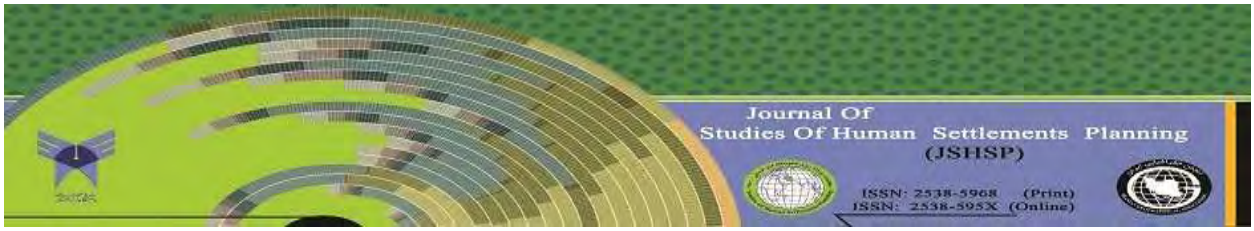
Vol. 19, Issue 2, Spring 2024, pp. 15-29 ISSN (Print): 2538-5968 ISSN (Online): 2538-595X



Research Article https://sanad.iau.ir/Journal/jshsp/Article/1032351

Application of Artificial Neural Networks in Modeling Urban Physical Development (Case Study: Rasht City)

Tala Abedi[1], Seyed Gholamreza Miri[2]*, Parviz Rezaei[3] & Reza Zarei[4]

1. Ph.D Candidate, Department of Geography, Astara Branch, Islamic Azad University, Astara, Iran
2. Assistant Professor, Department of Geography and Urban Planning, Zahedan Branch, Islamic Azad University, Zahedan, Iran
3. Associate Professor, Department of Geography, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran
4. Assistant Professor, Department of Statistics, Guilan University, Guilan, Iran
* Corresponding author: Email:gholamrezamiri1401@yahoo.com

Receive Date: 03 November 2022
Accept Date: November 2022

ABSTRACT

Introduction: The physical development of cities is increasing day by day. Correct management of this development from various aspects is among the important issues that must be considered. There are many methods for predicting and determining the direction of urban development, one of these methods for determining suitable areas is the method based on neural networks.
Research Aim: The purpose of this research is to model the development of the city of Rasht in the last 20 years and predict the directions of development of this city until 2032.
Methodology: By using ETM+ Landsat 7 and 8 satellite images of 2002, 2012 and 2021 of Rasht city and with GIS software, images with suitable band composition are prepared and then the images are classified using Multi Layer Perceptron(MLP) Artificial Neural Network method. The indicators considered for the neighborhood model of urban areas are the distance from urban points, the distance to the central areas of the city, and the distance to the main streets and roads.
Studied Areas: Rasht city, the capital of Gilan province, is located at 49 degrees 35 minutes 45 seconds east longitude and 37 degrees 16 minutes 30 seconds north latitude from the Greenwich meridian, and its area is about 10,240 hectares.
Results In this model, in the training mode of the first stage (input, applying 4 indexes on the images of 2002), the network performed 104 iterations, and the lowest error rate, which is evaluated by the crossentropy criterion, was equal to 0.058526 in the 98th iteration. In the second step, the input of the model was to apply 4 indicators on the images of 2012, and the lowest error rate was evaluated as 0.076657.
Conclusion: In total, the model has been able to predict the development of Rasht city in 2012, 95.9% and for 2021, 93.8%, which can be acceptable. The model error in this first part was 1.4% and in the second part was 2.6%. By examining the 20-year period of physical development, the development directions of Rasht city in 2032 were predicted.

KEYWORDS: Modeling, Urban Physical Development, Artificial Neural Networks, Rasht City

فصلنامه علمی مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی
دوره ۱۹، شماره ۲ (پیاپی ٦٧)، تابستان ۱٤۰۳
شاپای چاپی ٥٩٦٨- ۲٥۳۸ شاپای الکترونیکی X٥٩٥- ۲٥۳۸
http://jshsp.iaurasht.ac.ir
صص. ۲۹-۱٦

مقاله پژوهشی https://sanad.iau.ir/Journal/jshsp/Article/1032351

کاربرد شبکه‌های عصبی مصنوعی در مدل‌سازی توسعه کالبدی شهری (مطالعه موردی: شهر رشت)

طلا عابدی[۱]، سید غلامرضا میری[۲*]، پرویز رضایی[۳] و رضا زارعی[٤]

۱. دانشجوی دکتری، گروه جغرافیا، واحد آستارا، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران
۲. دانشیار، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، واحد زاهدان، دانشگاه آزاد اسلامی، زاهدان، ایران
۳. دانشیار، گروه جغرافیا، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران
۴. استادیار، گروه آمار، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
* نویسنده مسئول: Email:gholamrezamiri1401@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۲ آبان ۱۴۰۱
تاریخ پذیرش: ۰۶ آذر ۱۴۰۱

چکیده

مقدمه: امروزه توسعه کالبدی شهرها به‌صورت روزافزون در حال افزایش است. مدیریت صحیح این توسعه از جهات گوناگون در زمره مسائل مهمی است که باید مدنظر قرار بگیرد. روش‌های متعددی برای پیش‌بینی و تعیین جهت توسعه شهری وجود دارد که یکی از این روش‌ها در تعیین مناطق مناسب، روش مبتنی بر شبکه‌های عصبی است.

هدف تحقیق: هدف این پژوهش مدل‌سازی توسعه شهر رشت طی بیست سال اخیر و پیش‌بینی جهات توسعه این شهر تا سال ۲۰۳۲ می‌باشد.

روش‌شناسی تحقیق: با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای ETM+ لندست ۷ و۸ سال‌های ۲۰۰۲، ۲۰۱۲ و ۲۰۲۱ شهر رشت و با نرم افزار GIS تصاویر با ترکیب باندی مناسب آماده و سپس با استفاده از روش شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون چند لایه (MLP) تصاویر طبقه‌بندی شده‌اند. شاخص‌های در نظر گرفته شده برای مدل همسایگی مناطق شهری، فاصله از نقاط شهری، فاصله تا مناطق مرکزی شهر و فاصله تا خیابان‌ها و راههای اصلی می‌باشند.

قلمرو جغرافیایی پژوهش: شهر رشت، مرکز استان گیلان و در ۴۹ درجه و ۳۵ دقیقه و ۴۵ ثانیه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه و ۳۰ ثانیه عرض شمالی از نصف النهار گرینویچ قرار دارد و مساحت آن حدود ۱۰۲۴۰ هکتار می‌باشد.

یافته‌ها: در این مدل در حالت آموزش مرحله اول (ورودی اعمال چهار شاخص بر تصاویر سال ۲۰۰۲)، شبکه ۱۰۴ تکرار انجام داد و کمترین میزان خطا که با معیار آنتروپی متقاطع ارزیابی می‌شود در تکرار ۹۸ام برابر با ۰/۰۵۸۵۲۶ گردید. در مرحله دوم ورودی مدل اعمال چهار شاخص بر روی تصاویر ۲۰۱۲ بوده که کمترین میزان خطا ۰/۰۷۶۶۵۷ ارزیابی شد.

نتایج: در مجموع مدل توانسته است برای پیش‌بینی توسعه شهر رشت در سال ۲۰۱۲، ۹۵/۹ درصد و برای سال ۲۰۲۱، ۹۳/۸ درصد برآورد درستی داشته باشد که این عددها می‌تواند قابل قبول باشد. خطای مدل در این بخش اول ۴/۱ درصد و در بخش دوم ۶/۲ درصد بوده است. با بررسی دوره بیست ساله روند توسعه کالبدی، جهات توسعه شهر رشت در سال ۲۰۳۲ پیش‌بینی شد.

کلیدواژه‌ها: مدل سازی، توسعه کالبدی شهری، شبکه عصبی مصنوعی، شهر رشت

مقدمه

تحولات اجتماعی- اقتصادی بعد از نوزایی، جنبش‌های اصلاح‌گرایی و سپس انقلاب صنعتی دگرگونی‌های عظیمی در ساختار فضایی و مکانی جهان و کشورهای اروپایی و آمریکایی به‌جای گذاشتند. در سده نوزدهم شهرهای بزرگ، کلانشهرها و شهر منطقه‌ها به‌وجود آمدند. این تحولات و دگرگونی ها به تدریج در اوایل سده بیستم در سایر کشورهای جهان با شتاب بیشتری به وقوع پیوست و تاکنون به شدت بر تعداد شهرها افزوده شد (زیاری،۷۸:۱۳۹۳). شهرها با توجه به ماهیت از نظر اجتماعی، اقتصادی و کالبدی دارای تفاوت های قابل توجهی در درون خود می‌باشند که به بروز جلوه‌های متعدد و گاه متناقضی منجر می‌شود (شکرگزار و همکاران، ۷۷۵:۱۳۹۹). از این‌رو کنترل پیچیدگی‌های توسعه شهری نیازمند در نظر گرفتن وابستگی متقابل بین عوامل مختلف برای مدل‌سازی گسترش شهری است (Pijanowski et al., 2009:498). برنامه‌ریزی موثر در حیطه مسایل شهری، تدوین راهکارهای توسعه، بررسی و شناخت توانمندی‌ها، کمبودها و سطوح برخورداری نواحی و مناطق مختلف شهری در راستای تحقق برابری وعدالت امری ضروری است (مولائی و رضایی، ۵۵۰:۱۳۹۸). مدل‌ها نمادی از واقعیت هستند که پیچیدگی‌های دنیای واقعی را به‌صورتی ساده و کلی بیان می‌کنند. در واقع مدل برداشتی از واقعیت است، برای توضیح مفاهیم و تقلیل پیچیدگی‌های جهان، به‌طوری که قابل درک بوده و ویژگی‌های آن را به راحتی بیان کند، به‌کار می‌رود (مختارملک آبادی، ۱۳۸۸). از آنجا که رشد شهری پدیده‌ای پیچیده است و در آن تعدادی از متغیرها با هم تعامل غیرخطی دارند، استفاده از روش‌های مبتنی بر مدل فازی برای مدل کردن توسعه و رشد شهری کاملا منطقی است.

