Archive of SID

فصلنامهٔ علمی پژوهش و توسعه جنگل
جلد ۶، شماره ۳، صفحه ۴۷۶-۴۶۳، (۱۳۹۹)

پیش‌بینی تغییرات پوشش جنگلی منطقه بویراحمد با استفاده از مدل Geomod

فاطمه نوذری[۱]، علیرضا صالحی*[۲]، محسن آرمین[۳] و محسن فرزین[٤]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران. (f_Nozari72@gmail.com)
۲- استادیار، گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران. (asalehi@yu.ac.ir)
۳- استادیار، گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران. (marmin@yu.ac.ir)
٤- استادیار، گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران. (m.farzin@yu.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۰/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰٦/۲۳

چکیده

پایش و بررسی تغییرات کاربری اراضی در عرصه‌های جنگلی، اطلاعات قابل قبولی را به‌منظور مدیریت کارآمد این منابع فراهم می‌کند. در این پژوهش به‌منظور ارزیابی تغییرات پوشش جنگلی قسمتی از بخش مرکزی شهرستان بویراحمد از تصاویر ماهواره‌ای لندست سال ۱۳٦٦ و ۱۳۹۲ استفاده شد. طبقه-بندی تصاویر با الگوریتم حداکثر احتمال در چهار طبقه شامل کشاورزی، جنگل، مرتع و مسکونی یا دیگر کاربری‌ها انجام شد و به‌منظور پیش‌بینی تغییرات پوشش جنگلی برای سال ۱٤۱۸ از مدل Geomod استفاده شد. ضریب کاپا حاصل از طبقه‌بندی سال ۱۳٦٦ و ۱۳۹۲ به‌ترتیب برابر ۰/۸۹ و ۰/۸۸ به‌دست آمد. نتایج نشان داد در دورهٔ زمانی ۱۳۹۲ -۱۳٦٦ حدود ۸۳۹۵/٦ هکتار از مساحت جنگل‌ها کاسته شده است و در دوره ۱٤۱۸ -۱۳۹۲ نیز مساحت جنگل‌ها با کاهش ۹۹۳۸/۷ هکتاری روبه‌رو خواهد شد. نتایج مدل-سازی با رگرسیون لجستیک به‌ترتیب با $Pseudo\ R^2$ و ضریب ROC، ۰/۲٤ و ۰/۷۳، نشان‌دهنده توانایی مناسب مدل در برآورد تغییرات جنگل در ۲٦ سال گذشته است. نتایج مربوط به شبیه‌سازی نقشه پوشش زمین سال ۱۳۹۲ نشان داد که مدل Geomod توانایی و قابلیت بالایی در مدل‌سازی تغییرات پوشش زمین دارد که در این بررسی صحت و درستی نقشه‌های پوشش زمین حدود ۹۰ درصد بوده است.

واژه‌های کلیدی: تغییرات پوشش جنگل، سنجش‌ازدور، طبقه‌بندی، کاربری اراضی.

* نویسنده مسئول شمارهٔ تماس: ۰۹۱۷۱۵۵۱۲۸۸

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

بررسی تغییرات کاربری و پوشش زمین نقش اساسی در بررسی تغییرات جهانی دارد (Cohen *et al.*, 2010). افزایش جمعیت، گسترش شهرنشینی، توسعه اقتصادی و به دنبال آن افزایش تغییر کاربری اراضی در چند دهه اخیر سبب کاهش پوشش جنگلی در مناطق مختلف جهان شده است. پایش و بررسی تغییرات پدید آمده در عرصه‌های جنگلی اطلاعات خوبی را برای مدیریت بهتر این منابع در راستای حفاظت، احیاء، توسعه (Masoudi and Jokar, 2015) و حتی بهره‌برداری آنها فراهم می‌کند (Alizadeh *et al.*, 2019).

استخراج تغییرات رخ داده با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای به یکی از زیرشاخه‌های مهم در علم جنگلداری تبدیل شده است و ابزاری برای پایش انواع تغییرات در اکوسیستم‌های جنگلی است. به فرآیند شناسایی تغییرات یک موضوع، سطح، پدیده یا فرآیندی که توسط مشاهدات زمانی صورت می‌گیرد، تعیین تغییرات گفته می‌شود (Adedeji *et al.*, 2015). مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی و پوشش جنگلی، اطلاعات ارزشمندی را برای درک بهتر فرآیند تغییر، تعیین عوامل مؤثر بر آنها و پیش‌بینی وضعیت مناطق در معرض تغییر فراهم می‌کند (Zare Garizi *et al.*, 2012). استفاده از مدل‌های پیش‌بینی کاربری- پوشش اراضی در کشوری مثل ایران که بهره‌برداری از زمین با سرعت در حال تغییر است، یک نیاز ضروری است. همچنین، ارزیابی دقت و صحت نتایج حاصل از تغییرات کاربری اراضی و پیش‌بینی این تغییرات مهم است. برای پیش‌بینی پویایی تغییرات کاربری اراضی در سال‌های آتی از انواع مدل‌های تجربی مانند تلفیقی سلول‌های خودکار و زنجیره مارکوف و همچنین مدل ژئومد (Geomod) استفاده شده است (Memarian *et al.*, 2012). مدل‌های پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی از نظر ساختار و کاربرد متفاوت بوده و امروزه به‌طور گسترده‌ای در مقیاس‌های مکانی بزرگ مورد استفاده قرار می‌گیرند (Ahmed *et al.*, 2013). ژئومد یک مدل پیش‌بینی تغییر کاربری- پوشش اراضی است که تغییر یک‌سویه از یک طبقه کاربری- پوشش زمین به دیگر طبقات کاربری- پوشش زمین را پیش‌بینی می‌کند (Rashmi and Lele, 2010). تاکنون با استفاده از داده‌های سری‌های زمانی ماهواره‌های مختلف پژوهش‌های زیادی برای بررسی تغییرات کاربری اراضی و پوشش جنگلی در مناطق مختلف جهان (Singh, 1989) ازجمله مناطق جنگلی زاگرس (Mohammadyari *et al.*, 2014) انجام شده است. همچنین، با استفاده از مدل ژئومد، برای گوناگونی برای مدل‌سازی پیش‌بینی تغییرات یک‌سویه کاربری اراضی و پوشش جنگلی برای دوره‌های زمانی آتی در مناطق مختلف جهان انجام شده است (Rashmi and Lele, 2010). اغلب این برای بر کاهش پوشش جنگلی در دهه‌های آتی دلالت دارند. بررسی تغییرات کاربری اراضی و پوشش جنگلی در مناطق مختلف ایران سابقه‌ای حدود دو دهه‌ای دارد (Sanjari and Boroomand, 2013). Ghorbannia Kheybari و همکاران (2017) با استفاده از مدل ژئومد، روند تغییرات کاربری جنگل در حوزه آبخیز چالوس رود را برای یک دوره ۲۸ ساله بین سال‌های ۱۳۹٤ تا ۱٤۲۲ پیش‌بینی کردند و با توجه به صحت ۹٦ درصدی به‌دست‌آمده در پیش‌بینی نقشه کاربری زمین، مدل ژئومد را مدلی مناسب برای مدل‌سازی و پیش‌بینی تغییرات کاربری زمین در حوزه آبخیز چالوس رود معرفی کردند.

