

جغرافیا و آمایش شهری - منطقه‌ای، شماره ۲۲، بهار ۱۳۹۶

وصول مقاله: ۱۳۹۵/۳/۱۶

تأیید نهایی: ۱۳۹۵/۹/۱۰

صفحات: ۵۶ - ۴۱

## برآورد قیمت مسکن شهری با استفاده از تابع هدانیک و شبکه‌های عصبی مصنوعی مورد شناسی: کوی ولیعصر شهر تبریز

دکتر ایرج تیموری<sup>۱</sup>، نوید سلطان قیسی<sup>۲</sup>، یاسر قلی زاده<sup>۳</sup>

### چکیده

مسکن به‌عنوان یک کالای ناهمگن، بادوام، غیرمنقول، سرمایه‌ای و مصرفی با پیامدهای جانبی، سهم زیادی از بودجه خانوارها را به خود اختصاص می‌دهد و همچنین نقش زیادی در اشتغال و ارزش افزوده کشورها دارد؛ بنابراین، تعیین و برآورد قیمت مسکن برای برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیران، از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. این برآورد به‌ویژه اگر بتواند سهم عوامل تأثیرگذار در ارزش مسکن را به خوبی منعکس کند، می‌تواند در سیاست‌گذاری‌های شهری و منطقه‌ای مورد استفاده قرار گیرد. با توجه به اهمیت مسئله، تحقیق حاضر قصد دارد تا به بررسی عوامل تأثیرگذار در تعیین قیمت مسکن و برآورد قیمت مسکن شهری در کوی ولیعصر تبریز بپردازد. اغلب از روش تابع هدانیک و شبکه‌های عصبی مصنوعی به‌عنوان روش‌های رگرسیون چند متغیره به‌منظور برآورد قیمت مسکن استفاده می‌شود. برای فراهم‌سازی متغیرهای اثرگذار در قیمت مسکن، از روش دلفی بهره گرفته شد. داده‌ها نیز از طریق پیمایش و پرسشگری جمع‌آوری شدند. یافته‌ها میزان و ضریب اهمیت هر کدام از متغیرها را در تابع هدانیک نشان می‌دهد. طبق یافته‌ها، نتایج تابع هدانیک در مقایسه با شبکه عصبی مصنوعی از دقت کمتری در برآورد و پیش‌بینی قیمت مسکن برخوردار است. نتایج تحقیق نشان داد که بین متغیرهای فضایی و قیمت مسکن در کوی ولیعصر تبریز، همبستگی وجود دارد. این همبستگی برای متغیر فاصله از پارک، مثبت و برای متغیرهای فاصله از مراکز خرید، حمل‌ونقل، خیابان اصلی و مسجد، معکوس است. همچنین، نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد، شبکه عصبی در صورتی که آموزش کافی ببیند، قابلیت بالایی در برآورد دقیق قیمت هر متر مربع مسکن دارد. کلید واژگان: مسکن، تابع هدانیک، شبکه عصبی مصنوعی، پیش‌بینی قیمت مسکن، کوی ولیعصر تبریز.

1- استادیار و عضو هیئت علمی جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تبریز (نویسنده مسؤل)

2- کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تبریز

3- کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تبریز

irajteimouri@yahoo.com

nabarc1389@yahoo.com

## مقدمه

مسکن نه تنها سرپناه، بلکه بیانگر ویژگی‌های اجتماعی - اقتصادی خانوار و بازتاب‌دهنده ویژگی‌های متفاوت گروه‌ها و طبقات جامعه است (پورمحمدی، ۱۳۸۴: ۲۳؛ رحمانی، ۱۳۸۴: ۱۸۴). اصل ۳۱ و ۴۳ قانون اساسی داشتن مسکن متناسب با نیاز شخص را حق هر فرد و خانواده ایرانی دانسته و دولت را مکلف به تأمین نیازهای اساسی (مسکن، خوراک، پوشاک) در راستای تأمین استقلال اقتصادی جامعه و ریشه‌کن کردن فقر کرده است (قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۹۳: اصل ۳۱ و ۴۳). مسکن به‌عنوان یک کالای ناهمگن، بادوام، غیرمنقول، سرمایه‌ای و مصرفی با پیامدهای جانبی، سهم زیادی از بودجه خانوارها و هزینه سرمایه‌گذاری ثابت ناخالص ملی را به خود اختصاص داده و نقش زیادی در اشتغال و ارزش افزوده کشورها برعهده دارد (خلیلی عراقی و نوبهار، ۱۳۹۰: ۱۱۴؛ پورمحمدی و اسدی، ۱۳۹۳: ۱۱۲). در واقع مسکن یک کالای مرکب به‌شمار می‌رود که از ویژگی‌های متفاوتی برخوردار است (Panduro & Veie, 2013:120) و برای بسیاری از خانواده‌ها، مالکیت و برخورداری از مسکن صرفاً جایی به‌عنوان محل زیست قلمداد نمی‌شود، بلکه مسکن نشان‌دهنده بخش مهمی از دارایی خانواده‌ها به حساب می‌آید (نشاط و همکاران، ۱۳۹۲، ۱۴۸)، چندان که در اکثر کشورهای صنعتی، املاک و مستغلات مهم‌ترین بخش ثروت خانواده‌ها به حساب می‌آید (Selim, 2009: 2842)؛ در نتیجه، ارزش مسکن خانوار تأثیر مهمی بر فرصت‌های زندگی، پس‌انداز، مصرف و توزیع ثروت در بین خانوارها دارد (سیدنورانی، ۱۳۹۲: ۱۶۲).

این در حالی است که روند شهرنشینی شتابان در کشور، بازار عرضه و تقاضای مسکن را از حالت متعارف خارج ساخته و مسکن را تبدیل به کالای باارزشی برای بهره‌برداری‌های تجاری کرده است (اطهاری، ۱۳۸۹: ۵۸-۵۶)، تا حدی که یک مسکن با ویژگی فیزیکی مشابه در مناطق مختلف شهری، قیمت‌های متفاوتی را نشان خواهند داد؛ یعنی اگر مسکن مشابهی را در

محل‌های مختلف شهری داشته باشیم، این مسکن قیمت‌های مختلفی را از خود نشان می‌دهد و این امر حاکی از آن است که مسکن به‌عنوان یک کالا در مقایسه با سایر کالاها از متغیرهای مختلفی نظیر کالبدی، محیطی و انسانی در ارزش‌گذاری خود اثر می‌پذیرد (Harvey, 2009: 65-68)؛ بنابراین، مسکن کالایی است که قیمت‌گذاری آن در مقایسه با سایر کالاها از عوامل مختلفی تأثیر می‌پذیرد (اکبری و همکاران، ۱۳۹۲: ۲۰). عوامل مختلفی در تعیین قیمت مسکن دخالت دارد؛ آگاهی از این مقوله سبب می‌شود تا برنامه‌ریزان و اقتصاددانان شهری مبادرت به تصمیم‌سازی بهتری برای دستیابی به اهداف مهم عدالت اجتماعی کنند (Sunding & Swoboda, 2010: 550). بسیاری از متغیرهای اثرگذار در قیمت مسکن، ماهیت غیربازاری داشته و از این رو، اطلاعات تقاضای آنها به‌طور مستقیم قابل مشاهده نیست (اکبری و همکاران، ۱۳۸۳: ۹۸). برای اندازه‌گیری ارزش و نقش این متغیرها در قیمت نهایی مسکن، تکنیک‌های گوناگونی ارائه شده است. روش رگرسیون چند متغیره از جمله روش‌های مرسوم در تعیین قیمت مسکن و برآورد میزان اهمیت هر یک از متغیرهای اثرگذار در قیمت مسکن است و در این میان، روش هدانیک<sup>۱</sup> و شبکه‌های عصبی مصنوعی<sup>۲</sup> استفاده و کاربرد متداولی دارند.

به‌لحاظ تئوریک، مدل تابع قیمت هدانیک توسط روسن<sup>۳</sup> در سال ۱۹۷۴ ارائه شد؛ بر این اساس که «هر محصول متفاوت را می‌توان به صورت مجموعه‌ای از ویژگی‌ها دید». تحلیل قیمت هدانیک می‌تواند برای کالاهای مختلفی از قبیل ماشین، تجهیزات کامپیوتر و تولید کشاورزی مورد استفاده قرار گیرد. این روش همچنین، استفاده گسترده‌ای برای ارزش‌گذاری و تعیین قیمت مسکن دارد (Hamilton, 2007: 594).

1 . Hedonic

2 . Artificial neural network

3 . Rossen

## سؤالات و فرضیه‌های پژوهش

این پژوهش، اقدام به برآورد قیمت مسکن شهری در محله ولیعصر شهر تبریز خواهد کرد؛ بنابراین، در پی پاسخ به این سؤالات است که: «۱- متغیرهای اثرگذار بر قیمت مسکن شهری در کوی ولیعصر کدام است؟ ۲- کدام مدل می‌تواند به خوبی قیمت مسکن شهری را با توجه به داده‌های موجود، برآورد کند؟»

با در نظر داشتن سؤال پژوهش، فرضیه آن چنین است: «متغیرهای کالبدی مسکن (سطح زیربنا، تعداد اتاق خواب و...) به همراه متغیرهای موقعیتیابی فضایی نقش مهمی در تعیین قیمت مسکن در کوی ولیعصر دارند».

