Archive of SID

بخش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی (سال هشتم / شماره دوم) تابستان ۱۳۹۶
نمایه شده در سایت: پایگاه استنادی علوم جهان اسلام، جهاد دانشگاهی، مگ ایران، نورمگز
آدرس وب سایت : http://girs.iaubushehr.ac.ir

پیش‌بینی تغییرات کاربری جنگل در حوزه آبخیز چالوس‌رود

وجیهه قربان‌نیا خیبری[۱]، میرمهرداد میرسنجری[۲*]، محسن آرمین[۳]

۱. دانشجوی دکتری محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر
۲. استادیار دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر
۳. استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، پژوهشکده منابع طبیعی و زیست‌محیطی، دانشگاه یاسوج

چکیده

تخریب جنگل، فرآیندهای حوزه آبخیز و چرخه‌های بیوشیمیایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و منجر به فرسایش خاک و کمبود آب در حوزه‌های آبخیز می‌شود. مطالعه حاضر با هدف بررسی تغییرات کاربری جنگل در حوزه آبخیز چالوس رود در غرب استان مازندران با استفاده از مدل ژئومد (Geomod) انجام شده است. در این تحقیق، ابتدا نقشه‌های کاربری جنگل در سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۱۵ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای تهیه شد. سپس نقشه مطلوبیت کاربری جنگل با برقراری رابطه رگرسیونی بین نقشه معیارهای مطلوبیت و نقشه تغییرات جنگل در دوره زمانی ۱۹۸۷-۲۰۱۵ تولید شد. در نهایت با استفاده از نقشه کاربری جنگل در سال ۱۹۸۷، نقشه مطلوبیت جنگل و تعداد پیکسل‌های تغییر یافته کاربری جنگل در فاصله زمانی سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۵، پیش‌بینی نقشه کاربری جنگل برای سال ۲۰۴۳ با استفاده از ژئومد انجام شد. همچنین با استفاده از تابع Validate و نقشه کاربری جنگل طبقه‌بندی شده سال ۲۰۱۵، به عنوان نقشه مرجع، و نقشه کاربری جنگل پیش‌بینی شده سال ۲۰۱۵ به عنوان نقشه مقایسه‌ای، اعتبار نقشه تولیدی ارزیابی شد. نتایج نشان داد که وسعت کاربری جنگل در سال ۱۹۸۷، ۲۰۱۵ و ۲۰۴۳ به ترتیب ۳۸۶۸۳/۶۵، ۲۴۸۶۴/۳۵ و ۱۵۲۲۷/۲۵ هکتار است به طوری که وسعت تغییرات کاربری جنگل در ۲۸ سال گذشته و ۲۸ سال آینده به ترتیب ۳۵/۷۲ و ۳۸/۷۶ درصد است. تغییرات جنگل در دوره زمانی ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۵ به ترتیب تحت تأثیر عواملی مثل فاصله از جاده، تراکم پوشش جنگل، فاصله از روستا، شیب دامنه و ارتفاع از سطح دریا است. ضرایب $Pseudo\ R^2$ و منحنی راک (ROC) به ترتیب ۰/۲۹ و ۰/۸۵ است که نشان‌دهنده توانایی مناسب مدل در برآورد تغییرات جنگل در ۲۸ سال گذشته و توافق نسبی مدل بدست آمده با تغییرات واقعی است. در این مطالعه صحت نقشه‌های کاربری اراضی بدست آمده حدود ۹۶ درصد بود که قابلیت مناسب مدل ژئومد در مدل‌سازی تغییرات کاربری زمین در حوزه آبخیز چالوس رود را نشان می‌دهد.

مشخصات مقاله

پیشینه مقاله:
دریافت: ۲۵ فروردین ۱۳۹۶
پذیرش: ۲ مرداد ۱۳۹۶
دسترسی اینترنتی: ۱ شهریور ۱۳۹۶

واژه‌های کلیدی:
پیش‌بینی
پایش تغییرات
کاربری اراضی
رگرسیون لجستیک
حوزه آبخیز چالوس‌رود

* پست الکترونیکی مسئول مکاتبات: merdadmirsanjari@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

اطلاعات کاربری اراضی و تیپ پوشش زمین لازمه انجام فعالیت‌های مختلف مدیریتی، اهداف سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی‌های مرتبط با سطح زمین است (١٤ و ٢٣). بر این اساس گروه وسیعی از دانشمندان و متخصصان شامل زمین‌شناسان، مدیران آب و خاک و همچنین برنامه‌ریزان شهری، اطلاعاتی راجع به مکان، توزیع، نوع و مساحت کاربری اراضی و تغییرات پوشش زمین جمع‌آوری می‌کنند (٢٥). تخریب جنگل، فرآیندهای حوزه آبخیز و چرخه‌های بیوشیمیایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (١١ و ١٣) و منجر به فرسایش خاک و کمبود آب نه فقط در محدوده مناطق تخریب شده بلکه همچنین در مناطق نسبتاً دور می‌شود (٩ و ١٢). این بدین معنی است که مشکلات ایجاد شده در اثر تغییر کاربری اراضی متعددند و عواقب و پیامدهای جدی دارند، بنابراین نیاز است که ابعاد مکانی کاربری اراضی و پوشش زمین مرتباً شناسایی شوند تا سیاست‌گذاران و محققان بتوانند تصمیمات لازم را اتخاذ کنند. تکنولوژی‌های نوین مانند سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی ابزارهای مناسبی برای اندازه‌گیری وسعت و الگوی تغییرات در وضعیت سیمای منظر طی زمان فراهم کرده است (٨ و ١٥).