در سال‌های اخیر، روش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی توجه زیادی را در مدل‌سازی شهری به خود جلب کرده است. این روش‌های هوشمند مانند شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN)[1]، منطق فازی و الگوریتم‌های فرا ابتکاری ابزارهای محبوبی هستند، زیرا می‌توانند با مسائل مهندسی پیچیده‌ای که حل آن‌ها با روش‌های کلاسیک دشوار است، مقابله کنند. این روش‌ها در بسیاری از زمینه‌های فضایی مانند مدل‌سازی شهری استفاده می‌شوند (فروتن و دلاور،۷:۲۰۱۲). برای نمونه شبکه‌های عصبی پرسپترون چند لایه (MLP)[2] از پرکاربردترین شبکه‌های عصبی کاربردی هستند (کامیاب و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۰۰) و از آن‌جایی که شبکه عصبی مستقل از توزیع آماری داده‌هاست و به متغیرهای آماری ویژه‌ای نیاز ندارد. بنابراین، این ویژگی امکان ترکیب داده‌های سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی را تسهیل می‌کند. علاوه بر این تجزیه و تحلیل دقیق، حتی با گروه داده آموزشی اندک از منطقه امکان‌پذیر است؛ زیرا محاسبات پیکسل مبنا هستند (Park et al.,2011:105).

لاکشمانن و همکاران (۲۰۱۸) در پیش‌بینی رشد شهری با استفاده از شبکه‌های عصبی مبتنی بر عوامل مدل اتوماتیک سلولی در یکی از شهرهای هند، از سه روش CA سنتی، اتوماتیک سلولی (ACA) و شبکه عصبی مبتنی بر اتوماتیک سلولی (NNACA) استفاده کرده‌اند. برای شبیه‌سازی منطقه مورد مطالعه از تصاویر سال‌های ۲۰۱۳، ۲۰۰۹ و۲۰۱۶ و شاخص‌های نزدیکی به صنایع، نزدیکی به ارتفاعات و همچنین نقاط حساس سیاسی بهره گرفتند. نتایج تحقیق و مشاهده ضرایب کاپای به دست آمده نشان داد روش NNACA از دو روش دیگر CA و ACA برای پیش‌بینی رشد شهری بهتر است (Lakshmanan et al., 2018). اجاقی و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه روی منطقه شهریار برای تهیه نقشه کاربری اراضی ازشبکه‌های عصبی و ماشین‌بردار پشتیبان استفاده کردند ونتیجه گرفتند که روش شبکه‌های عصبی از دقت بالاتری برای تهیه نقشه کاربری برخوردار است (Ojaghi et al., 2015). گرکوسیس و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهشی با عنوان مدل‌سازی تکامل شهری با استفاده از شبکه‌های عصبی، منطق فازی و GIS: مطالعه موردی: منطقه شهری آتن، برای مدل‌سازی توسعه شهر از شبکه‌های عصبی، منطق فازی و GIS استفاده کردند. روند توسعه کلانشهر آتن، که توسط نقشه‌های پویای رشد شهری نشان داده شده است، مدل پیشنهادی است با هدف کمک به برنامه ریزان و مدیران شهری در به دست آوردن بینش در مورد تبدیل مناطق روستایی به شهری می باشد (Grekousis et al., 2012). ارگانی و همکاران در پژوهشی با عنوان ارزیابی پتانسیل و الگوی رشد بهینه شهر تبریز مبتنی بر استفاده از شبکه‌های عصبی عنوان کردند نتایج مرتبط با اجزای شبکه نشان می‌دهد با دور شدن از امکانات و مناطق شهری، پتانسیل ها به شدت کاهش یافته است و بیشتر مناطق که پتانسیل توسعه شهری دارند در نزدیک‌ترین فاصله از این امکانات و مناطق شهری قرار دارند (Organi et al., 2019). رستمی و همکاران (۱۳۹۷) در مقاله‌ای با عنوان مدل‌سازی احتمال تغییر رشد شهری با استفاده از شبکه عصبی

1. Artificial Neural Networks
2. Multi Layer Perceptron

مصنوعی و رگرسیون لجستیک (مطالعه موردی: شهر مشهد)، با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی چند لایه (MLP) و ارزیابی مدل رگرسیونی ایجاد شده نشان دادند که این مدل دارای قابلیت بالایی جهت نمایش تغییرات و تعیین مناطق مستعد تغییر می‌باشد و می‌توان برازش مدل را نسبتا خوب در نظر گرفت (Rostami et al., 2018). دلاور و همکاران (۱۳۹۵) در مقاله‌ای با عنوان ارزیابی و مدل‌سازی پراکندگی شهری با استفاده از تصاویر لندست GIS به بررسی و مدل‌سازی گسترش شهری درکلانشهر تهران با دو روش شبکه‌های عصبی (ANN) و سیستم استنتاج عصبی–فازی سازگار (ANFIS) پرداختند. در این پژوهش از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷ و ۸ (TM و +ETM) سال‌های ۱۹۸۸ ، ۱۹۹۹ و ۲۰۱۰ و متغیرهای پیش‌بینی کننده شامل فاصله تا جاده، فاصله تا فضای سبز، شیب، ارتفاع، فاصله تا گسل، فاصله تا منطقه توسعه یافته و... استفاده کردند. ارزیابی نتایج تأیید می‌کند که این شهر گسترش وسیعی را تجربه کرده است و روش ANFIS عملکرد بهتری نسبت به ANN داشته است (Delavar et al.,2016).

در بعد نظری حاکم در این پژوهش می‌توان این طور آغاز کرد که مدلها و تئوری‌های مختلفی از اوایل قرن نوزدهم میلادی برای توسعه شهری ارائه شده است. می توان به تئوری فون تونن، مدل نواحی هم مرکز که توسط برگس پیشنهاد شد و تئوری جایگاه‌های مرکزی که توسط کریستالر ارائه شد، اشاره کرد. این مدل‌ها تجربی بوده و بر اساس مشاهدات استوار هستند. افزایش روزافزون تعداد اتومبیل‌های شخصی در اواخر دهه ۵۰ میلادی منجر شد رشد شهرها از شکل فیزیکی سنتی خود خارج شده و شهرها بیشتر بر پایه شبکه حمل و نقل توسعه پیدا کنند (Batty, 2009). در همین سال‌ها پیشرفت ها در محاسبات عددی و توانایی کار با مدل‌های پیچیده ریاضی منجر شد که در اواخر دهه ۱۹۵۰ میلادی مدل هایی با تکیه بر شبکه های حمل و نقل شکل بگیرد. اساس این مدل‌ها تأکید بر مدل‌سازی ریاضی و روابط ریاضی مناسب بود. مهم‌ترین مدل‌هایی که توسعه یافته‌اند موسوم به مدل‌های بزرگ مقیاس شهری بودند که در طول دهه های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ ارائه شده و محصول همین پیشرفت‌ها بودند. مدل‌های بزرگ مقیاس شهری، مدل‌های پیچیده‌ای بودند و نیاز به محاسبات ریاضی سنگین داشتند و در عین حال از انعطاف کافی برخوردار نبودند؛ بنابراین این مدل‌ها در اوایل دهه ی ۱۹۷۰ میلادی مورد انتقاد قرار گرفتند (Lee,1994). در دهه ۱۹۷۰ میلادی مدل‌های ریاضی کنار گذاشته شد و مدل‌های کیفی جایگزین آنها شدند. مدل‌های کیفی تا پایان دهه ۱۹۸۰ میلادی به منظور بررسی نحوه توسعه شهرها مورداستفاده قرار گرفتند (Allen,1997). تغییر کاربری اراضی شهری تحت تأثیر عوامل مختلفی است که مدل‌های کیفی و توصیفی به تنهایی نمی‌توانند یارای بیان کامل این عوامل باشند. فعالیت‌های انسانی و عوامل طبیعی بر تغییر کاربری‌های اراضی درگذر زمان تأثیر می‌گذارند (White & Engelena,1997). بنابراین مدل‌سازی فضایی یکی از روش‌های کارا به منظور مدل سازی فرآیند تغییرات کاربری اراضی است (Chen, 2002). توسعه و پیشرفت سیستم اطلاعات جغرافیایی و نیز سنجش از دور در فراهم آوردن اطلاعات فضایی مناسب در سال‌های اخیر و به کارگیری آنها، مدل سازی تغییرات کاربری اراضی و توسعه شهری را تسهیل کرد (Takayama & Couleclis,1997).

در راستای نظریه‌های رشد کالبدی شهر می‌توان به ساخت دوایرمتحدالمرکز ارنست برگس، ساخت قطاعی هومر هویت، ساخت چند هسته‌ای ادوارد اولمن وچانسی هاریس و ساخت ستاره‌ای شکل نظریه کوین لینچ اشاره کرد. در نظریه کوین لینچ مسیرهای حمل‌ونقل، خیابان‌ها، خطوط آهن و بزرگراه‌ها تحت تأثیر عوامل نامنظم و ناهنجار طبیعی در شهرها و اطراف آن‌ها ساخته می‌شوند. این راه‌ها معمولاً در شکل شعاعی به وجود می آیند و تعداد محدودی نیز به حداکثر ظرفیت و کشش واقعی می رسند. به همراه دگرگونی هایی که در نتیجه عملکرد امکانات حمل و نقل در سطوح شهری مشاهده می شود، شکل دایره ای مناطق متحدالمرکز، نظریه ارنست برگس، تعدیل می یابد و به شکل شعاعی یا ستاره ای در می‌آید و توسعه شهر، ساختار ستاره ای به شهر می‌بخشد (شکوئی،۱۳۸۶:۱۴۵). فون تانن نخستین تلاش برای شرح الگوهای مکانی ساخت فضایی شهر را انجام داده است. وی شهر بزرگی را به تصویر می‌کند که با دشتی بزرگ که حاصلخیزی یکنواختی دارد، احاطه شده است. هزینه‌های حمل ونقل اهمیت بسیاری دارند. در نظریه ساخت عمومی شهررابرت دیکنسون محدوده شهر به سه منطقه تقسیم می‌شود. منطقه مرکزی: در این منطقه مرکز شهر و بخش قدیمی آن قرار گرفته است و در آن حداکثر تراکم ساختمانهای بلند و ترافیک دیده می شود. منطقه میانی :تراکم ساختمانهای مسکونی بالا و مردم کم درآمد سکونت دارند و بخش پژمرده شهر است. منطقه بیرونی: این منطقه ساختمانهای مسکونی با تراکم کمتر، با توجه به اعتبار اجتماعی مردم آپارتمانها و ساختمانهای چند طبقه ایجاد می‌شود.