## پیشینه تحقیق

تحقیقات متعددی در این زمینه در داخل و خارج صورت گرفته است. برخی از پژوهش‌های داخلی و خارجی به شرح زیر می‌باشند:

## مطالعات داخلی

خلیلی عراقی و نوبهار (۱۳۹۰) در مقاله «پیش‌بینی قیمت مسکن در شهر تبریز: کاربرد مدل‌های قیمت هدانیک و شبکه عصبی مصنوعی» به مقایسه قدرت پیش‌بینی دو مدل رگرسیون هدانیک و شبکه عصبی مصنوعی (ANN) و تعیین یک مدل بهینه برای پیش‌بینی قیمت هدانیک مسکن در کلان‌شهر تبریز پرداخته‌اند. نتایج تخمین تابع قیمت هدانیک، بیانگر آن است که اکثر متغیرها معنادار بوده و دارای علامت مورد انتظار هستند. عوامل فیزیکی، بیشتر از عوامل مکانی (محیطی و دسترسی) قیمت واحدهای مسکونی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. همچنین، از بین ویژگی‌های فیزیکی، دارا بودن سالن اجتماعات، دارا بودن استخر، تعداد اتاق‌ها و نمای ساختمان مهم‌ترین عوامل مؤثر بر قیمت مسکن هستند. مهم‌ترین ویژگی مکانی اثرگذار بر قیمت نیز، فاصله تا مراکز آموزشی می‌باشد. براساس کلیه معیارها، مدل شبکه عصبی مصنوعی خطای کمتر و در نتیجه، کارایی بیشتری در پیش‌بینی قیمت هدانیک مسکن داشته است. نتایج

آزمون بیانگر آن است که روش شبکه عصبی مصنوعی از لحاظ آماری نیز برتر از مدل هدانیک می‌باشد.

امامی‌میبدی و همکاران (۱۳۸۸) در مقاله «بررسی عوامل زیست‌محیطی مؤثر بر قیمت منازل مسکونی تهران به روش هدانیک»، با یک رویکرد زیست‌محیطی و با استفاده از روش قیمت‌گذاری هدانیک، میزان تأثیرگذاری این عوامل (شامل متغیرهای زیست‌محیطی مانند میزان آلودگی هوا و فضای سبز سرانه) بر قیمت منازل مسکونی شهر تهران، مورد بررسی قرار داده‌اند. برای انجام تحقیق از داده‌های مقطعی سال ۱۳۸۳ مربوط به ۱۷ منطقه شهرداری تهران استفاده شده است. روش مورد استفاده، روش حداقل مربعات معمولی و فرم تابع لگاریتمی بوده است. براساس نتایج به دست آمده، از بین همه متغیرها، عامل مساحت واحد مسکونی دارای بیشترین تأثیر بر قیمت منازل بوده است. از بین متغیرهای فیزیکی نیز، عمر ساختمان تأثیر قابل توجهی بر قیمت داشته است. همه متغیرهای زیست‌محیطی مانند میزان آلودگی هوا، بر حسب شاخص استاندارد آلودگی و سرانه فضای سبز، دارای تأثیرات مورد انتظار و معناداری بوده‌اند. علاوه بر این، مجاورت واحد مسکونی با فرودگاه نیز تأثیر منفی بر قیمت منازل مسکونی داشته است.

اکبری و همکاران (۱۳۸۳) در مقاله خود با عنوان «بررسی عوامل مؤثر بر قیمت مسکن در شهر مشهد رهیافت اقتصادسنجی فضایی در روش هدانیک»، برای تعیین عوامل مؤثر بر مکان‌گزینی خانوارهای ساکن مشهد از روش قیمت هدانیک استفاده و برای تبیین این عوامل، چهار ویژگی برای مسکن معرفی می‌کنند که عبارت‌اند از: ویژگی‌های فیزیکی یا ساختاری، محیطی، دسترسی و فضایی. متغیر مربوط به ویژگی فضایی با استفاده از تکنیک اقتصادسنجی فضایی و به منظور مقید ساختن تابع قیمت به مکان، به کار گرفته شده است. در پایان نتیجه می‌گیرند که وجود یا نبود وابستگی فضایی در مدل هدانیک، با توجه به نوع واحد مسکونی و وسعت زیر بازارهای مشخص شده برای آن، متفاوت می‌باشد. همچنین مدل

سلیم<sup>۵</sup> (۲۰۰۹) در مقاله‌ای تحت عنوان «برآورد قیمت مسکن در ترکیه؛ مقایسه تابع هدانیک و شبکه عصبی» با استفاده از داده‌های سرشماری مسکن ۲۰۰۴ به برآورد قیمت مسکن با تابع هدانیک پرداخته است. از آنجائیکه شبکه عصبی پتانسیل خوبی را در پیش‌بینی و برآورد رگرسیونهای غیر خطی چند متغیره دارد، در این تحقیق شبکه عصبی به عنوان جایگزین برای تابع هدانیک معرفی شده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد شبکه عصبی از قابلیت بالایی در برآورد قیمت مسکن نسبت به تابع هدانیک دارد.

براسینگتون<sup>۶</sup> و هایت<sup>۷</sup> (۲۰۰۸) در مقاله رویکرد شاخص ترکیبی جهت برآورد تابع قیمت هدانیک؛ از شاخص‌های ترکیبی برای برآورد قیمت مسکن استفاده کرده‌اند. نتایج تحقیق نشان داده است که سطح زیر بنا و کیفیت مدارس نزدیک و محیط پیرامون نقش مؤثری را در تعیین قیمت مسکن دارد.

بررسی پیشینه تحقیقات نشان می‌دهد که در اکثر مطالعات، داده‌های مورد استفاده از نتایج آماری مربوط به سرشماری‌ها و یا از طریق پیمایش استخراج شده است. همچنین، تابع هدانیک در تحقیقات خارجی به‌منظور بررسی اثر یک متغیر مستقل بر روی قیمت مسکن به‌کار گرفته شده است. علاوه بر این، تابع هدانیک و شبکه عصبی مصنوعی بهترین کارایی را در پیش‌بینی و برآورد قیمت مسکن در سطح شهرها داشته‌اند. با توجه به همین مسئله، تحقیق حاضر می‌خواهد در مقیاس خرد (محلّه)، به بررسی متغیرهای اثرگذار و پیش‌بینی و برآورد قیمت مسکن شهری بپردازد که به نظر دقت و کارایی بالاتری را نسبت به سایر مقیاس‌های مطالعاتی دارد.

### روش‌شناسی تحقیق

تحقیق حاضر از نوع همبستگی است و برای تحلیل همبستگی بین متغیرها از روش تحلیل رگرسیون چند متغیره بهره گرفته شده است. برای تحلیل رگرسیون

اقتصادسنجی فضایی در مقایسه با مدل اقتصادسنجی مرسوم، از قابلیت تشخیص بالاتری برخوردار است. بیشترین ضرایب تابع هدانیک واحدهای ویلایی به ترتیب مربوط به متغیرهای مساحت زمین، وضعیت ناامنی در محلّه، وجود حیاط خلوت و تعداد اتاق‌هاست و در واحدهای آپارتمانی بیشترین ضرایب مدل هدانیک به ترتیب به متغیرهای قیمت هر متر مربع زمین، مساحت زیربنا، قدمت ساختمان و انتظار افزایش نسبی قیمت زمین اختصاص دارد.

عسگری، قادری (۱۳۸۱) در مقاله «مدل هدانیک تعیین قیمت مسکن در مناطق شهری ایران»، با بهره‌گیری از فرم‌های خطی، نیمه‌لگاریتمی، لگاریتمی دوپل و مدل کاکس - باکس تأثیر هر کدام از ویژگی‌های مختلف واحد مسکونی بر قیمت آن را با استفاده از تابع هدانیک مورد بررسی قرار داده و قیمت‌های ضمنی هر ویژگی را محاسبه کرده‌اند. داده‌های این مطالعه از پرسش‌نامه‌های هزینه و درآمد ۱۲۳۲۰ خانوار نمونه شهری کشور که توسط مرکز آمار ایران در سال ۱۳۷۹ جمع‌آوری شده، استخراج شده است.

### مطالعات خارجی

پاندور<sup>۱</sup>، ویه<sup>۲</sup> (۲۰۱۳) در مقاله «طبقه‌بندی و ارزیابی فضای سبز شهری: ارزیابی براساس تابع هدانیک مسکن» ضمن طبقه‌بندی فضای سبز شهری به ۸ طبقه، به بررسی تأثیر فضای سبز شهری بر روی قیمت مسکن براساس تابع هدانیک پرداخته‌اند.

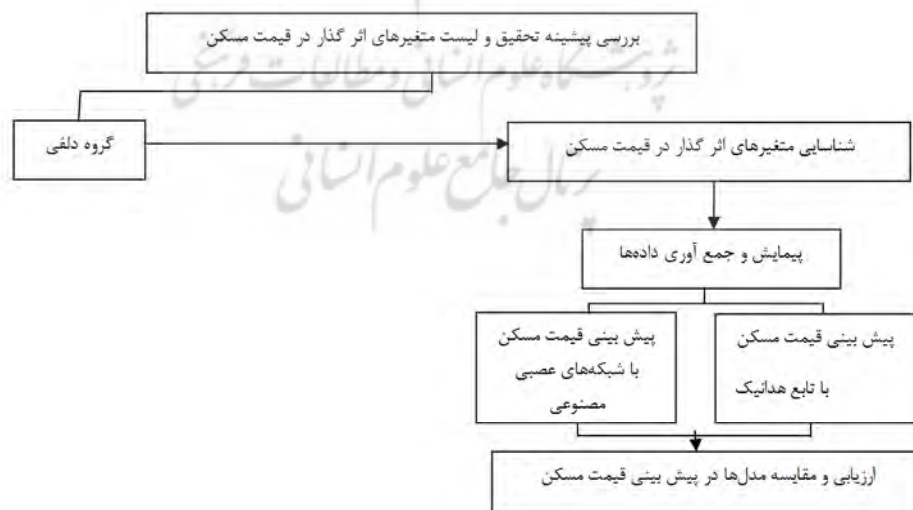
شی لیاو<sup>۳</sup>، زاهوانگ<sup>۴</sup> (۲۰۱۲) در مقاله‌ای با عنوان تابع هدانیک مسکن و رگرسیون فضایی، این تابع را برای برآورد قیمت مسکن در شهر چانگ‌شا به‌کار گرفته‌اند. نتایج تحقیق تغییرات قیمت مسکن را در سطح شهر با توجه به متغیرهای مختلف نشان داده است.