ژئومد (Geomod) یک مدل تغییر کاربری زمین است که در اصل برای مدل‌سازی کاهش جنگل‌های گرمسیری (١٧ و ٢٠) و برای برآورد خروج دی اکسید کربن از جنگل‌های گرمسیری طراحی شده است (٦ و ١٨). این مدل توسط محققین در کالج علوم جنگلداری و محیط زیست انسانی (١٩) و با سرمایه‌گذاری بخش انرژی، برنامه پژوهش دی اکسید کربن و بخش تغییر اقلیم و اتمسفر آمریکا توسعه یافت. این مدل محل تغییر کاربری زمین و مقدار تغییر یافته را با مقایسه مساحت بدست آمده از نقشه‌های کاربری زمین چند زمانه برآورد می‌نماید (١٩). پونتیوس و اشنایدر (١٩) بیان داشت که ژئومد را یک مدل تغییر کاربری زمین است که تغییر یک سویه از یک طبقه کاربری زمین به یک طبقه دیگر را پیش‌بینی می‌کند. در این مدل دو مؤلفه وجود دارد، مقدار تغییر کاربری زمین و محلی که تغییر کاربری زمین رخ می‌دهد. این مدل برای پیش‌بینی محل تغییرات کاربری زمین، تعدادی از داده‌های مکانی مربوط به عوامل اقتصادی- اجتماعی و بیوفیزیکی را مورد استفاده قرار می‌دهد (٥، ١٠ و ٢١). این عوامل در اغلب موارد شامل وضعیت توپوگرافی (شیب، جهت و ارتفاع)، فاصله از رودخانه، جاده و مناطق مسکونی، عوامل اقلیمی و عوامل اقتصادی- اجتماعی است (٨). در این مدل می‌توان انتقال از یک طبقه کاربری به طبقه دیگر را شبیه‌سازی نمود (٦ و ١٨). این مدل در مطالعات گوناگونی برای مدل‌سازی تغییرات کاربری زمین و پوشش گیاهی در مناطق مختلف استفاده شده است. از جمله مطالعات می‌توان به مدل‌سازی تغییرات شهر اراک در استان مرکزی با استفاده از مدل Geomod اشاره نمود (٢٤). همچنین این مدل برای مدل‌سازی تغییرات کاربری زمین و پوشش گیاهی در منطقه گرگان در استان گلستان در بازه زمانی ١٩٨٨-٢٠٠٧ مورد استفاده قرار گرفت که در این مطالعه مدل Geomod برای مدل‌سازی تغییرات مناطق شهری، کاربری جنگل، اراضی مرتعی و کشاورزی اجرا شده است. ضیاییان فیروز آبادی و همکاران (٢) در مطالعه‌ای از مدل شبکه خودکار، مدل رگرسیون لجستیک و مدل مارکف برای شبیه‌سازی تغییرات کاربری اراضی شهرکرد و برای یک دوره زمانی ٣٥ ساله استفاده کردند. در این مطالعه بهترین نتایج در استفاده از ترکیب روش مارکف و روش رگرسیون لجستیک با گامای ٠/٥ برای استخراج قوانین تبدیل حاصل شد. باقری و شتایی جویباری (١) مدل‌سازی کاهش گستره جنگل در حوزه آبخیز چهل چای استان گلستان را با استفاده از رگرسیون لجستیک بررسی کردند. نتایج این مطالعه نشان داد که در طول ١٩ سال حدود ٢٤٠٠ هکتار از سطح جنگل‌های منطقه کاهش یافته است. نتایج مدل‌سازی کاهش گستره جنگل با رگرسیون لجستیک با Pseudo R^2 برابر با ٠/١١٤ و ضریب ROC برابر با ٠/٧٢، نشان‌دهنده توافق نسبی مدل به دست آمده با نقشه کاهش گستره جنگل بود. بر اساس نتایج، متغیرهای شیب، فاصله از روستا و جاده با مقدار تخریب رابطه عکس داشت. با افزایش

www.SID.ir

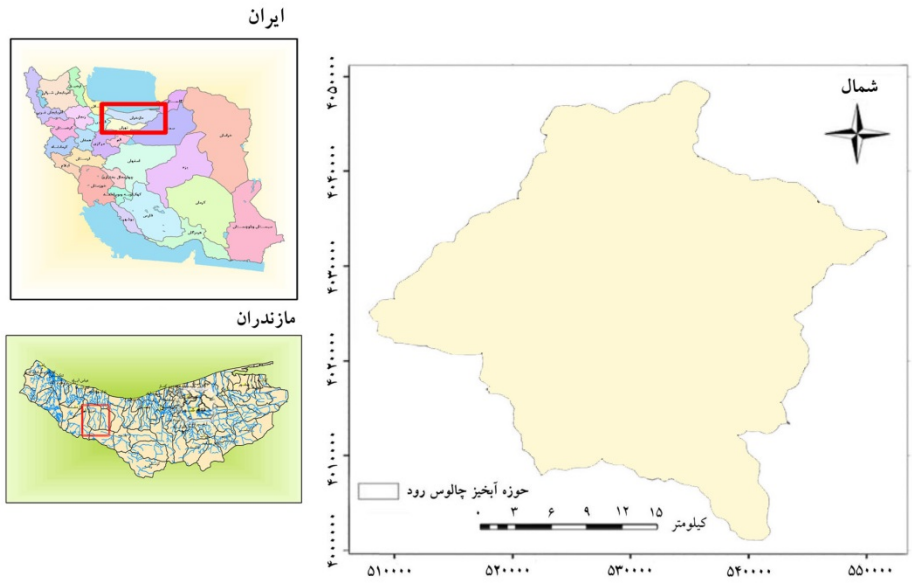
Archive of SID

ارتفاع از سطح دریا در این منطقه مقدار تخریب افزایش یافته و تخریب در اطراف روستاهای پرجمعیت بیشتر است. آنونزیو و همکاران (٤) مطالعه‌ای با عنوان پیش‌بینی جهانی مساحت جنگل‌های تولیدی و حفاظتی با استفاده از Geomod تا سال ۲۰۳۰ انجام دادند. نتایج مقایسه‌ای نشان داد که مساحت جنگل‌های حفاظتی ۳۲ کشور در معرض خطر جنگل‌زدایی است درحالی‌که در ۳٦ کشور دیگر مساحت جنگل‌های تولیدی در معرض خطر مشابهی است. راشمی و لیل (۲۲) مدل‌سازی فضایی و اعتبارسنجی تغییرات کاربری جنگل را در منطقه کاناکاپورا با استفاده از Geomod بررسی کردند. در این مطالعه ضمن تهیه نقشه کاربری جنگل و تغییرات آن در گذشته، نقشه کاربری جنگل برای سال ۲۰۱۵ نیز شبیه‌سازی شد. برای تهیه نقشه پیش‌بینی جنگل از عواملی مثل فاصله از جاده و فاصله از مناطق مسکونی در محیط نرم‌افزار Idrisi استفاده شده است. نتایج نشان داد که دقت نقشه شبیه‌سازی شده ۸٤/۲٦ درصد و میزان ROC نیز ۰/٦۱ است (۲۲). مطالعات دیگری نیز توسط سایر محققین در سراسر دنیا انجام گرفته که نتایج حاصل از آن‌ها توانایی مناسب مدل Geomod را در مدل‌سازی تغییرات کاربری زمین و پوشش گیاهی نشان داده است. بر همین اساس، مطالعه حاضر با هدف بررسی روند تغییرات جنگل در حوزه آبخیز چالوس رود در گذشته و استفاده از الگوی تغییرات صورت گرفته به منظور پیش‌بینی تغییرات آن در آینده با استفاده از مدل Geomod انجام گرفته است.

روش تحقیق

منطقهٔ مورد مطالعه

حوزه آبخیز رودخانه چالوس بخشی از حوزه آبخیز بزرگ چالوس است که با وسعتی برابر ۱۰۲ هزار هکتار در موقعیت جغرافیایی ″۲۲ ′۵۸ °۵۰ تا ″۲۵ ′٤۰ °۵۱ طول شرقی و ″٥٦ ′۰۸ °۳٦ تا ″۰۱ ′۳٦ °۳٦ عرض شمالی در استان مازندران واقع شده است (شکل ۱). این حوزه بخشی از حوزه آبخیز دریای خزر و دارای ۱۸ زیرحوزه است. حداکثر و حداقل ارتفاع حوزه آبخیز چالوس رود به ترتیب ٤۲٦۰ و ۱۵۸ متر از سطح دریا است. این حوزه منطقه‌ای کوهستانی و پرشیب و دارای جهت کلی شمالی است. از نظر آب و هوایی عمده‌ترین اقلیم حاکم بر منطقه نیمه‌مرطوب سرد تا مرطوب سرد و در بعضی نقاط پست، نیمه‌خشک سرد نیز شناسایی شده است. میزان بارندگی آن از ۲۸۸/۳ میلی‌متر تا ۱۵۳۸/۲ میلی‌متر متغیر است.



