



دانشگاه گیلان و منابع طبیعی گیلان

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل  
جلد بیست و سوم، شماره سوم، ۱۳۹۵  
<http://jwfst.gau.ac.ir>

## بررسی الگوی مکانی تغییرات پوشش جنگلی با استفاده از رگرسیون لجستیک در شهرستان ملکشاهی

\* وحید میرزایی‌زاده<sup>۱</sup>، علی مهدوی<sup>۲</sup>، عبدالعلی کرمشاهی<sup>۳</sup> و علی اکبر جعفرزاده<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> دانش‌آموخته کارشناسی ارشد جنگل‌داری، دانشگاه ایلام، <sup>۲</sup> دانشیار گروه علوم جنگل، دانشگاه ایلام،

<sup>۳</sup> استادیار گروه جنگل‌داری، دانشگاه ایلام، <sup>۴</sup> دانشجوی دکتری جنگل‌داری، دانشگاه ایلام

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۸/۲۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۶/۲۴

### چکیده

**سابقه و هدف:** به منظور بررسی الگوی مکانی تغییر پوشش جنگلی برای شهرستان ملکشاهی در استان ایلام طی دوره ۱۳۵۵ تا ۱۳۹۳ از روش مدل‌سازی رگرسیون لجستیک استفاده شد. مدل رگرسیون لجستیک قادر است ارتباط بین تغییر پوشش جنگلی (متغیر وابسته) و عوامل مؤثر بر آن (متغیرهای مستقل) را به خوبی تبیین کند.

**مواد و روش‌ها:** برای بررسی تغییرات پوشش جنگلی، تصاویر ماهواره لندست ۱ سنجنده MSS مربوط به سال ۱۳۵۵ و تصاویر ماهواره لندست ۸ سنجنده OLI مربوط به سال ۱۳۹۳ مورد پردازش و طبقه‌بندی قرار گرفتند. تصاویر مورد بررسی به دو طبقه جنگل و غیر جنگل طبقه‌بندی شدند. به منظور بررسی عوامل تخریب، نقشه تغییر پوشش جنگلی با متغیرهای مکانی فیزیوگرافی و انسانی وارد مدل شد.

**یافته‌ها:** ارزیابی مدل رگرسیونی برازش داده شده با شاخص‌های ROC (معادل ۰/۸۲۱۰) و Pseudo- $R^2$  (معادل ۰/۲۵۱۴) بیانگر قابلیت بالای مدل جهت توصیف تغییرات و تعیین مناطق مستعد تغییر

---

\*مسئول مکاتبه: [vahidmirzaei6764@gmail.com](mailto:vahidmirzaei6764@gmail.com)

می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد که در طول دوره ۳۸ سال حدود ۲۶۴۹۱/۹ هکتار از سطح جنگل‌های منطقه کاسته شده است.

**نتیجه‌گیری:** با توجه به نتایج مدل‌سازی مشخص شد که به ترتیب عوامل ارتفاع از سطح دریا، عمق خاک، فاصله تا حاشیه جنگل، جهت شیب، شیب زمین، فاصله تا آبراهه، توزیع پراکنش جمعیتی، فاصله تا جاده و روستا بیشترین تأثیر را بر کاهش پوشش جنگلی در شهرستان ملکشاهی دارند. نتایج این تحقیق می‌تواند در برنامه‌ریزی‌های آتی منطقه که با تغییرات پوشش گیاهی / کاربری اراضی مرتبط است، مدنظر قرار گیرد.

**واژه‌های کلیدی:** مدل‌سازی الگوی مکانی، تغییر پوشش جنگلی، رگرسیون لجستیک، شهرستان ملکشاهی

#### مقدمه

کاربری زمین همواره یکی از مهم‌ترین عواملی بوده است که انسان از طریق آن محیط‌زیست خود را تحت تأثیر قرار داده است. کاربری فعالیت کلیدی است که انسان از طریق مصرف منابع طبیعی موجبات رشد و توسعه اجتماعی- اقتصادی خود را فراهم کرده و در عین حال ساختارها و فرآیندهای موجود در محیط‌زیست را تغییر می‌دهد (۱۷). تغییرات کاربری زمین نتیجه برهمکنش پیچیده شاخص‌های فیزیکی، زیستی، اقتصادی و اجتماعی است در اغلب موارد، این عوامل تأثیر زیادی روی فرآیندهای فرسایشی، افزایش رواناب سطحی و تغییرات در تنوع زیستی دارند (۳۸ و ۴۲). از نظر تاریخی مهم‌ترین تغییر کاربری زمین که انسان انجام داده، از میان بردن جنگل‌ها و تبدیل آن‌ها به اراضی کشاورزی و سکونت‌گاه‌ها بوده است (۲۷). ارزش‌های مربوط به کالاها و خدماتی که اکوسیستم‌های جنگلی ارائه می‌دهد بر کسی پوشیده نیست. جنگل‌ها محدوده وسیعی از خدمات اکوسیستمی، از متعادل کردن چرخه کربن گرفته تا حفظ و تنظیم چرخه آب و حفظ ذخایر ژنتیکی و بسیاری مواد شناخته‌شده و ناشناخته دیگر را ارائه می‌دهند (۵۱). کاهش کمی و کیفی جنگل را تخریب جنگل می‌نامند. پدیده‌های ناشی از عوامل طبیعی (جوی و حوادث طبیعی) یا مصنوعی (انسانی و موجودات زنده) باعث از بین رفتن جنگل‌ها می‌شوند. تخریب جنگل‌ها طی چند دهه اخیر روند افزایشی به خود گرفته و به‌عنوان یکی از مباحث بحرانی در سراسر جهان و به‌ویژه ایران در

بسیاری از محافل مربوطه مطرح شده است. اطلاعات مربوط به این تغییرات، اساسی‌ترین منابع برای طراحان و تصمیم‌گیرندگان مدیریت منابع جنگلی خواهد بود. جنگل‌های زاگرس که تحت عنوان جنگل‌های نیمه‌خشک طبقه‌بندی شده‌اند با پنج میلیون هکتار وسعت، ۴۰ درصد کل جنگل‌های ایران را به خود اختصاص داده‌اند (۲۹). جنگل‌های بلوط غرب کشور از نظر وسعت و مسایل زیست‌محیطی، حفظ منابع آب و خاک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده که طی دهه‌های گذشته به دلیل اثر عوامل اقتصادی و اجتماعی، نبود اعمال مدیریت جامع منابع طبیعی، توان تولیدی خود را از دست داده به طوری که این روند آینده جنگل‌های منطقه را به مخاطره افکنده است (۲). در نتیجه مدیریت و برنامه‌ریزی این جنگل‌ها با مشکلات فراوانی همراه است که کمبود مطالعات و بررسی‌های لازم در این منطقه به مسئله فوق دامن می‌زند. جهت مدیریت و حفاظت پایدار منابع جنگلی دانستن مقدار و محل جنگل‌زدایی، سرعت و مساحت آن و دلایل و علل کاهش پوشش جنگلی ضروری است. مشخص کردن صحیح و به موقع تغییرات در پدیده‌هایی که در سطح زمین رخ می‌دهد، پایه و اساس درک رابطه بین کارکردهای انسانی و رخدادهای طبیعی و استفاده از منابع طبیعی است. به‌طور کلی تعیین تغییرات شامل کاربرد داده‌های چند زمانه در بررسی اثرات زمان بر روی پدیده‌هاست. تعیین تغییرات با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای به یکی از زیرشاخه‌های مهم در علم جنگل‌داری تبدیل شده است و ابزاری برای نظارت و کنترل انواع تغییرات در اکوسیستم‌های جنگلی هست (۴۶). دانشمندان و تکنسین‌های GIS و سنجش از دور ابزارهای مناسبی جهت پاسخگویی به این سؤالات دارند. خصوصیات نظیر فراهم ساختن دید وسیع و یکپارچه از منطقه، تکرارپذیری، تسهیل جمع‌آوری اطلاعات و صرفه‌جویی در زمان از جمله ویژگی‌هایی است که استفاده از اطلاعات کسب‌شده به کمک فناوری سنجش از دور را برای بررسی تغییرات و مدل‌سازی پوشش جنگلی نسبت به سایر روش‌ها ارجحیت می‌بخشد (۲۰). ضمن این‌که توانایی‌های تجزیه و تحلیل سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌تواند بستر تحلیل نوع، موقعیت و میزان کاهش پوشش جنگلی را فراهم آورد. بنابراین آشکارسازی تغییرات پوشش جنگلی با استفاده از داده‌های سنجش‌ازدور در محیط GIS می‌تواند شناخت مناسبی از چگونگی تغییرات پوشش جنگلی را ارائه داده و در مدیریت آن راهکارهای مناسبی را پیشنهاد دهد (۶).

