



University of Tehran Press

## The Simulation of Housing price in Tehran: An Spatial Agent Based Approach

Mir Hossein Mousavi<sup>1</sup> , Avin Khezri<sup>2</sup> , Hossein Raghfar<sup>3</sup>, Kobra Sangri Mohazab<sup>4</sup>

1. Department of Economics, Faculty of Economics, University of Alzahra, Tehran, Iran, hmousavi@alzahra.ac.ir
2. Department of Economics, Faculty of Economics, University of Alzahra, Tehran, Iran, Khezri@alzahra.ac.ir
3. Department of Economics, Faculty of Economics, University of Alzahra, Tehran, Iran, raghfhar@alzahra.ac.ir
4. Department of Economics, Faculty of Economics, University of Alzahra, Tehran, Iran, k.sangari@alzahra.ac.ir

---

### Article Info

### ABSTRACT

**Article type:**

Research Article

**Article history:**

2022-08-22

**Received in revised:**

2023-06-19

**Accepted:**

2023-07-25

**Published online:**

2023-08-11

**Keywords:**

Housing price, spatial Agent based models, Tehran

**JEL Classification:**

R31 .C61 .C25

The housing sector has always played a crucial role in the economy, with its fluctuations exerting significant effects on various economies. Prior to the 2007 financial crisis, standard models were commonly employed to explain price changes. These models assumed that agents were rational and well-informed, disregarding factors like irrationality and the heterogeneity of individuals that could contribute to such crises. However, agent-based models offer a different perspective, viewing the economy as a complex system with heterogeneous agents possessing limited information, engaging in interactions with each other. As a result, this study aims to evaluate a spatial agent-based model, specifically developed to analyze the housing market in Tehran. The simulation's results over an eleven-year period revealed that the growing demand from young households with limited savings for residential units under 100 square meters significantly drove up the prices of these particular units, outpacing other residential properties. Moreover, the findings indicated the higher growth of housing prices in the central areas of the city, primarily triggered by the influx of young households into these regions, seeking investment opportunities.

---

Mousavi, M.H., Khezri, A., Raghfar, H., & Sangri Mohazab, K. (2023). The Simulation of Housing price in Tehran: An Spatial Agent Based Approach. *Journal Economic Research*, 58 (1), 151-185.



© The Author(s).

**Publisher:** University of Tehran Press.

[DOI: 10.22059/JTE.2023.93460](https://doi.org/10.22059/JTE.2023.93460)

---

## شبیه سازی قیمت مسکن شهر تهران با رویکرد مبتنی بر عامل فضایی\*

میر حسین موسوی<sup>۱</sup>، اوین خضری<sup>۲</sup>، حسین راغفر<sup>۳</sup>، کبری سنگری مهذب<sup>۴</sup>

۱. گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه الزهراء (س)، تهران، ایران، hmousavi@alzahra.ac.ir

۲. گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه الزهراء (س)، تهران، ایران، Khezri@alzahra.ac.ir

۳. گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه الزهراء (س)، تهران، ایران، raghfhar@alzahra.ac.ir

۴. گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه الزهراء (س)، تهران، ایران، k.sangari@alzahra.ac.ir

### اطلاعات مقاله چکیده

#### نوع مقاله:

علمی پژوهشی

#### تاریخ دریافت:

۱۴۰۱/۰۵/۳۱

#### تاریخ بازنگری:

۱۴۰۲/۰۳/۲۹

#### تاریخ پذیرش:

۱۴۰۲/۰۵/۰۲

#### تاریخ انتشار:

۱۴۰۲/۰۵/۲۰

#### کلیدواژه‌ها:

شهر تهران، قیمت مسکن،

مدل‌های مبتنی بر عامل

فضایی

#### طبقه‌بندی JEL:

C25, C61, R31

بخش مسکن همواره نقش مهمی در اقتصاد ایفا کرده است و نوسانات آن اثرات قابل توجهی بر اقتصادهای مختلف داشته است. قبل از بحران مالی ۲۰۰۷، معمولاً از مدل‌های استاندارد برای توضیح تغییرات قیمت استفاده می‌شد. این مدل‌ها فرض می‌کردند که عوامل منطقی و آگاه هستند و عواملی مانند غیرمنطقی بودن و ناهمگنی افراد را که می‌توانند در چنین بحران‌هایی نقش داشته باشند، نادیده می‌گیرند. با این حال، مدل‌های عامل محور دیدگاه متفاوتی را ارائه می‌دهند، اقتصاد را به عنوان یک سیستم پیچیده با عوامل ناهمگن دارای اطلاعات محدود، و در تعامل با یکدیگر می‌دانند. در نتیجه، هدف این مطالعه ارزیابی یک مدل مبتنی بر عامل فضایی است که به‌طور خاص برای تحلیل بازار مسکن در تهران توسعه یافته است. نتایج شبیه سازی در یک دوره یازده ساله نشان داد که تقاضای رو به رشد خانوارهای جوان با پس انداز محدود برای واحدهای مسکونی زیر ۱۰۰ متر مربع به‌طور قابل توجهی قیمت این واحدهای خاص را افزایش داد و از سایر املاک مسکونی پیشی گرفت. علاوه بر این، یافته‌ها حاکی از افزایش قابل توجه قیمت مسکن در مناطق مرکزی شهر بود که عمدتاً ناشی از هجوم خانواده‌های جوان به این مناطق است که به دنبال فرصت‌های سرمایه‌گذاری هستند.

میر حسین موسوی؛ اوین خضری؛ حسین راغفر و کبری سنگری مهذب (۱۴۰۲). شبیه‌سازی قیمت مسکن شهر تهران با رویکرد مبتنی بر عامل فضایی. تحقیقات اقتصادی، ۵۸(۱)، ۱۵۱-۱۸۴.

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.



© نویسندگان.

DOI: 10.22059/JTE.2023.93460

\* پژوهش حاضر برگرفته از رساله دکتری اوین خضری به راهنمایی دکتر میرحسین موسوی و مشاوره دکتر حسین راغفر و کبری سنگری مهذب در دانشگاه الزهراء است.

## ۱- مقدمه

بخش مسکن همواره یکی از مهم‌ترین بخش‌های اقتصادی بوده است، به طوری که نوسانات آن، اثرات بسیار مهمی بر اقتصادهای مختلف داشته است. درحقیقت، نوسان‌های این بخش در عین حال که از چرخه‌های اقتصادی متأثر می‌شوند، بر آن‌ها نیز تأثیر گذاشته و دوره‌های رونق و رکود را تشدید می‌کنند. مسکن، هم به عنوان کالای سرمایه‌ای برای سرمایه‌گذاری بلندمدت و هم کالایی مصرفی که رفاهی قابل توجه برای خانوار فراهم می‌کند، نقشی مهم در عملکرد اقتصادها دارد. افزایش قیمت مسکن به انفعال خریداران القوه‌ای که قصد خرید خانه دارند و یا کاهش درآمد خانوار ناشی از افزایش هزینه اقساط وام‌های رهنی و اجاره‌بها - منجر می‌شود. نتیجه این روند، افت رشد اقتصاد و کاهش فروش و سوددهی کسب‌وکارها خواهد بود. خانوارها همچنین بخش قابل توجهی از پول خود را صرف خدمات مسکن می‌کنند. درنهایت، در بسیاری از کشورها بخش بزرگی از دارایی بانک‌ها مربوط به وام‌های مسکن است، بنابراین تغییرات قیمت مسکن اثرات قابل توجهی بر کیفیت سرمایه و سوددهی بخش بانکی دارد.

به دنبال عدم موفقیت مدل‌های سنتی اقتصاد کلان در پیش‌بینی بحران‌های اقتصادی، رویکرد پیچیدگی مورد توجه قرار گرفته است که اقتصاد را به صورت یک نظام پیچیده از عامل‌های ناهمگنی که در حال کنش با یکدیگر هستند، در نظر می‌گیرد؛ به طوری که اطلاعات محدود و عقلانیت کران دار دارند. در این نگرش "بحران" یک پدیده قابل مشاهده است که به طور خودجوش از کنش‌های متقابل بسیار کوچک بروز می‌کند. مدل‌سازی مبتنی بر عامل، یک رویکرد خرد است که در آن عامل‌های ناهمگن با قواعد رفتاری معین در یک برنامه کامپیوتری شبیه‌سازی شده‌اند و دارای قابلیت انعطاف هستند که در بیشتر مدل‌های فعلی وجود ندارد (ماکال و نورس<sup>۱</sup>، ۲۰۱۰). بازارهای مسکن به دلایلی حوزه‌ای را تشکیل می‌دهند که مدل‌سازی کمی مبتنی بر عامل می‌تواند امیدوارکننده باشد. بازارهای مسکن تعاملات پیچیده‌ای را بین تعدادی از تصمیمات مختلف اتخاذ شده توسط خانوارها و بانک‌ها از جمله انتخاب خرید یا اجاره، انتخاب مبلغ و نوع وام، سرمایه‌گذاری در مسکن، مبلغ اجاره و نحوه تأمین مالی دوباره را در برمی‌گیرد از آنجا که مدل‌های متعارف نمی‌توانند ناهمگنی و نقشی که دنباله (دم) توزیع بازی می‌کند را به دقت کالبره کنند. پاسخ قطعی به سؤالات بالا فقط توسط یک مدل مبتنی بر عامل ارائه می‌شود به عبارت دیگر، الگویی که در آن تلاش شده تا رفتار همه خانوارهای اقتصاد به طور کامل شبیه‌سازی شود.

با توجه به اینکه بخش خانوار متشکل از صدها میلیون نفر با ناهمگنی فوق‌العاده و تعداد محدود معاملات در هر ماه است، یک مدل مبتنی بر عامل بازار مسکن متناسب با شرایط کلان‌شهر تهران ارائه می‌شود. بر اساس داده‌های تاریخی شهر تهران، این مدل فضایی است و شامل مناطق مختلف پایتخت می‌باشد. با توجه به الزامات محاسباتی، مدل، نسخه کوچک مقیاسی از شهر تهران با حدود ۵۰۰۰ عامل شبیه‌سازی می‌شود. سهم علمی مهم این کار در ادبیات مربوط به مدل‌های عامل بنیان بازار مسکن، فرایندهای معامله بازار است، جایی که یک فرایند مناقصه برای تسویه بازار اعمال می‌شود. ابتدا مدل مبتنی بر عامل مطابق با شرایط شهر تهران در سال شروع شبیه‌سازی (۱۳۸۹) تعریف شده و با پارامترهای مناسب برای دوره موردنظر اجرا می‌شود. تحولات قیمت مسکن که نتیجه تعامل هزاران عامل است در برابر مقیاس تجربی آن بررسی شده تا اطمینان حاصل شود که مدل نتایج معقولی ارائه می‌دهد. پس از ارزیابی مدل، تحلیل حساسیت مدل به منظور چگونگی عکس‌العمل مدل به فروض مختلف صورت خواهد گرفت. در ادامه مقاله به شرح زیر سازمان دهی شده است: در بخش دوم مختصری در مورد حقایق آشکار شده بازار مسکن تهران بحث شده است. بخش سوم به میانی نظری مدل‌های عامل بنیان بازار مسکن و مطالعات تجربی خارجی و داخلی صورت گرفته در این حوزه اختصاص داده شده است. بخش چهارم مدل پژوهش را مورد بحث قرار می‌دهد. در بخش بعدی نتایج شبیه‌سازی قیمت مسکن ارائه می‌شود. در نهایت یک جمع بندی کلی صورت می‌گیرد.

## ۲- تحولات بازار مسکن مناطق ۲۲ گانه تهران

بازار مسکن تهران از سال ۱۳۷۲ پیوسته با معضل صعود ناگهانی و کوتاه‌مدت قیمت و توقف و ثبات نسبی قیمت‌های اسمی توأم با رکود مواجه بوده است. این بازار در هر منطقه افزون بر اثر پذیری از فاکتورهای ملی، به‌طور گسترده‌ای تحت تأثیر عوامل محلی نیز قرار می‌گیرد و این امر تحلیل عملکرد بازار مسکن در سطح منطقه‌ای را موجه‌تر می‌کند (اویکارینن، ۲۰۰۷). همواره و در شرایط معمول نوعی رابطه متعارف قیمتی (نسبت متعارف قیمتی) بین دو گروه مناطق شمالی و جنوبی پایتخت وجود داشته است، اما با وقوع رونق بازار در برخی مناطق پایتخت، این فاصله دست خوش تغییر می‌شود. در حالی که متوسط قیمت مسکن در مناطق شمالی تهران (مناطق یک تا ۵) که حجم قابل توجهی از معاملات مسکن اعم از معاملات سرمایه‌ای و مصرفی در آن انجام می‌شود، در سال قبل از جهش (سال ۹۶) معادل ۲/۵ برابر میانگین قیمت مسکن در مناطق جنوبی (مناطق ۹ تا ۲۰) پایتخت بوده است، از آنجا که جهش از مناطق شمالی و میانی

شهر تهران آغاز و با فاصله به مناطق جنوبی می‌رسد، این فاصله در سال ۹۹ که سال سوم جهش و سال قبل از ورود بازار مسکن به دوره گذار بوده به  $2/8$  برابر افزایش یافته است. این فاصله نامتعارف‌ترین شکاف یا فاصله بین قیمت مسکن در شمال و جنوب تهران بوده است. علت این وضعیت، ثبت تورم بالاتر در بازار مسکن مناطق شمالی نسبت به تورم مسکن جنوب تهران از ابتدای جهش (سال ۹۷) تا این دوره زمانی می‌باشد، به طوری که در سال ۹۹ در بین مناطق ۲۲ گانه تهران متوسط قیمت هر مترمربع واحد مسکونی در منطقه یک به ۶۸ میلیون و ۷۲۰ هزار تومان رسیده است که در مقایسه با ماه مشابه سال قبل از آن  $104/7$  درصد افزایش را نشان می‌دهد کم‌ترین متوسط قیمت مسکن نیز با رشد  $58/6$  درصدی نسبت به اسفندماه سال ۹۸ به قیمت ۱۲ میلیون و ۱۳۰ هزار تومان مربوط به منطقه ۱۸ بوده است. اختلاف منطقه‌ای سرعت رشد قیمت سبب به هم خوردن رابطه متعارف بین ارزش فروش واحدهای مسکونی در شمال و جنوب شهر شده است (گزارش تحولات بازار مسکن شهر تهران، اداره بررسی‌ها و سیاست‌های اقتصادی بانک مرکزی).

### ۳- ادبیات و پیشینه پژوهش

#### ۳-۱. مبانی نظری

در این قسمت به منظور تبیین مبانی نظری شکل‌گیری قیمت‌ها در بازار مسکن، ابتدا اشاره‌ای به خصوصیات مسکن و بازار آن می‌شود. هدف از این بررسی نشان دادن نقش خصوصیات و ویژگی‌های ذاتی مسکن در نوسانهای قیمت مسکن است.

#### خصوصیات مسکن

۱. مسکن کالایی بادوام است؛ به این معنی که می‌توان آن را برای مدت طولانی قبل از نیاز به تعویض، مورد استفاده قرار داد. این ویژگی با تغییر نرخ ساخت واحدهای مسکونی جدید و نرخ فروش واحدهای موجود بر عرضه و تقاضای مسکن تأثیر می‌گذارد (گلیزر و گیورکو<sup>۱</sup>، ۲۰۰۳).  
 ۲. مسکن کالایی ناهمگن است یعنی از نظر اندازه، مکان و امکانات متفاوت است و به راحتی نمیتوان آنها را جایگزین یکدیگر کرد. با توجه به این که خریداران مختلف ترجیحات متفاوتی دارند و مایل به پرداخت قیمت‌های متفاوت برای انواع مختلف واحدهای مسکونی هستند، این ناهمگونی، تقاضای مسکن را تحت تأثیر قرار می‌دهد (کیس و شیلر<sup>۲</sup>، ۲۰۰۳).

1. Glaeser and Gyourko  
 2. Case and Shiller

۳. مسکن تنها یک کالای فیزیکی نیست، بلکه شامل مجموعه‌ای از خدمات مانند امنیت، آسایش و موقعیت اجتماعی نیز می‌شود. این خدمات برای خریداران مهم است و می‌تواند بر تقاضای مسکن تأثیر بگذارد (روزن<sup>۱</sup>، ۱۹۷۴).

۴. ارزش یک واحد مسکونی می‌تواند تحت تأثیر عوامل خارجی مانند کیفیت مدارس در منطقه، در دسترس بودن وسایل حمل و نقل عمومی و میزان جرم و جنایت قرار گیرد این عوامل خارجی می‌توانند بر عرضه و تقاضای مسکن تأثیر بگذارند و منجر به ناکارآمدی بازار شوند (آرنوت و استیگلitz<sup>۲</sup>، ۱۹۷۹).

۵. بازار مسکن با تعداد زیادی خریدار و فروشنده مشخص می‌شود، اما موانع زیادی هم چون هزینه‌های بالای معاملات و اطلاعات محدود برای ورود فروشندگان و خریداران جدید وجود دارد. این نواقص بر عملکرد بازار تأثیر می‌گذارد و می‌تواند منجر به ناکارآمدی بازار شود (گلایزر و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۰۸).

با توجه به ویژگی‌های منحصر به فرد مسکن، بازار مسکن یک سیستم پیچیده است. این ویژگی‌ها می‌تواند پیامدهای مهمی برای عملکرد بازار مسکن و همچنین رفتار فعالان بازار داشته باشد. برخی از ویژگی‌های کلیدی بازار مسکن که در ادبیات شناسایی شده‌اند، در زیر آورده شده است.

۱. هزینه‌های معاملاتی بالا: هزینه‌های معاملاتی مربوط به خرید و فروش مسکن به‌طور کلی در مقایسه با سایر کالاها بالایی باشد این امر تا حدی به دلیل ناهمگنی و ارزش بالای واحدهای مسکونی است که می‌تواند فرآیند تطابق را پیچیده و معاملات را پرهزینه‌تر کند. هزینه‌های بالای مبادلات مرتبط با کالاهای مسکن نیز می‌تواند بر رفتار فعالان بازار تأثیر بگذارد، زیرا خریداران و فروشندگان ممکن است برای ورود به بازار تردید بیشتری داشته باشند یا ممکن است برای جبران این هزینه‌ها نیاز به بازگشت سرمایه بالاتری داشته باشند.

۲. سرمایه‌گذاری بلندمدت: مسکن بیشتر به‌عنوان یک سرمایه‌گذاری بلندمدت تلقی می‌شود، زیرا خریداران معمولاً انتظار دارند که واحد مسکونی خود را برای سال‌های طولانی نگه دارند. این می‌تواند پیامدهای مهمی برای رفتار فعالان بازار داشته باشد، زیرا خریداران ممکن است در تصمیم‌گیری‌های خرید خود محتاط‌تر باشند و ممکن است بیشتر به عواملی مانند ارزش گذاری بلندمدت و درآمد بالقوه اجاره توجه داشته باشند. افق سرمایه‌گذاری بلندمدت کالای

1. Rosen  
2. Arnott and Stiglitz  
3. Glaeser et al.

مسکن می‌تواند بر قیمت‌گذاری واحدهای مسکونی نیز تأثیر گذار باشد، زیرا قیمت‌ها ممکن است منعکس کننده انتظارات از شرایط عرضه و تقاضا در آینده باشد (هندرشات<sup>۱</sup>، ۲۰۰۴).

۳. محدودیت تأمین مالی: محدودیت‌های تأمین مالی اغلب یکی از ویژگی‌های کلیدی بازار مسکن است، زیرا خریداران معمولاً برای تأمین مالی خرید خود به اعتبار نیاز دارند. این می‌تواند فرآیند خرید را پیچیده کند، زیرا ممکن است خریداران ملزم به رعایت معیارهای سختگیرانه وام باشند و ممکن است در برخی موارد برای تأمین مالی با مشکل مواجه شوند. همچنین این محدودیت‌ها می‌تواند بر قیمت‌گذاری واحدهای مسکونی تأثیر بگذارد، زیرا قیمت‌ها ممکن است منعکس کننده دسترس پذیری و هزینه اعتبار باشند (گودمن و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۱۵).

### دیدگاه‌های نظری در خصوص عوامل تعیین‌کننده قیمت مسکن

عوامل تعیین‌کننده قیمت مسکن موضوع کلیدی تحقیق در ادبیات در طول سال‌ها بوده است. مطالعات گوناگون عوامل مختلفی را شناسایی کرده‌اند که بر قیمت مسکن تأثیر می‌گذارند. نظریه‌های مختلفی برای تعیین قیمت و تحلیل و توضیح نوسان و تغییرات قیمت مسکن ارائه شده است: دسته اول این نظریات، بر عوامل بنیادین تأکید دارند. این نظریه‌ها با بهره‌گیری از نیروهای عرضه و تقاضا به دنبال توضیح و تبیین الگوی تغییرات قیمت مسکن هستند. بر اساس این رویکرد، ساختار بازار و شرایط عرضه و تقاضای مسکن، قیمت مسکن را دستخوش تغییر می‌کند (بک و کیل<sup>۳</sup>، ۲۰۱۷). مدل‌های عرضه و تقاضا بر رابطه بین عرضه واحدهای مسکونی و تقاضای مسکن تمرکز دارند. فرض اصلی این است که وقتی تقاضا برای مسکن زیاد و عرضه محدود باشد، قیمت‌ها افزایش می‌یابد و بالعکس. این مدل‌ها طیفی از عوامل تأثیر گذار بر عرضه و تقاضا مانند روندهای جمعیتی، شرایط اقتصادی و سیاست‌های دولت را در نظر می‌گیرند

دسته دوم که با عنوان مدل‌های قیمت‌گذاری هدانیک شناخته می‌شوند بر عوامل تعیین‌کننده ارزش یک واحد مسکونی همانند مکان، اندازه و امکانات رفاهی، تمرکز دارند. ایده اصلی این است که قیمت یک واحد مسکونی را می‌توان به ویژگی‌های تشکیل‌دهنده آن تقسیم کرد که هر کدام از آنها ارزشی در بازار دارند. در حقیقت تابع هدانیک قیمت، مسکن را به‌عنوان کالایی چند بعدی در نظر گرفته و به اندازه‌گیری اثر هر یک از ویژگی‌ها بر قیمت مسکن می‌پردازد (مالپزی<sup>۴</sup>، ۲۰۰۳). مدل‌های قیمت‌گذاری هدانیک در بیشتر موارد برای تخمین

1. Hendershott
2. Goodman et al.
3. Belke and Keil
4. Malpezzi

قیمت‌های ضمنی ویژگی‌ها و امکانات مسکن خاص استفاده می‌شوند. روزن (۱۹۷۴)، برای اولین بار این مدل را پیشنهاد کرده و از آن زمان به‌طور گسترده در ادبیات برای درک تقاضای مسکن استفاده شده است. به بیان دیگر در این روش فرض می‌شود که تفاوت‌ها در قیمت املاک به علت اختلاف خصوصیات املاک است. بر این اساس قیمت مسکن نشانگر حداکثر پولی است که مردم تمایل دارند برای کیفیت بهتر میزان خاصی از امکانات داخلی، وضعیت ساختمان و میزان دسترسی به امکانات و خدمات شهری بپردازند (کارلیک و اولگاک<sup>۱</sup>، ۲۰۱۱).

دسته سوم، نظریه جغرافی‌دان‌ها است که در آن مکان و موقعیت جغرافیایی، عنصر کلیدی تعیین قیمت مسکن می‌باشد. مکان به‌عنوان مهم‌ترین ویژگی ذخیره مسکن اصلی‌ترین عامل ناهمگنی مسکن به شمار می‌رود. از نظر جغرافی‌دان‌ها، ارزش مکانی به فاصله از مرکز شهر ارتباط دارد و متغیر اساسی که الگوی تغییرات قیمت مسکن در سطح محله و مناطق را توضیح می‌دهد هزینه‌های ایاب و ذهاب می‌باشد، بنابراین واحدهای مسکونی که در مرکز شهر واقع شده‌اند هزینه ایاب و ذهاب کم‌تری پرداخت می‌کنند و لذا قیمت مسکن در این نقاط گران است. درحقیقت مدل‌های منطقه‌ای عواملی مانند شرایط اقتصادی، جمعیت‌شناسی و سیاست‌های دولت که بر تقاضای مسکن در مناطق مختلف تأثیرگذار هستند را در نظر می‌گیرند (پلاسمن و تایدمن<sup>۲</sup>، ۲۰۰۱).

در دسته چهارم اعتقاد بر این است که در برخی اجزای بازار دارایی‌ها مثل بازار سهام و مسکن، دخالت عوامل غیربنیادین سبب می‌شود که قیمت مسکن از رفتار حبابی شکل تبعیت کند، به‌طوری که قیمت با رسیدن به اوج، منفجر می‌شود و سپس کاهش می‌یابد (قلی‌زاده، ۱۳۸۷). چارلز کیندرلبرگ حباب را اینگونه تعریف می‌کند: افزایش سریع در قیمت یک یا طیفی از دارایی‌ها در یک فرایند پیوسته که افزایش قیمت اولیه، انتظار قیمت آتی را ایجاد کرده، سبب جذب خریداران جدید به بازار می‌شود سوداگران معمولاً از سود حاصل از خرید و فروش استفاده می‌کنند تا از مصرف کالا. افزایش قیمت با معکوس شدن انتظارات سقوط کرده و معمولاً سبب بروز بحران می‌شود (فلاح شمس و همکاران، ۱۳۹۱). تشکیل حباب قیمت مسکن دو شرط دارد: نخست این که عوامل اساسی و زیر بنایی عرضه و تقاضای مسکن، توجیهی برای آن نداشته باشند و دوم اینکه کارگزاران اعتقاد داشته باشند که قیمت آینده بالاتر از قیمت فعلی مسکن خواهد بود (قاسمی و همکاران، ۱۳۹۲).

به‌طور کلی، عوامل مؤثر بر قیمت مسکن را می‌توان به دو دسته تقسیم کرد: نخست عوامل بنیادی که توسط نیروهای عرضه و تقاضای بازار تعیین می‌شوند و دسته دوم عوامل غیربنیادی



که مربوط به عملکرد اقتصادی مسکن نیستند، بلکه شامل نیروهایی می‌باشند که خارج از عملکرد بخش مسکن بر قیمت آن تأثیر گذارند. از عوامل بنیادی در مقیاس کلان می‌توان به عواملی همچون سیاست‌های پولی و نرخ بهره بازده سپرده‌های بانکی اشاره کرد و در مقیاس خرد، عواملی هم چون تراکم ساختمانی، بر الگوی مسکن تأثیرگذار هستند (عزیزی، ۱۳۸۳).

### ۳-۲. پیشینه تحقیق

#### ۳-۲-۱. مطالعات خارجی

به دلیل اهمیت بخش مسکن در اقتصاد کشورها محققان تلاش کرده‌اند تا در مطالعات نظری و تجربی علل وقوع رونق و رکود و نوسان‌های قیمتی در این بازار را تبیین نمایند. محققانی که رکود و رونق در بازار مسکن را به تغییر در عوامل بنیادین نسبت می‌دهند، بیشتر از مدل‌های استاندارد و رهیافت اقتصاد متعارف برای مدل‌سازی این بازار استفاده می‌کنند. به عنوان مثال چو<sup>۱</sup> (۲۰۰۹)، با تأیید بر وجود حباب در بازار مسکن آمریکا در دوره ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۵ و با بهره‌گیری از رهیافت تعادل عمومی پویا نشان داده است که تغییرات مربوط به درآمد خانوارها و میزان پیش پرداخت برای خرید مسکن می‌تواند افزایش قیمت‌ها و تغییرات قیمت مسکن به اجاره بها که یکی از معیارهای شناسایی حباب است را توضیح دهد.

خو و تانگ<sup>۲</sup> (۲۰۱۴)، عوامل تعیین‌کننده قیمت مسکن در بریتانیا را با استفاده از رویکرد همگرایی و مدل تصحیح خطا مورد مطالعه قرار داده‌اند. نتیجه آزمون هم انباشتگی نشان می‌دهد که هزینه ساخت، اعتبار، تولید ناخالص داخلی، نرخ بهره و نرخ بیکاری دارای همبستگی مثبت و درآمد قابل تصرف و عرضه پول، همبستگی منفی با قیمت مسکن داشته است. رشد قیمت مسکن متأثر از رشد هزینه ساخت، اعتبار، نرخ بهره و درآمد قابل تصرف در کوتاه‌مدت بوده است. بک و کیل (۲۰۱۷)، در مطالعه‌ای با استفاده از رویکرد پانل تعیین‌کننده‌های بنیادین قیمت مسکن در چند شهر آلمان را مورد بررسی قرار داده‌اند. آنها چندین عامل از جمله فعالیت ساخت و ساز و موجودی مسکن را در سمت عرضه و اجاره آپارتمان، اندازه بازار، ساختار سنی، زیرساخت‌های محلی و قیمت‌های اجاره را به عنوان عوامل سمت تقاضا شناسایی و پیشنهاد کرده‌اند از این عوامل برای تشخیص ناهماهنگی‌های بازار استفاده شود.

کالابیسکا و هلاوک<sup>۳</sup> (۲۰۲۲)، با استفاده از رویکرد پانل پویا، رفتار قیمت‌های مسکن و تعیین‌کننده‌های آن را در جمهوری چک از سال ۲۰۰ تا ۲۰۱۹ مورد مطالعه قرار داده‌اند. نتایج

1. Cho

2. Xu and Tang

3. Kalabiska and Hlavacek

نشان می‌دهد که قیمت مسکن به‌طور عمده توسط دستمزد، نرخ بیکاری و مهاجرت تعیین می‌شود. هم‌چنین نتایج تأیید کننده اثر بیشتر عوامل نیروی کار (دستمزد و ساختار سنی) بر قیمت مسکن در مناطق دارای سطح درآمد پایین‌تر بوده است.

کرجا و جانبای<sup>۱</sup> (۲۰۲۲)، تعیین‌کننده‌های تورم مسکن در ترکیه را مورد بررسی قرار داده‌اند. بر اساس نتایج آزمون علیت گرنجر، روابط علیت از تغییرات نرخ بهره مصرف‌کننده و نرخ ارز به تورم مسکن وجود داشته، اما بین عرضه مسکن و تورم مسکن رابطه علیتی مشاهده نشده است.

گروه دیگری از محققان تغییر در عوامل غیربنیادی مانند تغییر انتظارات خریداران و فروشندگان، روانشناسی بازار و روح حیوانی را دلیل اصلی نوسان‌های قیمت و حباب‌های موجود در بخش مسکن می‌دانند. به‌عنوان مثال، شیلر<sup>۲</sup> (۲۰۰۷)، رونق بازار مسکن آمریکا در انتهای دهه ۱۹۹۰ را یک حباب سوداگرانه دانسته و دلیل اصلی آن را انتظارات شدید برای افزایش قیمت‌های آتی در نظر می‌گیرد. وی اینگونه استدلال می‌کند که حباب موجود در نهایت، ترکیده و موجب ایجاد بحران شده است. در مطالعات مشابه دیگر، شیلر (۲۰۰۸ و ۲۰۰۵) و کیس و شیلر<sup>۳</sup> (۲۰۰۶ و ۲۰۰۳) بر این موضوع تأکید شده است. یکی از پیشرفته‌ترین تلاش‌ها برای شبه‌سازی بازار مسکن به‌صورت رویکرد عامل بنیان، مطالعه گیناکوپلس و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۱۲) با جزئیات مدل ارائه‌شده توسط اکستل و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۱۴) می‌باشد، آن‌ها از داده‌های خرد ۲/۲ میلیون خانوار در منطقه واشنگتن D.C استفاده کرده‌اند تا مدلی را ارائه دهند که به دنبال توضیح رونق و رکود طی دوره ۲۰۰۹-۱۹۹۷ باشد. گیناکوپلس و همکاران (۲۰۱۲) با استفاده از مدل توصیف شده، شواهدی را اثبات کرده‌اند که نشان می‌دهد آنچه موجب رونق و رکود مسکن می‌شود اهرم بالا می‌باشد و نرخ بهره در این میان نقشی ندارد. نتایج مشابهی توسط جی<sup>۶</sup> (۲۰۱۷، ۲۰۱۳) به دست آمده که حباب مسکن اخیر ایالات متحده را با استفاده از

1. Kirca and Canbay
2. Shiller
3. Case & hiller
4. Geanakoplos et al.
5. Axtell et al.

۶. در طی بحران مالی ۲۰۰۷، نوآوری‌های مالی در بازار وام‌های رهنی موجب عدم شفافیت میزان واقعی ریسک در این بازار شده و لذا بانک‌ها و مؤسسات مالی حاضر شده‌اند حجم وام‌های اعطایی به وام‌گیرندگان پر خطر را افزایش دهند. با کاهش قیمت، وام‌گیرندگان با وام‌های مسکن با نرخ قابل تنظیم، نمی‌توانستند برای اجتناب از پرداخت‌های بالاتر مرتبط با افزایش نرخ بهره، ریفاینانس کنند و شروع به عدم پرداخت کردند، بنابراین بدهی‌های معوق بانکی افزایش پیدا کرده و بسیاری از شرکت‌ها و بانک‌های بزرگ دچار بحران شدند.

7. Ge

مدل عامل بنیان بررسی کرده است. ارلینگسون و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۲) مدلی ارائه کرده‌اند که بازارهای مختلفی از جمله بازار کار، اعتبار و مسکن را در برمی‌گیرد. در مقاله بعدی مبتنی بر همان مدل، ارلینگسون و همکاران (۲۰۱۴) نشان داده‌اند از آنجا که اهرم بالاتر منجر به اقتصاد ناپایدارتر می‌شود، این رونق به‌راحتی می‌تواند با رکود دنبال شود. عسکری و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۱۸)، با اصلاح الگوی آدام و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۱۱)، مدل تعادل جزئی پویا از بازار مسکن ارائه داده‌اند که در آن پویائی‌های قیمت خانه توسط تعامل بین چارتریست‌ها و بنیادگراها تعیین شده است. کمپسی و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۱۸)، یک مدل بازار مسکن را معرفی کرده‌اند. مدل آن‌ها از یک متغیر وقفه زمانی در سمت عرضه استفاده می‌کند. افزون بر این، ناهمگنی مدل اصلی را با در نظر گرفتن انتظارات ساده‌لوحانه و هم چنین ترکیبی از انتظارات ساده‌لوحانه و عقلانی گسترش می‌دهد. این مطالعه همانند مطالعات قبل از خود نشان داده که رقابت بین استراتژی‌های مشخص بازار ممکن است منجر به پویائی‌های پیچیده‌ی قیمت شود.

هیچ توافق واحدی در ادبیات در مورد مجموعه‌ای از شاخص‌های کلان اقتصادی در مورد پیش‌بینی مدل‌های قیمت خانه وجود ندارد (گالین<sup>۵</sup>، ۲۰۰۶). تعیین قیمت مسکن به شرایط و سیاست‌های اقتصادی یک کشور حساس هستند و باید در یک زمینه خاص کلان اقتصادی بررسی شوند.

### ۳-۲-۲. مطالعات داخلی

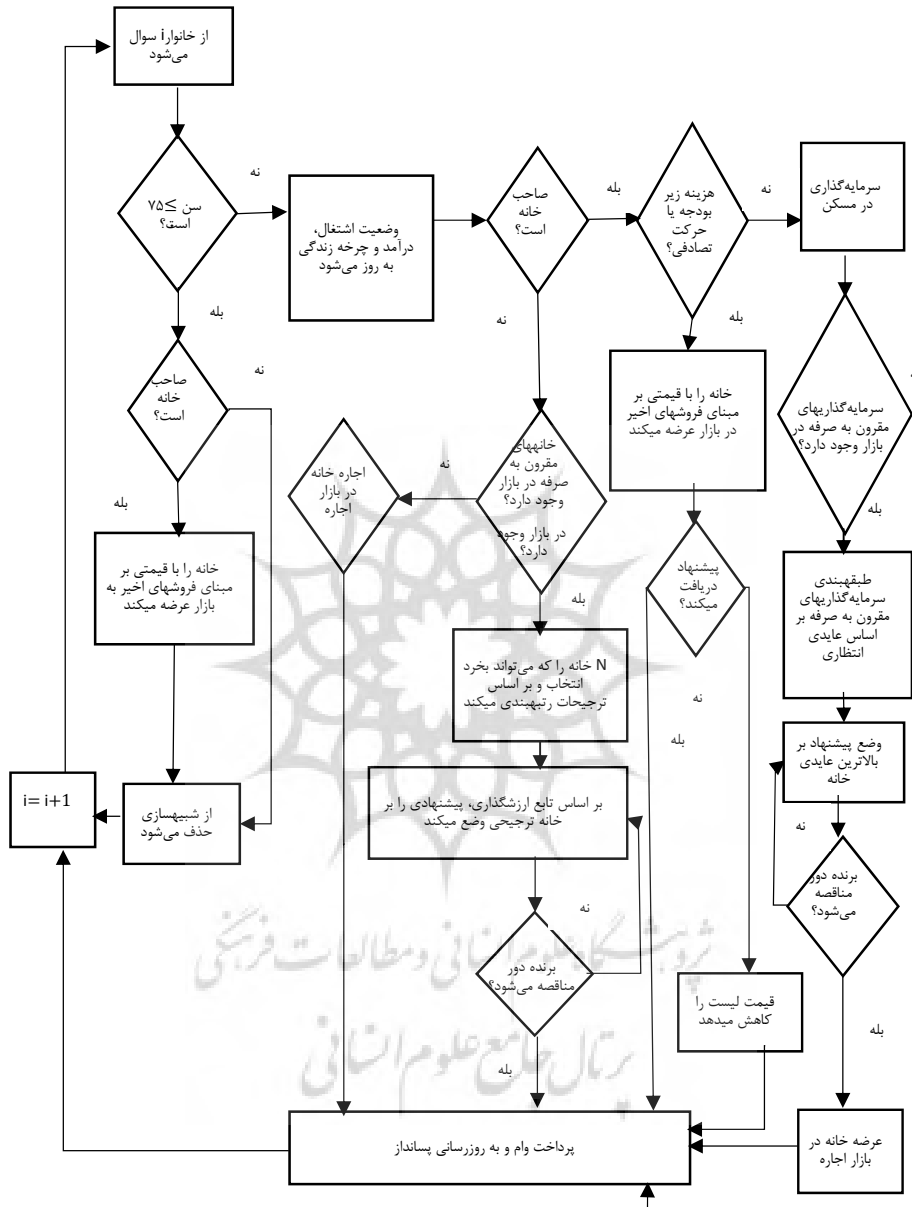
مطالعات مربوط به بازار مسکن در داخل کشور تلاش کرده‌اند تا با به‌کارگیری مدل‌های اقتصادسنجی و توجه ویژه به عوامل بنیادی، نوسان‌های بازار مسکن را توضیح دهند. شاهمنجذب و همکاران (۱۴۰۱)، با بهره‌گیری از رهیافت اقتصادسنجی فضایی، درجه سفته‌بازی مسکن در استان‌های منتخب ایران را مورد محاسبه قرار داده‌اند. نتایج نشان داده است که اجاره‌بها و قیمت زمین اثر مثبت و تولید ناخالص داخلی اثر منفی بر قیمت مسکن داشته‌اند. شکاف قیمت مسکن برای تمامی استان‌ها معنادار بوده است. افزون بر این، اثرات فضایی و مجاورتی استان‌ها بر همسایگان خود مشخص می‌باشد. امجدی و همکاران (۱۴۰۱)، در مقاله‌ای اثر نرخ ارز و نا اطمینانی آن و هم چنین گسترش آبی شیوع ویروس کرونا بر قیمت مسکن شهر تهران را مورد آزمون قرار داده‌اند براساس نتایج، اثر نرخ ارز و شاخص نااطمینانی نرخ ارز بر قیمت مسکن، مثبت و معنی‌دار بوده است بنابر این، هر اقدامی که نااطمینانی در وضعیت آتی

1. Erlingsson et al.
2. Ascari et al.
3. Adam et al.
4. Campisi et al.
5. Gallin

بازار ارز را کاهش دهد، می‌تواند بر کاهش اثرات منفی در عرضه و تقاضای مسکن مؤثر باشد. همچنین نتایج برآورد الگو نشان داده است که شیوع ویروس کرونا همانند یک شوک عمل کرده و سبب افزایش قیمت مسکن در شهر تهران شده است. نعمتی و همکاران (۱۴۰۰)، با استفاده از رگرسیون بیزی اثر ساختار سنی و متغیرهای جمعیتی بر قیمت مسکن در ایران طی دوره زمانی ۱۳۹۶-۱۳۷۵ را مورد مطالعه قرار داده‌اند. نتایج نشان داده است که قیمت مسکن به‌طور معنادار و مثبتی تحت تأثیر هزینه واقعی یک متر بنا، رشد جمعیت شهری، وقفه نقدینگی واقعی، وقفه تورم، درآمد واقعی خانوارها و نسبت سرمایه‌گذاری مسکونی قرار می‌گیرد و تأثیر نسبت وابستگی (کل، سالمندی و کودکان) منفی و معنی‌دار بوده است. همچنین در بررسی گروه‌های مختلف سنی، افزایش جمعیت نسبی در سنین تا ۵۴ سال، موجب افزایش قیمت مسکن شده است. شمعی و همکاران (۱۳۹۹)، در مطالعه‌ای عوامل مؤثر بر قیمت مسکن را در محله پارک لاله تهران مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج مطالعه آنها نشان می‌دهد که عوامل فیزیکی مسکن تأثیر بیشتری نسبت به عوامل دسترسی در قیمت مسکن محله داشته است. پناهی و دیگران (۱۳۹۷) با بهره‌گیری از الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی، شامل بخش‌های خانوار، مسکن، بانک، بنگاه‌های تولید، دولت و بانک مرکزی، اثر شوک سیاست پولی انقباضی در قالب افزایش نرخ بهره بر قیمت و عرضه مسکن را مورد بررسی قرار داده‌اند. موسوی و درودیان (۱۳۹۴)، تلاش کرده‌اند با بهره‌گیری از روش سری‌های زمانی ساختاری و الگوریتم کالمن فیلتر ارتباط قیمت مسکن و عوامل بنیادین تعیین‌کننده آن را مورد توجه قرار داده و کیفیت اثرگذاری هر یک از این عوامل بر قیمت‌های مسکن را بررسی کنند. بررسی مطالعات فوق نشان می‌دهد که بیشتر مطالعات تلاش کرده‌اند تا نوسان‌های قیمت مسکن ایران و تهران را به‌وسیله عوامل و متغیرهای بنیادی مانند نرخ بهره حقیقی، قیمت سهام و حجم نقدینگی توضیح دهند و تمام آن‌ها با تأیید وجود حباب در بازار مسکن ایران و تهران، آن را ناشی از تغییرات عوامل بنیادی می‌دانند. بهرامی و مروت (۱۳۹۲)، با استفاده از رهیافت اقتصاد مبتنی بر عوامل و با فرض ناهمگن بودن انتظارات عوامل در مورد تغییرات آتی قیمت‌ها و وجود پویایی‌های اجتماعی نحوه شکل‌گیری حباب و فروپاشی آن در قیمت مسکن تهران را مدل‌سازی کرده‌اند.

#### ۴- مدل تحقیق

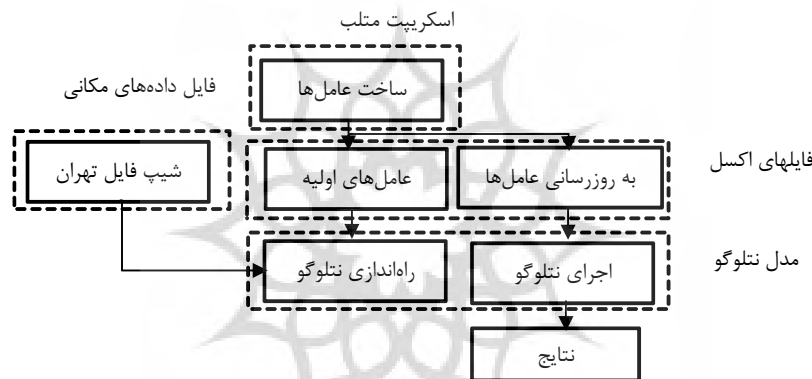
درحالی‌که نمونه‌های گوناگونی از مدل‌های عامل بنیان در بازارهای مالی وجود دارد، اما تعداد کمی از آن‌ها در ساخت یک مدل مبتنی بر عامل در بازار مسکن فعالیت دارند. از آنجاکه این بازار با مجموعه گسترده‌ای از عامل‌های ناهمگن شناخته می‌شود که با اطلاعات محدودی در مورد یکدیگر فعالیت می‌کنند، به‌کارگیری این رویکرد منطقی به نظر می‌رسد. مدل عامل بنیان مورد استفاده در این مطالعه برای شبیه‌سازی قیمت مسکن مربوط به شهر تهران می‌باشد.



شکل ۱. رفتار خانوار در مدل

در حالت ایده‌آل، یک خانوار در مدل باید یک خانوار واقعی در تهران را نشان دهد. با این حال، شبیه‌سازی با مدلی از این اندازه (نزدیک به ۳ میلیون خانوار) زمان‌بر خواهد بود. در عوض، یک نسخه در مقیاس کوچک‌تر از شهر با ۵۰۰۰ عامل مدل‌سازی خواهد شد. در شکل (۱)، شکلی از این فرآیند برای یک خانوار نشان داده شده است. هنگام اجرای مدل، به‌جای انجام یک دور کامل از اقدامات برای هر خانوار، هر مرحله از شکل توسط تمام خانوارها قبل از حرکت هر خانوار به مرحله بعدی، انجام می‌شود.

با توجه به قابلیت نرم افزار نتلوگو در ترکیب با داده‌های مکانی، در این مقاله از این نرم افزار استفاده می‌شود. در حالی که مدل عامل بنیان در محیط نتلوگو راه‌اندازی می‌شود، به‌دلیل محاسبات ماتریسی کارآمد در نرم افزار متلب، عامل‌های اولیه در این نرم افزار ساخته می‌شوند. در شکل (۲)، یک نمای کلی از سازمان‌دهی فایل و جریان بین آنها نشان داده شده است.



شکل ۲. جریان بین فایل‌ها هنگام اجرای مدل

#### ۴-۱. عامل‌ها و آجکت‌های مدل

عامل‌های اصلی و آجکت‌های موجود در مدل عامل بنیان، خانوارها، بانک، خانه‌ها و وام هستند. **خانوارها:** از آنجا که تصمیمات مربوط به مسکن به‌طور عمده توسط خانوار به‌عنوان یک واحد اتخاذ می‌شود، خانوارها به‌جای افراد به‌عنوان عامل‌های اصلی مدل عمل می‌کنند. ویژگی‌های خانوار شامل سن مسن‌ترین عضو خانوار و نوع خانوار است و مشخص می‌کند که آیا خانوار فرزندی دارد یا خیر. در هر دوره زمانی، خانوارها طبق قواعد تعیین شده عمل کرده و ویژگی‌های درونی خود را به‌روز می‌کنند. بنابراین، هیچ‌یک از خصوصیات خانوار در کل شبیه‌سازی ثابت نیست.

**خانه‌ها:** خانه‌های مسکونی می‌توانند متعلق به خانواری باشد که در آن زندگی می‌کند و یا به خانوارهایی که توانایی خرید خانه را ندارند، اجاره داده شود. وقتی یک‌خانه وارد مدل شود تا پایان شبیه‌سازی باقی می‌ماند. از این رو، خانه مستهلک نشده و فرض می‌شود که دارای کیفیت ثابت است. افزون بر این، اندازه خانه هنگام محاسبه قیمت لیست آن، عامل مهمی است. ABM مورد استفاده در این مطالعه فضایی است، به این معنی که خانه در یک شبکه ۲ بعدی در سراسر شبیه‌سازی دارای یک موقعیت مختص خود است.

**وام‌ها:** وام‌ها آبجکت‌هایی با ویژگی‌هایی از جمله اصل وام، تاریخ صدور و سررسید آن هستند. آن‌ها هم با خانوارها و هم خانه‌ها مرتبطند و می‌توانند تنها به یک خانه مرتبط و یا به یک خانوار متعلق باشند. با این حال، اگر خانوارها در خانه‌های اضافی سرمایه‌گذاری کرده باشند، می‌توانند چندین وام مسکن داشته باشند. وام تنها وقتی از مدل خارج می‌شود که یک خانوار خانه‌ای که با آن وام خرید شده است را بفروشد و از عواید آن برای پرداخت کل وام استفاده کند و یا از طریق اقساط ماهانه پرداخت شود.

#### ۴-۲. ویژگی خانوارها

برای مدل‌سازی دقیق خانوارها از اطلاعات سالانه مربوط به جمعیت‌شناختی، درآمد، ثروت و پس‌انداز خانوار برای مدل‌سازی چرخه زندگی، فرایند درآمد و ویژگی خانه‌های خانوار استفاده می‌شود. در مدل خانوارها در دو گروه قرار می‌گیرند، خانوارهایی که دارای فرزند و آن‌هایی که بدون فرزند هستند. افزون بر این، هر خانوار دارای یک ویژگی "سنی" است که نشان‌دهنده سن مسن‌ترین عضو خانوار است. خانوارها با یک سن و طبقه وارد مدل می‌شوند، به طوری که توزیع سن و تعداد خانوارهای دارای فرزند در مدل با توزیع واقعی در تهران در سال شروع شبیه‌سازی (۸۹) مطابقت داشته باشد.

جدول ۱. نرخ تولد برحسب سن

سن	P <sub>age</sub> <sup>C</sup>
۱۵-۱۹	۰/۰۳۲
۲۰-۲۴	۰/۰۸۳
۲۵-۲۹	۰/۱۰۰
۳۰-۳۴	۰/۰۸۳
۳۵-۳۹	۰/۰۴۳
≥۴۰	۰/۰۱۴

منبع: عباسی شوازی و حسینی چاوشی (۱۳۹۲)

در هر دوره زمانی نسبت معینی از خانوارهای بدون فرزند، به خانوارهای دارای فرزند تبدیل می‌شوند. به همین ترتیب، با فرض اینکه مسن‌ترین فرزند به بیرون نقل مکان کرده و خانوارهای دارای فرزند می‌توانند به خانوارهای بدون فرزند تبدیل شوند. در جدول ۱، میزان باروری گروه‌های سنی (تعداد فرزندان به ازای هر زن در هر گروه سنی) در سال ۱۳۸۹ در ایران نشان داده شده است<sup>۱</sup>. مطابق انتظار میزان باروری در حدود ۳۰ سالگی به اوج خود رسیده و سپس روند کاهشی داشته است. بر این اساس، بالاترین میزان باروری مربوط به گروه سنی ۲۹-۲۵ سال است. در طرف مقابل، زنان در گروه سنی ۴۰ ساله و بالاتر کم‌ترین تعداد موالید را به ثبت رسانده‌اند. سن کم‌ترین فرزند یک خانوار در هر سال افزایش می‌یابد و فرض می‌شود فرزند در سن ۲۵ سالگی از خانوار خارج می‌شود<sup>۲</sup>. در واقعیت، یک فرد بالغ جوان وقتی از والدین خود جدا می‌شود خانوار جدید تشکیل می‌دهد و این به‌طور ضمنی از طریق رشد جمعیت و مهاجرت در مدل اعمال می‌شود. هر ساله تعدادی خانوار جدید وارد مدل می‌شوند به‌گونه‌ای که رشد سالانه جمعیت برابر با رشد تاریخی پایتخت کشور شود. یک خانوار تنها وقتی سنش به ۷۵ سالگی برسد، از مدل خارج می‌شود.

درآمد خانوار در یک نرخ ثابت رشد می‌کند، اما در معرض اختلال‌های<sup>۳</sup> موقت و هم‌چنین اختلال‌هایی با اثرات ماندگار قرار می‌گیرد. برای سادگی، توزیع لگ نرمال<sup>۴</sup> برای شروع نمونه‌سازی خانوارها در مدل اعمال می‌شود. به‌منظور تخصیص درآمدهای خانوارها که مناسب طبقه و سن آن‌ها باشد، درآمد خانوار نمی‌تواند بدون توجه به توزیع درآمد کل جمعیت به دست آید. در عوض،  $N$  درآمد از توزیع گرفته می‌شود و به خانوارهای ساخته‌شده اختصاص می‌یابد<sup>۵</sup>.

۱. این آمار برگرفته از گزارش تحولات باروری در ایران در چهار دهه اخیر نوشته عباسی شوازی و حسینی چاوشی در سال ۱۳۹۲ منتشر شده توسط پژوهشکده آمار است، درحالی‌که این ارقام با گذشت زمان اندکی تغییر می‌کنند، فرض بر این است که برای کل دوره شبیه‌سازی مقادیر سال ۸۹ در نظر گرفته می‌شود.
۲. مطالعه عباسی شوازی و بگی (۱۳۹۸) نشان می‌دهد که متوسط سن خروج فرزندان از خانه والدین برای پسران و دختران به ترتیب ۲۷ و ۲۲ سال می‌باشد، لذا در این مطالعه میانگین دو سن به عنوان میانگین سن خروج از خانه والدین و تشکیل خانوار جدید در نظر گرفته می‌شود.

### 3. Innovations

#### 4. Log-normal Distribution

۵. دو دیدگاه اصلی در مورد چگونگی مدل‌سازی فرایند درآمد وجود دارد. گوونن<sup>۵</sup> (۲۰۰۹) آن‌ها را فرآیند "نمایه‌های درآمد مقید" (RIP) و "نمایه‌های درآمد ناهمگن" ( $\Delta$ HIP) نامیده است. درحالی‌که در فرایند RIP، درآمد توسط یک مؤلفه شوک پایدار و یک جزء چرخه زندگی مشخص می‌شود، در فرایند HIP، درآمد دارای شوک‌هایی با پایداری کمتر بوده و افراد نمایه‌های درآمدی مختص به خود را دارند.



درحالی که تعداد قابل توجهی از محققان از فرآیند HIP حمایت کرده‌اند<sup>۱</sup>، از آنجاکه فرایند RIP در مدل‌سازی فرایندهای درآمد در مدل‌های اقتصادی رایج‌تر است و متناسب با داده‌های هزینه درآمد کشور می‌باشد، در این مطالعه از این فرایند استفاده می‌شود.

$I_{h,t}$  به‌عنوان درآمد خانوار  $h$  در دوره  $t$ ،  $\epsilon_t$  به‌عنوان یک شوک گذرا،  $Z_{h,t+1}$  به‌عنوان اختلال مداوم در درآمد متناظر با پیشرفت‌های لحظه‌ای<sup>۲</sup>،  $G_{h,t}$  به‌عنوان نرخ رشد ثابت تعیین‌شده توسط سن خانوار در آن دوره زمانی و  $\eta_t$  یک شوک مداوم در درآمد را نشان می‌دهد.

$$I_{h,t} = Z_{h,t} + \epsilon_t$$

$$Z_{h,t+1} = Z_{h,t} * (G_{h,t} + N_t) + \eta_{t+1}$$

جایی که  $G_{h,t}$ ، نرخ رشد درآمد چرخه زندگی است، که به سن خانوار در دوره  $t$  بستگی دارد. معمولاً یک خانوار جوان رشد درآمدی بالایی را تجربه می‌کند، درحالی‌که خانوارهای مسن‌تر رشد درآمدی پایین‌تری دارند. وقتی خانوارها به سن بازنشستگی رسیدند، حقوق دریافتی در سن ۶۵ سالگی را دارند.  $N_t$  متوسط رشد اسمی ثبت‌شده در دوره  $t$  است. در هر دوره زمانی، احتمال بیکار شدن یک خانوار وجود دارد، به‌طوری‌که نسبت بیکاران در این مدل با نسبت مشاهده شده در شهر تهران مطابقت داشته باشد. خانوارهای بیکار، درآمدی برابر با درآمد دهک اول درآمد در مدل را دریافت می‌کنند. خانوارها برای یک سال بیکار می‌مانند سپس درآمد قبل از دوره بیکاری را دریافت می‌کنند.

با توجه به نرخ مالکیت در ایران، بخش قابل توجهی از ثروت خانوار به بازار مسکن گره‌خورده است. برآورد توزیع واقعی ثروت خانوارهای موردنیاز برای شروع مدل عامل بنیان، دشوار است. برای ایجاد یک توزیع مناسب، از ضریب جینی استفاده می‌شود (جینی<sup>۳</sup>، ۱۹۱۲). با فرض اینکه ثروت، مانند درآمد، از توزیع لگ نرمال پیروی کند، لازم است که پارامتر مقیاس  $\sigma$  و پارامتر مکان  $\mu$  تعیین شوند. فرض کنید  $G$  ضریب جینی و  $v$  میانگین ثروت باشد، می‌توان پارامترهای توزیع لگ نرمال مرتبط را به‌صورت زیر بیان کرد (سلاج و راج<sup>۴</sup>، ۲۰۱۲):

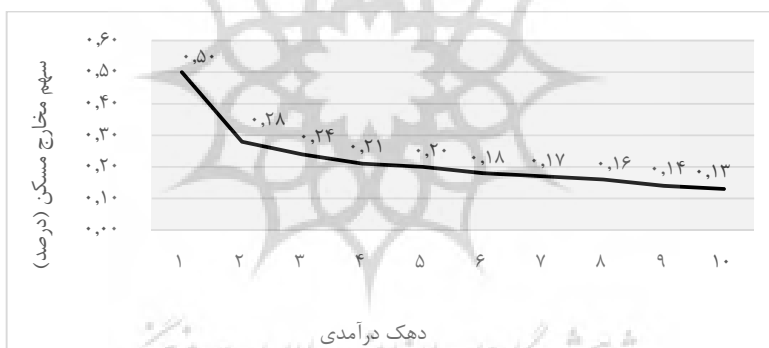
$$\sigma = \sqrt{2} \phi^{-1} \left[ \frac{G+1}{2} \right]$$

$$\mu = \ln v - \frac{1}{2} \sigma^2$$

۱. به عنوان مثال به هایدن (۲۰۰۱)، بیکر (۱۹۹۷) و گوونن (۲۰۰۹) مراجعه کنید.

2. instance promotions  
3. Gini  
4. Slottje and Raj

جایی که  $\Phi$  توزیع تجمعی نرمال استاندارد است. میانگین ثروت استفاده شده برای شروع مدل، از مجموع میانگین ثروت خالص موجود در مسکن و ارزش خالص ثبت‌شده دارایی‌های نامشهود به دست می‌آید. خانوارها با یک ثروت اولیه سیال از توزیع حاصل وارد مدل می‌شوند، می‌توانند از آن برای ورود به بازار مسکن استفاده کنند. این ثروت بسته به تصمیمات سرمایه‌گذاری خانوار و رفتار پس‌انداز، در طول شبیه‌سازی توسعه می‌یابد. رفتار پس‌انداز بسته به سن و طبقه خانوار و مبتنی بر نرخ‌های پس‌انداز تاریخ ثبت شده کشور است. خانوارها تمایل دارند مبلغ مشخصی از درآمد خود را صرف مسکن کنند. این میزان به عواملی مانند درآمد مطلق، سن و ترکیب خانوار بستگی دارد. در شکل (۳)، سهم درآمدی صرف شده برای مسکن به تفکیک دهک‌های درآمدی را نشان می‌دهد. روشن است که با افزایش درآمد، این نسبت به‌طور قابل‌توجهی کاهش می‌یابد، درحالی‌که خانوارهای اولین دهک درآمدی تقریباً ۵۰ درصد بودجه مصرفی خود را به مسکن اختصاص می‌دهند، سهم مخارج مسکن دهک دهم حدود ۱۳ درصد است. از آنجاکه مخارج موجود در دهک‌های درآمدی در طی دوره شبیه‌سازی اندکی تغییر می‌کند، بنابراین فرض می‌شود که ثابت هستند.



منبع: یافته‌های تحقیق

شکل ۳. سهم درآمد صرف شده برای مسکن در برابر دهک درآمدی<sup>۱</sup>

خانوارها پس از اختصاص بخشی از درآمد به پس‌انداز، مقدار باقی‌مانده را بین خدمات مسکن و سایر کالاهای مصرفی تخصیص می‌دهند. درحالی‌که دهک درآمدی یک خانوار سهم ترجیحی از درآمد صرف شده روی مسکن را تعیین می‌کند، تابع مطلوبیت هر خانوار به ترجیحات

۱. براساس نتایج آمارگیری مرکز آمار ایران از هزینه و درآمد خانوارها در سال ۱۳۸۹.

آن‌ها در مورد برخی خصوصیات مسکن بستگی دارد. در مدل تنها دو ویژگی فاصله تا مرکز شهر (d) و طبقه مسکن (c) به‌عنوان خصوصیات مسکن در نظر گرفته شده است. تابع مطلوبیت، با الهام از پالمکوئیست<sup>۱</sup> (۱۹۸۴)، می‌تواند به‌صورت ذیل بیان شود:

$$U = U(d, c, v)$$

جایی که  $v$  بردار خصوصیات یک خانوار (سن و طبقه) تعیین‌کننده مطلوبیت بر اساس این دو ویژگی مسکن است. برای هر خانوار، تابع مطلوبیت با توجه به محدودیت بودجه زیر حداکثر می‌شود:

$$y = x + P(d, c)$$

در اینجا  $y$  درآمد خانوار،  $P(d, c)$  قیمت خانه که تابعی از فاصله تا مرکز  $d$  و طبقه مسکن  $c$  است، درحالی‌که  $x$  مبلغی است که برای مصرف غیرمسکن اختصاص داده می‌شود. فرض بر این است که مخارج مسکن بر اساس دهک درآمدی خانوار تعیین می‌شود. فرض بر این است که تفاوت در ترجیحات خانوار، ناشی از تفاوت در هر دو سن و طبقه خانوار است. اگرچه رویکرد به‌کاررفته در این مطالعه تقریب حدسی است، اما برخی محرک‌های اصلی برای تفاوت در ترجیحات مسکن را دارد. ترجیحات ناهمگن خانوارها با تخصیص لیست اولویتهای مختلف ویژگی‌های مسکن برای انواع مختلف خانوارها مدل‌سازی می‌شود<sup>۲</sup>. مسافت، یک متغیر پیوسته برای اندازه‌گیری فاصله تا مرکز شهر است. تجزیه و تحلیل کیفی نشان می‌دهد که اکثریت خانوارهای دارای فرزند ترجیح می‌دهند در خانه‌های بزرگ‌تر زندگی کنند، درحالی‌که خانوارهای مسن‌تر خانه‌های کوچک‌تر را ترجیح می‌دهند. افزون بر این، خانوارهای بدون فرزند که سالخورده نیستند، هنگام ورود به بازار مسکن بیشتر نگران فاصله از مرکز شهر هستند.

جدول ۲. ترجیحات مسکن

		طبقه خانوار	
		دارای فرزند	بدون فرزند
سن	۶۰-۲۰	$\langle c^+, d^- \rangle$	$\langle d^-, c^+ \rangle$
	۷۵-۶۰	-	$\langle c^-, d^- \rangle$

### 1. Palmquist

۲. چهار نوع مسکن مختلف وجود دارد. "خانه‌های کمتر از ۱۰۰ متر مربع"، "۱۰۰ تا ۱۵۰ متر مربع"، "۱۵۰ تا ۳۵۰" و "بالتر از ۳۵۰ متر مربع".

بر اساس این دلالت‌ها، توالی ترجیح خانوار در جدول (۲) آورده شده است. خانوارهای بدون فرزند بین ۲۰ تا ۶۰ سال از توالی ترجیحی  $\langle d^-, c^+ \rangle$  برخوردار هستند، بنابراین اهمیت بیشتری به فاصله تا مرکز می‌دهند و مسکن‌های بزرگ‌تر ( $c^+$ ) و مسافت کوچک‌تر ( $d^-$ ) را ترجیح می‌دهند.

#### ۴-۳. الگوهای تعامل عامل‌ها

در هر دوره زمانی، عامل‌های مدل با پیروی از قواعد رفتاری درونی با یکدیگر در تعامل‌اند.

##### مذاکره وام رهنی

در ایران نظام اعتبارسنجی وجود ندارد و شرایط بازپرداخت تسهیلات خرید مسکن برای تمام گروه‌های درآمدی یکسان تعریف شده است. از مشخصه‌های سیستم تأمین مالی ایران، پایین بودن نسبت مبلغ وام (تسهیلات) به ارزش واحد مسکونی (LTV) است، درحالی‌که این نسبت در کشورهای توسعه‌یافته به گونه‌ای می‌باشد که همواره بخش بزرگی از قیمت کل مسکن را پوشش می‌دهد. اگر خانوار  $h$  تصمیم بگیرد وارد بازار مسکن شود، بر اساس دهک درآمدی فعلی مبلغ موردنظر برای صرف هزینه مسکن یعنی  $\alpha_{h,t}$  را برای هر دوره مشخص می‌کند.  $\alpha_{h,t}$  نسبت بودجه مصرفی صرف شده یک خانوار جهت خدمات مسکن است. از این‌رو، درخواست اولیه مبلغ وام مسکن خانوار در دوره زمانی  $t$ ، یعنی  $M_{h,t}$  به صورت زیر می‌باشد:

$$M_{h,t} = \frac{\alpha_{h,t} * (I_{h,t} - I_{h,t} * S_{h,t})}{r_t}$$

در اینجا  $S_{h,t}$  نرخ پس‌اندازهای خانوار در دوره زمانی مربوطه است. هنگامی‌که بانک درخواست وام  $M_{h,t}$  را از خانواری دریافت می‌کند، از این قوانین برای رسیدگی به درخواست استفاده می‌کند:

- ۱- اگر  $M_{h,t} > LTV_{max}$  باشد، مقدار درخواست را به  $LTV_{max}$  کاهش می‌دهد.
- ۲- پرداخت‌های دوره‌ای وام مسکن سالانه با اصل وام  $M_{h,t}$ ، به مدت ۱۲ سال و نرخ بهره  $r_t$  (نرخ بهره ماهانه برون‌زا در دوره  $t$ ) را محاسبه می‌کند.

مقدار پرداخت‌های دوره‌ای برای وام‌های سالانه،  $L_{h,t}$  به صورت زیر به دست می‌آید:

$$L_{h,t} = \frac{M_{h,t} * r_t}{1 - (1 + r_t)^{-n}}$$

#### ۴-۴. بازار مسکن

در بازار مسکن، خانوارها خانه‌هایی را که می‌توانند با پس‌انداز، درآمد فعلی خود و اعتبار صادرشده خریداری کنند، در نظر می‌گیرند.

#### خانه‌های فهرست شده در بازار

در هر دوره زمانی، یک خانوار که صاحب‌خانه‌ای است و در آن زندگی می‌کند، می‌تواند به یکی از دو دلیل زیر تصمیم بگیرد خانه خود را در بازار مسکن عرضه (فهرست) کند: اگر هزینه وام مسکن ماهانه بیش از حداقل بودجه مصرفی باشد، خانوار مایل خواهد بود مسکن خود را با خانه‌ای که برایش مقرون به‌صرفه است، تعویض کند. در هر دوره زمانی یک احتمال ثابت ( $P_d^M$ ) مرتبط با سن خانوار وجود دارد که یک خانوار تمایل به جابه‌جایی خواهد داشت. احتمال جابه‌جایی بر اساس جابه‌جایی تاریخی سالانه در داخل حوزه شهری به دست می‌آید. اگر یک خانوار تصمیم بگیرد مسکن خود را در بازار لیست کند، بر اساس قیمت‌های فروش نهایی ( $\tilde{P}_d$ ) مجموعه خانه‌هایی با موقعیت مکانی و طبقه مسکن مشابه ( $N_{I,c}$ ) در سه ماه اخیر، مطابق فرمول زیر یک قیمت اولیه  $P_{d,t}$  را تنظیم می‌کند:

$$P_{d,t} = \frac{1}{|N_{I,c}|} \sum_{k \in N_{I,c}} \tilde{P}_d$$

در هر دوره زمانی که خانه به فروش نرود، خانوار یک درصد قیمت اعلام شده را کاهش می‌دهد.

#### مزایده خانه<sup>۱</sup>

ارزش‌گذاری‌های پیشنهاد دهندگان از کالای فروخته‌شده در مزایده را می‌توان از چند طریق مدل‌سازی کرد. دو بیان رایج، الگوی ارزش خصوصی که ارزش‌گذاری صورت گرفته توسط پیشنهاددهنده تابعی از نوع خودش است و مدل ارزش مشترک، که همه پیشنهاد دهنده‌ها ارزش‌گذاری ناشناخته یکسانی دارند. به‌عنوان یک کالای سرمایه‌گذاری، با فرض اینکه خانوارها پروفایل‌های ریسک یکسانی دارند، همه باید ارزش مشترکی در مورد یک مسکن داشته باشند<sup>۲</sup>.

#### 1. House Auctioning

۲. تئوری برابری درآمد بیان می‌کند که وقتی پیشنهاددهندگان ریسک خنثی هستند و ارزش‌گذاری‌های خصوصی مستقلی دارند، هر چهار نوع مزایده انگلیسی، هلندی (مزایده نزولی)، مزایده مخفی با قیمت اول و مزایده مخفی با قیمت دوم (مزایده ویکری) میزان درآمد انتظاری یکسانی ایجاد می‌کنند (برای مطالعه بیشتر به

باین‌حال، به‌عنوان یک کالای مصرفی، ارزش یک‌خانه مستقل‌تر است و بر اساس ترجیحات خانوار متفاوت می‌باشد. فرض می‌شود توزیع ارزش‌های خصوصی حول قیمت لیست اولیه خانه قرار می‌گیرد. از آنجایی که این قیمت براساس فروش‌های اخیر خانه‌های مشابه است، بنابراین می‌بایست تصویر خوبی از ارزیابی دیگران برای مسکن موردنظر باشد. برای مدل‌سازی ارزش‌گذاری‌های خانوارها از یک توزیع یکنواخت متغیر در بازه‌ای حول قیمت اولیه لیست شده استفاده می‌شود<sup>۱</sup>. با فرض این که  $v_{h,d,t}$  ارزش‌گذاری صورت گرفته توسط خانوار  $h$  از مسکن  $d$  در دوره  $t$  و  $b^{dis}$  عرض توزیع ارزش‌گذاری‌ها باشد، خواهیم داشت:

$$v_{h,d,t} \sim U\left(\left(1 - b^{dis}\right)P_{d,t}, \left(1 + b^{dis}\right)P_{d,t}\right)$$

وقتی که ارزش‌گذاری‌های پیشنهاددهنده از یک توزیع یکنواخت متغیر از  $L$  تا  $U$  پیروی کند، سود مورد انتظار،  $\pi$ ، از مزایده به‌صورت زیر است:

$$E[\pi] = \frac{n-1}{n+1} * (U - L) + L$$

بر اساس این رابطه، عایدی مورد انتظار فروشنده در مزایده با افزایش تعداد داوطلبان شرکت‌کننده کاهش می‌یابد. در هر دوره زمانی، پس‌ازاینکه خانه‌های جدید مطابق قوانینی که قبلاً توضیح داده شد در بازار لیست شده‌اند هر خانوار بدون خانه در آن زمان اقدامات زیر را انجام می‌دهد:

۱. تعداد  $N^{Search}$  از گران‌ترین خانه‌های موجود در بازار با قیمت فهرست شده زیر بودجه خودش را انتخاب می‌کند.
  ۲. بر اساس قواعد ترجیحی توضیح داده‌شده، خانه‌های منتخب را رتبه‌بندی می‌کند.
  ۳. یک پیشنهاد را بر بالاترین مسکن رتبه‌بندی شده وضع می‌کند، یک مقدار از توزیع ارزش‌گذاری‌ها را اتخاذ می‌کند.
  ۴. اگر دور مناقصه را از دست دهد خانه را از لیست رتبه‌بندی شده حذف کرده و به مرحله ۳ برمی‌گردد.
- در هر دوره زمانی، یک خانوار به‌طور بالقوه می‌تواند تعداد  $N^{Search}$  دوره پیشنهاد را از دست بدهد و در پایا دوره، بدون خانه جدید باشد. سپس خانوار به دنبال ورود به بازار اجاره که به شرح زیر است، می‌رود.

منیز و مونتیرو (۲۰۰۵) مراجعه کنید). بنابراین، به‌جای شبیه‌سازی یک مزایده انگلیسی، یک مکانیسم مزایده مخفی قیمت دوم برای هر معامله خانه در مدل استفاده خواهد شد.

۱. در ABM فرض بر این است که پیشنهاددهنده‌ها ریسک خنثی بوده و دارای ارزیابی‌های مستقل خصوصی از هر مسکن هستند. این فرض مدل‌سازی را ساده‌تر می‌کند.

#### ۴-۵. بازار اجاره

در مدل عامل بنیان، فرض بر این است که همه خانوارها می‌خواهند وارد بازار مسکن شوند و تنها در صورت نبود بودجه کافی برای خرید، به بازار اجاره مراجعه می‌کنند. مسکن موجود در بازار اجاره متعلق به خانوارهایی است که صاحب‌خانه‌های سرمایه‌گذاری هستند. اجاره یک‌خانه در یک بازه زمانی معین ( $R_{d,t}$ ) توسط قیمت‌های فروش مسکن مشابه و نرخ سود تعیین می‌شود:

$$R_{d,t} = \frac{1}{|N_{l,c}|} \sum_{k \in N_{l,c}} \tilde{P}_k * r_t$$

#### ۴-۶. خانه‌های سرمایه‌گذاری

اولین خانه‌ای که در مدل توسط یک خانوار به دست می‌آید، به‌طور خودکار به خانه خانوار تبدیل می‌شود. با این حال، اگر خانواری دارای نقدینگی کافی و مناسب باشد، می‌تواند باهدف سرمایه‌گذاری، خانه‌های اضافی خریداری کند. تصمیم در مورد خرید یک خانه سرمایه‌گذاری براساس عایدی مورد انتظار سال اول مسکن، یعنی  $E[Yield_{d,t}]$ ، می‌باشد که به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$E[Yield_{d,t}] = \frac{Rent + E[Appreciation] - Interest}{(1 - LTV) * P_{d,t}}$$

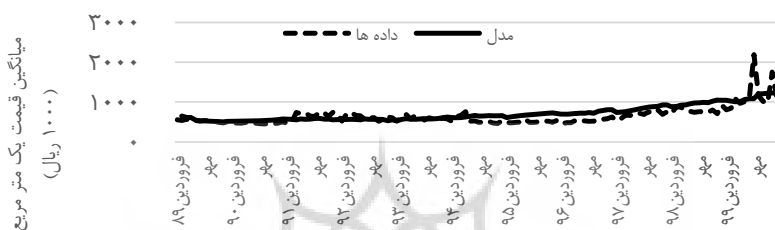
در صورت اجاره مسکن به قیمت عرضه‌شده  $R_{d,t}$  میزان اجاره، اجاره اخذ شده در سال آتی است.  $E[Appreciation]$  افزایش بهای انتظاری مسکن در سال آتی است، که از طریق قیاس (برون یابی) متوسط افزایش قیمت مسکن در سال گذشته برآورد شده است. پرداخت‌های بهره بر اساس وام رهنی لازم برای پوشش قیمت لیست شده وام محاسبه می‌شود. به‌طور مشابه،  $LTV$  وام به ارزش مرتبط با خرید است، بنابراین  $(1 - LTV) * P_{d,t}$  پیش قسط پرداخت‌شده توسط خانوار در صورت خرید خانه است. به گفته بروگمن و فیشر (۲۰۰۸)، بازده انتظاری و ریسک سرمایه‌گذاری‌های املاک و مستغلات معمولاً بین سهام و اوراق می‌باشد، با این وجود مقایسه ریسک و بازده املاک و مستغلات با سایر سرمایه‌گذاری‌ها در ایران نشان می‌دهد که زمین و مسکن بیشترین بازده فصلی را داشته‌اند و ریسک سرمایه‌گذاری بیشتر به سهام شبیه است تا به اوراق (محمودی و همکاران، ۱۳۹۵). یک شاخص ترکیبی از دارایی‌های جایگزین مسکن (بازار ارز، سهام، طلا و سپرده‌های بانکی) که از طریق تحلیل مؤلفه‌های اصلی به دست می‌آید، مشخص می‌کند که آیا خانوار در مسکن سرمایه‌گذاری می‌کند یا خیر. اگر عایدی انتظاری بیش از بازده بازارهای جایگزین باشد، خانوار پیشنهاد خرید خانه را ارائه می‌دهد:

$$E[Yield_{d,t}] \geq r^{index}$$

خانوار پس از خرید خانه سرمایه‌ای، آن را در بازار اجاره با اجاره  $R_{d,t}$  قرار می‌دهد.

## ۵- اجرای مدل

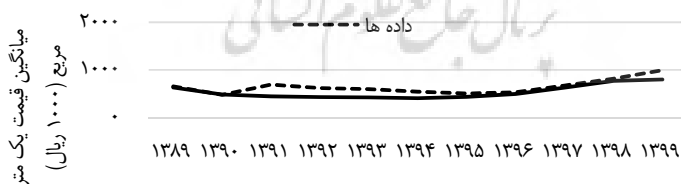
در هر دوره زمانی، همه خانوارها از قواعد رفتاری توصیف‌شده در بخش‌های قبلی پیروی می‌کنند. عامل‌ها به‌طور ماهانه در شبیه‌سازی عمل می‌کنند. مدل در سال ۸۹ شروع شده است، بنابراین در مجموع ۱۱ سال شبیه‌سازی برای رسیدن به تاریخ فعلی وجود دارد.



منبع: یافته‌های تحقیق

شکل ۴. رشد قیمت مسکن مدل شبیه‌سازی شده و داده‌های تاریخی

رشد قیمت مسکن یکی از مهم‌ترین متغیرهای شبیه‌سازی می‌باشد. در شکل (۴) میانگین قیمت هر متر مربع واحد مسکونی در مدل شبیه‌سازی شده با مقادیر تاریخی نشان داده شده است. از آنجا که رشد کوتاه مدت قیمت ممکن است به تغییرات در خانه‌های خاص فروخته شده در یک دوره زمانی حساس باشد، از میانگین متحرک ساده استفاده شده است. با توجه به شکل می‌توان گفت که این مدل قادر است هم شکل کلی و هم اندازه رشد قیمت مسکن را در دوره شبیه‌سازی پیش‌بینی کند. با این حال، رشد تجربی قیمت‌ها در سال ۹۱ و پاییز ۹۹ که ناشی از تحولات در فضای سیاست خارجی و تحریم‌ها بوده، به‌طور کامل توسط این مدل ضبط نشده است.



منبع: یافته‌های تحقیق

شکل ۵. شاخص سالانه قیمت مسکن مدل شبیه‌سازی شده و داده‌های تاریخی

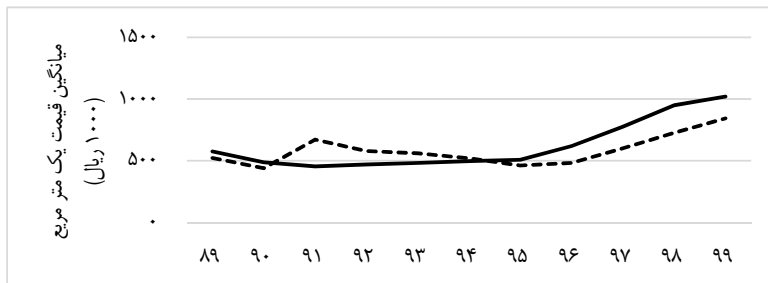


با تحلیل و بررسی نمودار قیمت مسکن در شکل (۴) و (۵) مشاهده می‌شود که بازار مسکن دو بار جهش بالای قیمت را تجربه کرده است. اولین جهش قیمت مسکن در سال ۱۳۹۱ همزمان با دوره سخت تحریم‌ها و کاهش ارزش پول ملی اتفاق افتاده است در سال‌های ۹۳ تا ۹۶ برای نخستین بار نرخ سود حقیقی به‌طور مداوم مثبت بوده است. از این‌رو در این سال‌ها بانک‌ها درصد قابل توجهی از نقدینگی را جذب کرده‌اند؛ در نتیجه قیمت مسکن در این دوره با ثبات بوده است. با منفی شدن نرخ سود حقیقی بانکی، دومین دوره صعود بالای ۱۰۰ درصدی قیمت مسکن در سال ۱۳۹۷ رقم خورده که مانند دوره قبل، با افزایش قیمت‌ها در بازار ارز و طلا همزمان شده و به شکل پیوسته تا پاییز سال ۱۳۹۹ ادامه داشته است. در پاییز به خصوص در آبان ماه، همراه با افزایش برخی خوش‌بینی‌ها در مورد حل مشکلات فضای سیاست خارجی با برگزاری انتخابات آمریکا، نرخ تورم در مسکن همسو با دیگر بازارها کاهش یافته، به‌طوری‌که حتی در آذرماه بازار مسکن نرخ تورم منفی را تجربه کرده است، با این وجود در زمستان بار دیگر قیمت مسکن در مسیر افزایش قرار گرفته است.

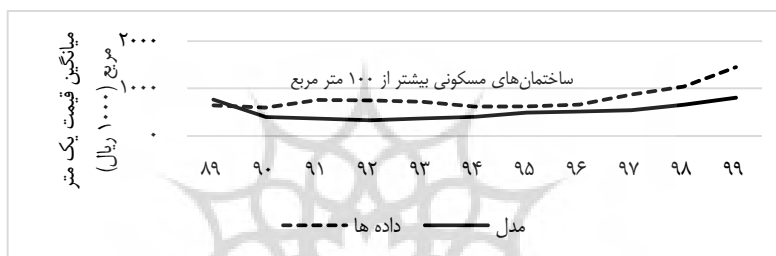
محرک‌هایی که منجر به توسعه قیمت مشاهده شده می‌شوند عبارتند از مهاجرت بالا در مقایسه با فعالیت‌های ساختمانی، کاهش نرخ بهره و سیاست وام‌دهی آزاد توسط بانک. افزون بر این، ثروت به‌طور نابرابر در جمعیت توزیع می‌شود و بخش کوچکی از اکثریت ثروت را در اختیار دارد با توجه به ارزش کلی مسکن و مزایای سرمایه‌گذاری در بازار مسکن، خانوارهای ثروتمند انگیزه‌هایی برای ورود به بازار برای خرید مسکن دوم و سوم داشته‌اند. این خریداران اضافی در بازار به افزایش بیشتر تقاضا و افزایش قیمت‌ها کمک کرده‌اند.

با توجه به ماهیت سطح خرد مدل مبتنی بر عامل، امکان تجزیه و تحلیل رشد قیمت برای مناطق مختلف جغرافیایی و انواع مختلف مسکن وجود دارد. در این مدل، چهار طبقه مسکن مختلف شامل «خانه‌های کم‌تر از ۱۰۰ متر مربع» تا «خانه‌های بیشتر از ۳۵۰ متر مربع» وجود دارد، درحالی‌که آپارتمان‌ها اغلب در نزدیکی مرکز شهر قرار دارند و از نظر اندازه کوچک‌اند، خانه‌های متراژ بالا را می‌توان به‌طور عمده در مناطق حاشیه‌ای شهر پیدا کرد.

در شکل (۶) میانگین قیمت هر مترمربع مسکن بر اساس طبقه‌بندی مسکن نشان داده شده است. در مدل، قیمت واحدهای مسکونی کم‌تر از ۱۰۰ متر مربع رشد قابل توجهی نسبت به سایر واحدهای مسکونی داشته است. این امر قابل انتظار است، زیرا مهاجرت خالص به‌طور عمده شامل خانوارهای جوان با درآمد و پس‌انداز کم می‌باشد. هم‌چنین، از آنجا که به‌طور کلی آپارتمان‌ها ارزان‌تر از واحدهای متراژ بالا هستند، هدف آسان‌تری برای سرمایه‌گذاران به شمار می‌روند. افزون بر این، بیشتر افراد به سمت خرید واحدهای مسکونی ارزان با متراژ پایین تمایل دارند. این مازاد تقاضا منجر به دوره‌های مناقصه با خریداران بالقوه بیشتر شده که در نهایت به قیمت فروش بالاتر برای این دسته از واحدهای مسکونی منتهی می‌شود.



ساختمان‌های مسکونی کمتر از ۱۰۰ متر مربع



منبع: یافته‌های تحقیق

شکل ۶. رشد قیمت بر حسب نوع مسکن

چگونگی رشد قیمت‌ها در مناطق مختلف جغرافیایی در مدل نیز حائز اهمیت می‌باشد. از آنجایی که مدل فضایی است، تمام واحدهای مسکونی موجود در بازار در یک شبکه دویعدی در محدوده شهری قرار دارند. با تعیین رنگهای تیره‌تر برای واحدهای مسکونی با قیمت بالاتر و مقایسه واحدهای مسکونی قبل و بعد از شبیه‌سازی، می‌توان به تغییرات رشد قیمت در مناطق مختلف پی برد. با توجه به شکل (۷) که رشد قیمت‌ها قبل و بعد از شبیه‌سازی را نشان می‌دهد، مناطق مرکزی به وضوح نسبت به مناطق حومه شهر پرجمعیت‌تر هستند. اگرچه اعداد و ارقام حاکی از افزایش قیمت مسکن در تمامی مناطق می‌باشد، اما روشن است که قیمت مسکن در مناطق نزدیک به مرکز شهر نسبت به مناطق حاشیه‌ای رشد بیشتری داشته است. چرا که آپارتمان‌ها یا واحدهای مسکونی با مترای کم به‌طور عمده در نزدیکی مرکز شهر قرار دارند و تقاضا برای این دسته از واحدهای مسکونی است که قیمت‌ها را افزایش داده و موقعیت مکانی آنها. در این میان نقشی نداشته است.



منبع: یافته‌های تحقیق

شکل ۷. رشد قیمت مناطق جغرافیایی تهران

از دیگر محرک‌های مهم می‌توان به نقش توابع ترجیحی خانوار اشاره کرد. از آنجا که با توجه به توزیع سنی خانوارها، مدل دارای نسبت بالایی از خانوارهای جوان است که ترجیح می‌دهند در مرکز شهر زندگی کنند، تقاضای این خانوارها برای واحدهای مسکونی واقع در مرکز شهر منجر به افزایش قیمت‌ها در این مناطق می‌شود. با توجه به رنگ تیره‌تر واحدهای مسکونی واقع در مناطق ۳ و ۲ در شکل، می‌توان گفت این مناطق جزو گران‌ترین مناطق تهران بوده‌اند. همچنین مناطق واقع در نیمه غربی شهر به ویژه منطقه ۲۲ رشد قیمت قابل ملاحظه‌ای داشته‌اند. دلیل رشد قیمت این مناطق را می‌توان به افزایش سرمایه‌گذاری‌ها در این مناطق به علت افزایش ساخت‌وساز مسکن نسبت داد، در حالی که حجم معاملات انجام گرفته در برخی مناطق واقع در نیمه جنوبی شهر از جمله مناطق ۱۹ و ۲۰ نسبت به بقیه مناطق جنوبی کم بوده، اما جزء گرانترین مناطق جنوب شهر هستند. دلیل رشد قیمت این مناطق در مدل را می‌توان به کاهش قدرت خرید خانوار و افزایش تقاضا برای مناطق واقع در نیمه جنوبی نسبت داد.

#### ۵-۲. تحلیل حساسیت

به منظور ارزیابی حساسیت مدل به انتخاب پارامترها، از ضریب ناپرابری تایل<sup>۱</sup> استفاده شده است. این معیار که برای تجزیه و تحلیل حساسیت مدل مبتنی بر عامل توسط هلبینگ<sup>۲</sup> (۲۰۱۲) پیشنهاد شده است، یک ارزیابی کننده پیش‌بینی آماری می‌باشد. فرض کنید  $A_t$  نشان‌دهنده

1. Theil's inequality coefficient

2. Helbing

مشاهدات واقعی و  $P_t$  پیش بینی‌های متناظر با آن باشد، این ضریب توسط رابطه زیر به دست می‌آید:

$$UI = \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (A_t - P_t)^2}}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (A_t)^2 + \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (P_t)^2}}$$

وقتی UI صفر باشد، تطابق کاملی بین مشاهدات واقعی و پیش بینی‌های مدل وجود دارد. با اجرای شبه‌سازی‌ها برای گزینه‌های مختلف پارامتر، ضریب نابرابری قابل برای سری زمانی میانگین قیمت هر متر مربع محاسبه می‌شود. سپس می‌توان قدرت پیش‌بینی مدل را مورد ارزیابی قرار داد. اگرچه پارامترهای گوناگونی در مدل وجود دارد، تجزیه و تحلیل حساسیت تنها برای پارامترهایی انجام می‌شود که دارای شواهد تجربی ضعیف هستند. متغیرهای انتخاب شده برای تحلیل حساسیت عبارتند از:  $N^{search}$  یا تعداد خانه‌هایی که یک خانوار برای خرید در هر بازه زمانی در نظر می‌گیرد و  $b^{dist}$  یا عرض توزیع پیرامون قیمت فهرست شده مسکن تعیین‌کننده ارزش گذاری خانوار. با توجه به محدود بودن داده‌های موجود برای تخمین پارامترها، ارزیابی تأثیر آنها بر مدل حائز اهمیت می‌باشد نتایج تجزیه و تحلیل حساسیت در جدول (۳) نشان داده شده است. در مدل پایه، در هر دوره زمانی خانوارها می‌توانند حداکثر ۱۰ خانه را پیشنهاد دهند، ارزش گذاری خانه‌های آنها در ۵ درصد قیمت فهرست شده است. از آنجا که یکی از فروض مهم برای ساخت این مدل، رویکرد پایین به بالا است، پارامترها فقط روی مقادیری تنظیم می‌شوند که بر اساس رفتار مشاهده شده خانوارها معقول تلقی شود. از این رو، ضرایب نابرابری ممکن است برای مقادیر جایگزین پارامترهای آزمون شده در تحلیل حساسیت، کم‌تر باشد.

جدول ۳. تحلیل حساسیت

	$N^{search}$	$b^{dist}$	UIprice
مدل پایه	۱۰	۰/۰۵	۰/۱۱
مدل ۱	۵	۰/۰۵	۰/۰۹
مدل ۲	۱۵	۰/۰۵	۰/۲۷
مدل ۳	۱۰	۰/۰۵	۰/۲۴
مدل ۴	۱۰	۰/۰۵	۰/۲۶
مدل ۵	۱۰	۰/۰۳	۰/۸۶
مدل ۶	۱۰	۰/۰۷	۰/۴۰

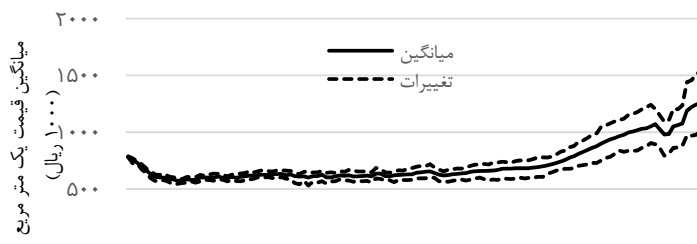
منبع: یافته‌های تحقیق

هنگام تغییر پارامتر  $N^{search}$ ، تحلیل حساسیت برای تعداد خانه‌های تنظیم شده روی ۵ و ۱۵ مورد آزمون قرار می‌گیرد ارزیابی نمونه‌ها نشان می‌دهد که اجازه دادن به خانوارها برای خرید مسکن، کم‌تر از تعداد مدل مینا به ضریب نابرابری پایین‌تر منجر می‌شود. پیش‌بینی هنگام افزایش  $N^{search}$  بهتر از مدل پایه عمل نمی‌کند که این نشان می‌دهد تنظیم این پارامتر روی ۱۰ می‌تواند مقدار انتخاب زیادی باشد. افزون بر این، واریانس ضریب نابرابری برای این متغیر نسبتاً کم است. بنابراین، می‌توان استنباط کرد که مدل پیش‌بینی ثابتی برای این متغیر ارائه می‌دهد و به تنظیمات این پارامتر حساسیت زیادی ندارد.

پارامتری دیگری که مورد آزمون قرار می‌گیرد، پهنای توزیع ارزش گذاری می‌باشد و برای آن سطح ۳ و ۷ درصد در نظر گرفته می‌شود. از آنجایی که پیشنهاد خانوارها در هر دور مناقصه بر مبنای ارزش گذاریشان است، این پارامتر فاصله پیشنهادات احتمالی را تعیین می‌کند. نتیجه آزمون حساسیت نشان می‌دهد که مدل نسبت به تغییرات این پارامتر بسیار حساس‌تر است، در حالی که مقدار کم‌تر برای آن فقط به خانه‌ها اجازه می‌دهد تا با قیمت کمی بالاتر از قیمت فهرست خود فروخته شوند، مقدار بالاتر منجر به رشد قیمت می‌شود، در حالی که ارزش پایین‌تر آن فقط به خانه‌ها اجازه می‌دهد تا با قیمت کمی بالاتر از قیمت فهرست خود فروخته شوند، مقدار بالاتر منجر به رشد قیمت می‌شود.

### ۵-۳. اثر پارامترهای تصادفی

نتایج ارائه شده در بخش قبلی خروجی‌های حاصل از یک بار اجرای شبیه‌سازی هستند. از آنجا که بسیاری از اجزای مدل از طریق برداشتهایی از توزیع احتمال توسعه می‌یابند، خروجی مدل برای شبیه‌سازی‌های مکرر، یکسان نخواهد بود. به‌عنوان مثال، تطابق اولیه خانوارها و خانه‌ها توسط یک تابع تصادفی کنترل می‌شود. به‌طور مشابه، درآمد خانوار از یک فرآیند تصادفی پیروی می‌کند که به‌طور حتم مقادیر متفاوتی را برای یک خانوار خاص در هر شبیه‌سازی ارائه می‌دهد. این یک ویژگی مشترک مدل‌های مبتنی بر عامل است، زیرا مدل‌سازی قطعی رفتار و ویژگی‌های عامل‌ها در سطح خرد دشوار می‌باشد. با وجود تصادفی بودن ذاتی مدل، امید است که پدیده‌های نوظهور مشاهده شده، مستقل از هر بار شبیه‌سازی باشند و نتایج حاصل از یک بار شبیه‌سازی مدل بتواند معرف خوبی باشد. برای آزمون این فرضیه، مدل معیار ۳۰ بار اجرا شده و سری زمانی میانگین قیمت هر متر مربع ثبت می‌شود. پس از آن، مقدار میانگین برای هر دوره زمانی محاسبه شده و همراه با کرانه‌های بالا و پایین، که حداکثر و حداقل مقدار شبیه‌سازی‌ها را نشان می‌دهند، ترسیم می‌شود.



منبع: یافته‌های تحقیق

شکل ۸. نتایج شبیه‌سازی‌های مختلف میانگین قیمت هر متر مربع مسکن در تهران

همان‌طور که در شکل (۸) نشان داده شده است، باندها باریک هستند، که نشان می‌دهد روند قیمت هر متر مربع مسکن در هر شبیه‌سازی کمی متفاوت است. هم‌چنین، میانگین زمانی حاصل از یک بار اجرای مدل می‌تواند به‌عنوان نماینده عمل کند. از آنجا که تغییرات اولیه‌ی کوچک در طول شبیه‌سازی منتشر می‌شود، تغییرات حول میانگین به‌طور طبیعی در انتهای سری زمانی، بزرگ‌تر هستند.

