

Assessment of Effective Factors on Urban House Prices Using Artificial Neural Network; Case Study: District 2 of Tabriz

Dr. Shahrivar Rostaei^{1*}, Dr. Iraj Teymuri², Mohamad Nemati³

1-Associate Professor of Geography and Urban Planning, University of Tabriz *

2- Assistant Professor of Geography and Urban Planning, University of Tabriz

3- M.Sc of Geography and Urban Planning, University of Tabriz



Rostaei, Sh & Teymuri, I & Nemati, M (2020). [Assessment of Effective Factors on Urban House Prices Using Artificial Neural Network; Case Study: District 2 of Tabriz]. *Geography and Development*, 18(59), 129-148, <http://dx.doi.org/10.22111/GDIJ.2020.5464>

[doi: http://dx.doi.org/10.22111/GDIJ.2020.5464](http://dx.doi.org/10.22111/GDIJ.2020.5464)

Received:09/12/2018

Accepted:09/05/2020

Keywords:

Houses' Prices,
Artificial Neural
Network,
District Two
of Tabriz.

ABSTRACT

Housing is a fundamental component of the household consumption bundle. In fact, for most households, the purchase of a home is their single most important financial transaction. The housing market can be influenced by macro-economic variables, spatial differences, characteristics of community structure, and environmental amenities. Heterogeneity of house and how consumers rank different characteristics of a house led to price changes and fluctuations. So that, one house with similar physical attributes in different urban regions will show different prices. This research, looking for recognition effective factors on house Prices and estimating prices of housing units in the District two of Tabriz. This research based on applied and Correlational researches. The data were collected through survey and inquiry from real-estate agents. Statistical population is the houses in district two of Tabriz which is 56107. Cochran formula estimated 384 sample size and for desirable estimation 400 house were randomly selected as a sample of research. Artificial neural network (ANN) is employed in this paper to analyze housing values. In determining the house prices "physical variables" have 53.8 percent, "distance variable" has 39.2 percent and "environmental variables" has 7 percent. The findings of research indicate which "floor area" variable with 28/4 percent, "distance from treatment centers" variable with 4/4 percent, "distance from health centers" variable with 5.1 percent and "building facades" variable with 4.6 percent has the highest share of house prices. In this research, were used MATLAB 2013 and ArcMap 10.4.

Copyright©2020, Geography and Development. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-noncommercial 4.0 International License which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.

Extended Abstract

1- Introduction

Housing is the most basic and most vital need of everyone in society, and because of its essential role in

human life, it is the foundation of many human activities. Housing plays a key role in household consumption. Indeed, for most households, home purchase is their most important financial transaction. House also Forms significantly to household expenses and in some cases even Forms the total property of households. Therefore, fluctuations in housing prices will cause significant fluctuations in households Property. In addition to exchange value, as any other goods, the housing has a consumer value. As follows, housing prices are not merely influenced by macroeconomic variables or accumulation of expense and profits

*Corresponding Author:

Dr. Shahrivar Rostaei

Address: Department of Geography and Urban Planning
University of Tabriz

Tel: +98(09143196157)

E-mail: srostaei@yahoo.com

from an economic activity. But other factors such as spatial variables, structural features of society and environment welfare facilities can be effective. Due to the heterogeneity of housing and its multifaceted role, differences in the physical, environmental and accessibility characteristics such as Building area, building location, unit location on the floor, building age, distance from other land uses, etc. are considered as the final factor in determining the price of a residential unit. As much as one housing with similar physical characteristics in different urban regions will have different prices.

2-Methods and Material

The approach of this research is “correlation” and based on applied and development researches. For analyzing and modeling were used MATLAB 2013 and ArcMap 10.4. Statistical population is the residential property in district two of Tabriz which is 56,107 Residential units. Cochran formula was used to estimate the sample size and estimate 378 as samples. For desirable estimation 400 units were randomly selected. To remove the effect of time, only data from June to August 2018 were used. The data were collected through survey and inquiry from real-estate agents. Independent variables are divided into three groups of physical, environmental and accessibility.

3-Results and Discussion

A “Multilayer perceptron” with “Back propagation” in MATLAB was used for modeling. This model has 24 input layers, 9 hidden layers with 10 neurons, 1 output layer, and “Levenberg-Marquardt” training method, “LearnGDM” learning function, “MSE” performance, “Tansig” transfer function and 4,000 epochs. 30 percent of data was used for the test, and 70 percent was used for training. Data has been randomly selected. According the results, artificial

neural network has the lowest deviation between the predicted price and the real housing price in ranges between 600 to 800 billion rials. The results show a concentration of highest housing prices in the neighborhoods of “Golbad”, “Ferdows” and “Elahi parast”. The average Building area of residential units in “Golbad” is 335m², in “Ferdows” is 353m² and in “Elahi Parast” is 348m² and most of the residential units in these neighborhoods are less than 10 years old. The neighborhoods of “Golgash 2” and “Shahgoli 2” have the lowest housing prices. The average Building area of residential units in “Golgash 2” is 126m² and in “Shahgoli 2” is 160m² and most of the residential units in these neighborhoods are more than 30 years old.

4-Conclusion

The results show there is not much difference between the predicted price and the real housing price, and the artificial neural network has predicted the price with high accuracy. The research hypothesis was that “the physical characteristics of housing have a higher share in increasing housing prices than other characteristics.” The share of physical variables in determining the price of residential units is 53.8%, the share of accessibility variables is 39.2% and the share of environmental variables is 7%. Among the research variables, the highest share of the residential unit price in district of Tabriz is “Building area” with 28.4%, “accessibility to medical centers” with 4.6% and “accessibility to health centers” with 5.1 %. Despite the existence of medical and health uses such as Tabriz International Hospital and Imam Reza Hospital and Shahid Madani Hospital in nearness of “Elahi Parast” and “Golbad” neighborhoods, the neural network has made accessibility to health and medical centers in second and third priority. The H1 hypothesis is confirmed by the results.

Keywords:Housing Prices, Physical Characteristics, Artificial Neural Network, Tabriz, District Two.

5-References

- Alberto Díaz-Álvarez, Miguel Clavijo, Felipe Jiménez, Edgar Talavera, Francisco Serradilla (2018). Modelling the human lane-change execution behaviour through Multilayer Perceptrons and Convolutional Neural Networks, *Transportation Research Part F*, Vol.56. PP.134-148.
<https://doi.org/10.1016/j.trf.2018.04.004>
- Brito Paulo M. B. & Pereira Alfredo M. (2002). Housing and Endogenous Long-Term Growth, *Journal of Urban Economics*, Vol.51. PP.246-271.
<https://doi.org/10.1006/juec.2001.2244>.
- Charles Leung (2004). Macroeconomics and housing: a review of the literature, *Journal of Housing Economics*, Vol.13. PP. 249–267.
<https://doi.org/10.1016/j.jhe.2004.09.002>.
- G. Naga Satish, Ch. V. Raghavendran, M.D. Sugnana Rao, Ch.Srinivasulu (2018). House Price Prediction Using Machine Learning, *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, Vol.8. Issue 9. PP. 717-722.
DOI:10.35940/ijitee.I7849.078919
https://www.ijitee.org/wp-content/uploads/Souvenir_Volume-8_Issue-9_July_2019.pdf
- Gayle Cain (2017). *Artificial Neural Networks: New Research*, Nova Science Pub Inc.
- Hassan Selim (2009). Determinants of House Prices in Turkey: Hedonic Regression versus Artificial Neural Network, *Journal of Expert Systems with Applications*, Vol.36. Issue 2. Part 2. PP. 2843-2852.
<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2008.01.044>.
- Kelvin J. Lancaster (1966). A New Approach to Consumer Theory, *Journal of Political Economy*, Vol. 74. No. 2. PP. 132-157.
<https://doi.org/10.1086/259131>.
- Kim Kabsung & Park Juyoung (2005). Segmentation of the housing market and its determinants: Seoul and its neighbouring new towns in Korea, *Australian Geographer*, Vol. 36. Issue 2. PP. 221-232.
<https://doi.org/10.1080/00049180500150019>.
- Mabrouk Hamadache, Othmane Benkortbi, Salah Hanini, Abdeltif Amrane (2017). Application of multilayer perceptron for prediction of the rat acute toxicity of insecticides, *Energy Procedia*, Vol.139. PP. 37-42.
<https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.11.169>.
- Nghiep Nguyen and Al Cripps (2001). Predicting Housing Value: A Comparison of Multiple Regression Analysis and Artificial Neural Networks, *Journal of Real Estate Research*, American Real Estate Society, Vol.22. Issue 3. PP. 313-336.
<https://ideas.repec.org/a/jre/issued/v22n32001p313-336.html>
- Snehashish Chakraverty and Susmita Mall (2017). *Artificial Neural Networks for Engineers and Scientists Solving Ordinary Differential Equations*, CRC Press.
<https://www.semanticscholar.org/paper/Artificial-Neural-Networks-for-Engineers-and-Chakraverty-Mall/8724ef686097d3d6fd883913d28701e8f9ea216d>
- Subana Shanmuganathan & Sandhya Samarasinghe (2016). *Artificial Neural Network Modelling*, Springer International Publishing.
<https://www.springer.com/gp/book/9783319284934>
- Vincenza Chiarazza, L.Caggiani, M. Marinelli, M.Ottomanelli (2014). A Neural Network based model for real estate price estimation considering environmental quality of property location, *Journal of Transportation Research Procedia*, Vol. 3. PP.810-817.
<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2014.10.067>.
- Cozmei, Cătălina; Onofrei Muler (2012). Impact of Property Taxes on Commercial Real Estate Competition in Romania, *Journal of Procedia Economics and Finance*, Vol3. PP. 604-610.

بررسی عوامل مؤثر بر قیمت مسکن شهری با استفاده از

شبکه عصبی مصنوعی، موردنمایی: منطقه دو تبریز

دکتر شهروز روستایی^{۱*}، دکتر ایرج تیموری^۲، محمد نعمتی^۳

چکیده

مسکن، در بسته مصرفی خانوارها سهم پایه‌ای دارد. درحقیقت، برای اغلب خانوارها خرید مسکن مهم‌ترین تراکنش مالی آن‌ها محسوب می‌شود. همچنین، مسکن سهم قابل توجهی از هزینه‌های خانوار و در برخی موارد حتی کل دارایی خانوارها را تشکیل می‌دهد. بازار مسکن، می‌تواند تحت تأثیر متغیرهای کلان اقتصادی، تفاوت‌های فضایی، ویژگی‌های ساختاری جامعه و امکانات رفاهی محیط قرار گیرد. بدین‌سان که ناهمگن بودن مسکن و چگونگی رتبه‌بندی ویژگی‌های مختلف یک واحد مسکونی توسط خریداران سبب شده‌است تا قیمت مسکن دستخوش تغییرات و نوسانات شود. پژوهش حاضر، به دنبال پاسخ‌گویی به این سؤال است که «چه عواملی سهم بیشتری در تعیین قیمت مسکن در منطقه دو تبریز دارد؟». پژوهش حاضر به لحاظ هدف، کاربردی و به لحاظ روش و ماهیت، همبستگی است. از شبکه عصبی مصنوعی برای سنجش همبستگی بین متغیرهای استفاده شده‌است. اطلاعات مربوط به واحدهای مسکونی از طریق مراجعه مستقیم به مشاوران املاک جمع‌آوری شده‌است. جامعه آماری، واحدهای مسکونی منطقه دو تبریز به تعداد ۵۶۱۰۷ مسکن است که با استفاده از فرمول کوکران، ۳۸۴ نمونه برآورد شد و برای برآورد مطلوب ۴۰۰ واحد مسکونی به صورت تصادفی به عنوان نمونه پژوهش انتخاب شده‌است. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که سهم متغیرهای کالبدی در تعیین قیمت واحدهای مسکونی ۵۳/۸ درصد، سهم متغیرهای دسترسی برابر با ۳۹/۲ درصد و سهم متغیرهای محیطی ۷ درصد است. از بین کل متغیرها، متغیرهای مساحت زیربنا با ۲۸/۴ درصد، فاصله از مراکز درمانی با ۶/۴ درصد، فاصله از مراکز بهداشتی با ۵/۱ درصد و نمای ساختمان با ۴/۶ درصد بیشترین سهم متغیر قیمت مسکن را به خود اختصاص می‌دهند. در این پژوهش از نرم‌افزارهای ArcMap 10.4 و MATLAB 2013 بهره گرفته شده‌است.

