



Evaluation of Extent and Quality of Conservation Areas on Hyrcanian Forest Stability (Fomenat Sample Area)

Ali Ghomi Avili^{1*}, Milad Rahimi Malekshan²

1. Department of Forestry, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, Iran
2. Department of Environment, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modarres University, Noor, Iran

Received: 2019/07/03 | Accepted: 2019/08/19 | Published: 2019/10/03

Abstract

Due to the vulnerability of Hyrcanian forests, maintaining and improving its management is of paramount importance. Therefore, considering the different types of management, the impact of management on the sites should be determined. In this study, landscape modeling and land use changes were performed in ENVI5.3 and Arcmap10.5 softwares. Hyrcanian forests are the most important natural resources and are now part of the world natural heritage. That's why conservation and planning are so important for maintaining it. Land use changes and deforestation were modelled using satellite images from 1933 to 2016 were studied using landscape indices such as spots, density and continuity of 2026. The results showed a 10% degradation trend over the period. Deforestation is affected by the landscape. Maintaining a sensitive area like looking at the continuity and density of forests is a very important area. As it has been shown, the sustainability of forest areas is highly dependent on the size of the forest patch, and the development of roads increases the boundaries and margins along that patch size, eventually reducing congestion and increasing the scope for human aggression. Although the density and centrality of the forest have a low relationship with forest protection from degradation, it is observed that the spots with this low ratio have higher degradability, as the isolated patches experience greater vulnerability. Landscape is the most important factor in the destruction of forests in the North, especially if viewed on a mosaic scale.

Keywords: Landscape, Forest Sustainability, Intelligent Management, Dynamics, World Heritage, Hyrcanian Forests

This open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 License (CC BY-NC 3.0).

Ghomi Avili., A, & Rahimi Malekshan, M. (2019). Evaluation of Extent and Quality of Conservation Areas on Hyrcanian Forest Stability (Fomenat Sample Area). *Tourism Research*, 1(3), 35-46



Corresponding Information: Ali Ghomi Avili, PhD Student of Forestry, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor Mazandaran, Iran
E-mail: Ali_ghomi_avili@yahoo.com

■ ارزیابی وسعت و کیفیت عرصه‌های حفاظتی بر پایداری جنگل‌های هیرکانی (منطقه مورد مطالعه نمونه فومنات)

علی قمی اویلی*^۱، میلاد رحیمی ملکشان^۲

۱. گروه جنگل، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران
۲. گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران

دریافت: ۱۳۹۸/۰۴/۱۲ | پذیرش: ۱۳۹۸/۰۵/۲۸ | انتشار: ۱۳۹۸/۰۷/۱۱

چکیده

با توجه به آسیب‌پذیری جنگل‌های هیرکانی، حفظ و ارتقای مدیریت آن از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است. لذا با توجه به وجود مدیریت متعدد باید میزان تأثیر مدیریت بر روی سایت‌ها مشخص شود. در این پژوهش از مدل‌سازی سیمای سرزمین و تغییرات کاربری اراضی در نرم‌افزارهای ENVI5.3 و Arcmap10.5 الگوبرداری صورت گرفته است. جنگل‌های هیرکانی مهم‌ترین منابع طبیعی و اکنون شمار میراث طبیعی جهانی به‌شمار می‌روند. به همین سبب حفاظت و برنامه‌ریزی برای حفظ آن بسیار مهم و حیاتی است. روند تغییرات کاربری اراضی و تخریب جنگل‌ها با استناد به تصاویر ماهواره‌ای از سال ۱۹۳۳ تا ۲۰۱۶ مورد بررسی قرار گرفته و با استفاده از شاخص‌های سیمای سرزمین همچون لکه و تراکم و پیوستگی برای سال ۲۰۲۶ مدل‌سازی گردید. نتایج نشان‌دهنده روند تخریب ۱۰ درصد در طول دوره بوده و تخریب جنگل نیز متأثر از سیمای سرزمین است. حفظ یک منطقه حساس همچون نگاه به پیوستگی و تراکم یک منطقه بسیار حائز اهمیت است. آن‌گونه که مشخص شد پایداری مناطق جنگلی بسیار وابسته به اندازه لکه جنگلی است و توسعه راه‌ها سبب افزایش مرزها و حاشیه شده در کنار آن اندازه لکه کاهش می‌یابد و در نهایت پیوستگی کاهش یافته بنابراین زمینه تهاجم انسانی را بیشتر می‌کند. تراکم و مرکزیت جنگل هرچند رابطه اندکی با حفظ جنگل از تخریب دارد، اما مشاهده می‌شود لکه‌هایی که این نسبت پایین را داشته، تخریب پذیری بالاتری داشته و لکه‌های جدا افتاده، تعرض پذیری بیشتر را تجربه می‌کند. سیمای سرزمین مهم‌ترین عامل در تخریب جنگل‌های شمال بوده به شرطی که در مقیاس موزاییک سرزمین به آن نگاه شود.

واژه‌های کلیدی: عرصه، حریم، پایداری جنگل، مدیریت هوشمند، پویایی، میراث جهانی، جنگل‌های هیرکانی

قمی اویلی، علی، رحیمی ملکشان، میلاد. (۱۳۹۸). ارزیابی وسعت و کیفیت عرصه‌های حفاظتی بر پایداری جنگل‌های هیرکانی (منطقه مورد مطالعه نمونه فومنات). پژوهش گردشگری، ۱(۳)، ۳۵-۴۶