## ۶- نتیجه‌گیری

مطالعات موجود در ارتباط با مدل‌های مبتنی بر عامل بازار مسکن محدود است و در حال حاضر مدل‌های اقتصادی استاندارد مانند مدل‌های پیش‌بینی تجربی و مدل‌های DSGE، بر ادبیات غالب هستند. در مدل‌های نظری، از توابع عرضه و تقاضا برای انجام تحلیل تعادلی استفاده می‌شود. مدل‌های اقتصاد کلان، که بیشتر بر پایه نظری ساخته می‌شوند، معمولاً مدل‌های رگرسیون بازار را تخمین می‌زنند در نهایت و مدل‌های DSGE رویکردی مبتنی بر خرد دارند که بیشتر مطابق با مدل‌های مبتنی بر عامل می‌باشد با این حال، بر خلاف مدل‌های مبتنی بر عامل، مدل‌های DSGE تعادلی را فرض می‌کنند که نتیجه تجمیع اقدامات همه عامل‌ها است، اما سال‌هاست که رویکرد پیچیدگی مورد توجه قرار گرفته است که اقتصاد را به‌صورت یک نظام پیچیده از عامل‌های ناهمگنی که در حال کنش با یکدیگر هستند، در نظر می‌گیرد؛ به‌طوری‌که اطلاعات محدود و عقلانیت کران‌دار دارند، بنابر این به‌منظور پرداختن به نقاط ضعف مدل‌های استاندارد، تکنیک‌های مدل‌سازی جایگزین ارائه شده است. مدل‌سازی مبتنی بر عامل، یک رویکرد خرد است که در آن عامل‌های ناهمگن با قواعد رفتاری معین در یک برنامه کامپیوتری شبیه‌سازی شده‌اند و دارای قابلیت انعطاف است که در بیشتر مدل‌های فعلی وجود ندارد، بنابراین هدف مهم این مطالعه ارزیابی مدل‌های مبتنی بر عامل فضایی در بازار مسکن از طریق

شبیه‌سازی قیمت است. از آنجا که تحولات قیمت مسکن در ایران به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای منطقه‌ای صورت می‌گیرد مدل ارائه‌شده را می‌توان نسخه کوچکی برای کل کشور در نظر گرفت. به‌عنوان مثال، در حالی که قیمت مسکن در شهر تهران در پاییز سال ۱۳۹۸ نوسان جزئی حدود یک درصدی داشته، قیمت مسکن در سایر شهرها به‌جز پایتخت ۴۴ درصد افزایش یافته است، به‌گونه‌ای که در استان‌هایی که بازار معاملات مسکن در آن‌ها رونق داشته، متوسط قیمت‌ها، کم‌تر از میانگین تورم کشوری، رشد، مشاهده می‌شود، بنابراین در یک مدل مبتنی بر عامل که نماینده کل بازار مسکن کشور است، این تفاوت‌های منطقه‌ای نیاز به مدل‌سازی دارد. از آنجا که تمرکز ما در این مطالعه روی این موضوع نیست، بهتر است با در نظر گرفتن مناطق مختلف پایتخت، یک جزء کوچک‌تر از بازار در نظر گرفته شود. مدل مبتنی بر عامل مورد استفاده متناسب با شرایط محلی بازار مسکن شهر تهران توسعه یافته است و شامل خانوارهای ناهمگنی می‌باشد که از طریق خرید خانه و خانه‌های سرمایه‌ای در بازار، تعامل دارند و بانکی که مسئول صدور وام مسکن است. از آنجا که مدل فضایی است، بنابراین عامل‌ها در یک دنیای دو بعدی که شهر را در طول شبیه‌سازی نشان می‌دهد، در تعامل هستند.

نتایج حاصل از شبیه‌سازی و تحلیل حساسیت قیمت مسکن برای یازده سال نشان داده که مدل خروجی، مشابه داده‌های تاریخی داشته است و با رشد منطقی قیمت‌ها در مدل می‌توان از پارامترها و قواعد حاکم در مدل مطمئن شد، لذا می‌توان از این مدل برای بررسی تأثیر طیف گسترده‌ای از سیاست‌های مختلف بر بازار مسکن کشور از جمله سیاست‌های وام دهی، مالیات‌بندی و شوک‌های نرخ بهره استفاده کرد.

تقاضای بیشتر خانوارهای جوان با پس‌انداز کم برای واحدهای مسکونی متراژ پایین، رشد قیمتی بیشتر این واحدهای مسکونی را در پی داشته است. از سوئی با افزایش قیمت مسکن و کاهش قدرت خرید متقاضیان، همه شهروندان بر خلاف الگوهای ترجیحی خود نسبت به متراژ، به خانه‌های کوچک‌تر روی آورده و بیشتر به سمت خانه‌های کم‌متراژ گرایش پیدا کرده‌اند. به موجب این امر، قیمت این واحدها رشد قابل توجهی نسبت به سایر واحدهای مسکونی داشته است. از آنجا که این واحدها بیشتر در مناطق مرکزی شهر قرار دارند، رشد بیشتر قیمت مسکن در مناطق مرکزی قابل توجیه است. از جنبه سرمایه‌گذاری نیز با توجه به اینکه واحدهای مسکونی کوچک، هدف مناسب‌تری برای سرمایه‌گذاری هستند، تقاضای سودآوری برای این واحدها زمینه رشد بیشتر قیمت آنها و مناطق مرکزی شهر را فراهم کرده است. بنابراین، الگوی تغییرات قیمت نواحی شمالی و جنوبی شهر حاکی از آن است که مناطق واقع در نیمه شمالی به اشباع قیمت رسیده‌اند، اما مناطق جنوبی هنوز ظرفیت افزایش قیمت را دارند.

## منابع

۱. امجدی، محمد حسین؛ شکیبایی، علیرضا و جلالی، سید عبدالمجید (۱۴۰۱). تأثیر نرخ ارز، و نااطمینانی نرخ ارز و پاندمی کووید ۱۹ بر قیمت مسکن (مطالعه موردی: شهر تهران)، *پژوهش‌های اقتصادی ایران*، ۲۷ (۹۲)، ۲۱۳-۲۴۱.
۲. بهرامی، جاوید و حبیب، مروت (۱۳۹۲). مدل‌سازی رونق و رکود بازار مسکن تهران با در نظر گرفتن پویایی‌های اجتماعی، *پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی*، ۲۱ (۶۶)، ۱۴۳-۱۶۸.
۳. پناهی، حسین، بهبودی، داود، اصغر پور، حسین و کشتکاران، نجمه (۱۳۹۷). بررسی آثار تکانه‌های سیاست پولی بر بخش مسکن در قالب الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی، *اقتصاد شهری*، ۳ (۲)، ۱۸-۱.
۴. ساقی، فرزاد؛ هژبر کیانی، کامبیز؛ میرزاپور باباجان، اکبر و اکبری مقدم، بیت‌الله (۱۳۹۷). اثرات نامتقارن سیاست‌های پولی بر بازار مسکن ایران: رویکرد غیرخطی MS-VAR، *نظریه‌های کاربردی اقتصاد*، ۲ (۳)، ۷۵-۱۰۲.
۵. سید نورانی، سید محمدرضا (۱۳۹۳). بررسی سفته‌بازی و حباب قیمت مسکن در مناطق شهری ایران، *پژوهشنامه اقتصادی*، ۱۴ (۵۲)، ۴۹-۶۸.
۶. عزیزی، محمد مهدی (۱۳۸۳). جایگاه شاخص‌های مسکن در فرایند برنامه‌ریزی مسکن، *نشریه هنرهای زیبا*، (۱۷)، ۳۱-۴۲.
۷. فلاح شمس، میرفیض، شریعت‌زاده، ایرج و گلزار میرزاوند (۱۳۹۱). بررسی وجود حباب قیمت در بازار مسکن ایران با استفاده از تکنیک ADL، *مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار*، ۴ (۱۳)، ۳۵-۵۰.
۸. قادری، جعفر و ایزدی، بهنام (۱۳۹۵). بررسی تأثیر عوامل اقتصادی و اجتماعی بر قیمت مسکن در ایران (۱۳۹۱-۱۳۵۰)، *اقتصاد شهری*، (۱)، ۷۵-۵۵.
۹. قاسمی، محمد رضا؛ اربابیان، شیرین و جعفری، الناز (۱۳۹۲). اندازه‌گیری حباب قیمت مسکن در ایران و تأثیر سیاست پولی بر آن، *پژوهش پولی و بانکی*، ۶ (۱۸)، ۲۱-۱.
۱۰. قلی زاده، علی اکبر (۱۳۸۷). نظریه قیمت مسکن در ایران، انتشارات نور علم، همدان.
۱۱. منجذب، محمد رضا؛ خندان، عباس و شاه بهرامی، حمید (۱۴۰۱). اندازه‌گیری درجه سفته‌بازی در بازار مسکن (مسکونی) مناطق شهری استان‌های منتخب ایران: رهیافت اقتصادسنجی فضایی، *مجله تحقیقات اقتصادی*، ۵۷ (۱)، ۱۸۸-۱۵۷.
۱۲. موسوی، میرحسین و درودیان، حسین (۱۳۹۴). تحلیل عوامل مؤثر بر قیمت مسکن در شهر تهران، *مدل‌سازی اقتصادی*، ۹ (۳)، ۱۲۷-۱۰۳.



۱۳. نعمتی، غلامرضا؛ علیزاده، محمد و فطرس، محمد حسن (۱۴۰۰). تأثیر عوامل جمعیتی و ساختار سنی جمعیت بر قیمت مسکن ایران با تأکید بر سالخوردگی جمعیت: رویکرد بیزی، *اقتصاد و مدیریت شهری*، ۹ (۳۵)، ۶۳-۳۷.
14. Guvenen, F. (2009). An empirical investigation of labor income processes, *Review of Economic dynamics*, 12 (1), 58-79
  15. Arnott, R., & Stiglitz, J. E. (1979). Aggregate land rents, excess demand, and the distribution of benefits from public goods. *The Quarterly Journal of Economics*, 94(4), 725-749.
  16. Ascari, G., Pecora, N., & Spelta, A. (2018). Booms and busts in a housing market with heterogeneous agents. *Macroeconomic Dynamics*, 22 (7), 1808-1824.
  17. Axtell, R., Farmer, D., Geanakoplos, J., Howitt, P., Carrella, E., Conlee, B., & Palmer, N. (2014). An agent-based model of the housing market bubble in metropolitan Washington, dc. In Whitepaper for Deutsche Bundesbank's Spring Conference on "Housing markets and the macroeconomy: Challenges for monetary policy and financial stability.
  18. Belke, A., & Keil, J. (2018). Fundamental determinants of real estate prices: A panel study of German regions. *International Advances in Economic Research*, 24, 25-45.
  19. Campisi, G., Naimzada, A. K., & Tramontana, F. (2018). Local and global analysis of a speculative housing market with production lag. *Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science*, 28 (5), 055901
  20. Case, K. E., & Shiller, R. J. (2003). Is there a bubble in the housing market? *Brookings Papers on Economic Activity*, 2003(2), 299-362.
  21. Case, K. E., & Shiller, R. J. (2003). Is there a bubble in the housing market? *Brookings Papers on Economic Activity*, 2003 (2), 299-362.
  22. Erlingsson, E. J., Raberto, M., Stefánsson, H., & Sturluson, J. T. (2012). Integrating the housing market into an agent-based economic model, *Managing Market Complexity*.
  23. Erlingsson, E. J., Teglio, A., Cincotti, S., Stefánsson, H., Sturluson, J. T., & Raberto, M. (2014). Housing market bubbles and business cycles in an agent-based credit economy, *Economics: The Open-Access, Open-Assessment E-Journal* 8 (2014-8), 1-42.
  24. Ge, J. (2013). Endogenous rise and collapse of housing prices.
  25. Ge, J. (2017). Endogenous rise and collapse of housing price: an agent-based model of the housing market. *Computers, Environment and Urban Systems*, 62, 182-198.
  26. Geanakoplos, J., Axtell, R., Farmer, J. D., Howitt, P., Conlee, B., Goldstein, J., ... & Yang, C. Y. (2012). Getting at systemic risk via an agent-based model of the housing market. *American Economic Review*, 102 (3), 53-58.

27. Glaeser, E. L., & Gyourko, J. (2003). The impact of building restrictions on housing affordability. *Federal Reserve Bank of New York Economic Policy Review*, 9 (2), 21-39.
28. Glaeser, E. L., Gyourko, J., & Saks, R. E. (2008). Why have housing prices gone up? *The American Economic Review*, 98 (2), 303-307.
29. Goodman, A. C., Ittner, C. D., & Myers, C. A. (2015). Housing market dynamics: On the contribution of income shocks and credit constraints. *Journal of Monetary Economics*, 76, S94-S109.
30. Hendershott, P. H. (2004). The components of value and real estate returns. *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 29 (2), 127-145.
31. Kalabiska, R., & Hlavacek, M. (2022). Regional Determinants of Housing Prices in the Czech Republic. *Finance a Uver: Czech Journal of Economics & Finance*, 72 (1).
32. Karlik, B., & Olgac, A. V. (2011). Performance analysis of various activation functions in generalized MLP architectures of neural networks. *International Journal of Artificial Intelligence and Expert Systems*, 1(4), 111-122.
33. Kirca, M., & Canbay, Ş. (2022). Determinants of housing inflation in Turkey: a conditional frequency domain causality. *International Journal of Housing Markets and Analysis*, 15 (2), 478-499.
34. Lucas, R. E. (1976, January). Econometric policy evaluation: A critique. *In Carnegie-Rochester conference series on public policy*, 1(1), 19-46.
35. Macal, C. M., & North, M. J. (2010). "Tutorial on Agent-based Modelling and Simulation." *Journal of Simulation*, 4 (3), 151-162.
36. Malpezzi, S. (2003). Hedonic pricing models: a selective and applied review. *Housing economics and public policy*, 1, 67-89.
37. Oikarinen, E. (2006). The Diffusion of Housing Price Movements from Centre to Surrounding Areas, *Journal of Housing Research*, 15 (1).
38. Plassmann, F., & Tideman, T. N. (2001). Regional housing supply and demand. *Journal of Housing Economics*, 10 (3), 278-294.
39. Rosen, S. (1974). Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in pure competition. *The Journal of Political Economy*, 82 (1), 34-55.
40. Shiller, R. J. (2007). Understanding recent trends in house prices and home ownership.
41. Xu, L., & Tang, B. (2014). On the determinants of UK house prices. *International Journal of Economics and Research*, 5 (2), 57-64.