جغرافیا و توسعه، شماره ۵۹، تابستان ۱۳۹۹

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۹/۱۸

تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۲/۲۰

صفحات: ۱۴۸-۱۲۹



واژه‌های کلیدی:

منطقه دو تبریز^۴، قیمت مسکن، شبکه عصبی مصنوعی.

مقدمه

یعنی آسایش مناسب، فضای مناسب، دسترسی فیزیکی و امنیت مناسب، امنیت مالک، پایداری و دوام سازه‌ای، روشنایی، تهویه و سیستم گرمایی مناسب، زیرساخت‌های اولیه مناسب از قبیل آبرسانی، بهداشت و آموزش، دفع زباله، کیفیت مناسب زیست‌محیطی، عوامل بهداشتی مناسب، مکان مناسب و قابل دسترسی از نظر کار و تسهیلات اولیه است که همه این موارد باید با توجه به استطاعت مردم تأمین

مسکن ابتدایی‌ترین و درعین حال حیاتی‌ترین نیاز هر فرد در جامعه است و به دلیل نقش اساسی که در زندگی انسان‌ها دارد، بستر بسیاری از فعالیت‌های انسانی است؛ به طوری که در طی دومین اجلاس اسکان بشر (۱۹۹۶)، مسکن مناسب این‌چنین تعریف شده‌است: «سرپناه مناسب تنها به معنای وجود یک سقف بالای سر هر شخص نیست؛ سرپناه مناسب

srostaei@yahoo.com

iraj_teymuri@yahoo.com

m.nemati74@gmail.com

۱- دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران (نویسنده مسئول)

۲- استادیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

۳- کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

۴- این مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد با عنوان «بررسی عوامل مؤثر بر تغییرات قیمت مسکن شهری با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی، مطالعه موردی: منطقه دو تبریز» دانشگاه تبریز، است.

می‌پذیرد (اکبری و همکاران، ۱۳۹۲: ۲۰). به طوری که ناهمگن بودن مسکن و چگونگی رتبه‌بندی ویژگی‌های مختلف یک واحد مسکونی توسط خریداران سبب شده‌است تا قیمت نهایی مسکن تعیین شود؛ تا حدی که یک مسکن با ویژگی‌های کالبدی مشابه در مناطق مختلف شهری، قیمت‌های متفاوتی را نشان می‌دهد (تیموری و همکاران، ۱۳۹۶: ۲۲). با توجه به ناهمگن بودن مسکن و نقش چندوجهی آن، تفاوت در ویژگی‌های کالبدی، محیطی و دسترسی همچون مساحت زیربنا، موقعیت ساختمان، استقرار واحد در طبقه، عمر بنا، فاصله از سایر کاربری‌ها و غیره به‌عنوان عامل نهایی تعیین قیمت واحد مسکونی مورد توجه است. منطقه دو تبریز، به لحاظ دارا بودن مساکن با طیف‌های مختلفی قیمتی، گونه‌های مختلف مسکن، بافت برنامه‌ریزی شده و بافت غیربرنامه‌ریزی شده، کاربری‌های سازگار و ناسازگار مسکونی در مجاورت مساکن، قطعات ریزدانه و درشت‌دانه و تنوع و تعدد در سایر ویژگی‌های مسکن به‌عنوان محدوده مورد مطالعه در این پژوهش انتخاب شده‌است. بر این اساس، هدف این پژوهش پاسخ‌گویی به این سؤال است که «چه عواملی سهم بیشتری در قیمت مسکن در منطقه دو تبریز دارند؟». برای اندازه‌گیری ارزش و نقش عوامل مؤثر در قیمت نهایی مسکن، تکنیک‌های گوناگونی همچون هدانیک^۱، ARDL، حداقل مربعات معمولی^۲، شبکه عصبی مصنوعی^۳، CCAPM و غیره ارائه شده‌است که در این پژوهش از شبکه عصبی مصنوعی برای پردازش و برآورد نتایج استفاده می‌شود. بر این اساس، فرضیه پژوهش به شرح زیر است:

- ویژگی‌های کالبدی مسکن در افزایش قیمت مسکن سهم بیشتری را نسبت به سایر عوامل دارند.

شود (پورمحمدی، ۱۳۷۹: ۳-۴). مسکن، سهم پایه‌ای در بسته مصرفی خانوارها دارد. در حقیقت برای اغلب خانوارها، خرید مسکن مهم‌ترین تراکنش مالی آن‌ها محسوب می‌شود (Brito & Pereira, 2002: 247). همچنین، مسکن سهم قابل توجهی از هزینه‌های خانوار و در برخی موارد حتی کل دارایی خانوارها را تشکیل می‌دهد؛ بنابراین، نوسانات در قیمت مسکن موجب نوسانات قابل توجهی در دارایی خانوارها خواهد شد (Leung, 2004: 251). مسکن به دلیل ناهمگن بودن، نقدینگی پایین، هزینه معاملات بالا و ثابت بودن در موقعیت مکانی خود، یک کالای خاص در بازار تلقی می‌شود و در حقیقت، نوعی پس‌انداز به‌شمار می‌رود؛ از این رو، توسعه و سرمایه‌گذاری در مسکن به‌عنوان یک فعالیت اقتصادی محلی محسوب می‌شود (Cozmei & Onofrei, 2012: 604).

قیمت مسکن، صرفاً تحت تأثیر متغیرهای اقتصاد کلان یا تجمیع هزینه و سود از یک فعالیت اقتصادی نیست؛ بلکه عوامل متعددی دیگری همچون متغیرهای فضایی، ویژگی‌های ساختاری جامعه و امکانات رفاهی محیط می‌توانند تأثیرگذار باشند (Kim & Park, 2005: 223). مسکن علاوه بر ارزش مبادله‌ای که همچون سایر کالاها دارد، دارای یک ارزش مصرفی نیز است. ارزش مصرفی، منعکس‌کننده یک سلسله احتیاجات و نیازهای اجتماعی و نظریات شخصی و عادات فرهنگی و شیوه‌های زندگی است. البته بدان معنی نیست که ارزش مصرفی به‌صورتی دلخواه و فقط توسط «مصرف‌کننده» تعیین می‌شود. به‌طور کلی ارزش مصرفی به‌وسیله چیزی که به‌عنوان «نظام یا شیوه زندگی» می‌شناسیم تعیین می‌شود (هاروی، ۱۳۸۲: ۱۶۲)؛ از این رو، قیمت‌گذاری مسکن در مقایسه با سایر کالاها از عوامل مختلفی تأثیر

1-Hedonic

2-OLS

3-Artificial Neural Network

پیشینه پژوهش

در زمینه قیمت مسکن و برآوردهای مربوط، پژوهش‌هایی صورت گرفته است. همچنین با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی به بررسی رفتار متغیرها در سایر رشته‌های علوم نیز پرداخته شده است. در زمینه کاربرد شبکه عصبی مصنوعی در تحلیل قیمت می‌توان به پژوهش‌های انجام‌یافته زیر اشاره کرد:

ناقا ساتیش^۱ و همکاران (۲۰۱۸)، در پژوهشی با عنوان «پیش‌بینی قیمت مسکن با استفاده از یادگیری ماشین^۲»، به بررسی و مقایسه تکنیک‌های مختلف پیش‌بینی می‌پردازد. در این پژوهش از الگوریتم‌های یادگیری ماشین به عنوان یک روش مبنا استفاده شده است تا مدل‌های پیش‌بینی قیمت مسکن را توسعه دهند. آن‌ها یک مدل پیش‌بینی قیمت مسکن با توجه به مدل‌های الگوریتم یادگیری ماشین همچون، XGBoost، رگرسیون لاسو^۳ و سیستم عصبی برای بررسی دقیق دستور اجرای آن‌ها ایجاد کرده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که از بین متدهای مورد بررسی الگوریتم رگرسیون لاسو، براساس صحت برآورد، از مدل‌های جایگزین در اجرای پیش‌بینی هزینه مسکن بهتر عمل می‌کند.

کیارازو^۴ و همکاران (۲۰۱۴)، در پژوهش خود، به بررسی شبکه عصبی مصنوعی در ارزیابی املاک و مستغلات و تخمین قیمت فروش املاک مسکونی در منطقه شهری تارانتو ایتالیا پرداخته است. نتایج به دست آمده بیان داشتند که این مدل می‌تواند در سیستم‌های پیچیده مانند املاک و مستغلات که در آن انگیزه‌ها، سلاقی و توان مالی اغلب رفتارهای منطقی را دنبال نمی‌کنند، بسیار مفید باشد. این پژوهش نشان داد که در منطقه شهری تارانتو، ویژگی‌های مختلف حمل‌ونقل همراه با کیفیت محیطی بر قیمت املاک و مستغلات اثرگذار است.

سلیم^۵ (۲۰۰۹)، پژوهشی با عنوان «برآورد قیمت مسکن در ترکیه؛ مقایسه تابع هدانیک و شبکه عصبی» انجام داد. وی در این پژوهش متغیرها را به تفکیک مناطق شهری و روستایی مورد بررسی قرار داد. داشتن آب لوله‌کشی، داشتن استخر، نوع واحد مسکونی، تعداد اتاق‌ها، سطح زیربنا، ویژگی مکانی و نوع اسکلت ساختمان، بیشترین تأثیر را بر قیمت مسکن دارند. همچنین، وی از تابع هدانیک و شبکه عصبی مصنوعی استفاده کرد و نشان داد که مدل «شبکه عصبی مصنوعی» به دلیل دقت در تحلیل داده و برآوردهای آماری می‌تواند به عنوان جایگزین مناسبی برای تابع هدانیک در ترکیه باشد.

نگوین و ال کریپس^۶ (۲۰۰۱)، پژوهشی با عنوان «پیش‌بینی ارزش مسکن: مقایسه تحلیل رگرسیون چندگانه و شبکه‌های عصبی مصنوعی» انجام دادند. نتایج پژوهش بیانگر این امر بود که هنگامی که حجم نمونه متوسط و بزرگ (۱۳ تا ۳۹ درصد از کل داده‌ها برابر با ۵۰۶ تا ۱۵۰۶ مشاهده از مجموع ۳۹۰۶ مشاهدات) باشد، شبکه‌های عصبی مصنوعی بهتر از رگرسیون چندگانه عمل می‌کند.