مقدمه

جنگل‌ها اکوسیستم زنده‌ای با خدمات بسیار ارزنده‌ای که دارند به‌عنوان گنجینه‌ای از جهان هستی به‌شمار می‌روند. این منابع به‌عنوان میراث بشری نیازمند مدیریت و حراست هستند. جنگل‌ها یکی از مهم‌ترین اکوسیستم طبیعی بوده و در ایران مساحتی حدود ۴/۱۲ میلیون هکتار، ۴/۷ درصد مساحت کشور را شامل می‌شوند (FAO، 2002). از میان ۵ منطقه رویشی در سراسر ایران، منطقه هیرکانی مهم‌ترین منطقه رویشی بر اساس تراکم، تاج پوشش و تنوع گونه‌ای است. تنها اکوسیستم بازمانده از دوران سوم زمین‌شناسی و از نادرترین آثار طبیعی ایران و جهان به‌شمار می‌روند (مروی مهاجر، ۲۰۰۵). بر اساس آمار منتشرشده از سوی سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور، سطح جنگل‌های شمال در فاصله سال‌های ۱۳۴۶-۱۳۳۴، ۷/۴ درصد و در فاصله ۱۳۷۳-۱۳۴۶، ۱/۷ درصد کاهش داشته است (رفعیان و همکاران، ۲۰۰۶). در بررسی عوامل تخریب با توجه به ویژگی‌های مناطق شمالی کشور، سیمای سرزمین برجستگی بیشتری پیدا خواهد کرد. یکی از ویژگی‌های خاص اکولوژی سیمای سرزمین که آن را از سایر شاخه‌های علم اکولوژی جدا می‌سازد، استفاده از برداشت‌ها و مفاهیم فضایی به‌عنوان اصول پایه در برنامه‌ریزی محیط و پویایی آن است (Burel، 2003). سه ویژگی اصلی که در همه اکوسیستم‌ها مشاهده می‌شود عبارتند از: ساختار، عملکرد و تغییر که هر کدام به زیرگروه‌های دیگری تقسیم و اصول عمومی اکولوژی سیمای سرزمین را پدید می‌آورند (قنبری و شتابی، ۱۳۸۹).

در مدیریت جنگل سطوح مختلفی در نظر گرفته می‌شود که از لحاظ مدیریتی حفاظت، دارای تعاریف جهانی همچون رده‌های IUCN یا چهار رده حفاظتی کشور است. در نهایت انتخاب و جایگزینی جنگل‌ها به‌عنوان میراث جهانی به‌عنوان عالی‌ترین درجه حفاظتی بسیار مهم به‌شمار می‌رود.

گام اول در مدیریت به بررسی داشته‌های موجود می‌پردازد. این مهم توان اکولوژیک جنگل است، که در واقع حاصل گروهی از پارامترهای محیطی به‌صورت مشهود و یا غیر مشهود است؛ بنابراین توان اکولوژیک را می‌توان سعی یک اکوسیستم برای حفظ مجموعه‌ای از شرایط و ویژگی‌های موجود خود برای بقا، رشد و تولید تعریف نمود (Burel، 2003). توان اکولوژیک از جنبه حفاظت سیستم خاص خود را از لحاظ نگاه به توان دارد، اما

آنچه در مطالعه حفاظت جنگل مهم است، تعیین یک استراتژی خاص برای تخصیص مقدار عرصه از منابع طبیعی است که استعدادهای مدیریتی و اکولوژیک جنگلی را حفظ نموده و در نهایت به گسترش محدوده نیز منجر شود.

در طراحی پارک‌ها و مناطق منظر حفاظت‌شده معمولاً چندین لایه مرزی زیر معرفی می‌شوند:

۱. محدوده گردشگری و تفریحی (دارای بیشترین تخریب، جاده‌کشی و تأسیسات بوده و عبور و مرور نقلیه و افراد وجود دارد).

۲. محدوده حائل یا بافر^۱ (جاده کشی خاکی و مال‌رو دیده می‌شود؛ تأسیساتی در آن دیده نمی‌شود و عبور و مرور به‌ندرت اتفاق می‌افتد. این بخش معمولاً ۸۰ تا ۹۰ درصد پهنه سایت را در برمی‌گیرد).

۳. هسته مرکزی سایت (بکرترین و دست‌نخورده‌ترین بخش سایت است، تردد بسیار کم و در آن آثار تخریب انسانی نادر است؛ معمولاً این عرصه ۱۰ درصد و در موارد کمتر از آن پهنه سایت را اشغال می‌کند).

در حفاظت از سایت‌ها، هماهنگی در ساختار پدیده‌هایی مانند چشم‌انداز مناطق و محدوده سایت از اهمیت بالایی برخوردار است. ولی، به‌خودی‌خود مناطق حائل در مجموع ارزش برجسته‌ای ندارند. اهمیت وسعت سایت برای حفظ ذاتی بیولوژیک و اکولوژیک باید به‌درستی تشخیص داده شود تا بتواند یک محیط مناسب و همچنین اقدامات حفاظتی لازم برای منطقه بافر را تعریف کند. بنابراین موضوعات ذیل بیان می‌گردد. این عرصه چقدر است؟ اهمیت عرصه برای چیست؟ رابطه عملکردی، تصویری و ساختاری آن با حفظ سایت چیست؟ تعریف محدوده باید ذاتاً در موقعیتی باشد که تأثیرات ناخواسته را تنظیم کند. قوانینی که ارزش سایت میراث جهانی را تنظیم می‌کنند و همچنین عملکرد محیط را به این معنا باید اجرا کنند. بنابراین یکی از اولویت‌های معرفی بافر زون‌ها آشکار ساختن تغییرات است (حسینی و رستمی، ۱۳۹۶). برای کشف و ارزیابی این تغییرات، استفاده از فنون و ابزارهای سنجش‌ازدور (RS) برای تولید اطلاعات مکانی و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به خاطر برخورداری از امکانات تحلیلی می‌توانند نقش بسزایی

1. Buffer

داشته باشند (Scheer and Sitko, 2007).

روش بررسی

منطقه مورد مطالعه

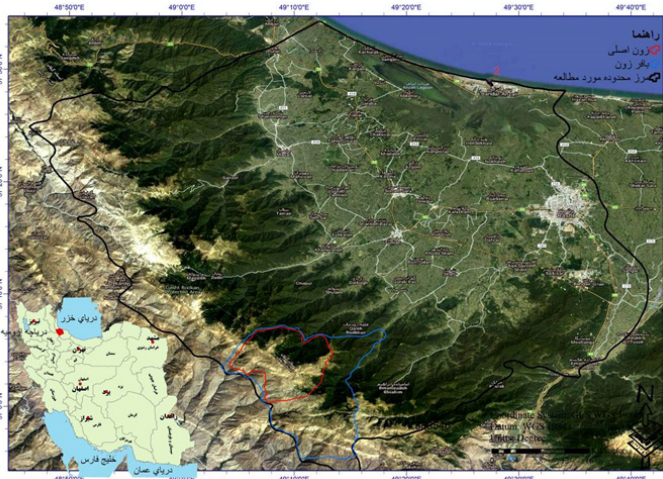
منطقه مورد مطالعه یکی از حوزه‌های آبخیز بزرگ کشور در استان گیلان به نام حوضه آبریز انزلی در استان گیلان است. وسعت این حوضه به ۳۵۹ هکتار بوده و شهرهای مهمی همچون رشت، انزلی، فومن و صومعه‌سرا را در برمی‌گیرد. علاوه بر آن در این حوزه تالاب انزلی و منطقه حفاظت‌شده گشت رودخان قرار دارد.

تهیه نقشه‌های کاربری اراضی

به منظور تهیه نقشه‌های کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه با لحاظ نمودن موجودیت سنجنده‌ها و تصاویر ماهواره‌ای، تطابق با سایر داده‌ها و اطلاعات مشاهداتی مورد نیاز در پژوهش فعلی و با تأکید بر هم‌زمانی داده‌ها در سه دوره ۱۹۹۳، ۲۰۰۶ و ۲۰۱۶ از داده‌های ماهواره‌ای لندست^۱ با سنجنده‌های ETM، TM و OLI به ترتیب استفاده گردید. در کنار آن از مدل ارتفاعی سنجنده Aster نیز کمک گرفته شد. طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای با خوارزمیک بیشترین احتمال همسایگی صورت گرفت. پس از ارزیابی ۱۰۰ نقطه تصادفی با تصاویر Google Earth و طیف مجازی همه تصاویر بالای ۷۰ درصد صحت کلی رسیده در مدل‌سازی استفاده شدند. نرم‌افزار این بخش ENVI ۵,۳ بود. جدول ۱ نشان‌دهنده صحت تصاویر کاربری اراضی است.

بحث مهم در تعیین عرصه‌های حفاظتی، چندپارگی و پیوستگی محدوده سایت‌ها است. درک این موضوع نیازمند دید عمیق بر سیمای اکولوژیک سرزمین دارد، قطعاً مناطق آسیب‌پذیر قبل از ورود به آستانه تخریب، سیگنال‌های مختلفی از وجود خطر را پخش خواهند کرد. در واقع در طبیعت و به خصوص جنگل هیچ اتفاقی به صورت ناگهانی به وقوع نمی‌پیوندد. یکی از ابزارهای مهم در شناسایی این سیگنال‌ها استفاده از شاخص‌های گیاهی و سیمای اکولوژیک است. سیمای اکولوژیک نگاهی با چند مقیاس مختلف (لکه، کریدور و موزاییک) دارد. در واقع پیدا کردن سیگنال‌های تخریب تنها می‌تواند در کوچک‌ترین مقیاس آن یعنی لکه‌ها صورت پذیرد. بنابراین ارزیابی وسعت یک سایت برای کنترل کیفیت و توان اکولوژیک حفاظت از تخریب سایت از طرف فشارهای خارجی بسیار مهم بوده و نقش مدیریت و اقدامات آن را بهتر نشان می‌دهد.

پژوهش حاضر با توجه به موارد ذکر شده بر آن است تا به تحلیل اثر سیمای اکولوژیک جنگل‌های هیرکانی بر حفظ و رفع فشارهای خارجی برای نابودی پردازد و سرانجام یک پارامتر مؤثر در تشخیص حریم مناسب برای حفظ جنگل‌ها از گزند معرفی کند.



شکل ۱. منطقه مورد مطالعه

1. Landsat

جدول ۱. صحت تولید نقشه‌های کاربری اراضی

سال	ضریب کاپا	صحت کلی
۱۹۹۳	۰/۸۸۳۷	۹۲/۱۲
۲۰۰۶	۰/۸۸۶۶	۹۲/۹۸
۲۰۱۶	۰/۸۸۳۶	۹۲/۶۴

مدل‌سازی سیمای سرزمین

در ابتدا کاربری‌های اراضی با استفاده از نرم‌افزار Fragstate کلیه سنجه‌های مربوط به سیمای سرزمین در مقیاس‌های لکه، اکوتن و ماتریکس استخراج شدند و با روند تغییرات رابطه همبستگی آن‌ها سنجیده شد. سپس در نرم‌افزار ArcGIS کدنویسی و تصاویر پردازش شد.

موزاییک کاربری‌های شهری و تغییرات آن در ارتباط با فرایندهای شهرنشینی بوده است و از آن‌ها در تصمیم‌گیری‌های مرتبط با سیمای سرزمینی، توزیع کاربری‌ها و برنامه‌ریزی توسعه فضای بهره برده می‌شود (Botequilha and Ahren, 2002). در این مطالعه سنجه‌های سیمای سرزمین موردنظر برای محاسبه سه بعد: فشردگی، پیچیدگی و مرکزیت جنگل مورد استفاده قرار گرفتند (McGarigal and Marks, 1995). در مطالعه حاضر از پنج اندیس سیمای سرزمین مشروح در جدول ۲ بهره گرفته شد:

انتخاب سنجه‌های سیمای سرزمین

سنجه‌های سیمای سرزمین ابزار بسیار مناسبی برای بیان الگوی

جدول ۲. توضیح نمایه‌های شیمای سرزمین

نمایه	فرمول	شرح
آنتروپی نرمال	$E = -\left(\sum_{i=1}^K P_i + \ln(p_i)\right) / \ln(n)$	این تابع از فرمول Shannon's برگرفته شده و نوعی از تنوع محیطی را گزارش می‌دهد. نتایج آن بین دو حد صفر و ۱ است. یکدستی کاربری‌ها را نسبت به همسایگی نشان می‌دهد و هر چه به صفر نزدیک‌تر باشد یک‌شکلی محیط بیشتر است.
نسبت غنا	$R = n / n_{\max} \times 100$	تنوع کاربری‌ها را نشان می‌دهد
تراکم حاشیه	$ED = E / A * 10000$	یک واحد اندازه‌گیری که نسبت مرز را به مساحت هر لکه نشان می‌دهد. در واقع این مقدار بین صفر و بیشتر از آن قرار می‌گیرد. نکته قابل توجه این نمایه اثر حاشیه در زمینه را نشان می‌دهد که گزارشگر تهدید پذیری بیشتر خواهد بود.
مساحت لکه	$PA = a_{ij} * \left(\frac{1}{10000}\right)$	این واحد مساحت لکه‌ها را در هر کلاس نشان می‌دهد. یکی از اساسی‌ترین واحدهای اندازه‌گیری است.
فشردگی لکه	$PC = \text{SQRT}(AP/AC)$	این ماتریس فشردگی لکه‌های سیمای سرزمین را نشان می‌دهد. یک شاخص برای الگوی کاربری اراضی از لحاظ نوع کاربری و سطح تمرکز را نشان می‌دهد.

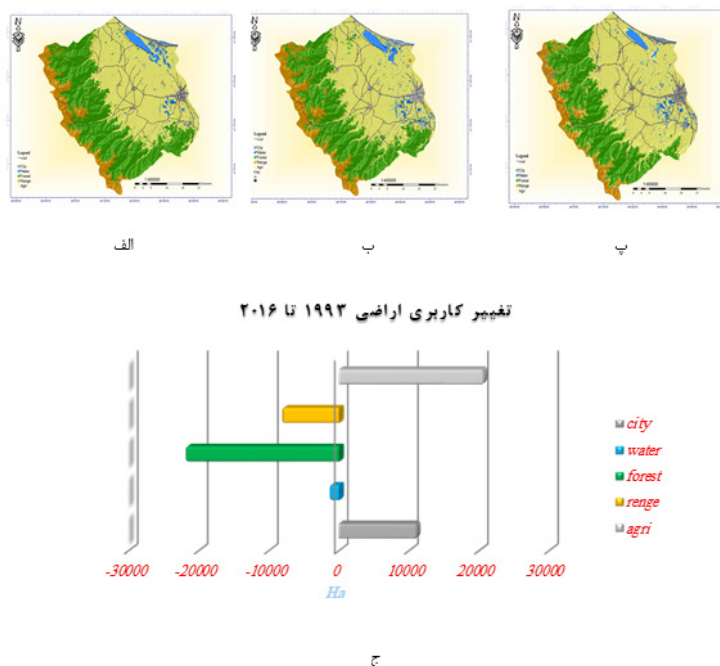
آشکارسازی تغییرات با استفاده از LCM

آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی برای تجزیه و تحلیل‌های محیط‌زیست، برنامه‌ریزی و مدیریت ابزاری ضروری است. مدل‌سازی تغییر زمین، نرم‌افزاری برای ایجاد توسعه پایدار بوم‌شناختی است که برای تشخیص مسئله مبهم و رو به افزایش تغییرات سرزمین و نیازهای تحلیلی حفظ تنوع زیستی طراحی و ساخته شده و به‌صورت ابزار جانبی درون سامانه نرم‌افزاری وجود داشته است. مدل‌سازی تغییر زمین، ابزاری را در اختیار قرار می‌دهد که به کمک آن می‌توان به ارزیابی و مدل‌سازی تجربی تغییرات کاربری اراضی و تأثیر آن بر زیستگاه گونه‌ها و تنوع زیستی پرداخت. مراحل مدل‌سازی در ۴ مرحله انجام می‌شود: ۱- بررسی تغییرات؛ ۲- مدل‌سازی نیروی انتقال؛ ۳- مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی؛ ۴- ارزیابی صحت مدل‌سازی.

درنهایت با استفاده از زنجیره مارکو همه تغییرهایی که دارای ضرایب کارمن بالاتر از ۰/۲ بودند در مدل شبکه عصبی قرار گرفتند. با این فرایند یک پیش‌تست از پیش‌بینی مدل برای سال ۲۰۱۶ با تصویر کاربری اراضی همان سال ارزیابی صحت شد که دارای ROC بالا ۰/۸ بود که نشان از پویایی مدل و صحت بالای ساختار آن بود. درنهایت برای سال ۲۰۲۶ نیز یک پیش‌بینی صورت گرفت.

یافته‌ها

نتایج حاصل از تغییرات کاربری اراضی به ترتیب سال‌های مختلف در شکل ۲ نشان داده شده است. برآوردها نشان‌دهنده افزایش ۸ درصد کشاورزی و کاهش ۶ درصد جنگل‌ها است. بر این اساس مراتع تحت تأثیر نوسانات اقلیمی دارای روند نرخ تغییرات ۴۰ درصد است. در کل جنگل‌های این منطقه دارای کاهش ۲۲ هزار هکتاری بود و در کنار آن مراتع نیز دارای روند کاهش ۸۲۶۵ هکتاری بوده است. بیشتر این تغییرات در قسمت کوهستانی دیده می‌شود. نمودار شکل ۲-ج به‌صورت آشکاری تخریب جنگل در رابطه با توسعه کشاورزی را نشان می‌دهد. این تغییرات در بخش شهری کمتر به چشم می‌آید. در کنار جنگل‌ها مساحت بدنه‌های آب و مراتع نیز رو به کاهش است. این پدیده نشان‌دهنده یک موجودیت دیگر غیر از فشار انسانی بلکه تغییر اقلیم می‌تواند باشد (ipcc, 2015). بررسی نقشه تغییرات کاربری اراضی نشان‌دهنده روند تدریجی تخریب جنگل است. بر همین اساس دامنه کوه‌ها سبب جلوگیری از تخریب بیشتر شده است. این موضوع در جنوب شرقی تصاویر صدق دارد که ارتفاعات کمتری نسبت به سایر نقاط جنگلی دارد.



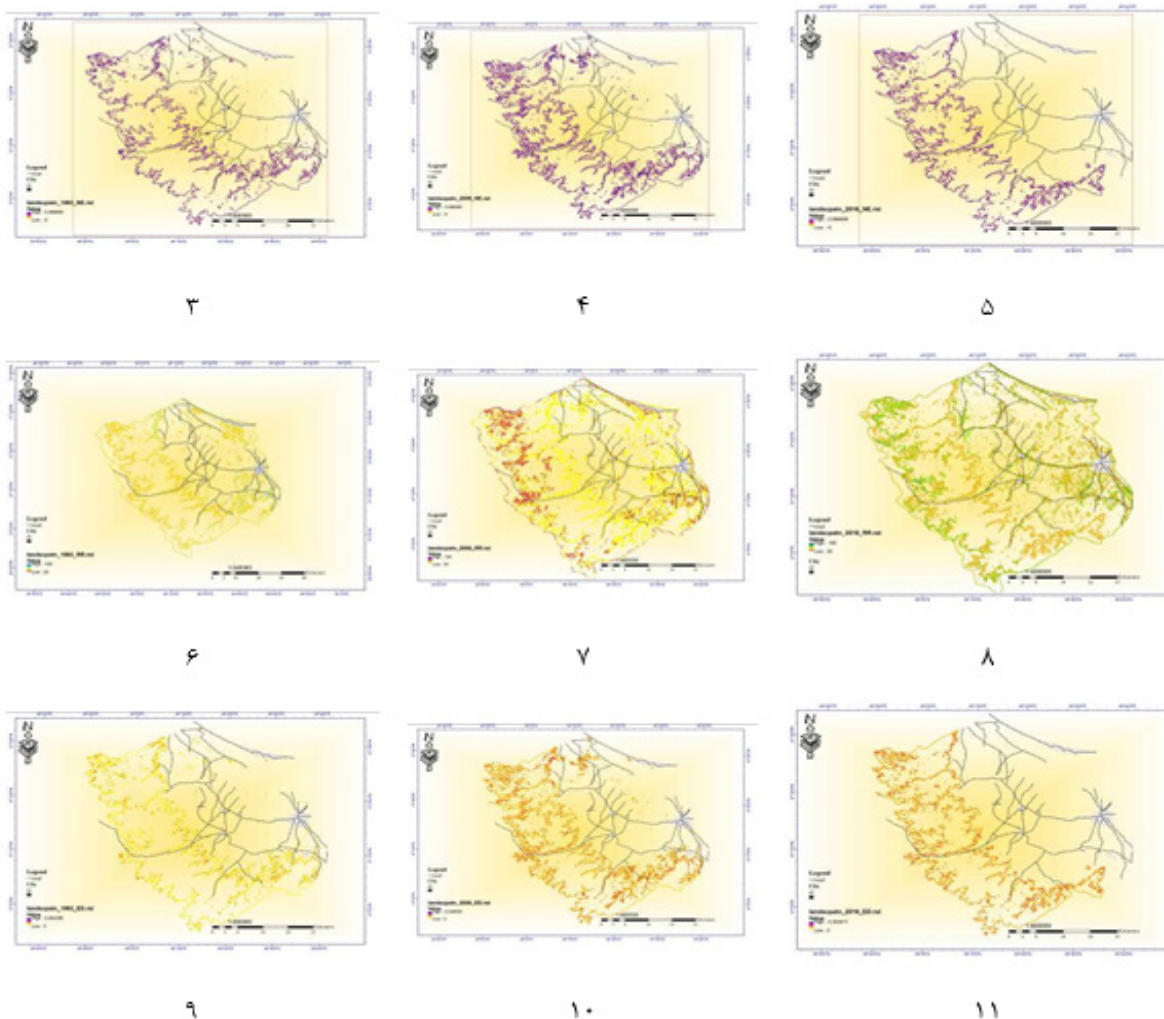
شکل ۲-الف: کاربری اراضی سال ۱۹۹۳، ب- کاربری اراضی سال ۲۰۰۶ و پ- کاربری اراضی سال ۲۰۱۶ ج- تغییرات کاربری اراضی ۱۹۹۳ تا ۲۰۱۶

