Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Journal of Wood and Forest Science and Technology

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

Spatial modeling of main degradation factors in the Zagros forests (Case study: Khorramabad sub-basin)

Maryam Sedaghat[1], Borhan Riazi[*2], Farzad Veisanloo[3], Khosro Sagheb-Talebi[4]

1. Ph.D. Student, Faculty of Environment and Energy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. E-mail: maryam_sedaghat_86@yahoo.com
2. Corresponding Author, Assistant Prof., Faculty of Environment and Energy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. E-mail: briazi@pmz.ir
3. Assistant Prof., Faculty of Natural Resources, Borujerd Branch, Islamic Azad University, Borujerd, Iran. E-mail: fveisanloo@gmail.com
4. Professor, Research Institute of Forests and Rangelands (RIFR), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran. E-mail: saghebtalebi@rifr-ac.ir

Article Info

Article type:
Full Length Research Paper

Article history:
Received: 04.24.2022
Revised: 06.26.2022
Accepted: 06.28.2022

Keywords:
Forest degradation,
Geographical regression,
Khorramabad,
Zagros

ABSTRACT

Background and Objectives: Water and soil protection, provision of living conditions for human communities and the production of by-products are the most important performances and characteristics of the Zagros forests. About a third of the country's total population lives in the Zagros region and more than 70% of the country's total nomads are found in this area; in terms of livestock, 50% of the country's livestock is located in this area. Unfortunately, today, the degradation of Zagros forests occurs for various human and ecological reasons. Due to the importance of degradation in the Zagros forests and the unfavorable conditions of this ecosystem, the present study was carried out with the aim of geographically modeling of forest degradation drivers in the Khorramabad basin.

Materials and Methods: Based on studies, five degradation drivers were identified, including overgrazing, nomadic migration routes, distribution of residences, distribution of access roads, and farming under forest canopy. For each factor, a digital map was generated and normalized by the fuzzy method in ArcGIS. The fuzzy layers were first weighted by the Analytical Hierarchical Process (AHP). Then, the conditional degradation layers were generated by the Weighted Linear Combination (WLC) method. In order to validate this layer, five classes were considered and in each class 12 sample plots of 35 × 35 m were delineated and the two factors of farming under the forest canopy and tree dieback were examined and measured. Then, based on the numerical values of the forest degradation potential layer (as a response variable) and the field surveys of five degradation drivers (as independent variables) at 30 random points, the modeling was performed by geographically weighted regression method.

Results: The results of weighting the driver factors showed that the two factors of farming under forest canopy (0.45) and overgrazing (0.29) are more important than others. Based on geographical modeling, the results of forest degradation prediction in the sample points showed that the residuals standard deviations without specific spatial pattern are distributed throughout the forest. The prediction map of continued forest degradation also showed that there is potential for degradation in all parts of the forest, however, with different intensities (-2.5 – 2.5 Std). There are three critical locations on this map that should be given special attention in the management of these forests.

Conclusion: The final results showed that in some parts of the region such as southeast, south and center, there are places that are in critical condition in terms of potential for degradation. Therefore, in order to manage the forests of the region, these locations should be given priority and in order that the degrading drivers have gained the most weight, in these sections, methods of protection and improvement of the habitat conditions must be applied.

Cite this article: Sedaghat, Maryam, Riazi, Borhan, Veisanloo, Farzad, Sagheb-Talebi, Khosro. 2022. Spatial modeling of main degradation factors in the Zagros forests (Case study: Khorramabad sub-basin). *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 29 (2), 59-75.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/JWFST.2022.19959.1963
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

مدل‌سازی مکانی عوامل اصلی تخریب جنگل‌های زاگرس (مطالعه موردی: زیر حوضه خرم‌آباد)

مریم صداقت[۱]، برهان ریاضی*[۲]، فرزاد ویسانلو[۳]، خسرو ثاقب- طالبی[٤]

۱. دانشجوی دکتری دانشکده محیط‌زیست و انرژی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. رایانامه: maryam_sedaghat_86@yahoo.com

۲. نویسنده مسئول، استادیار دانشکده محیط‌زیست و انرژی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. رایانامه: briazi@pmz.ir

۳. استادیار دانشکده منابع طبیعی، واحد بروجرد، دانشگاه آزاد اسلامی، بروجرد، ایران. رایانامه: fveisanloo@gmail.com

٤. استاد مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. رایانامه: saghebtalebi@rifr-ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱٤۰۱/۰۲/۰٤
تاریخ ویرایش: ۱٤۰۱/۰٤/۰۵
تاریخ پذیرش: ۱٤۰۱/۰٤/۰۷

واژه‌های کلیدی:
تخریب جنگل،
خرم‌آباد،
رگرسیون جغرافیایی،
زاگرس

چکیده

سابقه و هدف: حفاظت از آب‌وخاک، مهیاکردن شرایط زیستی برای جوامع انسانی و تولید محصولات فرعی از مهم‌ترین عملکردها و ویژگی‌های جنگل‌های زاگرس به شمار می‌آیند. حدود یک‌سوم از کل جمعیت کشور در این ناحیه رویشی زندگی می‌کنند و بیش از ۷۰ درصد از کل عشایر کشور در این محدوده بسر می‌برند؛ به‌طوری‌که از لحاظ دامداری ۵۰ درصد از جمعیت دام کشور در این ناحیه استقرار دارند. متأسفانه امروزه تخریب جنگل‌های زاگرس به دلایل مختلف انسانی و اکولوژیک در حال وقوع است. یکی از راهکارهای مدیریت تخریب جنگل‌ها، مدل‌سازی عوامل اثرگذار بر تخریب است. با توجه به اهمیت موضوع تخریب در جنگل‌های زاگرس و شرایط شکننده این بوم‌سازگان، پژوهش حاضر باهدف مدل‌سازی مکانی عوامل تخریب جنگل در زیر حوضه خرم‌آباد به انجام رسید.

مواد و روش‌ها: بر اساس مطالعات و بررسی‌ها، پنج عامل اصلی تخریب شامل چرای بی‌رویه دام، مسیرهای کوچ روی عشایری، پراکنش سکونتگاه‌ها، پراکنش راه‌های ارتباطی و زراعت در زیراشکوب جنگل، شناسایی شدند. برای هر عامل، نقشه رقومی تهیه گردید و توسط روش فازی در محیط نرم‌افزار ArcGIS بی مقیاس شدند. لایه‌های فازی توسط روش AHP وزین شدند و توسط روش WLC لایه‌ی پتانسیل تخریب به دست آمد. به‌منظور صحت‌سنجی این لایه، پنج طبقه در نظر گرفته شد و در هر طبقه ۱۲ قطعه‌نمونه ۳۵×۳۵ متر پیاده‌سازی شد و دو فاکتور زراعت زیراشکوب و خشکیدگی درختی بررسی و سنجش گردید. سپس بر اساس مقادیر عددی لایه پتانسیل تخریب جنگل (به‌عنوان متغیر پاسخ) و برداشت‌های میدانی پنج

عامل تخریب (به‌عنوان متغیرهای مستقل) در ۳۰ نقطه تصادفی، اقدام به مدل‌سازی توسط روش رگرسیون وزنی جغرافیایی گردید.

یافته‌ها: نتایج وزن‌دهی به عوامل اثرگذار در تخریب جنگل‌های منطقه نشان داد، دو عامل زراعت زیراشکوب جنگل (۰/٤٥) و چرای بی‌رویه دام (۰/۲۹) وزن بالاتری نسبت به دیگر عوامل دارند. بر اساس مدل‌سازی جغرافیایی، نتایج پیش‌بینی تخریب در نقاط نمونه نشان داد انحراف معیار مقادیر باقی‌مانده بدون هیچ‌گونه الگوی مکانی خاصی در تمامی بخش‌های جنگل منطقه پراکنش دارند. نقشه پیوسته پیش‌بینی تخریب نیز نشان داد که پتانسیل تخریب در تمامی سطوح جنگل البته با شدت‌های مختلف وجود دارد (۲/۵- الی ۲/۵ انحراف معیار). بر روی این نقشه سه‌نقطه بحرانی وجود دارد که در امر مدیریت این جنگل‌ها باید به این نقاط توجه ویژه گردد.

نتیجه‌گیری: نتایج نهایی نشان داد در بخش‌هایی از منطقه مانند جنوب شرقی، جنوب و مرکز، لکه‌هایی وجود دارد که به لحاظ پتانسیل تخریب در شرایط بحرانی قرار دارند. بنابراین برای مدیریت جنگل‌های منطقه باید این لکه‌ها در اولویت قرار گیرند و به ترتیبی که عوامل تخریب بیش‌ترین وزن را به خود اختصاص داده‌اند، در این بخش‌ها اعمال روش‌های حفاظت و بهبود شرایط رویشگاهی به انجام برسد.

استناد: صداقت، مریم، ریاضی، برهان، ویسانلو، فرزاد، ثاقب- طالبی، خسرو (۱۴۰۱). مدل‌سازی مکانی عوامل اصلی تخریب جنگل‌های زاگرس (مطالعه موردی: زیر حوضه خرم‌آباد). *نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل*، ۲۹ (۲)، ۵۹-۷۵.
DOI: 10.22069/JWFST.2022.19959.1963

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

مقدمه

ناحیه رویشی زاگرس، جنگل‌های نیمه مرطوب در غرب ایران را در خود جای‌داده است. این ناحیه یکی از غنی‌ترین مناطق زیستی خاورمیانه محسوب می‌شود و گونه‌های مختلفی از گیاهان و جانوران را دارا است (۱، ۲ و ۳). حفاظت از آب‌وخاک، مهیاکردن شرایط زیستی برای جوامع انسانی و تولید محصولات فرعی از مهم‌ترین عملکردها و ویژگی‌های جنگل‌های زاگرس به شمار می‌آیند (٤ و ٥). حدود یک‌سوم از کل جمعیت کشور در این ناحیه رویشی زندگی می‌کنند؛ هم‌چنین بیش از ۷۰ درصد از کل عشایر کشور در این محدوده بسر می‌برند. از لحاظ کشاورزی این ناحیه رویشی، قطب تولید گندم و علوفه کشور است و از لحاظ دامداری نیز ۵۰ درصد از جمعیت دام کشور در این ناحیه استقرار دارند. با توجه به این‌که در شرایط کنونی، حیات‌بخش زیادی از مردم منطقه به‌واسطه تعلیف دام‌ها، تأمین آب شرب، کشاورزی و غیره وابسته به وجود این جنگل‌هاست، طبیعتاً از دست رفتن آن‌ها ضایعه جبران‌ناپذیری محسوب می‌شود (٦). امروزه مشخص‌شده که تخریب جنگل‌های زاگرس به دلایل مختلف انسانی و اکولوژیک در حال وقوع است (۷). ازآن‌جاکه ادامه حیات این جنگل‌های ارزشمند بدون وارد آمدن آسیب و تنش، باید به تأمین نیازهای نسل آینده منتهی شود، بنابراین نیاز به مدیریتی پایدار دارند (۸).

شناسایی عوامل اصلی تخریب جنگل‌های زاگرس و ارزیابی میزان تأثیرگذاری هریک از آن‌ها به‌منظور تدوین برنامه‌های حفاظتی مناسب و کاهش سرعت تخریب آن‌ها به‌عنوان یک موضوع مهم و ضروری مطرح است. پیرو بررسی پژوهش‌های مختلف مشخص گردید پنج عامل چرای بی‌رویه دام، زراعت در زیراشکوب جنگل، کوچ روی عشایر، هم‌جواری با سکونتگاه‌ها و هم‌جواری با راه‌ها از عوامل اصلی تخریب جنگل‌های زاگرس هستند (۹، ۱۰ و ۱۱). یکی از راهکارهای مدیریت کاهش تخریب جنگل‌ها، مدل‌سازی عوامل اصلی اثرگذار بر تخریب است. در بین مدل‌سازی‌های مختلف، مدل‌سازی عوامل تخریب به‌صورت مکان‌مبنا (جغرافیایی) از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است؛ زیرا منجر به ارزیابی مکانی تخریب و عوامل اثرگذار بر آن نیز می‌گردد. پژوهش‌گران مختلفی نیز در این حوزه پژوهش‌هایی را به انجام رسانده‌اند. اِچوِریا و همکاران (۲۰۰۸) طی انجام پژوهشی در جنوب شیلی، مدل‌سازی جغرافیایی کاهش و تکه‌تکه شدن جنگل را به انجام رساندند. ایشان دوره زمانی ۱۹۷٦ تا ۱۹۹۹ و ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد بین سال‌های ۱۹۷٦ تا ۱۹۹۹ قطعه‌قطعه شدن جنگل عمدتاً در دامنه‌های با شیب کم‌تر از ۱۰ درجه و دور از رودخانه رخ داده است و برای سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ تکه‌تکه شدن کاهش پیدا کرده است (۱۲). کوسیکسا و دُمیتریکا (۲۰۱۹) با بهره‌گیری از سامانه اطلاعات جغرافیایی[1] و رگرسیون لجستیک به مدل‌سازی جغرافیایی تخریب جنگل برای دوره زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۲ در کوه‌های کارپات رومانی پرداختند. نتایج نشان داد در دوره زمانی مورد مطالعه بیش از ۲۵۰ هزار هکتار از جنگل‌های منطقه از بین رفته است (۱۳). پائول و بانِرجی (۲۰۲۰) به بررسی تخریب و تکه‌تکه شدن جنگل در ارتفاعات قاتز[2] هند پرداختند. ایشان بازه زمانی ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۷ را به‌عنوان دوره فعلی و بازه زمانی ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۷ را به‌عنوان دوره پیش‌بینی برای مطالعه انتخاب نمودند و روش رگرسیون لجستیک را به‌کارگیری کردند. نتایج نشان داد نرخ کاهش جنگل برای دوره فعلی و دوره

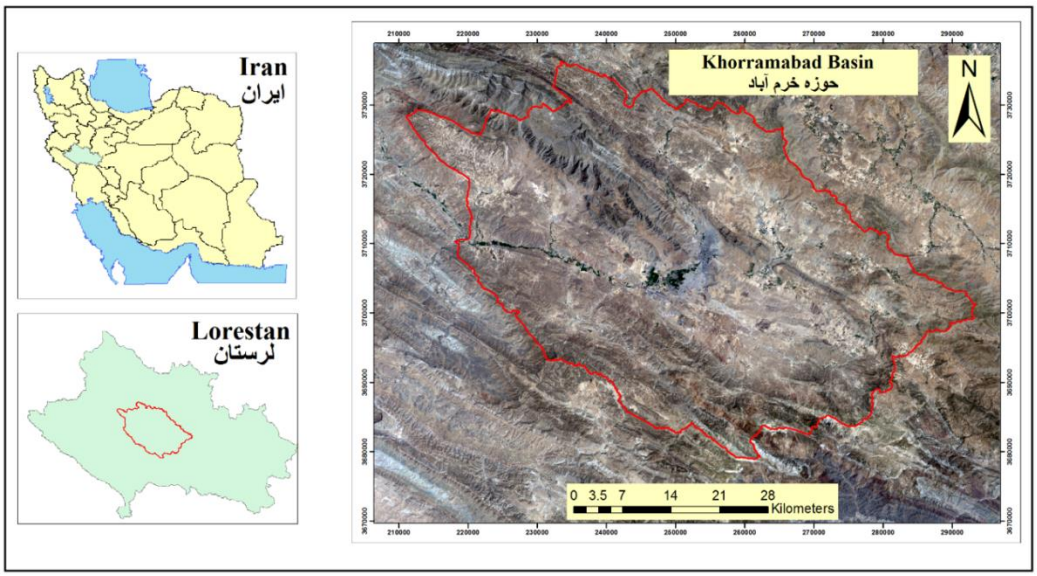
1- Geographic Information System
2- Ghats

