جغرافیا و توسعه شمارهٔ ۵۴ بهار ۱۳۹۸
وصول مقاله : ۹۶/۰۳/۱۶
تأیید نهایی : ۹۶/۱۱/۱۶
صفحات : ۱۲۰-۱۰۷

پیش‌بینی تغییرات مکانی جنگل‌های زاگرس با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و مدل LCM
مطالعهٔ موردی: حوزهٔ بسطام شهرستان سلسله

سهیلا ناصری‌راد[1]، دکتر حامد نقوی[2] *، دکتر جواد سوسنی[3]، دکتر احمدرضا نورالدینی[4]

چکیده

در دههٔ گذشته مسألهٔ کاهش اراضی جنگلی در مقیاس منطقه‌ای و جهانی مورد توجه قرار گرفته است. هدف از پژوهش حاضر، بررسی تغییرات سطح جنگل‌های منطقهٔ بسطام استان لرستان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و روش‌های شبکهٔ عصب مصنوعی و زنجیرهٔ مارکوف در مدل LCM است. منطقهٔ بسطام با مساحت ۹۴۹۳ هکتار در ۲۵ کیلومتری شمال شهرستان خرم‌آباد واقع شده است. نقشه‌های کاربری اراضی مربوط به سال‌های ۱۳۶۴، ۱۳۷۹ و ۱۳۹۴ با استفاده از روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال و تصاویر سنجنده‌های TM و OLI ماهوارهٔ لندست تهیه شد. مدل‌سازی تغییر کاربری‌ها با استفاده از مدل LCM بر پایهٔ شبکهٔ عصب مصنوعی و ۷ متغیّر تأثیرگذار در میزان تغییرات شامل ارتفاع از سطح دریا، فاصله از مناطق مسکونی، شیب، جهت جغرافیایی، فاصله از جاده، فاصله از رودخانه و نقشهٔ کاربری اراضی پیوسته شده، صورت گرفت. در ادامه با استفاده از روش مدل‌سازی زنجیرهٔ مارکوف، نقشهٔ کاربری اراضی برای سال ۱۳۹۴ پیش‌بینی و درجهت ارزیابی صحت نتایج به‌دست آمده از مدل، ماتریس خطا بین نقشهٔ پیش‌بینی‌شده و نقشهٔ واقعیت زمینی مربوط به این سال تشکیل شد. درنهایت پس از اطمینان از صحت نتایج پیش‌بینی‌شده به‌وسیلهٔ مدل، با استفاده از تغییرات دورهٔ زمانی دوم (۱۳۷۹-۱۳۹۴)، نقشهٔ تغییرات کاربری سال ۱۴۰۹ پیش‌بینی شد.

نتایج بررسی تغییرات در دورهٔ اول نشان داد که بیشترین افزایش سطح در ناحیهٔ کشاورزی و بیشترین کاهش مساحت در ناحیهٔ مناطق جنگلی به‌ترتیب به میزان ۳۸۰ و ۴۲۵ هکتار رخ داده است. با توجه به نتایج به‌دست آمده نرخ تخریب سالیانهٔ جنگل در دورهٔ اول، دوم و کل دورهٔ به‌ترتیب ۲۸/۳۳، ۲۳/۱۳ و ۲۵/۷۳ هکتار برآورد شد. همچنین نتایج این پژوهش نشان داد که متغیّرهای ارتفاع و فاصله از مناطق مسکونی به‌ترتیب با ضریب همبستگی کرامر ۰/۴۷ و ۰/۴۳ بیشترین میزان تأثیرگذاری را در تغییرات کاربری اراضی و تخریب جنگل‌ها دارند. نتایج ارزیابی حاصل از مقایسهٔ نقشهٔ مدل‌سازی و واقعیت زمینی سال ۱۳۹۴ بیانگر میزان ضریب کاپا ۰/۸۹ بود.

درنهایت با توجه به نتایج به‌دست آمده از این تحقیق می‌توان بیان کرد که مدل LCM بر پایهٔ شبکهٔ عصب مصنوعی قابلیت پیش‌بینی روند تخریب جنگل‌ها را دارد. همچنین تجزیه و تحلیل میزان تخریب جنگل‌ها بیانگر این مسأله بود که وابستگی معیشتی مردم محلی به کشاورزی و تبدیل اراضی جنگلی به زمین‌های زراعی یکی از عوامل مؤثر در تخریب جنگل‌های منطقه است.

واژه‌های کلیدی: تخریب جنگل، شبکهٔ عصب مصنوعی، مدل LCM، زنجیرهٔ مارکوف، تصاویر لندست.

۱- دانش آموخته کارشناسی‌ارشد مهندسی جنگل‌داری، دانشکده کشاورزی و منابع‌طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران Naseri.s@fa.lu.ac.ir
۲- استادیار گروه مهندسی جنگل‌داری، دانشکده کشاورزی و منابع‌طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران * Naghavi.ha@lu.ac.ir
۳- دانشیار گروه مهندسی جنگل‌داری، دانشکده کشاورزی و منابع‌طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد ایران Soosani.j@lu.ac.ir
۴- دانش آموخته دکترای مهندسی جنگل‌داری، دانشگاه گیلان، رشت، ایران Nouredini@webmail.guilan.ac.ir

مقدمه

در دهۀ گذشته مسألۀ کاهش اراضی جنگلی در مقیاس منطقه‌ای و جهانی مورد توجه قرار گرفته است (*Quintero et al, 2016: 1*). به‌منظور مدیریت مناسب، حفاظت پایدار و جلوگیری از تخریب هرچه بیشتر منابع جنگلی آگاهی از مقدار و میزان تغییرات جنگل‌ها، ضروری است (*میرزایی‌زاده و مهدوی، ۱۳۹۴: ۷۷*). یکی از راه‌های شناخت و درک این تغییرات استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و مدل‌های مکانی است. تصاویر ماهواره‌ای با توجه به پوشش وسیع، سرعت بالا در جمع‌آوری اطلاعات، هزینۀ کمتر و قابلیت تکرار در تصویربرداری از مناطق مختلف می‌توانند نقشی کلیدی در نقشه‌برداری و پیش‌بینی تغییرات سطح جنگل‌ها ایفا کنند. مدل‌های مکانی نیز می‌توانند در مدل‌سازی الگوی مکانی تخریب جنگل‌ها به‌کار گرفته شوند (*Khoi & Murayama, 2011: 170*). مدل‌ساز تغییرات سرزمین (LCM)[1] قادر به ایجاد سناریوهای مختلف تغییرات اراضی با ادغام عامل‌های زیستی، فیزیکی و اقتصادی-اجتماعی است(*عزیزقلاتی و همکاران، ۱۳۹۳: ۵۸۸*). این مدل پتانسیل انتقال بین کاربری‌های مختلف را براساس روش‌های شبکۀ عصب مصنوعی[2] و رگرسیون لجستیک[3] محاسبه می‌کند. شبکه‌های عصب مصنوعی یکی از عناصر پایه‌ای هوش مصنوعی هستند (*Basse et al. 2014: 160*) و اخیراً استفادۀ هم‌زمان از آن‌ها به‌همراه مدل زنجیرۀ مارکوف[4] درجهت مدل‌سازی زمانی و مکانی تغییرات سطح جنگل‌ها توسعه یافته است (*Khoi and Murayama, 2011: 170*).

در زمینۀ مدل‌سازی تغییرات سطح جنگل‌ها، مطالعاتی توسط پژوهش‌گران مختلف در سطح جهان صورت گرفته است. خوی و مورایاما (۲۰۱۱)، به مدل‌سازی روند تخریب جنگل‌های شمال شرق کشور ویتنام با استفاده از مدل‌های شبکۀ عصب مصنوعی و زنجیرۀ مارکوف پرداختند. نتایج تحقیق ایشان نشان داد که مدل استفاده‌شده قابلیت پیش‌بینی تغییرات مکانی سطح جنگل‌های منطقه را داشته است (*Khoi and Murayama, 2011: 169-190*).

اشنایدر و پونتیوس[5] (۲۰۰۱)، با استفاده از روش مدل‌سازی رگرسیون لجستیک به پیش‌بینی میزان جنگل‌زدایی در ایالت ماساچوست آمریکا پرداختند. ایشان به این نتیجه رسیدند که مناطق نزدیک به جاده‌ها و مناطق مسکونی بیش‌تر در معرض تخریب قرار دارد (*Schneider and Pontius, 2001: 83-94*).

کورانتنگ و نیدزویسکی[6] (۲۰۱۵)، به مدل‌سازی تخریب جنگل‌ها و تغییرات سایر کاربری‌های اراضی، در منطقۀ آشناتی کشور غنا پرداختند. در تحقیق ایشان از روش مدل‌سازی سلول‌های خودکار و زنجیرۀ مارکوف استفاده شد. نتایج نشان داد میزان جنگل‌ها از ۵۰ درصد سطح منطقه در سال ۱۹۹۰ به، ۱۰ درصد در سال ۲۰۳۰ کاهش خواهد یافت (*Koranteng and Niedzwiecki, 2105: 96-111*).

سودهاکار ردی[7] و همکاران (۲۰۱۶) با بررسی تخریب جنگل‌های کشور هند در بازۀ زمانی ۱۹۳۰ تا ۲۰۱۳ به این نتیجه رسیدند که بیشترین میزان تخریب جنگل در اثر تبدیل اراضی جنگلی به زمین‌های زراعی صورت گرفته است (*Sudhakar Reddy et al. 2016: 93-116*).

کواینترو[8] و همکاران (۲۰۱۶)، در تحقیقی به مدل‌سازی زمانی و مکانی تغییرات سطح جنگل‌های گرمسیری در منطقۀ دورانگوی مکزیک پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که مساحت اراضی جنگلی تا سال ۲۰۲۸ روند کاهشی داشته و اراضی کشاورزی افزایش خواهند یافت (*Quintero et al, 2016: 1-13*).

1-Land Change Modeler
2-Artificial Neural Network
3-Logistic Regression
4-Markov Chain
5- Schneider and Pontius
6-Koranteng and Niedzwiecki
7-Sudhakar Reddy
8-Quintero

باکس[1] و همکاران (۲۰۱۶)، به مدل‌سازی مکانی تخریب جنگل‌های کشور پرو پرداختند. نتایج تحقیق ایشان نشان داد که فاصله از جاده، فاصله از رودخانه، میزان بارندگی و ارتفاع، مؤثرترین عوامل تخریب جنگل‌های منطقه بوده‌اند *(Bax et al, 2016: 79-88)*. سودهاکار ردی و همکاران (۲۰۱۷)، به شبیه‌سازی میزان تخریب جنگل‌های کشور هند با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و مدل LCM پرداختند. نتایج تحقیق ایشان نشان داد که ۴۰ درصد از سطح جنگل‌ها در بازهٔ زمانی ۱۸۸۰ تا ۲۰۱۳ کاهش یافته است *(Sudhakar Reddy et al. 2017: 1-16)*. در داخل کشور نیز تحقیقاتی در این زمینه انجام شده است به‌طور مثال، وفایی و همکاران (۱۳۹۱)، به پیش‌بینی میزان تغییرات کاربری اراضی در شهرستان مریوان پرداختند. پیش‌بینی وضعیت کاربری اراضی، به کمک مدل LCM، بر پایهٔ شبکهٔ عصبی مصنوعی و تحلیل زنجیرهٔ مارکوف نشان داد که در طول دورهٔ ۲۲ ساله، ۱۲۳۴ هکتار از مناطق جنگلی تخریب شده است *(وفایی و همکاران، ۱۳۹۱: ۳۳۶-۳۲۳)*.

عزیزی‌قلاتی و همکاران (۱۳۹۵)، به بررسی تغییرات کاربری اراضی در منطقهٔ کوهمره سرخی استان فارس پرداختند. نتایج آشکارسازی تغییرات دورهٔ اول با ضریب کاپای ۸۳ درصد و دوره دوم با ضریب کاپای ۸۸ درصد نشان داد که بیشترین افزایش مساحت در ناحیهٔ مرتع و بیشترین کاهش مساحت در ناحیه جنگل رخ داده است *(عزیزی قلاتی و همکاران، ۱۳۹۵: ۱۳۶-۱۲۱)*. پرما و همکاران (۱۳۹۶) به مطالعهٔ تغییرات پوشش سرزمین منطقهٔ قلاجهٔ شهرستان کرمانشاه با استفاده از مدل LCM پرداختند. نتایج نشان داد مدل با ضریب کاپا ۰/۷۹، قابلیت بالایی در پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی دارد *(پرما و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۵۱-۱۲۹)*. با توجه به مطالب فوق و اینکه تاکنون تحقیق جامعی در زمینهٔ پیش‌بینی تغییرات سطح جنگل در استان لرستان انجام نشده است، این مطالعه با هدف مدل‌سازی و بررسی روند تغییرات زمانی و مکانی سطح بخشی از جنگل‌های زاگرس با استفاده از تصاویر ماهواره لندست و روش‌های مدل‌سازی شبکهٔ عصب مصنوعی و زنجیرهٔ مارکوف انجام پذیرفت. همچنین مهم‌ترین متغیّرهای مؤثر در ایجاد این تغییرات در منطقهٔ شهرستان بسطام، استان لرستان شناسایی شد.

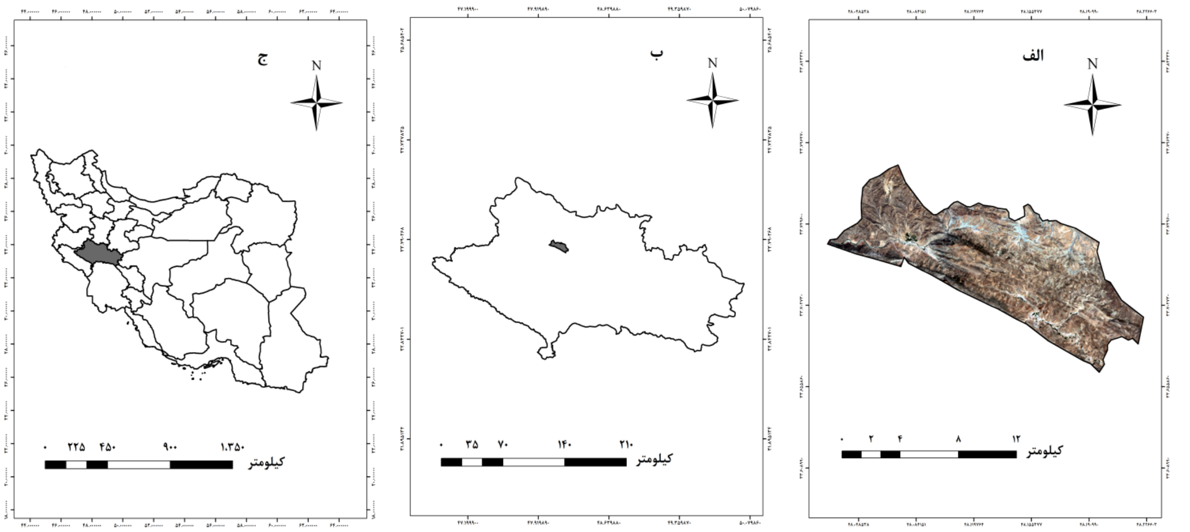
مواد و روش‌ها

منطقهٔ تحقیق

منطقهٔ بسطام به مساحت تقریبی ۹۴۹۳ هکتار در ۲۵ کیلومتری شمال شهرستان خرم‌آباد در محدودهٔ جغرافیایی ″۵۴ ′۳۹ °۳۳ تا ″۰۱ ′۴۷ °۳۳ عرض شمالی و ″۴۴ ′۰۱ °۴۸ تا ″۱۶ ′۱۳ °۴۸ طول شرقی واقع شده است (شکل ۱). این منطقه از نظر تقسیمات سیاسی جزو بخش مرکزی شهرستان سلسله محسوب می‌شود. منطقهٔ بسطام دارای متوسط بارش سالیانه ۴۵۰ میلی‌متر بوده و طبق روش دومارتن در اقلیم مدیترانه‌ای قرار دارد، همچنین میانگین دمای سالیانهٔ منطقه ۱۲/۷ درجهٔ سانتی‌گراد است که در ماه‌های مختلف سال تفاوت‌هایی را نشان می‌دهد *(یعقوب‌زاده، ۱۳۹۳: ۲)*. بسطام جزو مناطق کوهستانی بوده و ارتفاعات سفیدکوه حاشیهٔ آن را در برگرفته است. بیشتر اراضی منطقه در شیب ۲۰ تا ۶۰ درصد و درجهت شمالی واقع شده است. عمده‌ترین سازند زمین‌شناسی منطقهٔ سازند امیران است که درجهت استقرار گونه‌های درختی و درختچه‌ای مناسب است. پوشش گیاهی منطقهٔ بسطام عمدتاً جنگل یک اشکوبه، شاخه و دانه‌زاد است که گونهٔ غالب درختی آن بلوط ایرانی[2] است و گونه‌های زالزالک[3]، گلابی وحشی[4] و کیکم[5] به‌صورت همراه مشاهده می‌شود *(طرح چندمنظورهٔ حوزهٔ کاکارضا، ۱۳۸۵)*.