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه

www.SID.ir

Archive of SID

پردازش داده‌های ماهواره‌ای

در این مطالعه برای بررسی تغییر کاربری دوره زمانی ۱۹۸۷-۲۰۱۵ و پیش‌بینی این تغییرات در سال ۲۰۴۳ از داده‌های سنجنده TM ماهواره لندست ۵، تاریخ ۲۸ ژوئن ۱۹۸۷ میلادی (معادل ۷ تیر ۱۳٦٦ شمسی) و سنجنده OLI تاریخ ۲٦ می ۲۰۱۵ میلادی (معادل ۵ خرداد ۱۳۹٤ شمسی) استفاده شد. سایر داده‌های مورد نیاز در مطالعه شامل نقشه توپوگرافی، نقشه شبکه آبراهه‌ها، نقشه‌های موضوعی نشان‌دهنده راه‌ها و روستاها با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ از اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان مازندران واحد نوشهر تهیه گردید.

ابتدا به منظور کنترل خطای مکانی و انتخاب سیستم مرجع مناسب برای تصویر، با استفاده از روش نمونه‌برداری مجدد تصاویر زمین مرجع شدند و منطقه مورد مطالعه از تصاویر ماهواره‌ای استخراج شد. به منظور تشخیص هر چه بهتر عوارض بر روی تصاویر، با استفاده از سه روش ترکیب رنگی، بسط کنتراست و نسبت‌گیری طیفی، تصاویر آشکارسازی شدند. پس از آشکارسازی تصاویر اقدام به طبقه-بندی تصاویر با استفاده از دو روش طبقه‌بندی نظارت نشده و نظارت شده گردید که طبقه‌بندی نظارت نشده به روش ISOCLUST و طبقه‌بندی نظارت شده به روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال در نرم‌افزار ادریسی انجام شد. در طبقه‌بندی نظارت نشده، هر کدام از تصاویر به صورت یک تصویر ۲٤ طبقه‌ای، طبقه‌بندی شد. در طبقه‌بندی نظارت شده با استفاده از مراحل شش‌گانه؛ تعیین نمونه‌های تعلیمی و رقومی کردن محدوده آن‌ها، استخراج نشان طیفی ویژه هر یک از کاربری‌ها از طیف‌های تصویر، بررسی قابلیت جداسازی نشان‌های طیفی کاربری‌ها و پوشش، انتخاب یک طبقه‌بندی کننده و یا قاعده تصمیم‌گیری، طبقه‌بندی تصویر، بررسی گزارش صحت طبقه-بندی، کاربری‌ها و تیپ پوششی بر روی تصویر شناسایی و طبقه‌بندی انجام شد. برای ارزیابی صحت طبقه‌بندی از طریق مشاهدات صحرایی و با استفاده از نرم‌افزار Google Earth برای هر کدام از طبقات به صورت تصادفی نمونه‌های واقعی از سطح منطقه تهیه شد و پس از پیاده‌سازی نمونه‌های واقعی بر روی تصویر، ماتریس خطای طبقه‌بندی استخراج شد. در این ماتریس مشخصات آماری شامل صحت تولید کننده، صحت مصرف کننده، صحت کل و شاخص کاپا برای هر یک از طبقات نمایش داده می‌شود. به این ترتیب تمام داده‌های ماهواره‌ای مورد استفاده به دو روش نظارت شده و نظارت نشده طبقه‌بندی شد.

تعیین تغییرات پوشش زمین

با استفاده از تابع گراس تب (Crosstab) تغییرات پوشش زمین در دوره‌های زمانی ۲۰۱۵-۱۹۸۷ بررسی شد. با استفاده از مدل Geomod مدل‌سازی تغییرات کاربری جنگل و میزان تغییرات هر طبقه کاربری تعیین شد. به منظور مدل‌سازی تغییرات جنگل، ابتدا نقشه کاربری زمین در سال‌های مورد نظر در دو طبقه کاربری جنگل و سایر کاربری‌ها طبقه‌بندی و تهیه گردید.

مدل‌سازی تغییرات کاربری جنگل

قبل از اجرای فرآیند مدل‌سازی، نیاز به تعیین و تهیه نقشه متغیرهای مورد استفاده در مدل‌سازی است و به عبارتی دیگر ابتدا نیاز است که متغیرهای مؤثر بر تغییرات جنگل شناسایی شوند. تعیین عوامل مؤثر بر ایجاد تغییرات، پیش‌نیاز اصلی برای توسعه مدل‌های کاربری زمین است (۲٦). با این حال، قبل از استفاده از آن‌ها در فرآیند مدل‌سازی باید همبستگی متغیرها با هم بررسی شود و متغیرهای با همبستگی بالا را حذف کرد. این کار هم باعث کاهش حجم داده‌ها و کاهش حجم محاسبات مدل‌ها می‌شود و هم از اتلاف زمان و انجام محاسبات با اولویت کم جلوگیری می‌کند. در این مطالعه برای بررسی همبستگی بین داده‌ها از تحلیل مؤلفه‌های اصلی استفاده شد. به طور کلی تغییرات کاربری زمین به عنوان نتیجه‌ای از اثرات متقابل بین عوامل اقتصادی - اجتماعی و محیط زیست است. مطلوبیت در واقع شایستگی یک سلول برای یک پوشش زمینی خاص است. در مطالعه حاضر جهت تهیه تصاویر مطلوبیت از معیارهای متغیرهای فیزیکی شامل

www.SID.ir

Archive of SID

ارتفاع، شیب، متغیر واحد زمین‌شناسی (سنگ‌شناسی)، متغیرهای فاصله‌ای شامل فاصله از جاده، فاصله از روستا و فاصله از شبکه زهکشی سطحی و متغیر شاخص تفاوت پوشش گیاهی نرمال شده (NDVI) استفاده شد. بعد از تهیه نقشه معیارهای مطلوبیت، با استفاده از تابع Reclass نقشه تغییرات کاربری جنگل در دوره زمانی ۲۰۱۵-۱۹۸۷ تهیه شد. برای تهیه نقشه مطلوبیت از رگرسیون لجستیک تابع Logesticreg استفاده شد. رگرسیون لجستیک روشی آماری است که ارتباط بین مجموعه‌ای از متغیرهای مستقل و پیوسته و یک متغیر وابسته دودویی (باینری) را ارزیابی کرده و آن را به صورت مدل بیان می‌کند. رگرسیون لجستیک از روش برآورد حداکثر احتمال (MLE) برای پیدا کردن بهترین مجموعه پارامترهایی که مدل را بهتر برازش می‌کنند، استفاده می‌کند. در این مرحله نقشه تغییرات جنگل در دوره زمانی ۱۹۸۷-۲۰۱۵ به عنوان متغیر وابسته و نقشه‌های معیارهای مطلوبیت به عنوان متغیرهای مستقل وارد مدل شد که حاصل این فرآیند تولید نقشه مطلوبیت کاربری جنگل در دوره زمانی مذکور است. برای بررسی صحت در مدل‌سازی رگرسیون لجستیک از آماره‌های Pesedo R^2 و **منحنی عامل نسبی** (ROC) استفاده شد. Psedo R^2 برابر ۰/۲ به عنوان برازش خوب در نظر گرفته می‌شود (۷). ROC آماره مناسبی برای ارزیابی اعتبار مدل است و می‌توان از آن برای مقایسه تصویر پیش‌بینی شده با تصویر واقعی استفاده کرد. ارزش یک نشان‌دهنده توافق مکانی کامل و ارزش ۰/۵ نشان‌دهنده توافق کم مدل با واقعیت است (۱۹).

