Archive of SID

پژوهش و فناوری محیط زیست، ۱۳۹۹ ۵(۷)، ۱۴۱-۱۵۱

پژوهش و فناوری محیط زیست

وبگاه نشریه: www.journal.eri.acecr.ir

پژوهشکده محیط زیست

شاپا الکترونیکی: ۲۶۷۶-۳۰۶۰

آشکارسازی و پیش‌بینی تغییرات سطح جنگل‌های استان گیلان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و مدل ژئومد

سحر عبداللهی[۱*]، وحید نصیری[۲]

۱- کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی منطقه ای، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران ، ایران

۲- دانشجوی دکتری جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

چکیده

در پی توسعه سریع اقتصادی و اجتماعی در دهه‌های گذشته، فعالیت انسان‌ها در جهت بهره‌وری از منابع طبیعی به‌صورت گسترش فعالیت‌های زیربنایی و کشاورزی نمود پیدا کرده است. همین امر موجب گردیده که جنگل‌ها به‌عنوان یک اکوسیستم مهم که از منابع بالقوه محیط‌زیستی برای تکامل آینده محسوب می‌شوند، به‌شدت تحت تأثیر قرار بگیرند. هدف از پژوهش حاضر، آشکارسازی تغییرات سطح جنگل‌های استان گیلان در طول یک دوره ۲۰ ساله (۱۳۹۵-۱۳۷۵) و مدل‌سازی و پیش‌بینی این تغییرات برای ۱۵ سال آینده با استفاده از مدل ژئومد است. برای تهیه نقشه‌های کاربری اراضی از تصاویر سنجنده‌های TM و OLI لندست برای مقاطع زمانی ۱۳۷۵، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵ استفاده شد. تصاویر ماهواره‌ای با به‌کارگیری از روش حداکثر احتمال و نمونه‌های تعلیمی متعدد در دو کلاسه جنگل و غیرجنگل طبقه‌بندی شدند. بر اساس تغییرات صورت گرفته در دوره ۱۳۷۵-۱۳۸۵، تغییرات پوشش جنگل برای سال ۱۳۹۵ با استفاده از متغیرهای ارتفاع، شیب، جهت، فاصله از مسکونی، فاصله از جاده، فاصله از جنگل و فاصله از مناطق مسکونی با اجرای مدل ژئومد، شبیه‌سازی شد. نتایج اعتبارسنجی پیش‌بینی شده نقشه پوشش جنگلی سال ۱۳۹۵ نشان‌دهنده صحت کلی و مقدار شاخص کاپا به ترتیب برابر با ۹۴/۱۹ درصد و ۰/۹۱۵۹ بود. براساس نتایج آشکارسازی تغییرات در طول مدت مطالعه (۱۳۹۵-۱۳۷۵)، ۱۰۵۴/۹۷ هکتار از سطح جنگل‌های استان گیلان کاسته شده است و با ادامه این روند و ثابت بودن شرایط در ۱۵ سال آینده تا سال ۱۴۲۰، ۸۷۱ هکتار دیگر از سطح آن کاسته خواهد شد. با توجه به اهمیت و نقش مهم جنگل‌های هیرکانی، لزوم انجام مطالعات چند زمانه‌ای به‌منظور پایش و آشکارسازی تغییرات آن وجود دارد. بدیهی است اطلاعات حاصل ازاین‌گونه مطالعات می‌تواند، در برنامه‌ریزی‌های مدیریتی و راهبردی مورد استفاده قرار گیرد.

کلید واژه‌ها: تغییر سطح جنگل، مدل ژئومد، مدل‌سازی و پیش‌بینی تغییرات، تصاویر ماهواره‌ای

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: S.abdollahi@modares.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Environmental Research and Technology, 5(7)2020. 141-151

Journal of Environmental Research and Technology

journal homepage: www.journal.eri.acecr.ir

Online ISSN: 3060-2676

Environmental Research institute

Detection and prediction of forest level changes in Guilan province using satellite images and geomod model

Sahar Abdollahi[1*], Vahid Nasiri[2]

1- MSc in Regional Planning, Faculty of Art and Architecture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
2- PhD Student in Foresty, Department of Foresty, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

Abstract

Following the rapid economic and social development in recent decades, human activity to use natural resources has been reflected in the form of infrastructure and agricultural activities. This has severely affected forests as an important ecosystem which are considered potential environmental resources for future evolution. The purpose of this study is to detect changes of Guilan province forest levels during a period of 20 years (1996-2016), also modeling and predict these changes for the next 15 years using the geomod model. Landsat TM and OLI sensor images were used to prepare land use maps for 1996, 2006, and 2016 periods. Satellite images were classified into forest and non-forest classes using the maximum likelihood method and multiple educational samples. The geomod model was simulated based on the changes made in the period 1996-2006, changes in forest cover using the variables of height, slope, direction, distance from residential, distance from a road, distance from the shoreline, distance from forest, and distance from residential areas with implementation for 2016. The predicted validation results of the forest cover map in 2016 is indicator the overall accuracy and value of the kappa index equal to 94.19% and 0.9159, respectively. Based on the results of detecting changes during the study period (1996-2016), 1054.97 hectares of forest area in Guilan province has been reduced and with the continuation of this trend and stable conditions in the next 15 years until 1420, another 871 hectares will be reduced from its level. Given the importance role of Hyrcanian forests, it is necessary to conduct multi-time studies to monitor and detect changes. Obviously, the information from such studies can be used in managerial and strategic planning.

Keywords: Change the forest level, Geomod model, Modeling and predicting changes, Satellite images

*Corresponding author E-mail address: S.abdollahi@modares.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

جنگل‌ها مهم‌ترین مخازن تنوع زیستی زمین و از منابع مهم و حیاتی هر کشوری محسوب می‌شوند که زندگی ۲/۴ میلیارد نفر از انسان‌ها چه به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم برای تولید درآمدهای نقدی و غیرنقدی به آن بستگی دارد، به‌طوری‌که طیف وسیعی از منافع اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی، محیطی و معنوی را برای جوامع محلی فراهم می‌کند (فائو[1]، ۲۰۱۸). جنگل‌ها محدوده وسیعی از کالاها و کارکردهای اکولوژیکی همچون متعادل کردن چرخه کربن تا تنظیم چرخه آبی، تأمین مواد غذایی، تغییرات اقلیمی و بسیاری موارد شناخته‌شده و ناشناخته دیگر را ارائه می‌دهند (سلی[2]، ۲۰۰۷). در دهه‌های گذشته با افزایش جمعیت و نیاز به گسترش سطح زمین‌های کشاورزی و سکونتگاه‌ها، روند تخریب منابع طبیعی شدت گرفته است (کومار[3] و همکاران، ۲۰۱۴) که منجر به تخریب سطوح وسیعی از جنگل‌ها و تغییرات شدید بیوفیزیکی آن شده است (گیریراج[4] و همکاران، ۲۰۰۸). تغییرات عمده در قالب کاهش سطوح پوشش گیاهی، ریزدانگی و گسستگی جنگل، از دست دادن زیستگاه‌های حیات‌وحش، کاهش تنوع زیستی، فرسایش خاک، افزایش سیلاب و مخاطرات طبیعی و ... اتفاق افتاده است (گست و لمبین[5]، ۲۰۰۱; هن[6] و همکاران، ۲۰۱۵). تغییرات رخداده در جنگل‌ها به‌عنوان یک کاربری زمین می‌تواند ناشی از اثر متقابل عوامل طبیعی، اجتماعی و اقتصادی، فرهنگی و فناوری باشد که اثرگذاری توأم این عوامل در مقیاس مکان و زمان متفاوت است (نصیری و همکاران، ۱۳۹۶).

