بوم‌شناسی کاربردی/ سال یازدهم / شماره سوم / پاییز ۱۴۰۱ / صفحات ۳۷ تا ۴۶

مدل‌سازی تخریب جنگل‌های هیرکانی با استفاده از روش رگرسیون لجستیک (مطالعه موردی: جنگل‌های شن‌رود گیلان)

حسن پوربابایی[1*]، احمد پوررستم[2] و علی صالحی[3]

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۰۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۲۱)

چکیده

لازمه هر گونه مدیریت و برنامه‌ریزی اصولی برای کاهش اثرات تخریب جنگل، داشتن اطلاعات دقیق کمی و کیفی از وضعیت توده‌های جنگلی است. هدف از این پژوهش، مدل‌سازی تخریب جنگل‌های هیرکانی تحت تأثیر متغیرهای تعداد و حجم در هکتار درختان با استفاده از رگرسیون لجستیک بود. به‌منظور انجام این پژوهش ۲۵۲ قطعه نمونه دایره‌ای شکل ۱۰ آری اندازه‌گیری شد. در هر قطعه علاوه بر گونه، قطر برابرسینه، ارتفاع درختان، تعداد در هکتار و حجم، وجود یا عدم وجود تخریب نیز یادداشت شد. برای مدل‌سازی تخریب جنگل از رگرسیون لجستیک و برای ارزیابی مدل رگرسیون لجستیک از آزمون‌های "Omnibus"، لگاریتم درست‌نمایی و ضریب تعیین پزودو (کاکس-نل و نیجل‌کرک) استفاده شد. بر اساس نتایج، میانگین تعداد در هکتار و حجم درختان به‌ترتیب برابر ۱۳۶/۸ اصله و ۲۴۲/۹ مترمکعب در هکتار به‌دست آمد. همچنین نتایج نشان داد ۴۶/۸۲ درصد منطقه مورد مطالعه دچار تخریب شده است. آزمون همبستگی نشان داد، بین متغیرهای کمّی بررسی شده با متغیر تخریب جنگل رابطه منفی و معنی‌دار وجود دارد. متغیرهای مستقل تعداد در هکتار و حجم درختان توانسته‌اند ۶۱/۶ تا ۸۲/۳ درصد از واریانس متغیر وابسته (تخریب جنگل) را برآورد کنند. بررسی متغیرهای ورودی به مدل رگرسیونی نشان داد اثر متغیرهای تعداد در هکتار و حجم درختان بر میزان تخریب جنگل معنی‌دار بوده و امکان پیش‌بینی تغییرات متغیر وابسته یعنی وجود یا عدم وجود تخریب جنگل را دارند.

واژه‌های کلیدی: مدل‌سازی تخریب، رگرسیون لجستیک، تغییرات ساختار، جنگل‌های شن‌رود گیلان

۱. استاد گروه جنگلداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران.

۲. دانشجوی دکتری جنگلداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران.

۳. دانشیار گروه جنگلداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران.

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: HPourbabaei@gmail.com

مقدمه

کاهش قابل ملاحظه وسعت جنگل در ایران از مساحت ۱۸ میلیون هکتار به ۱۲/۶ میلیون هکتار در چند دهه اخیر، مدیریت زیست محیطی کشور را به‌منظور جلوگیری از ادامه روند تخریب جنگل به اقدامات کنترلی، واداشته است (۱۷). امروزه روند سریع نابودی جنگل‌ها بر اثر عوامل مختلفی مانند فعالیت‌های انسانی اتفاق می‌افتد. بررسی‌های فائو نشان می‌دهد که سه درصد سطح جنگل‌ها در مقیاس جهانی از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵ کاهش یافته است (۷). براساس تحقیقات گذشته در جنگل‌های شمال کشور مشخص شد که بیش از ۹۰ درصد از عوامل تخریب در جنگل منتج از عوامل بیرونی عمدتاً با دخالت انسان و در حدود حداکثر ۱۰ درصد از آن، ناشی از عوامل درونی اکوسیستم جنگل همچون آتش‌سوزی، صاعقه، سیل، زلزله، شیوع آفات و امراض و وحوش بوده است (۱۵). استفاده نادرست جنگل‌نشینان و دامداران از منابع طبیعی و جنگل مهم‌ترین عامل تخریب محسوب می‌شود. آبادی‌هایی که در داخل جنگل قرار دارند از هرگونه امکانات رفاهی، خدماتی، بهداشتی و آموزشی محروم هستند و ساکنین این آبادی‌ها برای امرار معاش خود از جنگل استفاده می‌کنند و همین امر باعث شده است که این افراد از روی آگاهی یا عدم آگاهی و به طور مستقیم یا غیرمستقیم مبادرت به تخریب جنگل‌ها کنند. به‌طور کلی اختلالات ناشی از فعالیت انسانی به طور عمده از طریق فعالیت‌هایی نظیر چرای دام و بهره‌برداری درختان، شدیداً توالی تجدید حیات گونه‌های چوبی و به نوبه خود ساختار و ترکیب این جنگل‌ها را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد (۱۴). علاوه بر آن اختلالات انسانی به ویژه استفاده بیش از حد منابع بیولوژیکی، به طور کلی تاثیرات منفی بر تنوع گونه‌ها در مقیاس جهانی دارد (۴).

