

مقایسه الگوریتم‌های رگرسیون لجستیک و شبکه عصبی مصنوعی در مدل‌سازی تجربی پتانسیل انتقال تغییر پوشش سرزمین سواحل استان مازندران

مه‌دی غلامعلی‌فرد*¹، شریف جورابیان شوشتری²، علی‌اکبر آبکار³، بابک نعیمی⁴

1 استادیار، گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس

2 دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس

3 استادیار، گروه سنجش از دور، دانشکده مهندسی ژئودزی و ژئوماتیک، دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی

4 استادیار، گروه GIS و سنجش از دور، دانشکده محیط‌زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

(تاریخ دریافت: 1391/6/20؛ تاریخ تصویب: 1393/4/30)

چکیده

تغییرات پوشش سرزمین و توسعه شهرها سبب تخریب زیستگاه‌های طبیعی و کاهش تنوع زیستی شده است. یکی از روش‌های مورد استفاده برنامه‌ریزان جهت کنترل روند تغییرات پوشش سرزمین و کاربری اراضی، مدل‌سازی می‌باشد. این مطالعه، با هدف مقایسه رگرسیون لجستیک و پرسپترون چندلایه شبکه عصبی مصنوعی جهت مدل‌سازی پتانسیل انتقال تغییر پوشش سرزمین سواحل استان مازندران انجام شد. جهت تحلیل تغییرات منطقه از تصاویر ماهواره Landsat متعلق به سال‌های 1367، 1379، 1385 و 1390، مورد استفاده قرار گرفت. همچنین، مدل‌سازی پتانسیل انتقال با استفاده از رگرسیون لجستیک و پرسپترون چندلایه شبکه عصبی مصنوعی انجام پذیرفت. جهت پیش‌بینی تغییر پوشش سرزمین سال 1390، از دوره واسنجی 1385-1379 با استفاده از زنجیره مارکف و مدل پیش‌بینی سخت استفاده شد. صحت مدل‌سازی نیز با استفاده از ضریب کاپا ارزیابی شد. نتایج حاصل از ضرایب کاپا نشان داد که اگرچه رگرسیون لجستیک (0/8456) دقت بالاتری نسبت به پرسپترون چندلایه شبکه عصبی مصنوعی (0/8276) دارد، خطی کردن متغیرها، تأثیر زیادی در افزایش صحت مدل در منطقه مورد مطالعه نداشته است.

کلید واژه‌ها: مدل‌سازی پتانسیل انتقال، رگرسیون لجستیک، پرسپترون چندلایه شبکه عصبی مصنوعی، ارزیابی صحت، سواحل استان مازندران

سرآغاز

در مقیاس جهانی، رشد جمعیت می‌تواند علت اصلی تغییر استفاده از زمین در نظر گرفته شود (Muñoz-Rojas et al., 2011). توجه به الگوها، روند تغییرات سیمای سرزمین جهت درک پویایی جنگل، حفاظت پایدار و ارزیابی رویکردهای مدیریت لازم است (Gómez et al., 2011).

در سال‌های اخیر، توجه زیادی به تغییرات پوشش سرزمین و کاربری اراضی و تخریب پوشش گیاهی شده است (Volcani et al., 2005; Haack & Rafter, 2006; Rahman & Saha, 2009; Pelorosso et al., 2009; Schulz et al., 2010; Gómez et al., 2011; Thapa & Murayama, 2011).

سطح زمین به خودی خود یک سیستم پیچیده است و مدل‌سازی تغییرات پوشش سرزمین یک فرایند پیچیده متأثر از دخالت انواع متغیرها می‌باشد. به طور کلی، مدل‌های تغییرات پوشش سرزمین شامل سه جزء هستند: زیر مدل نیاز تغییر⁽¹⁾، زیر مدل پتانسیل انتقال⁽²⁾ و زیر مدل تخصیص تغییر⁽³⁾. زیر مدل نیاز تغییر به تعیین میزان تغییری که طی دوره خاصی از زمان روی خواهد داد مربوط می‌شود. نتایج این مرحله، در یک ماتریس احتمال انتقال⁽⁴⁾ که میزان تغییر از یک طبقه کاربری را به نوع دیگر تعیین می‌کند، خلاصه می‌شود. مدل‌سازی پتانسیل انتقال نیز پتانسیل انتقال از یک کاربری (مثل جنگل) به کاربری دیگر (مانند: کشاورزی) را با توجه به متغیرهای توضیحی⁽⁵⁾ مدل می‌کند. متغیرها به دو گروه متغیر مطلوبیت مثل شیب یا نوع خاک و متغیر محرک⁽⁶⁾ مثل نزدیکی به جاده تقسیم می‌شوند. زیر مدل تخصیص تغییر نیز یک فرایند تصمیم‌سازی است (Eastman et al., 2005).

از مدل‌سازی تغییر سرزمین⁽⁷⁾، جهت آشکارسازی تغییرات منطقه Olomouc در جمهوری چک استفاده شده است. نتایج نشان داده است، 6٪ از جنگل مخلوط به جنگل پهن برگ تبدیل شده و 3/5٪ افزایش در مناطق مسکونی روی داده است (Vaclavik & Rogan, 2009).

در پژوهشی، جهت مدل‌سازی تغییرات جنگل در پارک ملی Tam Dao از مدل‌سازی تغییر سرزمین و شبکه عصبی مصنوعی استفاده شده است (Khoi & Murayama, 2010). از تصاویر ماهواره‌ای مربوط به سال‌های 1993، 2000 و 2007، به عنوان ورودی مدل، آشکارسازی و پیش‌بینی تغییرات سطح جنگل برای سال‌های 2014 و 2021 بهره‌جستند. نتایج آن‌ها

نشان داد: جنگل اولیه از 18/03٪ در 2007 به 15/10٪ در 2014 و 12/66٪ در سال 2021، کاهش خواهد یافت.

همچنین، از مدل‌سازی تغییر سرزمین جهت مدل‌سازی تغییرات پوشش سرزمین در حوزه آبخیز Catamayo Chira از تصاویر ماهواره Landsat مربوط به سال‌های 1986 و 1996، جهت مدل‌سازی پوشش سرزمین سال 2001، استفاده شده است (Oñate-Valdivieso & Sendra, 2010). همچنین، برای مدل‌سازی پتانسیل انتقال از رگرسیون لجستیک و شبکه عصبی مصنوعی استفاده کردند. نتایج به‌دست آمده با رگرسیون لجستیک نسبت به شبکه عصبی مصنوعی با نقشه واقعیت زمینی سال 2001، مطابقت بیشتری داشت.

از مدل‌سازی تغییر سرزمین جهت مدل‌سازی توسعه شهر نیپال نیز استفاده شده است (Thapa & Murayama, 2011). آن‌ها از تصاویر ماهواره‌ای 1991، 2001 و 2010، جهت مدل‌سازی سال‌های 2020، 2030، 2040 و 2050، با استفاده از سه سناریوی تاریخی، محیط‌زیستی و حفظ منابع استفاده کردند. نتایج نشان داد: فرایند توسعه، در مرحله بحرانی می‌باشد و سناریوهای حفظ منابع و محیط‌زیستی در جهت مدیریت و بهبود فضای شهر باید به جای سناریوی تاریخی اجرا شوند.

از مدل‌سازی تغییر سرزمین جهت مدل‌سازی تخریب و احیای جنگل‌های خزان‌کننده گرمسیری مکزیک نیز استفاده شده است (Perez-Vega et al., 2012). آن‌ها مدل‌سازی پتانسیل انتقال را با شبکه عصبی مصنوعی انجام دادند و در زیر مدل احیا، زیر مدل جنگل‌زدایی و زیر مدل اختلال به ترتیب به صحت 59٪/2، 35٪/2 و 59٪/6 دست یافتند.

بررسی تغییرات کاربری اراضی محدوده شهر اصفهان طی سال‌های 1366 تا 1377 انجام شده است (سفیانیان، 1388). نتایج نشان می‌دهد که سطح زمین‌های کشاورزی تغییرات قابل توجهی داشته است. همچنین در مطالعه‌ای دیگر در اصفهان، رشد جمعیت عامل اصلی کاهش سطح پوشش گیاهی و افزایش کاربری مسکونی معرفی شده است (زائری امیرانی و سفیانیان، 1389).

در کشور، بر روی تغییرات اراضی ساحلی نیز تحقیقات محدودی صورت گرفته است که کافی نمی‌باشد. در مطالعه‌ای، بررسی تغییرات کاربری اراضی منطقه ساحلی عسلویه نشان می‌دهد که تحت تأثیر تغییرات کاربری اراضی چروپه فرسایش و رسوب

انواع کاربری‌ها، از روش طبقه‌بندی نظارت شده (روش طبقه‌بندی کننده حداکثر احتمال) جهت تهیه نقشه‌های پوشش سرزمین استفاده شد (Rafiee et al., 2009). جهت تعیین نمونه‌های تعلیمی، از نقشه‌های رقومی با مقیاس 1:25000 استفاده شد که 7 طبقه جنگل، اراضی کشاورزی، مناطق مسکونی، مناطق کم‌عمق دریا، مناطق عمیق دریا، تالاب/ منابع آبی و اراضی باز در منطقه مشخص شدند. ارزیابی صحت نقشه‌های طبقه‌بندی شده بدین صورت انجام پذیرفت که برای تصویر سال 1390 در مجموع 331 نقطه، با استفاده از طرح نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌بندی شده در منطقه تعیین و سپس با استفاده از Garmin 62S GPS، کاربری نقاط واقعیت زمینی با تصویر طبقه‌بندی شده مقایسه شدند. ضرایب کاپا نیز برای هر طبقه و کاپای کلی مورد محاسبه قرار گرفت. ارزیابی صحت نقشه‌های طبقه‌بندی شده سال‌های 1367، 1379 و 1385، با استفاده از تفسیر بصری و نقاط کنترل زمینی که در طول زمان تغییر نکردند، محاسبه شد (به ترتیب 317، 321 و 337 نقطه) (Schulz et al., 2010). در این تحقیق، نقشه‌های پوشش سرزمین جهت آنالیز و آشکارسازی تغییرات منطقه وارد مدل‌ساز تغییر سرزمین شدند. مدل‌ساز تغییر سرزمین، نرم‌افزاری جهت ایجاد توسعه پایدار بوم‌شناختی است که جهت تشخیص مساله مبرم و رو به افزایش تغییرات سرزمین و نیازهای تحلیلی حفظ تنوع زیستی طراحی و ساخته شده است و به صورت برنامه عمودی درون سامانه نرم‌افزاری IDRISI وجود دارد همچنین، به صورت افزونه برای نرم افزار ArcGIS نیز در دسترس می‌باشد. مدل‌ساز تغییر سرزمین ابزاری را در اختیار قرار می‌دهد که به کمک آن می‌توان به ارزیابی و مدل‌سازی تجربی تغییرات کاربری اراضی و آثار آن بر زیستگاه گونه‌ها و تنوع زیستی پرداخت (شکل 2). مراحل مدل‌سازی در 4 مرحله صورت می‌گیرد: 1. بررسی تغییرات، 2. مدل‌سازی پتانسیل انتقال 3. مدل‌سازی تغییرات پوشش سرزمین 4. ارزیابی صحت مدل‌سازی. در ضمن نرم‌افزار به کار رفته در تحقیق حاضر IDRISI Taiga 16.05 می‌باشد.

مدل‌سازی پتانسیل انتقال با استفاده از رگرسیون لجستیک و شبکه عصبی مصنوعی

منطقه دچار تغییر چشمگیری شده است (نعیمی نظام‌آباد و همکاران، 1389). همچنین، سنجش از دور را ابزار مناسبی جهت پایش تغییرات کاربری اراضی ساحلی معرفی شده است (قرلسفلی و علوی‌پناه، 1389).

به هرحال، با وجود اهمیت مناطق ساحلی در شمال و جنوب کشور ایران، تاکنون تحقیقات جامعی بر روی مدل‌سازی و تغییرات کاربری این اراضی و تبعات حاصل از آن در سطح وسیع انجام نشده است. از طرفی با توجه به ارزش و اهمیت سواحل استان مازندران ضروری است که اطلاعات دقیق، جامع و به‌روزی از روند تغییرات آن‌ها به‌دست آورده شود. با وجود اهمیت بالای این مناطق، مطالعات اندکی در ارتباط با مدل‌سازی و پایش تغییرات آن‌ها انجام شده است و فقدان اطلاعات دقیق و قابل اطمینان در فرم نقشه و لایه‌های GIS در این نواحی احساس می‌شود. بنابراین، این مطالعه سعی دارد جهت ارایه روش دقیق‌تر برای مدل‌سازی تغییر پوشش سرزمین سواحل استان مازندران دو روش رگرسیون لجستیک و پرسپترون چند لایه شبکه عصبی مصنوعی را با یکدیگر مورد مقایسه قرار دهد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه سواحل استان مازندران با مساحت 982033/8 هکتار می‌باشد. این منطقه در مختصات جغرافیایی 50 درجه و 23 دقیقه و 16 ثانیه تا 53 درجه و 13 دقیقه و 25 ثانیه طول شرقی و 36 درجه و 23 دقیقه و 13 ثانیه تا 36 درجه و 44 دقیقه و 52 ثانیه عرض شمالی واقع شده است (شکل 1).

داده‌های مورد استفاده

در این تحقیق، از تصاویر ماهواره Landsat سنجنده‌های TM و ETM+ سال‌های (1367، 1379، 1385 و 1390) و نقشه‌های رقومی 1:25000 سازمان نقشه‌برداری کشور استفاده شد.

تولید نقشه‌های پوشش سرزمین و ارزیابی صحت

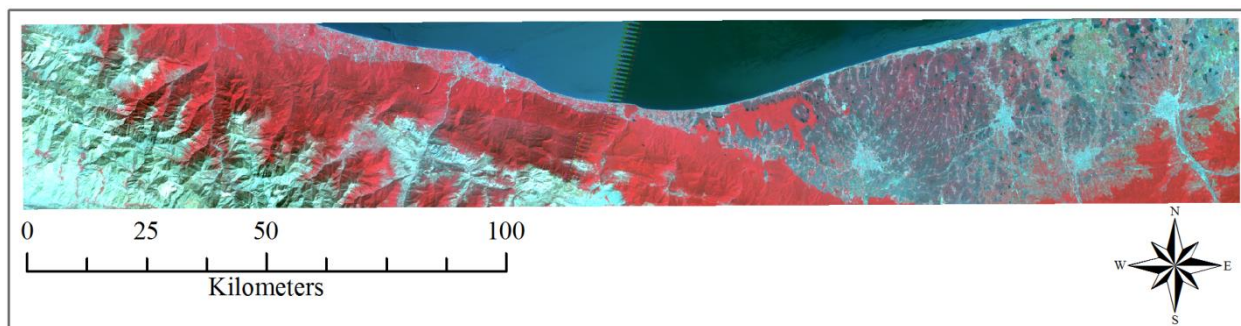
پس از تولید تصاویر ترکیب رنگی کاذب هر تاریخ با استفاده از ترکیب باندهای 2، 3 و 4 جهت بهبود بصری تصویر و تجسم

لجستیک انتخاب شدند. برای تولید متغیر کیفی پوشش سرزمین، نقشه انتقال از کل کاربری‌ها به اراضی کشاورزی و نقشه انتقال از کل کاربری‌ها به مناطق مسکونی تولید و سپس با استفاده از ابزار تغییر شکل Evidence Likelihood و نقشه پوشش اراضی سال قدیمی‌تر در ورودی مدل متغیرهای کیفی تولید شدند (Eastman, 2009).