جنگل‌های شمال ایران که به‌طور عمده در دامنه‌های شمالی البرز قرارگرفته است به لحاظ قدمت پیدایش، ویژگی‌های محیط‌زیستی، تعداد گونه‌های درختی و درختچه‌ای، علفی و جانوری، تنوع ژنتیکی و کاربردهای اکولوژیکی از ارزشمندترین جنگل‌های دنیا به‌حساب می‌آیند (میرآخرلو و اخوان، ۱۳۹۵ به نقل از رضایی، ۱۳۸۸). در سال‌های اخیر به‌رغم قابلیت‌های ممتاز اکولوژیکی، طبیعی و جغرافیایی، توجه کمتری به این عرصه‌ها شده است، عواملی مانند بهره‌برداری نادرست و بی‌رویه، رشد جمعیت، دامداری در جنگل، گسترش زیرساخت‌ها، گسترش اراضی کشاورزی و به دست آوردن منابع انرژی و عدم مدیریت صحیح باعث شده تا در سال‌های اخیر شاهد مشکلات متعددی در زمینه‌ی تخریب جنگل‌ها، افزایش سیلاب و رسوب‌گذاری، آلودگی محیط‌زیستی و فرسایش خاک در این عرصه‌ها باشیم (حسینی زاده و همکاران، ۱۳۹۰). به‌طوری‌که بر اساس آمار وسعت جنگل‌های شمال کشور از ۳۴ میلیون هکتار در سال ۱۳۲۲ به رقم کنونی ۱/۸۵ میلیون هکتار رسیده است. با توجه به اهمیت و نقش جنگل در اقتصاد جهانی و ضروری بودن حفظ آن برای نسل‌های آتی، تغییر و تخریب در پوشش جنگل به یک نگرانی جهانی تبدیل‌شده است؛ بنابراین آشکارسازی و پیش‌بینی تغییرات جهت آگاهی از کمیت و کیفیت تغییرات احتمالی آینده در جهت چاره‌اندیشی برای رفع مشکلات موجود، تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی بهتر برای حفاظت، احیا و توسعه این منابع ضروری است (میرزایی زاده و همکاران، ۱۳۹۴).

اهمیت بررسی و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی و توسعه و ظهور سنجنده‌ها و تصاویر ماهواره‌ای نوین با قدرت تفکیک مکانی، طیفی و زمانی بالا و پیشرفت هم‌زمان روش‌های پردازش تصاویر باعث شده تا در دهه‌های اخیر مدل‌های متعددی در زمینه مدل‌سازی و پیش‌بینی تغییرات کاربری و پوشش اراضی توسعه و در مطالعات متعدد مورداستفاده قرار گیرد. هر یک از این مدل‌ها با استفاده از روش‌ها و داده‌های خاصی اجرا می‌شوند. نصیری و همکاران (۱۳۹۸) در مطالعه‌ای از مدل‌های رگرسیون لجستیک-زنجیره مارکوف و مدل ژئومد برای آشکارسازی و مدل‌سازی تغییرات گستره جنگل‌های ارسباران استفاده کرده و به این نتیجه رسیدند که این مدل‌ها توانایی خوبی در مدل‌سازی و پیش‌بینی تغییرات سطح اراضی جنگلی دارند. Echeveria و همکاران (۲۰۰۸) از مدل ژئومد برای مدل‌سازی تغییرات سطح جنگل‌های منطقه‌ای در کشور شیلی از مدل ژئومد استفاده کردند. پس از تهیه نقشه تناسب با استفاده از متغیرهای متعدد، توانایی مدل ژئومد در مدل‌سازی تغییرات سطح جنگل، سنجیده و بر اساس نتایج قابل‌قبول، این تغییرات برای آینده پیش‌بینی شد. فرض اصلی در این مطالعات این است که تغییرات صورت گرفته از گذشته تابه‌حال با همان شدت و تحت تأثیر همان متغیرها تا یک دوره کوتاه‌مدت در آینده ادامه خواهد داشت. در این مطالعات از متغیرهای توپوگرافی (شیب، جهت و ارتفاع)، فاصله از اراضی تخریب‌شده، فاصله از جنگل و مسکونی، نقشه پیوسته کاربری‌ها استفاده شده است، همچنین به قابلیت استفاده از متغیرهای کیفی مانند نقشه طبقات خاک، قیمت اراضی، میزان بارندگی و ... و نقش اساسی آن‌ها در پیش‌بینی تغییرات نیز اشاره شده است. بدیهی است استفاده توأم از تمامی متغیرهای ممکن می‌تواند نتایج مناسب و واقع‌بینانه‌تری را ارائه دهد.