لازمه هر گونه مدیریت و برنامه‌ریزی اصولی برای کاهش اثرات تخریب، داشتن اطلاعات دقیق کمی و کیفی از وضعیت توده‌های جنگلی است. اطلاعات دقیق و به روز برای اهداف متعددی، ازجمله مدیریت جنگل، پایش سلامت، تنوع زیستی، اثر تغییرات آب وهوا و عوامل محیطی مختلف مورد نیاز است. شناخت هر چه دقیق‌تر اکوسیستم‌های جنگلی در تشخیص فعل و انفعالات خاص آن‌ها، تشریح پایداری اکوسیستم، طرح‌های مدیریتی مناسب و اقدامات حفاظتی و احیایی مفید است (۱۱). به همین دلیل به دست آوردن اطلاعات به روز از وضعیت کمی و کیفی جنگل‌ها، می‌تواند در تعیین ضوابطی منطقی و علمی به‌منظور اعمال مدیریت صحیح و حفظ و بهره‌برداری هر چه اصولی‌تر از این منابع بسیار ارزشمند باشد؛ اما به دلیل پرهزینه بودن فرآیند جمع‌آوری داده‌های میدانی و متعاقب آن طولانی بودن زمان اقدامات میدانی و همچنین در دسترس نبودن برخی مناطق، ارائه روش‌هایی به‌منظور برآورد غیرمستقیم ویژگی‌های جنگل ضروری است. از جمله این روش‌ها می‌توان به مدل‌های رگرسیونی و استفاده از مشخصه‌های محیطی، اقلیمی، توپوگرافی و فن سنجش از دور در برآورد مشخصه‌های کمی و کیفی توده اشاره کرد. در واقع، استفاده از این مدل‌ها، روشی سریع، آسان، ارزان و قابل اعتماد برای پیش‌بینی است. تاکنون مطالعات مختلفی در زمینه استفاده از رگرسیون لجستیک انجام شده است. به عنوان مثال، حیدری و همکاران (۵) در جنگل‌های بلوط ایلام، به مدلسازی رابطه بین عوامل رویشگاهی و حضور یا عدم حضور گونه‌های شاخص پرداختند که نتایج نشان داد مدل به دست آمده امکان پیش‌بینی تغییرات متغیر وابسته (حضور و عدم حضور گونه‌های شاخص Fisch & *Cirsium congestum* C. A. Mey. Ex DC.) و *Hordeum bulbosum* L.) را دارد. در پژوهشی دیگر، به مدل‌سازی تخریب جنگل با استفاده از رگرسیون لجستیک و سیستم اطلاعات جغرافیایی در جنگل‌های غرب گیلان پرداخته شد (شماره منبع) که نتایج این بررسی نشان داد احتمال تخریب جنگل با متغیرهای شیب زمین، فاصله از جاده‌ها و مناطق مسکونی رابطه معکوس دارد و مدل به‌دست‌آمده از تطبیق خوبی با واقعیت برخوردار می‌باشد. میرزایی و همکاران (۱۱) به مدل‌سازی تخریب جنگل‌های زاگرس ناشی از پدیده خشکیدگی تحت تأثیر عوامل فیزیوگرافی با استفاده از

رگرسیون لجستیک پرداختند که نتایج نشان داد مدل رگرسیونی از دقت کافی در پیش‌بینی تغییرات متغیر وابسته (وجود یا عدم وجود خشکیدگی) تحت تأثیر عوامل فیزیوگرافی برخوردار بود. از آنجا که تغییر کاربری اراضی و تخریب جنگل‌ها نشان دهنده ارتباط مستقیم و متقابل انسان و محیط زیست طبیعی است، درک بهتر فرآیندهای اجتماعی و بیوفیزیکی که ایجاد کننده تغییرات و تخریب اراضی هستند، می‌تواند نقش مهمی در سیاست‌گذاری و اجرای اقدامات پیشگیرانه و تصمیم‌ها داشته باشد. از این رو، مطالعات تغییر کاربری اراضی و تخریب جنگل‌ها می‌تواند درک کلی را به تصمیم‌گیرندگان و مجریان در پشتیبانی از تصمیم‌های آنها بدهد (۱۹). به طور کلی، روند کنونی تخریب جنگل‌های کشور وظیفه محققین جنگل را برای حفظ، نگهداری و احیاء گونه‌های بومی و با ارزش این جنگل‌ها سنگین‌تر کرده است. هدف از این پژوهش نیز مدل‌سازی علل تخریب جنگل‌های هیرکانی تحت تأثیر متغیرهای کمی (تعداد در هکتار و حجم درختان) با استفاده از رگرسیون لجستیک در جنگل‌های شن‌رود استان گیلان بود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

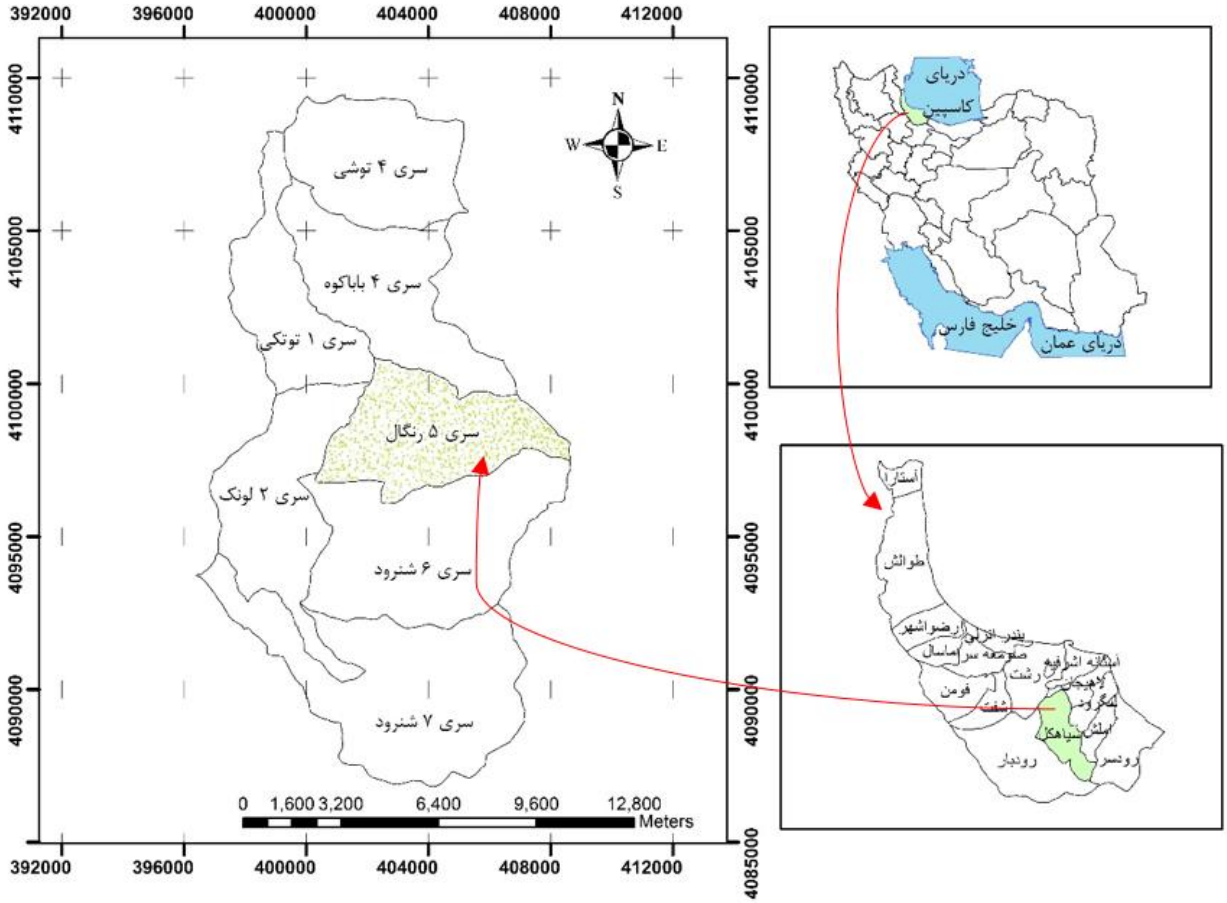
منطقه مورد مطالعه بخشی از حوضه آبخیز ۲۵ شنرود به نام طرح جنگداری سری ۵ رنگال بود که در ۱۵ کیلومتری جنوب شهرستان سیاهکل و در شرق استان گیلان واقع شده است. سری مذکور در حوزه جنگلداری سیاهکل و زیر نظر اداره منابع طبیعی استان گیلان قرار دارد. این طرح در محدوده بین ´۵۷ °۴۹ تا ´۵۰ °۴۹ طول جغراقیایی و ´۳۶ °۳۷ تا ´۱۰ °۳۷ عرض جغرافیایی قرار دارد (شکل ۱). منطقه مورد مطالعه از سنگ‌ها و رسوبات دوران دوم زمین شناسی (مزوزوئیک) تشکیل یافته‌اند که از دوره‌های دوران دوم ژوراسیک و کرتاسه بیشترین رسوبات را به خود اختصاص می‌دهند. با توجه به ارتفاع از سطح دریای منطقه، تیپ‌های خاک راندزین شسته شده، قهوه‌ای شسته شده، قهوه‌ای پدزول شده، تکامل نیافته رانکر، قهوه‌ای جنگلی اسیدی و قهوه‌ای شسته شده با افق آرژیلیک وجود دارد. مساحت کل سری ۲۰۷۰/۸۰ هکتار و حداقل و حداکثر ارتفاع از سطح دریا به ترتیب ۱۰۰ و ۱۵۰۰ متر از سطح دریا است. میانگین بارندگی سالانه برابر ۱۲۶۴/۵ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه برابر ۱۶ درجه سانتی‌گراد است. منطقه مورد مطالعه دارای اقلیم نیمه مرطوب و معتدل می‌باشد (۳).