مدل‌سازی تغییرات پوشش سرزمین

تخصیص تغییر به هر کاربری با استفاده از زنجیره مارکف مورد

ضریب Cramer's V که نشان‌دهنده میزان ارتباط بین متغیرها و طبقات پوشش سرزمین است، محاسبه شد (Pistocchi et al., 2002). شش زیر مدل (جنگل به اراضی کشاورزی، جنگل به مناطق مسکونی، اراضی کشاورزی به مناطق مسکونی، اراضی باز به مناطق مسکونی، تالاب و منابع آبی به اراضی کشاورزی، اراضی باز به اراضی کشاورزی) و 8 متغیر (مدل رقومی ارتفاع، شیب، فاصله از مناطق مسکونی، فاصله از اراضی کشاورزی، فاصله از جنگل، فاصله از جاده، فاصله از رودخانه و متغیر کیفی پوشش اراضی)، جهت مدل‌سازی پتانسیل انتقال با استفاده از پرسپترون چند لایه شبکه عصبی مصنوعی⁽⁸⁾ و رگرسیون



شکل (1): تصویر ترکیب رنگی کاذب منطقه مورد مطالعه (مناطق ساحلی استان مازندران)

نقشه‌های پوشش سرزمین سال‌های 1367، 1379، 1385 و 1390، به ترتیب برابر با 89/67، 88/70، 90/29 و 83/41 درصد بود. نتایج آشکارسازی تغییرات نشان داد در کل دوره مورد مطالعه (1390-1367) 33487 هکتار از وسعت جنگل کاسته و 21367 هکتار به وسعت اراضی کشاورزی افزوده شده است. رشد و توسعه مناطق مسکونی و شهری نیز در این مدت چشم‌گیر بوده و 13155 هکتار به این نواحی اضافه شده است (شکل 2).

مدل‌سازی پتانسیل انتقال با استفاده از رگرسیون

لجستیک و شبکه عصبی مصنوعی

ضرایب Cramer's V که میزان ارتباط بین متغیرها و طبقات پوشش سرزمین را نشان می‌دهد محاسبه و نتایج آن‌ها در جدول (1) آورده شده است. کم‌ترین و بیشترین میزان Cramer's V را به ترتیب شیب و متغیر کیفی داشتند. مدل‌سازی پتانسیل انتقال با استفاده از رگرسیون لجستیک و پرسپترون چند لایه شبکه عصبی مصنوعی انجام شد. سه

محاسبه قرار گرفت (Sun et al., 2007; Fan et al., 2008; Haibo et al., 2011). سپس، مدل‌سازی برای سال 1390 با استفاده از مدل پیش‌بینی سخت⁽⁹⁾ و دوره واسنجی 1385-1379 اجرا شد. در مدل پیش‌بینی سخت، تمام سطح یک پیکسل به یک کاربری خاص اختصاص می‌یابد و در واقع برای پیکسل تعیین تکلیف قطعی می‌شود (Eastman, 2009).

صحت‌سنجی مدل

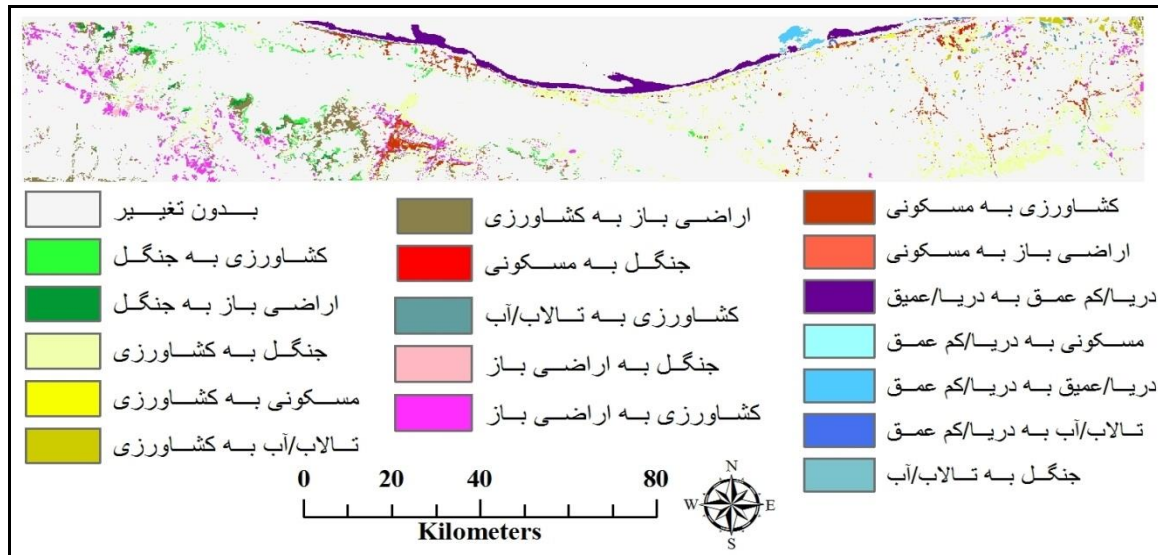
جهت ارزیابی صحت، نقشه کاربری اراضی سال 1390 واقعیت زمینی با نقشه پیش‌بینی شده سال 1390 مورد مقایسه قرار گرفت و ضرایب کاپا در هر طبقه و کاپای کلی محاسبه شدند (Onate-Valdivieso & Sendra, 2010).

