# پیش‌بینی فضایی تغییرات زیستگاه منطقه حفاظت‌شده هفتادقله در استان مرکزی ایران

امیر انصاری[1*]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۲/۲۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۴/۱۸)

## چکیده

**در سال‌های اخیر منطقه حفاظت شده هفتادقله اراک با تغییرات زیادی مواجه شده است. در این پژوهش از تصاویر ماهواره‌ای لندست مربوط به سال‌های ۱۳۷۵و ۱۳۹۵ استفاده شد. نقشه کاربری اراضی به چهار کلاس مرتع، اراضی کشاورزی، مناطق مسکونی و رخنمون سنگی طبقه‌بندی شدند. پیش‌بینی وضعیت کاربری اراضی و زیستگاه برای سال ۱۴۲۰ با استفاده از نقشه‌های کاربری اراضی و مدل‌های مبتنی بر شبکه‌های عصبی مصنوعی، تحلیل زنجیره مارکوف و رگرسیون لجستیک تعیین شدند. نتایج نشان می‌دهد که بیشترین تغییرات سیمای سرزمین منطقه بین سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۵ به‌ترتیب مربوط به شاخص‌های فرسایش، تجمع و ایجاد هستند، و بین سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۴۲۰ به‌ترتیب شاخص‌های ایجاد و تجزیه هستند. تغییرات ارزیابی زیستگاه گوسفند وحشی نشان می‌دهد که در سال ۱۳۹۵ معادل ۴/۵ درصد زیستگاه نسبت به سال ۱۳۷۵ کاهش دارد. با ادامه این روند در سال ۱۴۲۰ معادل ۶/۵ درصد زیستگاه نسبت به سال ۱۳۹۵ با کاهش مواجه است. ضریب شاخص سطح زیر منحنی مدل رگرسیون لجستیک در ارزیابی زیستگاه معادل ۰/۹۵۵۸ است، که نشانگر عملکرد بسیار عالی مدل است. به‌طور کلی راهکار اصولی مهم، جلوگیری از تغییرات کاربری زیستگاه گوسفند وحشی به سایر کاربری‌ها است.**

**واژه‌های کلیدی: Habit and Biodiversity Modeler، گوسفند وحشی، منطقه حفاظت‌شده هفتادقله، LCM و رگرسیون لجستیک**

۱. گروه محیط زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اراک

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: a-ansari@araku.ac.ir

## مقدمه

امروزه تغییر کاربری و پوشش اراضی به‌دلیل تأثیر زیاد بر زیستگاه‌ها از لحاظ تغییرات محیط زیستی جهان دارای اهمیت است و مورد توجه دانشمندان و تصمیم‌گیران قرار گرفته است. به‌منظور مدیریت بهتر اکوسیستم‌های طبیعی و انسان‌ساخت و برنامه‌ریزی بلندمدت، نیاز به مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی و پیش‌بینی این تغییرات در آینده است. در دو دهه گذشته دامنه وسیعی از مدل‌های تغییر کاربری اراضی به‌منظور کمک در مدیریت اراضی، درک بهتر، ارزیابی و بررسی نقش این تغییرات در کارکرد سامانه زمین توسعه یافته است (۱۵). سطح زمین به خودی خود یک سیستم پیچیده است و مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی یک روند پیچیده با دخالت متغییرهای متفاوت است، و مدل‌سازی این نقشه‌ها با استفاده از روش‌های سنجش از دور و نرم‌افزارهای نقشه‌سازی حاصل می‌شود. مدل‌های تغییر کاربری اراضی ابزار مفیدی برای تجزیه و تحلیل تغییرات کاربری اراضی و گرفتن تصمیمات آگاهانه‌تر توسط بشر است (۱۷). شبکه عصبی توسط مکولوچ و پیتس در ۶۰ سال پیش ارائه شد و نخستین کاربرد عملی شبکه عصبی مصنوعی توسط روسن‌بلت با معرفی شبکه‌های پرسترون چند لایه (Multi-layer Perceptron) صورت گرفت. این روش نسبت به روش‌های دیگر مزیت‌هایی دارد، از جمله اینکه شبکه عصبی مصنوعی توزیع آماری داده‌های مستقل دارد و به متغیرهای آماری ویژه‌ای نیاز ندارد و از سه لایه ورودی، پنهان و خروجی تشکیل شده است و در هر لایه تعدادی نورون وجود دارد (۸). در علم احتمالات زنجیره مارکوف به‌عنوان ابزار توصیفی، هدف عمده‌اش پیش‌بینی رفتار آینده نظام‌های مدیریتی است، نخستین بار آندری آندروویچ مارکوف (۱۹۰۷) مدل تحلیل زنجیره مارکوف (Markov Chain) را ارائه داد، این مدل یک سیستم ترکیبی چند متغیره و خودکار برای پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی استفاده می‌شود (۱۳). آنالیز مارکوف ماتریس‌هایی را به‌کار می‌برد، که تمامی تغییرات کاربری زمین میان تمامی گروه‌های منحصر به‌فرد کاربری زمین را نمایش می‌دهد (۱۲). تبدیل سیمای سرزمین توسط فعالیت‌های انسانی منجر به تغییرات گسترده در ساختار فضایی چشم‌انداز می‌شود. صرف‌نظر از انواع تبدیل اراضی به‌نظر می‌رسد تعداد محدودی از پیکربندی‌های فضایی معمولی از چنین فرایندهای تحول زمین حاصل می‌شود. فرایندهای دهگانه مسئول تغییر الگوی سیمای سرزمین بر اساس الگوی هندسی شامل: تغییر شکل (Deformation)، تغییرمکان (Shift)، سوراخ‌شدگی (Perforation)، کوچک‌شدن (Shrinkage)، بزرگ‌شدگی (Enlargement)، سائیدگی (Attrition)، جمع‌شدگی (Aggregation)، ایجادشدگی (Creation)، جداشدگی (Dissection) و قطعه‌قطعه‌شدگی (Fragmentation) است (۱۰). پرز وگا و همکاران (۱۶) از مدل‌ساز تغییر زمین (LCM: Land Change Modeler) برای مدل‌سازی تخریب و احیای جنگل‌های خزان‌کننده گرمسیری مکزیک استفتده کردند. آنها مدل‌سازی نیروی انتقال را با شبکه عصبی مصنوعی انجام دادند و در زیر مدل احیا، زیر مدل جنگل‌زدایی و زیر مدل اختلال به‌ترتیب با صحت ۵۹/۲، ۳۵/۲ و۵۹/۶ درصد دست یافتند (۱۵). باقری و شتایی از رگرسیون لجستیک برای مدل‌سازی کاهش گستره جنگل در حوزه آبخیز چهل‌چای استان گلستان استفاده کردند. برای بررسی ارتباط مکانی کاهش جنگل با عوامل فیزیکی و انسانی از رگرسیون لجستیک با متغیرهای شیب، جهت، ارتفاع و متغیرهای انسانی فاصله از جاده، روستا و اندازه جمعیت استفاده کردند. ضریب ROC در این مطالعه ۰/۷۲ به‌دست آمد که نشان‌دهنده توافق نسبی مدل به‌دست آمده با نقشه کاهش گستره جنگل است (۷). وفایی و همکاران از مدل‌ساز تغییر زمین (LCM) بر پایه شبکه‌های عصبی مصنوعی و تحلیل زنجیره مارکوف برای پایش تغییرات کاربری اراضی در بخش غربی شهرستان مریوان استفاده کرد در طول دوره ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۰ نرخ تخریب جنگل ۰/۲۱ است و مناطق انسان‌ساخت با نرخ سالیانه ۷/۵ درصد نسبت به سطح اولیه خود توسعه یافته است (۹). مهم‌ترین عوامل تخریب زیستگاه‌ها و کاهش جمعیت حیات وحش در ایران شامل: تبدیل مراتع و جنگل‌ها به اراضی کشاورزی، باغات، اماکن مسکونی، کارخانه‌ها و ایجاد راه‌ها که نتیجه آن کاهش فضای حیاتی

حیوانات وحشی، تجزیه زیستگاه‌ها، جلوگیری از جابه‌جایی، مهاجرت حیوانات، دسترسی سریع و آسان شکارچیان و دامداران به زیستگاه‌های امن آنها هستند (۶). حسینی و همکاران در بررسی انتخاب زیستگاه و مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه آهوی ایرانی در منطقه حفاظت‌شده هفتادقله نشان دادند سطح زیستگاه‌های مطلوب برای آهو در منطقه حفاظت‌شده هفتادقله از سال ۱۳۵۴ تا سال ۱۳۹۲ معادل ۱۶ درصد کاهش یافته است، که دلیل آن به‌طور عمده توسعه مزارع کشاورزی، جاده‌ها، کانون‌های انسانی، معادن و همچنین کمبود منابع آبی و خشکسالی‌های پی در پی هستند (۴). منطقه هفتادقله در نزدیکی شهر صنعتی اراک قرار دارد، که توسعه فعالیت‌های صنعتی، کشاورزی، معدنی، مناطق مسکونی و جاده‌سازی آن را بسیار تحت تأثیر قرار داده است. بنابراین تحقیق حاضر با هدف پایش تغییرات زیستگاه حیات وحش در گذشته و بررسی امکان پیش‌بینی آن در آینده با استفاده از مدل‌ساز تغییر کاربری (LCM: Land Change Modeler)، مدل‌ساز زیستگاه و تنوع زیستی (HBM: Habitat and Biodiversity Modeler) در منطقه حفاظت‌شده هفتادقله اراک ضروری است.