تاکنون در مورد استفاده از مدل ژئومد برای پیش‌بینی تغییرات پوشش جنگلی در منطقه زاگرس

www.SID.ir

Archive of SID

جنوبی پژوهشی انجام نشده است. با توجه به گسترش سریع بخش مرکزی شهرستان بویراحمد به‌ویژه شهر یاسوج از سه دهه گذشته و تبدیل پوشش جنگلی این حوضه به دیگر کاربری‌ها (Omidvar *et al.*, 2015)، پژوهش حاضر با هدف بررسی روند تغییرات جنگل در حوضه جنگلی رودخانه بشار در بخش مرکزی شهرستان بویر احمد در گذشته و استفاده از الگوی تغییرات صورت گرفته به‌منظور پیش‌بینی تغییرات آن در آینده با استفاده از مدل ژئومد و تصاویر ماهواره‌ای لندست انجام شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی

منطقه مورد بررسی با وسعتی حدود ۱۲٤۰۰۰ هکتار، حوضه جنگلی رودخانه بشار در بخش مرکزی شهرستان بویر احمد با مرکزیت شهر یاسوج در محدوده جغرافیایی ″۲۸′۲۷°۳۰ تا ″۵۵′٤٤°۳۰ عرض شمالی و ″۱٦′۲۵°۵۱ تا ″۱۸ ′٤۷ °۵۱ طول شرقی قرار گرفته است (شکل ۱). رودخانه بشار از سرشاخه‌های رود کارون به‌حساب می‌آید. پوشش عمده جنگلی منطقه مورد بررسی را درختان بلوط ایرانی (*Quercus brantii*) با فراوانی بیش از ۸۰ درصد تشکیل می‌دهند. همچنین گونه‌های درختی و درختچه‌ای مانند کیکم (*Acer compester*)، بنه (*Pistacia atlantica*)، بادام وحشی (*Amigdalus scoparia*)، گلابی وحشی (*Pyrus glabra*)، زالزالک (*Cratagus aronia*)، ارس (*Juniperus polycarpus*) و پلاخور (*Lonicera iberica*) از گونه‌های درختچه‌ای اصلی در منطقه مورد بررسی هستند (Yousefi and Rahimian, 2014). متوسط بارندگی سالانه منطقه بر اساس آمار ایستگاه سینوپتیک یاسوج در یک دوره آماری ۱۰ ساله بین سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۳، ۷٤۹/۷ میلی‌متر گزارش شده است، در این دوره آماری متوسط دمای سردترین ماه سال (دی‌ماه) ۹/۳ درجه سانتی‌گراد، متوسط دمای گرم‌ترین ماه سال (تیرماه) ۲٦/۲ درجه سانتی‌گراد و متوسط سالانه آن ۱۵/۱ درجه سانتی‌گراد محاسبه شده است. بر اساس طبقه بندی اقلیمی به روش آمبرژه، منطقه مورد بررسی با توجه به ارتفاع آن دارای اقلیم مرطوب سرد است (Anonymous, 2014). بر اساس داده‌های مدل رقومی ارتفاع، ارتفاع منطقه مورد بررسی بین ۱٦۲۲ متر تا ۳۲٦۳ متر تغییر می‌کند. شهر یاسوج به‌عنوان مرکز استان کهگیلویه و بویراحمد به‌عنوان عمده‌ترین مرکز تجمع جمعیت در منطقه مورد بررسی مطرح است که از سه دهه اخیر به‌سرعت رشد و توسعه یافته است. نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵ مربوط به دوره آماری ۹۵-۹۰ و مقایسه آن با آمار دو دوره قبل‌تر شامل ۹۰- ۸۵ و ۸۵- ۸۰، نشان‌دهنده روند افزایش جمعیت ساکن در هر دو منطقه روستایی و شهری در این ناحیه است (DSI, 2017). در این بررسی حوضه جنگلی رودخانه بشار در بخش مرکزی شهرستان بویر احمد مورد بررسی قرار گرفته است.

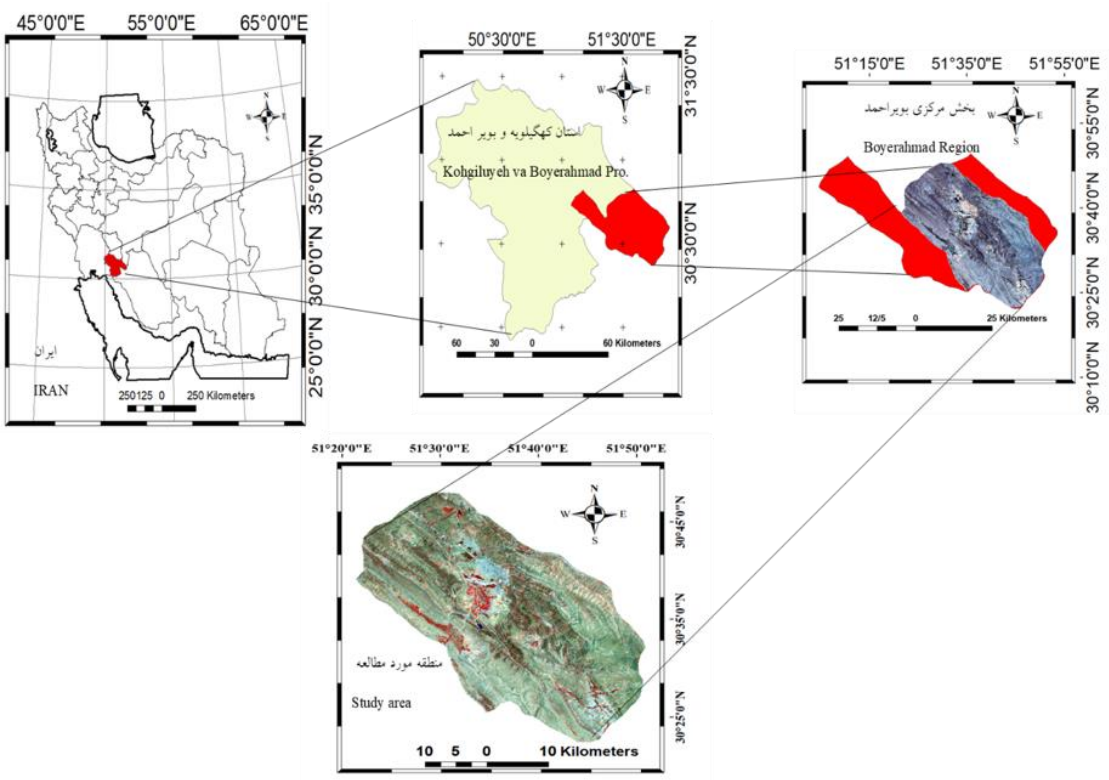
روش پژوهش

در تحقیق حاضر برای پیش‌بینی تغییرات پوشش جنگلی در منطقه مورد بررسی از مدل ژئومد (Geomod) استفاده شد. ژئومد یکی از مدل‌های تغییر کاربری زمین است که علاوه بر تعیین محل تغییر کاربری، سطح تغییریافته را نیز با مقایسه مساحت حاصل از نقشه‌های کاربری زمین در دوره‌های زمانی مختلف برآورد می‌کند (Ghorbannia Kheybari *et al.*, 2017). در مدل ژئومد، تغییر از یک طبقه کاربری به طبقه کاربری دیگر قابل شبیه‌سازی است (Ghorbannia Kheybari *et al.*, 2017)، این مدل برای پیش‌بینی محل تغییرات کاربری زمین، داده‌های