یافته‌ها

هفت طبقه پوشش سرزمین (جنگل، اراضی کشاورزی، مناطق مسکونی، مناطق کم‌عمق دریا، مناطق عمیق دریا، تالاب/منابع آبی و اراضی باز) در منطقه مشخص شدند. کاپای کلی برای

عصبی مصنوعی تعیین شدند (جدول 2). نتایج در همه زیرمدل‌ها صحت بالایی (52-94) را نشان داد.

فاکتور ارزیابی صحت، خطای آموزش، خطای تست جهت ارزیابی مدل‌سازی پتانسیل انتقال با پرسپترون چند لایه شبکه



شکل (2): نقشه توزیع مکانی تغییرات پوشش سرزمین طی سال‌های 1367-1390

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت سواحل استان مازندران پیشنهاد مدلی که با دقت بالا بتواند تغییرات پوشش سرزمین را پیش‌بینی نماید، مورد توجه است. در این پژوهش، دو الگوریتم رگرسیون لجستیک و پرسپترون چندلایه شبکه عصبی مصنوعی جهت مدل‌سازی تجربی پتانسیل انتقال مورد مقایسه قرار گرفتند. رگرسیون لجستیک یک روش آماری جهت ارزیابی ارتباط بین مجموعه متغیرهای مستقل و متغیر وابسته دوگانه⁽¹⁰⁾ می‌باشد. در رگرسیون لجستیک، متغیر وابسته باید دوگانه باشد و می‌تواند فقط دو مقدار 0 و 1 را بگیرد. همین‌طور، رگرسیون لجستیک جهت بررسی ارتباط ممکن بین یک یا بیشتر متغیرهای مستقل و متغیر وابسته دوگانه استفاده می‌شود؛ با این فرض که احتمال این که متغیر وابسته مقدار 1 بگیرد، از منحنی لجستیکی پیروی می‌کند. شبکه‌های عصبی مصنوعی نیز ابزاری قوی هستند که از رویکرد آموزش برای کمی‌کردن و مدل‌سازی رفتار و الگوهای پیچیده استفاده می‌کنند (Pijanowski et al., 2002). به طور معمول، سه نوع لایه در شبکه عصبی مصنوعی وجود دارد که عبارت از: لایه ورودی، لایه مخفی و لایه خروجی می‌باشد. لایه بین لایه ورودی و لایه خروجی، لایه مخفی نامیده می‌شود (Singh, 2003). هر

جهت ارزیابی صحت با روش رگرسیون لجستیک نیز از Relative Operating Characteristic (ROC) استفاده شد (جدول 3). براساس این جدول، همبستگی بین انتقال‌ها و متغیرها در دامنه 0/94-0/99 به دست آمد که نشان‌دهنده ارتباط بالا بین انتقال‌ها و متغیرها می‌باشد.

مدل‌سازی تغییرات پوشش سرزمین

احتمال انتقال از یک کاربری در سال 1385 به نوع دیگر در سال 1390، توسط زنجیره مارکف محاسبه شد (جدول 4). در شکل (3)، نقشه واقعیت زمینی سال 1390 در مقایسه با نقشه‌های پیش‌بینی شده توسط پرسپترون چندلایه شبکه عصبی مصنوعی و رگرسیون لجستیک نشان داده شده است.

صحت‌سنجی مدل

در جدول (5)، نتایج کاپای کلی و ضرایب کاپا در هر طبقه حاصل از مقایسه تصویر واقعیت زمینی با تصویر پیش‌بینی شده سال 1390، در دو روش نشان داده شده است. دقت دو روش بسیار به یکدیگر نزدیک بود. البته، در منطقه مورد مطالعه رگرسیون لجستیک نتایج بهتری را نسبت به پرسپترون چندلایه شبکه عصبی مصنوعی نشان داد.

خروجی محاسبه می‌کند که به لایه مخفی و لایه خروجی انتقال می‌یابند (Dai et al., 2005). در طول آموزش شبکه⁽¹²⁾، وزن‌های اولیه را که به رابطه‌ها نسبت می‌دهند، به

لایه شامل تعداد معینی گره (Node) است که هر کدام از گره‌ها با یک متغیر مستقل ارتباط دارند. شبکه توسط الگوریتم‌های پیش‌رونده⁽¹¹⁾ وزن‌ها را برای مقادیر ورودی، گره‌های لایه ورودی، گره‌های لایه مخفی و گره‌های لایه