1-Bax

2-Quercus persica
3-Cerateagus azaralus
4-Pyrus glabra
5-Acer monspessulanum



شکل ۱: نقشهٔ منطقه مورد مطالعه (الف) و موقعیت آن در استان لرستان (ب) و کشور ایران (ج)

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۶

داده‌های مورد استفاده

تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده در این پژوهش، به‌ترتیب شامل تصاویر سنجنده TM[1] ماهواره لندست ۵ مربوط به‌سال‌های ۱۳۶۴ (خرداد) و ۱۳۷۹ (خرداد) و تصاویر سنجنده OLI[2] ماهواره لندست ۸ مربوط به تاریخ تصویربرداری ۱۳۹۴ (تیرماه) است. مدل رقومی ارتفاع با دقت ۱۰ متر (درجهت تهیهٔ لایه‌های شیب، جهت، ارتفاع)، نقشه‌های توپوگرافی رقومی، عکس‌های هوایی و لایه‌های اطلاعاتی مختلف، با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ نیز در این تحقیق به کار گرفته شد.

پیش‌پردازش تصاویر ماهوره‌ای

در این مرحله تصاویر از نظر وجود خطاهای هندسی، اتمسفری و رادیومتریک موردبررسی قرار گرفت. تصاویر مورد استفاده در این پژوهش، در سطح تصحیحات L1T دریافت شد و به همین دلیل نیاز به تصحیح هندسی نداشت. تصحیح رادیومتریک و اتمسفریک این تصاویر، از طریق الگوریتم تصحیح اثر اتمسفر FLAASH، در نرم‌افزار ENVI انجام شد.

تهیهٔ نمونه‌های آموزشی

نمونه‌های آموزشی براساس بازدیدهای میدانی، ایجاد ترکیبات رنگی کاذب، استفاده از عکس‌های هوایی و تصاویر گوگل‌ارث، به‌صورت تصادفی در کاربری‌های مختلف شامل اراضی جنگلی، اراضی کشاورزی، باغ‌ها، رودخانه، مناطق‌مسکونی، اراضی‌بایر و مرتع جمع‌آوری شد. با توجه به سطح کاربری‌های موجود در کاربری جنگل ۳۰۰ نمونه، در کاربری باغ ۱۰۰ نمونه و در سایر کاربری‌ها ۲۵۰ برای هر سال برداشت شد.

طبقه‌بندی تصاویر

یکی از روش‌های پرکاربرد استخراج اطلاعات از تصاویر سنجش از دور، طبقه‌بندی تصویر است که امکان استخراج اطلاعات مختلف مانند نقشه‌های پوشش کاربری اراضی و تغییرات برای کاربران فراهم می‌کند *(شجاعیان و همکاران، ۱۳۹۳: ۵۴)*. در این تحقیق طبقه‌بندی به روش حداکثر احتمال انجام شد. از ۷۰ درصد نمونه‌های جمع‌آوری شده به‌عنوان نمونه‌های آموزش و از ۳۰ درصد باقی‌مانده به‌عنوان نمونه‌های آزمون استفاده شد.

1-Thematic Mapper
2-Operational Land Imager

درجهت ارزیابی صحت نقشه‌های طبقه‌بندی، ماتریس خطا تشکیل و براساس آن، صحت کل[1] و ضریب کاپا[2] محاسبه شد. به‌منظور ارزیابی نقشه‌های تولید شده در هر کاربری نیز از معیارهای صحت تولیدکننده[3] و صحت کاربر[4] استفاده شد.

انتخاب متغیّرهای مستقل درجهت مدل‌سازی روند تغییرات سطح جنگل‌ها

با استفاده از مدل رقومی ارتفاع[5] (DEM) منطقه، نقشه‌های شیب و جهت جغرافیایی تهیه شد. نقشه‌های فاصله از مناطق مسکونی، فاصله از جاده و فاصله از رودخانه نیز در محیط نرم‌افزار ArcGIS تهیه شد. در گام بعد با استفاده از ضریب همبستگی کرامر مهم‌ترین متغیّرهای مؤثر بر تغییرات کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه تعیین و وارد مدل شد. با توجه به ویژگی‌های منطقه، متغیّرهای اصلی مؤثر بر تغییرات شامل: فاصله از مناطق مسکونی، فاصله از رودخانه، فاصله از جاده،شیب،جهت و ارتفاع تشخیص داده شد.

مدل‌سازی تغییرات با استفاده از مدل LCM

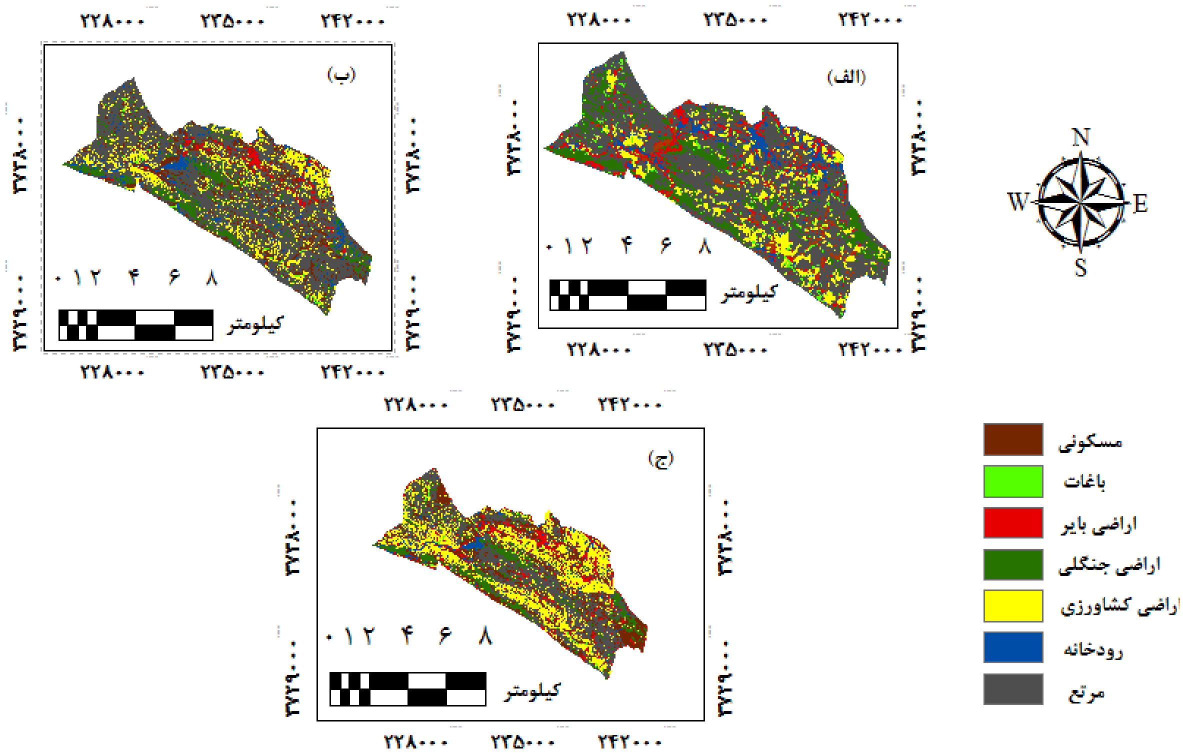
درجهت انجام مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی از مدل LCM در محیط نرم‌افزار Idrisi TerrSet استفاده شد. مدل‌سازی تغییرات پوشش اراضی با استفاده از مدل LCM در چهار مرحلهٔ اصلی انجام می‌گیرد که عبارت‌اند از: تجزیه و تحلیل و آشکارسازی تغییرات، مدل‌سازی پتانسیل انتقال، پیش‌بینی و مدل‌سازی تغییرات و ارزیابی صحت مدل‌سازی *(طاهری و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۰۳)*.