www.SID.ir

Archive of SID

مکانی مربوط به عوامل اقتصادی- اجتماعی و بیوفیزیکی مانند وضعیت توپوگرافی، فاصله از رودخانه، جاده و مناطق مسکونی را مورد استفاده قرار می‌دهد (Pontius, 2002، Ghorbannia Kheybari *et al.*, 2017).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد بررسی

Figure 1. Geographic location of the study area

جدول ۱ مشخصات مربوط به دو سری از تصاویر ماهواره‌ای برای تهیه نقشه‌های کاربری زمین در منطقه مورد بررسی برای دو دوره زمانی ۱۳٦٦ و ۱۳۹۲ را نشان می‌دهد. هر دو سری داده‌ها دارای سطح تصحیح L1T بودند؛ بنابراین، این تصاویر بالاترین سطح تصحیح سیستماتیک هندسی و توپوگرافیک با استفاده از نقاط کنترل زمینی و مدل رقومی ارتفاع منطقه را داشتند (Northrop, 2015) و از تصحیح هندسی تصاویر صرف‌نظر شد. به دلیل نزدیکی سال‌های تصویربرداری، از موزاییک عکس-های هوایی ارتوفتو شده توسط سازمان نقشه‌برداری کشور با مقیاس ۱/۲۰۰۰۰ مربوط به اوایل دهه ۷۰ برای انتخاب نمونه‌های تعلیمی برای طبقه‌بندی کاربری اراضی بر روی تصاویر ماهواره‌ای سال ۱۳٦٦ و از تصاویر سامانه Google Earth مربوط به سال ۱۳۹۲ برای انتخاب نمونه‌های تعلیمی برای طبقه‌بندی کاربری اراضی بر روی تصاویر سال ۱۳۹۲ و همچنین استخراج داده‌های مربوط به شبکه جاده‌های اصلی منطقه استفاده شد. قابل‌ذکر است، علاوه بر استفاده از تصاویر Google Earth، از بازدید زمینی نیز برای کنترل وضعیت و نوع کاربری نمونه‌های تعلیمی استفاده شد. به‌علاوه، از مدل رقومی ارتفاع منطقه (DEM) با قدرت تفکیک ۳۰ متر برای تهیه نقشه‌های وضعیت توپوگرافی شامل شیب، جهت، طبقات

www.SID.ir

Archive of SID

ارتفاعی منطقه و آبراهه‌ها استفاده شد. برای انجام این بررسی از نرم‌افزارهای ArcGIS 9.3، Idrisi Selva و Envi 4.8 برای پیش‌پردازش، پردازش و همچنین تحلیل داده‌ها استفاده شد.

جدول ۱- مشخصات تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده در منطقه مورد بررسی

Table 1. Details of used imagery of the study area

سنجنده Sensor	ماهواره Satellite	تاریخ تصویربرداری Imaging date	ردیف/ گذر Row/Path	سطح تصحیح Level of correction
TM	Landsat 5	نهم تیر ۱۳٦٦ 1987.06.30	39/164	L1T
OLI-TIRS	Landsat 8	اول مرداد ۱۳۹۲ 2013.07.23	39/164	L1T

برای پیش‌بینی شرایط آینده تغییرات پوشش جنگلی به روش ژئومد، نیاز به یک نقشه زمان شروع فرآیند مدل‌سازی و نقشه تناسب تغییر است (Ghorbannia Kheybari *et al*., 2017). ضمن اینکه در مدل‌سازی شرایط آینده، ازآنجایی‌که وضعیت کاربری زمین در سال نهایی مدل‌سازی موجود نیست، در مدل ژئومد، تعداد پیکسل‌های تغییریافته در فاصله زمانی مورد پیش‌بینی، به مدل معرفی می‌شود و مدل با استفاده از تصاویر و تعداد پیکسل‌های تغییریافته، شرایط آینده پوشش مورد بررسی را پیش‌بینی می‌کند (Galdavy *et al*., 2013). ازآنجاکه فاصله زمانی سال‌های ۱۳٦٦ تا ۱۳۹۲ برابر با ۲٦ سال است، از این‌رو بر اساس کاربرد مدل پیش‌بینی ژئومد، پیش‌بینی تغییرات پوشش جنگلی منطقه مورد بررسی برای دوره آتی ۲٦ ساله و یا به عبارتی سال ۱٤۱۸ مدنظر است. برای تهیه نقشه پیش‌بینی پوشش جنگل در سال ۱٤۱۸ به مواردی شامل نقشه کاربری اراضی و به دنبال آن نقشه پوشش جنگلی منطقه در سال ۱۳٦٦، نقشه کاربری اراضی و به دنبال آن نقشه پوشش جنگلی منطقه در سال ۲۰۱۳، نقشه تغییرات پوشش جنگل در دوره زمانی بین سال‌های ۱۳٦٦ و ۱۳۹۲ و نقشه تناسب تغییر یا همان نقشه مطلوبیت تغییر پوشش جنگل نیاز است. برای تعیین تعداد پیکسل‌های تغییریافته پوشش جنگل در فاصله زمانی بین سال‌های ۱۳٦٦ و ۱۳۹۲ از رابطه ۱ به‌عنوان روش ماتریس ضرب تصاویر (LMM) استفاده شد (Alizad Gohari *et al*., 2012).

$$LMM = (CT_1 * 10) + CT_2 \quad \text{رابطهٔ (۱)}$$

در این رابطه، LMM، ماتریس ضرب تصویر؛ CT_1، تصویر طبقه‌بندی‌شده در دوره اول و CT_2، تصویر طبقه‌بندی‌شده در دوره دوم هستند. با استفاده از این روش می‌توان نسبت تغییرات ایجاد شده در کاربری اراضی در یک‌فاصله زمانی مشخص را به دست آورد. بدین ترتیب، پس از طبقه‌بندی نظارت‌شده تصاویر سال‌های ۱۳٦٦ و ۱۳۹۹، با استفاده از رابطه مذکور در نرم‌افزار ArcGIS 9.3، تغییرات کاربری اراضی در دوره زمانی ۱۳۹۲-۱۳٦٦ بررسی شد. در این رابطه، چهار کاربری- پوشش جنگل، مرتع، کشاورزی و مسکونی مدنظر قرار گرفت. مسئله مهم در تعیین تغییرات این است که مشخص شود تغییری که در طبقه‌ای از کاربری جنگل اتفاق افتاده به چه کاربری دیگری تبدیل شده است.