پیش‌بینی به ترتیب ۰/۰۱۸- و ۰/۰۱۲- است (۱۱). امینی و همکاران (۲۰۰۸) برای جنگل‌های آرمرده بانه به بررسی امکان مدل‌سازی احتمال تخریب با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و سنجش‌ازدور پرداختند. نتایج نشان داد مشخصه فاصله از جاده با میزان تخریب رابطه معکوسی داشته و مؤثرترین عامل در تخریب گستره جنگل می‌باشد (١٤). آرخی و همکاران (۲۰۱۳) شبیه‌سازی تخریب جنگل‌های شمال ایلام را با استفاده از رگرسیون لجستیک، سامانه اطلاعات جغرافیایی و سنجش‌ازدور به انجام رساندند. ایشان دوره زمانی ۱۳۵۵ تا ١٣٨٦ را انتخاب نمودند. نتایج بیانگر آن بود که در این دوره حدود ١٩٢٩٤ هکتار از سطح جنگل‌های منطقه کاهش یافته است (۱۵). یوسفی و همکاران (۲۰۱۳) به بررسی روند تخریب جنگل‌های مریوان در بازه زمانی سال ١٣٦٨ تا ١٣٨٦ با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و سنجش‌ازدور پرداختند. نتایج گویای این بود که در طی ١٦ سال ۱۵۰۳ هکتار از اراضی جنگلی تخریب شده است (١٦). مهدوی و همکاران (۲۰۱۸) به‌منظور بررسی روند تخریب پوشش جنگلی شهرستان چرداول در استان ایلام، از تصاویر ماهواره لندست مربوط به سال‌های ١٣٦٦ و ۱۳۹۳ و مدل‌سازی رگرسیون لجستیک بهره‌گیری نمودند. نتایج نشان داد طی ۲۷ سال، حدود ۱۰۳۳۲/۸۲ هکتار از جنگل‌های شهرستان چرداول تخریب شده است که نشان از کاهش سالانه ٣٨٢/٦٧ هکتار از سطح جنگل‌های منطقه دارد (۱۷).

با توجه به اهمیت موضوع تخریب در جنگل‌های زاگرس و شرایط شکننده این بوم‌سازگان، پژوهش حاضر با هدف پیش‌بینی میزان تخریب در جنگل‌های زیرحوضه خرم‌آباد، اقدام به مدل‌سازی جغرافیایی عوامل تخریب جنگل در زیر حوضه خرم‌آباد نمود. در پژوهش حاضر از رگرسیون وزنی جغرافیایی استفاده شد که در این مدل روابط فضایی بین مقادیر معلوم پیش‌بین لحاظ می‌شود و به‌تبع آن دقت مکان مبنای مدل‌سازی افزایش می‌یابد؛ بنابراین می‌توان گفت جنبه جدید بودن و نوآوری در این پژوهش رعایت شده است.

مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی منطقه: منطقه مورد مطالعه، زیرحوضه خرم‌آباد در غرب ایران است که با وسعتی معادل ٦٢٨٨/١٧ کیلومترمربع در زاگرس میانی در بین مختصات ٤٧ درجه و ٤١ دقیقه تا ٤٨ درجه و ٥٧ دقیقه طول شرقی و ۳۲ درجه و ٥٦ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۵۱ دقیقه عرض شمالی قرار دارد (شکل ۱). این منطقه دارای آب‌وهوای نیمه مرطوب با تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های سرد است. میانگین مجموع بارش سالانه آن حدوداً ۵۰۰ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه ۱۷/۲ درجه سانتی‌گراد است. از لحاظ پوشش گیاهی دارای پوشش جنگلی است و می‌توان به انواع گونه‌های درختی و درختچه‌ای مانند پسته وحشی، کیکم، گلابی وحشی، زبان‌گنجشک و بادام وحشی اشاره کرد، اما به‌طورکلی بلوط ایرانی (*Quercus brantii*) گونه درختی غالب در این منطقه است (۱۸).



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان لرستان و ایران.

Figure 1. Location of the study area in Lorestan and Iran.

روش تحقیق: بر اساس مطالعات انجام‌شده و بررسی‌های میدانی به‌عمل‌آمده، عوامل اصلی تخریب جنگل‌های منطقه شامل چرای بی‌رویه دام، مسیرهای کوچ روی عشایری، پراکنش سکونتگاه‌ها در جنگل، پراکنش راه‌های ارتباطی در جنگل و زراعت در زیراشکوب جنگل می‌باشند (۹، ۱۰ و ۱۱). به‌منظور نقشه‌سازی برای این عوامل، لایه‌های مورد نیاز با رعایت استانداردهای هندسی و توصیفی و تطبیق با فرمت‌های قابل‌قبول در محیط نرم‌افزارهای مکان‌مبنا شامل ArcGIS 8.1، Google Earth 7.3.2 و Global Mapper 23.1 تهیه شد و به محیط پایگاه داده زمینی وارد شدند. جدول ۱ مقیاس و منبع تهیه عوامل را نشان می‌دهد.

جدول ۱- لایه‌های مورد استفاده برای نقشه‌سازی میزان تخریب جنگل، مقیاس و منبع استخراج آن‌ها.

Table 1. Layers required for mapping the extent of forest degradation, scale and source of their extraction.

ردیف Row	نام لایه Layer name	مقیاس Scale	منبع Source
1	چرای بی‌رویه دام Overgrazing	1:50000	بخش مطالعات اداره کل منابع طبیعی استان لرستان Department of Natural Resources of Lorestan Province
2	مسیرهای کوچ روی عشایری Nomadic migration routes	1:10000	برداشت توسط دستگاه GPS Oregon 650 Marking by Oregon 650 GPS device
3	سکونتگاه‌های درون جنگل Residences in the forest	1:25000	بخش مطالعات اداره کل منابع طبیعی استان لرستان Department of Natural Resources of Lorestan Province
4	راه‌های ارتباطی Access roads	1:25000	پایگاه Google Street Google Street database
5	زراعت زیراشکوب جنگل	1:25000	بخش مطالعات اداره کل منابع طبیعی استان لرستان Department of Natural Resources of Lorestan Province

سپس برای فازی کردن نقشه‌های عوامل اصلی تخریب، ارزش مقادیر بین ۰ تا ۱ مرتب شدند، بیش‌ترین ارزش یعنی عدد یک به حداکثر عضویت و کم‌ترین ارزش یعنی عدد صفر به حداقل عضویت در مجموعه تعلق گرفت. برای این کار در محیط نرم‌افزار ArcGIS 8.1 از توابع فازی با حالت‌های افزایشی، کاهشی و دوتایی و برای ترکیب و تلفیق نقشه‌ها از عملگرهای فازی (جمع فازی) استفاده شد. توابع فازی مورد استفاده در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲- انواع توابع فازی معیارها.

Table 2. Types of criteria fuzzy functions.

نام معیار Indicator name	نوع لایه Layer type	نوع تابع فازی Fuzzy function type	نام تابع فازی Fuzzy function name
چرای بی‌رویه دام Overgrazing	کمّی Quantitative	افزایشی Increasing	بزرگ Large
فاصله از مسیرهای کوچ روی عشایر Distance from nomadic migration routes	کمّی Quantitative	کاهشی Decreasing	کوچک Small
فاصله از سکونتگاه‌های انسانی در جنگل Distance from residences in the forest	کمّی Quantitative	کاهشی Decreasing	کوچک Small
فاصله از راه‌های ارتباطی Distance from roads in the forest	کمّی Quantitative	کاهشی Decreasing	کوچک Small
زراعت در زیراشکوب جنگل Farming under the forest canopy	کیفی Qualitatively	دوتایی Binary	خطی Linear

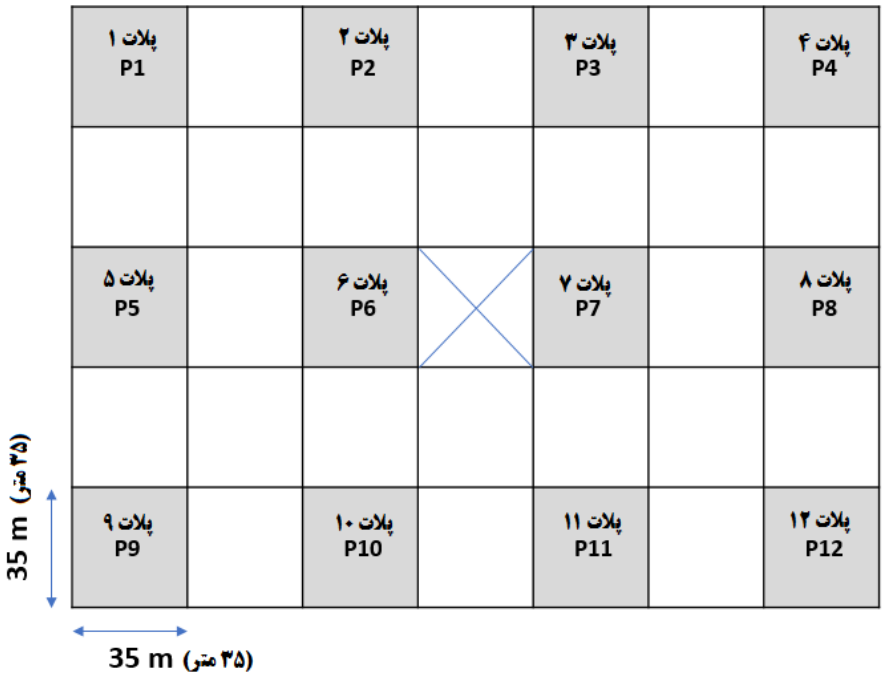
برای وزن دهی به عوامل، از روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی[1] طبق نظر متخصصین بهره‌گیری شد. این روش توسط توماس ساعتی در سال ۱۹۸۳ معرفی شد. هدف این روش اولویت‌بندی تعدادی معیار یا گزینه است. این معیارها بر اساس هدف باهم مقایسه زوجی می‌شوند و وزن آن‌ها تعیین می‌شود. در این راستا در نظرات ۱۲ نفر متخصص در حوزه جنگل بهره‌گیری شد. بعد از تکمیل پرسشنامه توسط آن‌ها، اقدام به محاسبه میانگین هندسی برای هر سلول از ماتریس مقایسات زوجی گردید. بعدازاین‌که برای ماتریس نهایی نرخ ناسازگاری بالای ۰/۱ به‌دست آمد، با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice 11 وزن عوامل تخریب محاسبه شد. سپس لایه‌های فازی وزین در محیط نرم‌افزار ArcGIS 8.1 با دستور روی‌هم گذاری وزنی[2] تلفیق شدند و نقشه نهایی پتانسیل تخریب جنگل به دست آمد. به‌منظور صحت‌سنجی این نقشه، پنج طبقه پتانسیل تخریب خیلی‌کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی‌زیاد در نظر گرفته شد و توسط ابزار ایجاد نقاط تصادفی[3] در هر طبقه یک نقطه تصادفی به‌عنوان مرکز یک ایستگاه نمونه‌برداری ایجاد گردید.

به مرکزیت هر یک از نقاط ایجادشده، توسط تابع ایجاد تور ماهی[4]، شبکه‌ای مربعی شکل با اندازه

1- Analytic Hierarchy Process

2- Weighted Overlay
3- Create Random Points
4- Create Fishnet

پیکسل ۳۵ متر ایجاد شد و برای جلوگیری از اثرات حاشیه‌ای قطعات نمونه‌برداری، به شکل یک‌درمیان این قطعات انتخاب گردیدند. برای هر ایستگاه ۱۲ قطعه نمونه‌برداری در نظر گرفته شد (شکل ۲).



شکل ۲- موقعیت قطعات نمونه‌برداری نسبت به یکدیگر و مختصات مرکزی ایستگاه.

Figure 2. Position of the sample pieces relative to each other and central coordinates of the station.

در قطعات نمونه‌برداری بر اساس دو فاکتور خشکیدگی درختی و زراعت در زیراشکوب جنگل، به‌عنوان دو عامل مهم تخریب در مورد صحت‌سنجی نقشه نهایی پتانسیل تخریب قضاوت شد. در هر قطعه‌نمونه، بر اساس معیار نسبت خشکیدگی تاجی (۱۹) چهار گروه درختی سالم (۰-۵ درصد خشکیدگی تاجی)، خشکیدگی ملایم (۵-۳۳)، خشکیدگی متوسط (۳۳-٦٦) و خشکیدگی شدید (بیش از ٦٦ درصد) تعیین شد. بررسی زراعت در زیراشکوب جنگل نیز به‌صورت ارزیابی بصری انجام شد و در چهار طبقه بدون زارعت، زراعت کم، متوسط و زیاد قرار گرفتند.

به‌منظور مدل‌سازی عوامل پنج‌گانه مؤثر در تخریب در ابتدا در محیط نرم‌افزار ArcGIS 8.1 تعداد ۳۰ نقطه کاملاً تصادفی توسط تابع ایجاد نقاط تصادفی در محدوده جنگل‌های منطقه ایجاد شد. سطوح مربوط به جنگل با بهره‌گیری از تصاویر ماهواره لندست ۸ مربوط به سال ۲۰۲۱ میلادی و با محاسبه شاخص پوشش گیاهی نرمال شده تعیین گردید. سپس با بهره‌گیری از تابع استخراج مقادیر برای نقاط[1] مقدار عددی پتانسیل تخریب به‌عنوان متغیر پاسخ، از نقشه مربوطه برای هر نقطه به دست آمد.

نقاط به دستگاه جی‌پی‌اس[2] منتقل شدند و بعد از یافتن نقاط در عرصه برای هر نقطه، وضعیت عوامل چرای بی‌رویه، مسیرهای کوچ روی عشایری، پراکنش

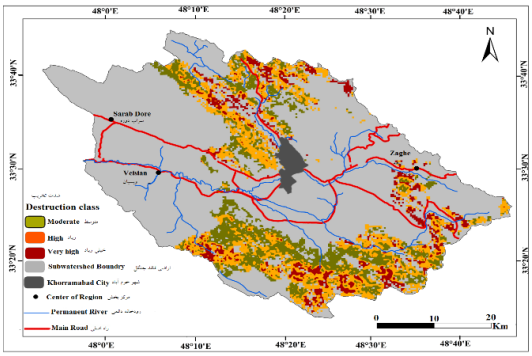
1- Extract Values to Points
2- Global Positioning System

سکونتگاه در جنگل، پراکنش راه‌های ارتباطی در جنگل و زراعت در زیراشکوب جنگل در قالب طیف کیفی پنج گزینه‌ای لیکرت مشخص گردید. برای کمّی‌سازی وضعیت عوامل در هر نقطه دامنه مقادیر عوامل در نقشه‌های فازی در نظر گرفته شد و معادل کلاس کیفی، مقادیر عددی وارد شد.

فرم مربوطه با توجه به مختصات نقاط مکان‌مبنا گردید و وارد محیط ArcGIS 8.1 شد. درنهایت توسط روش رگرسیون وزنی جغرافیایی، مدل‌سازی به انجام رسید و نقشه پیش‌بینی تخریب در هر نقطه نمونه به دست آمد. به‌منظور دید بهتر از پیش‌بینی تخریب جنگل در منطقه، مقادیر پیش‌بینی نقاط درون‌یابی شدند و نقشه پیوسته پیش‌بینی تخریب جنگل نیز به دست آمد.

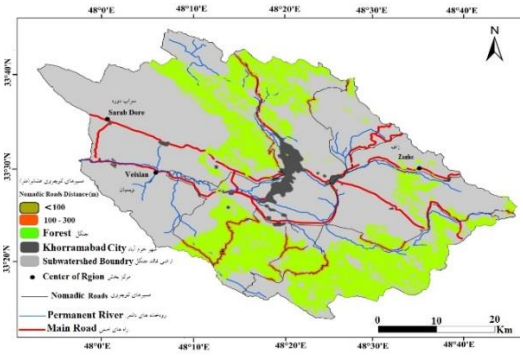
نتایج و بحث

بعد از تهیه نقشه برای پنج عامل اصلی تخریب جنگل، نقشه‌های هر یک از عوامل به دست آمد. شکل‌های ۳ الی ۷ نقشه‌های عوامل را نشان می‌دهند.



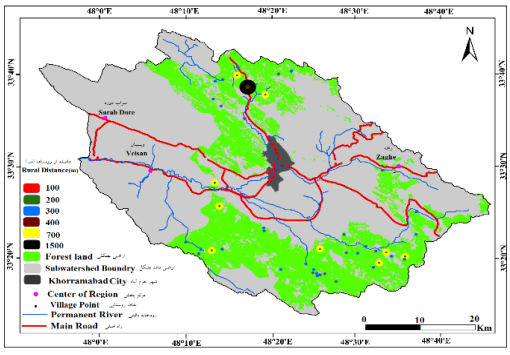
شکل ۳- شدت تخریب جنگل‌های منطقه تحت تأثیر عامل چرای بی‌رویه دام.

Figure 3. Intensity of deforestation in the region under the influence of overgrazing.



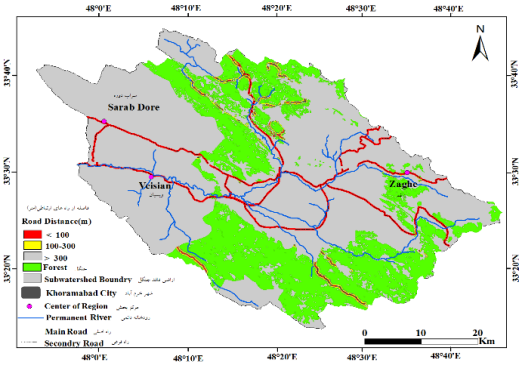
شکل ٤- فاصله از مسیرهای کوچ روی عشایر.

Figure 4. Distance from nomadic migration routes.



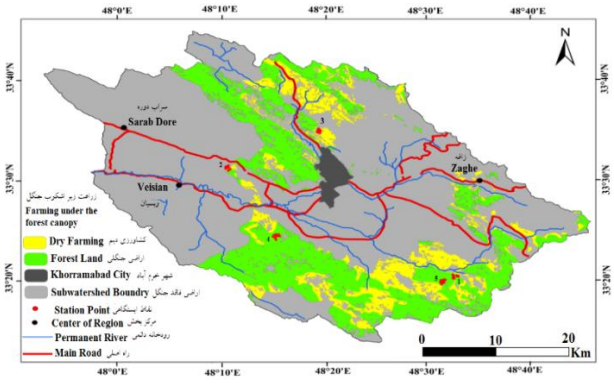
شکل ٥- فاصله از سکونتگاه‌ها (روستاها) در جنگل.

Figure 5. Distance from residences in the forest.



شکل ٦- فاصله از جاده‌های موجود در جنگل (راه‌های ارتباطی).

Figure 6. Distance from roads in the forest.



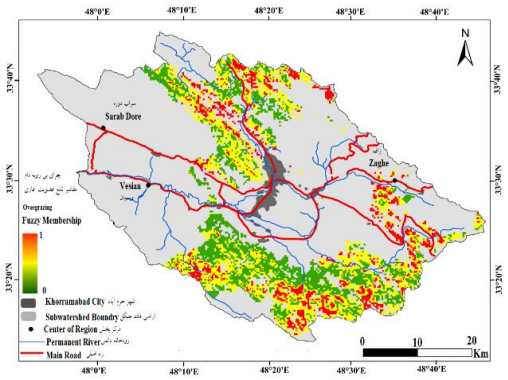
شکل ۷- زراعت در زیراشکوب جنگل.

Figure 7. Farming under the forest canopy.

در مورد چرایی تعیین عوامل مؤثر در تخریب جنگل می‌توان به مواردی اشاره نمود. اولین عامل مؤثر، چرای بی‌رویه دام است. نظام‌های دامداری متحرک در انواع و اشکال خود، محصول شرایط گوناگون محیط‌های طبیعی کره زمین و وجود اراضی حاشیه‌ای (۲۰) هستند. شرایط متغیر اقلیم، جنس خاک، توپوگرافی و پوشش گیاهی متنوع این اراضی، فرصت‌های فصلی را جهت بهره‌برداری در قالب نظام‌های دامداری متحرک و کوچ‌رو رقم زده است (۲۰). ولی باید توجه داشت که چرای غیرعلمی و غیراصولی باعث صدمه به عناصر درختی و درختچه‌ای جنگل‌ها می‌گردد و از طریق سرشاخه خواری، لگدکوبی و کاهش تنوع و غنای گونه‌های جنگلی، تخریب بوم‌سازگان جنگل را در پی دارد (۲۱). فشردگی خاک که می‌تواند ناشی از عبور و مرور دام باشد شرایط نامساعدی را برای بذرهایی که به زمین می‌ریزند فراهم می‌سازد. دام‌ها نهال‌ها را می‌چرند و به‌این‌ترتیب تجدیدحیات جنگل را به مخاطره می‌اندازند (۲۲).

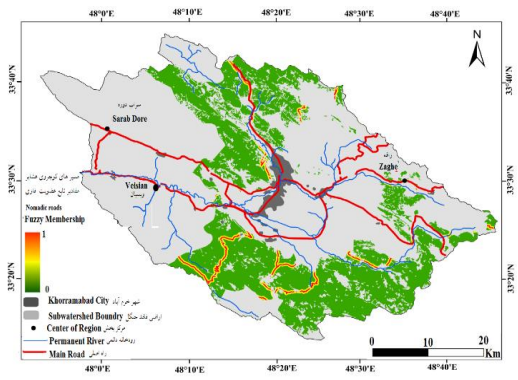
دومین عامل، مسیرهای کوچ روی عشایری است. با توجه به این‌که در منطقه مورد مطالعه مسیرهای کوچ روی عشایری وجود دارد و رفت‌وآمد دام‌های عشایری به تعداد دفعات بالا از چند مسیر مشخص می‌تواند تبعات منفی تخریبی در پی داشته باشد، بنابراین این فاکتور، مهم و مؤثر تلقی گردید. ظرفیت منابع طبیعی مثل جنگل و مرتع برای استفاده دام مشخص است و حضور بیش‌ازحد در یک سری مسیرهای خاص (مسیرهای کوچ روی عشایری) باعث افزایش فشار اکولوژیک به جنگل می‌گردد و تخریب آن را به دنبال دارد (۲۰). سومین عامل، پراکنش سکونتگاه‌ها در جنگل است. زندگی ساکنین بخش جنگلی زاگرس به نحو قابل‌ملاحظه‌ای به جنگل و عرصه آن وابسته است. با توجه به توان تولیدی کم این جنگل‌ها ازیک‌طرف و تراکم زیاد جمعیت انسانی و به‌تبع آن افزایش سکونتگاه‌ها در جنگل از طرفی دیگر باعث شده است که این جنگل‌ها نتوانند پاسخگوی تمام نیازهای ساکنین این جنگل‌ها باشند، بنابراین اثرات تخریبی مشاهده می‌گردد (۲۳). پیشرفت زمین‌های کشاورزی در داخل جنگل‌های منطقه کاملاً مشهود است و این مورد نمونه بارز تخریب محسوب می‌شود. قابل‌ذکر است عوامل تخریبی دیگری مانند آفات، آتش‌سوزی، تغییرات اقلیمی و غیره برای رویشگاه زاگرس وجود دارند که پراکنش تمامی عوامل در تمام سطوح زاگرس یکسان نمی‌باشد، بنابراین در پژوهش حاضر به مهم‌ترین عواملی که در منطقه مورد مطالعه غالب می‌باشند

پرداخته شد. سپس برای بی مقیاس کردن مقادیر رستری هر عامل جهت تهیه پتانسیل تخریب جنگل، اقدام به فازی‌سازی عوامل گردید. نقشه‌های فازی هر عامل تخریب در شکل‌های ۸ الی ۱۲ قابل‌مشاهده است.



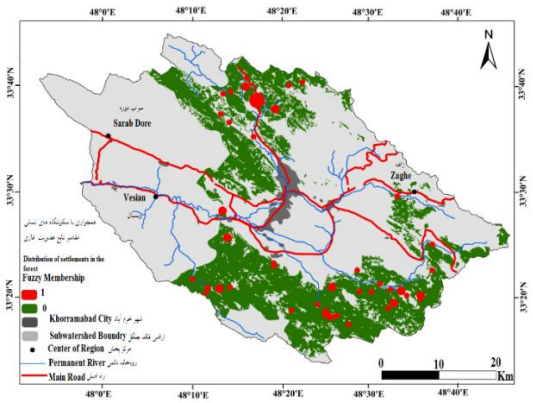
شکل ۸- نقشه فازی چرای بی‌رویه دام.

Figure 8. Fuzzy map of overgrazing.



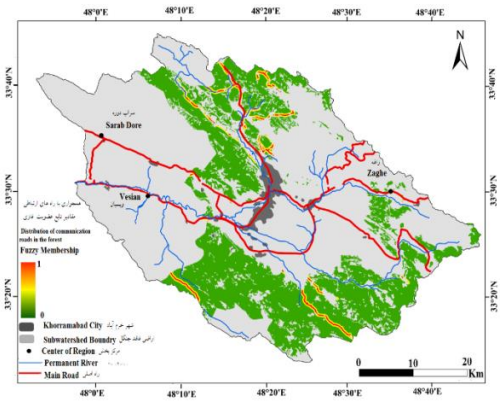
شکل ۹- نقشه فازی هم‌جواری با مسیرهای کوچ روی عشایر.

Figure 9. Fuzzy map of nomadic migration routes.



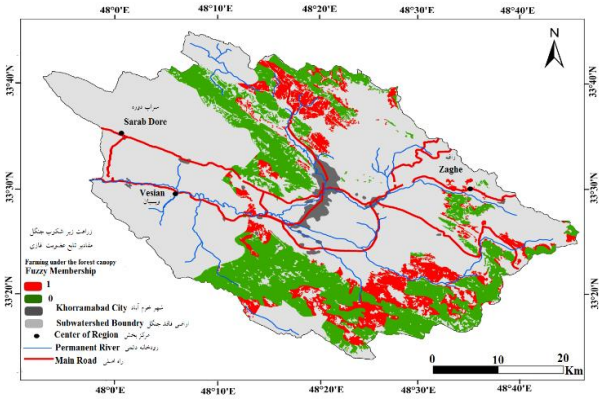
شکل ۱۰- نقشه فازی هم‌جواری با سکونتگاه‌های انسانی.

Figure 10. Fuzzy map of neighborhoods with Residences.



شکل ۱۱- نقشه فازی هم‌جواری با راه‌های ارتباطی.

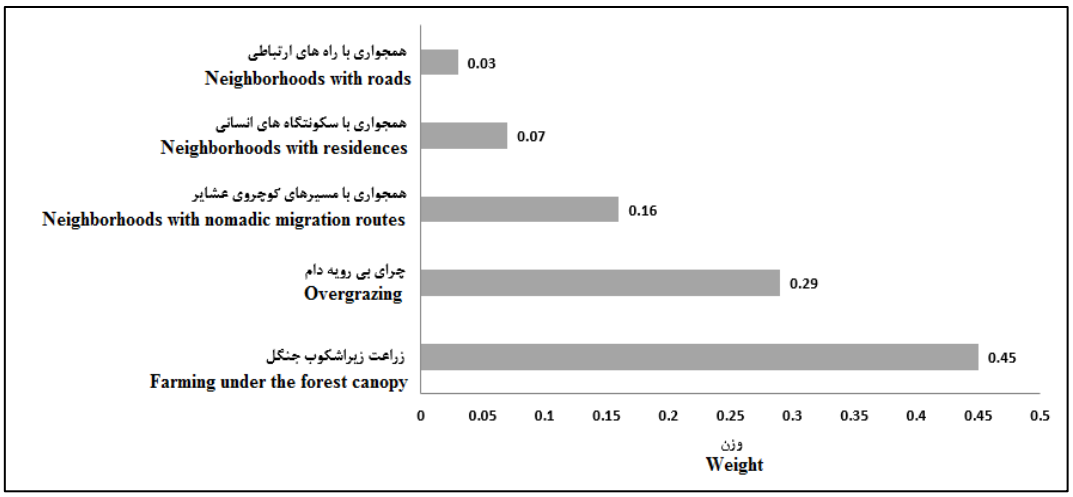
Figure 11. Fuzzy map of neighborhoods with roads.



شکل ۱۲- نقشه فازی زراعت در زیراشکوب جنگل.

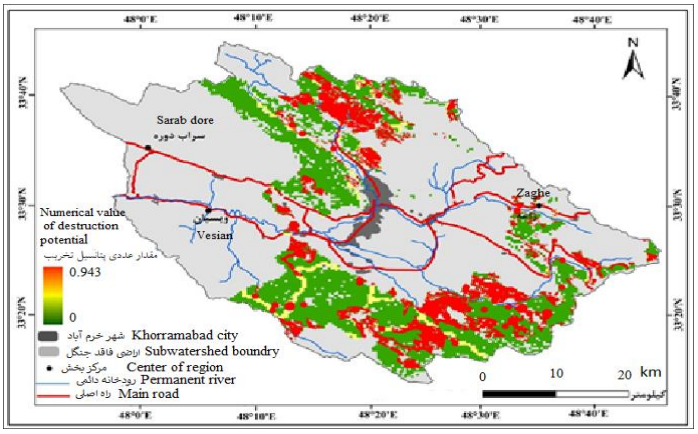
Figure 12. Fuzzy map of farming under the forest canopy.

به‌منظور به‌دست آمدن نقشه نهایی پتانسیل تخریب، در ابتدا عوامل تخریب توسط روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی وزن‌دهی شدند و سپس لایه‌های وزین روی‌هم‌گذاری شدند. شکل ۱۳ وزن هر یک از عوامل تخریب را منعکس می‌نماید. شکل ۱٤ نیز نشان‌دهنده پتانسیل تخریب جنگل است.



شکل ۱۳- وزن نهایی عوامل مؤثر در تخریب جنگل.

Figure 13. Overall weight of factors affecting forest degradation.



شکل ۱٤- نقشه نهایی پتانسیل تخریب جنگل.

Figure 14. Final map of forest degradation potential.

نتایج بخش وزن‌دهی نشان می‌دهد دو عامل زراعت زیراشکوب جنگل و چرای بی‌رویه دام وزن بالاتری نسبت به دیگر عوامل دارند. صالحی و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهشی به روش سوات (SWOT)[1] به ارزیابی و تحلیل دیدگاه کارشناسان ادارات دولتی که به‌نحوی در اجرای طرح‌های جنگل‌کاری و غنی‌سازی زیراشکوب جنگل حضور داشتند پرداختند. نتایج پژوهش ایشان نیز نشان داد در بین نقاط ضعف بعد از عامل "عدم وجود تثبیت مالکیت عرصه"، عوامل "چرای دام" و "زراعت دیم در زیراشکوب جنگل" به ترتیب در رتبه‌های دوم و سوم اهمیت قرار می‌گیرند (۲٤). موضوع زراعت در زیراشکوب جنگل در ناحیه رویشی زاگرس بسیار

1- Strength, Weakness, Opportunity, and Threat

پراهمیت است به‌طوری‌که برخی از پژوهش‌گران مانند حمزه‌پور و همکاران (۲۰۱۱) عنوان می‌کنند در طی انجام پژوهش در زیراشکوب ۸۰ درصد درختان آثار زراعت دیم مشاهده کرده‌اند (٦). ذاکری و همکاران (۲۰۱۵) نیز طی انجام پژوهشی بر روی توده‌های بلوط در دشت برم کازرون اشاره می‌کنند که در منطقه، بیش‌ترین خسارت و خشکیدگی در کاربری دارای کشت زیراشکوب است (۲۵). بررسی زیان‌های ناشی از چرای بی‌رویه دام در جنگل نشان می‌دهد که چرای دام آثار منفی محیط زیستی زیادی را بر بوم‌سازگان جنگل از جمله خاک، پوشش گیاهی، زادآوری درختان جنگلی (۲٦)، تنوع زیستی (۲۷)، چشم‌انداز محیطی (۲۸) و غیره وارد می‌کند. بنابراین با توجه به‌تمامی موارد و دلایل ذکر شده می‌توان نتیجه گرفت که به دست آمدن این بخش از نتایج دور از ذهن نبوده است.

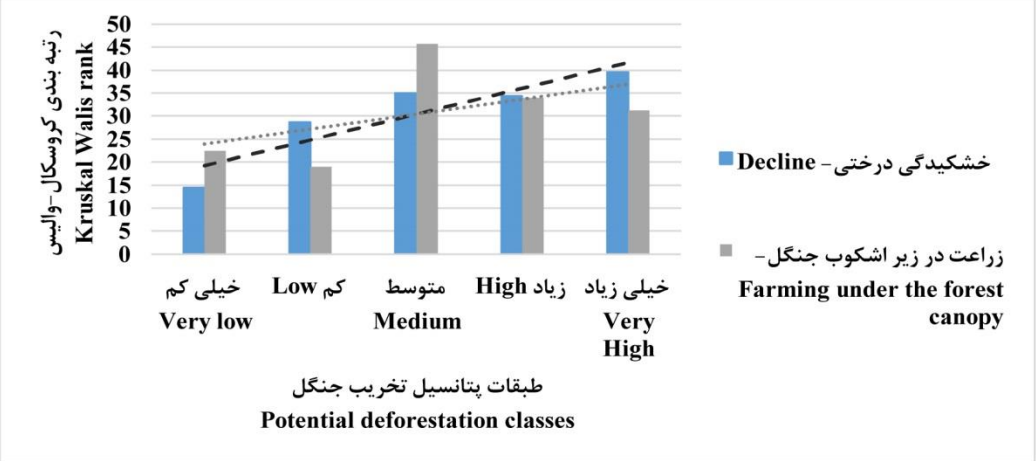
به‌منظور صحت‌سنجی نقشه نهایی پتانسیل تخریب جنگل، مقایسه ایستگاه‌های نمونه‌برداری هر طبقه تخریب (خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد) از لحاظ فاکتور خشکیدگی درختی و زراعت در زیراشکوب جنگل توسط آزمون کروسکال–والیس به انجام رسید. نتایج آزمون در جدول ۳ ارائه شده است.

نمودار رتبه‌بندی کروسکال–والیس نیز صحت و درستی نقشه نهایی پتانسیل تخریب جنگل را تأیید می‌نماید (شکل ۱۵).

جدول ۳- نتایج آزمون کروسکال–والیس برای فاکتور خشکیدگی درختی و زراعت در زیراشکوب جنگل.

Table 3. Results of Kruskal-Wallis test for tree decline and Farming under the forest canopy.

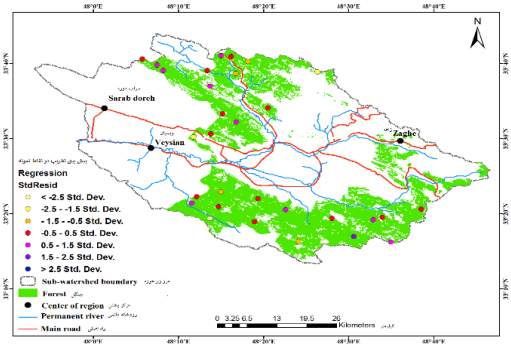
	خشکیدگی درختی Tree decline	زراعت در زیراشکوب جنگل Farming under the forest canopy
مربع کای Chi^2	14.967	19.301
درجه آزادی Degrees of freedom	4	4
معنی‌داری P_{value}	0.005	0.001



شکل ۱۵- رتبه‌بندی کروسکال–والیس برای طبقات پتانسیل تخریب جنگل.

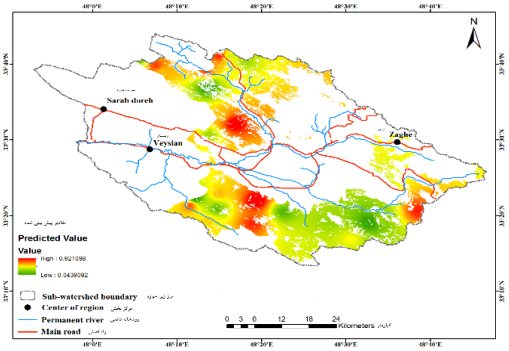
Figure 15. Kruskal-Wallis ranking for deforestation potential classes.

درنهایت به‌منظور مدل‌سازی عوامل پنج‌گانه مؤثر در تخریب، مقدار عددی پتانسیل تخریب به‌عنوان متغیر پاسخ و مقدار برآورد میدانی هر یک از عوامل تخریب به‌عنوان متغیرهای مستقل وارد مدل‌سازی جغرافیایی شدند. شکل ۱۶ نقشه پیش‌بینی تخریب در هر نقطه نمونه را نشان می‌دهد. به‌منظور دید بهتر از پیش‌بینی تخریب جنگل در منطقه، مقادیر پیش‌بینی نقاط درون‌یابی شدند و نقشه پیوسته پیش‌بینی تخریب جنگل نیز به دست آمد (شکل ۱۷).



شکل ۱۶- نقشه پیش‌بینی تخریب در نقاط نمونه.

Figure 16. Prediction map of forest degradation in sample points.



شکل ۱۷- نقشه پیوسته پیش‌بینی تخریب جنگل.

Figure 17. Continuous Prediction map of forest degradation.

نتیجه‌گیری

از نتایج به‌دست‌آمده می‌توان این‌طور استنباط نمود که تمامی بخش‌های جنگل منطقه در معرض خطر تخریب قرار دارند که البته باید به بخش‌های با شدت بالاتر توجه ویژه‌ای نمود. پژوهش‌های دیگری نیز همانند پژوهش حاضر از روش رگرسیون برای پیش‌بینی تخریب استفاده کرده‌اند. به‌عنوان‌مثال پژوهش‌گرانی مانند Kucsicsa و Dumitrică (۲۰۱۹)، آرخی و همکاران (۲۰۱۳)، Gayen و Saha (۲۰۱۸) و Grunberg (۲۰۰۰) نیز به مدل‌سازی تخریب جنگل با بهره‌گیری از انواع رگرسیون پرداخته‌اند (۱۳، ۱۵، ۲۹ و ۳۰). Jaimes و همکاران (۲۰۱۰) نیز برای بررسی عوامل مؤثر در تخریب جنگل‌های مکزیک از روش رگرسیون جغرافیایی استفاده کردند (۳۱). ایشان همگی در پژوهش‌های خود بیان داشته‌اند که مدل رگرسیون توانایی پیش‌بینی پراکنش مکانی تخریب جنگل را دارد.

نتایج پیش‌بینی تخریب در نقاط نمونه نشان داد انحراف معیار مقادیر باقی‌مانده بدون هیچ‌گونه الگوی مکانی خاصی در تمامی بخش‌های جنگل منطقه پراکنش دارند. نقشه پیوسته پیش‌بینی تخریب نیز اثباتی بر این ادعاست و نشان می‌دهد که پتانسیل تخریب در تمامی سطوح جنگل البته با شدت‌های مختلف وجود دارد. در بخش‌هایی از منطقه مانند جنوب شرقی، جنوب و مرکز، لکه‌هایی وجود دارد که به لحاظ پتانسیل تخریب در شرایط بحرانی قرار دارند. بنابراین برای مدیریت جنگل‌های منطقه باید این لکه‌ها در اولویت قرار گیرند و به ترتیبی که عوامل تخریب بیش‌ترین وزن را به خود اختصاص داده‌اند، در این بخش‌ها اعمال روش‌های حفاظت و بهبود شرایط رویشگاهی به انجام برسد. پژوهش‌گرانی که برای پیش‌بینی تخریب جنگل از مدل‌های رگرسیون استفاده نموده‌اند، عنوان کرده‌اند که این

روش از دقت بالای در پیش برخوردار است؛ که البته باید توجه داشت پژوهش حاضر از رگرسیون جغرافیایی استفاده نموده است و بسیاری از خطاهای مکان‌مبنا نبودن داده‌های پیش‌بینی خودبه‌خود حذف می‌گردد، بنابراین می‌توان با اطمینان بیش‌تر از این روش استفاده نمود و برای تهیه نقشه‌های پیش‌بینی، آن را به‌کارگیری کرد.

منابع

1. Asadi Aghbolaghi, M., Ahmadzadeh, F., Kiabi, B., and Keyghobadi, N. 2020. Evolutionary history of the Persian squirrel (*Sciurus anomalus*): It emerged on the Eurasian continent in the Miocene. J. of Zoologischer Anzeiger. 287: 6. 1-8.
2. Asadi Aghbolaghi, M., Ahmadzadeh, F., Kiabi, B., and Keyghobadi, N. 2019. The permanent inhabitant of the oak trees: phylogeography and genetic structure of the Persian squirrel (*Sciurus anomalus*). Biological J. of the Linnean Society. 127: 20. 197-212.
3. Sagheb-Talebi, Kh., Sajedi, T., and Pourhashemi, M. 2014. Forests of Iran, a treasure from the past, a hope for the future. Springer, 148p.
4. Ansari, N., Abbasi, H.R., Khan Hassani, M., and Fattahi, M. 2000. Zagros forests management. Publication of Forests and Rangelands Research Institute. Press. 474p. (In Persian)
5. Zandebasiri, M., Soosani, J., and Pourhashemi, M. 2017. Evaluation of the crisis severity in forests of Kohgiluye and Boyerahmad province (Case study: Tang-E Solak). Iranian J. of Forest and Poplar Research. 4: 24. 665-674. (In Persian)
6. Hamzehpour, M., Kia Daliri, H., and Bordbar, K. 2011. Preliminary study of manna oak (*Quercus Brantii* Lindl.) tree decline in dashte-barm of Kazeroon, Fars province. Iranian J. of Forest and Poplar Research. 2: 19. 352-363. (In Persian)
7. Henareh Khalyani, A.H., and Mayer, A.L. 2013. Spatial and temporal deforestation dynamics of Zagros forests (Iran) from 1972 to 2009. J. of Landscape and Urban Planning. 117: 9. 1-12.
8. Wang, S. 2004. One hundred face of sustainable forest management. Forest Policy and Economics. 6: 15. 205-213.
9. Beyranvand, A., Attarod, P., Tavakoli, A., and Marvie Mohadjer, M.R. 2015. Degradation of zagros forest ecosystem; causes, consequences and solutions. J. of Forests and Rangelands. 106: 8. 18-29. (In Persian)
10. Najafifar, A. 2012. The role of landuse planning in optimal management of Zagros forests (Case study: Sarab Darrehshahr Catchment, Ilam province). Iranian J. of Forest and Poplar Research. 4: 19. 510-522. (In Persian)
11. Paul, R., and Banerjee, K. 2020. Deforestation and forest fragmentation in the highlands of Eastern Ghats, India. J. of Forestry Research. 32: 6. 1127-1138.
12. Echeverria, C., Coomes, D.A., Hall, M., and Newton, A.C. 2008. Spatially explicit models to analyze forest loss and fragmentation between 1976 and 2020 in southern Chile. J. of Ecological Modelling. 212: 4. 439-449.
13. Kucsicsa, G., and Dumitrică, C. 2019. Spatial modelling of deforestation in Romanian Carpathian Mountains using GIS and logistic regression. J. of Mountain Science. 16: 5. 1005-1022.
14. Amini, M.R., Shataei Jouybari. Sh., Moayeri, M.H., Ghazanfari, H.A. 2008. Deforestation Modeling and Investigation on Related Physiographic and Human Factors Using Satellite Images and GIS (Case Study: Armerdeh Forests of Baneh). Iranian J. of Forest and Poplar Research. 16: 3. 432-443. (In Persian)
15. Arekhi, S., Jafarzadeh, A., and Yousefi, S. 2013. Modeling deforestation using logistic regression, GIS and RS case study: Northern forests of the Ilam province. J. of Geography and Development. 29: 10. 10-13. (In Persian)

16. Yousefi, S., Mirzaee, S., and Zeini Vand, H. 2013. Investigation Deforestation Trends in Zagros Mountain with Using GIS and RS (Case Study: Marivan). J. of RS and GIS for Natural Resources. 4: 2. 15-23. (In Persian)
17. Mahdavi, A., Rangin, S., Mehdizadeh, H., and Mirzaei Zadeh, V. 2018. Modelling The Trend of Zagros Forest Degradation Using Logistic Regression (Case Study: Chardavol Forest of Ilam Province). Geography and Environmental Sustainability. 8: 27. 1-13. (In Persian)
18. Mehdi Karami, Sh., Pilehvar, B., Hosseinzadeh, R., Abrari Vajari, K. 2017. Investigation of Positioning, Mixture and Size Diversity of Lonicera Nummulariifolia Jaub. & Spach in Zagros Forests (Case Study: Parak Area, Khorramabad City). Natural Ecosystems of Iran. 7: 4. 59-68. (In Persian)
19. Kabrick, J.M., Dey, D.C., Jensen, R.G., and Wallendorf, M. 2008. The role of environmental factors in Oak decline and mortality in the Ozark Highlands. J. of Forest Ecology and Management. 255: 5. 1409-1417.
20. Zia Tavana, M.H., and Tavakoli, J. 2007. Nomads' sedentarisation and rangelands degradation in Chaharmahal-and-Bakhtiari province of Iran: A case study of Sharmak, Chelgerd and Loshtar nomadic settlements. J. of Village and Development. 2: 10. 31-61. (In Persian)
21. Javanmiri Pour, M., Marvie Mohadjer, M.R., Etemad, V., and Zobeyri, M. 2014. The effects of grazing on change and diversity of natural regeneration (Case study: Patom district, Kheyroud forest). J. of Forest and Wood Products. 4: 66. 401-412. (In Persian)
22. Farris, E., and Filigheddu, R. 2008. Effects of browsing in relation to vegetation cover on common yew (*Taxus baccata* L.) recruitment in Mediterranean environments. J. of Plant Ecology. 199: 2. 309-318.
23. Hosaini, S.A., Haidari, M., and Falahii, A. 2012. Studying the number of stumps related to distance from village and presenting the suitable management solution in Zagros forest (Case study: Piranshahr and Sardasht forests). J. of Natural Ecosystems of Iran. 4: 2. 63-74. (In Persian)
24. Saleli, A., Shobeiri, S.O.R., and Mirzai Gharelor, M.R. 2012. Assessing the challenges of implementing forestry and forest enrichment projects from the perspective of experts in the Boyer-Ahmad region. Congress for the Promotion and Education of Agriculture and Natural Resources. Yasuj University. (In Persian)
25. Zakeri, F., Hojjati, S.M., Kiadaliri, H., and Fallah, A. 2015. Effects of understory cultivation on the quantitative and qualitative characteristics of oak stands of southern Zagros in Barm Plain, Fars province. Iranian J. of Forest. 1: 7. 99-109. (In Persian)
26. Rook, A.J., and Tallowin, J.R. 2003. Grazing and pasture management for biodiversity benefit. J. of Animal Research. 52: 2. 181-189.
27. Sternberg, M., Gutman, M., Perevolotsky, A., Ungar, E.D., and Kigel, J. 2000. Vegetation response to grazing management in a Mediterranean herbaceous community: a functional group approach. J. of Applied Ecology. 37: 2. 224-237.
28. Adler, P., Raff, D., and Lauenroth, W. 2001. The effect of grazing on the spatial heterogeneity of vegetation. J. of Oecologia. 128: 4. 465-479.
29. Gayen, A., and Saha, S. 2018. Deforestation probable area predicted by logistic regression in Pathro river basin: a tributary of Ajay River. J. of Spatial Information Research. 26: 1. 1-9.
30. Grunberg, W. 2000. Modeling deforestation risk in the maya biosphere reserve, Guatemala (Doctoral dissertation, Publication of The University of Arizona).
31. Jaimes, N.B.P., Sendra, J.B., Delgado, M.G., and Plata, R.F. 2010. Exploring the driving forces behind deforestation in the state of Mexico (Mexico) using geographically weighted regression. J. of Applied Geography. 30: 4. 576-591.