یکی از ابزارهای مورد استفاده برنامه‌ریزان در جهت کنترل کاهش پوشش جنگلی و ارتباط آن با عوامل مؤثر بر آن مدل‌ها هستند. مدل‌ها ابزارهایی مفیدند که تکمیل‌کننده ذهن بشر برای تجزیه و تحلیل

تغییرات کاربری اراضی و گرفتن تصمیمات آگاهانه‌ترند. مدل‌های تغییر کاربری را می‌توان به سه گروه عمده تقسیم‌بندی نمود: مدل‌های تخمین تجربی، مدل‌های شبیه‌سازی پویا و مدل‌های شبیه‌سازی مبتنی بر قاعده (۱۸). روش‌های تخمین تجربی با به‌کارگیری تکنیک‌های آماری ارتباط بین کاهش پوشش جنگلی و عوامل مؤثر بر آن را مدل‌سازی می‌کنند. رگرسیون لجستیک یکی از مدل‌های تجربی است که بین کاهش پوشش جنگلی (به‌عنوان متغیر وابسته) و عوامل مؤثر بر آن (به‌عنوان متغیرهای مستقل) مدل احتمالاتی را برازش می‌دهد. بر مبنای این مدل می‌توان ارتباط بین متغیرها را تبیین نمود، اهمیت نسبی متغیرهای شاخص را برآورد کرد و نقشه احتمال تغییر پوشش جنگلی را استخراج کرد (۲۴). با توجه به اهمیت جنگل‌های غرب کشور در حفاظت خاک و جلوگیری از فرسایش‌های مختلف و ضرورت حفظ این جنگل‌ها به‌منظور نگه‌داشت ذخایر ژنتیکی و تنوع زیستی برای نسل‌های آینده به شکلی پایدار، آگاهی از میزان و موقعیت کاهش پوشش جنگل و مدل‌سازی آن برای به‌دست آوردن یک الگوی مناسب به‌منظور پیش‌بینی پراکنش مکانی مناطق در معرض تخریب و جلوگیری از این روند فزاینده توسط برنامه‌ریزان و مدیران بخش منابع طبیعی بسیار ضروری می‌باشد.

در سال‌های اخیر، به‌دلیل دسترسی آسان به تصاویر ماهواره‌ای و قابلیت‌های GIS مدل‌سازی تغییرات پوشش اراضی و پیش‌بینی آن در آینده رایج شده و در این زمینه تحقیقات بسیاری انجام شده است:

جعفرزاده و آرخی (۲۰۱۲) به شبیه‌سازی تخریب در جنگل‌های شمال ایلام پرداختند با توجه به نتایج حاصل از مدل رگرسیون لجستیک مشخص شد که در قطعات جنگلی گسسته و در مناطق نزدیک به مرز جنگل و غیر جنگل تخریب بیشتری صورت گرفته است. هم‌چنین متغیرهای شیب، فاصله از مراکز جمعیتی و جاده با مقدار تخریب رابطه عکس دارند و با افزایش ارتفاع از سطح دریا در این منطقه تخریب کاهش می‌یابد (۲۱). میراندا و همکاران (۲۰۱۲) اقدام به مدل‌سازی مناطق مستعد تغییر پوشش جنگلی با استفاده از رگرسیون لجستیک در جنگل‌های بارانی شمال مکزیک نمودند، نتایج حاصله نشان داد که منطقه مورد مطالعه به‌شدت مستعد تغییر پوشش جنگلی و کاربری زمین است و افزایش روزافزون جمعیت و استفاده بی‌رویه و غیراصولی از منابع جنگلی در منطقه را عوامل اصلی تغییر پوشش جنگلی بیان کرده‌اند (۳۴). زارع گاریزی و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه‌ای به کاربرد روش رگرسیون لجستیک در مدل‌سازی الگوی مکانی احتمال تغییر پوشش گیاهی در حوزه آبخیز چهل جای استان گلستان پرداختند که نتایج حاکی از این بود که متغیرهای فاصله از حاشیه

جنگل، فاصله تا جاده و فاصله تا روستا، شیب زمین و فاصله تا آبراهه به ترتیب بیشترین اهمیت را در ارتباط با تغییر پوشش جنگلی در حوضه آبخیز مورد مطالعه داشته‌اند (۵۲). چی فرن چن و همکاران (۲۰۱۳) اقدام به آشکارسازی تغییرات چند دهه گذشته و پیش‌بینی وضعیت جنگل‌های مانگرو در هندوراس با استفاده از تصاویر لندست و مدل زنجیره مارکوف کردند. آن‌ها به بررسی تغییرات مکانی و زمانی جنگل‌های حرا در هندوراس با استفاده از تصاویر ماهواره لندست در طول دوره ۱۹۸۵-۱۹۹۶، ۱۹۹۶-۲۰۰۲ و ۲۰۰۲-۲۰۱۳ پرداختند (۷). حسین زاده و همکاران (۲۰۱۳) اقدام به مدل‌سازی تغییرات گستره جنگل و بررسی عوامل مؤثر بر آن با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک در حوضه‌های آبخیز واز و لاویج کردند. در این مطالعه آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی طی دوره زمانی ۱۳۶۷ تا ۱۳۸۵ با استفاده از تصاویر لندست نشان داد که مساحت اراضی جنگلی دو حوضه کاهش یافته است. اجرای مدل رگرسیون لجستیک در دو حالت متغیرهای مستقل گسسته و متغیرهای مستقل پیوسته انجام شد. ضرایب به دست آمده از اجرای مدل در حالت گسسته، نشان‌دهنده احتمال وقوع بیشتر تخریب گستره جنگلی در فاصله ۰-۱۰۰ متری از روستا می‌باشد. اجرای مدل در حالت پیوسته نیز، ارتباط منفی متغیر وابسته را با متغیرهای مستقل نشان می‌دهد (۱۹). عزیزی قلاتی و همکاران (۲۰۱۴) اقدام به مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش رگرسیون لجستیک در مدل LCM در کوهمره سرخی استان فارس کردند. نتایج آشکارسازی تغییرات نشان داد که بیشترین کاهش سطح در اراضی جنگلی رخ داده است. براساس این تغییرات و انتخاب ده متغیر مستقل، مدل‌سازی پتانسیل تبدیل کاربری با استفاده از روش رگرسیون لجستیک را انجام دادند. نتایج نشان‌دهنده قابلیت بالای این مدل برای پیش‌بینی تبدیل کاربری است (۴). غلامعلی فرد و همکاران (۲۰۱۴) به مقایسه مدل‌های رگرسیون لجستیک و شبکه عصبی مصنوعی در مدل‌سازی تجربی پتانسیل انتقال تغییر پوشش سرزمین سواحل استان مازندران پرداختند. صحت مدل‌سازی با استفاده از ضریب کاپا ارزیابی شد. نتایج حاصل از ضرایب کاپا نشان داد که مدل رگرسیون لجستیک (۰/۸۴۵۶) دقت بالاتری نسبت به پرسپترون چندلایه شبکه عصبی مصنوعی (۰/۸۲۷۶) دارد و خطی کردن متغیرها، تأثیر زیادی در افزایش صحت مدل در منطقه مورد مطالعه نداشته است (۱۴). راکش کومار و همکاران (۲۰۱۴) به بررسی تغییرات پوشش جنگل و مدل‌سازی آن با استفاده از رگرسیون لجستیک در بخشی از استان چتیسگر هندوستان اقدام نمودند. این مطالعه با استفاده از تصاویر ماهواره لندست در فاصله سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۰ انجام شد و اقدام به پیش‌بینی پوشش جنگلی سال ۲۰۱۰ با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک شد. در این مطالعه فاصله تا حاشیه جنگل بیشترین تأثیر را بر جنگل زدایی داشته است و ROC معادل ۰/۸۷ دقت

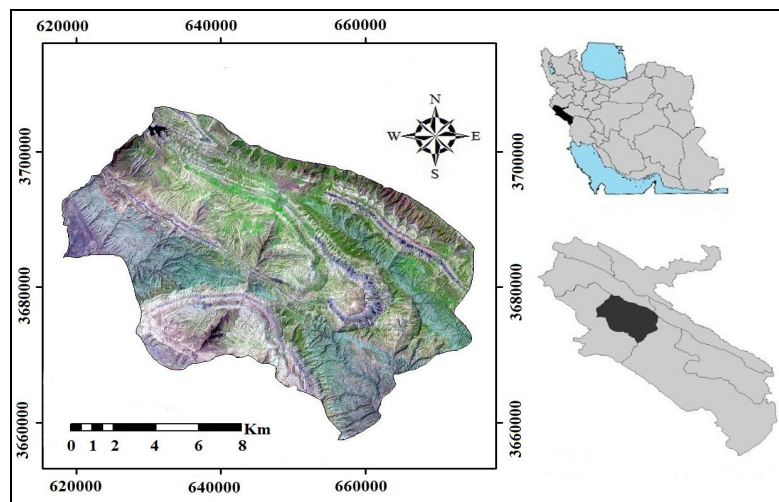
قابل مدل را تأیید می‌کند (۴۴). پیرباوقار (۲۰۱۵) اقدام به مدل‌سازی تخریب جنگل با استفاده از مدل رگرسیون رگرسیون در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی در فاصله سال‌های ۱۹۷۶ تا ۱۹۹۴ در غرب استان گیلان نمود. مدل رگرسیونی حاصل نشان داد که جنگل‌زدایی تابعی از شیب، فاصله از جاده‌ها و مناطق مسکونی است، به طوری که نقش عوامل فاصله از مناطق مسکونی و جاده بیشتر از درصد شیب می‌باشد و در نهایت نقشه احتمال کاهش پوشش جنگلی در آینده در شش طبقه تهیه شد (۳۹).