نقشه تناسب تغییر از برقراری رگرسیون لجستیک بین نقشه معیارهای مطلوبیت به‌عنوان

www.SID.ir

Archive of SID

متغیرهای مستقل و نقشه تغییرات پوشش جنگل در دوره زمانی بین ۱۳٦٦ تا ۱۳۹۲ به‌عنوان متغیر وابسته با ویژگی صفر (پوشش غیر جنگلی) و یک (پوشش جنگلی) حاصل شد. برای تهیه نقشه مطلوبیت از رگرسیون لجستیک در نرم‌افزار ادریسی استفاده شد. تعیین عوامل مؤثر بر ایجاد تغییرات، پیش‌نیاز اصلی برای توسعه مدل‌های کاربری زمین است (Galdavy *et al.*, 2013). در این بررسی از نقشه‌های طبقات ارتفاع از سطح دریا (مدل رقومی ارتفاع)، شیب، جهت جغرافیایی و شاخص‌های فاصله‌ای شامل فاصله از جاده، فاصله از آبراهه و فاصله از روستا و همچنین شاخص تغییرات نرمال شده پوشش گیاهی (NDVI) منطقه مورد بررسی به‌عنوان معیارهای مطلوبیت استفاده شد (Arekhi *et al.*, 2012., Mahiny and Turner, 2003). رگرسیون لجستیک از روش برآورد حداکثر احتمال برای پیدا کردن بهترین مجموعه شاخص‌هایی که مدل را بهتر برازش می‌کنند، استفاده می‌کند. برای بررسی صحت در مدل‌سازی رگرسیون لجستیک از آماره‌های Pesedo R^2 و ROC (مشخصه نسبی اجرایی) استفاده شد. Psedo R^2 برابر ۰/۲ به‌عنوان برازش خوب در نظر گرفته می‌شود (Clark and Hosking, 1986). ROC آماره مناسبی برای ارزیابی اعتبار مدل است و می‌توان از آن برای مقایسه تصویر پیش‌بینی‌شده با تصویر واقعی استفاده کرد (Zeng *et al.*, 2008). ارزش یک نشان‌دهنده توافق مکانی کامل و ارزش ۰/۵ نشان‌دهنده توافق کم مدل با واقعیت است (Galdavy *et al.*, 2013). قبل از انجام طبقه‌بندی نظارت‌شده به روش الگوریتم حداکثر احتمال (Moradi and Pahkideh, 2013)، تصحیحات لازم شامل تصحیح رادیومتریک و انجام یکسان‌سازی هیستوگرام تصویر (Histogram Matching) سال ۱۳٦٦ بر مبنای تصویر سال ۱۳۹۲ (Xiaojun abd Lo, 2000) برای رسیدن به تصاویری مطلوب از منطقه انجام شد. تصحیح رادیومتریک نسبی به روش کاهش تیرگی پدیده (Dark Object Subtraction) انجام شد (Arekhi *et al.*, 2012).

برای تهیه مناسب‌ترین تصاویر با بهترین ترکیب باندی برای انجام طبقه‌بندی نظارت‌شده از ضریب شاخص مطلوبیت (OIF) استفاده شد (Akbari *et al.*, 2013). با محاسبه عامل مطلوبیت، باندهایی انتخاب شد که ضریب همبستگی کمتر و واریانس بالاتری داشتند (Soffianian and Madanian, 2011)؛ بنابراین برای هر دو سال از ترکیب‌های رنگی باندهای ۲، ۳ و ٤ لندست استفاده شد. برای اعتبارسنجی نقشه پیش‌بینی‌شده از شاخص توافق کاپا با استفاده از تابع Validate در نرم‌افزار ادریسی استفاده شد. بدین منظور با توجه به داده‌های موجود، ابتدا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای TM مربوط به سال‌های ۱۳٦٦ و ۱۳۹۲ نقشه پیش‌بینی تغییرات پوشش جنگلی منطقه در سال ۱۳۹۲ تهیه شد و با نقشه واقعی موجود از سال ۱۳۹۲ به‌عنوان نقشه مرجع مطابقت داده شد، سپس با توجه به‌دقت مناسب آن، در مرحله دوم نقشه پیش‌بینی تغییرات پوشش جنگلی منطقه در سال ۱٤۱۸ تهیه و اعتبارسنجی شد. همچنین برای بررسی صحت طبقه‌بندی کاربری- پوشش اراضی در دو سال مذکور از شاخص‌های صحت کل، ضریب کاپا، صحت تولیدکننده و صحت کاربر استفاده شد.

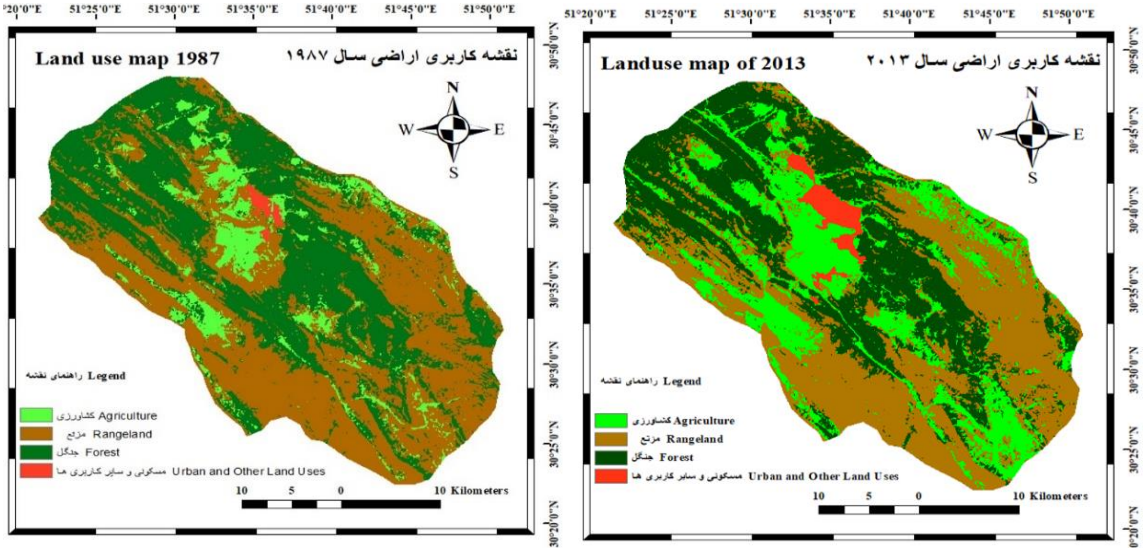
نتایج

شکل‌های ۲- الف و ۲- ب به ترتیب نقشه کاربری اراضی سال‌های ۱۳٦٦ و ۱۳۹۲ و نقشه پوشش جنگلی منطقه در این سال‌ها را نشان می‌دهند. مساحت کاربری‌های اراضی مربوط به سال‌های ۱۳٦٦ و ۱۳۹۲ برحسب هکتار و درصد نسبی آنها در جدول ۲ آمده

