مقاله پژوهشی

پایداری، توسعه و محیط زیست، دوره چهارم، شماره ۳، پاییز ۱٤۰۲(۳٤-۲۱)

ارزیابی کارآمدترین الگوریتم طبقه‌بندی نظارت‌شده در پایش تغییرات رشد شهر تهران

آیدا اشجعی[۱]

سید مسعود منوری[۲*]

monavarism@yahoo.com

جلیل ایمانی هرسینی [۳]

مریم رباطی [۳]

زهرا عزیزی[٤]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۴/۷

چکیده

زمینه و هدف: گسترش افقی شهر پدیده‌ای پویا و پیچیده بوده و مؤثرترین عامل تغییر کاربری- پوشش اراضی همگام با رشد جمعیت و اقتصاد است و تغییرات ناشی از آن، بر پوشش گیاهی و عملکرد اکوسیستم‌های شهری تأثیر می‌گذارد. در این پژوهش شناسایی مناسب-ترین الگوریتم طبقه بندی برای بررسی اثر رشد افقی شرق شهر تهران در بازه‌ی زمانی ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۵ بر تغییرات کاربری- پوشش اراضی مجموعه حفاظتی جاجرود مورد مطالعه قرار گرفته است.

روش بررسی: در این پژوهش تهیه نقشه تغییرات پوشش- کاربری اراضی با استفاده از روش طبقه بندی نظارت شده و مقایسه‌ی سه الگوریتم شبکه عصبی، حداقل فاصله و حداکثر شباهت در محیط نرم افزار ENVI 5.3.1 انجام شد.

یافته ها: تغییرات کاربری- پوشش اراضی سال‌های ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۵ (بازه زمانی ۳۰ سال) بیانگر افزایش مساحت کاربری- پوشش اراضی شامل مرتع متراکم ۵۸/۴۵٪، اراضی بایر۹۱/۱۹٪، شهر ۶۵/۵۷٪، جنگل ۷۴/۴۷٪ در سال ۱۳۹۵ نسبت به سال ۱۳۶۵ است.

۱- دانشجوی دکترای علوم و مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲- دانشیار، گروه علوم و مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.*(مسوول مکاتبات)

۳- استادیار، گروه علوم و مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۴- دانشیار، گروه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

بحث و نتیجه گیری: با مقایسه و بررسی سه الگوریتم طبقه‌بندی نظارت شده شامل شبکه عصبی، حداقل فاصله، حداکثر شباهت، روش شبکه عصبی مناسبترین الگوریتم به منظور شناسایی تغییرات کاربری- پوشش اراضی بوده است.

واژه‌های کلیدی: تهران، مجموعه حفاظتی جاجرود،رشد افقی شهر، شبکه عصبی، حداکثر شباهت.

J. Sus. Dev. & Env., Vol 4, No.3, Autumn 2023, pp.21-34

Evaluation of the most efficient supervised classification algorithm in monitoring growth changes in Tehran

Aida Ashjaee[1]
Seyed Masoud Monavari [2*]
monavarism@yahoo.com
Jalil Imany Harsini[3]
Maryam Robati[4]
Zahra Azizi[5]

Admission Date: June 28, 2023 Date Received: March 7, 2023

Abstract

Background and Objectives: The urban sprawl is a dynamic and complex phenomenon, and the most effective factor is land use-cover change Coordinated by with the growth of population and economy, and the resulting changes affect vegetation and the functioning of urban ecosystems. In this paper, identification of the most appropriate classification algorithm to investigate the effect of urban sprawl growth in the east of Tehran city in the time period of 1986 to 2016 on land use-cover changes of Jajroud protected area has been studied.

Material and Methodology: In this research, the land cover-use changes map was prepared using the supervised classification method and the comparison of three neural network algorithms, minimum distance and maximum likelihood was done in ENVI 5.3.1 software environment.

Findings: Land use-cover changes from 1986 to 2016 (period of 30 years) shows the increase of land use-cover area including compact rangelands 58.45%, arid region 91/19%, urban 65/57%, and forest 74/47%. In 2016 compared to 1986.

Discussion and Conclusion: By comparing and examining three supervised classification algorithms including neural network, minimum distance, maximum likelihood, the neural network method has been the most suitable algorithm to identify land use-cover changes.

Key words: Tehran, Jajroud protected area, urban sprawl growth, neural network, maximum likelihood

1- PhD. Student of Environmental Science and Engineering, Faculty of Natural resources and Environment, University of Science and Research Branch, Iran.
2- Associate Professor, Department of Environmental Science and Engineering, Faculty of Natural resources and Environment, University of Science and Research Branch, Iran. *(*Corresponding Author*)
3- Assistant Professor, Department of Environmental Science and Engineering, Faculty of Natural resources and Environment, University of Science and Research Branch, Iran.
4- Assistant Professor, Department of Environmental Science and Engineering, Faculty of Natural resources and Environment, University of Science and Research Branch, Iran.
5- Associate Professor, Remote Sensing and Geographical Information System, Faculty of Natural resources and Environment, University of Science and Research Branch, Iran.