5 .Selim  
6 .Brasington  
7 .Hite

1 Panduro  
2 . Veie  
3 . chi liao  
4 Zhu Wang

گرفته بود، با هم در قالب یک پرسش‌نامه جمع‌آوری شده و مجدداً برای وزن‌دهی در اختیار گروه دلفی قرار دادند. هدف این پرسش‌نامه انتخاب مهم‌ترین متغیرها براساس نظر گروه دلفی است. پس از وزن‌دهی اولیه توسط اعضای گروه (وزن‌ها از خیلی مهم تا کاملاً بی‌اهمیت در ۵ طبقه بودند؛ طیف لیکرت) متغیرها بر اساس وزن‌های داده شده توسط گروه انتخاب شدند که نهایتاً به ۲۸ متغیر طبق جدول (۱) رسید. نهایتاً این ۲۸ متغیر در قالب یک فرم مدون برای ارزیابی وضعیت متغیرها تهیه شد. از آنجایی که کار جمع‌آوری داده از طریق پیمایش صورت گرفت، حجم نمونه براساس فرمول کوکران ۳۰ نمونه بود که انتخاب آن‌ها به صورت تصادفی و در دسترس بودن اطلاعات و ویژگی‌های ساختمان مورد نظر از بین بلوک‌های مسکونی صورت گرفت. در فرم‌های مربوط به وضعیت متغیرها ابتدا برای هر نمونه یک کد مخصوص اختصاص می‌یافت و سپس قیمت ملک از طریق استعلام از بنگاه‌ها استخراج می‌شد و نهایتاً ویژگی متغیرهای مورد نظر در فرم ارزیابی متغیرها جمع‌آوری می‌شد.

چند متغیره از تابع هدانیک و شبکه‌های عصبی مصنوعی بهره گرفته شد. با توجه به اینکه فرضیه پژوهش عبارت بود از «متغیرهای کالبدی مسکن (سطح زیربنا، تعداد اتاق خواب و ...) به همراه متغیرهای موقعیتیابی فضایی نقش مهمی در تعیین قیمت مسکن در کوی ولیعصر دارند»، برای جمع‌آوری داده‌ها و بررسی متغیرهای اثرگذار در قیمت مسکن نیاز به بهره‌گیری از تکنیک‌های تصمیم‌گیری جمعی بود؛ به همین منظور در ابتدا برای برآورد تابع هدانیک قیمت مسکن از گروه دلفی که متشکل از ۱۵ نفر از صاحبان بنگاه املاک در کوی ولیعصر بودند، خواسته شد کلیه متغیرهای تأثیرگذار بر روی قیمت مسکن را به صورت لیست تهیه کرده و در اختیار پژوهشگران قرار دهند. از آنجایی که اکثر بنگاه‌داران تمایل و رغبتی برای همکاری نداشته‌اند، انتخاب گروه دلفی براساس میزان تمایل و رغبت صاحبان بنگاه املاک به همکاری صورت گرفت. پس از جمع‌آوری لیست اولیه متغیرهای اثرگذار، پژوهشگران متغیرهای پیشنهاد شده را با متغیرهایی که در پیشینه تحقیق مورد استفاده قرار



شکل ۱. نمودار فرایند تحقیق

تهیه و ترسیم: (نویسندگان، ۱۳۹۳)

## تابع هدانیک

همان طوری که بیان شد، این روش تابع هدانیک تحلیل رگرسیون چند متغیره است. اساس این روش برآوردن ضریب اهمیت برای هر کدام از متغیرهای مستقل می‌باشد.

قیمت واحد مسکونی، همان قیمت تعادلی حاصل از تقاطع عرضه و تقاضای بازار است. اگر  $Z = (z_1, z_2, \dots, z_n)$  بردار ویژگی‌های مسکن و  $P(Z)$  تابع قیمت هدانیک مسکن باشد، تابع مطلوبیت خانوار را به صورت زیر می‌توان نوشت:

$$U = U(x, z) \quad ۱.$$

در اینجا  $x$  کالای مرکب غیر از مسکن و دارای قیمت واحد فرض می‌شود. خانوار مطلوبیت خود را با توجه به خط بودجه زیر حداکثر می‌کند.

$$Y = P(z) + x \quad ۲.$$

مسئله بهینه‌سازی خانوار به صورت زیر است:

$$\max: U = U(x, z) \quad ۳.$$

$$\text{St: } Y = P(z)$$

$$L = U(x, z_1, z_2, \dots, z_n) + \lambda[Y - x - P(z)]$$

با مشتق‌گیری از رابطه فوق می‌توان نوشت:

$$\frac{\partial P(z)}{\partial z_i} = Pz_i = \frac{U_{z_i}}{u_x} \quad ۴.$$

$Uz_i$ : مطلوبیت نهایی ناشی از  $i$  امین مشخصه واحد مسکونی

$U_x$ : مطلوبیت نهایی ناشی از مصرف سایر کالاها

$Pz_i$ : میل نهایی به پرداخت برای  $i$  امین مشخصه واحد مسکونی (خلیلی عراقی و نوبهار، ۱۳۹۰: ۱۱۶؛ Sheppard, 1999؛ Helbich & others, 2013: 84)

۱۵۹۵-۱۶۳۵) لازم به ذکر است با کمک مشتق‌گیری می‌توان آهنگ تغییر قیمت مسکن را بر اساس تغییر هر کدام از متغیرهای مستقل نشان داد. بنابراین، برای برآورد قیمت‌های ضمنی هر یک از مشخصه‌های واحد مسکونی از برآورد تابع قیمت هدانیک مسکن که به صورت زیر تعریف می‌شود، می‌توان استفاده کرد:

$$P(z) = F(fz_1, fz_2, \dots, fz_n) \quad ۵.$$

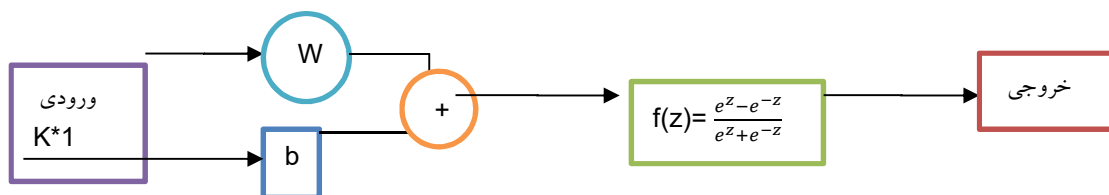
که در آن  $F$  ضریب ثابت تابع هدانیک و  $f$  وزن متغیرهای اثرگذار بر روی قیمت مسکن است (Brander & Koetse, 2011: 2766). در صورت وجود داده‌های کافی، تابع هدانیک محدودیتی را برای برآورد قیمت نهایی مسکن در مقایسه با سایر روش‌ها ندارد (Dorsey et al, 2010: 75).

در واقع قیمت نهایی مسکن براساس فرمول (۵) به صورت زیر به دست می‌آید:

قیمت مسکن = ضریب کل \* (ضریب متغیر اول \* متغیر اول + (ضریب متغیر دوم \* متغیر دوم) + ... + (ضریب متغیر  $n$  \* متغیر  $n$  ام))

## شبکه‌های عصبی مصنوعی

شبکه‌های عصبی مصنوعی توانایی استخراج الگوها در داده‌های مشاهده شده بدون داشتن مفروضاتی در مورد روابط بین متغیرها هستند (Curry et al, 2002: 955). در شبکه‌های عصبی، نرون کوچک‌ترین واحد پردازش داده‌ها می‌باشد و اساس عملکرد شبکه عصبی را تشکیل می‌دهد. شکل (۲) مدل شبکه عصبی تک‌نرون با چند ورودی را نشان می‌دهد:



شکل ۲. مدل شبکه عصبی تک نرون با چند ورودی

تهیه و ترسیم: (نویسندگان، ۱۳۹۳)

برگردانده می‌شود. مقادیر اولیه وزن‌ها به صورت رندم انتخاب می‌شوند. همان طوری که شکل (۱) نیز نشان می‌دهد، در این شبکه ابتدا هر نرون در لایه مخفی مجموع حاصل ضرب اطلاعات ورودی و وزن‌های مرتبط را محاسبه می‌کند و سپس این حاصل را با استفاده از یک تابع فعال‌سازی به نرون لایه بعدی می‌فرستد و مقادیر محاسبه شده خروجی با مقادیر واقعی مقایسه و ضریب خطا برآورد می‌شود. چنانچه مقدار خطا از میزان خطای مورد نظر بیشتر باشد، آنگاه شبکه به عقب بازگشته و با تغییر ضرایب وزن‌ها و تکرار مراحل قبل، مجدداً خروجی را حساب می‌کند. این عمل تا زمانی که مقدار خروجی به میزان خطای مورد نظر برسد، ادامه پیدا می‌کند. فرم کلی این مدل را می‌توان به شکل زیر نوشت:

$$y = h[\beta_0 + \sum_{m=1}^m \beta_m f [\sum_{k=1}^k Y_{km} X_k]]$$

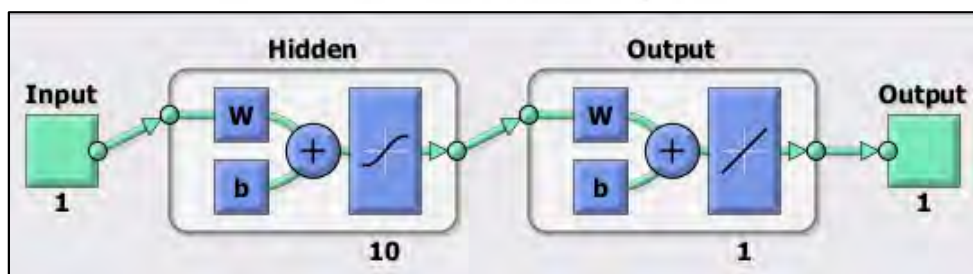
در رابطه فوق،  $M$  تعداد نرون‌های لایه مخفی،  $K$  تعداد نرون‌های ورودی،  $\beta_0$  بایاس لایه پنهان،  $\beta_m$  وزن‌های ارتباطی بین نرون‌های خروجی و نرون‌های مخفی،  $Y_{km}$  وزن‌های ارتباطی بین نرون مخفی و نرون ورودی،  $f$  تابع فعال‌سازی لایه مخفی و  $h$  تابع فعال‌سازی لایه خروجی شبکه عصبی است (منهاج، ۵۲۵:۱۳۸۸-۵۳۰).

در یک مدل شبکه عصبی، تک‌نرون با چند ورودی Input یک بردار ورودی با  $k$  عنصر است.  $w$  وزن‌های گره‌گامی است که میزان تأثیر متغیرهای ورودی (عوامل مؤثر بر قیمت مسکن) بر خروجی (قیمت هر متر مربع مسکن) را نشان می‌دهند.  $b$  یک مقدار ثابت یا مقدار بایاس است و  $f$  بیانگر تابع فعال‌سازی (در اینجا تانژانت هایپربولیک) است که ورودی خالص را به خروجی تبدیل می‌کند. روابط بین متغیرهای ذکر شده در شبکه عصبی را می‌توان به شکل زیر نوشت:

$$z = \sum_{k=1}^k x_k w_k + b = \vec{W} \cdot \vec{X} + b, \quad y = f(WX + b)$$

توابع فعال‌سازی می‌تواند از نوع خطی یا غیرخطی باشد. این توابع براساس نیاز خاص برای حل یک مسئله انتخاب می‌شوند. توابع مرسوم برای مدل‌های پیش‌بینی توابع تانژانت هایپربولیک<sup>۱</sup> و سیگموند<sup>۲</sup> می‌باشند. همچنین، پرکاربردترین شبکه عصبی برای پیش‌بینی شبکه عصبی پرسپترون چند لایه با الگوریتم پس انتشار خطا می‌باشد. شکل (۳) شبکه عصبی پرسپترون با ۱۰ لایه پنهان را نشان می‌دهد که در تحقیق حاضر به کار رفت.

شبکه عصبی پرسپترون چند لایه از یک و یا تعداد بیشتری لایه‌های میانی تشکیل می‌شود. سیگنال‌های ورودی به وسیله ضریب به هنجارکننده نرمالیزه شده و بعد از انجام محاسبات، خروجی به مقدار واقعی



شکل ۳. شبکه عصبی با ۱۰ لایه پنهان

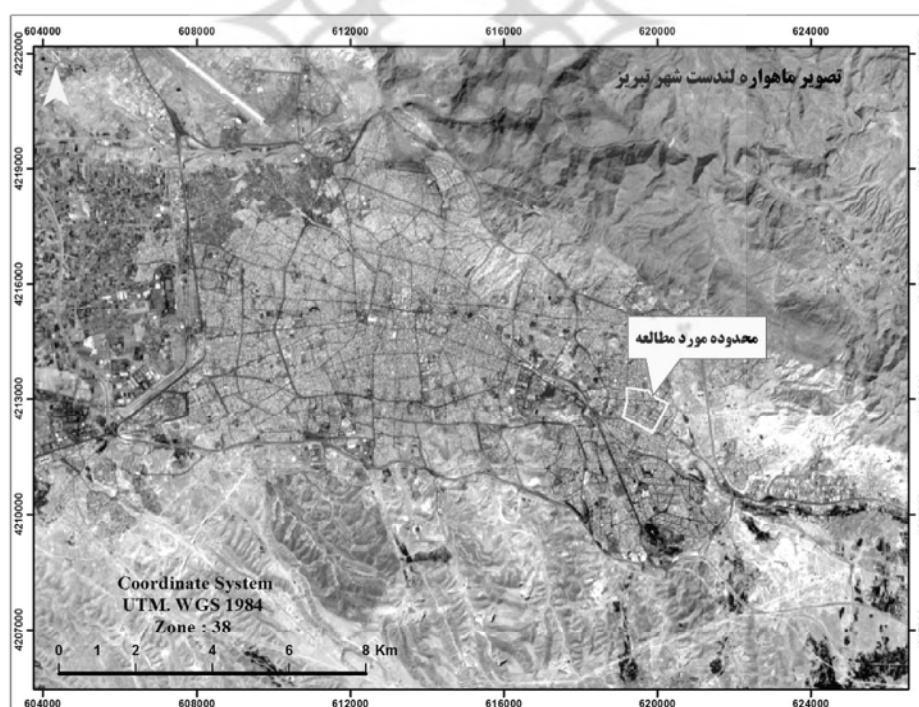
تهیه و ترسیم: (نویسندگان، ۱۳۹۳)

1. Hyperbolic Tangent :  $f(z) = \frac{e^z - e^{-z}}{e^z + e^{-z}}$
2. Sigmoid:  $f(z) = \frac{1}{1 + e^{-z}}$

نواحی مسکونی مطلوب به‌شمار می‌رود و یکی از بهترین نقاط سکونتی در شهر تبریز است. قطعات نسبتاً درشت‌دانه و شبکه معابر طراحی شده و سطوح خدماتی مناسب، مطلوبیت‌هایی را برای فروش تراکم در این محدوده ایجاد کرده و اسکان طبقه اجتماعی متوسط به بالا را در پی داشته است. در حال حاضر، روند توسعه و تغییرات این محدوده به ترتیبی است که با افزایش ساخت‌وسازهای جدید بر پایه تراکم‌های بالا و با تغییر الگوی سکونت از تک واحدی به چند خانواری و آپارتمانی جمعیت‌پذیری این محدوده در حال افزایش است. به‌طوری که شهرداری منطقه یک تبریز در بین مناطق ۱۰ گانه شهرداری، بیشترین درآمد آمار صدور پروانه را از نظر میزان و تعداد طبقات دارد (شهرداری تبریز، ۱۳۹۳).

### محدوده مورد مطالعه

کوی ولیعصر در شمال شرق تبریز قرار گرفته است و جزء محدوده کالبدی منطقه یک شهرداری تبریز است. در طرح تفصیلی جدید شهر تبریز، محدوده کالبدی کوی ولیعصر به ۶ محله تقسیم شده است و حدود ۵۰۸ هکتار وسعت دارد. جمعیت ساکن در کوی ولیعصر تبریز براساس برآورد انجام گرفته از طرح جامع تبریز (در سال ۱۳۷۴)، ۲۳۶۶۰ نفر بوده است. در سال ۱۳۸۵ بر مبنای مطالعات دومین طرح تفصیلی شهر، جمعیت موجود در این کوی (ناحیه ۳ از منطقه یک) ۴۵۰۲۲ نفر ذکر شده است. حوزه مسکونی کوی ولیعصر در مرکز کوی، دارای بافتی نسبتاً درشت‌دانه (بیشتر از ۲۵۰ متر مربع) و در بقیه کوی دارای بافتی متوسط (۲۰۰ متر و کمتر) است. این محدوده جزء



نقشه ۱: تصویر ماهواره‌ای شهر تبریز و موقعیت محدوده مورد مطالعه

تهیه و ترسیم: (سازمان فضائی ایران، ۱۳۹۳)

### یافته‌های پژوهش

متغیرهای مؤثر بر روی قیمت مسکن در کوی ولیعصر تبریز که از طریق تکنیک تصمیم‌گیری جمعی و دلفی به‌دست آمده بود، به شرح جدول (۱) هستند:

در این پژوهش از نرم‌افزارهای Spss18 و matlab برای اعمال روابط فوق‌الذکر بر روی داده‌ها بهره گرفته شد.



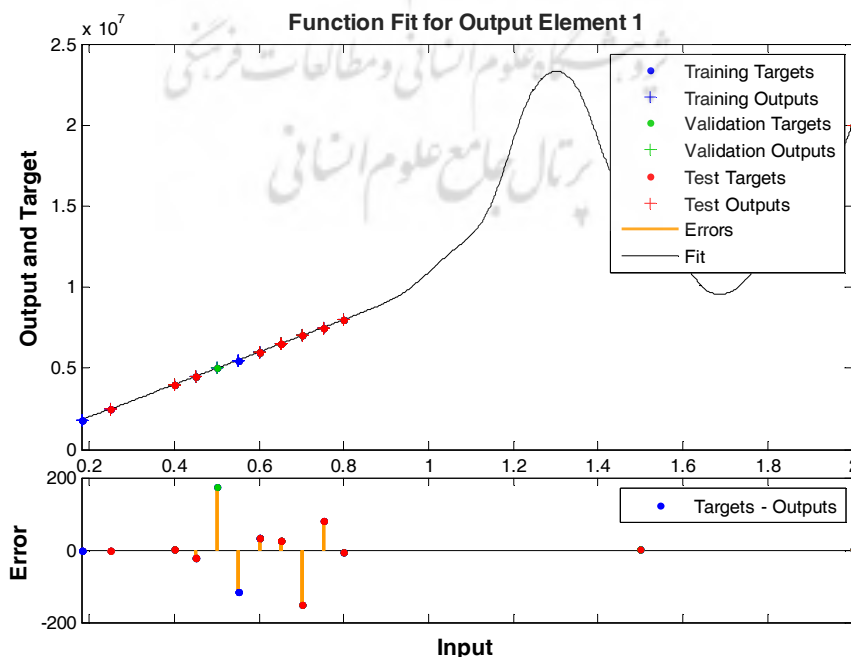
جدول ۱. متغیرهای مورد استفاده در تحقیق

کد	نام متغییر	کد	نام متغییر
X۱	مساحت عرصه	X۱۵	داشتن آسانسور
X۲	مساحت عیان	X۱۶	نوع سیستم گرمایشی
X۳	شیوه معماری بنا	X۱۷	تعداد سرویس بهداشتی
X۴	تعداد طبقات (با احتساب زیرزمین و پیلوت)	X۱۸	آشپزخانه اوپن
X۵	تعداد واحدها در هر طبقه	X۱۹	مساحت پذیرایی بیش از ۵۰ متر مربع
X۶	تعداد اطاق‌ها در واحد پیشنهادی	X۲۰	قدمت بنا
X۷	نحوه تقسیم فضاهای داخلی	X۲۱	نوع اسکلت و سازه بنا
X۸	دارا بودن حیاط	X۲۲	عرض معبر
X۹	شکل ظاهری نمای ساختمان	X۲۳	مجاورت و فاصله تا خیابان اصلی
X۱۰	نحوه اجرای ساختمان	X۲۴	مجاورت و فاصله تا پارک و فضای سبز
X۱۱	نوع مصالح مصرفی در داخل و خارج بنا	X۲۵	فاصله از مسجد
X۱۲	جهت قرارگیری ساختمان	X۲۶	فاصله از ایستگاه حمل و نقل عمومی
X۱۳	داشتن پارکینگ	X۲۷	فاصله از مراکز خرید
X۱۴	داشتن انباری		

منبع: (نویسندگان ، ۱۳۹۳)

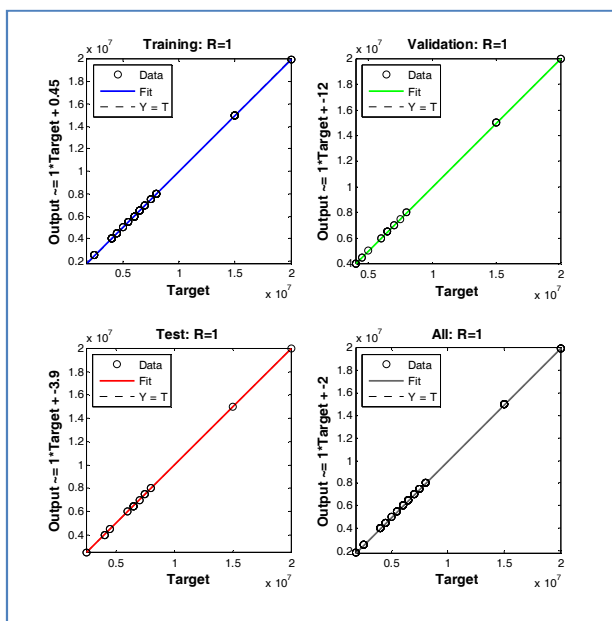
تابع مورد استفاده برای به‌رازش تابع تانژانت هایپربولیک بوده و همچنین تابع مورد استفاده برای آزمون شبکه تابع Train lm بود. پس از آموزش‌های متعدد شبکه نهایتاً به نتیجه قابل قبولی مطابق نمودار شکل (۴ و ۵) رسید.

برای پردازش داده‌ها از دو نرم‌افزار SPSS و Matlab به‌طور جداگانه استفاده شد. از نرم‌افزار SPSS برای برآورد تابع هدانیک و از نرم‌افزار Matlab به‌منظور به‌رازش مدل در شبکه‌های عصبی مصنوعی استفاده شد. مدل شبکه عصبی مورد استفاده از نوع پرسپترون چند لایه با الگوریتم پس انتشار با ۱۰ لایه پنهان و



شکل ۴. نمودار برازش مدل بر روی داده‌های تحقیق

تهیه و ترسیم: (نویسندگان ، ۱۳۹۳)



شکل ۵. نمودار خط رگرسیون به رازش داده شده در شبکه عصبی

منبع: (نویسندگان ، ۱۳۹۳)

با توجه به فرمول تابع هدانیک (فرمول ۵) تابع هدانیک در پژوهش حاضر، ضریب ثابت تابع هدانیک برابر با  $\frac{23583714}{981}$  بوده و ضرایب اهمیت متغیرها نیز به شرح جدول (۲) هستند.

جدول ۲. ضریب اهمیت متغیرها در تابع هدانیک

کد	نام متغیر	ضریب اهمیت	کد	نام متغیر	ضریب اهمیت
X1	مساحت عرصه	۳۱۲۴۹/۸۷	X18	آشپزخانه اوپن	-۱۳۸۶۳۰۵/۷۷
X2	مساحت عیان	-۲۶۴۵۹/۲۲	X19	مساحت پذیرایی بیش از ۵۰ متر مربع	۱۶۶/۲۹
X3	تعداد واحدها در هر طبقه	-۶۶۰۴۶۶/۱۱	X20	قدمت بنا	۴۶۳۹۷۹/۸
X5	تعداد اطاقها در واحد پیشنهادی	-۳۵۰۲۲۴۸/۱۹	X21	نوع اسکلت و سازه بنا	۱۰۵۴۲۶۰۷/۷
X6	نحوه تقسیم فضاهای داخلی	۲۸۰۷۹۷۳/۹۵	X22	عرض معبر	-۲۹۳۲۳۴/۹۸
X7	دارا بودن حیاط	-۷۷۲۶۳۱۹/۴۳	X23	مجاورت و فاصله تا خیابان اصلی	۱۴۰۲۷۶/۲۱
X8	شکل ظاهری نمای ساختمان	۵۲۴۴۹۸/۵۷	X24	مجاورت و فاصله تا پارک و فضای سبز	۴۰۲۰۳/۵۵
X9	نحوه اجرای ساختمان	۲۸۷۳۰۰۱/۶۸	X25	فاصله از مسجد	۱۴۷۵۱/۷
X10	نوع مصالح مصرفی در داخل و خارج بنا	-۵۱۱۲۶۵۰/۵	X26	فاصله از ایستگاه حمل و نقل عمومی	-۱۴۰۴۷۱/۴۹
X11	جهت قرارگیری ساختمان	۱۰۱۴۸۴۲/۲۳	X27	فاصله از مراکز خرید	۱۳۲۵۰۰/۸۸
X12	داشتن آسانسور	-۱۵۵۳۶۰۰/۵۷			
X15	مساحت (مترمربع)	-۹۰۶۵۰۹/۲			

منبع: (نویسندگان ، ۱۳۹۳)

نرم افزار spss متغیرهایی که در مدل هدانیک تأثیری ندارند، خارج کرد. طبق تحلیل‌های صورت گرفته، متغیرهای با کد X3، X13، X16 و X17 که به ترتیب عبارت از شیوه معماری بنا، دارا بودن پارکینگ، نوع

ضریب اهمیت متغیرهای تحقیق به صورت مثبت و منفی به شرح جدول (۱) است. هر کدام از این ضرایب در عدد متغیر مربوطه ضرب می‌شوند که حاصل جمع مجموع آن‌ها بیانگر قیمت مسکن مورد نظر خواهد بود.

سیستم گرمایشی و تعداد سرویس‌های بهداشتی می‌باشند، تأثیری در قیمت هر متر مربع مسکن کوی ولیعصر تبریز نداشته‌اند. در واقع جدول (۱) پاسخ سؤال اول تحقیق است که در آن متغیرهای اثرگذار بر روی قیمت مسکن در کوی ولیعصر مشخص می‌باشد. در واقع فرمول (۵) در ارتباط با تابع هدانیک به شکل زیر درخواهد آمد:

$$\text{قیمت} = ۲۳۵۸۳۷۱۴/۹۸ + (X_1 * ۳۱۲۴۹/۸۷) + (X_2 * -۲۶۴۵۹/۲۲) + \dots + (X_{27} * ۱۳۲۵۰۰/۸۸)$$

یعنی قیمت هر متر مربع مسکن در کوی ولیعصر تبریز جمع حاصل ضرب ضریب اهمیت متغیرها در خود متغیرها است.

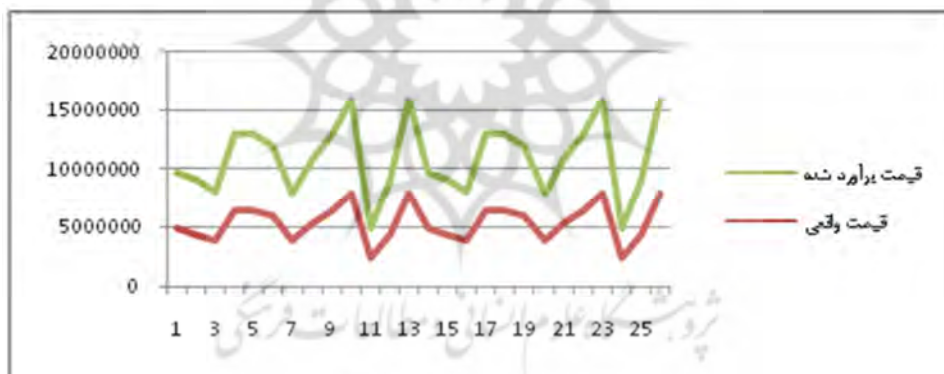
جدول ۳. مقایسه نتایج بدست آمده از شبکه‌های عصبی و تابع هدانیک

ردیف	قیمت واقعی (تومان)	خطا	برآورد تابع هدانیک	خطا	برآورد ثانویه شبکه عصبی	خطا	برآورد اولیه شبکه عصبی	اختلاف برآورد شبکه عصبی ثانویه با هدانیک
۱	۵۰۰۰۰۰۰	۱۸۰۲۱۹/۴	۴۸۱۹۷۸۱	۱۷۶/۲۷	۴۹۹۹۸۲۳/۷۲	۶۶۸۴۹/۲۸	۴۹۳۳۱۵۰/۷۱	۱۸۰۰۴۲
۲	۴۵۰۰۰۰۰	-۲۰۴۱۵۷	۴۷۰۴۱۵۷	-۲۱/۹۱	۴۵۰۰۲۱/۹۲	۵۳۴۱۵۱/۳۰	۳۹۶۵۸۴۸/۶۹	-۲۰۴۱۳۶
۳	۴۰۰۰۰۰۰	-۱۵۵۵۷۹	۴۱۵۵۵۷۹	۱/۶۸	۳۹۹۹۹۹۸/۳۱	۱۵۲۱۱۷۰/۰۳۵	۲۴۷۸۸۲۹/۹۶	-۱۵۵۵۸۱
۴	۶۵۰۰۰۰۰	-۹۰۵۳/۱۹	۶۵۰۹۰۵۳	۲۴/۸	۶۴۹۹۹۷۵/۱۴	-۱۳۱۵۶۳/۷۰۲	۶۶۳۱۵۶۳/۷۰۲	-۹۰۷۸
۵	۶۵۰۰۰۰۰	-۲۴۷۱۸/۵	۶۵۲۴۷۱۸	۲۴/۸	۶۴۹۹۹۷۵/۱۴	-۱۳۱۵۶۳/۷۰۲	۶۶۳۱۵۶۳/۷۰۲	-۲۴۷۴۳
۶	۶۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۴۴	۶۰۰۰۰۰۰	۳۲/۲۴	۵۹۹۹۹۶۷/۷۵	-۸۷۶۴۳/۵۶	۶۰۸۷۶۴۳/۵۶۷	-۳۳
۷	۴۰۰۰۰۰۰	۶۸۴۳۰/۳۸	۳۹۳۱۵۷۰	۱/۶۸	۳۹۹۹۹۹۸/۳۱	۱۵۲۱۱۷۰/۰۳۵	۲۴۷۸۸۲۹/۹۶	-۶۸۴۲۸
۸	۵۵۰۰۰۰۰	۱۱۱۹۲/۴۵	۵۴۸۸۸۰۸	-۱۱۵/۳	۵۵۰۰۱۱۵/۳۰۴	-۱۷۷۴۸/۲۷	۵۵۱۷۷۴۸/۲۷	۱۱۳۰۷
۹	۶۵۰۰۰۰۰	-۶۸۱۷/۵۷	۶۵۰۶۸۱۸	۲۴/۸	۶۴۹۹۹۷۵/۱۴	-۱۳۱۵۶۳/۷۰۲	۶۶۳۱۵۶۳/۷۰۲	-۶۸۴۳
۱۰	۸۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۸۹	۸۰۰۰۰۰۰	-۵/۶۱	۸۰۰۰۰۰۵/۶۱۷	-۴۴۲۵۷۵/۱۰۸	۸۴۴۲۵۷۵/۱۰۸	۵
۱۱	۲۵۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۹۸	۲۵۰۰۰۰۰	-۰/۴۳	۲۵۰۰۰۰۰/۴۳۹	۸۰۴۷۶۹/۸۰	۱۶۹۵۲۳۰/۱۹۴	۰
۱۲	۴۵۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۸۸	۴۵۰۰۰۰۰	-۲۱/۹	۴۵۰۰۲۱/۹۲	۵۳۴۱۵۱/۳۰۴	۳۹۶۵۸۴۸/۶۹۶	۲۱
۱۳	۸۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۶	۸۰۰۰۰۰۰	-۵/۶۱	۸۰۰۰۰۰۵/۶۱۷	-۴۴۲۵۷۵/۱۰۸	۸۴۴۲۵۷۵/۱۰۸	۵
۱۴	۵۰۰۰۰۰۰	۱۸۰۲۱۹/۴	۴۸۱۹۷۸۱	۱۷۶/۲۷	۴۹۹۹۸۲۳/۷۲۵	۶۶۸۴۹/۲۸	۴۹۳۳۱۵۰/۷۱۹	۱۸۰۰۴۲
۱۵	۴۵۰۰۰۰۰	-۲۰۴۱۵۷	۴۷۰۴۱۵۷	-۲۱/۹	۴۵۰۰۲۱/۹۲	۵۳۴۱۵۱/۳۰۴	۳۹۶۵۸۴۸/۶۹۶	-۲۰۴۱۳۶
۱۶	۴۰۰۰۰۰۰	-۱۵۵۵۷۹	۴۱۵۵۵۷۹	۱/۶۸	۳۹۹۹۹۹۸/۳۱	۱۵۲۱۱۷۰/۰۳۵	۲۴۷۸۸۲۹/۹۶	-۱۵۵۵۸۱
۱۷	۶۵۰۰۰۰۰	-۹۰۵۳/۱۹	۶۵۰۹۰۵۳	۲۴/۸	۶۴۹۹۹۷۵/۱۴	-۱۳۱۵۶۳/۷۰۲	۶۶۳۱۵۶۳/۷۰۲	-۹۰۷۸
۱۸	۶۵۰۰۰۰۰	-۲۴۷۱۸/۵	۶۵۲۴۷۱۸	۲۴/۸	۶۴۹۹۹۷۵/۱۴	-۱۳۱۵۶۳/۷۰۲	۶۶۳۱۵۶۳/۷۰۲	-۲۴۷۴۳
۱۹	۶۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۴۴	۶۰۰۰۰۰۰	۳۲/۲۴	۵۹۹۹۹۶۷/۷۵	-۸۷۶۴۳/۵۶	۶۰۸۷۶۴۳/۵۶۷	-۳۳
۲۰	۴۰۰۰۰۰۰	۶۸۴۳۰/۳۸	۳۹۳۱۵۷۰	۱/۶	۳۹۹۹۹۹۸/۳۱	۱۵۲۱۱۷۰/۰۳۵	۲۴۷۸۸۲۹/۹۶	۶۸۴۲۸
۲۱	۵۵۰۰۰۰۰	۱۱۱۹۲/۴۵	۵۴۸۸۸۰۸	-۱۱۵/۳	۵۵۰۰۱۱۵/۳۰۴	-۱۷۷۴۸/۲۷	۵۵۱۷۷۴۸/۲۷	۱۱۳۰۷
۲۲	۶۵۰۰۰۰۰	-۶۸۱۷/۵۷	۶۵۰۶۸۱۸	۲۴/۸	۶۴۹۹۹۷۵/۱۴	-۱۳۱۵۶۳/۷۰۲	۶۶۳۱۵۶۳/۷۰۲	-۶۸۴۳
۲۳	۸۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۸۹	۸۰۰۰۰۰۰	-۵/۶	۸۰۰۰۰۰۵/۶۱۷	-۴۴۲۵۷۵/۱۰۸	۸۴۴۲۵۷۵/۱۰۸	۵
۲۴	۲۵۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۹۸	۲۵۰۰۰۰۰	-۰/۴۳	۲۵۰۰۰۰۰/۴۳۹	۸۰۴۷۶۹/۸۰	۱۶۹۵۲۳۰/۱۹۴	۰
۲۵	۵۰۰۰۰۰۰	۱۸۰۲۱۹/۴	۴۸۱۹۷۸۱	۱۷۶/۲۷	۴۹۹۹۸۲۳/۷۲۵	۶۶۸۴۹/۲۸	۴۹۳۳۱۵۰/۷۱۹	۱۸۰۰۴۲
۲۶	۴۵۰۰۰۰۰	-۲۰۴۱۵۷	۴۷۰۴۱۵۷	-۲۱/۹	۴۵۰۰۲۱/۹۲	۵۳۴۱۵۱/۳۰۴	۳۹۶۵۸۴۸/۶۹۶	-۲۰۴۱۳۶
۲۷	۴۰۰۰۰۰۰	-۱۵۵۵۷۹	۴۱۵۵۵۷۹	۱/۶	۳۹۹۹۹۹۸/۳۱	۱۵۲۱۱۷۰/۰۳۵	۲۴۷۸۸۲۹/۹۶	-۱۵۵۵۸۱
۲۸	۶۵۰۰۰۰۰	-۹۰۵۳/۱۹	۶۵۰۹۰۵۳	۲۴/۸	۶۴۹۹۹۷۵/۱۴	-۱۳۱۵۶۳/۷۰۲	۶۶۳۱۵۶۳/۷۰۲	-۹۰۷۸
۲۹	۶۵۰۰۰۰۰	-۲۴۷۱۸/۵	۶۵۲۴۷۱۸	۲۴/۸	۶۴۹۹۹۷۵/۱۴	-۱۳۱۵۶۳/۷۰۲	۶۶۳۱۵۶۳/۷۰۲	-۲۴۷۴۳
۳۰	۶۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۴۴	۶۰۰۰۰۰۰	۳۲/۲۴	۵۹۹۹۹۶۷/۷۵	-۸۷۶۴۳/۵۶	۶۰۸۷۶۴۳/۵۶۷	-۳۳
۳۱	۴۰۰۰۰۰۰	۶۸۴۳۰/۳۸	۳۹۳۱۵۷۰	۱/۶	۳۹۹۹۹۹۸/۳۱	۱۵۲۱۱۷۰/۰۳۵	۲۴۷۸۸۲۹/۹۶	۶۸۴۲۸

گرفت، میزان خطا در مدل شبکه عصبی به‌طور چشمگیری کاهش یافت که بالاترین میزان خطا در پیش‌بینی قیمت ۱۷۶ تومان بالاتر از قیمت واقعی و کمترین میزان خطا ۲۴- تومان کمتر از قیمت واقعی است. با مراجعه به نمودارهای شکل (۶) و (۷) و (۸) می‌توان مقایسه‌ای از نتایج به‌دست آمده در تابع هدانیک و شبکه عصبی مصنوعی را مشاهده کرد. همان‌طوری که نمودارها نیز نشان می‌دهند، شبکه عصبی در صورتی که آموزش کافی ببیند، از قابلیت بالایی در پیش‌بینی دقیق قیمت هر متر مربع مسکن بهره‌مند است؛ بنابراین در پاسخ به سؤال دوم پژوهش، می‌توان گفت که شبکه‌های عصبی قابلیت بهتری در پیش‌بینی و برآورد قیمت مسکن در مقایسه با تابع هدانیک دارد.

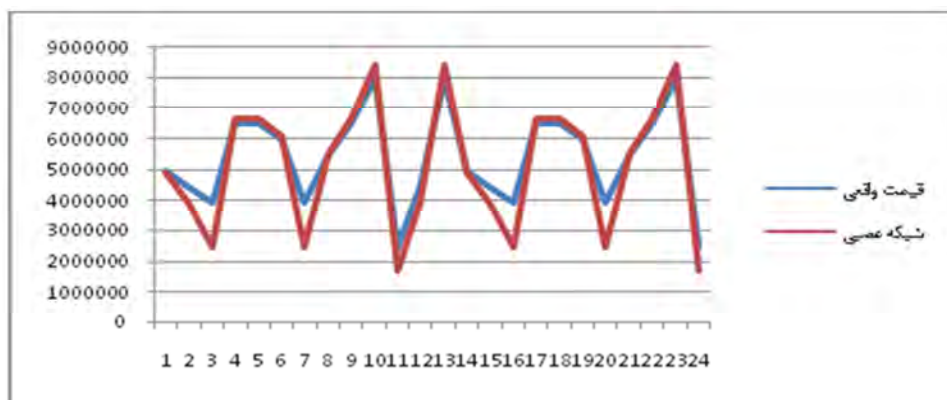
طبق یافته‌های به‌دست آمده در جدول (۳) ماکزیمم خطای به‌دست آمده برای تابع هدانیک ۱۸۰۲۱۹ هزار تومان بالاتر از قیمت واقعی و منیمم خطا برای همین تابع برابر با ۲۰۴۱۵۷- هزار تومان کمتر از قیمت واقعی است. بررسی خطاهای به‌دست آمده در تابع هدانیک نشان می‌دهد که این مدل در قیمت‌های بین ۴۵۰۰۰۰۰ تا ۵۰۰۰۰۰۰ در برآورد پیش‌بینی با خطا روبرو بوده است.

اما همان‌طوری که جدول نشان می‌دهد، در مدل شبکه عصبی برآورد اولیه بالاترین رقم خطا ۸۰۴۷۶ تومان بالاتر از رقم واقعی و حداقل خطا ۴۴۲۵۷- هزار تومان کمتر از قیمت واقعی است. از آنجایی که شبکه‌های عصبی مصنوعی قابلیت آموزش و تکرار را دارند، می‌تواند نتایج متفاوتی در هر دوره آموزش به بار بیاورد؛ بر همین اساس در برآورد ثانویه که صورت



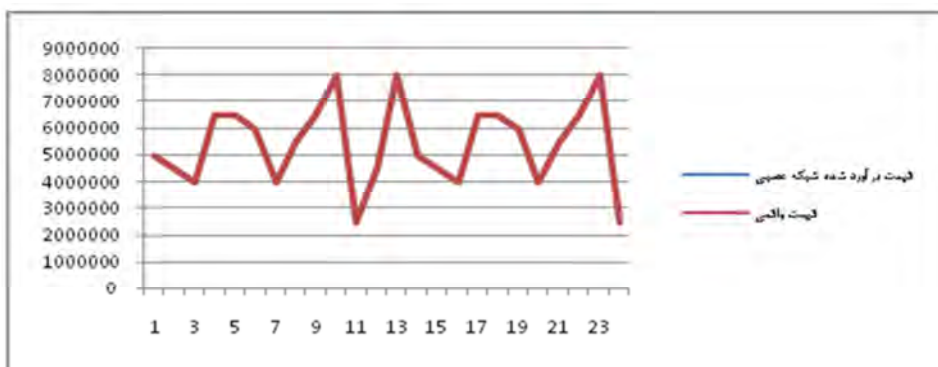
شکل ۶. نمودار مقایسه قیمت واقعی با قیمت تابع هدانیک

تهیه و ترسیم: (نویسندگان، ۱۳۹۳)

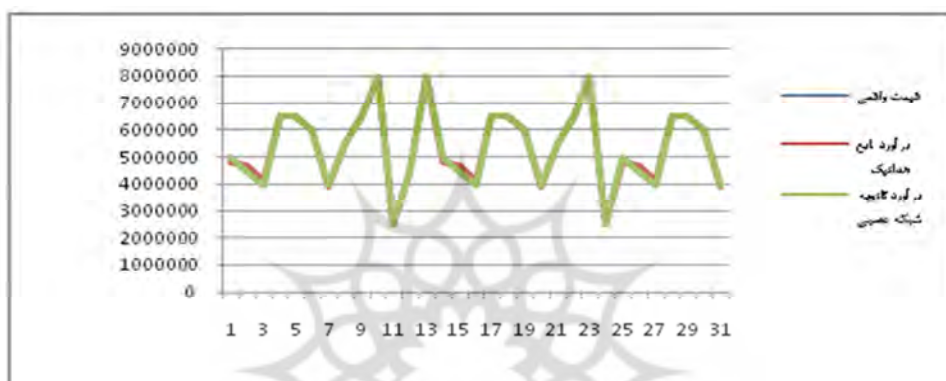


شکل ۷. نمودار مقایسه قیمت واقعی با قیمت برآورد شده شبکه عصبی

تهیه و ترسیم: (نویسندگان، ۱۳۹۳)



شکل ۸. نمودار قیمت برآورد شده نهایی توسط شبکه عصبی تهیه و ترسیم: (نویسندگان ، ۱۳۹۳)



شکل ۹. نمودار مقایسه نتایج بین مدل هدانیک و شبکه عصبی تهیه و ترسیم: (نویسندگان ، ۱۳۹۳)

از آنجایی که بخش دوم فرضیه در ارتباط با نقش و اهمیت متغیرهای فضایی در تعیین قیمت مسکن بود، به همین منظور در نرم‌افزار SPSS بین متغیرهای فضایی (فاصله از خیابان اصلی، فاصله از پارک، فاصله از مسجد، فاصله از ایستگاه حمل و نقل عمومی و فاصله از مرکز خرید) با قیمت مسکن همبستگی پیرسون برقرار شد. یافته‌های پژوهش در ارتباط با همبستگی پیرسون به قرار زیر است:

نتایج به دست آمده در مدل هدانیک و شبکه عصبی مصنوعی در نمودار شکل (۹) مقایسه شده است، همانطوریکه شکل نشان می‌دهد دقت شبکه عصبی بیشتر از تابع هدانیک است. در جدول (۳) ستون مربوط به اختلاف برآورد شبکه عصبی و تابع هدانیک، اختلاف دو مدل را در برآورد قیمت مسکن نشان می‌دهد. طبق این ستون، برآورد شبکه عصبی برای مثال در نمونه اول که قیمت واقعی آن در هر متر مربع ۵۰۰۰۰۰۰ تومان است، ۱۸۰۰۴۲ تومان بیشتر از تابع هدانیک می‌باشد و خیلی به قیمت واقعی نزدیک است.

جدول ۴. همبستگی بین قیمت زمین و فاصله از خیابان اصلی، پارک، مساجد، ایستگاه حمل و نقل و مراکز خرید

فاصله از مرکز خرید	فاصله از ایستگاه حمل و نقل عمومی	فاصله از مسجد	فاصله از پارک	فاصله از خیابان اصلی	ضریب همبستگی قیمت مسکن
-/۱۱۲	-/۱۳۷	-/۴۳۷	**۰/۶۵۳	-/۰۸۵	

می‌برند که متداول‌ترین آنها روش‌های مبتنی بر رگرسیون چند متغیره است. در این تحقیق، از دو روش تابع هدانیک و شبکه‌های عصبی مصنوعی برای پیش‌بینی قیمت مسکن استفاده شد. فرضیه مورد نظر پژوهش عبارت بود از «متغیرهای کالبدی مسکن (سطح زیربنا، تعداد اتاق خواب و ...) به همراه متغیرهای موقعیت‌یابی فضایی نقش مهمی در تعیین قیمت مسکن در کوی ولیعصر دارند». داده‌ها از طریق پیمایش و نمونه‌ها براساس فرمول کوکران از بین بلوک‌های مسکونی کوی ولیعصر تبریز به صورت تصادفی انتخاب شدند. یافته‌های پژوهش همسو با یافته‌های پژوهش «امامی‌میبدی و همکاران»، نشان داد که متغیرهای کالبدی (جدول ۲) نظیر مساحت عرصه و عیان، تعداد طبقات و تعداد واحدها در هر طبقه، تعداد اتاق‌ها و ... جزء متغیرهای مهم و اثرگذار بر روی قیمت مسکن در کوی ولیعصر هستند. از طرف دیگر، همسو با یافته‌های پژوهش «شی لیاو، زاهوانگ و سلیم» یافته‌های این پژوهش نیز نقش و اهمیت متغیرهای فضایی و دسترسی نظیر فاصله از خیابان اصلی، مراکز خرید، فضای سبز و مساجد را در تعیین قیمت مسکن نشان داد. از دو روش تابع هدانیک و شبکه‌های عصبی مصنوعی به‌طور جداگانه در پیش‌بینی و برآورد قیمت مسکن استفاده شد. براساس یافته‌های پژوهش، ضریب اهمیت متغیرهای تحقیق در تابع هدانیک به صورت فرمول (۲):

$$\text{قیمت} = ۲۳۵۸۳۷۱۴/۹۸ + (X_1 * ۳۱۲۴۹/۸۷) + (X_2 * -۲۶۴۵۹/۲۲) + \dots + (X_{27} * ۱۳۲۵۰/۸۸)$$

بیشتری را در برآورد قیمت مسکن دارد. مقایسه اختلاف پیش‌بینی قیمت به‌دست آمده در جدول (۳) و نمودارهای موجود در شکل‌های (۶)، (۷)، (۸) و (۹) نیز گویای آن هستند.

برای نشان دادن همبستگی بین موقعیت مسکن و فاصله از خیابان اصلی، مراکز خرید، فضای سبز و مساجد از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد.

طبق یافته‌ها تحقیق، قیمت مسکن با متغیرهای فاصله از خیابان اصلی، فاصله از مسجد، فاصله از حمل‌ونقل عمومی و فاصله از مراکز خرید همبستگی معکوس دارد؛ یعنی کاهش در متغیر مستقل سبب افزایش متغیر وابسته و یا افزایش متغیر مستقل سبب کاهش متغیر وابسته خواهد شد و قیمت مسکن با فاصله از پارک همبستگی مثبت دارد؛ یعنی افزایش فاصله برابر با افزایش قیمت مسکن قلمداد می‌شود. در مورد فاصله از پارک‌ها شاید مسائل اجتماعی موجود در پارک‌ها بر روی قیمت مسکن تأثیرگذار باشد که لازم است، پژوهش مستقلی در این مورد صورت گیرد.

### نتیجه‌گیری و جمع‌بندی

مسکن به‌عنوان یک کالای ناهمگن، بادوام، غیرمنقول، سرمایه‌ای و مصرفی با پیامدهای جانبی، سهم زیادی از بودجه خانوارها و هزینه سرمایه‌گذاری ثابت ناخالص ملی را به خود اختصاص داده است و نقش زیادی در اشتغال‌زایی و ارزش افزوده کشورها بر عهده دارد. در واقع مسکن یک کالای مرکب با ویژگی‌های متفاوتی است و برای بسیاری از خانواده‌ها، مالکیت و برخورداری از مسکن صرفاً جایی به‌عنوان محل زیست قلمداد نمی‌شود؛ بلکه نشان‌دهنده بخش مهمی از دارایی آن‌ها به حساب می‌آید؛ در نتیجه ارزش مسکن خانوار تأثیر مهمی بر فرصت‌های زندگی، پس‌انداز، مصرف و توزیع ثروت در بین خانوارها دارد. به‌منظور برآورد قیمت مسکن، روش‌های متفاوتی را به‌کار

است. براساس مدل مذکور قیمت هر متر مربع مسکن عبارت است از، حاصل جمع ضریب اهمیت هر متغیر ضربدر خود متغیر. در این تحقیق، از مدل شبکه‌های عصبی پرسپترون چند لایه با الگوریتم پس انتشار با ۱۰ لایه پنهان نیز استفاده شد. مقایسه نتایج به‌دست آمده از دو مدل همسو با پژوهش‌های «خلیلی‌عراقی، نوبهار و سلیم»، نشان می‌دهد که شبکه‌های عصبی دقت

عصبی در سایر زمینه‌های مطالعاتی برنامه‌ریزی شهری و اقتصاد شهری به کار گرفته شوند.

### منابع

اطهری. کمال (۱۳۸۹) اقتصاد شهری و اقتصاد شهر در ایران، اقتصاد شهر، شهرداری تهران شماره ۷، بخش ویژه، صص ۵۶-۶۵.

اکبری. نعمت الله، خوش اخلاق. رحمان و مریدها. سارا (۱۳۹۲) سنجش و ارزش‌گذاری عوامل موثر بر انتخاب مسکن با استفاده از روش انتخاب تجربی از دیدگاه خانوارهای ساکن در بافت فرسوده شهر اصفهان، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی، دانشگاه تربیت مدرس، سال سیزدهم، شماره سوم، صص ۱۹-۴۷.

اکبری. نعمت الله، عماد زاده. مصطفی و رضوی. سید علی (۱۳۸۳)؛ بررسی عوامل موثر بر قیمت مسکن در شهر مشهد رهیافت اقتصاد سنجی فضایی در روش هدانیک؛ پژوهش‌های اقتصادی؛ دانشگاه تربیت مدرس، بهار و تابستان؛ شماره ۴ صص ۵۷-۷۸.

امامی میبدی علی، اعظمی آرش، حق دوست احسان (۱۳۸۸)؛ بررسی عوامل زیست محیطی موثر بر قیمت منازل مسکونی تهران به روش هدانیک، تحقیقات اقتصادی، دانشگاه تهران، تابستان، ۴۴(۸۷): ۲۷۳-۵۲.

پور محمدی. محمد رضا و اسدی، احمد (۱۳۹۳) ارزیابی سیاست‌های دولتی تأمین مسکن در مورد گروه‌های کم درآمد شهری (مطالعه موردی شهر زنجان) فضای جغرافیایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر، دوره ۱۴، شماره ۴۵ صص ۱۱۱ تا ۱۲۸. پور محمدی، محمد رضا (۱۳۸۴)، برنامه ریزی مسکن، چاپ سوم، سمت، تهران.

خلیلی عراقی سید منصور، نوبهار الهام (۱۳۹۰)؛ پیش بینی قیمت مسکن در شهر تبریز: کاربرد مدل‌های قیمت هدانیک و شبکه عصبی مصنوعی، پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، معاونت امور اقتصادی وزارت امور اقتصادی و دارایی، زمستان؛ ۱۹(۶۰): ۱۱۳-۱۳۸.

رحمانی، احد (۱۳۸۴)، کارکرد پانزده ساله بخش مسکن در برنامه‌های اول، دوم و سوم توسعه اقتصادی بعد از انقلاب، اطلاعات سیاسی اقتصادی، موسسه اطلاعات، شماره ۲۱۷ و ۲۱۸؛ صص ۱۸۴-۱۸۹.

سازمان فضائی ایران (۱۳۹۳) تصویر ماهواره ای لندست شهر تبریز ۱۳۹۰.

سید نورانی. سید محمد رضا (۱۳۹۲) برآورد عوامل موثر بر عرضه مسکن ایران؛ کاربرد مدل رشد تک مرکزی با روش

مطابق با جدول (۴) یافته‌ها نشان می‌دهد: قیمت مسکن با متغیرهای فاصله از خیابان اصلی، فاصله از مسجد، فاصله از حمل‌ونقل عمومی و فاصله از مراکز خرید همبستگی معکوس دارد؛ یعنی کاهش در متغیر مستقل سبب افزایش متغیر وابسته و یا افزایش متغیر مستقل سبب کاهش متغیر وابسته خواهد شد. این مسئله بیانگر واقعیت زندگی شهری امروز است. در واقع افراد ترجیح می‌دهند در مساکنی زندگی کنند که دسترسی آسان‌تری به سایر نقاط و فضاهای شهری داشته باشند. همان طوری که بیان شد، مسکن به عنوان دارایی باارزش برای خانوارها قلمداد می‌شود و مسکنی که در مجاورت با خیابان اصلی یا در نزدیکی با ایستگاه‌های حمل‌ونقل عمومی باشد، ارزش افزوده بیشتری را در مقایسه با سایر مساکن خواهد داشت. طبق یافته‌ها نزدیکی به مسجد سبب کاهش محسوس قیمت مسکن در کوی ولیعصر نمی‌شود. همچنین، آزمون همبستگی نشان داد قیمت مسکن با فاصله از پارک همبستگی مثبت دارد؛ یعنی افزایش فاصله برابر با افزایش قیمت مسکن قلمداد می‌شود. علت این امر را باید در پیامدهای فرهنگی و کجرووری‌های اجتماعی موجود در پارک‌ها جستجو کرد. وقتی که پارک‌های شهری، محلی برای رفتارهای نابهنجار اجتماعی به‌شمار می‌روند؛ در نتیجه افراد رغبت کمتری برای اقامت و اسکان در اطراف پارک‌ها پیدا خواهند کرد. با عنایت به نتایج به‌دست آمده از بخش یافته‌ها، فرضیه تحقیق مورد تأیید است و می‌توان گفت در کوی ولیعصر تبریز، متغیرهای کالبدی مسکن و موقعیت فضایی آن در تعیین قیمت مسکن نقش مهمی بر عهده دارند.

تابع هدانیک می‌تواند میزان اهمیت و اثرگذاری متغیرهای مستقل مختلف بر یک متغیر وابسته را به خوبی نشان دهد. همچنین شبکه‌های عصبی مصنوعی می‌تواند پیش‌بینی قابل قبولی را با توجه به روندهای موجود در اختیار برنامه‌ریزان و جغرافی‌دانان بگذارد. امید است در تحقیقات آتی تابع هدانیک و شبکه‌های

- Harvey. David (2009) *Social Justices and the City*, The University of Georgia Press, second edition, London .
- Helbich, Marco, Jochem Andreas, Mucke. Werner & Hofle. Bernhard(2013) , Boosting the predictive accuracy of urban hedonic house price models through airborne laser scanning, *Computers, Environment and Urban Systems*, Volume 39, May 2013, Pages 81-92 .
- Luke M. Brander, Mark J. Koetse(2011) The value of urban open space: Meta-analyses of contingent valuation and hedonic pricing results,*Journal of Environmental Management*, Volume 92, Issue 10, October 2011, Pages 2763-2773.
- Panduro. Toke & Veie. Kathrine(2013) Classification and valuation of urban green spaces—A hedonic house price valuation, *Landscape and Urban Planning*, Volume 120, December, Pages 119-128.
- Selim. Hassan(2009) , Determinants of house price in Turkey: Hedonic Regression Versus Artificial Neural Network, *Expert systems with application*, Vol36, issue 2 ,pages 2843-2852.
- Sheppard. Stephen (1999) Hedonic analysis of Housing Markets, *Hand Book of Regional & Urban Economics* , Chapter 41, Vol. 3, pp 1595-1635.
- Sunding. David L & Swoboda. Aaron (2010) Hedonic analysis with locally weighted regression: An application to the shadow of housing regulation in Southern California, *Regional Science and Urban Economics*, Vol. 40, pp. 550-573.
- Wen-Chi Liao, Xizhu Wang(2012) Hedonic house prices and spatial quantile regression, *Journal of Housing Economics*, Volume 21, Issue 1, Pages 16-27.
- GMM, فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی، دانشگاه تربیت مدرس ، سال سیزدهم، شماره سوم، صص ۱۶۱-۱۷۵.
- شهرداری تبریز (۱۳۹۳) آمارنامه شهرداری تبریز، <http://fava.tabriz.ir>
- عسگری علی، قادری جعفر (۱۳۸۱)؛ مدل هدانیک تعیین قیمت مسکن در مناطق شهری ایران، پژوهش‌های اقتصادی ، دانشگاه تربیت مدرس ، بهار ۲(۴): ۹۱-۱۰۸.
- منهاج، محمد باقر (۱۳۸۸) مبانی شبکه‌های عصبی؛ جلد اول، چاپ ششم، دانشگاه صنعتی امیر کبیر، تهران.
- نشاط. اکبر، نیکنائی. مجید و شریف زادگان. محمد حسین (۱۳۹۲) پیش بینی مسکن گروه‌های کم درآمد با تحلیل طرف عرضه و تقاضا؛ مطالعه موردی شهر دامغان، پژوهش‌های جغرافیای انسانی، دانشگاه تهران ، دوره ۴۵، شماره ۳ صص ۱۴۷-۱۶۸.
- Baranzini. Andre, Ramirez, Jose, Schaerer. Caroline & Thalmann. Philippe( 2008) *Hedonic Methods in Housing Markets*, Springer, first edition.
- Curry Bruce, Morgan Peter, Silver Mick (2002) Neural networks and non-linear statistical methods: an application to the modelling of price-quality relationships, *Computers & Operations Research*, Volume 29, Issue 8, July 2002, Pages 951-969.
- Dorsey. Robert, Hu. Haixin, Mayer.Walter.J& Wang. Hui-chen(2010) Hedonic versus repeat-sales housing price indexes for measuring the recent boom-bust cycle, *Journal of Housing Economics*, Vol. 19 , pp 75-93.
- Hamilton. Jacqueline.M. (2007) Costal Landscape and the Hedonic Price of Accommodation, *Ecological Economics*, Vol62, pp. 594-602.