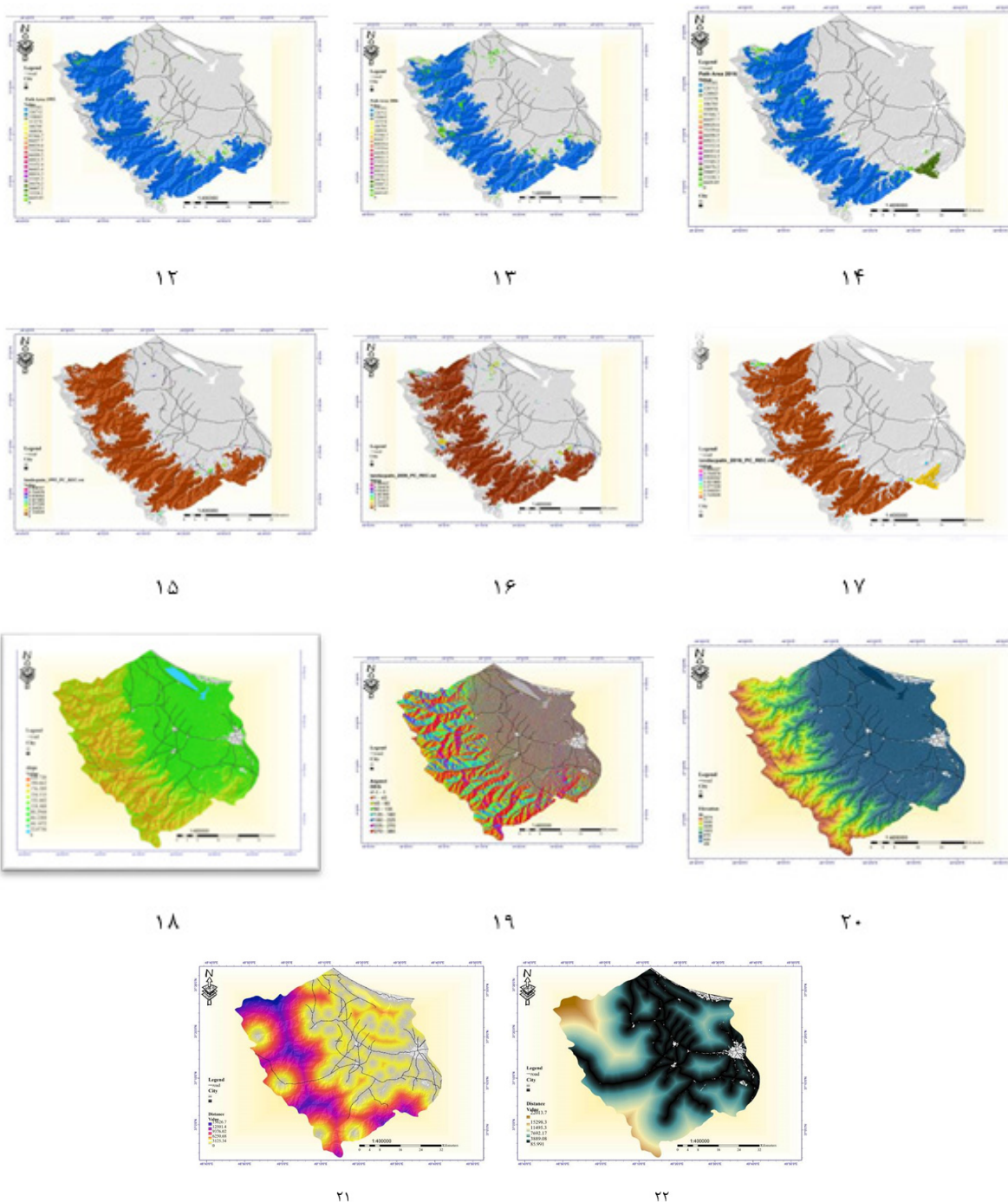
است. در مدل در کنار آن نسبت غناي گونه داراي اثر منفي است. پيش تست و ارزيابي متغيرهاي سيماي سرزمين قبل از ورود به مدل به انجام رسيد كه نشان‌دهنده رابطه مثبت و بالاي متغيرهاي فيزيوگرافي باثبات پذيري جنگل است. اين رابطه مثبت است. درنتيجه هرچه براي مثال ارتفاع بيشتري باشد، تخریب کمتر صورت می‌گیرد. در مقابل عوامل انسانی همچون فاصله از جاده و شهرها داراي رابطه معکوس باثبات جنگل است: هرچه اين فاصله کمتر باشد، تخریب جنگل بيشتري است. اما نکته قابل توجه عدم معنی‌داری اين روند منفي است و خيلي ضعيف نشان داده شده است.

سنجه‌هاي سرزمين رابطه قوی با ثبات جنگل دارند. به‌عيراز نسبت غنا يا تنوع کاربري‌ها كه منفي است. يعني هرچه تنوع کاربري بيشتري باشد، تخریب نیز افزايش می‌يابد.

با توجه به نتايج حاصل از تطبيق شكل‌هاي ۵-۳ تا ۲۲-۵ مدل تغييرات سرزميني اجرا شد كه ضريب كرامر و ضريب همبستگي و خطاي استاندارد محاسبه شد. در همين مورد معيارهاي فيزيكي داراي همبستگي بالايي با پايداري وسعت جنگل دارند و در مدل با توجه به ضريب كرامر بالاي ۰/۱ قرار گرفتند. معيارهاي انساني شامل شهرها و جاده‌ها بود كه مورد ارزيابي قرار گرفتند. هر دو مورد داراي رابطه معكوس ضعيفي با تخریب جنگل هستند. اين نتايج با نتايج (غلامعلي فرد و همكاران، ۲۰۱۰) همخواني دارند.

معيارهاي سيماي سرزمين مورد ارزيابي قرار گرفته‌اند كه نتايج قابل توجه آن شامل ضريب همبستگي بالا ۰/۹۲ با مساحت لکه با خطاي به بسيار پايين است. جالب توجه است كه هرچند تراكم لکه داراي همبستگي بالا است؛ اما ضريب كرامر پاييني





شکل‌های ۳-۵ به ترتیب آنتروپی نرمال سال‌های ۱۹۹۳، ۲۰۰۶ و ۲۰۱۶؛ شکل ۸-۶ به ترتیب نسبت غنا سال ۱۹۹۳، ۲۰۰۶ و ۲۰۱۶؛ تراکم حاشیه در شکل‌های ۹-۱۱ به ترتیب سال ۱۹۹۳، ۲۰۰۶ و ۲۰۱۶؛ و برای مساحت لکه در شکل‌های ۱۲، ۱۳ و ۱۴ به ترتیب سال ۱۹۹۳، ۲۰۰۶ و ۲۰۱۶؛ تراکم لکه نیز در شکل‌های ۱۵، ۱۶ و ۱۷ به ترتیب سال ۱۹۹۳، ۲۰۰۶ و ۲۰۱۶ نشان داده شده است. شکل ۱۸ شیب منطقه، شکل ۱۹ جهت جغرافیایی و شکل ۲۰ ارتفاع منطقه را نشان می‌دهد. شکل‌های ۲۱-۵ فاصله از شهرها و ۲۲-۵ فاصله از جاده‌ها را نشان می‌دهد.

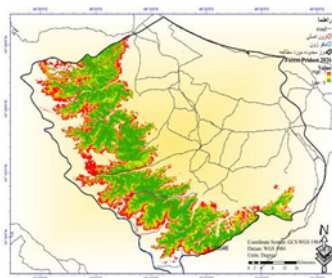
حفظ بیشتر جنگل شده و حتی می‌توان گفت پویایی جنگل در مقابل گزند حفظ خواهد شد.