جدول (1): ضرایب Cramer's V در رگرسیون لجستیک و شبکه عصبی مصنوعی

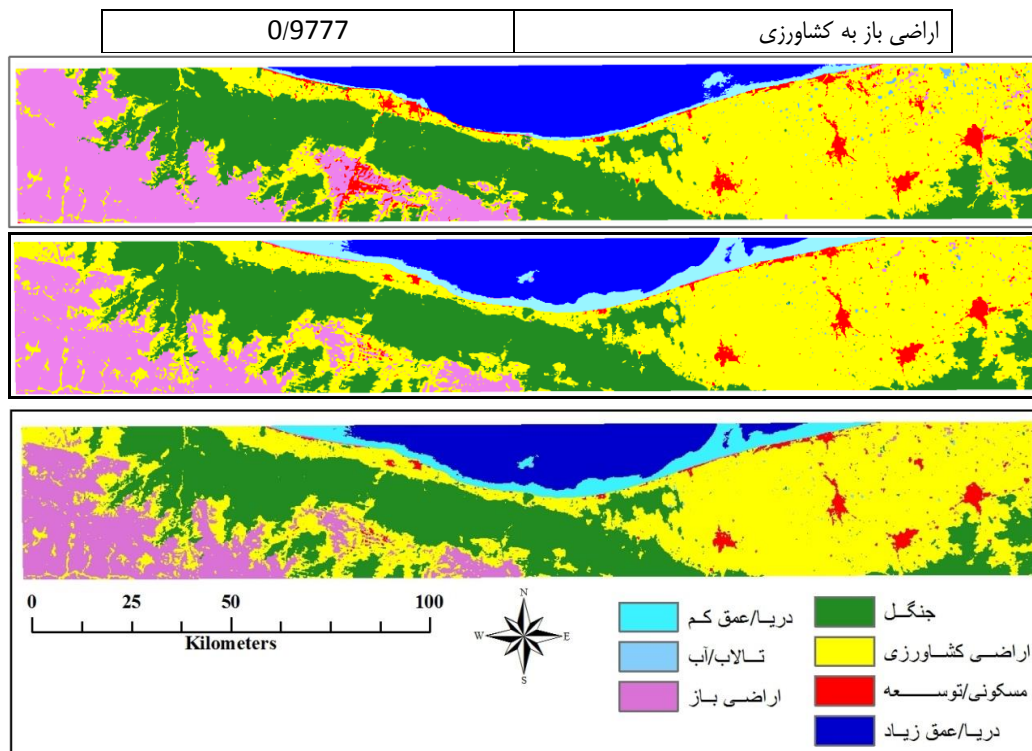
متغیر	جنگل	کشاورزی	مسکونی	تالاب/آب	دریا/ کم عمق	دریا/ عمیق	اراضی باز
رگرسیون لجستیک	مدل رقومی ارتفاع	0/0000	0/6991	0/4323	0/2548	0/4118	0/0385
	شیب	0/0000	0/0283	0/0183	0/0091	0/0148	0/0014
	فاصله از مسکونی	0/0000	0/5607	0/6339	0/4718	0/7659	0/0500
	فاصله از کشاورزی	0/0000	0/6862	0/6256	0/1915	0/3122	0/0743
	فاصله از جنگل	0/0000	0/6685	0/7296	0/2455	0/3993	0/0396
	فاصله از رودخانه	0/0000	0/3118	0/3908	0/4837	0/7850	0/0224
	فاصله از جاده	0/0000	0/6193	0/5841	0/3459	0/5621	0/0357
	متغیر کیفی در زیر مدل کشاورزی	0/0000	0/9407	0/6027	0/1878	0/3118	0/0267
	متغیر کیفی در زیر مدل مسکونی	0/0000	0/6392	0/8771	0/2359	0/3848	0/0144
	فاصله از مسکونی	0/0000	0/5626	0/5767	0/4260	0/6897	0/0292
شبکه عصبی مصنوعی	فاصله از کشاورزی	0/0000	0/6774	0/6189	0/1778	0/2890	0/0275
	فاصله از جنگل	0/0000	0/6081	0/6183	0/2149	0/3497	0/0289
	فاصله از رودخانه	0/0000	0/2501	0/2242	0/3148	0/5088	0/0198
	فاصله از جاده	0/0000	0/6199	0/4889	0/2881	0/4667	0/0359

جدول (2): داده‌های شبکه عصبی مصنوعی

خطای تست	خطای آموزش	ارزیابی صحت	زیر مدل
0/0006	0/0006	85%/71	جنگل به کشاورزی
0/0581	0/0575	52%/78	جنگل به مسکونی
0/0014	0/0014	59%/47	کشاورزی به مسکونی
0/0030	0/0028	94%/22	اراضی باز به مسکونی
0/0048	0/0049	78%/27	تالاب و منابع آبی به کشاورزی
0/0005	0/0005	77%/48	اراضی باز به کشاورزی

جدول (3): داده‌های رگرسیون لجستیک

میزان ROC	زیر مدل
0/9799	جنگل به کشاورزی
0/9950	جنگل به مسکونی
0/9590	کشاورزی به مسکونی
0/9525	اراضی باز به مسکونی
0/9498	تالاب و منابع آبی به کشاورزی



شکل (3): نقشه واقعیت زمینی سال 1390 (بالا) در مقایسه با نقشه پیش‌بینی شده توسط شبکه عصبی مصنوعی (وسط) و رگرسیون لجستیک (پایین)

جدول (4): احتمال انتقال محاسبه شده با زنجیره مارکف

اراضی باز	تالاب / آب	دریا (عمق کم)	دریا (عمق زیاد)	مسکونی	کشاورزی	جنگل	1390
							1385
0/0009	0	0/0001	0	0	0/0417	0/9573	جنگل
0/0060	0/0009	0	0	0/0083	0/9666	0/0182	کشاورزی
0/0255	0/0014	0/0153	0	0/8068	0/1506	0/0005	مسکونی
0/0004	0	0/1705	0/8291	0	0	0	دریا (عمق زیاد)
0/0427	0	0/9061	0/0430	0/0007	0/0075	0	دریا (عمق کم)
0/2143	0/5490	0/0071	0	0	0/2296	0	تالاب / آب
0/8478	0/0001	0/0012	0	0/0013	0/1497	0	اراضی باز