[1] FAO
[2] Slee
[3] Kumar
[4] Giriraj
[5] Gest and Lambin
[6] Han

www.SID.ir

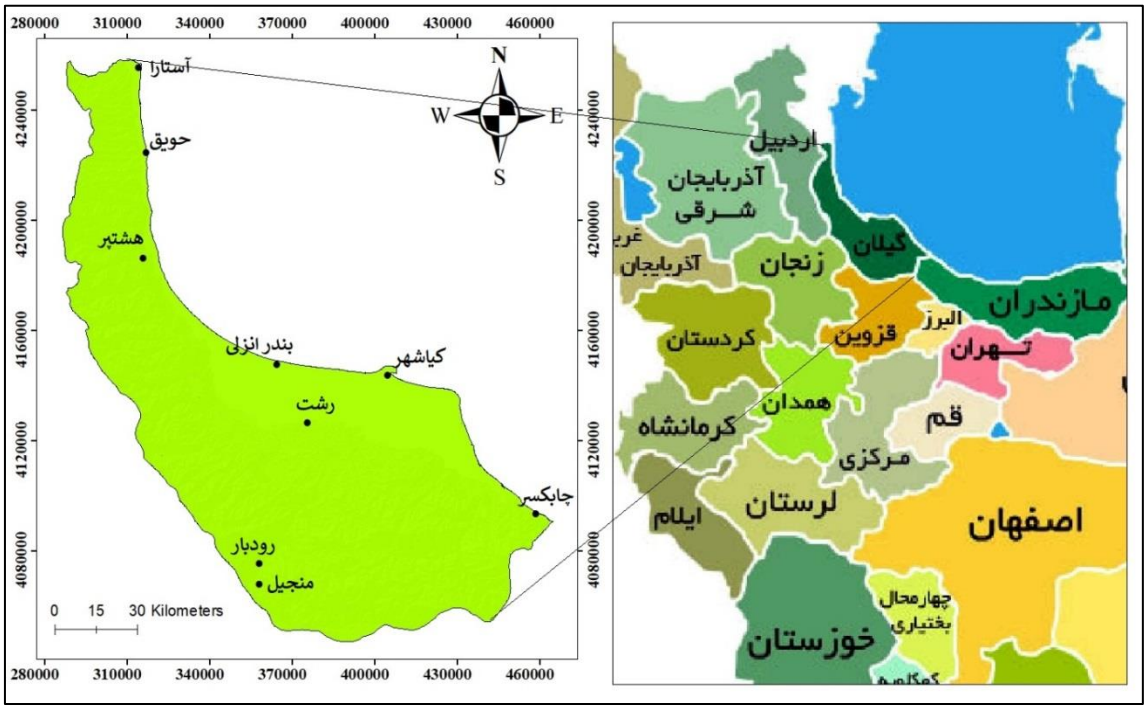
Archive of SID

هدف این مطالعه آشکارسازی تغییرات سطح جنگل‌های استان گیلان در طول دو دوره ۱۰ ساله و همچنین بررسی قابلیت مدل ژئومد در مدل‌سازی و پیش‌بینی تغییرات پوشش جنگلی است. فرضیه اصلی این مطالعه این است که مدل ژئومد با استفاده از متغیرهای در دسترس و محدود قابلیت مناسبی در مدل‌سازی و پیش‌بینی تغییرات پوشش جنگلی در منطقه مورد مطالعه دارد.

مواد و روش‌ها

- **منطقه موردمطالعه**

استان گیلان، یکی از استان‌های شمال کشور است که در محدوده جغرافیایی ۴۸ درجه و ۵۳ دقیقه تا ۵۰ درجه تا ۳۴ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۲۷ دقیقه عرض شمالی قرار دارد. این استان، دارای مرز بین‌المللی از طریق آستارا با جمهوری آذربایجان است و از غرب با استان اردبیل، از جنوب به استان زنجان و قزوین و از شرق به استان مازندران محدود می‌شود (عبداللهی و داداش پور، ۱۳۹۸). بر اساس آمار این استان دهمین استان ازنظر تراکم جمعیت محسوب می‌شود که تراکم جمعیت ۱۷۷ نفر در هر کیلومترمربع را شامل می‌شود. میزان بارندگی از نوار ساحلی (بندر انزلی و آستارا) از ۱۲۰۰-۱۸۰۰ میلی‌متر تا مناطق مرکزی و غربی (فومنات) ۱۰۰۰-۸۰۰ میلی‌متر متغیر است شکل (۱) (عبداللهی و داداش پور، ۱۳۹۸). جنگل‌های گیلان به‌صورت نوار باریک و کوهستانی با تنوع گونه‌ای و جانوری بالا دامنه‌های شمالی البرز را پوشانده‌اند. این جنگل‌ها با توجه به پتانسیل تولید چوب همیشه مدنظر بوده‌اند و فشار زیادی را تحمل کرده‌اند. بیش‌ترین تخریب در مناطق جلگه‌ای صورت گرفته است، هرچند به‌موازات تخریب کمی و کیفی این مناطق، جنگل‌های کوهستانی و کوهپایه‌ای نیز مورد تخریب و دست‌درازی قرار گرفته است. شیوه سنتی دامداری و افزایش سریع جمعیت دامداران بومی در عرصه‌های جنگلی، همگام با شیوه معیشت جنگل نشینان، گونه خاصی از پراکنش و ساختار جمعیت را در این استان به وجود آورده است (حسنی مهر، ۱۳۹۲).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه موردمطالعه

- **روش تحقیق**

  - **داده‌های مورداستفاده**

در این مطالعه از تصاویر چند زمانه‌ای سنجنده‌های مختلف (TM و OLI) ماهواره لندست در سطح تصحیحات L_1T استفاده شد جدول (۱). هم‌چنین از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری جهت بررسی دقت هندسی تصاویر و از سامانه گوگل ارث برای برداشت نمونه‌های آموزشی و طبقه‌بندی تصاویر استفاده شد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- مشخصات تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده در منطقه موردمطالعه

ماهواره	تاریخ	ردیف	گذر	سیستم تصویر	نام سنجنده	سطح تصحیحات
لندست ۵	۱۳۷۵/۰۴/۱۱	۰۳۴	۱۶۵	WGS84	TM	L1T
	۱۳۷۵/۰۶/۲۹	۰۳۵	۱۶۵			
	۱۳۷۵/۰۶/۲۰	۰۳۳	۱۶۶			
	۱۳۷۵/۰۶/۲۰	۰۳۴	۱۶۶			
	۱۳۷۵/۰۷/۰۵	۰۳۵	۱۶۶			
لندست ۵	۱۳۸۵/۰۵/۲۸	۰۳۴	۱۶۵	WGS84	TM	L1T
	۱۳۸۵/۰۵/۲۸	۰۳۵	۱۶۵			
	۱۳۸۵/۰۵/۱۹	۰۳۳	۱۶۶			
	۱۳۸۵/۰۵/۱۹	۰۳۴	۱۶۶			
	۱۳۸۵/۰۵/۱۹	۰۳۵	۱۶۶			
لندست ۸	۱۳۹۵/۰۴/۰۷	۳۴	۱۶۵	WGS84	OLI-TIRS	L1T
	۱۳۹۵/۰۶/۲۵	۳۵	۱۶۵			
	۱۳۹۵/۰۵/۳۱	۳۴	۱۶۶			
	۱۳۹۵/۰۵/۲۲	۳۳	۱۶۷			