به منظور آشکارسازی تغییرات، نقشه‌های کاربری اراضی (۱۳۶۴، ۱۳۷۹ و ۱۳۹۴) و متغیّرهای مستقل مورد نظر وارد محیط مدل شده و تغییرات کاربری اراضی بین سال‌های ۱۳۶۴ تا ۱۳۷۹، ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۴ محاسبه شد. پس از آشکارسازی تغییرات، زیر مدل‌ها و سناریوهای تبدیل اراضی جنگلی به اراضی کشاورزی، اراضی جنگلی به اراضی مرتعی، اراضی کشاورزی به اراضی مرتعی، اراضی بایر به اراضی مسکونی، اراضی مرتعی به اراضی مسکونی و اراضی مرتعی به اراضی کشاورزی در نظر گرفته شد. در این تحقیق مدل‌سازی پتانسیل تبدیل هر کاربری با استفاده از روش شبکهٔ عصبی مصنوعی انجام شد. سپس با استفاده از نقشهٔ کاربری مربوط به سال‌های ۱۳۶۴ و ۱۳۷۹ نقشهٔ کاربری برای سال ۱۳۹۴ پیش‌بینی شد. در گام بعد نقشهٔ پیش‌بینی‌شده با نقشهٔ واقعی مربوط به سال ۱۳۹۴ مقایسه و صحت آن از طریق ماتریس خطا مورد ارزیابی قرار گرفت. درنهایت پس از اطمینان از صحت نتایج به‌دست آمده از مدل، نقشه‌های مربوط به سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۹۴ وارد مدل شده و نقشهٔ کاربری مربوط به سال ۱۴۰۹ پیش‌بینی شد.

نتایج

نقشه‌های کاربری اراضی تهیه شده با استفاده از تصاویر ماهواره لندست و روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال، مربوط به سال‌های ۱۳۶۴، ۱۳۷۹ و ۱۳۹۴ در شکل ۲ نمایش داده شده است.

1-Overall Accuracy
2-Kappa coefficient
3-Producer Accuracy
4-User Accuracy
5-Digital Elevation Model



شکل ۲: نقشه‌های کاربری اراضی مربوط به سال‌های ۱۳۶۴ (الف)، ۱۳۷۹ (ب) و ۱۳۹۴ (ج)

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۶

پس از انجام طبقه‌بندی، میزان صحت طبقه‌بندی نقشه‌های کاربری اراضی با استفاده از داده‌های آزمون مورد ارزیابی قرار گرفت. میزان صحت کلی برای سال‌های ۱۳۶۴،۱۳۷۹ و ۱۳۹۴ به‌ترتیب ۸۴/۴۱، ۸۵/۵۰ و ۸۷/۱۵ درصد به‌دست آمد. میزان ضریب کاپا نیز برای این سال‌ها به‌ترتیب برابر با ۰/۸۱، ۰/۸۰ و ۰/۸۳ است (جدول ۱).

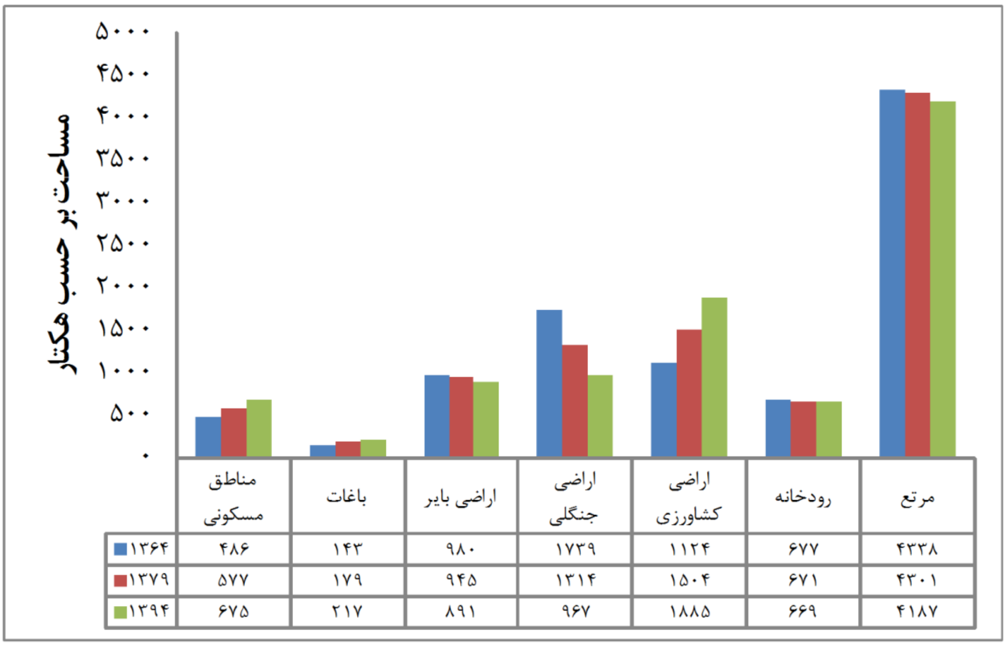
جدول ۱: میزان صحت نقشه‌های طبقه‌بندی کاربری اراضی حاصل از تصاویر لندست

		مناطق مسکونی	باغات	اراضی بایر	اراضی جنگلی	اراضی کشاورزی	رودخانه	مراتع	صحت کلی	ضریب کاپا
سال ۱۳۶۴	صحت تولیدکننده	۷۴/۶۹	۱۵/۳۸	۸۲/۹۱	۹۷/۸۰	۷۹/۲۹	۴۱/۲۹	۶۱/۳۱	۸۴/۴۱	۰/۸۱
	صحت کاربر	۸۸/۶۴	۷/۱۴	۹۱/۰۸	۹۷/۶۵	۵۹/۶۱	۳۰/۱۶	۶۸/۲۵		
سال ۱۳۷۹	صحت تولیدکننده	۴۰/۰	۴۶/۶۰	۸۹/۷۴	۹۸/۲۷	۹۴/۳۸	۶۴/۲۹	۳۰/۳۸	۸۵/۵۰	۰/۸۰
	صحت کاربر	۸۳/۱۵	۸۲/۷۶	۹۵/۸۹	۹۶/۹۰	۶۹/۵۶	۹۳/۱۰	۵۷/۱۴		
سال ۱۳۹۴	صحت تولیدکننده	۷۴/۰۵	۶۳/۳۵	۶۵/۵۲	۹۵/۳۹	۹۴/۲۰	۶۷/۶۶	۱۷/۷۲	۸۷/۱۵	۰/۸۳
	صحت کاربر	۹۰/۱۳	۸۳/۳۵	۹۵/۰۰	۹۳/۱۵	۷۵/۲۵	۷۱/۷۹	۴۲/۴۲		

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶

مدل‌سازی روند تغییرات با استفاده از مدل LCM

نتایج به‌دست آمده نشان داد که در فاصلهٔ زمانی سال‌های ۱۳۶۴ تا ۱۳۹۴ وسعت اراضی کشاورزی و مسکونی به‌ترتیب ۷۶۱ هکتار (۸ درصد) و ۱۸۹ هکتار (۲ درصد) افزایش یافته است. این در حالی است که اراضی جنگلی به میزان ۷۷۲هکتار (۱۰ درصد) کاهش داشته است. درنتیجه بیشترین میزان کاهش سطح در طول دورهٔ مورد مطالعه مربوط به کاربری جنگل و بیشترین میزان افزایش مساحت نیز مربوط به کاربری کشاورزی است (شکل ۳).



شکل ۳: میزان تغییرات کاربری اراضی در سال‌های مختلف

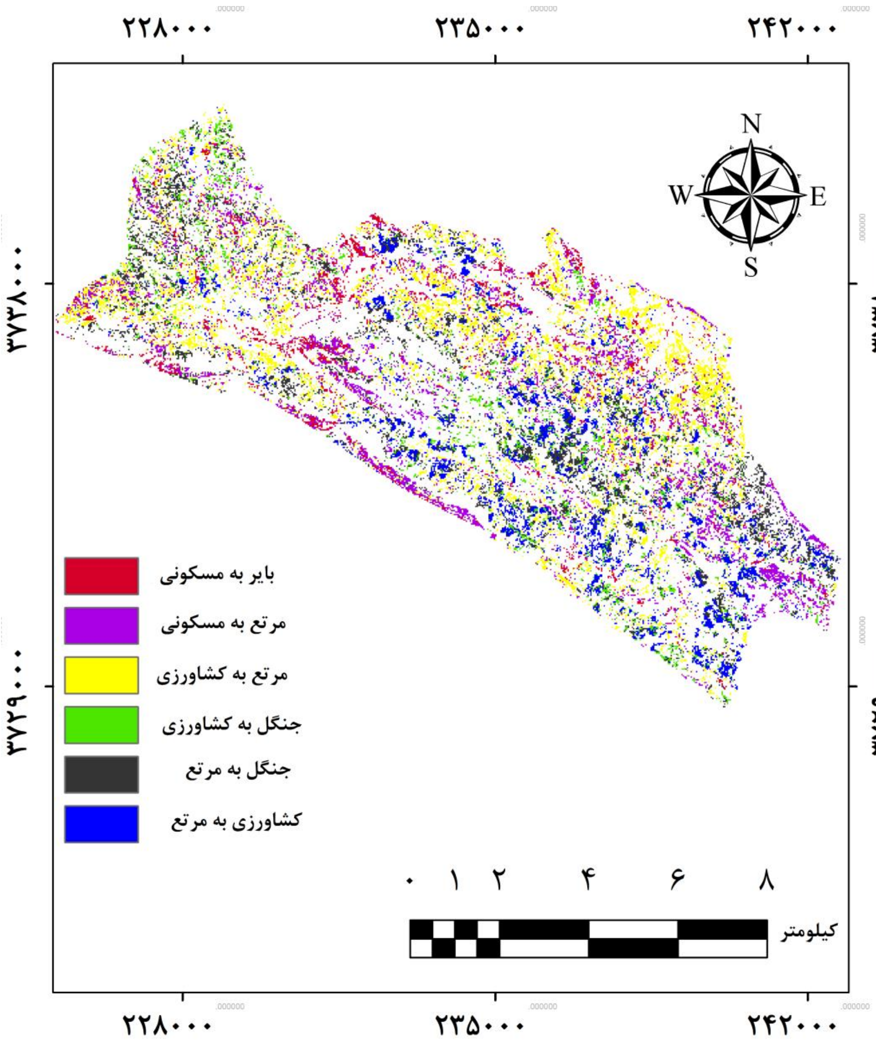
تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۶

جدول ۲ و شکل ۴، میزان تبدیل و انتقال بین کاربری‌های مختلف را در طول دورهٔ مورد مطالعه نشان می‌دهند.در بازهٔ زمانی سال‌های ۱۳۶۴ تا ۱۳۹۴، مقدار تغییر خالص از جنگل به اراضی کشاورزی و اراضی مرتعی به‌ترتیب ۴۴۷ و ۲۷۶ هکتار، مقدار تغییر خالص از اراضی کشاورزی به اراضی مرتعی ۳۷ هکتار، مقدار تغییر خالص اراضی بایر و اراضی مرتعی به مناطق مسکونی به‌ترتیب ۹۱ و ۹۶ هکتار و مقدار تغییر اراضی مرتعی به اراضی کشاورزی نیز ۲۴۱ هکتار برآورد شد.

جدول ۲: تبدیل و انتقال بین کاربری‌های مختلف در طول دورهٔ ۱۳۶۴ تا ۱۳۹۴

انتقال کاربری‌های اراضی (هکتار)	جنگل به کشاورزی	جنگل به مرتع	کشاورزی به مرتع	بایر به مسکونی	مرتع به مسکونی	مرتع به کشاورزی
	۴۴۷	۲۷۶	۳۷	۹۱	۹۴	۲۴۱

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶



شکل ۴: نقشۀ تغییرات خالص و انتقال بین طبقات کاربری اراضی

تهیه و ترسیم : نگارندگان، ۱۳۹۶

متغیّرهای مستقل ورودی به مدل LCM

نتایج این تحقیق نشان داد که متغیّرهای جهت جغرافیایی، ارتفاع، شیب، فاصله از رودخانه، نقشۀ کاربری اراضی پیوسته شده، فاصله از مناطق مسکونی و فاصله از جاده، همبستگی مناسبی با تغییر کاربری‌های مختلف و یا حداقل با یک کاربری دارند و می‌توانند به‌عنوان یک متغیّر مناسب به مدل LCM وارد شوند. بیشترین میزان ضریب همبستگی کرامر کلی مربوط به متغیّر ارتفاع به مقدار ۰/۴۷ بود و کمترین آن برای متغیّر شیب به مقدار ۰/۲ محاسبه شد (جدول ۳).

جدول۳: میزان همبستگی (ضریب کرامر) بین متغیّرهای ورودی به مدل و کاربری‌های مختلف

متغیّر / کاربری	جهت شیب	ارتفاع	شیب	فاصله از رودخانه	فاصله از مناطق مسکونی	فاصله از جاده	نقشهٔ کاربری اراضی
مسکونی	۰/۰۵	۰/۳۵	۰/۰۷	۰/۵۰	۰/۱۰	۰/۱۴	۰/۱۲
باغ	۰/۲۹	۰/۴۲	۰/۰۸	۰/۱۱	۰/۱۶	۰/۱۱	۰/۲۹
بایر	۰/۱۴	۰/۱۸	۰/۲۸	۰/۵۸	۰/۱۵	۰/۱۰	۰/۲۳
جنگل	۰/۱۵	۰/۶۳	۰/۵۷	۰/۴۵	۰/۴۱	۰/۱۱	۰/۳۹
کشاورزی	۰/۳۹	۰/۷۲	۰/۳۸	۰/۲۷	۰/۳۱	۰/۲۷	۰/۵۳
رودخانه	۰/۰۷	۰/۳۲	۰/۳۶	۰/۲۷	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۹
مرتع	۰/۱۲	۰/۴۶	۰/۵۵	۰/۲۱	۰/۱۷	۰/۶	۰/۲۱
ضریب‌کرامر کلی	۰/۲۱	۰/۴۷	۰/۲۰	۰/۳۱	۰/۴۳	۰/۳۳	۰/۲۹

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶

پیش‌بینی نقشه‌های تغییرات کاربری اراضی

همان‌طورکه در قسمت روش شرح داده شد، نخست به‌وسیلهٔ مدل زنجیرهٔ مارکوف و نقشهٔ کاربری سال‌های ۱۳۶۴ و ۱۳۷۹ نقشهٔ تغییرات کاربری اراضی برای سال ۱۳۹۴ تهیه شده است. سپس نقشهٔ پیش‌بینی‌شده سال ۱۳۹۴، با نقشهٔ واقعی مربوط به این سال مقایسه شد تا میزان دقت مدل پیش‌بینی برآورد شود.