شهر رشت که در حال حاضر به ۵ منطقه و ۱۵ ناحیه شهری تقسیم شده است و طی ۶۰ سال اخیر بالغ بر ۴۰۰ هزار نفر افزایش جمعیت داشته است، با دارا بودن جاذبه های طبیعی و توریستی و به عنوان یکی از قطب های جاذب جمعیت در کشور به

دلیل تغییرات جمعیت و مسائلی مانند مهاجرت طی سالهای اخیر شاهد ساخت و سازهای بی برنامه و تغییرات زیادی در ساختار فضایی شهر و گسترش آن در زمین های کشاورزی اطراف شده است. این امر لزوم برنامه‌ریزی و هدایت آگاهانه، سازماندهی اساسی و طراحی مناسب را به منظور جلوگیری از توسعه کالبدی ناهمگون این شهر افزایش داده است. در این پژوهش با استفاده از مدل مبتنی بر شبکه‌های عصبی به مدل‌سازی توسعه شهر رشت پرداخته و سپس روند توسعه آتی شهر تا سال ۲۰۳۲ را مورد ارزیابی قرار می‌دهیم. استنباط در این زمینه می‌تواند به برنامه‌ریزی مدیران شهری، نظم بخشیدن به ارائه خدمات شهری به شهروندان در مسیر توسعه کالبدی شهر و دست یافتن به توسعه پایدار شهری کمک کند.

در ادامه این مقاله به این صورت سازماندهی شده است : ابتدا در بخش دوم روش شناسی پژوهش به طور کامل ارائه گردیده است سپس، قلمرو جغرافیایی پژوهش در بخش سوم همراه با جزئیات مورد نیاز آورده شده است و در بخش چهارم یافته های پژوهش با تکیه بر تصاویر و جداول مورد ارزیابی قرار گرفته است و در بخش بعدی نتایج حاصل از پیش بینی مدل ها در توسعه ی آتی شهر رشت در قالب جداول و تصاویر ارائه شده است. بخش پایانی نیز به ارائه پیشنهادات کاربردی و پژوهشی تخصیص داده شده است.

روش پژوهش

این پژوهش براساس هدف مورد نظر، کاربردی بوده و در آن بنا بر ماهیت بررسی، از دو روش توصیفی و تحلیلی استفاده شده است. در انجام پژوهش، بخش توصیفی با مطالعات اسنادی و کتابخانه ای به دست آمده است. در بخش کمی ابتدا از نرم افزار GIS جهت آماده سازی و اعمال ترکیب باندی مناسب روی تصویر ماهواره ای استفاده گردید و سپس پردازش تصاویر و اجرای مدل شبکه عصبی مصنوعی با کد نویسی در محیط نرم‌افزار MATLAB نسخه ۱۱,۰ انجام گرفته و سپس نتایج به دست آمده تجزیه و تحلیل شده است.

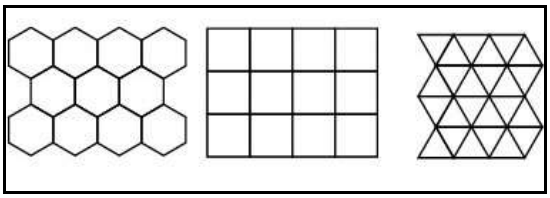
برای فراهم کردن داده‌ها در مراحل مختلف پیاده سازی، از تصاویر ماهواره‌ای استفاده شده است. در مرحله‌ی سازی این پژوهش، از تصاویر ماهواره‌ای LANDSAT در سه مقطع زمانی ۲۰۱۲،۲۰۰۲ و ۲۰۲۱ استفاده شده است. پایگاه USGS این تصاویر را به صورت زمین مرجع و با تصحیحات هندسی و رادیومتریک به طور رایگان در اختیار کاربران قرار می‌دهد. این امر در راستای اهداف کلی پروژه ناسا برای فراهم آوردن مجموعه‌ای از تصاویر با تفکیک پذیری مکانی، طیفی و زمانی چندگانه و در نتیجه مناسب برای تجزیه و تحلیل پوشش و کاربری زمین‌ها است. جدول (۱) مشخصات تصاویر مورد استفاده در این پژوهش را نشان می‌دهد.

جدول۱. مشخصات تصاویر ماهواره لندست از شهر رشت در سالهای ۲۰۱۲،۲۰۰۲ و ۲۰۲۱

سیستم تصویر	سطح مبنا	ماهواره	قدرت تفکیک مکانی	قدرت تفکیک رادیومتریک	نوع سنجنده	تاریخ تصویر برداری
UTM Zone 39	WGS-84	LANDSAT7	۳۰	۸	ETM^{+}	Aug 28 2002
UTM Zone 39	WGS-84	LANDSAT7	۳۰	۸	ETM^{+}	Aug 28 2012
UTM Zone 39	WGS-84	LANDSAT8	۳۰	۸	ETM+	Aug 28 2021

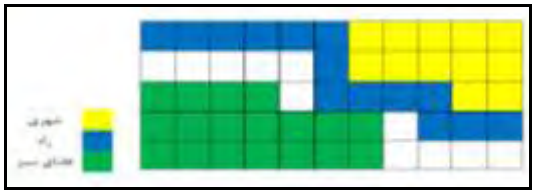
در بخش تحلیلی برای تشخیص مدل توسعه شهری یک شهر نیاز به مدل‌های مبتنی بر هوش مصنوعی است. بهتر است قبل ورود به این مبحث مفاهیم اولیه آن همچون شبکه منظم سلولی، مجموعه وضعیت ممکن برای هر سلول، همسایگی، قوانین انتقال و زمان معرفی شود.

الف) شبکه ی منظم سلولی: این فضای منظم در واقع از سلول‌های مستقل تشکیل شده است. از نظر تئوری این سلول‌ها می‌توانند اشکال هندسی متفاوتی داشته باشند ولی در داده‌های با ساختار رستر که عمدتاً به عنوان یکی از پرکاربرد ترین ساختار داده در سیستم های اطلاعات مکانی در نظر گرفته می‌شود، اشکال سلول‌ها مربعی می‌باشد. شکل (۱) برخی از شبکه‌های تشکیل دهنده ی فضای خودکاره‌های سلولی را نشان می‌دهد.



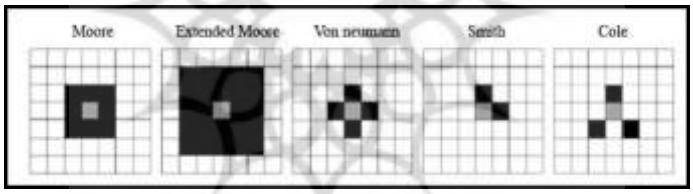
شکل ۱. نمایش سلولهای مثلثی، شش ضلعی و مربعی تشکیل دهنده شبکه منظم سلولی

ب) مجموعه وضعیت های ممکن برای هر سلول: هر سلول در شبکه منظم سلولی ذکر شده وضعیتی از وضعیت‌های موجود را داشته باشد. به عنوان مثال در منطقه‌ای که سه نوع کاربری شهری، فضای سبز و راه وجود دارد، مقادیر ۱، ۲ و ۳ می‌تواند معرف سه کاربری ذکر شده در دادهی رستری مربوط به آن منطقه باشد. شکل (۲) نمایش یک نمونه از مجموعه وضعیت‌های ممکن برای سلول ها را نشان می‌دهد.



شکل ۲. مجموعه وضعیت های ممکن برای سلول

پ) همسایگی: وضعیت هر سلول وابسته به وضعیت و ترکیب سلول‌های دیگری است که در همسایگی آن سلول قرار گرفته‌اند. همسایگی به مجموعه سلول های مجاور آن سلول و نحوه آرایش و قرارگیری آن سلولها گفته می‌شود. همسایگی به دو صورت یک بعدی و دو بعدی قابل تعریف می باشد. در مورد تعریف همسایگی در فضای شبکه عصبی دو بعدی، ساختارهای زیادی قابل تعریف می باشد.هر چند معمول ترین روش، همسایگی Moore می‌باشد.

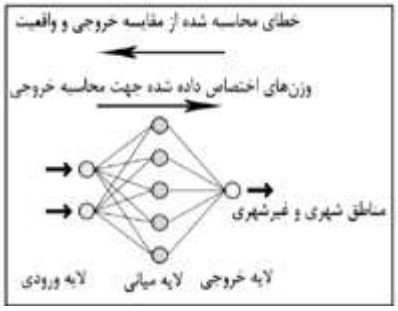


شکل۳. نمایش همسایگی های مختلف در مدل شبکه عصبی دو بعدی

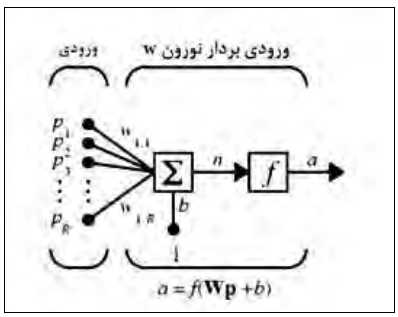
ت) قوانین انتقال: این قوانین وضعیت آتی هر سلول در مرحله بعد را بر اساس وضعیت فعلی و همچنین وضعیت سلول های مجاور در همسایگی تعریف شده، مشخص خواهد نمود.