www.SID.ir

Archive of SID

است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده در جدول ۲، مشاهده می‌شود که در سال‌های مورد بررسی در بین کاربری‌های بررسی شده، بیشترین طبقه پوشش زمین مربوط به مرتع و کمترین آن مربوط به مناطق مسکونی است. بر این اساس، روند تغییرات جنگل و مرتع به‌صورت کاهشی ولی روند تغییرات اراضی کشاورزی و مناطق مسکونی به‌صورت افزایشی است. در دوره زمانی مذکور، مساحت عرصه‌های مرتعی با کاهشی حدود ۱۱۷۱۱ هکتار، از حدود ۵۹۷۱۶ هکتار به حدود ۲۸۰۰۵ هکتار کاهش یافته است و مساحت عرصه‌های جنگلی با کاهشی حدود ۸۳۹۵ هکتار، از ۵۱۳۱۳ هکتار به حدود ۴۲۹۱۸ هکتار کاهش یافته است. این در حالی است که در این دوره زمانی، سطح کاربری کشاورزی حدود ۱۷۸۷۵ هکتار افزایش یافته است و کاربری مسکونی نیز با تغییر از حدود ۷۵۹ هکتار به ۲۹۹۱ هکتار، حدود ۲۲۳۲ هکتار افزایش یافته است. بر اساس جدول ۲، در ۲۶ سال گذشته (۱۳۹۲-۱۳۶۶) پوشش جنگلی ۸۳۹۵ هکتار کاهش یافته است که قسمت زیادی از آن به کاربری کشاورزی اختصاص یافته است. جدول ۳ مقدار تغییرات پوشش جنگلی به دیگر کاربری‌ها در طی دوره زمانی ۱۳۹۲-۱۳۶۶ را نشان می‌دهند. اختلاف ۳۱۱٤/۸۵٤ هکتاری بین مساحت مجموع پوشش جنگل در دو جدول ۲ و ۳ را می‌توان به‌عنوان مقدار احیاء یا تبدیل دیگر کاربری‌ها به پوشش جنگلی در مدت ۲٦ سال مذکور توجیه کرد. به‌عبارت‌دیگر، گرچه بر اساس جدول ۲ درمجموع مساحت ۸۳۹۵ هکتار از پوشش جنگلی کاسته شده است، اما در طول این مدت به‌اندازه ۳۱۱٤/۸۵٤ هکتار نیز به پوشش جنگلی اضافه شده است و درمجموع ۸۳۹۵ هکتار از پوشش جنگلی منطقه مورد بررسی در طول مدت ۲٦ سال کاسته شده است. نقشه تغییرات پوشش جنگل به دیگر کاربری‌ها در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۲- نقشه کاربری اراضی منطقه مورد بررسی در سال‌های ۱۳٦٦ و ۱۳۹۲

Figure 2. Land use map of the study area in 1987 and 2013

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- مساحت و درصد اختصاص‌یافته به هر طبقه کاربری- پوشش اراضی در سال‌های ۱۳٦٦ و ۱۳۹۲

Table 1. Area and the allocated percentage to each category of land use/cover in 1987 and 2013

سال ۱۳۹۲ 2013		سال ۱۳٦٦ 1987		نوع کاربری Land sue
مساحت (درصد) Area (%)	مساحت (هکتار) Area (ha)	مساحت (درصد) Area (%)	مساحت (هکتار) Area (ha)	
24.27	30106.73	9.86	12231.99	کشاورزی Agriculture
38.70	48005.00	48.15	59716.66	مرتع Range
34.60	42918.03	41.37	51313.67	جنگل Forest
2.41	2991.22	0.61	759.05	مسکونی Urban

جدول ۳- مساحت (هکتار) تغییرات کلاس پوشش جنگلی طی دوره ۱۳۹۲-۱۳٦٦

Table 3. Area (ha) of changes of forest class in period of 1987- 2013

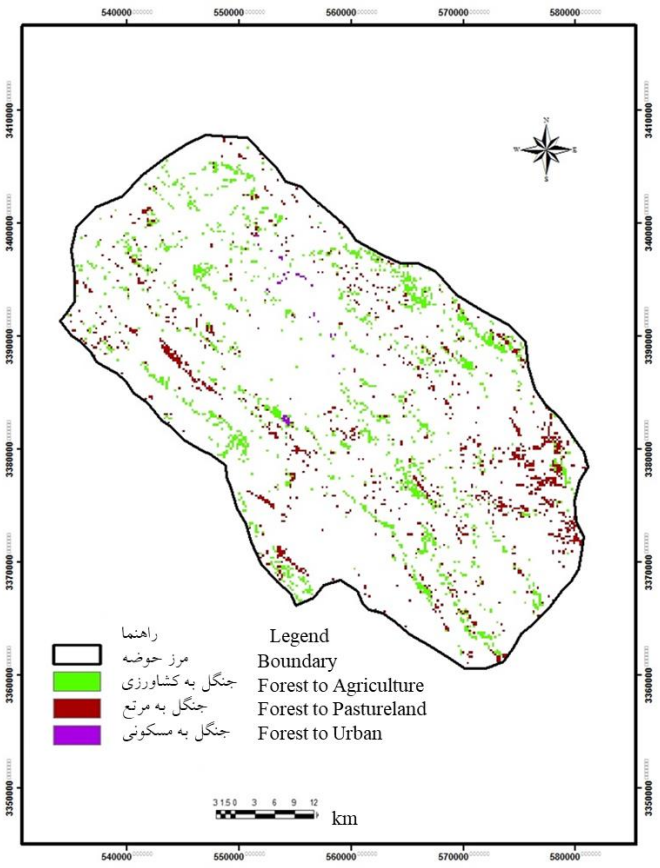
مساحت (هکتار) Area (ha)	تغییرات پوشش جنگل Changes of forest land cover
6583.581	جنگل به کشاورزی Forest to Agriculture
4866.276	جنگل به مرتع Forest to Range
160.637	جنگل به مسکونی Forest to Urban
11610.494	مجموع Total

شکل‌های ٤-الف و ٤-ب نقشه پیش‌بینی کاربری جنگل در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱٤۱۸ مستخرج از روش ژئومد را نشان می‌دهند؛ مطابق این نقشه‌ها، مساحت جنگل در سال ۱٤۱۸، ۳۲۹۷۹٫۳۱۰ هکتار پیش‌بینی می‌شود که حدود ۲۳/۱٦ درصد نسبت به سطح آن در سال ۲۰۱۳ کاهش می‌یابد. روند تخریب کلی طبقه پوشش جنگل در سال‌های بین ۱۳۹۲-۱۳٦٦ و ۱٤۱۸-۱۳۹۲ به ترتیب ۸۳۹۵/٦٤ هکتار و ۹۹۳۸/۷۲ هکتار برآورد می‌شود؛ به‌طوری‌که تغییرات جنگل در ۲٦ سال گذشته ۱٥٤۳/۰۸ هکتار کمتر از تغییرات آن در ۲٦ سال آینده است.

