

Simulation of the Housing Rental Market Using Agent-Based Modeling

Case Study: District 6 of Isfahan City

Iman Keyfarokhi¹, Nematollah Akbari^{*2}, Shekoofeh Farahmand³, Ali Asgary⁴

1. PhD Student, Dept. of Economics, University of Isfahan,
I.keyfarokhi@gmail.com

2. Professor, Dept. of Economics, University of Isfahan, N_akbari@ase.ui.ac.ir

3. Associate Professor, Dept. of Economics, University of Isfahan,
Sh.farahmand@ase.ui.ac.ir

4. Associate Professor, Disaster & Emergency Management, School of Administrative Studies, Faculty of Liberal Arts and Professional Studies, York University, Toronto, Ontario, Canada, asgary@york.ca

Received: 2019/05/27 Accepted: 2020/05/13

Abstract

This study tries to predict the rental rates in district six of Isfahan for five years in the future by using an agent-based model. According to this simulation, district of Hezar Jerib has the highest and Hemat Abad has the lowest rental rate. Districts of Sa'adat Abad, Abshar, Baghnegar, Feiz, Masjed Mosala, Kuye Emam, Takht-e Foulad and Shahid Keshvari are followed by the district of Hezar Jerib. From the demand point of view, the high rental rate in Hezar Jerib district is due to higher comfort index in that region. From the supply point of view, the high rental rate in Hezar Jerib district is due to low supply of residential units.

JEL Classification: R31, R21, C63, E17

Keywords: Housing market, Rental rate, Simulation, agent-based model, System dynamics

*. Corresponding Author, Tel: +983137935218

شبیه‌سازی بازار اجاره مسکن با استفاده از مدل‌سازی عامل‌محور (مطالعه موردی: منطقه شش شهر اصفهان)

ایمان کی‌فرخی^۱، نعمت‌الله اکبری^{۲*}، شکوفه فرهمند^۳، علی عسگری^۴
۱. دانشجوی دکتری علوم اقتصادی، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان،

I.keyfarokhi@gmail.com

۲. استاد گروه اقتصاد، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان،

N_akbari@ase.ui.ac.ir

۳. دانشیار گروه اقتصاد، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان،

Sh.farahmand@ase.ui.ac.ir

۴. دانشیار گروه مدیریت بحران، دانشگاه یورک، تورنتو، کانادا،

Asgary@yorku.ca

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۳/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۲/۲۴

چکیده

مسئله‌ی دسترسی به مسکن برای خانوارها در دو حوزه‌ی جداگانه‌ی «خرید مسکن» و «اجاره‌ی» آن قابل‌واکاوی است. در این چارچوب، تقاضا برای مسکن شامل تقاضای خرید و تقاضا برای اجاره می‌باشد. با توجه به این موضوع، دو بازار مجزای خرید-فروش و اجاره‌ای مسکن با ویژگی‌های متفاوت در اقتصاد شکل می‌گیرد. بیشتر پژوهش‌های انجام شده در این زمینه معطوف به بازار خرید و فروش بوده و بازار اجاره تا حد زیادی در تحلیل‌های جاری بازار مسکن مورد بی‌توجهی قرار گرفته است. این پژوهش تلاش می‌کند، تا با ارائه یک مدل ترکیبی پویایی‌شناسی سیستمی و عامل‌محور، نرخ اجاره را برای پنج سال آتی در بازار اجاره مسکن منطقه‌ی شش شهر اصفهان شبیه‌سازی کند و قیمت اجاره آن را مورد پیش‌بینی قرار دهد. براساس این شبیه‌سازی محله‌ی هزارجریب با اختلاف زیادی از محله‌ی همت‌آباد به ترتیب دارای بالاترین و پایین‌ترین نرخ اجاره است. پس از محله هزارجریب به ترتیب محله‌های سعادت‌آباد، آبشار، باغ‌نگار، فیض، مسجدمصلى، کوی‌امام، تخت‌فولاد و شهیدکشوری قرار می‌گیرد. از دیدگاه تقاضا، بالابودن نرخ اجاره در محله‌ی هزارجریب به دلیل سطح بالای شاخص برخورداری آن است. از دیدگاه عرضه نیز بالابودن نرخ اجاره در محله‌ی هزارجریب ناشی از پایین بودن عرضه‌ی واحدهای استیجاری است.

طبقه‌بندی JEL: R21, R31, C63, E17

واژه‌های کلیدی: بازار مسکن، نرخ اجاره، شبیه‌سازی، مدل عامل‌محور، پویایی‌شناسی

سیستمی

۱- مقدمه

نوسانات قیمت یکی از چالش‌های اساسی در بخش مسکن محسوب می‌شود. این بخش در کلان‌شهرها در طی دو دهه گذشته با دوره‌های رکود و رونق تورمی مواجه بوده است. اصفهان از جمله کلان‌شهرهایی است که قیمت مسکن در آن طی چند دهه‌ی اخیر به دفعات متناوب افزایش جهشی داشته است که در نتیجه بخش بزرگی از اقشار جامعه، به ویژه گروه‌های کم‌درآمد شهری و حتی طبقه متوسط جهت اجاره‌ی مسکن مناسب با مشکلات و دشواری‌های جدی روبرو شده‌اند.

پژوهش‌های گوناگونی در زمینه نوسانات قیمت مسکن و شناسایی عوامل مؤثر بر آن با استفاده از رویکردهای مختلف انجام شده است (کارپستام و یوهانسون^۱، ۲۰۱۹؛ لیو^۲ و همکاران، ۲۰۱۹ و فن^۳ و همکاران، ۲۰۱۹). نوسانات قیمت مسکن معمولاً با جهش در قیمت مسکن که با کاهش و افت نیز همراه است، مشخص می‌شود (نجی، بروکس و وارد^۴، ۲۰۱۳: ۱۷۲). بخش زیادی از مطالعات که در توضیح پویایی‌های قیمت مسکن انجام شده‌اند به ارتباط بین نوسانات به‌وجود آمده در بازارهای مالی و بازار مسکن پرداخته‌اند (لیو^۵ و همکاران، ۲۰۲۰؛ گارسیا و گروسمن^۶، ۲۰۲۰ و سان و سانگ^۷، ۲۰۱۹).

دسته‌ی دیگری از این پژوهش‌ها به تأثیر نوسانات بخش مسکن بر اقتصاد کلان می‌پردازند (خیابانی و جابری، ۱۳۹۶). مطابق با نظر لیمر^۸ (۲۰۰۷) نوسانات در قیمت مسکن عامل اصلی بروز چرخه‌های تجاری است و ترکیبی از سیاست‌های تنظیم نرخ ارز و مالیات بر دارایی می‌تواند به ثبات بازار مسکن کمک کند (هی و ژا^۹، ۲۰۱۹).

یکی از عوامل اثرگذار بر نوسانات قیمت مسکن، دسترسی خانوارها به اعتبارات اعطایی و شوک‌های به وجود آمده از سمت عرضه و تقاضا می‌باشد (لاینز^{۱۰}، ۲۰۱۸؛ سو^{۱۱} و همکاران، ۲۰۱۸؛ تاپنایت^۱، ۲۰۱۷ و کلینز، اگلی و اسکوباری^۲، ۲۰۱۷).

1. Karpestam & Johansson
2. Liu
3. Fan
4. Nneji, Brooks & Ward
5. Liu
6. Garcia & Grossman
7. Sun & Sung
8. Leamer
9. He & Xia
10. Lyons
11. Su

همچنین پژوهش‌های گوناگونی در زمینه‌ی انتقال تکانه‌های سیاست پولی به بخش مسکن و ایجاد نوسان در این بخش انجام شده است (کرو^۳ و همکاران، ۲۰۱۳). با وجود این‌که در ارتباط با بازار مسکن در ادبیات اقتصادی مطالعات زیادی انجام شده است، پژوهش‌هایی که به نقش بازار اجاره پرداخته‌اند محدود هستند. بیشتر این مطالعات پیامدهای توسعه بازار اجاره بر انعطاف‌پذیری بخش مسکن و تأثیرات این انعطاف را بر مقاومت اقتصاد در برابر شوک‌های مختلف بررسی کرده‌اند (کافنر^۴، ۲۰۱۴؛ صندوق بین‌المللی پول^۵، ۲۰۰۹). چندین مطالعه نیز در زمینه‌ی ارتباط بین ویژگی‌های بازار اجاره و چرخه‌های رکود و رونق در بخش مسکن انجام شده است. برای نمونه چرنیاک و روباسک^۶ (۲۰۱۴)، به تأثیر اندازه بازار اجاره بر چرخه‌های تجاری در اتحادیه پولی اروپا پرداخته‌اند. نتایج پژوهش آنها نشان می‌دهد، که توسعه بازار اجاره در این اتحادیه نه تنها می‌تواند مقاومت اقتصاد را در برابر شوک‌های پولی و تقاضا افزایش دهد بلکه می‌تواند بر نوسانات قیمت مسکن در کل اتحادیه اروپا نیز تأثیرگذار باشد. آرک و سالیدو^۷ (۲۰۱۱)، یک مدل نظری پیشنهاد کرده‌اند که براساس آن دسترسی به مسکن اجاره‌ای می‌تواند خطر پیدایش حباب در قیمت مسکن را کاهش دهد. در مطالعه‌ی کوئرپو^۸ (۲۰۱۴)، نشان داده شده است که کنترل شدید بر قیمت اجاره مسکن می‌تواند اثرپذیری قیمت مسکن را از چهار عامل اقتصادی و اجتماعی که شامل نرخ رشد جمعیت، پویایی‌های درآمد، سرمایه‌گذاری در بخش مسکن و نوسانات در نرخ بهره بلندمدت واقعی است، کاهش دهد.

در بخش دیگری از ادبیات مربوط به بازار اجاره، به ارتباط بین ساختار این بازار و تحرک نیروی کار پرداخته شده است. برای نمونه اندروز^۹ و همکاران (۲۰۱۱) دریافته‌اند که افزایش در سطح دسترسی به مسکن اجاره‌ای می‌تواند به تحرک نیروی کار و در نتیجه تخصیص کارآمدتر نیروی کار بینجامد. همچنین وجود یک بازار اجاره‌ای مؤثر

1. Tupenaite
2. Killins, Egly & Escobari
3. Crowe
4. Kofner
5. International Monetary Fund
6. Czerniak & Rubaszek
7. Arce & Salido
8. Cuerpo
9. Andrews

می‌تواند میزان بیکاری ساختاری را کاهش دهد و در نتیجه از میزان آسیب‌پذیری اقتصاد نسبت به نوسانات تقاضا بکاهد (بارسلو^۱، ۲۰۰۶ و بلانچفلوئر و اسوالد^۲، ۲۰۱۳). اگرچه پژوهش‌های صورت گرفته بازار مسکن را از ابعاد مختلف مورد بررسی قرار داده‌اند، اما این مطالعات رفتار عامل‌های فعال در بازار مسکن را در نظر نگرفته‌اند. روش عامل محور به‌عنوان رویکردی جدید، رفتار عامل‌های فعال در این بازار را در نظر می‌گیرد. در این روش ناهمگنی عوامل موجود در بازار مسکن، هم‌زمانی عرضه و تقاضا و پویایی‌های موجود در این بازار در نظر گرفته می‌شود و می‌توان قیمت مسکن، تغییرات رفاه افراد بازیگر در این بازار و تحلیل قواعد رفتاری را مورد پیش‌بینی و واکاوی قرار داد.

همان‌طور که بیان شد، بیشتر مطالعات انجام شده در این زمینه معطوف به بازار خرید و فروش بوده و پژوهش‌های انجام شده خارجی مرتبط با بازار اجاره نیز به تأثیر این بازار بر سایر بازارها تأکید داشته است و از این رو تحلیل بازار اجاره براساس رفتار عاملان فعال در این بازار در تحلیل‌های جاری بازار مسکن مورد بی‌توجهی قرار گرفته است. تاکنون مطالعه داخلی که بازار اجاره مسکن و قیمت آن را از طریق رویکرد عامل‌محور مورد واکاوی قرار داده باشد، انجام نگرفته است. از این رو در این مقاله تلاش شده است با مدنظر قراردادن ناهمگنی موجود بین عوامل تشکیل‌دهنده بازار اجاره‌ی مسکن منطقه شش شهر اصفهان و نحوه تصمیم‌گیری عامل‌های فعال در این بازار در قالب مدل‌سازی ترکیبی- که تلفیقی از روش عامل محور و پویایی‌شناسی سیستمی می‌باشد، روند قیمت اجاره‌ی مسکن مورد پیش‌بینی و واکاوی قرار گیرد. در حقیقت نوآوری این پژوهش در نظر گرفتن نوع رفتار مصرف‌کننده بر اجاره بها است که این نوع مدل‌سازی رفتاری محسوب می‌شود. نوآوری دیگر این پژوهش آن است که از طریق به‌کارگیری روش تلفیقی عامل‌محور و پویایی‌شناسی سیستمی، علاوه بر رفتار مصرف‌کننده، عوامل سمت عرضه‌ی بازار را نیز در مدل‌سازی در نظر می‌گیرد که حاصل این مدل‌سازی ارائه الگویی است که واقعیت‌های موجود در این بازار را توصیف می‌کند.

-
1. Barceló
 2. Blanchflower & Oswald

این مقاله ابتدا به مبانی نظری و پیشینه پژوهش مرتبط با موضوع مورد بررسی می‌پردازد. در ادامه مراحل اجرایی پژوهش و روش پژوهش مورد استفاده ارائه می‌شود. بخش بعدی به معرفی الگوی پژوهش اختصاص دارد. سپس اجرای مدل و اعتبارسنجی آن ارائه شده است و بخش پایانی به نتیجه‌گیری می‌پردازد.

۲- ادبیات پژوهش

۲-۱- مبانی نظری پژوهش

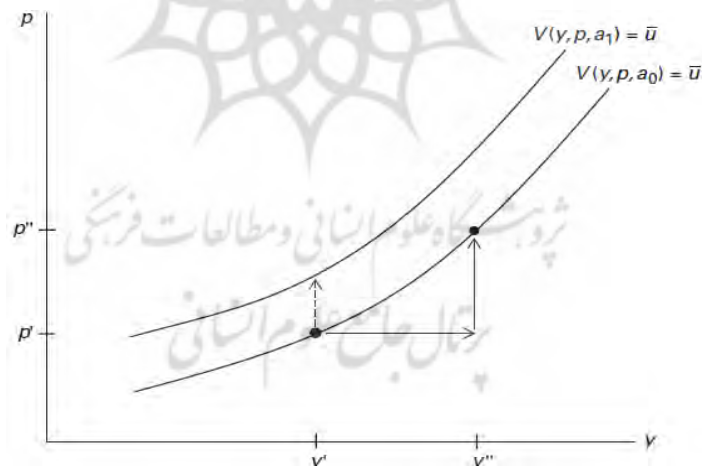
تأثیر امکانات بر اجاره مسکن

در این بخش به چارچوب نظری در ارتباط با تأثیر امکانات بر اجاره مسکن پرداخته می‌شود. تأثیر امکانات^۱، نقش بسیار مهمی را در بازار مسکن ایفا می‌کند. برای نمونه قیمت بالای اجاره مسکن را ناشی از برخورداری آن از امکاناتی نظیر دسترسی به مراکز خرید، مراکز آموزشی، فضای سبز می‌دانند. افراد ساکن در یک محله با ویژگی‌های مطلوب، به دلیل برخورداری از این مزایا، باید هزینه بیشتری را بپردازند؛ در حالی که افراد ساکن در محله‌های نامطلوب هزینه کمتری برای اجاره مسکن متقبل می‌شوند، بنابراین می‌توان قیمت اجاره مسکن را به‌عنوان یک شاخص کیفیت زندگی در یک محله در نظر گرفت. با مقایسه قیمت‌های یک واحد مسکونی معیار (از لحاظ مترáž، مساحت زمین و ...) در دو محله‌ی مختلف، می‌توان تعیین کرد که کدام محله برای زندگی بهتر خواهد بود.

تابع مطلوبیت $u(c, q, a)$ را برای افراد ساکن در یک محله در نظر بگیرید که در آن c بیانگر برداری از کالاهای مصرفی، q بیانگر مسکن و a نشان‌دهنده امکانات است. در یک محله مشخص، مصرف‌کننده c و q را به‌گونه‌ای انتخاب خواهد کرد که تابع مطلوبیت خود را حداکثر کند. میزان مطلوبیت به‌دست آمده به درآمد کسب شده توسط مصرف‌کننده (y)، به قیمت پرداختی برای هر فوت‌مربع مسکن (p) و به‌میزان امکانات (a) بستگی خواهد داشت. این وابستگی را می‌توان به شکل یک تابع مطلوبیت غیرمستقیم $v(y, p, a)$ نشان داد. به‌دلیل اینکه با افزایش درآمد میزان مطلوبیت، بزرگ و با افزایش قیمت کوچک خواهد شد، بنابراین تابع v نسبت به y ، افزایشی و نسبت به p

1. Amenity

کاهش‌ی خواهد بود. اگر امکانات از جنبه‌ی مثبت اندازه‌گیری شود، تابع مطلوبیت غیرمستقیم بر حسب a افزایشی می‌باشد. می‌توان ترکیب‌های مختلفی از p و y را در یک سطح ثابتی از امکانات در قالب یک منحنی بی‌تفاوتی نشان داد. شکل ۱، دو نمونه از چنین منحنی‌های بی‌تفاوتی را نمایش می‌دهد. منحنی پایینی مربوط به سطح امکانات a_0 است و این الزام را که $v(y, p, a_0) = \bar{u}$ است، منعکس می‌کند. برای درک این‌که چرا این منحنی دارای شیب صعودی است، یک موقعیتی که در آن $p = p'$ و $y = y'$ می‌باشد، در نظر گرفته می‌شود و فرض می‌شود که درآمد به $y' > y$ افزایش یابد؛ همان‌طور که توسط فلش افقی توپر در شکل نشان داده شده است. از آن‌جا که این تغییر درآمد سطح مطلوبیت مصرف‌کننده را افزایش می‌دهد، یک تعدیل در قیمت مسکن برای خنثی کردن این افزایش به‌طوری‌که مطلوبیت را در \bar{u} ثابت نگه دارد، نیاز است. از آن‌جا که مطلوبیت با افزایش p کاهش می‌یابد، تعدیل موردنیاز در قیمت مسکن در جهت افزایش آن است که p را از p' به p'' افزایش می‌دهد. این انتقال که مطلوبیت را به \bar{u} بازمی‌گرداند (کاهش می‌دهد)، از طریق فلش عمودی توپر در شکل نمایش داده شده است، بنابراین از آن‌جا که y بالاتر باید با p بالاتر همراه باشد، منحنی بی‌تفاوتی دارای شیب صعودی است.



شکل ۱. منحنی‌های بی‌تفاوتی

همچنین در شکل ۱، منحنی بی‌تفاوتی بالایی با سطح امکانات a_1 که بیش‌تر از a_0 است، متناظر می‌باشد. برای درک علت این‌که چرا این منحنی در بالای منحنی a_0 قرار دارد، دوباره یک موقعیتی که در آن $a=a_0$ ، $p=p'$ و $y=y''$ است، در نظر گرفته می‌شود. سپس فرض می‌شود که سطح امکانات به a_1 افزایش می‌یابد. از آن‌جا که این تغییر، میزان مطلوبیت را به مقداری بیش‌تر از \bar{a} افزایش خواهد داد، بنابراین تعدیلاتی در p یا y برای خنثی شدن این افزایش موردنیاز است. اگر p به تنهایی تعدیل شود، تغییر موردنیاز در جهت مثبت است و افزایش در p افزایش مطلوبیت حاصل از a بالاتر را خنثی می‌کند. این تعدیل با فلش عمودی خط‌چین در شکل نشان داده شده است. از آن‌جا که این استدلال می‌تواند برای هر نقطه شروع دیگری نیز به‌کار برده شود، نتیجه می‌شود که منحنی بی‌تفاوتی متناظر با $a=a_1$ در بالای منحنی متناظر با $a=a_0$ قرار می‌گیرد (براکنر، ۲۰۱۱: ۲۳۳-۲۳۴).

۲-۲- پیشینه پژوهش

رهیافت‌های مختلفی به بازار مسکن می‌پردازند. اما تاکنون پژوهشگر موفق به یافتن مطالعه‌ی داخلی که بازار اجاره مسکن و قیمت آن را از طریق رویکرد عامل‌محور مورد واکاوی قرار داده باشد، نشده است و در مطالعات خارجی نیز به‌کارگیری این رویافت، نسبتاً جدید و بسیار محدود است.

کوکین^۱ (۲۰۱۹)، چگونگی تأثیر نسبت وام به ارزش مسکن و نسبت وام به درآمد خانوار را بر چرخه‌های قیمت مسکن در دانمارک در قالب یک مدل عامل‌محور مورد بررسی قرار داده است. با استفاده از مدل ارائه شده می‌توان به تأثیر سیاست‌های به‌کارگرفته شده توسط دولت بر رفتار خانوارهای ناهمگن در بازار مسکن پی برد. در صورتی که میزان اعتباردهی از سوی دولت در این بازار کاهش یابد، چرخه‌های قیمت مسکن نیز با سرعت کمتری رخ خواهد داد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که رابطه‌ای غیرخطی بین سیاست‌های به‌کارگرفته شده و چرخه‌های قیمتی وجود دارد.

مارینی، چوکانی و ابهری^۲ (۲۰۱۹)، با استفاده از یک مدل عامل‌محور به تقاضای مسکن و تأثیرپذیری آن از مهاجرت در شهر لوزان سوییس پرداخته‌اند. این مدل

1. Cokayne

2. Marini, Chokani & Abhari

میلیون‌ها عامل جمعیت را شبیه‌سازی کرده و سناریوهای مهاجرتی متفاوتی را تا سال ۲۰۳۵ برای شهر لوزان طراحی می‌کند. نتایج این سناریوها بیانگر آن است که ظرفیت مسکن شهر لوزان در سال ۲۰۲۲ به حدی خواهد رسید که منجر به رشد ساخت‌وساز در حاشیه شهر لوزان خواهد شد. ساخت خانه‌های مسکونی جدید به‌طور عمده شامل آپارتمان‌های کوچک است که مطلوبیت بیشتری را برای خانواده‌های کوچک‌تر فراهم می‌کند. از آنجایی که ظرفیت ساخت‌وساز در حاشیه شهر رو به افزایش خواهد رفت، نیاز به مراکز ارائه دهنده خدمات آموزشی، بهداشتی و همچنین بهبود زیرساخت‌های حمل‌ونقل در حاشیه شهر احساس می‌شود.

هی، دانگ و یو^۱ (۲۰۱۸)، در مقاله‌ای با کمک مدل عامل محور به واکاوی فقدان اطلاعات در بازار مسکن و تأثیر آن بر بازار مسکن پرداخته‌اند. در این مدل کارگزاران فعال در بازار مسکن می‌توانند اطلاعات مربوط به عرضه و تقاضا را تحریف و در نتیجه خریداران را در مذاکرات قیمت گمراه کنند. در این پژوهش یک مدل عامل محور فروش دوباره پیشنهاد شده است تا به چگونگی تحلیل تأثیر تحریف اطلاعات بر عملکرد بازار پرداخته شود. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که کارگزاران می‌توانند به‌طور معناداری بر تعداد معاملات در بازار، قیمت فروش دوباره و مزایا و هزینه‌هایی که هر یک از خریداران و فروشندگان متحمل می‌شوند، تأثیرگذار باشند. همچنین نتایج این پژوهش گویای آن است که در صورتی که خریداران و فروشندگان «حق انحصار خرید و فروش» را با کارگزاران امضا کنند، به مراتب اضافه رفاه بیشتری را کسب خواهند کرد.

جی^۲ (۲۰۱۷)، با مشاهده‌ی رفتار عامل املاک و مستغلات فعال در بازار آمریکا، یک مدل عامل محور را جهت بررسی نوسانات قیمت مسکن ارائه کرده است. یافته‌های این مدل نشان می‌دهد که چگونه شیوه‌های وام‌دهی و رفتار سفته‌بازان می‌تواند منجر به افزایش قیمت مسکن در این بازار شود. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که هر چه وام‌دهی با سرعت بیشتری صورت پذیرد، قیمت مسکن با سرعت بیشتری رشد خواهد کرد و به دنبال آن چرخه‌های رکود و رونق را در این بازار موجب خواهد شد.

استود^۳ (۲۰۱۶)، در پژوهشی با عنوان «یک مدل عامل محور برای بازار مسکن یک کلان‌شهر»، به تحلیل قواعد رفتاری بازار مسکن پایتخت نروژ، اسلو پرداخته است.

1. He, Dong & Yu

2. Ge

3. Ustvedt

عامل‌های تعیین‌کننده در این مدل خانوارهایی هستند که در تصمیم‌گیری‌هایی مانند انتقال و خرید مسکن به‌عنوان سرمایه‌گذاری شرکت می‌کنند.

نتایج حاصل از اجرای این مدل نشان می‌دهد که خروجی‌های به‌دست آمده از آن به‌خوبی با داده‌های تاریخی تولیدشده سازگار است. برون‌دادهای مدل گویای آن است که رشد قیمت مسکن در مراکز شهر نسبت به حومه‌ها بیشتر است، که این به‌دلیل مهاجرت بالای خانوارهای جوان رخ داده است.

کارستنسن^۱ (۲۰۱۵)، در مطالعه‌ای با عنوان «یک مدل عامل‌محور بازار مسکن»، با به‌کارگیری یک مدل عامل‌محور سعی در تحلیل بازار مسکن دانمارک به‌منظور شناخت جنبه‌های مرتبط با چرخه‌های تجاری و قواعد کلان اقتصادی دارد. این مدل شامل پنج هزار نفر عامل ناهمگن در هر نقطه از زمان است که با نسبت دادن رفتارهای واقعی به آنها قادر هستند بازار مسکن را شبیه‌سازی کنند. نتایج اجرای این مدل نشان می‌دهد که خانوارهای جوان تمایل بیشتری به اجاره مسکن دارند. همچنین این مدل تأثیر دو نوع شوک را نیز آشکار می‌کند: شوک‌های مربوط به نرخ بهره و درآمد. تأثیر شوک‌های مثبت و منفی در مدل دیده شده است. یک شوک منفی نرخ بهره، بر قیمت‌ها تأثیر نمی‌گذارد، در حالی که شوک مثبت، یک کاهش مشخصی را به همراه خواهد داشت اکستل^۲ و همکاران (۲۰۱۴)، در پژوهشی با عنوان «یک مدل عامل‌محور برای حباب بازار مسکن در کلان‌شهر واشنگتن»، به طراحی یک مدل مبتنی بر رهیافت عامل‌محور برای کلان‌شهر نیویورک پرداخته‌اند. مدل شامل تعداد زیادی از خانوارهای ناهمگن است که تصمیم به خرید یا اجاره‌ی خانه دارند.

این مدل دیدگاه مناسبی در ارتباط با بازار و موجودی مسکن و تنگناهای موجود در این بازار به دست می‌دهد. در این مدل نکات ریز همچون پدیده‌های موقتی مانند جابه‌جایی‌های فصلی خانوار در نظر گرفته نشده است. همچنین در حالی که به شکل عمیق به بازار خرید خانه پرداخته شده، به بازار اجاره‌خانه توجهی نشده است که این می‌تواند به‌عنوان یک ضعف در مدل قلمداد شود. نتایج نشان می‌دهد که سیاست‌های نرخ بهره شدیدتر، کمی به کاهش قیمت حباب موجود کمک کرده است.

1. Carstensen

2. Axtell

همچنین در مطالعات داخلی نیز تأثیر متغیرهای کلان اقتصادی بر قیمت مسکن مورد بررسی قرار گرفته است. برای نمونه می‌توان به مطالعه ایزدخواستی، عرب‌مازار و احمدی (۱۳۹۸) اشاره کرد که بر نقش مالیات بر تقاضای سوداگران مسکن تأکید کرده‌اند. نتایج حاصل از این مطالعه که برای مناطق شهری کشور در طی دوره زمانی (۱۳۸۵-۱۳۹۵) انجام گرفته است، نشان می‌دهد که سیاست مالیاتی اعمال شده در بخش مسکن از طریق کنترل تقاضای سوداگری مسکن، دسترسی خانوارها را به مسکن افزایش داده است و همچنین تسهیلات پرداختی به منظور خرید مسکن منجر به کاهش شاخص توان‌پذیری و افزایش دسترسی خانوارها به مسکن شده است.

در پژوهش انجام شده توسط خیابانی و پورجابری (۱۳۹۶)، مطالعه‌ی رکود و رونق بخش مسکن در ایران طی دوره زمانی (۱۳۹۳-۱۳۶۷) مورد بررسی قرار گرفته است. در این مقاله اشاره شده است که نوسانات در قیمت مسکن از یک سو منجر به تغییر در ثروت خانوارها و در نتیجه تغییرات سطح مصرف و پس‌انداز در کل اقتصاد می‌شود و از سوی دیگر، به دلیل تغییرات در ارزش وثیقه‌ی مسکن، خانوار می‌تواند بر عملکرد نظام بانکی کشور اثرگذار باشد. این مطالعه رژیم‌های گوناگون در بازار مسکن ایران را شناسایی کرده و احتمال ماندن در هر رژیم و همچنین انتقال از یک رژیم به رژیم دیگر را برآورد کرده است. براساس یافته‌های پژوهش طی دوره‌ی زمانی مورد بررسی دو رژیم رونق و رکود در قیمت مسکن قابل شناسایی است و همچنین احتمال ماندگاری در رژیم رکود بیشتر از احتمال ماندگاری در رژیم رونق بوده است.

نصراصفهانی، صفاری و لطیفی (۱۳۹۵)، به شناسایی سهم عوامل غیرذاتی در قیمت واقعی مسکن، شناسایی عوامل مؤثر بر حباب قیمت مسکن در شهر تهران و تعیین سهم هر یک از عوامل اقتصادی در حباب قیمت مسکن پرداخته‌اند. برآورد الگوی پویای ارزش ذاتی مسکن نشان می‌دهد که تغییرات توضیح داده شده توسط متغیرهای توضیحی در مقایسه با تغییرات توضیح داده نشده، معنی‌دار و جز پسماند پایاست. در مورد متغیرهای توضیح دهنده‌ی ارزش ذاتی - واقعی مسکن شهر تهران، می‌توان گفت تعداد خانوار دارای بیشترین کسب قیمتی و نسبت وام به ارزش دارای کمترین کسب قیمتی در ارزش ذاتی بوده است. در بین متغیرهای توضیح دهنده‌ی حباب قیمت مسکن شهر تهران، متغیرهای حجم نقدینگی واقعی کشور با یک وقفه، مهم‌ترین متغیر و متغیر نرخ واقعی بهره با یک وقفه، کم اهمیت‌ترین متغیر توضیحی حباب قیمت مسکن در شهر تهران هستند.

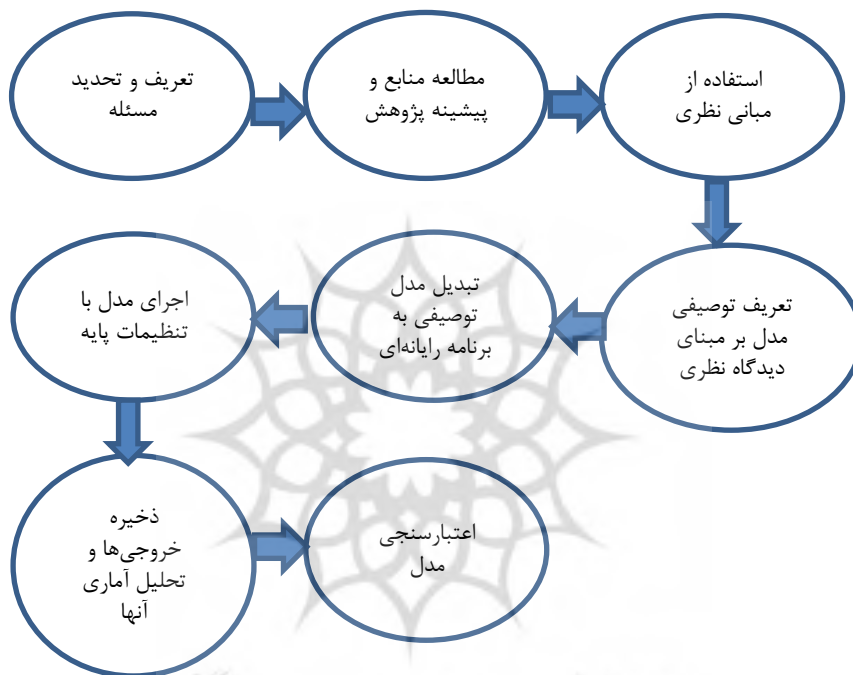
قادری و ایزدی (۱۳۹۵)، از متغیرهای نرخ شهرنشینی، نرخ اجاره‌بها، درآمد سرانه، اعتبارات اعطایی بانک مسکن به بخش مسکن، مالیات بر مسکن، نرخ بیکاری، تولید ناخالص ملی، مخارج دولت در فصل تأمین مسکن، شاخص قیمت نهاده‌های ساختمانی و تعداد پروانه‌های ساختمانی به‌منظور تأثیرگذاری بر قیمت مسکن با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی در طی دوره‌ی زمانی ۱۳۵۰-۱۳۹۱ در ایران استفاده کرده‌اند. نتایج حاصل از این پژوهش گویای آن است که نرخ شهرنشینی، نرخ اجاره‌بها، درآمد سرانه، اعتبارات اعطایی بانک مسکن به بخش مسکن، مالیات بر مسکن، نرخ بیکاری، شاخص قیمت مصالح ساختمانی بر قیمت مسکن تأثیر مثبت داشته است. همچنین تولید ناخالص ملی و مخارج دولت در فصل تأمین مسکن و تعداد پروانه‌های ساختمانی صادرشده بر قیمت مسکن تأثیر منفی داشته است. در ادامه این مطالعه بیان شده است که قیمت مسکن در درجه اول از متغیرهای نرخ شهرنشینی، درآمد سرانه، نرخ اجاره بها و تولید ناخالص ملی اثر می‌پذیرد. پس از آن هزینه ساخت از نظر اثرگذاری در درجه دوم قرار گرفته است. در نهایت اشاره می‌شود که سیاست‌های پولی. مالی دولت نقش ناچیزی بر قیمت مسکن داشته است.

وجه تمایز این پژوهش نسبت به پژوهش‌های انجام شده در این حوزه این است که این پژوهش تلاش می‌کند با مدنظر قراردادن ناهمگنی موجود بین عوامل تشکیل‌دهنده بازار، اجاره‌ی مسکن و نحوه تصمیم‌گیری عامل‌های فعال در این بازار در قالب مدل‌سازی ترکیبی، بازار اجاره را شبیه‌سازی کرده و قیمت اجاره را مورد پیش‌بینی و واکاوی قرار دهد.

۳- مراحل اجرایی پژوهش

هدف اصلی این مقاله ارائه یک مدل ترکیبی جهت پیش‌بینی و واکاوی روند قیمت اجاره بازار مسکن در منطقه شش شهر اصفهان است. از نظر روش‌شناسی این مقاله درصدد ارائه یک چارچوب روش‌شناختی دقیق برای پیش‌بینی قیمت اجاره می‌باشد. در این مقاله تأکید شده است که هدف از طراحی و تدوین یک مدل ترکیبی برای بازار اجاره مسکن، درنظر گرفتن ناهمگنی عوامل و رفتارهای اقتصادی آنهاست که با الگوهای رایج به کارگرفته شده متفاوت می‌باشد. به عبارتی الگوی مطلوب به کارگرفته شده مشتمل بر خروجی‌های ملموس و مبتنی بر رفتارهای عاملان فعال در این بازار است.

فرایند تدوین این مقاله دارای ۸ مرحله است که از تعریف و تحدید مسئله، مطالعه منابع و پیشینه پژوهش، استفاده از منابع نظری، تعریف توصیفی مدل بر مبنای دیدگاه نظری، تبدیل مدل توصیفی به برنامه رایانه‌ای، اجرای مدل با تنظیمات پایه، ذخیره خروجی‌ها و تحلیل آماری آن و در نهایت اعتبارسنجی مدل تشکیل شده است. مراحل اجرایی این مقاله در شکل (۲) آمده است.



شکل ۲. مراحل اجرایی پژوهش

۴- روش پژوهش

۴-۱- مدل‌سازی عامل محور

مدل‌سازی عامل محور رویکردی نسبتاً جدید برای مدل‌سازی سامانه‌هایی است که از عوامل مستقل، ولی در تعامل با هم تشکیل شده‌اند. مدل‌سازی عامل محور یک پارادایم نسبتاً جدید است و از زمان پیدایش پایگاه‌های داده، یکی از مهم‌ترین پیشرفت‌ها در مدل‌سازی محسوب می‌شود. علوم مهندسی و علوم انسانی به صورت

مشترک برای توصیف، درک و مدیریت پدیده‌ها به دنبال مدل‌سازی دنیای واقعی هستند، با این تفاوت که علوم مهندسی پدیده‌های دنیای طبیعی و علوم مدیریت سامانه‌های انسانی را مدل‌سازی می‌کنند (اپستین و اکستل^۱، ۱۹۹۶).

این دست از مدل‌ها برای شبیه‌سازی کنش‌ها و تعاملات عامل‌های مختار (شامل افراد و نهادهای جمعی همچون سازمان‌ها یا گروه‌ها) و سنجش تأثیرات آنها بر سیستم به‌عنوان یک کل کاربرد دارد. علاوه بر این، مدل‌سازی عامل‌محور، امکان مدل‌سازی رفتار واقعی افراد را فراهم می‌آورد. حال آنکه، آشکال سنتی مدل‌سازی براساس قواعد و اصول بهینه‌سازی رفتارها می‌باشد (نورث و مکال^۲، ۲۰۰۵).

برخی محققان هر نوعی از اجزای مستقل (مانند نرم‌افزار، مدل، افراد و ...) را به‌عنوان عامل در نظر می‌گیرند (بونابه^۳، ۲۰۰۲). سایر محققان معتقدند که رفتار یک عامل بایستی انطباقی باشد تا بتوان آن را یک عامل در نظر گرفت. در تعریف این گروه از محققان، عنوان عامل برای اجزایی در نظر گرفته می‌شود که می‌توانند از محیط خود یاد بگیرند و رفتار خود را در واکنش به آن تغییر دهند. برخی دانشمندان معتقد هستند که عامل‌ها بایستی هم شامل قوانین رفتاری اساسی باشند و یک سری قوانین سطح بالاتر را در برگیرند تا که قوانین رفتاری اساسی را تغییر دهند (کستی^۴، ۱۹۹۷).

اوایل قرن بیستم یک محقق دیدگاهی از نظر علوم کامپیوتر ارائه داده است که خصوصیات اساسی رفتار مستقل (خودمختار) را نشان می‌دهد. او ابراز داشته است که ویژگی اصلی یک عامل، قابلیت آن در اتخاذ تصمیمات مستقل می‌باشد (جینگز^۵، ۲۰۰۰). این امر نیازمند فعال بودن یک عامل است نه منفعل بودن آن. به‌طور کلی،

عوامل دارای خصوصیات زیر هستند:

- یک عامل قابل تشخیص می‌باشد. یک عامل به‌صورت جداگانه دارای یک سری از خصوصیات و قوانین رفتاری است و شامل قابلیت‌های تصمیم‌گیری می‌باشد. عوامل بر خود متکی هستند.

-
1. Epstein & Axtell
 2. North. & Macal
 3. Bonabeau
 4. Casti
 5. Jennings

- یک عامل دارای بعد مکان است، در یک محیط زندگی می‌کند که با دیگر عوامل در تعامل است. عوامل برای واکنش با دیگران دارای پروتکل (آداب و رسوم) هستند؛ مثلاً برای برقراری ارتباط یا قابلیت واکنش به محیط روش خاص خود را دارند. عوامل می‌توانند صفات سایر عوامل را شناسایی کنند.

- هر عامل هدف-محور است، یعنی دارای اهدافی است که در راستای دستیابی به آنها حرکت می‌کند. این اهداف لزوماً به‌صورت بهینه تعریف نمی‌شوند.

- عامل خودمختار و خودمحور است. عامل می‌تواند به‌صورت مستقل در محیط خود و در تعامل با دیگر عوامل عمل کند.

- یک عامل انعطاف‌پذیر است؛ دارای قابلیت یادگیری و سازگارسازی رفتار خود براساس تجربیاتش می‌باشد. این امر نیازمند شکلی از حافظه است. همچنین، یک عامل قوانینی دارد که براساس آنها رفتار خود را اصلاح می‌کند. عوامل انواع مختلفی دارند، ناهمگن هستند و خصوصیات و قوانین رفتاری پویایی دارند (جنینگز، ۲۰۰۰).

از جمله مزیت‌های به‌کارگیری مدل عامل محور به موارد زیر می‌توان اشاره کرد:

۱- تغییر در روش مدل سازی؛

۲- امکان تهیه مدل‌های فرآیندی با مقیاس‌های دقیق‌تر؛

۳- امکان تهیه مدل‌های منعطف‌تر از نظر مشابهت‌ها با دنیای واقعی در مقایسه با

مدل‌های تحلیل و مدل‌های سیستم دینامیک؛

۴- قابلیت استفاده از نظریه‌ها و دیدگاه‌های متنوع موجود در علوم انسانی و

اجتماعی؛ و

۵- قابلیت تهیه مدل‌های فضایی که تعامل بین انسان و محیط را شبیه‌سازی

می‌کنند (عسگری، ۱۳۹۰).

۲-۴ - قلمرو پژوهش

قلمرو مکانی پژوهش

قلمرو مکانی این پژوهش منطقه‌ی شش کلان‌شهر اصفهان است.



شکل ۳. محله‌های منطقه شش شهر اصفهان

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۸

همان‌طور که در شکل ۳ نیز نشان داده شده است این منطقه دارای پانزده محله است. در این مطالعه دو محله‌ی نظامی و سه محله‌ی فیزیکی، ردان و دنارت به دلیل ساختار بسیار فرسوده و وجود فعالیت کشاورزی از قلمروی مکانی این پژوهش حذف شده‌اند.

قلمرو زمانی پژوهش

همان‌طور که قبلاً نیز بیان شد این پژوهش در پی آن است تا با بهره‌گیری از روش عامل‌محور یک مدل برای بازار اجاره منطقه شش شهر اصفهان ارائه دهد. این پژوهش تلاش می‌کند بتواند نرخ اجاره را برای ۵ سال آتی مورد پیش‌بینی قرار دهد. در همین راستا این پیش‌بینی از سال ۱۳۹۷ به مدت پنج سال در نظر گرفته می‌شود. برای اجرا و تحلیل مدل عامل‌محور از نرم‌افزار AnyLogic استفاده می‌شود. نرم‌افزار AnyLogic هم دارای زبان مدل‌سازی به صورت گرافیکی است و هم می‌توان با استفاده از زبان Java مدل شبیه‌سازی را توسعه داد. در نرم‌افزار مورد استفاده هر صد دوره برابر با یک سال در نظر گرفته شده است.

۵- معرفی مدل

در این پژوهش از مدل‌سازی ترکیبی برای واکاوی بازار اجاره مسکن بهره گرفته شده است.

۵-۱- پارامترها و متغیرهای مورد استفاده در مدل پژوهش

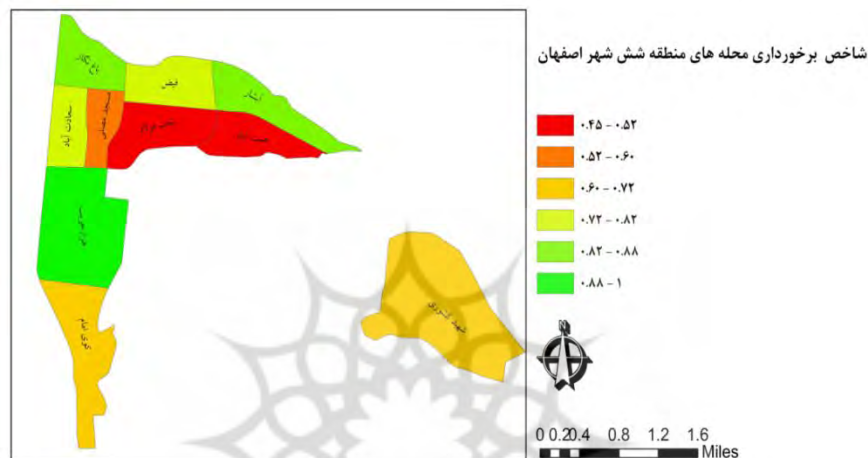
متغیرهای مورد استفاده در این شبیه‌سازی، نرخ اجاره مسکن، تعداد مسکن عرضه شده برای بازار اجاره، شاخص برخورداری محله، درآمد خانوار، تعداد خانه‌های اجاره‌ای اولیه در هر محله، سهم مسکن از درآمد و نرخ رشد جمعیت است. آمار و اطلاعات مربوط به نرخ اجاره مسکن، تعداد مسکن عرضه شده برای بازار اجاره، شاخص برخورداری، تعداد خانه‌های اجاره‌ای اولیه در هر محله، سهم مسکن از درآمد و نرخ رشد جمعیت از معاونت پژوهشی شهرداری مرکزی اصفهان و همچنین درآمد خانوار نیز از مرکز آمار ایران به دست آمده است. برای شاخص برخورداری هر محله و ویژگی‌های آن از یازده متغیر استفاده شده است که این متغیرها با به‌کارگیری روش تحلیل عاملی به شاخص برخورداری هر محله که عددی بین صفر تا یک می‌باشد، تبدیل شده است. این شاخص توسط معاونت پژوهشی شهرداری برای محله‌های منطقه شش شهر اصفهان محاسبه شده است. متغیرهای مورد استفاده برای استخراج شاخص برخورداری در هر محله بعد خانوار، نوع شغل خانوارهای ساکن در هر محله، سطح تحصیلات خانوارهای ساکن در هر محله، بار تکفل، ریزدانی بافت (مسکن با متراژ کمتر از ۵۰ متر مربع)، تعداد اتاق در اختیار خانوار، نوع مصالح به کار رفته در خانه‌های هر محله، نوع بافت (منظم یا نامنظم)، ارزش زمین، بهره‌مندی از آب لوله‌کشی، برق، تلفن ثابت و گاز و برخورداری از پارکینگ است. نتایج حاصل از به‌کارگیری روش تحلیل عاملی در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱. شاخص برخورداری محله‌های منطقه شش شهر اصفهان

نام محله	شاخص برخورداری هر محله (از یک)
باغ نگار - آئینه‌خانه	۰/۸۸
فیض	۰/۸۲
آبشار	۰/۸۵
همت‌آباد	۰/۵۲
تخت فولاد	۰/۴۵
مسجد مصلی	۰/۶۰
سعادت‌آباد	۰/۷۹
هزار جریب	۰/۹۶
کوی امام	۰/۶۸
شهید کشوری	۰/۷۲

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۸

همان‌طور که مشاهده می‌شود محله هزار جریب با داشتن شاخص برخورداری برابر با ۰/۹۶ بیشترین برخورداری را در بین محلات این منطقه دارد. همچنین محله تخت فولاد نیز با شاخص برخورداری برابر با ۰/۴۵ کمترین مقدار را به خود اختصاص داده است. از لحاظ مکانی نیز توزیع شاخص برخورداری محله‌های منطقه شش شهر اصفهان در شکل ۴ نشان داده شده است.

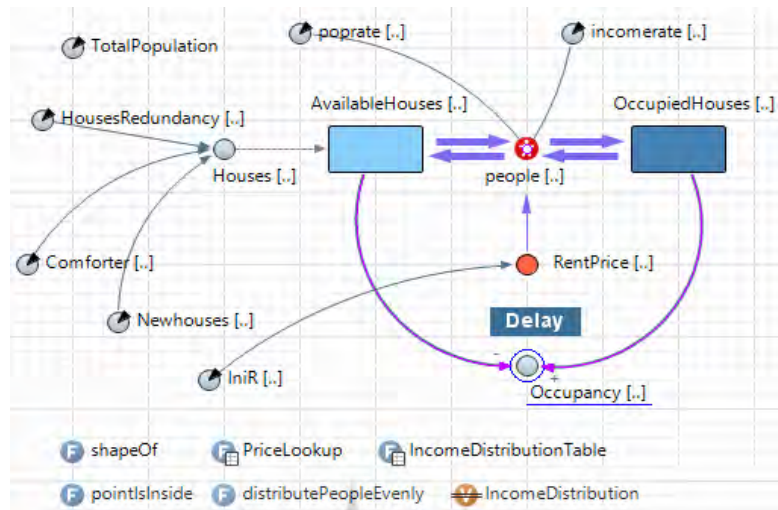


شکل ۴. توزیع مکانی شاخص برخورداری محله‌های منطقه شش شهر اصفهان

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۸

۵-۲- مدل پژوهش

مدل بازار اجاره مسکن در شکل ۵ ارائه شده است. همان‌طور که قبلاً نیز اشاره شد متغیرهای مورد استفاده در این پژوهش نرخ اجاره اولیه، تعداد خانه‌های عرضه شده به بازار اجاره، شاخص برخورداری هر محله، درآمد خانوار در هر محله، خانه‌های موجود در بازار اجاره، جمعیت کل، نرخ رشد جمعیت است. در این مدل خانه‌های موجود در بازار اجاره عامل‌هایی هستند که تحت تأثیر شاخص راحتی، خانه‌های موجود و درصدی از خانه‌های ساخته شده می‌باشند. خانوارها نیز عامل‌هایی هستند که دارای ویژگی‌های جمعیت و درآمد می‌باشند. در این مدل عامل خانوار در هر سال تصمیم می‌گیرد با توجه به خانه‌های موجود در بازار اجاره در کدام یک از محلات منطقه شش ساکن شود.



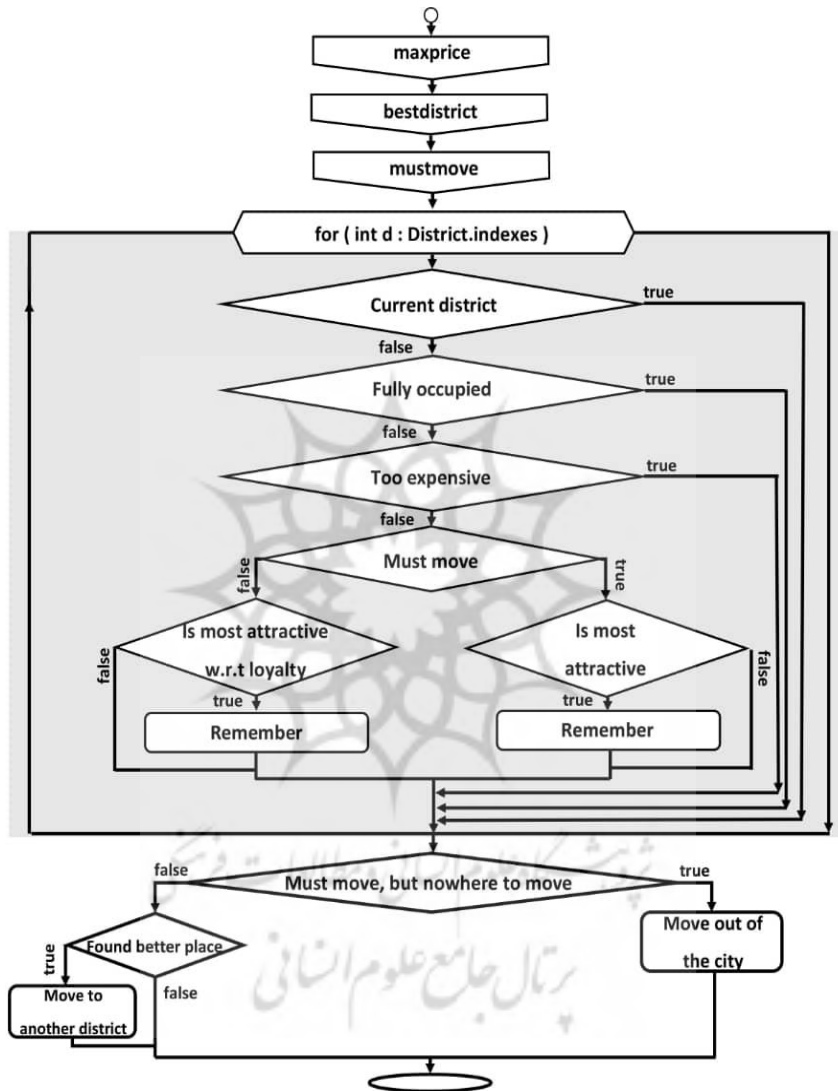
شکل ۵. مدل شبیه‌سازی بازار اجاره مسکن

یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۸

همان‌گونه که قبلاً نیز مطرح شد مدل‌های عامل‌محور ناهمگنی بین عوامل را در نظر می‌گیرد. این ناهمگنی در درآمد توسط تابع توزیع درآمد که یک تابع توزیع یکنواخت است در مدل به تصویر کشیده شده است. تابع توزیع درآمد مربوط به خانوارهای ساکن در هر محله است. پس از اجرای مدل، خانوارها با نرخ رشد داده شده شروع به رشد می‌کنند و با توجه به تابع توزیع درآمد به هر یک از آنها یک درآمد اختصاص می‌یابد که این مقدار در متغیر توزیع درآمد لحاظ می‌شود. خانوارها صورت تصادفی با توجه به درآمد و نرخ اجاره اولیه در محله‌ها توزیع می‌شوند. متغیر تصرف نشاندننده‌ی نسبت خانه‌های پر شده به کل خانه‌های موجود است که این متغیر همواره عددی بین صفر و یک است. هر خانوار پس از انتخاب مسکن در آن مستقر می‌شود و به متغیر تصرف محله‌ی جدید اضافه شده و از متغیر تصرف محله‌ای که قبلاً خانوار در آن ساکن بوده است، کاسته خواهد شد.

عامل مورد نظر در این مدل شبیه‌سازی، خانوارها هستند که با توجه به درآمد، شاخص پرخورداری هر محله و نرخ اجاره در هر محله به دنبال مسکن اجاره‌ای موجود هستند. هر عامل با توجه به موارد مذکور شروع به فرآیند جستجو و تصمیم‌گیری

می‌کند. در نهایت تابع تعیین قیمت^۱ براساس متغیر تصرف یک نرخ اجاره را برای هر محله محاسبه می‌نماید. ساختار تصمیم‌گیری هر عامل در مدل به شکل (۶) است.



شکل ۶. ساختار تصمیم‌گیری عامل برای سکونت در هر محله

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۸

۵-۳- ساختار تصمیم‌گیری عامل

هر عامل در مدل با توجه به درآمد، شاخص برخورداری و نرخ اجاره به دنبال یافتن بهترین مسکن است. فرآیند تصمیم‌گیری به شرح زیر می‌باشد:

۱- در گام اول برخی خصوصیات عامل مقدار دهی اولیه می‌شود. عامل حداکثر پولی^۱ را که برای اجاره مسکن می‌پردازد، مشخص می‌کند. این مقدار از حاصل ضرب درآمد در سهم مسکن از درآمد خانوار^۲ به دست می‌آید. برای اندازه‌گیری سهم مسکن از درآمد خانوار از یک تابع توزیع یکنواخت که بین مقادیر $0/3$ تا $0/5$ است، کمک گرفته شده است. این بازه با توجه به مطالعات اقتصادی انجام شده توسط معاونت پژوهشی شهرداری مرکزی اصفهان به دست آمده است (معاونت پژوهشی شهرداری اصفهان، ۱۳۹۶). در این گزارش سهم مسکن از درآمد برای محله‌های منطقه شش شهر اصفهان بین $0/33$ تا $0/46$ است. در توضیح گستردگی این بازه می‌توان گفت که با توجه به ناهمگن بودن درآمد اجاره‌کنندگان و اختلافات فرهنگی میان ساکنان بومی و مهاجران این منطقه، پراکندگی این سهم اجتناب‌ناپذیر است. فرض بر این است که عامل زمانی که در مدل وارد می‌شود در هیچ کدام از مناطق ساکن نیست، به همین دلیل در این مرحله مقداری که به بهترین محله^۳ تعلق می‌گیرد برابر با ۱- است. در حقیقت این مقدار اولیه گویای آن است که عامل باید تمام مناطق را براساس این ساختار تصمیم‌گیری مورد ارزیابی قرار دهد تا بتواند به مسکن مناسب در محله‌ی مورد نظر دست یابد.

۲- قدم بعدی تصمیم‌گیری عامل^۴ است. این مرحله بیان می‌کند که چه زمانی عامل جابه‌جایی محله را مدنظر قرار می‌دهد. این جابه‌جایی در صورتی انجام می‌شود که اجاره‌ی پرداختی برای مسکن موجود در محله فعلی از حداکثر مبلغی که حاضر است برای آن بپردازد بزرگ‌تر باشد. البته قابل ذکر است که در ابتدای مدل به دلیل آنکه عامل هنوز در مرحله‌ای ساکن نشده است (یا به عبارت دیگر مقدار مرحله (Best District) برابر با منفی یک است) عامل خود را ملزم به جستجو و ارزیابی سایر محله‌ها می‌داند و از این مرحله عبور می‌کند، اما هنگامی که تنها یک‌بار در محله‌ای ساکن شد،

-
1. Max Price
 2. Affordable Fraction
 3. Best District
 4. Must Move

تنها در صورتی حاضر می‌شود محله مورد نظر خود را ترک کند که شرطی که ذکر شد برقرار شود.

۳- در صورتی که عامل قصد جابه‌جایی داشته باشد، وارد حلقه‌ی for خواهد شد که در این حلقه تمامی محله‌های مورد نظر (۱۰ محله) را مورد واکاوی قرار می‌دهد تا بتواند به بهترین محله‌ای که در آن می‌تواند ساکن شود دست یابد. حلقه از اولین محله آغاز می‌شود. Current district در این مرحله بیانگر آن است که آیا عامل در محله‌ی مورد بررسی ساکن است یا خیر. در صورتی که در محله مورد نظر ساکن نباشد، عامل به دنبال آن است که آیا خانه‌های محله‌ی مورد بررسی کاملاً اشغال شده است (Fully occupied). اگر خانه‌هایی برای عامل وجود داشته باشد در گام بعدی (Too expensive)، عامل، مقدار اجاره‌ی آن منطقه را با حداکثر پولی که قادر است برای اجاره مسکن بپردازد مورد مقایسه قرار می‌دهد. اگر مقدار اجاره محله‌ی مورد نظر کمتر از حداکثر اجاره‌ای باشد که عامل قادر به پرداخت آن است، عامل وارد مرحله تصمیم‌گیری (Must move) می‌شود. در صورتی که اجاره‌ی فعلی خانه در محله‌ای که در آن ساکن است بزرگ‌تر از حداکثر پولی باشد که قادر به پرداخت آن است، عامل، جابه‌جایی را مدنظر قرار می‌دهد. در اینجا (Is most attractive) عامل باید جذابیت محله‌ی مورد نظر را محاسبه و آن را با جذابیت محله‌ی قبلی که خود بهترین محله بوده است، مورد مقایسه قرار دهد و در صورتی که محله‌ی مورد نظر جذابیت بزرگ‌تری نسبت به بهترین محله‌ی قبلی داشته باشد، آن را به خاطر بسپارد و به‌عنوان بهترین محله در ذهن خود لحاظ کند. در این مرحله عامل اطلاعات خود در مورد بهترین محله را به‌روزرسانی می‌کند. (Remember).

برای محاسبه‌ی جذابیت هر محله از رابطه‌ی جذابیت که در زیر آمده است، استفاده می‌شود:

(۶)

$$\text{Attractiveness} = \frac{((\text{max price} - \text{price}) / \text{max price} * \text{weightPrice} + \text{comfort} * \text{weightComfort})}{2}$$

که در آن:

Max price: حداکثر پرداخت عامل بابت اجاره؛

Price: اجاره مسکن در محله‌ی مورد بررسی؛

Weight price: وزن قیمت اجاره در محاسبه‌ی جذابیت؛ و

Weight comfort: وزن برخورداری هر محله در محاسبه‌ی جذابیت است.

در اینجا وزن‌های نسبت داده شده به قیمت اجاره و برخورداری هر محله برابر با ۰/۵ در نظر گرفته شده است.

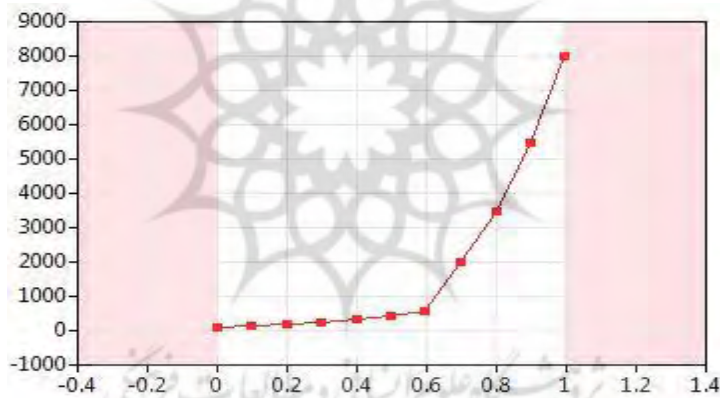
شاخه‌ی دیگری از مرحله‌ی (Must move)، مرحله‌ی (Is most attractive w.r.t.) است. عامل در صورتی وارد این مرحله خواهد شد که مقدار پولی که قرار است صرف پرداخت اجاره در محله‌ی فعلی کند، از حداکثر پولی که حاضر است بپردازد، کمتر باشد. این مرحله در حقیقت بیان می‌کند که عامل هنوز هم در صورت برقرار نبودن شرط (Must move) نمی‌تواند نسبت به محله‌های دیگر بی‌تفاوت باشد. این عدم بی‌تفاوتی باید به شکل به خاطر سپردن محله‌ی موردنظر خود را نشان دهد. در این مرحله، عامل یک میزان وفاداری (دلبستگی) برای محله‌ای که اکنون در آن ساکن است در نظر می‌گیرد. این مرحله شامل دو شرط است که باید به‌طور همزمان برقرار باشند. شرط اول بیان می‌کند که باید جذابیت محله‌ی موردنظر از جذابیت محله‌ی فعلی به علاوه میزان وفاداری عامل به محله‌ی فعلی بزرگ‌تر باشد. شرط دوم آن است که اگر عامل محله‌ای را مورد ارزیابی قرار دهد، باید جذابیت آن محله از جذابیت بهترین محله‌ای که تاکنون پیدا کرده است بزرگ‌تر باشد. بنابراین در صورت برقرار نبودن شرط (Must move)، جهت عدم بی‌تفاوتی نسبت به محله‌های دیگر و به خاطر سپردن محله‌ی مورد بررسی باید شرط اول و شرط دوم برقرار باشد. در صورت برقرار نبودن دو شرط عامل از این مرحله عبور می‌کند و آن را نادیده می‌گیرد.

پس از ارزیابی و مقایسه‌ی تمام محله‌ها، عامل وارد گام بعدی (must move, but nowhere to move) می‌شود. در این مرحله اگر عامل مورد نظر نتواند از بین محله‌های مورد بررسی بهترین محله را انتخاب کند از آن منطقه خارج خواهد شد (Move out of the city). اما در صورتی که چنین اتفاقی رخ ندهد (Found better place) و عامل بتواند دستکم از بین محله‌های منطقه یک محله را انتخاب کند به آن محله منتقل خواهد شد (Move to another district)، در غیراین صورت باز هم عامل به خارج از منطقه موردنظر هدایت می‌شود.

۶- اجرای مدل

در این قسمت با توجه به آمار و اطلاعات، مدل تعبیه شده و همچنین چگونگی تصمیم‌گیری عامل به اجرای مدل و تحلیل خروجی‌های حاصل از آن پرداخته می‌شود. همان‌طور که در ابتدا نیز توضیح داده شد، عامل، با توجه به درآمد، اجاره‌خانه در هر

محلّه و همچنین میزان جذابیت در هر مرحله شروع به فرآیند تصمیم‌گیری و انتخاب مسکن موجود می‌کند. در این پژوهش به‌منظور تعیین نرخ اجاره از تابع تعیین قیمت کمک گرفته شده است. این تابع براساس داده‌های مربوط به منطقه شش از زوج مرتب‌های متغیر تصرف و نرخ اجاره تشکیل شده است. متغیر تصرف همواره عددی بین صفر و یک است که متناسب با هر عددی در این بازه برای متغیر تصرف، تابع تعیین قیمت نرخ اجاره‌ی متناسب با این متغیر را مشخص می‌کند. تابع تعیین قیمت مشخص‌کننده تغییرات قیمت براساس حجم ساکنان در آن محلّه است که هر چه حجم ساکنان افزایش یابد، نرخ اجاره این محلّه نسبت به محلّه‌های دیگر افزایش می‌یابد. در حقیقت قیمت‌های نسبی مدنظر قرار داده شده و تغییرات قیمت براساس تفاوت میان عرضه و تقاضا تعیین می‌شود. بنابراین عواملی نظیر تورم که قیمت محلّه‌ها را به یک میزان افزایش می‌دهد در تصمیم‌گیری‌ها نقشی نخواهد داشت. شکل (۷)، نمودار مربوط به تابع تعیین قیمت را نشان می‌دهد.

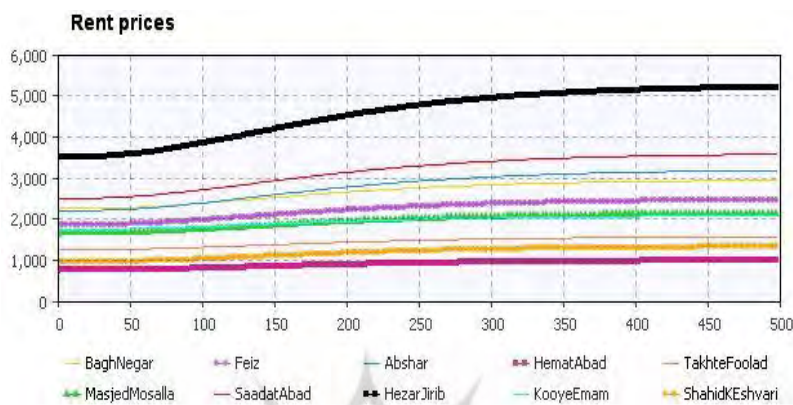


شکل ۷. نمودار تابع تعیین قیمت

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۸

به‌منظور بررسی تأثیر پارامترهای مدل بر روی نرخ اجاره، مقادیر مختلفی به این پارامترها نسبت داده شده و سپس شبیه‌سازی در مدت مشخص اجرا شده است. داده‌های جمع‌آوری شده برای شبیه‌سازی بازار اجاره مسکن تا پایان سال ۱۳۹۶ است و این مدل در پی آن است تا بتواند روند قیمت اجاره مسکن را تا پنج سال آینده پیش‌بینی کند. با توجه به اینکه روند پیش‌بینی و اجرای مدل برای پنج سال زمان‌بر

است، در نرم‌افزار انی‌لاجیک هر سال برابر با ۱۰۰ واحد در نظر گرفته شده است. نتایج حاصل از شبیه‌سازی مدل و روند نرخ اجاره در شکل ۸ مشاهده می‌شود.



شکل ۸. پیش‌بینی روند نرخ اجاره مسکن محله‌های منطقه شش شهر اصفهان

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۸

شکل (۸)، روند پیش‌بینی نرخ اجاره در محله‌های منطقه شش شهر اصفهان را نشان می‌دهد. در این نمودار محور افقی نشان‌دهنده‌ی زمان (سال) و محور عمودی نشان‌دهنده‌ی نرخ اجاره بر حسب ده هزار ریال است. براساس شکل (۸) محله‌ی هزارجریب دارای بالاترین نرخ رشد اجاره در بین محله‌ها می‌باشد. همچنین محله‌های فیض، مسجد مصلی و کوی امام، دارای نرخ اجاره نزدیک به هم هستند. در انتها نیز محله‌های تخت‌فولاد، شهید کشوری و همت آباد قرار گرفته‌اند. بر طبق این شبیه‌سازی محله‌ی هزارجریب با فاصله‌ی بسیار زیاد، دارای بالاترین و همت‌آباد دارای پایین‌ترین نرخ اجاره می‌باشد. پس از محله هزارجریب، محله‌ی سعادت‌آباد قرار گرفته است که این محله نیز به دلیل مجاورت جغرافیایی با محله‌ی هزارجریب و همچنین به دلیل شاخص برخورداری بالایی که از آن خود کرده است، نرخ اجاره‌ی بزرگی خواهد داشت. سه محله‌ی تخت‌فولاد، شهیدکشوری و همت‌آباد به دلیل شاخص برخورداری پایین نسبت به دیگر محله‌ها دارای نرخ اجاره پایین و نزدیک به هم می‌باشند.

در ابتدای شبیه‌سازی نرخ اجاره برای محله‌ی هزارجریب مقداری برابر با سی و پنج میلیون ریال است که این مقدار در پایان شبیه‌سازی به بیش از پنجاه میلیون ریال

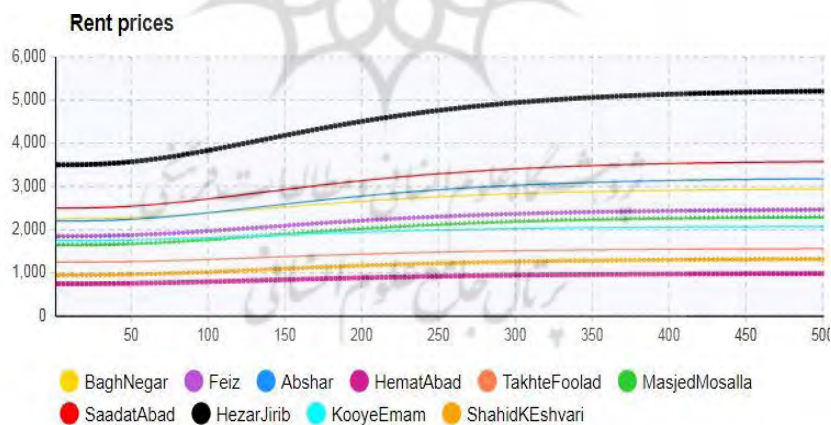
می‌رسد. پس از محله هزارجریب به ترتیب محله‌های سعادت‌آباد، آبشار، باغ‌نگار، فیض، مسجد مصلی، کوی‌امام، تخت فولاد، شهید کشوری و همت آباد قرار می‌گیرد. محله سعادت‌آباد در ابتدا نرخ اجاره‌ای برابر با بیست و پنج میلیون ریال دارد که این مقدار پس از پنج سال به سی و هشت میلیون ریال خواهد رسید. محله آبشار نیز به‌عنوان سومین محله از نظر بالا بودن نرخ اجاره با اجاره اولیه‌ای نزدیک به بیست و دو میلیون ریال پس از پنج سال به نرخ اجاره‌ای نزدیک به سی و یک میلیون ریال می‌رسد. باغ‌نگار به‌عنوان محله چهارم از نرخ اجاره‌ای بیست و دو میلیون ریال به نرخ اجاره‌ای نزدیک به سی میلیون ریال افزایش می‌یابد. نرخ اجاره محله فیض به‌عنوان پنجمین محله مقداری برابر با نوزده میلیون ریال دارد که این مقدار پس از پایان شبیه‌سازی به مقداری نزدیک به بیست و پنج میلیون ریال افزایش خواهد یافت. دو محله مسجد مصلی و کوی‌امام از نرخ‌های اجاره‌ای نزدیک به هفده میلیون ریال به نرخ‌های اجاره‌ای نزدیک به بیست و یک میلیون ریال افزایش خواهند داشت. سه محله آخر که شامل تخت‌فولاد، شهیدکشوری و همت‌آباد می‌باشند، در ابتدا با نرخ‌های اجاره نزدیک به هم قرار گرفته‌اند که پس از شبیه‌سازی نیز این نزدیک بودن نرخ‌های اجاره همچنان حفظ شده است.

از منظر تقاضا می‌توان استدلال کرد که افزایش قیمت نرخ اجاره به دلیل افزایش تقاضا برای این محله که ناشی از سطح بالای شاخص برخورداری محله هزارجریب - دسترسی به مراکز آموزشی، خرید، رفاهی و همچنین امنیت بالا است، می‌باشد. از دیدگاه عرضه نیز این افزایش قیمت ناشی از پایین بودن عرضه واحدهای مسکونی برای بازار اجاره است، چرا که از نظر سازندگان مسکن، ساخت‌وساز در این محله در صورتی صرفه‌ی اقتصادی دارد که واحدهای نوساز به بازار خرید و فروش عرضه شود و عرضه این دست از واحدها به بازار اجاره هیچ‌گونه صرفه‌ی اقتصادی دربرنخواهد داشت. این امر سبب شده است که متغیر تصرف برای محله هزار جریب عددی نزدیک به یک را اختیار کند و به همین دلیل نرخ اجاره این محله نسبت به محله‌های دیگر مقدار بزرگی را به خود اختصاص داده است.

۶-۱- اعتبارسنجی نتایج

در این قسمت از پژوهش، محله‌های منطقه شش شهر اصفهان براساس معیار شاخص برخورداری در سه گروه قرار می‌گیرند. گروه اول شامل محله‌های باغ‌نگار، فیض،

آبشار، سعادت‌آباد و هزارجریب است. گروه دوم محله‌های کوی‌امام و شهیدکشوری را شامل می‌شود و در نهایت محله‌های همت‌آباد، تخت‌فولاد و مسجدمصلی در گروه سوم قرار می‌گیرند. به دلیل اختلاف زیاد در نرخ اجاره‌ی گروه اول و سوم، شاخص برخورداری یکی از محله‌های گروه سوم که از لحاظ جغرافیایی به محله‌ی هزارجریب نزدیک است افزایش داده شده است تا تأثیر آن بر تصمیم‌گیری عامل، متغیر تصرف و در نهایت نرخ اجاره مورد واکاوی قرار گیرد. در همین راستا شاخص برخورداری محله‌ی مسجدمصلی از ۰/۶ به ۰/۷ افزایش یافته است. نتایج حاصل از این تغییر در شاخص برخورداری نشان می‌دهد که نرخ اجاره در محله‌ی کوی‌امام کاهش یافته و به نوبه‌ی خود این بدان معنی است که از نرخ تصرف در محله‌ی کوی‌امام کاسته شده است. با توجه به اینکه محله‌های مسجدمصلی و کوی‌امام از لحاظ شاخص برخورداری نزدیک به هم هستند این تغییرات در شاخص برخورداری تنها بر روی محله‌ی کوی‌امام اثرگذار بوده است. همچنین عدم تأثیرپذیری محله‌ی هزارجریب و نیز سایر محله‌ها، ناشی از وفاداری هر خانوار نسبت به محله‌ی ساکن در آن است. می‌توان این‌گونه استدلال کرد که اختلافات نسبتاً زیاد در شاخص برخورداری محله‌های منطقه شش سبب شده است که تغییر در شاخص برخورداری هر محله تأثیر چندانی بر متغیر تصرف و در نهایت نرخ اجاره‌ی هر محله نداشته باشد. نتیجه‌ی حاصل از این تغییر در شاخص برخورداری در شکل (۹) آمده است.



شکل ۹. تغییر در شاخص برخورداری محله‌ی مسجدمصلی

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۸

۷- نتیجه‌گیری

به هنگام بررسی و اظهارنظر در زمینه‌ی بازار مسکن، توجهات به‌طور عمده معطوف به شرایط بازار خرید و فروش و قیمت‌های آن است، اما به نظر می‌رسد در مقام مقایسه، بازار اجاره از مسایل و مشکلات بیشتری آسیب می‌بیند. این مسئله از آن جهت بیشتر حائز اهمیت است که چنان که مطرح شد بیشتر متقاضیان بازار اجاره (مستأجران) را دهک‌های پایین درآمدی و فاقدان مسکن ملکی تشکیل می‌دهند. به نظر می‌رسد این تفاوت تا حد زیادی در تحلیل‌های جاری در خصوص بازار مسکن مورد بی‌توجهی قرار گرفته است. در این پژوهش کوشش شده است تا با تبیین ماهیت و چگونگی عملکرد این بازار، تحلیلی از شرایط بازار اجاره و چالش‌های پیش روی آن در منطقه شش شهر اصفهان ارائه شود.

روش به‌کار گرفته شده در این پژوهش، روش عامل‌محور است. به‌دلیل مدل‌سازی عامل‌محور، محقق می‌تواند به‌روشنی فرآیندهای تصمیم‌گیری شبیه‌سازی‌شده‌ی عامل‌ها را در سطح خرد توصیف کند. همچنین این روش می‌تواند ناهمگنی عوامل را در نظر بگیرد و می‌توان به پیش‌بینی‌های آن اتکا کرد.

در مدل این پژوهش خانوارها تنها عوامل موجود هستند که با توجه به درآمد، قیمت اجاره مسکن در هر محله و محاسبه‌ی شاخص جذابیت به دنبال یافتن بهترین محله برای سکونت هستند. به‌منظور دسترسی به بهترین محله ساختار تصمیم‌گیری برای هر خانوار در نظر گرفته شده است.

براساس نتایج حاصل از این پژوهش، محله‌ی هزارجریب دارای بالاترین نرخ رشد در اجاره در بین محله‌هاست، به‌گونه‌ای که نرخ اجاره برای این محله از مبلغ سی و پنج میلیون ریال در آغاز شبیه‌سازی به مبلغ پنجاه میلیون ریال در پایان شبیه‌سازی خواهد رسید. پس از آن محله‌ی سعادت‌آباد مرتبه دوم را از لحاظ قیمت اجاره به خود اختصاص داده است. نرخ اجاره برای این محله از بیست و پنج میلیون ریال به مقداری برابر با سی و هشت میلیون ریال در پایان شبیه‌سازی خواهد رسید. محله‌ی آبشار به‌عنوان محله‌ی بعدی با نرخ اجاره‌ی اولیه‌ی نزدیک به بیست و دو میلیون ریال پس از پنج سال به نرخ اجاره‌ی نزدیک به سی و یک میلیون ریال می‌رسد. محله‌های باغ‌نگار و فیض پس از پایان شبیه‌سازی به‌عنوان چهارمین و پنجمین محلات به ترتیب دارای نرخ اجاره‌ای برابر با سی میلیون و بیست و پنج میلیون ریال خواهند داشت. نرخ اجاره دو

محلّه‌ی مسجدمصلی و کوی امام پس از پنج سال نزدیک به هم و برابر با هفده میلیون ریال خواهد بود. محلّه‌های تخت فولاد، شهیدکشوری و همت‌آباد سه محلّه‌ی آخر را شامل می‌شود که در طول دوره‌ی شبیه‌سازی دارای نرخ رشد کم بوده و نزدیک به هم قرار گرفته‌اند.

از دیدگاه تقاضا افزایش قیمت نرخ اجاره در محلّه‌ی هزارجریب را می‌توان ناشی از دسترسی به سطح بالای شاخص برخورداری این محلّه دانست. از دیدگاه عرضه نیز این افزایش قیمت ناشی از پایین بودن عرضه‌ی واحدهای مسکونی برای بازار اجاره است. همچنین جهت اعتبارسنجی نتایج محلّه‌های منطقه شش شهر اصفهان به سه دسته تقسیم شده‌اند. محلّه‌های باغ‌نگار، فیض، آبشار، سعادت‌آباد و هزارجریب در دسته‌ی اول، کوی امام و شهیدکشوری در دسته‌ی دوم و در آخر محلّه‌های همت‌آباد، تخت فولاد و مسجدمصلی در دسته‌ی آخر قرار گرفته‌اند. از آنجایی که اختلاف زیاد در نرخ اجاره دسته‌ی اول و سوم وجود دارد، شاخص برخورداری یکی از محلّه‌های دسته سوم که از لحاظ مکانی به محلّه‌ی هزارجریب همجوار است را افزایش داده تا تأثیر آن بر تصمیم‌گیری عامل، متغیر تصرف و در نهایت نرخ اجاره مورد بررسی قرار گیرد. برای انجام این مهم شاخص برخورداری محلّه‌ی مصلی به‌عنوان محلّه‌ی همجوار با محلّه‌ی هزارجریب از مقدار ۰/۶ به ۰/۷ افزایش یافته است. نتایج حاصل از این افزایش نشان می‌دهد که نرخ اجاره در محلّه‌ی کوی امام که از نظر برخورداری به محلّه‌ی مسجد مصلی نزدیک است، کاهش یافته و نرخ اجاره در محلّه‌ی هزارجریب و همچنین سایر محلات منطقه شش تغییر نکرده است. این عدم تأثیرپذیری را می‌توان ناشی از وفاداری هر خانوار نسبت به محلّه‌ی ساکن در آن دانست. به‌عبارت دیگر اختلافات بزرگ در شاخص برخورداری محلّه‌های منطقه شش سبب شده است که تغییر در شاخص برخورداری هر محلّه اثرگذاری چندانی بر متغیر تصرف و در نهایت نرخ اجاره نداشته باشد.

منابع

۱. ایزدخواستی، حجت، عرب‌مازار، عباس و احمدی، خلیل (۱۳۹۸). تحلیل عوامل کلان اقتصادی مؤثر بر شاخص توان‌پذیری مسکن خانوار در مناطق شهری ایران: با تأکید بر نقش دولت. فصلنامه مطالعات اقتصادی کاربردی ایران، سال هشتم، ۲۹، ۷۱-۴۱.

۲. خیابانی، ناصر و پورجابری، شقایق (۱۳۹۶). رونق و رکود قیمت‌های مسکن در ایران: رویکرد جابه‌جایی مارکف- خودرگرسیون برداری. *فصلنامه برنامه‌ریزی و بودجه*، سال بیست و دوم، ۱، ۳۲-۳۰.
۳. عسگری، علی (۱۳۹۰). *مروری بر مدل‌سازی عامل‌محور و کاربردهای آن در شهرسازی*، تورنتو، دانشگاه یورک.
۴. قادری، جعفر و ایزدی، بهنام (۱۳۹۵). بررسی تأثیر عوامل اقتصادی و اجتماعی بر قیمت مسکن در ایران. *فصلنامه اقتصاد شهری*، سال اول، ۱، ۷۵-۵۵.
۵. معاونت پژوهشی شهرداری مرکزی اصفهان (۱۳۹۶). بررسی اثرات قانون هدفمند کردن یارانه‌ها بر هزینه و درآمد خانوار شهری. اصفهان: شهرداری اصفهان.
۶. نصرافهانی، رضا صفاری، بابک و لطیفی، محمد رضا (۱۳۹۵). تحلیل عوامل مؤثر اقتصادی بر حباب قیمت مسکن (مطالعه‌ی موردی شهر تهران). *فصلنامه تحقیقات اقتصادی*، ۵۲، ۱، ۱۸۶-۱۶۳.
7. Andrews, D., Sánchez, A., & Johansson, A. (2011). Housing markets and structural policies in OECD countries. *OECD Economics Department Working Papers 836*, Paris, France.
8. Arce, OJ., & Salido, D. (2011). Housing bubbles, *American Economic Journal: Macroeconomics*, 3(1), 212-241.
9. Axtell, R., Farmer, D., Geanakoplos, J., Howitt, P., Carrella, E., Conlee, B., Goldstein, J., Hendrey, M., Kalikman, P., Masad, D., Palmer, N., & Yang, C. (2014). An Agent-Based Model of the Housing Market Bubble in Metropolitan Washington, D.C., *Deutsche Bundesbank's Spring Conference on Housing markets and the macroeconomy*.
10. Barceló, C. (2006). *Housing tenure and labour mobility: a comparison across European countries*. Banco de Espana Documentos de Trabajo 0603. Madrid: Spain.
11. Blanchflower, DG., & Oswald, AJ. (2013). Does high home ownership impair the labor market?, *National Bureau of Economic Research Working Paper 19079*, Cambridge MA, United States.
12. Bonabeau, E. (2002). Agent-based modeling: Methods and techniques for simulating human systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(3), 7280-7287.
13. Brueckner, J. (2011). *Lectures on Urban Economics*, USA, MIT Press.
14. Carstensen, Christian. (2015). *An agent-based model of the housing market*, Master Thesis, The University of Copenhagen.
15. Casti, J. (1997). *Would-be worlds: how simulation is changing the world of science*. USA: Wiley.

16. Cokayne, G. (2019). *Macroprudential policy; Housing finance; Firms and households*. Working Paper, No. 138.
17. Crowe, C., Dell’Ariccia, G., Igan, D., & Rabanal, P+(2013). How to deal with real estate booms: Lessons from country experiences, *J Finance Stab*, 9(3), 300–319.
18. Cuerpo, C., Kalantaryan, S., & Pontuch, P. (2014). Rental market regulation in the European Union. *European Economy, Directorate General Economic and Financial Affairs Economic Papers 515*, European Commission, Brussels, Belgium.
19. Czerniak, A., & Rubaszek, M. (2017). The Size of the Rental Market and Housing Market Fluctuations, *Open Economies Review*, 29(2), 261-281.
20. Epstein, J., & Axtell, R. (1996). *Growing Artificial Societies*. USA: MIT Press.
21. Fan, Y., Yang, Z., & Yavas, A. (2019). Understanding real estate price dynamics: The case of housing prices in five major cities of China, *Journal of Housing Economics*, 43, 37-55.
22. Garcia, E., & Grossman, V. (2020). Explosive dynamics in house prices? An exploration of financial market spillovers in housing markets around the world, *Journal of International Money and Finance*, 101, 102103.
23. 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.
24. Ge, J. (2014). Who Creates Housing Bubbles? An Agent-Based Study. In: Alam S., Parunak H. (eds) *Multi-Agent-Based Simulation XIV*. MABS 2013.
25. He, Y., & Xia, F. (2019). Heterogeneous traders, house prices and healthy urban housing market: A DSGE model based on behavioral economics, *Habitat International*, <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2019.102085>
26. He, Z., Dong, J., & Yu, L. (2018). An agent-based model for investigating the impact of distorted supply–demand information on China’s resale housing market, *Journal of Computational Science*, 25, 1-15.
27. IMF. (2009). *Spain: selected issues*. International Monetary Fund. Washington DC: United States.
28. Jennings, N.R. (2000). On agent-based software engineering. *Artificial intelligence*, 117(2), 277-296.
29. Karpestam, P., & Johansson, S. (2019). Interest-only-mortgages and housing market fluctuations in Denmark, *Journal of Housing Economics*, 46, 101627.

30. Killins, R., Egly, P., & Escobari, D. (2017). The impact of oil shocks on the housing market: Evidence from Canada and U.S, *Journal of Economics and Business*, 93, 15-28.
31. Kofner, S. (2014). The German housing system: Fundamentally resilient?, *Housing Built Environment*, 29(2), 255–275
32. Leamer, E. (2007). Housing is the business cycle. *National Bureau of Economic Research Working Paper 13428*, Cambridge MA, United States.
33. Liu, C., Zheng, Y., Zhao, Q., & Wang, C. (2020). Financial stability and real estate price fluctuation in China, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 540, 122980.
34. Liu, F., Ren, H., & Liu, C. (2019). Housing price fluctuations and financial risk transmission: a spatial economic model, *Journal of Applied Economics*, 51(53), 5767-5780.
35. Lyons, R. (2018). Credit conditions and the housing price ratio: Evidence from Ireland's boom and bust, *Journal of Housing Economics*, 42, 84-96.
36. Marini, M., Chokani, N., & Abhari, R. (2019). Immigration and future housing needs in Switzerland: Agent-based modelling of agglomeration Lausanne, *Computers, Environment and Urban Systems*, 78.
37. Nneji, O., Brooks, C., & Ward, W. (2013). House price dynamics and their reaction to macroeconomic changes, *Economic Modelling*, 32, 172-178.
38. North, M.J., & Macal, C.M. (2005). *Escaping the accidents of history: an overview of artificial life modeling with Repast, Artificial life models in software*. London: Springer.
39. Su, C., Yin, X., Tao, R., Lobont, O., & Moldovan, N. (2018). Are there significant linkages between two series of housing prices, money supply and short-term international capital? Evidence from China, *Digital Signal Processing*, 83, 148-156.
40. Sun, X., & Tsang, K. (2019). Large price movements in housing markets, *Journal of Economic Behavior & Organization*, 163, 1-23.
41. Tupenaite, L., Kanapeckiene, L., & Naimaviciene, J. (2017). Determinants of Housing Market Fluctuations: Case Study of Lithuania, *Procedia Engineering*, 172, 1169-1175.
42. Ustvedt, Sarah. (2016). An Agent-Based Model of a Metropolitan Housing Market, Master Thesis, Norwegian University of Science and Technology.