ث) زمان: زمان بیانگر کمترین بازه ی زمانی لازم به منظور تغییر وضعیت سلول می باشد. زمان در مدل اتوماتای سلولی بطور گسسته تعریف می شود.

شبکه های عصبی ابزار قدرتمندی هستند که درک الگو در آنها از طریق قوانین یادگیری صورت می گیرد و ارتباط بین ورودی و خروجی از طریق عددی برقرار می شود. این شبکه‌ها شامل واحدهای پردازشی ساده می باشند که به صورت پیچیده به یکدیگر متصل می باشند.



شکل ٤. ساختار شبکه‌های عصبی مصنوعی بکار رفته جهت توسعه شهری



شکل۵. خروجی یک عصب مصنوعی

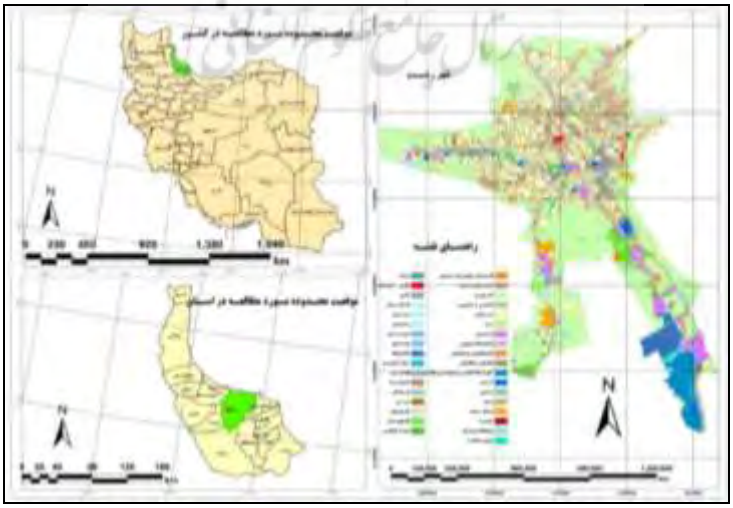
کوچکترین واحد مدل در شبکه عصبی یک گره می‌باشد که خروجی آن یک سیگنال است. اولین نوع این شبکه‌ها به شبکه پرسپترون منسوب هستند که ساده‌ترین نوع آن پرسپترون ساده و نوع پرکاربرد آن پرسپترون چند لایه (MLP) می‌باشد (رستمی،۱۳۹۷:۱۷۰). این شبکه دارای چند لایه بین لایه‌های ورودی و خروجی است که به آنها لایه‌های پنهان میگویند. همانطور که مغز انسان نیاز به آموزش دارد، یک شبکه عصبی مصنوعی نیز برای انجام کاری خاص باید آموزش ببیند. این کار از طریق تنظیم نمودن ارتباطات (وزن‌ها) بین نرون‌ها و با مقایسه بین ورودی و خروجی آنها در فرایندی تکراری انجام می‌شود. تا جایی که خروجی شبکه با خروجی مورد نظر برابر شود (سلحشوری،۱۳۹۳:۱۱۲).

روش معمول جهت یادگیری در شبکه عصبی مصنوعی، الگوریتم انتشار بازگشتی می باشد. این الگوریتم به صورت تصادفی وزن‌های اولیه‌ای انتخاب کرده و سپس خروجی محاسبه شده را برای مشاهدات مورد نظر با واقعیت مقایسه می‌کند. تفاضل بین خروجی محاسبه شده و خروجی واقعی با بکارگیری روش مجذور میانگین مربع خطاها به دست می آید. بعد از این مرحله وزنها برطبق روش قانون دلتا بهبود می‌یابند (ramelhurt,1986:345). در نتیجه خطای کلی شبکه در بین گره‌های مختلف در شبکه توزیع می شود. فرآیند باز خورد سیگنال و انتشار بازگشتی خطاها تا آنجا تکرار می‌شود که خطا به سطحی پایدار برسد.

همانطور که در شکل (۴) مشخص شده، این شبکه از سه لایه که موسوم به شبکه پرسپترون می‌باشد، تشکیل شده است. این شبکه طوری طراحی شده است که رابطه مجهول بین ورودی‌ها و خروجی‌ها را از طریق تعیین وزن هر اتصال با استفاده از قانون یادگیری تعیین میکند. کار در این روش با طراحی شبکه، تعیین ورودی و خروجی ها شروع می شود. سپس بخشی از داده‌ها برای آموزش شبکه مورد استفاده قرار می گیرد و بعد از آن تست شبکه مورد نظر با بخش دیگری از داده‌ها صورت می‌گیرد. در مرحله آخر، اطلاعات لازم یعنی بایاس‌ها و وزنها از شبکه استخراج شده و از آن جهت پیش بینی توسعه شهری استفاده می‌شود (سلحشوری،۱۳۹۳:۱۹). وزن بین گره‌ها در یک شبکه عصبی قابل تغییر است و در واقع با تغییر این وزنها است که شبکه قادر است تا در نهایت خروجی صحیح را تولید نماید. به روند تغییر وزن‌ها و رسیدن به مقادیر صحیح پارامترها، آموزش شبکه اطلاق می‌شود. شبکه‌های عصبی به طور کلی از دو نوع الگوریتم آموزش با نظارت و آموزش بدون نظارت استفاده می‌کنند. در آموزش بدون نظارت جواب مورد انتظار یا خروجی صحیح شبکه در دسترس نیست. در حالی که در آموزش با نظارت جواب‌های صحیح در دسترس هستند و شبکه با مقایسه خروجی‌های واقعی و جواب های صحیح مقدار خطا را محاسبه کرده و وزنها را در جهت کم کردن این خطا تغییر می دهد. میزان دقت شبکه با تعیین بردار خطا در لایه خروجی مشخص می‌شود. هر چه این بردار کوچکتر باشد نشان دهنده خطای کمتر در شبکه و در نتیجه دقت بالاتر در مدلسازی است (فرشته خو،۱۳۹۲:۴۳).

قلمرو جغرافیایی پژوهش

شهر رشت، مرکز استان گیلان و در ۴۹ درجه و ۳۵ دقیقه و ۴۵ ثانیه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه و ۳۰ ثانیه عرض شمالی از نصف النهار گرینویچ قرار دارد و مساحت آن حدود ۱۰۲۴۰ هکتار است.

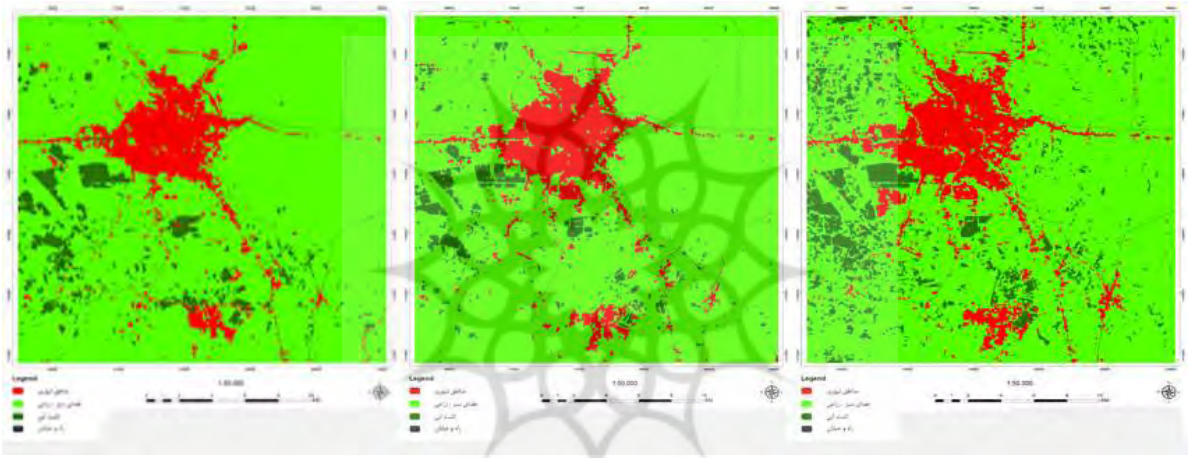


شکل ٦. موقعیت جغرافیایی شهر رشت در سطح کشور، استان و شهرستان (منبع: ویسی،رضا، ۱۳۹۷)

این شهر از شمال به بخش خمام، از جنوب به دهستان لاکان و شهرستان رودبار، از غرب به صومعه سرا و شهرستان شفت و از شرق به بخش کوچصفهان و سنگر محدود می شود. رودخانه زرجوب از جهت شرق و شمال شرقی و گوهررود از جانب جنوب و غرب، شهر رشت را در میان گرفته‌اند. فاصله رشت از تهران ۳۲۵ کیلومتر است (باباپور، ۳۶:۱۳۸۹). بر اساس سرشماری نفوس و مسکن ۱۳۹۵ این شهر دارای ۶۷۹ هزار و ۹۹۵ هزار نفر جمعیت می باشد که ۷۱ درصد جمعیت شهرستان رشت و ۲۷ درصد استان گیلان را در خود جای داده است (درگاه ملی آمار،۱۴۰۰). با مروری بر تصاویر های هوایی سالهای اخیر توسعه شهری رشت نیز رشد دایره ای در سالهای نخست و سپس توسعه در مسیر خطوط حمل و نقل و اطراف کمربندی‌ها را در این شهر کاملا آشکار می باشد. توسعه کالبدی شهر رشت از سال ۱۳۲۷ تا ۱۳۳۵ از سمت جنوب، جنوب شرقی و جنوب غربی شروع شد و پس از آن تا سال ۱۳۵۰ در حد شرقی متوقف و به جهت غربی و شمال شرقی متمایل شد (حسینی،۱۰۹:۱۳۸۳).