شعبان‌پور و همکاران (۱۳۹۸)، در پژوهشی با عنوان «بررسی عوامل مؤثر بر قیمت مسکن (مطالعه موردی: شهر رشت)» به بررسی عوامل مؤثر بر قیمت مسکن در شهر رشت طی سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۸۴ پرداخته‌اند. در این پژوهش، از آزمون‌های تی و فریدمن در تحلیل یافته‌ها استفاده شده است. با توجه به نتایج آزمون تی، عوامل تعداد ساختمان‌های تکمیل شده و پایگاه اقتصادی-اجتماعی دارای تأثیرگذاری زیادی بر قیمت مسکن هستند. عوامل قیمت زمین، تورم، عوارض شهرداری، قیمت خدمات ساختمانی، موقعیت جغرافیایی، درآمد، داشتن سند و وسعت قطعات املاک تأثیرگذاری کمی بر قیمت مسکن دارند و عامل

1-Naga Satish
2-Machine Learning
3-Lasso regression
4-Chiarazzo

5-Selim
6-Nguyen & Al Cripps

کلان‌شهر تبریز انجام دادند. عوامل فیزیکی بیشتر از عوامل مکانی (محیطی و دسترسی)، قیمت واحدهای مسکونی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. علاوه بر این، نتایج مقایسه بین دو مدل نشان داد که روش شبکه عصبی مصنوعی خطای کمتر، کارایی بیشتر و از لحاظ آماری نسبت به مدل هدائیک برتری دارد.

بررسی پیشینه پژوهش حاکی از آن است که شبکه عصبی مصنوعی نسبت به مدل‌های مشابه از عملکرد و دقت بالاتری در پردازش داده‌های کمی مربوط به قیمت مسکن، برخوردار است. در این پژوهش نیز از نتایج حاصل از پیشینه پژوهش استفاده شد و شبکه عصبی مصنوعی برای تجزیه و تحلیل داده‌ها انتخاب شد. متغیرهای به کاررفته در این پژوهش هم‌راستا با متغیرهای تیموری و همکاران (۱۳۹۶)، امان‌پور، سلیمانی‌راد و همکاران (۱۳۹۳)، خلیلی عراقی و نوبهار (۱۳۹۰) است. همچنین، تیموری و همکاران در مقاله خود، محله «کوی ولیعصر» واقع در منطقه ۵ تبریز و عراقی و نوبهار، کل «کلان‌شهر تبریز» را مورد بررسی قرار داده‌اند. در این پژوهش نیز منطقه دو تبریز مورد بررسی قرار گرفته است؛ بنابراین، این پژوهش از منظر متغیرها و محدوده مورد مطالعه بدیع است.

مبانی نظری پژوهش

به عقیده لانکستر^۱، نظریه‌های سنتی رفتار مصرف‌کننده، تغییرات پویای بازار را در نظر نمی‌گیرند. نظریه وی در نتیجه تلاش‌های انجام شده برای توصیف این پویایی پدیدار شد. همچنین، در رویکرد سنتی کالاها هدف مستقیم مطلوبیت قلمداد می‌شود؛ اما در نظریه وی فرض بر این است که خصوصیات یا ویژگی‌های کالا است که از آن مطلوبیت حاصل می‌شود. در این رویکرد فرض بر این است که مصرف

دسترسی به خدمات تأثیرگذاری متوسط دارد. همچنین برطبق آزمون فریدمن، عوامل مؤثر بر قیمت مسکن در شهر رشت که بالاترین رتبه را دارند، به ترتیب عوامل پایگاه اقتصادی-اجتماعی (۷۷/۹)، تعداد ساختمان‌های تکمیل شده (۷۶/۹) و دسترسی به خدمات شهری (۳۶/۹) بوده است. دیگر یافته‌ها حاکی از این بوده است که مناطق ۱ و ۳ شهر رشت از لحاظ قیمت مسکن بیشترین نوسانات را در طی سال‌های ۱۳۸۴-۱۳۹۴ داشته‌اند.

تیموری و همکاران (۱۳۹۶)، در پژوهشی با عنوان «برآورد قیمت مسکن شهری با استفاده از تابع هدائیک و شبکه‌های عصبی مصنوعی، موردشناسی: کوی ولیعصر شهر تبریز» انجام دادند. مطابق با یافته‌ها، نتایج تابع هدائیک در مقایسه با شبکه عصبی مصنوعی از دقت کمتری در برآورد و پیش‌بینی قیمت مسکن برخوردار است. نتایج تحقیق نشان داد که بین متغیرهای فضایی و قیمت مسکن در کوی ولیعصر تبریز، همبستگی وجود دارد. این همبستگی برای متغیر فاصله از پارک، مثبت و برای متغیرهای فاصله از مراکز خرید، حمل و نقل، خیابان اصلی و مسجد، معکوس است.

امان‌پور و همکاران (۱۳۹۳)، پژوهشی را با استفاده از ۲۳۳ نمونه واحد آماری براساس ۱۶ متغیر انجام دادند. نتایج به دست آمده، نشان‌دهنده دقت ۹۱ درصدی شبکه عصبی در تخمین قیمت واحد مسکونی شهر اهواز است. همچنین از بین عوامل تأثیرگذار بر قیمت مسکن در این شهر، زیربنای ساختمان (مترائز) و دسترسی، بیشترین سهم را به خود اختصاص داده‌اند.

خلیلی عراقی و نوبهار (۱۳۹۰)، پژوهشی با هدف مقایسه قدرت پیش‌بینی دو مدل رگرسیون هدائیک و شبکه عصبی مصنوعی (ANN) و تعیین یک مدل بهینه برای پیش‌بینی قیمت هدائیک مسکن در

یک فعالیت است که در آن کالاها، به صورت جداگانه یا ترکیبی، ورودی هستند و در آن خروجی مجموعه‌ای از ویژگی‌ها است. همچنین، فرض بر این است که این رویکرد، بین کالا و ترجیحات مصرف‌کننده قرار دارد؛ یعنی ویژگی‌هایی که یک کالا یا ترکیبی از کالاها دارند، برای همه مصرف‌کننده‌ها یکسان است و این امر یک واحد اندازه‌گیری برای کالایی که کیفیت مشابهی دارند در اختیار ما قرار می‌دهد؛ بنابراین، عنصر شخصی در انتخاب مصرف‌کننده، ویژگی‌های کالاها نیست بلکه انتخاب از بین ویژگی‌ها است (Lancaster, 1966: 133-134).

لانکستر، اساس نظریه‌اش را بدین شرح خلاصه می‌کند:

۱- کالا، به خودی خود، برای مصرف‌کننده مطلوبیت نمی‌دهد؛ کالا دارای ویژگی‌هایی است و این ویژگی‌هاست که مصرف‌کننده را به مطلوبیت می‌رساند.
۲- به طور کلی، یک کالا بیش از یک ویژگی خواهد داشت و این تنوع ویژگی‌ها در بیش از یک کالا عرضه خواهد یافت.

۳- ممکن است ویژگی‌های کالاها در صورت ترکیب متفاوت از ویژگی‌های کالاها در حالت غیرترکیبی و جداگانه باشد.

همچنین نظریه لانکستر در کنار گریلیچز^۱ (۱۹۷۱) و روزن^۲ (۱۹۷۴) مبانی روش قیمت‌گذاری هدانیک را تشکیل می‌دهند. روزن در تبیین مدل هدانیک بیان می‌دارد که افراد در هنگام خرید منزل، به دنبال حداکثر کردن مطلوبیت خودشان بوده که این خود، تابع موارد بسیاری است. به عقیده روزن، مدل قیمت هدانیک بر این اساس است که افراد در هنگام خرید منزل، به دنبال حداکثر کردن مطلوبیت خودشان بوده‌اند که این خود، تابع موارد بسیاری است. اشخاص در زمان خرید (یا اجاره) خانه، با توجه به ویژگی‌های

منزل موردنظر، در جستجوی حداکثر کردن تابع مطلوبیت کل خویش هستند. تابع مطلوبیت کل با توجه به قیمت کالاها، درآمد خانوار و عوامل دیگر مانند زمان حاصل می‌شود. همچنین، مطلوبیت نهایی حاصل از صرف هر واحد پولی برای هر یک از مشخصه‌های منزل، در نقطه بهینه، مقدار یکسانی است. تمایل افراد به پرداخت وجه برای هر یک از ویژگی‌های خانه، می‌تواند برای به دست آوردن تابع پیشنهاد استفاده شود. همچنین، تابع پیشنهادی سازندگان مسکن از طریق حداکثر کردن تابع سود آن‌ها با توجه به ویژگی‌های تابع تولید و هزینه نهاده‌های تولید به دست می‌آید. در نهایت، قیمت فروش یا اجاره‌بها، از تقابل توابع پیشنهادی فروشندگان و خریداران در بازار مسکن، حاصل می‌شود؛ بنابراین، قیمت هدانیک به تقابل میان عرضه و تقاضای بازار بستگی دارد (صادقی و همکاران، ۱۳۸۷: ۱۷۵). در یک جمع‌بندی نهایی می‌توان چنین بیان داشت که:

۱. مصرف‌کننده، مطلوبیت را نه از مسکن بلکه از ویژگی‌های مسکن به دست می‌آورد؛ هر چند که آن‌ها مسکن را مستقیماً مصرف می‌کنند.
۲. چندین مسکن قادر به دارا بودن یک ویژگی هستند و چندین ویژگی توسط یک مسکن نیز تجمع می‌شود.
۳. مصرف‌کنندگان اطلاعات کاملی نسبت به ویژگی‌های مسکن دارند؛ زیرا در انتخاب مصرف‌کننده ارزش این ویژگی‌ها در قیمت نهایی تجمع می‌شود. اگر مصرف‌کننده از ویژگی‌های مسکن بی‌اطلاع باشد، قیمتی که پرداخت می‌شود ممکن است قیمت واقعی را منعکس نکند.

۴. ویژگی‌های موجود در مسکن را می‌توان اندازه‌گیری کرد؛ به عبارتی دیگر، ویژگی‌ها دارای ارزش مالی هستند؛ بنابراین، تمام مصرف‌کنندگان به نحوی درآمد خود را تخصیص می‌دهند تا مسکنی را انتخاب کنند که به داشتن بالاترین ترکیب ویژگی ممکن دست یابند.

است. در واقع هر یک از ویژگی‌ها از ارزش ضمنی برخوردارند و ترکیب این ویژگی‌ها با ارزش‌های متفاوت، تعیین‌کننده قیمت کل واحد مسکونی را تشکیل می‌دهد (یزدانی و الیاسی، ۱۳۸۰: ۸). یک مسکن به تعدادی از ویژگی‌های تشکیل‌دهنده، تجزیه می‌شود و قیمت مسکن مزبور که مربوط به ویژگی‌های مختلف این مسکن است، قابل‌ارزیابی می‌شود؛ پس در این حالت خواهیم داشت:

$$\begin{array}{c} \text{ماتریس ضرایب} \\ \text{مسکن اول} \end{array} \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ a_{n1} & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \end{bmatrix} \times \begin{array}{c} \text{ماتریس مجهولات} \\ \text{قیمت} \end{array} \begin{bmatrix} x \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ x_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ n \end{bmatrix}$$

داده‌ها، نبود استقلال آماری بین متغیرهای وابسته، حجم نمونه بالا، وجود داده‌های پرت، مقیاس اسمی برخی متغیرها و خطی نبودن داده‌ها که از محدودیت‌های آزمون‌های آماری رگرسیون و همبستگی است؛ از شبکه عصبی مصنوعی استفاده شد. در پژوهش حاضر برای تولید داده‌ها و اعمال روابط و ساخت شبکه به ترتیب نرم‌افزارهای ArcMap 10.4 و MATLAB 2013 استفاده شده‌است. جامعه آماری مورد استفاده در این پژوهش، کلیه واحدهای مسکونی منطقه دو شهر تبریز به تعداد ۵۶۱۰۷ واحد است. با استفاده از فرمول کوکران، ۳۸۴ نمونه آماری با سطح اطمینان ۹۵ درصد و ضریب خطای ۵ درصد برآورد شد. برای مدل‌سازی مطلوب شبکه عصبی، اطلاعات ۴۰۰ واحد مسکونی به عنوان نمونه توسط پیمایش جمع‌آوری شد. به منظور حذف اثر زمان در این پژوهش، تنها از داده‌های

۵. رابطه بین ویژگی‌های مسکن یک رابطه خطی است؛ بدین معنی که صفات موجود در هر مسکن را می‌توان به هم جمع کرد.

