The University of Tehran Press

Town & Country Planning

Home Page: https://jtcp@ut.ac.ir

Online ISSN: 2423-6268

Forecasting the price of residential units in District 5 of Tehran Municipality, considering the fluctuations of the currency market

Saeed Zali[1] | Parham Pahlavani[2*] | Behnaz Bigdeli[3]

1. Department of GIS, School of Surveying and Geospatial Engineering, College of Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran. Email: saeed.zali@ut.ac.ir
2. Corresponding Author, Department of GIS, School of Surveying and Geospatial Engineering, College of Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran. Email: pahlavani@ut.ac.ir
3. Faculty of Civil Engineering, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran. Email: bigdeli@shahroodut.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article History:
Received December 05, 2023
Revised January 06, 2024
Accepted February 05, 2024
Published online 27 April 2024

Keywords:
Spatial governance system,
Spatial planning,
Organizational culture,
Strategic leadership,
Iran.

ABSTRACT

Housing prices are one of the indicators that identify the factors affecting it and could help to increase the efficiency of plans and to present housing planning strategies and policies. Despite many exchange rate fluctuations in recent years, there is a need to create a model that pays attention to the economic factors affecting housing prices in addition to the ordinary housing features. Since the housing price modeling is one of the issues that has a spatial component, therefore, in presenting the model related to housing prices, its location should also be considered. Therefore, in this study, the analysis of the spatial distribution of housing prices in district 5 of Tehran municipality and the factors affecting that have been investigated. In this regard, housing sales data in this region in 2018, 2019, and 2020 have been used to model housing prices. The research results have been obtained by the Multiscale Geographically Weighted Regression (MGWR) method, which provided better results compared to those by both the Geographically Weighted Regression (GWR) and Ordinary Least Squares (OLS) methods. The adjusted coefficient of determination in OLS, GWR, and MGWR algorithms was obtained equal to 0.762, 0.821, and 0.853, respectively. The MGWR method is one of the methods that can model the spatial heterogeneity of housing price data. According to the results, the exchange rate variable (dollar price) has the greatest impact on housing price modeling.

Cite this article: Zali, S.; Pahlavani, P. & Bigdeli, B. (2024). Forecasting the price of residential units in District 5 of Tehran Municipality, considering the fluctuations of the currency market. *Town and Country Planning*.16 (1), 37-50. Doi: 10.22059/jtcp.2023.358484.670388

© Saeed Zali, Parham Pahlavani, Behnaz Bigdeli **Publisher:** University of Tehran Press.
DOI: http//doi.org/10.22059/jtcp.2023.358484.670388

انتشارات دانشگاه تهران

آمایش سرزمین

سایت نشریه: https://jtcp@ut.ac.ir/

شاپا الکترونیکی: ۶۲۶۸-۲۴۲۳

ارزیابی و تحلیل قیمت واحدهای مسکونی منطقهٔ ۵ شهرداری تهران با در نظر گرفتن نوسانات بازار ارز

سعید زالی[۱] | پرهام پهلوانی[۲*] | بهناز بیگدلی[۳]

۱. گروه مهندسی سیستم اطلاعات مکانی، دانشکدهٔ مهندسی نقشه‌برداری و اطلاعات مکانی، دانشکدگان فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: aeed.zali@ut.ac.ir

۲. نویسندهٔ مسئول، گروه مهندسی سیستم اطلاعات مکانی، دانشکدهٔ مهندسی نقشه‌برداری و اطلاعات مکانی، دانشکدگان فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: Pahlavani@ut.ac.ir

۳. دانشکدهٔ مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران. رایانامه: bigdeli@shahroodut.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخ‌های مقاله:
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۰۸
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۲/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۳۰
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۲/۰۸

کلیدواژه:
تهران،
رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی،
رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی چندمقیاسه،
قیمت مسکن،
منطقهٔ ۵.

چکیده

قیمت مسکن یکی از شاخص‌هایی است که شناخت عوامل مؤثر بر آن برای افزایش کارایی طرح‌ها و ارائهٔ راهبردها و سیاست‌های برنامه‌ریزی مسکن کمک شایانی می‌کند. با وجود نوسان‌های فراوان نرخ ارز در سال‌های اخیر لزوم استفاده از مدلی که در آن علاوه بر ویژگی‌های مسکن به عوامل اقتصادی تأثیرگذار بر قیمت مسکن از جمله نرخ ارز توجه شود بیش از پیش احساس می‌شود. از آنجا که مدل‌سازی قیمت مسکن از جمله مسائلی است که دارای مؤلفهٔ مکانی است باید در ارائهٔ مدل مربوط به قیمت مسکن به مکان قرارگیری آن نیز توجه شود. از این رو در این پژوهش تحلیل پراکنش فضایی قیمت مسکن در منطقهٔ ۵ شهرداری تهران و عوامل مؤثر بر آن بررسی شده است. در این زمینه از داده‌های خرید و فروش مسکن در این منطقه در بازهٔ سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ برای مدل‌سازی قیمت مسکن استفاده شده است. نتایج تحقیقات با استفاده از روش رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی چندمقیاسه (MGWR: Multiscale Geographically Weighted Regression) به دست آمده است که در قیاس با روش‌های رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی (GWR: Geographically Weighted Regression) و حداقل مربعات معمولی (OLS: Ordinary Least Squares) نتایج بهتری را ارائه کرد. میزان ضریب تعیین تعدیل‌شده در الگوریتم‌های OLS و GWR و MGWR به ترتیب برابر با ۰/۷۶۲ و ۰/۸۲۱ و ۰/۸۵۳ حاصل شد. در این زمینه روش MGWR توانست ناهمگونی‌های فضایی موجود در داده‌های قیمت مسکن را مدل‌سازی کند. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده متغیر نرخ ارز (قیمت دلار) بیشترین تأثیر را در مدل‌سازی قیمت مسکن دارد.

استناد: زالی، سعید؛ پهلوانی، پرهام و بیگدلی، بهناز (۱۴۰۳). ارزیابی و تحلیل قیمت واحدهای مسکونی منطقهٔ ۵ شهرداری تهران با در نظر گرفتن نوسانات بازار ارز. *آمایش سرزمین*، ۱۶ (۱) ۳۷-۵۰.

DOI: http//doi.org/10.22059/jtcp.2023.358484.670388

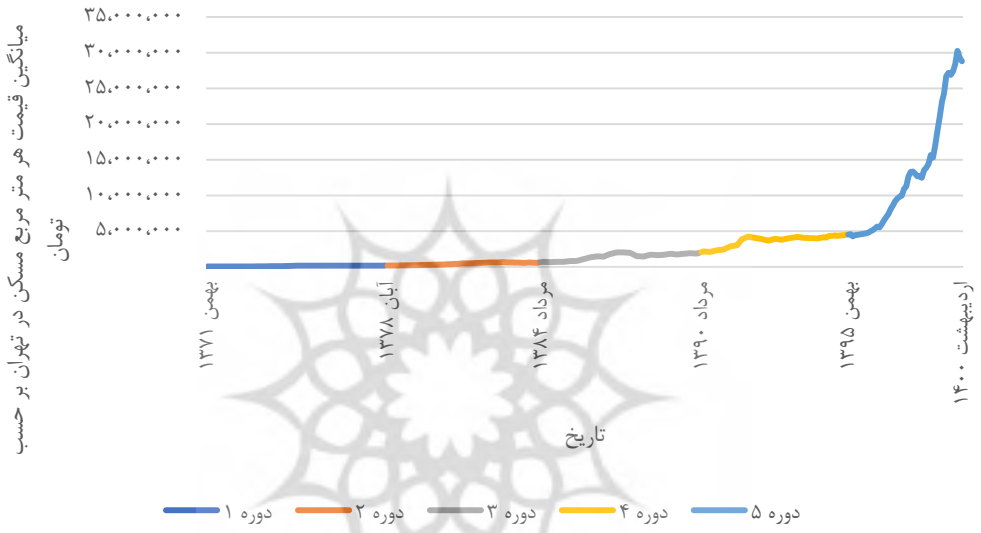
© سعید زالی، پرهام پهلوانی، بهناز بیگدلی

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

DOI: http//doi.org/10.22059/jtcp.2023.358484.670388

بیان مسئله

بازار مسکن در ایران از دو جنبهٔ اقتصاد کلان و تأمین مسکن حائز اهمیت است. زیرا به دلیل ارتباط صنعت ساختمان با صنایع بالادستی و پایین‌دستی رونق در بخش مسکن موجب رونق اقتصادی کشور می‌شود. از طرفی مهم‌ترین بخش هزینهٔ اکثر خانوارهای ایرانی معطوف به هزینهٔ مسکن است. در بازار مسکن راکد حال حاضر ایران عدم توانایی خرید مسکن از سوی خریداران واقعی و تناسب نداشتن تسهیلات مسکن با قیمت آن، بالا رفتن ناگهانی قیمت مسکن و نرسیدن خریداران به نرخ مسکن، عوامل سیاسی، نبود بازارهای سرمایه‌گذاری مشابه در ایران، و هجوم سرمایه‌های سرگردان به این بازار از دلایل اصلی رکود هستند. به طور کلی در بازارهای مالی که بازار مسکن هم جدا از آن‌ها نیست این متقاضیان و تقاضاها هستند که روی دوره‌های رونق و رکود اثر می‌گذارند و همیشه این مقدار تقاضاست و نه میزان عرضه که موجب بالا رفتن و پایین آمدن قیمت می‌شود (ملکی، ۱۳۹۵: ۲۶). دوره‌های رونق و رکود در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱. دوره‌های رونق و رکود[1]

اکثر این افراد افزایش نرخ ارز و نوسانات فراوان آن را توجیه خود برای افزایش قیمت در حوزهٔ مسکن و فروش آن به قیمتی بالاتر از ارزش واقعی آن می‌دانند. بنابراین با در نظر گرفتن عوامل اقتصادی تأثیرگذار بر قیمت مسکن، از جمله نرخ ارز، ارائهٔ مدل مناسبی که بتواند با وجود نوسان‌های فراوان موجود در بازار ارز به مدل‌سازی قیمت مسکن بپردازد بیش از پیش احساس می‌شود. موقعیت یک ملک مسکونی در یک شهر به طور مستقیم بر قیمت بازار آن تأثیر می‌گذارد. هر مکان نشان‌دهندهٔ مقادیر متفاوتی در متغیرهایی مانند دسترسی به بزرگراه‌ها، سطح اجتماعی‌ـ اقتصادی، و غیره است. علاوه بر این، آن مکان بر انتخاب و قیمت پیشنهادی هر ملک مسکونی تأثیر دارد. توسعهٔ هوش مصنوعی به ما اجازه می‌دهد تا از ابزارهای جایگزین روش‌های سنتی مدل‌سازی اقتصادسنجی استفاده کنیم (Fernandez-Duran et al., 2011: 1).

در مقالهٔ حاضر برای اینکه یکی از دوره‌های رونق و رکود بازار مسکن مدل‌سازی شود از داده‌های خرید و فروش مسکن در منطقهٔ ۵ شهرداری تهران در فاصلهٔ سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ استفاده شده است. این منطقه با مساحت تقریبی ۵۴/۲۸۰ کیلومتر مربع و جمعیتی بالغ بر ۸۵۶۵۶۵ نفر در شمال غربی تهران واقع شده است.

هدف این پژوهش پاسخگویی به سؤالات زیر است:

۱. توزیع فضایی قیمت مسکن در منطقهٔ ۵ شهرداری تهران به چه صورت است؟
۲. استفاده از نرخ ارز به عنوان متغیر مستقل در مدل‌سازی قیمت مسکن به چه میزان دقت مدل‌سازی را بالا می‌برد؟

1. https://www.jadvalzarb.com/Base/Tools_127

پیشینهٔ تجربی تحقیق

ارزش ملک مسکونی به بسیاری از خصوصیات فیزیکی ملک و موقعیت مکانی مرتبط با آن بستگی دارد. متغیرهایی مانند مناظر، پارک‌ها، مدارس، خدمات اجتماعی، سطوح ایمنی و زیرساخت‌های شهری موجود، حمل‌ونقل، مراکز بهداشتی، و مراکز آموزشی ویژگی‌هایی هستند که بر ارزش ملک مسکونی تأثیر می‌گذارند (Fernandez-Duran et al., 2011: 1). از آن به بعد تحقیقات متعددی در ارتباط با قیمت مسکن انجام شد که از جملهٔ آن‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

سیسمان و آیدین‌اوغلو (۲۰۲۲) با استفاده از ۲۸ متغیر مستقل شامل ویژگی‌های فیزیکی مسکن، موقعیت ملک، و ویژگی‌های مرتبط با محلهٔ هر ملک به مدل‌سازی قیمت مسکن در ناحیهٔ پندیک از شهر استانبول پرداختند. آن‌ها در این مدل‌سازی از روش‌های حداقل مربعات معمولی، مدل تأخیر مکانی، مدل خطای مکانی، رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی، و رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی چندمقیاسه استفاده کردند. نتایج این مدل‌سازی نشان داد مدل‌های محلی عملکرد بهتری در مقایسه با مدل‌های جهانی دارند (Sisman et al., 2022: 1).

موحد و شیخی (۱۳۹۹) با استفاده از ۱۳ متغیر مستقل که بیشتر ویژگی‌های فیزیکی مسکن و موقعیت و دسترسی‌ها را شامل می‌شود به بررسی تأثیر گسترش حمل‌ونقل عمومی بر قیمت مسکن در محلات کسری، ۲۲ بهمن، شهرک مسکن، و معلم‌شهر کرمانشاه پرداختند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد بین دسترسی به حمل‌ونقل عمومی و قیمت مسکن رابطهٔ مستقیم وجود دارد (موحد و شیخی، ۱۳۹۹: ۱).

رضائیان و همکارانش (۱۳۹۸) به بررسی عوامل تعیین‌کنندهٔ اجارهٔ مسکن در شهر ایلام با رویکرد اقتصادسنجی فضایی پرداختند. آن‌ها در این پژوهش دریافتند که اثر متغیر وابستهٔ فضایی بر اجاره‌بها کاملاً معنادار و مثبت است (رضائیان و همکاران، ۱۳۹۸: ۱).

نیک‌پور (۱۳۹۷) با مطالعهٔ ۳۳۰ نمونه در شهر بابلسر به بررسی تأثیر عامل‌های نزدیکی به خط ساحلی و فاصله از مرکز شهر پرداخت. او با استفاده از روش GWR نشان داد با فاصله گرفتن از ساحل و نزدیک شدن به محله‌های جنوبی شهر قیمت زمین کاهش می‌یابد (نیک‌پور و همکاران، ۱۳۹۷: ۱).

شهابیان و همکارانش (۱۳۹۶) به بررسی رابطهٔ بین تراکم ساختمانی با قیمت زمین در منطقهٔ ۱ شهر تبریز پرداختند. آن‌ها در این پژوهش دریافتند که بین قیمت زمین و تراکم ساختمانی رابطهٔ مثبت و مستقیم وجود دارد. بنابراین هر چه قیمت زمین در یک ناحیه بیشتر باشد پیمانکاران برای جبران این قیمت به ارتفاع ساختمان‌ها و تعداد واحدها می‌افزایند که منجر به افزایش تراکم ساختمانی و تراکم جمعیت خواهد شد (شهابیان، ۱۳۹۶: ۱).

در مجموع در تحقیقاتی که در ایران در زمینهٔ مدل‌سازی قیمت مسکن انجام شده غالباً از روش GWR استفاده شده است و طی مطالعات انجام‌شده تا کنون در هیچ مقاله‌ای از روش MGWR در برآورد قیمت مسکن استفاده نشده است. لزوم استفاده از این روش از آنجا مشخص می‌شود که تأثیر بعد فضا را می‌توان برای هر یک از متغیرها در برآورد قیمت مسکن به صورت جداگانه مورد بررسی قرار داد.

پیشینهٔ نظری تحقیق

روش توسعهٔ فضایی اولین مدل رگرسیونی بود که با توجه به ناهمگنی فضایی توسط کاستی (۱۹۷۲) ارائه شد. نقطه‌ضعف این مدل روش تعیین نوع رابطهٔ پارامترها با مختصات مکانی مشاهدات است (سوری، ۱۳۹۰: ۱). بعد از آن مدل‌های مختلفی توسعه داده شد که محبوب‌ترین آن‌ها مدل رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی است که در سال‌های اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته و مدل‌های مختلفی بر مبنای آن توسعه داده شده است (Huang et al., 2010: 1). نقطه‌ضعف این روش در نظر گرفتن پهنای باند یکسان برای همهٔ متغیرهای مورد استفاده در مدل‌سازی است.

در مدل‌سازی قیمت مسکن تأثیر بعضی از متغیرها در مکان‌های مختلف متفاوت است؛ مانند متغیر نزدیکی به اماکن تفریحی و تجاری. درحالی‌که تأثیر سایر متغیرها در سرتاسر منطقهٔ مورد مطالعه یکسان است. از این رو براوندسدون با استفاده از روش

پس‌تناسب (Stone, 1986: 1) روش رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی ترکیبی را ارائه کرد. با استفاده از این روش ضرایب متغیرهای محلی و جهانی به صورت جداگانه به دست می‌آیند (Brunsdon et al., 1999: 1). این روش برای متغیرهای مورد استفاده در مدل‌سازی پهنای باند مکانی یکسانی استفاده می‌کند؛ درحالی‌که تأثیر مقیاسی متغیرها یکسان نیست. بنابراین فادرینگهام با معرفی الگوریتم رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی چندمقیاسه تأثیر مقیاسی متفاوت موجود در متغیرها را نیز مدل‌سازی کرد (Fotheringham et al., 2017: 1).

محدوده و قلمرو مورد مطالعه

منطقهٔ ۵ به لحاظ جغرافیایی در ضلع شمالی و شمال غربی پایتخت واقع شده است و به عبارتی می‌توان گفت جزء مناطق ۲۲گانهٔ شهر تهران است که از امکانات و دسترسی‌های بسیار خوبی برخوردار است. این منطقه به بزرگراه‌های مهمی همچون همت، حکیم، آبشناسان، باکری، ستاری، شیخ فضل‌الله، لشگری، اشرفی اصفهانی، و جناح دسترسی بسیار خوبی دارد. منطقهٔ ۵ پایتخت به پهنهٔ توسعهٔ شهر شهرت دارد و بعد از انقلاب به دلایل زیاد از جمله ازدیاد جمعیت و مهاجرت مردم از مناطق مرکزی و جنوبی به این منطقه با افزایش جمعیت روبه‌رو شد. سرعت رشد این منطقه در سال‌های بعد از انقلاب نشان‌دهندهٔ میل زیاد سکونت مردم در این منطقه بود. این منطقه به دلیل قرارگیری در کوهپایه از آب‌وهوای سرد و کوهستانی برخوردار است و دارای سرانهٔ فضای سبز مطلوبی است (حاتمی‌نژاد، ۱۳۹۳: ۵).

روش و ابزار تحقیق

روش رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی تعمیم‌یافته روش کمترین مربعات معمولی است. این روش به صورت رابطهٔ ۱ بیان می‌شود (Huang et al., 2010: 3):

$$Y_i = \beta_0(u_i,v_i) + \sum_k \beta_k(u,v)X_{ik} + \varepsilon_i \qquad (۱)$$

همچنین پارامتر $\hat{\beta}_i$ با استفاده از مدل حداقل مربعات به صورت رابطهٔ ۲ به دست می‌آید (Liu et al., 2016: 4):

$$\hat{\beta}_i(u_i,v_i) = (X'W(u_i,v_i)X)^{-1}X'W(u_i,v_i)y_i \qquad (۲)$$

در این رابطه $W(u_i,v_i)$ به ترتیب مختصات iامین نقطهٔ مرجع و $\beta_k(u_i,v_i)$ مقداری تحقق‌یافته از تابع پیوسته $\beta_k(u,v)$ در نقطهٔ i است.

مقادیر برآوردشده نیز از رابطهٔ ۳ به دست می‌آید (Liu et al., 2016: 5):

$$\hat{y} = \begin{bmatrix} \hat{y_1} \\ \hat{y_2} \\ \dots \\ \hat{y_n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (X_1'W(u_1,v_1)X)^{-1}X'W(u_1,v_1) \\ (X_2'W(u_2,v_2)X)^{-1}X'W(u_2,v_2) \\ \dots \\ (X_3'W(u_3,v_3)X)^{-1}X'W(u_3,v_3) \end{bmatrix} y \qquad (۳)$$

در رابطهٔ ۳ X ماتریس مشاهدات، y بردار پاسخ و W یک ماتریس قطری است که درایه‌های روی قطر اصلی آن وزن‌داده‌شده به هر مشاهده در برآورد مدل برای نقطهٔ iام هست که از رابطهٔ ۴ به دست می‌آید (Liu et al., 2016: 5):

$$W_{ij} = \exp(\frac{-d_{ij}^2}{h^2}) \qquad (۴)$$

که در این رابطه h بیانگر پهنای باند مکانی[1] است.

1. spatial bandwidth

مدل رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی چندمقیاسه اولین بار توسط فادرینگهام در سال ۲۰۱۷ ارائه شد که به صورت رابطهٔ ۵ بیان می‌شود (Fotheringham et al., 2017: 4):

$$y_i = \sum_{j=0}^{m} \beta_{bwj}(u_i, v_i)x_{ij} + \varepsilon_i \quad (۵)$$

در رابطهٔ ۵، bwj در β_{bwj} نشان‌دهندهٔ پهنای باند مورد استفاده برای کالیبراسیون رابطهٔ شرطی jام است.

الگوریتم پس‌تناسب[1] که لگاریتم تابع درست‌نمایی[2] را بیشینه می‌کند معمولاً برای کالیبراسیون مدل‌های جمعی تعمیم‌یافته[3] استفاده می‌شود (Buja et al., 1989: 26). از آنجا که مدل MGWR بر اساس مدل GAM است از این الگوریتم برای کالیبراسیون مدل MGWR نیز استفاده می‌شود. بر اساس منطق مدل جمعی تعمیم‌یافته $\beta_{bwj}(u_i, v_i)x_{ij}$ در رابطهٔ ۱ به صورت تابع نامعلوم fj در مدل GAM تعریف می‌شود. بنابراین رابطهٔ ۱ را به صورت رابطهٔ ۶ می‌توان بازنویسی کرد (Fotheringham et al., 2017: 5):

$$y = \sum_{j=0}^{m} f_j + \varepsilon \quad (۶)$$

ایدهٔ پایهٔ روش پس‌تناسب کالیبره کردن هر عبارت (fj) با استفاده از هموارساز و معلوم فرض کردن عبارت‌های دیگر است. در مدل MGWR گوسی[4] هموارساز طبق رابطهٔ ۵ و برابر با برآوردگر روش GWR تعریف می‌شود. در روش MGWR باید داده‌ها نرمال‌سازی شوند. در غیر این صورت پهنای باندهای حاصل از این روش تحت تأثیر مقیاس و پراکندگی هر یک از متغیرهای وابسته قرار می‌گیرند (Fotheringham et al., 2017: 1).

اوشان[5] و همکارانش (۲۰۱۹) با استفاده از زبان برنامه‌نویسی پایتون کتابخانه‌ای به نام mgwr توسعه دادند و در آن به اجرای روش رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی چندمقیاسه پرداختند.

معیار اصلی اتخاذشده برای مقایسهٔ مدل‌های OLS و GWR و MGWR ضریب تعیین تعدیل‌شده[6] است. با این حال به منظور بررسی تفاوت آماری بین این مدل‌ها از آزمون مک‌نمار[7] که بر اساس آمارهٔ آزمون نرمال استاندارد است نیز استفاده شد. این آزمون از رابطهٔ ۷ به دست می‌آید (Foody, 2004: 4):

$$Z_{12} = \frac{f_{12} - f_{21}}{\sqrt{f_{12} + f_{21}}} \quad (۷)$$

در این رابطه، Z_{12} تفاوت آماری بین دقت مدل‌های پیش‌بینی اول و دوم را بیان می‌کند. f_{12} بیانگر تعداد نمونه‌هایی است که توسط مدل اول به‌درستی و توسط مدل دوم به‌اشتباه طبقه‌بندی شده است. به بیان دیگر در صورتی که تفاوت بین مقدار پیش‌بینی‌شده و مقدار واقعی از حد آستانهٔ درنظرگرفته‌شده کوچک‌تر باشد درست و در غیر این صورت غلط تلقی خواهد شد (زالی، ۱۴۰۲: ۷).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

نوع پژوهش حاضر کاربردی است. معاملات ثبت‌شدهٔ خرید و فروش مسکن آپارتمانی منطقهٔ ۵ شهرداری تهران در سامانهٔ ثبت

1. back-fitting algorithm
2. likelihood function
3. generalized additive models (GAM)
4. Gaussian
5. Oshan
6. adjusted r-squared
7. McNemar's Test

معاملات املاک و مستغلات کشور متعلق به وزارت راه و شهرسازی در بازهٔ زمانی ماه‌های اردیبهشت، مرداد، آبان، و بهمن سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ جامعهٔ آماری استفاده‌شده در آن است. اطلاعات جمع‌آوری‌شده در مجموع شامل ۷۴۶۴ مشاهده است. پس از پیش‌پردازشی که روی مشاهدات صورت گرفت، تعداد آن‌ها به ۷۱۳۹ مشاهده کاهش یافت.

به منظور وارد کردن موقعیت جغرافیایی معاملات صورت‌گرفته در سیستم اطلاعات جغرافیایی از آدرس ثبت‌شده برای هر نمونه و نقشهٔ آن‌لاین شهر تهران موجود در سامانهٔ بلد، به نشانی balad.ir، استفاده شد. محل قرارگیری هر ملک به وسیلهٔ مختصات طول و عرض آن در نقشهٔ مختصات‌دارشده در مرحلهٔ قبل قابل دستیابی است. از این مختصات در مدل‌های GWR و MGWR به منظور محاسبهٔ فاصلهٔ بین نمونه‌ها استفاده خواهد شد.

پس از بررسی مقالات پیشین و دسترسی به داده‌های مربوطه ۱۵ متغیر مستقل تأثیرگذار بر قیمت مسکن شناسایی شد که در جدول ۱ به آن‌ها اشاره شده است.

در تهیهٔ پایگاه دادهٔ مورد نظر وجود یا نبود هر یک از امکانات انباری و پارکینگ به ترتیب با اعداد ۱ و ۱- نشان داده شده است. از دیگر امکانات مؤثر در قیمت آپارتمان وجود آسانسور است؛ طوری که آپارتمانی بدون این امکانات به ازای هر طبقه از قیمت آن کاسته می‌شود. بنابراین در صورت وجود آسانسور افزایش هر طبقه سبب افزایش قیمت خواهد شد. برای انعکاس این مورد یک ستون به صورت حاصل‌ضرب طبقه در آسانسور (طبقه × آسانسور) به پایگاه داده اضافه شده است. همچنین به اسکلت‌های بتونی، بتونی- فلزی، و فلزی در متغیر نوع اسکلت مورد استفاده به ترتیب اعداد ۱ و ۲ و ۳ نسبت داده شده است. جدول ۲ جامعهٔ آماری داده‌های استفاده‌شده در مدل را نشان می‌دهد.

یافته‌های پژوهش

نتایج به‌دست‌آمده از مدل حداقل مربعات معمولی در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۱. متغیرهای استفاده‌شده در مدل‌سازی قیمت مسکن

متغیرهای استفاده‌شده	پیشینهٔ منابع	منبع استخراج داده‌ها
قیمت مسکن (متغیر وابسته)		وزارت راه و شهرسازی
قیمت دلار		
حاصل‌ضرب طبقه در آسانسور	(کوه‌پیما و همکاران، ۱۳۹۹: ۶)	
انباری	(کوه‌پیما و همکاران، ۱۳۹۹: ۶)	
پارکینگ	(کوه‌پیما و همکاران، ۱۳۹۹: ۶)	
مساحت واحد مسکونی	(صارمی و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۱)	
نوع اسکلت مورد استفاده	(Huang et al., 2010: 7)	
عمر بنا	(صارمی و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۱)	
مقدار ارزش استخراج‌شده از نقشهٔ بلوک‌های آماری تراکم جمعیت بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۵	(پیشگر و محمدی، ۱۳۹۹: ۴)	شهرداری تهران
فاصلهٔ اقلیدسی تا نزدیک‌ترین مرکز ورزشی	(سوری و منیری‌جاوید، ۱۳۹۰: ۱۲)	
فاصلهٔ اقلیدسی تا نزدیک‌ترین ایستگاه حمل‌ونقل شهری (ایستگاه‌های اتوبوس، تاکسی و مترو)	(Geng et al., 2011: 4)	
فاصلهٔ اقلیدسی تا نزدیک‌ترین مرکز درمانی	(Geng et al., 2011: 4)	
فاصلهٔ اقلیدسی تا نزدیک‌ترین مرکز صنعتی		
فاصلهٔ اقلیدسی تا نزدیک‌ترین مکان مذهبی	(سوری و منیری‌جاوید، ۱۳۹۰: ۱۲)	
فاصلهٔ اقلیدسی تا نزدیک‌ترین مرکز آموزشی	(Geng et al., 2011: 4)	
فاصلهٔ اقلیدسی تا نزدیک‌ترین گسل فعال و غیرفعال		
فاصلهٔ اقلیدسی تا نزدیک‌ترین فضای سبز	(صارمی و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۱)	
فاصلهٔ اقلیدسی تا نزدیک‌ترین بزرگراه	(صارمی و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۱)	

جدول ۲. پارامترها و قیمت آپارتمان‌ها در منطقهٔ مورد مطالعه

متغیر	میانگین	انحراف معیار	ماکزیمم	مینیمم
قیمت مسکن (میلیون تومان)	۱۵۲۲/۸۴۰	۸۷۵/۷۶۱	۴۹۵۰/۰۰۰	۲۰۰/۰۰۰
قیمت دلار (هزار تومان)	۱۳/۹۷۴	۴/۹۲۵	۲۹/۳۷۵	۵/۴۵۰
انباری	۰/۶۸۶	۰/۷۲۷	۱	−۱
پارکینگ	۰/۶۹۹	۰/۷۱۴	۱	−۱
مساحت واحد مسکونی	۸۸/۵۰۹	۲۹/۵۷۹	۲۶۰	۴۰
نوع اسکلت مورد استفاده	۱/۲۵۹	۰/۵۸۴	۳	۱
عمر بنا	۹/۰۹۵	۷/۸۵۶	۵۴	۰
تراکم جمعیت (جمعیت در هر هکتار)	۱۴۳/۰۳۹	۱۳۸/۵۳۲	۱۳۳۲/۸۶۰	۰
فاصلهٔ اقلیدسی تا نزدیک‌ترین ایستگاه حمل‌ونقل شهری (متر)	۳۴۰/۷۵۰	۲۰۰/۱۲۳	۱۱۲۸/۳۹۰	۳/۳۰۳
فاصلهٔ اقلیدسی تا نزدیک‌ترین مرکز ورزشی (متر)	۸۷۹/۱۴۳	۴۶۳/۳۳۵	۲۹۶۶/۴۵۰	۲/۵۸۵
فاصلهٔ اقلیدسی تا نزدیک‌ترین مرکز درمانی (متر)	۱۱۴۸/۲۸۰	۶۴۳/۸۵۱	۲۷۹۱/۶۸۰	۰
فاصلهٔ اقلیدسی تا نزدیک‌ترین مرکز صنعتی (متر)	۹۳۱/۲۱۸	۵۴۰/۱۶۶	۲۵۴۵/۹۹۰	۴/۳۶۱
فاصلهٔ اقلیدسی تا نزدیک‌ترین گسل فعال و غیرفعال (متر)	۲۷۶۴/۸۸۰	۱۹۰۱/۴۷۰	۷۸۳۷/۹۳۰	۰/۱۴۵
فاصلهٔ اقلیدسی تا نزدیک‌ترین مکان مذهبی (متر)	۷۳۱/۹۸۷	۳۸۳/۴۲۹	۱۷۴۲/۶۹۰	۸/۷۹۵
فاصلهٔ اقلیدسی تا نزدیک‌ترین مرکز آموزشی (متر)	۴۹۲/۱۳۰	۲۹۷/۷۰۴	۲۰۶۲/۹۹۰	۰
حاصل‌ضرب طبقه در آسانسور	۴/۶۲۸	۳/۵۳۰	۲۸	−۱۴

جدول ۳. نتایج آماری حاصل از مدل‌سازی قیمت مسکن با استفاده از روش OLS

متغیر	ضریب	مقدار آمارهٔ t	مقدار احتمال	مقدار VIF
مقدار ثابت	−۰/۰۰۱	−۰/۰۰۱	۱/۰۰۰	--
قیمت دلار	۰/۶۶۵	۱۱۱/۳۳۱	۰	۸/۰۰۹
انباری	۰/۰۱۰	۱/۷۰۷	۰/۰۸۸	۲/۰۹۶
پارکینگ	۰/۰۰۵	۰/۶۸۵	۰/۴۹۳	۲/۷۴۰
مساحت واحد مسکونی	۰/۵۷۴	۹۳/۴۰۶	۰	۸/۷۶۶
نوع اسکلت مورد استفاده	−۰/۰۱۱	−۱/۷۸۰	۰/۰۷۵	۵/۴۸۹
عمر بنا	−۰/۱۶۵	−۲۲/۳۹۱	۰	۳/۶۱۷
تراکم جمعیت	۰/۰۲۳	۳/۷۵۲	۰	۲/۳۳۲
فاصله از ایستگاه حمل‌ونقل شهری	−۰/۰۱۵	−۲/۳۷۹	۰/۰۱۷	۴/۴۹۱
فاصله از مرکز ورزشی	−۰/۰۳۰	−۴/۱۸۲	۰	۷/۰۳۸
فاصله از مرکز درمانی	−۰/۰۲۰	−۳/۲۴۹	۰/۰۰۱	۴/۳۰۸
فاصله از مرکز صنعتی	۰/۰۲۸	۳/۹۴۶	۰	۵/۱۳۲
فاصله از گسل	۰/۰۳۵	۴/۹۶۱	۰	۴/۶۴۹
فاصله از مکان مذهبی	۰/۰۱۱	۱/۴۸۲	۰/۱۳۸	۷/۳۲۷
فاصله از مرکز آموزشی	−۰/۰۰۹	−۱/۴۰۲	۰/۱۶۱	۵/۰۹۲
حاصل‌ضرب طبقه در آسانسور	۰/۰۱۴	۲/۱۰۴	۰/۰۳۵	۳/۴۴۱
مجموع مربعات باقی‌مانده			۱۶۹۹/۰۲۲	
مقدار ضریب تعیین تعدیل‌شده			۰/۷۶۲	

همان‌طور که در جدول مشاهده می‌شود، متغیرهای نرخ ارز (قیمت دلار)، مساحت واحد مسکونی، عمر بنا، تراکم جمعیت، فاصلهٔ اقلیدسی تا نزدیک‌ترین ایستگاه حمل‌ونقل شهری، فاصلهٔ اقلیدسی تا نزدیک‌ترین مرکز ورزشی، فاصلهٔ اقلیدسی تا نزدیک‌ترین مرکز درمانی، فاصلهٔ اقلیدسی تا نزدیک‌ترین مرکز صنعتی، فاصلهٔ اقلیدسی تا نزدیک‌ترین گسل و حاصل‌ضرب طبقه در آسانسور در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنادار هستند (p-value<۰/۰۵). رابطهٔ VIF<۹ برای همهٔ متغیرهای مستقل برقرار است. بنابراین همبستگی خطی بین متغیرهای مستقل وجود ندارد. دربارهٔ ضرایب و جهت تأثیر متغیرها بر مدل تعیین قیمت مسکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد باید گفت متغیر وابسته، یعنی قیمت مسکن، با متغیرهای قیمت دلار، مساحت واحد مسکونی، تراکم جمعیت، فاصله از مرکز

صنعتی، فاصله از گسل، و حاصل‌ضرب طبقه در آسانسور رابطهٔ مثبت و مستقیم و با متغیرهای عمر بنا، فاصلهٔ اقلیدسی تا نزدیک‌ترین ایستگاه حمل‌ونقل شهری، فاصله از مرکز ورزشی، و فاصله از مرکز درمانی رابطهٔ معکوس و منفی دارد.

از آنجا که در روش رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی به ازای هر یک از مقادیر مشاهده‌شده پارامترهای مدل محاسبه می‌شود، دامنهٔ تأثیرات هر یک از متغیرهای مستقل در جدول ۴ معرفی شده است. جهت تأثیر هر یک از متغیرها در مدل‌سازی قیمت مسکن در محدودهٔ مورد مطالعه با توجه به مقادیر میانه در هر متغیر مشخص می‌شود (صارمی و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۴). بنابراین بر اساس نتایج به‌دست‌آمده متغیرهای نرخ ارز (قیمت دلار) و مساحت واحد مسکونی با توجه به یکسان بودن جهت تأثیرگذاری در سراسر فضای مورد مطالعه نسبت به سایر متغیرهای استفاده‌شده در مدل از ناهمگونی فضایی کمتری برخوردارند.

با توجه به جدول ۳ و ۴، مجموع مربعات باقی‌مانده[1] و مقدار ضریب تعیین تعدیل‌شده با استفاده از روش رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی در قیاس با مدل حداقل مربعات معمولی به ترتیب به میزان ۵۲۰/۷۲۷ و ۰/۰۵۹ بهبود داده شده است.

همانند روش رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی، در روش رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی چندمقیاسه نیز به ازای هر یک از مقادیر مشاهده‌شده پارامترهای مدل محاسبه می‌شود. بنابراین دامنهٔ تأثیرات هر یک از متغیرهای مستقل در جدول ۵ معرفی شده است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده در سطح اطمینان ۹۵ درصد تنها متغیر حاصل‌ضرب طبقه در آسانسور در سراسر فضای مورد مطالعه جهت تأثیرگذاری آن یکسان است.

با توجه به جدول ۴ و ۵، مجموع مربعات باقی‌مانده و مقدار ضریب تعیین تعدیل‌شده با استفاده از روش رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی چندمقیاسه در قیاس با مدل رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی به ترتیب به میزان ۳۱۴/۰۶۹ و ۰/۰۳۲ بهبود داده شده است.

همان‌طور که پیش‌تر نشان داده شد، مدل‌های GWR و MGWR نسبت به مدل OLS از نظر شاخص‌های مجموع مربعات باقی‌مانده و ضریب تعیین تعدیل‌شده عملکرد بهتری داشتند. اما همچنان لازم است از منظر آماری عملکرد مدل MGWR در قیاس با مدل‌های GWR و OLS بررسی شود. بدین منظور از آزمون مک‌نمار برای بررسی تفاوت بین مدل MGWR با مدل‌های GWR و OLS استفاده شد. با فرض اینکه اگر تفاوت بین قیمت پیش‌بینی‌شده و مقدار واقعی از حد آستانهٔ درنظرگرفته‌شده بیشتر نباشد درست در نظر گرفته می‌شود، مقدار Z بین هر جفت مدل پیش‌بینی با استفاده از رابطهٔ ۶ به دست می‌آید. دو حد آستانهٔ ۰/۱ درصد و ۰/۵ درصد در نظر گرفته شده و نتایج در جدول ۶ آورده شده است.

جدول ٤. نتایج آماری حاصل از GWR

متغیر	حداقل	انحراف معیار	میانه	میانگین	حداکثر
مقدار ثابت	-۹/۴۴۳	۲/۱۷۴	-۰/۰۰۵	۰/۰۰۱	۱۳/۰۸۲
قیمت دلار	۰/۴۸۵	۰/۰۸۱	۰/۶۸۲	۰/۶۷۴	۰/۸۷۶
انباری	-۰/۱۴۸	۰/۰۴۵	-۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۱۳۳
پارکینگ	-۰/۱۲۰	۰/۰۴۳	-۰/۰۱۵	-۰/۰۰۹	۰/۱۲۷
مساحت واحد مسکونی	۰/۳۵۶	۰/۰۸۹	۰/۵۴۶	۰/۵۴۴	۰/۷۹۱
نوع اسکلت مورد استفاده	-۰/۱۱۷	۰/۰۳۸	-۰/۰۱۰	-۰/۰۰۵	۰/۰۹۲
عمر بنا	-۰/۳۴۹	۰/۰۷۷	-۰/۱۸۷	-۰/۱۸۶	۰/۰۵۲
تراکم جمعیت	-۰/۲۴۶	۰/۰۹۱	-۰/۰۰۱	-۰/۰۰۱	۰/۳۹۰
فاصله از ایستگاه حمل‌ونقل شهری	-۰/۴۲۰	۰/۱۱۶	۰/۰۲۸	۰/۰۲۸	۰/۳۹۲
فاصله از مرکز ورزشی	-۱/۹۶۸	۰/۳۷۸	-۰/۰۳۰	-۰/۰۶۹	۱/۵۷۶
فاصله از مرکز درمانی	-۳/۵۸۸	۰/۸۵۲	۰/۰۵۳	۰/۰۴۹	۳/۱۵۱
فاصله از مرکز صنعتی	-۱/۳۱۹	۰/۳۸۹	-۰/۰۳۱	-۰/۰۴۷	۱/۵۰۴
فاصله از گسل	-۸/۶۹۸	۱/۸۴۷	-۰/۱۸۷	-۰/۳۳۴	۹/۱۵۸
فاصله از مکان مذهبی	-۱/۸۷۲	۰/۳۰۴	-۰/۰۰۷	-۰/۰۱۷	۱/۸۹۲
فاصله از مرکز آموزشی	-۱/۶۶۳	۰/۲۴۲	-۰/۰۲۱	-۰/۰۳۲	۰/۹۸۳
حاصل‌ضرب طبقه در آسانسور	-۰/۱۰۱	۰/۰۵۱	۰/۰۳۸	۰/۰۳۲	۰/۲۳۴
مجموع مربعات باقی‌مانده				۱۱۷۸/۲۹۵	
مقدار ضریب تعیین تعدیل‌شده				۰/۸۲۱	

1. residual sum of squares (RSS)

جدول ۵. نتایج آماری حاصل از MGWR

متغیر	حداقل	انحراف معیار	میانه	میانگین	حداکثر
مقدار ثابت	-۶/۳۶۸	۱/۷۱۶	-۰/۰۱۷	-۰/۰۷۷	۶/۱۱۷
قیمت دلار	-۰/۲۱۱	۰/۱۵۹	۰/۶۵۹	۰/۶۷۱	۱/۴۲۱
انباری	-۰/۰۹۴	۰/۰۳۷	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۱۰۵
پارکینگ	-۰/۰۱۴	۰/۰۰۱	-۰/۰۱۲	-۰/۰۱۲	-۰/۰۰۹
مساحت واحد مسکونی	-۰/۳۱۰	۰/۱۷۲	۰/۵۳۵	۰/۵۳۴	۱/۲۱۸
نوع اسکلت مورد استفاده	-۰/۰۰۶	۰/۰۰۱	-۰/۰۰۲	-۰/۰۰۲	۰/۰۰۱
عمر بنا	-۰/۳۷۲	۰/۰۷۱	-۰/۱۷۳	-۰/۱۷۵	۰/۰۲۲
تراکم جمعیت	-۰/۲۸۵	۰/۰۹۵	۰/۰۱۱	۰/۰۰۵	۰/۳۲۹
فاصله از ایستگاه حمل‌ونقل شهری	-۰/۱۳۵	۰/۱۸۲	۰/۰۶۶	۰/۱۲۸	۰/۶۲۶
فاصله از مرکز ورزشی	-۱/۳۴۶	۰/۳۴۹	-۰/۰۷۸	-۰/۰۸۴	۰/۷۷۷
فاصله از مرکز درمانی	-۲/۲۵۳	۰/۷۹۰	۰/۲۵۱	۰/۱۱۷	۱/۹۷۰
فاصله از مرکز صنعتی	-۰/۹۷۳	۰/۳۵۷	-۰/۰۰۱	-۰/۰۲۴	۰/۸۹۹
فاصله از گسل	-۶/۰۵۰	۱/۵۵۶	-۰/۲۸۳	-۰/۵۸۶	۲/۷۱۳
فاصله از مکان مذهبی	-۰/۲۴۹	۰/۲۰۶	۰/۰۴۱	۰/۰۶۳	۰/۶۲۰
فاصله از مرکز آموزشی	-۰/۶۲۰	۰/۲۴۴	۰/۰۰۶	۰/۰۳۰	۱/۱۲۷
حاصل‌ضرب طبقه در آسانسور	۰/۰۲۲	۰/۰۰۷	۰/۰۳۱	۰/۰۳۲	۰/۰۵۲
مجموع مربعات باقی‌مانده				۸۶۴/۲۲۶	
مقدار ضریب تعیین تعدیل‌شده				۰/۸۵۳	

جدول ٦. نتایج آماری حاصل از آزمون مک‌نمار

مقایسهٔ مدل‌ها	حد آستانه = ۰/۱٪			حد آستانه = ۰/۵٪		
	OLS	GWR	MGWR	OLS	GWR	MGWR
OLS	NA	-۳/۱۹۳	-۵/۱۷۷	NA	-۷/۵۸۹	-۱۲/۰۳۰
GWR	--	NA	-۲/۳۳۵	--	NA	-۶/۲۲۸
MGWR	--	--	NA	--	--	NA

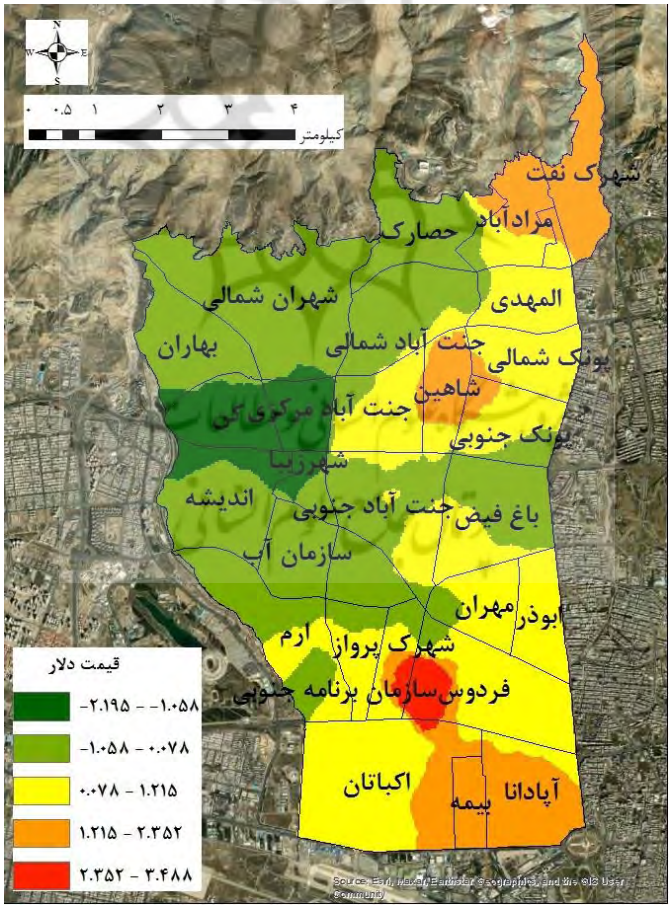
در جدول ۶ با توجه به علامت‌های منفی می‌توان نتیجه گرفت که مدل MGWR عملکرد بهتری در قیاس با مدل‌های OLS و GWR دارد. مقدار Z در حد آستانه‌های ۰/۱ درصد و ۰/۵ درصد بین مدل‌های MGWR و GWR به ترتیب برابر با ۲/۳۳۵- و ۶/۲۲۸- ($Z_{12} < -۱/۹۶$) است. بنابراین مدل MGWR به طور قابل توجهی در قیاس با مدل GWR دقت بیشتری دارد. همچنین مقدار Z در حد آستانه‌های ۰/۱ درصد و ۰/۵ درصد بین مدل‌های MGWR و OLS به ترتیب برابر با ۵/۱۷۷- و ۱۲/۰۳۰- ($Z_{12} < -۱/۹۶$) است. بنابراین مدل MGWR به طور قابل توجهی در قیاس با مدل OLS نیز دقت بیشتری دارد. این نتایج تفاوت معناداری را بین مدل MGWR با مدل‌های GWR و OLS در سطح اطمینان ۹۵ درصد نشان می‌دهد.

پهنای باند حاصل از روش‌های GWR و MGWR در جدول ۷ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود در روش MGWR برخلاف روش GWR برای هر یک از متغیرها پهنای باند جداگانه محاسبه شده است. پهنای باند به‌دست‌آمده برای هر یک از متغیرها از نوع انطباقی است و برابر با تعداد نقاط همسایه درنظرگرفته‌شده برای برآورد نقطهٔ مجهول است؛ مثلاً متغیر قیمت دلار که بیشترین تأثیر را بر قیمت مسکن دارد. در روش MGWR از مقادیر ۴۶ مشاهدهٔ اطراف نقطهٔ مجهول برای برآورد تأثیر متغیر نرخ ارز بر قیمت مسکن در آن نقطه استفاده می‌شود. این عمل به همین روش برای سایر متغیرها نیز تکرار می‌شود. در نهایت با جمع میزان تأثیر هر یک از متغیرها مقدار پیش‌بینی قیمت مسکن برای آن نقطهٔ مجهول به دست می‌آید.

شکل ۲ بیانگر چگونگی پراکنش فضایی ضرایب برآوردشده برای متغیر قیمت دلار در مدل‌سازی قیمت مسکن با استفاده از الگوریتم MGWR است. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد ضرایب برآوردشده برای متغیر قیمت دلار در سراسر فضای مورد مطالعه دارای مقدار متفاوتی است.

جدول ۷. پهنای باند حاصل از روش‌های GWR و MGWR

متغیر	پهنای باند	
	GWR	MGWR
قیمت دلار	۴۱۰	۴۶
انباری	۴۱۰	۵۷۶
پارکینگ	۴۱۰	۷۱۳۶
مساحت واحد مسکونی	۴۱۰	۴۳
نوع اسکلت مورد استفاده	۴۱۰	۷۰۸۸
عمر بنا	۴۱۰	۲۵۰
تراکم جمعیت	۴۱۰	۴۲۱
فاصله از ایستگاه حمل‌ونقل شهری	۴۱۰	۴۹۶
فاصله از مرکز ورزشی	۴۱۰	۲۹۵
فاصله از مرکز درمانی	۴۱۰	۱۶۸
فاصله از مرکز صنعتی	۴۱۰	۲۳۵
فاصله از گسل	۴۱۰	۶۳
فاصله از مکان مذهبی	۴۱۰	۳۱۲
فاصله از مرکز آموزشی	۴۱۰	۲۲۰
حاصل‌ضرب طبقه در آسانسور	۴۱۰	۴۵۳۶



شکل ۲. نقشهٔ پراکنش فضایی ضرایب برآوردشده حاصل از روش MGWR برای متغیر قیمت دلار در مدل‌سازی قیمت مسکن

بحث و نتیجه

هدف از پژوهش حاضر تحلیل فضایی عوامل مؤثر بر قیمت مسکن در منطقهٔ ۵ شهرداری تهران بود. بدین منظور از روش‌های حداقل مربعات معمولی (OLS)، رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی (GWR)، و رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی چندمقیاسه (MGWR) برای مدل‌سازی قیمت مسکن استفاده شد و نتایج آن‌ها با یک‌دیگر مقایسه شد. نتایج نشان داد:

امکان بررسی فرایندهای ناهمگون فضایی با فرض ثابت بودن پهنای باند برای همهٔ متغیرها به منظور تسهیل در فرایند آموزش در روش رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی وجود دارد. از آنجا که در وزن‌دهی به این روش تنها از یک پهنای باند استفاده می‌شود، برای همهٔ متغیرها یک مقیاس فضایی یکسان در نظر گرفته می‌شود. همچنین در یک رابطهٔ رگرسیونی ضرایب برآوردشده برای متغیرها می‌توانند به صورت محلی و جهانی باشند؛ در صورتی که در روش GWR فرض بر این است که ضرایب همهٔ متغیرها به صورت محلی هستند. روش MGWR تعمیم‌یافته روش GWR است که در آن برای هر یک از متغیرها پهنای باند جداگانه در نظر گرفته می‌شود. به منظور محاسبهٔ پهنای باند برای هر یک از متغیرها از روش پس‌تناسب استفاده شد. روش MGWR برای هر یک از متغیرها پهنای باند جداگانه در نظر می‌گیرد و نشان می‌دهد که متغیرهای مختلف در مقیاس‌های فضایی متفاوت چگونه عمل می‌کنند. همچنین ضرایب حاصل از این روش دقیق‌تر از ضرایب حاصل از روش GWR هستند. پهنای باند مجزای تولیدشده برای هر یک از متغیرها در روش MGWR می‌تواند در مقیاس فضایی تفسیر بصری نیز داشته باشد.

تأثیر عوامل مؤثر بر مدل‌سازی قیمت مسکن بر حسب قدرمطلق مقدار آمارهٔ t مشخص می‌شود. بنابراین ترتیب اهمیت متغیرها در سطح اطمینان ۹۵ درصد بدین صورت خواهد بود: نرخ ارز (قیمت دلار)، مساحت واحد مسکونی، عمر بنا، فاصله از گسل، فاصله از مرکز ورزشی، فاصله از مرکز صنعتی، تراکم جمعیت، فاصله از مرکز درمانی، فاصله از ایستگاه حمل‌ونقل شهری، حاصل‌ضرب طبقه در آسانسور.

در سطح اطمینان ۹۵ درصد متغیرهای نرخ ارز (قیمت دلار)، مساحت واحد مسکونی، تراکم جمعیت، فاصله از مرکز صنعتی، فاصله از گسل، و حاصل‌ضرب طبقه در آسانسور بر قیمت مسکن تأثیر مستقیم و مثبت دارند و افزایش در مقادیر هر یک موجب افزایش قیمت مسکن خواهد شد.

در سطح اطمینان ۹۵ درصد متغیرهای عمر بنا، فاصله از مرکز ورزشی، فاصله از ایستگاه حمل‌ونقل شهری، و فاصله از مرکز درمانی بر قیمت مسکن تأثیر مستقیم و منفی دارند و کاهش در مقادیر هر یک موجب افزایش قیمت مسکن خواهد شد.

به منظور مقایسهٔ مدل‌های به‌کارگرفته‌شده از روش‌های مختلف از جمله مجموع مربعات باقی‌مانده، ضریب تعیین تعدیل‌شده، و آزمون مک‌نمار استفاده شد.

بر اساس مدل OLS مقدار مجموع مربعات باقی‌مانده و مقدار ضریب تعیین تعدیل‌شده به ترتیب برابر با ۱۶۹۹/۰۲۲ و ۰/۷۶۲ به دست آمد. با استفاده از مدل GWR مجموع مربعات باقی‌مانده و مقدار ضریب تعیین تعدیل‌شده به ترتیب به میزان ۵۲۰/۷۲۷ و ۰/۰۵۹ بهبود پیدا کرد و در نهایت با استفاده از مدل MGWR مجموع مربعات باقی‌مانده و مقدار ضریب تعیین تعدیل‌شده به ترتیب به میزان ۳۱۴/۰۶۹ و ۰/۰۳۲ بهبود داده شد. همچنین نتایج حاصل از آزمون مک‌نمار نشان داد که تفاوت معناداری بین مدل MGWR در قیاس با مدل‌های OLS و GWR وجود دارد.

با توجه به نتایج پژوهش حاضر، نرخ ارز بیشترین تأثیر را بر قیمت مسکن دارد. بنابراین با کنترل نرخ ارز و اتخاذ سیاست‌های درست پولی و اقتصادی می‌توانیم شاهد ثبات در بازار مسکن و به دنبال آن رونق این بازار باشیم. همچنین برای مدل‌سازی مسائلی که دارای مؤلفه‌های مکانی هستند، مانند قیمت مسکن، لازم است به عامل مکانی موجود در داده‌ها توجه ویژه‌ای شود تا برآوردها از حالت اریب خارج شوند.

منابع

پیشگر، الهه و محمدی، علی‌رضا (۱۳۹۹). تحلیلی بر تغییرات نماگرهای مسکن در کلان‌شهر تهران طی دورهٔ ۱۳۸۸ ـ ۱۳۹۸. *اقتصاد و برنامه‌ریزی شهری*، ۱ (۲)، ۱۰۶ ـ ۱۱۸.

حاتمی‌نژاد، حسین؛ واحدیان‌بیکی، لیلا و پرنون، زیبا (۱۳۹۳). سنجش الگوی توزیع فضایی خدمات شهری در منطقهٔ ۵ شهر تهران به کمک مدل آنتروپی و ویلیامسون. *تحقیقات جغرافیایی*، د ۲۹، ش ۳، ۱۷ ـ ۲۸.

رضائیان، سجاد؛ عسگری، حشمت‌الله و درویشی، باقر (۱۳۹۸). بررسی عوامل تعیین‌کنندهٔ اجارهٔ مسکن در شهر ایلام با رویکرد اقتصادسنجی فضایی هدانیک. *اقتصاد و مدیریت شهری*، ۷ (۲۶)، ۱۵ ـ ۲۷.

زالی، سعید؛ پهلوانی، پرهام و بیگدلی، بهناز (۱۴۰۲). تحلیل فضایی‌ـ زمانی عوامل مؤثر بر قیمت مسکن (موردشناسی: منطقهٔ ۵ شهرداری تهران). *آمایش سرزمین*، ۱ (۱۵)، ۱۱۵ ـ ۱۳۰.

سوری، د. و منیری‌جاوید، س. (۱۳۹۰). مدل تعیین قیمت مسکن، کاربردی از روش رگرسیون موزون جغرافیایی. *مدیریت شهری*، ۹ (ویژه‌نامه)، ۷ ـ ۲۸.

شهابیان، پ.؛ تابان‌تراشکار، س. و توسلی، مریم (۱۳۹۷). تحلیل رابطهٔ میان تراکم ساختمانی با مؤلفه‌های اجتماعی و اقتصادی در محلهٔ تختی منطقهٔ ۱۲ شهرداری شهر تهران با استفاده از مدل رگرسیون وزن‌دار فضایی. *معماری و شهرسازی آرمان‌شهر*، ۱۱ (۲۵)، ۳۲۹ ـ ۳۴۲.

صارمی، ح.؛ حیدری، م. و آقایی، ف. (۱۳۹۷). تحلیل فضایی قیمت مسکن با استفاده از تکنیک رگرسیون موزون جغرافیایی (مورد مطالعه: منطقهٔ ۲ شهرداری تهران). *اقتصاد شهری*، ۳ (۲ (پیاپی ۵))، ۱۹ ـ ۳۸.

کوه‌پیما، ج.؛ ارگانی، م. و نیسانی سامانی، ن. (۱۳۹۶). تخمین قیمت آپارتمان با استفاده از رگرسیون خطی و وزن‌دار جغرافیایی (مطالعهٔ موردی: منطقهٔ ۶ شهر تهران). *پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری*، ۸ (۲)، ۳۴۷ ـ ۳۶۹.

ملکی، بهروز (۱۳۹۵). *تحلیل بازار مسکن ایران*. تهران: سازمان مدیریت صنعتی.

موحد، مرجان و شیخی، حجت (۱۳۹۹). بررسی تأثیر گسترش حمل‌ونقل عمومی بر قیمت مسکن با استفاده از مدل هدانیک (نمونهٔ موردی: شهر کرمانشاه). *آمایش محیط*، ۱۳ (۵۱)، ۱۵۹ ـ ۱۷۸.

نیک‌پور، ع.؛ رضازاده، م. و اله‌قلی تبارنشلی، ف. (۱۳۹۸). تحلیل نقش عوامل مؤثر بر قیمت زمین با استفاده از مدل رگرسیون وزنی جغرافیایی (GWR) (موردشناسی: شهر بابلسر). *جغرافیا و آمایش شهری ـ منطقه‌ای*، ۹ (۳۱)، ۹۳ ـ ۱۱۲.

A Stewart Fotheringham, Wenbai Yang, Wei Kang. *Multiscale Geographically Weighted Regression (MGWR)*. Annals of the American Association of Geographers. 2017; 107 (6), 1247-1265.

Maleki, B. (2016). *Iran Housing Market Analysis*. Tehran: Industrial management institute. (in Persian)

Buja, A., Hastie, T., & Tibshirani, R. (1989). *Linear Smoothers and Additive Models*. Annals of Statistics, 17: 453-555.

Brunsdon, C., Fotheringham, A. S., & Charlton, M. E. (1999). *Some notes on parametric significance tests for geographically weighted regression*. Journal of Regional Science, Vol. 39, No. 3, 497–524.

Foody, G. M. (2004). *Thematic map comparison: Evaluating the statistical significance of differences in classification accuracy*. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 70, 627-633.

Geng, J., Cao, K., Yu, L., & Tang, Y. (2011). *Geographically Weighted Regression model (GWR) based spatial analysis of house price in Shenzhen*. Proceedings - 19th International Conference on Geoinformatics, 1-5.

Hataminejad, H., Vahedian Beiki, L., & Parnoon, Z. (2014). *The spatial distribution pattern of urban services measurement in fifth region of Tehran using Entropy and Williamson models*. GeoRes, 29 (3), 17-28. (in Persian)

Huang, B., Wu, B., & Barry, M. (2010). *Geographically and temporally weighted regression for modeling spatiotemporal variation in house prices*. International Journal of Geographical Information Science, 24 (3), 383-401.

Koohpayma, J., Argany, M., & Samani, N. (2020). *Apartments Price Estimation using Linear and Geographically Weighted Regression (Case Study: District six of Tehran city)*. Geographical Urban Planning Research (GUPR), 8(2), 347-369. (in Persian)

Fernández-Durán, L., Llorca, A., Ruiz, N., Valero, S., & Vicente Botti (2011). *The impact of location on housing prices: applying the artificial neural network model as an analytical tool*. ERSA conference, 1-26.

Liu, J., Yang, Y., Xu, S., Zhao, Y., Wang, Y., & Zhang, F. (2016). *A Geographically Temporal Weighted Regression Approach with Travel Distance for House Price Estimation*. Entropy, 18(8), 303.

Movahed, M. & Sheikhi, H. (2021). *Study the Effect of Public Transportation Expansion on Housing Price Using the Hedonic Model (A Case Study of Kermanshah)*. Environmental Based Territorial Planning (Amayesh), 13(51), 159-177. (in Persian)

Nikpour, A., Rezazadeh, M., & Allahgholi Tabar-Nashli, F. (2019). *Analysis of the role of factors affecting land prices using geographically weighted regression model (A case study for Babolsar City, Iran)*. Journal of Geography and Urban Planning, 9, 93-112. (in Persian)

Oshan, T.M., Li, Z., Kang, M., Wolf, L.J., & Fotheringham, S. (2019). *Mgwr: A Python implementation of multiscale geographically weighted regression for investigating process spatial heterogeneity and scale*. ISPRS Int. J. Geo-Inf. 8(6), 269.

Pishgar, E. & Mohammadi, A. (2020). *An analysis of changes in housing indicators in the metropolis of Tehran during the period 2009-2019*. Urban Economics and Planning, 1 (2), 106-118. (in Persian)

Pourmohammadi, M., Hakimi, H., & Mirzaie, A. (2018). *Studying the Relationship between Building Density and Land Price: Case Study of the Municipal Zone 1 of Tabriz Metropolis*. Journal of Geography and Urban Space Development, 4, 169-188. (in Persian)

Rezaeian, S., Asgari, H., & Darvishi, B. (2019). *The Study of Determinants of Rent Housing in Ilam City Based on Hedonic Spatial Econometrics*. IUESA, 7(26), 15-27. (in Persian)

Saremi, H., Heydari, M., & Aghaei, F.A. (2018). *Spatial Analysis of Housing Prices Using Geographically Weighted Regression (A Case Study for District 2 of Tehran Metropolitan City, Iran*). Urban Economics, 3, 19-38. (in Persian)

Shahabian, P., Taban Tarashkar, S., & Tavasoli, M. (2019). *Analyzing the Relationship between Social and Economic Factors of Floor Area Ratio in Takhti Neighborhood, Zone 12 of Tehran Using GWR*. Armanshahr Architecture & Urban Development, 11(25), 329-342. (in Persian)

Sisman, S. & Aydinoglu, A.C. (2022). *A modelling approach with geographically weighted regression methods for determining geographic variation and influencing factors in housing price: A case in Istanbul*. Land Use Policy, Elsevier, Vol. 119 (C).

Sori, D. & Moniri-Javid, S. *Estate pricing model, an application of geographic balanced regression.*
Urban Management (2011). 9: 7-28. (in Persian)

Stone, C. J. (1986). *[Generalized additive models]: comment*. Statistical Science, 1(3), 312-314.

Zali, S., Pahlavani, P., & Bigdeli, B. (2023). *A Spatial-Temporal Analysis of the Factors Effective on Housing Prices (Case study: District 5 of Tehran Municipality*). Town and Country Planning, 15(1), 115-130. (in Persian)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی