



Semnan University

Climate and Ecosystem of Arid and Semi-arid Regions

<https://ceasr.semnan.ac.ir>



Research Article

Modeling Deforestation Using Logistic Regression (Case Study: Kuhdasht, Lorestan Province)

Zohreh Bazvand ^a, Kamran Adeli ^{b,*} and Ziaedin Badehian ^c

^a P.hD. student of Forestry, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University, Khoramabad, Iran

^b Assistant Professor, College of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University, Khoramabad, Iran

^c Associate Professor, Department of Forestry, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Fasa University, Fasa, Iran

ARTICLE INFO

Article type:

Research full paper

Article history:

Received: 17 march 2023

Revised: 23 december 2023

Accepted: 15 january 2024

Keywords:

Satellite images,
Deforestation,
Modeling.

EXTENDED ABSTRACT

Background and Objectives: This study aims to determine the forest distribution and area over the period 1993-2013 and model the possibility of changes in forest. For this purpose, the relationship of forest changes with physiographic factors and many human factors using logistic regression were studied.

Methods: After geo-correction of the images and their classification using maximum likelihood algorithm, forest land use map related to 1993-2013 period was prepared. The map of forest changes was derived from intersection of the two maps.

Findings: To investigate the spatial relationship between forest changes and physiographic and human factors, logistic regression was used with slope and elevation as topographic variables, and distance from roads and village as human variables. Forest area has been 13250 ha which has decreased about 528 ha (equal to 9.8%) during the 20 years. Relative agreement between obtained model and the map of forest changes map by Pseudo R^2 and ROC coefficient was equal to 0.22 and 0.73, respectively.

Conclusion: Distance from village, elevation and slope variables had negative relationship with the rate of destruction. However, the rate of destruction increases with increasing distance from the roads. Since the population influences the process of deforestation, it is recommended to use this factor in destruction evaluation and modeling.

Cite this article as: Bazvand, Z., Adeli, & Badehian, Z. 2023. Modeling deforestation using logistic regression (Case study: Kuhdasht, Lorestan Province). *Climate and Ecosystem of Arid and Semi-arid Regions*, 1(1), 155-166.

© 2024 Published by Semnan University Press.

<https://doi.org/10.22075/ceasr.2024.30217.1014>

مدل سازی تخریب جنگل با استفاده از رگرسیون لجستیک

(مطالعه موردی: کوه‌دشت، استان لرستان)

زهرة بازوند^۱، کامران عادل^{۲*} و ضیاء الدین باده‌یان^۳

۱- دانش‌آموخته دکتری گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

۲- استادیار گروه جنگلداری، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

۳- دانشیار گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه فسا، فسا، ایران

* نویسنده مسئول، adeli.k@lu.ac.ir

| اطلاعات مقاله | چکیده |
|--|--|
| <p>نوع مقاله: مقاله کامل علمی - پژوهشی</p> <p>تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۲۶</p> <p>تاریخ ویرایش: ۱۴۰۲/۱۰/۰۲</p> <p>تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۲۵</p> <p>واژه‌های کلیدی: تصاویر ماهواره‌ای، تغییرات جنگل، مدل‌سازی احتمال تخریب.</p> | <p>سابقه و هدف: این پژوهش با هدف تعیین سطح تخریب جنگل، طی دوره زمانی ۱۳۷۲ تا ۱۳۹۲ و امکان مدل‌سازی تغییرات گستره جنگل و ارتباط آن با عوامل فیزیوگرافی و برخی عوامل انسانی با استفاده از رگرسیون لجستیک انجام گرفت.</p> <p>مواد و روش‌ها: بعد از تصحیحات هندسی تصاویر، طبقه‌بندی آنها با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال به دو کلاسه جنگل و غیرجنگل از تصاویر سال ۱۳۷۲ سنجنده TM و ۱۳۹۲ سنجنده OLI با صحت کلی برای هر سال به ترتیب ۸۱ و ۸۲ درصد و ضریب کاپا ۷۲ و ۷۱ درصد تهیه شد. نقشه تغییرات گستره جنگل از تقاطع دو نقشه حاصل به دست آمد.</p> <p>یافته‌ها: نتایج نشان داد که مساحت کل منطقه ۱۳۲۵۰ هکتار بوده است که در طول ۲۰ سال حدود ۵۲۸ هکتار (به میزان ۹/۸ درصد) از سطح جنگل‌های منطقه کاهش یافته است. در مدل‌سازی، نقشه تغییرات متغیر وابسته و متغیرهای توپوگرافی شیب، ارتفاع از سطح دریا و متغیرهای انسانی فاصله از جاده و مناطق مسکونی به عنوان متغیر مستقل وارد مدل شدند. نتایج مدل‌سازی رگرسیون لجستیک با $Pseudo R^2$ برابر با ۰/۲۲ و ضریب ROC برابر با ۰/۷۳ نشان‌دهنده توافق نسبی مدل با نقشه تغییرات گستره جنگل است.</p> <p>نتیجه‌گیری: متغیرهای فاصله از مناطق مسکونی، ارتفاع از سطح دریا و شیب با مقدار تخریب رابطه عکس دارند. اما با افزایش فاصله از جاده در این منطقه، مقدار تخریب افزایش می‌یابد. از آنجایی که فاکتور جمعیت در روند تخریب جنگل تأثیر مهمی دارد، توصیه می‌شود در مدل‌سازی تخریب استفاده شود.</p> |

استناد: بازوند، ز، عادل، ک. و باده‌یان، ض. (۱۴۰۲). مدل‌سازی تخریب جنگل با استفاده از رگرسیون لجستیک (مطالعه موردی: کوه‌دشت، استان لرستان). اقلیم و بوم‌سازگان مناطق خشک و نیمه خشک، ۱(۱)، ۱۶۶-۱۵۵.

DOI: <https://doi.org/10.22075/ceasr.2024.30217.1014>

ناشر: دانشگاه سمنان

۱- مقدمه

میزان پوشش جنگل‌ها در طول زمان، چه توسط عوامل طبیعی و چه عوامل انسانی، دست‌خوش تغییر و تحول می‌شود (Ranjbar, 2002). با توجه به تغییرات وسیع کاربری‌ها و تخریب جنگل در سال‌های اخیر، تولید نقشه گستره جنگل و بررسی روند تغییرات آن در دوره‌های زمانی منظم ضروری است (Amini et al., 2008). مشخص کردن صحیح و به‌موقع تغییرات

در پدیده‌هایی که در سطح زمین رخ می‌دهد، پایه و اساس درک رابطه بین کارکردهای انسان، رخدادهای طبیعی و استفاده پایدار از منابع طبیعی است. سنجش از دور، یک منبع کارآمد جهت پایش و ارزیابی تغییرات است که اطلاعات را از داده‌های به‌هنگام پوشش زمین استخراج می‌کند (Mas et al., 2004). بررسی مقدار تغییر و روند تخریب منابع در سال‌های گذشته و پیش‌بینی این تغییرات در سال‌های آینده گام مهمی در مهار و کنترل تغییرات غیراصولی، برنامه‌ریزی و استفاده بهینه از منابع سرزمین می‌باشد (Bayram, 2015). با بررسی تغییرات می‌توان نقشه و مدل توزیع تغییرات را در یک مقیاس ثابت با هدف مدیریت اکوسیستم تهیه کرد (Coppin & Jonckheere, 2004). مدل‌سازی، اطلاعات مفیدی در مورد تغییرات کاربری زمین و تصمیم‌گیری برای نحوه استفاده از اراضی می‌دهد (Great, 2006). مدل رگرسیون لجستیک^۱ در مقایسه با مدل‌های قانون-محور تعداد متغیرهای بیشتری را می‌تواند در فرآیند مدل‌سازی استفاده نماید (Mahiny & Clarke, 2012). در این مدل، متغیر وابسته می‌تواند تنها دو مقدار داشته باشد که یکی احتمال وقوع حادثه و دیگری عدم وقوع آن است. از جمله مزیت رگرسیون لجستیک، تعیین محل تغییر و نیز بخش‌های با آسیب‌پذیری زیاد و بخش‌های با آسیب‌پذیری کم نسبت به تغییر را مشخص می‌کند (Gessler et al., 2000). مدل رگرسیون لجستیک در مطالعات گوناگون برای مدل‌سازی تغییرات اراضی جنگلی استفاده شده است. Miranda و همکاران (۲۰۱۲) برای مدل‌سازی کاهش پوشش گیاهی حوضه آبخیز رودخانه بوروا در استرالیا طی ۲۷ سال با روش رگرسیون لجستیک، از ۱۹ متغیر مستقل استفاده کردند و مقدار ضریب ROC^۲ برای روش رگرسیون لجستیک ۰/۸۲۲ به دست آمد. ماهینی و تورنر (Arkhi et al. 2012) به منظور مدل‌سازی کاهش سطح جنگل‌های شمال مکزیک، دوره ۱۹۹۳-۲۰۰۷، از رگرسیون لجستیک و تصاویر ماهواره لندست استفاده کردند. نتایج نشان داد که تخریب جنگل همبستگی منفی با شیب، فاصله از جاده و فاصله تا مناطق مسکونی دارد. Arkhi و همکاران (۲۰۱۲) برای پیش‌بینی توزیع مکانی جنگل‌زدایی و تشخیص عوامل مؤثر بر تخریب در منطقه غرب زاگرس از روش رگرسیون لجستیک و داده‌های ماهواره لندست سنجنده ETM⁺ و سنجنده MSS برای مدل‌سازی جنگل‌های شمالی استان ایلام، استفاده نمودند. نتایج نشان داد که بیشتر جنگل‌زدایی در مناطق نزدیک به مرز جنگل رخ داده است. علاوه بر این، شیب و فاصله از جاده‌ها و مناطق مسکونی ارتباط معکوسی با نرخ جنگل‌زدایی دارند. Mahmoudi و Ismail (۲۰۱۰) در منطقه‌ای از جنگل‌های زاگرس شمالی، به مدل‌سازی تخریب گستره جنگل پرداختند. نقشه گستره جنگل سال‌های ۱۳۳۴ و ۱۳۸۱ از روی فتوموزاییک رقومی عکس‌های هوایی تهیه شد. نقشه‌های فیزیوگرافی و عوامل انسان‌ساخت از روی نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰ استخراج گردید. نتایج نشان داد که طی دوره ۴۷ ساله، ۹۳۵ هکتار از سطوح جنگلی تخریب شده است و بیشترین تخریب در فاصله ۲۰۰ متری از روستا روی داده که با افزایش شیب، میزان تخریب کاسته شده است. Mirza و Niknejad (۲۰۱۰) در بررسی عوامل مؤثر بر کاهش پوشش جنگلی در منطقه بیوره شهرستان ملکشاهی از رگرسیون چندگانه خطی استفاده کردند. تحلیل داده‌های سنجنده TM و سنجنده ETM⁺ ماهواره لندست نشان داد که ۲۵۷ هکتار از سطح جنگل‌های منطقه کاهش یافته است. متغیرهای ارتفاع از سطح دریا، فاصله از جاده و جهت شیب تأثیر معنی‌داری بر کاهش سطح جنگل داشته، در حالی که متغیر فاصله از مناطق مسکونی تأثیر کمتری در میزان تخریب منطقه داشت. تصاویر ماهواره لندست دارای قابلیت مناسب برای تهیه نقشه گستره جنگل می‌باشد. در این راستا، با توجه به نتایج پژوهش‌های گذشته و قابلیت بالای تصاویر TM⁺، از تصاویر سنجنده OLI به دلیل دارا بودن باند پانکروماتیک با اندازه تفکیک ۱۵ متر برای تهیه نقشه جنگل استفاده شد. تغییر کاربری اراضی نشان می‌دهد که در دهه‌های اخیر در ایران و سایر مناطق دنیا، تبدیل زمین‌های مرتعی و جنگلی به سمت اراضی کشاورزی سوق یافته است (Faraj Allah et al., 2011).

1. Logistic regression

2. Relative Operating Characteristic

طبق گزارش‌های اداره منابع طبیعی شهرستان کوهدشت و معرفی روستای اولادقباد به عنوان پرتخریب‌ترین منطقه جنگلی، این منطقه برای بررسی حاضر در نظر گرفته شد. در این مطالعه، مدل‌سازی احتمال تخریب جنگل در دوره زمانی ۱۳۷۲-۱۳۹۲ با استفاده از رگرسیون لجستیک و تصاویر ماهواره لندست صورت گرفت. با کمک این مدل، مهم‌ترین عوامل فیزیوگرافیک و انسان‌ساخت و نوع ارتباط آن‌ها با تخریب جنگل نیز مشخص شد.

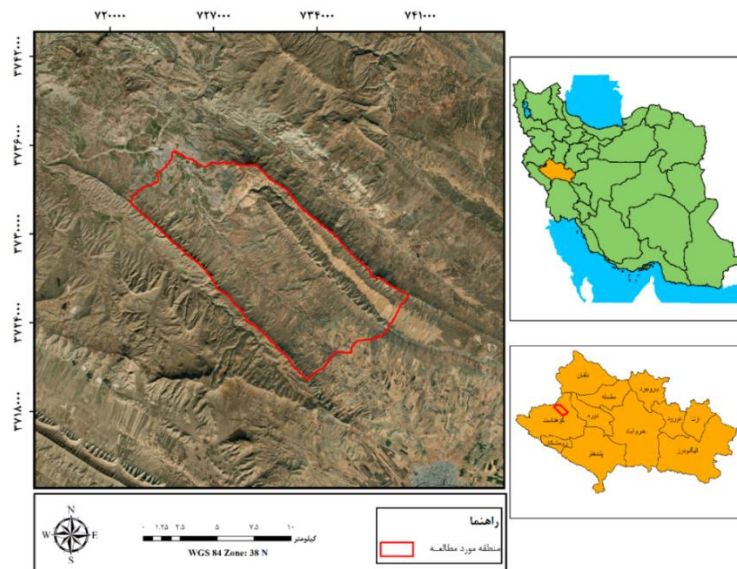
۲- روش تحقیق

۱-۲ منطقه تحقیق

سامان عرفی اولادقباد با مساحت ۱۳۲۵۰ هکتار در بخش مرکزی کوهدشت بین طول جغرافیایی $23^{\circ} 47'$ تا $35^{\circ} 47'$ شرقی و عرض جغرافیایی $35^{\circ} 33'$ تا $44^{\circ} 33'$ شمالی واقع شده است و شامل پنج روستای جعفرآباد، سرکوره، نامجو، تکیه دیالی و میان مله می‌باشد. این منطقه در فاصله تقریبی ۳۵ کیلومتری شمال شهر کوهدشت با اقلیمی نیمه‌خشک واقع شده که در آن گونه‌های درختی و درختچه‌ای نظیر بادام (*Amygdalus*)، زالزالک (*Crataegus*)، همراه با بلوط (*Quercus Brantii*) سازگاری و استقرار یافته است. خاک‌های منطقه مورد مطالعه عمدتاً بیرون‌زدگی سنگی، شیب زیاد، عمق کم و حساسیت به فرسایش آبی دارند (شکل ۱).

۲-۲ داده‌های مورد استفاده

جهت بررسی میزان تغییرات سطح جنگل طی سال‌های ۱۳۷۲ از تصویر ماهواره لندست ۴ سنجنده TM^۱ و سال ۱۳۹۲ تصویر ماهواره لندست ۸ سنجنده OLI^۲ استفاده شد (جدول ۱). تصاویر ماهواره‌ای هر دو دوره با شماره گذر ۱۶۶ و ردیف ۳۷ مربوط به مردادماه از سازمان زمین‌شناسی آمریکا^۳ دریافت گردید. این تصاویر شامل تصحیحات در سطح LIT می‌باشد که از نظر تصحیح رادیومتری و هندسی کنترل شده است. همچنین، نقشه‌های توپوگرافی رقومی منطقه، از سازمان نقشه‌برداری کشور تهیه شد. نقشه‌های مذکور دارای مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ هستند که مبنای تهیه این نقشه‌ها، عکس‌های هوایی با مقیاس ۱:۴۰۰۰۰ برای سال ۱۳۷۲ می‌باشد. سیستم تصویر این نقشه‌ها UTM و مبنای آن‌ها بیضوی WGS1984 است.



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

- 1- Thematic Mapper
- 2- Operational Land Imager
- 3- United States Geological Survey (USGS)

Fig. 1. Position of the study area in Iran and Lorestan province

جدول ۱. مشخصات تصاویر سنجنده TM و OLI
Table 1. Specifications of TM and OLI sensor images

| سطح تصحیحات Correction level | مینا Base | تاریخ Date | گذر Pass | ردیف Row | سنجنده Sensor |
|---------------------------------|--------------|---------------|-------------|-------------|------------------|
| LIT | WGS84 | 8/18/1993 | 166 | 37 | TM |
| LIT | WGS84 | 8/17/2013 | 166 | 37 | OLI |

۲-۳ تهیه نقشه سطح جنگل مربوط به سال ۱۳۷۲

تصویر سنجنده TM مورد استفاده در این بررسی قبلاً در مرکز ارائه داده‌های پوشش زمین مورد تصحیح هندسی از نوع ارتو قرار گرفته بود. به منظور اطمینان از صحت هندسی، از لایه برداری جاده استخراج شده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ استفاده شد. سپس ۳۶۰ نمونه تعلیمی مربوط به گستره جنگل و غیرجنگل برای سال ۱۳۷۲ از روش تفسیر تلفیقی استفاده شد. بدین صورت که با روی هم اندازی نمونه‌های تعلیمی روی تصاویر، سپس معرفی آن‌ها به نرم افزار، از روش طبقه‌بندی نظارت شده و الگوریتم‌های حداکثر احتمال، حداقل فاصله از میانگین و متوازی‌السطوح استفاده شد. در ادامه، به منظور حذف داده‌های پرت و تک پیکسل‌ها از فیلترنما با ابعاد ۳×۳ استفاده شد. در نهایت، برای دستیابی به نقشه‌های کاربری دقیق و مطمئن، نقشه‌های طبقه‌بندی شده حاصل از روش نظارت‌شده مورد تفسیر چشمی قرار گرفت و از ترکیب‌های بانندی ۳۲۱، ۴۳۲، ۵۴۳ و ۷۵۲ بهره گرفته شد.

۲-۴ تهیه نقشه گستره سال ۱۳۹۲

برای تهیه نقشه تخریب، ابتدا به کمک ترکیب رنگی به دست آمده از تصاویر ماهواره‌ای، یک شناسایی کلی از منطقه به عمل آمد. سپس با توجه به مساحت منطقه، ۱۲۰ نقطه به عنوان نمونه‌های تعلیمی با پراکنش مناسب به کمک سامانه موقعیت‌یاب جهانی^۱ از مناطق قابل دسترس منطقه و در مسیرهای صعب‌العبور ۴۰ عدد با استفاده از سامانه Google Earth برداشت شد.

۲-۵ طبقه‌بندی و تهیه نقشه گستره جنگل

طبقه‌بندی به صورت نظارت‌شده با روش حداکثر احتمال^۲ روی باندهای اصلی این سنجنده‌ها انجام گرفت و برای مقدار تفکیک‌پذیری در طبقات از معیار فاصله باتاچاریا^۳ استفاده شد. دامنه فاصله در این معیار بین ۰-۲ متغیر است و هرچه فاصله به عدد ۲ نزدیک‌تر شود نشان‌دهنده تفکیک‌پذیری بیشتر دو طبقه می‌باشد. برای ارزیابی صحت نتایج طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای از نقاط ارزیابی استفاده گردید و معیارهای صحت کلی و ضریب کاپا جهت ارزیابی نتایج به کار برده شدند (Oliad, 2004). پس از اطمینان از صحت کلی مناسب نقشه‌های تولیدی گستره جنگل، نقشه‌های دو دوره با هم تقاطع^۴ داده شدند و نقشه تخریب دوره‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای ENVI 4.7 و Arc GIS 10 تهیه گردید.

۲-۶ ارزیابی صحت نتایج طبقه‌بندی

برای تهیه نقشه واقعیت زمینی گستره جنگل سال ۱۳۹۲ با مراجعه به منطقه از هر طبقه، در مجموع ۴۸ نقطه توسط دستگاه GPS برداشت گردید. همچنین، برای ارزیابی نقشه سال ۱۳۷۲، از نقشه‌های رقومی ۱:۲۵۰۰۰ به تعداد ۱۰۸ نمونه تعلیمی

- 1- Global Positioning System (GPS)
- 2- Maximum Likelihood Estimation (MLE)
- 3- Bhattacharyya Distance
- 4- Cross

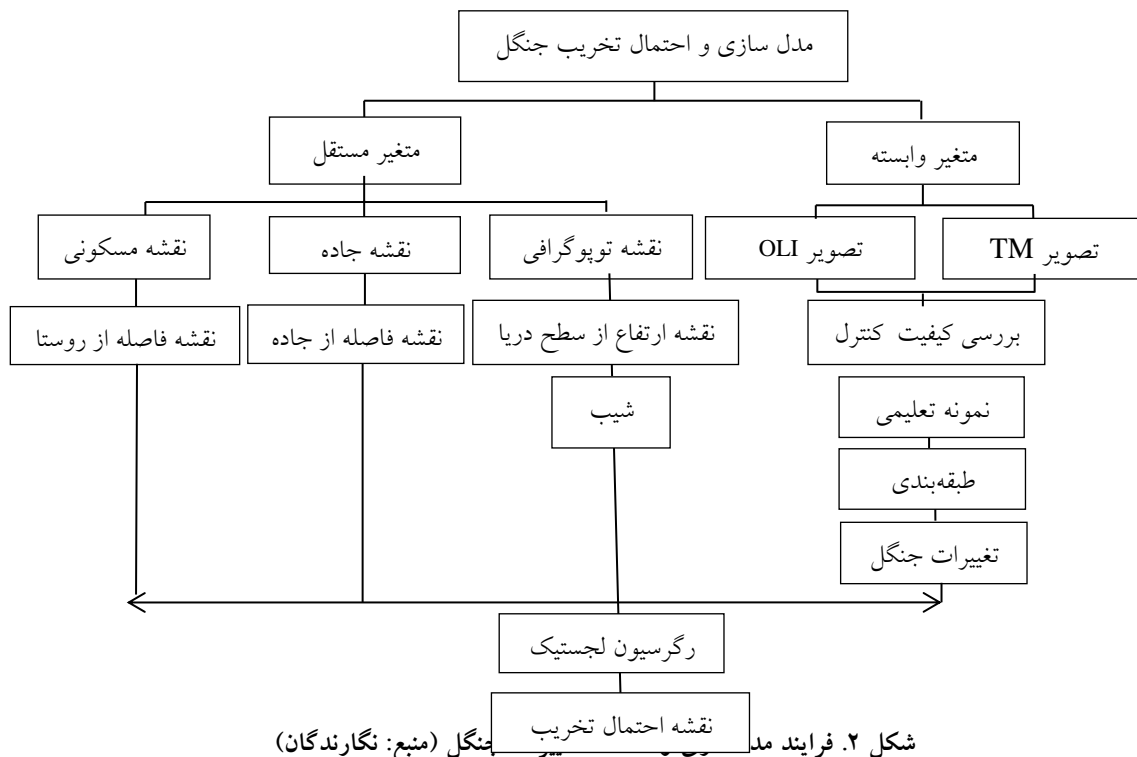
استفاده شد. در این مطالعه، ۷۰ درصد از نمونه‌های تعلیمی وارد طبقه‌بندی و ۳۰ درصد برای ارزیابی صحت داده‌ها به کار گرفته شد.

۲-۷ رگرسیون لجستیک و امکان مدل‌سازی تغییرات

رگرسیون لجستیک، مدل تجزیه و تحلیل چندمتغیره است که حضور یا عدم حضور یک مشخصه را بر اساس مجموعه‌ای از متغیرها، پیش‌بینی می‌کند (Lee, 2004). خروجی مدل، ضرایبی بین صفر و ۱ خواهد داشت که از طریق تئوری فازی به احتمالات بیشتر از ۰/۵ ارزش ۱ (تخریب) و کمتر از ۰/۵ ارزش صفر (بدون تخریب) داده می‌شود و در نهایت نقشه بولین تخریب را تولید می‌کند. معادله رگرسیون لجستیک (معادله ۱) به شرح زیر است (Eastman, 2006).

$$\text{Logit}(p) = \ln(p/(1-p)) = a + b_1 \times X_1 + b_2 \times X_2 + b_3 \times X_3 + \dots + b_n \times X_n \quad (1)$$

که P احتمال یک بودن متغیر وابسته، b_1, \dots, b_n ضرایب متغیرهای مستقل، X_1, \dots, X_n متغیرهای مستقل و a عرض از مبدأ است. مدل به دست آمده با استفاده از آماره‌های ROC و R^2 Pseudo ارزیابی شد. R^2 Pseudo برابر با ۰/۲ است که نشان‌دهنده برازش خوب در نظر گرفته می‌شود (Clark & Hosking, 1986). ROC آماره‌ی مناسبی برای ارزیابی اعتبار مدل است و می‌توان از آن برای مقایسه تصویر مدل‌سازی شده با تصویر واقعی تخریب استفاده کرد. ارزش ۱ نشان‌دهنده توافق مکانی کامل و ارزش ۰/۵ نشان‌دهنده توافق کم مدل با واقعیت است (Pontius & Schneider, 2001). مدل رقومی زمین^۱، به روش درون‌یابی نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ با خطوط تراز ۱۰ متر تهیه گردید و در تولید نقشه‌های ارتفاع از سطح دریا با اندازه سلول ۳۰ متری مبنای نقشه شیب قرار گرفت (Huang & Peng, 2007). نقشه‌های فواصل از جاده و روستا با استفاده از تابع فاصله^۲ و با تبدیل به لایه رستری تهیه شدند. به منظور مدل‌سازی کاهش گستره جنگل و در نهایت تهیه نقشه احتمال تخریب، عوامل شیب، ارتفاع از سطح دریا، فاصله از جاده و فاصله از روستاها به عنوان متغیرهای مستقل پیوسته و مرتبط با تخریب (Huang & Peng, 2007) و مناطق تخریب‌یافته به عنوان متغیر وابسته با استفاده از نرم افزار R وارد مدل شدند (شکل ۲).



شکل ۲. فرایند مدل‌سازی و احتمال تخریب جنگل (منبع: نگارندگان)

Fig. 2. Modeling process and probability of forest changes (Source: Authors)

1- Digital Elevation Model

2- Distance Function

۳- نتایج

۳-۱ طبقه‌بندی تصاویر و ارزیابی صحت طبقه‌بندی

مقادیر به دست آمده از شاخص فاصله باتاچاریا، که در جدول ۲ آمده است، نشان از تفکیک‌پذیری زیاد دو طبقه (جنگل و غیرجنگل) دارد.

جدول ۲. مقادیر شاخص‌های تفکیک‌پذیری

Table 2. Values of differentiability indices

| مقدار تفکیک‌پذیری | |
|-------------------|------------|
| TM (1993) | OLI (2003) |
| 1.89 | 1.93 |

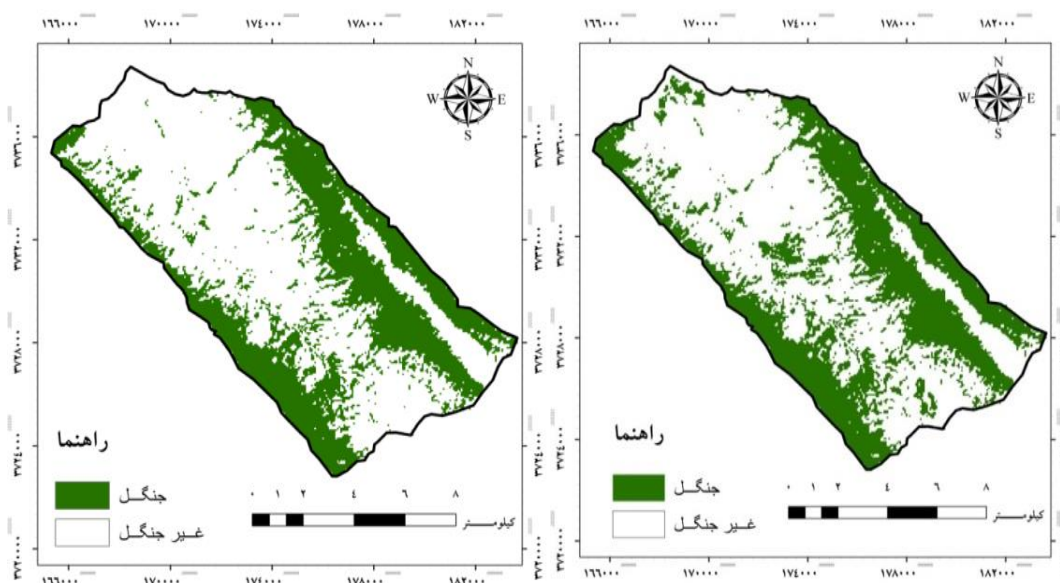
نتایج ارزیابی صحت نقشه‌های طبقه‌بندی در جدول ۳ ارائه شده است. به منظور ارزیابی صحت، نقشه طبقه‌بندی شده با نمونه‌های زمینی به صورت پیکسل به پیکسل مقایسه گردید که نتایج به صورت جدول ماتریس خطا برای ارزیابی مقادیر خطا به دست آمد. بر این اساس، مقادیر بیشتر از ۸۰ درصد دارای صحت زیاد، بین ۴۰ تا ۸۰ درصد متوسط و کمتر از ۴۰ درصد ضعیف ارزیابی می‌شود.

جدول ۳. نتایج ارزیابی صحت طبقه‌بندی تصاویر

Table 3. Results of evaluating the accuracy of image classification

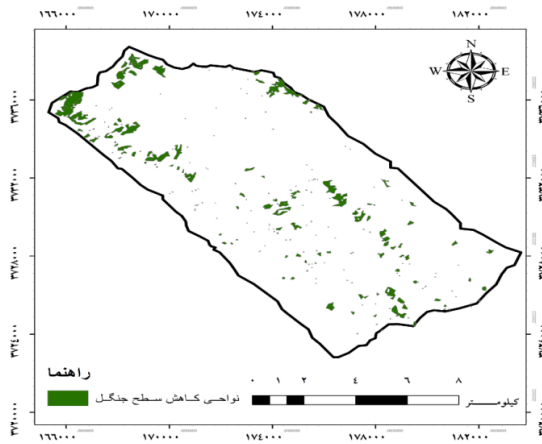
| نقشه به دست آمده Obtained map | ضریب کاپا Kappa coefficient | صحت کلی (درصد) Total correction (%) |
|----------------------------------|--------------------------------|--|
| TM (1993) | 0.71 | 81.95 |
| OLI (2013) | 0.79 | 84.88 |

نقشه حاصل از طبقه‌بندی نظارت‌شده به روش حداکثر احتمال تصاویر هر دوره در شکل‌های ۳ و ۴ نمایش داده شده است. همچنین، با اعمال تقاطع نقشه‌های دو دوره گستره جنگل، نقشه تخریب دوره مورد بررسی تهیه گردید. نقشه تخریب نشان می‌دهد که در طول دوره ۲۰ ساله مورد بررسی (۱۳۷۲ تا ۱۳۹۲) حدود ۹/۸ درصد از سطح جنگل‌های منطقه اولادقباد تخریب شده است. شکل ۵، نقشه مناطق تخریب جنگل در سطح منطقه اولادقباد را نشان می‌دهد.



شکل ۳. نقشه گستره جنگل مربوط به سال ۱۳۷۲

Fig. 3. Forest area map in 1993



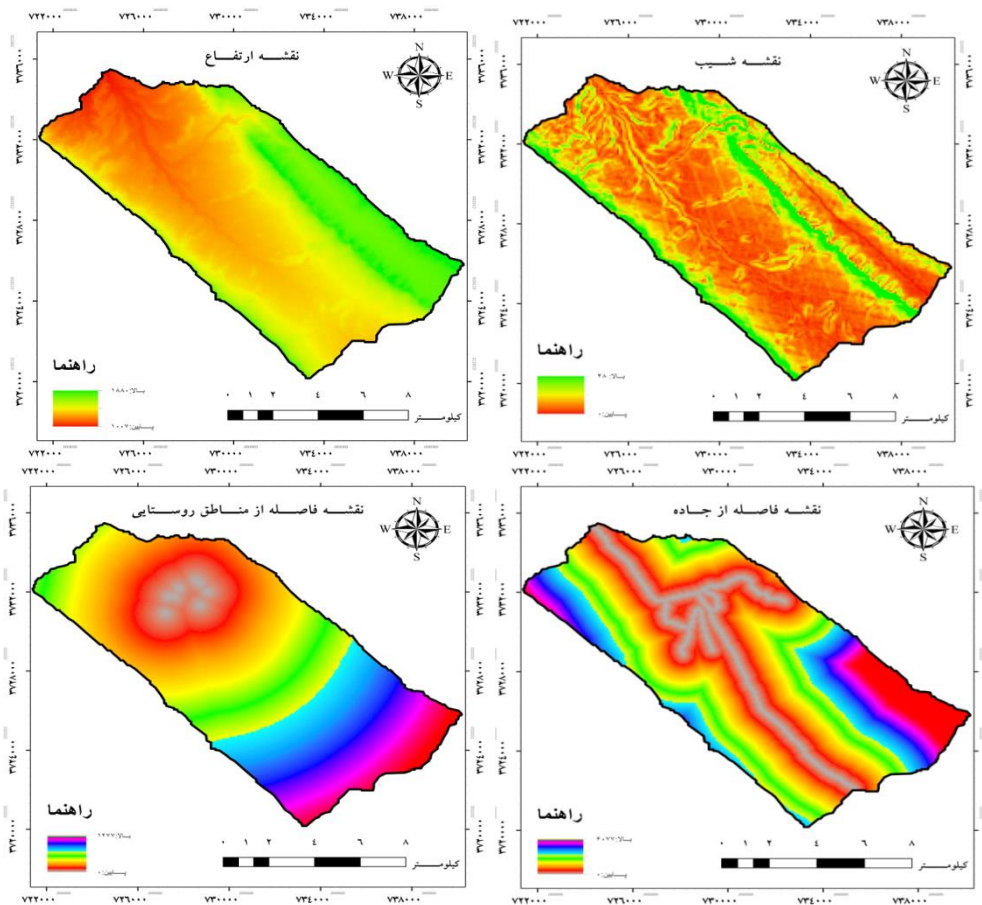
شکل ۴. نقشه گستره جنگل مربوط به سال ۱۳۹۲

Fig. 4. Forest area map in 2013

شکل ۵. نقشه مناطق تخریب شده جنگل در طول دوره ۲۰ ساله (۱۳۷۲-۱۳۹۲)

Fig. 5. Map of destroyed forest areas during the 20-year period (1993-2013)

مدل آماری احتمال تخریب با استفاده از رگرسیون لجستیک علاوه بر نقشه تخریب جنگل (متغیر وابسته) نیاز به تهیه نقشه متغیر مستقل شیب، ارتفاع از سطح دریا و فاصله از جاده و روستا دارد (شکل ۶).



شکل ۶. نقشه متغیرهای مستقل (شیب، ارتفاع از سطح دریا، فاصله از مناطق مسکونی، فاصله از جاده)

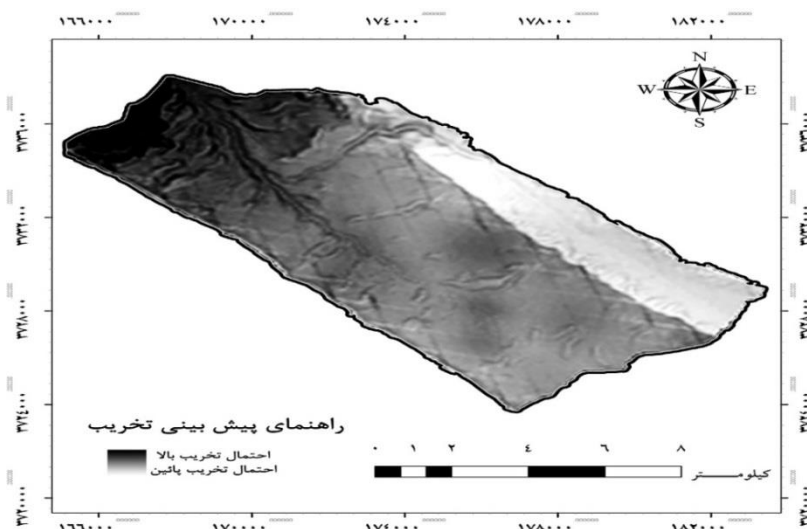
Fig. 6. Map of independent variables

(slope, elevation above the sea level, distance from residential areas, distance from road)

مقدار شاخص $Pseudo R^2$ و آماره ROC در مدل حاضر (معادله ۲) برابر با ۰/۲۲ و ۰/۷۳ به دست آمد. به منظور تعیین اهمیت متغیرهای مستقل، هر کدام از متغیرها از رابطه رگرسیونی حذف و میزان تأثیر آن بر معیارهای ارزیابی مدل مورد بررسی قرار گرفت. متغیر فاصله از روستا اثر تعیین کننده ای بر میزان کارایی مدل داشت زیرا با حذف این متغیر، مقدار شاخص $Pseudo R^2$ و ROC کاهش چشم گیری را نشان می داد. شکل ۷، نقشه حاصل از این مدل را نشان می دهد.

$$FDP = 3.707 - 0.01927S - 0.0002849 Drl + 0.00469 Drd - 0.002308E \quad (2)$$

که FDP احتمال تخریب جنگل، S شیب، Drl فاصله از روستا، Drd فاصله از جاده و E ارتفاع از سطح آب دریا است.



شکل ۷. نقشه احتمال تخریب حاصل از مدل رگرسیون لجستیک

Fig. 7. Destruction probability map obtained from logistic regression model

۴- بحث

به طور کلی، سطح جنگل های منطقه مورد مطالعه روند کاهشی داشته است و میزان آن ۵۲۸ هکتار، برابر با ۹/۸ درصد از سطح منطقه، برآورد گردید. نتایج رگرسیون لجستیک با $Pseudo R^2$ حدود ۰/۲۲ و ROC برابر ۰/۷۳ نشان دهنده توافق نسبی مدل به دست آمده در برآورد میزان تغییرات جنگل است. در حوضه آبخیز رودخانه بور و، در کشور استرالیا، شدت تغییرات ۹/۶ درصد را طی دوره ۲۷ ساله با ۱۹ پارامتر فیزیوگرافی مدل کردند (Miranda et al., 2012) که ضرایب حاصل بزرگتر از ضرایب حاصل از بررسی حاضر بود. کسب چنین نتیجه ای شاید در مرحله اول به دلیل استفاده از پارامترهای بیشتر در این بررسی باشد که به طور منطقی، ضریب تعیین را افزایش می دهد. از طرفی نیز ممکن است تفاوت ناشی از مناطق تحقیق باشد. از دیگر نتایج پژوهش حاضر می توان به این نکته اشاره کرد که به دلیل کوهستانی بودن منطقه مورد مطالعه، هر چه شیب بیشتر باشد، تخریب کمتر رخ می دهد. در شیب های زیاد، دسترسی و امکان فعالیت های انسانی کمتر می باشد و در دامنه های تند امکان کشاورزی وجود ندارد. بیشترین میزان تخریب در شیب های کمتر بوده و با افزایش شیب تخریب کاهش پیدا می کند (Mirza & Niknejad, 2010). طبق مشاهدات صورت گرفته از روستای اولادقباد، تخریب عمده جنگل در اثر تغییر کاربری به کشاورزی اتفاق افتاده است. در نتیجه، شیب های ملایم و ارتفاعات پایین بیشتر تخریب شده اند. این نتیجه با تحقیقات Masrori (۲۰۰۸) و Gessler و همکاران (۲۰۰۰) مطابقت دارد. در منطقه ای از استان گلستان، بررسی مشابهی انجام شده که در مورد

متغیر ارتفاع از سطح دریا، نتایج تحقیق حاضر با نتایج آنها مغایرت دارد و سطح گسترش تخریب در ارتفاعات بالاتر، بیشتر گزارش گردیده است. این نتیجه عمدتاً از تجمع بیشتر روستاها در ارتفاعات بالا ناشی می‌شود (Shtaei et al., 2010). جنگل‌های اطراف روستای اولادقباد برای تبدیل زمین برای کشت محصولات کشاورزی، چرای دام و سوخت توسط روستاییان تخریب شده‌اند. یکی دیگر از عوامل مستقلى که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفت، فاکتور فاصله از جاده می‌باشد که ارتباط مستقیم با تخریب جنگل دارد. یعنی با افزایش فاصله از جاده میزان تخریب افزایش می‌یابد که با مطالعات Mahmoudi & Ismail (۲۰۱۰) مغایرت دارد. در بررسی حاضر، به دلیل این که مناطق روستایی در کنار جاده به صورت پراکنده قرار گرفته‌اند و نیز موقعیت جاده در روستای اولادقباد، که مناطق مسکونی در قسمت مرکزی آن متمرکز شده‌اند، و همچنین آسفالت نبودن کامل جاده، تأثیر کمی در روند تخریب داشته است. اما با فاصله گرفتن از جاده، تخریب جنگل افزایش یافته زیرا ساکنین روستای اولادقباد در عمق جنگل و مناطقی با تراکم پوششی زیاد به زغال‌گیری مشغول می‌شوند.

۵- نتیجه‌گیری

نتایج کلی حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که مؤثرترین عامل در تخریب جنگل، متغیر فاصله از مناطق مسکونی است. سپس فاکتورهای ارتفاع از سطح دریا، شیب و فاصله از جاده به ترتیب بیشترین تأثیر را بر تخریب جنگل دارند. از نتایج این بررسی و مقایسه آن با سایر مطالعات، چنین استنباط می‌شود که الگوی تخریب در هر منطقه وابسته به شرایط خاص آن منطقه می‌باشد. همچنین، ضروری به نظر می‌رسد تا دیگر عوامل مؤثر بر تخریب، متناسب با موقعیت منطقه مورد مطالعه، مانند فاکتورهای جمعیت و هزینه و درآمد خانوارهای روستایی نیز بررسی و وارد مدل شوند. همچنین، نقش احتمال تخریب جنگل می‌تواند برای مدیران و مسئولان منابع طبیعی، با اتخاذ استراتژی‌های مدیریتی مناسب در جلوگیری از افزایش روند تخریب و حفاظت از این منابع، نقش به‌سزایی داشته باشد.

۶- سپاس‌گزاری

اجرای این تحقیق بدون همکاری مردمان محترم منطقه اولادقباد ممکن نبود. بدین وسیله از همکاری و اعتماد آن‌ها سپاس -گزارى می‌شود.

۷- داده‌ها و اطلاعات

مبنای داده‌ها و اطلاعات مقاله حاضر، بر اساس اطلاعات پایان نامه ارشد می‌باشد.

۸- تعارض منافع

در این مقاله، تعارض منافعى وجود ندارد و این مسأله مورد تأیید همه نویسندگان است.

۹- مشارکت نویسندگان

مشارکت نویسندگان در این مقاله به شرح زیر است:

مشارکت زهره بازوند، داده‌برداری، تفسیر و تحلیل داده‌های مقاله و ویرایش متن اولیه مقاله می‌باشد. مشارکت کامران عادل، نظارت و راهنمایی بر روند انجام پژوهش، بررسی و کنترل نتایج و ویرایش نهایی متن مقاله می‌باشد. مشارکت ضیا الدین باده یان، تأمین امکانات و تفسیر و تحلیل آماری داده‌های مقاله می‌باشد.

۱۰- اصول اخلاقی

نویسندگان، اصول اخلاقی را در انجام و انتشار این اثر علمی رعایت نموده‌اند و این موضوع مورد تأیید همه آنها می‌باشد.

۱۰- حمایت مالی

این مقاله حاصل نتایج بخشی از پایان نامه ارشد می‌باشد که تحت حمایت مالی دانشگاه لرستان در قالب گرنت دانشجوی و گرنت استاد راهنما انجام گردیده است.

۱۱. مراجع

- [1] Amini, M. et al. (2008). Investigating the possibility of modeling the probability of destruction of western forests of forest degradation using logistic regression, GIS and remote sensing. *Geography and Development Magazine*, 29: 31-42.
- [2] Bagheri, R., & Shtaei, Sh. (2010). Modeling of widespread forest degradation using logistic regression (Case study: Chehel-Chay watershed, Golestan province). *Iranian Forestry Association*, 2(3), 243-252.
- [3] Kamran, K., & Bayram, C. H. (2015). Monitoring and estimating the trend of land use change/land cover using Markov Chain model (Case study: Bilastag plain- South Khorasan). *Remote Sensing and Geographic Information Systems in Natural Resources*, 6(2), 75-88.
- [4] Clark, W. A., & Hosking, P. L. (1986). *Statistical methods for geographers*. Wiley, New York.
- [5] Coppin, P., & Jonckheere, I. (2004). Digital change detection methods in ecosystem monitoring. *International Journal of Remote Sensing*, 25(9), 1565-1596.
- [6] Darvish Sefat, A., & Pirbabakvar, M. (2010). *Remote sensing for GIS managers*. Compilation: Aronof, Stan. Tehran Publishing House, first edition, 432 p.
- [7] Eastman, J. R. (2006). *IDRISI Andes tutorial*. Clark Labs, Worcester, MA.
- [8] Faraj Allah, A., et al. (2011). Monitoring and predicting the spatial and temporal changes in land use/land cover. *Remote Sensing and Geographic Information System in Natural Resources*, 6(4), 6-14.
- [9] Gessler, P., Chadwick, O., Chamran, F., Althouse, L., & Holmes, K. (2000). Modeling soil-landscape and ecosystem properties using terrain attributes. *Soil Science*, 6, 2046-2056.
- [10] Great, A. (2006). Modeling of rainfall and runoff in Kachik watershed, Golestan province. MSc. Thesis, Faculty of Grassland and Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 41 p.
- [11] Huang, Q. H., Cai, Y. L., & Peng, J. (2007). Modeling the spatial pattern of farmland using GIS and multiple logistic regression: A case study of Maotiao River Basin, Guizhou Province, China. *Environmental Modeling & Assessment*, 1, 55-61.
- [12] Lee, S. (2004). Application of likelihood ratio and logistic regression models to landslide susceptibility mapping using GIS. *Environmental Management*, 34(2), 223-232.
- [13] Mahiny, A., & Clarke, C. K. (2012). Guiding SLEUTH land-use/land-cover change modeling using multicriteria evaluation: Towards dynamic sustainable land-use planning. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 39, 925-944.
- [14] Mahmoudi, M., & Ismail, C. (2010). Investigating the possibility of modeling forest cover destruction in the Northern Zagros forests using aerial photos and GIS (Case study of Sardasht forests). MSc. Thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, pp. 14-19.
- [15] Mas, J. F., Puig, H., Palacio, J. L., & Sosa-Lopel, A. (2004). Modeling deforestation using GIS and artificial neural networks. *Environmental Modeling & Software*, 19(5), 461-471.
- [16] Masrori, E. (2008). Spatial modeling of forest cover extension in Khorasrar Khorasabad region

- using GIS. PhD Dissertation, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, pp. 65-81.
- [17] Miranda, E. J., Treviño, M., Pompa, C., & Aguirre, A. (2012). Modeling susceptibility to deforestation of remaining ecosystems in North Central Mexico with logistic regression. *Journal of Forestry Research*, 23, 345-354.
- [18] Mirzai, V., & Niknejad, M. (2010). Identifying the effective factors on reducing forest coverage using landsat satellite images (Case study: Beaver Forest Area- Maleshahi County). *Quarterly Journal of Conservation and Exploitation of Natural Resources*, 1(2), 91-97.
- [19] Oliad Qadikelyai, J. (2004). Remote sensing satellite images. Compiled by: Thomas, Lilsand and Ralph, Keeper, Mazandaran University Press, 835 p.
- [20] Pontius, R. G., & Schneider, L. (2001). Land-use change model validation by a ROC method for the Ipswich watershed, Massachusetts, USA. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 85(3), 239-248.
- [21] Ranjbar, A. (2002). Assessment and evaluation of forest degradation process using GIS and remote sensing data. MSc. Thesis, K. N. T. University of Technology, 63 p.