اعتبار سنجی مدل

یک گام مهم در توسعه هر مدل پیش‌بینی کننده تغییرات، اعتبار سنجی آن است. برای بررسی فرآیند اعتبار سنجی از تابع Validate استفاده می‌شود که بر اساس شاخص توافق کاپا، یک تجزیه و تحلیل مقایسه‌ای فراهم می‌کند. پس از تهیه نقشه مطلوبیت کاربری جنگل در دوره زمانی ۱۹۸۷-۲۰۱۵، با استفاده از نقشه کاربری جنگل در سال ۱۹۸۷، نقشه کاربری جنگل در سال ۲۰۱۵ و نقشه مطلوبیت، پیش‌بینی نقشه کاربری جنگل در سال ۲۰۱۵ با استفاده از مدل Geomod انجام شد. پس از پیش‌بینی نقشه کاربری جنگل سال ۲۰۱۵، با استفاده از تابع Validate و قرار دادن نقشه کاربری جنگل طبقه‌بندی شده سال ۲۰۱۵ به عنوان نقشه مرجع و نقشه کاربری جنگل پیش-بینی شده برای سال ۲۰۱۵ به عنوان نقشه مقایسه‌ای، اعتبار سنجی مدل انجام شد. در واقع برای ارزیابی صحت مدل، نقشه پیش‌بینی شده سال ۲۰۱۵ با نقشه واقعی حاصل از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای مقایسه شد که نتیجه آن در قالب شاخص-های کاپا ارائه گردید. ضریب کاپا یک شاخص کلی از توافق بین نقشه مدل‌سازی شده و نقشه واقعی است. کاپای محل (Klocation)، توافق بین نقشه مدل‌سازی شده و نقشه واقعی را فقط از حیث محل بررسی می‌نماید (۲۱) و نشان می‌دهد که چقدر می‌توان به نتایج مدل در مشخص نمودن محل تغییرات کاربری زمین اعتماد نمود (۱۶). معیار کاپای مقدار، توافق بین نقشه مدل‌سازی شده و نقشه واقعی را فقط از حیث صحت مقدار تغییرات کاربری زمین مورد بررسی قرار می‌دهد (۱۶ و ۲۱). شاخص Kappa for location strata، نشان می‌دهد که تا چه اندازه پیکسل‌های نقشه پیش‌بینی شده در طبقه کاربری مربوط به خود قرار گرفته‌اند.

پیش‌بینی نقشه کاربری جنگل

برای پیش‌بینی شرایط آینده کاربری زمین به روش Geomod نیاز به یک نقشه زمان شروع فرآیند مدل‌سازی و نقشه تناسب تغییر است. ضمن اینکه در مدل‌سازی شرایط آینده از آنجایی‌که وضعیت کاربری زمین در سال نهایی مدل‌سازی موجود نیست، در این مدل تعداد پیکسل‌های تغییر یافته در فاصله زمانی که پیش‌بینی برای آن صورت می‌گیرد، به مدل معرفی می‌شود و مدل با استفاده از دو تصویر ذکر شده و تعداد پیکسل‌های تغییر یافته، شرایط آینده کاربری‌های مورد مطالعه را پیش‌بینی می‌کند. بنابراین در این تحقیق، برای پیش-بینی نقشه کاربری جنگل در سال ۲۰۴۳ به نقشه کاربری جنگل در سال ۱۹۸۷، نقشه تناسب تغییر (نقشه مطلوبیت کاربری

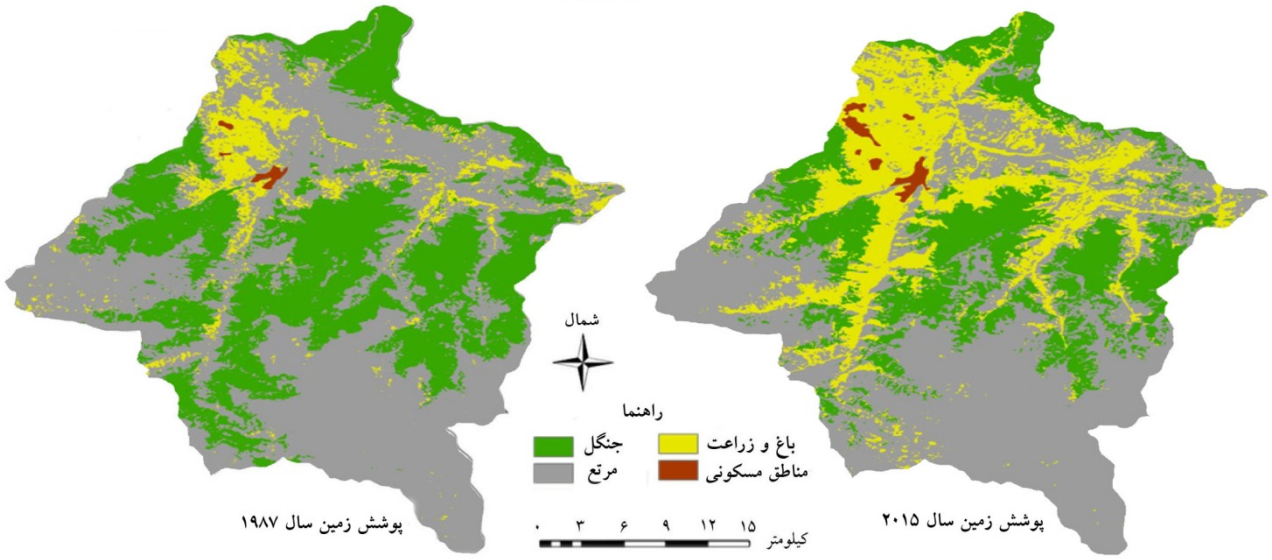
www.SID.ir

Archive of SID

جنگل) و تعداد پیکسل‌های تغییر یافته کاربری جنگل در فاصله زمانی سال ۱۹۸۷ و ۲۰۱۵ تهیه گردید. نقشه تناسب تغییر حاصل فرآیند برقراری رگرسیون بین نقشه معیارهای مطلوبیت و نقشه تغییرات جنگل در دوره زمانی ۱۹۸۷–۲۰۱۵ است.