- **پردازش تصاویر ماهواره‌ای**

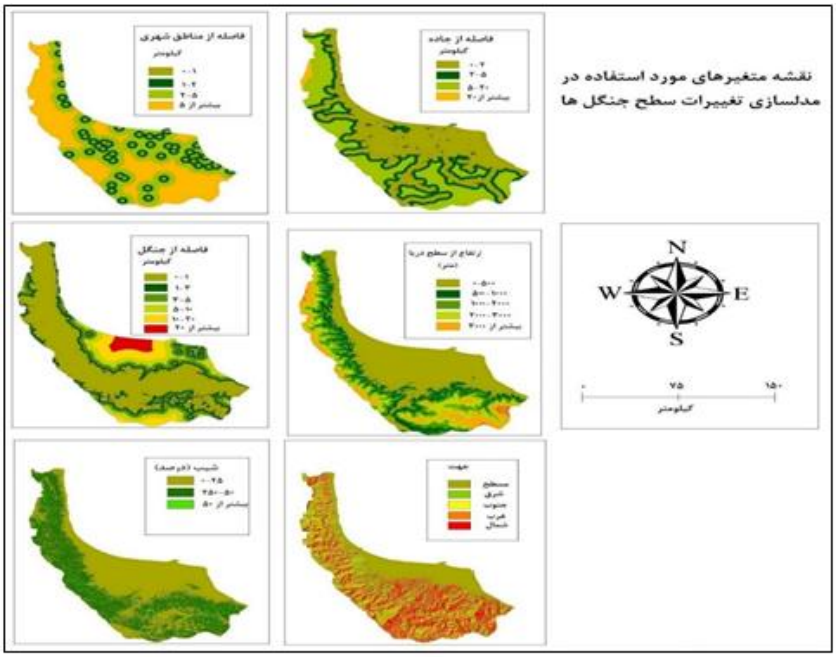
تصاویر خام ماهواره‌ای در اغلب موارد دارای خطاهایی در مقادیر ثبت‌شده برای پیکسل‌ها هستند که به خطاهای رادیو متریک معروف‌اند. با توجه به اینکه تصاویر مورداستفاده توسط سنجنده‌های مختلف و در شرایط متفاوت اخذ شدند، بر روی تک‌تک تصاویر به‌صورت جداگانه تصحیحات رادیو متریک انجام شد. این تصحیحات به‌منظور حذف اثرات ناخواسته ناشی از تفاوت در حساسیت سنجنده‌های مختلف و یا اثرات طبیعی و محیطی موجود روی انرژی گسیل‌شده از مواد سطح زمین صورت می‌گیرد. درصورتی‌که این اثرات از روی مقادیر عددی موجود در پیکسل‌های تصویر حذف نشوند، ممکن است به دلیل ثبت مقدار عددی متفاوت نسبت به مقدار عددی پیکسل متناظر منطقه، تغییر اشتباه استخراج شود. برای انجام تصحیحات رادیومتریکی از روش نسبی کاهش تیرگی در نرم‌افزار ENVI 5.2 استفاده شد. این روش بر این فرض بناست که در حالت ایدئال پدیده‌های تیره‌رنگ دارای تابش صفر و یا نزدیک به صفر در تمامی طول‌موج‌ها هستند؛ بنابراین فرض می‌شود که در هر باند می‌توان پیکسل‌هایی یافت که مقادیر آن‌ها صفر و یا نزدیک به صفر است (مثل آب در محدوده مادون‌قرمز). جهت حذف خطای رادیو متریک ارزش پیکسل‌های هر باند از حداقل DN مربوط به هر باند کم می‌شود. کاهش تیرگی یک روش ساده و درعین‌حال کاربردی است که در اکثر مطالعات مورداستفاده قرارگرفته است. علی‌رغم این‌که این تصاویر در سطح L_1T دریافت شدند به‌منظور کسب اطمینان از کیفیت آن‌ها، بررسی کیفیت هندسی تصاویر با استفاده از همپوشانی لایه جاده‌های استخراج‌شده از نقشه‌های توپوگرافی سازمان نقشه‌برداری بر روی تک‌تک باندها صورت گرفت. پس از انجام تصحیحات، برای بارزسازی تصاویر از الگوریتم متعادل‌سازی هیستوگرام و به‌منظور شناسایی و تفکیک بهتر مرز پوشش جنگلی از ادغام تصاویر چند طیفی با باند پانکروماتیک، تهیه تصاویر رنگی مختلف و شاخص‌های پوشش گیاهی استفاده شد. برای تهیه نقشه پوشش جنگلی از روش طبقه‌بندی نظارت‌شده حداکثر احتمال استفاده شد. به‌این‌ترتیب که برای پوشش جنگلی و غیر جنگلی با استفاده از تصاویر رنگی مختلف و تفسیر بصری، شناخت از منطقه و استفاده از سامانه گوگل ارث نمونه‌های تعلیمی متعددی با پراکنش خوب برداشت شدند. درمجموع ۳۶۶۷ نمونه تعلیمی برای تصاویر سال ۱۳۷۵، ۵۳۱۱ نمونه برای تصاویر سال ۱۳۸۵ و ۶۹۸۸ نمونه برای تصاویر سال ۱۳۹۵ برداشت شدند. بخش اعظم نمونه‌های تعلیمی (۷۰ درصد) برای طبقه‌بندی و مابقی (۳۰ درصد) برای اعتبارسنجی نقشه‌های طبقه‌بندی‌شده مورداستفاده قرار گرفتند. درنهایت نقشه‌های جنگل-غیرجنگل منطقه برای سال‌های ۱۳۷۵، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵ تهیه شدند شکل (۲). با توجه به این‌که هیچ نوع طبقه‌بندی خودکاری تا زمانی که صحت آن مورد ارزیابی قرار نگیرد تکمیل نیست (کیانی و همکاران، ۱۳۹۳؛ احسانی و شاکریانی، ۱۳۹۷)، برای اطمینان از صحت نقشه‌های تهیه‌شده، بعد از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای، از روش تشکیل ماتریس خطا و محاسبه صحت کلی و ضریب کاپا استفاده شد.

www.SID.ir

Archive of SID

- **آشکارسازی و مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی**

درنهایت تغییرات صورت گرفته در پوشش جنگلی منطقه در دوره‌های زمانی ۱۳۷۵-۱۳۸۵ و ۱۳۸۵ -۱۳۹۵ بر اساس نقشه‌های پوشش جنگلی تهیه‌شده، آشکارسازی شد. در این مدل، میزان و روند تغییرات کاربری زمین از روی نقشه تغییرات کاربری بین دو مقطع زمانی قبلی و متغیرهای مؤثر بر تغییرات برآورد می‌گردد. در این مطالعه با توجه به دسترسی به داده‌های مختلف از متغیرهای بیوفیزیکی همچون ارتفاع، شیب، جهت، فاصله از اراضی جنگلی، فاصله از جاده و فاصله از مراکز مسکونی استفاده شد. این متغیرها بر اساس دامنه ارزش‌ها به کلاسه‌های مختلفی طبقه‌بندی شدند که در شکل (۲) آمده است.



