Forecasting the price of residential units in District 5 of Tehran Municipality, taking into account the fluctuations of the currency market

ABSTRACT

Housing prices are one of the indicators that identify the factors affecting it 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 an 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, and0.853, respectively. The MGWR method is one of the methods that can model the spatial heterogeneity of housing prices data. According to the results, exchange rate variable (dollar price) has the greatest impact on housing price modeling.

Keywords: Housing prices, Multiscale Geographically Weighted Regression, Geographically weighted regression, Tehran, District 5.

ارزیابی و تحلیل قیمت واحدهای مسکونی منطقهٔ 5 شهرداری تهران با در نظر گرفتن نوسانات بازار ارز

چکیده

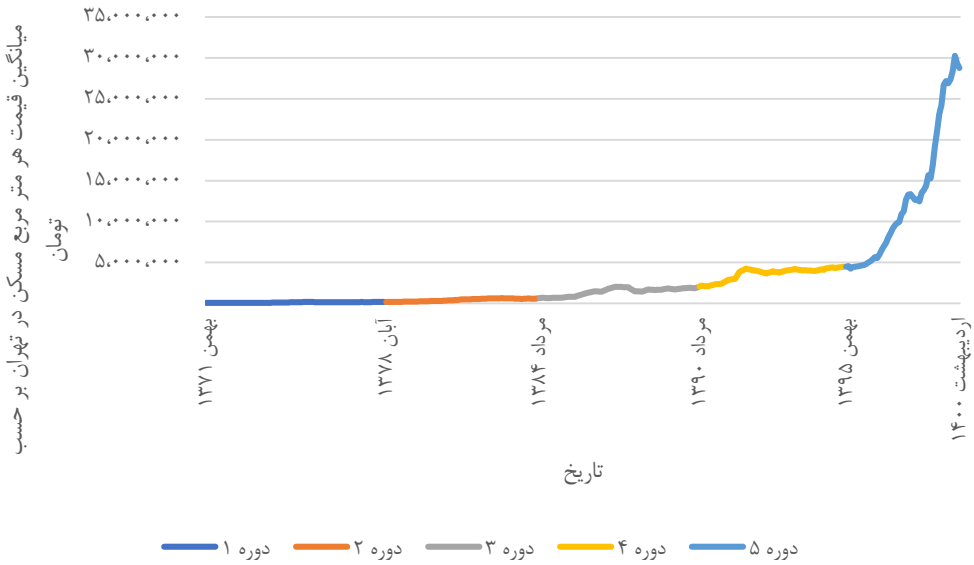
قیمت مسکن یکی از شاخص‌هایی است که شناخت عوامل مؤثر بر آن برای افزایش کارایی طرح‌ها و ارائهٔ راهبردها و سیاست‌های برنامه ریزی مسکن، کمک شایانی می‌کند. با وجود نوسان‌های فراوان نرخ ارز در سال‌های اخیر لزوم استفاده از مدلی که در آن علاوه بر ویژگی‌های مسکن، به عوامل اقتصادی تأثیرگذار بر قیمت مسکن از جمله نرخ ارز توجه شود، بیش از پیش احساس می‌شود. از آنجا که مدلسازی قیمت مسکن از جمله مسائلی است که دارای مؤلفهٔ مکانی می‌باشد، لذا می‌بایست در ارائه مدل مربوط به قیمت مسکن، به مکان قرارگیری آن نیز توجه شود. لذا در این پژوهش، تحلیل پراکنش فضایی قیمت مسکن در منطقهٔ 5

شهرداری تهران و عوامل مؤثر بر آن بررسی شده است. در این راستا از داده‌های خرید و فروش مسکن در این منطقه در بازه سال‌های 1397، 1398 و 1399 برای مدل سازی قیمت مسکن استفاده شده است. نتایج تحقیقات با استفاده از روش رگرسیون وزندار جغرافیایی چند مقیاسه (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 نمود. میزان ضریب تعیین تعدیل‌شده در الگوریتم‌های OLS، GWR و MGWR به ترتیب برابر با 0/762، 0/821 و 0/853 حاصل گردید. در این راستا روش MGWR توانست ناهمگونی‌های فضایی موجود در داده‌های قیمت مسکن را مدلسازی نماید. بر اساس نتایج به دست آمده متغیر نرخ ارز (قیمت دلار) بیشترین تأثیر را در مدلسازی قیمت مسکن دارد.
واژه‌های کلیدی: قیمت مسکن، رگرسیون وزندار جغرافیایی چندمقیاسه، رگرسیون وزندار جغرافیایی، تهران، منطقه 5.

مقاله پذیرش شده

بیان مسئله

بازار مسکن در ایران از دو جنبه اقتصاد کلان و تأمین مسکن حائز اهمیت است؛ زیرا به دلیل ارتباط صنعت ساختمان با صنایع بالادستی و پایین دستی، رونق در بخش مسکن موجب رونق اقتصادی کشور می‌شود. از طرفی مهم‌ترین بخش هزینه اکثر خانوارهای ایرانی معطوف به هزینهٔ مسکن می‌باشد. 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 سرمایه گذاری 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 تقاضا است و نه میزان عرضه که موجب بالا رفتن و پایین آمدن قیمت می‌شود(ملکی، 26:1395). دوره‌های رونق و رکود در شکل (1) نشان داده شده است.



شکل 1- دوره‌های رونق و رکود[1]

اکثر این افراد افزایش نرخ ارز و نوسانات فراوان آن را توجیه خود برای افزایش قیمت در حوزه مسکن و فروش آن به قیمتی بالاتر از ارزش واقعی آن می‌دانند. لذا با در نظر گرفتن عوامل اقتصادی تأثیرگذار بر قیمت مسکن از جمله نرخ ارز، ارائه 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 می گذارد. هر مکان نشان دهنده مقادیر متفاوتی در متغیرهایی مانند دسترسی به بزرگراه‌ها، سطح اجتماعی-اقتصادی و غیره است. علاوه بر این، آن مکان بر انتخاب و قیمت پیشنهادی هر ملک مسکونی تأثیر دارد. توسعه هوش مصنوعی به ما اجازه می دهد تا از ابزارهای جایگزین روش های سنتی مدل سازی اقتصادسنجی استفاده کنیم(Fernandez-Duran et al. 2011:1).

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

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

هدف این پژوهش پاسخگویی به سؤالات زیر است:

۱. توزیع فضایی قیمت مسکن در منطقه 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؟

پیشینهٔ تجربی تحقیق

ارزش ملک مسکونی به بسیاری از خصوصیات فیزیکی ملک و موقعیت مکانی مرتبط با آن بستگی دارد. متغیرهایی مانند مناظر، پارک ها، مدارس، خدمات اجتماعی، سطوح ایمنی و زیرساخت های شهری موجود ، حمل و نقل، مراکز بهداشتی و مراکز آموزشی ویژگی هایی هستند که بر ارزش ملک مسکونی تأثیر می گذارند(Fernandez-Duran et al. 2011:1). از آن به بعد تحقیقات متعددی در ارتباط با قیمت مسکن انجام شد، که از جمله آن‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

سیسمان و آیدین اوغلو در سال 2022 با استفاده از 28 متغیر مستقل شامل ویژگی‌های فیزیکی مسکن، موقعیت ملک و ویژگی‌های مرتبط با محله هر ملک به مدلسازی قیمت مسکن در ناحیه 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 چند مقیاسه استفاده نمودند. نتایج این مدلسازی نشان داد که مدل‌های محلی عملکرد بهتری در مقایسه با مدل‌های جهانی دارند(Sisman et al. 2022:1).

موحد و شیخی در سال 1399 با استفاده از 13 متغیر مستقل که بیشتر ویژگی‌های فیزیکی مسکن، موقعیت و دسترسی‌ها را شامل می‌شود؛ به بررسی تأثیر گسترش حمل و نقل عمومی بر قیمت مسکن در محلات کسری، 22 بهمن، شهرک مسکن و معلم شهر کرمانشاه پرداختند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که بین دسترسی به حمل و نقل عمومی و قیمت مسکن رابطه مستقیم وجود دارد(موحد، 1399:1).

رضائیان و همکاران در سال 1398 به بررسی عوامل تعیین کننده اجاره مسکن در شهر ایلام با رویکرد اقتصادسنجی فضایی پرداختند. آن‌ها در این پژوهش دریافتند که اثر متغیر وابسته فضایی بر اجاره بها کاملا معنی‌دار و مثبت می‌باشد(رضائیان، 1398:1)

نیک پور، در سال 1397 با مطالعه 330 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 که با فاصله گرفتن از ساحل و نزدیک شدن به محله‌های جنوبی شهر، قیمت زمین کاهش می‌یابد(نیک‌پور، 1397:1).

شهابیان و همکاران در سال 1396 به بررسی رابطه بین تراکم ساختمانی با قیمت زمین در منطقه 1 شهر

مقاله پذیرفته شده

تبریز پرداختند. آن‌ها در این پژوهش دریافتند که بین قیمت زمین و تراکم ساختمانی رابطه 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 افزوده که منجر به افزایش تراکم ساختمانی و تراکم جمعیت خواهد شد(شهابیان، 1:1396).

در مجموع در تحقیقاتی که در ایران در زمینه مدلسازی قیمت مسکن انجام شده، غالبا از روش GWR استفاده شده است و طی مطالعات انجام شده 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 توسعه فضایی، اولین مدل رگرسیونی بود که با توجه به ناهمگنی فضایی توسط کاستی در سال 1972 ارائه شد. نقطه ضعف این مدل، روش تعیین نوع رابطه پارامترها با مختصات مکانی مشاهدات است(سوری، 1:1390). بعد از آن مدل‌های مختلفی توسعه داده شد که محبوب‌ترین آن ها 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). نقطه ضعف این روش در نظرگرفتن پهنای باند یکسان برای تمامی متغیرهای مورد استفاده در مدلسازی است.

در مدلسازی قیمت مسکن تأثیر بعضی از متغیرها در مکان های مختلف متفاوت می باشد مانند متغیر نزدیکی به اماکن تفریحی و تجاری در حالی که تأثیر سایر متغیرها در سرتاسر منطقه مورد مطالعه یکسان است. از این رو براندسدون با استفاده از روش پس تناسب(Stone, 1986:1) روش رگرسیون وزندار جغرافیایی ترکیبی را ارائه نمود. با استفاده از این روش ضرایب متغیرهای محلی و جهانی به صورت جداگانه به دست می آیند(Brunsdon et al. 1999:1). این روش برای متغیرهای مورد استفاده در مدلسازی، پهنای باند مکانی یکسانی استفاده می‌کند درحالی که تأثیر مقیاسی متغیرها یکسان نیست؛ لذا فادرینگهام با معرفی الگوریتم رگرسیون وزندار جغرافیایی چند مقیاسه تأثیرات مقیاسی متفاوت موجود در متغیرها را نیز مدلسازی نمود(Fotheringham et al. 2017:1).

محدوده و قلمرو مورد مطالعه

منطقه 5 به لحاظ جغرافیایی در ضلع شمالی و شمال غربی پایتخت واقع شده است و بعبارتی می توان گفت جزو مناطق 22 گانه شهر تهر است که از امکانات و دسترسی های بسیار خوبی برخوردار است. این منطقه به بزرگراه های مهمی همچون همت، حکیم، آبشناسان، باکری، ستاری، شیخ فضل الله، لشگری، اشرفی اصفهانی

مقاله پذیرفته شده

و جناح دسترسی بسیار خوبی دارد. منطقه 5 پایتخت به پهنه توسعه 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 روبه رو شد. سرعت رشد این منطقه در سال های بعد از انقلاب نشان دهنده میل زیاد سکونت مردم به این منطقه بود. این منطقه به دلیل قرارگیری در کوهپایه از آب و هوای سرد و کوهستانی برخوردارد است و دارای سرانه فضای سبز مطلوبی است(حاتمی نژاد، 5:1393).

روش و ابزار تحقیق

روش رگرسیون وزندار جغرافیایی تعمیم یافته روش کمترین مربعات معمولی است. این روش به صورت زیر 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 زیر 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 i امین نقطه مرجع و $\beta_k(u_i, v_i)$ مقداری تحقق یافته از تابع پیوسته $\beta_k(u,v)$ در نقطه i می‌باشد.

مقادیر برآورد شده نیز از رابطه زیر 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 رابطه بالا X ماتریس مشاهدات، y بردار پاسخ و W یک ماتریس قطری است که درایه‌های روی قطر اصلی آن وزن داده شده به هر مشاهده در برآورد مدل برای نقطه iام هست که از رابطه زیر به دست می‌آید(Liu et al. 2016: 5):

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

مقاله پذیرفته شده

که در این رابطه h بیانگر پهنای باند مکانی(spatial bandwidth) است.

مدل رگرسیون وزندار جغرافیایی چندمقیاسه اولین بار توسط فادرینگهام در سال 2017 ارائه شد که به صورت زیر 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 این رابطه، bwj در β_{bwj} نشان‌دهندهٔ پهنای باند مورداستفاده برای کالیبراسیون رابطهٔ شرطی ژام است. الگوریتم پس‌تناسب(Back-fitting algorithm) که لگاریتم تابع درستنمایی(Likelihood function) را بیشینه می‌کند؛ معمولا برای کالیبراسیون مدل‌های جمعی تعمیم یافته((Generalized Additive Models(GAM) استفاده می‌شود(Buja et al. 1989: 26). از آنجا که مدل MGWR براساس مدل GAM است؛ از این الگوریتم برای کالیبراسیون مدل MGWR نیز استفاده می‌شود. براساس منطق مدل جمعی تعمیم یافته، $\beta_{bwj}(u_i, v_i)x_{ij}$ در رابطهٔ (1) به صورت تابع نامعلوم fj در مدل GAM تعریف می‌شود. بنابراین رابطه (1) را به صورت زیر می‌توان بازنویسی کرد(Fotheringham et al. 2017: 5):

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

ایده پایه روش پس‌تناسب، کالیبره کردن هر عبارت(fj) با استفاده از هموارساز و معلوم فرض کردن عبارت‌های دیگر است. در مدل MGWR گوسی(Gaussian)، هموارساز طبق رابطهٔ (5) و برابر با برآوردگر روش GWR تعریف می‌شود. در روش MGWR می‌بایست 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(Oshan) و همکاران در سال 2019 با استفاده از زبان برنامه‌نویسی پایتون، کتابخانه‌ای به نام mgwr توسعه دادند و در آن به پیاده سازی روش رگرسیون وزندار جغرافیایی چند مقیاسه پرداختند(Oshan, 2019). معیار اصلی اتخاذ شده برای مقایسه مدل‌های OLS، GWR و MGWR ضریب تعیین تعدیل‌شده(Adjusted R-Squared) می‌باشد. با این حال به منظور بررسی تفاوت آماری بین این مدل‌ها از آزمون مک‌نمار(McNemar's Test) که براساس آماره آزمون نرمال استاندارد است نیز استفاده‌شد. این آزمون از رابطه زیر به دست می‌آید(Foody 2004: 4):

مقاله پذیرش شده

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

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 به درستی و توسط مدل دوم به اشتباه طبقه بندی‌شده است. به بیان دیگر در صورتی که تفاوت بین مقدار پیش‌بینی‌شده و مقدار واقعی از حد آستانهٔ در نظرگرفته‌شده کوچکتر باشد، درست و در غیر این صورت غلط تلقی خواهد شد(زالی، 7:1402).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

نوع پژوهش حاضر کاربردی است. معاملات ثبت شدهٔ خرید و فروش مسکن آپارتمانی منطقه 5 شهرداری تهران در سامانهٔ ثبت معاملات املاک و مستغلات کشور متعلق به وزارت راه و شهرسازی در بازهٔ زمانی ماه‌های اردیبهشت، مرداد، آبان و بهمن سال‌های 1397، 1398 و 1399 جامعهٔ آماری استفاده شده در آن است. اطلاعات جمع‌آوری شده در مجموع شامل 7464 مشاهده است که پس از پیش پردازشی که بر روی مشاهدات صورت گرفت، تعداد آن‌ها به 7139 مشاهده کاهش یافت.

به منظور وارد نمودن موقعیت جغرافیایی معاملات صورت گرفته در سیستم اطلاعات جغرافیایی از آدرس ثبت شده برای هر نمونه و نقشه آنلاین شهر تهران موجود در سامانه بلد به نشانی balad.ir استفاده شد. محل قرارگیری هر ملک به وسیله مختصات طول و عرض آن در نقشه مختصات دار شده در مرحله قبل قابل دستیابی است. از این مختصات ها در مدل‌های GWR و MGWR به منظور محاسبه فاصله بین نمونه‌ها استفاده خواهد شد.

پس از بررسی مقالات پیشین و دسترسی به داده‌های مربوطه، 15 متغیر مستقل تأثیرگذار بر قیمت مسکن شناسایی شد که در جدول (1) به آن‌ها اشاره شده است.

مقاله پذیرش شده

مقاله پذیرفته شده

جدول ۱- متغیرهای استفاده شده در مدلسازی قیمت مسکن

متغیرهای استفاده شده	پیشینهٔ منابع	منبع استخراج داده‌ها
قیمت مسکن (متغیر وابسته)		وزارت راه و شهرسازی
قیمت دلار		
حاصل‌ضرب طبقه در آسانسور	(کوه‌پیما و دیگران، 1399، ص 6)	
انباری	(کوه‌پیما و دیگران، 1399، ص 6)	
پارکینگ	(کوه‌پیما و دیگران، 1399، ص 6)	
مساحت واحد مسکونی	(صارمی و دیگران، 1396، ص 11)	
نوع اسکلت مورد استفاده	(Huang, et al., 2010, p 7)	
عمر بنا	(صارمی و دیگران، 1396، ص 11)	

مقدار ارزش استخراج‌شده از نقشهٔ بلوک‌های آماری تراکم جمعیت براساس سرشماری سال 1395	(پیشگر، محمدی، ۱۳۹۹ ص ۴)	شهرداری تهران
فاصلهٔ اقلیدسی تا نزدیکترین مرکز ورزشی	(سوری، منیری جاوید، ۱۳۹۰ ص ۱۲)	
فاصلهٔ اقلیدسی تا نزدیکترین ایستگاه حمل و نقل شهری (ایستگاه‌های اتوبوس، تاکسی و مترو)	(Geng, et al., 2011, p 4)	
فاصلهٔ اقلیدسی تا نزدیکترین مرکز درمانی	(Geng, et al., 2011, p 4)	
فاصلهٔ اقلیدسی تا نزدیکترین مرکز صنعتی		
فاصلهٔ اقلیدسی تا نزدیکترین مکان مذهبی	(سوری، منیری جاوید، ۱۳۹۰ ص ۱۲)	
فاصلهٔ اقلیدسی تا نزدیکترین مرکز آموزشی	(Geng, et al., 2011, p 4)	
فاصلهٔ اقلیدسی تا نزدیکترین گسل فعال و غیرفعال		
فاصلهٔ اقلیدسی تا نزدیکترین فضای سبز	(صارمی و دیگران، 1396، ص 11)	
فاصلهٔ اقلیدسی تا نزدیکترین بزرگراه	(صارمی و دیگران، 1396، ص 11)	

در تهیهٔ پایگاه دادهٔ موردنظر وجود یا نبود هریک از امکانات انباری و پارکینگ به ترتیب با اعداد ۱ و ۱- نشان‌داده‌شده است. از دیگر امکانات مؤثر در قیمت آپارتمان وجود آسانسور است؛ به‌طوریکه 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 به‌صورت حاصل‌ضرب طبقه در آسانسور (طبقه × آسانسور) به پایگاه داده اضافه شده است. همچنین به اسکلت‌های بتونی، بتونی-فلزی و فلزی در متغیر نوع اسکلت مورداستفاده به ترتیب اعداد ۱ و ۲ و ۳ نسبت داده‌شده است. جدول (۲) جامعهٔ آماری داده‌های استفاده‌شده در مدل را نشان می‌دهد.

مقاله پذیرفته شده

مقاله پذیرفته شده

جدول ۲- پارامترها و قیمت آپارتمان‌ها در منطقهٔ مورد مطالعه

متغیر	میانگین	انحراف معیار	ماکزیمم	مینیمم
قیمت مسکن (میلیون تومان)	1522/840	875/761	4950/000	200/000
قیمت دلار (هزار تومان)	13/974	4/925	29/375	5/450
انباری	0/686	0/727	1	-1
پارکینگ	0/699	0/714	1	-1
مساحت واحد مسکونی	88/509	29/579	260	40
نوع اسکلت مورد استفاده	1/259	0/584	3	1
عمر بنا	9/095	7/856	54	0

تراکم جمعیت (جمعیت در هر هکتار)	143/039	138/532	1332/860	0
فاصلهٔ اقلیدسی تا نزدیکترین ایستگاه حمل و نقل شهری (متر)	340/750	200/123	1128/390	3/303
فاصلهٔ اقلیدسی تا نزدیکترین مرکز ورزشی (متر)	879/143	463/335	2966/450	2/585
فاصلهٔ اقلیدسی تا نزدیکترین مرکز درمانی (متر)	1148/280	643/851	2791/680	0
فاصلهٔ اقلیدسی تا نزدیکترین مرکز صنعتی (متر)	931/218	540/166	2545/990	4/361
فاصلهٔ اقلیدسی تا نزدیکترین گسل فعال و غیرفعال (متر)	2764/880	1901/470	7837/930	0/145
فاصلهٔ اقلیدسی تا نزدیکترین مکان مذهبی (متر)	731/987	383/429	1742/690	8/795
فاصلهٔ اقلیدسی تا نزدیکترین مرکز آموزشی (متر)	492/130	297/704	2062/990	0
حاصل‌ضرب طبقه در آسانسور	4/628	3/530	28	-14

یافته‌های پژوهش

نتایج به دست آمده از مدل حداقل مربعات معمولی در جدول (۳) نشان داده شده است.

جدول 3- نتایج آماری حاصل از مدلسازی قیمت مسکن با استفاده از روش OLS

متغیر	ضریب	مقدار آماره t	مقدار احتمال	مقدار VIF
مقدار ثابت	-0/001	-0/001	1/000	--
قیمت دلار	0/665	111/331	0	8/009
انباری	0/010	1/707	0/088	2/096
پارکینگ	0/005	0/685	0/493	2/740
مساحت واحد مسکونی	0/574	93/406	0	8/766
نوع اسکلت مورد استفاده	-0/011	-1/780	0/075	5/489

مقاله پذیرفته شده

عمر بنا	-0/165	-22/391	0	3/617
تراکم جمعیت	0/023	3/752	0	2/332
فاصله از ایستگاه حمل و نقل شهری	-0/015	-2/379	0/017	4/491
فاصله از مرکز ورزشی	-0/030	-4/182	0	7/038
فاصله از مرکز درمانی	-0/020	-3/249	0/001	4/308
فاصله از مرکز صنعتی	0/028	3/946	0	5/132
فاصله از گسل	0/035	4/961	0	4/649
فاصله از مکان مذهبی	0/011	1/482	0/138	7/327
فاصله از مرکز آموزشی	-0/009	-1/402	0/161	5/092
حاصل‌ضرب طبقه در آسانسور	0/014	2/104	0/035	3/441
مجموع مربعات باقی مانده			1699/022	
مقدار ضریب تعیین تعدیل شده			0/762	

همان طور که در جدول مشاهده می‌شود، متغیرهای نرخ ارز (قیمت دلار)، مساحت واحد مسکونی، عمر بنا، تراکم جمعیت، فاصلهٔ اقلیدسی تا نزدیکترین ایستگاه حمل و نقل 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 95٪ معنادار هستند(p-value<0/05). رابطه VIF<9، برای تمامی متغیرهای مستقل برقرار است؛ لذا همبستگی خطی بین متغیرهای مستقل وجود ندارد. دربارهٔ ضرایب و جهت تأثیر متغیرها بر مدل تعیین قیمت مسکن در سطح اطمینان 95٪ 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 عمربنا، فاصلهٔ اقلیدسی تا نزدیکترین ایستگاه حمل و نقل 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 مشاهده شده، پارامترهای مدل محاسبه می‌شود، لذا دامنهٔ تأثیرات هر یک از متغیرهای مستقل در جدول (4) 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 دیگران، 1396، ص 14). بنابراین بر اساس نتایج به دست آمده 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 استفاده شده در مدل از ناهمگونی فضایی کمتری برخوردارند.

با توجه به جداول شماره (3) و (4)، مجموع مربعات باقی مانده((Residual Sum of Squares (RSS) و مقدار ضریب تعیین تعدیل شده با استفاده از روش رگرسیون وزندار جغرافیایی در قیاس با مدل حداقل مربعات معمولی به ترتیب به میزان 520/727 و 0/059 بهبود داده شده است.

مقاله پذیرفته شده

جدول 4- نتایج آماری حاصل از GWR

متغیر	حداقل	انحراف معیار	میانه	میانگین	حداکثر
مقدار ثابت	-9/443	2/174	-0/005	0/001	13/082
قیمت دلار	0/485	0/081	0/682	0/674	0/876
انباری	-0/148	0/045	-0/001	0/002	0/133
پارکینگ	-0/120	0/043	-0/015	-0/009	0/127
مساحت واحد مسکونی	0/356	0/089	0/546	0/544	0/791
نوع اسکلت مورد استفاده	-0/117	0/038	-0/010	-0/005	0/092
عمر بنا	-0/349	0/077	-0/187	-0/186	0/052

تراکم جمعیت	-0/246	0/091	-0/001	-0/001	0/390
فاصله از ایستگاه حمل و نقل شهری	-0/420	0/116	0/028	0/028	0/392
فاصله از مرکز ورزشی	-1/968	0/378	-0/030	-0/069	1/576
فاصله از مرکز درمانی	-3/588	0/852	0/053	0/049	3/151
فاصله از مرکز صنعتی	-1/319	0/389	-0/031	-0/047	1/504
فاصله از گسل	-8/698	1/847	-0/187	-0/334	9/158
فاصله از مکان مذهبی	-1/872	0/304	-0/007	-0/017	1/892
فاصله از مرکز آموزشی	-1/663	0/242	-0/021	-0/032	0/983
حاصل‌ضرب طبقه در آسانسور	-0/101	0/051	0/038	0/032	0/234
مجموع مربعات باقی مانده			1178/295		
مقدار ضریب تعیین تعدیل شده			0/821		

همانند روش رگرسیون وزندار جغرافیایی، در روش رگرسیون وزندار جغرافیایی چندمقیاسه نیز به ازای هر یک از مقادیر مشاهده شده، پارامترهای مدل محاسبه می‌شود، لذا دامنه تأثیرات هر یک از متغیرهای مستقل در جدول (۵) معرفی شده است. بر اساس نتایج به دست آمده در سطح اطمینان ۹۵٪ تنها متغیر حاصل‌ضرب طبقه در آسانسور در سراسر فضای مورد مطالعه جهت تأثیرگذاری آن یکسان است.

جدول 5- نتایج آماری حاصل از MGWR

متغیر	حداقل	انحراف معیار	میانه	میانگین	حداکثر
مقدار ثابت	-6/368	1/716	-0/017	-0/077	6/117
قیمت دلار	-0/211	0/159	0/659	0/671	1/421
انباری	-0/094	0/037	0/001	0/002	0/105
پارکینگ	-0/014	0/001	-0/012	-0/012	-0/009
مساحت واحد مسکونی	-0/310	0/172	0/535	0/534	1/218
نوع اسکلت مورد استفاده	-0/006	0/001	-0/002	-0/002	0/001

مقاله پذیرفته شده

عمر بنا	-0/372	0/071	-0/173	-0/175	0/022
تراکم جمعیت	-0/285	0/095	0/011	0/005	0/329
فاصله از ایستگاه حمل و نقل شهری	-0/135	0/182	0/066	0/128	0/626
فاصله از مرکز ورزشی	-1/346	0/349	-0/078	-0/084	0/777
فاصله از مرکز درمانی	-2/253	0/790	0/251	0/117	1/970
فاصله از مرکز صنعتی	-0/973	0/357	-0/001	-0/024	0/899
فاصله از گسل	-6/050	1/556	-0/283	-0/586	2/713
فاصله از مکان مذهبی	-0/249	0/206	0/041	0/063	0/620
فاصله از مرکز آموزشی	-0/620	0/244	0/006	0/030	1/127
حاصل‌ضرب طبقه در آسانسور	0/022	0/007	0/031	0/032	0/052
مجموع مربعات باقی مانده				864/226	
مقدار ضریب تعیین تعدیل شده				0/853	

با توجه به جداول شماره (۴) و (۵)، مجموع مربعات باقی مانده و مقدار ضریب تعیین تعدیل شده با استفاده از روش رگرسیون وزندار جغرافیایی چندمقیاسه در قیاس با مدل رگرسیون وزندار جغرافیایی به ترتیب به میزان 314/069 و 0/032 بهبود داده شده است.

همانطور که پیشتر نشان داده‌شد، 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 استفاده‌شد. با فرض اینکه اگر تفاوت بین قیمت پیش‌بینی‌شده و مقدار واقعی از حد آستانهٔ در نظر گرفته‌شده بیشتر نباشد، درست در نظرگرفته می‌شود؛ مقدار Z بین هر جفت مدل پیش‌بینی با استفاده از رابطهٔ (6) به دست می‌آید. دو حد آستانهٔ 0/1٪ و 0/5٪ در نظر گرفته‌شده و نتایج در جدول (6) آورده شده است.

جدول ۶- نتایج آماری حاصل از آزمون مک‌نمار

مقاله پذیرفته شده

مقایسه مدل‌ها	حد آستانه = 0/1٪			حد آستانه = 0/5٪		
	OLS	GWR	MGWR	OLS	GWR	MGWR
OLS	NA	-3/193	-5/177	NA	-7/589	-12/030
GWR	--	NA	-2/335	--	NA	-6/228
MGWR	--	--	NA	--	--	NA

در جدول (6) 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 0/1٪ و 0/5٪ بین مدل‌های MGWR و GWR به ترتیب برابر با 2/335- و 6/228- ($Z_{12} < -1/96$) می‌باشد؛ بنابراین مدل MGWR به طور قابل توجهی در قیاس با مدل GWR دقت بیشتری دارد. همچنین مقدار Z در حد آستانه‌های 0/1٪ و 0/5٪ بین مدل‌های MGWR و OLS به ترتیب برابر با 5/177- و 12/030- ($Z_{12} < -1/96$) می‌باشد؛ 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 95٪ نشان می‌دهد.

پهنای باند حاصل از روش‌های GWR و MGWR در جدول (7) نشان داده‌شده‌است. همانطور که مشاهده میکنید در روش MGWR برخلاف روش GWR برای هر یک از متغیرها پهنای باند جداگانه محاسبه شده‌است. پهنای باند به دست آمده برای هر یک از متغیرها از نوع انطباقی است و برابر با تعداد نقاط همسایه در نظر گرفته‌شده برای برآورد نقطهٔ مجهول می‌باشد. به عنوان مثال متغیر قیمت دلار که بیشترین تأثیر را بر قیمت مسکن دارد؛ در روش MGWR از مقادیر 46 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.

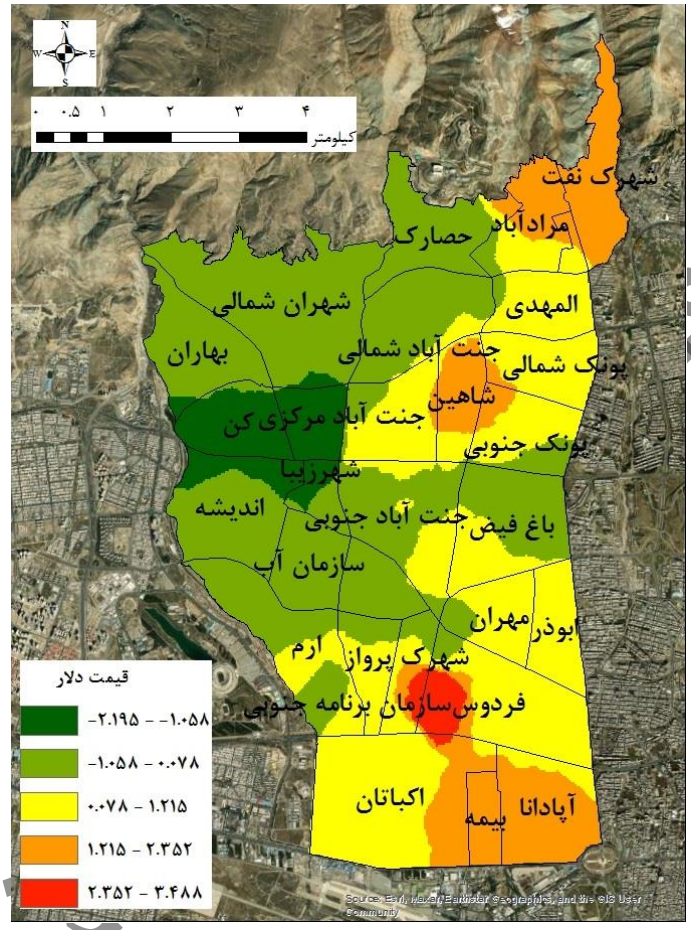
جدول ۷- پهنای باند حاصل از روش‌های GWR و MGWR

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 حمل و نقل 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 (1) بیانگر چگونگی پراکنش فضایی ضرایب برآورد شده برای متغیر قیمت دلار در مدلسازی قیمت مسکن با استفاده از الگوریتم MGWR می‌باشد. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد، ضرایب برآوردشده برای متغیر قیمت دلار در سراسر فضای مورد مطالعه دارای مقدار متفاوتی است.

مقاله پذیرش شده



شکل 1- نقشه پراکنش فضایی ضرایب برآورد شده 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 5 شهرداری تهران بوده است. بدین منظور از روش‌های حداقل مربعات معمولی(OLS)، رگرسیون وزندار جغرافیایی(GWR) و رگرسیون وزندار جغرافیایی چندمقیاسه (MGWR) برای مدلسازی قیمت مسکن استفاده شده و نتایج آن‌ها با یکدیگر مقایسه شده است.

نتایج به دست آمده بیانگر موارد زیر است:

امکان بررسی فرآیندهای ناهمگون فضایی با فرض ثابت بودن پهنای باند برای تمامی متغیرها به منظور تسهیل در فرآیند آموزش در روش رگرسیون وزندار جغرافیایی وجود دارد. از آنجا که در وزندهی به این روش تنها از یک پهنای باند استفاده می‌شود، بنابراین برای تمامی 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 تمامی 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 دقیق تر از ضرایب حاصل از روش GWR هستند. پهنای باند مجزای تولید شده 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 95٪ 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 حمل و نقل شهری و حاصل‌ضرب طبقه در آسانسور.

در سطح اطمینان 95٪ 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 95٪ متغیرهای عمربنا، فاصله از مرکز ورزشی، فاصله از ایستگاه حمل و نقل 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 به کار گرفته شده از روش‌های مختلفی، از جمله مجموع مربعات باقی مانده، ضریب تعیین تعدیل شده و آزمون مک‌نمار استفاده شده است.

بر اساس مدل OLS مقدار مجموع مربعات باقی مانده و مقدار ضریب تعیین تعدیل شده به ترتیب برابر با 1699/022 و 0/762 به دست آمده است؛ با استفاده از مدل GWR مجموع مربعات باقی مانده و مقدار ضریب تعیین تعدیل شده به ترتیب به میزان 520/727 و 0/059 بهبود پیدا کرد و در نهایت با استفاده از

مقاله پذیرفته شده

مدل MGWR مجموع مربعات باقی مانده و مقدار ضریب تعیین تعدیل شده به ترتیب به میزان 314/069 و 0/032 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 بدنبال آن رونق این بازار باشیم. همچنین برای مدلسازی مسائلی که دارای مؤلفه‌های مکانی می‌باشند، مانند قیمت مسکن، لازم است به عامل مکانی موجود در داده‌ها توجه ویژه‌ای شود تا برآوردها از حالت اریب خارج شوند.

مراجع فارسی

پیشگر، الهه.، محمدی، علیرضا. (1399). تحلیلی بر تغییرات نماگرهای مسکن در کلانشهر تهران طی دوره‌ی 1398 – 1388 .*اقتصاد و برنامه ریزی شهری*، 1(2)، 118-106.

حاتمی نژاد حسین، واحدیان بیکی لیلا، پرنون زیبا، «سنجش الگوی توزیع فضایی خدمات شهری در منطقه ۵ شهر تهران به کمک مدل آنتروپی و ویلیامسون». نشریه علمی- پژوهشی فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، دوره ۲۹ ،شماره 3 ،28-17 ،1393.

رضائیان سجاد، عسگری حشمت‌الله، درویشی باقر. بررسی عوامل تعیین‌کننده اجاره مسکن در شهر ایلام با رویکرد اقتصادسنجی فضایی هدانیک. فصلنامه علمی-پژوهشی اقتصاد و مدیریت شهری ۱۳۹۸؛ ۷ (۲۶) :۲۷-۱۵.

زالی سعید, پهلوانی پرهام، بیگدلی بهناز. (1402). تحلیل فضایی- زمانی عوامل مؤثر بر قیمت مسکن (موردشناسی: منطقهٔ 5 شهرداری تهران) .*مجله علمی آمایش سرزمین*، 1(15)، 130-115.

سوری، د.؛ س. منیری‌جاوید(1390). « مدل تعیین قیمت مسکن، کاربردی از روش رگرسیون موزون جغرافیایی»، مدیریت شهری، 9(ویژه‌نامه)، ص 7 ـ 28.

شهابیان، پ.، تابان تراشکار، س.، و توسلی، مریم. (1397). تحلیل رابطه میان تراکم ساختمانی با مؤلفه‌های اجتماعی و اقتصادی در محله تختی منطقه 12 شهرداری شهر تهران با استفاده از مدل رگرسیون وزن‌دار فضایی. معماری و شهرسازی آرمان شهر, 11(25)، 342-329.

صارمی، ح.؛ م. حیدری؛ ف. آقایی(1397). « تحلیل فضایی قیمت مسکن با استفاده از تکنیک رگرسیون موزون جغرافیایی(مورد مطالعه :منطقهٔ 2 شهرداری تهران) »، اقتصاد شهری، 3(2(پیاپی 5)) ص 19 ـ 38.

کوهپیما، ج.؛ م. ارگانی؛ ن. نیسانی سامانی (1396). « تخمین قیمت نپارتمان با استفاده از رگرسیون خطی و وزندار جغرافیایی (مطالعهٔ موردی: منطقهٔ 6 شهر تهران) »، پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری، 8(2)، ص 347 ـ 369.

ملکی، بهروز (1395). تحلیل بازار مسکن ایران، تهران، سازمان مدیریت صنعتی.

موحد، مرجان.، شیخی، حجت. (1399). بررسی تأثیر گسترش حمل و نقل عمومی بر قیمت مسکن با استفاده از مدل هدانیک(نمونه موردی: شهر کرمانشاه). آمایش محیط.13(51)، 178-159.

نیک‌پور، ع.؛ م. رضازاده؛ ف. الهقلی تبارنشلی (1398). « تحلیل نقش عوامل مؤثر بر قیمت زمین با استفاده از مدل رگرسیون وزنی جغرافیایی(GWR)(موردشناسی: شهر بابلسر) »، جغرافیا و آمایش شهری ـ منطقه‌ای، 9(31)، ص 93 ـ 112.

مقاله پذیرفته شده

مراجع انگلیسی

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

Behrouz Maleki. Iran Housing Market Analysis. Tehran: Industrial management institute; 2016 [In Persian].

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

C. Brunsdon, A. S. Fotheringham, and M. E. Charlton, "Some notes on parametric significance tests for geographically weighted regression," Journal of Regional Science, vol. 39, no. 3, pp. 497–524, 1999.

Foody G M. Thematic map comparison: Evaluating the statistical significance of differences in classification accuracy. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. 2004;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, 2011, pp. 1-5.

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

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

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

Laura Fernández-Durán, Alicia Llorca, Nancy Ruiz, Soledad Valero, and Vicente Botti. The impact of location on housing prices: applying the artificial neural network model as an analytical tool. 2011.

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

Movahed, Marjan, & SHEIKHI, HOJAT. (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. 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. 2019;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. 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. 2018;4 :169-188 [In Persian].
Rezaeian S, Asgari H, Darvishi B. The Study of Determinants of Rent Housing in Ilam City Based on Hedonic Spatial Econometrics. IUESA 2019; 7 (26) :15-27[In Persian].
Saremi H, Heydari M, Aghaei F. A Spatial Analysis of Housing Prices Using Geographically Weighted Regression (A Case Study for District 2 of Tehran Metropolitan City, Iran). Urban Economics. 2018;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].

مقاله پذیرش شده