مقدمه

رشد افقی شهر، توسعه‌ی شهر شامل مناطق مسکونی و تجاری، کاربری اراضی تفکیک شده، کمبود حمل و نقل عمومی و سطح بالای استفاده از خودرو تعریف می‌شود (۱). رشد افقی شهر چالش قابل توجه در مناطق شهری است و مؤثرترین محرکه‌ی تغییر کاربری- پوشش اراضی همگام با رشد جمعیت و اقتصاد است (۲). گسترش شهر پدیده‌ای پویا و پیچیده است که اغلب تغییرات نامطلوب در پوشش- کاربری اراضی ایجاد می‌کند. این تغییرات که توسط عوامل پراکندگی شهری تعیین می‌شود از مهم‌ترین و اغلب غیرقابل برگشت‌ترین انواع تغییرات محیطی می‌باشند که به نوبه‌ی خود بر دگرگونی پوشش گیاهی و عملکرد اکوسیستم‌های شهری تأثیر می‌گذارد. پراکندگی شهری سبب افزایش سطوح غیرقابل نفوذ مانند ساختمان‌ها، جاده‌ها، پارکینگ‌ها، زیرساخت‌های فنی می‌شود که شاخص‌های درجه شهرنشینی می‌باشند و کیفیت محیطی مناطق شهری را مطرح می‌کنند (۳).

رشد افقی شهری نقش مهمی را در توسعه پایدار شهری ایفا می‌کند. رشد افقی شهر معضلات زیست محیطی بسیاری شامل افزایش تکرار گرمای شدید، کاهش تنوع زیستی، کاهش کیفیت آب، کاهش کیفیت هوا و افزایش رواناب و سیلاب (۴)، کاهش اراضی کشاورزی حاصلخیز، رشد انتشار گازهای گلخانه‌ای، افزایش تخریب زمین (۵)، تخریب کیفیت زیست محیطی، چندپارچگی منابع طبیعی، از دست دادن اراضی شکننده از نظر زیست محیطی و تغییرات در سیمای سرزمین شهری می‌شود (۶). عواقب رشد افقی شهر شامل اثرات تهدیدآمیز بر بوم-شناسی و حفاظت از اراضی کشاورزی، مدیریت ناپایدار ساختار شهر، کاهش کارایی مؤثر فضا و مانعی برای توسعه‌ی سالم شهرها است (۷).

تغییرات کاربری اراضی، رشد افقی شهر و پیامدهای آن بر اراضی طبیعی سبب افزایش ملاحظات در کشورهای متعددی در طول دهه‌های گذشته شده است (۶). ایران به عنوان یک کشور در حال توسعه با نرخ رشد بسیار زیاد دگرگونی‌های وسیعی را در زمینه تغییرات اراضی تجربه کرده است (۸).

در پژوهش حاضر اثر رشد افقی شرق شهر تهران در بازه‌ی زمانی ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۵ بر تغییرات کاربری- پوشش اراضی مجموعه حفاظتی جاجرود مورد مطالعه قرار گرفته است. مجموعه حفاظتی جاجرود شامل پارک ملی سرخه حصار، پارک ملی خجیر، منطقه حفاظت شده جاجرود است. این مجموعه به علت تنوع زیستی غنی، زیستگاه پلنگ ایرانی، زیستگاه گونه-های گیاهی منحصر به فرد، نزدیکی با شهر تهران حائز اهمیت است.

در این مقاله تهیه نقشه تغییرات پوشش- کاربری اراضی با استفاده از روش طبقه بندی نظارت شده و مقایسه‌ی سه الگوریتم شبکه عصبی، حداقل فاصله و حداکثر شباهت انجام شده است. هدف این پژوهش شناسایی و مقایسه‌ی مناسب‌ترین الگوریتم در تهیه نقشه پوشش- کاربری اراضی است. فرض پژوهش حاضر آن است که شرق شهر تهران در بازه زمانی ۳۰ سال رشد افقی فزاینده به سمت مجموعه حفاظتی جاجرود داشته است و شبکه عصبی بهترین الگوریتم در طبقه‌بندی کاربری- پوشش اراضی است.

این پژوهش سعی بر آن دارد که به این سوال‌ها پاسخ دهد؛ آیا الگوریتم شبکه عصبی در میان سه روش طبقه‌بندی نظارت شده مذکور روشی مناسب برای طبقه‌بندی تغییرات کاربری- پوشش اراضی است؟ آیا شرق شهر تهران در بازه زمانی ۳۰ سال رشد افقی فزاینده به سمت مجموعه حفاظتی جاجرود داشته است؟

پیشینه و مبانی نظری تحقیق

محدود بودن سرزمین و لزوم داشتن اطلاعات و داده‌های به هنگام به منظور برنامه‌ریزی سرزمین اهمیت انجام مطالعات کاربری اراضی را کاملاً مشخص می‌کند(۴). تغییر کاربری- پوشش اراضی یکی از فاکتورهای اصلی در استراتژی‌های کنونی در مدیریت منابع طبیعی و پایش تغییرات زیست محیطی است(۹). تغییرات ناپایدار کاربری- پوشش اراضی در اثر رشد افقی شهری پیامدهای جبران‌ناپذیری برای کاربری زمین دارد و آسیب جدی به اکوسیستم‌های طبیعی وارد می‌کند. جهان در حال توسعه رشد شهری بی‌سابقه‌ای را تجربه می‌کند که تأثیر

قابل توجهی بر استفاده متراکم از زمین دارد (۱۰). برخی از محققین رشد افقی شهری را گسترش نامتناسب شهری در زمین‌های توسعه نیافته می‌دانند(۱۱). برنامه‌ریزی کارآمد رشد شهری و تغییرات کاربری اراضی و اثرات آن بر محیط زیست به اطلاعات در مورد الگوها و گرایشات رشد شهری نیاز دارد (۱۲). شهرهای ایران با پدیده‌ی رشد افقی شهر از دهه‌ی ۱۳۴۰ روبرو است. مطالعات قابل توجهی اثرات منفی رشد افقی شهری را در شهرهای ایران نشان داده‌اند که شامل تخریب سیمای سرزمین و منابع طبیعی در اطراف شهرها است (۲). مطالعات مختلفی در زمینه‌ی رشد افقی شهر، تغییر کاربری- پوشش اراضی و نقش تصاویر ماهواره‌ای در شناسایی تغییرات کاربری اراضی در سال-های گذشته انجام شده است. Amini و همکاران (۱۳)۲۰۲۲، تغییرات کاربری- پوشش اراضی شهری را با استفاده از طبقه-بندی تصادفی جنگل تصاویر[1] ماهواره‌ای سری زمانی لندست آنالیز کردند. Mohammadnia and Saeifar (۱۴)۲۰۱۵، شناسایی تغییر کاربری- پوشش اراضی شهر تهران را با استفاده از تصاویر ماهواره لندست انجام دادند. Eskandari و همکاران (۱۵)۲۰۲۰، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای سنتینل دو تراکم پوشش گیاهی را در جنگل‌های زاگرس ارزیابی کردند. Meratifar و همکاران (۱۶) ۲۰۲۲، با استفاده از مدل زنجیره‌ی مارکف تغییرات پوشش اراضی را در منطقه‌ی حفاظت شده بیجار ارزیابی کردند.

روش بررسی

تصاویر ماهواره‌ی لندست سال‌های ۱۳۶۵، ۱۳۷۸، ۱۳۸۵، ۱۳۹۵ از سایت سازمان زمین‌شناسی امریکا[2](۱۷) تهیه شدند. تولید نقشه‌های پوشش- کاربری اراضی شرق شهر تهران و مجموعه حفاظتی جاجرود در بازه زمانی ۳۰ سال در نرم‌افزار ENVI 5.3.1 صورت گرفت. از باندهای ۱، ۲، ۳ برای تولید نقشه‌ی رنگی کاذب استفاده شده است که شامل باندهای قرمز، سبز، آبی می‌باشند. باند قرمز دارای طول موج ۰/۶۵۴۶، باند سبز دارای طول موج ۰/۵۶۱۳و باند آبی دارای طول موج ۰/۴۸۲۶ است.

شناسایی پوشش گیاهی با استفاده از شاخص نرمالایز شده تفاوت پوشش گیاهی[3]انجام گرفت. از طبقه‌بندی کاربری- پوشش اراضی تولید شده توسط سازمان حفاظت محیط زیست دفتر زیستگاه‌ها و امور مناطق در مجموعه حفاظتی جاجرود استفاده شد. کاربری- پوشش اراضی شناسایی شده در این پژوهش شامل اراضی انسان ساخت (مناطق مسکونی، تجاری)، اراضی جنگلی (بیشه‌زار و درختچه‌زار، جنگل‌های دست کاشت)، مراتع خوب (مرتع متراکم)، مراتع ضعیف (مراتع نیمه متراکم و کم تراکم)، اراضی کشاورزی (زراعت دیم، زراعت آبی و باغات)، پهنه‌های آبی (سطوح آبی، بستر رودخانه)، بایر، جاده، پوشش گیاهی می باشند. از نقاط تعلیمی[4]برای شناسایی کاربری- پوشش اراضی استفاده شد. در نرم‌افزار انوی از سه الگوریتم طبقه‌بندی نظارت شده شامل حداقل فاصله[5]، حداکثر شباهت[6]، شبکه عصبی[7]به منظور تهیه نقشه پوشش- کاربری اراضی[8] استفاده شده است. جدول ۱ مشخصات تصاویر ماهواره لندست در بازه زمانی ۳۰ سال شامل سال‌های برداشت، نوع ماهواره، انواع سنجنده، ردیف و گذر، سیستم تصویر، سیستم مبنا است.

در این پژوهش محدوده مطالعاتی شامل شرق شهر تهران و مجموعه حفاظتی جاجرود است. مجموعه حفاظتی جاجرود در شرق شهر تهران واقع شده است. این مجموعه به لحاظ تنوع زیستی بالا شامل گونه‌های گیاهی، درختان و درختچه‌ها، حیات وحش شامل پستانداران، پرندگان، آبزیان، خزندگان و دوزیستان دارای اهمیت فراوانی است. مجموعه حفاظتی جاجرود وسعت ۷۲۱۱۵ هکتاردارد. قسمت اعظم منطقه کوهستانی و دربرگیرنده دامنه جنوبی رشته کوه‌های البرز مرکزی است. بلندترین نقطه مجموعه قله آراکوه به ارتفاع ۲۶۴۹ متر و پست-ترین آن دشت سنگ تراشان به ارتفاع ۱۱۰۰ متر می‌باشد

1- Random Forest Classification
2-https://earthexplorer.usgs.gov (United States Geological Survey)

3- Normalized Difference Vegetation Index
4- Region Of Interest
5- Minimum Distance Classification
6- Maximum Likelihood Classification
7- Neural Net Classification
8- Land Use- Land Cover

(۱۸). کلان شهر تهران، پایتخت ایران و مرکز استان تهران می‌باشد و دارای مختصات جغرافیایی ۳۵/۵۲ تا۳۵/۸۲ درجه عرض شمالی و ۵۱/۰۶ تا ۵۱/۶۵ درجه طول شرقی است. اشکال۱ و ۲ موقعیت جغرافیایی شهر تهران و مجموعه حفاظتی جاجرود را نشان می‌دهد.

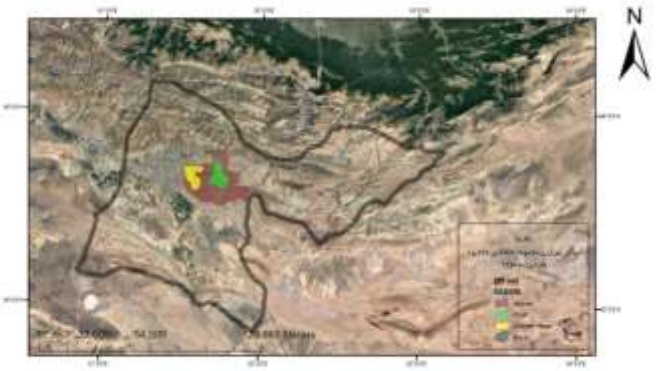
جدول ۱- مشخصات تصاویر ماهواره لندست در بازه زمانی ۳۰ سال

Table 1. Characteristics of Landsat satellite images in a period of 30 years

سال برداشت	سنجنده	Path	ROW	سیستم تصویر	سیستم مبنا	نوع ماهواره
۱۳۶۵	TM	۱۶۴	۳۵	UTM	۸۴WGS	لندست ۵
۱۳۷۸-۱۳۸۵	ETM^{+}	۱۶۴	۳۵	UTM	۸۴WGS	لندست ۷
۱۳۹۵	OLI/TIRS	۱۶۴	۳۵	UTM	۸۴WGS	لندست ۸

شکل ۱- موقعیت جغرافیایی شهر تهران

Figure 1. Geographical location of Tehran urban



شکل ۲- پارک ملی سرخه حصار، پارک ملی خجیر، مجموعه حفاظت شده جاجرود

Figure 2. Sorkhe Hesar national park, Khojir national park, Jajrood protected area

جدول ۲- مقایسه الگوریتم‌های حداکثر شباهت، حداقل فاصله، شبکه عصبی در بازه زمانی ۳۰ سال

Table 2. Comparison of algorithms of maximum likelihood, minimum distance, neural network in a period of 30 years

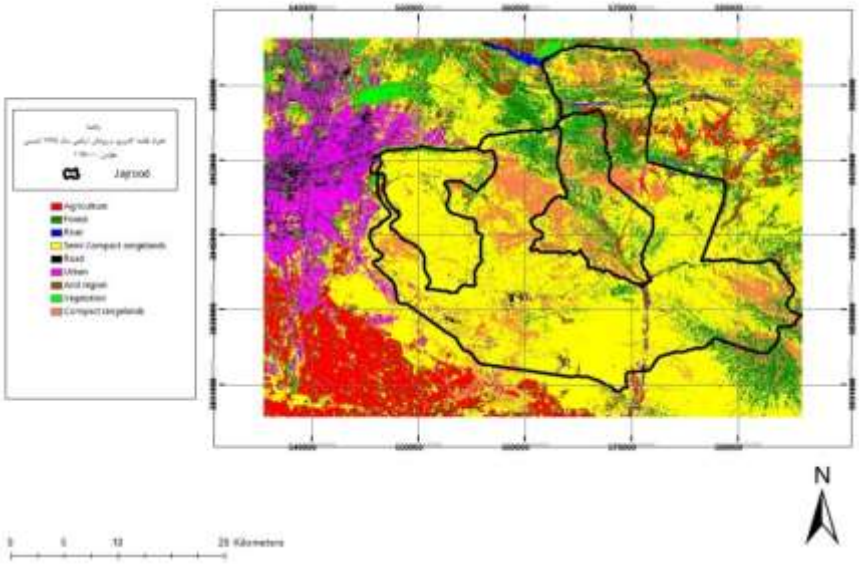
الگوریتم / سال۱۳۶۵	ضریب کاپا	صحت کلی
شبکه عصبی	۰/۷	۷۶٪
حداکثر شباهت	۰/۶۲	۷۰٪
حداقل فاصله	۰/۱۶	۲۵٪
سال ۱۳۷۸	-	-
شبکه عصبی	۰/۷	۷۶٪
حداکثر شباهت	۰/۶۵	۷۳٪
حداقل فاصله	۰/۱۷	۳۰٪
سال ۱۳۸۵	-	-
شبکه عصبی	۰/۷۱	۷۸٪
حداکثر شباهت	۰/۷	۷۴٪
حداقل فاصله	۰/۲۸	۳۷٪
سال ۱۳۹۵	-	-
شبکه عصبی	۰/۷۴	۸۰٪
حداکثر شباهت	۰/۷۲	۷۸٪
حداقل فاصله	۰/۲۸	۴۰٪

نتایج و بحث

به منظور تهیه نقشه پوشش- کاربری اراضی شرق شهر تهران و مجموعه حفاظتی جاجرود در بازه زمانی ۳۰ سال از تصاویر ماهواره لندست استفاده شده است. ضریب کاپا و صحت کلی از ماتریس خطا حاصل شدند. روش پس از طبقه بندی روش ماتریس خطا با استفاده از نقاط تعلیمی[1] است. در جدول ۲ مقایسه بین سه الگوریتم حداقل فاصله، حداکثر شباهت و شبکه عصبی با استفاده از ضریب کاپا و صحت کلی آمده است. همان طور که از این جدول مشخص است الگوریتم شبکه عصبی در بازه زمانی ۳۰ سال بهترین ارزش و مقادیر را در صحت کلی و ضریب کاپا دارد. در رتبه‌ی دوم روش حداکثر شباهت قرار می-گیرد.

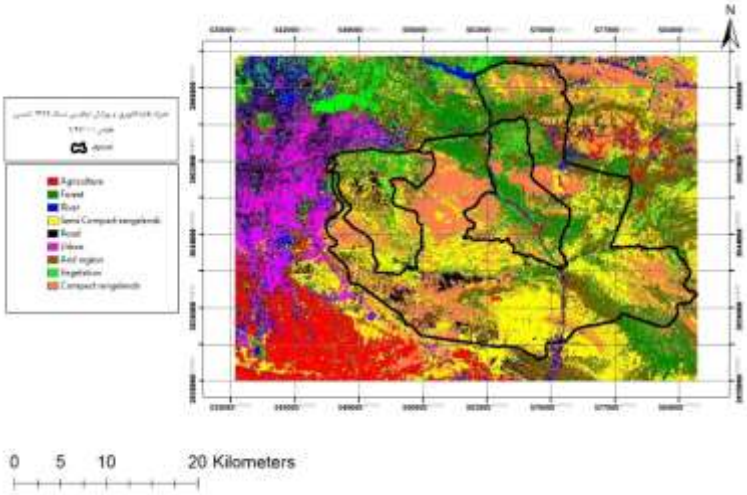
نقشه کاربری- پوشش اراضی سال ۱۳۶۵با توجه به الگوریتم شبکه عصبی و حداکثر شباهت در شکل ۳ و ۴ آمده است.

1- Confusion Matrix Using Ground Truth ROIS



شکل ۳- نقشه کاربری- پوشش اراضی سال ۱۳۶۵ با استفاده از الگوریتم شبکه عصبی

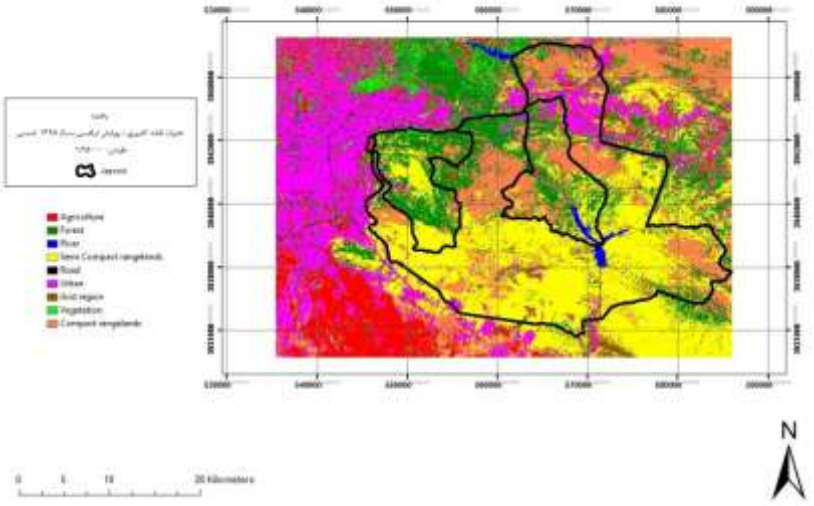
Figure 3. Land use-cover map of 1986 using neural network algorithm



شکل ۴- نقشه کاربری- پوشش اراضی سال ۱۳۶۵ با استفاده از الگوریتم حداکثر شباهت

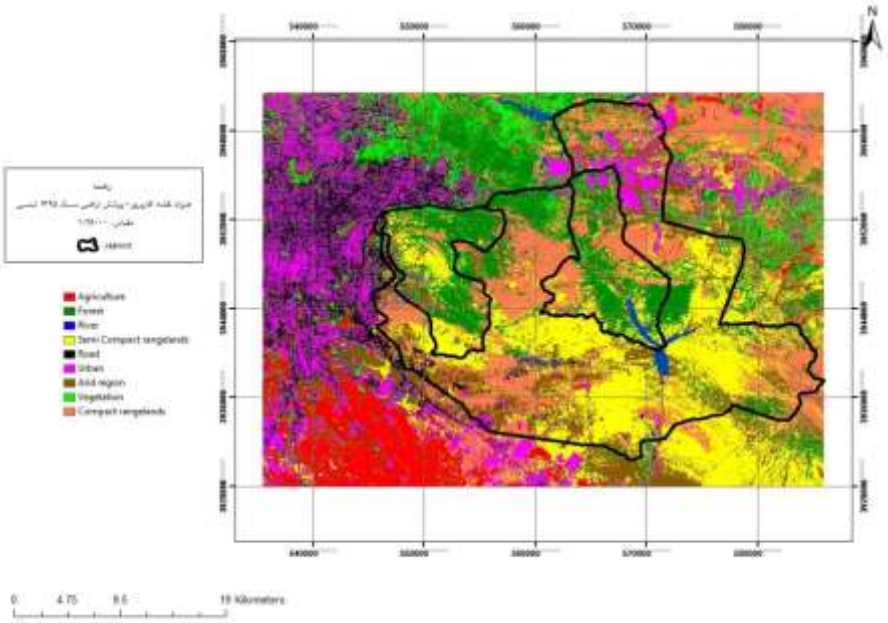
Figure 4. Land use-cover map in 1986 using the maximum similarity algorithm

نقشه کاربری- پوشش اراضی با استفاده از الگوریتم شبکه عصبی و حداکثر شباهت سال ۱۳۹۵ در اشکال ۵ و ۶ آمده است.



شکل ۵- نقشه کاربری- پوشش اراضی سال ۱۳۹۵ با استفاده از الگوریتم شبکه عصبی

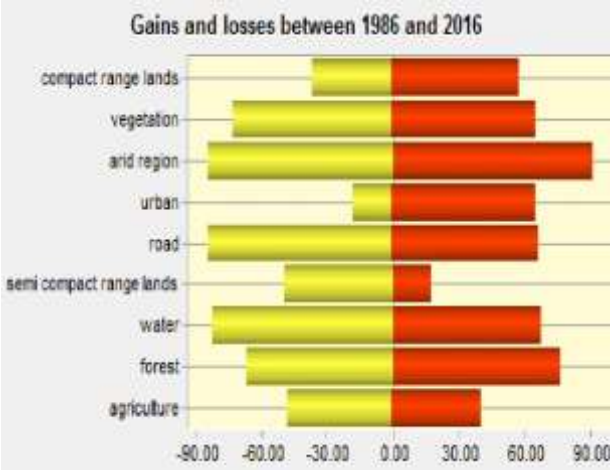
Figure 5. Land use-cover map of 2016 using neural network algorithm



شکل ۶- نقشه کاربری- پوشش اراضی سال ۱۳۹۵ با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال

Figure 6. Land use-cover map in 2016 using the maximum likelihood algorithm

در شکل ۷ نمودار تغییرات کاربری- پوشش اراضی در بازه زمانی ۳۰ سال (۱۳۶۵ تا ۱۳۹۵) نشان داده شده است.

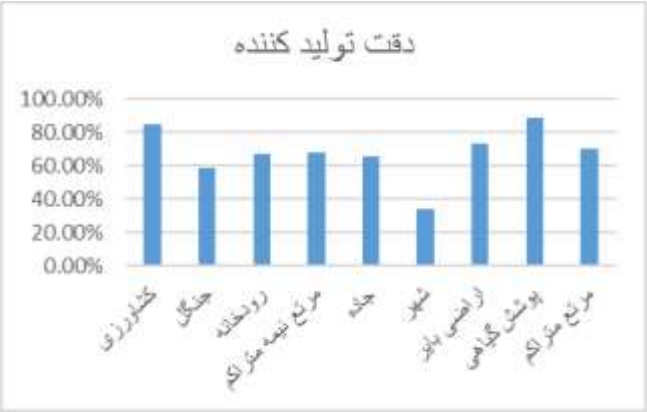


شکل ۷- تغییرات کاربری- پوشش اراضی در بازه زمانی ۳۰ سال بر حسب درصد (۱۳۶۵- ۱۳۹۵)

Figure 7. Changes in land use and land cover in the period of 30 years in terms of percentage (1986-2016)

نمودار دقت تولید کننده الگوریتم حداکثر شباهت سال ۱۳۶۵

در شکل ۸ آمده است.

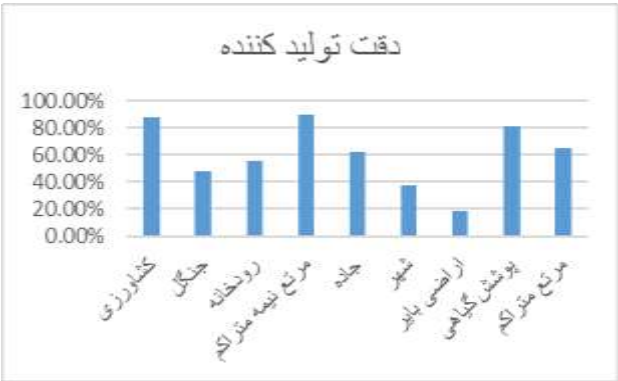


شکل ۸- دقت تولید کننده سال ۱۳۶۵ با استفاده از الگوریتم حداکثر شباهت

Figure 8. Manufacturer's accuracy in 1986 using maximum likelihood algorithm

نمودار دقت تولید کننده الگوریتم شبکه عصبی سال ۱۳۶۵ در

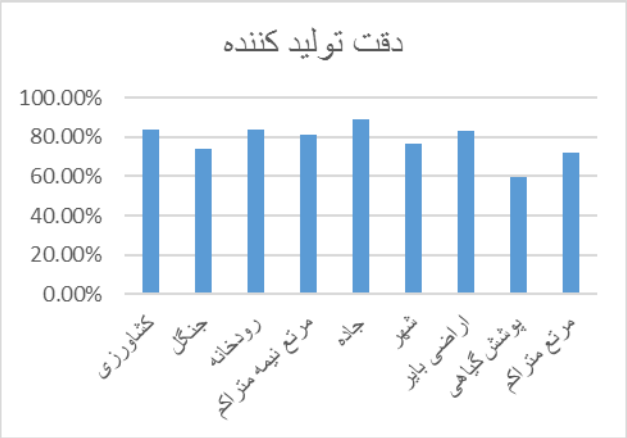
شکل ۹ آمده است.



شکل ۹- دقت تولید کننده سال ۱۳۶۵ با توجه به الگوریتم شبکه عصبی

Figure 9. The accuracy of the manufacturer in 1986 according to the neural network algorithm

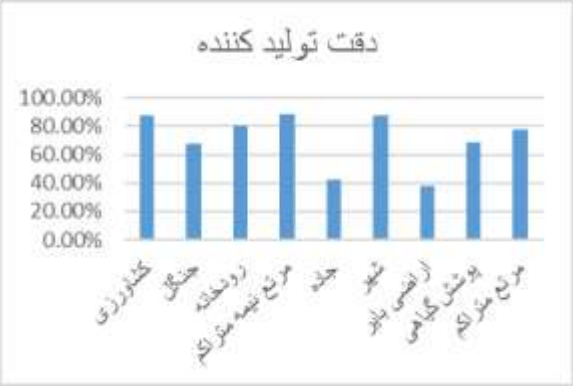
نمودار دقت تولیدکننده سال ۱۳۹۵ با روش حداکثر شباهت در شکل ۱۰ آمده است.



شکل ۱۰- نمودار دقت تولید کننده سال ۱۳۹۵ با الگوریتم حداکثر شباهت

Figure 10. Accuracy diagram of the manufacturer in 2016 with the maximum likelihood algorithm

نمودار دقت تولیدکننده با الگوریتم شبکه عصبی سال ۱۳۹۵ در شکل ۱۱ آمده است.



