Journal of Wood and Forest Science and Technology

Print ISSN: 2322-2077
Online ISSN: 2322-2786

Assessment of forest ecosystem vulnerability and prioritization of degradation factors of Dadabad region of Khorramabad

Masoomeh Mansouri[1], Ziaedin Badehian[*2], Rahim Maleknia[3], Morteza Ghobadi[4]

1. Ph.D. of Forestry, Dept. Forest Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, Iran. E-mail: masoumehmansouri99@gmail.com
2. Corresponding Author, Associate Prof., Dept. of Nature Engineering, Faculty of Agriculture, Fasa University, Fasa, Iran. E-mail: zd-badehian@fasau.ac.ir
3. Associate Prof., Dept. of Forest Engineering, Faculty of Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, Iran. E-mail: maleknia.r@lu.ac.ir
4. Assistant Prof., Dept. of Environmental Engineering, Faculty of Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, Iran. E-mail: ghobadi.m@lu.ac.ir

Article Info

Article type:
Full Length Research Paper

Article history:
Received: 11.23.2023
Revised: 04.12.2024
Accepted: 04.12.2024

Keywords:
Degradation model,
Landscape,
Landscape ecology,
RS,
Sub-basin

ABSTRACT

Background and Objectives: Forest ecosystem degradation is a global concern, prompting natural resource managers to prioritize its prevention and mitigation. Incompatible land uses pose a significant threat, particularly to biodiversity. Techniques like remote sensing and geographic information systems (GIS) with spatial analysis capabilities are valuable tools for detecting and evaluating these threats and their impact on forest ecosystems. This study aimed to evaluate forest degradation in the Dadabad region using a sub-unit destruction model and identify the most impactful human activities.

Materials and Methods: We employed a land-use/forest cover map for the Dadabad region, divided into 13 sub-areas, to quantify land features. Landsat satellite imagery (1988-2018) was pre-processed and classified for land-use change analysis. Landscape destruction and ecological vulnerability were calculated using the landscape destruction model, considering activity intensity and total destruction. Subsequently, land surface analysis and zoning were performed based on derived destruction coefficients. The Analytic Network Process (ANP) method, a multi-criteria decision-making approach, was employed to prioritize human activities contributing to destruction in the region. ANP allows for factor dependence and utilizes network analysis for non-linear structuring. Experts' opinions were incorporated to identify critical factors influencing forest cover degradation. Calculations were performed using a multi-criteria decision-making model.

Results: Sub-areas 3 and 5 exhibited the highest levels of land surface destruction, while sub-areas 4, 8, 9, 12, and 13 displayed the least fragmentation. Notably, 40.58% of the total Dadabad region area was classified as minimally degraded and suitable for development with ecological considerations. The low degradation in these areas can be attributed to their mountainous terrain, limiting human activity. Additionally, 25.33% of the area requires restoration, and 8.37% requires protection measures.

Conclusion: Among the identified factors, conversion of national lands to agriculture, socio-economic issues, and extensive construction activities

(road construction) were the most significant contributors to destruction, with final weights of 0.2, 0.182, and 0.18, respectively. This study's findings can significantly inform the development of efficient forest protection and management programs in Lorestan province by prioritizing the most critical factors driving forest degradation.

Cite this article: Mansouri, Masoomeh, Badehian, Ziaedin, Maleknia, Rahim, Ghobadi, Morteza. 2024. Assessment of forest ecosystem vulnerability and prioritization of degradation factors of Dadabad region of Khorramabad. *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 31 (1), 1-22.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/JWFST.2024.21856.2042
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

شاپا چاپی: ۲۳۲۲-۲۰۷۷
شاپا آنلاین: ۲۳۲۲-۲۷۸۶

ارزیابی آسیب‌پذیری اکوسیستم جنگلی و اولویت‌بندی عوامل تخریب منطقه دادآباد خرم‌آباد

معصومه منصوری[۱]، ضیاءالدین بادەیان*[۲]، رحیم ملک‌نیا[۳]، مرتضی قبادی[٤]

۱. دکتری جنگلداری، گروه علوم و مهندسی جنگل، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران. رایانامه: masoumehmansouri99@gmail.com

۲. نویسنده مسئول، دانشیار گروه مهندسی طبیعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فسا، فسا، ایران. رایانامه: zd-badehian@fasau.ac.ir

۳. دانشیار گروه مهندسی جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران. رایانامه: maleknia.r@lu.ac.ir

٤. استادیار گروه مهندسی محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران. رایانامه: ghobadi.m@lu.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱٤۰۲/۰۹/۰۲
تاریخ ویرایش: ۱٤۰۳/۰۱/۲٤
تاریخ پذیرش: ۱٤۰۳/۰۱/۲٤

واژه‌های کلیدی:
اکولوژی سیمای سرزمین،
زیرحوزه،
سیمای سرزمین،
سنجش‌ازدور،
مدل تخریب

چکیده

سابقه و هدف: امروزه، پیشگیری و یا کاهش پیامدهای نامطلوب ناشی تخریب و افزایش آسیب‌پذیری اکوسیستم‌های جنگلی به یکی از مهم‌ترین اهداف مدیران منابع طبیعی در سراسر جهان تبدیل شده است. وجود کاربری‌های ناسازگار یکی از مهم‌ترین تهدیدات برای اکوسیستم‌های جنگلی به‌خصوص تنوع زیستی آن‌ها به شمار می‌رود. برای کشف و ارزیابی چنین تهدیداتی که زمینه‌ساز تغییرات در سطح اکوسیستم‌های جنگلی است، استفاده از فنون و ابزارهایی هم‌چون سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی با برخورداری از امکانات تحلیلی می‌توانند نقش به‌سزایی در تولید اطلاعات مکانی داشته باشند. هدف پژوهش حاضر ارزیابی تخریب در اکوسیستم جنگلی دادآباد بر پایه مدل تخریب زیر واحدهای کاری و بررسی مهم‌ترین فعالیت‌های انسانی زمینه‌ساز تخریب در منطقه است.

مواد و روش‌ها: بدین‌منظور، برای کمی نمودن سنجه‌های سیمای سرزمین از نقشه کاربری/ پوشش جنگلی منطقه دادآباد با ۱۳ زیرحوزه استفاده شد. برای تهیه نقشه کاربری/پوشش، ابتدا تصویر ماهواره‌ای لندست را پیش‌پردازش نموده و تصویر در طبقات مختلف کاربری طبقه‌بندی شد. بدین‌منظور از تصاویر ماهواره‌ای مربوط به دوره زمانی ۳۰ ساله (۲۰۱۸–۱۹۸۸) استفاده شد تا در تحلیل ساختاری با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین از آن استفاده شود. سپس با توجه به مدل تخریب سیمای سرزمین، درجه آسیب‌پذیری بوم‌شناختی، تعیین شدت فعالیت‌ها و میزان تخریب در سیمای سرزمین محاسبه شد. در ادامه، برمبنای ضرایب تخریب به‌دست‌آمده، تحلیل و پهنه‌بندی سیمای سرزمین انجام گرفت. در پایان از روش ANP طبق نظر کارشناسان، جهت

اولویت‌بندی مهم‌ترین فعالیت‌های انسانی زمینه‌ساز تخریب در منطقه استفاده شد. روش ANP یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است که در این پژوهش از این روش جهت طبقه‌بندی فعالیت‌های انسانی مؤثر بر تخریب در منطقه استفاده شده است، از مهم‌ترین دلایل به‌کارگیری این روش در مقایسه با سایر روش‌های MCDM، در نظر گرفتن وابستگی یا رابطه بین عوامل و هم‌چنین استفاده از تجزیه‌وتحلیل شبکه ساختار غیرخطی است. جهت دستیابی به این هدف ابتدا مهم‌ترین عوامل زمینه‌ساز تخریب پوشش جنگلی در منطقه دادآباد از مرور منابع در این زمینه استخراج شد. محاسبات مربوط به روش ANP با مدل تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه انجام‌شده است.

یافته‌ها: زیرحوزه‌های ۳ و ۵ در منطقه دارای بالاترین عدد تخریب سیمای سرزمین بوده و زیرحوزه‌های ٤، ۸، ۹، ۱۲ و ۱۳ دارای کم‌ترین تکه‌تکه‌شدگی هستند. هم‌چنین درمجموع، ۵۸/٤۰ درصد از کل مساحت منطقه دادآباد با وضعیت تخریب کم و مستعد توسعه شناسایی شد که با رعایت محدودیت‌های اکولوژیکی قابل توسعه است. شایان ذکر است که دلیل پایین بودن میزان تخریب در این نواحی، کوهستانی و صعب‌العبور بودن آن بوده و بنابراین میزان کم‌تری تحت‌تأثیر فعالیت‌های انسانی قرار گرفته است. هم‌چنین، ۳۳/۲۵ درصد نیازمند بازسازی و احیاء و ۸/۳۷ درصد نیازمند اقدامات حفاظتی شناسایی شد.

نتیجه‌گیری: از بین عوامل مختلف نیز سه عامل تبدیل اراضی ملی به کشاورزی، وجود مسائل اقتصادی- اجتماعی و فعالیت‌های عمرانی گسترده (جاده‌سازی) به ترتیب با وزن‌های نهایی ۰/۲، ۰/۱۸۲ و ۰/۱۸ از مهم‌ترین پارامترهای ایجادکننده تخریب در منطقه هستند. نتایج حاصل از این پژوهش می‌تواند با اولویت‌بندی مهم‌ترین عوامل تخریب جنگل‌های استان لرستان، نقش قابل‌ملاحظه‌ای در کارایی و موفقیت برنامه‌های حفاظت و مدیریت این جنگل‌ها داشته باشد.

استناد: منصوری، معصومه، باده‌یان، ضیاءالدین، ملک‌نیا، رحیم، قبادی، مرتضی (۱۴۰۳). ارزیابی آسیب‌پذیری اکوسیستم جنگلی و اولویت‌بندی عوامل تخریب منطقه دادآباد خرم‌آباد. *نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل*، ۳۱ (۱)، ۲۲-۱.
DOI: 10.22069/JWFST.2024.21856.2042

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
© نویسندگان.

مقدمه

جنگل به‌دلیل داشتن خدمات مختلف در بخش‌های تولیدی (تولید آب و تولید چوب) و تنظیمی (حفاظت خاک و ذخیره و ترسیب کربن) به‌عنوان پشتوانه‌ای محکم برای حیات بر روی کره زمین مطرح است (۱). دراین‌بین وجود کاربری‌های ناسازگار مهم‌ترین تهدیدات برای اکوسیستم‌های جنگلی به‌خصوص تنوع زیستی جانوری و گیاهی آن به‌شمار می‌رود. نتایج مطالعات مختلف مهم‌ترین عوامل تهدیدکننده تنوع پوشش گیاهی در جوامع جنگلی را عمدتاً ناشی از: تغییرات اقلیم (۲) فرآیندهای زمین‌شناختی و اکولوژیکی مانند فرسایش خاک و توالی پوشش گیاهی و از همه مهم‌تر فعالیت‌های انسانی دانسته‌اند (۳). برای کشف و ارزیابی چنین تهدیداتی که زمینه‌ساز تغییرات در سطح اکوسیستم‌های جنگلی است، استفاده از فنون و ابزارهایی هم‌چون سنجش‌ازدور[1] و سیستم اطلاعات جغرافیایی[2] با برخورداری از امکانات تحلیلی می‌توانند نقش به‌سزایی در تولید اطلاعات مکانی داشته باشند [٤، ٥]. در همین راستا و طی سال‌های اخیر، به‌دلیل دسترسی آسان به تصاویر ماهواره‌ای و قابلیت‌های نرم‌افزاری سیستم اطلاعات جغرافیایی، مدل‌سازی تغییرات پوشش گیاهی و بررسی تأثیر فعالیت‌های انسانی بر روی منابع طبیعی افزایش‌یافته است و به این منظور روش‌های متفاوتی نیز ارائه گردیده است. مدل تخریب یکی از روش‌های ارزیابی است که به‌صورت گسترده آثار تجمعی فعالیت‌های انسانی را در مقیاس منطقه‌ای یا آبخیز، تحلیل نموده و مقدار آن را به‌صورت کمی ارائه می‌دهد. مدل تخریب محیط‌زیست برای اولین بار توسط مخدوم در ایران (۲۰۱۳) ارائه شد. این مدل در تقسیم‌بندی کلی مدل‌ها، در دسته مدل‌های اطلاعاتی قرار دارد. کاربرد آن جهت مدیریت کلان در منابع طبیعی و از نوع تجزیه‌وتحلیل سیستمی است که در ساختار آن از شیوه مدل‌سازی ریاضی استفاده‌شده است (٦). دراین‌بین و از دهه ۱۹۹۰ تاکنون، با توجه به پیشرفت‌های قابل‌توجه در زمینه بوم‌شناسی، سنجه‌های سیمای سرزمین نیز به ابزاری جهت برنامه‌ریزی، ارزیابی و پایش الگوی سیمای سرزمین و ارزیابی آثار محیط‌زیستی توسعه تبدیل‌شده‌اند (۷). سنجه‌های سیمای سرزمین الگوریتم‌هایی برای کمی کردن خصوصیات مکانی لکه‌ها[3]، کریدور[4] و بستر سیمای سرزمین[5] هستند که امکان مقایسه پهنه‌های مختلف با استفاده از یک روش مشابه و مقایسه سیمای سرزمین مشخص با گزینه‌های مختلف زمانی و مکانی را می‌دهد. مطالعات مختلفی در این زمینه صورت گرفته است که از جمله آن‌ها می‌توان به مطالعه جعفری و همکاران (۲۰۱۸) اشاره کرد که به بررسی آثار محیط‌زیستی توسعه شهری و خدماتی در شهر بندرعباس با استفاده از مدل تخریب و کاربرد سنجه‌های سیمای سرزمین پرداختند و نتایج این مطالعه نشان داد که از میان ١٦٩ واحد مطالعاتی، ۱۳۰ واحد نیازمند بازسازی و ۱۸ واحد نیازمند اقدامات حفاظتی و درنهایت یک واحد مستعد توسعه هستند. جعفری و دانه‌کار (۲۰۱۷) نیز با استفاده از مدل تخریب به تعیین آثار توسعه بر محیط‌زیست استان

1- Remote sensing GIS Geographic information system (RS)

2- Geographic Information Systems (GIS)

۳- از عناصر ساختاری سیمای سرزمین است، لکه‌ها اجزاء غیرخطی هستند که از نظر پوشش اراضی با محیط پیرامون خود متفاوت‌اند

٤- اجزاء خطی و یا نوارهای باریکی هستند که با بستر پیرامون خود متفاوت‌اند. کریدورها معمولاً لکه‌های مشابه را به هم وصل می‌کنند

۵- عنصر غالب در سیمای سرزمین است و در عملکرد سیمای سرزمین نقش اساسی دارد. به‌طورکلی مساحت بستر خیلی زیاد است و عناصر سیمای سرزمین را احاطه می‌کند

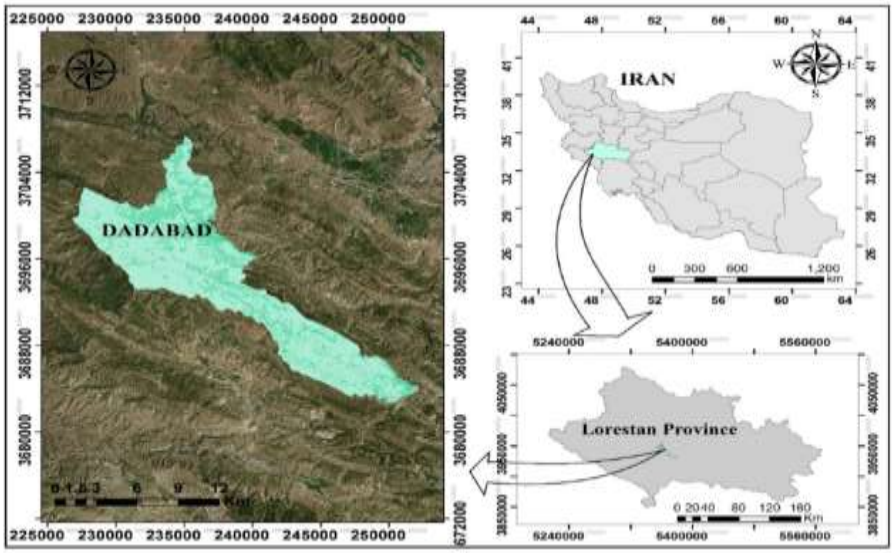
چهارمحال و بختیاری و بررسی امکان توسعه بیش‌تر دهستان‌ها پرداخته و چنین برآورد نمودند که ازنظر شدت تخریب درگذشته، از کل مساحت استان، ٦٤/٤٪ مستعد توسعه بیش‌تر، ۳۱/۹٪ دارای قابلیت توسعه مشروط به انجام عملیات بهسازی و ۳/۷٪ دارای قابلیت محدود توسعه است (۷). سپهر و همکاران (۲۰۱۵) به ارزیابی کیفیت سرزمین مجموعه حفاظت‌شده توران با استفاده از مدل تخریب پرداخته و سپس منطقه را به لحاظ کیفیت سرزمین پهنه‌بندی نمود آن‌ها نشان دادند که ترکیب سطوح حفاظتی سرزمین نقش تعیین‌کننده‌ای در حفظ کیفیت سرزمین ندارند (۸). برای نخستین بار در ایران آذری دهکردی و خزائی (۲۰۱۵) دست به ابتکار زده و مدل تخریبی با رویکرد سیمای سرزمین را معرفی نمودند که این مدل پس از کالیبره نمودن مدل برای اجرا در ژاپن و افزودن سنجه‌های سیمای سرزمین در ساختار مدل، نسخه دیگری از مدل تحت عنوان مدل تخریب سیمای سرزمین شکل گرفت (۱). جوزی و ایرانخواهی (۲۰۱٦) به ارزیابی تخریب سیمای سرزمین شهرستان شمیرانات با استفاده از شبکه هگزاگون پرداختند و نتایج این مطالعه بیانگر این بود که درمجموع، ۷۳٪ از مساحت شهرستان شمیرانات با وضعیت تخریب کم و مستعد توسعه شناسایی است که با رعایت محدودیت‌های اکولوژیکی و حریم‌های رود دره‌ها، فاصله از گسل‌های اصلی و مناطق حفاظت‌شده قابل توسعه است (۹). هم‌چنین، ۲۳٪ نیازمند بازسازی و احیاء و ٤٪ نیازمند اقدامات حفاظتی شناسایی شد. در زمینه شناسایی و اولویت‌بندی معیارها و شاخص‌های مطرح در زمینه‌های مختلف تحقیقاتی مربوط به علم جنگل مطالعات مختلفی طی سال‌های اخیر صورت گرفته است جعفری و همکاران (۲۰۱۱) فرآیند تحلیل شبکه[1] (ANP) را به‌عنوان یک چارچوب برای ارزیابی مسأله مدیریتی جنگل‌های زاگرس به‌کار گرفت. مهدوی و زبیری (۲۰۱۳) روش ANP را به‌عنوان نسل جدید روش‌های تصمیم‌گیری به‌منظور مدیریت پایدار جنگل‌های زاگرس پیشنهاد نمودند و از این روش برای اولویت‌بندی زیرمعیارهای اکولوژیک، اقتصادی و اجتماعی مؤثر بر مدیریت پایدار جنگل‌های زاگرس استفاده شد. فضل‌الهی محمدی و همکاران (۲۰۱٤) معیارهای محیطی، اقتصادی- اجتماعی و تنوع ژنتیکی در جنگل‌کاری را با توجه به هدف پایداری جنگل تحلیل کردند و نشان دادند که فرآیند ANP به مدیران جنگل کمک می‌کند که تمام گزینه‌ها و معیارها را با توجه به یکدیگر اولویت‌بندی کنند (۱۰). بوچانی و هجریان (۲۰۲۰) به‌منظور تعیین و اولویت‌بندی معیارهای تعیین‌کننده دارایی‌های مالی، فیزیکی، انسانی، طبیعی، نهادی و اجتماعی در مناطق حاشیه جنگل شهرستان چرداول از مدل فرایند تحلیل شبکه‌ای طبق نظر متخصصان استفاده کردند (۱۱). نجفی و قجر (۲۰۱۱) با استفاده از فرایند ANP به تجزیه‌وتحلیل معیارهای محیطی، اقتصادی و اجتماعی با هدف پایدارتر کردن شیوه‌های مدیریت جنگل و هدایت استفاده از آن پرداختند (۱۲). Di Lallo و همکاران (۲۰۱٦) از فرایند ANP برای تجزیه‌وتحلیل استراتژی‌های نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدها در مدیریت محلی جنگل در اروپا استفاده کردند (۱۳). Putra و همکاران (۲۰۱۹) از فرایند ANP برای ارزیابی سلامت جنگل‌های طبیعی استفاده کردند و این روش برای اولویت‌بندی معیارهای زیست‌محیطی نظارت بر بهداشت جنگل، سلامتی و نشاط جنگل، کیفیت سایت و تنوع زیستی استفاده شد. مطالعات انجام‌شده مذکور نشان می‌دهند فرایند ANP کارایی خوبی برای اولویت‌بندی معیارهای مختلف مؤثر بر برنامه‌ریزی و مدیریت جنگل دارد (۱٤). در منطقه لرستان با توجه به خسارت‌های

1- Analytical hierarchy process

جبران‌پذیر ناشی از کاهش سطوح جنگلی ازجمله سیلاب‌های رخ‌داده در فروردین‌ماه سال ۲۰۱۹، اطلاع از شدت تخریب سطوح جنگلی و عوامل مؤثر بر آن به‌منظور برنامه‌ریزی برای مدیریت بهتر این عرصه‌های طبیعی در آینده بسیار ضروری است؛ بنابراین پژوهش حاضر، باهدف ارزیابی تخریب سیمای سرزمین و تعیین پتانسیل توسعه آتی بر اساس میزان تخریب ناشی از فعالیت‌های انسانی در گستره موردمطالعه، از مدل تخریب سیمای سرزمین بهره گرفته است. به‌منظور دستیابی به واحدهای تعریف‌شده ارزیابی از تقسیمات زیرحوزه‌ای در محدوده موردبررسی استفاده شده است؛ به‌عبارت‌دیگر، در این مطالعه از مدل تخریب سیمای سرزمین با رویکرد مکانی و در تلفیق با سنجه‌های سیمای سرزمین به‌منظور تحلیل تخریب و تعیین میزان آسیب‌پذیری بوم‌شناختی در سطح سیمای سرزمین منطقه دادآباد در استان لرستان استفاده شده است. هم‌چنین از روش ANP جهت اولویت‌بندی مهم‌ترین فعالیت‌های انسانی زمینه‌ساز تخریب در منطقه طبق نظر کارشناسان استفاده گردید تا بتوان در حفظ محیط با اجرای اقدامات لازم گام مؤثری برداشت.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد پژوهش: منطقه جنگلی دادآباد با مساحتی بالغبر ۱۴۹۶۳ هکتار در محدوده جغرافیایی ″۴۴٬۱۶٬۲۳° تا ″۶۰٬۳۲٬۲۴° طول شرقی و تا ″۰۳٬۸۳٬۳۶° تا ″۹۰٬۳۸٬۳۷° عرض شمالی واقع‌شده است (شکل ۱). این منطقه در ۳۵ کیلومتری جنوب شهرستان خرم‌آباد قرار دارد. متوسط بارندگی این منطقه ۵۶۱/۴۳ میلی‌متر است و هم‌چنین حداکثر بارندگی ۲۴ ساعته منطقه، ۷۷/۸۴ میلی‌متر و متوسط دمای منطقه در فصول گرم سال ۳۵ درجه و در فصول سرد ۱۰ درجه سانتی‌گراد است. اقلیم منطقه مطالعاتی عمدتاً متأثر از ارتفاعات منطقه و سیستم‌های مدیترانه‌ای است و طبق مدل آمبرژه از نوع اقلیم نیمه‌خشک است. به‌طورکلی ارتفاع حوزه ۱۴۵۰ متر از سطح دریا است. خاک منطقه عمدتاً از نوع سنگ مادر آهکی که بیش‌تر متأثر از گونه درختی غالب منطقه بلوط ایرانی (*Quercus persica*) است و به‌طورکلی این خاک از نظر اسیدیته خاک، شوری، درصد گچ، درصد کربن آلی و فسفر قابل‌جذب و بافت خاک که عمدتاً لومی-رسی است مشکلی ندارند (۱۵).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه موردمطالعه.

Figure 1. Geographical location of the studied area.

روش تحقیق

تهیه نقشه پوشش سرزمین و بررسی تغییرات مربوط به آن: ابتدا نقشه کاربری اراضی از تصاویر ماهواره‌ای لندست با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر مربوط به سال‌های ۱۹۸۸، ۲۰۰۳ و ۲۰۱۸ استفاده شد. در پژوهش حاضر برای بازسازی تصویر از الگوریتم حداکثر احتمال[1] که از روش‌های طبقه‌بندی نظارت‌شده است برای رده‌بندی الگوهای سیمای سرزمین استفاده‌شده است. کاربری‌ها نیز در شش طبقه اراضی جنگلی، کشاورزی، بایر، مرتعی، مسکونی و طبقه زیرساخت (جاده) با بیش از دویست نقطه تصادفی به‌صورت تعلیمی برای هر کلاس در نرم‌افزار TERRSET در نظر گرفته شد که جهت صحت و اعتبار طبقه‌بندی از نقشه کاربری اراضی و تصاویر گوگل ارث[2] بهره گرفته شد. سپس از نقشه‌های تهیه‌شده برای ۱۳ زیرحوزه (مطابق تقسیم‌بندی اداره کل منابع طبیعی استان لرستان) که براساس فیزیوگرافی منطقه بود به‌عنوان داده‌های ورودی برای استخراج سنجه‌های سیمای سرزمین و محاسبه پارامترهای مدل (تجزیه‌وتحلیل سیستمی) استفاده شد. نقشه هرکدام از زیرحوزه‌ها (زیرحوزه‌ها همان واحدهای کاری می‌باشند) به‌عنوان ورودی به نرم‌افزار FRAGSTATS معرفی شد و پس از اجرای نرم‌افزار، خروجی‌ها (میزان عددی سنجه‌ها) ذخیره و تفسیر شدند (۱).

مدل ارزیابی تخریب سیمای سرزمین: اولین نسخه از مدل تخریب در ایران توسط مخدوم ارائه شد (۱۶). پس‌ازآن آذری دهکردی مدل تخریب سیمای سرزمین را طبق رابطه ۱ ارائه داد که در این پژوهش نیز از این مدل بهره گرفته شده است (۱).

$$L_D=\sum ki/Vi \qquad (1)$$

در این رابطه؛ L_D ضریب تخریب در واحدهای کاری (زیرحوزه‌ها) در سطح سیمای سرزمین، ΣkI نمایه شدت فعالیت‌های انسان در تخریب سیمای سرزمین در هر واحد کاری (زیرحوزه مورد مطالعه)، V آسیب‌پذیری بوم‌شناختی تعیین‌شده در واحد کاری i (زیرحوزه‌ها). در این روش دسته‌بندی و تعیین شدت نمایه فعالیت‌های انسانی، درجه آسیب‌پذیری بوم‌شناختی و حدود طبقه‌های تخریب سیمای سرزمین در این الگو، بر اساس میانه داده‌ها انجام می‌شود (۱).

سنجه‌های سیمای سرزمین مؤثر در مدل تخریب: سنجه‌های بوم‌شناختی سیمای سرزمین، ابزاری مفید برای ورود دیدگاه‌های اکوسیستمی در برنامه‌ریزی‌های محیط‌زیست محسوب می‌شوند که به کمک این سنجه‌ها می‌توان فرآیندهای سیمای سرزمین را به‌صورت کمی اندازه‌گیری کرد. سنجه‌های انتخاب‌شده به‌عنوان عوامل تخریب سیمای سرزمین در این پژوهش شامل SDI[3]، MSI[4]، MFPD[5]، TE[6]، ED[7]، MedPS[8]، MPS[9]، NP[10] است.

در مطالعه حاضر ابتدا سنجه‌ها برای زیرحوزه‌ها تعیین و سپس دامنه هر نمایه به تفکیک زیرحوزه و براساس میانه داده‌ها تعیین شد (۹). در گام بعدی کد تخریب این سنجه‌ها با یکدیگر جمع و به‌عنوان مجموعه عوامل تخریب در سیمای سرزمین در نظر گرفته شد. در این روش تعیین شدت تخریب

1- Maximum likelihood
2- Google earth

۳- نمایه شکل لکه
٤- میانه اندازه لکه
٥- نمایه تنوع شنون
٦- حاشیه کل
۷- تراکم حاشیه
۸- نمایه بعد فرکتال
۹- میانگین اندازه لکه
۱۰- تعداد لکه

فعالیت‌ها به‌صورت کیفی و در طبقات چهارگانه، براساس تعاریف Canter (۱۹۹٦) و طبقه‌بندی مخدوم (۱٦). از تخریب انجام گرفت. بزرگی کدهای مربوط به این طبقه‌ها به ترتیب عبارت‌اند از؛ تخریب ناچیز، تخریب متوسط، تخریب شدید و تخریب خیلی شدید. درنهایت پس از مقایسه ضرایب سنجه‌ها در هر واحد سیمای سرزمین با مقیاس میانه، شدت هر فعالیت در بین واحدهای کاری تعیین گردید (۱).

تعیین درجه آسیب‌پذیری بوم‌شناختی در سیمای سرزمین: آسیب‌پذیری درجه‌ای از یک سیستم، زیرسیستم یا اجزای آن است که براثر قرارگیری در برابر عوامل محرک بیرونی عملاً خسارت می‌بیند. یکی از راه‌های تعیین آسیب‌پذیری، کمی کردن ساختار سرزمین از طریق استخراج سنجه‌های سیمای سرزمین است. برمبنای اصول بوم‌شناسی سیمای سرزمین، هرچه تعداد لکه‌های یک بوم‌سازگان یا زیرحوزه کم‌تر باشد و به‌عبارتی‌دیگر هرچه کاربری موجود در آن یکنواخت‌تر باشد، آن بوم‌سازگان در معرض آسیب‌پذیری کم‌تری قرار دارد. بنابراین در مدل تخریب سیمای سرزمین، از نمایه تعداد لکه (NP)، جهت تعیین آسیب‌پذیری بوم‌شناختی استفاده شد. برای به‌دست آوردن مقیاس مناسب جهت تعیین درجه آسیب‌پذیری بوم‌شناختی نیز همانند تفکیک دامنه شدت فعالیت‌ها، از مقیاس میانه داده‌ها استفاده شد. طبقه‌های تعیین‌شده برای تفکیک آسیب‌پذیری بوم‌شناختی در جدول ۱ ارائه‌شده است (٤).

جدول ۱- طبقه‌های آسیب‌پذیری بوم‌شناختی در سیمای سرزمین.

Table 1. Ecological vulnerability classes in landscape.

کد طبقه Floor code	درجه آسیب‌پذیری Degree of vulnerability	دامنه آسیب‌پذیری (تعداد لکه) Vulnerability range (number of patch)
V_4	آسیب‌پذیر Vulnerable	$X \geq Q$
V_3	حساس Sensitive	$Q_3 > X \geq Q_2$
V_2	نیمه حساس Semi sensitive	$Q_2 > X \geq Q_1$
V_1	مقاوم Resistant	$Q_1 > X$

محاسبه ضریب تخریب برای زیرحوزه‌های منطقه: ازآن‌جاکه ضریب تخریب از تقسیم شدت فعالیت‌های انسان در تخریب سیمای سرزمین (ΣKI) بر آسیب‌پذیری در هر واحد نشانزد (Vi) به‌دست می‌آید، هرچه میزان آسیب‌پذیری در واحد مورد ارزیابی بیش‌تر باشد، درنتیجه ضریب تخریب بیش‌تر می‌شود و هرچه میزان آسیب‌پذیری کم‌تر یا به‌عبارت‌دیگر، واحد مورد ارزیابی نسبت به فعالیت‌های توسعه مقاوم‌تر باشد، ضریب تخریب کم‌تر خواهد شد.

- اولویت‌بندی مهم‌ترین فعالیت‌های انسانی مؤثر بر تخریب در منطقه بر اساس فرایند تحلیل شبکه (ANP): روش ANP یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) است که در این پژوهش از این

روش جهت طبقه‌بندی فعالیت‌های انسانی مؤثر بر تخریب در منطقه استفاده شده است، از مهم‌ترین دلایل به‌کارگیری این روش در مقایسه با سایر روش‌های MCDM، در نظر گرفتن وابستگی یا رابطه بین عوامل و هم‌چنین استفاده از تجزیه‌وتحلیل شبکه ساختار غیرخطی است. جهت دستیابی به این هدف ابتدا مهم‌ترین عوامل زمینه‌ساز تخریب پوشش جنگلی در منطقه دادآباد از مرور منابع در این زمینه و هم‌چنین طبق نظر کارشناسان مربوطه و بازدید از منطقه استخراج شد. محاسبات مربوط به روش ANP و با مدل تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه[1] در نرم‌افزار Super Decision انجام‌شده است. در این مطالعه وزن عوامل مؤثر بر تخریب منطقه موردمطالعه با استفاده از ANP در سه مرحله به‌دست آمدند:

۱- ساخت مدل و تبدیل مسأله

۲- انجام مقایسات زوجی

۳- تشکیل سوپر ماتریس

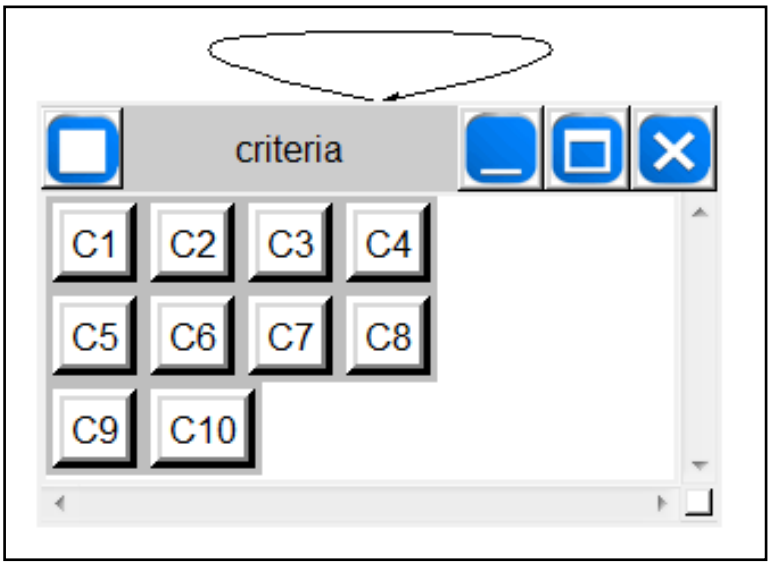
جدول ۲- معرفی مهم‌ترین عوامل مؤثر بر تخریب منطقه جنگلی دادآباد.

Table 2. Introducing the most important factors affecting the destruction of the Dadabad forest area.

ردیف	شاخص	کد
1	فعالیت‌های عمرانی (جاده‌سازی) Construction activities (road construction)	C_1
2	تبدیل اراضی طبیعی به کشاورزی Conversion of national lands to agriculture	C_2
3	زغال‌گیری و مصرف چوب سوخت برای سوخت Coal mining and fuel consumption	C_3
4	حضور دام مازاد The presence of excess livestock	C_4
5	معادن منطقه Area mines	C_5
6	آتش‌سوزی عمدی و غیرعمدی Intentional and unintentional fire	C_6
7	زیرساخت‌ها (لوله‌های گاز و دکل‌های برق) Infrastructure (gas pipes and power towers)	C_7
8	ضعف در مدیریت و حفاظت از عرصه Weakness in resource management (lack of clear and applicable rules)	C_8
9	افزایش نرخ رشد جمعیت Increasing the growth rate of society	C_9
10	مسائل اقتصادی- اجتماعی Economic-social issues	C_{10}

1- Multiple criteria decision making (MADM)

بعد از شناسایی و تأیید عوامل و تعیین روابط درونی بین آن‌ها، جهت تعیین اهمیت و وزن آن‌ها از روش تحلیل فرایند شبکه‌ای استفاده می‌شود. در این پژوهش ابتدا مقایسات زوجی عوامل و مؤلفه‌ها ایجاد شد و در اختیار خبرگان قرار گرفت تعداد خبرگان در این پژوهش ۱۰ نفر می‌باشد. بعد از تکمیل ماتریس‌های مقایسات زوجی، نرخ ناسازگاری هر کدام محاسبه شد که همگی کم‌تر از ۰/۱ بود که نشان از ثبات و سازگار بودن ماتریس‌ها دارد. سپس مقایسات زوجی خبرگان، توسط روش میانگین هندسی ادغام شدند و سپس جهت تعیین وزن، وارد نرم‌افزار SuperDecision شد. در ادامه نتایج مقایسات زوجی و اوزان آورده شده است. در شکل ۲ نیز نمایی از پیاده‌سازی مدل پژوهش در نرم‌افزار SuperDecision آورده شده است.



شکل ۲- مدل پژوهش حاضر در محیط نرم‌افزار SuperDecision.

Figure 2. The current research model in the SuperDecision software environment.

نتایج

پارامترهای مدل و تعیین حدود طبقات تخریب در سیمای سرزمین: نقشه کاربری/پوشش تهیه‌شده شامل شش طبقه اراضی جنگلی، کشاورزی، بایر، مرتعی، مسکونی و طبقه زیرساخت (جاده) بوده که برای محاسبه سنجه‌های سیمای سرزمین از آن استفاده شد. نتایج ارزیابی صحت تصویر شامل صحت کلی ۹۰/٤ و شاخص کاپای ۰/۸۸ به‌دست آمد. در این بررسی به‌منظور ارزیابی تخریب در کل سیمای سرزمین، سنجه‌های موردبررسی در تقسیمات ۱۳گانه زیرحوزه‌ای منطقه محاسبه‌شده‌اند و هر سلول به‌عنوان یک زیر سیما در نظر گرفته شده است. نتایج در جدول ۳ بیان شده است.