شکل ۲- متغیرهای مورداستفاده در مدل‌سازی تغییرات سطح جنگل‌ها

برای مدل‌سازی و پیش‌بینی تغییرات سطح جنگل‌ها از مدل ژئومد استفاده شد. این مدل توسط محققین کالج علوم جنگل‌داری و محیط‌زیست انسانی و با سرمایه‌گذاری بخش انرژی، برنامه پژوهش دی‌اکسید کربن و بخش تغییر اقلیم و اتمسفر آمریکا توسعه‌یافته است (اشنیدر و پونتیوس[1]، ۲۰۰۱). مدل ژئومد یکی از مدل‌های شبیه‌سازی تغییرات کاربری اراضی بر مبنای سیستم اطلاعات مکانی است که توزیع مکانی کاربری را در دوره‌های زمانی گذشته، حال و آینده شبیه‌سازی کند (پونتیوس و ملنسون[2]، ۲۰۰۵). در مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی نقشه تغییرات به‌عنوان متغیر وابسته و عوامل مؤثر در تغییرات به‌عنوان متغیر مستقل وارد مدل شده و درنهایت نقشه تناسب یا مطلوبیت ایجاد می‌شود. این نقشه بر اساس وزن‌هایی که برای هر یک از متغیر در نظر گرفته می‌شود، تهیه می‌شود. ارزش هر سلول در نقشه تناسب نشان‌دهنده میزان احتمال تغییر آن در آینده است. در این مطالعه بر اساس تغییرات سطح جنگل در دوره ۱۳۸۵-۱۳۷۵، نقشه سطح جنگل سال ۱۳۹۵ پیش‌بینی شد. به‌منظور اعتبارسنجی نقشه پوشش جنگلی پیش‌بینی‌شده و هم‌چنین ارزیابی عملکرد ژئومد، این نقشه با نقشه پوشش جنگلی حاصل از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای سال ۱۳۹۵ مقایسه و آماره‌های کاپا، کاپای طبقه، صحت کلی، صحت تولیدکننده و صحت کاربر محاسبه شدند. هم‌چنین اختلاف مکانی و کمیتی سلول‌های هر کلاسه، در دو نقشه پیش‌بینی‌شده به کمک شاخص‌های Kquantity و Klocation محاسبه شد. شاخص Klocation نشان می‌دهد که مدل تا چه حد توانایی داشته است که مکان سلول‌های یک کلاسه را مطابق با نقشه واقعی شبیه‌سازی کند. شاخص Kquantity نیز بیان‌کننده میزان تطابق کمیت یا تعداد سلول‌های کلاسه‌های مختلف دو نقشه است (پونتیوس[3]، ۲۰۰۲). بر اساس نتایج اعتبارسنجی نقشه‌های پیش‌بینی‌شده برای سال ۱۳۹۵، تغییرات سطح جنگل برای سال ۱۴۱۰ با استفاده از مدل ژئومد انجام گرفت.

[1] Schneider and Pontius
[2] Pontius and Malanson
[3] Pontius

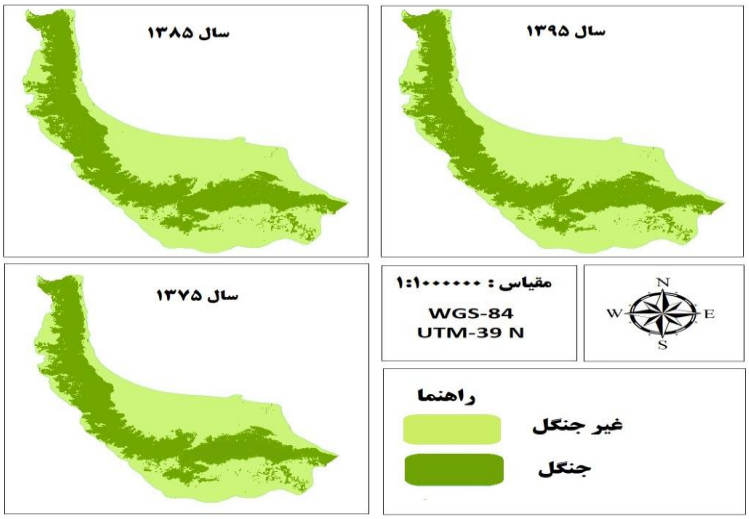
www.SID.ir

Archive of SID

یافته های پژوهش

- **ارزیابی صحت طبقه‌بندی تصاویر**

بر اساس نتایج ارزیابی صحت نقشه‌های طبقه‌بندی‌شده، صحت کلی در نقشه‌های پوشش جنگلی سال‌های ۱۳۷۵، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵ به ترتیب برابر با ۹۱/۸۱، ۹۳/۱۲ و ۹۴/۱۴ درصد به دست آمد. هم‌چنین ضریب کاپا در نقشه‌های مذکور به ترتیب ۰/۸۵، ۰/۸۶ و ۰/۸۸ به دست آمد که نشان‌دهنده صحت مناسب نقشه‌های طبقه‌بندی‌شده است جدول (۱). درنهایت از این نقشه‌ها برای آشکارسازی، مدل‌سازی و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی استفاده شد. نقشه‌های کاربری اراضی در شکل (۳) آمده است.



شکل ۳- نقشه‌های جنگل- غیرجنگل حاصل از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای

جدول ۲- نتایج ارزیابی صحت طبقه‌بندی تصاویر

سال ۱۳۷۵		سال ۱۳۸۵		سال ۱۳۹۵	
صحت کلی	ضریب کاپا	صحت کلی	ضریب کاپا	صحت کلی	ضریب کاپا
۹۱/۸۱	۰/۸۵	۹۳/۱۲	۰/۸۶	۹۴/۱۴	۰/۸۸

پس از تهیه نقشه‌های کاربری جنگل – غیرجنگل منطقه، مساحت هر یک از این کاربری‌ها در نقشه‌های مربوط به سال‌های ۱۳۷۵، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵ محاسبه شد. همچنین تغییرات سطح جنگل در دوره‌های مذکور مورد بررسی قرار گرفت جدول (۳).

- **آشکارسازی تغییرات سطح جنگل**

مساحت و نرخ سالیانه تغییرات کاربری‌های جنگل و غیرجنگل در بازه‌های زمانی ۱۳۸۵-۱۳۷۵ و ۱۳۹۵-۱۳۸۵ در جدول (۲) آمده است. در سال‌های ۱۳۸۵-۱۳۷۵ کاربری جنگل ۴۴۶/۸- هکتار کاهش‌یافته است. درحالی‌که در سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۸۵ ۶۰۸/۱۷- هکتار از سطح این اراضی کاسته شده است که نسبت به دوره اول کاهش بیش‌تری را نشان می‌دهد. در مجموع از سال ۱۳۷۵ تا سال ۱۳۹۵، ۱۰۵۴/۹۷ هکتار از سطح جنگل‌ها کاهش پیداکرده است و به سایر کاربری‌ها تبدیل‌شده است.