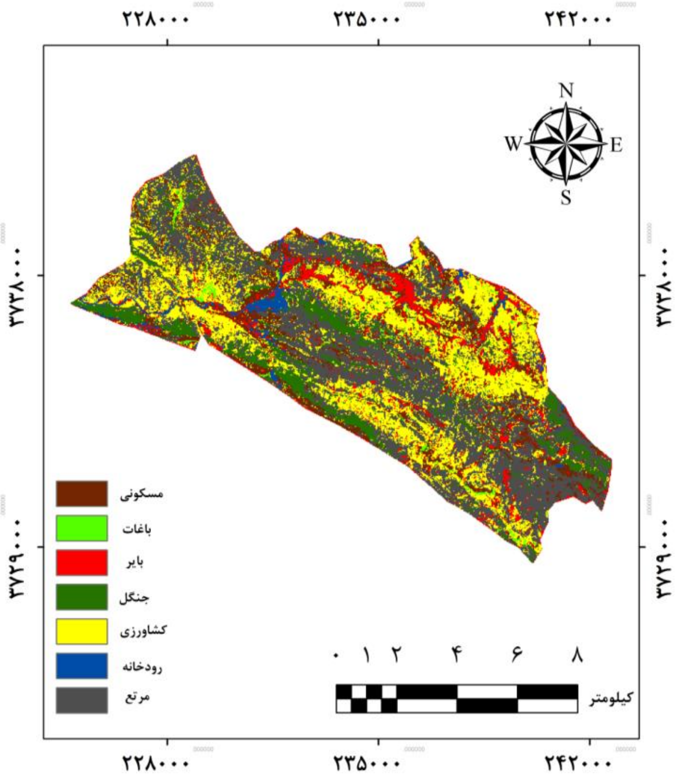
نتایج ارزیابی پیش‌بینی مدل نشان داد که مدل با میانگین ضریب کاپا کلی ۰/۸۹ پیش‌بینی قابل‌قبولی در منطقه داشته است (جدول ۴).

پس از اطمینان از دقت مدل پیش‌بینی، نقشهٔ تغییرات کاربری اراضی برای سال ۱۴۰۹ پیش‌بینی شد. نقشهٔ پیش‌بینی‌شدهٔ مربوط به این سال در شکل ۶ نمایش داده شده است.

جدول ۴: میزان آماره کاپا حاصل از مقایسهٔ نقشهٔ پیش‌بینی‌شده با نقشهٔ واقعیت زمینی ۱۳۹۴

	مسکونی	باغات	بایر	جنگل	کشاورز	رودخانه	مرتع	کل
ضریب کاپا	۰/۸۹	۰/۸۶	۰/۸۵	۰/۸۳	۰/۹۲	۰/۸۰	۰/۷۹	۰/۸۹

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶



شکل ۶: نقشهٔ پیش‌بینی‌شده برای سال ۱۴۰۹ با زنجیرهٔ مارکوف

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۶

مساحت مربوط به کاربری‌های مختلف پیش‌بینی شده در سال ۱۴۰۹ در جدول ۵ نمایش داده شده است. با بررسی این جدول می‌توان گفت سطح جنگل‌های منطقه تا سال ۱۴۰۹، ۲۸۳ هکتار کاهش خواهد یافت.

جدول ۵: مساحت و درصد کاربری‌های مختلف پیش‌بینی‌شده در سال ۱۴۰۹

	مسکونی	باغات	بایر	جنگل	کشاورزی	رودخانه	مرتعی
مساحت (هکتار)	۷۵۵/۵۳	۲۵۹/۷۹	۷۸۳/۳۶	۶۸۴/۰۹	۲۱۳۵/۷۲	۶۷۳/۰۴	۴۲۰۱/۸۵
درصد هر کاربری	۷/۹۵	۲/۷۳	۸/۲۵	۷/۲۰	۲۲/۴۹	۷/۰۸	۴۴/۲۶

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶

بحث و نتیجه

این تحقیق با هدف پیش‌بینی پراکنش مکانی و زمانی تخریب بخشی از جنگل‌های زاگرس و تعیین عوامل مؤثر بر آن صورت گرفت. با توجه به نتایج طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای مربوط به هر سه دورهٔ زمانی می‌توان بیان کرد که تصاویر سنجنده‌های مختلف ماهواره لندست قابلیت مناسبی در تهیهٔ نقشهٔ کاربری اراضی دارند. با توجه به رایگان بودن، آرشیو کامل تصاویر و قدرت تفکیک زمانی مناسب، سری ماهواره‌های لندست، این تصاویر می‌تواند منبع خوبی برای تهیهٔ نقشهٔ پوشش سرزمین در مناطق مختلف باشد. با توجه به نتایج به‌دست آمده، میزان نرخ تخریب سالیانهٔ جنگل در دورهٔ اول ۲۸/۳۳ هکتار، در دورهٔ دوم ۲۳/۱۳ هکتار و در کل دوره ۲۵/۷۳ هکتار

برآورد شد که این مطلب بیانگر تخریب شدیدتر در دورهٔ اول (۱۳۷۹-۱۳۶۴) است. کاهش نرخ تخریب در دورهٔ دوم می‌تواند ناشی از افزایش نظارت در مناطق مختلف توسط سازمان‌های مربوط، کاهش نسبی رشد جمعیت و تغییر الگوی مصرف سوخت در سال‌های اخیر باشد. نتایج مطالعات وفایی و همکاران (۱۳۹۱) و خوی و مورایاما (۲۰۱۱) نیز نشان داد که میزان تخریب جنگل در دورهٔ دوم کاهش یافته است *Khoi & Murayama, 2011: 169-190*؛ *وفایی و همکاران، ۱۳۹۱: ۳۳۶-۳۲۳)*

بررسی میزان تغییرات کاربری اراضی نشان می‌دهد که بیشترین کاهش مساحت مربوط به کاربری جنگل و بیشترین افزایش مساحت مربوط به کاربری کشاورزی است. ضمن اینکه بیشترین پتانسیل انتقال مربوط به تبدیل اراضی جنگل به زمین کشاورزی بود. به‌نظر دلیل این امر تخریب اراضی جنگلی و تبدیل آن به زمین‌های زراعی دیم در طول سال‌های گذشته است. با توجه به نرخ بالای بیکاری در بین مردم روستایی و وابسته بودن معیشت مردم این مناطق به کشاورزی و دامپروری، در طی سالیان گذشته بسیاری از اراضی جنگلی اطراف روستاها از بین رفته و تبدیل به زمین‌های کشاورزی شده است. کواینترو و همکاران (۲۰۱۶) و سوده‌اکار ردی (۲۰۱۶) هم در تحقیق‌های خود به این موضوع اشاره کرده‌اند (*Quintero et al, 2016: 1-13., Sudhakar Reddy et al. 2016: 93-116*).

با بررسی متغیّرهای ورودی به مدل LCM مشخص شد که متغیّرهای استفاده شده، در مدل‌سازی تخریب جنگل‌ها مؤثر بوده‌اند. همچنین متغیّرهای ارتفاع و فاصله از مناطق مسکونی دارای ضریب کرامر نسبتاً بالایی بوده و بیشترین تأثیر را در تغییرات کاربری اراضی داشتند. با توجه به اینکه در ارتفاعات کم، میزان دسترسی افراد به اراضی جنگلی بیشتر است و بیشتر روستاهای منطقه در ارتفاعات پایین واقع شده‌اند، به همین دلیل میزان تغییر و تخریب در این اراضی بیشتر رخ داده است. همچنین با توجه به شغل بیشتر افراد ساکن منطقه بسطام که کشاورزی و دامپروری است، مناطق جنگلی دردسترس و نزدیک به مناطق مسکونی در اثر چرای بی‌رویهٔ دام، تبدیل به اراضی کشاورزی و استفاده از چوب درجهت سوخت میزان دچار تخریب بیشتری شده است. در همین راستا پژوهش‌گرانی مانند مرتن و لامبین[1] (۱۹۹۷) و کواینترو و همکاران (۲۰۱۶) به نقش فاصله از جاده و مناطق مسکونی در تخریب جنگل‌ها اشاره کردند. لینکی و همکاران[2] (۲۰۰۴) به نقش ارتفاع و فاصله از جاده در تخریب جنگل‌های کشور اندونزی و مس و همکاران (۲۰۰۴)[3] به نقش ارتفاع، شیب، فاصله از جاده و مناطق مسکونی در تخریب جنگل‌ها اشاره کرده‌اند (*Khoi and Murayama, 2011: 186; Quintero et al, 2016: 1-13*).

نتایج حاصل از ارزیابی نقشهٔ شبیه‌سازی‌شده و نقشهٔ واقعیت زمینی نشان‌دهندهٔ ضریب کاپای ۰/۸۹ است که نشان از مناسب‌بودن این مدل در پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی سال‌های آینده است.

عزیزی‌قلاتی و همکاران (۱۳۹۵) و پرما و همکاران (۱۳۹۶)، نیز به کارایی مدل شبکهٔ عصب مصنوعی و زنجیرهٔ مارکوف در پیش‌بینی تغییرات کابری اراضی اشاره کرده‌اند *(عزیزی‌قلاتی و همکاران، ۱۳۹۵: ۷۰-۵۹؛ پرما و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۵۱-۱۲۹)*.

نتیجه

درنهایت با توجه به نتایج به‌دست آمده از این تحقیق می‌توان بیان کرد که استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی و مدل‌های مکانی می‌تواند راه مفیدی در شناخت دقیق میزان تخریب جنگل‌ها و تغییر کاربری‌ها در سال‌های گذشته و پیش‌بینی میزان این تغییرات در سال‌های آتی باشد و اطلاعات مفیدی را درجهت مدیریت

1-Merten and Lambin
2-Linkie
3-Mas

مناسب این مناطق در اختیار دهد. نتایج این تحقیق نشان داد که بیشترین میزان تخریب جنگل‌ها در نزدیکی مناطق مسکونی و در ارتفاعات پایین رخ داده است و بیشتر اراضی جنگلی منطقه به زمین‌های زراعی تبدیل شده است، بنابراین به‌نظر می‌رسد افزایش نظارت در این مناطق، بالاتر بردن شناخت مردم نسبت‌به اهمیت جنگل‌ها و افزایش سطح کیفی زندگی مردم منطقه می‌تواند کمک شایانی به کاهش میزان تخریب جنگل‌ها کند.

پیشنهادها

درنهایت پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی علاوه بر متغیّرهای استفاده شده در این تحقیق از متغیّرهای اقتصادی و اجتماعی نیز در مدل‌سازی تغییرات سطح جنگل‌ها استفاده شود.

منابع

- پرما، روح‌الله؛ رحیم ملک‌نیا؛ شعبان شتایی؛ حامد نقوی (۱۳۹۶). مدل‌سازی تغییرات پوشش سرزمین بر پایهٔ شبکهٔ عصب مصنوعی و پتانسیل انتقال در مدل LCM (مورد مطالعه: جنگل‌های گیلان‌غرب، استان کرمانشاه)، آمایش سرزمین. دورهٔ نهم. بهار و تابستان ۱۳۹۶. صفحات ۱۵۱-۱۲۹.
- شجاعیان، علی؛ صادق مختاری‌چلچله؛ لیلا کشتکار؛ اسماعیل‌سلیمانی‌راد(۱۳۹۳).مقایسهٔ کارایی روش‌های پارامتریک و ناپارامتریک در طبقه‌بندی پوشش اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸، فصلنامهٔ علمی- پژوهشی اطلاعات جغرافیایی. سال ۲۴. شمارهٔ ۹۳. بهار ۹۴. صفحات ۶۴-۵۴.
- طاهری، محمد؛ مهدی غلامعلی‌فرد؛ علیرضا ریاحی‌بختیاری؛ شاهین رحیم‌اوغلی (۱۳۹۲). مدل‌سازی تغییرات پوشش سرزمین شهرستان تبریز با استفاده از شبکهٔ عصبی مصنوعی و زنجیرهٔ مارکوف، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی. سال۴۵. شمارهٔ چهارم. زمستان ۱۳۹۲. صفحات ۱۲۱-۹۷.
- طرح جنگل‌داری چندمنظوره حوزهٔ کاکارضا (۱۳۸۵). ادارهٔ کل منابع طبیعی استان‌لرستان،مهندسان مشاور جهاد سبز. ۱۰۸ صفحه.
- عزیزی‌قلاتی، سارا؛ کاظم رنگزن؛ ایوب تقی‌زاده؛ شهرام احمدی (۱۳۹۵). پیش‌بینی روند تغییرات مکانی کاربری اراضی با استفاده از مدل زنجیرهٔ مارکوف، سنجش از دور و سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی.سال ۷. شمارهٔ اول. بهار ۱۳۹۵. صفحات ۷۰-۵۹.
- عزیزی‌قلاتی، سارا؛ کاظم رنگزن؛ ایوب تقی‌زاده؛ شهرام احمدی (۱۳۹۳). مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش رگرسیون لجستیک در مدل LCM، سال ۲۲. شمارهٔ ۴. صفحات ۵۹۶-۵۸۵.
- میرزایی‌زاده، وحید؛ علی مهدوی (۱۳۹۴). بررسی نقش عوامل انسانی و فیزیوگرافی بر کاهش پوشش جنگلی مطالعهٔ موردی حوضهٔ آبخیز شهر ارکواز ملکشاهی استان ایلام. فصلنامهٔ علمی- پژوهشی فضایی جغرافیایی. سال ۱۵. شمارهٔ ۵۲. زمستان ۱۳۹۴. صفحات ۹۶-۷۵.
- وفایی، ساسان؛ علی‌اصغر درویش‌صفت؛ مهتاب پیروقار (۱۳۹۱). پایش و پیش‌بینی روند تغییرات مکانی کاربری اراضی با استفاده از مدل LCM، مجلهٔ جنگل ایران. سال ۵. شمارهٔ سوم. پاییز ۱۳۹۲. صفحات ۳۳۶-۳۲۳.
- یعقوب‌زاده، برزو (۱۳۹۳). تحلیل اقلیمی منطقهٔ الشتر شهرستان سلسله لرستان. مجموعه مقالات ارائه شده توسط کارکنان هواشناسی استان لرستان. صفحات ۱۷-۱.
- Basse, R.M., Omrani, H., Charif, O., Gerber, P., & Bodis, K. (2014). Land use changes modeling using advanced methods: Cellular automata and artificial neural networks.The spatial and explicit representation of land cover dynamics at thecross-border region scale.AppliedGeography, 53:160-171.

- Bax, V., Francesconi, W & Quintero, M (2016). Spatial modeling of deforestation processes in the Central Peruvian Amazon. Journal for Nature Conservation, 29: 79-88.
- Khoi, D. D, & Y, Murayama (2011). Modeling Deforestation Using a Neural Network-Markov Model. Spatial Analysis and Modeling in Geographical Transformation Process, 169-190.
- Koranteng, A., & Niedzwiecki, T. Z (2015). Modelling forest loss and other land use change dynamics in Ashanti Region of Ghana, Folia Forestalia Polonica, 57(2): 96-111.
- Linkie, M., Smith, R. J., & Leader Williams, N. (2004). Mapping and predicting deforestation patterns in the lowlands of Sumatra. Biodiversity and Coservation, 13 1809-1818.
- Merten, B., & Lambin, F. E (1997). Spatial modeling of tropical deforestation in southern Cameroon: Spatial disaggregation of diverse deforestation processes. Applied Geography, 17, 143-162.
- Quintero, G. V., Moreno, R.S., García, M. P., Guerrero, F. V., Alvarez, C.P., & Alvarez, A. P. (2016). Detection and projection of forest changes by using the Markov Chain Model and cellular automata. Sustainability, 8 (236), 1-13.
- Schneider, L. C., & Pontius, R. G. (2001). Modeling land-use change in the Ipswich watershed, Massachusetts, USA. Agriculture, Ecosystems & Environment, 85(1), 83-94.
- Sudhakar Reddy, C., Jha, C. S., Dadhwal, V. K., Hari Krishna, P., Vazeed Pasha, S., Satish, K.V., Dutta. K., Saranya, K. R. L., Rakesh, F., Rajashekar, G & Diwakar, P. G (2016). Quantification and monitoring of deforestation in India over eight decades (1930-2013), Biodivers Conservation, 25: 93-116.
- Sudhakar Reddy, C., Singh, S., Dadhwal, V.K., Jha, C.S., Rao, N.R., & Diwakar, P.G, (2017). Predictive modeling of the spatial pattern of past and feature forest cover changes in India. Earth system Science, 126(8):1-16.

Geography and Development
17nd Year-No.54–Spring 2019
Received: 06/06/2017 Accepted: 05/02/2018

Modeling the Spatial Changes of Zagros Forests Using Satellite Imagery and LCM Model (Case study: Bastam, Selseleh)

Soheila Naseri
M.Sc of Forestry Engineering, Faculty of Agriculture & Natural Resources
University of Lorestan, Khorramabad

Dr. Hamed Naghavi
Assistant Professor of Forestry Engineering, Faculty of Agriculture & Natural Resources
University of Lorestan, Khorramabad

Dr. Javad Soosani
Associate Professor of Forestry Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources
Lorestan University, Khorramabad

Dr. Ahmad Reza Nouredini
Ph.D in Forestry Engineering
University of Guilan, Rasht

Introduction

During the last decades, the decrement of forest areas has come to attention in regional and global scales. Understanding the volume and extent of forest changes is necessary for better management, sustainable conservation and preventing forest resources from further destruction. To understand these changes, one known approach is to use satellite imagery and spatial models. Satellite imagery can play a key role in mapping and predicting changes at forest level due to the vast coverage, high speed, lower cost and repeatability in collecting relevant data. Spatial models can also be used to model the spatial pattern of forest degradation. The Land Change Modeler (LCM) is capable of creating different land degradation scenarios by integrating biological, physical, and socioeconomic factors. This model calculates the transmission potential between different land use/land cover based on Artificial Neural Network and Logistic Regression methods. Artificial Neural Networks are basic elements of artificial intelligence, and recently they have been applied simultaneously with the Markov Chain model for the temporal and spatial modeling of changes at forest level. Present study aims to model the temporal and spatial changes of Zagros forests using Landsat satellite imagery, Artificial Neural Network and Markov chain modeling. In addition, the most important variables affecting the development of these changes will be identified in Bastam, Lorestan province.

Methods and Material

Land use maps for the years 1985, 2000, and 2015 were prepared using the Maximum Likelihood Classification and Landsat TM and OLI Sensors. Land use changes modeling was done, using LCM model based on Artificial Neural Network and 7 effective variables include altitude, proximity of the residential areas, slope, direction, proximity of the roads, proximity of the river and land use map. The land use map for the year 2015 was predicted using the Markov chain modeling method. To evaluate the accuracy of the results, the error matrix was formed between the predicted map and the ground reality map for mentioned year. After assuring the accuracy of predicted results by the model through using the changes of the second period (2000-2015), the map of the changes for the year 2030 was predicted.

Results and Discussion

According to the results, the rate of annual forest degradation in the first, second and total period were 33.38, 23.23 and 25.73 hectares respectively, indicating a higher degradation in the first period (1985-2000). Land use change modeling showed the greatest reduction in the forest area and the highest increase in the agricultural land use. Due to the high unemployment rate among the rural people and the dependency of livelihoods on agriculture and animal husbandry, many forest lands around the villages have been disappeared over the past years and have converted to agricultural lands. Moreover, the results of this study revealed that altitude and distance from residential areas, with Cramer correlation coefficient 0.47 and 0.43, had the most effect on land use change and forest degradation. Due to the fact that in low altitudes, the vicinity of the people to forest lands is remarkable so that most of the villages are resided at low altitudes, the rate of change and destruction in these lands are higher than the other altitudes. The Kappa coefficient 0.89 was acquired by the comparison of the modeling map and the reality map in 2015.

Conclusion

Finally, according to the results of this research, it can be argued that the Landsat satellite imagery, Geographic Information System, and LCM model based on Artificial Neural Network can be a beneficial method to accurately predict the extent of forest degradation and model land use changes. Results indicated the greatest reduction in the forest land use area and the highest increase in the agriculture land use area. Investigating the potential transmission of different classes showed that the greatest potential transmission was attributed the conversion of forest to agricultural land. Furthermore, it was found that the highest rate of forest demolition occurred near the residential areas and at low altitudes. Therefore, it seems that enhancing the degree of monitoring in these areas, rising awareness about the importance of forests and change of the lifestyle in this region can help to reduce the further forest degradation.

Keywords: Deforestation, Artificial Neural Network, LCM model, Markov chain, Landsat images.

References

- Azizi Ghalati, S., Rangzan, K., Sadidy, J., Heydarian, P., & Taghizadeh, A (2016). Predicting locational trend of land use changes using CA-Markov Model (Case study: Kohmare Sorkhi, Fars province). Journal of RS and GIS for Natural Resources. 7(1): 59-71.
- Azizi Ghalati, S., Rangzan, K., Taghizadeh, A., & Ahmadi, S (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.
- Basse, R.M., Omrani, H., Charif, O., Gerber, P., & Bodis, K (2014). Land use changes modeling using advanced methods: Cellular automata and artificial neural networks. The spatial and explicit representation of land cover dynamics at the cross-border region scale. Applied Geography, 53:160-171.
- Bax, V., Francesconi, W., & Quintero, M (2016). Spatial modeling of deforestation processes in the Central Peruvian Amazon. Journal for Nature Conservation, 29: 79-88.
- Khoi, D.D., & Y, Murayama (2011). Modeling Deforestation Using a Neural Network-Markov Model. Spatial Analysis and Modeling in Geographical Transformation Process, 169-190.

- Koranteng, A., & Niedzwiecki, T. Z (2015). Modelling forest loss and other land use change dynamics in Ashanti Region of Ghana, Folia Forestalia Polonica, 57(2): 96-111.
- Linkie, M., Smith, R. J., & Leader Williams, N (2004). Mapping and predicting deforestation patterns in the lowlands of Sumatra. Biodiversity and Coservation, 13 1809-1818.
- Merten, B, & Lambin, F. E (1997). Spatial modeling of tropical deforestation in southern Cameroon: Spatial disaggregation of diverse deforestation processes. Applied Geography, 17, 143-162.
- Mirzaei zadeh, V., & Mahdavi, A (2016). .Geographic Space. 15(52): 75-96.
- Multipurpose forestry plan of Kakareza basin (2015). Department of Natural Resources of Lorestan Province, Jahade Sabz Consulting Engineers. 108 p.
- Parma, R., Maleknia, R., Shataee, Sh., & Naghavi, H (2017). Land Cover Change Modeling based on Artificial Neural Networks and transmission potential method in LCM (Case: Forests Gilan-e Gharb, Kermanshah Province). Town & Country Planning. 9(1): 129-151.
- -Quintero, G.V., Moreno, R.S., García, M.P., Guerrero, F.V., Alvarez, C.P., & Alvarez, A.P (2016). Detection and projection of forest changes by using the Markov Chain Model and cellular automata. Sustainability, 8(236), 1-13.
- Schneider, L. C., & Pontius, R. G (2001). Modeling land-use change in the Ipswich watershed, Massachusetts, USA. Agriculture, Ecosystems & Environment, 85(1), 83-94.
- Shojaeeian, A., Mokhtari Chelche, S., Keshtkar, L., & Soleymani rad, E (2015). Comparing the Performance of Parametric and Nonparametric Methods in Land Cover Classification using Landsat-8 Satellite Images (Case study: A part of Dezful city). Geographical Data. 24(93): 53-64.
- Sudhakar Reddy, C., Jha, C. S., Dadhwal, V. K., Hari Krishna, P., Vazeed Pasha, S., Satish, K.V., Dutta. K., Saranya, K.R.L., Rakesh, F., Rajashekar, G., & Diwakar, P.G (2016). Quantification and monitoring of deforestation in India over eight decades (1930–2013), Biodivers Conservation, 25: 93-116.
- Sudhakar Reddy, C., Singh, S., Dadhwal, V.K., Jha, C.S., Rao, N.R., & Diwakar, P.G (2017). Predictive modeling of the spatial pattern of past and feature forest cover changes in India. Earth system Science, 126(8):1-16.
- Taheri, M., Gholamalifard, M., Riahi Bakhtiari, A., & Rahimgholi, Sh (2014). Land Cover Changes Modeling of Tabriz Township Using Artificial Neural Network and Markov Chain. Physical Geography Research. 45(4): 97-121.
- Vafaei, S., Darvishsefat, A.A., & Pir Bavaghar, M (2014). Monitoring and predicting land use changes using LCM module (Case study: Marivan region). Iranian Journal of Forest. 5(3): 323-336.
- Yaghoub Zadeh, B (2014). Climate analysis of Aleshtar region, Selseleh division, Lorestan. Proceedings of the Meteorological Services of Lorestan Province. 1-17.