جدول ۳- دسته‌بندی سنجه‌های سیمای سرزمین به تفکیک زیر حوزه‌ها.

Table 3. Classification of landscape metrics by separate sub-basins.

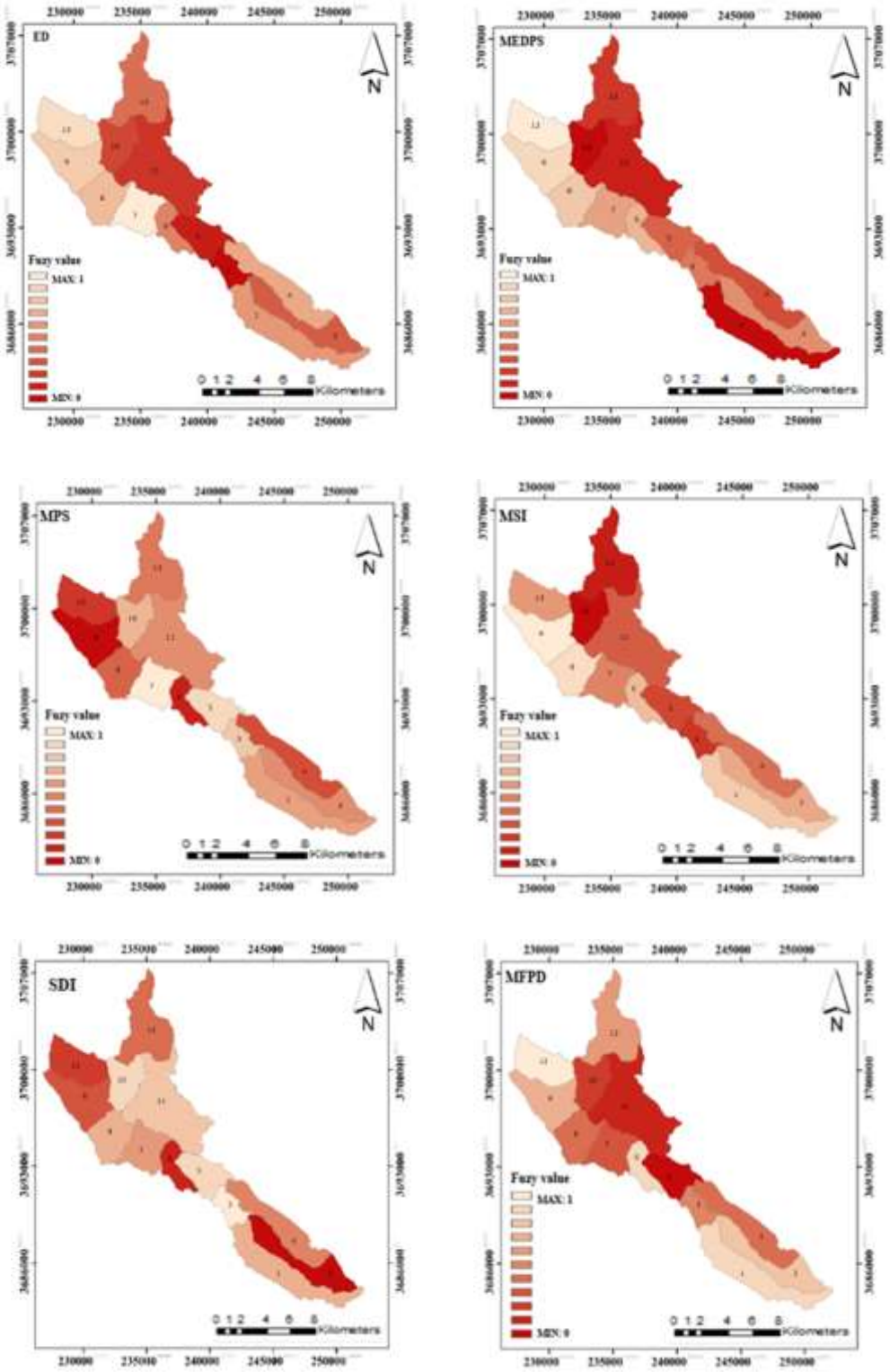
NP		MPS		MedPS		ED		TE		MFPD		MSI		SDI		سنجه / زیر حوزه	Metric / Sub-basin
X≥1149		X≥2.25		X≥0.25		X≥300		X≥767		X≥1.14		X≥1.17		X≥1.20			
X≥702		X≥1.89		X≥0.79		X≥175		X≥423		X≥1.09		X≥1.09		X>1.081			
X≥405		X≥1.04		X≥1.58		X≥105		X≥241		X≥1.04		X≥1.05		X≥1.02			
>X1		>X4		>X4		>X1		>X1		>X1		>X1		>X1			
کمیت Quantity	شدت Intensity	کمیت Quantity	شدت Intensity	کمیت Quantity	شدت Intensity	کمیت Quantity	شدت Intensity	کمیت Quantity	شدت Intensity	کمیت Quantity	شدت Intensity	کمیت Quantity	شدت Intensity	کمیت Quantity	شدت Intensity		
900	I_3	2.21	I_2	2	I_4	227	I_3	211	I_1	1.09	I_3	1.2	I_1	1.03	I_2		1
402	I_1	0.38	I_4	0.35	I_2	158	I_2	240	I_1	1.04	I_2	1.44	I_4	1.22	I_4		2
1249	I_4	2	I_2	1.29	I_1	390	I_4	720	I_3	1.06	I_2	1.29	I_4	1	I_1		3
301	I_1	1.11	I_3	1.15	I_3	160	I_2	228	I_1	1.06	I_2	1.17	I_4	1.13	I_3		4
1230	I_4	2.2	I_2	1.22	I_3	320	I_4	301	I_2	1.17	I_4	1.33	I_4	1.01	I_1		5
277	I_1	0.98	I_4	0.3	I_2	160	I_2	230	I_1	1.06	I_2	1.23	I_4	1.21	I_4		6
503	I_2	1.18	I_1	0.4	I_2	100	I_1	201	I_1	1.06	I_2	1.16	I_3	1.02	I_2		7
701	I_2	1.15	I_1	0.38	I_2	120	I_2	150	I_1	1.04	I_2	1.08	I_2	1.03	I_2		8
258	I_1	0.28	I_4	0.27	I_2	83	I_1	272	I_2	1.05	I_2	1.01	I_1	1.16	I_3		9
920	I_3	2.35	I_1	2.1	I_4	263	I_2	241	I_2	1.18	I_4	1.44	I_4	1.05	I_2		10
930	I_3	2.66	I_1	1.98	I_4	270	I_3	826	I_4	1.22	I_4	1.5	I_3	1.03	I_1		11
260	I_1	0.3	I_4	0.2	I_1	75	I_1	273	I_2	1	I_1	1.14	I_2	1.19	I_4		12
338	I_1	2.03	I_2	1.97	I_4	193	I_3	320	I_2	1.11	I_3	1.48	I_4	1.05	I_2		13

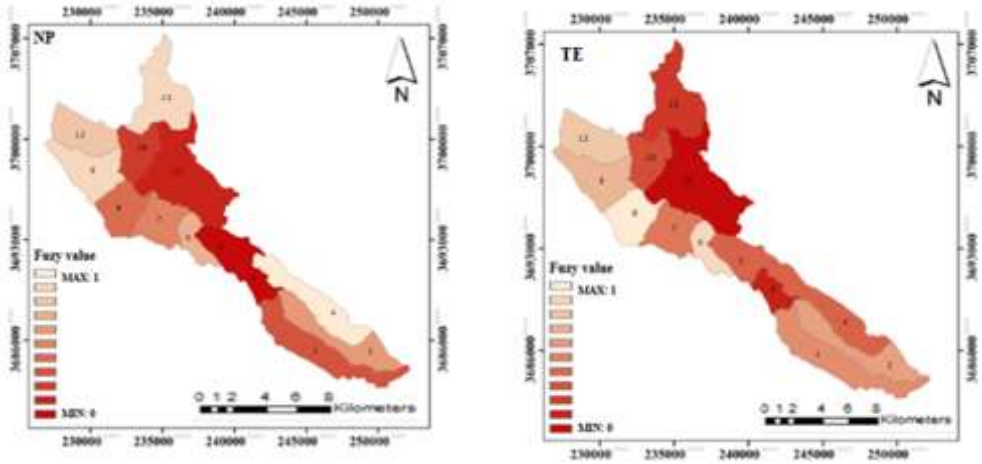
همان‌طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، کمیت سنجه‌ها به تفکیک زیرحوزه‌ها محاسبه‌شده و شدت تخریب آن‌ها بر اساس منطق فازی تعیین‌شده است. در شکل ۳ نقشه‌های کمیت استانداردشده سنجه‌ها در بازه صفر تا ۱ نمایش داده شده است. شایان ذکر است طبقه‌بندی شدت تخریب سنجه‌ها براساس ارزش فازی و مطابق با طبقه‌بندی بیان شده در جدول ۱ انجام گرفته است. در گام بعد با استفاده از نتایج جدول ٦، سنجه‌های درجه‌پذیری بوم‌شناختی، شدت فعالیت‌ها و اعداد تخریب در سیمای سرزمین (L_D) به تفکیک زیرحوزه‌های مطالعاتی محاسبه گردید. همان‌طور که قبلاً نیز بیان شد، به‌منظور محاسبه شدت فعالیت‌ها در زیرحوزه‌ها، در صورت وجود فعالیت انسانی برای (I) مقدار عددی یک و در صورت عدم حضور انسان یا عدم فعالیت توسعه عدد صفر در نظر گرفته می‌شود. پس از محاسبه عدد تخریب به‌عنوان ضریب فروافت برای هر زیرحوزه، از میانه ضرایب برای دسته‌بندی واحدهای کاری استفاده شد.