جهت مدل‌سازی پتانسیل انتقال در مدل‌ساز تغییر سرزمین با استفاده از رگرسیون لجستیک برویلاف پرسپترون چند لایه شبکه عصبی مصنوعی لازم است که متغیرها خطی شوند، در صورتی که پرسپترون چند لایه شبکه عصبی مصنوعی می‌تواند ارتباط غیرخطی بین متغیرها را نیز مدل کند (Eastman, 2009). همچنین، رگرسیون لجستیک برویلاف MLP در یک زمان، تنها می‌تواند یک انتقال را مدل‌سازی نماید. بنابراین، در حالتی فعالیت می‌کند که آماده مدل‌سازی تغییر خاصی است. در مطالعه حاضر، با توجه به نزدیک بودن ضرایب کاپا (رگرسیون

طور مکرر اصلاح می‌کنند تا شبکه عصبی مصنوعی بتواند خروجی قابل قبولی را تولید کند (Singh, 2003). در مدل شبکه عصبی مصنوعی، وجود هم‌خطی چندگانه سبب پایین آمدن دقت پیش‌بینی مدل شبکه عصبی شده و برآورد وزن‌ها در لایه‌های مختلف شبکه عصبی در هر بار تکرار الگوریتم آموزش، با تغییرات زیادی مواجه می‌شود که این مساله ممکن است سبب عدم همگرایی شبکه عصبی مصنوعی شود. این مشکل، به خصوص زمانی که تعداد متغیرهای کمکی ورودی زیاد باشد، بسیار محتمل است.

0/8276

کاپای کلی

یافته‌های حاصل از مدل‌سازی با رگرسیون لجستیک در تحقیق حاضر نشان داد: آماره ROC در تمام زیرمدل‌ها بیش از 0/94 است که این نتایج مشابه پژوهش‌های دیگر می‌باشد (Oñate-Valdivieso & Sendra, 2010; Khoi & Murayama, 2010).

استفاده از روش‌های بهینه‌سازی شبکه‌های عصبی مانند الگوریتم ژنتیک و مدل‌های شبکه عصبی بیزی، همچنین استفاده از متغیرهای کیفی مانند خاک به عنوان متغیر در مدل‌سازی پتانسیل انتقال، از مواردی است که پیشنهاد می‌شود در منطقه مورد مطالعه صورت گیرد.

یادداشت‌ها

1. Change Demand
2. Transition Potential
3. Change Allocation
4. Transition Probability Matrix
5. Explanatory Variables
6. Driver Variable
7. LCM: Land Change Modeler
8. Multi-Layer Perceptron Artificial Neural Network (MLP ANNs)
9. Hard Prediction
10. Binomial
11. Feed Forward
12. Training

لجستیک 0/84 و شبکه عصبی مصنوعی 0/82) در دو روش نشان‌دهنده این است که خطی کردن متغیرها در منطقه مورد مطالعه تاثیر زیادی در افزایش صحت مدل نداشته است، هرچند که رگرسیون لجستیک صحت بالاتری را نشان داد. تحقیقاتی نیز نشان داده‌اند که صحت مدل‌سازی با استفاده از رگرسیون لجستیک نسبت به شبکه عصبی مصنوعی بالاتر می‌باشد (Oñate-Valdivieso & Sendra, 2010).

جدول (5): مقایسه ضرایب کاپا در دو روش رگرسیون

لجستیک و شبکه عصبی مصنوعی		
ضریب کاپا	طبقات کاربری اراضی	
0/9151	جنگل	رگرسیون لجستیک
0/9448	اراضی کشاورزی	
0/5313	کاربری مسکونی	
0/7480	دریا/عمق زیاد	
0/8622	دریا/عمق کم	
0/2073	تالاب/آب	
0/7186	اراضی باز	شبکه عصبی مصنوعی
0/8456	کاپای کلی	
0/8702	جنگل	
0/9371	اراضی کشاورزی	
0/5414	کاربری مسکونی	
0/7480	دریا/عمق زیاد	
0/8622	دریا/عمق کم	
0/1914	تالاب/آب	
0/7004	اراضی باز	

فهرست منابع

- زائری امیرانی، آ. و سفیانیان، ع. 1389. بررسی روند تغییرات پوشش اراضی و رشد جمعیت در محدوده شهر اصفهان با استفاده از سنجش از دور طی سال‌های 1387-1366. هفدهمین همایش ملی ژئوماتیک، ایران.
- سفیانیان، ع. 1388. بررسی تغییرات کاربری اراضی محدوده شهر اصفهان با استفاده از تکنیک آشکارسازی برداری تغییرات طی سال‌های 1366 تا 1377. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال سیزدهم، شماره چهل و نهم، 153-164.
- قزلسلفی، م. و علوی‌پناه، س.ک. 1389. کاربرد تفسیر بصری داده‌های ماهواره‌ای در آشکارسازی تغییرات خط ساحلی. هفدهمین همایش ملی ژئوماتیک، ایران.
- نعیمی نظام‌آباد، ع.؛ قهرودی تالی، م. و ثروتی، م. 1389. پایش تغییرات خط ساحلی و لندفرم‌های ژئومورفولوژیکی خلیج فارس با استفاده از تکنیک سنجش از راه دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: منطقه ساحلی عسلویه)، فضای جغرافیایی، سال دهم، شماره سی‌ام، 45-61.