یافته‌ها و بحث

همانطور که در بخش ۳ اشاره شد سایت USGS تصاویر ماهواره ای را با تصحیحات هندسی و رادیومتریک به طور رایگان در اختیار کاربران قرار میدهد. تصاویر دریافتی سالهای ۲۰۱۲،۲۰۰۲ و ۲۰۲۱ در GIS با ترکیب باندی مناسب طبقه بندی شده و به عنوان ورودی شبکه عصبی انتخاب شدند.



(الف) (ب) (پ)

شکل۷. الف)تصویر ماهواره ای طبقه بندی شده سال ۲۰۰۲، ب) تصویر ماهواره ای طبقه بندی شده سال ۲۰۱۲ و پ) تصویر ماهواره ای طبقه بندی شده سال ۲۰۲۱ شهر رشت در GIS

طبقه بندی تصویر به دو بخش شهری و غیر شهری از موضوعات اصلی و به عنوان یکی از مراحل اولیه در استخراج اطلاعات از تصویر برای انواع کاربردها مطرح می‌باشد. در این پژوهش از شبکه MLP برای طبقه بندی تصویر به دو بخش شهری و غیر شهری استفاده شده است (شکل ۸). از آنجا که آموزش در این شبکه ها به صورت با نظارت انجام می شود، لازم است کاربر تعدادی هدف معرفی نماید. منظور از تارگت، جواب خاصی است که انتظار داریم شبکه به ازای ورودی خاصی پاسخ دهد. به عبارتی لازم است در این مسئله کاربر تصویر سال ۲۰۰۲ رشت را به شبکه معرفی و برای شبکه مشخص نماید که این بخش ها شهری یا غیر شهری است. شبکه با استفاده از این ورودی ها و تارگت های معرفی شده توسط کاربر آموزش می بیند و سپس کار طبقه بندی را انجام می دهد. بردار ورودی در مسئله طبقه بندی تصویر برداری است که حاوی یک سری ویژگی های پیکسل ها است. در این تحقیق از چهار ویژگی مهم استفاده شده است: همسایگی مناطق شهری، فاصله از نقاط شهری، فاصله تا مناطق مرکزی شهر و فاصله تا خیابان‌ها و راههای اصلی.

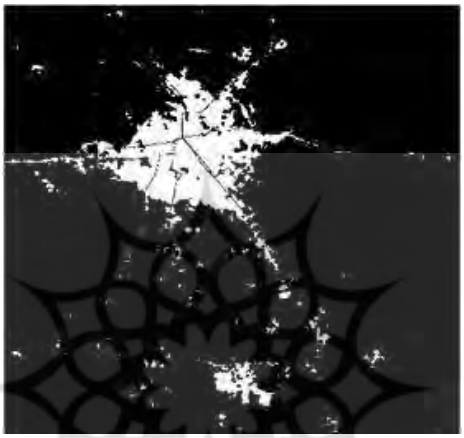
همسایگی: اولین و مهم‌ترین عامل تابع همسایگی مناطق شهری می باشد. همسایگی مورد استفاده در این پژوهش همسایگی Moore می‌باشد که با استفاده از تصاویر شکل ۸ به عنوان ورودی مدل و قابلیت همسایگی در ابعاد ۳*۳، ۵*۵ ، ۷*۷، ۹*۹ و ۱۱*۱۱ پیاده سازی شده است. بهترین حالت همسایگی ۵*۵ بوده است. تصاویر ارائه شده در شکل (۹) تعداد پیکسل‌های شهری

در همسایگی ۵*۵ هر سلول را در سال‌های ۲۰۰۲ نشان می‌دهند. طیف رنگی (کانتور) شکل (۹) طبق اعداد در نمودار میله‌ای از ۰ تا ۱، بیانگر قابلیت شهری شدن پیکسل‌های همسایگی نقاط شهری رشت در سال ۲۰۰۲ هستند. به‌عنوان مثال پیکسل‌های آبی رنگ در تصویر احتمال صفر برای شهری شدن دارند و پیکسل‌های زرد رنگ احتمال ۰/۶ تا ۰/۷ دارند.

فاصله از نقاط شهری: ورودی شبکه عصبی با استفاده از تصاویر شکل (۸) و پردازش تصویر در نزدیک‌ترین فاصله هر نقطه به مناطق شهری به روش اقلیدسی محاسبه شده و طیف رنگی (کانتور) آن در شکل (۹) قابل مشاهده است.

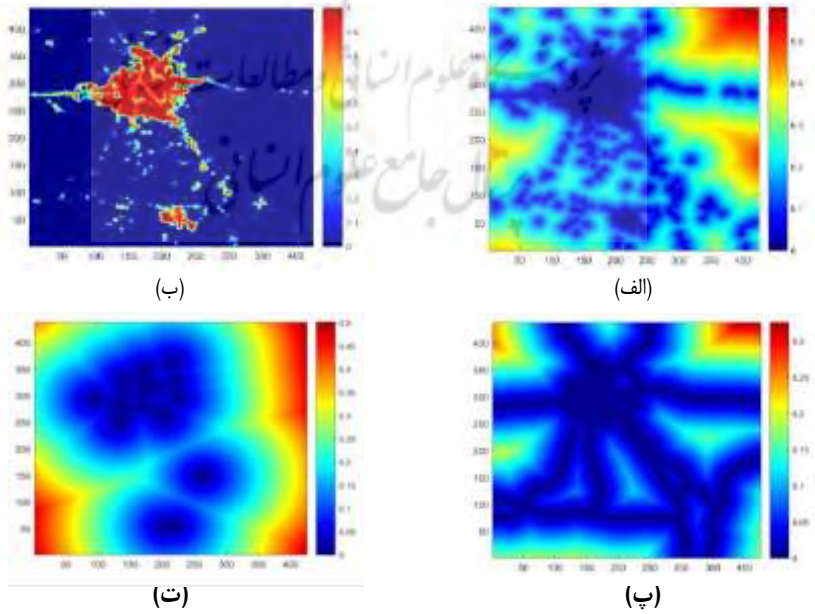
فاصله از مراکز اصلی شهر: عامل موثر دیگر در فرایند توسعه شهری، بحث دسترسی به مراکز اصلی شهر می‌باشد. شکل (۹) طیف رنگی (کانتور) مراکز اصلی شهر رشت در سال ۲۰۰۲ شهر رشت را نشان می‌دهد. نقاط اصلی شهر رشت میدان شهرداری، بازار، گلسار، میدان مصلی، میدان گیل، دانشگاه گیلان، شهرک صنعتی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، مسکن مهر و مواردی از این دست می‌باشند.

فاصله تا خیابان‌ها و راه‌های اصلی: میزان دسترسی و نزدیکی به راهها و خیابان‌های اصلی عامل موثر دیگر در بحث توسعه شهری در نظر گرفته شده است. شکل (۹) طیف رنگی (کانتور) فاصله از خیابان‌ها و راه‌های اصلی این شهر را نشان می‌دهد.



شکل ۸. تصویر سال ۲۰۰۲ شهر رشت به تفکیک مناطق شهری و غیر شهری

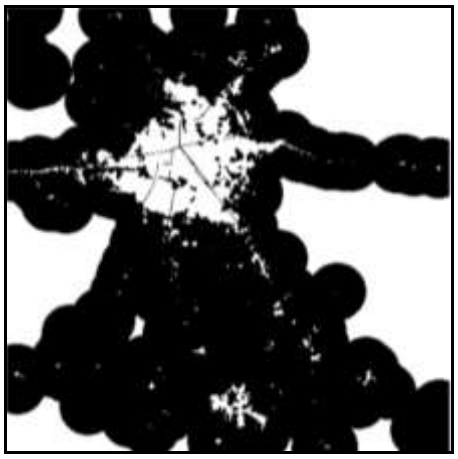
در مرحله اول مدل‌سازی توسعه کالبدی سال ۲۰۱۲ شهر رشت بر اساس شبکه عصبی مصنوعی با اعمال چهار ویژگی همسایگی، فاصله از نقاط شهری، فاصله از مراکز شهری و فاصله از جاده‌ها بر تصاویر سال ۲۰۰۲ شهر رشت انجام شده است.



(ب) (الف)

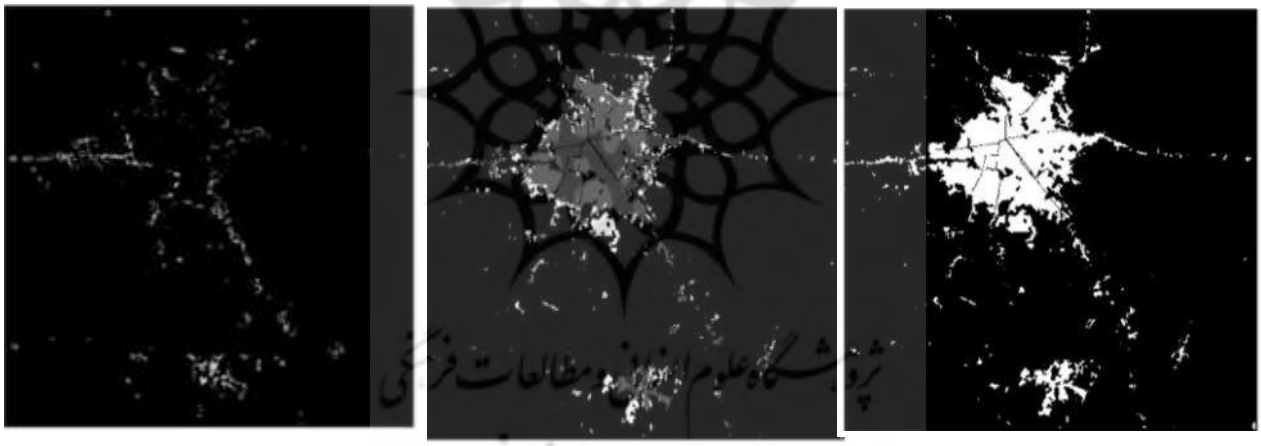
(ت) (پ)