جدول ٤- تعیین شدت فعالیت، درجه آسیب‌پذیری و میزان تخریب در سیمای سرزمین.

Table 4. Determination of activity intensity, degree of vulnerability and degradation in landscape.

ΣkI	V	L_D	زیرحوزه Sub-basin
4.06	2	2.03	1
4.18	3	2.09	2
5.51	1	5.51	3
4.52	4	1.13	4
5.33	1	5.53	5
2.93	3	0.97	6
3.26	3	1.08	7
3.49	4	0.87	8
2.67	4	0.66	9
5.79	2	2.89	10
5.82	2	2.91	11
3.2	4	0.8	12
4.84	4	1.21	13


ED
MEDPS
MPS
MSI
SDI
MFPD
Fuzy value
MAX: 1
MIN: 0
N
0 1 2 4 6 8
Kilometers
230000
235000
240000
245000
250000



شکل ۳- نقشه‌های کمیت استانداردشده سنجه‌ها بر اساس زیرحوزه‌ها.

Figure 3. Standardized quantity maps of metrics based on sub-domains.

از سنجه‌ها در سطح سیمای سرزمین در این پژوهش، جهت رویکرد تحلیلی تخریب سرزمین استفاده شد. رویکرد منطقی الگوی ارزیابی سیمای سرزمین، در دسته‌بندی و تعیین اولویت واحدهای کاری برمبنای تخریب در اکوسیستم استوار است. بر این اساس طبقه‌بندی زیر حوزه‌ها به درجاتی از توسعه و حفاظت، با توجه به میزان تخریب در سیمای سرزمین (LD) انجام گرفت. به کمک مدل تخریب، سلسله‌مراتب حاکم بین زیرحوزه‌های منطقه موردمطالعه با توجه به جدول ۷ سلسله‌مراتب شدت تخریب در بین زیرحوزه‌های منطقه بر مبنای سنجه‌های سیمای سرزمین عبارت است از؛ ۹›۱۲›۸›۶›۷›٤›۱۳›۱›۲›۱۰›۱۱›۵›۳. مثلاً به کمک این مدل مشخص می‌شود کـه زیرحوزه ۳ با میزان ۵/۵۱ در منطقه دارای بالاترین عدد تخریب (جدول ۸) سیمای سرزمین است و هم‌چنین زیرحوزه‌های ۵، ۱۱ و ۳ بعدازآن قرار دارند و به ترتیب دارای اعداد ۵/۳۳، ۲/۹۱ و ۲/۸۹ هستند. درنتیجه برای حفظ محیط‌زیست موجود منطقه و رفع نیازهای توسعه بهتر است از این محدوده‌ها که دارای سیمای سرزمین تکه‌تکه‌شده شدید هستند استفاده نمود. زیرا عددهای بالای تخریب سیمای سرزمین نشان‌دهنده حضور مؤثر انسان و بنابراین دسترسی‌های بهتر و وجود زیرساختارهای توسعه مانند آب، برق و راه‌های دسترسی است. البته گاهی حضور انسان در این مناطق به‌صورت برداشت بی‌رویه از گیاهان دارویی منطقه (پوشش طبیعی منطقه) و تعلیف دام و یا ساخت‌وساز غیرقانونی است. متقابلاً زیرحوزه‌های ۹، ۱۲ و ۸ به‌ترتیب ارزش‌های ۰/٦٦، ۰/۸ و ۰/۸۷ هستند که نشان می‌دهد که این زیرحوزه‌ها دارای کم‌ترین تکه‌تکه‌شدگی هستند که با توجه به بازدید از منطقه موردمطالعه، دلیل آن عدم دسترسی انسانی به این مناطق است. ولی برای این‌که از این اعداد در برنامه‌ریزی محیط‌زیست به‌عنوان یک سامانه پشتیبانی تصمیم‌گیری استفاده شود، باید شدت و دسته‌ای که هر عدد به آن متعلق است مشخص گردد. پس اعداد مربوط به تخریب سیمای سرزمین در جدول ۸ مشخص‌کننده وضعیت تخریب محیط‌زیست زیرحوزه‌های منطقه هستند. در مرحله بعد اعداد تخریب، براساس منطق استانداردسازی تقسیم‌بندی شدند (اعداد براساس چارک به چهار گروه طبقه‌بندی می‌شوند) تا برای استفاده در سامانه پشتیبانی تصمیم‌گیری در

برنامه‌ریزی محیط‌زیست آماده گردند؛ هم‌چنین در شکل ۵، طبقات تخریب به‌صورت مکانی نقشه‌سازی شده است. هدف از این فرآیند نشان دادن هم‌زمان دسته‌ای است که LD به آن دسته تعلق دارد و نشان‌دهنده درجه یا شدتی است که به آن طبقه تعلق دارد. جدول ٤، میزان تناسب توسعه و حفاظت را بر مبنای دامنه تخریب نشان می‌دهد. براین‌مبنا، برنامه‌ریزی محیط‌زیستی باید متناسب با فعالیتی باشد که درون هر یک از زیرحوزه‌ها در حال انجام است یا قرار است که انجام گیرد. هم‌چنین نتایج نشان داد که حدود ۵۸/٤۰٪ از منطقه مستعد توسعه یا توسعه بیش‌تر است و فقط ۸/۳۸٪ از منطقه مستعد حفاظت است. این در حالی است که حدود ۳۳/۲٤٪ از منطقه نیازمند بازسازی است. نتایج میزان تناسب توسعه و حفاظت بر مبنای دامنه تخریب سیمای سرزمین در زیرحوزه‌های منطقه جنگلی دادآباد (جدول ۵) نشان می‌دهد که زیرحوزه‌های شماره ٤، ۸، ۹، ۱۲ و ۱۳ در طبقه L_{D1} قرار دارند که دارای بیش‌ترین تناسب برای توسعه هستند.

جدول ۵- دسته‌بندی واحدهای مطالعاتی بر اساس ضریب تخریب سیمای سرزمین.

Table 5. Dusta one item Hi Matalati Righteousness Tax Sabotage Simai Sarzmin.

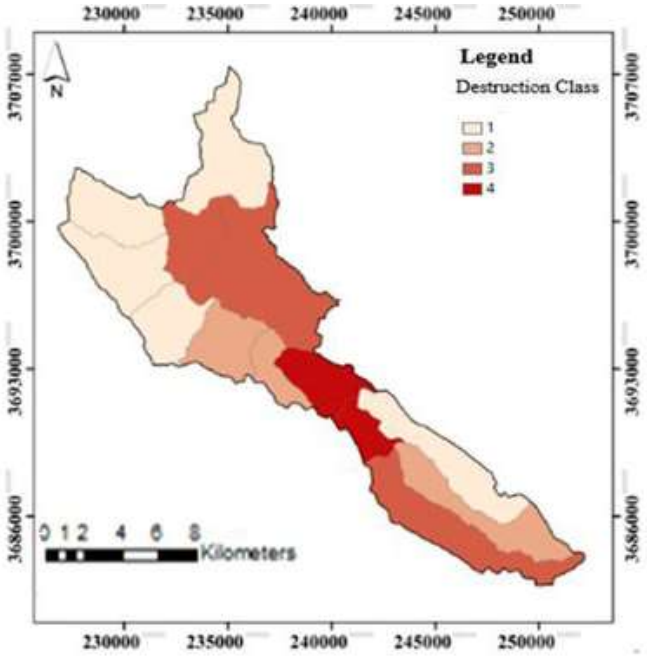
کد طبقه تخریب	دامنه تخریب فازی Destruction class code	تناسب توسعه و حفاظت Development and protection proportion	مساحت (هکتار) Area (ha)	درصد (٪)
LD۱	0-0.25	مستعد توسعه بیشتر Prone to develop more	5679.61	37.96
LD۲	0.25-0.5	مستعد توسعه Prone to develop	3056.39	20.43
LD۳	0.5-0.75	نیازمند بازسازی Requires reconstruction	4973.06	33.24
LD٤	0.75-1	مستعد حفاظت Talented for protection	1254.25	8.38

هم‌چنین زیرحوزه‌های شماره ۲، ۷ و ٦ در طبقه L_{D2} قرار گرفته‌اند که برای توسعه مستعد می‌باشند. از سویی زیرحوزه‌های شماره ۱، ۱۰ و ۱۱ در طبقه L_{D3} قرار گرفته‌اند که ازنظر بازسازی در منطقه نیازمند توجه است. درنهایت زیرحوزه‌های شماره ۳ و ۵ در طبقه L_{D4} قرار دارند که باید از دیدگاه حفاظتی به‌ویژه حفاظت اکولوژیکی از اهمیت بالایی برخوردار باشند.

جدول ٦- درجه‌های تخریب در سیمای سرزمین.

Table 6. Degrees of destruction in the face of the land.

زیرحوزه Sub-basin	مساحت (هکتار) Area (ha)	کد طبقه	زیرحوزه Sub-basin	مساحت (هکتار) Area (ha)	کد طبقه
1	1624.59	LD۳	8	502.25	LD۱
2	1239.10	LD۲	9	1208.29	LD۱
3	818.84	LD٤	10	823.34	LD۳
4	1336.4	LD۱	11	2507.13	LD۳
5	435.41	LD٤	12	1059.11	LD۱
6	916.92	LD۲	13	1573.44	LD۱
7	900.43	LD۲			



شکل ٤- نقشه طبقات تخریب همراه با میزان عددی در منطقه جنگلی دادآباد (۱ تا ٤ نشان‌دهنده میزان تخریب در منطقه).

Figure 4. Destruction floor map with the numerical amount in the Dadabad forest area (1 to 4 shows the destruction rate in the area).

با توجه به شرایط رخداده در منطقه و هر یک از زیرحوزه‌ها در ادامه به تعیین مهم‌ترین فعالیت‌های انسانی زمینه‌ساز تخریب در منطقه با استفاده از اوزان به‌دست‌آمده از سوپر ماتریس حدی درروش ANP پرداخته شد. در جدول ۹، ستون وزن حاصل از سوپر ماتریس همان وزن عوامل است که به‌دست‌آمده است. بر این اساس عامل تبدیل اراضی ملی به کشاورزی با وزن ۰/۲۰، مسائل اقتصادی-اجتماعی با وزن ۰/۱۸۲ رتبه دوم و فعالیت‌های عمرانی (جاده‌سازی) با وزن ۰/۱۸ مهم‌ترین عوامل تخریب در منطقه دادآباد طبق نظرت کارشناسان را تشکیل می‌دهند.

جدول ۷- وزن نهایی عوامل.

Table 7. The final weight of factors.

معیارها	کد	وزن	رتبه
فعالیت‌های عمرانی (جاده‌سازی) Construction activities (road construction)	C_1	0.18	2
تبدیل اراضی ملی به کشاورزی Conversion of national lands to agriculture	C_2	0.2	1
زغال‌گیری و مصرف سوخت Coal mining and fuel consumption	C_3	0.12	5
حضور دام مازاد The presence of excess livestock	C_4	0.051	7
معادن منطقه Area mines	C_5	0.012	10
آتش‌سوزی عمدی و غیرعمدی Intentional and unintentional fire	C_6	0.066	6
زیرساخت‌ها (لوله‌های گاز و دکل‌های برق) Infrastructure (gas pipes and power towers)	C_7	0.017	9
ضعف در مدیریت منابع (نبود قوانین شفاف و قابل‌اجرا) Weakness in resource management (lack of clear and applicable rules)	C_8	0.148	4
افزایش نرخ رشد جمعیت Increasing the growth rate of society	C_9	0.033	8
مسائل اقتصادی- اجتماعی Economic-social issues	C_{10}	0.18	3

بحث

هدف از انجام این پژوهش تعیین میزان آسیب‌پذیری بوم‌شناختی در سطح سیمای سرزمین منطقه جنگلی دادآباد و تعیین مهم‌ترین عوامل تخریب ناشی از فعالیت‌های انسانی است. نتایج این مطالعه نشان‌دهنده تخریب پوشش طبیعی و تغییر کاربری‌ها بوده است و با توجه به یافته‌ها کاربری‌های انسان‌ساخت مانند جاده‌ها بیش‌ترین نقش را در تخریب داشته‌اند که در صورت عدم مدیریت صحیح منطقه، این تغییرات می‌تواند موجب کاهش سطح طبیعی و تغییر کارکرد کامل منطقه و هم‌چنین کاهش تنوع زیستی منطقه شود که این روند در تضاد با اهداف حفاظتی آن است. این یافته در راستای نتایج مطالعه جعفری و همکاران (۲۰۱۸)، جوزی و شیخ ایرانخواه (۲۰۱٤) و دانه‌کار و جعفری (۲۰۱٦) قرار دارد. در پژوهش حاضر از نسخه سیمای سرزمین ارائه‌شده برای مدل تخریب و از زیرحوزه‌های آبخیز به‌عنوان واحد کاری بهره گرفته شد. ابزار تصمیم‌گیری در مدل تخریب سیمای سرزمین بر اساس سنجه‌های شدت، آسیب‌پذیری بوم‌شناختی و اعداد تخریب (L_D)، دامنه و آستانه‌های تعیین‌شده توسط شاخص‌ها در سطوح مختلف سیمای سرزمین است (۱۱). یکی از مزیت‌های ارزیابی به کمک سنجه‌های سیمای سرزمین، آگاهی از میزان شدت تخریب در سیمای

سرزمین در کوتاه‌ترین زمان ممکن با داده رقومی است که قابل‌مقایسه با تکرار مطالعه در آینده است. ازسوی‌دیگر، در مدل تخریب سیمای سرزمین جهت تعیین سلسله‌مراتب تخریب بین واحدهای کاری (زیرحوزه‌ها)، نظر کارشناسانی قابل‌اعمال است که در برنامه‌ریزی‌ها به شرایط طبیعت نزدیک‌تر باشد. هم‌چنین با رتبه‌بندی اولیه‌ای که از روش مدل تخریب سیمای سرزمین به‌دست می‌آید، می‌توان اولویت‌هایی را برای شروع پروژه‌های علمی حفاظت و بازگردانی بوم‌شناختی براساس میزان تخریب در پهنه‌ها مشخص نمود (۹). درصورتی‌که برای ارزیابی تخریب یک سیمای سرزمین، واحدهای طبیعی مانند زیرحوزه‌های آبریز موجود در آن به‌عنوان واحدهای نشانزد به‌کار گرفته شود، ضریب تخریب به‌دست‌آمده تعیین‌کننده پتانسیل توسعه یا عدم توسعه برای کل زیرحوزه مربوطه خواهد بود. یافته‌های پژوهش بیانگر آن است که ۵۸/٤۰ درصد از کل سیمای سرزمین موردمطالعه با مساحتی معادل ۸۷۳٦ هکتار در وضعیت تخریب کم بوده و ازاین‌رو مستعد توسعه بیش‌تر است. شایان ذکر است، دلیل پایین بودن میزان تخریب در این نواحی، کوهستانی و صعب‌العبور بودن آن بوده و بنابراین میزان کم‌تری تحت‌تأثیر فعالیت‌های انسانی قرار گرفته است. بنابراین، پس از اعمال محدودیت‌ها در برخی موارد (مانند رعایت حریم گسل‌های اصلی و رود دره‌ها، نواحی کوهستانی حساس به فرسایش، اراضی با پتانسیل ریزش و لغزش و مناطق تحت حفاظت محیط‌زیست) نواحی متناسب برای توسعه بیش‌تر، شناسایی خواهند شد. هم‌چنین، ۳۳/۲۵ درصد معادل ٤۹۷۳/۰٦ هکتار نیازمند احیا و بازسازی است و ۸/۳۷ درصد از کل سیمای سرزمین معادل ۱۲٥٤/۲٥ هکتار در وضعیت تخریب خیلی زیاد و نیازمند حفاظت قرار گرفته که از دلایل عمده آن، تراکم بیش‌تر مناطق مسکونی و مسیر گذر جاده و به‌تبع آن، وجود زمین‌های کشاورزی است. به‌بیان‌دیگر، وضعیت توسعه آتی برای نواحی که در طبقه ۳ تخریب (L_{D3}) باشند، با توجه به حضور مؤثر انسان و وجود زیرساخت‌های توسعه (مانند راه‌های دسترسی، آب، برق و گاز)، در صورت عدم محدودیت‌های اکولوژیکی، قابلیت توسعه دارند و در صورت وجود محدودیت، موردحفاظت قرار خواهند گرفت. بر اساس نتایج، در محدوده مطالعاتی در برخی نواحی ازجمله زیرحوزه‌های ۱، ۳، ٥، ٦، ۷، ۸، ۱۱ و ۱۲ به‌دلیل فاصله داشتن از روستا و دوری از محل ساخت اراضی با کاربری جاده‌ای در این طبقه از تخریب قرار نداشته و میزان کاهش پوشش جنگلی یا تخریب اکوسیستم‌های طبیعی کم‌تر است. زیرحوزه، ۲، ٤ و ۱۰ نیز در منطقه دارای بالاترین عدد تخریب بودند که احتمالاً به‌دلیل مجاورت با روستاها، تعداد زیاد دام در این زیرحوزه‌ها و حضور مداوم آن‌ها در تمامی فصول سال هم‌چنین سهم بالایی از مساحت جنگلی منطقه که به کاربری جاده تعلق داده شده، رخ داده است. عوامل دیگری نیز دراین‌بین دخیل هستند از جمله انتقال برق و ساخت کانال آب برای روستاهای مجاور، تبدیل جنگل به اراضی کشاورزی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر شرایط این زیرحوزه‌ها در قیاس با سایر زیرحوزه‌هاست؛ بنابراین، ضریب بالای تخریب در این پارسل کاملاً قابل توجیه است. همان‌طور که نتایج این مطالعه نشان داد یکی از روش‌های مناسب ارزیابی آثار محیط‌زیستی در جنگل می‌تواند استفاده از مدل تخریب باشد؛ زیرا این مدل علاوه بر مشخص نمودن مناطق آسیب‌پذیر و مقاوم در برابر فعالیت‌های انسانی و میزان تخریب ناشی از اجرای فعالیت‌ها درگذشته به‌صورت کمی، امکان توسعه در آینده را نیز نشان می‌دهد. با مشخص شدن وضعیت تخریب در هر یک از واحدهای کاری منطقه، نتایج در بخش دوم نشان داد که طبق نظر کارشناسان