- Dai, E.; Wu, S.; Shi, W.; Cheung, C.-k. & Shaker, A. 2005. Modeling Change-Pattern-Value Dynamics on Land Use. An Integrated GIS and Artificial Neural Networks Approach. *Environmental Management*, 36(4): 576-591.
- Eastman, J. R.; Van Fossen, M. E. & Solarzano, L. A. 2005. Transition potential modeling for land cover change. In: Maguire, D., Goodchild, M., Batty, M. (Eds.), *GIS, Spatial Analysis and Modeling*. ESRI Press, Redlands, California.
- Eastman, J. R. 2009. *IDRISI Taiga. Guide to GIS and Image Processing*. Clark Labs, Clark University, Worcester, MA.
- Fan, F.; Wang, Y. & Wang, Z. 2008. Temporal and spatial change detecting (1998–2003) and predicting of land use and land cover in Core corridor of Pearl River Delta (China) by using TM and ETM+ images. *Environmental Monitoring Assessment*. 137(1-3): 127-147.
- Gómez, C.; White, J. C. & Wulder, M. A. 2011. Characterizing the state and processes of change in a dynamic forest environment using hierarchical spatio-temporal segmentation. *Science of the total environment*. 115(7): 1665–1679.
- Haack, B. N. & Rafter, A. 2006. Urban Growth Analysis and Modeling in the Kathmandu Valley, Nepal. *Habitat International*. 30(4): 1056–1065.
- Haibo, Y.; Longjiang, D.; Hengliang, G. & Jie, Z. 2011. Tai'an land use Analysis and Prediction Based on RS and Markov Model. *Procedia Environmental Sciences*. 10: 2625-2630.
- Khoi, D.D., Murayama, Y., 2010. Forecasting Areas Vulnerable to Forest Conversion in the Tam Dao National Park Region, Vietnam. *Remote Sensing* 2(5): 1249–1272.
- Muñoz-Rojas, M.; De la Rosa, D.; Zavala, L.M.; Jordán, A. & Anaya-Romero, M. 2011. Changes in land cover and vegetation carbon stocks in Andalusia, Southern Spain (1956–2007). *Science of the total environment*. 409(14): 2796–2806.
- Oñate-Valdivieso, F. & Sendra, J.B. 2010. Application of GIS and remote sensing techniques in generation of land use scenarios for hydrological modeling. *Journal of Hydrology*. 395(3–4): 256–263.
- Pelorosso, R.; Leone, A. & Boccia, L. 2009. Land cover and land use change in the Italian central Apennines: A comparison of assessment methods. *Applied Geography*. 29(1): 35–48.
- Perez-Vega, A., Mas, J., Ligmann-Zielinska, A. 2012. Comparing two approaches to land use/cover change modeling and their implications for the assessment of biodiversity loss in a deciduous tropical forest. *Environmental Modelling & Software* 29(1): 11-23.
- Pijanowski, B. C.; Brown, D. G.; Shellito, B. A. & Manik, G. A. 2002. Using neural networks and GIS to forecast land use changes: a Land Transformation Model. *Computers, Environment and Urban Systems*. 26(6): 553-575.
- Pistocchi, A.; Luzi, L. & Napolitano, P. 2002. The use of predictive modeling techniques for optimal exploitation of spatial databases: a case study in landslide hazard mapping with expert system-like methods. *Environmental Geology*. 41(7): 765-775.
- Rafiee, R.; Salman Mahiny, A. & Khorasani, N. 2009. Assessment of changes in urban green spaces of Mashad city using satellite data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 11(6): 431–438.
- Rahman, M. R. & Saha, S. K. 2009. Spatial Dynamics of Cropland and Cropping Pattern Change Analysis Using Landsat TM and IRS P6 LISS III Satellite Images with GIS. *Geo-spatial Information Science*. 12(2): 123–134.
- Schulz, J. J.; Cayuela, L.; Echeverria, C.; Salas, J. & Rey Benayas, J. M. 2010. Monitoring land cover change of the dryland forest landscape of Central Chile (1975–2008). *Applied Geography*. 30(3): 436–447.

- Singh, A. K. 2003. Modelling Land Use Land Cover Changes Using Cellular Automata in a Geo-Spatial Environment. M.Sc. Thesis. ITC. Netherland. 47pp.
- Sun, H.; Forsythe, W. & Waters, N. 2007. Modeling Urban Land Use Change and Urban Sprawl: Calgary, Alberta, Canada. *Networks and Spatial Economics*. 7(4): 353-376.
- Thapa, R. B. & Murayama, Y. 2011. Urban growth modeling of Kathmandu metropolitan region, Nepal. *Computers, Environment and Urban Systems*. 35(1): 25-34.
- Vaclavik, T. & Rogan, J. 2009. Identifying trends in land use/land cover changes in the context of post-socialist transformation in Central Europe: A case study of the greater Olomouc region, Czech Republic. *GIScience & Remote Sensing* 46(1): 54-76.
- Volcani, A.; Karnieli, A. & Svoray, T. 2005. The use of remote sensing and GIS for spatio-temporal analysis of the physiological state of a semiarid forest with respect to drought years. *Forest Ecology and Management*, 215(1-3): 239-250.