شکل ۱۱- نمودار دقت تولید کننده سال ۱۳۹۵ با روش شبکه عصبی

Figure 11. Diagram of manufacturer's accuracy in 2016 with neural network method

شکل ۷ تغییرات کاربری- پوشش اراضی در بازه‌ی زمانی ۱۳۶۵- ۱۳۹۵ را نشان می‌دهد. این شکل نمایانگر افزایش مساحت کاربری- پوشش اراضی شامل مرتع متراکم، اراضی بایر، شهر، جنگل و شاهد روند کاهشی در مساحت کاربری- پوشش اراضی جاده، مرتع نیمه متراکم، پهنه آبی، پوشش گیاهی، کشاورزی در سال ۱۳۹۵ نسبت به سال ۱۳۶۵ است (جدول۳) . با مقایسه‌ی شکل ۸ و ۹ که دقت تولید کننده را برای الگوریتم حداکثر شباهت و شبکه عصبی به ترتیب در سال ۱۳۶۵ نشان می‌دهد اراضی کشاورزی، مرتع نیمه متراکم، شهر با دقت تولید کننده‌ی بیشتری در روش شبکه عصبی نسبت به الگوریتم حداکثر شباهت طبقه‌بندی شده‌اند. با مقایسه‌ی اشکال ۱۰ و ۱۱ دقت تولید کننده‌ی اراضی کشاورزی، مرتع نیمه متراکم، شهر، پوشش گیاهی، مرتع متراکم با الگوریتم شبکه‌ی عصبی بیشتر از الگوریتم حداکثر شباهت در سال ۱۳۹۵ است.

جدول ۳- تغییرات کاربری- پوشش اراضی بین سال‌های ۱۳۶۵ و ۱۳۹۵ (بازه زمانی ۳۰ سال)

Table 3. Land use-cover changes between 1986 and 2016 (period of 30 years)

نام کاربری	۱۳۶۵	۱۳۹۵
مرتع متراکم	٪-۳۷/۷	**۵۸٪/۴۵**
پوشش گیاهی	٪-۷۳/۶	**۶۵٪/۴۵**
اراضی بایر	٪-۸۴/۳۵	**۹۱٪/۱۹**
شهر	٪-۱۷/۹	**۶۵٪/۵۷**
جاده	٪-۸۴/۱۸	**۶۶٪/۹۲**
مرتع نیمه متراکم	٪-۴۹/۶۵	**۱۷٪/۴۷**
پهنه آبی	٪-۸۲/۸۱	**۶۷٪/۸۶**
جنگل	٪-۶۷/۲۶	**۷۴٪/۴۷**
کشاورزی	٪-۴۸/۲۴	**۴۰٪/۹۲**

مجموعه حفاظتی جاجرود شامل پارک ملی سرخه‌حصار، پارک ملی خجیر و منطقه حفاظت شده جاجرود است که به علّت هم‌جواری با شهر تهران در معرض تغییر سیمای سرزمین است. همان‌طور که از نقشه‌های پوشش- کاربری اراضی سال‌های ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۵ مشخص است منطقه شهری شرق تهران رشد افقی فزاینده در سال ۱۳۹۵ نسبت به سال ۱۳۶۵ به سمت مجموعه حفاظتی جاجرود داشته است. جعفری و همکاران ۱۳۹۱، میزان تخریب‌های ناشی از توسعه انسانی در مجموعه حفاظتی جاجرود را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست و سنجش‌ازدور در سه دوره زمانی ارزیابی کردند. بیشترین تخریب‌های ناشی از توسعه انسانی مانند گسترش شهرک‌های صنعتی و مسکونی و سدسازی از سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۹ رخ داده است. بیشترین افزایش در میان کاربری‌ها در منطقه مورد مطالعه مربوط به کاربری اراضی انسان‌ساخت بوده است. جعفری و همکاران ۱۳۹۲، روند تغییرات پوشش طبیعی و توسعه در دوپارک ملی خجیر و سرخه حصار را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ی لندست در سال‌های ۱۳۶۵، ۱۳۷۹، ۱۳۸۹ بررسی کردند. به منظور تهیه نقشه‌ی پوشش- کاربری اراضی از طبقه-بندی نظارت شده و الگوریتم حداکثر احتمال استفاده شده است. نتایج پژوهش بیانگر تخریب و تغییر کاربری اراضی در دو پارک ملی خجیر و سرخه حصار بوده است. پارک ملی خجیر با کاهش کاربری مرتع و پارک ملی سرخه حصار با افزایش کاربری ساخت و ساز بیشترین تغییر را در میان سایر کاربری‌ها داشته‌اند. هاشمی و نژادی ۱۳۹۵، نقشه کاربری اراضی منطقه حفاظت شده جاجرود را با استفاده از طبقه بندی نظارت نشده و نظارت شده و الگوریتم حداکثر احتمال تهیه کردند. طبقه‌ی بایر و مرتع بیشترین وسعت و طبقه‌ی پهنه‌های آبی کمترین مساحت را در منطقه داشتند.

نتیجه‌گیری

مطالعه و مرور برخی منابع در مجموعه حفاظتی جاجرود بیانگر تهیه نقشه کاربری- پوشش اراضی با استفاده از طبقه بندی نظارت شده و الگوریتم حداکثر احتمال است. در این پژوهش از طبقه‌بندی نظارت شده و الگوریتم شبکه عصبی به منظور تهیه نقشه کاربری- پوشش اراضی استفاده شده است. شبکه‌های عصبی روش‌های محاسباتی مورد استفاده برای طبقه‌بندی داده‌ها می‌باشند و روش مطلوبی برای طبقه‌بندی کاربری- پوشش اراضی به شمار می‌آیند زیرا برای انواع داده‌ها در مقیاس‌های آماری گوناگون قابل استفاده‌اند. بنابراین با توجه به نتایج به دست آمده در این پژوهش و ویژگی‌های الگوریتم شبکه عصبی مانند ماهیت غیرپارامتریک، سازگاری آسان با انواع گوناگون داده‌ها و ساختارهای ورودی، توانایی برای

شناسایی الگوهای ظریف در داده‌های آموزشی، قابلیت تعمیم مناسب بر اساس الگوهای ارائه شده برای شبکه، توانایی پردازش داده‌ها دارای نویز (۲۲) روش شبکه عصبی الگوریتمی مناسب برای شناسایی تغییرات کاربری اراضی است. پیشنهاد می‌شود به منظور دستیابی به نتایجی بهتر در طبقه‌بندی کاربری- پوشش اراضی از میان سه روش حداکثر شباهت، حداقل فاصله و شبکه عصبی از الگوریتم شبکه عصبی با توجه به ویژگی‌های مذکور استفاده شود.

References

1. Biney, Ernest; Boakye, Ebenezer. (2021). Urban sprawl and its impact on land use land cover dynamics of Sekondi- Takoradi metropolitan assembly, Ghana. Environmental Challenges, Volume 4
2. Shirvani Moghadam, Sousan; Saeedi Mofrad, Sanaz. (2018). Urban sprawl trend analysis using statistical and remote sensing approach case study: Mashhad city. Creative City Design, Volume 1, Number 1.
3. Wiatkowska, Barbara; Slodczyk, Janusz; Stokowska, Aleksandra. (2021). Spatial- temporal land use and land cover changes in urban areas using remote sensing images and GIS analysis: The case study of Opole, Poland. GeoSciences.
4. Sayyahnia, Romina; Farkhondeh, Majid; Faryadi, Shahrzad. (2014). the role of remote sensing in land use studies - study area: Tehran metropolis and its boundaries. Journal of Space Science & Technology, Volume 7, Number 3. (In Persian)
5. Gao, Bi; Huang, Qingxu; He, Chunyang; Sun, Zexiang; Zhang, Da. (2016). How does sprawl differ across cities in China? A multi-scale investigation using nighttime light and census data. Landscape and Urban Planning, Volume 148.
6. Dadashpoor, Hashem; Salarian, Fardis. (2020). Urban sprawl on natural lands: analyzing and predicting the trend of land use changes and sprawl in Mazandaran city region, Iran. Environment, Development and Sustainability.
7. Zheng, Qing; Yang, Xuan; Wang, Ke; Huang, Lingyan; Shahtahmassebi, Amir reza; Gan, Muye;Valerie Weston,Melanie. (2017). Delimiting urban growth boundary through combining land suitability evaluation and cellular automata. Sustainability.
8. Khalaji, Saba. (2021). Effects of land use change on land use planning. Journal of Place and Space Research, Number 3. (In Persian)
9. Hegazy, Ibrahim; Kaloop, Mosbeh. (2015). Monitoring urban growth and land use change detection with GIS and Remote Sensing techniques in Daqahlia governorate Egypt. International Journal of Sustainable Built Environment, Volume 4.
10. Arsanjani, Jamal; Helbich, Marco; Vaz, Eric. (2013). Spatiotemporal simulation of urban growth patterns using agent- based modeling: The case Tehran. Cities, Volume 32.
11. Liu, Yong; Fan, Peilei; yue, Wenze; Song, Yan. (2018). Impacts of land finance on urban sprawl in china: The case of Chongqing. Land use Policy, Volume 72.
12. Alshalabi, Mohammad; Billa, Lawal; Pradhan, Biswajeet; Mansor, Shattri. (2013). Modelling urban growth evolution and land use changes using GIS based Cellular automata and SLEUTH models: The case of Sana' a

metropolitan city, Yemen. Environmental Earth Sciences, Volume 70, Number 1.

13. Amini, Saeid; Saber, Mohsen; Rabiei Dastjerdi, Hamidreza; Homayouni, Saeid. (2022). Urban land use and land cover change analysis using random forest classification of landsat time series. Remote Sensing, Volume 14, Number 11.
14. Saeifar, Mohammad Hamed; Mohammadnia, Mousa. (2015). Land use/ land cover change detection in Tehran city using Landsat satellite images. Journal of Applied Environmental and Biological Sciences, 5 (12).
15. Eskandari, Saeedeh; Jaafari, Mohammadreza; Oliva, Patricia; Ghorbanzadeh, Omid; Blaschke, Thomas. (2020). Mapping land cover and tree canopy cover in Zagros forests of Iran: Application of Sentinel-2, Google earth, and Field data. Remote Sensing, 12 (12).
16. Meratifar, Mehdi; Kabood vandpour, Shahram; Amanollahi, Jamil. (2022). Evaluating the ability of Ca- Markov model to predict of the land use changes (case study: Bijar protected area). Journal of Geographic Space, 22 (79).
17. https://earthexplorer.usgs.gov/
18. Ebadi, Rohallah. (2021). Landscape of Jajrood protected area.
19. Jaefari, Shirkoo; Alizadeh Shaebani, Afshin; Danekar, Afshin; Nazari Samani, AliAkbar. (2012). Evaluation of residential use changes in protected areas (case study: Jajrud Protected Area). The second national conference on health, environment and sustainable development. (In Persian)
20. Jaefari,Shirkoo; Alizadeh Shaebani, Afshin; Danekar, Afshin; Nazari Samani, AliAkbar. (2013).
21. Comparison of two national parks, Khojir and Sorkheh Hesar, in terms of the change in cover-use. Journal of Natural Environment, Volume 4. (In Persian)
22. Nejadi, Athare; Hashemi, Nasim. (2016). Application of remote sensing data and geographic information system in the extraction of land use maps (case study: Jajroud protected area). The second international conference on landscape ecology. (In Persian)
23. Ahmadi Nodashan, Mojgan; Saianian, Alireza; Khajehaldin, Jamaleddin. (2010). Preparation of land cover map of Arak city using artificial neural network and maximum likelihood classification methods. Physical Geography Research, Volume 69. (In Persian)