پس از آنالیزها اجرای مدل برای فاصله ۲۰ سال آینده به انجام رسید که نتیجه آن در شکل ۴ نشان داده شده است.

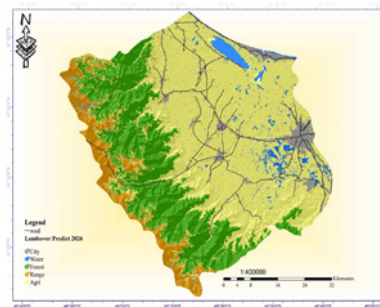
اما سایر پارامترها به خصوص بزرگی لکه جنگلی در حفظ و پیوستگی مؤثر و تأثیرگذار خواهد بود. این تغییر دارای رابطه بسیار قوی با حفظ جنگل است. در مقابل نیز تراکم لکه یا به عبارت دیگر فشردگی لکه جنگلی هرچه بیشتر باشد، سبب

جدول ۳. آماره‌های مدل‌سازی تغییرات سرزمین

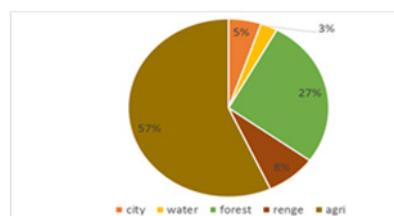
معیار	زیر معیار	ضریب همبستگی	استاندارد خطا	ضریب کرامر
فیزیکی	ارتفاع	۰/۴۲	۰/۳۶	۰/۵۵
	شیب	۰/۶۸	۰/۲۹	۰/۳۷
	جهت	۰/۳۴	۰/۳۷	۰/۱۵
انسانی	شهر	-۰/۱۸۲	۰/۳۹	۰/۳۷
	جاده	-۰/۱۰۸	۰/۳۹	۰/۳۳
سیمای سرزمین	نسبت غنا	-۰/۰۳۴	۰/۴	۰/۱۰
	مساحت لکه	۰/۹۲	۰/۱۵	۰/۳۸
	آنتروپی نرمال	-۰/۰۲۶	۰/۴	۰/۰۳۵
	تراکم حاشیه	۰/۰۳۱	۰/۴	۰/۰۳۴
	تراکم لکه	۰/۵۹۱	۰/۳۲	۰/۰۱



شکل ۲۴



شکل ۲۳



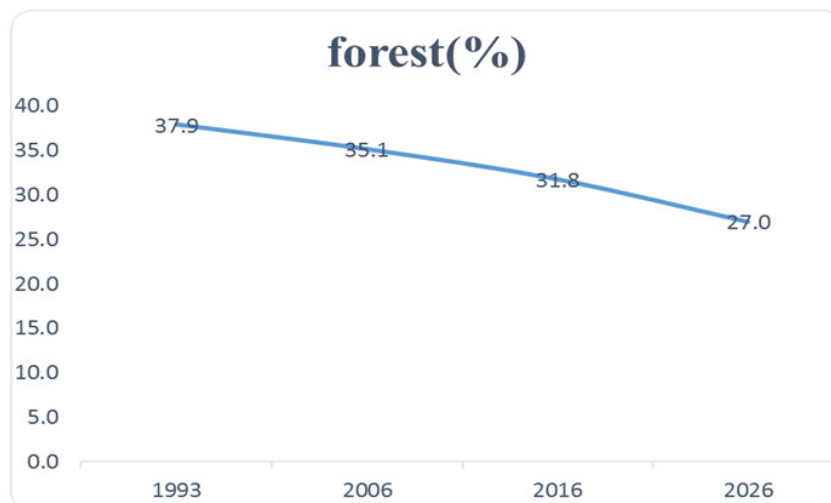
شکل ۲۵

شکل‌های ۲۳ و ۲۵ نقشه کاربری اراضی پیش‌بینی شده برای سال ۲۰۲۶ و ۲۴-۲۵ نقشه پایداری جنگل در منطقه؛ شکل ۲۴-۲۵ درصد کاربردی اراضی

۲۰۲۶ از ۳۷۰۰۰ هکتار جنگلی این حوزه تنها ۲۷۰۰۰ هکتار آن باقی خواهد ماند. بیشترین احتمال تخریب در حاشیه‌ها بوده و اصلی‌ترین این کاهش‌ها در سمت جنوب غربی خواهد بود. این در حالی است که محدوده منطقه حفاظت‌شده گشت رودخان دارای کمترین احتمال تخریب بوده و موفقیت در کنترل تخریب‌های جنگلی در این نقطه بیشتر به چشم می‌خورد. آنالیزهای حساسیت نشان می‌دهد که ۱۰ درصد منطقه جنگلی دارای حساسیت بالا ۵۰ درصد بوده که این مقدار در منطقه زون مرکزی پارک برابر با کمتر از ۵ درصد است و در بافر زون برابر با ۱۵ درصد ریسک آسیب است.

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که همچنان تا سال ۲۰۲۶ روند افزایش زمین‌های کشاورزی و نابودی جنگل‌ها را خواهیم داشت. در اینجا بر طبق نقشه ۲۴ قابل توجه است که بزرگی روند تغییرات جنگل به سمت شمال شرقی ادامه دارد و در سمت جنوب غربی منطقه سایت جنگل گشت رودخان با مدیریت توانسته از تخریب و تبدیل کاربری جلوگیری کند. تهدید عمده این سایت نابودی و تبدیل جنگل به مراتع است.

شکل ۲۶ نتایج کل تحقیق را نشان می‌دهد که در این ناحیه ۱۰ درصد جنگل‌ها دارای کاهش شدید خواهد بود. بنابراین سال



شکل ۲۶. درصد تغییرات جنگلی تا سال ۲۰۲۶

سازمان جنگل‌ها و منابع طبیعی در فومن سبب جلوگیری و آهسته‌تر کردن روند تخریب شده است (امینی و همکاران، ۱۳۸۶).

اگر در سایر نقاط جهان یک برآورد داشته باشیم مطالعه (Panikhor, 1982) در جنگل‌های اندونزی روند سریع شهرسازی سبب تخریب ۶۰ درصد از جنگل‌های آن ناحیه بوده که خوشبختانه در فومن، شهر در احاطه جنگل بوده و امکان تخریب جنگل توسط شهر همان‌طور که در مدل خطی مشخص شد، کمتر از سایر عوامل هست.

لذا در حفظ یک منطقه حساس همچون جنگل، حفظ پیوستگی و تراکم یک منطقه بسیار حائز اهمیت است. آن‌گونه

بحث و نتیجه گیری

در بررسی روند تخریب کاهش ۱۰ درصد مساحت جنگل‌های این شهرستان در مقایسه با دست آورده‌ای (رفیعیان و همکاران، ۱۳۸۵) در جنگل‌های بابل که تخریب ۸/۵ درصد مساحت‌های آن در طول ۷ سال دارای سرعت پایین‌تری است که می‌تواند به قرارگیری فاصله بیشتر از مراکز تفریحی باشد یا وجود یک پارک حفاظت‌شده که کنترل و مدیریت را کاهش داده است.

در مناطقی غیر از شمال کشور یعنی جنگل‌های زاگرس و در منطقه «آرمده بانه» در طول ۴۷ سال ۴۸۵۳ هکتار از مساحت جنگل‌ها کاسته و ۹۵۳ هکتار به سطح آنها اضافه شده است که هرچند تخریب به نسبت شدیدتر بوده اما وجود برنامه‌ریزی



بود ولی به سمت جنوب و بلندی‌ها با تغییرات اقلیمی زیستگاه مناسب برای مراتع و گونه‌های علفی گسترش یافته و بیشترین عقب‌نشینی جنگل را مشاهده خواهیم کرد.

سپاسگزاری

با تشکر از مهندس سورشوی و دکتر سید محسن حسینی که در مطالعه و مسیرهای انجام مطالعه کمک‌های مؤثری داشته‌اند.

تعارض در منافع

میان نویسندگان، هیچ‌گونه تعارض در منافی در نگارش این مقاله وجود نداشته است.

که مشخص شد پایداری مناطق جنگلی وابستگی بسیاری به اندازه لکه جنگلی است و توسعه راه‌ها سبب افزایش مرزها و حاشیه می‌شود. به همین واسطه اندازه لکه کاهش یافته و با کاهش پیوستگی کاهش یابد زمینه تهاجم انسانی بیشتر می‌شود. تراکم و مرکزیت جنگل هرچند رابطه اندکی با حفظ جنگل در مقابل تخریب دارد، اما مشاهده می‌شود لکه‌هایی که این نسبت پایین را داشته‌اند، تخریب پذیری بالاتری در آنها به وقوع پیوسته است. به علت وجود لکه‌های جدا افتاده تعرض پذیری بیشتر را تجربه می‌کند. با توجه به شواهد موجود سیمای سرزمین مهم‌ترین عامل در تخریب جنگل‌های شمال است. بخصوص اگر در مقیاس موزاییک سرزمین بررسی شود. بنابراین سال ۲۰۲۶ تخریب جنگل به واسطه تعرض کشاورزی و شهری کمتر خواهد

فهرست منابع

- Amini, M. (2006). Investigation on effective parameters on deforestation in the western forests of Iran, M.Sc. Seminar, Gorgan University of Agriculture Sciences and Natural Resources. 27 pp.(in Persian).
- Anderson, G.D., (1982). A survey of soils and land use potential of the southern and eastern slopes of Mt.Kilimanjaro, Tanzania. Resource management paper no. 1. Institute of Resource Assessment, University of Dar es Salaam and International Development Programme, Clark University, Worcester, MA, USA (revised edition of 1968 paper)
- Burel, F. (2003). Landscape ecology: concepts, methods, and applications. CRC Press.
- Darvishsefat, A & Namiranian, M. (2004); The study of spatial distribution of changes in the northern forests of Iran. <http://www.GIS Development. nat/aplication/nrm/overviewP: 12->.
- Darvishsefat, A & Namiranian, M. (2004); The study of spatial distribution of changes in the northern forests of Iran. <http://www.GIS Development. nat/aplication/nrm/overview P: 12->.
- FAO, F. (2008). Food and agriculture organisation of the United Nations. Retrieved on, 15.
- F, Ghanbari1 and Sh, Shataee (2010). Investigation on Forest Extend Changes Using Aerial Photos and ASTER Imagery (Case Study: Border Forests in South and Southwest of Gorgan City).(in Persian).
- Hosseini, S.M & Rostami, S.,(2017). Landscape Ecology P: 48- 106.
- Panikkar, s, v. (1982). Forest change detection. www.GIS development. Net/Application/Environment. P: 14-.
- Rafieian, O. (2002). Forest extends change detection in north of Iran between 1994 till 2001 using ETM+ data. M.Sc Thesis, Tehran University.122 pp.(in Persian).
- Ranqsikanbhum, T. & p, lsana, P(1997); study on forest change Detection in Eastern forest by Remote sensing Tochnique. <http://www. GIS development.net/AARS/ ACRS/Foresty. P: 13->.
- Shataee, SH. (2002). Possibility investigation on forest type mapping using satellite data, doctoral thesis, Tehran University.155 pp.(in Persian).
- Scheer, L., & Sitko, R. (2007). Assessment of some forest characteristics employing ikonos satellite data. Journal of Forest Science, 53, 8.
- Soini, E. (2005). Land use change patterns and livelihood dynamics on the slopes of Mt. Kilimanjaro, Tanzania. Agricultural systems, 85(3), 306- 323.
- Somashekar, R., Ravikumar, P., Mohankumar, C.,Prakash, K. and Nagaraja, B., (2009). Burnt area mapping of Bandipur National Park, India using IRS1C/1D LISS III data. Journal of the Indian Society of Remote Sensing. 37: 37- 50.