نتایج

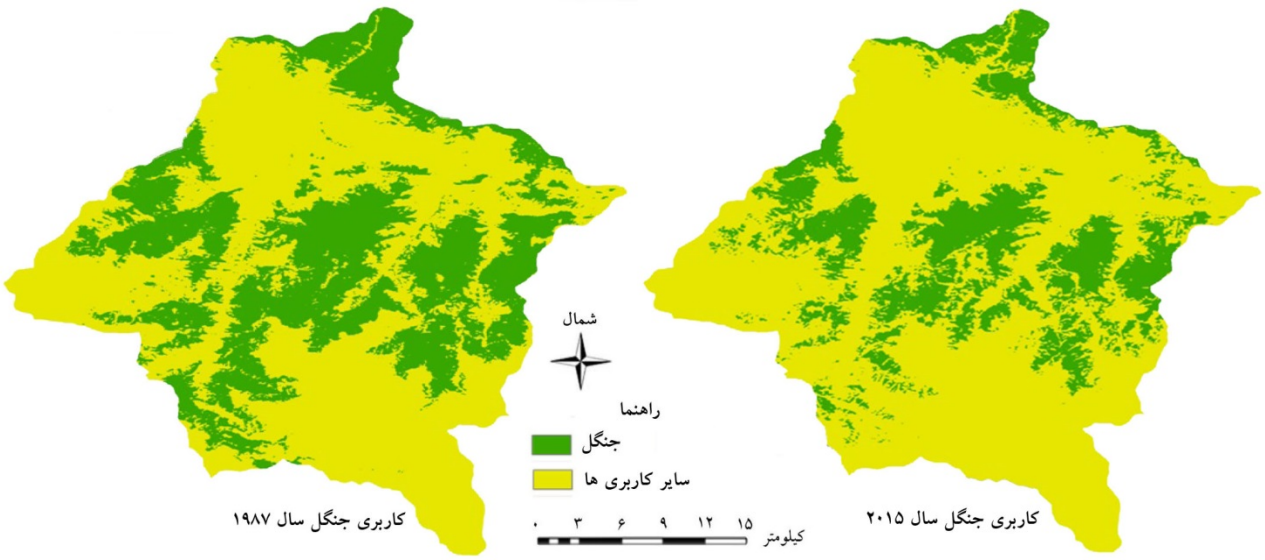
در این تحقیق تغییرات جنگل با استفاده از مدل Geomod در حوزه آبخیز چالوس رود در غرب استان مازندران بررسی شده است که نتایج آن شامل نقشه پوشش زمین سال‌های مورد مطالعه، نقشه‌های پیش‌بینی شده با استفاده از مدل Geomod و نتایج مربوط به اعتبارسنجی مدل است. نقشه پوشش زمین سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۱۵ در شکل ۲ و نقشه کاربری جنگل سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۱۵ در شکل ۳ نشان داده شده است. مساحت و درصد اختصاص یافته به هر طبقه پوشش زمین در دوره زمانی ۱۹۸۷–۲۰۱۵ نشان می‌دهد که در هر دو سال مورد مطالعه بیشترین تغییرات طبقه پوشش زمین مربوط به کاربری مرتع و کمترین آن مربوط به مناطق مسکونی و محیط‌های آبی است (جدول ۱).



شکل ۲. نقشه پوشش زمین سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۱۵

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۳. نقشه کاربری جنگل سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۱۵

جدول۱. مساحت و درصد اختصاص یافته به هر طبقه پوشش زمین در دوره زمانی ۱۹۸۷–۲۰۱۵

دوره زمانی/ کاربری	سال			
	۱۹۸۷		۲۰۱۵	
	مساحت (هکتار)	درصد مساحت	مساحت (هکتار)	درصد مساحت
جنگل	۳۸٦۸۳/٦۵	۳۷/۲٦	۲٤۸٦٤/۳۵	۲۳/۹۵
مرتع	۵٦۹٦۳/٦٦	۵٤/۸۷	۵٤٦٤۳/۳۸	۵۲/٦۳
اراضی کشاورزی	۷۸۸۱/۹۱	۷/۵۹	۲۳٤۷۳/٦۷	۲۲/٦۱
مناطق مسکونی	۲۸۲/۹٤	۰/۲۷	۸٤۳/٦	۰/۸۱

مساحت و درصد تغییرات طبقات پوشش زمین در دورهٔ زمانی ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۵ نشان می‌دهد که مساحت جنگل در ۲۸ سال گذشته حدود ۳۵/۷۲ درصد کاهش داشته است (جدول ۲).

جدول۲. مساحت و درصد تغییرات طبقات پوشش زمین در دوره زمانی ۱۹۸۷–۲۰۱۵

دوره زمانی	کاربری	مساحت تغییرات (هکتار)	درصد تغییرات	روند تغییرات
۱۹۸۷– ۲۰۱۵	جنگل	۱۳۸۱۹/۳	۳۵/۷۲	کاهشی
	مرتع	۲۳۲۰/۲۸	٤/۰۷	کاهشی
	اراضی کشاورزی	۱۵۵۹۱/۷٦	۱۹۷/۸۱	افزایشی
	مناطق مسکونی	۵٦۰/٦٦	۱۹۸/۱۵	افزایشی

www.SID.ir

Archive of SID

برای بررسی صحت طبقه‌بندی نیاز است که ماتریس خطای آن تهیه شود. نتایج صحت طبقه‌بندی شامل صحت کل، ضریب کاپا، صحت تولید کننده و صحت مصرف کننده برای سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۱۵ نشان می‌دهد که طبقه‌بندی برای سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۱۵ با صحت کل حدود ۹۶ درصد و ضریب کاپا ۰/۹۵ صورت گرفته که نشان دهنده دقت بالای طبقه‌بندی است. همچنین مشاهده می‌شود که صحت تولید کننده بیشتر از صحت مصرف کننده است. علت این امر این است که صحت تولید کننده بر اساس پیکسل‌هایی است که به عنوان آزمایشی گرفته شده ولی صحت مصرف کننده بر اساس کل تصویر است. در این مطالعه نقشه کاربری جنگل سال‌های ۲۰۱۵ و ۲۰۴۳ با استفاده از مدل Geomod پیش‌بینی شده است که نقشه سال ۲۰۱۵ برای بررسی صحت و اعتبارسنجی مدل Geomod تهیه شده است اما نقشه سال ۲۰۴۳ برای بررسی چگونگی تغییرات کاربری جنگل در ۲۸ سال آینده پیش‌بینی شده است.

