازه و تعداد لکه‌های موجود در آن می‌تواند به بقای آهوهای تازه متولد شده کمک زیادی نماید. افزایش سایر متریک‌ها نیز نشان‌دهنده افزایش پیوستگی و ایده‌آل بودن شرایط زیستی در طبقه جنگل تاغ و گز می‌باشد.



کم شده و موجب تلف شدن یا مهاجرت آن‌ها از پناهگاه حیات وحش شیراحمد شده است.

جدول ۶: مقایسه متریک‌ها در سطح کلاس برای زراعت در پناهگاه حیات وحش شیراحمد در سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۱۶

نام متریک	علامت اختصاری	مقدار در سال ۲۰۰۶	مقدار در سال ۲۰۱۶	درصد تغییرات
مساحت هر طبقه	CA	۸۳۲/۴۶	۸۰۷/۲	-۳/۰۳
تعداد لکه	NumP	۱۲۷	۱۰۴	-۱۸/۱۱
متوسط اندازه لکه	MPS	۶/۵۵	۷/۷۶	+۲۰/۱۶
متوسط لبه لکه	MPE	۱۰۹۴/۰۲	۱۲۶۷/۱۸	+۱۵۸/۸۲
تراکم لبه	ED	۱۶۶/۹	۱۶۳/۲۶	-۲/۱۹
کل لبه	TE	۱۳۸۹۴۰	۱۳۱۷۸۶	-۵/۱۴
متوسط نسبت محیط به مساحت	MPAR	۵۵۵/۶	۵۹۶/۷۳	+۷/۴۱
متوسط شاخص شکلی	MSI	۱/۴۸	۱/۵۴	+۶



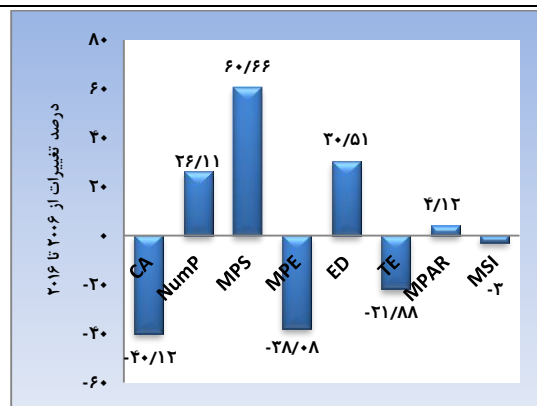
شکل ۷: مقایسه تغییرات متریک‌ها در طبقه زراعت در فاصله سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۶

در طبقه زراعت بیش‌ترین تغییر در بازه زمانی مورد مطالعه مربوط به سنجه متوسط لبه لکه است که مبین وجود ازهم گسیختگی در این طبقه می‌باشد. به‌طور کلی، در طبقه زراعت تغییر متریک‌های مرتبط با ازهم گسیختگی مانند افزایش متوسط لبه لکه، افزایش متوسط نسبت محیط به مساحت و کاهش مساحت وجود از هم گسیختگی در این طبقه را نشان می‌دهند که نتیجه عواملی نظیر پیش‌روی طبقه جنگل تاغ و گز به سمت سایر طبقات، چرای غیرمجاز و بیش از ظرفیت برد منطقه، بروز خشکسالی و حضور انسان به‌عنوان یک عامل اختلالی می‌باشد. از طرفی اندازه لکه‌ها در بازه زمانی مورد مطالعه افزایش یافته و اشکال آن‌ها از حالت مربعی خارج شده و مرز آن‌ها نیز از حالت سخت و مستقیم به اشکال نرم و منحنی تغییر یافته که باعث پایدار شدن منابع درون لکه‌ها می‌شود. براین اساس می‌توان گفت که با وجود ازهم گسیختگی

را برای گذراندن فصل زاد و ولد خود ترجیح می‌دهد. براین اساس تعداد کثیری از آهوها در مواجهه با کمبود منابع غذایی و نبود امنیت کافی در فصل زاد و ولد در این کلاس یا تلف شده و یا به مناطق با منابع غذایی غنی‌تر و امن‌تر مهاجرت کرده‌اند و این باعث کاهش تعداد گونه آهو در پناهگاه حیات وحش شیراحمد شده است.

جدول ۵: مقایسه متریک‌ها در سطح کلاس برای شوره‌زار در پناهگاه حیات وحش شیراحمد در سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۱۶

نام متریک	علامت اختصاری	مقدار در سال ۲۰۰۶	مقدار در سال ۲۰۱۶	درصد تغییرات
مساحت هر طبقه	CA	۳۱۰۶/۷۹	۱۸۶۰/۴۴	-۴۰/۱۲
تعداد لکه	NumP	۴۴۸	۵۶۵	+۲۶/۱۱
متوسط اندازه لکه	MPS	۶/۹۳	۳/۲۹	+۶۰/۶۶
متوسط لبه لکه	MPE	۱۳۶۹/۷۲	۸۴۸/۳۴	-۳۸/۰۸
تراکم لبه	ED	۱۹۷/۵۱	۲۵۷/۶۳	+۳۰/۵۱
کل لبه	TE	۶۱۳۶۳۶	۴۷۹۳۱۵	-۲۱/۸۸
متوسط نسبت محیط به مساحت	MPAR	۷۸۱/۲۱	۸۱۳/۳۹	+۴/۱۲
متوسط شاخص شکلی	MSI	۱/۵۲	۱/۴۹	-۳



شکل ۶: مقایسه تغییرات متریک‌ها در طبقه شوره‌زار در فاصله سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۶

در طبقه شوره‌زار کاهش مساحت و افزایش تعداد لکه ناشی از افزایش تراکم جنگل‌های تاغ و گزدست کاشت در دوره زمانی مورد مطالعه نشان‌دهنده بروز ازهم گسیختگی در این طبقه می‌باشد. از طرفی اندازه لکه‌ها کوچک‌تر شده و لبه‌های آن‌ها حالت سخت و مستقیم پیدا کرده است. هم‌چنین مرز لکه‌ها افزایش پیدا کرده و منجر به از هم گسیختگی شده است. بنابراین منابع موجود در طبقه شوره‌زار یعنی گونه‌های مقاوم به خشکی که اکثر آن‌ها مورد تعلیف آهو قرار می‌گیرد کاهش یافته است. از طرفی کلاس شوره‌زار به‌عنوان کریدور تردد آهوها به مزارع جو و گندم روستاهای واقع در شمال منطقه می‌باشد که با وجود از هم گسیختگی دسترسی آن‌ها به منابع غذایی خوشخوراک

بحث

در طبقه زراعت، این طبقه دارای قابلیت ترمیم و رسیدن به شکل ایده آل برای تامین نیازهای غذایی آهودر پناهگاه حیات وحش شیراحمد را دارد.

باتوجه به اهمیت وجود پیوستگی و یک پارچگی زیستگاهی برای گونه هایی که نیازهای حرکتی بالایی دارند و انجام نشدن تحقیقات کمی در خصوص زیستگاه آهوی ایرانی در پناهگاه حیات وحش شیراحمد، در این تحقیق، از متریک های اکولوژی سیمای سرزمین به منظور کمی سازی تغییرات زیستگاهی این گونه در پناهگاه حیات وحش شیراحمد سبزوار در فاصله سال های تا ۲۰۱۶ استفاده شد. نتایج تهیه نقشه پوشش اراضی و کمی سازی الگوهای مکانی در منطقه مورد مطالعه نشان دهنده تغییرات چشمگیر و تاثیر زیاد این تغییرات بر جمعیت آهودر این منطقه می باشد. اضافه نمودن جنگل های تاغ و گز دست کاشت به منطقه باعث افزایش چشمگیر مساحت طبقه جنگل تاغ و گز شده است که این به بقای آهودر تازه متولد شده کمک زیادی می نماید. اما امنیت تنها فاکتور موثر بر بقای گونه های حیات وحش نمی باشد و عوامل مهم دیگری مانند سهولت دسترسی به منابع غذایی و وجود منابع غذایی کافی در یک زیستگاه نیز ارتباط مستقیم با زنده ماندن زیست مندان آن زیستگاه دارد. سنجش سیمای سرزمین نشان دهنده کاهش مساحت، تغییر شکل و اندازه لکه ها و مرزها در سه طبقه مرتع، شوره زار و زراعت می باشند که ناشی از وجود تعداد زیاد روستا در اطراف منطقه، چرای بی رویه دام های اهلی توسط ساکنین منطقه، تک شغلی بودن ساکنین منطقه (فقط دامداری و کشاورزی) و خشکسالی می باشد. حضور دام های اهلی در منطقه رقابت بر سر منابع غذایی را افزایش داده و تعداد زیادی از آهودر در این رقابت شکست خورده و تلف شده و یا از منطقه مهاجرت کرده اند. از طرفی در مواجهه با کمبود منابع غذایی، جمعیت کثیری از آهودر به منظور تامین نیازهای غذایی خود به زمین های کشاورزی اطراف منطقه هجوم برده و در آن جا به راحتی توسط شکارچیان شکار شده اند. بنابراین حضور انسان و فعالیت های او در منطقه مورد مطالعه به عنوان یک عامل اختلالی باعث کاهش شدید جمعیت آهودر در این منطقه شده است.

منابع

در منطقه حفاظت شده فارور با استفاده از DNA میتوکندری. محیط زیست جانوری. دوره ۹، شماره ۲، صفحات ۱ تا ۸.

۴. زبردست، ل. و جعفری، ح. ر.، ۱۳۹۰. ارزیابی روند تغییرات تالاب انزلی با استفاده از سنجش از دور و ارائه راه حل مدیریتی. مجله محیط شناسی. دوره ۳۷، شماره ۵۷، صفحات ۵۷ تا ۶۴.

۵. زمانی، ص.؛ عرفانی رحمت نیا، ع. و ابویسانی، ر.، ۱۳۹۰. ارزیابی قابلیت ها و تنگناهای پناهگاه حیات وحش شیراحمد سبزوار به لحاظ اکوتوریسم با استفاده از قابلیت های نرم افزار GIS. همایش گردشگری و توسعه پایدار. دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان.

۶. کاظمی جهندی، ا.؛ کابلی، م.؛ کرمی، م. و صوفی، م.، ۱۳۹۴. تعیین ظرفیت برد زیستگاه و رژیم غذایی آهوایرانی (*Gazella subgutturosa*) در پارک ملی سرخه حصار تهران. علوم و تکنولوژی محیط زیست. دوره ۱۷، شماره ۱، صفحات ۱۳۵ تا ۱۴۳.

۷. کرمی، پ.؛ کمانگر، م. و حسینی، س. م.، ۱۳۹۵. مدل سازی مطلوبیت زیستگاه آهوایرانی (*Gazella subgutturosa*) در منطقه شکار ممنوع قراویز و استان کرمانشاه با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی. پژوهش های جانوری. دوره ۲۹، شماره ۳، صفحات ۳۴۰ تا ۳۵۲.

۸. ماهینی، ع. و کامیاب، ع.، ۱۳۸۸. سنجش از دور و سامانه های اطلاعات جغرافیایی کاربردی با نرم افزار ایدرسی. انتشارات مهر مهدیس. تهران. ۶۱۰ صفحه.

۹. محرم نژاد، ن.، ۱۳۹۲. مدیریت و برنامه ریزی محیط زیست (چاپ اول). نشر دی نگار. تهران. ۴۰۰ صفحه.