و پژوهش‌گران آشنا با وضعیت منطقه از بین عوامل مختلف سه عامل تبدیل اراضی ملی به کشاورزی، وجود مسائل اقتصادی-اجتماعی و فعالیت‌های عمرانی گسترده (جاده‌سازی) به‌ترتیب با وزن‌های نهایی ۰/۲، ۰/۱۸۲ و ۰/۱۸ از مهم‌ترین پارامترهای ایجادکننده تخریب در منطقه هستند. در منطقه دادآباد، روستائیان جهت تأمین نیازهای اولیه خود اقدام به کشاورزی در زیراشکوب و در مراحل بعدی قطع درختان و پاک‌تراش عرصه به‌علت افزایش جمعیت و فقر روزافزون خاک منطقه و نداشتن توان کافی عرصه‌های تخریبی در سالیان متمادی جهت امر کشاورزی، نیاز به منابع و عرصه‌های بیش‌تر به همراه داشته است. این عوامل و هم‌چنین کشاورزی سنتی و غیراصولی، خرده‌مالکی و افزایش جمعیت که هر روزه بر خورده مالک شدن اراضی تأثیر مستقیم دارد (تقسیم اراضی کشاورزی بین اعضای خانواده و فرزندان پسر)، عوامل عمده‌ای در کاهش تولیدات کشاورزی و نیاز به اراضی بیش‌تر جهت کشاورزی را فراهم می‌نماید. متأسفانه طی دهه‌های اخیر با توجه به افزایش روزافزون جمعیت و نیاز بیش‌تر به منابع و هم‌چنین نبود نظارت کافی دقیق و جامع بر اراضی ملی، مردم محلی را بر آن داشته تا بدون هیچ منع قانونی، از این عرصه‌ها جهت تأمین مصارف اولیه خود (مصارف انسانی و مصارف خوراک دام و احشام) اقدام به کت زدن، سوزاندن، کشت در زیراشکوب و درنهایت پاک‌تراشی اراضی جنگلی، جهت ایجاد اراضی کشاورزی نمایند؛ که متأسفانه این امر خود ازآن‌جهت که این اراضی غالباً در عرصه‌های شیب‌دار واقع شده‌اند و دارای توان تولیدی پایین جهت کاربردی کشاورزی دیم می‌باشند، پس از چند سال متمادی کشت، توان تولیدی آن‌ها به پایین‌ترین حد ممکنه رسیده و یا به‌کلی توانایی خود را ازدست‌داده و به سنگلاخ تبدیل می‌گردد که درنهایت امر به رهایی این عرصه‌های لخت شده و یا نیاز به عرصه‌های جدید را به دنبال خواهد داشت جهت بررسی مهم‌ترین مسائل اقتصادی-اجتماعی باید به میزان وابستگی مردم محلی نسبت به جنگل اشاره کرد. این موضوع دامنه گسترده‌ای را شامل می‌شود که در مورد منطقه دادآباد ریشه در سطح درآمد (فقر)، پایین بودن سطح آگاهی افراد از اهمیت محیط‌زیست و جنگل، وابستگی به شیوه‌های سنتی بهره‌برداری، نیاز به محصولات جنگلی و نگرانی جهت تأمین علوفه آینده و زیاده‌خواهی در زمینه تأمین منابع دارد. در این منطقه نداشتن مهارت‌های فنی و حرفه‌ای سبب شده تا مردم انجام فعالیت‌های عمرانی (جاده‌سازی) محلی به‌ویژه جوانان حداقل شرایط اولیه را برای جذب در شغل‌های دیگر نداشته باشند. ازاین‌رو شغل‌های آزاد و کارگری به‌ویژه در بین قشر جوان روستا در حال افزایش است. در بحث از دیگر عوامل تخریب وجود جاده‌های متعدد نیز در داخل منطقه موجب گسیختگی رویشگاه‌های طبیعی شده است. با کمال تأسف تعداد این جاده‌ها در حال گسترش است و در ادامه تخریب‌های بیش‌تری را تحت‌تأثیر این عامل شاهد خواهیم بود. از عوارض دیگر این جاده‌ها می‌توان به دیگر عوامل تخریب هم‌چون آلودگی هوا و آلودگی صوتی اشاره کرد. مطالعه حاضر، با کاربرد هشت سنجه مختلف سنجش سیمای سرزمین برای مدل‌سازی روند تغییرات پوشش و تخریب جنگل صورت گرفت. درصورتی‌که برای ارزیابی تخریب یک سیمای سرزمین، واحدهای طبیعی مانند زیرحوزه‌های آبریز موجود در آن به‌عنوان واحدهای نشانزد به‌کار گرفته شود، ضریب تخریب به‌دست‌آمده تعیین‌کننده پتانسیل توسعه یا عدم توسعه برای کل زیرحوزه مربوطه خواهد بود. برای بهبود این مدل پیشنهاد می‌شود که حد آستانه در حوزه‌ها و زیرحوزه‌ها برای هر کاربری به‌ویژه کاربری مسکونی و کشاورزی ازلحاظ مساحت

تعیین شود و هم‌چنین بعد اقتصادی-اجتماعی مدل بیش‌تر موردتوجه قرار گیرد تا درنهایت بتوان به شیوه‌ای سازگارتر در تصمیم‌گیری‌ها گنجانده شوند. به‌نظر می‌رسد که تعیین آستانه‌ها برای هر منطقه نیازمند مطالعه و پژوهش جداگانه‌ای است و کماکان تجربیات پژوهش‌ها نشان داده است که این امر امکان‌پذیر است. هرچند تاکنون چنین مطالعه‌ای در کشور انجام‌نشده است ولی برای ساختن مدل‌های تخریب محیط‌زیست با صحت و دقت بیش‌تر، این امر ضروری است. با توجه به شرایط مطرح‌شده و موقعیت منطقه لازم است جهت جلوگیری از روند تخریب بیش‌تر این عرصه‌ها و ترمیم اکوسیستم جنگلی آن، اقداماتی صورت گیرد که با دریافت نظر کارشناسان مرتبط در زیر به برخی از این موارد اشاره می‌گردد؛

- ایجاد انگیزه جهت اجرای برنامه‌های آگروفارستری در بین مردم و حمایت مالی دولت از مجریان این طرح‌ها.
- پرداخت تسهیلات بانکی جهت تقویت دامداری صنعتی در سطح روستاها به‌شرط تشکیل تعاونی در هر روستا.
- الزامی شدن ارزیابی اثرات محیط‌زیستی صنایع وابسته به جنگل در استان.
- نظارت و مراقبت دائمی و سخت‌گیرانه بر تغییر کاربری اراضی با اتکاء به قوانین و مقررات.

منابع

1. Azari Dehkordi, F., & Khazaei, N. (2009). Rapid decision support system for evaluation of the consequences of activities in the degradation of the landscape of Shafa rood watershed. *J. of Environmental Sciences*. 35 (50), 80-69. [In Persian]
2. Boochani, S., & Hajjarian, M. (2019). The effect of natural assets on the livelihood of rural people in the forest of Chardavol. *Iranian J. of Forest*. 11 (4), 42-29. [In Persian]
3. Canter, L. W. (1996). Environmental impact assessment. McGraw-Hill, New York. 660p.
4. Daneh Kar, A., & Jafari, Sh. (2017). Evaluation of destruction of Jajrood protected area using landscape degradation model. *Remote Sensing and GIS In Natural Resources*. 8 (2), 32-17. [In Persian]
5. Di Lallo, G. M., Maesano, M., Masiero. G., Mugnozza, S., & Marchetti, M. (2016). Analyzing strategies to enhance small and low-intensity managed forests certification in Europe using SWOT-ANP. *Small-scale Forestry*. 15 (3), 393-411.
6. Gergel, S. E., & Turner, M. G. (2002). Learning landscape ecology: A Practical Guide to Concepts and Techniques. Springer, New York. 316p.
7. Ghajar, I., & Najafi, A. (2012). Evaluation of harvesting methods for sustainable forest management (SFM) using the analytical network process (ANP). *Forest Policy and Economics*. 21, 81-91. [In Persian]
8. Sepehr, H., Makhdoum, M., Faryadi, Sh., & Ramezani, M. (2015). Land quality assessment in protected areas, Using degradation model. *Environmental Researches*. 6 (11), 119-130. [In Persian]
9. Irankhabi, M., & Jozi, S. A. (2016). Hexagon grid approach in assessing landscape degradation (Case study: Shemiranat County). *Land Planning*. 8 (2), 250-229.
10. Fazlollah Mohammadi, M., Najafi, E., & Jalali, S. Gh. (2015). Selection of the Best Region for Forestation with Almond Species Using a Network Analysis Process (ANP). 5th National Conference on Sustainable. *Agriculture and Natural Resources*. [In Persian]
11. Mansouri, M., Badaian, Z., Ghobadi, M., & Maleknia, R. (2022). Application of landscape ecology measurements in analysis and quantification of land cover in forest ecosystems (Case study:

Dadabad sub-basin of Khorramabad county). *Plant ecosystem conservation*. 9 (18), 151-172. [In Persian]

12. Jafari, A., Najafi, A., & Mafi Gholami, D. (2016). Network analysis process (ANP), an approach to sustainable management of Zagros forests. *Iranian J. of Natural Ecosystems*. 2 (2), 1-10. [In Persian]
13. Heidari Safari Kouchi, A., Rostami Shahraji. T., & Iranmanesh, Y. (2015). Comparison of allometric equations to estimate the above-ground biomass of Populus alba species (Case study; poplar plantations in Chaharmahal and Bakhtiari province, Iran). *Caspian journal of environmental sciences*. 13 (3), 237-246. [In Persian]
14. Putra, E. I., Purnomo, H., Haneda, N., & Matangaran, J. R. (2019). The use of an analytical network process (ANP) approach to assess the health of natural production forest. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 394, No. 1, p. 012040). IOP Publishing.
15. Moradzadeh, F. (2009). Ecological assessment using GIS for planning for forest development, M.Sc. Thesis, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, 96p. [In Persian]
16. Makhdoum, M. F. (2008). Landscape ecology or environmental studies (Land Ecology) (European Versus Anglo-Saxon schools of thought). *Environmental Application & Science*, 3 (3), 147-160. [In Persian]
17. Ramezani, S. H., Naji, R., & Mahdavi, A. 2018. The effects of climate change and dust on forest ecosystems, the second international conference on dust, Ilam. [In Persian]