پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری، دورهٔ ۸، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۹
ص ۳۶۹-۳۴۷

DOI: 10.22059/jurbangeo.2020.293856.1204

تخمین قیمت آپارتمان با استفاده از رگرسیون خطی و وزن‌دار جغرافیایی (مطالعهٔ موردی: منطقهٔ ۶ شهر تهران)

جواد کوه‌پیما- دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش‌ازدور و GIS، دانشکدهٔ جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران
میثم ارگانی*- استادیار سنجش‌ازدور و GIS، دانشکدهٔ جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران
نجمه نیسانی سامانی- دانشیار گروه سنجش‌ازدور و GIS، دانشکدهٔ جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران

پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۹/ ۲۴ تأیید مقاله: ۱۳۹۹/۰۲/۲۲

چکیده

مسکن یکی از نیازهای اصلی بشر در برآوردن آسایش و آرامش است. در سال‌های اخیر، به‌دلیل تغییرات شدید قیمت مسکن، به‌ویژه در شهر تهران، تخمین قیمت آپارتمان به یکی از موضوعات جذاب در میان شهروندان تبدیل شده است. هدف این مطالعه بررسی چگونگی تغییرات قیمت مسکن براساس پارامترهای مختلف واحدهای مسکونی و درنهایت ارائهٔ یک مدل برای تخمین قیمت یک آپارتمان است. در ابتدا هم‌بستگی میان پارامترهای مؤثر در قیمت آپارتمان‌ها در سال ۱۳۹۷ بررسی شد. سپس با استفاده از داده‌های قیمت و روش‌های رگرسیون خطی و جغرافیایی، قیمت آپارتمان‌های منطقهٔ ۶ شهر تهران تخمین زده شد. برای تعیین قیمت آپارتمان‌ها از متغیرهای سن بنا، روز سال، زیربنا، آسانسور و طبقه، داشتن یا نداشتن پارکینگ، انباری و آدرس و موقعیت جغرافیایی استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد روش رگرسیون جغرافیایی نتایج دقیق‌تری از رگرسیون معمولی دارد و می‌تواند دقت مدل را نیز در هر نقطه بیان کند. براساس روش رگرسیون جغرافیایی، مدل در برخی نقاط دقتی بیش از ۹۵ درصد دارد؛ درحالی‌که برای برخی نقاط کمتر از ۵۵ درصد و نشان‌دهندهٔ وابستگی شدید قیمت آپارتمان به موقعیت آن است. به عبارت دیگر، در نواحی مختلف عوامل متفاوتی در تعیین قیمت آپارتمان اهمیت دارند. درنهایت مدلی سنتی برای تخمین قیمت ارائه شده است که بیش از ۹۰ درصد تغییرات قیمت در منطقه را بیان می‌کند که از روابط رگرسیونی عادی ساده‌تر است و با نتایج پژوهش‌های میدانی از مشاوران املاک هم‌خوانی کامل دارد.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی قیمت، تخمین قیمت آپارتمان، رگرسیون جغرافیایی، رگرسیون خطی، منطقهٔ ۶ تهران.

* نویسندهٔ مسئول
Email: argany@ut.ac.ir

مقدمه

مسکن از شاخص‌های مهم تعیین رفاه و آسایش انسان در جامعه و از ملاک‌های مهم تعیین کیفیت زندگی است. همچنین کوچک‌ترین عنصر تشکیل‌دهندهٔ سکونت‌گاه‌های انسانی و یکی از پدیده‌های جغرافیایی در هر منطقه به‌شمار می‌رود. از سوی دیگر، مسکن به‌عنوان سرمایه‌ای غیرمنقول سبب افزایش امکان استفاده از امکانات شهری می‌شود. براساس اعلام بانک مرکزی سهم مسکن در هزینهٔ خانوار از سال ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۶ بیش از ۳۰ درصد بوده که در سال ۱۳۹۶ این مقدار به ۴۳ درصد افزایش یافته است (گزارش بانک مرکزی، ۱۳۹۶). این مقادیر برای دهک‌های پایین، از این مقدار نیز بیشتر است؛ به‌طوری‌که در سال ۱۳۹۵، تعداد ۷۸ درصد از سبد خانوار دهک‌های پایین صرف مسکن و خوراک شده و به‌طور متوسط سبب صرف بیش از ۴۳ درصد از درآمد خانوار برای تأمین سرپناه شده است؛ از این‌رو استفاده از امکانات شهری که می‌توانست برای رفاه و سایر تفریحات موجود شهری صرف شود، از شهروندان سلب می‌شود. با توجه به جابه‌جایی و مشکلات عدیدهٔ اجاره‌نشینی، اولین اقدام برای رفاه خانواده، تهیه و خرید مسکن با توجه به نیازهای مورد نظر و بودجهٔ خانواده است.

آگاهی از قیمت ملک هم برای مالکان و هم برای متقاضیان خرید واحدهای مسکونی اهمیت فراوانی دارد؛ به‌طوری‌که مالکان گاهی دربارهٔ قیمت‌گذاری خانه دچار تردید و سردرگمی می‌شوند و با تخمین و ارزیابی نادرست به هدف خود که همان فروش با اجارهٔ ملک مورد نظر با قیمت مناسب در طی زمان معقول است دست نمی‌یابند. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که معمولاً ساکنان هر منطقه در اطراف محله‌های قبلی برای خرید یا اجارهٔ واحد مسکونی اقدام می‌کنند (Rae, 2015) که این امر ممکن است به‌دلیل آشنایی به منطقه و آگاهی از قیمت‌های آن باشد؛ بنابراین آگاهی‌نداشتن از قیمت سایر مناطق شهر سبب محدودشدن ساکنان به محدوده‌ای خاص می‌شود و آزادی عمل را از مشتریان سلب می‌کند.

از سوی دیگر، قیمت مسکن نشان‌دهندهٔ توانمندی اقتصاد یک کشور است و ارتباط مستقیمی با فعالیت‌های اقتصادی دارد. به عبارت دیگر قیمت مسکن مانند بارومتری است که اقتصاد ملی را نشان می‌دهد (Hill, 2013). حتی در کشورهای پیشرفته نیز بخش اعظمی از هزینه‌های خانواده صرف آن می‌شود؛ به‌طوری‌که تغییرات قیمت مسکن تأثیرات بسیاری در اقتصاد کلان کشور دارد؛ برای مثال سقوط بازار مسکن در ایالات‌متحده که از سال ۲۰۰۷ آغاز شد، رکود اقتصادی جهان را در پی داشت. شاخص‌هایی که برای تعیین قیمت یک واحد مسکونی محاسبه می‌شود، هم‌بستگی فراوانی با شاخص‌های قیمت زمین‌های شهری دارد (Glumac, Herrera-Gomez, & Licheron, 2019) که می‌توان از آن‌ها برای تخمین قیمت زمین‌های شهری نیز بهره برد.

در این مطالعه، قیمت آپارتمان‌های مسکونی در منطقهٔ ۶ شهر تهران با استفاده از برخی معیارهای اساسی بررسی و براساس آن‌ها رابطه‌ای برای تخمین قیمت ارائه شده است. در این بررسی از دو روش OLS[1] و GWR[2] برای تخمین قیمت آپارتمان استفاده شد. همچنین از چند رابطه استفاده شد. از آنجا که استفاده از روابط پیچیدهٔ ریاضی و تفسیر نتایج آن‌ها ممکن است برای کاربران عادی امکان‌پذیر نباشد، رابطه‌ای ساده نیز پیشنهاد شده است که با استفاده از آن می‌توان قیمت یک آپارتمان را براساس معیارهای موجود با دقت خوبی تخمین زد.

1. Ordinary Least Squares
2. Geographically Weighted Regression

مبانی نظری

بازار مسکن بخش اعظمی از هزینه‌های خانواده را تشکیل می‌دهد. همچنین تغییراتی که در این عرصه رخ می‌دهد، تأثیر فراوانی بر اقتصاد کشورها دارد؛ به‌طوری‌که با استفاده از این شاخص (قیمت مسکن) می‌توان اقتصاد یک کشور را ارزیابی و پایش کرد. به‌منظور تخمین قیمت مسکن از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود، اما شالودهٔ اصلی روش‌ها بر پایهٔ جداسازی مشخصات ساختاری و مکانی است که به مدل هدانیک معروف است. این مدل در تخمین قیمت زمین‌های شهری نیز کاربرد دارد و نشان می‌دهد که هم‌بستگی فراوانی میان قیمت زمین و قیمت مسکن وجود دارد (Glumac et al., 2019).

در ایران نیز در بسیاری از مطالعات از مدل هدانیک برای تخمین قیمت واحدهای مسکونی استفاده شده است؛ برای مثال، زراءنژاد و انواری (۱۳۸۴) به‌کمک تابع هدانیک به شناخت میزان ارزش‌گذاری مصرف‌کنندگان مسکن پرداختند و نتیجه گرفتند که در شهر اهواز عوامل رفاهی و فیزیکی بیش از سایر عوامل مؤثر است و پس از عوامل ساختاری عوامل موقعیتی بیشترین تأثیر را دارند؛ درحالی‌که در واحدهای ویلایی تأثیر عوامل موقعیتی بیشتر است. وراثی و موسوی (۱۳۸۹) با استفاده از مدل هدانیک و هجده متغیر در شهر یزد دریافتند که متغیرهای حمام، آشپزخانه، زیرزمین، تلفن و فاصله تا نزدیک‌ترین مرکز بهداشتی و درمانی از نظر آماری معنادار نیستند. مساحت زمین، مساحت زیربنا و تعداد طبقات از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر قیمت مسکن در شهر یزد است و قدمت ساختمان، افزایش فاصله از مرکز شهر و فاصله از خیابان اصلی تأثیر منفی در قیمت مسکن دارد. سعادت‌مهر (۱۳۸۹) در پژوهشی در شهر خرم‌آباد نتیجه گرفت که مساحت زمین، بر ساختمان، اسکلت، نما، عرض کوچه یا خیابان، میزان فاصله تا مرکز شهر و داشتن پارکینگ تأثیر مثبت دارد. همچنین عمر ساختمان و تعداد اتاق‌ها تأثیری منفی در قیمت ساختمان دارد. سوری و منیری جاوید (۱۳۹۰) املاک مسکونی در منطقهٔ ۸ شهر تهران را با استفاده از روش رگرسیون موزون جغرافیایی قیمت‌گذاری کردند و نشان دادند که به‌دلیل تفاوت‌های رفتاری در محدوده‌های متفاوت در منطقهٔ ۸، متغیرهای تأثیرگذار در هر ناحیه متفاوت است. همچنین مشاهده کردند که متغیرهای محیطی مانند آلودگی هوا و آلودگی صوتی تأثیر معناداری بر قیمت مسکن ندارند، اما متغیرهای فاصله تا مسجد و پارک تأثیر منفی و فاصله از مدرسه، بیمارستان و باشگاه ورزشی تأثیر مثبت معناداری بر قیمت مسکن دارند. در بررسی دیگری در شهر تبریز به‌کمک مدل هدانیک مشخص شد که متغیرهای زیربنا، سن سرپرست خانوار، درآمد، آسانسور و شوفاژ تأثیر مثبت و متغیرهای نوع سند مالکیت، نمای ساختمان، افزایش فاصله از مرکز شهر و تعداد افراد خانوار و تعداد واحدهای موجود در هر طبقه تأثیر منفی دارند (پورمحمدی و همکاران، ۱۳۹۲). رهنما و همکاران (۱۳۹۳) در برآورد قیمت مسکن در شهر مشهد، به‌ترتیب سطح زیربنا، وسعت زمین و سن بنا را از عوامل مهم در تعیین قیمت مسکن آپارتمانی و ویلایی می‌دانند. تقی‌پور (۱۳۹۳) در تحلیل فضایی قیمت مسکن به‌کمک رگرسیون جغرافیایی در شهر تبریز نشان داد که مساحت زمین، فاصله از پارک و آلودگی هوا از متغیرهای معناداری هستند که اثر کاهشی در قیمت مسکن دارند. همچنین وی نتیجه گرفت که در ساختمان، تعداد اتاق‌ها، تعداد طبقات ساختمان، فاصله از محل کار و میزان تحصیلات سرپرست خانوار نیز اثر افزایشی در قیمت واحدهای مسکونی در شهر تبریز دارد. امان‌پور و همکاران (۱۳۹۳) با استفاده از شبکهٔ عصبی و شانزده متغیر برای تعیین قیمت مسکن در شهر اهواز

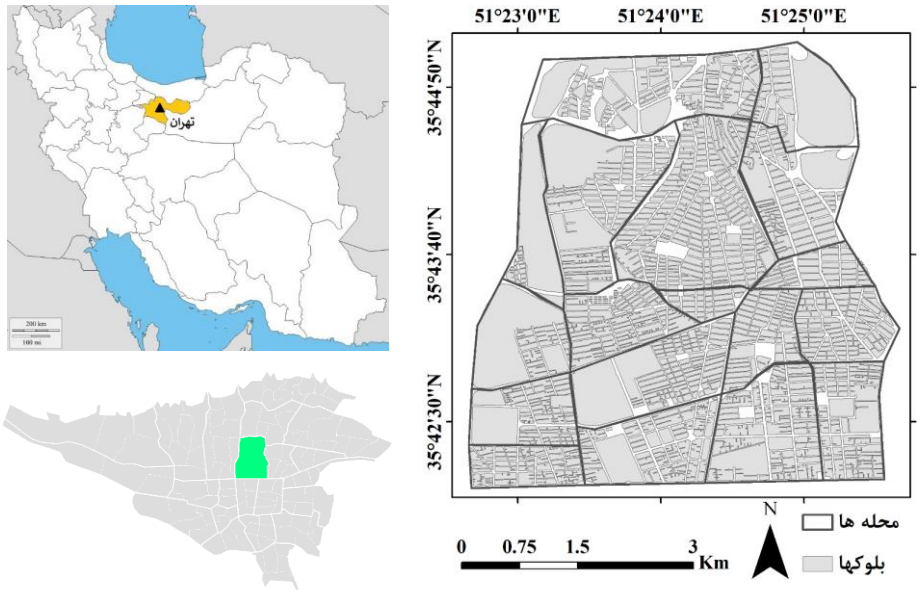
به نتایجی با دقت ۹۱ درصد در تعیین قیمت دست یافتند و نتیجه گرفتند که زیربنا و دسترسی، بیشترین تأثیر را در قیمت مسکن در شهر اهواز دارد. لواسانی و ورهرامی (۱۳۹۴) به‌کمک رویکرد اقتصادسنجی بیزین به عوامل مؤثری در قیمت مسکن در منطقهٔ ۱ شهر تهران پرداختند. آن‌ها از متغیرهای مساحت، عمر بنا، داشتن امکاناتی از قبیل استخر و سونا و تعداد پارکینگ استفاده کردند و به بررسی میزان تأثیر کمی متغیرهای مذکور پرداختند. روستایی و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی در شهر تبریز به‌کمک ضرایب هم‌بستگی و مدل رگرسیونی دریافتند که کیفیت نمای ساختمان، زیربنا و تعداد اتاق بیشترین تأثیر را در افزایش قیمت مسکن در کلان‌شهر تبریز دارد.

در سطح دنیا نیز روش هدانیک یکی از روش‌های بسیار کاربردی برای تخمین قیمت مسکن است (Chica Olmo, 1995; Frew & Jud, 2003; Gibbs, Guttentag, Gretzel, Morton, & Goodwill, 2018; Kolbe & Wüstemann, 2014; Kryvobokov & Wilhelmsson, 2007)؛ به‌طوری‌که این روش از سال ۱۹۲۸ برای تخمین قیمت استفاده می‌شود، اما از سال ۱۹۷۱ به بعد توجه بیشتری به آن شده است (Hill, 2013). مدل هدانیک نه‌تنها در تخمین قیمت مسکن براساس ویژگی‌های فیزیکی و مکانی کاربرد دارد، بلکه برای مطالعهٔ تأثیرات عوامل محیطی و اکولوژیکی بر قیمت املاک نیز از آن استفاده می‌شود؛ برای مثال پژوهشگران در مطالعه‌ای در شهر ووهان چین (Liu et al., 2020) با استفاده از روش هدانیک به این نتیجه رسیدند که وجود جنگل و تالاب‌ها و چشم‌انداز حاصل از آن سبب افزایش قیمت مسکن می‌شود؛ درحالی‌که زمین‌های کشاورزی چنین تأثیری ندارند. همچنین از مدل هدانیک برای بررسی تأثیر خطرات محیطی بر قیمت مسکن استفاده کردند و نتیجه گرفتند که آلودگی هوا و نزدیکی به منابع آلودگی تأثیری منفی در قیمت مسکن دارد (Dai et al., 2020).

در مطالعات انجام‌شده در ایران دربارهٔ قیمت آپارتمان و تغییرات آن در سطح شهرهای ایران برخی پارامترها مانند مساحت و عمر بنا جزو پارامترهای ثابت تخمین قیمت بوده‌اند؛ با این حال نحوهٔ تغییرات قیمت براساس پارامترهای تأثیرگذار با جزئیات بیان نشده است؛ برای مثال با وجود تأثیر متفاوت سن بنا بر قیمت آپارتمان، در مطالعات صورت‌گرفته به این مهم پرداخته نشده است. از سوی دیگر، قیمت یک بنا به‌شدت به موقعیت مکانی و زمانی وابسته است؛ بنابراین این مطالعه علاوه‌بر اینکه در محدودهٔ جغرافیایی نسبتاً کوچکی انجام شد، بازهٔ زمانی هشت‌ماههٔ آن، بررسی تغییرات قیمت را با جزئیات بیشتری نشان می‌دهد. همچنین منطقهٔ ۶ تهران با اینکه در مرکز شهر قرار دارد، براساس دانش نگارندگان مطالعه‌ای دربارهٔ تخمین و بررسی قیمت‌ها و پارامترهای مؤثر در آن انجام نشده است.

بررسی منطقهٔ مورد مطالعه

منطقهٔ ۶ شهر تهران به‌دلیل قرارگرفتن در مرکز شهر و وجود اداره‌های مهم دولتی اهمیت فراوانی دارد. همچنین به‌دلیل شناخت نگارندگان از این منطقه، این محدوده به‌عنوان منطقهٔ مورد مطالعه انتخاب شد. شکل ۱ موقعیت منطقهٔ مورد مطالعه را در شهر تهران نشان می‌دهد.



شکل ۱. منطقهٔ ۶ شهر تهران، منطقهٔ مورد مطالعه

در این مطالعه از داده‌های ۸۹۴ مورد فروش در منطقهٔ ۶ شهر تهران استفاده شد که ۷۷۶ مورد برای مدل‌سازی و ۱۱۸ مورد برای تست و ارزیابی مدل کاربرد دارد. این داده‌ها از وب‌سایت شرکت ایران فایل[1] استخراج شدند. جدول ۱ بازهٔ زمانی استفاده‌شده را نشان می‌دهد.

جدول ۱. نمایش شماتیک بازهٔ زمانی داده‌های آموزشی و آزمایشی (سال ۱۳۹۷)

← بازهٔ زمانی داده‌های آموزشی										بازهٔ زمانی آزمایشی		
فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند

جدول ۲ پایگاه دادهٔ تهیه‌شده را نشان می‌دهد که برای هر آپارتمان عبارت است از: تاریخ فروش، زیربنا، سن بنا، طبقه، وجود یا نبود آسانسور، انباری، پارکینگ، آدرس و قیمت هر مترمربع. قیمت کل نیز براساس حاصل‌ضرب قیمت هر مترمربع در زیربنا به‌دست آمده است. تاریخ هر رکورد به روز سال تبدیل شده است؛ برای مثال تاریخ سوم اردیبهشت برابر روز ۶۵ ام سال خواهد شد (۳+۳۱+۳۱). به این ترتیب تغییرات روزانهٔ قیمت که به‌نوعی تورم در قیمت مسکن را نیز نشان می‌دهد، قابل‌بررسی خواهد شد. در جدول ۲ وجود یا نبود هریک از امکانات پارکینگ و انباری به‌ترتیب با اعداد ۱ و ۱- نشان شده است.

از دیگر امکانات مؤثر در قیمت آپارتمان وجود آسانسور است؛ به‌طوری‌که آپارتمانی بدون این امکانات به ازای هر طبقه از قیمت آن کاسته می‌شود؛ زیرا دسترسی به طبقات بالاتر برای ساکنان به‌ویژه سالمندان مشکل‌تر می‌شود و از سویی طبقات بالاتر مناظر بهتری دارند؛ بنابراین در صورت وجود آسانسور، افزایش هر طبقه سبب افزایش قیمت خواهد شد. برای انعکاس این مورد یک ستون به‌صورت حاصل‌ضرب طبقه در آسانسور (طبقه × آسانسور) به جدول اضافه شده است. جدول ۳ جامعهٔ آماری داده‌های استفاده شده در مدل را نشان می‌دهد.

1. www.iranfile.ir

جدول ۲. نمونهٔ داده‌های موجود در منطقهٔ مورد مطالعه

کد ملک	تاریخ فروش	جهت آپارتمان	آدرس	روز سال	سن بنا	زیربنا	آسانسور × طبقه	پارکینگ	انباری	قیمت هر مترمربع	قیمت کل (میلیون تومان)
۲۹۳۸۸۵۸	۱۳۹۷/۰۱/۲۶	شمالی	فاطمی خ باباطاهر	۲۶	۳	۱۴۳	۵	۱	۱	۸٬۵۰۰٬۰۰۰	۱۲۱۵۵
۲۹۳۸۹۵۸	۱۳۹۷/۰۱/۲۶	جنوبی	ولیعصر نرسیده به زرتشت	۲۶	۳۰	۲۰۴	−۳	−۱	−۱	۴٬۴۱۰٬۰۰۰	۹۰۰
۲۹۲۹۸۲۶	۱۳۹۷/۰۱/۲۹	شمالی	ولیعصر روبروی دوراهی یوسف‌آباد	۲۹	۱۸	۱۸۶	۶	۱	۱	۶٬۵۰۰٬۰۰۰	۱۲۰۹
۲۸۹۹۲۵۶	۱۳۹۷/۰۱/۳۰	جنوبی	امیرآباد کارگر شمالی	۳۰	۰	۱۳۵	۱	۱	۱	۱۱٬۵۰۰٬۰۰۰	۱۵۵۲٫۵
۲۹۴۰۳۱۳	۱۳۹۷/۰۱/۳۰	شمالی	فاطمی خ دائمی	۳۰	۲۰	۸۰	−۳	−۱	۱	۵٬۰۰۰٬۰۰۰	۴۰۰
۲۸۷۵۹۶۶	۱۳۹۷/۰۲/۰۱	جنوبی	فاطمی خ ۴	۳۲	۳	۱۰۰	۵	۱	۱	۸٬۳۰۰٬۰۰۰	۸۳۰
۲۸۳۰۱۹۲	۱۳۹۷/۰۲/۰۱	جنوبی	انقلاب خ روانمهر	۳۲	۳۰	۷۵	-۴	−۱	۱	۴٬۴۰۰٬۰۰۰	۳۳۰

جدول ۳. پارامترها و قیمت آپارتمان‌ها در منطقهٔ مورد مطالعه (تعداد نقاط تعلیمی = ۷۷۶)

پارامتر	میانگین	انحراف معیار	ماکزیمم	مینیمم
زیربنا	۱۱۴/۷۲	۴۵/۸۱	۳۲۵	۳۴
روز سال	۱۷۰/۴۴	۶۹/۵۶	۲۴۹	۱۴
سن بنا (سال)	۱۵/۹۸	۱۱/۴۵	۳۰	۰
حاصل‌ضرب طبقه در آسانسور	۰/۳۴	۳/۱۱	۶	−۴
پارکینگ	۰/۲۶	۰/۹۷	۱	−۱
انباری	۰/۶	۰/۸	۱	−۱
قیمت هر مترمربع (تومان)	۱۰,۶۲۲,۳۵۰	۴,۳۷۰,۱۱۶	۲۵,۰۰۰,۰۰۰	۳,۰۰۰,۰۰۰
قیمت کل (تومان)	۱,۲۳۷,۹۷۵,۵۶۰	۷۷۶,۸۳۳,۳۴۸	۵,۵۶۶,۰۰۰,۰۰۰	۱۷۵,۰۰۰,۰۰۰

روش پژوهش

به‌صورت سنتی تحلیل‌های بازار مسکن، براساس مدل هدانیک است که با دو ویژگی موقعیت جغرافیایی و ویژگی‌های ساختاری مسکن تعیین می‌شود (Chica Olmo, 1995). به این ترتیب قیمت مسکن با استفاده از رابطهٔ ۱ قابل‌استخراج است:

$$z = \alpha + \sum_{k=1}^{K} \beta_k S_k + \sum_{k=1}^{K} \delta_j L_j + \varepsilon \qquad (۱)$$

در رابطهٔ ۱، Z قیمت خانه، S_k ویژگی‌های ساختاری، L_j ویژگی‌های موقعیتی، α، β و δ پارامترهای رگرسیون و ε نیز جملهٔ خطاست. در فرضیه‌ای که در این مدل استفاده می‌شود، پارامترهای مدل با توجه به ویژگی یک محله برای کل فضای شهری ثابت است؛ هرچند این فرض در برخی موارد قابل‌دفاع نیست (Chica Olmo, 1995; Dubin, 1992).

رگرسیون

رگرسیون به معنای پیش‌بینی‌کردن و نمایش تغییرات یک متغیر براساس اطلاعات متغیر دیگر است. تحلیل رگرسیونی یکی از مهم‌ترین تحلیل‌های آماری و از روش‌های پرکاربرد در تخمین تغییرات یک متغیر وابسته براساس متغیرهای مستقل

است. با استفاده از این تحلیل‌ها می‌توان روابط موجود را استخراج و بررسی کرد و مدل‌سازی و دلایل موجود در پس‌زمینهٔ الگوها را کشف کرد. همچنین می‌توان درک بهتری از آن‌ها به‌دست آورد و براساس آن پیش‌بینی‌هایی برای آینده انجام داد (Campbell & Campbell, 2008). در مطالعهٔ حاضر از دو روش OLS[1] و GWR[2] استفاده شده است؛ درحالی‌که روش OLS روش کلی بوده و برای کل منطقهٔ ۱ مقدار (مانند میانگین کل و مقدار انحراف معیار) می‌دهد. روش GWR روشی محلی است که برای هر منطقه آمار مختلفی می‌دهد و این امکان را ایجاد می‌کند که بتوان روابط موجود در منطقه را از نقطه‌ای به نقطهٔ دیگر مطالعه و بررسی کرد (Fotheringham, Brunsdon, & Charlton, 2003). در مطالعهٔ حاضر در روش OLS، متغیر مکان به‌صورت آدرس تقریبی وارد شده است. در اینجا با استفاده از تحلیل رگرسیون خطی ارتباط میان تک‌تک متغیرهای مستقل با قیمت یک مترمربع آپارتمان بررسی و میزان اهمیت آن‌ها در تعیین قیمت محاسبه شده است. در ادامه نیز با رگرسیون چندگانهٔ قیمت کل با واردکردن همهٔ متغیرهای مستقل به‌دست آمده است.

از روش رگرسیونی برای تخمین قیمت آپارتمان در دنیا به‌طور وسیعی استفاده می‌شود (Kryvobokov & Wilhelmsson, 2007)، اما با پژوهش‌های میدانی که نگارندگان انجام داده‌اند، استفاده از آن به‌دلیل پیچیدگی روابط و مقادیر آن‌ها در میان صنف مشاوران املاک مرسوم نیست. مشاوران املاک از روشی مشابه که اندکی با رگرسیون چندگانه خطی متفاوت است استفاده می‌کنند. در اینجا این روش در قالب رگرسیون تبدیل و با روابط ساده‌تری بیان شده است.

رگرسیون خطی

در رگرسیون خطی ارتباط میان متغیر وابسته و متغیر مستقل در رابطهٔ ۲ آمده است:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \varepsilon \qquad (۲)$$

در رابطهٔ ۲، Y متغیر وابسته، β ضریب و X متغیر مستقل است. ε نیز خطای تصادفی یا همان باقی‌مانده‌ها را نشان می‌دهد. در این مطالعه، متغیر وابسته، قیمت یک مترمربع یک آپارتمان واقع در منطقهٔ ۶ تهران است. متغیرهای مستقل نیز عبارت‌اند از داده‌هایی که در جدول ۱ آمده است. از آنجا که وجود یا نبود آسانسور تأثیری عکس در قیمت آپارتمان دارد، در محاسبات از حاصل‌ضرب آسانسور در طبقه استفاده شده است. در روابطی که در ادامه آمده است، طبقه با F و آسانسور با S نشان داده شده‌اند. از آنجا که قیمت هر مترمربع با متغیرهای متعددی تعیین می‌شود، برای واردکردن همهٔ متغیرهای مستقلی که در تعیین قیمت یک مترمربع آپارتمان مهم هستند، از رگرسیون خطی چندگانه استفاده شده است؛ بنابراین براساس رابطهٔ ۲، رابطهٔ رگرسیونی ۳ تشکیل شده است:

$$\frac{Price_{total}}{meter} = Constant + DayFactor \times day + AgeFactor \times age + AreaFactor \times area + SF_{Factor} \times Elevator \times floor + ParkingFactor \times Parking + LockerFactor \times Locker \qquad (۳)$$

1. Ordinary Least Squares
2. Geographically Weighted Regression

رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی

از آنجا که قیمت آپارتمان به موقعیت آن وابسته است، باید از روش بهبودیافته‌ای استفاده شود که مکان را نیز در معادلات وارد می‌کند. رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی (GWR) یک روش تجزیه و تحلیل مکانی است که متغیرهای پویایی مانند آب‌وهوا، عوامل جمعیتی یا ویژگی‌های محیط فیزیکی را درنظر گرفته است و روابط محلی میان این متغیرها و مشاهدات را مدل‌سازی می‌کند؛ درواقع این روش یکی از شاخه‌های روش رگرسیون حداقل مربعات معمولی (OLS[1]) است. به عبارت دیگر، GWR برای هر مکان از مجموعهٔ داده‌ها یک معادلهٔ OLS جداگانه ایجاد می‌کند (Goovaerts, 2008).

روش سنتی

روش‌های رگرسیونی قبلی برای قیمت کل دقت خوبی دارند، اما با دو نقص اساسی همراه هستند. نخست اینکه قیمت‌های محاسبه‌شده برای پارکینگ و انباری که بخش‌های کاملاً جداگانه‌ای در یک واحد مسکونی هستند، به متراژ آپارتمان وابسته می‌شوند؛ یعنی براساس معادلات، برای به‌دست‌آوردن قیمت کل، قیمت هر مترمربع در متراژ آپارتمان ضرب می‌شود؛ بنابراین قیمت پارکینگ و انباری نیز براساس متراژ ساختمان تغییر می‌کند؛ به‌طوری‌که قیمت یک پارکینگ برای یک آپارتمان ۱۰۰ متری دو برابر قیمت پارکینگ یک آپارتمان ۵۰ متری در همان محله خواهد بود. با توجه به اینکه مساحت یک پارکینگ معمولاً در همهٔ ساختمان‌ها تقریباً یکسان است، این نتیجه درست نیست. برای انباری نیز همین استدلال صحیح است.

دوم اینکه با پژوهش‌های میدانی که از چندین مشاور املاک انجام شد، تخمین قیمت آپارتمان به‌کمک ضرایب پیچیده‌ای که در مرحلهٔ قبل استفاده شد انجام نمی‌شود. در روش سنتی صنف مشاوران املاک، قیمت متوسط هر مترمربع برای یک محله در منطقه درنظر گرفته شده و سپس با توجه به سن بنا، طبقه و فاکتورهای دیگری مانند متریال استفاده‌شده، نقشهٔ بنا، نورگیربودن و جهت قرارگیری ساختمان (شمالی، جنوبی و...) قیمت موردی هر مترمربع به‌دست می‌آید. قیمت کل نیز با ضرب مبلغ به‌دست‌آمده برای هر مترمربع در متراژ آپارتمان محاسبه می‌شود. سپس قیمت پارکینگ و انباری به‌صورت جداگانه (که قیمت این دو با توجه به منطقه درنظر گرفته می‌شود) به مبلغ کل اضافه می‌شود. در صورت نبود این دو مورد به همان میزان از قیمت کل کاسته خواهد شد. از آنجا که داده‌های متریال، نقشه و جهت ساختمان در دسترس نبود، از اعمال آن‌ها صرف‌نظر شد که سبب مقداری خطا خواهد شد. مشاوران املاک تورم را در قیمت متوسط اعمال می‌کنند که در اینجا به صورت متغیری مستقل (روز سال) اضافه شده است. همچنین به ازای افزایش و کاهش طبقه برحسب وجود یا نبود آسانسور مبلغی کم یا زیاد می‌شود که در اینجا از حاصل‌ضرب طبقه (F) در آسانسور (S) استفاده شده است. در رابطهٔ ۴، P و b به‌ترتیب نشان‌دهندهٔ وجود یا نبود پارکینگ و انباری هستند؛ بنابراین رابطهٔ محاسبه به روش سنتی را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$Total_{Price} = Area\left(Mean_{Price} + Day_{Factor} \times Day + Age_{Factor} \times Age + FloorElevatorr_{Factor} \times SF\right) + Parking_{Factor} \times P + Locker_Factor \times b \quad (۴)$$

1. Ordinary Least Squares

با توجه به رابطهٔ ۴، پارکینگ و انباری به‌صورت جداگانه در رابطه آورده شده‌اند و هیچ وابستگی‌ای به متراژ واحد مسکونی ندارند. به این ترتیب محاسبهٔ قیمت یک آپارتمان ساده‌تر خواهد بود.

متغیر مکان در مدل

مکان از پارامترهای بسیار مهم در مطالعات قیمت مسکن است؛ به‌طوری‌که بر قیمت همهٔ امکانات یک واحد مسکونی تأثیر می گذارد؛ برای مثال قیمت پارکینگ در محله‌ای مرغوب از قیمت مشابه آن در یک محلهٔ ضعیف بالاتر است، یا تغییرات طبقه در دو محله نیز با مقادیر متفاوتی تغییر می‌کند. در مدل رگرسیونی و سنتی متغیر مکان وارد نشده است؛ بنابراین می‌توان ضریبی به عنوان ضریب آدرس درنظر گرفت که به صورت رابطهٔ ۵ قابل‌ارائه است:

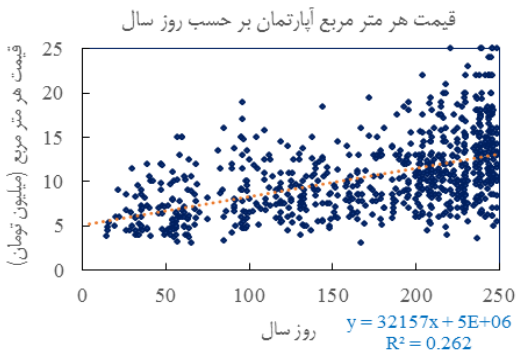
$$FinalTotal_{Price} = AddressFactor \times Total_{Price} \quad (۵)$$

برای محاسبهٔ مقدار ضریب آدرس، داده‌ها براساس آدرس مرتب و میانگین نسبت قیمت مدل به قیمت واقعی به‌عنوان ضریب آدرس درنظر گرفته شدند.

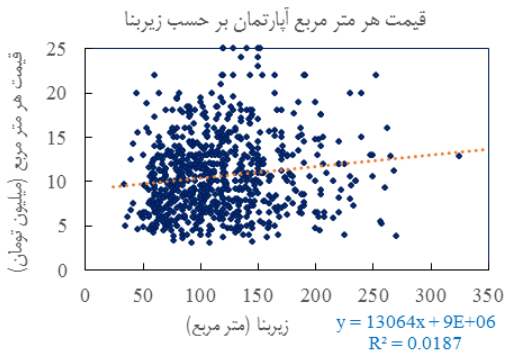
یافته‌های پژوهش

نمودارهای پراکندگی

پراکندگی تغییرات قیمت هر مترمربع برحسب روز سال و خروجی رگرسیون مربوط در شکل ۲ دیده می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که بین روز سال و قیمت هر مترمربع آپارتمان در منطقهٔ ۶ رابطهٔ مثبت و معناداری وجود دارد (P-value< ۰/۰۰۱) و مقدار ضریب R^2 برابر ۲۶ درصد برای تابع خطی به‌دست آمده است. اگر از تابع نمایی استفاده شود، این مقدار به ۳۰ درصد نیز می‌رسد که نشان می‌دهد در اواخر دورهٔ بررسی (آبان و آذر ۱۳۹۷) قیمت‌ها با شیب بیشتری افزایش یافته‌اند. همچنین با توجه به شکل ۲ می‌توان گفت با گذشت هر روز قیمت آپارتمان در منطقهٔ ۶ تهران در سال ۱۳۹۷ به ازای هر مترمربع ۳۲,۱۵۷ تومان افزایش یافته است. رگرسیون خطی این نتیجه را در سطح بالاتر از ۹۹/۹ درصد معنادار برآورد می‌کند. براساس شکل ۲، تنها ۲۶ درصد از تغییرات قیمت تا روز ۲۵۰ ام (تا هفتهٔ اول آذرماه) سال ۱۳۹۷ به‌دلیل گذر زمان (تورم روزانه) بوده است و ۷۴ درصد از تغییرات نیز به‌دلیل سایر فاکتورهاست.

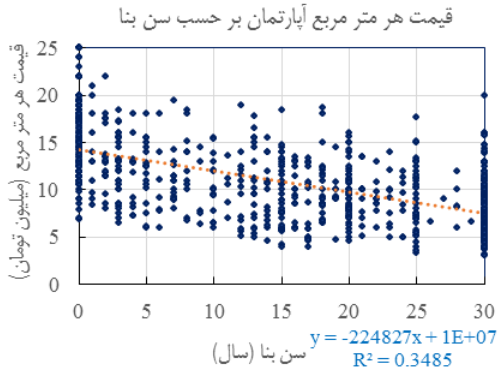


شکل ۲. پراکندگی قیمت برحسب سال و تحلیل آماری مربوط

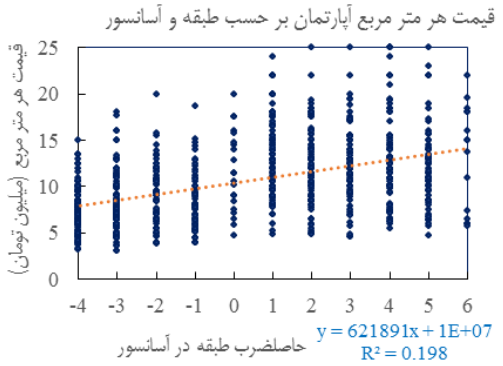


شکل ۳. پراکندگی قیمت برحسب متراژ و تحلیل آماری مربوط

شکل ۳ پراکندگی قیمت هر مترمربع را برحسب متراژ آپارتمان نشان می‌دهد که بیان‌کنندهٔ رابطهٔ مثبت معنادار میان زیربنا و قیمت هر مترمربع است. هرچند مقدار ضریب R^2 بسیار کوچک است، در سطح بالاتر از ۹۹/۹ درصد معنادار است. به‌نظر می‌رسد از این ضریب باید با احتیاط استفاده کرد؛ زیرا با افزایش زیربنا به‌ویژه از ۱۵۰ متر به بالا مقدار واریانس قیمت افزایش یافته است و می‌تواند تا حد زیادی بر مقدار ضریب R^2 تأثیرگذار باشد.



شکل ۴. تغییرات قیمت هر مترمربع برحسب سن آپارتمان



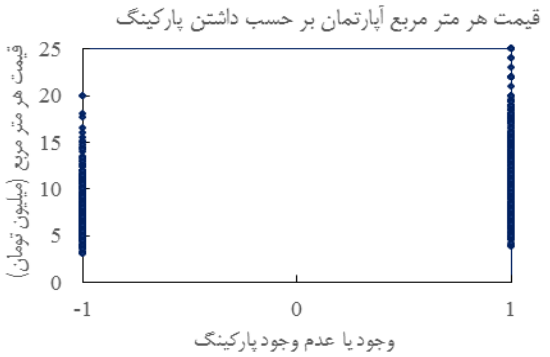
شکل ۵. تغییرات قیمت هر مترمربع برحسب طبقه و آسانسور

در شکل ۴، تغییرات قیمت هر مترمربع با سن بنا بررسی شده است. براساس شکل و رابطهٔ به‌دست‌آمده از رگرسیون خطی، قیمت با سن آپارتمان رابطه‌ای عکس دارد. به عبارت دیگر، با افزایش هر یک سال به سن بنا، قیمت هر مترمربع آپارتمان ۲۲۴٫۸۲۷ تومان کاهش می‌یابد. مقدار P-value برای رگرسیون عدد بسیار کوچکی به‌دست می‌آید که نشان می‌دهد کاهش یادشده تا سطح بیش از ۹۹/۹ درصد معنادار است. شکل ۴، حدود ۳۵ درصد از تغییرات قیمت آپارتمان را در منطقهٔ ۶ توضیح می‌دهد. مانند نمونهٔ قیمت و روز سال، ضریب R^2 این شکل با استفاده از رابطهٔ درجهٔ سوم به ۴۰ درصد قابل‌بهبود است و نشان می‌دهد که قیمت آپارتمان در ده سال اول با شیب تندتری کاهش می‌یابد.

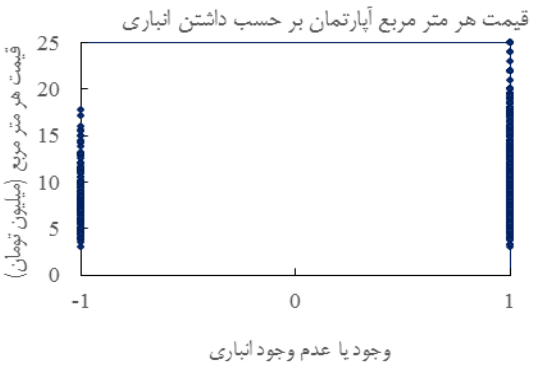
بدیهی است یک واحد مسکونی با امکانات بیشتر، قیمت بالاتری دارد. شکل ۵ نشان می‌دهد درصورت وجود آسانسور در یک ساختمان و با افزایش طبقات، قیمت آپارتمان بیشتر می‌شود. همچنین ترکیب طبقه و آسانسور با اطمینان بیش از ۹۹/۹ درصد در تغییرات قیمت آپارتمان مهم است. تحلیل آماری بیان می‌کند که افزایش یک واحد در حاصل‌ضرب طبقه در آسانسور سبب افزایش قیمت به اندازهٔ ۶۲۱٫۸۹۱ تومان در هر مترمربع می‌شود. همچنین پراکندگی قیمت‌ها با افزایش طبقات در صورت وجود آسانسور بیشتر می‌شود. مانند شکل‌های قبل، شکل ۵ نیز با استفاده از رابطهٔ غیرخطی قابل‌بهبود است. ترکیب طبقه و آسانسور ۱۹/۸ درصد از تغییرات قیمت را توضیح می‌دهد. در صورت استفاده از رابطهٔ غیرخطی درجهٔ ۳ این ضریب تا ۲۲ درصد افزایش می‌یابد و مشخص می‌شود که به‌صورت متوسط طبقات چهارم به بعد طرفدار کمتری دارند و قیمت‌ها کاهش می‌یابند. به عبارت دیگر، طبقهٔ چهارم در ساختمان‌هایی با آسانسور بیشترین قیمت و در ساختمان‌های بدون آسانسور کمترین قیمت را دارند.

با توجه به شکل ۶، در صورت داشتن یا نداشتن پارکینگ قیمت هر مترمربع آپارتمان در منطقهٔ ۶ تهران به‌ترتیب به میزان ۲٫۰۳۰٫۶۷۲ تومان افزایش یا کاهش می‌یابد که ۲۰/۳ درصد از تغییرات قیمت را توضیح می‌دهد. شکل ۷ نیز نشان می‌دهد که در صورت داشتن یا نداشتن انباری قیمت هر مترمربع آپارتمان در منطقهٔ ۶ تهران به‌ترتیب ۱٫۱۷۷٫۹۶۲

تومان افزایش یا کاهش می‌یابد. این مقدار در سطح اطمینان بیش از ۹۹/۹ درصد معنادار است. این مدل نیز تنها ۴/۷ درصد تغییرات قیمت را توضیح می‌دهد. همچنین براساس شکل‌های ۶ و ۷ درصورت داشتن امکانات پارکینگ و انباری واریانس قیمت افزایش می‌یابد و سبب کاهش دقت در قیمت‌گذاری این آپارتمان‌ها می‌شود.



شکل ۶. تغییرات قیمت هر مترمربع برحسب وجود یا نبود پارکینگ



شکل ۷. تغییرات قیمت هر مترمربع برحسب وجود یا نبود انباری

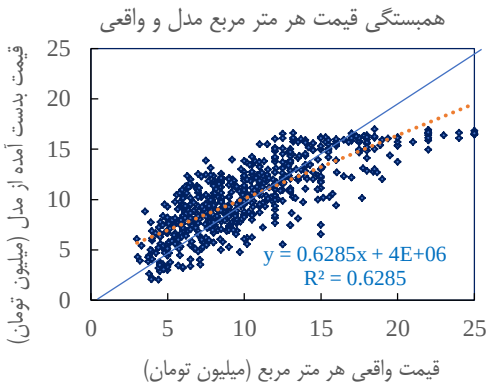
رگرسیون چندگانهٔ خطی

در بخش قبل، میزان تأثیر هریک از متغیرهای فیزیکی (ساختاری) مستقل در قیمت آپارتمان به‌صورت جداگانه آمده است. مدل ارائه‌شده ترکیبی از تأثیرات هریک از متغیرها در قیمت یک واحد مسکونی است. ضرایب رابطهٔ ۳ با استفاده از نرم‌افزار SPSS محاسبه شدند که در جدول ۴ آمده است. نتایج نشان می‌دهد که همهٔ پارامترهای واردشدهٔ مستقل، در سطح اطمینان بیش از ۹۹/۹ درصد معنادار هستند.

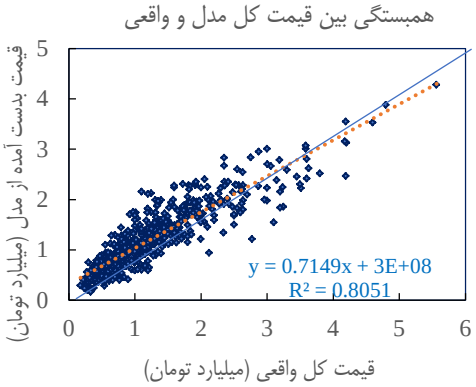
جدول ۴. نتیجهٔ رگرسیون خطی چندگانه برای تخمین قیمت (تومان) هر مترمربع آپارتمان

پارامتر	ضریب پارمتر	سطح اطمینان (p-value)
قیمت متوسط	۷,۴۴۹,۶۲۰	۱/۶۲۸e-۷۲
روز سال	۲۸,۷۳۰	۱/۳۸۶e-۶۲
سن بنا	-۱۴۱,۰۱۲	۱/۶۴۳e-۳۰
طبقه در آسانسور	۱۶۲,۳۹۹	۰/۰۰۰۱۶۶۱
پارکینگ	۸۹۰,۳۵۴	۲/۲۹۹e-۱۱
انباری	۵۷۶,۶۳۶	۳/۶۰۳e-۵

براساس شکل ۸، میان قیمت مدل رگرسیونی و قیمت واقعی ۸۱ درصد هم‌بستگی وجود دارد. ضریب R^2 ۶۳ درصد نشان می‌دهد که این مدل با درنظرگرفتن متغیرهای مستقل روز، سن بنا، آسانسور، طبقه، داشتن پارکینگ و انباری، حدود ۶۳ درصد از تغییرات قیمت هر مترمربع را توضیح می‌دهد. در شکل ۹ نیز هم‌بستگی میان قیمت کل مدل و قیمت واقعی دیده می‌شود که نشان‌دهندهٔ هم‌بستگی ۹۰ درصدی است. با افزایش قیمت، واریانس مدل افزایش یافته است که نشان می‌دهد پارامترهای دیگری نیز ممکن است در تعیین قیمت برای واحدهایی با قیمت‌های بالا وجود داشته باشند که هنوز در مدل ما درنظر گرفته نشده‌اند.



شکل ۸. هم‌بستگی میان قیمت هر مترمربع مدل رگرسیونی و قیمت واقعی



شکل ۹. هم‌بستگی میان قیمت کل مدل رگرسیونی و قیمت واقعی

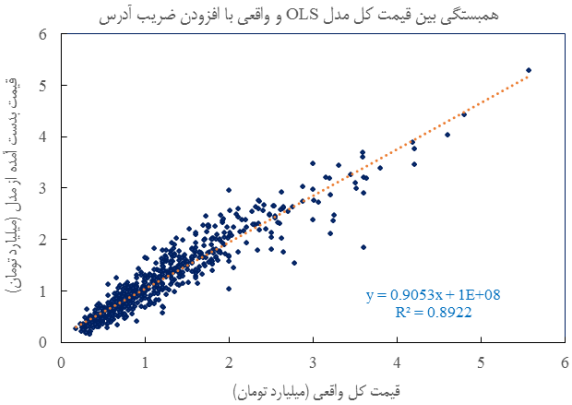
تأثیر آدرس در قیمت آپارتمان

با دقت در هم‌بستگی میان قیمت مدل و قیمت واقعی (شکل ۸) و مقایسهٔ آن با خط y=x نتیجه می‌گیریم که مدل، قیمت‌های بالاتر را کمتر از واقعیت و قیمت‌های پایین را بیشتر تخمین زده است. محله‌های مختلف در هر شهری قیمت‌های متفاوتی دارند که سبب می‌شود قیمت دو آپارتمان با شرایط ساختاری کاملاً یکسان در دو محلهٔ مختلف متفاوتی باشد. اگر نسبت قیمت واقعی به قیمت مدل محاسبه شود، با دقت در آدرس‌ها مشاهده می‌شود که نسبت به‌دست‌آمده در محله‌های مرغوب مقادیر بالاتری دارند؛ برای مثال براساس جدول ۵، خیابان انقلاب که از مناطق ضعیف منطقهٔ ۶ است، نسبت کمتری (۰/۷۳) از امیرآباد (۱/۵۸) دارد که جزء مناطق مرغوب منطقهٔ ۶ است. نسبت کمتر از یک به این معناست که قیمت به‌دست‌آمده از مدل بیشتر از قیمت واقعی آن است و باید مقدار آن کمتر شود؛ به همین ترتیب نسبت‌های بالاتر از ۱ نیز به این معنا هستند که قیمت مدل کمتر از قیمت واقعی آن است و باید مقدار قیمت مدل را افزایش دهیم تا قیمت واقعی به‌دست بیاید؛ بنابراین برای به‌دست‌آوردن ضریبی که نشان‌دهندهٔ منطقه باشد، آدرس‌های تقریبی (بخش اول آدرس) در پایگاه داده مرتب شدند. سپس میانگین نسبت واقعیت به مدل در آدرس‌های تقریبی یکسان به‌عنوان ضریب منطقه برای آن آدرس درنظر گرفته شد.

شکل ۱۰ خروجی مدل، هم‌بستگی ۹۵ درصد با قیمت‌های واقعی را نشان می‌دهد. با توجه به فاکتور آدرس می‌توان مناطق مرغوب و نامرغوب منطقهٔ ۶ را به‌دست آورد. سپس می‌توان آن را با نتایج واقعی مقایسه کرد و به بررسی صحت نتایج پرداخت. خیابان ابن‌سینا، وزرا و توانیر گران‌ترین محله‌ها و خیابان آزادی، دروازه‌دولت، سمیه و فردوسی ارزان‌ترین محله‌های منطقهٔ ۶ هستند. این محاسبات، هم با مقادیر واقعی و هم با شناخت نگارندگان از منطقهٔ ۶ مطابقت دارند. نکتهٔ مهم در اعمال ضریب آدرس این است که این ضریب در قیمت کل ضرب می‌شود؛ بنابراین قیمت پارکینگ و انباری نیز براساس آدرس تغییر می‌کند. به عبارت دیگر، قیمت یک پارکینگ در منطقه‌ای مرغوب بالاتر از قیمت آن در یک منطقهٔ ضعیف به‌دست می‌آید که با بررسی‌های میدانی تطابق دارد.

جدول ۵. نسبت قیمت واقعی به مدل و آدرس تقریبی آپارتمان

نسبت واقعی به مدل	قیمت مدل (متر مربع)	قیمت کل	قیمت هر متر مربع	آدرس	انباری	پارکینگ	طبقه × آسانسور	زیر بنا	سن بنا	روز سال
۱.۵۸	۲۸٤۹۲۸۸	۳۷۸,۰۰۰,۰۰۰	٤٥۰۰۰۰۰	امیر آباد کارگر شمالی بالاتر از جلال	۱	۱-	۳-	۸٤	۳۰	۱٥
۰.۷۳	۷۳۸۰۷۳٤	٤۸۰,۰۰۰,۰۰۰	٥٤۰۰۰۰۰	انقلاب خ برادران قائدی خ نادری	۱	۱	۱-	۸۹	۱۳	۱٦
۱.٦۹	۲۹٦٤۲۰۸	۳٥۰,۰۰۰,۰۰۰	٥۰۰۰۰۰۰	بلوار کشاورز خ نادری	۱	۱-	۳-	۷۰	۳۰	۱۹
۰.٦٦	۹۱۱۰۹٥۱	٥۷۰,۰۰۰,۰۰۰	٦۰۰۰۰۰۰	انقلاب خ بهارجنوبی	۱	۱	۲	۹٥	٥	۲۰
۰.۷۷	۸۷۸۳٤٤٤	۷۰۰,۰۰۰,۰۰۰	٦۷۹٦۰۰۰	فاطمی بعد از چهار راه کارگر ک پروین	۱	۱	٥	۱۰۳	۱۲	۲٦
۲.۱۹	۲۰۱۲۰٤۸	۹۰۰,۰۰۰,۰۰۰	٤٤۱۰۰۰۰	ولیعصر نرسیده به زرتشت	۱-	۱-	۳-	۲۰٤	۳۰	۲٦
۰.۷۹	۸۱۸٥۹٦۰	۱,۲۰۹,۰۰۰,۰۰۰	٦٥۰۰۰۰۰	ولیعصر روبروی دو راهی یوسف آباد	۱	۱	٦	۱۸٦	۱۸	۲۹
۱.۱٦	۹۹٤۰۹۱٥	۱,٥٥۲,٥۰۰,۰۰۰	۱۱٥۰۰۰۰۰	امیر آباد کارگرشمالی	۱	۱	۱	۱۳٥	۰	۳۰
۱.۰۷	٤٦۹,۰۳٦۳	٤۰۰,۰۰۰,۰۰۰	٥۰۰۰۰۰۰	فاطمی خ دائمی	۱	۱-	۳-	۸۰	۲۰	۳۰
۰.۸۱	۱.۰۲E+۰۷	۸۳۰,۰۰۰,۰۰۰	۸۳۰۰۰۰۰	فاطمی خ ٤	۱	۱	٥	۱۰۰	۳	۳۲
۱.۸۹	۳۱۷٥۳۰۱.۲۱۸	۱,۲۱۸,۰۰۰,۰۰۰	٦۰۰۰۰۰۰	بلوار کشاورز نرسیده به خ ایتالیا	۱	۱-	٤-	۲۰۳	۳۰	۳۲
۱.۱۱	٥۲۹۰٤۸٥.٥٤٦	٥٥۰,۰۰۰,۰۰۰	٥۸٥۱۰۰۰	فاطمی خ رهی معیری	۱	۱-	٤-	۹٤	۱٥	۳۲
۱.۲٥	۷٦۲٦۱۱۰.۲٤	۸۰۷,٥۰۰,۰۰۰	۹٥۰۰۰۰۰	میدان آرژانتین خ الوند	۱-	۱	۲	۸٥	۱۰	۳۳
۰.٥۸	٦۸٤٦٦۲۹.٥۱۲	۳٥۰,۰۰۰,۰۰۰	۳۹۷۷۰۰۰	انقلاب خ لبافی نژاد	۱	۱	٤-	۸۸	۱۷	۳٤
۱.۱۷	٦۱۷۸۹۹٥.٦٦۲	۱,٦۷۷,٦۰۰,۰۰۰	۷۲۰۰۰۰۰	بخارست نرسیده به خ ۱۰	۱	۱	۳	۲۳۳	۳۰	۳٥



شکل ۱۰. هم‌بستگی میان قیمت کل مدل و واقعی با افزودن ضریب آدرس

رگرسیون جغرافیایی یا GWR[1]

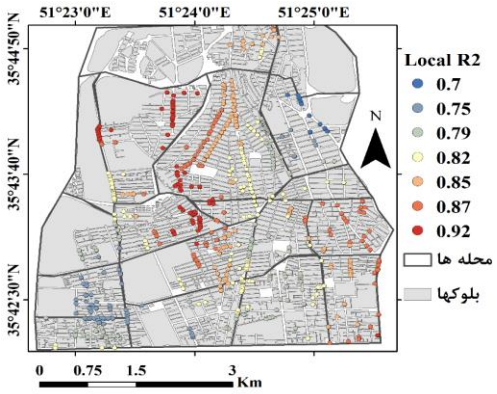
ضریب منطقه سبب بهبود نتایج شده است، اما دقت بالایی ندارد؛ برای مثال خیابان ولیعصر در منطقهٔ ۶ از اتوبان همت تا خیابان انقلاب به‌صورت شمالی–جنوبی حدود ۷ کیلومتر امتداد دارد. قیمت‌های شمال و جنوب منطقه نیز تفاوت آشکاری دارند؛ درحالی‌که در مدل قبل برای خیابان ولیعصر از یک ضریب آدرس یکسان استفاده شد. همچنین در مدل‌های قبل که به روش OLS مشهور هستند، ضرایب (روز سال، سن بنا و سایر پارامترها) به‌صورت گلوبال محاسبه شدند؛ یعنی سن بنا برای کل منطقه تأثیر یکسانی داشت. درحالیکه، پارامترهای استفاده‌شده در منطقهٔ مورد مطالعه در قسمتهای مختلف اهمیت متفاوتی دارند. در روش GWR که یک روش لوکال یا محلی است، هر نقطه ضریب متفاوتی از دیگر همسایه‌های خود دارد؛ به این معنا که یک پارامتر ممکن است در یک موقعیت جغرافیایی برای یک آپارتمان دارای بیشترین اهمیت باشد، اما همان پارامتر در یک موقعیت جغرافیایی دیگر دارای اهمیت متوسطی یا ناچیزی باشد.

به‌کمک روش GWR و سه پارمتر مستقل روز سال، سن بنا و متراژ آپارتمان، مقدار کلی ضریب R^2 برابر ۹۰ درصد

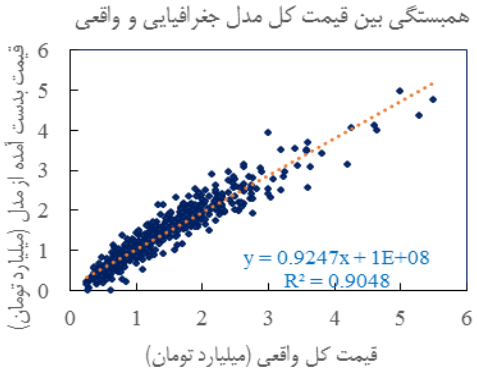
1. Geographically Weighted Regression

به‌دست آمده است که نشان می‌دهد در منطقهٔ مورد مطالعه ۹۰ درصد تغییرات قیمت آپارتمان با استفاده از سه پارامتر مذکور قابل‌توضیح است. با توجه به شکل ۱۱، مقدار R^2 برای موقعیت‌های مختلف متفاوت است. مدل در برخی مناطق خوب بوده و در برخی مناطق عملکرد پایینی داشته است. هم‌بستگی میان مدل GWR با سه پارامتر و قیمت واقعی در شکل ۱۲ آمده است.

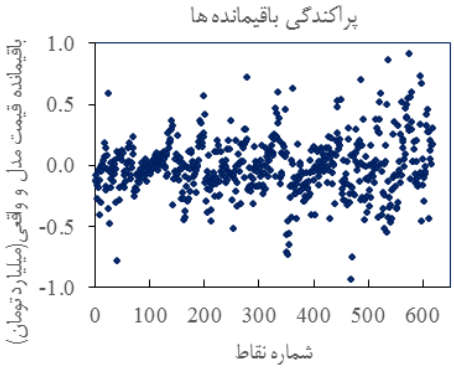
براساس شکل‌های ۱۳ و ۱۴، باقی‌مانده‌های مدل رگرسیون جغرافیایی توزیع نرمالی دارند و به‌نوعی تأییدی بر صحت عملکرد مدل‌سازی هستند. به‌نظر می‌رسد الگویی در پراکندگی باقی‌مانده‌ها وجود دارد که ممکن است به‌دلیل استفاده‌نکردن از پارامترهای پارکینگ، انباری، آسانسور و طبقه باشد.



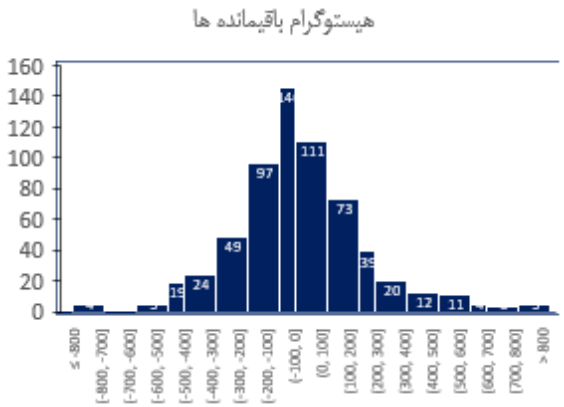
شکل ۱۱. مقدار ضریب R^2 محلی و مرز محله‌ها



شکل ۱۲. هم‌بستگی میان قیمت کل مدل GWR و قیمت واقعی



شکل ۱۳. نمودار پراکندگی باقی‌مانده‌های مدل GWR



شکل ۱۴. هیستوگرام باقی‌مانده‌های مدل GWR (میلیون تومان)

روش سنتی صنف مشاوران املاک برای تخمین قیمت آپارتمان

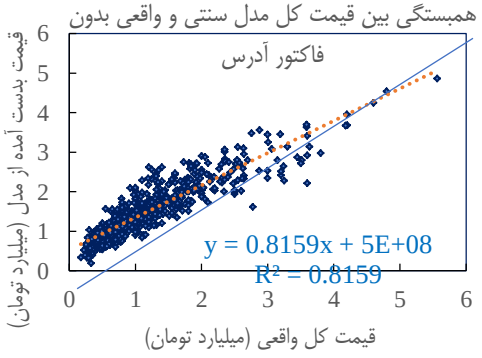
نتایج استفاده از رابطهٔ ۴، در جدول ۶ و شکل ۱۵ آمده است. نتایج مدل سنتی نشان می‌دهد قیمت متوسط هر مترمربع در منطقه برابر ۱۱،۸۳۵،۱۴۷ تومان است که به ازای هر روز سال مبلغ ۴۶۶،۲۸ تومان به قیمت هر مترمربع افزوده می‌شود. سن بنا تأثیری منفی در قیمت دارد و با افزایش هر یک سال به سن بنا مبلغ ۲۰۹،۱۸۱ تومان از قیمت هر مترمربع کاسته می‌شود. این مقدار در مطالعهٔ میدانی نیز از سوی چندین کارشناس مسکن و مشاور املاک منطقه در

تاریخ انجام مطالعه تأیید شد؛ به‌طوری‌که مبلغ مذکور از سوی مشاوران ۲۰۰،۰۰۰ درنظر گرفته شد. همچنین اگر آپارتمان آسانسور داشته باشد، ۷۹۵۲ تومان به ازای هر طبقه به قیمت هر مترمربع اضافه می‌شود؛ در غیر این صورت همین مقدار کم می‌شود. این مقدار مبلغ ناچیزی است و از نظر آماری نیز، سطح اطمینان بسیار کمی دارد؛ بنابراین می‌توان از درنظرگرفتن آن برای تخمین قیمت صرف‌نظر کرد. همچنین براساس نتایج، قیمت پارکینگ در منطقهٔ مورد مطالعه ۶۴،۱۷۷،۶۷۱ تومان و قیمت انباری ۳۷،۴۴۷،۶۷۹ تومان است. قیمت حاصل‌شده برای پارکینگ و انباری با قیمت‌های مشاوران مطابقت کامل دارد؛ به‌طوری‌که آن‌ها را به نتایج این مطالعه علاقه‌مند کرده است.

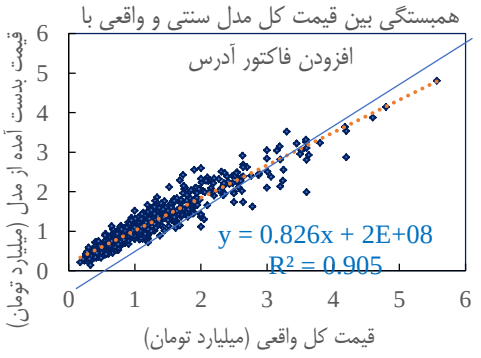
جدول ۶. نتیجهٔ رگرسیون سنتی برای تخمین قیمت (تومان) هر مترمربع آپارتمان

پارامتر	ضریب پارامتر	سطح اطمینان
قیمت متوسط	۱۱،۸۳۵،۱۴۷	۱/۲۵۲e-۷۹
روز سال	۲۸،۴۶۶	۲/۲۰۹e-۶۰
سن بنا	-۲۰۹،۱۸۱	۱/۵۲e-۵۶
ضرب طبقه در آسانسور	۹۵۲،۷	۰/۸۶
پارکینگ	۶۴،۱۷۷،۶۷۱	۰/۰۰۰۱
انباری	۳۷،۴۴۷،۶۷۹	۰/۰۳۶

ضریب آدرس که نشان‌دهندهٔ تأثیر مرغوبیت منطقه در قیمت کل است، برای این مدل نیز قابل‌اجراست. در شکل ۱۶ نتیجهٔ اعمال فاکتور آدرس دیده می‌شود که نشان می‌دهد مقدار R^2 برابر ۹۱ درصد به‌دست آمده است. بدیهی است با ضرب ضریب منطقه، پارکینگ و انباری نیز به همان نسبت با توجه به مرغوبیت منطقه قیمت بیشتر یا کمتری خواهند داشت که این امر با معادلهٔ مشاوران املاک هم‌خوانی دارد. شکل ۱۶ نشان می‌دهد هرچه قیمت‌ها افزایش پیدا می‌کند، میزان واریانس آن‌ها نیز بیشتر می‌شود. درواقع اختلاف قیمت آپارتمان‌هایی که نرخ بیشتری دارند بیشتر است. همچنین مقایسهٔ آن با خط y=x نشان می‌دهد میان مدل و واقعیت، هم‌خوانی خوبی در قیمت‌های کم وجود دارد که با افزایش قیمت مدل (بیش از ۲ میلیارد تومان) قیمت‌های کمتری از واقعیت پیش‌بینی می‌شود. به‌نظر می‌رسد این مسئله به‌دلیل وجود پارامترهای دیگری مانند استخر و سایر امکانات رفاهی است که در آپارتمان‌هایی با قیمت‌های پایین‌تر وجود ندارد.



شکل ۱۵. هم‌بستگی میان قیمت کل مدل سنتی و واقعی بدون فاکتور آدرس



شکل ۱۶. هم‌بستگی میان قیمت کل مدل سنتی و واقعی با فاکتور آدرس

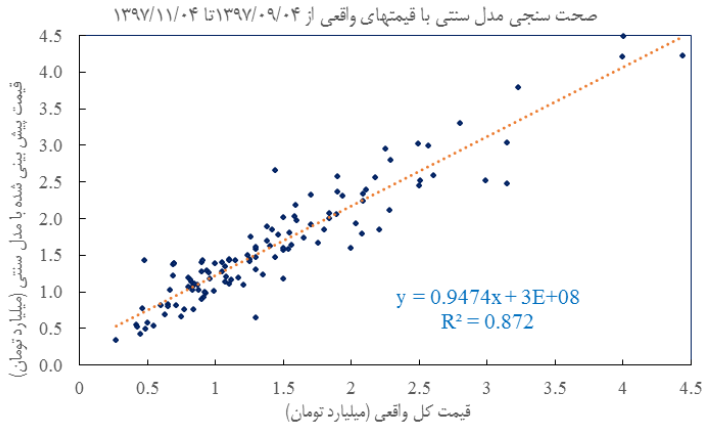
با توجه به نتایج به‌نظر می‌رسد روش سنتی مزایای بیشتری از روش رگرسیون معمولی دارد؛ زیرا استفاده از روش سنتی راحت‌تر است و نتایج دقیق‌تری ارائه می‌دهد. از سوی دیگر، اعمال ضریب منطقه به‌راحتی قابل‌اجراست؛ بنابراین در مقایسه با مدل رگرسیون جغرافیایی مزیت بیشتری برای تخمین و پیش‌بینی دارد؛ زیرا نیازمند تعیین دقیق موقعیت نیست.

صحت‌سنجی نتایج

هدف توسعهٔ مدل ارائه‌شده بررسی قیمت‌های موجود، تخمین قیمت در منطقه و پیش‌بینی قیمت‌های آینده است؛ بنابراین برای بررسی صحت نتایج از داده‌های تاریخ ۱۳۹۷/۰۹/۴ تا ۱۳۹۷/۱۱/۴ استفاده شد و مقایسهٔ نتایج حاصل از مدل و قیمت‌های واقعی صورت گرفت. جدول ۷ جامعهٔ آماری داده‌های استفاده‌شده برای آزمایش و صحت‌سنجی مدل را نشان می‌دهد. مقایسهٔ جدول ۷ با جدول ۳ افزایش قیمت میانگین در بازهٔ زمانی مطالعه را آشکار می‌کند. میانگین قیمت هر مترمربع برای داده‌های آموزشی ۱۰,۶۲۲,۳۵۰ تومان است.

جدول ۷. پارامترها و قیمت آپارتمان‌ها در منطقهٔ مورد مطالعه (تعداد نقاط آزمایشی= ۱۱۸)

پارامتر	میانگین	انحراف معیار	ماکزیمم	مینیمم
زیربنا (مترمربع)	۱۰۹/۷۵	۴۰/۶۵	۲۳۰	۳۹
روز سال	۲۸۰/۳۳	۱۶/۵۳	۳۰۷	۲۴۷
سن بنا (سال)	۱۶	۱۱/۶	۳۰	۰
حاصل‌ضرب طبقه در آسانسور	۰/۵۱	۳/۱۵	۸	-۴
پارکینگ	۰/۴۲	۰/۹۱	۱	-۱
انباری	۰/۶۹	۰/۷۲	۱	-۱
قیمت هر مترمربع (تومان)	۱۲,۸۸۹,۰۴۷	۴,۴۲۰,۶۱۸	۲۵,۲۰۰ ,۰۰۰	۳,۸۴۰,۰۰۰
قیمت کل (تومان)	۱,۴۲۹,۴۳۹,۳۱۶	۷۸۹,۲۷۳,۳۳۷	۴,۴۳۹,۰۰۰,۰۰۰	۲۶۹,۱۰۰,۰۰۰



شکل ۱۷. مقایسهٔ قیمت‌های پیش‌بینی‌شده توسط مدل رگرسیونی سنتی با قیمت‌های واقعی

با توجه به شکل ۱۷، میان قیمت پیش‌بینی‌شده توسط مدل سنتی و قیمت‌های واقعی، هم‌بستگی ۹۳ درصدی با ضریب تعیین ۸۷ درصد وجود دارد که نشان‌دهندهٔ عملکرد قابل‌قبول مدل است. باید توجه داشت که فاکتور آدرس در محاسبهٔ قیمت‌های پیش‌بینی اعمال شده است. نتایج صحت‌سنجی نیز نشان می‌دهد که نه‌تنها از مدل پیشنهادی می‌توان برای تخمین قیمت در فاصلهٔ زمانی داده‌ها استفاده کرد، بلکه نتایج قابل‌قبولی را نیز می‌توان برای آینده انتظار داشت.

براساس مدل و ضرایب محاسبه‌شده، قیمت آپارتمان‌های مسکونی برای ابتدای فصل تابستان ۱۳۹۸ تخمین زده شده است. جدول ۸ قیمت‌های تخمینی آپارتمان‌های ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ متری با عمر ده سال را که پارکینگ و انباری دارند، نشان می‌دهد. با توجه به جدول ۸، گران‌ترین آپارتمان‌ها در محلهٔ توانیر با قیمت‌های ۱/۵۷، ۲/۱۳، ۲/۶۹، ۳/۲۵ میلیارد تومان و ارزان‌ترین آپارتمان‌ها در محلهٔ فردوسی با قیمت‌های ۶۵۶، ۸۸۹ میلیون، ۱/۱۲ و ۱/۳۵ میلیارد تومان به‌ترتیب برای متراژهای یادشده پیش‌بینی شده است.

جدول ۸. پیش‌بینی قیمت برای تاریخ ۱۳۹۸/۰۳/۳۰ برای آپارتمان‌های ده‌سالهٔ دارای پارکینگ و انباری

آدرس	۵۰ متری	۷۵ متری	۱۰۰ متری	۱۲۵ متری
امیرآباد	۱/۲۶	۱/۷۰	۲/۱۵	۲/۶۰
آرژانتین	۱/۴۱	۱/۹۱	۲/۴۱	۲/۹۱
اسدآبادی	۱/۳۵	۱/۸۳	۲/۳۰	۲/۷۸
آزادگان	۱/۲۸	۱/۷۳	۲/۱۹	۲/۶۴
آزادی	۰/۷۵	۱/۰۱	۱/۲۸	۱/۵۴
امیرآباد بالاتر از جلال	۱/۲۱	۱/۶۴	۲/۰۷	۲/۵۰
دروازه دولت	۰/۶۷	۰/۹۱	۱/۱۵	۱/۳۹
ابن‌سینا	۱/۵۲	۲/۰۶	۲/۶۰	۳/۱۴
انقلاب	۰/۸۰	۱/۰۸	۱/۳۷	۱/۶۵
فاطمی	۱/۰۸	۱/۴۶	۱/۸۵	۲/۲۳
فردوسی	۰/۶۶	۰/۸۹	۱/۱۲	۱/۳۵
قائم‌مقام	۱/۱۵	۱/۵۶	۱/۹۷	۲/۳۸
قرنی	۰/۹۶	۱/۳۰	۱/۶۳	۱/۹۷
حافظ	۰/۸۰	۱/۰۹	۱/۳۷	۱/۶۶
جهان‌آرا	۱/۲۴	۱/۶۸	۲/۱۲	۲/۵۶
جمال‌زاده	۰/۹۲	۱/۲۴	۱/۵۷	۱/۸۹
کریم‌خان	۱/۰۰	۱/۳۶	۱/۷۱	۲/۰۷
کشاورز	۱/۰۷	۱/۴۵	۱/۸۳	۲/۲۱
کردستان	۱/۲۱	۱/۶۴	۲/۰۷	۲/۵۰
میرزای شیرازی	۰/۹۸	۱/۳۳	۱/۶۸	۲/۰۳
مدبر	۱/۳۹	۱/۸۸	۲/۳۷	۲/۸۶
مفتح	۰/۹۷	۱/۳۱	۱/۶۶	۲/۰۰
مطهری	۱/۰۲	۱/۳۸	۱/۷۵	۲/۱۱
اسکندری شمالی	۰/۷۶	۱/۰۳	۱/۳۰	۱/۵۶
پارک ساعی	۱/۱۴	۱/۵۵	۱/۹۵	۲/۳۶
سمیه	۰/۷۵	۱/۰۲	۱/۲۹	۱/۵۵
طالقانی	۰/۸۸	۱/۱۹	۱/۵۰	۱/۸۱
توانیر	۱/۵۷	۲/۱۳	۲/۶۹	۳/۲۵
ولیعصر	۱/۰۱	۱/۳۸	۱/۷۴	۲/۱۰
وزرا	۱/۳۴	۱/۸۲	۲/۲۹	۲/۷۷
یوسف‌آباد	۱/۳۱	۱/۷۷	۲/۲۴	۲/۷۰

قیمت‌ها به میلیارد تومان است.

نتیجه‌گیری

در مطالعهٔ حاضر قیمت آپارتمان برای منطقهٔ ۶ تهران با استفاده از روش رگرسیون خطی معمولی و جغرافیایی تخمین زده و وابستگی قیمت هر آپارتمان به پارامترهای موجود بررسی شد. همچنین یک رابطهٔ رگرسیونی دیگر به نام مدل سنتی پیشنهاد شد که تفسیر و استفاده از آن از روش‌های یادشده ساده‌تر است. نتایج تحلیل آماری نشان می‌دهد، قیمت هر مترمربع آپارتمان با روز سال، مساحت آپارتمان، سن بنا، آسانسور، پارکینگ و انباری رابطهٔ مثبت و با سن بنا و طبقه رابطه‌ای منفی دارد. روز سال به‌عنوان تورم عمل می‌کند و با جایگزینی تورم ماهانه به‌جای آن نتایج مشابهی می‌دهد، اما از آنجا که امکان دسترسی به تورم ماه‌های آینده وجود ندارد و تنها به‌صورت میانگین قابل‌محاسبه است، استفاده از روز سال برای پیش‌بینی قیمت‌های آتی ساده‌تر است و نتایج بهتری می‌دهد. براساس محاسبات رگرسیون خطی، روز سال ۲۶ درصد از تغییرات قیمت هر مترمربع آپارتمان در منطقهٔ ۶ شهر تهران را توضیح می‌دهد؛ به‌طوری‌که با گذشت هر یک روز ۳۲,۰۰۰ تومان به قیمت هر مترمربع افزوده می‌شود. اختلاف بیشترین و کمترین قیمت هر مترمربع در ابتدای سال ۱۳۹۷ در منطقهٔ ۶ برابر ۱۰ میلیون تومان بود که این رقم در ابتدای آذرماه همان سال به ۲۵ میلیون تومان رسید.

تغییرات زیربنا تأثیر اندک، اما معناداری بر قیمت دارند؛ به‌طوری‌که افزایش ۱۳,۰۰۰ تومانی به ازای هر یک مترمربع افزایش در زیربنا محاسبه شد. به عبارت دیگر، بین قیمت یک آپارتمان ۵۰ متری و ۱۵۰ متری اختلاف ۱/۳ میلیونی به‌دلیل اختلاف در زیربنا وجود دارد. نتایج بررسی قیمت‌ها براساس سن بنا نشان می‌دهد که سن بنا ۳۵ درصد تغییرات قیمت یک مترمربع آپارتمان در منطقهٔ ۶ را توضیح می‌دهد؛ به‌طوری‌که به ازای افزایش یک سال به عمر بنا ۲۲۵,۰۰۰ تومان از قیمت کاسته می‌شود. همچنین تحلیل آماری نشان می‌دهد اختلاف بین کمترین و بیشترین قیمت هر مترمربع از ساختمان‌های نوساز در منطقه ۲۵ میلیون تومان است؛ درحالی‌که این اختلاف برای ساختمان‌های ده سال ساخت ۱۵ میلیون تومان است.

برای اینکه تأثیر طبقه و آسانسور در قیمت هر مترمربع آپارتمان محاسبه شود، از حاصل‌ضرب طبقه در آسانسور استفاده شد. این شاخص ۲۰ درصد از تغییرات قیمت در منطقه را نشان می‌دهد. به ازای افزایش یک واحد در این شاخص قیمت هر مترمربع ۶۲۰,۰۰۰ تومان افزایش می‌یابد. با توجه به شکل‌های مطالعهٔ حاضر، میان قیمت هر مترمربع از آپارتمان‌های منطقه در طبقهٔ ۴ و بدون آسانسور اختلاف قیمت ۱۰ میلیون تومانی وجود دارد؛ درحالی‌که این مقدار برای آپارتمان‌های مجهز به آسانسور دو برابر این مقدار است.

داشتن و نداشتن پارکینگ و انباری در منطقه به‌ترتیب ۲۰ درصد و ۵ درصد تغییرات قیمت هر مترمربع را نشان می‌دهد. همچنین پراکندگی یا به عبارت دیگر اختلاف قیمت (هر مترمربع) میان آپارتمان‌های بدون امکانات فوق کمتر از اختلاف قیمت آپارتمان‌هایی با امکانات پارکینگ و انباری است. به‌منظور محاسبهٔ قیمت نهایی یک آپارتمان از سه روش رگرسیون خطی چندگانه، روش رگرسیون سنتی (که توسط نگارندگان در قالب رگرسیون آورده شد) و روش رگرسیون جغرافیایی استفاده شد. نتایجی که با استفاده از مدل رگرسیون خطی چندگانه برای محاسبهٔ قیمت یک مترمربع آپارتمان به‌دست آمد، نشان می‌دهد که در بازهٔ زمانی مطالعه، قیمت هر مترمربع روزانه ۲۹۰۰۰ تومان افزایش یافته و با افزایش هر یک سال به سن بنا ۱۴۱,۰۰۰ تومان از قیمت هر مترمربع آن کاسته شده است. با افزایش هر یک واحد به شاخص

طبقه در آسانسور نیز، قیمت ۱۶۲,۰۰۰ تومان افزایش می‌یابد. پارکینگ و انباری نیز سبب افزایش یا کاهشی برابر با ۸۹۰,۰۰۰ تومان برای پارکینگ و ۵۷۷,۰۰۰ تومان برای انباری می‌شود.

قیمت کل مدل رگرسیون چندگانه خطی برای یک واحد آپارتمان، هم‌بستگی ۹۰ درصدی با قیمت‌های واقعی دارد. این مدل ۸۱ درصد تغییرات قیمت یک آپارتمان را بیان می‌کند، اما استفاده از آن به روابط پیچیده نیاز دارد. از سوی دیگر، پارکینگ و انباری، دو دارایی جداگانه در آپارتمان هستند و معمولاً ابعاد تقریباً یکسانی در آپارتمان‌ها دارند. با این حال این مدل قیمت‌هایی را برای این دو پیش‌بینی می‌کند که کاملاً به متراژ آپارتمان وابسته هستند؛ برای مثال قیمت پارکینگ و انباری یک آپارتمان ۱۰۰ متری دو برابر یک آپارتمان ۵۰ متری برآورد می‌شود؛ بنابراین استفاده از این مدل برای عموم با مشکلاتی مواجه است.

رگرسیون جغرافیایی دقت مدل را در هر نقطه نشان می‌دهد و تأثیر هرکدام از متغیرها را در مدل بیان می‌کند. در این مطالعه، تنها از سه متغیر روز سال، سن بنا و زیربنا در مدل رگرسیون جغرافیایی استفاده شد؛ با این حال دقت آن در بعضی مناطق تا ۹۵ نیز رسید که نشان می‌دهد از این مدل می‌توان برای قیمت‌گذاری یک آپارتمان در منطقهٔ دلخواه با دقت خوبی استفاده کرد. ایراد این مدل این است که نتایج آن بسیار محلی است و برای هر نقطه باید به‌صورت جداگانه محاسبه شود؛ بنابراین به‌نظر می‌رسد استفاده از این مدل برای به‌دست‌آوردن برآورد تقریبی چندان آسان نخواهد بود. همچنین قیمت پارکینگ و انباری مانند مدل رگرسیون خطی چندگانه کاملاً به متراژ وابسته است.

نتایج نشان می‌دهد روش سنتی برای به‌دست‌آوردن قیمت کل یک آپارتمان از روش رگرسیون خطی چندگانه دقت بالاتری دارد و با قیمت‌های مشاوران املاک منطقه کاملاً مطابق است. قیمت متوسطی که با مدل سنتی برای یک مترمربع آپارتمان در منطقهٔ ۶ به‌دست آمد، برابر ۱۱,۸۳۵,۰۰۰ تومان است. به ازای هر روز قیمت هر مترمربع آپارتمان ۲۹۰۰۰ تومان افزایش می‌یابد و به ازای افزایش یک سال به عمر بنا ۲۰۹۰۰۰ تومان از قیمت آن کاسته می‌شود. این مقدار در تحقیقات میدانی ۲۰۰,۰۰۰ تومان بود. در این مدل، تأثیر طبقه و آسانسور ناچیز است؛ به‌طوری‌که با افزایش یک واحد به شاخص طبقه در آسانسور، قیمت هر مترمربع تنها ۸۰۰۰ تومان افزایش می‌یابد که در مقایسه با قیمت‌هایی که در سطح میلیون تومان هستند، عدد کوچکی است. قیمت یک پارکینگ در منطقهٔ ۶ به‌طور متوسط ۶۴ میلیون تومان و قیمت انباری ۳۷ میلیون تومان است. اگر آپارتمانی این امکانات را نداشته باشد، به همین مقدار از قیمت آن کاسته خواهد شد. این مدل هم‌بستگی ۹۱ درصدی با قیمت‌های واقعی دارد و تا ۸۲ درصد تغییرات قیمت در منطقه را توضیح می‌دهد.

قیمت مسکن کاملاً به مکان آن وابسته است؛ به‌طوری‌که قیمت‌های به‌دست‌آمده از طریق مدل بدون اعمال موقعیت، خطای قابل‌توجهی دارد. نسبت قیمت واقعی به قیمت مدل در جدول ۱۱ به محله‌ای که آپارتمان در آن واقع شده است بستگی دارد و منطبق بر مرغوبیت یا ضعف منطقه است. با اعمال ضریب آدرس، دقت مدل ۵ درصد افزایش یافت؛ به‌طوری‌که ضریب هم‌بستگی میان قیمت مدل سنتی و قیمت واقعی به ۹۵ درصد افزایش یافت. با توجه به دقت و سادگی مدل سنتی قیمت‌های آپارتمان‌های ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ متری ده‌ساله که پارکینگ و انباری دارند، برای ۳۰ خرداد سال ۱۳۹۸ (هفت ماه پس از تاریخ مطالعه) با این روش پیش‌بینی شد. نتایج این پیش‌بینی نشان می‌دهد در تابستان ۱۳۹۸ برای خرید یک آپارتمان با زیربنای بیش از ۷۵ متر و عمر کمتر از ده سال در منطقهٔ ۶ باید حداقل ۱

میلیارد تومان بودجه داشت. صحت‌سنجی نتایج برای دو ماه پس از تاریخ مطالعه نشان می‌دهد میان قیمت‌های پیش‌بینی‌شده توسط مدل سنتی و قیمت واقعی بیش از ۹۳ درصد هم‌بستگی وجود دارد.

تشکر و قدردانی

از آقای بابک منطقیان که در ویرایش ادبی این مطالعه همکاری کردند، کمال تشکر و قدردانی را داریم.

منابع

امان‌پور، سعید، سلیمانی‌راد، اسماعیل، کشتکار، لیلا و صادق مختاری چلچه (۱۳۹۳). «تخمین قیمت مسکن شهر اهواز با استفاده از شبکهٔ عصبی»، فصلنامهٔ علمی-پژوهشی اقتصاد و مدیریت شهری، سال سوم، شمارهٔ ۹، صص ۴۵-۵۷.

پورمحمدی، محمدرضا، قربانی، رسول و علی‌اکبر تقی‌پور (۱۳۹۲). «بررسی عوامل مؤثر بر قیمت مسکن در شهر تبریز با استفاده از مدل هدانیک»، فصلنامهٔ علمی-پژوهشی دانشگاه گلستان، سال سوم، شمارهٔ ۹، صص ۸۳-۱۰۵.

تقی‌پور، علی‌اکبر (۱۳۹۳). *تحلیل فضایی تفاوت قیمت زمین و مسکن در نواحی شهری تبریز با استفاده از تکنیک رگرسیون وزنی جغرافیایی*، رساله دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، استاد راهنما: دکتر محمدرضا پورمحمدی، تبریز: دانشگاه تبریز.

خاکپور، براتعلی و رضا صمدی (۱۳۹۳). «تحلیل و ارزیابی عوامل مؤثر بر قیمت زمین و مسکن در منطقهٔ ۳ شهر مشهد»، فصلنامهٔ جغرافیا و آمایش شهری، شمارهٔ ۱۳، صص ۲۱-۳۸.

رهنما، محمدرحیم، اسدی، امیر و محمدمحسن رضوی (۱۳۹۲). «تحلیل فضایی قیمت مسکن مشهد با استفاده از رگرسیون وزنی جغرافیایی»، دوفصلنامهٔ بوم‌شناسی شهری، دورهٔ چهارم، شمارهٔ ۷، صص ۷۳-۸۴.

رهنما، محمدرحیم، اسدی، امیر و مجتبی روستا (۱۳۹۳). «برآورد قیمت مسکن در شهر مقدس مشهد با استفاده از مدل کاپلان مایر (منحنی احتمال بقا)»، فصلنامهٔ اقتصاد و مدیریت شهری، شمارهٔ ۸، صص ۳۱-۴۶.

روستایی، شهریور، پورمحمدی، محمدرضا و فرزانه درویشی (۱۳۹۷). «تحلیل فضایی عوامل مؤثر بر افزایش قیمت مسکن در کلان‌شهر تبریز با استفاده از ضریب هم‌بستگی و مدل برازش رگرسیونی»، فصلنامهٔ مطالعات مدیریت شهری، سال دهم، شمارهٔ ۳۳، صص ۸۵-۹۶.

زراءنژاد، منصور و ابراهیم انواری (۱۳۸۵). «برآورد تابع قیمت هدانیک مسکن شهر اهواز به روش داده‌های ترکیبی»، فصلنامهٔ پژوهش‌های اقتصادی ایران، سال هشتم، شمارهٔ ۲۸، صص ۱۳۹-۱۶۸.

سعادت‌مهر، مسعود (۱۳۸۹). «تخمین تابع قیمت هدانیک مسکن شهری خرم‌آباد با داده‌های مقطعی»، مجلهٔ دانش و توسعه، سال هفدهم، شمارهٔ ۳۳، صص ۱۰-۳۰.

سوری، داود و سلیمه منیری‌جاوید (۱۳۹۰). «مدل تعیین قیمت مسکن، کاربردی از روش رگرسیون موزون جغرافیایی»، نشریهٔ مدیریت شهری، شمارهٔ ۹، صص ۷-۲۸.

شهاب لواسانی، کیوان و ویدا ورهرامی (۱۳۹۴). «تخمین بنزین تابع قیمت هدانیک آپارتمان‌های مسکونی در منطقهٔ شمال شهر تهران»، فصلنامهٔ پژوهش‌های اقتصادی ایران، سال بیستم، شمارهٔ ۶۲، صص ۳۱-۵۶.

کلاهچی، محسن عبده، رفیعیان نجف‌آبادی، محسن، دهقانی، مصطفی و سید حسین میرزاده (۱۳۹۳). «تحلیل عوامل مؤثر بر قیمت مسکن با استفاده از مدل تحلیل رگرسیون گام به گام (مطالعهٔ موردی: محلهٔ فاطمی تهران)»، فصلنامهٔ اقتصاد و مدیریت شهری، شمارهٔ ۷، صص ۶۹-۸۰.

وراثی، حمید و میرنجف موسوی (۱۳۸۹). «بررسی عوامل مؤثر بر قیمت مسکن با استفاده از مدل هدانیک قیمت (مورد مطالعه: منطقهٔ ۳ شهر یزد)»، فصلنامهٔ جغرافیا و مطالعات محیطی، سال اول، شمارهٔ ۳، صص ۵-۱۲.

گزارش بانک مرکزی، ۱۳۹۶، *https://www.cbi.ir/pazge/16734.aspx*.

Amanpour, S., Soleymani, E., keshtkar, L., & Mokhtari, S. (2015). Using Neural Network to estimation the cost of Housing in Ahwaz. *Quarterly Journal of Economics and Urban Management*, *3*(9), 45-57. *(in Persian)*

Campbell, D., & Campbell, S. (2008). Introduction to Regression and Data Analysis. Paper Presented at the Statlab Workshop Series.

CBI (2017) ،https://www.cbi.ir/pazge/16734.aspx. (in Persian)

Chica Olmo, J. (1995). Spatial Estimation of Housing Prices and Locational Rents. Urban Studies, 32(8), 1331-1344.

Dai, J., Lv, P., Ma, Z., Bi, J., & Wen, T. (2020). Environmental Risk and Housing Price: An Empirical Study of Nanjing, China. Journal of Cleaner Production, 252, 119828.

Dubin, R. A. (1992). Spatial Autocorrelation and Neighborhood Quality. Regional Science and Urban Economics, 22(3), 433-452.

Fotheringham, A. S., Brunsdon, C., & Charlton, M. (2003). Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying Relationships: John Wiley & Sons.

Frew, J., & Jud, G. (2003). Estimating the Value of Apartment Buildings. Journal of Real Estate Research, 25(1), 77-86.

Gibbs, C., Guttentag, D., Gretzel, U., Morton, J., & Goodwill, A. (2018). Pricing in the Sharing Economy: A Hedonic Pricing Model Applied to Airbnb Listings. Journal of Travel and Tourism Marketing, 35(1), 46-56.

Glumac, B., Herrera-Gomez, M., & Licheron, J. (2019). A Hedonic Urban Land Price Index. Land Use Policy, 81, 802-812.

Goovaerts, P. (2008). Geostatistical Analysis of Health Data: State-Of-The-Art and Perspectives Geoenv VI–Geostatistics For Environmental Applications (PP. 3-22): Springer.

Hill, R. J. (2013). Hedonic Price Indexes for Residential Housing: A Survey, Evaluation and Taxonomy. Journal of Economic Surveys, 5(27), 879-914.

Khakpour, B. A., & Samadi, R. (2014). Analysis and Evaluation of Factors Affecting Land and Housing Prices in District No. 3 of Mashhad City. *Quarterly Journal of Geography and Survey*, *13*, 21-38. *(in Persian)*

Kolahchi, M. A., Rafiyan, M., Dehghani., M., & Mir Zadeh, S. H. (2014). Analysis of Effective Factors on Housing Prices by Using Stepwise Regression Analysis (A Case Study of Tehran's Fatemi District). *Quarterly Journal of Urban Economics and Management*, 7, 69-80. *(in Persian)*

Kolbe, J., & Wüstemann, H. (2014). Estimating the Value of Urban Green Space: A Hedonic Pricing Analysis of the Housing Market in Cologne, Germany. Retrieved From

Kryvobokov, M., & Wilhelmsson, M. (2007). Analysing Location Attributes with A Hedonic Model for Apartment Prices in Donetsk, Ukraine. International Journal of Strategic Property Management, 11(3), 157-178.

Liu, T., Hu, W., Song, Y., & Zhang, A. (2020). Exploring Spillover Effects of Ecological Lands: A Spatial Multilevel Hedonic Price Model of The Housing Market In Wuhan, China. Ecological Economics, 170, 106568.

Pourmohammadi, M., Ghorbani, R., & Taghipour, A. (2014). Investigation of Effective Factors on Housing Prices in Tabriz City Using Hedonic Model. *Quarterly Journal of the University of Science & Technology of Golestan*, *3*(9), 83-105. *(in Persian)*

Rae, A. (2015). Online Housing Search and the Geography of Submarkets. Housing Studies, 30(3), 453-472.

Rahnama, M. R., Asadi, A., & Razavi, M. M. (2013). Spatial Analysis on Mashhad's House Price By Geographically Weighted Regression. *Two Quarterly Journal of Urban Ecology*, *4*(7), 73-84. *(in Persian)*

Rahnama, M., Asadi, A., & Rusta, M. (2014). Estimation the Housing Price in Holy City of Mashhad Using yhe Kaplan Meier Model (Survival Curve). *Journal of Urban Economics and Management*, *2*(8), 31-46. *(in Persian)*

Roustai, Sh., Pourmohammadi, M. R., & Darvishi, F. (2018). Spatial Analysis of Factors Influencing the Increase in Housing Prices in Tabriz Using Correlation and Regression Model. *Quarterly Journal of Urban Management Studies*, *10*(33),85-96. *(in Persian)*

Sa'adat Mehr, M. (2010). Estimation of the Hedonic Price Function in Khorramabad City with Cross-Sectional Data. *Journal of Science and Development*, *17*(33), 10-30. *(in Persian)*

Shahab Lavasani, K., & Varahrami, V. (2015). Bayesian Estimation of Hedonic Price Function for the Uptown of Tehran. *Quarterly Journal of Iranian Economic Research*, *20*(62), 31-56. *(in Persian)*

Souri, D., & Moniri Javid, S. (2011). Estate Pricing Model. *An Application of Geographic Balanced Regression*, *9*, 7-28. *(in Persian)*

Taghipour, A. A. (2014). *Spatial Analysis of Factors Influencing the Increase in Housing Prices in Tabriz Using Correlation and Regression Model*, Ph.D. Thesis in Geography and Urban Planning, Supervisor Pourmohammadi, M., Tabriz: University of Tabriz. *(in Persian)*

Verasi, H., & Mousavi, M. N. (2010). An Investigation of the Factors Influencing the Housing Price Using Hedonic Price Model (The Case Study of Yazd Third District). *Quarterly Journal of Geography and Environmental Studies*, *1*(3), 5-12. *(in Persian)*

Zarra. N. M., & Anvari, E. (2006). Estimation of Hedonic Housing Prices Function for Ahvaz Using Panel Data Analysis. *Quarterly Journal of Economic Researches of Iran*, *28*, 139-168. *(in Persian)*