شهرستان ملکشاهی یکی از مناطق مهم و در عین حال بحرانی از نظر تغییر کاربری اراضی و کاهش سطح عرصه‌های جنگلی در استان ایلام به‌شمار می‌رود. با عنایت به این موضوع که جهت مدیریت و حفاظت پایدار منابع جنگلی دانستن دلایل و علل کاهش آن از ضروریات می‌باشد لذا بررسی این موضوع مورد توجه مسئولان و بخش‌های تحقیقاتی قرار گرفته است. شناخت و جمع‌آوری اطلاعات مربوط به عواملی که در وقوع تخریب نقش مؤثری دارند، اولین مرحله مطالعه مدل‌سازی تخریب جنگل است. در این مطالعه تعیین این عوامل از طریق مصاحبه با کارشناسان، افراد بومی منطقه، نتایج تحقیقات گذشته در مناطق مشابه و پیمایش‌های صحرائی به‌صورت مستقیم صورت گرفت. پس از بررسی‌های انجام‌شده در منطقه مورد مطالعه، نه عامل در تخریب جنگل‌های منطقه مهم‌تر و مؤثرتر شناخته شدند که به‌ترتیب شامل: عوامل ارتفاع از سطح دریا، کیفیت خاک، پراکنش جمعیت، جهت شیب، فاصله تا آبراهه، شیب زمین، فاصله تا روستا، فاصله تا جاده و حاشیه جنگل می‌باشند. نقشه‌های شیب، جهت و ارتفاع از سطح دریا، از روی مدل رقومی ارتفاع منطقه به‌دست آمد. با طبقه‌بندی مجدد مدل رقومی ارتفاع به طبقات ۴۰۰ متری، نقشه طبقات ارتفاعی در ۵ طبقه تولید شد. برای تعیین دقیق ارتباط احتمالی عامل شیب با پدیده تخریب و یا به‌بیان‌دیگر برای تعیین میزان تأثیر شیب بر تشدید و یا کاهش اثر سایر عوامل مخرب، نقشه شیب به ۵ طبقه، ۱۰-۰ درصد، ۲۰-۱۰ درصد، ۳۰-۲۰ درصد، ۴۰-۳۰ درصد و بیشتر از ۴۰ درصد طبقه‌بندی شد. همچنین نقشه جهت به ۵ طبقه شامل ۴ جهت اصلی جغرافیایی (شمال، جنوب، شرق و غرب) و یک طبقه شامل مناطق مسطح (بدون جهت) تهیه گردید. طبقه‌بندی نقشه‌های شیب، جهت و ارتفاع از سطح دریا با توجه به شرایط منطقه مورد مطالعه و هدف تحقیق انجام گرفت. با توجه به تعداد و پراکندگی خاص مناطق مسکونی و جاده‌ها و آبراهه‌های موجود در سطح منطقه، تعداد ۱۵ حریم، ۲۰۰ متری از مناطق مسکونی و ۱۵ حریم ۱۰۰ متری از جاده‌ها و ۱۰ حریم ۱۰۰ متری از آبراهه‌ها ایجاد شده که به ساختار رستری تبدیل شدند تا برای استفاده در تجزیه و تحلیل‌های مکانی مناسب باشند. نقشه عمق خاک منطقه با سه طبقه مناطق دارای خاک‌های بسیار کم عمق، کم عمق و نیمه عمیق در محیط GIS تهیه شد. با توجه اطلاعات

به دست آمده از آمارنامه‌های مربوط به دوره مورد مطالعه وضعیت کلی جمعیت شهرستان نقشه توزیع پراکنش جمعیت شهرستان با سه طبقه کم جمعیت، متوسط و پر جمعیت تهیه شد. اهداف این تحقیق عبارت‌اند از: بررسی میزان تغییرات پوشش جنگلی در شهرستان ملکشاهی، تهیه نقشه پراکنش مکانی تغییرات و برازش مدل رگرسیون لجستیک جهت بررسی عوامل در تغییر پوشش جنگلی و تهیه نقشه احتمال تغییر پوشش جنگلی در منطقه مورد مطالعه.

### مواد و روش‌ها

**منطقه مورد مطالعه:** شهرستان ملکشاهی با وسعت  $160030/35$  هکتار یکی از شهرستان‌های استان ایلام می‌باشد. در مختصات جغرافیایی  $46$  درجه و  $16$  دقیقه  $15$  ثانیه الی  $46$  درجه و  $52$  دقیقه  $48$  ثانیه طول شرقی و  $32$  درجه و  $5$  دقیقه  $4$  ثانیه الی  $32$  درجه و  $30$  دقیقه  $54$  ثانیه عرض شمالی واقع شده است (شکل ۱). جنگل‌های منطقه عمدتاً جز جوامع جنگلی مناطق خشک و نیمه خشک سلسله جبال زاگرس بوده و تیپ غالب جوامع جنگلی در اکثر مناطق گونه بلوط ایرانی است. پسته وحشی (بنه)، زالک، بادام کوهی، داغداغان و کیکم سایر گونه‌های جنگلی را تشکیل می‌دهند. جوامع جنگلی در شهرستان ملکشاهی در دامنه ارتفاعی بین  $450$  تا  $2600$  متر از سطح دریا رویش پراکنش دارند.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی شهرستان ملکشاهی در استان ایلام و ایران.

Figure 1. The location of the Malekshahi county in Ilam province and Iran.

**داده‌های مورد استفاده:** در این پژوهش از داده‌های سنجش از دور شامل تصاویر ماهواره لندست ۱ سنجنده MSS (گذر ۱۸۰ و ردیف ۳۷) مربوط به تیرماه سال ۱۳۵۵ و تصاویر ماهواره لندست ۸ سنجنده OLI (گذر ۱۶۷ و ردیف ۳۷) مربوط به اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۳ استفاده شد. همچنین نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰۰ مربوط به سال ۱۳۷۵ تهیه شده توسط سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح برای ایجاد مدل رقومی ارتفاع (DEM)، انتخاب نقاط کنترل زمینی جهت انجام تصحیحات هندسی و ارزیابی صحت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای و همچنین تهیه داده‌های رقومی فاصله تا حاشیه جنگل، جاده، روستا و آبراهه استفاده گردید.

برای تهیه نقشه عمق خاک منطقه مورد مطالعه از نقشه قابلیت اراضی تهیه شده برای استان ایلام با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ استفاده شد. نقشه عمق خاک منطقه با سه طبقه مناطق دارای خاک‌های بسیار کم عمق، کم عمق و نیمه عمیق در محیط GIS تهیه شد. جهت تهیه نقشه پراکنش جمعیت شهرستان ملکشاهی از جدول تغییرات جمعیت شهرهای استان ایلام طی دوره ۴۰ ساله (۱۳۳۵-۱۳۷۵) و آمارنامه سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۹۰ تهیه شده توسط مرکز آمار ایران استفاده گردید. که در آمارنامه‌های فوق و جدول تغییرات جمعیت شهرهای استان ایلام جمعیت شهرها و روستاهای واقع در شهرستان در طول این مدت ذکر شده که با توجه به این اطلاعات و وضعیت کلی جمعیت شهرستان، نقشه پراکنش جمعیت شهرستان با سه طبقه کم جمعیت، متوسط و پرجمعیت تهیه شد. مناطق کم جمعیت دارای جمعیتی از ۱ تا ۶۰۰ نفر، مناطق با جمعیت متوسط دارای جمعیتی از ۶۰۰ تا ۱۶۰۰ نفر و مناطق پرجمعیت از ۱۶۰۰ نفر بیشتر می‌باشند.

### روش تحقیق

**تصحیح هندسی:** به منظور اعمال تصحیح هندسی بر روی تصویر سال ۱۳۹۳ با استفاده از نقشه به تصویر تعداد ۳۲ نقطه کنترل زمینی بر روی لایه‌های وکتوری جاده‌ها و آبراهه‌ها استخراج شده از نقشه‌های توپوگرافی و همچنین نقاط مرجع زمینی ثبت شده با GPS استفاده شد و نقاط متناظر آن‌ها بر روی تصویر تعیین شد پس از به‌کارگیری روش نا پارامتری چندجمله‌ای و حذف نقاط نامناسب، تصحیح هندسی با تعداد ۲۵ نقطه کنترل زمینی و میزان خطای ریشه میانگین مربعات (RMSE) ۰/۲۹ پیکسل صورت گرفت. جهت تصحیح هندسی تصویر سال ۱۳۵۵ نیز پس از اصلاح تصویر سال



۱۳۹۳، با استفاده از روش تصویر به تصویر و با ۲۶ نقطه کنترل زمینی و خطای ریشه میانگین مربعات ۰/۳۱ پیکسل تصحیحات هندسی انجام گرفت. همچنین عمل نمونه‌گیری مجدد با استفاده از روش نزدیک‌ترین همسایه به‌منظور جلوگیری از تغییر ارزش‌های طیفی تصاویر به‌کار گرفته شد. تهیه نقشه گستره جنگل: برای تهیه نقشه‌های گستره جنگل منطقه مورد مطالعه از تصاویر ماهواره لندست ۱ سنجنده MSS مربوط به سال ۱۳۵۵ و لندست ۸ سنجنده OLI مربوط به سال ۱۳۹۳ استفاده شد. در این مطالعه از روش طبقه‌بندی نظارت شده برای تهیه نقشه‌های گستره جنگل استفاده شد.

اولین گام در طبقه‌بندی نظارت شده تعریف مناطقی است که به‌عنوان نمونه‌های تعلیمی برای هر کلاس استفاده می‌شوند (۱۲). برای تهیه نمونه‌های تعلیمی مربوط به سال ۱۳۵۵ با تفسیر بصری تصویر ترکیب رنگی کاذب و با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰، نمونه‌های تعلیمی برای هر کلاس تعریف شد. جهت تهیه نمونه‌های تعلیمی مربوط به سال ۱۳۹۳ اقدام به برداشت زمینی موقعیت نمونه‌های تعلیمی با استفاده سیستم موقعیت‌یاب جهانی (GPS) از منطقه مورد مطالعه گردید. با توجه به هدف مطالعه در طبقه‌بندی (جنگل و غیرجنگل) نمونه‌های تعلیمی متناسب با پوشش هرکدام از طبقات، در منطقه به تعداد لازم و پراکنش متناسب در سطح منطقه انتخاب شده‌اند. پس از مرحله تعیین نمونه‌های تعلیمی، نوبت به طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای می‌رسد که در تحقیق حاضر از روش‌های طبقه‌بندی نظارت شده ماشین بردار پشتیبان<sup>۱</sup>، حداکثر احتمال، حداقل فاصله از میانگین و فاصله ماهالانویی استفاده گردید. پس از انجام دادن طبقه‌بندی تصاویر هر سال با چهار روش طبقه‌بندی ذکر شده، تصویر با صحت بالاتر جهت انجام عملیات‌های بعدی انتخاب و مورد استفاده قرار گرفت. در این مطالعه روش طبقه‌بندی نظارت شده ماشین بردار پشتیبان که از روش‌های جدید جهت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای به‌منظور استخراج نقشه کاربری اراضی است (۲۲) به‌عنوان دقیق‌ترین روش معرفی شد. این روش به‌علت توانایی در به‌کارگیری بهینه از داده‌های تعلیمی، در اغلب موارد توانسته است طبقه‌بندی را از بسیاری روش‌های رایج با دقت مطلوب‌تری انجام دهد (۳۷). این مزیت سبب کاهش هزینه‌ها و افزایش سرعت کار می‌شود (۱۶).

---

1- Support vector machine

ارزیابی صحت طبقه‌بندی تصاویر: لازمه استفاده از نوع اطلاعات موضوعی، آگاهی از درستی و صحت آن است. بعد از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای با چهار روش طبقه‌بندی ذکر شده، اقدام به ارزیابی صحت طبقه‌بندی می‌گردد. در تحقیق حاضر از ضرایب صحت کلی، ضریب کاپا، صحت تولیدکننده، صحت کاربر، خطای کمسیون<sup>۱</sup> (ردیف هر طبقه در ماتریس خطا) که مربوط به تعداد پیکسل‌هایی است که به خطا به طبقات اختصاص یافته‌اند و خطای امیسیون<sup>۲</sup> (ستون هر طبقه در ماتریس خطا) که مربوط به پیکسل‌هایی است که به‌عنوان طبقه واقعی خود شناسایی و طبقه‌بندی نشده‌اند (۹)؛ جهت بررسی صحت طبقه‌بندی استفاده گردید.

در این تحقیق برای تعیین صحت نقشه‌های حاصل از طبقه‌بندی داده‌های ماهواره‌ای مربوط به سال ۱۳۹۳ و با استفاده از روش نمونه‌برداری منظم تصادفی، یک شبکه نمونه‌برداری ۱۰۰۰ متری طراحی و بر روی نقشه منطقه پیاده شد و با در نظر گرفتن موقعیت مکانی محل قطعات نمونه در روی زمین، نوع پوشش سطح زمین از نظر جنگل و غیر جنگل در ۱۲ آری تعیین شد. در روی زمین موقعیت نمونه‌ها با استفاده از دستگاه موقعیت‌یاب جهانی با دقت بالا پیاده و نوع پوشش زمینی در محل نمونه‌ها مشخص گردید. برای تهیه نقشه واقعیت زمینی سال ۱۳۵۵، با استفاده از تفسیر بصری، نقاط کنترل زمینی‌ای که در طول زمان تغییر نکرده‌اند (مانند اراضی ای که در طول مدت مورد مطالعه براساس نظر افراد بومی همان کاربری قبلی خود را حفظ کرده‌اند مثل اراضی کشاورزی، محدوده روستاها و یا مناطق جنگلی بدون تغییر و...) برداشت گردید (۵۰). برای سال ۱۳۹۳ در مجموع ۵۸۰ نقطه و برای سال ۱۳۵۵ در مجموع ۳۴۸ نقطه از منطقه مورد مطالعه برداشت شد و از آن‌ها دو نقشه واقعیت زمینی با ساختار رستری تهیه شد.

مدل‌سازی رگرسیونی تغییر پوشش جنگلی: در این مطالعه از نرم‌افزار SPSS برای اجرای مدل رگرسیون لجستیک به روش گام به گام<sup>۳</sup> یا روش پیش رونده پلکانی<sup>۴</sup> استفاده شد. رگرسیون لجستیک نوع خاصی از رگرسیون‌های چندگانه است که در آن متغیر وابسته، گسسته است. اگر متغیر وابسته دارای ارزش دوتایی باشد، فقط ارزش صفر یا یک می‌گیرد که ارزش یک نشان‌دهنده وقوع رویداد و

- 
- 1- Commision
  - 2- Ommision
  - 3- Stepwise
  - 4- Forward conditional

ارزش صفر نشان‌دهنده عدم وقوع رویداد است؛ بنابراین معادله حاصل از رگرسیون لجستیک به صورت زیر است:

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

در اینجا،  $p$  متغیر وابسته؛  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  متغیرهای مستقل؛  $a$  ضریب معادله رگرسیون (عرض از مبدأ) و  $b_1, b_2, b_3, \dots, b_n$  ضرایب هر یک از متغیرهای مستقل است (۲۴).

در این مطالعه نقشه تغییرات پوشش جنگلی به‌عنوان متغیر وابسته و داده‌های رقومی ارتفاع از سطح دریا، کیفیت خاک، پراکنش جمعیت، شیب زمین، جهت شیب زمین، فاصله تا حاشیه جنگل، فاصله تا جاده، فاصله تا روستا و فاصله تا آبراه به‌عنوان پارامترهای مؤثر در روند تغییرات پوشش جنگلی به‌عنوان متغیرهای مستقل در برقراری رابطه رگرسیون لجستیک به‌کار گرفته شد. سپس با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک، نقشه رستری احتمال تغییر پوشش جنگلی برای شهرستان ملکشاهی تهیه گردید. لازم بذکر است که این فرآیند در محیط نرم‌افزار Idrisi Selva انجام گردیده است.

شاخص‌های ارزیابی مدل رگرسیون لجستیک: شاخص ROC<sup>۱</sup> به صورت عددی بین ۰-۱ بیان می‌شود که از منحنی ROC به دست آمده می‌آید. هنگامی که بین نقشه واقعی و نقشه حاصل از مدل تطابق کامل وجود داشته باشد شاخص ROC برابر با یک خواهد بود. ارزش ۰/۵ برای این شاخص بیان‌کننده تصادفی بودن موقعیت‌هاست و نشان می‌دهد ارزش سلول‌ها در نقشه احتمال پیش‌بینی به صورت موقعیت‌های تصادفی ایجاد گشته است (۱۸).

استفاده از شاخص Pseudo-R<sup>2</sup> در مدل رگرسیون لجستیک برای آزمون برازش مدل توسط مک فادن (۱۹۷۳)، دومینیک و مک فادن (۱۹۷۵) و کلارک و هوسکینگ (۱۹۸۶) تأیید شده است (۳۶، ۱۱ و ۸). طبق مطالعات این پژوهشگران، میزان قابل قبول Pseudo-R<sup>2</sup> برای تأیید رضایتمندی مدل در محدوده ۰/۲-۰/۴ است.

## نتایج

نتایج ارزیابی صحت تصاویر طبقه‌بندی شده با استفاده از روش ماشین بردار پشتیبان در جدول ۱ ارائه شده است. با توجه به مقادیر بالای صحت کلی می‌توان از این تصاویر برای مدل‌سازی الگوی مکانی تغییرات پوشش جنگلی استفاده نمود.

جدول ۱- نتایج ارزیابی صحت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای با استفاده از روش ماشین بردار پشتیبان.

Table 1. The results of accuracy evaluation of satellite image classification using support vector machine.

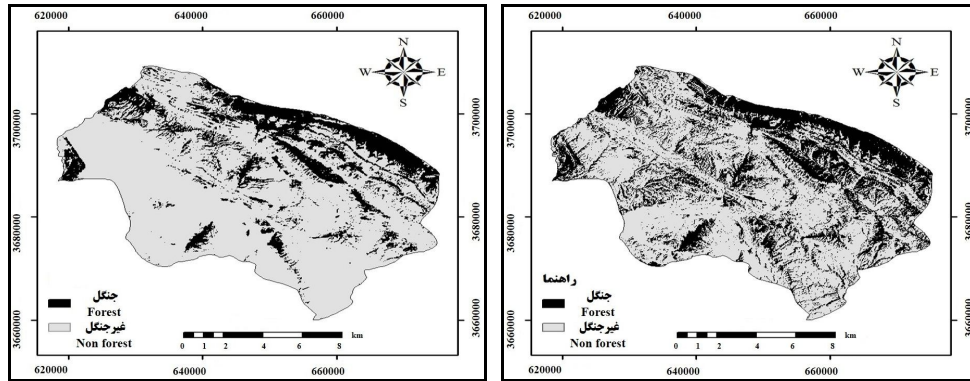
صحت کلی overall accuracy	ضریب کاپا Kappa coefficient	خطای امیسیون Omission error	خطای کمسیون commission error	صحت کاربر user accuracy	صحت تولیدکننده producer accuracy	کاربری Land use	سال Year
88.80	0.7759	10.17	9.64	87/23	89.70	جنگل Forest	1355
		8.85	9.34	80.96	91.64	غیر جنگل Non forest	
89.61	0.7904	18.97	3.31	96.69	81.03	جنگل Forest	1393
		2.54	15.12	84.88	97.46	غیر جنگل Non forest	

از طریق روی هم گذاری نقشه جنگل و غیرجنگل سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۹۳ نقشه‌های تغییرات جنگل مربوطه تهیه و میزان و موقعیت تغییرات جنگل و غیرجنگل منطقه به دست آمد (شکل ۴). نتایج حاصل از مقایسه دو نقشه حاصل از طبقه‌بندی مربوط به ابتدا و انتهای دوره زمانی مورد نظر نشان داد که در طی این مدت ۳۸ ساله ۲۶۴۹۱/۹ هکتار از سطح مناطق جنگلی کاسته شده است. در مجموع در طی این دوره در منطقه مورد مطالعه ۱۶/۵۵ درصد سطح اولیه جنگل کاسته شده است (جدول ۲).

جدول ۲- میزان تغییرات مساحت پوشش جنگلی در دوره ۱۳۵۵ تا ۱۳۹۳.

Table 2. The area of forest cover changes during the period 1355 to 1393.

طبقات کاربری Land use	مساحت سال ۱۳۵۵ (هکتار) Area 1355 (ha)	مساحت سال ۱۳۹۳ (هکتار) Area 1393 (ha)	میزان تغییر سطح (هکتار) The level change (ha)	درصد تغییرات نسبت به مساحت کل Percentage changes compared to the total area
جنگل Forest	84151.31	57659.41	-26491.9	-16.55
غیر جنگل Non forest	75879.04	102370.94	+26491.9	+16.55
جمع Total	160030.35	160030.35	-	-

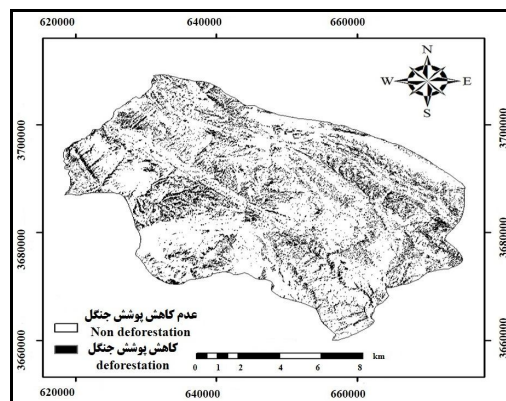


شکل ۳- نقشه گستره جنگل سال ۱۳۹۳.

Figure 3. Map of forest area 1394.

شکل ۲- نقشه گستره جنگل سال ۱۳۵۵.

Figure 2. Map of forest area 1355.



شکل ۴- نقشه کاهش پوشش جنگلی بین سالهای ۱۳۵۵-۱۳۹۳.

Figure 4. Map of deforestation between 1355-1393.

بعد از مشخص شدن میزان و موقعیت مناطق تغییرات پوشش جنگلی، از رگرسیون لجستیک برای تعیین ارتباط عوامل مؤثر بر تغییر پوشش جنگلی استفاده شد. داده‌های رقومی ارتفاع از سطح دریا، کیفیت خاک، پراکنش جمعیت، شیب زمین، جهت شیب زمین، فاصله تا حاشیه جنگل، فاصله تا جاده، فاصله تا روستا و فاصله تا آبراهه به‌عنوان متغیرهای مستقل، در محیط GIS ساخته شدند. در رگرسیون لجستیک از آماره کای مربع ( $2\text{Log Likelihood}$  یا  $2LL$ -) به‌طور گسترده استفاده می‌شود. هنگامی که یک مدل تطابق ضعیفی دارد، دارای مقدار بزرگی بوده و هنگامی که مدل با داده‌ها به خوبی تطابق دارد، مقدار آن کوچک می‌باشد (۲۱). در این مطالعه کای مربع با مقدار  $۱۵۷۸۵۰/۶۳۷۳$

به‌دست آمد (جدول ۳). جدول ۳ شامل یک آزمون کای مربع (Chi-square) می‌باشد. این آزمون تطابق بین تعداد موارد مشاهده شده و پیش‌بینی شده را برای دو طبقه وضعیت تخریب و عدم تخریب جنگل را نشان می‌دهد. در این جدول، ضریب کای مربع برابر با  $42464.1677/1677$  به دست آمد (جدول ۳).

جدول ۳- آماره کای مربع (2Log Likelihood یا -2LL) مدل رگرسیون لجستیک.

Table 3. Chi-square test (-2Log Likelihood or -2LL) logistic regression model

Chi-square	-2Log Likelihood	آماره‌های رگرسیونی Regression test
42464.1677	157850.7363	

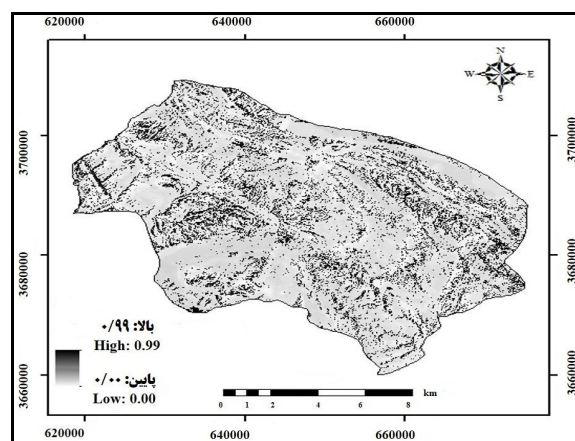
سپس رابطه رگرسیون لجستیک بین تغییر پوشش به‌عنوان متغیر وابسته با پارامترهای ذکرشده برقرار گردید. جدول ۴ نتایج مدل رگرسیون لجستیک را نشان می‌دهد. در این جدول اطلاعات مربوط به ضرایب نهایی مدل بعد از ۱۶ مرحله تکرار (مرحله شانزدهم شامل وجود تمام متغیرهای مستقل در مدل می‌باشد) به‌دست آمده است. مقادیر P\_Value از آزمون والد (Wald) به‌دست آمده‌اند و در ستونی به نام Sig ارائه شده است. لازم به ذکر است مشابه بررسی معنی‌داری ضرایب تابع رگرسیون خطی، در اینجا نیز فرضیه صفر بدین ترتیب است که متغیر موردنظر هیچ‌گونه اثری بر متغیر وابسته ندارد، همان‌طور که در جدول ۴ ملاحظه می‌شود سطح معنی‌داری آماره‌های Wald برای تمام ضرایب به‌دست آمده کمتر از ۰/۰۵ است، این بدین معنی است که فرض صفر یاد شده برای تمام ضرایب به‌دست آمده، رد می‌شود و لذا این ضرایب معنی‌دار هستند.

میزان شاخص‌های ROC و Pseudo-R<sup>2</sup> برای این مدل به‌ترتیب ۰/۸۲۱۰ و ۰/۲۵۱۴ به‌دست آمد که به‌دلیل قرار داشتن در محدوده مورد قبول تأیید کننده قابلیت نسبتاً خوب مدل می‌باشند. به‌همراه نتایج مدل نقشه رستری احتمال تغییر پوشش جنگلی شهرستان ملکشاهی ارائه می‌شود (شکل ۶).

جدول ۴- نتایج مدل رگرسیون لجستیک در گام ۱۶.

Table 4. The results of logistic regression model in step 16.

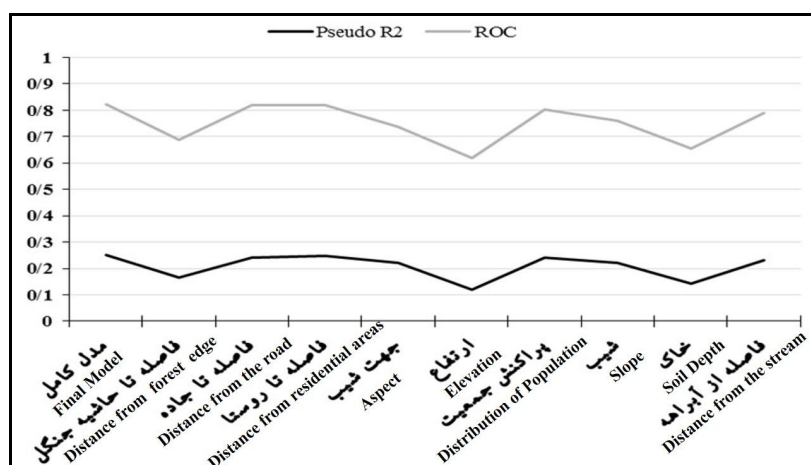
Exp (B)	df	Sig	Wald	اشتباه معیار S.E	ضریب Coefficient	متغیر مستقل Independent variable
1.57	1	0.000	92.048	0.637	0.4529	ارتفاع از سطح دریا Elevation
1.52	1	0.000	22.265	0.479	0.4172	عمق خاک Soil Depth
0.67	1	0.000	17.219	0.930	-0.3924	فاصله تا حاشیه جنگل Distance from forest edge
0.77	1	0.006	15.289	0.874	-0.2533	جهت شیب Aspect
0.89	1	0.000	7.701	0.574	-0.1174	شیب زمین Slope
0.95	1	0.000	20.289	0.545	-0.05952	فاصله تا آبراهه Distance from stream
1.03	1	0.031	4.673	0.498	0.03269	پراکنش جمعیت Distribution of Population
0.99	1	0.007	7.491	0.6145	-0.00744	فاصله تا جاده Distance from the road
0.99	1	0.020	5.416	0.551	-0.00397	فاصله تا مناطق مسکونی Distance from residential areas
0.010	1	0.000	80.193	0.441	-4.5603	عرض از مبدأ Intercept



شکل ۵- نقشه احتمال کاهش پوشش جنگلی.

Figure 5. Map of the probability of deforestation.

به منظور تعیین اهمیت متغیرهای مستقل اقدام به حساسیت‌سنجی مدل شد. حساسیت‌سنجی مدل رگرسیون لجستیک به این صورت انجام می‌شود که پس از اجرای مدل با سری داده‌های کامل، مدل به تعداد متغیرهای مستقل دوباره اجرا می‌شود با این تفاوت که این بار در هر مرحله اجرای مدل یکی از متغیرهای مستقل حذف می‌گردد و مدل با متغیرهای مستقل باقیمانده اجرا می‌گردد (۴۷). مزیت این کار در حساسیت‌سنجی متغیرها و کشف میزان اثر متغیرها در مدل نهایی است. پس از هر بار اجرا میزان ROC و در کنار آن Pseudo-R<sup>2</sup> مدل استخراج گردیده و براساس میزان تفاوت حاصل شده با سری داده‌های کامل اثر متغیر مستقل محاسبه می‌گردد (۴۹) (شکل ۶ و ۷). متغیرهای مستقل ارتفاع از سطح دریا، کیفیت خاک و پراکنش جمعیت اثر تعیین‌کننده‌ای بر میزان کارایی مدل دارند زیرا با حذف این متغیرها مقدار شاخص‌های ROC و Pseudo-R<sup>2</sup> کاهش قابل توجهی می‌یابد.



شکل ۶- حساسیت‌سنجی مدل رگرسیون لجستیک با حذف متغیرهای مستقل با استفاده از شاخص‌های ROC و Pseudo-R<sup>2</sup>.  
Figure 6. Sensitivity test of logistic regression model with elimination of independent variables using ROC and Pseudo-R<sup>2</sup> indices.

### بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به دست آمده نرخ تخریب سالانه در شهرستان ملکشاهی که مساحت کل آن ۱۶۰۰۳۰/۳۵ هکتار است، ۶۹۷/۱۵ هکتار در سال برای دوره زمانی مورد مطالعه برآورد شد. با توجه به میزان برآورد شده می‌توان گفت که به‌طور متوسط سالانه ۰/۴۳ درصد از سطح اولیه جنگل در



منطقه کاسته شده است، لذا میزان تخریب صورت گرفته در شهرستان ملکشاهی بیشتر از متوسط جهانی (۰/۲ درصد) آن می‌باشد (۱۳).

این تحقیق باهدف پیش‌بینی الگوی مکانی تخریب جنگل‌های شهرستان ملکشاهی در استان ایلام صورت گرفت. در این بررسی تأثیر نه عوامل شامل فاصله از جاده، مناطق مسکونی، آبراهه و حاشیه جنگل، پراکنش جمعیت، ارتفاع از سطح دریا، شیب زمین، جهت شیب و کیفیت خاک بر روی میزان تغییر پوشش جنگلی مورد مطالعه قرار گرفت. برای برآورد پراکنش تغییرات پوشش جنگلی منطقه مورد مطالعه از روش آماری رگرسیون لجستیک استفاده شد. این روش نسبت به سایر روش‌های آماری چند متغیره دارای مزایایی است. این مدل علاوه بر این که تابع ارتباط مناسبی را با مدل رگرسیون خطی معمولی برقرار می‌کند، متغیرها در این روش می‌توانند هم شامل متغیرهای پیوسته و هم متغیرهای گسسته و یا هرگونه ترکیبی از این دو نوع متغیر می‌باشند. هم‌چنین این مدل نسبت به دیگر روش‌های آماری چند متغیره به فرضیات کمتری نیاز دارد (لی و سامپز، ۲۰۰۶).

خروجی رگرسیون لجستیک با شاخص  $Pseudo-R^2$  برابر ۰/۲۵۱۴ و شاخص ROC برابر با ۰/۸۲۱۰ نشان‌دهنده برازش نسبتاً خوب مدل به‌دست‌آمده با تغییر پوشش جنگلی واقعی و توانایی مناسب مدل در برآورد تغییرات جنگل در منطقه است، نتیجه حاصله با نتیجه برازش باقری و شتایی جویباری (۲۰۱۱) مطابقت دارد (۵). در ارتباط با تأثیر عامل ارتفاع از سطح دریا روی تخریب جنگل‌های منطقه نتایج نشان داد که در ارتفاعات میانی تخریب بیشتری صورت گرفته و در خروجی رگرسیون لجستیک ضریب مثبت گرفته است که این نتیجه با نتایج تحقیقات مسگری و رنجبر (۲۰۰۳) و رفیعیان و همکاران (۲۰۰۷) که بیان کردند بین ارتفاع از سطح دریا و تخریب جنگل ارتباط معکوسی وجود دارد مغایرت دارد اما ذکر این نکته لازم است که تحقیقات مذکور در جنگل‌های شمال کشور و یا مناطق مشابه و متفاوت از شرایط جنگل‌های زاگرس صورت گرفته است (۳۶ و ۴۱). تمرکز جمعیتی در غرب کشور به‌دلیل کوهستانی بودن در همه مناطق ارتفاعی پراکنده می‌باشد و تفاوت ناچیز اختلاف ارتفاعی بین مراکز جمعیتی و جنگل وجود دارد در حالی که در شمال کشور با افزایش ارتفاع به‌طور چشمگیری روستاها و مراکز جمعیتی کاهش می‌یابد. به طوری که مناطق مسکونی، اراضی زیر کشت، اراضی مرتعی مناسب تعلیف دام و مناطق مناسب تفریحی بیشتر در ارتفاعات میانی شهرستان ملکشاهی واقع شده‌اند به‌همین خاطر این مناطق بیشتر در معرض تخریب می‌باشند. باقری و شتایی جویباری (۲۰۱۱) در جنگل‌های شمال کشور و ماس و همکاران (۲۰۰۲) در

جنگل‌های تروپیکال در تحقیقات خود نشان داده‌اند که با افزایش ارتفاع از سطح دریا میزان تخریب افزایش می‌یابد که این موضوع نتایج تحقیق ما را تأیید می‌کند (۵ و ۳۱). نتایج حاکی از آنست که عمق خاک منطقه ارتباط مستقیم با پدیده تغییر پوشش جنگلی دارد به طوری که در خاک‌های کم‌عمق تا نیمه‌عمیق که بهترین خاک‌های منطقه هستند تخریب جنگل‌ها بیشتر اتفاق افتاده است که این موضوع به مناسب بودن این خاک‌ها برای زراعت، دیم‌کاری و استفاده از مراتع آن برای دام می‌باشد علاوه بر این مناطق جنگلی دارای خاک‌های عمیق نسبت به مناطق جنگلی دارای خاک‌های کم‌عمق بیشتر در معرض تخریب می‌باشند. متغیر مستقل فاصله تا حاشیه جنگل رابطه‌اش با تغییر پوشش جنگلی معکوس است بدین معنی که در مناطق نزدیک مرز جنگل و غیر جنگل تغییر پوشش جنگلی بیشتری صورت گرفته است که این موضوع می‌تواند به کشت محصولات کشاورزی در مناطق حاشیه جنگل و زیراشکوب درختان جنگلی و نیز اسکان عشایر بومی در این مناطق مربوط گردد، هرچند عامل تفریح و تفرج نیز متوجه این مناطق بوده که جهت تهیه هیزم برای تأمین مایحتاجات زودگذر خود اقدام به قطع بی‌رویه درختان نموده‌اند. این نتیجه با نتیجه حاصل از تحقیق جعفرزاده و آرخی (۲۰۱۲) و زارع گاریزی و همکاران (۲۰۱۲) هم‌خوانی دارد (۲۱ و ۵۲). ضریب جهت شیب منفی بوده که نشان می‌دهد در جهت‌های شمالی و شرقی تخریب کمتر و در جهت‌های جنوبی و غربی تخریب بیشتری رخ داده است. طبق بررسی صورت گرفته از منطقه مورد مطالعه مشاهده شد که تراکم درختان جنگلی در جهت‌های شمالی بیشتر و وجود لکه‌های غیر جنگلی نیز به مراتب کمتر از سایر جهت‌ها می‌باشد. احتمال می‌رود جهت‌های جنوب و غرب به دلیل برخورداری از گرما و پوشش علفی بیشتر نسبت به جهت‌های شمالی در طول زمان بیشتر مورد تعرض قرار گرفته است که این موضوع با تحقیق امینی و همکاران (۲۰۰۹) تطبیق دارد (۲). یکی دیگر از عوامل مستقل که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفت، عامل شیب است، در این بررسی در نتایج مدل شیب ضریب منفی گرفته است که یعنی با افزایش شیب از میزان تخریب جنگل‌های منطقه کاسته می‌شود به دلیل این که تخریب عمده جنگل‌های منطقه در اثر تغییر کاربری جنگل به زراعت و مراکز انسان‌ساخت اتفاق افتاده و شیب‌های زیر ۲۰ درصد برای این امورات مناسب می‌باشند در نتیجه مناطق ذکر شده بیشتر با تغییر پوشش جنگلی مواجه شده‌اند. این موضوع در تحقیقات امینی و همکاران (۲۰۰۹) و باقری و شتایی جویباری (۲۰۱۱) نیز ذکر گردیده است (۲ و ۵). فاصله تا آبراهه رابطه معکوسی با کاهش پوشش جنگلی داشته است یعنی با نزدیک شدن به آبراهه‌ها تغییرات پوشش جنگلی افزایش می‌یابد. این مطلب می‌تواند به این دلیل

باشد که در مناطق مرتفع، شیب زیاد دره آبراهه‌ها باعث فرسایش شده و این فرسایش تا جایی پیشرفته که درختان را ریشه‌کن نموده است و در مناطق هموار در نزدیکی این آبراهه‌ها و رودخانه‌ها روستاها و اراضی کشاورزی واقع شده‌اند که تمرکز جمعیت و تبدیل اراضی جنگلی به کشاورزی باعث کاهش پوشش جنگلی شده است. گری راج و همکاران (۲۰۰۸) در مطالعه خود این موضوع را اثبات نمودند (۱۵). حضور عامل پراکنش جمعیت در مدل سبب بهبود آن می‌شود و نشان می‌دهد که مراکز پرجمعیت با ضریب بالا و مثبت در مدل تأثیر زیادی در تغییر پوشش جنگلی دارد و عاملی مهم در تخریب جنگل‌ها تلقی می‌شود که این مهم با نتایج تحقیقات ماهاپاترا و کانت (۲۰۰۶) و میرندا و همکاران (۲۰۱۲) همخوانی دارد (۳۰ و ۳۴). با توجه به ضریب منفی فاصله از جاده می‌توان گفت با کمتر شدن فاصله از جاده‌ها نقش آن‌ها در تغییر پوشش جنگلی پررنگ‌تر می‌شود. ماتئو و همکاران (۲۰۰۴) و میریام و تایلور (۲۰۱۰) جاده‌سازی را به‌عنوان عامل اصلی تخریب جنگل در مناطق مورد مطالعه خود معرفی کرده‌اند (۳۲ و ۳۵). فاصله از مناطق مسکونی عامل پایانی است در کاهش پوشش جنگلی شهرستان ملکشاهی تأثیرگذار بوده است به طوری که هر چه فاصله از این مراکز بیشتر شود میزان کاهش پوشش جنگلی کمتر می‌شود. جورابیان شوشتری و همکاران (۲۰۱۲) فاصله از مراکز سکونت‌گاهی را به‌عنوان عامل مؤثر در روند تغییرات جنگل‌ها مورد تأیید قرار داده‌اند (۲۳). در یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان گفت به‌ترتیب عوامل ارتفاع از سطح دریا، کیفیت خاک، فاصله تا حاشیه جنگل، جهت شیب، شیب زمین، فاصله تا آبراهه، پراکنش جمعیت، فاصله تا جاده و فاصله تا روستا بیش‌ترین تأثیر را بر کاهش پوشش جنگلی در شهرستان ملکشاهی دارند. با توجه به نتایج نقشه برآورد پراکنش مکانی مدل، مکان‌هایی که بیشتر در معرض تخریب هستند در نزدیک مراکز جمعیتی، شهرها، روستاها و مناطق حفاظت نشده واقع شده‌اند که مورد تقاضا برای توسعه مناطق انسان‌ساخت در آینده هستند.

مدل‌سازی الگوی مکانی تغییرات پوشش اراضی حکایت از آن دارد که در صورت ادامه روند کنونی فرسایش خاک، رانش زمین، سیل‌خیزی و نمود شواهد بیابان‌زایی در شهرستان ملکشاهی دور از انتظار نیست. از آنجایی که مدل‌سازی الگوی مکانی یک ابزار مناسب برای درک بهتر علل تغییرات کاربری اراضی پوشش زمین محسوب می‌شود، نتایج این تحقیق در برنامه‌ریزی‌های آینده که با تغییرات پوشش گیاهی و کاربری اراضی مرتبط است مورد توجه قرار گیرد.

منابع

1. Abd El-Kawy, O.R., Rod, J.K., Ismail, H.A., and Suliman, A.S. 2011. Land use and land cover change detection in the western Nile delta of Egypt using remote sensing data. *Applied Geography*, 31: 2. 483-494.
2. Amini, M.R., Shataee Joybari, Sh., Moaieri, M.H., and Ghazanfari, H. 2009. Deforestation modeling and investigation on related physiographic and human factors using satellite images and GIS (Case study: Armerdeh forests of Baneh). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 16; 3. 431-443. (In Persian)
3. Aldrich, J.H., and Nelson, F.D. 1986. *Linear Probability, Logit and Probit Models* (3rd edition). Beverly Hills, CA. Sage Publications.
4. Azizi Ghalati, S., Rangzan, K., Taghizadeh, A., and Ahmadi, Sh. 2014. LCM Logistic regression modelling of land-use changes in Kouhmare Sorkhi, Fars province. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 22: 4. 585-596. (In Persian)
5. Bagheri, R., and Shataee Joybari, Sh. 2010. Modeling forest areas decreases, using logistic regression (case study: Chehl-Chay catchment, Golestan province). *Iranian Journal of Forest*, 2: 3. 243-252. (In Persian)
6. Bakr, N., Weindorf, D.C, Bahnassy, M.H., Marei, S.M., and El-Badawi, M.M. 2010. Monitoring land cover changes in a newly reclaimed area of Egypt using multitemporal Landsat data. *Applied Geography*, 30: 4. 592-605.
7. Chi-Farn, C., Nguyen, T.S., Ni-Bin, C., Cheng-Ru, C., Li-Yu C., Miguel, V., Gustavo, C., Carlos Alberto, T., and Aceituno, J.L. 2013. Multi-Decadal Mangrove Forest Change Detection and Prediction in Honduras, Central America, with Landsat Imagery and a Markov Chain Model, *Remote Sensing*, 5. 6408-6426.
8. Clark, W.A., and Hosking, P.L. 1986. *Statistical methods for geographers*. New York: Wiley.
9. Darvishsefat, A.A., and Pir Bavaghar, M. 2012. *Applied GIS*. Iranian Student Book Agency (ISBA). Tehran, Iran. 236p. (In Persian)
10. Dendoncker, N., Bogaert, P., and Rounsevell, M. 2006. A statistical method to downscale aggregate land use data, *Journal of Land Use Science*, 1: 2. 63-82.
11. Domencich, T.A., and Mc Fadden, D. 1975. *Urban travel demand: Behavioural analysis*. Amsterdam: North-Holland.
12. Estman, J.R. 2006. *IDRISI Andes Tutorial*. ClarkLabs, Clark University, Worcester, Ma, 284p.
13. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2005. *State of the World's forests*. FAO, Rome.
14. Gholamalifard, M., Abkar, A., Naimi, B., Joorabian Shooshtari, SH. 2014. Comparison of Logistic Regression and Artificial Neural Network Algorithms in Land Cover Transition Potential Empirical Modeling of Coastal Areas of Mazandaran Province. *Environmental Researches*. 5: 9. 167-176. (In Persian)

15. Gariraj, A., Ullah, M.I., Murthy, M.R., and Beierkuhnlein, C. 2008. Modelling Spatial and Temporal Forest Cover Change Patterns (1973-2020): A Case Study from South Western Ghats (India). *Sensors*, 8: 6132-6153p.
16. Gualtieri, J.A., and Cromp, R.F. 1998. Support vector machines for hyperspectral remote sensing classification. In: *Proceedings of the 27th AIPR Workshop: Advances in Computer Assisted Recognition*, Washington, DC, 27 October. SPIE, Washington, DC, 221–232.
17. Helming, K. 2008. *Sustainability Impact Assessment of Landuse Changes*. Springer. Berlin, Heidelberg, New York. 507p.
18. He, Z., and Lo, C. 2007. Modeling urban growth in Atlanta using logistic regression, *Computers, Environment and Urban Systems*, 31: 6. 667-688.
19. Hosseinzadeh, M.M., Derafshandi, KH., and Mirbagheri, B. 2013. Modeling forest extent change and its influencing factors, using logistic regression model in GIS environment, (case study: Vaz and Lavij basins). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*. 21: 1. 86-98. (In Persian)
20. Huete, A. 2004. *Remote sensing for natural resources management and environmental monitoring: Manual of remote sensing*, third edition. University of Arizona. 276p.
21. Jafarzadeh, A.A., and Arekhi, S. 2012. Analyze and Predict Processes of deforestation using logestic regression and GIS (a case study of northern ilam forest, Ilam province, Iran). *Elixir.Agriculture* 44: 7104-7111.
22. Jensen, J.R. 2005. *Introductory Digital Image Pro-cessing: A Remote Sensing Perspective*, 3rd Edition, Upper Saddle River: Prentice-Hall, 526.
23. Joorabian Shooshtari, SH., Hosseini, S.M., Esmaili Sari, A., and Gholamalifard, M. 2012. Monitoring land cover change, degradation, and restoration of the Hyrcanian forests in northern Iran (1977–2010), *INTERNATIONAL JOURNAL OF ENVIRONMENTAL SCIENCES* Volume 3, No 3, 1038-1056.
24. Kamyab, H.R., Salman Mahiny, A., Hossini, M., and Gholamalifard, M. 2010. A Knowledge-Based Approach to Urban Growth Modeling in Gorgan City Using Logistic Regression. *Journal of envirmental studies*, 36: 2. 89-96. (In Persian)
25. Kleinbaum, D.G. 1994. *Logistic regression: A self -learning text*. New York: Springer.
26. Khoi, D.D., and Murayama, Y. 2010. Forecasting Areas Vulanerable to forest conversion in the Tam Dao National park Region, Vietnam, *Remote Sensing*, 2(5): 1249-1272.
27. Lausch, A., and Herzog, F. 2002. Applicability of Landscape Metrics for the Monitoring of Landscape change: Issues of Scale, Resolation and Interpretability. *Ecological Indicator*, 3-15.

28. Lee, S., and Sampath, T. 2006. Landslide Susceptibility Mapping in the Damrei Romel area, Cambodia Using Frequency ratio and Logistic Regression Models. *The journal of Environmental Geology*, 50: 847- 855.
29. Mahdavi, A., and Fallah Shamsi, S.R. 2012. Mapping Forest Cover Change, Using Aerial Photography and IRS-LISSIII Imagery (Case Study: Ilam Township). *Journal of Wood and Forest Science and Technology*. 19: 1. 77-92. (In Persian)
30. Mahapatra, K., and Kant, S. 2005. Tropical Deforestation: A Multinomial Logistic Model and Some Country-specific policy Prescriptions, *Forest Policy and Economics*, 7. 1-24.
31. Mas, J.F., Puig, H., Palacio, J.L., and Sosa-Lopez, A. 2004. Modeling Deforestation using GIS and Artificial Neural Networks. *Environmental Modeling and Software*, 19: 5. 461-471.
32. Matthew, L., Robert, J., Smith, R.J., and Nigel, L.W. 2004. Mapping and predicting deforestation patterns in the lowlands of Sumatra. *Biodiversity and Conservation*, 13: 2. 23-37.
33. McFadden, D.S. 1973. Conditional logit analysis of qualitative choice behavior. In P. Zarembka (Ed.), *Frontiers in econometrics*. New York: Academic Press.
34. Miranda-Argon, L., Trevino-Garza, J., Jimenez-Perez, J., Aguirre-Corderon, O.A., and Gonzalez-Tagle, M.A. 2012. Modelling Susceptibility to deforestation of remaining ecosystems in North central Mexico with logistic regression. *Journal of forestry Research*, 23: 3. 345-354.
35. Miriam, S.W., and Taylor, V.S. 2010. Modeling social and land-use/land-cover change data to assess drivers of smallholder deforestation in Belize. *Applied Geography* 30.1123-1136.
36. Mesgari, S., and Ranjbar, A. 2003. Analysis and estimation of deforestation using satellite imagery and GIS, *Proceedings of Map India, the 6th Annual International Conference and Exhibition, New Delhi, India*.
37. Mountrakis, G., Im, J., and Ogole, C. 2011. Support vector machines in remote sensing: A review. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 13. 247-259.
38. Oñate-Valdivieso, F., and Sendra, J.B. 2010. Application of GIS and remote sensing techniques in generation of land use scenarios for hydrological modeling. *Journal of Hydrology*. 395: 3. 256-263.
39. Pir Bavaghar, M. 2015. Deforestation modelling using logistic regression and GIS. *JOURNAL OF FOREST SCIENCE*, 61: 5. 193-199.
40. Pontius, R.G., and Schneider L.C. 2001. Land-cover change model validation by an ROC method for the Ipswich watershed, Massachusetts, USA, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 85: 1-3. 239-248.
41. Rafieyan, A., Darvishsefat, A.A., and Namyranian, M. 2007. Determine changes in forest area north of the country between the years 1373 to 1380

- using Landsat imagery ETM<sup>+</sup> (case study: the forests of Babel). *Journal of Science and technology of Agriculture and natural resources*, 10: 3. 277-286. (In Persian)
42. Rafiee, R., Salman Mahiny A., and Khorasani, N. 2009. Assessment of changes in urban green spaces of Mashhad city using satellite data, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 431-438.
  43. Ranjbar, A., and Mesgari, M.S. 2012. Evaluation of the logistic regression model using Snjshazdvr Arasbaran deforestation in GIS (Case study: forest Arasbaran). *Journal of Geography and Planning*, 16: 43. 155-171. (In Persian)
  44. Rakesh Kumar, S., Nandy, R.A., and Kushwaha, S.P.S. 2014. Forest cover dynamics analysis and prediction modeling using logistic regression model. *Ecological Indicators* 45. 444–455.
  45. Rossiter, D.G., and Loza, A. 2010. Analyzing land cover change with logistic regression in R, Technical Report ITC, Enschede, 71p.
  46. Sader, S.A. 2003. Satellite Change Detection of Forest Harvest Patterns on an Industrial Forest Landscape, *Forest Science*, 49: 3. 341–353p
  47. Salman Mahiny, A., and Turner, B.J. 2003. Modeling past change in vegetation through remote sensing and GIS: a comparison of neural networks and logistic regression methods. *Proceeding of Geocomputation Conference*, Southampton, UK, 24p.
  48. Salman Mahini, A., Feghhi, J., Nadali, A., and Riazi, B. 2009. Tree cover change detection through Artificial Neural Network classification using Landsat TM and ETM+images (case study: Golestan Province, Iran). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 16: 3. 495-505. (In Persian)
  49. Salman Mahini, A., and Kamyab, H. 2012. *Applied Remote Sensing and GIS with Idrisi*. 2nd Edition. Publication of Mehrmahdis. Tehran, Iran. 596p. (In Persian)
  50. Schulz, J.J., Cayuela, L., Echeverria, C., and Salas, S. 2010. Monitoring Land cover change of the dryland forest landscape of central Chile (1975-2008). *Applied Geography*, 30: 3. 436-447.
  51. Slee, B. 2007. Landscape Goods and Services Related to Forestry Land use. Pages 65-82. In Mander, u. et al. *Multifunctional Land use meeting future Demands for Landsxape Goods and Services*. Springer. Berlin Heidelberg, New York. 421p.
  52. Zare Garizi, A., Sheikh, V., Sadoddin, A., and Mahiny, A. 2012. Application of logistic regression modeling spatial pattern of vegetation change (case study: Chehelchay watershed Golestan province). *Journal of Geographic Space*, 12: 37. 273-285. (In Persian)



Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

*J. of Wood & Forest Science and Technology*, Vol. 23 (3), 2016  
<http://jwfst.gau.ac.ir>

## Investigation of the spatial pattern of forest cover changes using logistic regression in Malekshahi

\*V. Mirzaei Zadeh<sup>1</sup>, A. Mahdavi<sup>2</sup>, A. Karmshahi<sup>3</sup> and  
A. Akbar Jaefarzadeh<sup>4</sup>

<sup>1</sup>M.Sc. Graduated of Forestry, University of Ilam, <sup>2</sup>Associate Prof., Dept., of Forest Science, University of Ilam, <sup>3</sup>Assistant Prof., Dept., of Forest Science, University of Ilam,

<sup>4</sup>Ph.D. Student of Forestry, University of Ilam

Received: 11/19/2014 ; Accepted: 09/15/2015

### Abstract

**Background and objectives:** In order to investigate the spatial pattern of forest cover changes in the county of Malekshahi in Ilam province during 1976 to 2014, logistic regression modeling techniques were used. Logistic regression model is able to well determine the relationship between forest cover change (dependent variable) and its influencing factors (independent variables).

**Materials and methods:** To survey the forest cover changes, the images of Landsat 1 satellite from MSS sensor relating to 1976 and the images of Landsat 8 from OLI sensor relating to 2014 were processed and classified. The surveyed images were classified into two classes of forest and non forest. To investigate the causes of degradation, forest cover changes map with physiographic and human spatial variables were integrated into model.

**Results:** The evaluation of the regression model with ROC (0.8210) and Pseudo-R<sup>2</sup> (0.2514) indices indicated the ability of the model to describe the changes and to identify the areas prone to change. The results showed that approximately 26491.9 ha of forest areas was reduced during 38 years.

**Conclusion:** According to the results of modeling, it was found that altitude, soil depth, distance along the forest edge, aspect, slope, distance to drainage, population distribution, distance to the road and village had the greatest impact on the reducing of forest cover in the county of Malekshahi, respectively. The results of study can be considered in the future planning for the areas that are related to the vegetation/ land-use changes.

**Keywords:** Spatial pattern modeling, Forest cover changes, Logistic regression, Malekshahi

---

\*Corresponding author: vahidmirzaei6764@gmail.com