۱۰. مخدوم، م.؛ درویش صفت، ا. ع.؛ جعفرزاده، ه. و مخدوم، ع.، ۱۳۸۶. ارزیابی و برنامه ریزی محیط زیست با سامانه های اطلاعات جغرافیایی. انتشارات دانشگاه تهران. تهران. ۳۰۴ صفحه.

۱۱. ملکی نجف آبادی، س.؛ سفیانیان، ع. و راهداری، و.، ۱۳۸۹. بررسی تغییرات بوم شناسی منظر در پناهگاه حیات وحش موته با استفاده از سامانه های اطلاعات جغرافیایی (GIS). محیط زیست طبیعی. دوره ۶۳، شماره ۴، صفحات ۳۷۳ تا ۳۸۷.

۱۲. Antrop, M., 2000. Background concepts for integrated landscape analysis. Agriculture, Ecosystems & Environment. Vol. 77, pp: 17-28.

۱۳. Coppin, P.; Jonckheere, I.; Nackaerts, K.; Muys, B. and Lambin, E., 2004. Digital change detection methods in ecosystem monitoring: a review. Remote Sensing. Vol. 25, No. 9, pp: 1565-1596.

۱۴. Erickson, S.L. and King, B.J., 1999. Fundamentals of Environmental Management. John Wiley & Sons inc. USA. 352 p.

۱۵. Farina, A., 2009. Ecology, Cognition & Landscape: Linking Natural and Social System. Springer, New York. 161 p.

۱۶. Forman, R.T., 1995. Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions. Cambridge: Cambridge University Press. 632 p.

۱۷. Herzog, F.; Lausch, A.; Müller, E.; Thulke, H.; Steinhardt, U. and Lehmann, S., 2001. Landscape metrics for the assessment of landscape destruction and rehabilitation. Environmental Management. Vol. 27, No. 1, pp: 91-107.

۱۸. Jowkar, H.; Ostrowski, S.; Tahbaz, M. and Zahler, P., 2016. The Conservation of Biodiversity in Iran: Threats, Challenges and Hopes. Iranian Studies. Vol. 49, No. 6, pp. 1065-1077.

۱۹. Leitao, A.B. and Ahern, J., 2002. Applying Landscape Ecological Concepts and Metrics in Sustainable Landscape Planning. Landscape & Urban Planning. Vol. 59, pp: 65-93.

۲۰. Mallon, D.P., 2008. *Gazella subgutturosa*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008. e. T8976A12945246. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T8976A129452.en.s.l.:IUCN>.

۲۱. Margules, C.R. and Pressey, R.L., 2000. Systematic conservation planning. Nature. Vol. 405, pp: 243-253.

۲۲. Mc Neely, J.A., 1994. Protected Area in the Modern World. Protecting Nature, Regional Reviews of Protected Area. IUCN/IV World Congress.

۲۳. Oldfield, T.E.E.; Smith, R.J.; Harrop, S.R. and Leader, W.N., 2004. A gap analysis of terrestrial protected areas in England and its implications for conservation policy. Biological Conservation. Vol. 120, pp: 303-309.

۲۴. Salem, B.B., 2003. Application of GIS to biodiversity monitoring. J of arid environments. Vol. 54, pp: 91-114.

۲۵. Tso, B. and Mather, P.M., 2001. Classification methods for remotely sensed data. Taylor and Francis. New York. 356 p.

۱. اداره کل حفاظت محیط زیست خراسان رضوی. ۱۳۹۶. سرشماری سالانه حیات وحش خراسان رضوی. اداره کل حفاظت محیط زیست خراسان رضوی.

۲. اردکانی، م. ر.، ۱۳۹۲. اکولوژی (چاپ پانزدهم). انتشارات دانشگاه تهران. تهران. ۳۴۰ صفحه.

۳. رام، م.؛ فرحمنند، ح.؛ کرمی، م. و ایمانی هرسینی، ج.، ۱۳۹۶. ساختار جمعیتی و جایگاه تبارشناسی آهوکوهی (*Gazella gazelle*)