روش پژوهش

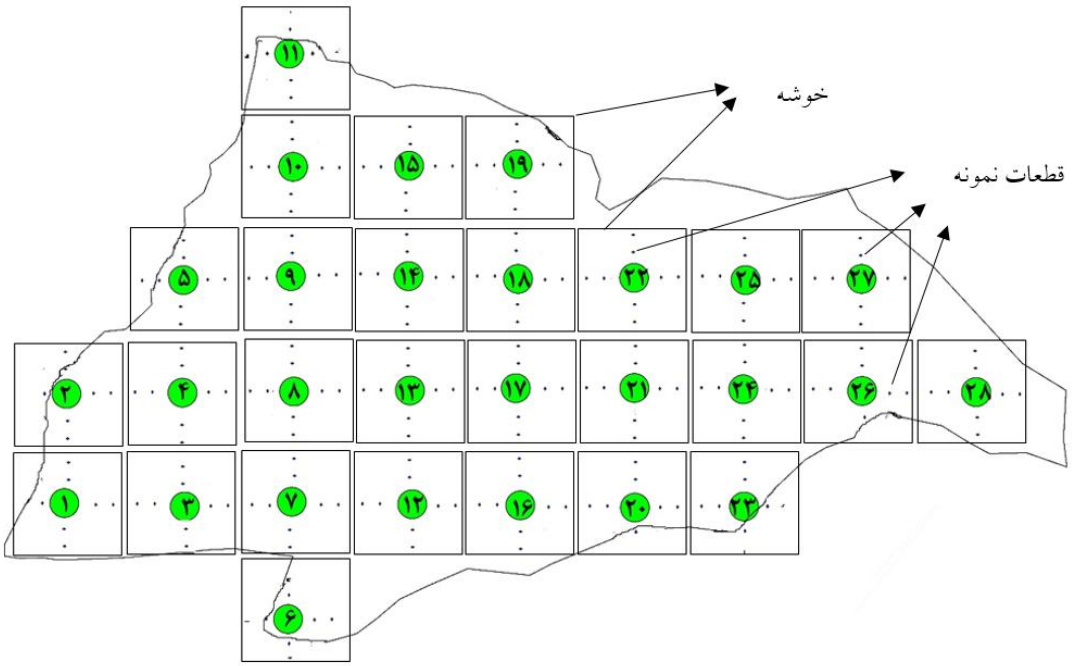
به منظور انجام این پژوهش از روش نمونه‌برداری دو مرحله‌ای استفاده شد. در مرحله اول از یک شبکه آماربرداری ۱×۱ کیلومتر به منظور مشخص نمودن خوشه‌ها استفاده شد. در محل تلاقی اضلاع شبکه آماربرداری، یک خوشه به شکل بعلاوه (+) با تعداد ۹ قطعه نمونه طراحی شد. در مرحله دوم در داخل هر خوشه، از یک شبکه آماربرداری ۱۵۰×۲۰۰ متر به‌منظور برداشت قطعات نمونه دایره‌ای شکل ۱۰ آری استفاده شد (۱۸). در مجموع تعداد ۲۸ خوشه و ۲۵۲ قطعه نمونه به منظور جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز برداشت شد (شکل ۲).

در داخل هر قطعه نمونه نوع گونه درختی، قطر برابرسینه (حد شمارش ۱۲/۵ سانتی‌متر) و ارتفاع درختان اندازه‌گیری شد. تعداد در هکتار درختان نیز بر اساس شمارش میدانی به تفکیک هر گونه در سطح قطعه نمونه بدست آمد و حجم درختان نیز در سطح قطعه نمونه با استفاده از جدول حجم دو عامله مورد استفاده سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور محاسبه شد. در داخل قطعات نمونه علاوه بر متغیرهای کمی، وجود یا عدم وجود تخریب نیز یادداشت شد. با توجه به جنگل گردشی و مشاهده میدانی در قطعات نمونه برداشت شده، آثار و شواهد وجود تخریب از جمله سرچر شدن سرشاخه‌ها، برگ نهال‌ها، ریشه کن کردن، لگدکوب کردن خاک، آثار تردد دام و انسان، آثار کت زدن و قطع درختان به عنوان آثار تخریب در نظر گرفته و ثبت شد.

به‌منظور مدل‌سازی تخریب جنگل از رگرسیون لجستیک استفاده شد. رگرسیون لجستیک یک روش آماری برای تجزیه و



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه



شکل ۲. موقعیت خوشه‌ها و قطعات نمونه اندازه‌گیری شده

تحلیل مجموعه داده‌ای است که در آن یک یا چند متغیر مستقل وجود دارد. برتری رگرسیون لجستیک نسبت به دیگر رگرسیون‌هایی که ضرایب مدل را با بیشینه مربعات به دست می‌آورند آن است که لزومی برای وجود رابطه خطی میان متغیر مستقل و وابسته ندارد. همچنین نیازمند به وجود توزیع نرمال میان متغیرها نبوده و برابری واریانس متغیرها فرض محسوب نمی شود و در کل به فرضیه‌های کمتری نیازمند است (۹). معادله رگرسیون لجستیک به‌صورت زیر است (۶ و ۱۲):

$$\text{logit}(Y) = \ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = a + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \ldots + \beta_n X_n \quad (۱)$$

P: احتمال پیامد یا واقعه مورد نظر تحت وجود متغیر مستقل

a: پارامتر محور مختصات یا عدد ثابت

β: ضرایب رگرسیونی

X: متغیرهای مستقل

برای ارزیابی مدل رگرسیون لجستیک از آزمون Omnibus استفاده شد. در این روش، از دو آماره ضریب تعیین پزودو (Pseudo r-square) یعنی ضریب تعیین کاکس و نل (Cox & Snell R Square) و نیجل‌کرک (Nagelkerke R Square) که تقریب‌های ضریب تبیین R^2 در رگرسیون خطی هستند، استفاده شد. از این ضرایب بدین منظور استفاده شد که تعیین شود، متغیرهای مستقل توانسته‌اند تا چه میزان از واریانس متغیر وابسته را تبیین کنند. مقدار ضریب تعیین پزودو بین صفر تا یک است و هر چه مقدار این آماره به یک نزدیک‌تر باشد، نشان می‌دهد که نقش متغیرهای مستقل در تبیین واریانس متغیر وابسته بیشتر است (۱۱). همچنین برازش میزان پیش‌بینی تغییرات متغیر وابسته با استفاده از آماره نکوئی برازش هوسمر و لمشو انجام شد (۶). برای انجام تجزیه و تحلیل‌ها از نرم‌افزارهای Excel 2013 و IBM SPSS 22 استفاده شد.

نتایج

بررسی میزان تخریب در سطح قطعات نمونه نشان داد که از ۲۵۲ قطعه نمونه بررسی شده، تعداد ۱۱۸ قطعه نمونه دارای آثار و شواهد تخریب بودند. به عبارتی دیگر، ۴۶/۸۲ درصد قطعات نمونه مورد بررسی دچار تخریب شده‌اند. بررسی متغیرهای کمی اندازه‌گیری شده نشان داد که میانگین مشخصه‌های تعداد در هکتار و حجم درختان به ترتیب برابر ۱۳۶/۸ اصله و ۲۴۲/۹ مترمکعب در هکتار به دست آمد. سایر پارامترهای آماری محاسبه شده در جدول ۱ ارائه شده است.

نتایج آزمون همبستگی نشان داد که همبستگی منفی و معنی‌داری بین متغیرهای تعداد در هکتار و حجم درختان با متغیر وابسته تخریب جنگل وجود دارد (جدول ۲).

با توجه به نتایج آزمون اومنی‌بوس (Omnibus)، برازش مدل قابل قبول است و در سطح خطای کمتر از ۰/۰۱ معنی‌دار است. نتایج آزمون اومنی‌بوس در جدول ۳ نشان داده شده است.

مقادیر هر دو آماره مربوط به ضریب تعیین پزودو (کاکس–نل و نیجل‌کرک) نسبتاً بالا هستند (۰/۶۱۶ و ۰/۸۲۳) و این مقادیر نشان داد که دو متغیر مستقل مورد بررسی دارای قدرت نسبتاً بالایی در تبیین واریانس و تغییرات متغیر وابسته میزان تخریب جنگل هستند. در واقع، این دو متغیر توانسته‌اند بین ۶۱/۶ تا ۸۲/۳ درصد از تغییرات میزان تخریب جنگل را توضیح دهند (جدول ۴). همچنین، با توجه به نتایج آزمون هوسمر–لمشو می‌توان بیان کرد که مدل تحقیق از برازش مناسبی برخوردار است (جدول ۵).

در جدول ۶، متغیرهای وارد شده به مدل نشان داده شده است. با توجه به نتایج آماره والد (Wald)، هر دو متغیر تعداد در هکتار و حجم درختان که در تحلیل رگرسیونی وارد شده‌اند، قادر به پیش‌بینی تغییرات متغیر وابسته (میزان تخریب جنگل) هستند و توانایی پیش‌بینی آنها در سطح خطای کمتر از ۰/۰۱ معنی‌دار است. علاوه بر این، نتایج حاصل از آماره نسبت بخت‌ها (Explaining Odds Ratios) (B) نشان داد که متغیر حجم درختان نسبت به متغیر تعداد در هکتار دارای توانایی بیشتری در پیش‌بینی میزان تخریب جنگل هستند.

جدول ۱. پارامترهای آماری متغیرهای اندازه‌گیری شده

متغیر	میانگین	انحراف معیار S.D	درصد ضریب تغییرات C.V %
تراکم (تعداد در هکتار)	۱۳۶/۸	±۷۷/۲	۵۶/۴۳
حجم (مترمکعب در هکتار)	۲۴۲/۹	±۱۵۹/۰	۶۵/۴۵

جدول ۲. نتایج آزمون همبستگی بین متغیرهای وابسته و مستقل

همبستگی اسپیرمن	تراکم: تعداد در هکتار	حجم
ضریب همبستگی	−۰/۵۰۷	−۰/۷۵۵
معنی‌داری	۰/۰۰**	۰/۰۰**

** معنی‌داری در سطح خطای ۰/۰۱

جدول ۳. نتایج آزمون اوم‌نی‌بوس

	کای-اسکوئر Chi-square	درجه آزادی d.f	P value
Step	۲۴۱/۳۱	۲	۰/۰۰**
Block	۲۴۱/۳۱	۲	۰/۰۰**
Model	۲۴۱/۳۱	۲	۰/۰۰**

** معنی‌داری در سطح خطای ۰/۰۱

جدول ۴. نتایج ارزیابی مدل براساس ضریب تعیین پزودو

لگاریتم درست نمایی	کاکس- نل Cox & Snell R^2	نیجل کرک Nagelkerke R^2
۱۰۷/۰۱۱	۰/۶۱۶	۰/۸۲۳

جدول ۵. نتایج آزمون هوسمر- لمشو

کای-اسکوئر Chi-square	درجه آزادی d.f	معنی‌داری Sig.
۴۳/۶۰	۸	۰/۰۰**

** معنی‌داری در سطح خطای ۰/۰۱

جدول ۶. نتایج متغیرهای وارد شده در مدل

متغیر	B	اشتباه معیار S.E	والد Wald	P- value	نسبت بخت‌ها Exp(B)
حجم	−۰/۰۳۲	±۰/۰۰۵	۴۵/۵۹	۰/۰۰**	۰/۹۶۹
تعداد در هکتار	−۰/۰۲۶	±۰/۰۰۵	۲۸/۹۰	۰/۰۰**	۰/۹۷۴
عدد ثابت	۱۰/۰۹	±۱/۴۲۶	۵۰/۰۹	۰/۰۰**	۲۴۱۰۸/۸۱

** معنی‌داری در سطح خطای ۰/۰۱

بر اساس نتایج جدول ۶، مدل رگرسیون لجستیک تخریب جنگل مطابق رابطه ۲ است:

$$P = 10.09 - 0.032\ V - 0.026\ N \qquad (۲)$$

که در آن P نشان دهنده تخریب، V حجم (مترمکعب در هکتار) و N تعداد در هکتار درختان منطقه مورد مطالعه است.

بحث

همان طور که نتایج نشان داد ۴۶/۸۲ درصد از منطقه دچار تخریب شده است که نشان دهنده بحرانی بودن وضعیت جنگل‌های منطقه مورد مطالعه است. وجود مسائل اقتصادی و اجتماعی و همچنین وابستگی شدید جنگل‌نشینان به منابع طبیعی و جنگل سبب افزایش شدت تخریب در مناطق جنگلی شده است. ضمن اینکه بیان شده است که شناخت تأثیر تراکم جمعیت انسانی ساکن در جنگل و چرای دام از مسائل بسیار مهمی هستند که می‌تواند نقش مؤثری در حفظ و حمایت جنگل‌های هر منطقه داشته باشند (۴ و ۱۴). دامداران به صورت سنتی از جنگل بهره‌برداری می‌کنند و دام‌ها از نهال‌های نورسته تعلیف کرده و آنها را نابود می‌کنند که باعث باتلاقی شدن خاک‌های عمیق، فشرده شدن خاک‌های کم عمق، کاهش نفوذپذیری خاک و ذخیره شدن آب‌های زیرزمینی شده است. همچنین، دامداران جنگل نشین به منظور تأمین علوفه خود، بیشتر درختان با ارزش را کت زده و سرشاخه درختان مادری را قطع می‌کنند و برای سوخت سالیانه خود و اصطبل خود چوب غیرمجاز از جنگل برداشت می‌کنند که در نهایت منجر به تخریب جنگل می‌شوند. بررسی متغیرهای کمی تعداد در هکتار و حجم نیز تأییدکننده وجود تخریب در سطح جنگل‌های منطقه مورد بررسی بود (جدول ۱)؛ به طوری که میانگین مشخصه‌های تعداد و حجم در هکتار در منطقه به ترتیب برابر ۱۳۶/۸ اصله و ۲۴۲/۹ مترمکعب در هکتار برآورد شد. میرزایی و همکاران (۱۰) نیز نشان دادند که میانگین مشخصه¬های تعداد در هکتار و حجم در جنگل-های تخریب یافته شمال کشور به ترتیب برابر ۱۲۶/۲۵ اصله و ۲۳۴/۰۶۲ مترمکعب در هکتار محاسبه شد که همسو با نتایج تحقیق حاضر است. ضمن اینکه نتایج آزمون همبستگی حاکی از این مطلب بود که به علت وجود تخریب در قطعات نمونه، میانگین مشخصه‌های کمی اندازه-گیری شده کاهش یافته است (جدول ۲). در پژوهشی دیگر، Agramont et al. (2012) در جنگل‌های کشور مکزیک نشان دادند که تأثیر تخریب جنگل ناشی از فعالیت‌های انسانی در جهت کاهش سطح و همچنین کاهش تراکم درختان جنگل بوده است که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد. Raudaskoski (۱۴) با بررسی تأثیر تخریب جنگل ناشی از جوامع انسانی و دامی بر روی جنگل‌های کشور پرو بیان کردند که اثر این فعالیت‌ها بر تراکم درختی جنگل و همچنین سطح مقطع برابرسینه تأثیر منفی دارد که تأییدکننده نتایج این تحقیق است. Wassie و همکاران (۲۰) با بررسی اثرات چرای دام و لگد کوبی بر تجدیدحیات درختان در جنگل‌های کشور اتیوپی بیان کردند که چرای دام اثرات منفی قابل توجهی بر جوانه‌زنی بذور، زنده‌مانی و رشد نهال‌ها دارد که متعاقب آن، تراکم و حجم درختان کاهش می‌یابد.

با توجه به اینکه اندازه‌گیری همه متغیرهای موجود در توده‌های جنگلی وقت‌گیر و پرهزینه بوده و امکان اندازه‌گیری همه آن‌ها وجود ندارد (۱۶)، اقدام به ساخت و توسعه مدل‌های مختلف می‌شود که به مدیران جنگل این اجازه را می‌دهد که به طور دقیق‌تر و در مدت زمان کمتری متغیرهای مورد نظر را برآورده کرده و در تصمیم‌گیری‌های خود لحاظ کنند که در بررسی حاضر نیز به مدل‌سازی تخریب جنگل پرداخته شد و نتایج برازش و ارزیابی مدل‌ها نشان داد که مدل رگرسیونی ارائه شده مدل قابل قبولی بوده و مجموعه متغیرهای مستقل (تعداد در هکتار و حجم درختان) قادر هستند که ۶۱/۶ تا ۸۲/۳ درصد از واریانس متغیر وابسته (تخریب جنگل) را برآورد کنند. علاوه بر این، نتایج بررسی آماره نسبت بخت‌ها نشان داد که از متغیرهای وارد شده به مدل، متغیر حجم درختان نسبت به متغیر تعداد در هکتار درختان دارای بالاترین توانایی پیش‌بینی در میزان تخریب جنگل بود. به طور کلی، قطع و برداشت درختان قطور نسبت به درختان کم‌قطر، تأثیر بیشتری در میزان موجودی جنگل دارند و باعث کاهش حجم جنگل می‌شود. به همین دلیل متغیر حجم درختان از توانایی بیشتری در پیش‌بینی متغیر وابسته برخوردار بود. مطالعات مختلفی در ارتباط با کارایی مدل رگرسیون لجستیک در پیش‌بینی متغیرهای مختلف انجام شده است که می‌توان به پژوهش Leites و همکاران (۸) در ارتباط

با مدل‌سازی نسبت تاجی جنگل‌های سوزنی‌برگ ایالات متحده، پژوهش حیدری و همکاران (۵) در ارتباط با مدل‌سازی رابطه بین عوامل رویشگاهی و حضور یا عدم حضور گونه‌های شاخص در جنگل‌های بلوط ایلام، پژوهش Pirbavaghar (۱۳) در ارتباط با مدل‌سازی تخریب جنگل در جنگل‌های غرب گیلان و همچنین پژوهش میرزایی و همکاران (۱۱) که به مدل‌سازی تخریب جنگل ناشی از پدیده خشکیدگی در جنگل‌های دالاب ایلام پرداختند، اشاره کرد. در همه پژوهش‌های مذکور، مدل رگرسیون لجستیک ارائه شده از توانایی و دقت کافی در پیش‌بینی متغیر وابسته برخوردار بوده که همسو با نتایج این پژوهش هستند. مدل رگرسیون بکار رفته در پژوهش حاضر به دلیل تمرکز تخریب، توانایی تبیین تغییرات را با دقت قابل قبول دارد اما با توجه به اینکه الگوی تخرب جنگل در هر منطقه به شرایط آن منطقه بستگی دارد، باید عوامل مؤثر دیگری از جمله خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، مشخصه‌های کیفی جنگل و همچنین شاخص‌های تنوع زیستی در مدل وارد کرد تا اعتبار مدل افزایش یابد؛ زیرا عوامل تأثیرگذار بر تخریب جنگل مربوط به همان منطقه بوده و متفاوت با مناطق دیگر هستند. با توجه به شدت تخریب در منطقه مورد مطالعه هر چه زودتر بایستی اقدامات مدیریتی لازم در جهت جلوگیری و کاهش خسارات بیشتر به جنگل‌های منطقه مورد مطالعه انجام شود. با توجه به اینکه چرای دام و استفاده‌های جنگل‌نشینان از عوامل اصلی تخریب در این مناطق به حساب می‌آید، باید راهکارهایی مدیریتی در راستای کاهش اثرات این دو عامل بر روی تخریب جنگل‌های منطقه باشد. با مقایسه نتایج این پژوهش و عوامل تأثیرگذار بر روند تخریب جنگل در منطقه مورد مطالعه می‌توان بیان کرد که لازم است مطالعات بیشتری برای بررسی عوامل تأثیرگذار بر تخریب جنگل در دیگر مناطق جنگلی انجام شود. زیرا عوامل تأثیرگذار بر تخریب جنگل، مربوط به همان منطقه بوده و با دیگر مناطق به خاطر شرایط اقلیمی و خاکی تفاوت دارند.

تشکر و قدردانی

از رئیس و کارکنان محترم منابع طبیعی سیاهکل به خاطر کمک در برداشت داده‌های صحرایی کمال تشکر و قدردانی را داریم.

منابع مورد استفاده

1. Agramont, A.R., S.F. Maass, G. Bernal, J.I. Hernández, & T. Fredericksen, 2012. Effect of human disturbance on the structure and regeneration of forests in the Nevado de Toluca National Park, Mexico. *Journal of Forestry Research,* 23(1): 39−44.
2. Amini, M. 2009. Deforestation modeling and investigation on relate physiographic and human factors using satellite images and GIS (Case study: Armerdeh forests of Baneh). *Iranian Journal of Forest and Popular Research*, 16(3): 431-443. (In Persian)
3. Booklet of revised forestry plan series 7 Shenroud. 2004. Department of natural resources and watershed Siahkal, 347p. (In Persian)
4. Esther, V., K. Martha, T. Harrison, & O. Lenard, 2014. The impacts of human activities on treespecies richness and diversity in kakmaega forest, Western Kenya. *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 6(6): 428-435.
5. Heydari, M., H. Poorbabaei, O. Esmailzadeh, A. Salehi, & J. Eshaghi Rad, 2015. Indicator plant species in monitoring forest soil conditions using logistic regression model in Zagros Oak (*Quercus brantii* var. persica) forest ecosystems, Ilam city. *Journal of Plant Research*, 27(5): 811-828. (In Persian)
6. Hosmer, D.W., S. Lemeshow, & R.X. Sturdivant, 2013. Applied Logistic Regression. Third Edition. New Jersey: John Wiley & Sons, 528 p.
7. Keenan, J.R., G.R. Reams, F. Achard, V.J. De Freitas, A. Grainger, & E. Lindquist, 2015. Dynamics of global forest area: Results from the FAO Global Forest Resources Assessment 2015. *Forest Ecology and Management*, 352: 9-20.
8. Leites, L.P., A.P. Robinson, & N.L. Crookston, 2009. Accuracy and equivalence testing of crown ratio models and assessment of their impact on diameter growth and basal area increment predictions of two variants of the forest

vegetation simulator. *Canadian Journal of Forest Research*, 39(3): 655-665.
9. Masrouri, E., Sh. Shataei, M.H. Moayeri, J. Soosani, & R. Bagheri, 2015. Modeling of forest degradation extend using physiographic and socio-economic variables (case study: a part of kaka-reza district in Khoram-Abad). *Ecology of Iranian Forests*, 3(5): 20-30. (In Persian)
10. Mirzaei, M., A.E. Bonyad, H. Pourbabaei, & M. Mohebi Bijarpasi, 2016. Frequencies evaluation in estimation of tree species diversity in degraded forests (case study: Kouhmian forests, Azadshahr, Golestan province). *Journal of Forest and Wood Products*, 68(4): 971-979. (In Persian)
11. Mirzaei, M., A.E. Bonyad, R. Akhavan, & R. Naghdi, 2019. Decline modelling of *Quercus brantii* under effects of physiographic factors in Dalab forests of Ilam. *Journal of Forest Research and Development*, 5(2): 329-342. (In Persian)
12. Pampel, F.C. 2000. Logistic regression: A primer. Sage University Papers Series on Quantitative Applications in the Social Sciences, 07-132. Thousand Oaks, CA, Sage Publications.
13. Pirbavaghar, M. 2015. Deforestation modelling using logistic regression and GIS. *Forest Science*, 61(5): 193-199.
14. Rauduskoski, A. 20014. Human disturbance on polylepis mountain forests in peruvan Andes. Department of Biological and Environmental Science, University of Jyvaskyla, 328 p.
15. Rezvani, M. & F. Hashemzadeh, 2013. Investigating the effective factors on forest degradation and impact of moving out livestock from district 14 of the northern forests of Iran: an environmental and economic perspective (Fuman). *Journal of Wood & Forest Science and Technology*, 20(3): 125-138. (In Persian)
16. Temesgen, H., V. Lemay, & S.J. Mitchell, 2005. Tree crown ratio models for multi-species and multi-layered stands of southeastern British Columbia. *The Forestry Chronicle*, 81(1): 133–141.
17. Tohidy, M., J. Jalali, F. Yazdian, M.N. Adel, R. Jiroudnezhad, M.R. Azarnoosh, & J.S. Kuhestani, 2019. Effects of livestock and forest dweller exclusion on natural regeneration in Abbas-Abad forest, Mazandaran province. *Journal of Human & Environment*, 47(4): 139-158. (In Persian)
18. Top, N., N. Mizoue, S. Ito, & S. Kai, 2009. Effects of population density on forest structure and species richness and diversity of trees in Knmpong Thom Province, Cambodia. *Biodiversity Conservation*, 18: 717- 738.
19. Vu, Q.M., Q.B. Le, E. Frossard, P.L.G. Vlek, 2014. Socio-economic and biophysical determinants of land degradation in Vietnam: An integrated causal analysis at the national level. *Land Use Policy*, 36: 605-617.
20. Waisse, A., F.J. Sterck, D. Teketay, & F. Bongers, 2009. Effects of livestock exclusion on tree regeneration in Chuch forest of Ethiopia. *Forest Ecology and Management*, 257: 765-772.

IJAE
Iranian Journal of Applied Ecology

Modeling the Degradation of Hyrcanian Forests Using Logestic Regression Method (Case Study: Shenrood Forests, Guilan)

H. Poorbabaei[1*], A. Poorrostam[2] and A. Salehi[3]

(Received: August 30-2022; Accepted: November 12-2022)

Abstract

Having accurate quantitative and qualitative information about the state of forest stands, is necessary for any basic management and planning, to reduce the effects of forest degradation. The current study aimed to model the destruction of Hyrcanian forests under the effects of density and volume (per hectare) variables, using logistic regression. In total, 252 plots of 1000 m^2 area were measured. In each sample plot, species name, Diameter at Breast Height (DBH), height, density, volume and the presence or absence of forest degradation were measured and recorded. To model forest degradation, logistic regression model was utilized and Omnibus test, log-likelihood and pseudo r-square (Cox&Snell and Nagelkerke) coefficients were used to evaluate the model. Results showed that the mean of density and volume of trees were 136.8 tree and 239.9 m^3/ha, respectively. In addition, the results indicated that 46.82% of the study area was degraded. The results of correlation test showed that there was a srtong negative correlation between quantitative variables and the forest degradation. The independent variables of density and volume of trees were respectively explained 61.6 to 82.3% of the variance of the dependent variable (forest degradation). Among the input variables of the regression model, the effects of density and volume were significant on the forest degradation and it was possible to predict the changes of dependent variables (presence or absence of forest degradation).

Keywords: Degradation modeling, Logestic regression, Structure changes, Shenrood forests of Guilan

1. Professor, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Iran.
2. PhD Student, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Iran.
3. Assistant Professor, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Iran.
*: Corresponding Author, Email: HPourbabaei@gmail.com