جدول۳. جدول صحت طبقه‌بندی نقشه کاربری منطقه

صحت مصرف کننده (درصد)	صحت تولید کننده (درصد)	طبقات کاربری	ضریب کاپا	صحت کل (درصد)	سال
۹۷/٦٤	۹۷/۹٥	جنگل			
۷۷/٦٥	۹۸/۰۱	مرتع			
۹۸/۳	۹۸/٦	کشاورزی	۰/۹٥	۹٦/۸۷	۱۹۸۷
۹۹/٥۱	۹۹	مناطق مسکونی			
۹٦/۸۷	۹٦/۹٦	جنگل			
۷٤/۸۷	۸۹	مرتع			
۹۷/۳۷	۹۸/٥٦	کشاورزی	۰/۹٥	۹٦/٦۷	۲۰۱٥
۹۸/٥۲	۱۰۰	مناطق مسکونی			

نتایج آماره‌های ارزیابی صحت رگرسیون لجستیک بیانگر صحت مدل‌سازی رگرسیون لجستیک است (جدول ٤). بر اساس نتایج رگرسیون لجستیک رابطهٔ بین تغییرات کاربری جنگل در دوره زمانی (۱۹۸۷–۲۰۱۵) به عنوان متغیر وابسته و متغیرهای مستقل به صورت رابطهٔ ۱ است.

$$Y=۸/۸۸۹۳+۰/۰۲۲۲۷۰X_۱-۰/۰٦٤۰۸٦\ X_۲-۰/۰۰۹٤۱۲X_۳+ ۰/۰۲۱۰۰۱X_٤+۰/۰۱٤۲٥۹X_٥ \quad [۱]$$

در این رابطه؛ (Y) تغییرات کاربری جنگل در دوره زمانی (۱۹۸۷–۲۰۱۵) و متغیرهای $X_۱$ تا $X_٥$ به ترتیب شامل ارتفاع از سطح دریا، تراکم پوشش جنگل، فاصله از جاده، شیب دامنه و فاصله از روستا است. با توجه به رابطهٔ ۱ بین تخریب جنگل و فاصله از جاده رابطه منفی وجود دارد، به عبارتی کاربری جنگل اطراف جاده‌ها بیشتر تخریب شده است. منفی بودن رابطه بین تخریب جنگل و تراکم پوشش جنگل نیز بیانگر این است که تخریب معمولاً از کناره‌های کم تراکم پوشش جنگل صورت می‌گیرد.

جدول٤. ارزیابی صحت رگرسیون لجستیک

دوره زمانی	تغییرات کاربری	آماره‌های ارزیابی صحت مدل رگرسیون لجستیک	
		منحنی عامل نسبی (ROC)	Pseudo-R^2
۱۹۸۷–۲۰۱٥	جنگل	۰/۸۲	۰/۲٤

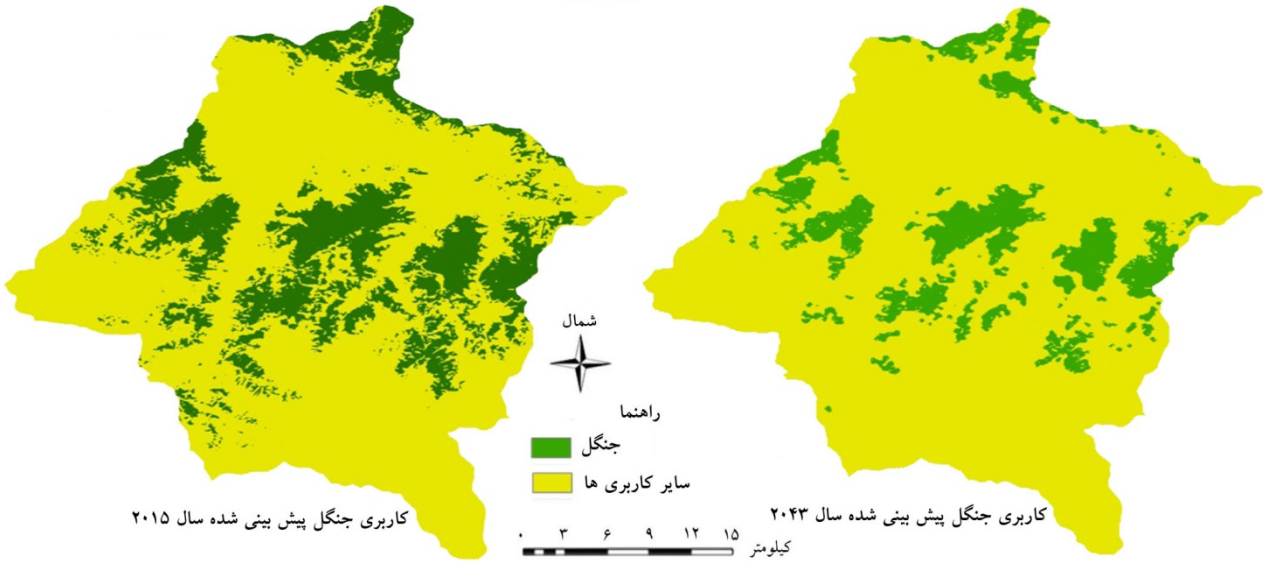
www.SID.ir

Archive of SID

نقشه پیش‌بینی شده کاربری جنگل سال‌های ۲۰۱۵ و ۲۰۴۳ در شکل ٤ نشان داده شده است. شاخص‌های کاپا ارائه شده در جدول ۵ نشان دهنده صحت و اعتبار بالای شبیه‌سازی مدل Geomod در این مطالعه است. مساحت جنگل در سال ۲۰۴۳ برابر با ۱۵۲۲۷/۲۵ هکتار خواهد بود و به عبارتی دیگر در ۲۸ سال آینده در صورت ثابت ماندن فرآیندهای تغییرات پوشش اراضی مساحت جنگل در این حوزه حدود ۹٦۳۷/۱ هکتار یا ۳۸/۷٦ درصد کاهش پیدا می‌کند.

جدول۵. شاخص‌های اعتبارسنجی مدل Geomod

سال	شاخص‌های اعتبارسنجی مدل Geomod			
	Kappa for no information (Kno)	Kappa for location (Klocation)	Kappa for location strata	Kappa standard (Kstandard)
۲۰۱۵	۰/۹۱۵۷	۰/۹۱۲۲	۰/۹۱۲۲	۰/۷۹۳۲



شکل۴. نقشه کاربری جنگل پیش‌بینی شده سال ۲۰۱۵ و ۲۰۴۳

بحث و نتیجه‌گیری

تحقیق حاضر با هدف آشکارسازی تغییرات کاربری جنگل در ۲۸ سال گذشته و شبیه‌سازی این تغییرات در ۲۸ سال آینده انجام شده است. استفاده از تصاویر چند زمانه با بازه‌های زمانی معین، می‌تواند به مدیران، در پایش منابع طبیعی و تصمیم‌گیری درباره آینده کمک کند. نقشه‌های پوشش زمین تهیه شده از منطقه مورد بررسی نشان می‌دهد که درصد مساحت جنگل در سال ۱۹۸۷، ۳۵/۹، درصد بوده که در سال ۲۰۱۵ به ۲۳/۸۹ درصد رسیده و در سال ۲۰۴۳ به ۱۲/۸٤ درصد می‌رسد. به عبارت دیگر، در ۲۸ سال گذشته (۲۰۱۵-۱۹۸۷) حدود ۱۲٤۵۰/۸۲ هکتار و در صورت ثابت ماندن فرآیندهای تغییرات پوشش اراضی در ۲۸ سال آینده نیز مساحت جنگل‌ها حدود ۱۱٤٦۳/۹۳ هکتار کاهش پیدا می‌کند. در همین زمینه اکثر تحقیقاتی که در مناطق مختلف کشور انجام گرفته است، همه حاکی از کاهش گستره مناطق جنگلی هستند. ملاحظه می‌شود که میزان تغییرات مساحت جنگل‌ها در ۲۸ سال آینده ۲ درصد نسبت به تغییرات ۲۸ سال گذشته رشد دارد. در محدودهٔ زمانی سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۵، مساحت مراتع حدود سه درصد افزایش پیدا کرده است، این افزایش مساحت مراتع در واقع محدوده‌های تخریب شده جنگلی

www.SID.ir

Archive of SID

هستند که به تدریج به مساحت مناطق شهری اضافه می‌شوند ولی در این مرحله و تا قبل از تغییر کاربری به شهر، جزء مراتع به حساب می‌آیند. مساحت مناطق مسکونی در حوزه مورد مطالعه ۱۷۸ درصد رشد داشته است. نتایج رگرسیون لجستیک با Pseudo R^2 حدود ۰/۳ و ROC حدود ۰/۹ نشان دهنده توافق نسبی مدل بدست آمده با تغییرات واقعی و توانایی مناسب مدل در برآورد تغییرات جنگل در ۲۰ سال گذشته است. در مطالعهٔ گلدوی و همکاران (۳) که در همین زمینه که در شهر گرگان صورت گرفت، Pseudo R^2 و ROC به ترتیب ۰/۲۷ و ۰/۹۱ به دست آمد که مقادیر مطلوبی نیز هستند (۳). در این مطالعه صحت نقشه‌های پوشش زمین حاصله حدود ۹۹ درصد بوده است. به عبارت دیگر مدل Geomod قادر است تغییرات پوشش زمین حوزه آبخیز چالوس رود در ۲۰ سال آینده را با اطمینان حدود ۹۹ درصد پیش‌بینی کند. به طور کلی در زمینه استفاده از مدل Geomod مطالعات چندانی در ایران صورت نگرفته است.

در مورد صحت طبقه‌بندی باید اشاره کرد که صحت تولید کننده نشان دهنده آن است که بر اساس تعداد پیکسل‌های مورد استفاده در ارزیابی صحت، میزان صحت طبقه‌بندی چقدر است. صحت مصرف کننده نشان دهنده احتمال صحت هر یک از طبقات نقشه در زمین است و چون تعداد پیکسل‌های نقشه در سطح کل منطقه بیشتر از پیکسل‌های نمونه جهت ارزیابی است، پس معمولاً و نه همیشه صحت مصرف کننده کمتر است. با توجه به جدول یک کاربری مرتع حدود ٦٠ درصد منطقه مورد مطالعه را تشکیل داده است و چون تعداد پیکسل‌های نمونه جهت ارزیابی به نسبت سطح کاربری مرتع کمتر هستند، طبیعتاً صحت مصرف کننده کاربری مرتع نسبت به سایر کاربری‌ها کمتر باشد. همچنین با توجه به داده‌های جدول ۱، کاربری مناطق مسکونی و محیط‌های آبی (شهر مرزن آباد و دریاچه ولشت) حدود ۰/۲ درصد مساحت منطقه مورد مطالعه را تشکیل می‌دهند و طبیعتاً صحت پیکسل‌های مورد استفاده در ارزیابی بیشتر است زیرا که مناطق مسکونی و محیط‌های آبی کاملاً مشخص است و احتمال اشتباه کمتر است و به همین خاطر است که صحت تولید کننده آن ۱۰۰ درصد است یعنی اینکه همه پیکسل‌هایی که تولید کننده به عنوان نمونه واقعی برای ارزیابی کاربری مناطق مسکونی و محیط‌های آبی انتخاب کرده است درست بوده‌اند. بررسی کاربری اراضی و پوشش زمین سال‌های مختلف نشان داد که تغییرات صورت گرفته عموماً به صورت کاهش سطح جنگل و افزایش مساحت اراضی کشاورزی است که این یافته با نتایج ایی و بی (۲۷) همخوانی دارد. بر این اساس می‌توان نتیجه‌گیری کرد که عامل اصلی تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین در حوزه آبخیز چالوس رود دخالت‌های انسانی است که وجود ۱۱۸ روستا به صورت پراکنده در سراسر حوزه مؤید این مطلب است. جنگل‌ها از عوامل اصلی پالایش هوا در مقیاس جهانی هستند و کاربری جنگل یک منطقه تنها ملک مطلق افراد آن منطقه نیست. با توجه به این‌که سهم سرانه جنگل در کشور ایران حدود ۰/۲ هکتار به ازای هر نفر و میزان آب نفوذی بر حسب نوع جنگل ۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر مکعب در هر هکتار در سال است، بر اساس نتایج به دست آمده در این تحقیق در ۲۰ سال گذشته، سرانه جنگل حدود ۱۰۰۰ نفر از بین رفته است و آب نفوذی به میزان ۲۵۸۰۰۰۰ تا ۱۰۳۲۰۰۰۰ مترمکعب از دسترس خارج شده است. از آنجایی که آب مورد نیاز هر انسان در روز ۱۵۰ لیتر است، بنابراین در اثر کاهش جنگل در ۲۰ سال گذشته آب مورد نیاز ۱۷۲۰۰ تا ٦٨٨٠٠ نفر تلف شده است. به عبارت دیگر در هر سال آب مورد نیاز ٨٦٠ تا ٣٤٠٠ نفر تلف شده است. بنا به گزارش‌های سازمان خواربار و کشاورزی جهانی میزان تولید اکسیژن در هر هکتار جنگل ۲/۵ تن است که این اکسیژن لازم برای ۱۰ نفر در سال است. از طرفی هر هکتار جنگل سالیانه تا ٦٨ تن گرد و غبار را در خود رسوب می‌دهد. در این تحقیق با کاهش ٥١٦٠ هکتار جنگل در ۲۰ سال گذشته حدود ۱۳۰۰۰ تن تولید اکسیژن در منطقه مورد مطالعه کم شده است که این موضوعات به اهمیت و اثرات منفی کاهش جنگل در محیط زیست اشاره دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع مورد استفاده

۱. باقری، ر. و ش. شتایی جویباری. ۱۳۸۹. مدلسازی کاهش گستره جنگل با استفاده از رگرسیون لجستیک (مطالعه موردی: حوضه آبخیز چهل‌چای استان گلستان). مجله جنگل ایران، ۲(۳): ۲۴۳-۲۵۲.

۲. ضیاییان فیروز آبادی، پ.، ع. ر. شکیبا، ع. ا. متکان و ع. صادقی. ۱۳۸۸. سنجش از دور (RS)، سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و مدل سلول‌های خودکار (CA) به عنوان ابزاری برای شبیه‌سازی تغییرات کاربری اراضی شهری (مطالعه موردی: شهر شهرکرد). علوم محیطی، ۷(۱): ۱۳۳-۱۴۸.

۳. گلدوی، س.، م. محمدزاده، ع. ر. سلمان ماهینی و ع. نجفی‌نژاد. ۱۳۹۳. مدل‌سازی تغییرات کاربری جنگل با روش رگرسیون لجستیک در دوره زمانی ۱۹۸۸ – ۲۰۰۷ و پیش‌بینی شرایط آینده این اراضی در منطقه گرگان. فضای جغرافیایی، ٤٦(۲۰): ۵۱-۷۰.

4. Annunzio R, Sandker M, Finegold Y, Min Z. 2015. Projecting global forest area towards 2030. Forest Ecology and Management, 352: 124-133.
5. Brown S, Hall M, Andrasko K, Ruiz F, Marzoli W, Guerrero G, Masera O, Dushku A, DeJong B, Cornell J. 2007. Baselines for land-use change in the tropics: application to avoided deforestation projects. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 12(6): 1001-1026.
6. Cabral P, Zamyatin A. 2006. Three land change models for urban dynamics analysis in Sintra-Cascais area. In: Proceedings of First Workshop of the EARSEL SIG on Urban Remote Sensing: Challenges and solutions. Humboldt-Universität zu Berlin, 2-3 March.
7. Clark WA, Hosking PL. 1986. Statistical methods for geographers (Chapter 13). New York. John Wiley and Sons, 528 pp.
8. DeFries R, Belward A. 2000. Global and regional land cover characterization from satellite data: an introduction to the Special Issue. International Journal of Remote Sensing, 21(6-1): 1083-1092.
9. Dushku A, Brown S. 2003. Spatial modeling of baselines for LULUCF Carbon projects: The GEOMOD modeling approach. In: 2003 International Conference on Topical Forests and Climate Change:" Carbon Sequestration and the Clean Development Mechanism, Manila - October 21.
10. Echeverria C, Coomes DA, Hall M, Newton AC. 2008. Spatially explicit models to analyze forest loss and fragmentation between 1976 and 2020 in southern Chile. Ecological Modelling, 212(3): 439-449.
11. Helmer EH, Brown S, Cohen W. 2000. Mapping montane tropical forest successional stage and land use with multi-date Landsat imagery. International Journal of Remote Sensing, 21(11): 2163-2183.
12. Hill R. 1999. Image segmentation for humid tropical forest classification in Landsat TM data. International Journal of Remote Sensing, 20(5): 1039-1044.
13. Houghton RA. 1995. Land - use change and the carbon cycle. Global Change Biology, 1(4): 275-287.
14. Lillesand TM, Keifer RW. 1994. Remote sensing and image interpretation. John Wiley and sons. 750 pp.
15. Miller A, Bryant E, Birnie R. 1998. An analysis of land cover changes in the Northern Forest of New England using multitemporal Landsat MSS data. International Journal of Remote Sensing, 19(2): 245-265.
16. Pontius RG, Agrawal A, Huffaker D. 2003. Estimating the uncertainty of land-cover extrapolations while constructing a raster map from tabular data. Journal of Geographical Systems, 5(3): 253-273.
17. Pontius RG, Cornell JD, Hall CA. 2001. Modeling the spatial pattern of land-use change with GEOMOD2: application and validation for Costa Rica. Agriculture, Ecosystems & Environment, 85(1): 191-203.
18. Pontius RG, Malanson J. 2005. Comparison of the structure and accuracy of two land change models. International Journal of Geographical Information Science, 19(2): 243-265.
19. Pontius RG, Schneider LC. 2001. Land-cover change model validation by an ROC method for the Ipswich watershed, Massachusetts, USA. Agriculture, Ecosystems & Environment, 85(1): 239-248.
20. Pontius RG. 2000. Quantification error versus location error in comparison of categorical maps. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 66(8): 1011-1016.
21. Pontius RG. 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.
22. Rashmi M, Lele N. 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.
23. Smits P, Dellepiane S, Schowengerdt R. 1999. Quality assessment of image classification algorithms for land-cover mapping: a review and a proposal for a cost-based approach. International Journal of Remote Sensing, 20(8): 1461-1486.

www.SID.ir

Archive of SID

24. Soffianian A, Ahmadi Nadoushan M. 2010. Modelling urban changes using Geomod Model in Arak, Iran. 3rd International Conference on Cartography and GIS. 15-20 June. Nessebar, Bulgaria.
25. Stow D. 1999. Reducing the effects of misregistration on pixel-level change detection. International Journal of Remote Sensing, 20(12): 2477-2483.
26. Wassenaar T, Gerber P, Verburg P, Rosales M, Ibrahim M, Steinfeld H. 2007. Projecting land use changes in the Neotropics: The geography of pasture expansion into forest. Global Environmental Change, 17(1): 86-104.
27. Ye B, Bai Z. 2007. Simulating land use/cover changes of Nenjiang County based on CA-Markov model. In: First IFIP TC 12 International Conference on Computer and Computing Technologies in Agriculture (CCTA 2007), Wuyishan, China, August 18-20.

www.SID.ir

Archive of SID

RS & GIS for Natural Resources
(Vol. 8/ Issue 2) summer 2017
Indexed by ISC, SID, Magiran and Noormags
http://girs.iaubushehr.ac.ir

Forecasting of forest land changes in the Chaloosrood watershed

V. Ghorbannia Kheybari [1], M. M. Mirsanjari [2*], M. Armin [3]

1. PhD. Student of Environment, College of Natural Resources and Environments, Malayer University
2. Assis. Prof. College of Natural Resources and Environments, Malayer University
3. Assis. Prof. College of Agriculture and Natural Resources, Natural Resources and Environmental Research Institute, Yasouj University

ARTICLE INFO

Article history:
Received 14 April 2017
Accepted 24 July 2017
Available online 23 August 2017

Keywords:
Prediction
Change detection
Land use
Logistic regression
Chaloosrood watershed

ABSTRACT

Deforestation affects watershed processes and biochemical cycles and lead to soil erosion and lack of water in the catchment areas. This study is aimed to investigate the changes in forest land in the Chaloorood watershed on the west of Mazandaran province using Geomod. In this study, maps of forest in the years of 1987 and 2015 were prepared using satellite images. Then the suitability forest map was produced by making a regression equation between suitability criteria maps and forest changes map in the period of 1987-2015. Finally, by using forest map in 1987, forest suitability map and the number of modified pixels in forest land between 1987 and 2015, Forecast of the forest map for 2043 was done using Geomod. Also, by using the Validate function and classified forest map 2015, as a reference map, and the forecasting forest map 2015, as a comparative map, the validity of the production map was evaluated. The results showed that the area of forest land in 1987, 2015, and 2043 was 38683.65, 2464.354 and 15227.25 hectares, respectively. The extent of forest changes in the last 28 years and the next 28 years is 35.72% and 38.76% respectively. Forest changes in the period between 1987 and 2015 under the influence of factors such as distance from the road, forest cover density, distance from the village, slope and elevation above sea level, respectively. The Pseudo R^2 and ROC coefficients are 0.29 and 0.85 respectively, which indicates the proper ability of the model to estimate forest changes over the past 28 years and the relative agreement of the model with the real changes. In this study the accuracy of resulting land use maps was 96%, which represent the appropriate capability of Geomod in land use changes modeling in Chaloosrood watershed.

* Corresponding author e-mail address: merdadmirsanjari@yahoo.com

www.SID.ir