جدول ٤، ارزیابی صحت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای در سال‌های ۱۳٦٦ و ۱۳۹۲ را نشان می‌دهد. بر اساس این جدول، طبقه‌بندی با صحت کل بالای ۹۰ درصد و ضریب کاپای ۸۸ درصد انجام شده است که نشان‌دهنده دقت بالای طبقه‌بندی است.

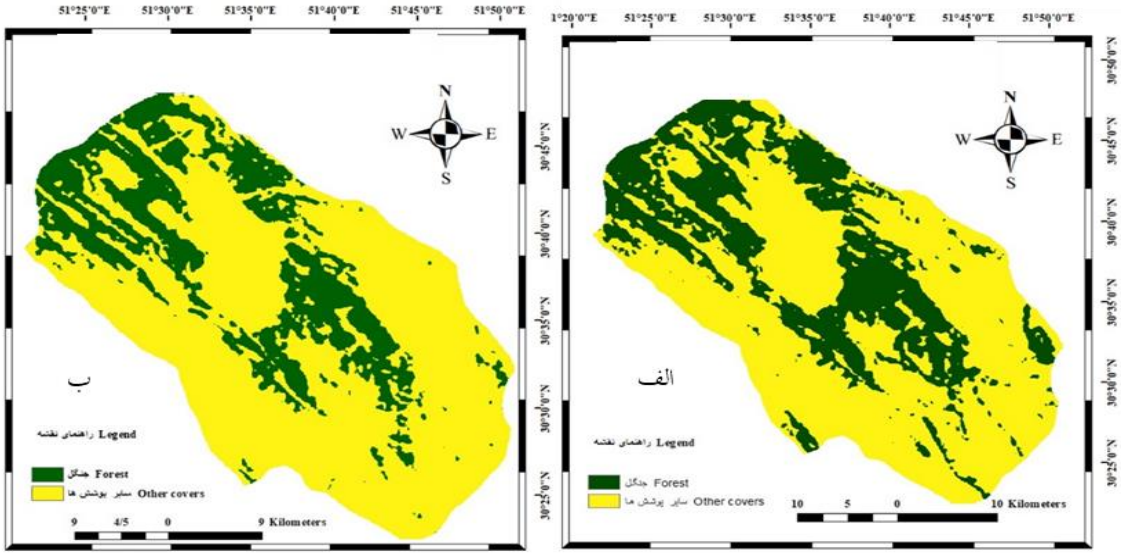
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- تغییرات پوشش جنگل در دوره ۱۳۹۲-۱۳٦٦

Figure 7. Changes of forest cover (1987 – 2013)



شکل ٤- نقشه پوشش جنگل پیش‌بینی‌شده سال ۱۳۹۲ (الف) و سال ۱٤۱۸ (ب)

Figure 8. The predicted maps for forest cover in 2013 (right) and 2039 (left)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- ارزیابی صحت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای در سال‌های ١٣٦٦ و ١٣٩٢

Table 2. Evaluating accuracy of Landsat classification in 1987 and 2013

صحت کل (درصد) Overall Accuracy (%)	ضریب کاپا Kappa Coefficient	نقشهٔ کاربری اراضی Land use map
90.78	0.89	١٣٦٦ 1987
90.87	0.88	١٣٩٢ 2013

جدول ۵ ضرایب متغیرهای مستقل و عرض از مبدأ را در مدل رگرسیون لجستیک برای تغییرات سطح جنگل نشان می‌دهد. این ضرایب، وزن متغیرهای مذکور را در احتمال یک شدن تغییر وابسته یا همان احتمال حضور پوشش جنگلی را نشان می‌دهند. منفی بودن ضرایب نشان‌دهنده رابطه معکوس میان این عامل با احتمال حضور جنگل است یا به عبارتی، هر چه ضرایب کمتر باشند تأثیر بیشتری بر احتمال عدم حضور پوشش جنگلی یا تخریب جنگل دارند، بدین معنی که به دلیل کوهستانی بودن منطقه، شیب‌های کم و فاصله کوتاه از روستا نسبت به بقیه عامل‌ها بیشترین تأثیر را بر احتمال تخریب جنگل دارد. آماره‌های ارزیابی صحت رگرسیون لجستیک بین دوره‌های زمانی ١٣٦٦ تا ١٣٩٢ برای تغییر کاربری جنگل، ROC برابر ۰/۷۳ و Pseudo-R2 برابر با ۰/٢٤ برآورد شدند که نشان‌دهنده توافق نسبی مدل به‌دست‌آمده با تغییرات واقعی و توانایی مناسب مدل در برآورد تغییرات جنگل در ٢٦ سال گذشته است.

جدول ۵- ضرایب متغیرهای مستقل در مدل رگرسیون لجستیک

Table 4. The coefficients of the independent variables and the intercept in the regression model

ضریب در مدل رگرسیون Coefficients	متغیر مستقل Independent variables
0.0025	جهت شیب Aspect
- 0.0013	شیب Slope
0.0024	فاصله از روستا Distances from villages
0.0039	فاصله از جاده Distances from roads
0.0176	شاخص NDVI
0.0031	مدل رقومی ارتفاع DEM
0.0081	فاصله از آبراهه Distances from ditches
-5.0924	عرض از مبدأ Intercept

www.SID.ir

Archive of SID

بحث

تحقیق حاضر با هدف پیش‌بینی تغییرات پوشش جنگلی منطقه بویراحمد با استفاده از مدل Geomod انجام پذیرفته است. در این زمینه GIS و سنجش‌ازدور می‌تواند نقش کلیدی ایفا کند. در این راستا با آشکارسازی تغییرات پوشش جنگلی منطقه در ۲۶ سال گذشته، دوره زمانی ۱۳۹۹-۱۳۹۲، تغییرات پوشش جنگلی برای ۲۶ سال آینده، دوره زمانی ۱۴۱۸- ۱۳۹۲، پیش‌بینی و شبیه‌سازی‌شده است. برای این منظور از تصاویر سنجنده TM مربوط به Landsat5 برای سال ۱۳۶۶ و تصاویر سنجنده OLI مربوط به Landsat8 مربوط به سال۱۳۹۲ استفاده شد.

با توجه به اینکه نقشه‌های کاربری اراضی به‌عنوان اطلاعات‌پایه برای برنامه‌ریزی‌های مختلف از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و با تأکید بر این‌که هدف پیش‌بینی تغییرات پوشش جنگلی، ارزیابی پیامدهای سناریوهای مختلف به‌ویژه ادامه روند موجود است، نتایج این پیش‌بینی باوجود اختلاف نسبت به آنچه در آینده اتفاق خواهد افتاد، می‌تواند هشداری برای وضعیت کاربری‌ها در آینده باشد و در برنامه‌ریزی‌های آینده در شهرستان بویراحمد مرکزی موردتوجه قرار گیرد.

نقشه‌های پوشش- کاربری زمین تهیه‌شده از منطقه مورد بررسی نشان می‌دهد در ۲۶ سال گذشته (۱۳۹۲-۱۳۶۶) حدود ۸۳۹۵/۶۴ از مساحت جنگل‌ها کاسته شده است و در ۲۶ سال آینده (۲۰۳۹-۲۰۱۳) نیز مساحت جنگل حدود ۹۹۳۸/۷۲ هکتار کاهش پیدا خواهد کرد. بر اساس آمار ارائه شده، جمعیت ساکن در نقاط شهری در شهرستان بویر احمد به ترتیب از ۱۰۳۸۳۶ به ۱۲۳۸۹۸ و ۱۵۷۴۵۴ نفر در سال‌های ۸۵، ۹۰ و ۹۵ افزایش یافته است و جمعیت روستایی نیز در همین راستا، به ترتیب از ۱۱۳۸۹۳ به ۱۲۸۷۹۳ و ۱۴۲۲۹۸ نفر افزایش یافته است (DSI, 2017). با توجه به روند افزایشی جمعیت منطقه و به دنبال آن افزایش نیازهای انسانی در ارتباط با تأمین غذا و مسکن مانند گسترش بیشتر اراضی کشاورزی و مناطق مسکونی و صنعتی در دهه‌های آینده و همچنین توسعه اقتصادی و اجتماعی بیشتر منطقه مانند گسترش راه-های ارتباطی در منطقه و فراهم آمدن زمینه دسترسی بیشتر به عرصه‌های جنگلی آن، کاهش سطح عرصه-های جنگلی در منطقه دور از انتظار نیست. در همین زمینه بیشتر پژوهش‌های انجام شده در نقاط مختلف کشور بر کاهش سطح مناطق جنگلی در دهه‌های آتی دلالت دارند (Ghorbannia Kheybari *et al*., 2017). Moradi and Pahkideh (2013) در پژوهش خود کاهش پوشش جنگلی و افزایش اراضی کشاورزی را گزارش دادند که دلیل این تغییرات قطع درختان برای تهیه سوخت و سرشاخه‌زنی درختان بلوط بوده است. Mallinis و همکاران (2011) بخش عمده تبدیل جنگل به کشاورزی را گزارش کردند که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

آماره‌های ارزیابی صحت رگرسیون لجستیک بین دوره‌های زمانی ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۲ برای تغییر کاربری جنگل، شامل ROC برابر ۰/۷۳ و Pseudo-R2 برابر با ۰/۲۴، نشان‌دهنده توافق نسبی مدل به‌دست‌آمده با تغییرات واقعی و توانایی مناسب مدل در برآورد تغییرات جنگل در ۲۶ سال گذشته در این منطقه است؛ که نشان می‌دهد روش مورداستفاده در این پژوهش، به‌طور نسبی روشی مناسب برای تهیه نقشه کاربری اراضی و پوشش جنگل به شمار می‌آید. Bagheri and Shataee (2010) در مدل‌سازی کاهش گستره جنگل با استفاده از رگرسیون لجستیک در حوزه آبخیز چهل چای استان گلستان با دست‌یابی به ROC برابر ۰/۷۲ و Pseudo-R2 برابر با ۰/۱۱۴، مدل رگرسیون لجستیک

www.SID.ir

Archive of SID

به‌کاررفته را با به‌کارگیری متغیرهای مستقل شیب، جهت، ارتفاع از سطح دریا، فاصله از جاده و مقدار جمعیت، برای برآورد کاهش گستره جنگل مناسب ارزیابی کردند. در مدل به‌کاررفته در پژوهش حاضر، گرچه به دلیل عدم همپوشانی زمانی و در دست نبودن آمار دقیق جمعیت، از متغیر جمعیت در برآورد مدل استفاده نشده است، اما هم در مدل ارائه شده در این بررسی و هم در مدل ارائه شده توسط Bagheri and Shataee (2010)، متغیرهای شیب، فاصله از روستا و جاده با مقدار تخریب جنگل رابطه عکس دارند؛ و به عبارتی با افزایش شیب در هر دو منطقه، مقدار تخریب جنگل کاهش یافته و تخریب در اطراف روستاهای پرجمعیت بیشتر است؛ بنابراین، برای کاهش روند تخریب جنگل و جلوگیری از کاهش سطح عرصه‌های جنگلی در دهه‌های آتی با توجه به آمار ارائه شده از روند روبه رشد جمعیت شهری و روستایی در منطقه، لازم است حداقل، تمرکز مدیریت منابع جنگل و جنگلداری در مناطق پرجمعیت اطراف روستاها و مشارکت روستاییان در طرح‌های حفاظت و احیاء جنگل با اهمیت بیشتری در دستور کار واحد-های اجرایی و مدیریتی در بخش جنگل و حفاظت محیط‌زیست شهرستان بویراحمد قرار گیرد.

References

- Adedeji, O. H., O. O. Tope-Ajayi & O. L. Abegunde, 2015. Assessing and Predicting Changes in the Status of Gambari Forest Reserve, Nigeria Using Remote Sensing and GIS Techniques, *Journal of Geographic Information System*, 7: 301-318.
- Ahmed, B., R. Ahmed & X. Zhu, 2013. Evaluation of Model Validation Techniques in Land Cover Dynamics, ISPRS, *International Journal of Geo-Information*, 2(3): 577-597.
- Akbari, E., M. Ebrahimi & A. Amir Ahmadi, 2013. Land use mapping Sabzevar using maximum likelihood methods and Multilayer Perceptron Neural Network, *Environmental Based Territorial planning*, 6(23): 127-148. (In Persian)
- Alizad Gohari, N., M. Latifi, M. Nasri, H. Yeganeh & A. Sarsangi, 2012. Change Detection of Land Use Changes in Naein City of Using Satellite Data of Landsat, *Middle East Journal of Scientific Research*, 11(4): 439-444.
- Alizadeh, Sh., A. Salehi & M. R. Mirzaei, 2019. The efficiency of geostatistical methods in zoning the probability of presence of Persian Oak regeneration, *Forest Research and Development*, 5(1):137-151. (In Persian)
- Anonymous. 2014. Meteorical Administration of I.R. Iran, Data from 166 synoptic sites of the country until the end of 2010. http://www.chaharmahalmet.ir/iranarchive.asp.
- Arekhi, S., A. Jafarzadeh & S. Yousefi, 2012. Deforestation using logistic regression modeling, GIS and remote sensing: northern forests of Ilam, *Geography and Development*, 10(29): 31-42. (In Persian)
- Bagheri, R. & Sh. Shataee, 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)
- Clark, W. A. & P. L. Hosking, 1986. Statistical Methods for Geographers (Chapter 13). New York: John Wiley and Sons press, 528 p.
- Cohen, W. B., Z. Yang & R. Kennedy, 2010. Detecting trends in forest disturbance and recovery using yearly Landsat time series: 2. Time Sync-Tools for calibration and validation, *Remote Sensing of Environment*, 114(12): 2911-2924.
- Deputy of Statistics and Information (DSI), 2017. Selection of the results of the general census of population and housing in Kohgiluyeh va BoyerAhmad Proviance 2006- 2016, *Organization of Management and Planning of Kohgiluyeh and Boyerahmad Province*, Yasouj. (In Persian)
- Galdavy, S., M. Mohammad Zadeh, A. R. Salman Mahiny & A. Najafi Nejad, 2013. Application of Geomod in vegetation and land use change modeling, *Journal of Environment and Development*, 4(8): 13-22. (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

- Ghorbannia Kheybari, V., M. M. Mirsanjari & M. Armin, 2017. Forecasting of forest land changes in the Chaloosrood watershed, *RS & GIS for Natural Resources*, 8(2): 79- 91. (In Persian)
- Mahiny, A. R. & B. J. Turner, 2003. Modeling Past Vegetation Change through Remote Sensing and GIS: A Comparison of Neural Networks and Logistic Regression Methods. In Proceedings of the 7th international conference on geocomputation. University of Southampton, UK, pp. 1-24.
- Mallinis, G., D. Emmanoloudis, V. Giannakopoulos, F. Maris & N. Koutsias, 2011. Mapping and interpreting historical land cover/land use changes in a Natura 2000 site using earth observational data: The case of Nestos delta, Greece, *Applied geography*, 31(1): 312-320.
- Masoudi, M. & P. Jokar, 2015. Land-use Planning using a Quantitative Model and Geographic Information System (GIS) in Shiraz Township, Iran, *Ecopersia*, 3(2): 959-974.
- Memarian, H., S. K. Balasundram, J. B. Talib, Ch. Sung, A. Mohd Sood & K. Abbaspour, 2012. Validation of CA-Markov for imulation of Land Use and Cover Change in the Langat Basin, Malaysia, *Journal of Geographic Information System*, 4(6): 542-554.
- Mohammadyari, F., H. R. Pourkhabbaz, M. Tavakoli & H. Aqdr, 2014. Vegetation cover mapping and monitoring changes using techniques of remote sensing and GIS (Case Study: City Behbehan), *Geographical Data*, 23(92): 23-34. (In Persian)
- Moradi, S. & E. Pahkideh, 2013. Studying the causes of changes in forest and non-forest land using RS and GIS (Case study: conventional territory of Joojar village-Kermanshah - Iran), *Life Science Journal*, 10(3): 566-573.
- Northrop, A., 2015. IDEAS – LANDSAT Products Description Document. Landsat SPPA team, https://earth.esa.int/documents/10174/679851/LANDSAT_Products_Description_Document.pdf
- Omidvar, K., M. Narangifard & H. Abasi, 2015. Detection of land use and vegetation changes in Yasuj using remote sensing, *Geography and urban-regional planning*, 5(16): 111- 126. (In Persian)
- Pontius, R. G., 2002. Statistical methods to partition effects of quantity and location during comparison of categorical maps at multiple resolutions, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 68(10): 1041-1050.
- Rashmi, M. & N. Lele, 2010. Spatial modeling and validation of forest cover change in Kanakapura region using GEOMOD, *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 38(1): 45-54.
- Sanjari, S. & N. Boroomand, 2013. Land use/cover change detection in last three decades using remote sensing technique (Case study: Zarand region, Kerman province), *Journal of Applied RS & GIS Techniques in Natural Resource Science*, 4(1): 57-67. (In Persian)
- Singh, A., 1989. Digital Change Detection Techniques using Remotely Sensed Data, *International -Journal of Remote Sensing*, 10(6): 989-1003.
- Soffianian, A. & M. Madanian, 2011. Comparison of Maximum Likelihood and Minimum Distance to Mean Classifiers in Preparing Land Cover Map (A Case Study: Isfahan Area), *Journal of Soil and Water Sciences- Sciences and Thechnology of Agriculture and Natural Resources*, 15(57): 253-264. (In Persian)
- Xiaojun Y. & C. P. LO, 2000. Relative Radiometric Normalization Performance for Change Detection from Multi-Data Satellite images, *Photo, Eng & Remote Sensing*, 66(8): 967- 970.
- Yousefi, M. & J. Rahimian, 2014. Forests of Kohgiluyeh and Boyerahmad province. Rayehe Honar Pars press, 144 p. (In Persian)
- Zare Garizi, A., V. Sheikh, A. Sadoddin & S. Mahiny, 2012. Simulating the spatiotemporal changes of forest extent for the Chehelchay watershed (Golestan province), using integrated CA-Markov model, *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 20(2): 273-285. (In Persian)
- Zeng, Y. N., G. P. Wu, F. B. Zhan & H. H. Zhang, 2008. Modeling spatial land use pattern using autologistic regression, *The international Archives of the Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Science*, 37: 115-119.

www.SID.ir

Archive of SID

Prediction of forest cover changes for Boyer-Ahmad region using Geomod model

F. Nozari [1], A. Salehi[*2], M. Armin [3] and M. Farzin[4]

1- MSc. Student of Forestry, Faculty of Agriculture, Yasouj University, Yasouj, I. R. Iran. (f_Nozari72@gmail.com)
2- Assistant Professor, Department of Forestry, Faculty of Agriculture, Yasouj University, Yasouj, I. R. Iran. (asalehi@yu.ac.ir)
3- Assistant Professor, Department of Forestry, Faculty of Agriculture, Yasouj University, Yasouj, I. R. Iran. (marmin@yu.ac.ir)
4- Assistant Professor, Department of Forestry, Faculty of Agriculture, Yasouj University, Yasouj, I. R. Iran. (m.farzin@yu.ac.ir).

Received: 12.01.2019 Accepted: 14.09.2019

Abstract

Monitoring of land use changes in forest areas provides acceptable information for better planning and management on forest resources. In this study, to assess the changes of the forest cover in the central part of Boyer-Ahmad County in Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad Province in southwest of Iran, satellite imageries of two different Landsat time series including Landsat 5, TM satellite data (30.6.1987), and Landsat 8, OLI-TIRS data (23.7.2013) were used. Supervised classification was carried out by applying the Maximum Likelihood Algorithm and LMM model (Matrix Multiplication pictures). Moreover, Logistic regression and Geomod model were used to provide validation map and prediction of forest cover changes in 2039, respectively. Land cover maps achieved from the study area showed that there is a reduction of about 8395 hectares in the forest area during the past 26 years (1987-2013). Moreover, it is predicted that the forest area will decrease around 9938 hectares during the coming 26 years. The results showed that the kappa coefficient obtained from the supervised classification on the satellite imageries in 1987 and 2013 were 0.89 and 0.88, respectively. Moreover, the results of Logistic regression with pseudo R2 and ROC were 0.24 and 0.73, respectively, which indicate that the obtained model is relatively adapted to the real changes and there is an appropriate ability for the model to estimate the forest changes in the last 26 years. Results of simulation of the forest cover changes in 2013 reveal that the Geomod model is a good tool for forecasting the forest cover changes. The accuracy and precision of the obtained forest cover maps is about 90 percent.

Keywords: Forest cover changes, Remote sensing, Classification, Land use.

[*] Corresponding author Tel: +989171551288

www.SID.ir