جدول ۳- آشکارسازی تغییرات سطح کاربری‌های جنگل و غیر جنگل

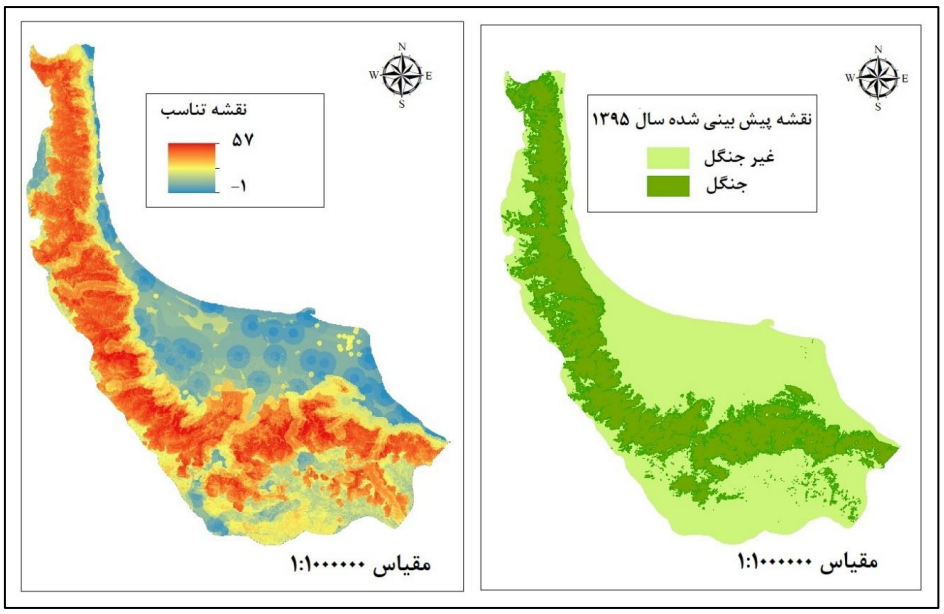
	مساحت (هکتار)			تغییرات به هکتار			
				۱۳۷۵-۱۳۸۵		۱۳۸۵-۱۳۹۵	
	۱۳۷۵	۱۳۸۵	۱۳۹۵	کل	سالیانه	کل	سالیانه
جنگل	۴۹۱۱۳۶/۳	۴۹۰۶۸۹/۴۳	۴۹۰۰۸۶/۲۶	-۴۴۶/۸	-۴۴/۶۸	-۶۰۸/۱۷	-۶۰/۸۱
غیرجنگل	۹۱۲۶۳۱/۶۸	۹۱۳۰۷۸/۴۸	۹۱۳۶۸۶/۶۵	۴۴۶/۸	+۴۴/۶۸	+۶۰۸/۱۷	+۶۰/۸۱

www.SID.ir

Archive of SID

- **مدل‌سازی و پیش‌بینی تغییرات پوشش جنگلی**

با استفاده از متغیرهای مؤثر بر تغییرات کاربری جنگل، یعنی ارتفاع، شیب، جهت، فاصله از اراضی جنگلی، فاصله از جاده، فاصله از مراکز مسکونی نقشه تناسب ایجاد، سپس با استفاده از این نقشه پوشش جنگلی برای سال ۱۳۹۵ پیش‌بینی شد شکل (۴). ارزش‌های نقشه تناسب در دامنه بین ۱- تا ۱۰۰ قرار دارد. مقادیر بالا در این نقشه نشان دهنده این است که احتمال تغییرات در این مناطق بیشتر است.



شکل ۴- نقشه تناسب و نقشه پیش‌بینی پوشش جنگلی سال ۱۳۹۵

- **اعتبارسنجی نقشه‌های پیش‌بینی‌شده**

نتایج اعتبارسنجی نقشه پیش‌بینی‌شده سال ۹۵ نشان‌دهنده صحت کلی و ضریب کاپا به ترتیب برابر با ۹۴/۱۹ و ۰/۹۱۵۹ درصد است. به‌منظور بررسی بهتر عملکرد مدل در پیش‌بینی تغییرات از روش اعتبارسنجی نیز استفاده شد. نتایج شاخص‌های محاسبه‌شده در این روش اعتبار سنجی در جدول (۴) آمده است. بر اساس نتایج مدل توانسته با صحت ۹۱/۲۸ درصد مکان سلول‌های تغییریافته را به‌درستی پیش‌بینی کند و تنها ۸/۷۲ درصد اختلاف بین مکان سلول‌ها واقعی و پیش‌بینی‌شده وجود دارد.

جدول ۴- نتایج اعتبار سنجی نقشه پیش‌بینی‌شده سال ۱۳۹۵ با استفاده از شاخص‌های KQuantity،Klocation

شاخص‌های اعتبار سنجی مدل	
KLocation	KQuantity
۲۸/۹۱	۶۵/۸۹

- **پیش‌بینی تغییرات سطح جنگل در سال ۱۴۲۰**

با توجه به عملکرد مناسب مدل در پیش‌بینی تغییرات، نقشه پوشش جنگلی برای سال ۱۴۲۰ پیش‌بینی و تغییرات سطح جنگل‌ها آشکارسازی شد. نتایج آشکارسازی تغییرات سطح جنگل‌ها تا سال ۱۴۲۰ در جدول (۵) آمده است. نتایج بررسی نشان می‌دهد که تا سال ۱۴۲۰ تخریب و کاهش پوشش جنگلی منطقه با روند کنونی ادامه خواهد داشت.

جدول ۵ - آشکارسازی تغییرات سطح جنگل‌ها در دوره ۱۳۹۵-۱۴۲۰

	مساحت (هکتار)		تغییرات هکتار	
	۱۳۹۵	۱۴۲۰	۱۴۲۰-۱۳۹۵	
			کل	سالیانه
جنگل	۴۹۰۰۸۶/۲۶	۴۸۹۲۱۴/۶۳	-۸۷۱/۶۳	-۱۰/۵۸
غیرجنگل	۹۱۳۶۸۶/۷۱	۹۱۴۵۵۷/۵۹	+۸۷۱/۶۳	+۱۰/۵۸

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

نظارت و جلوگیری از تأثیرات منفی تغییرات کاربری و پوشش اراضی به‌منظور پایدار نمودن تولید منابع ضروری، یکی از اولویت‌های محققین و سیاست‌مداران در سراسر جهان محسوب می‌شود. اطلاع از روند تغییرات در کاربری و پوشش اراضی نه‌تنها برای جلوگیری از وقوع آن بلکه به‌منظور مدیریت و برنامه‌ریزی آن برای ما یک نیاز محسوب می‌شود (میشرا[1] و همکاران، ۲۰۱۴). جمعیت رو به رشد، گذر از معیشت کشاورزی به اقتصادهای صنعتی؛ موجب افزایش فشار بر اکوسیستم‌های منطقه و منابع طبیعی به‌ویژه جنگل‌ها شده است. در دهه‌های اخیر، به‌ویژه در دو دهه ۱۳۵۰ و ۱۳۶۰ روند تخریب و نابودی جنگل‌ها با افزایش جمعیت در مناطق جنگلی و روستایی در استان گیلان شدت یافته است. پیش از قانون ملی شدن جنگل‌ها در سال ۱۳۴۱، بخش بزرگی از جنگل‌های گیلان، بکر و دست‌نخورده بود ولی امروزه در بیشتر مناطق آثار تخریب و دخالت‌های انسانی مشهود است (حسنی مهر، ۱۳۹۲). یکی از پیش‌نیازهای اساسی مطالعات آشکارسازی و مدل‌سازی تغییرات کاربری دسترسی به داده‌های مناسب و چند زمانه‌ای است که با فراهم کردن یک دید وسیع امکان شناخت الگوها و روابط بین کاربری‌ها را فراهم سازد. هدف از انجام این مطالعه آشکارسازی تغییرات سطح جنگل‌ها و همچنین مدل‌سازی و پیش‌بینی چگونگی تخریب پوشش جنگلی منطقه در دوره‌های زمانی ۱۳۹۵-۱۳۷۵ است. درمجموع نتایج پژوهش پیشرو بر اساس نتایج آشکارسازی تغییرات در طول مدت مطالعه (۱۳۹۵-۱۳۷۵) نشان داد مساحت کاربری جنگل در سال ۱۳۷۵، ۴۹۱۱۳۶/۳ بوده که در سال ۱۳۹۵، به این ۴۹۰۰۸۶/۲۶ رسیده و در سال ۱۴۲۰ به ۴۸۹۲۱۴/۶۳ درصد میرسد؛ به عبارت دیگر با ادامه این روند و ثابت بودن شرایط درصورت ثابت ماندن شرایط در ۱۵ سال آینده نیز مساحت جنگل ها ۸۷۱ هکتار کاهش و این روند تخریب اراضی ادامه خواهد داشت.

مدلسازی تغییرات سطح جنگل ها در طول مدت مطالعه با استفاده از مدل ژئومد انجام شد. در روش ژئومد تهیه نقشه تناسب از اهمیت خاصی برخوردار است، قبل از اجرای فرایند مدل سازی نقشه تناسب برای شبیه سازی تغییر از یک طبقه به طبقه دیگر تهیه شد. در این مطالعه برای تهیه نقشه تناسب از پارامترهای تاثیر گذار در تغییرات کاربری همچون ارتفاع، شیب، جهت، فاصله از اراضی جنگلی، فاصله از جاده، فاصله از مراکز مسکونی استفاده شد. این پارامترهای موثر بر اساس هدف تحقیق و همچنین وجود داده انتخاب گردید. به این صورت که پارامترهای موثر به مدل معرفی و نقشه تناسب تهیه شد. بالا بودن مقدار این ارزشها در نقشه تناسب بیانگر این است که احتمال تغییرات در این مناطق نیز افزایش میابد. متغیرها و عوامل مختلفی در بروز تغییرات کاربری اراضی دخالت دارند که می‌توانند در بهبود فرایند مدل‌سازی مؤثر واقع‌شده و دقت پیش‌بینی‌ها را افزایش دهند که از آن جمله می‌توان به متغیرهای اجتماعی و اقتصادی و هم‌چنین متغیرهای کیفی همچون جمعیت، تراکم جمعیت، اشتغال، مهاجرت، بارندگی، تیپ جنگل، چرای دام، دفن زباله‌ها، وضعیت توسعه‌یافتگی و... اشاره کرد. بدیهی است هر چه متغیرهای مهم و تأثیرگذار توأم با یکدیگر استفاده شوند، توانایی مدل‌ها در شبیه‌سازی و پیش‌بینی تغییرات بیش‌تر خواهد بود و نتایج دقیق‌تری می‌توانند ارائه دهند. این در حالی است که در برخی مناطق به‌خصوص در کشور ما نبود اطلاعات کافی باعث شده تا این‌گونه مطالعات با حداقل متغیرهای قابل‌دسترس انجام شود.

استفاده از مدل ژئومد به‌منظور مدل‌سازی تخریب پوشش جنگلی نتایج مطلوبی را در برداشت و می‌توان از این ابزار به‌منظور مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی استفاده نمود. بر اساس نتایج این مطالعه، لزوم تدوین برنامه‌های مدیریتی بر اساس اصول توسعه پایدار و توجه به شاخص‌های محیط‌زیستی به‌منظور کنترل و جهت‌دهی تغییرات کاربری اراضی احساس می‌شود. بر اساس نتایج پیش‌بینی تغییرات سطح جنگل‌ها راهکارهای مدیریتی زیر می‌تواند از تخریب بیش از حد این عرصه‌ها جلوگیری کند. ارزیابی توان سرزمین و توجه به توسعه پایدار، جلوگیری از ویلاسازی‌ها و قطعه‌قطعه شدن عرصه‌های جنگلی، استفاده منظم از زمین برای توسعه کشاورزی از طریق ثبت زمین که این امر از تبدیل انواع پوشش اراضی به اراضی کشاورزی جلوگیری می‌کند، تنوع در شغل مردم محلی و سوق دادن آن‌ها از شغل کشاورزی به شغل‌های پایدارتر، آموزش بر روی بهترین شیوه‌های کشاورزی سازگار با محیط‌زیست، تهیه طرح‌های حفاظتی-حمایتی و نظارت و پایش مستمر آن و تلاش در راستای حفظ پیوستگی مکانی این عرصه‌ها و برنامه‌ریزی علمی و اصولی در راستای حفظ، احیا و توسعه جنگل‌ها پیشنهاد می‌شود. هم‌چنین قابل‌ذکر است در مدیریت جنگل باید به سرمایه اجتماعی موجود و انسجام در جوامع محلی جهت توانمندسازی سطح محلی و یافتن راه‌هایی برای همکاری متقابل توجه شود. سیاست‌گذاران برای حل مشکلات جنگل اهداف محیط‌زیستی باهدف یافتن راه‌حل‌های جدید باید سیاست‌هایی را مطرح کنند که متناسب با شرایط محلی باشد و شیوه‌های اجتماعی اعتمادسازی را ترویج دهد.

[1] Mishra

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

احسانی، امیر هوشنگ؛ شاکر یاری، مجتبی (۱۳۹۷). تعیین روش بهینه طبقه‌بندی و نقشه‌سازی کاربری/ پوشش اراضی با مقایسه الگوریتم‌های شبکه عصبی مصنوعی و ماشین بردار پشتیبان با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای (مطالعه موردی: تالاب بین‌المللی هامون). *علوم و تکنولوژی محیط‌زیست*، ۲۰(۴)، ۱۹۳-۲۰۸.

حسنی مهر، سیده صدیقه (۱۳۹۲). بازشناسی استفاده از پتانسیل جنگل‌های گیلان با نگرش توسعه، *پژوهش‌های جغرافیای انسانی*، ۴۵(۱)، ۱۸۵-۱۹۸.

حسین زاده، محمدمهدی؛ اسماعیلی، رضا؛ کاظمی، راحله (۱۳۹۰). بررسی تغییرات کاربری اراضی نوار ساحلی در ده سال اخیر (مطالعه موردی: نوار ساحلی شهر محمودآباد). نخستین همایش ملی آرمان‌شهر ایرانی. نور، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نور.

عبداللهی، سحر؛ داداش پور، هاشم (۱۳۹۸). تحلیل و پیش‌بینی تغییر کاربری زمین در نواحی ساحلی استان گیلان، *فصلنامه علوم محیطی*، ۱۷(۲)، ۱۲۱-۱۳۶.

کیانی، واحد؛ نظری سامانی، علی‌اکبر؛ علیزاده شعبانی، افشین (۱۳۹۳). ارزیابی صحت طبقه‌بندی تصویر ماهواره IRS-P6 با استفاده از پایگاه اطلاعاتی Google Earthبه‌منظور تهیه نقشه پوشش/ کاربری اراضی مطالعه موردی: حوزه آبخیز طالقان، *فصلنامه علمی- پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سپهر)*، ۲۳(۹۰)، ۵۱-۶۰.

میرآخور لو، خسرو؛ اخوان، رضا (۱۳۹۵). ارزیابی تغییرات سطح جنگل‌های هیرکانی از سال ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۵، *طبیعت ایران*، ۲(۳)، ۴۰-۴۵.

میرزایی‌زاده، وحید؛ مهدوی، علی؛ کرمشاهی، عبدالعلی؛ جعفرزاده، علی‌اکبر (۱۳۹۵). بررسی الگوی مکانی تغییرات پوشش جنگلی با استفاده از رگرسیون لجستیک در شهرستان ملک‌شاهی، *نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل*، ۲۳(۳)، ۴۵-۶۸.

میرزایی زاده، وحید؛ نیک‌نژاد، مریم؛ اولادی قادیکلایی، جعفر (۱۳۹۴). ارزیابی الگوریتم‌های طبقه‌بندی نظارت‌شده غیرپارامتریک در تهیه نقشه پوشش زمین با استفاده از تصاویر لندست ۸. *سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی*، ۶(۳)، ۲۹-۴۴.

نصیری، وحید؛ درویش‌صفت، علی‌اصغر؛ شیروانی، انوشیروان؛ عواطفی همت، محمد (۱۳۹۸). آشکارسازی و مدل‌سازی تغییرات گستره جنگل‌های ارسباران با استفاده از مدل‌های رگرسیون لجستیک- زنجیره مارکوف و مدل ژئومد. *فصلنامه علمی – پژوهشی فضای جغرافیایی*، ۱۹(۶۵)، ۱۷۱-۱۸۹.

وفایی، ساسان؛ درویش‌صفت، علی‌اصغر؛ پیر باوقار، مهتاب (۱۳۹۲). پایش و پیش‌بینی روند تغییرات مکانی کاربری اراضی با استفاده از مدل LCM، مطالعه موردی: منطقه مریوان. *مجله جنگل ایران*.۵(۳)، ۳۲۳-۳۳۶.

Echeveria, C., Coomesc, D.A., Halld, M. & Newtone, C. (2008). Spatially explicit models to analyze forest loss and fragmentation between 1976 and 2020 in southern Chile. *Ecological Modelling*, 212 (3), 439–449.

FAO(2018). The State of the World's Forests 2018 - Forest pathways to sustainable development. Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. http://www.fao.org/biodiversity/components/forests/en/

Geist, H. J., & Lambin, E. F. (2002). Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation: Tropical forests are disappearing as the result of many pressures, both local and regional, acting in various combinations in different geographical locations. *BioScience*. 52(2), 143-150.

Giriraj, A., Irfan-Ullah, M., Murthy, M. S. R., & Beierkuhnlein, C. (2008). Modelling spatial and temporal forest cover change patterns (1973-2020): A case study from South Western Ghats (India). *Sensors*. 8(10), 6132-6153.

Han, H., Yang, C., & Song, J. (2015). Scenario simulation and the prediction of land use and land cover change in Beijing, China. *Sustainability*, 7(4), 4260-4279.

Kumar, R., Nandy, S., Agarwal, R., & Kushwaha, S. P. S. (2014). Forest cover dynamics analysis and prediction modeling using logistic regression model. *Ecological Indicators*,*45*, 444-455.

Mishra, V. N., Rai, P. K., & Mohan, K. (2014). Prediction of land use changes based on land change modeler (LCM) using remote sensing: a case study of Muzaffarpur (Bihar), India. *Journal of the Geographical Institute" Jovan Cvijic", SASA*, 64(1), 111-127.

Nasiri, V., Darvishdefat A.A., Rafee, R., Shrivani, A., Avatefi. (2017). M, Land use change modeling through an integrated Multi-Layer Perceptron Neural Network and Markov Chain analysis, *Journal of Forestry Research Springer*, 1-15.

Newman, M. E., McLaren, K. P., & Wilson, B. S. (2018). Using the forest-transition model and a proximate cause of deforestation to explain long-term forest cover trends in a Caribbean forest. *Land Use Policy*, 71, 395-408.

www.SID.ir

Archive of SID

Pontius, R.G. and Malanson, J. (2005). Comparison of the structure and accuracy of two land change models. *Geographical Information Science*, 19, 243-265.
Pontius, R.G Jr. (2002). Quantification error versus location error in comparison of categorical maps. *Photogramm Eng Remote Sens*, 66, 1011-1016
Schneider, L. C., and Pontius Jr, R. G. (2001). Modeling land-use change in the Ipswich watershed, Massachusetts, USA. Agriculture, Ecosystems & Environment, *85*, 83-94.
Slee, B. (2007). Landscape goods and services related to forestry land use. In Multifunctional Land Use. *Springer*, Berlin, Heidelberg, 65-82.

www.SID.ir