۶. ویژگی‌های مسکن برای همه مصرف‌کنندگان یکسان هستند؛ به عبارت دیگر، ویژگی‌ها ذاتی هستند و به صورت متفاوت برای مصرف‌کنندگان عرضه نمی‌شود. بر این اساس، یک واحد مسکونی به وسیله برداری از ویژگی قابل‌اندازه‌گیری توصیف می‌شود. قیمت واحد مسکونی در بازار، برآیندی از قیمت ویژگی‌های آن

که در آن، X متغیرهای مدنظر از قبیل مساحت زیربنا، موقعیت ساختمان، سال ساخت، نمای ساختمان و فاصله از کاربری مذهبی، آموزشی و غیره، a_{nn} ضرایب هستند. در حالت ماتریسی، در صورتی که تعداد مجهولات و ضرایب کم باشد، از دستگاه معادلات خطی (سه‌مجهولی) استفاده می‌شود و در صورت زیاد بودن تعداد مجهولات و ضرایب از هوش مصنوعی همچون شبکه عصبی مصنوعی باید بهره گرفت.

روش پژوهش

پژوهش حاضر به لحاظ هدف، کاربردی و به لحاظ روش و ماهیت، همبستگی است. آزمون‌های متناسب با این پژوهش در درجه اول رگرسیون و در درجه دوم همبستگی است که با توجه به نرمال نبودن توزیع

جمع‌آوری شده‌است. انتخاب نمونه‌ها نیز به صورت تصادفی و در دسترس بودن اطلاعات و ویژگی‌های ساختمان مورد نظر عامل اصلی انتخاب است.

مقطعی مربوط به ماه‌های خرداد لغایت مرداد ۱۳۹۷ استفاده شده‌است. داده‌های مورد استفاده برای این پژوهش، از طریق مراجعه مستقیم به مشاوران املاک

جدول ۱: متغیرهای به‌کاررفته در پژوهش

متغیر وابسته	متغیرهای مستقل		
	متغیرهای دسترسی	متغیرهای محیطی	متغیرهای کالبدی
قیمت مسکن	فاصله از مراکز درمانی	موقعیت ساختمان	مساحت زیربنا
	فاصله از مراکز بهداشتی	عرض معبر	نمای ساختمان
	فاصله از تأسیسات شهری	التقاط کاربری	نوع واحد مسکونی
	فاصله از کاربری مذهبی		سال ساخت
	فاصله از کاربری آموزشی		کل طبقات ساختمان
	فاصله از مراکز آموزش عالی		تعداد واحد در هر طبقه
	فاصله از پارک و فضای سبز		استقرار واحد در طبقه
	فاصله از مراکز انتظامی		مصالح عمده ساختمانی
	فاصله از تجهیزات شهری		
	فاصله از مراکز نظامی		
فاصله از رودخانه و نهر			

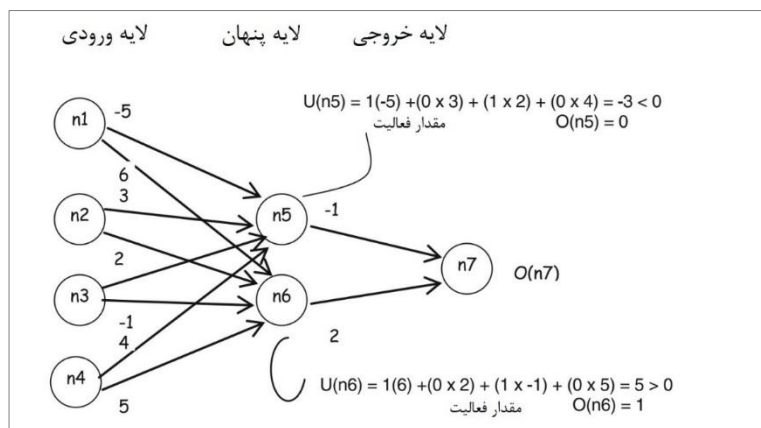
مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۷

مدل پژوهش

شبکه عصبی مصنوعی

دبوک^۱ و کوهونن^۲ شبکه‌های عصبی (NNs) را به‌عنوان مجموعه‌ای از تکنیک‌های ریاضی توصیف می‌کنند که می‌توان از آن‌ها برای پردازش سیگنال، پیش‌بینی و خوشه‌بندی استفاده کرد و آن را به‌عنوان روش‌های رگرسیون غیرخطی، چند لایه‌ای یا موازی تعریف کرد (Chakraverty & Mall, 2017: 1).

شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANNs) در رشته‌های مختلف با هدف مدل‌سازی مباحث پیچیده مورد استفاده قرار می‌گیرند. شبکه‌های عصبی مصنوعی شامل عناصر پردازش ساده متصل به هم، در اصطلاح نوروهای مصنوعی یا گره‌هایی هستند که پردازش موازی داده‌ها را ارائه می‌دهند (Hecht-Nielsen, 1990; Schalkoff, 1997; Cain, 2017: 2).



شکل ۱: یک شبکه عصبی ساده با چهار گره ورودی (یک بردار ورودی، دو گره میانی و یک گره خروجی)
مأخذ: Cain, 2017: 2

این، دو نوع دیگر از معماری وجود دارد که مبتنی بر رابطه معکوس از نورون‌های خروجی به نورون‌های ورودی است:

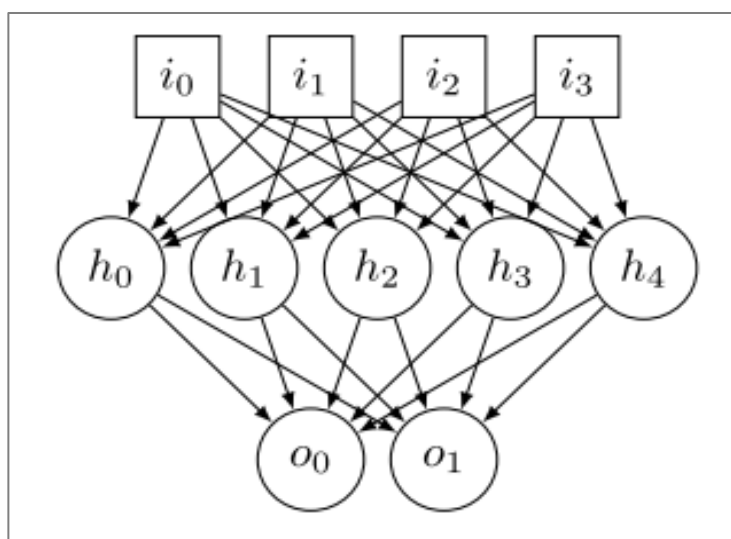
۱- معماری پیش‌خور^۱. هیچ اتصالی از نورون‌های خروجی به نورون‌های ورودی وجود ندارد. این شبکه مقادیر خروجی قبلی خود و حالت‌های فعال‌سازی نورون‌ها را به‌خاطر نمی‌آورد؛ برای مثال، پرسپترون چندلایه^۲.

۲- معماری پس‌خور^۳. اتصالات از نورون‌های خروجی به نورون‌های ورودی بازمی‌گردد و به این ترتیب شبکه در حافظه، حالات قبلی خود را نگه می‌دارد و حالت بعدی به سیگنال‌های ورودی فعلی و حالت‌های قبلی شبکه بستگی دارد؛ به‌عنوان مثال، شبکه هوبفیلد (Samarasinghe & Shanmuganathan, 2017: 7).

پرسپترون چندلایه، مبنایی‌ترین و رایج‌ترین معماری شبکه عصبی است. هر پرسپترون چندلایه، متشکل از لایه‌های ورودی، پنهانی و خروجی است. هر لایه تعدادی نورون دارد که به‌صورت خطی توسط وزن‌ها^۴ به نورون‌های لایه مجاور متصل می‌شود (Hamadache, 2017: 39).

شبکه‌های عصبی معمولاً در لایه‌ها سازمان‌دهی می‌شوند. لایه‌ها از تعدادی نورون‌ها یا گره‌ها ساخته می‌شوند که حاوی «توابع فعال‌سازی» هستند و اطلاعات شبکه عصبی مصنوعی از طریق نورون‌ها یا گره‌ها به روش موازی حل می‌شوند تا مشکلات معینی را حل کنند. شبکه عصبی مصنوعی از طریق یادگیری، معلومات کسب می‌کند و این معلومات در بستر ارتباطاتی بین نورونی ذخیره می‌شود که توسط مقادیر عددی به نام «وزن‌ها» بیان می‌شود. این وزن‌ها برای محاسبه مقادیر سیگنال خروجی برای یک مقدار سیگنال ورودی جدید مورد استفاده قرار می‌گیرند. الگوها به شبکه از طریق «لایه ورودی» ارائه می‌شوند، که به یک یا چند «لایه پنهان» مرتبط می‌شود، جایی که در آن پردازش اصلی از طریق یک سیستم «اتصالات» وزنی انجام می‌شود. سپس، لایه‌های پنهان به یک «لایه خروجی» متصل می‌شوند، جایی که پاسخ به‌دست‌آمده، خروجی است (Chakraverty & Mall, 2017: 2).

سازمان ارتباطات بین نورون‌ها به‌عنوان معماری توصیف می‌شود. اتصال بین نورون‌ها، توپولوژی شبکه‌های عصبی مصنوعی را تعریف می‌کند. علاوه بر



شکل ۲: معماری یک پرسپترون چندلایه (MLP)
 مأخذ: Díaz-Álvarez & et al, 2018: 137

درجه و ۸ دقیقه عرض شمالی و ۴۶ درجه و ۵ دقیقه تا ۴۶ درجه و ۲۲ دقیقه طول شرقی واقع شده است (مهندسان مشاور نقش محیط، ۱۳۹۱: ۳۳). بررسی کاربری‌های کلان در سطح شهر گویای آن است که از مجموع ۲۴۴۹۸ هکتار مساحت شهر، درحال حاضر ۱۸/۴ درصد از کاربری‌ها به اراضی مسکونی و درحال ساخت، ۱۶/۴ درصد به اراضی خدماتی (شامل کاربری‌های آموزشی، آموزش و تحقیقات، اداری و انتظامی، تجاری و خدماتی، ورزشی، بهداشتی-درمانی، فرهنگی-هنری، پارک و فضای سبز، طبیعی، مذهبی، تجهیزات و تأسیسات شهری، حمل‌ونقل و انبارداری، میراث تاریخی و تفریحی-توریستی) و ۱۵ درصد به اراضی نظامی، اراضی بایر، باغات و کشاورزی، حریم، صنعتی و رودخانه) ۵۰/۲ درصد اراضی شهر را دربرمی‌گیرد (همان، ۵۹۱).

منطقه دو شهر تبریز در مجاورت مناطق ۵، ۱، ۳ و ۹ قرار گرفته است. جمعیت این منطقه در آخرین سرشماری نفوس و مسکن، برابر با ۱۹۶،۵۰۷ نفر است. محدوده این منطقه از سمت شمال به بلوار

پرسپترون چندلایه یک ترکیب استاندارد از ورودی‌ها، واحدهای عصبی خطی و غیرخطی خروجی‌ها است. خروجی تمام واحدهای پردازش از هر لایه به تمام واحدهای پردازش لایه انتقال داده می‌شود. واحدهای پردازش لایه ورودی همگی خطی هستند، ولی در لایه مخفی از نرون‌های با تابع تانژانت سیگموئید^۱، هایپربولیک^۲ یا هر تابع غیرخطی و پیوسته مشتق‌پذیر دیگری می‌توان استفاده کرد.

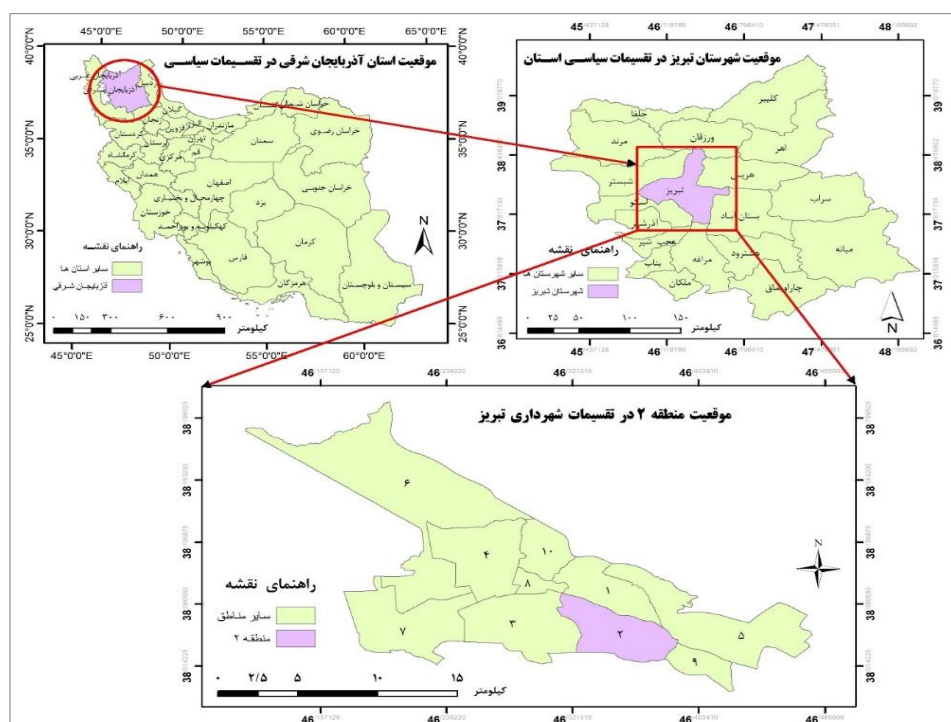
محدوده مورد مطالعه

استان آذربایجان شرقی با مساحتی در حدود ۴۵۴۹۰،۸۹ کیلومترمربع، در گوشه شمال غربی فلات ایران قرار دارد. از نظر مختصات جغرافیایی، مدارهای ۴۵'، ۳۶' و ۳۹° شمالی منتهی‌الیه شمالی و جنوبی و نصف‌النهارهای ۴۵°، ۰۵' و ۴۸° شرقی منتهی‌الیه غربی و شرقی استان را می‌پوشانند. (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۴: ۹۳). شهر تبریز با وسعتی حدود ۲۵۰۵۶ هکتار در ۳۸ درجه و ۱ دقیقه تا ۳۸

1-Tangent Sigmoid
 2-Hyperbolic

با طیف‌های مختلف قیمتی، گونه‌های مختلف مسکن، بافت برنامه‌ریزی شده و بافت غیربرنامه‌ریزی شده، کاربری‌های سازگار و ناسازگار مسکونی در مجاورت مسکن، قطعات ریزدانه و درشت‌دانه و تنوع و تعدد در سایر ویژگی‌های مسکن به‌عنوان محدوده مورد مطالعه در این پژوهش انتخاب شده‌است.

بسیج، بلوار ۲۹ بهمن و خیابان امام خمینی و از سمت جنوب به بزرگراه شهید کسایی و خط محدوده طرح جامع می‌رسد. همچنین از سمت شرق محدود به بزرگراه شهید کسایی و از غرب به بلوار ملاصدرا (ساری زمین)، خیابان شهید منتظری، خیابان آزادی و خیابان شهید جدیری محدود می‌شود (شهرداری منطقه دو تبریز، ۱۳۹۸). منطقه دو تبریز، به‌لحاظ دارا بودن مسکن



شکل ۳: موقعیت محدوده مورد مطالعه

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۷

سهم آن‌ها به‌ترتیب برابر با ۰/۱ و ۰/۲ است (مهندسان مشاور نقش محیط، ۱۳۹۱: ۶۰۵).

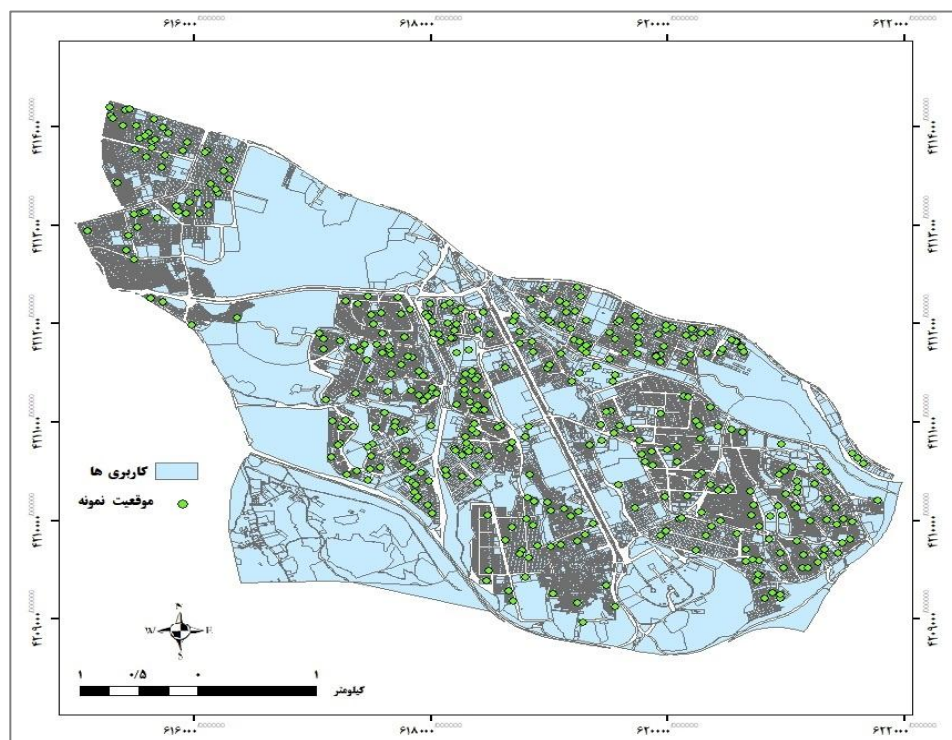
یافته‌های پژوهش

به‌منظور تهیه و تولید داده‌ها برای طراحی و ساخت شبکه، تعداد ۴۰۰ واحد مسکونی به‌عنوان نمونه مورد مطالعه قرار گرفته‌است. براساس یافته‌های پژوهش، از بین تمام نمونه‌ها ۸۰/۵ درصد واحد

بررسی کاربری‌های اصلی نیز بیانگر این امر است که بیشترین سطح کاربری‌ها مربوط به کاربری مسکونی است که حدود ۲۷/۸ درصد از مساحت منطقه را به خود اختصاص داده‌است. معابر شهری و اراضی بایر پس از کاربری مسکونی و با سهمی به‌ترتیب معادل ۲۴/۱ و ۱۷/۷ درصد از کل اراضی منطقه در رتبه‌های بعدی قرار دارند، کمترین سهم کاربری اراضی منطقه به‌ترتیب مرتبط با کاربری‌های مذهبی، رودخانه و نهر است که

ساختمانی، ۶۵ درصد ساختمان‌ها با اسکلت بتنی، ۱۹ درصد با اسکلت فلزی و ۱۷ درصد با آجر و آهن هستند. از لحاظ عرض معبر، ۴۲ درصد ساختمان‌ها مشرف بر معبر ۶ تا ۱۲ متری است. در بررسی عمر بنای ساختمانی، ۴۱ درصد ساختمان‌های نمونه، زیر ۵ سال است. در بررسی نمای ساختمانی نیز، نمای غالب را سنگ تراورتن و آجر سه سانت به ترتیب با ۲۵ و ۲۳ درصد، تشکیل می‌دهد. شکل شماره ۴ نیز، پراکنش نمونه‌های مورد مطالعه در سطح منطقه را نشان می‌دهد.

آپارتمانی و ۱۹/۵ درصد واحد غیرآپارتمانی است. در بررسی کل طبقات ساختمان، ساختمان‌های ۳ تا ۹ طبقه با ۷۰ درصد بیشترین فراوانی را داشتند. همچنین در بررسی واحد در هر طبقه، ۱ واحد در هر طبقه با ۰/۳ تا ۷۱/۸ بیشترین و ۱۶ واحد در هر طبقه با ۶۵ درصد کمترین فراوانی را داشتند. از لحاظ زیربنا، ۶۵ درصد نمونه‌ها را واحدهای مسکونی با زیربنای ۱۰۰ تا ۱۹۹ متر تشکیل می‌دهند. از لحاظ موقعیت ساختمان، موقعیت جنوبی با ۳۹ درصد بیشترین و سه نیش با ۶ درصد کمترین فراوانی را دارد. در بررسی مصالح عمده

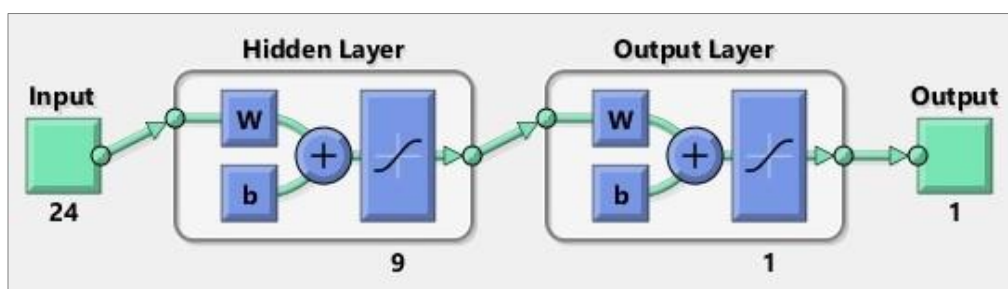


شکل ۴: پراکنش نمونه‌های مورد مطالعه

ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۷

از MATLAB یک شبکه عصبی پرسترون چند لایه (MLP) با الگوریتم پس انتشار خطا برای برآورد داده‌ها استفاده شده است.

در این پژوهش، بعد از آزمایش شبکه‌های متعدد با تعداد لایه‌های پنهان مختلف، توابع یادگیری متعدد، الگوریتم‌های آموزش مختلف و غیره در نرم‌افزار

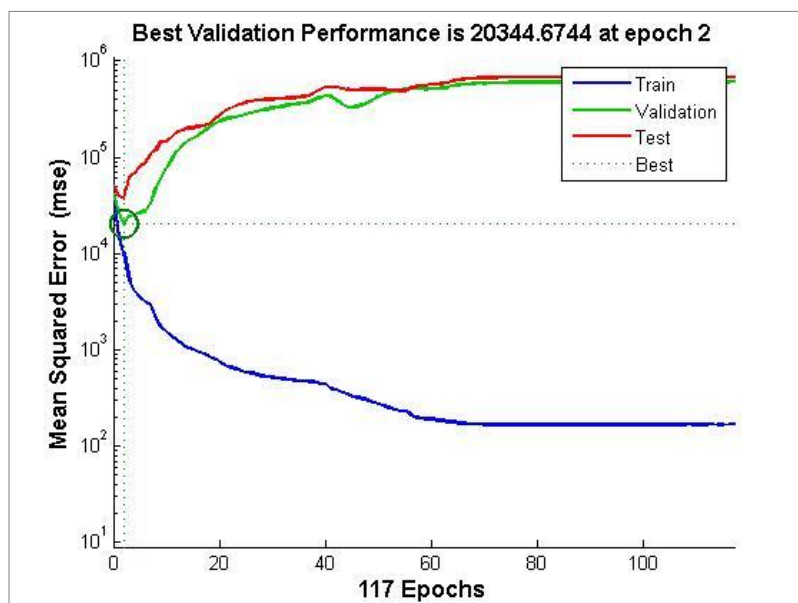


شکل ۵: مدل شبکه طراحی شده برای پژوهش

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۷

۴۰۰۰ دور تعیین شد و برای این منظور ۳۰ درصد داده‌ها برای تست مدل و ۷۰ درصد برای آموزش شبکه مورد استفاده قرار گرفت. انتخاب داده‌ها نیز برای تست و آموزش به صورت تصادفی بوده است.

این شبکه با ۲۴ لایه ورودی (متغیرها)، ۹ لایه پنهان با ۱۰ نورون، ۱ لایه خروجی (قیمت)، تابع آموزشی Levenberg-Marquardt، تابع یادگیری تطابقی Learnngdm، تابع عملکرد MSE، تابع انتقال Tansig است. حداکثر دوره آموزش برای نرم‌افزار



شکل ۶: پلات بهترین عملکرد اعتبارسنجی شبکه عصبی مصنوعی

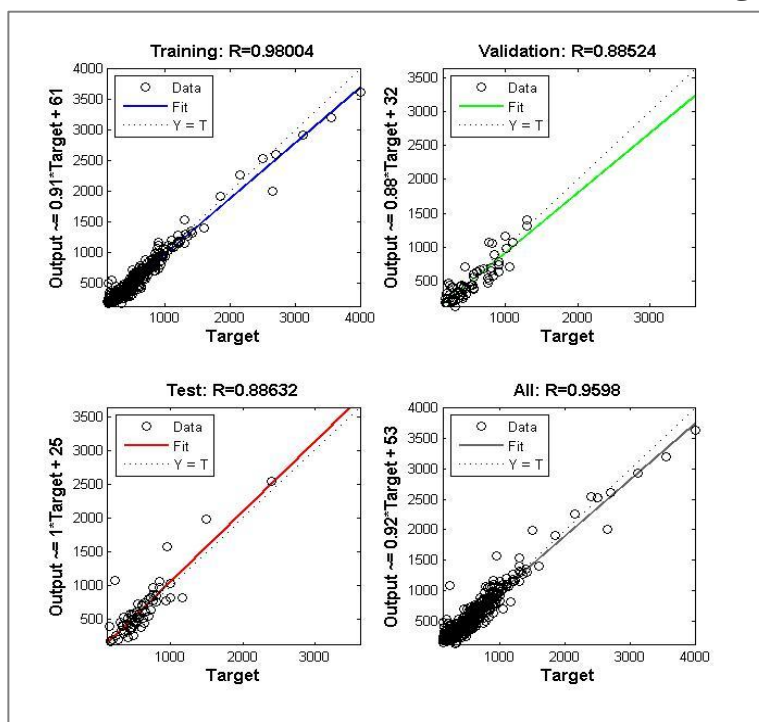
تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۷

آزمایش^۳ تقسیم شده‌اند. مجموعه ارزیابی در راستای حفظ عمومیت شبکه مورد استفاده قرار می‌گیرد. این نمودار بیانگر این مطلب است که خطای میانگین مربعات شبکه از یک مقدار بزرگ‌تر شروع شده و در

شکل فوق مربوط به خطاهای آموزشی، ارزیابی و آزمایش است. نمودار بالا دارای سه خط است؛ به این علت که بردارهای ورودی و هدف (خروجی) به صورت تصادفی بین سه مجموعه آموزشی^۱، اعتبارسنجی^۲ و

مشابهی است و نشان‌دهنده این است که مشکل بیش‌برازش روی نداده‌است. همچنین، بهترین کارایی در تکرار دوم حاصل شده‌است.

مرحله آموزش رفته‌رفته کاهش می‌یابد و این بدان معناست که روال یادگیری شبکه دارای پیشرفت است. همچنین، منحنی خطای مجموعه آزمایشی با منحنی خطای مجموعه ارزیابی دارای رفتار و خصوصیات

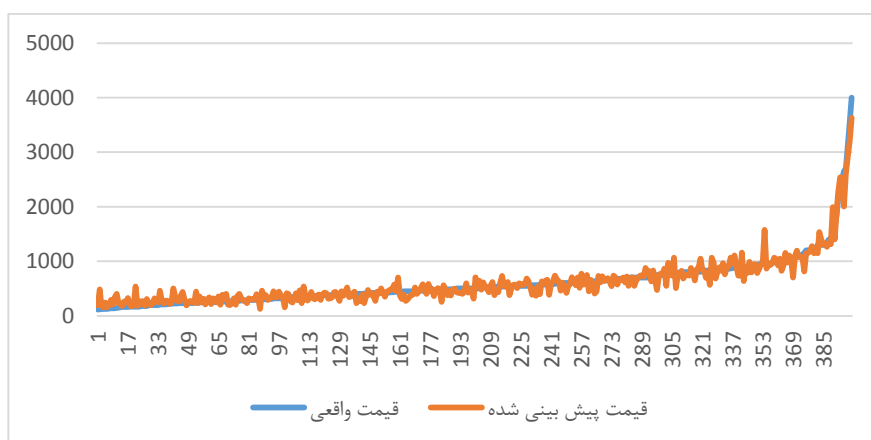


شکل ۷: پلات برازش رگرسیونی شبکه عصبی مصنوعی

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۷

تناسب خوبی را نشان می‌دهند. مقادیر R هر کدام به ترتیب ۰/۹۸، ۰/۸۸ و ۰/۸۸ است. خروجی مجموعه‌های آموزشی، ارزیابی و تست به خوبی بر روی بردارهای هدف منطبق شده و مدل‌سازی موفقیت‌آمیز بوده‌است. همچنین R-Value برابر با ۰/۹۵ است که نشانگر این است که متغیرهای مستقل به کار گرفته شده در شبکه، متغیر وابسته را پیش‌بینی می‌کند. در نمودار زیر مقایسه بین قیمت واقعی و نتایج به دست آمده از پیش‌بینی شبکه نشان داده شده‌است.

شکل بالا نشان‌دهنده داده‌های آموزش، اعتبارسنجی و آزمایشی هستند. خط نقطه‌چین در هر پلات نشان‌دهنده بهترین نتیجه خروجی است. خط پیوسته، نشان‌دهنده بهترین تناسب خط رگرسیون خطی بین خروجی‌ها و اهداف است. مقدار R نمایان‌گر رابطه بین خروجی‌ها و اهداف است. اگر $R=1$ باشد، نشان می‌دهد که یک رابطه خطی دقیق بین خروجی‌ها و اهداف وجود دارد. اگر R به صفر نزدیک باشد، هیچ رابطه خطی بین خروجی‌ها و اهداف وجود ندارد. در این پژوهش، داده‌های آموزش، اعتبارسنجی و آزمایش



شکل ۸: مقایسه قیمت‌های واقعی و نتایج حاصل از پیش‌بینی قیمت در شبکه عصبی مصنوعی تهیه و ترسیم: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۷

مکانیسم‌های به‌کار رفته در قیمت‌های پایین و بالا متفاوت از قیمت‌های متوسط است و از سایر مکانیسم‌ها تبعیت می‌کند که شبکه قادر به تشخیص آن‌ها از طریق داده‌های موجود نیست. همچنین، جدول شماره ۲، ۳۴ نمونه از ۴۰۰ نمونه برآورد شده به صورت تصادفی انتخاب شده و اختلاف بین قیمت واقعی و قیمت برآوردی شبکه نشان می‌دهد.

شکل شماره ۸، نشان می‌دهد که بین قیمت پیش‌بینی‌شده و قیمت واقعی تفاوت چندانی وجود ندارد و شبکه با دقت بالایی قیمت هر واحد را پیش‌بینی کرده‌است. قیمت‌ها از کمترین به بیشترین مبلغ ردیف شده‌است و قیمت پیش‌بینی‌شده در مبالغ پایین بیشتر از قیمت واقعی و در مبالغ بالا کمتر از قیمت واقعی است و این امر نشانگر این است که

جدول ۲: مقدار اختلاف قیمت واقعی و پیش‌بینی‌شده توسط شبکه طراحی شده برحسب میلیون تومان

مقدار اختلاف	قیمت پیش‌بینی‌شده	قیمت واقعی	ردیف	مقدار اختلاف	قیمت پیش‌بینی‌شده	قیمت واقعی	ردیف
-۷	۴۹۲	۴۸۵	۱۸	-۱۱۷	۲۴۲	۱۲۵	۱
-۱۴	۵۶۴	۵۵۰	۱۹	-۷۹	۲۲۹	۱۵۰	۲
-۹	۶۰۹	۶۰۰	۲۰	-۷۱	۲۲۹	۱۵۸	۳
۰	۶۲۰	۶۲۰	۲۱	-۲۴	۱۹۴	۱۷۰	۴
۱۱	۶۳۹	۶۵۰	۲۲	-۵	۱۸۵	۱۸۰	۵
-۲۳	۷۰۳	۶۸۰	۲۳	۰	۱۹۵	۱۹۵	۶
-۱۹	۷۱۹	۷۰۰	۲۴	۱-	۲۳۷	۲۳۶	۷
-۳۱	۷۸۱	۷۵۰	۲۵	۱۰	۲۳۰	۲۴۰	۸
-۴۳	۸۴۶	۹۰۳	۲۶	۵	۲۸۰	۲۸۵	۹
۲۶	۵۲۴	۸۵۰	۲۷	-۸	۲۹۸	۲۹۰	۱۰
-۸۳	۹۵۸	۸۷۵	۲۸	-۲	۳۱۲	۳۱۰	۱۱
-۷۳	۹۸۸	۹۱۵	۲۹	-۱۶	۳۳۶	۳۲۰	۱۲
۳۱	۹۲۹	۹۶۰	۳۰	-۴	۳۵۴	۳۵۰	۱۳
۴۵	۱۰۷۷	۱۱۲۲	۳۱	-۱۱	۳۸۸	۳۷۷	۱۴
۸۶	۱۲۶۴	۱۳۵۰	۳۲	-۱۳	۴۱۳	۴۰۰	۱۵
۱۹۸	۲۹۲۲	۳۱۲۰	۳۳	۱۴	۳۹۰	۴۰۴	۱۶
۳۷۱	۳۶۲۹	۴۰۰۰	۳۴	۶	۴۱۴	۴۲۰	۱۷

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۷

جدول ۳: سهم متغیرهای مؤثر بر قیمت مسکن شهری برحسب درصد

۳۹/۲	متغیرهای دسترسی	۷	متغیرهای محیطی	۵۳/۸	متغیرهای کالبدی
۶/۴	فاصله از مراکز درمانی	۳/۹	موقعیت ساختمان	۲۸/۴	مساحت زیربنا
۵/۱	فاصله از مراکز بهداشتی	۳/۹	عرض معبر	۴/۶	نمای ساختمان
۴/۵	فاصله از تأسیسات شهری	۳/۲	التقاط کاربری	۳/۹	نوع واحد مسکونی
۳/۹	فاصله از کاربری مذهبی			۳/۸	سال ساخت
۳/۸	فاصله از کاربری آموزشی			۳/۳	کل طبقات ساختمان
۳/۷	فاصله از مراکز آموزش عالی			۲/۶	تعداد واحد در هر طبقه
۳/۲	فاصله از پارک و فضای سبز			۲/۶	استقرار واحد در طبقه
۲/۶	فاصله از مراکز انتظامی			۱	مصالح عمده ساختمانی
۲/۴	فاصله از تجهیزات شهری				
۲/۲	فاصله از مراکز نظامی				
۱/۴	فاصله از رودخانه و نهر				
۱۰۰	جمع				

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۷

جدول شماره ۳، نشان می‌دهد که از بین متغیرهای به‌کار رفته در پژوهش، بیشترین عواملی که بر قیمت یک واحد مسکونی در منطقه دو تبریز اثر می‌گذارد، عوامل «مساحت زیربنا» با ۲۸/۴ درصد، فاصله از مراکز درمانی با ۶/۴ درصد و فاصله از مراکز بهداشتی با ۵/۱ درصد است. کمترین عامل اثرگذار نیز مصالح عمده ساختمانی با ۱ درصد اهمیت است.

جدول شماره ۴، میانگین انحراف اختلاف قیمت واقعی و پیش‌بینی شده

انحراف اختلاف	قیمت (برحسب میلیون تومان)
۱۶۱/۷۵	زیر ۱۰۰
۱۶/۵۴	۱۰۰ - ۲۰۰
۹/۰۵	۲۰۰ - ۴۰۰
-۰/۹۶	۴۰۰ - ۶۰۰
-۰/۰۲	۶۰۰ - ۸۰۰
۲/۷۵	۸۰۰ - ۱۲۰۰
-۰/۶۱	۱۲۰۰ به بالا

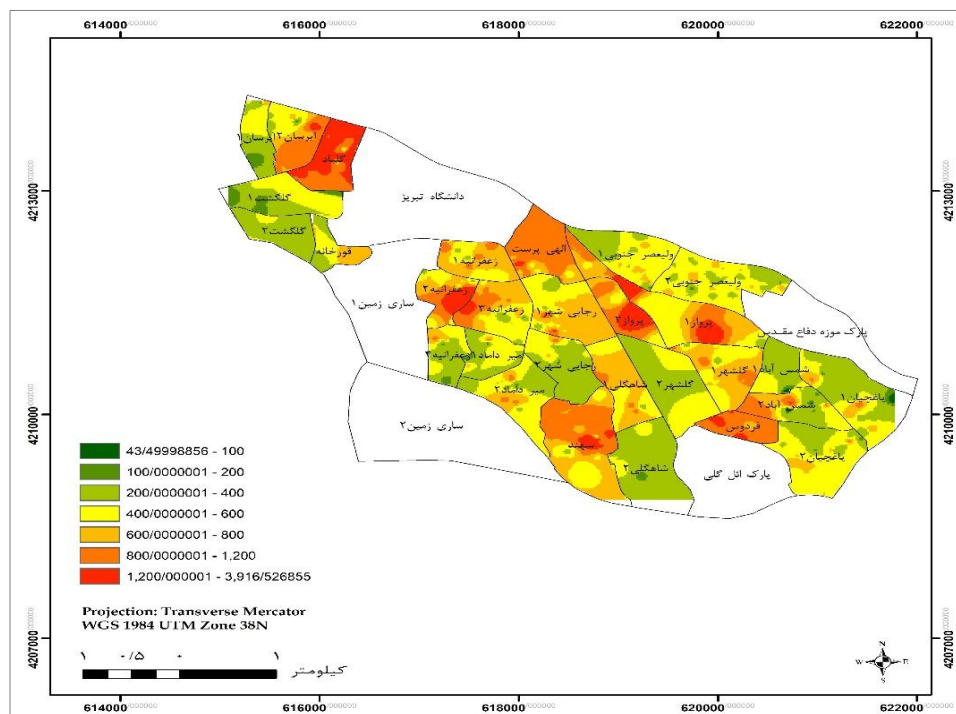
مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۷

به‌منظور بررسی کارایی شبکه در پیش‌بینی قیمت، انحراف اختلاف قیمت واقعی و پیش‌بینی شده در جدول شماره ۴ آورده شده است. نتایج نشان‌دهنده این امر است که مدل شبکه عصبی مصنوعی خطای کمتر و در نتیجه کارایی بیشتری در پیش‌بینی قیمت مسکن

در منطقه دو تبریز دارد. شبکه در قیمت‌های بالای ۴۰۰ میلیون با انحراف اختلاف پایینی پیش‌بینی کرده است. همچنین، بازه قیمت بین ۶۰۰ تا ۸۰۰ میلیون، پایین‌ترین درصد انحراف اختلاف را داشته است. علت اختلاف بالای قیمت در مسکن زیر

باشد، شبکه خطای کمتری در پیش‌بینی آن داده خواهد داد و در صورت اینکه تعداد تکرار کم باشد، خطای به‌دست‌آمده، زیاد خواهد بود.

۲۰۰ میلیون، ناشی از بالا بودن میانگین ارزش منطقه است؛ به‌طوری‌که تعداد مسکن با قیمت زیر ۲۰۰ میلیون در منطقه بسیار پایین است و در شبکه عصبی مصنوعی در صورتی که تعداد تکرار در هر داده زیاد



شکل ۹: پراکنش قیمت واحدهای مسکونی در منطقه دو تبریز

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۷

۳۰ سال است. شکل شماره ۹، پراکنش قیمت واحدهای مسکونی در سطح منطقه دو تبریز را نشان می‌دهد. سطوح سبزرنگ قیمت‌های پایین و سطوح قرمز رنگ نشانگر قیمت بالای مسکن است. از آنجایی که واحدهای مسکونی هر محله از لحاظ ویژگی‌هایی که دارند، دارای شباهت زیادی است؛ بنابراین شیب تغییرات قیمت پایین است و دامنه تغییرات قیمت در درون هر محله پایین است. محلات سفیدرنگ، محلات فاقد واحد مسکونی هستند؛ بنابراین در نقشه درون‌یابی به‌عنوان «مانع»^۱ تعریف شده‌است.

بررسی پراکنش قیمت واحدهای مسکونی منطقه دو در نقشه درون‌یابی شده، نشان از تمرکز بالای قیمت مسکن در محلات «گلباد»، «فردوس» و «الهی‌پرست» دارد. میانگین مساحت واحدهای مسکونی در این محلات به ترتیب ۳۳۵، ۳۵۳ و ۳۴۸ مترمربع و غالب واحدهای مسکونی این محلات دارای عمر بنای کمتر از ۱۰ سال است. همچنین محلات، «گلگشت ۲» و «شاهگلی ۲» کمترین قیمت مسکن را دارند. میانگین مساحت واحدهای مسکونی نیز در این محلات به ترتیب ۱۲۶ و ۱۶۰ مترمربع و غالب واحدهای مسکونی این محلات دارای عمر بنای بیش از

آزمون فرضیه

بین افزایش قیمت مسکن و ویژگی‌های کالبدی

مسکن در منطقه دو تبریز رابطه وجود دارد.

متغیرهای کالبدی پژوهش (جدول شماره ۱) عبارت‌اند از: مساحت زیربنا، نمای ساختمان، سال ساخت، مصالح عمده ساختمانی، نوع واحد مسکونی، استقرار واحد در طبقه، تعداد کل طبقات و تعداد واحد در هر طبقه است. برای ارزیابی این متغیرها داده‌های مرتبط، از طرف مشاوران املاک جمع‌آوری شد و در شبکه عصبی مورد بررسی قرار گرفت و این نتیجه حاصل شد که از بین متغیرهای مستقل به‌کارگرفته‌شده، سهم متغیرهای کالبدی در تعیین قیمت واحدهای مسکونی ۵۳/۸ درصد است؛ بنابراین، این نتیجه کلی حاصل می‌شود که عوامل فیزیکی بیشتر از عوامل محیطی و دسترسی قیمت واحد مسکونی را تحت تأثیر قرار داده‌است. همچنین، نتایج (جدول شماره ۳) حاکی از معنی‌دار بودن مؤلفه‌های کالبدی در تغییرات قیمت واحدهای مسکونی است؛ بدین‌سان که سهم مساحت زیربنا ۲۸/۴ درصد، نمای ساختمان ۴/۶ درصد، نوع واحد مسکونی ۳/۹ درصد، سال ساخت ۳/۸ درصد، سال ساخت ۳/۸ درصد، استقرار واحد در طبقه ۳/۳ درصد، تعداد واحد در هر طبقه ۲/۴ درصد، مصالح عمده ساختمانی ۱ درصد است. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از شبکه عصبی مصنوعی فرض H_1 این فرضیه مورد تأیید قرار می‌گیرد.

نتیجه

نتایج به‌دست‌آمده (جدول شماره ۴) از تحقیق نشان می‌دهد، بین قیمت پیش‌بینی‌شده و قیمت واقعی مسکن تفاوت چندانی وجود ندارد و شبکه عصبی مصنوعی با دقت بالایی قیمت هر واحد را پیش‌بینی کرده‌است. قیمت پیش‌بینی‌شده در مبالغ

پایین بیشتر از قیمت واقعی و در مبالغ بالا کمتر از قیمت واقعی است و این امر نشانگر این است که مکانیسم‌های به‌کاررفته در قیمت‌های پایین و بالا، متفاوت از قیمت‌های متوسط است و از سایر مکانیسم‌ها تبعیت می‌کند. شبکه عصبی مصنوعی، سهم هر متغیر در تعیین قیمت یک واحد مسکونی را نشان می‌دهد. این متغیرها به سه نوع کلی متغیرهای کالبدی، متغیرهای محیطی، متغیرهای دسترسی تقسیم می‌شود و مهم‌ترین آن‌ها شامل مساحت زیربنا، فاصله از مراکز درمانی و بهداشتی، نما و موقعیت ساختمان، فاصله از تأسیسات شهری، مراکز مذهبی، مراکز آموزشی، نوع واحد مسکونی، کل طبقات ساختمان، مصالح عمده ساختمانی، تعداد واحد در هر طبقه و غیره است. براساس جدول شماره ۳، سهم متغیرهای کالبدی در تعیین قیمت واحدهای مسکونی ۵۳/۸ درصد و سهم ویژگی‌های دسترسی در قیمت مسکن برابر با ۳۹/۲ درصد است. از بین متغیرهای به‌کار رفته در پژوهش، بیشترین سهم قیمت یک واحد مسکونی در منطقه دو تبریز را عوامل «مساحت زیربنا» با ۲۸/۴ درصد، «فاصله از مراکز درمانی» با ۴/۶ درصد و «فاصله از مراکز بهداشتی» با ۵/۱ درصد دارا است. کمترین سهم نیز متعلق به «مصالح عمده ساختمانی» با ۱ درصد است. بررسی پراکنش قیمت واحدهای مسکونی منطقه دو در نقشه درون‌یابی‌شده (شکل شماره ۹)، نشان از تمرکز بالای قیمت مسکن در محلات «گلاباد»، «فردوس» و «الهی‌پرست» دارد. میانگین مساحت واحدهای مسکونی در این محلات به ترتیب ۳۳۵، ۳۵۳ و ۳۴۸ مترمربع و غالب واحدهای مسکونی این محلات دارای عمر بنای کمتر از ۱۰ سال است. همچنین محلات «گلگشت ۲» و «شاهگلی ۲» کمترین قیمت مسکن را دارند. میانگین مساحت واحدهای مسکونی نیز در این محلات به ترتیب ۱۲۶ و ۱۶۰ مترمربع و غالب واحدهای مسکونی این محلات دارای عمر بنای بیش از ۳۰ سال است. همچنین،

باتوجه به تفاوت‌های مختلف در بازار مسکن، محلی بودن بازار آن و تمایلات متفاوت خانوارها برای تصاحب مطلوب‌ترین ویژگی‌های مسکن، نمی‌توان ادعا کرد که نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش، در سایر مناطق و بازارها صادق باشد؛ از این رو پیشنهاد می‌شود سایر مناطق و شهرها به‌صورت جداگانه مورد بررسی قرار گیرند تا نتایج مطلوب کسب شود.

به‌منظور افزایش دقت شبکه‌عصبی طراحی‌شده، لازم است که سایر متغیرهای دخیل نیز در صورت وجود اطلاعات به‌کار گرفته‌شود. همچنین در صورت وجود اطلاعات برای واحد مسکونی آپارتمانی و واحد غیرآپارتمانی، مطلوب است که مدل‌سازی به‌صورت جداگانه برای هر یک صورت پذیرد.

با توجه به کارکرد این روش در برآورد دقیق قیمت مسکن، می‌توان به اخذ مالیات و عوارض ساختمانی برای تک‌به‌تک مساکن منطقه دو تبریز با توجه به ارزش آن‌ها اقدام کرد.

انبوه‌سازان می‌توانند براساس نتایج این پژوهش تمایلات خانوارها را درک کنند و براساس خواست آن‌ها واحدهای مسکونی مناسبی را در منطقه دو تبریز احداث یا بازسازی کنند.

با توجه به رابطه معنی‌دار قیمت مسکن با عوامل مختلف و مدل‌هایی که برای تخمین قیمت مسکن مانند شبکه‌عصبی طراحی شده‌اند، مسئولان شهری، حداقل و حداکثر قیمت‌ها را در این منطقه اعلام کنند تا از سودجویی دربخش مسکن جلوگیری شود.

محل‌های «الهی‌پرست» و «گلباد» علی‌رغم وجود کاربری‌های درمانی و بهداشتی همچون بیمارستان بین‌المللی تبریز و بیمارستان امام رضا^(ع) و بیمارستان شهید مدنی در مجاورت این محلات باعث شده‌است تا شبکه‌عصبی سهم دسترسی به کاربری درمانی و بهداشتی را در مرتبه دوم و سوم قرار دهد. نتایج به‌دست‌آمده پژوهش حاضر، هم‌راستا با نتایج پژوهش سلیم (۲۰۰۹) است؛ به‌طوری‌که در هر دو پژوهش عوامل کالبدی مؤثرتر از سایر عوامل واقع شده‌اند. همچنین، متغیرهای دسترسی در پژوهش شعبان‌پور و همکاران (۱۳۹۸) و پژوهش حاضر تأثیرگذاری متوسطی دارند. در پژوهش تیموری و همکاران (۱۳۹۶)، که کوی ولیعصر شهر تبریز را مورد بررسی قرار دادند، همبستگی دسترسی به مسجد با قیمت مسکن معکوس است؛ درحالی‌که در منطقه دو تبریز بدون تأثیر است.

پیشنهادها

- شبکه‌های عصبی دارای انواع مختلفی هستند که در این پژوهش به‌لحاظ ماهیت و روش تحقیق از شبکه‌عصبی پرسپترون چندلایه استفاده شد. با این حال به‌دلیل گستردگی شبکه‌های عصبی، پیشنهاد می‌شود شبکه‌های عصبی مختلف با الگوریتم‌های یادگیری مختلف نیز مورد بررسی قرار گیرد تا مطلوب‌ترین شبکه‌ای که بتواند با مقدار معین ورودی، دقیق‌ترین خروجی را محاسبه کند، انتخاب شود.

منابع

- صادقی، سیدکمال؛ رحمان خوشاخلاق؛ مصطفی عمادزاده؛ رحیم دلالی اصفهانی؛ مهدی نفر (۱۳۸۷). تأثیر آلودگی هوا بر ارزش مسکن (مطالعه موردی: کلان شهر تبریز)، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، سال ۱۲، شماره ۳۷، صفحات ۱۹۲-۱۷۱.
<https://www.sid.ir/Fa/Journal/ViewPaper.aspx?id=92896>
- مرکز آمار ایران (۱۳۹۴). سالنامه آماری استان آذربایجان شرقی.
https://www.amar.org.ir/Portals/0/Files/fulltext/1394/n_salname_keshvar_94.pdf
- مهندسان مشاور نقش محیط (۱۳۹۰). طرح عمران توسعه شهر تبریز؛ شناخت شهر، وزارت راه و شهرسازی، اداره کل راه و شهرسازی استان آذربایجان شرقی.
<http://nmoheet.com/FA/index.php>
- هاروی، دیوید (۱۳۸۲). عدالت اجتماعی و شهر، ترجمه محمدرضا حائری، فرخ حسامیان، بهروز منادی‌زاده، انتشارات شرکت پردازش و برنامه‌ریزی شهری.
<https://www.adinehbook.com/gp/product/9647943113>
- یزدانی، فردین؛ طهمورث الیاسی (۱۳۸۰). بررسی اقتصادی عرضه و تقاضای مسکن در مناطق شهری استان اصفهان، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان اصفهان، معاونت برنامه‌ریزی و هماهنگی.
- شهرداری منطقه دو تبریز، www.m2.tabriz.ir، تاریخ مراجعه: ۱۳۹۸/۱۱/۱۵.
- Alberto Díaz-Álvarez, Miguel Clavijo, Felipe Jiménez, Edgar Talavera, Francisco Serradilla (2018). Modelling the human lane-change execution behaviour through Multilayer Perceptrons and Convolutional Neural Networks, Transportation Research Part F, Vol.56. PP.134-148.
<https://doi.org/10.1016/j.trf.2018.04.004>
- Brito Paulo M. B. & Pereira Alfredo M. (2002). Housing and Endogenous Long-Term Growth, Journal of Urban Economics, Vol.51. PP.246-271.
<https://doi.org/10.1006/juec.2001.2244>
- اکبری، نعمت‌الله؛ رحمان خوشاخلاق؛ سارا مردی‌ها (۱۳۹۲). سنجش و ارزش‌گذاری عوامل مؤثر بر انتخاب مسکن با استفاده از روش انتخاب تجربی از دیدگاه خانوارهای ساکن در بافت فرسوده شهر اصفهان، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی. دانشگاه تربیت مدرس. سال ۱۳، شماره ۳، صفحات ۴۷-۱۹.
<https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=201933>
- امان‌پور، سعید؛ اسماعیل سلیمانی‌راد؛ لیلا کشتکار؛ صادق مختاری چلچله (۱۳۹۳). تخمین قیمت مسکن شهر اهواز با استفاده از شبکه عصبی، فصلنامه اقتصاد و مدیریت شهری، سال ۳، شماره ۹، صفحات ۵۷-۴۵.
<http://iueam.ir/article-1-105-fa.html>
- پورمحمدی، محمدرضا (۱۳۹۳). برنامه‌ریزی مسکن، انتشارات سمت.
<http://samta.samt.ac.ir/content/10806>
- تیموری، ایرج؛ نوید سلطان‌قیس؛ یاسر قلی‌زاده (۱۳۹۶). برآورد قیمت مسکن شهری با استفاده از تابع هدانیک و شبکه‌های عصبی مصنوعی، موردشناسی: کوی ولیعصر شهر تبریز، فصلنامه جغرافیا و آمایش شهری- منطقه‌ای، سال ۷، شماره ۲۲، صفحات ۵۶-۴۱.
10.22111/gaj.2017.2995
- خلیلی‌عراقی، سیدمنصور؛ الهام نوبهار (۱۳۹۰). پیش‌بینی قیمت مسکن در شهر تبریز: کاربرد مدل‌های قیمت هدانیک و شبکه عصبی مصنوعی، پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، معاونت امور اقتصادی وزارت امور اقتصادی و دارایی، سال ۱۹، شماره ۶۰، صفحات ۱۳۸-۱۱۳.
<http://qjerp.ir/article-1-189-fa.pdf>
- شعبان‌پور، زهرا؛ اصغر شکرگزار؛ مریم جعفری مهرآبادی (۱۳۹۸). بررسی عوامل مؤثر بر قیمت مسکن (مطالعه موردی: شهر رشت)، فصلنامه آمایش محیط. دوره ۱۲، شماره ۴۶، صفحات ۸۲-۶۳.
<https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=490759>

- Nghiep Nguyen and Al Cripps (2001). Predicting Housing Value: A Comparison of Multiple Regression Analysis and Artificial Neural Networks, *Journal of Real Estate Research*, American Real Estate Society, Vol.22. Issue 3. PP. 313-336.
<https://ideas.repec.org/a/jre/issued/v22n32001p313-336.html>
- Snehashish Chakraverty and Susmita Mall (2017). *Artificial Neural Networks for Engineers and Scientists Solving Ordinary Differential Equations*, CRC Press.
<https://www.semanticscholar.org/paper/Artificial-Neural-Networks-for-Engineers-and-Chakraverty-Mall/8724ef686097d3d6fd883913d28701e8f9ea216d>
- Subana Shanmuganathan & Sandhya Samarasinghe (2016). *Artificial Neural Network Modelling*, Springer International Publishing.
<https://www.springer.com/gp/book/9783319284934>
- Vincenza Chiarazzo, L.Caggiani, M. Marinelli, M.Ottomanelli (2014). A Neural Network based model for real estate price estimation considering environmental quality of property location, *Journal of Transportation Research Procedia*, Vol.3. PP. 810 – 817.
<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2014.10.067>.
- Cozmei, Cătălina; Onofrei Muler (2012). Impact of Property Taxes on Commercial Real Estate Competition in Romania, *Journal of Procedia Economics and Finance*, Vol3. PP. 604-610.
- Charles Leung (2004). Macroeconomics and housing: a review of the literature, *Journal of Housing Economics*, Vol.13. PP. 249–267.
<https://doi.org/10.1016/j.jhe.2004.09.002>.
- G. Naga Satish, Ch. V. Raghavendran, M.D. Sugnana Rao, Ch.Srinivasulu (2018). House Price Prediction Using Machine Learning, *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, Vol.8. Issue 9. PP. 717-722. DOI:10.35940/ijitee.I7849.078919
<https://www.ijitee.org/wp-content/uploads/Souvenir-Volume-8-Issue-9-July-2019.pdf>
- Gayle Cain (2017). *Artificial Neural Networks: New Research*, Nova Science Pub Inc.
- Hassan Selim (2009). Determinants of House Prices in Turkey: Hedonic Regression versus Artificial Neural Network, *Journal of Expert Systems with Applications*, Vol.36. Issue 2. Part 2. PP. 2843-2852.
<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2008.01.044>.
- Kelvin J. Lancaster (1966). A New Approach to Consumer Theory, *Journal of Political Economy*, Vol. 74. No. 2. PP. 132-157.
<https://doi.org/10.1086/259131>.
- Kim Kabsung & Park Juyoung (2005). Segmentation of the housing market and its determinants: Seoul and its neighbouring new towns in Korea, *Australian Geographer*, Vol. 36. Issue 2. PP. 221-232.
<https://doi.org/10.1080/00049180500150019>.
- Mabrouk Hamadache, Othmane Benkortbi, Salah Hanini, Abdeltif Amrane (2017). Application of multilayer perceptron for prediction of the rat acute toxicity of insecticides, *Energy Procedia*, Vol.139. PP. 37-42.
<https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.11.169>.