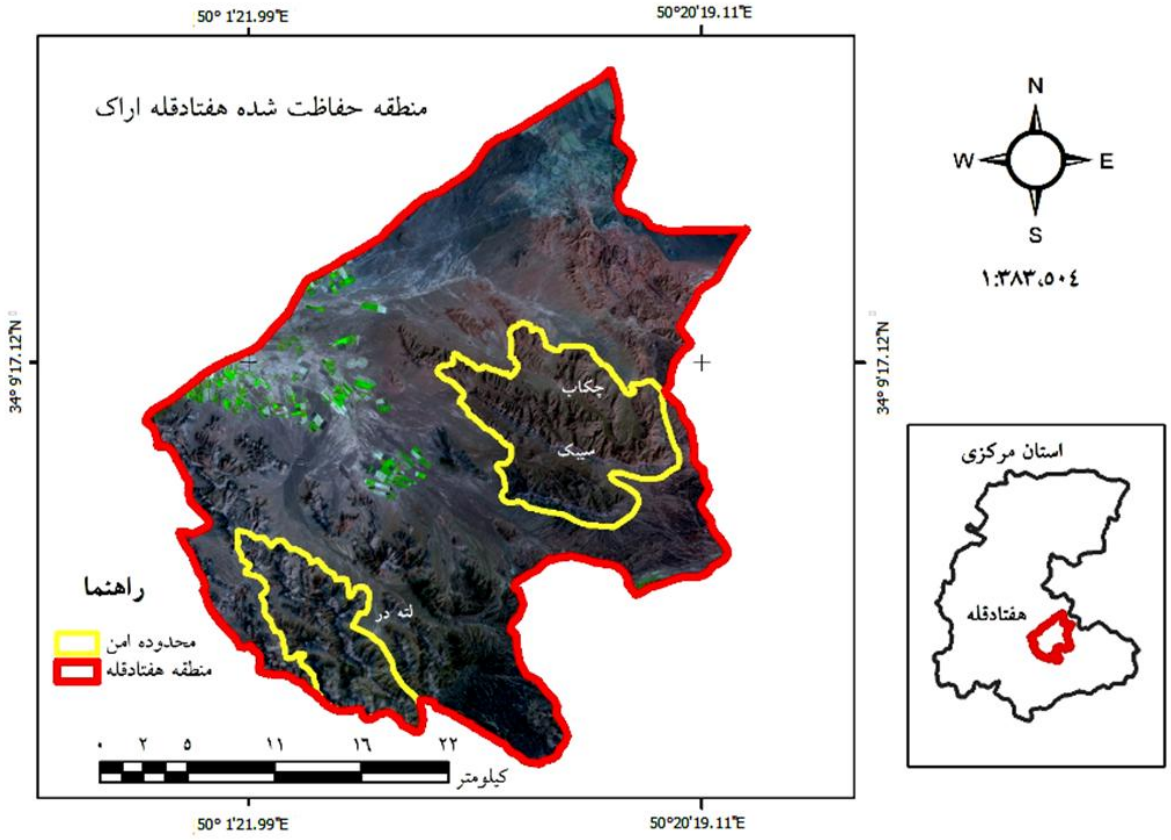
## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

منطقه حفاظت‌شده هفتادقله در ۲۵ کیلومتری شرق اراک، ۱۵ کیلومتری شمال غربی محلات و ۳۰ کیلومتری شمال خمین واقع شده است. از نظر موقعیت جغرافیایی در حد فاصل '۵۵ °۳۳ تا '۲۰ °۳۴ عرض شمالی '۵۶ °۴۹ تا '۲۴ °۵۰ طول شرقی قرار دارد. وسعت منطقه ۹۷۴۳۷ هکتار است. این منطقه در سال ۱۳۴۹ توسط سازمان شکاربانی و نظارت بر صید وقت ممنوعه اعلام شد و در سال ۱۳۵۳ تحت حفاظت سازمان حفاظت محیط زیست قرار گرفت (شکل ۱). مهم‌ترین رشته‌کوه منطقه کوه‌های هفتادقله است که در جهت شمال غربی- جنوب غربی واقع شده است. کوه برف‌شاه با ارتفاع ۳۰۰۰ متر بلندترین قله منطقه است. دره چکاب و سیبک از مهم‌ترین دره‌هایی هستند که به‌دلیل در برداشتن چشمه‌هایی به همین نام به‌عنوان آبشخور مورد استفاده وحوش قرار می‌گیرند. وحوش منطقه شامل: پلنگ، گرگ، کل و بز، قوچ‌ومیش، کفتار، تشی، خرگوش، روباه، شغال، کبک، تیهو، عقاب، هوبره و غیره است، پازن منطقه هفتادقله به‌عنوان نماد تنوع زیستی استان مرکزی است. پستانداران منطقه شامل ۲۳ گونه از ۱۲ خانواده هستند. بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۶ حدود ۷۵۰ رأس کل‌وبز وحشی و ۲۴۰۰ رأس گوسفند وحشی در منطقه وجود دارد. در این منطقه ۶۴۱ گونه گیاهی در قالب ۶۳ خانواده شناسایی شده است، که خانواده Asteraceae با ۱۰۵ گونه بیشترین تنوع گونه‌ای را به‌خود اختصاص داده است (۲).

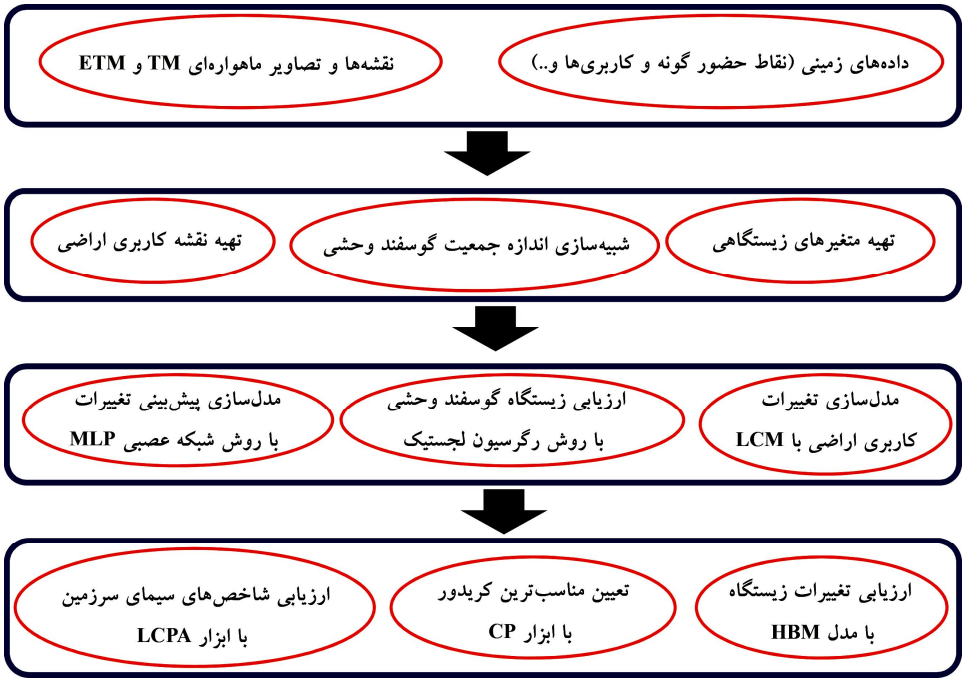
### روش تحقیق

تصاویر ماهواره‌ای لندست مربوط به زمان‌های ۸ شهریور ۱۳۷۵ و ۶ شهریور ۱۳۹۵، به‌ترتیب متعلق به سنجنده‌های TM ( Thematic Mapper) و ETM (Enhanced Thematic Mapper) هستند. داده‌های ماهواره‌ای به فرمت GeoTIFF در باندهای طیفی تهیه شدند. با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی تهیه‌شده از سازمان نقشه‌برداری کشور با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ برای کنترل هندسی تصاویر ماهواره‌ای، تهیه مدل رقومی زمین، استخراج لایه راه‌ها و شبکه آبراهه استفاده شد. به‌علاوه نقشه‌های پوشش گیاهی ۱:۲۵۰۰۰۰ سازمان جنگل‌ها و مراتع تهیه شده در سال ۱۳۷۶، نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ سال ۱۳۷۶ و داده‌های حاصل از بازدید میدانی به‌عنوان اطلاعات جانبی در تهیه نقشه‌های کاربری اراضی هرچه دقیق‌تر به‌کار گرفته شد. از نرم‌افزارهای Erdas Imagine 2014 و IDRISI TerrSet 18.31 و ArcGIS 10.3.1 برای پردازش داده‌ها، بارزسازی، مدل‌سازی، خروجی گرفتن و همچنین از روش حداکثر احتمال برای طبقه‌بندی کاربری‌ها و مدل LCM برای پیش‌بینی تغییرات تا سال ۱۴۲۰ استفاده شد. گونه گوسفند وحشی پراکنش مناسب و فراوانی بیشتر نسبت به سایر گونه‌ها در منطقه حفاظت‌شده هفتادقله دارد. بنابراین به‌منظور ارزیابی زیستگاه گونه گوسفند وحشی در آینده ضرورت آگاهی از وضعیت جمعیت گونه وجود دارد. بر این اساس از نرم‌افزار Vortex10 برای شبیه‌سازی اندازه جمعیت گوسفند وحشی برای ۱۰۰ سال آینده استفاده شد. کلیه داده‌های مربوط به بوم‌شناسی، پراکنش،




**شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه**

سرشماری، موقعیت حضور و عدم حضور گونه (گوسفند وحشی) در گذشته و حال از اطلاعات موجود در اداره محیط زیست، مصاحبه با محیط‌بانان و بازدید میدانی از منطقه هفتادقله به‌دست آمد. متغیرهای توصیفی به‌کار رفته در این مدل‌سازی عبارتند از: شیب، جهت، ارتفاع، فاصله از راه‌ها، فاصله از اراضی کشاورزی، فاصله از اراضی انسان‌ساخت، فاصله از منابع آبی و NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) است. به‌منظور بررسی NDVI و نقشه کاربری اراضی از سنجنده‌های TM و ETM همبستگی بین باند حرارتی و باند انعکاسی انجام شد و خطای جزئی موجود با استفاده از شاخص واریانس و نمونه‌گیری ار منطقه رفع شد. برای متغیرهایی که ضریب Overall Cramer's V حدود ۰/۱۵ یا بیشتر دارند مفید هستند درحالی که متغیرهایی که ضریب آنها حدود ۰/۴ یا بیشتر است خوب هستند (۹). درنهایت نقشه‌های احتمال تغییر بر مبنای متغیرهای محیطی برای هر زیرمدل تهیه و نقشه پیش‌بینی تغییرات برای سال ۱۴۲۰ با استفاده از اختصاص اراضی به‌روش MLP (Multi-Layer Perceptron neural network) و مدل LCM از نقشه‌های سال ۱۳۷۵ و ۱۳۹۵ بر مبنای سناریوی تداوم تولید شد (۱). سپس با استفاده از نقشه‌های تهیه شده در مدل‌ساز LCM برای ارزیابی تغییرات زیستگاه گوسفند وحشی در مدل‌ساز HBM (Habit and Biodiversity Modeler) استفاده شد. از نقشه‌های کاربری اراضی مربوط به سال‌های مختلف شاخص‌های زیستگاه اولیه، زیستگاه ثانویه، زیستگاه نامطلوب، کریدور پتانسیل اولیه و کریدور پتانسیل ثانویه در مدل Habitat Assessment به‌دست آمد. در مدل Landscape Change Process Analysis با مقایسه نقشه کاربری اراضی سال‌های ۱۳۷۵، ۱۳۹۵ و ۱۴۲۰ شاخص‌های سیمای سرزمین برای منطقه انجام شد. مناسب‌ترین کریدور گوسفند وحشی با ابزار Corridor Planning (CP) تعیین شد. برای ارزیابی زیستگاه گوسفند وحشی روش رگرسیون لجستیک انتخاب شد (شکل ۲).




**شکل۲. روندنمای مراحل انجام پژوهش**

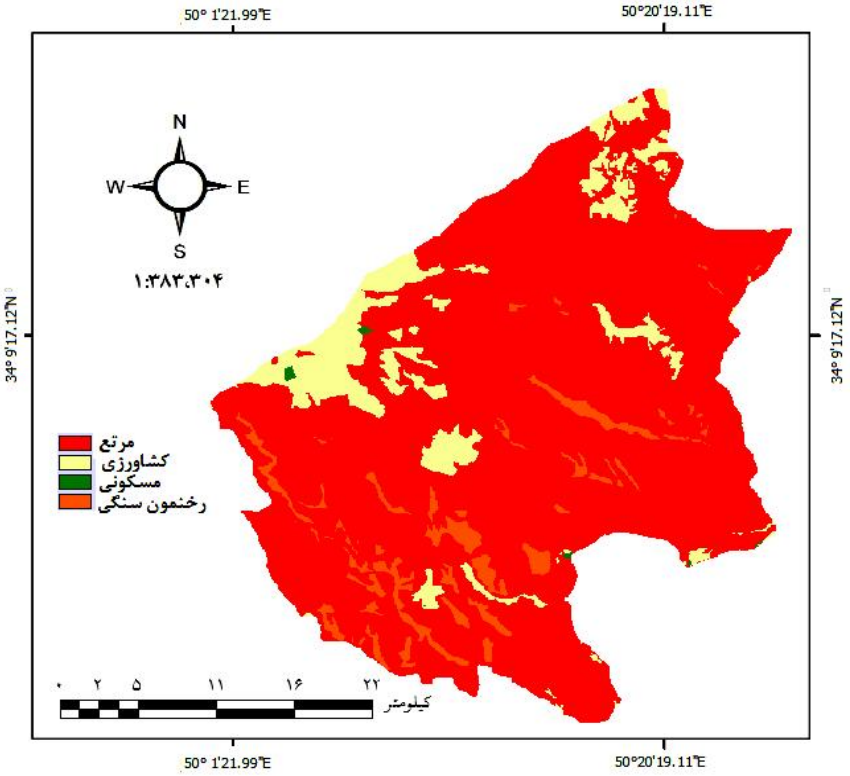
## نتایج

نتایج بررسی کیفیت رادیومتری و کنترل هندسی تصاویر نشان داد که تصاویر هر دو سال از کیفیت مطلوب برخوردارند و هیچ‌کدام از خطاهای شناخته شده رادیومتری را ندارند. همچنین تصاویر با لایه برداری‌های جاده‌ها و آبراهه‌ها کاملاً همخوانی مکانی دارند و به تصحیح هندسی مجدد نیاز ندارند. همچنین، طبقه‌بندی تصاویر با استفاده از طبقه‌بندی حداکثر احتمال نشان داد که چهار طبقه کاربری اراضی شامل مرتع، اراضی کشاورزی، مناطق مسکونی و رخنمون سنگی در منطقه مورد مطالعه وجود دارد. به‌دلیل اینکه در مراتع امن منطقه دام وارد نمی‌شود و مرتع این قسمت از تراکم پوشش گیاهی مناسبی برخوردار هستند و در خارج از محدوده امن دام مازاد بر ظرفیت مرتع تعلیف می‌کند (مراتع این مناطق ضعیف هستند) و از آنجایی که محدوده امن منطقه هفتادقله بین سال‌های مورد مطالعه تغییر نکرده است. بنابراین برای مراتع منطقه طبقه‌بندی لحاظ نشده است. برای ارزیابی صحت نقشه‌های تولید شده، با نقشه‌های واقعیت زمینی از جمله google Earth و روش آماری با ۳۰ نقطه برای کاربری‌های مسکونی، کشاورزی و مراتع مقایسه شد. بنابراین نقشه‌های طبقه‌بندی شده سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۹۵ به‌ترتیب با صحت کل ۸۹ و ۹۵ درصد و ضریب کاپای به‌ترتیب ۰/۸۶ و ۰/۹۱ براورد قابل قبولی را نشان می‌دهند (شکل‌های ۳ و ۴).

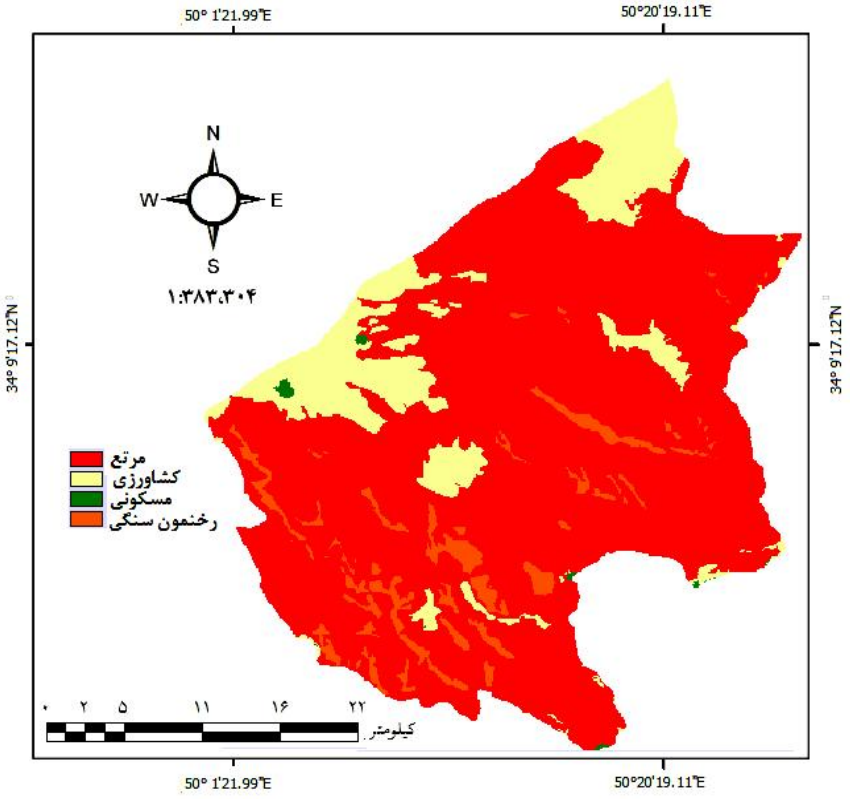
## بحث

### الف- آشکارسازی تغییرات زیستگاه‌های حیات وحش بین سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۵

طی این دوره ۲۰ ساله اراضی کشاورزی و مناطق مسکونی ۴۴۰۱/۹۹ هکتار و ۱۲۱/۴۱ هکتار افزایش یافته است، و مساحت ۴۵۲۳/۴ هکتار از اراضی مرتعی به کشاورزی تبدیل شده است. وسعت ۴۶۵۲/۴۶ هکتار معادل ۴/۷۷ درصد رخنمون سنگی ثابت است. بنابراین کاربری رخنمون سنگی جزء مراتع درنظر گرفته شد. از بیشترین تغییرات زیستگاه حیات وحش بین این سال‌ها می‌توان به کاهش ۴/۹۶ درصد (معادل ۴۳۳۴ هکتار)، ۵۷/۹۷ درصد (معادل ۱۵۴ هکتاری) و ۶۵/۵۵ درصد (معادل ۱۳۲ هکتار) به‌ترتیب شاخص زیستگاه اولیه، کریدور پتانسیل اولیه و کریدور پتانسیل ثانویه اشاره کرد و تغییرات زیستگاه ثانویه صفر است. بیشتر این نوع تغییرات در مرز مشترک بین پوشش مرتعی




**شکل ۳. نقشه کاربری اراضی منطقه هفتادقله اراک در سال ۱۳۷۵ (رنگی در نسخه الکترونیکی)**




**شکل ۴. نقشه کاربری اراضی منطقه هفتادقله اراک در سال ۱۳۹۵ (رنگی در نسخه الکترونیکی)**

و اراضی کشاورزی و همچنین در مناطق مسکونی وجود دارد. مهم‌ترین دلیل این نوع تغییرات گسترش اراضی کشاورزی و توسعه مناطق مسکونی است. در سال ۱۳۷۵ مساحت ۹۵۹۴/۲۱۶ هکتار و در سال ۹۵ مساحت ۱۴۱۰۹/۸۷۶ هکتار زیستگاه نامطلوب است. با توجه به اینکه زیستگاه مرتعی کوهستانی مرتفع که عبور از آن با دشواری است مورد تخریب و تغییر کاربری قرار نگرفته و مساحت آن ثابت است بنابراین این قسمت‌ها نیز جزء زیستگاه‌های مناسب برای حیات وحش قرار گرفت (شکل‌های ۵، ۶ و۷) و (جدول ۱).

**ب- مدل‌سازی تغییرات زیستگاه حیات وحش در سال ۱۴۲۰**

پیش‌بینی تغییرات زیستگاه حیات وحش طبق سناریوی تداوم برای ۲۴ سال آینده در منطقه هفتادقله انجام شد. در این سناریو روند تغییرات زیستگاه حیات وحش مشابه سال‌های گذشته و بدون هیچ گونه محدودیتی ادامه می‌یابد. بیشترین میزان Overall Cramer's V به‌ترتیب متغیرهای فاصله از اراضی کشاورزی، فاصله از مناطق مسکونی، فاصله از حاشیه اراضی تغییریافته، ارتفاع، فاصله از جاده، شیب، جهت و فاصله از شبکه آبراهه هستند. زنجیره مارکوف نشان می‌دهد احتمال انتقال از یک کاربری در سال ۱۳۹۵ به نوع دیگر در سال ۱۴۲۰ از مرتع به کشاورزی و اراضی کشاورزی به مناطق مسکونی است. بین سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۴۲۰ پیش‌بینی شده معادل ۴۹۵۱/۸۹ و۱۷۴/۶هکتار (به‌ترتیب) اراضی کشاورزی به مناطق مسکونی افزایش داشته و معادل ۵۱۲۶/۴۹ هکتار اراضی مرتعی کاهش خواهد یافت. از بیشترین تغییرات زیستگاه حیات وحش بین این سال‌ها می‌توان به کاهش ۶/۶۶ درصد (معادل ۵۵۲۸ هکتار) زیستگاه اولیه اشاره کرد. ۶۷/۸۹ درصد (معادل ۲۹۳ هکتاری)، ۵۰/۸۹ درصد (معادل ۱۹ هکتار) و ۵ درصد (معادل ۵۱۶۶ هکتار)، به‌ترتیب شاخص زیستگاه ثانویه، کریدور پتانسیل اولیه و کریدور پتانسیل ثانویه است و تغییرات زیستگاه ثانویه صفر خواهد بود. مساحت ۱۹۲۷۵/۶۹۶ هکتار در سال ۱۴۲۰ زیستگاه نامطلوب خواهد شد. (شکل‌های ۸، ۹ و ۱۰) و (جدول ۲).

**ج- آشکارسازی تغییرات سیمای سرزمین هفتادقله بین سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۴۲۰**

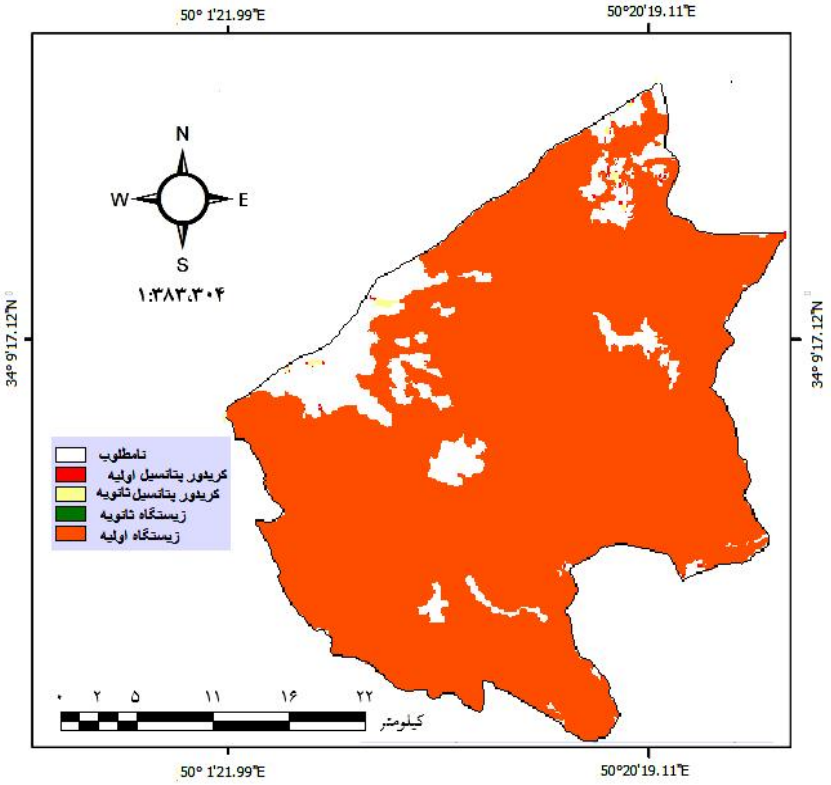
تغییرات سیمای سرزمین منطقه هفتادقله بین سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۵ به مساحت ۸۳۳۵۷/۲۸ هکتار، ۱۳۸۲۹/۸۵ هکتار و ۲۵۰/۲۰ هکتار به‌ترتیب دچار فرسایش، تجمع و ایجاد شده‌اند. تغییرات سیمای سرزمین منطقه هفتادقله بین سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۴۲۰ به مساحت ۱۹۲۰۶/۵۴ هکتار و ۷۸۲۳۰/۷۹ هکتار به‌ترتیب دچار ایجادشدگی و تجزیه شدگی خواهند شد. (شکل‌های ۱۱ و ۱۲).

**د- شبیه‌سازی اندازه جمعیت و آشکارسازی تغییرات زیستگاه گوسفند وحشی بین سال‌های۱۳۷۵ تا ۱۴۲۰**

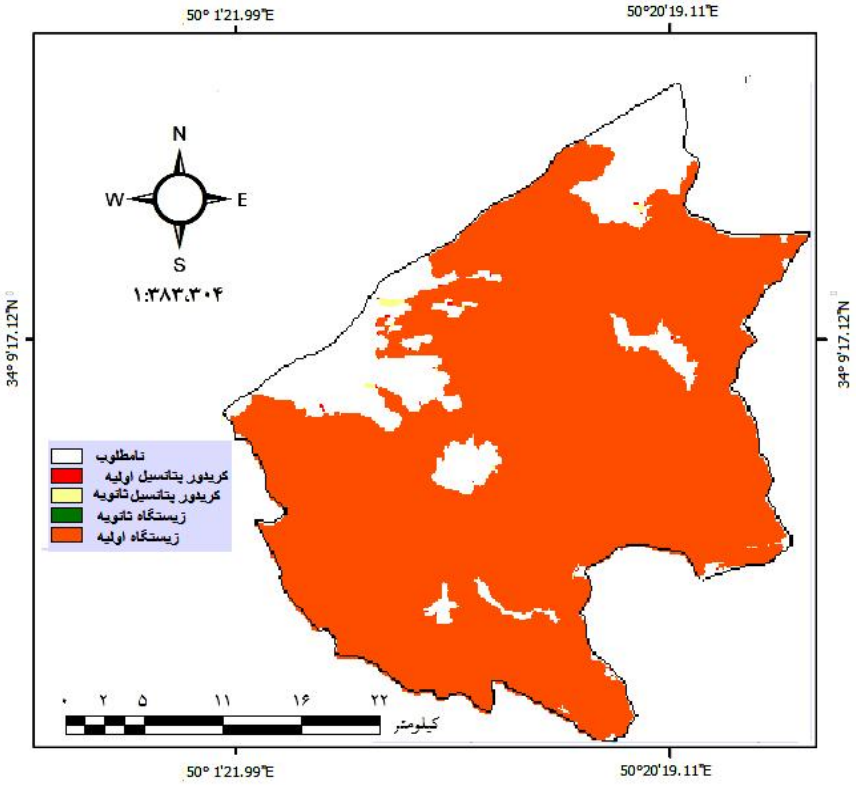
شبیه‌سازی اندازه جمعیت گوسفند وحشی در شکل شماره ۱۳ نشان می‌دهد که تا ۱۰۰ سال آینده جمعیت گوسفند وحشی تغییرات زیادی نخواهد داشت و احتمال انقراض این گونه صفر است.

ارزیابی زیستگاه گوسفند وحشی در سال ۱۳۷۵ نشان می‌دهد مساحت ۲۳۹۵۲/۰۶ معادل ۲۴/۵۹ درصد زیستگاه مطلوب و ۷۳۴۸۲/۴۸ هکتار معادل ۷۵/۴۱ زیستگاه نامطلوب است و در سال ۱۳۹۵ نشان می‌دهد مساحت ۲۲۸۷۴/۲۱ معادل ۲۳/۴۸ درصد زیستگاه مطلوب و ۷۴۵۶۳/۳۴ هکتار معادل ۷۶/۵۲ زیستگاه نامطلوب است. پیش‌بینی ارزیابی زیستگاه گوسفند وحشی در سال ۱۴۲۰ نشان می‌دهد مساحت ۲۱۳۸۷/۳۸ معادل ۲۱/۹۵ درصد زیستگاه مطلوب و ۷۶۰۵۰/۱۶ هکتار معادل ۷۸/۰۵ زیستگاه نامطلوب است. ضریب ROC روش رگرسیون لجستیک معادل ۰/۹۵۵ به‌دست آمد که نشان‌دهنده اعتبار بسیار عالی مدل است.(شکل ۱۴) و (جدول ۳).

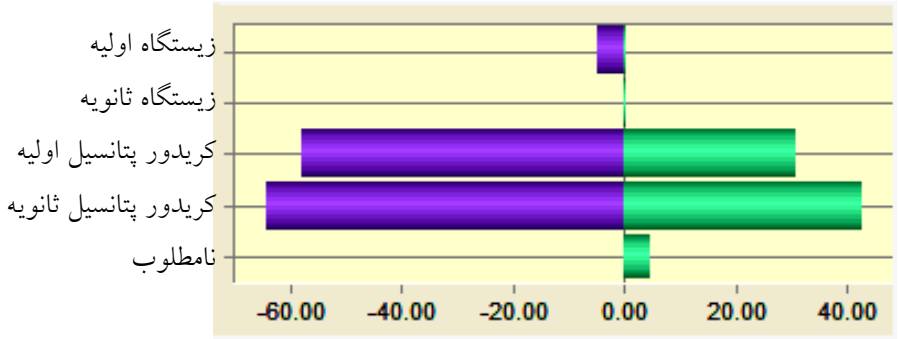
با استفاده از نقشه ارزیابی زیستگاه گوسفند وحشی، نقشه محدوده‌های امن، نقشه مناسب توسعه فعالیت‌های انسانی با وزن ۰/۷۵ و نقشه مناسب حفاظت با وزن ۰/۲۵، بین دو محدود امن هفتادقله و لته‌در به عرض دو کیلومتر کریدور مناسب تعیین شد. (شکل ۱۵)




شکل ۵. وضعیت زیستگاه در منطقه هفتادقله سال ۱۳۷۵ (رنگی در نسخه الکترونیکی)



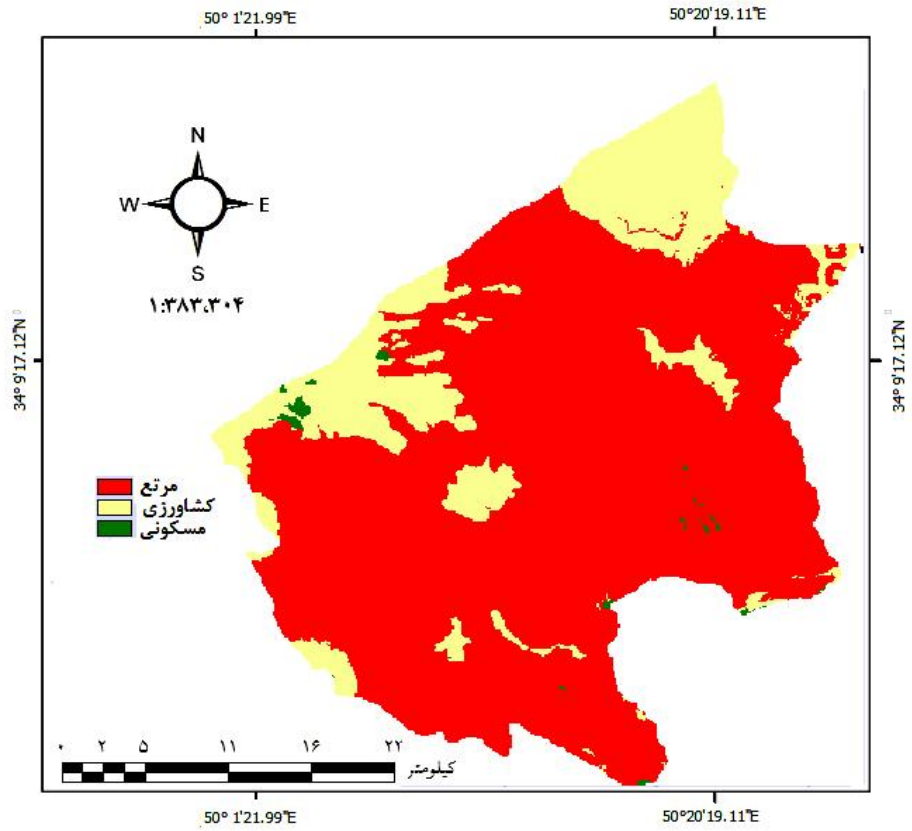

شکل ۶. وضعیت زیستگاه در منطقه هفتادقله سال ۱۳۹۵ (رنگی در نسخه الکترونیکی)



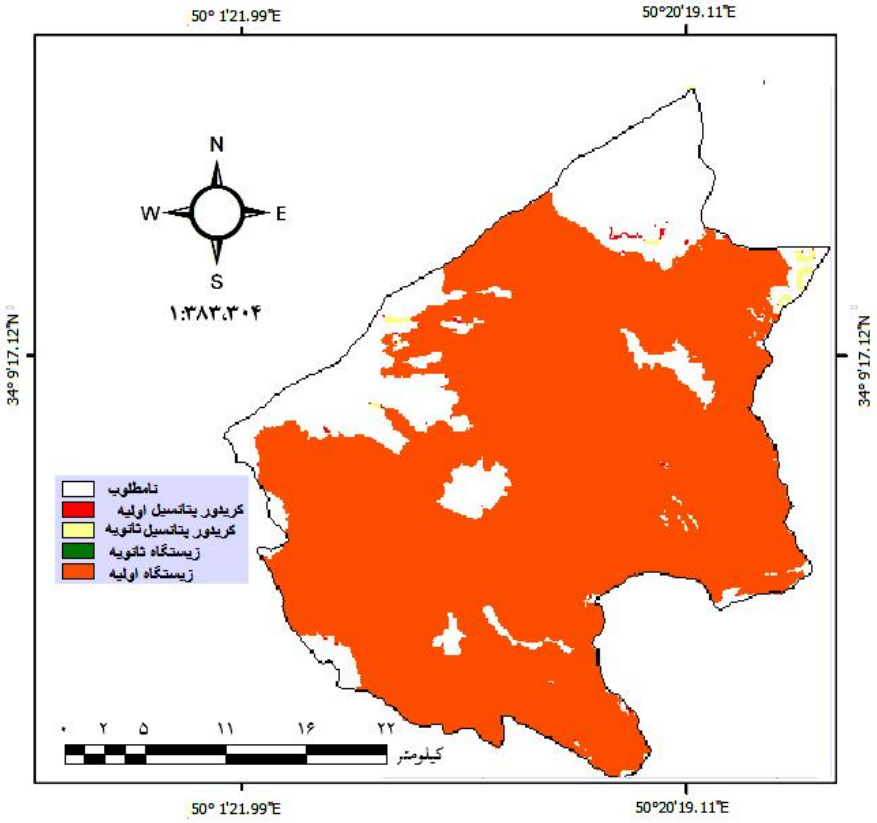

**شکل ۷. درصد تغییرات زیستگاه در منطقه هفتادقله بین سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۵**

**جدول ۱. تغییرات زیستگاه منطقه هفتادقله اراک بین سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۵**

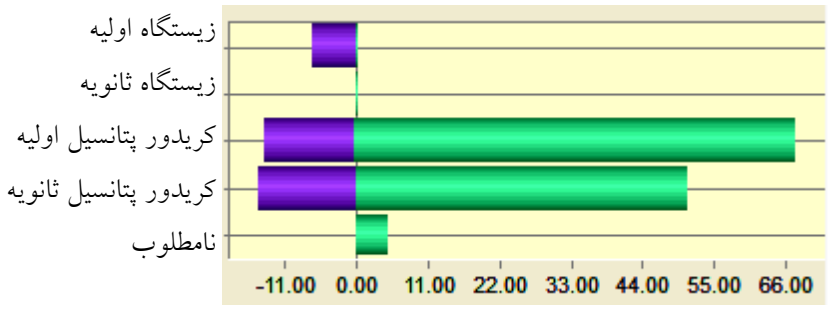
| شاخص زیستگاه | تغییرات مساحت ۱۳۹۵ – ۱۳۷۵ (هکتار) | درصد تغییرات | خالص تغییرات (هکتار) |
|---|---|---|---|
| زیستگاه اولیه | -۴۳۳۴ | -۴/۹۶ | -۴۳۳۴ |
| کریدور پتانسیل اولیه | -۱۵۴ | -۵۷/۹۷ | -۱۰۴ |
| کریدور پتانسیل ثانویه | -۱۳۲ | -۶۴/۵۵ | -۷۷ |
| نامطلوب | ۴۵۱۶ | ۴/۶۰ | ۴۵۱۶ |




**شکل ۸. نقشه کاربری اراضی در منطقه هفتادقله سال ۱۴۲۰ (رنگی در نسخه الکترونیکی)**



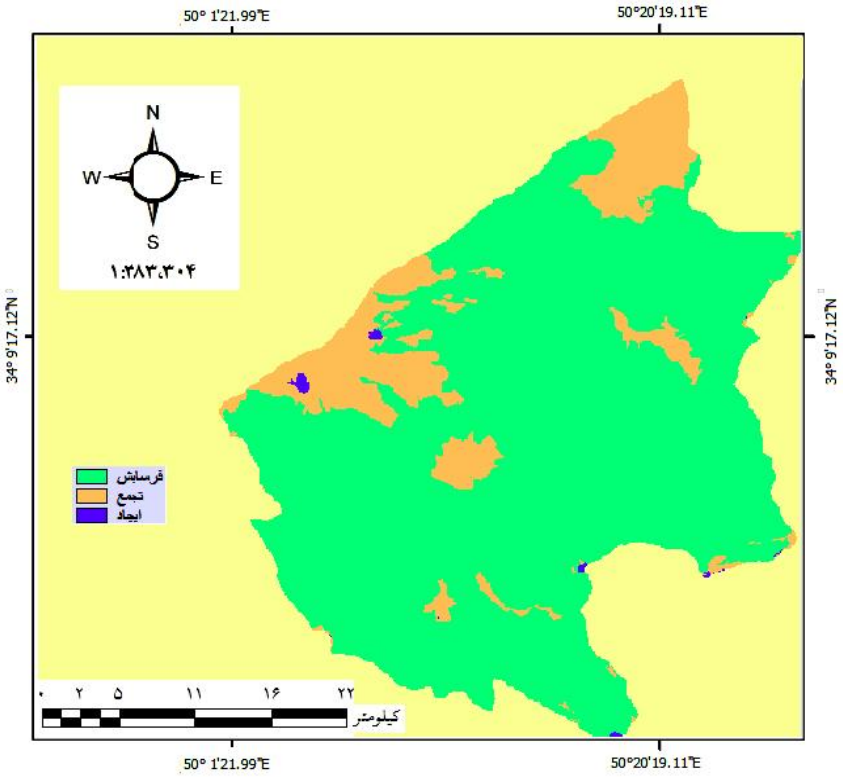

**شکل ۹. وضعیت زیستگاه در منطقه هفتادقله سال ۱۴۲۰ (رنگی در نسخه الکترونیکی)**



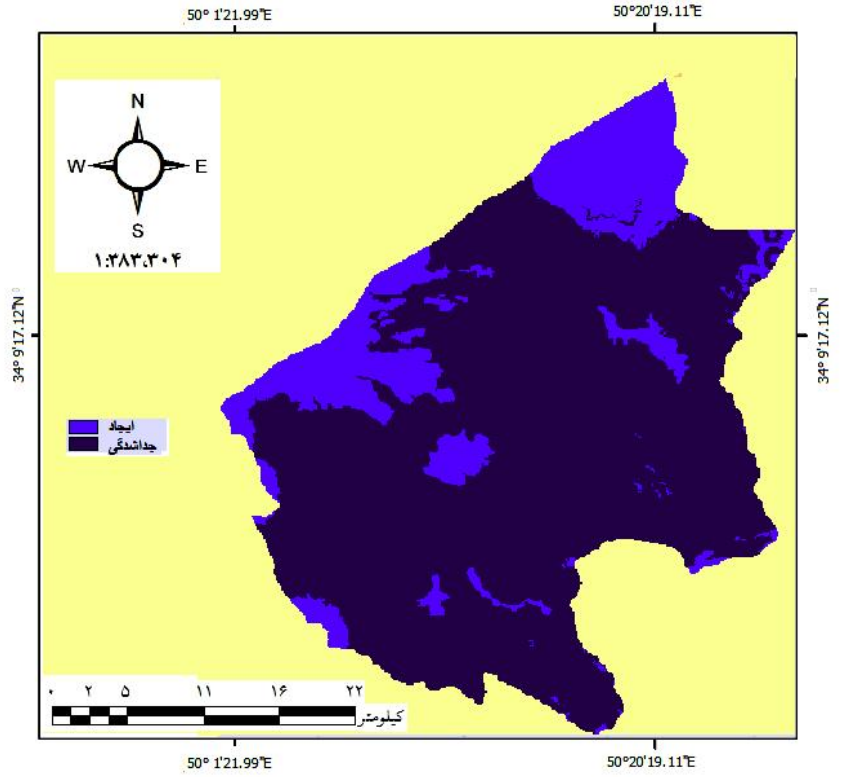

**شکل ۱۰. درصد تغییرات زیستگاه در منطقه هفتادقله بین سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۴۲۰**

**جدول ۲. تغییرات زیستگاه منطقه هفتادقله اراک بین سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۴۲۰**

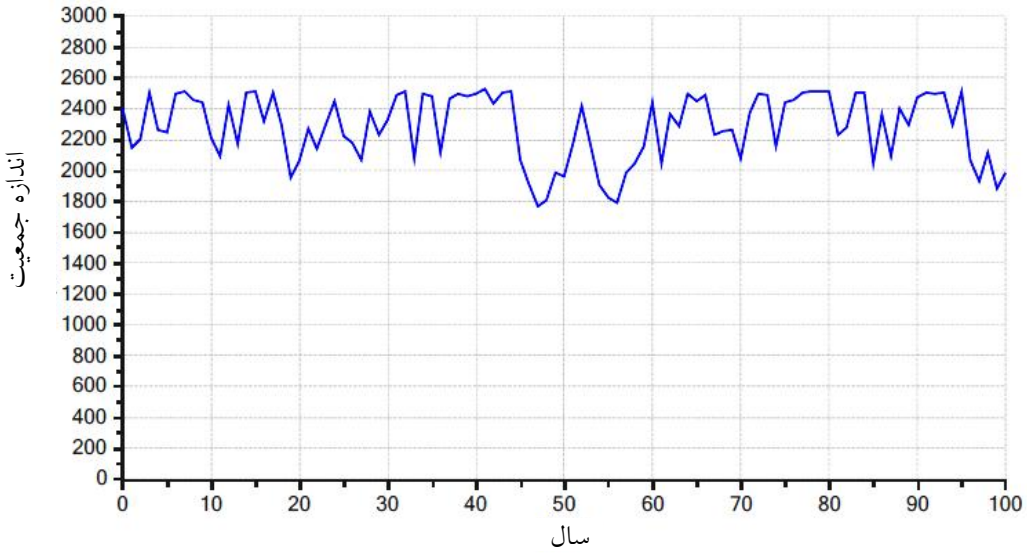
| شاخص زیستگاه | تغییرات مساحت ۱۴۲۰ – ۱۳۹۵ (هکتار) | درصد تغییرات | خالص تغییرات (هکتار) |
|---|---|---|---|
| زیستگاه اولیه | -۵۵۲۸ | -۶/۶۶ | -۵۵۲۸ |
| کریدور پتانسیل اولیه | ۲۹۳ | ۶۷/۸۹ | ۲۷۰ |
| کریدور پتانسیل ثانویه | ۱۹ | ۵۰/۸۹ | ۹۲ |
| نامطلوب | ۵۱۶۶ | ۵ | ۵۱۶۶ |



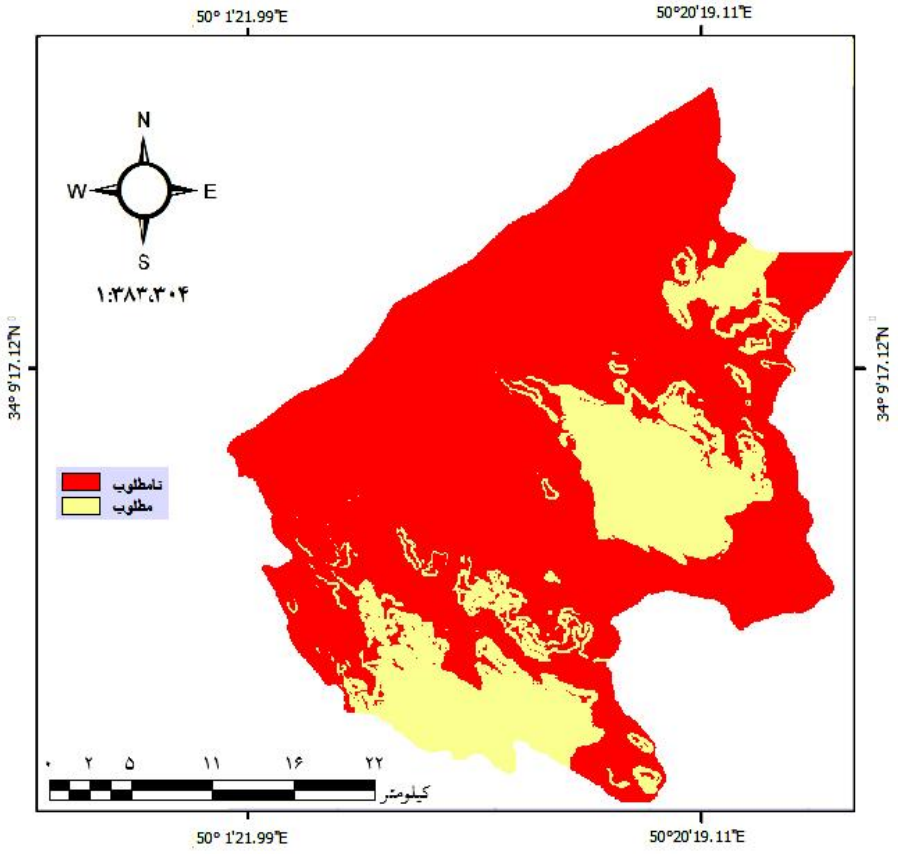

شکل ۱۱. تغییرات سیمای سرزمین منطقه هفتادقله بین سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۵ (رنگی در نسخه الکترونیکی)




شکل ۱۲. تغییرات سیمای سرزمین منطقه هفتادقله بین سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۴۲۰ (رنگی در نسخه الکترونیکی)



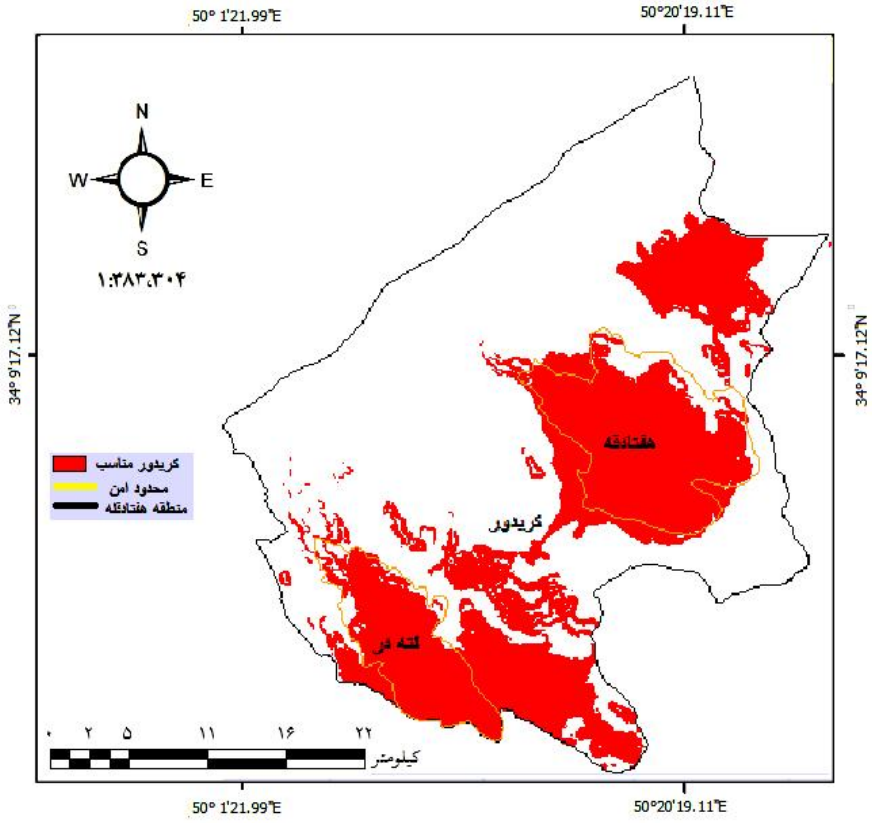

**شکل۱۳. شبیه‌سازی اندازه جمعیت گوسفند وحشی تا ۱۰۰ سال آینده**




**شکل ۱۴. نقشه ارزیابی زیستگاه گوسفند وحشی در منطقه هفتادقله با روش رگرسیون لجستیک**

جدول ۳. ارزیابی زیستگاه گوسفند وحشی در منطقه هفتادقله (رنگی در نسخه الکترونیکی)

| شاخص زیستگاه | ۱۳۷۵ | | ۱۳۹۵ | | ۱۴۲۰ | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | درصد | مساحت (هکتار) | درصد | مساحت (هکتار) | درصد | مساحت(هکتار) |
| مطلوب | ۲۴/۵۹ | ۲۳۹۵۲/۰۶ | ۲۳/۴۸ | ۲۲۸۷۴/۲۱ | ۲۱/۹۵ | ۲۱۳۸۷/۳۸ |
| نامطلوب | ۷۵/۴۱ | ۷۳۴۸۲/۴۸ | ۷۶/۵۲ | ۷۴۵۶۳/۳۴ | ۷۸/۰۵ | ۷۶۰۵۰/۱۶ |
| جمع کل | ۱۰۰ | ۹۷۴۳۷/۵۴۶ | ۱۰۰ | ۹۷۴۳۷/۵۴۶ | ۱۰۰ | ۹۷۴۳۷/۵۴۶ |




شکل ۱۵. نقشه کریدور گوسفند وحشی بین محدوده‌های امن منطقه هفتادقله (رنگی در نسخه الکترونیکی)

## بحث و نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر تغییرات زیستگاه در هفتادقله به وسعت ۹۷۴۳۷/۵۴۶ هکتار در بخشی از شهرستان اراک استان مرکزی، در دو دوره زمانی (۱۳۹۵ – ۱۳۷۵ و ۱۴۲۰– ۱۳۹۵) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست، همچنین توانایی پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی براساس رویکرد LCM و پیش‌بینی تغییرات زیستگاه با مدل HBM بررسی شد. نتایج نشان می‌دهد ضریب کاپای نقشه‌های طبقه‌بندی شده بالای ۸۰ درصد است که نشان از صحت قابل قبولی است (۱۱). بیشترین تغییرات زیستگاه حیات وحش در منطقه هفتادقله بین سال‌های ۱۳۹۵– ۱۳۷۵ معادل ۴/۶۰ درصد (برابر ۴۵۱۶ هکتار) زیستگاه حیات وحش در منطقه هفتادقله کاهش یافته است. که با مطالعات ضیایی در سال ۱۳۸۷ و حسینی و همکاران در سال ۱۳۹۵ منطبق است (۴ و ۶). بیشترین تغییرات شاخص‌های سیمای سرزمین منطقه هفتادقله

به‌ترتیب دچار فرسایش، تجمع و ایجاد شده است، که به‌دلیل توسعه اراضی کشاورزی و تغییر کاربری اراضی مرتعی به کشاورزی هستند و ۵/۱۵ درصد اراضی مرتعی کاهش یافته، بیشترین تغییر مربوط به مناطق مسکونی معادل ۴۸/۵۳ درصد و اراضی کشاورزی معادل ۳۲/۲۷ درصد است. مساحت کاربری رخنمون سنگی معادل ۴/۷۷ درصد ثابت است. مساحت ۹۵۹۴/۲۱۶ هکتار در سال ۱۳۷۵ و مساحت ۱۴۱۰۹/۸۷۶ هکتار در سال ۱۳۹۵ زیستگاه نامطلوب است. بنابراین ۴/۶۰ درصد معادل ۴۵۱۶ هکتار زیستگاه نامطلوب افزایش یافته است. بین سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۴۲۰ پیش‌بینی شده به‌ترتیب معادل ۴۹۵۱/۸۹ هکتار و۱۷۴/۶هکتار اراضی کشاورزی به مناطق مسکونی افزایش داشته و معادل ۵۱۲۶/۴۹ هکتار اراضی مرتعی کاهش خواهد یافت. از بیشترین تغییرات زیستگاه حیات وحش بین سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۴۲۰ معادل پنج درصد (برابر ۵۱۶۶ هکتار) زیستگاه حیات وحش در منطقه هفتادقله کاهش خواهد یافت و بیشترین تغییرات شاخص‌های سیمای سرزمین منطقه هفتادقله به‌ترتیب دچار ایجاد و تجزیه خواهند شد. بنابراین تغییرات سیمای سرزمین شدیدتر خواهد شد، که به‌دلیل توسعه اراضی کشاورزی و تغییر کاربری اراضی مرتعی به کشاورزی است و ۶/۱۵ درصد اراضی مرتعی کاهش خواهد یافت و بیشترین تغییر مربوط به مناطق مسکونی معادل ۴۱/۱۰ درصد و اراضی کشاورزی معادل ۲۶/۹۴ درصد است. مساحت ۱۹۲۷۵/۶۹۶ هکتار در سال ۱۴۲۰ زیستگاه نامطلوب خواهد شد. بنابراین زیستگاه نامطلوب افزایش خواهد یافت، که با نتایج تحقیق انصاری در سال ۱۳۹۴ در رابطه با مدل مطلوبیت زیستگاه گوسفند وحشی در استان مرکزی انطباق دارد (۳). نتایج شبیه‌سازی اندازه جمعیت گوسفند وحشی نشان می‌دهد که تا ۱۰۰ سال آینده احتمال انقراض این گونه در منطقه هفتادقله صفر است. با توجه به تغییرات جمعیت گوسفند وحشی از سال‌های گذشته تاکنون به‌طوری که بر اساس سنگ نوشته‌های زمان قاجاریه دره‌چکاب منطقه هفتادقله چندین بار جمعیت این گونه به‌همراه بز وحشی و آهو بر اثر شکار بی‌رویه کاهش قابل توجهی داشته و لیکن با حفظ و حراست از منطقه طی ۵۰ سال اخیر کاهش جمعیت جبران شده است (۲). همچنین گوسفند وحشی از نظر اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت و منابع طبیعی در رده آسیب پذیر گنجانده شده است (۱۴). ارزیابی زیستگاه گوسفند وحشی نشان می‌دهد که در سال ۱۳۹۵ معادل ۴/۵ درصد زیستگاه نسبت به سال ۱۳۷۵ کاهش یافته است و در سال ۱۴۲۰ معادل ۶/۵ درصد زیستگاه نسبت به سال ۱۳۹۵ کاهش خواهد یافت که با نتایج مطالعه شمس اسفندآباد در سال ۱۳۹۰ درخصوص مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه گوسفند وحشی و بز وحشی در منطقه هفتادقله منطبق است (۵). ضریب ROC روش رگرسیون لجستیک معادل ۰/۹۵۵ به‌دست آمد که نشان‌دهنده اعتبار بسیار عالی مدل است و همچنین توافق عالی مدل به‌دست آمده با نقشه کاهش زیستگاه گوسفند وحشی در منطقه هفتادقله وجود دارد. بنابراین روند تغییرات ارزیابی زیستگاه گوسفند وحشی با کاهش تغییرات سیمای سرزمین و تغییرات زیستگاه حیات وحش در منطقه هفتادقله مشابه هستند. بر این اساس ارتقاء سطح منطقه حفاظت‌شده هفتادقله به پارک ملی، افزایش ضریب حفاظتی منطقه به‌ویژه حفاظت هوشمند و نوین، افزایش زیستگاه‌های مطلوب حاشیه جنوب غربی به منطقه هفتادقله، بنچ‌مارک‌گذاری اراضی ملی در مرز مشترک اراضی مرتعی با اراضی کشاورزی و مناطق مسکونی، بروز رسانی طرح جامع مدیریت منطقه هفتادقله و حفظ کریدور بین محدوده‌های امن منطقه هفتادقله پیشنهاد می‌شود.

**سپاسگزاری**

از کلیه کارشناسان و محیط‌بانان اداره کل حفاظت محیط زیست استان مرکزی که در ارائه اطلاعات مربوط به منطقه هفتادقله همکاری داشته‌اند صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

## منابع مورد استفاده


۱. آرخی، ص. و م. اصفهانی. ۱۳۹۳. آموزش تصویری نرم‌افزار ایدریسی سلوا، انتشارات دانشگاه گلستان.۳۳۶ ص.

۲. اداره کل حفاظت محیط زیست استان مرکزی. ۱۳۹۳. چشم‌انداز مناطق تحت مدیریت محیط زیست در استان مرکزی، انتشارات مهرکتیبه اراک/http://markazi.doe.ir/Portal ، ۶۸ ص.

۳. انصاری، ا. ۱۳۹۴. مقایسه مدل مطلوبیت زیستگاه گوسفند وحشی (*Ovis orientalis*) با استفاده از روش MAXENT و ENFA در استان مرکزی. *فصلنامه علمی پژوهشی محیط زیست جانوری* ۸(۲): ۱۶-۹.

۴. حسینی، گ.، ب. شمس اسفندآباد و ا. علیزاده شعبانی. ۱۳۹۵. ارزیابی مطلوبیت زیستگاه آهوی ایرانی (*Gazella subgutturosa*) در منطقه حفاظت‌شده هفتاد قله استان مرکزی. محیط زیست طبیعی. *منابع طبیعی ایران* ۶۹(۴): ۹۷۹-۹۶۵.

۵. شمس اسفندآباد، ب. ۱۳۹۰. مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه گوسفند وحشی و بز وحشی در مناطق کوهستانی فلات مرکزی ایران، مطالعه موردی: منطقه حفاظت‌شده هفتاد قله. رساله دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی- واحد علوم و تحقیقات تهران، ۱۴۲ ص.

۶. ضیایی، ه. ۱۳۸۷، راهنمای صحرایی پستانداران ایران، انتشارات کانون آشنایی با حیات وحش، تهران، ۴۱۹ ص.

۷. باقری، ر. و ش. شتایی. ۱۳۸۹. مدل‌سازی کاهش گستره جنگل با استفاده از رگرسیون لجستیک (مطالعه موردی: حوضه آبخیز چهل‌چای استان گلستان). *مجله جنگل ایران* ۲(۳): ۲۵۲-۲۴۳.

۸. کرمی، پ.، م. کمانگر و س. م. حسینی. ۱۳۹۵، مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه آهوی ایرانی (*Gazella subgutturosa*) در منطقه شکارممنوع قراویز و استان کرمانشاه با استفاده از شبکه عصبی. *مجله پژوهش‌های جانوری (مجله زیست شناسی ایران)* ۳(۲۹): ۳۵۲-۳۴۰.

۹. وفایی، س.، ع. ا. درویش صفت و م، پیر با وقار. ۱۳۹۲. پایش و پیش‌بینی روند تغییرات مکانی کاربری اراضی با استفاده از مدل LCM (مطالعه موردی: منطقه مریوان). *مجله جنگل ایران، انجمن جنگلبانی ایران* ۳(۵): ۳۳۶-۳۲۳

10. Bogaert, J., R. Ceulemans and D. Salvador-Van Eysenrode. 2004. Decision tree algorithm for detection of spatial processes in landscape transformation. *Environmental Management* 33(1): 62-73.
11. Chuanga W, C. Lina, C. Chiena and W. Choub. 2011. Application of Markov-chain model for vegetation restoration assessment at landslide areas caused by a catastrophic earthquake in Central Taiwan. *Ecological Modelling* 222: 835-845.
12. Fu, X., X. Wang and Y. Yang. 2018. Deriving suitability factors for CA-Markov land use simulation model based on local historical data. *Journal of Environmental Management* 206: 10-19.
13. Halmy, M., P. Gessler, J. Hicke and B. Salem. 2015. Land use/land cover change detection and prediction in the north-western coastal desert of Egypt using Markov CA. *Applied Geography* 63: 101-112.
14. IUCN Red List of Threatened Species. URL:http://www.iucnredlist.org.
15. Mas, J. F., M. Kolb, M. Paegelow and M. T. Camacho Olmedo. 2014. Inductive pattern-based land use/cover change models:A comparison of four software pacages. *Environment Modelling& Software* 51: 94-111.
16. Perez-Vega, A., J. Mas and A. Ligmann-Zielinska. 2012. Comparing two approaches to land use/cover change modeling and their implications forth assessment of biodiversity loss in deciduous tropical forest. *Environmental Modeling and Software* 29(1): 11-23.
17. Verburg, P. H., P. Schot, M. Dijst and A. Veldkamp. 2004. Land use change modelling: current practice and reseach priorities. *Geo Journal* 61: 309-324.

IJAE
Iranian Journal of Applied Ecology

# Predicting Spatial Habitat Changes of Haftad-Gholleh Protected Area in Markazi Province, Iran,

**A. Ansari[1*]**

(Received: May 18-2018; Accepted: July 09-2019)

## Abstract

Haftad-Gholleh Area has recently encountered many changes. In this study, by using landsat images of the years 1996 and 2016, landuse maps were classified into four classes including: agriculture, rangeland, residential areas, and rocks. Land Change Modeler (LCM) and Habitat and Biodiversity Modeler (HBM) modules in the Idrisi GIS software were used to analyze the land use changes and habitat evaluation for the prediction of the land uses status in 2016, based on the Artificial Neural Network (ANN), Markov Chain analysis and logistic regression. The results showed that most of the changes in the landscape of the region between 1996 and 2016 were related, respectively, to attrition, aggregation and creation indicators; between the years 2016 to 2041, they can be related, respectively, to the creation and dissection indicators. The habitat evaluation showed that 4.5% of the habitat was decreased in 2016, as compared to 1996. With the continuation of this trend, 6.5% of the habitat will fall in 2041, as compared to 2016. Receiver Operating Characteridtic (ROC) of the model also specified that the desirability model validity was equal to 0.9558, showing the excellent performance of logistic regression method. In general, this can be an important principle approach preventing from changes in the habitat of wild sheep to other land uses.

**Keywords:** Habitat and biodiversity modeler, Wild sheep, Haftad-Gholleh protected area, Land change modeler and logistic regression.

1. Dept. of Environ. Sci., Faculty of Agri. and Natur. Resour., Arak Univ., Arak, Iran.
*: Corresponding Author, Email: a-ansari@araku.ac.ir