شکل ۹. تصاویر خروجی الف) فاصله از نقاط شهری، ب)همسایگی ۵*۵ ، پ) فاصله از جاده و راه‌های اصلی و ت) فاصله از مراکز اصلی شهر شهر رشت سال ۲۰۰۲



شکل ۱۰. محدوده مورد استفاده از تصویر هوایی شهر رشت

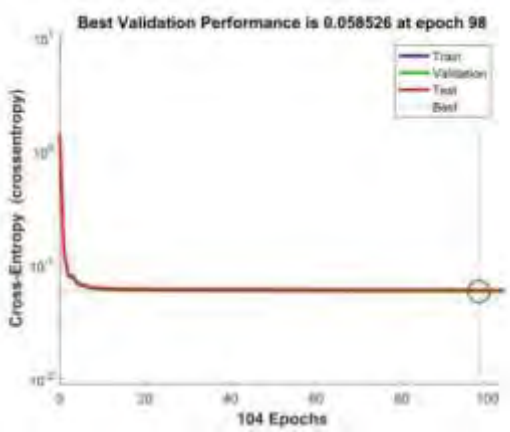
لازم به توضیح است که در تصاویر استفاده شده برای جلوگیری از خطا درخروجی، پیکسل‌های فضاهای درون شهری و برون شهری که قابلیت توسعه شهر در آن بخش وجود نداشته است، در نظر گرفته نشده است. محدوده استفاده شده در پژوهش در شکل (۱۰) نمایش داده شده است. در این مدل، همان‌طور که گفته شد، از نوع انتشار بازگشتی دارای چهار لایه ورودی و یک لایه خروجی می‌باشد. در شکل (۱۱) بخش (الف) تصویر طبقه‌بندی شده شهری و غیر شهری شهر رشت و در بخش (ب) خروجی مدل شبکه عصبی این شهر در سال ۲۰۱۲ نمایش داده شده است. بخش (پ) خطایی که مدل شبکه عصبی نسبت به تصویر واقعی توسعه شهر در سال ۲۰۱۲ پیش‌بینی کرده است را نمایش می‌دهد.



(الف) (ب) (پ)

شکل۱۱. الف) تصویر طبقه بندی شده واقعی توسعه کالبدی شهر ب) خروجی مدل شبکه عصبی پ) میزان خطای مدل شبکه عصبی در پیش بینی توسعه کالبدی شهر رشت در سال ۲۰۱۲

شکل (۱۲) نشان دهنده روند خطای شبکه در آموزش، اعتبارسنجی و تست به عنوان تابعی از تعداد دوره‌های یادگیری یا آموزش شبکه عصبی است. در این پژوهش بعد از تعیین چهار شاخص ورودی، برای تعیین تارگت‌ها از پیکسل‌های محدوده شهری تصویر سال ۲۰۰۲ شهر رشت شامل ۱۳۰ هزار پیکسل استفاده شده است که از این بین ۷۰ درصد پیکسل‌ها برای آموزش، ۱۵ درصد برای اعتبارسنجی و ۱۵ درصد برای ارزیابی و نتیجه‌گیری مدل در حالت آموزش شبکه ۱۰۴ تکرار انجام داد و کمترین میزان خطا که با معیار آنتروپی متقاطع ارزیابی می‌شود، در تکرار ۹۸ ام برابر با ۰/۰۵۸۵۲۶ بوده است. این نمودار بر اساس داده‌های تصویر ۲۰۰۲ آموزش داده شده است و با خطای ۰/۰۵۸۵۲۶ توانسته است توسعه سال ۲۰۱۲ را مدل‌بندی کند. بر اساس این آموزش، شبکه عصبی توانسته با ورودی ۲۰۱۲، توسعه ۲۰۲۱ را با خطایی که در ماتریس اغتشاش (شکل ۱۳) ارائه شده است، تخمین بزند.



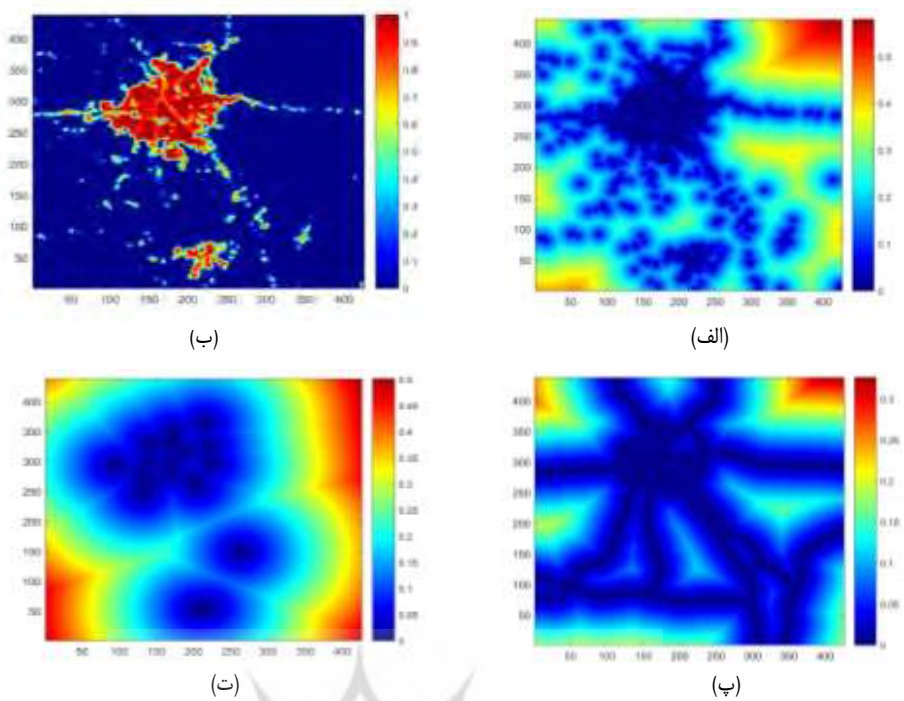
شکل ۱۲. نمودار روند آموزش در مدل شبکه عصبی مصنوعی

ماتریس اغتشاش مدل شبکه عصبی (شکل ۱۳) نشان می‌دهد مدل توانسته است ۱۱۲۹۴۳ پیکسل شهری (۸۶/۶ درصد) را درست تشخیص داده است و در ۱۱۳۴ پیکسل (۰/۹ درصد) خطا داشته است. همین‌طور در تشخیص ۱۲۱۲۲پیکسل غیرشهری (۹/۳ درصد) درست عمل کرده و در ۴۱۵۳ پیکسل (۳/۲ درصد) خطا داشته است. در مجموع مدل برای پیش‌بینی توسعه شهر رشت در سال ۲۰۱۲ توانسته است ۹۵/۹ درصد برآورد درستی داشته باشد که این عدد می‌تواند قابل قبول باشد. خطای مدل در این بخش ۴/۱ درصد بوده است.

شکل ۱۳. Confusion matrix مدلسازی توسعه کالبدی شهر رشت در سال ۲۰۱۲

در مرحله بعدی مدل‌سازی توسعه کالبدی سال ۲۰۲۱ شهر رشت با شبکه عصبی مصنوعی با اعمال چهار ویژگی بیان شده، روی تصاویر سال ۲۰۱۲ شهر رشت انجام شده است.

شکل ١٤. تصویر سالهای ۲۰۱۲ شهر رشت به تفکیک مناطق شهری و غیر شهری



(ب) (الف)

(ت) (پ)

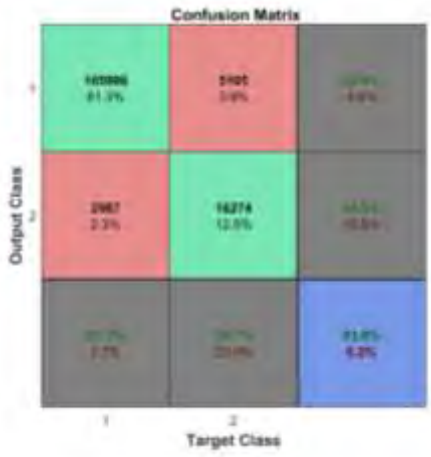
شکل ۱۵. تصاویر خروجی الف) فاصله از نقاط شهری، ب)همسایگی ۵*۵ ، پ) فاصله از جاده و راههای اصلی و ت) فاصله از مراکز اصلی شهر شهر رشت سال ۲۰۱۲

در شکل (۱۶) بخش (الف) تصویر طبقه بندی شده شهری و غیر شهری شـهر رشـت و در بخـش (ب) خروجـی مـدل شـبکه عصبی این شهر در سال ۲۰۲۱ نمایش داده شده است. بخش (پ) خطایی که مدل شبکه عصبی نسبت به تصـویر واقعـی توسـعه شهر در سال ۲۰۲۱ پیش‌بینی کرده است را نمایش می‌دهد.

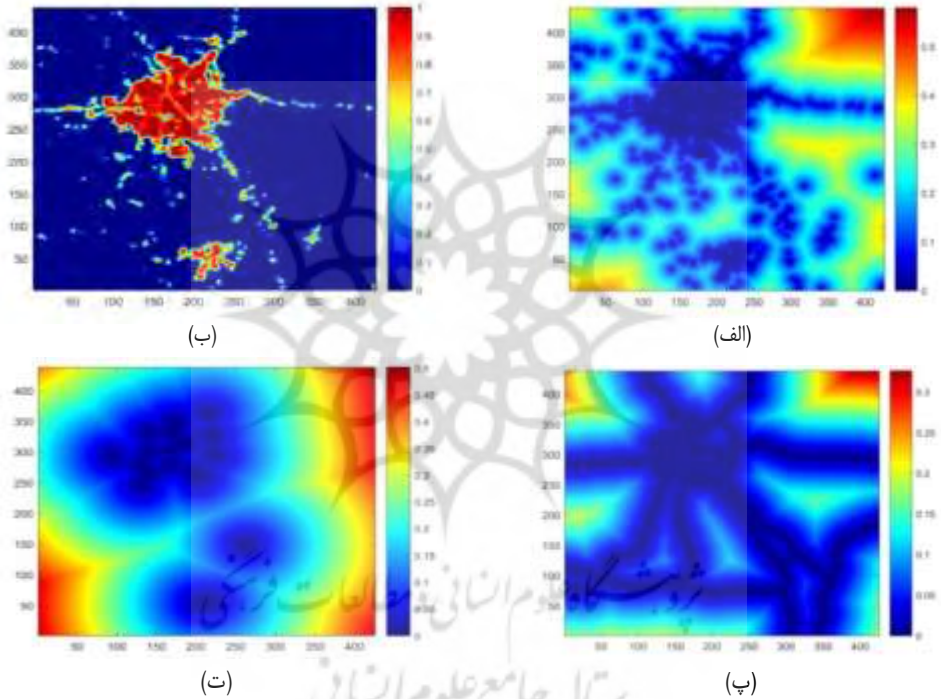
(پ) (ب) (الف)

شکل ۱۶. الف)تصویر طبقه بندی شده واقعی توسعه کالبدی شهر ب) خروجی مدل ماشین بردار پشتیبان پ) میزان خطای مدل ماشین بردار پشتیبان در پیش بینی توسعه کالبدی شهر رشت در سال ۲۰۱۲

ماتریس اغتشاش مدل شبکه عصبی در مرحله دوم نشان دهنده آن است که مدل توانسته ۱۰۵۹۸۶ پیکسل شهری (۸۱/۳ درصد) را به درستی تشخیص داده و در ۲۹۸۷ پیکسل (۲/۳ درصد) دارای خطا بوده است. علاوه بر آن، در تشخیص ۱۶۲۷۴ پیکسل غیرشهری (۱۲/۵ درصد) درست عمل کرده و در ۵۱۰۵ پیکسل (۳/۹ درصد) خطا داشته است. در مجموع، مدل برای پیش‌بینی توسعه شهر رشت در سال ۲۰۲۱ توانسته است ۹۳/۸ درصد برآورد درستی داشته باشد که در سطحی قابل قبول می‌باشد.

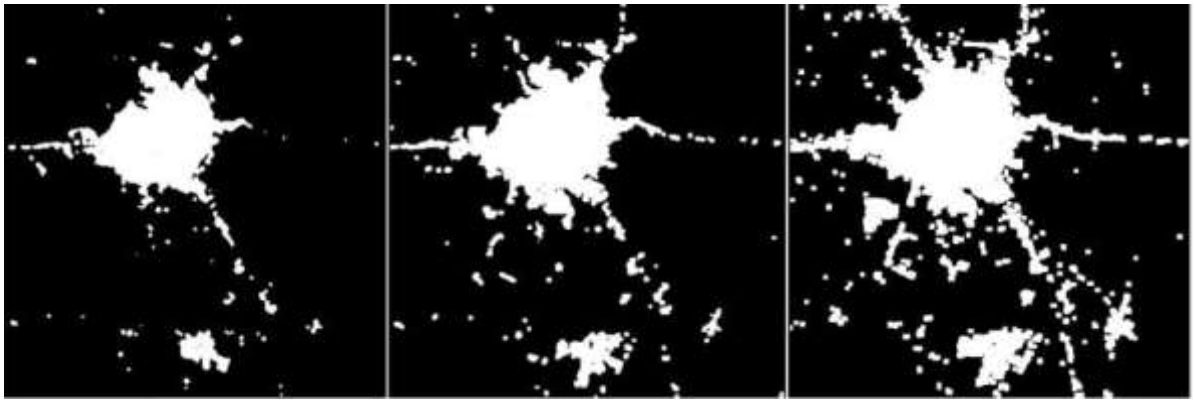


شکل ۱۷. Confusion matrix مدلسازی توسعه کالبدی شهر رشت در سال ۲۰۲۱



شکل ۱۸. تصاویر خروجی الف) فاصله از نقاط شهری، ب)همسایگی ۵*۵ ، پ) فاصله از جاده و راه‌های اصلی و ت) فاصله از مراکز اصلی شهر شهر رشت سال ۲۰۲۱

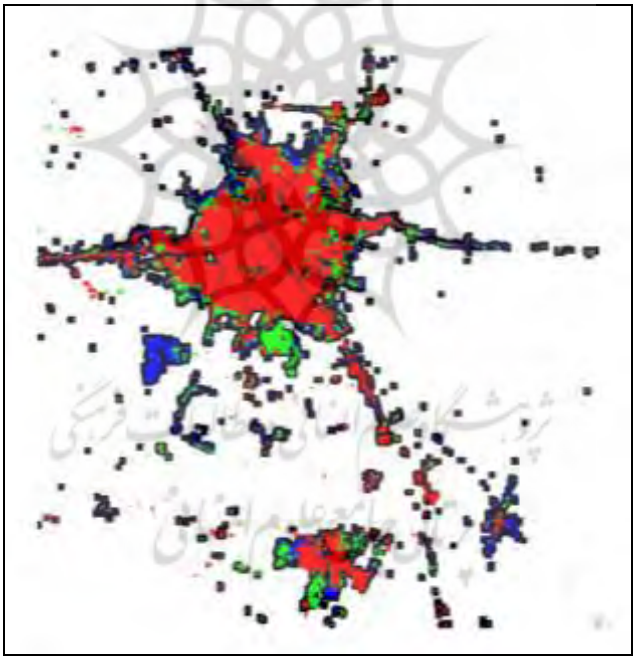
پیش‌بینی توسعه کالبدی شهر: با توجه به توان قابل قبول مدل‌های ارائه شده در بخش‌های قبل در مدل‌بندی فرایند توسعه شهری در فاصله سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۲۱، می‌توان از این مدل‌ها در جهت پیش‌بینی توسعه شهری در سال‌های آتی بهره برد. با توجه به این‌که بازه زمانی مدل یک بازه ۲۰ ساله در نظر گرفته شده است، بنابراین نقشه پیش‌بینی شده توسعه شهری که می‌توان ایجاد نمود مربوط به سال ۲۰۴۱ خواهد بود. در چنین حالتی ورودی‌های مدل پیش‌بینی تصاویر نرمال شده مربوط به سال ۲۰۲۱ می‌باشد که در شکل (۱۸) نمایش داده شده‌اند.



(الف) (ب) (پ)

شکل ۱۹. مناطق شهری شبیه سازی شده و پیش بینی شده شهر رشت با استفاده از مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی در سال‌های الف) ۲۰۱۲ ، ب)۲۰۲۱ و پ) ۲۰۳۲

شکل (۱۹) مناطق شهری واقعی، شبیه سازی و پیش‌بینی شده مناطق شهری شهر رشت با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی در سالهای ۲۰۱۲،۲۰۲۱ و۲۰۳۲ را نشان می‌دهد. تغییرات توسعه کالبدی شهر رشت به تفکیک رنگ در شکل (۲۰) نمایش داده شده است. رنگ‌های قرمز،سبز و آبی در شکل (۲۰) به ترتیب نمایش مدلسازی توسعه کالبدی شهر رشت و پیش بینی توسعه این شهر می باشد.



شکل۲۰. تصویر تغییرات توسعه کالبدی شهر رشت بین سالهای ۲۰۰۲ تا ۲۰۲۱ و پیش بینی تغییرات توسعه در سال ۲۰۳۲

نتیجه گیری

تحقیق انجام شده تاییدی بر توانایی مدل مبتنی بر شبکه‌های عصبی در حوزه مدل‌سازی توسعه شهری و تغییرات کاربری اراضی می‌باشد. در مجموع مدل توانسته است برای پیش‌بینی توسعه شهر رشت در سال ۲۰۱۲، ۹۵/۹ درصد و برای سال ۲۰۲۱، ۹۳/۸ درصد برآورد درستی داشته باشد که سطحی قابل قبول را ارائه می‌کند. خطای مدل در این بخش اول ۴/۱ درصد و در بخش دوم ۶/۲ درصد بوده است. میزان افزایش توسعه شهر به هکتار در سال ۲۰۰۲، ۳۹,۴۱۵۵ کیلومتر مربع شهری، سال ۲۰۱۲، ۴۵,۱۸۸۴ کیلومتر مربع شهری، سال ۲۰۲۱، ۵۲,۶۶۲ کیلومتر مربع شهری و در سال ۲۰۳۲، ۶۵,۲۱۰۵ کیلومتر مربع شهری

پیش‌بینی شده ست. با مدل سازی دوره بیست ساله روند توسعه کالبدی، توسعه شهر رشت در سال ۲۰۳۲ به سمت جنوب و جنوب غربی درمحله لاکان و در مسیر جاده رشت-تهران بیشتر از سایر جهات خواهد بود. این مورد با توجه به ایجاد شهرک‌های مسکونی متعدد، وجود راه‌آهن، تغییرات کاربری اراضی، مهاجرت از تهران و سکنی گزیدن درمسیر ورودی رشت قابل توجیه می‌باشد.

هدف از این مدل سازی کمک به مدیران و سیاست گزاران شهری و سایر پژوهشگران است تا بتوانند پیش بینی از وضعیت محدوده شهرها و دیگر تغییرات کاربری اراضی داشته باشد. ابزار به کار رفته در این پژوهش این توانایی را به طراحان می دهد تا بتوانند با طرح استراتژی‌های خاص نیز وضعیت کاربری اراضی را در آینده پیش‌بینی کنند که این استراتژی‌ها را می‌توان در قالب یکسری ضوابط و معیارها به مدل اعمال کرد. ساختار شبکه‌های عصبی به گونه ای است که در صورت نیاز به افزودن یک فاکتور جدید به مدل، با تغییر اندک در ساختار مدل (تعداد نرون ها در شبکه عصبی) به راحتی می توان یک متغیر جدید وارد مدل نمود؛ این در حالی است که در دیگر مدل‌های توسعه شهری چنانچه بخواهیم پارامتر جدیدی اضافه نمائیم، تغییر کلی ساختار مدل اجتناب ناپذیر خواهد بود. در مقابل، یکی از محدودیت‌ها در این رویکرد آن است که این شبکه‌ها همانند یک جعبه سیاه عمل نموده و دانش صریح و تفسیر پذیر از نحوه و فرایند مدل‌سازی در اختیار نمی‌دهند. این در حالی است که می‌توان نتایج مربوط به پارامترهای مدل‌سازی دیگر مدل‌های توسعه شهری را تفسیر نمود. با توجه به نتایج بدست آمده پیشنهادهای زیر ارائه می‌شود:

– پیشنهاد می‌گردد که در تحقیقات آتی علاوه بر بکارگیری عوامل فیزیکی، از عوامل دیگری همچون عوامل اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی همچون تراکم جمعیت و وضعیت درآمد نیز استفاده گردد.

– مدل توسعه شهری در این پژوهش تنها با فرض تبدیل مناطق غیر شهری به مناطق شهری به گونه‌ای ایجاد شده‌اند که در آنها امکان تبدیل مناطق کشاورزی به مناطق شهری وجود ندارد. در این زمینه پیشنهاد می‌گردد که در پژوهش‌های آتی مدل سازی به شکلی انجام گردد که در آن امکان تبدیل کاربری کشاورزی به کاربری شهری نیز وجود داشته باشد.

– از آنجایی که که پدیده های توسعه شهری پدیده ای است که در سرتاسر یک منطقه از الگوی واحدی پیروی نمی‌کند و ممکن است در کل محدوده مورد مطالعه الگوهای مختلف توسعه شهری حکمفرما باشد، پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی منطقه مورد مطالعه را به بخش‌های مختلفی همچون نواحی مختلف شهرداری تقسیم بندی نموده و عمل مدل‌سازی را به‌طور مجزا برای هر بخش انجام داده و نتایج را مورد بحث و بررسی قرار داد.

–پیشنهاد می گردد در پژوهش های آتی برای مدل سازی از ترکیب مدل ANN-PSO و یا شبکه عصبی و فازی استفاده گردد.

تقدیر و تشکر

این مقاله مستخرج از رساله دکتری رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری بوده که در دانشگاه آزاد اسلامی واحد آستارا از آن دفاع شده است.

منابع

ارگانی، میثم؛ رستمی، رحیمه و باقری، میلاد .(۱۳۹۸). ارزیابی پتانسیل و الگوی رشد بهینهٔ شهر تبریز مبتنی بر استفاده از شبکه‌های عصبی. *پژوهش های جغرافیای انسانی*. ۱۵(۳)، ۷۴۵-۷۳۱.

باباپور ورجاری، هودا .(۱۳۸۹). تحلیل مکانی فضایی مکان گزینی مراکز درمانی شهر رشت. *پایان‌نامه کارشناسی ارشد منتشر نشده*. دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، گیلان، ایران.

تهمتن، اعظم؛ قریشی، محمد باسط؛ آمار، تیمور و مولائی هشتجین، نصرالله .(۱۴۰۱). تبیین تحولات کاربری اراضی روستاهای بخش مرکزی شهرستان رشت در دو دهه اخیر(۱۳۹۵-۱۳۷۵). *فصلنامه جغرافیا و برنامه‌ریزی منطقه‌ای*، ۱۲(۳)، ۲۶-۱۲.

رستمی، فرهاد؛ شاد، روزبه و قائمی، مرجان .(۱۳۹۷). مدلسازی احتمال تغییر رشد شهری با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و رگرسیون لجستیک (مطالعه موردی : شهر مشهد). *نشریه پژوهش و برنامه‌ریزی شهری*. ۹(۳۴)، ۱۸۲-۱۶۹.

زیاری، کرامت اله.(۱۳۹۱). *برنامه‌ریزی شهرهای جدید*. تهران: سمت.

مرکز آمار ایران. (۱۳۹۵). نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن کشور ۱۳۹۵. تهران: مرکز آمار ایران.

سلحشوری، مرتضی. (۱۳۹۳). پیش بینی توسعه کالبدی شهری با استفاده از شبکه‌های عصبی (مطالعه موردی: شهر ایذه). *پایان‌نامه کارشناسی ارشد منتشر شده*. دانشگاه پیام نور شهر ری، تهران، ایران.

شکرگزار، اصغر؛ آقائی زاده، اسماعیل و مردی، بهرام .(۱۳۹۹). تحلیل تطبیقی مسکن در بافت‌های برنامه‌ریزی شده و خودروی شهری با تأکید بر مالکیت و خدمات شهری (مطالعه موردی: نسیم شهر). *فصلنامه مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی*. ۱۵(۳)، ۷۷۵-۷۹۲.

شکوئی، حسین .(۱۳۹۳). *اندیشه‌های نو در فلسفه جغرافیا*(جلد اول). تهران: گیتا شناسی.

فرشته خو، مجید .(۱۳۹۲). مدلسازی دینامیکی رشد شهری با استفاده از مدل ترکیبی خودکاره‌های سلولی با الگوریتم ژنتیک و شبکه های عصبی (منطقه مورد مطالعه :شهر کرمان). *پایان‌نامه کارشناسی ارشد منتشر شده*. دانشگاه صنعتی کرمان، کرمان، ایران.

مختاری ملک آبادی، رضا .(۱۳۸۸). تحلیلی بر برنامه‌ریزی کاربردی پارکینگ در شهر اصفهان با استفاده از مدل‌های کاربردی برنامه‌ریزی منطقه‌ای، *مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه ای*، ۱۲(۳)، ۱۱۵-۱۳۴.

مولائی هشتجین، نصرالله و رضایی آدریانی ، سهیلا .(۱۳۹۸). مقایسه تطبیقی توسعه یافتگی مناطق شهری با استفاده از روش‌های ارزیابی چند شاخصه (مطالعه موردی: کلان شهر اصفهان). *فصلنامه مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی*، ۱۴(۳)، ۵۶۹-۵۴۹.

ویسی، رضا .(۱۳۹۷). تبیین پویایی فضائی -کالبدی بخش مرکزی رشت. *پایان‌نامه کارشناسی ارشد منتشر شده*. دانشگاه خوارزمی، تهران: ایران.

Allen, M. (1997). Cities and regions as evolutionary Complex systems. *Geographical system*, 5(4),103-130.

Batty, M. (2009). Models in planning: technological imperatives and changing roies. *International Journal of Applied Erath Observation and Geoinformation*. 3(3), 252-266

Chen, J., Gong, C., He, W., Luo, M., Torrens, P. M., & Sullvan, D. O. (2002). Cellular automata and urban simulation:where do wegeo from here? *Environment and planning B- Planning & Design*, 20(5),163-168.

Delavar, M., Mohammady, S.(2016). Urban sprawl assessment and modeling using landsat images and GIS. *Published online Springer International Publishing Switzerland*. DOI 10.1007/s40808-016-0209-4. (in persian).

Grekousis, G., Manetos, P., & N. Photis, Yorgos. (2013). Modeling urban evolution using neural networks, fuzzy logic and GIS: The case of the Athens metropolitan area. *Cities*, *30*,193–203.

Kamyab, H., Mahini, A., & Hosseini, A. (2011). Application of artificial neural network in development modeling urban (case study: Gorgan city). *Researches of human geography*, 43(76), 99-113. (in Persian).

Lakshmanan, G., Devendran, A. (2018). Urban growth prediction using neural network coupled agents-based Cellular Automata model for Sriperumbudur Taluk, Tamil Nadu, India. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*, 5(21), 253-262.

Lee, D. (1994). Retrospetive on larg-scale models. *Journal of the American Planning Association*, 60(1), 35-44.

Ojaghi, S., Ebadi, H., & Farnood Ahmadi, F. (2015). Using artificial neural network for classification of high resolution remotely sensed images and assessment of its performance compared with statistical methods. *American Journal of Engineering, Technology and Society*, 2(1), 1-8. (in persian)

Park, S., Jeon, S., Kim, S., & Choi, C. (2011). Prediction and Comparison of Urban Growth by Land Suitability Index Mapping Using Gis and Rs in South Korea. *Landscape and Urban Planning*, 99(2),104-114

Pijanowski, B. C., Tayyebi, A., Delavar, M. R., & Yazdanpanah, M. J. (2009). Urban expansion simulation using geo-spatial information system and artificial neural networks. *International Journal of Environmental Research*, 3(4), 493–502.

Retrieved .(2021). Dec. 15, from https://www.amar.org.ir/(Statistics center website).

Takayama, M., & Couleclis, H. (1997). Map Dynamic Inter grating Cellular automata and GIS through Geo Algebra. *International journal of Geographical information Science*, 11(1), 73-91.

White, R., & Engelen, G. (1997). Cellular as the basis of integrated dynamic regional modeling. *Environment and planning B*, 24(5), 235-246.

How to cite this article:
Abedi, T., Miri, S. Gh., Rezaei, P., & Zarei, R .(2024). Application of Artificial Neural Networks in Modeling Urban Physical Development (Case Study: Rasht City). *Journal of Studies of Human Settlements Planning*, *19*(2), 16-29.

ارجاع به این مقاله:
عابدی، طلا؛ میری، سید غلامرضا؛ رضائی، پرویز و زارعی، رضا .(۱۴۰۳).کاربرد شبکه‌های عصبی مصنوعی در مدلسازی توسعه کالبدی شهری (مطالعه موردی: شهر رشت). *فصلنامه مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی*، ۱۹(۲)، ۲۹-۱۶.

فصلنامه

مطالعات برنامه ریزی سکونتگاه‌های انسانی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی