بررسی عوامل مؤثر بر قیمت مسکن شهری با استفاده از شبکهٔ عصبی مصنوعی
موردشناسی: منطقهٔ دو تبریز

دکتر شهریور روستایی[1]، دکتر ایرج تیموری[2]، محمد نعمتی[3]

جغرافیا و توسعه، شمارهٔ ۵۹، تابستان ۱۳۹۹
تاریخ دریافت: ۹۷/۰۹/۱۸
تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۲/۲۰
صفحات : ۱۴۸-۱۲۹

واژه‌های کلیدی:
منطقـهٔ دو تبریـز[4]، قیمت مسکـن، شبکهٔ عصبی مصنوعی.

چکیده

مسکن، در بستهٔ مصرفی خانوارها سهم پایه‌ای دارد. درحقیقت، برای اغلب خانوارها خرید مسکن مهم‌ترین تراکنش مالی آن‌ها محسوب می‌شود. همچنین، مسکن سهم قابل‌توجهی از هزینه‌های خانوار و در برخی موارد حتی کل دارایی خانوارها را تشکیل می‌دهد. بازار مسکن، می‌تواند تحت‌تأثیر متغیرهای کلان اقتصادی، تفاوت‌های فضایی، ویژگی‌های ساختاری جامعه و امکانات رفاهی محیط قرار گیرد. بدین‌سان که ناهمگن‌بودن مسکن و چگونگی رتبه‌بندی ویژگی‌های مختلف یک واحد مسکونی توسط خریداران سبب شده‌است تا قیمت مسکن دستخوش تغییرات و نوسانات شود. پژوهش حاضر، به‌دنبال پاسخ‌گویی به این سؤال است که «چه عواملی سهم بیشتری در تعیین قیمت مسکن در منطقهٔ دو تبریز دارد؟». پژوهش حاضر به‌لحاظ هدف، کاربردی و به‌لحاظ روش و ماهیت، همبستگی است. از شبکهٔ عصبی مصنوعی برای سنجش همبستگی بین متغیرهای استفاده شده‌است. اطلاعات مربوط به واحدهای مسکونی ازطریق مراجعهٔ مستقیم به مشاوران املاک جمع‌آوری شده‌است. جامعهٔ آماری، واحدهای مسکونی منطقهٔ دو تبریز به تعداد ۵۶۱۰۷ مسکن است که با استفاده از فرمول کوکران، ۳۸۴ نمونه برآورد شد و برای برآورد مطلوب ۴۰۰ واحد مسکونی به‌صورت تصادفی به‌عنوان نمونهٔ پژوهش انتخاب شده‌است. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که سهم متغیرهای کالبدی در تعیین قیمت واحدهای مسکونی ۵۳/۸ درصد، سهم متغیرهای دسترسی برابر با ۳۹/۲ درصد و سهم متغیرهای محیطی ۷ درصد است. از بین کل متغیرها، متغیرهای مساحت زیربنا با ۲۸/۴ درصد، فاصله از مراکز درمانی با ۶/۴ درصد، فاصله از مراکز بهداشتی با ۵/۱ درصد و نمای ساختمان با ۴/۶ درصد بیشترین سهم متغیر قیمت مسکن را به خود اختصاص می‌دهند. در این پژوهش از نرم‌افزارهای MATLAB 2013 و ArcMap 10.4 بهره گرفته‌شده‌است.

مقدمه

مسکن ابتدایی‌ترین و درعین‌حال حیاتی‌ترین نیاز هر فرد در جامعه است و به‌دلیل نقش اساسی که در زندگی انسان‌ها دارد، بستر بسیاری از فعالیت‌های انسانی است؛ به‌طوری‌که در طی دومین اجلاس اسکان بشر (۱۹۹۶)، مسکن مناسب این‌چنین تعریف شده‌است: «سرپناه مناسب تنها به معنای وجود یک سقف بالای سر هر شخص نیست؛ سرپناه مناسب یعنی آسایش مناسب، فضای مناسب، دسترسی فیزیکی و امنیت مناسب، امنیت مالک، پایداری و دوام سازه‌ای، روشنایی، تهویه و سیستم گرمایی مناسب، زیرساخت‌های اولیه مناسب ازقبیل آبرسانی، بهداشت و آموزش، دفع زباله، کیفیت مناسب زیست‌محیطی، عوامل بهداشتی مناسب، مکان مناسب و قابل‌دسترسی ازنظر کار و تسهیلات اولیه است که همهٔ این موارد باید با توجه به‌استطاعت مردم تأمین

۱- دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران (نویسنده مسئول) srostaei@yahoo.com
۲- استادیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران iraj_teymuri@yahoo.com
۳- کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران m.nemati74@gmail.com

۴- این مقاله مستخرج از پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد باعنوان «بررسی عوامل مؤثر بر تغییرات قیمت مسکن شهری با استفاده از شبکهٔ عصبی مصنوعی، مطالعهٔ موردی: منطقهٔ دو تبریز» دانشگاه تبریز، است.

www.SID.ir

شود»(*پورمحمدی، ۱۳۷۹: ۳-۴*). مسکن، سهم پایه‌ای در بستهٔ مصرفی خانوارها دارد. درحقیقت برای اغلب خانوارها، خرید مسکن مهم‌ترین تراکنش مالی آن‌ها محسوب می‌شود (*Brito & Pereira,2002: 247*). همچنین، مسکن سهم قابل‌توجهی از هزینه‌های خانوار و در برخی موارد حتی کل دارایی خانوارها را تشکیل می‌دهد؛ بنابراین، نوسانات در قیمت مسکن موجب نوسانات قابل‌توجهی در دارایی خانوارها خواهد شد (*Leung, 2004: 251*). مسکن به‌دلیل ناهمگن‌بودن، نقدینگی پایین، هزینهٔ معاملات بالا و ثابت‌بودن در موقعیت مکانی خود، یک کالای خاص در بازار تلقی می‌شود و درحقیقت، نوعی پس‌انداز به‌شمار می‌رود؛ ازاین‌رو، توسعه و سرمایه‌گذاری در مسکن به‌عنوان یک فعالیت اقتصادی محلی محسوب می‌شود (*Cozmei & Onofrei, 2012: 604*).

قیمت مسکن، صرفاً تحت‌تأثیر متغیرهای اقتصاد کلان یا تجمیع هزینه و سود از یک فعالیت اقتصادی نیست؛ بلکه عوامل متعددی دیگری همچون متغیرهای فضایی، ویژگی‌های ساختاری جامعه و امکانات رفاهی محیط می‌توانند تأثیرگذار باشند (*Kim & Park, 2005: 223*). مسکن علاوه‌بر ارزش مبادله‌ای که همچون سایر کالاها دارد، دارای یک ارزش مصرفی نیز است. ارزش مصرفی، منعکس‌کنندهٔ یک سلسله احتیاجات و نیازهای اجتماعی و نظریات شخصی و عادات فرهنگی و شیوه‌های زندگی است. البته بدان معنی نیست که ارزش مصرفی به‌صورتی دلخواه و فقط توسط «مصرف‌کننده» تعیین می‌شود. به‌طور کلی ارزش مصرفی به‌وسیلهٔ چیزی که به‌عنوان «نظام یا شیوهٔ زندگی» می‌شناسیم تعیین می‌شود (*هاروی، ۱۳۸۲: ۱۶۲*)؛ ازاین‌رو، قیمت‌گذاری مسکن در مقایسه با سایر کالاها از عوامل مختلفی تأثیر می‌پذیرد (*اکبری و همکاران، ۱۳۹۲: ۲۰*). به‌طوری‌که ناهمگن‌بودن مسکن و چگونگی رتبه‌بندی ویژگی‌های مختلف یک واحد مسکونی توسط خریداران سبب شده‌است تا قیمت نهایی مسکن تعیین شود؛ تا حدی که یک مسکن با ویژگی‌های کالبدی مشابه در مناطق مختلف شهری، قیمت‌های متفاوتی را نشان می‌دهد (*تیموری و همکاران، ۱۳۹۶: ۲۲*). با توجه به ناهمگن‌بودن مسکن و نقش چندوجهی آن، تفاوت در ویژگی‌های کالبدی، محیطی و دسترسی همچون مساحت زیربنا، موقعیت ساختمان، استقرار واحد در طبقه، عمربنا، فاصله از سایر کاربری‌ها و غیره به‌عنوان عامل نهایی تعیین قیمت واحد مسکونی مورد توجه است. منطقهٔ دو تبریز، به‌لحاظ دارابودن مساکن با طیف‌های مختلفی قیمتی،گونه‌های مختلف مسکن، بافت برنامه‌ریزی‌شده و بافت غیربرنامه‌ریزی‌شده، کاربری‌های سازگار و ناسازگار مسکونی در مجاورت مساکن، قطعات ریزدانه و درشت‌دانه و تنوع و تعدد در سایر ویژگی‌های مسکن به‌عنوان محدودهٔ مورد مطالعه در این پژوهش انتخاب شده‌است. بر این اساس، هدف این پژوهش پاسخ‌گویی به این سؤال است که «چه عواملی سهم بیشتری در قیمت مسکن در منطقهٔ دو تبریز دارند؟». برای اندازه‌گیری ارزش و نقش عوامل مؤثر در قیمت نهایی مسکن، تکنیک‌های‌گوناگونی همچون هدانیک[1]، ARDL، حداقل مربعات معمولی[2]، شبکهٔعصبی مصنوعی[3]،CCAPM و غیره ارائه شده‌است که در این پژوهش از شبکهٔ عصبی مصنوعی برای پردازش و برآورد نتایج استفاده می‌شود. بر این اساس، فرضیهٔ پژوهش به شرح زیر است:

- ویژگی‌های کالبدی مسکن در افزایش قیمت مسکن سهم بیشتری را نسبت به سایر عوامل دارند.

1-Hedonic
2-OLS
3-Artificial Neural Network

www.SID.ir

پیشینهٔ پژوهش

در زمینهٔ قیمت مسکن و برآوردهای مربوط، پژوهش‌هایی صورت‌گرفته‌است. همچنین با استفاده از شبکهٔ عصبی مصنوعی به بررسی رفتار متغیرها در سایر رشته‌های علوم نیز پرداخته شده‌است. در زمینهٔ کاربرد شبکهٔ عصبی مصنوعی در تحلیل قیمت می‌توان به پژوهش‌های انجام‌یافتهٔ زیر اشاره کرد:

ناقا ساتیش[1] و همکاران (۲۰۱۸)، در پژوهشی باعنوان «پیش‌بینی قیمت مسکن با استفاده از یادگیری ماشین[2]»، به بررسی و مقایسهٔ تکنیک‌های مختلف پیش‌بینی می‌پردازد. در این پژوهش از الگوریتم‌های یادگیری ماشین به‌عنوان یک روش مبنا استفاده شده‌است تا مدل‌های پیش‌بینی قیمت مسکن را توسعه دهند. آن‌ها یک مدل پیش‌بینی قیمت مسکن با توجه به مدل‌های الگوریتم یادگیری ماشین همچون، XGBoost، رگرسیون لاسو[3] و سیستم عصبی برای بررسی دقیق دستور اجرای آن‌ها ایجاد کرده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که از بین متدهای مورد بررسی الگوریتم رگرسیون لاسو، براساس صحت برآورد، از مدل‌های جایگزین در اجرای پیش‌بینی هزینهٔ مسکن بهتر عمل می‌کند.

کیارازو[4] و همکاران (۲۰۱۴)، در پژوهش خود، به بررسی شبکهٔ عصبی مصنوعی در ارزیابی املاک و مستغلات و تخمین قیمت فروش املاک مسکونی در منطقهٔ شهری تارانتو ایتالیا پرداخته‌است. نتایج به‌دست‌آمده بیان داشتند که این مدل می‌تواند در سیستم‌های پیچیده مانند املاک و مستغلات که در آن انگیزه‌ها، سلایق و توان مالی اغلب رفتارهای منطقی را دنبال نمی‌کنند، بسیار مفید باشد. این پژوهش نشان داد که در منطقهٔ شهری تارانتو، ویژگی‌های مختلف حمل‌ونقل همراه با کیفیت محیطی بر قیمت املاک و مستغلات اثرگذار است.

سلیم[5] (۲۰۰۹)، پژوهشی باعنوان «برآورد قیمت مسکن در ترکیه؛ مقایسهٔ تابع هدانیک و شبکهٔ عصبی» انجام داد. وی در این پژوهش متغیرها را به تفکیک مناطق شهری و روستایی مورد بررسی قرار داد. داشتن آب لوله‌کشی، داشتن استخر، نوع واحد مسکونی، تعداد اتاق‌ها، سطح زیربنا، ویژگی مکانی و نوع اسکلت ساختمان، بیشترین تأثیر را بر قیمت مسکن دارند. همچنین، وی از تابع هدانیک و شبکهٔ عصبی مصنوعی استفاده کرد و نشان داد که مدل «شبکهٔ عصبی مصنوعی» به‌دلیل دقت در تحلیل داده و برآوردهای آماری می‌تواند به‌عنوان جایگزین مناسبی برای تابع هدانیک در ترکیه باشد.

نگوین و ال‌کریپس[6] (۲۰۰۱)، پژوهشی باعنوان «پیش‌بینی ارزش مسکن: مقایسهٔ تحلیل رگرسیون چندگانه و شبکه‌های عصبی مصنوعی» انجام دادند. نتایج پژوهش بیانگر این امر بود که هنگامی‌که حجم نمونهٔ متوسط و بزرگ (۱۳ تا ۳۹ درصد از کل داده‌ها برابر با ۵۰۶ تا ۱۵۰۶ مشاهده از مجموع ۳۹۰۶ مشاهدات) باشد، شبکه‌های عصبی مصنوعی بهتر از رگرسیون چندگانه عمل می‌کند.

شعبان‌پور و همکاران (۱۳۹۸)، در پژوهشی باعنوان «بررسی عوامل مؤثر بر قیمت مسکن (مطالعهٔ موردی: شهر رشت)» به بررسی عوامل مؤثر بر قیمت مسکن در شهر رشت طی سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۸۴ پرداخته‌اند. در این پژوهش، از آزمون‌های تی و فریدمن در تحلیل یافته‌ها استفاده شده‌است. با توجه به نتایج آزمون تی، عوامل تعداد ساختمان‌های تکمیل شده و پایگاه اقتصادی-اجتماعی دارای تأثیرگذاری زیادی بر قیمت مسکن هستند. عوامل قیمت زمین، تورم، عوارض شهرداری، قیمت خدمات ساختمانی،

1-Naga Satish
2-Machine Learning
3-Lasso regression
4-Chiarazzo
5-Selim
6-Nguyen & Al Cripps

www.SID.ir

موقعیت جغرافیایی، درآمد، داشتن سند و وسعت قطعات املاک تأثیرگذاری کمی بر قیمت مسکن دارند و عامل دسترسی به خدمات تأثیرگذاری متوسط دارد. همچنین برطبق آزمون فریدمن، عوامل مؤثر بر قیمت مسکن در شهر رشت که بالاترین رتبه را دارند، به‌ترتیب عوامل پایگاه اقتصادی- اجتماعی (۷۷/۹)، تعداد ساختمان‌های تکمیل‌شده (۷۶/۹) و دسترسی به خدمات شهری (۳۶/۹) بوده‌است. دیگر یافته‌ها حاکی از این بوده‌است که مناطق ۱ و ۳ شهر رشت ازلحاظ قیمت مسکن بیشترین نوسانات را در طی سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۸۴ داشته‌اند.

تیموری و همکاران (۱۳۹۶)، در پژوهشی باعنوان «برآورد قیمت مسکن شهری با استفاده از تابع هدانیک و شبکه‌های عصبی مصنوعی، موردشناسی: کوی ولیعصر شهر تبریز» انجام دادند. مطابق با یافته‌ها، نتایج تابع هدانیک در مقایسه با شبکهٔ 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.

امان‌پور و همکاران (۱۳۹۳)، پژوهشی را با استفاده از ۲۳۳ نمونهٔ واحد آماری براساس ۱۶ متغیر انجام دادند. نتایج به‌دست‌آمده، نشان‌دهندهٔ دقت ۹۱ درصدی شبکهٔ عصبی در تخمین قیمت واحد مسکونی شهر اهواز است. همچنین از بین عوامل تأثیرگذار بر قیمت مسکن در این شهر، زیربنای ساختمان (متراژ) و دسترسی، بیشترین سهم را به خود اختصاص داده‌اند.

خلیلی عراقی و نوبهار (۱۳۹۰)، پژوهشی با هدف مقایسهٔ قدرت پیش‌بینی دو مدل رگرسیون هدانیک و شبکهٔ عصبی مصنوعی (ANN) و تعیین یک مدل بهینه برای پیش‌بینی قیمت هدانیک مسکن در کلان‌شهر تبریز انجام دادند. عوامل فیزیکی بیشتر از عوامل مکانی (محیطی و دسترسی)، قیمت واحدهای مسکونی را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. علاوه‌بر این، نتایج مقایسهٔ بین دو مدل نشان داد که روش شبکهٔ عصبی مصنوعی خطای کمتر، کارایی بیشتر و ازلحاظ آماری نسبت‌به مدل هدانیک برتری دارد.

بررسی پیشینهٔ پژوهش حاکی از آن است که شبکهٔ عصبی مصنوعی نسبت‌به مدل‌های مشابه از عملکرد و دقت بالاتری در پردازش داده‌های کمّی مربوط به قیمت مسکن، برخوردار است. در این پژوهش نیز از نتایج حاصل از پیشینهٔ پژوهش استفاده شد و شبکهٔ عصبی مصنوعی برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها انتخاب شد. متغیرهای به‌کاررفته در این پژوهش هم‌راستا با متغیرهای تیموری و همکاران (۱۳۹۶)، امان‌پور، سلیمانی‌راد و همکاران (۱۳۹۳)، خلیلی عراقی و نوبهار (۱۳۹۰) است. همچنین، تیموری و همکاران در مقالهٔ خود، محلهٔ «کوی ولیعصر» واقع در منطقهٔ ۵ تبریز و عراقی و نوبهار، کل «کلان‌شهر تبریز» را مورد بررسی قرار داده‌اند. در این پژوهش نیز منطقهٔ دو تبریز مورد بررسی قرار گرفته‌است؛ بنابراین، این پژوهش از منظر متغیرها و محدودهٔ مورد مطالعه بدیع است.

مبانی نظری پژوهش

به عقیدهٔ لانکستر[1]، نظریه‌های سنتی رفتار مصرف‌کننده، تغییرات پویای بازار را درنظر نمی‌گیرند. نظریهٔ وی درنتیجهٔ تلاش‌های انجام‌شده برای توصیف این پویایی پدیدار شد. همچنین، در رویکرد سنتی کالاها هدف مستقیم مطلوبیت قلمداد می‌شود؛ اما در نظریهٔ وی فرض بر این است که خصوصیات یا

1 Lancaster

www.SID.ir

ویژگی‌های کالا است که از آن مطلوبیت حاصل می‌شود. در این رویکرد فرض بر این است که مصرف یک فعالیت است که در آن کالاها، به‌صورت جداگانه یا ترکیبی، ورودی هستند و در آن خروجی مجموعه‌ای از ویژگی‌ها است. همچنین، فرض بر این است که این رویکرد، بین کالا و ترجیحات مصرف‌کننده قرار دارد؛ یعنی ویژگی‌هایی که یک کالا یا ترکیبی از کالاها دارند، برای همهٔ مصرف‌کننده‌ها یکسان است و این امر یک واحد اندازه‌گیری برای کالایی که کیفیت مشابهی دارند در اختیار ما قرار می‌دهد؛ بنابراین، عنصر شخصی در انتخاب مصرف‌کننده، ویژگی‌های کالاها نیست بلکه انتخاب از بین ویژگی‌ها است *(Lancaster, 1966: 133-134)*.

لانکستر، اساس نظریه‌اش را بدین شرح خلاصه می‌کند:

۱- کالا، به‌خودی‌خود، برای مصرف‌کننده مطلوبیت نمی‌دهد؛ کالا دارای ویژگی‌هایی است و این ویژگی‌هاست که مصرف‌کننده را به‌مطلوبیت می‌رساند.

۲- به‌طورکلی، یک کالا بیش از یک ویژگی خواهد داشت و این تنوع ویژگی‌ها در بیش از یک کالا عرضه خواهدیافت.

۳- ممکن است ویژگی‌های کالاها در صورت ترکیب متفاوت از ویژگی‌های کالاها در حالت غیرترکیبی و جداگانه باشد.

همچنین نظریهٔ لانکستر در کنار گریلیچز[1] (۱۹۷۱) و روزن[2] (۱۹۷۴) مبانی روش قیمت‌گذاری هدانیک را تشکیل می‌دهند. روزن در تبیین مدل هدانیک بیان می‌دارد که افراد در هنگام خرید منزل، به‌دنبال حداکثرکردن مطلوبیت خودشان بوده که این خود، تابع موارد بسیاری است. به عقیدهٔ روزن، مدل قیمت هدانیک بر این اساس است که افراد در هنگام خرید منزل، به‌دنبال حداکثرکردن مطلوبیت خودشان بوده‌اند که این خود، تابع موارد بسیاری است. اشخاص در زمان خرید (یا اجاره) خانه، با توجه به ویژگی‌های منزل موردنظر، در جستجوی حداکثرکردن تابع مطلوبیت کل خویش هستند. تابع مطلوبیت کل با توجه به قیمت کالاها، درآمد خانوار و عوامل دیگر مانند زمان حاصل می‌شود. همچنین، مطلوبیت نهایی حاصل از صرف هر واحد پولی برای هر یک از مشخصه‌های منزل، در نقطهٔ بهینه، مقدار یکسانی است. تمایل افراد به پرداخت وجه برای هر یک از ویژگی‌های خانه، می‌تواند برای به‌دست‌آوردن تابع پیشنهاد استفاده شود. همچنین، تابع پیشنهادی سازندگان مسکن ازطریق حداکثرکردن تابع سود آن‌ها با توجه به ویژگی‌های تابع تولید و هزینهٔ نهاده‌های تولید به‌دست می‌آید. درنهایت، قیمت فروش یا اجاره‌بها، از تقابل توابع پیشنهادی فروشندگان و خریداران در بازار مسکن، حاصل می‌شود؛ بنابراین، قیمت هدانیک به تقابل میان عرضه و تقاضای بازار بستگی دارد *(صادقی و همکاران، ۱۳۸۷: ۱۷۵)*. در یک جمع‌بندی نهایی می‌توان چنین بیان داشت که:

۱. مصرف‌کننده، مطلوبیت را نه از مسکن بلکه از ویژگی‌های مسکن به‌دست می‌آورد؛ هرچند که آن‌ها مسکن را مستقیماً مصرف می‌کنند.

۲. چندین مسکن قادر به دارابودن یک ویژگی هستند و چندین ویژگی توسط یک مسکن نیز تجمیع می‌شود.

۳. مصرف‌کنندگان اطلاعات کاملی نسبت‌به ویژگی‌های مسکن دارند؛ زیرا در انتخاب مصرف‌کننده ارزش این ویژگی‌ها در قیمت نهایی تجمیع می‌شود. اگر مصرف‌کننده از ویژگی‌های مسکن بی‌اطلاع باشد، قیمتی که پرداخت می‌شود ممکن است قیمت واقعی را منعکس نکند.

1-Griliches
2-Rosen

www.SID.ir

۴. ویژگی‌های موجود در مساکن را می‌توان اندازه‌گیری کرد؛ به‌عبارتی‌دیگر، ویژگی‌ها دارای ارزش مالی هستند؛ بنابراین، تمام مصرف‌کنندگان به‌نحوی درآمد خود را تخصیص می‌دهند تا مسکنی را انتخاب کنند که به‌داشتن بالاترین ترکیب ویژگی ممکن دست‌یابند.
۵. رابطهٔ بین ویژگی‌های مسکن یک رابطهٔ خطی است؛ بدین معنی که صفات موجود در هر مسکن را می‌توان به هم جمع کرد.
۶. ویژگی‌های مسکن برای همهٔ مصرف‌کنندگان یکسان هستند؛ به‌عبارت‌دیگر، ویژگی‌ها ذاتی هستند و به‌صورت متفاوت برای مصرف‌کنندگان عرضه‌نمی‌شود.

بر این اساس، یک واحد مسکونی به‌وسیلهٔ برداری از n ویژگی قابل‌اندازه‌گیری توصیف می‌شود. قیمت واحد مسکونی در بازار، برآیندی از قیمت ویژگی‌های آن است. در واقع هر یک از ویژگی‌ها از ارزش ضمنی برخوردارند و ترکیب این ویژگی‌ها با ارزش‌های متفاوت، تعیین‌کنندهٔ قیمت کل واحد مسکونی را تشکیل می‌دهد *(یزدانی و الیاسی، ۱۳۸۰: ۸)*. یک مسکن به تعدادی از ویژگی‌های تشکیل‌دهنده، تجزیه می‌شود و قیمت مسکن مزبور که مربوط به ویژگی‌های مختلف این مسکن است، قابل‌ارزیابی می‌شود؛ پس در این حالت خواهیم داشت:

ماتریس ضرایب — ماتریس مجهولات — قیمت

مسکن اول

$$\begin{bmatrix} a_{1_1} & a_{1_2} & a_{1_3} & \cdots & a_{1_n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdots & \cdot \\ a_{n_1} & \cdot & \cdot & \cdots & a_{n_n} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} x \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ x_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ n \end{bmatrix}$$

که در آن، X متغیرهای مدنظر ازقبیل مساحت زیربنا، موقعیت ساختمان، سال ساخت، نمای ساختمان و فاصله از کاربری مذهبی، آموزشی و غیره، a_{nn} ضرایب هستند. در حالت ماتریسی، درصورتی‌که تعداد مجهولات و ضرایب کم باشد، از دستگاه معادلات خطی (سه‌مجهولی) استفاده می‌شود و در صورت زیادبودن تعداد مجهولات و ضرایب از هوش مصنوعی همچون شبکهٔ عصبی مصنوعی باید بهره گرفت.

روش پژوهش

پژوهش حاضر به‌لحاظ هدف، کاربردی و به‌لحاظ روش و ماهیت، همبستگی است. آزمون‌های متناسب با این پژوهش در درجهٔ اول رگرسیون و در درجهٔ دوم همبستگی است که با توجه به نرمال‌نبودن توزیع داده‌ها، نبود استقلال آماری بین متغیرهای وابسته، حجم نمونهٔ بالا، وجود داده‌های پرت، مقیاس اسمی برخی متغیرها و خطی‌نبودن داده‌ها که از محدودیت‌های آزمون‌های آماری رگرسیون و همبستگی است؛ از شبکهٔ عصبی مصنوعی استفاده شد. در پژوهش حاضر برای تولید داده‌ها و اعمال روابط و ساخت شبکه به‌ترتیب نرم‌افزارهای ArcMap 10.4 و MATLAB 2013 استفاده شده‌است. جامعهٔ آماری مورد استفاده در این پژوهش، کلیهٔ واحدهای مسکونی منطقهٔ دو شهر تبریز به تعداد ۵۶۱۰۷ واحد است. با استفاده از فرمول کوکران، ۳۸۴ نمونهٔ آماری با سطح اطمینان ۹۵ درصد

www.SID.ir

و ضریب خطای ۵ درصد برآورد شد. برای مدل‌سازی مطلوب شبکهٔ عصبی، اطلاعات ۴۰۰ واحد مسکونی به‌عنوان نمونه توسط پیمایش جمع‌آوری شد. به‌منظور حذف اثر زمان در این پژوهش، تنها از داده‌های مقطعی مربوط به ماه‌های خرداد لغایت مرداد ۱۳۹۷ استفاده شده‌است. داده‌های مورداستفاده برای این پژوهش، ازطریق مراجعهٔ مستقیم به مشاوران املاک جمع‌آوری شده‌است. انتخاب نمونه‌ها نیز به‌صورت تصادفی و دردسترس‌بودن اطلاعات و ویژگی‌های ساختمان موردنظر عامل اصلی انتخاب است.

جدول ۱: متغیرهای به‌کاررفته در پژوهش

متغیرهای مستقل			متغیر وابسته
متغیرهای کالبدی	متغیرهای محیطی	متغیرهای دسترسی	
مساحت زیربنا	موقعیت ساختمان	فاصله از مراکز درمانی	قیمت مسکن
نمای ساختمان	عرض معبر	فاصله از مراکز بهداشتی	
نوع واحد مسکونی	التقاط کاربری	فاصله از تأسیسات شهری	
سال ساخت		فاصله از کاربری مذهبی	
کل طبقات ساختمان		فاصله از کاربری آموزشی	
تعداد واحد در هر طبقه		فاصله از مراکز آموزش عالی	
استقرار واحد در طبقه		فاصله از پارک و فضای سبز	
مصالح عمدهٔ ساختمانی		فاصله از مراکز انتظامی	
		فاصله از تجهیزات شهری	
		فاصله از مراکز نظامی	
		فاصله از رودخانه و نهر	

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۷

مدل پژوهش

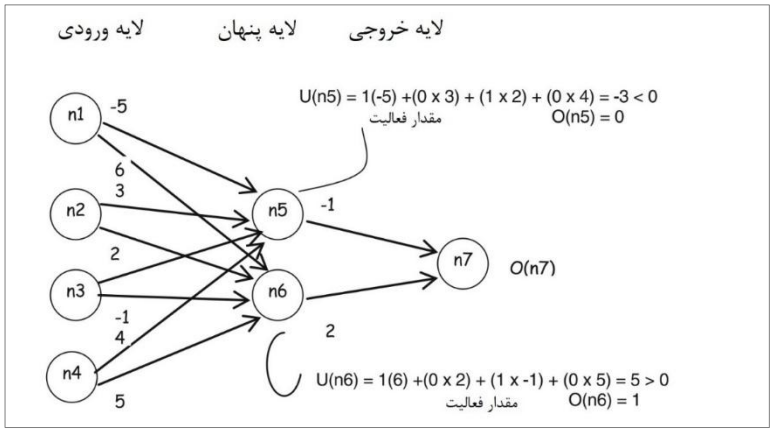
شبکهٔ عصبی مصنوعی

شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANNs) در رشته‌های مختلف با هدف مدل‌سازی مباحث پیچیده مورد استفاده قرار می‌گیرند. شبکه‌های عصبی مصنوعی شامل عناصر پردازش سادهٔ متصل‌به‌هم، در اصطلاح نورون‌های مصنوعی یا گره‌هایی هستند که پردازش موازی داده‌ها را ارائه می‌دهند (*Hecht-Nielsen, 1990; Schalkoff, 1997* به نقل از *Cain, 2017: 2*).

دبوک[1] و کوهونن[2] شبکه‌های عصبی (NNs) را به‌عنوان مجموعه‌ای از تکنیک‌های ریاضی توصیف می‌کنند که می‌توان از آن‌ها برای پردازش سیگنال، پیش‌بینی و خوشه‌بندی استفاده کرد و آن را به‌عنوان روش‌های رگرسیون غیرخطی، چند لایه‌ای یا موازی تعریف کرد (*Chakraverty & Mall, 2017: 1*).

1-Deboeck
2-Kohonen

www.SID.ir



شکل ۱: یک شبکهٔ عصبی ساده با چهار گره ورودی (یک بردار ورودی، دو گره میانی و یک گره خروجی)
مأخذ: (Cain, 2017 :2).

شبکه‌های عصبی معمولاً در لایه‌ها سازمان‌دهی می‌شوند. لایه‌ها از تعدادی نورون‌ها یا گره‌ها ساخته می‌شوند که حاوی «توابع فعال‌سازی» هستند و اطلاعات شبکهٔ عصبی مصنوعی ازطریق نورون‌ها یا گره‌ها به روش موازی حل می‌شوند تا مشکلات معیّنی را حل کنند. شبکهٔ عصبی مصنوعی ازطریق یادگیری، معلومات کسب می‌کند و این معلومات در بستر ارتباطاتی بین نورونی ذخیره می‌شود که توسط مقادیر عددی به‌نام «وزن‌ها» بیان می‌شود. این وزن‌ها برای محاسبهٔ مقادیر سیگنال خروجی برای یک مقدار سیگنال ورودی جدید مورد استفاده قرار می‌گیرند. الگوها به شبکه ازطریق «لایهٔ ورودی» ارائه می‌شوند، که به یک یا چند «لایهٔ پنهان» مرتبط می‌شود، جایی که در آن پردازش اصلی ازطریق یک سیستم «اتصالات» وزنی انجام می‌شود. سپس، لایه‌های پنهان به یک «لایهٔ خروجی» متصل می‌شوند، جایی که پاسخ به‌دست‌آمده، خروجی است *(Chakraverty & Mall, 2017: 2)*.

سازمان ارتباطات بین نورون‌ها به‌عنوان معماری توصیف می‌شود. اتصال بین نورون‌ها، توپولوژی شبکه‌های عصبی مصنوعی را تعریف می‌کند. علاوه‌بر این، دو نوع دیگر از معماری وجود دارد که مبتنی‌بر رابطهٔ معکوس از نورون‌های خروجی به نورون‌های ورودی است:

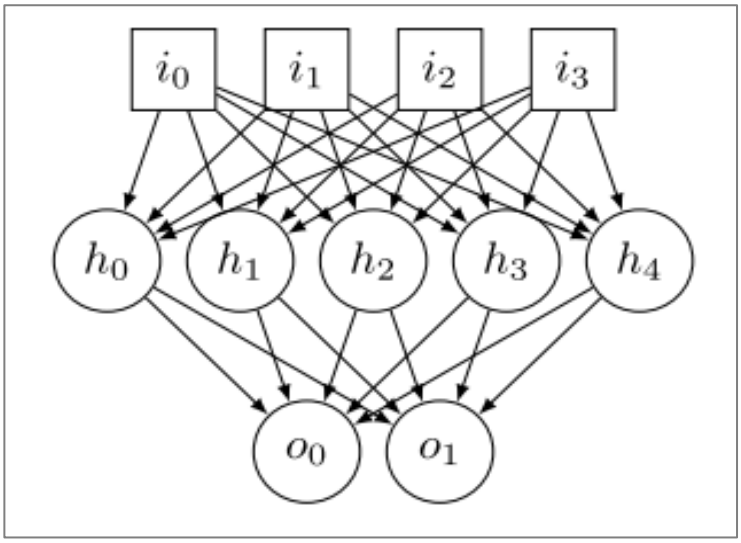
۱- معماری پیش‌خور[1]. هیچ اتصالی از نورون‌های خروجی به نورون‌های ورودی وجود ندارد. این شبکه مقادیر خروجی قبلی خود و حالت‌های فعال‌سازی نورون‌ها را به‌خاطر نمی‌آورد؛ برای مثال، پرسپترون چندلایه[2].

۲- معماری پس‌خور[3]. اتصالات از نورون‌های خروجی به نورون‌های ورودی بازمی‌گردد و به این ترتیب شبکه در حافظه، حالات قبلی خود را نگه می‌دارد و حالت بعدی به سیگنال‌های ورودی فعلی و حالت‌های قبلی شبکه بستگی دارد؛ به‌عنوان‌مثال، شبکهٔ هوپ‌فیلد *(Samarasinghe & Shanmuganathan, 2017: 7)*.

پرسپترون چندلایه، مبنایی‌ترین و رایج‌ترین معماری شبکهٔ عصبی است. هر پرسپترون چندلایه، متشکل از لایه‌های ورودی، پنهانی و خروجی است. هر لایه تعدادی نورون دارد که به‌صورت خطی توسط وزن‌ها[4] به نوزون‌های لایهٔ مجاور متصل می‌شود *(Hamadache, 2017: 39)*.

1-Feedforward
2-Multilayer Perceptron
3-Feedback
4-Weights

www.SID.ir



شکل ۲: معماری یک پرسپترون چندلایه (MLP)
مأخذ: (Díaz-Álvarez & et al, 2018: 137)

پرسپترون چندلایه یک ترکیب استاندارد از ورودی‌ها، واحدهای عصبی خطی و غیرخطی خروجی‌ها است. خروجی تمام واحدهای پردازش از هر لایه به تمام واحدهای پردازش لایه انتقال داده‌می‌شود. واحدهای پردازش لایهٔ ورودی همگی خطی هستند، ولی در لایهٔ مخفی از نرون‌های با تابع تانژانت سیگموئید[1]، هایپربولیک[2] یا هر تابع غیرخطی و پیوسته مشتق‌پذیر دیگری می‌توان استفاده کرد.

محدودهٔ مورد مطالعه

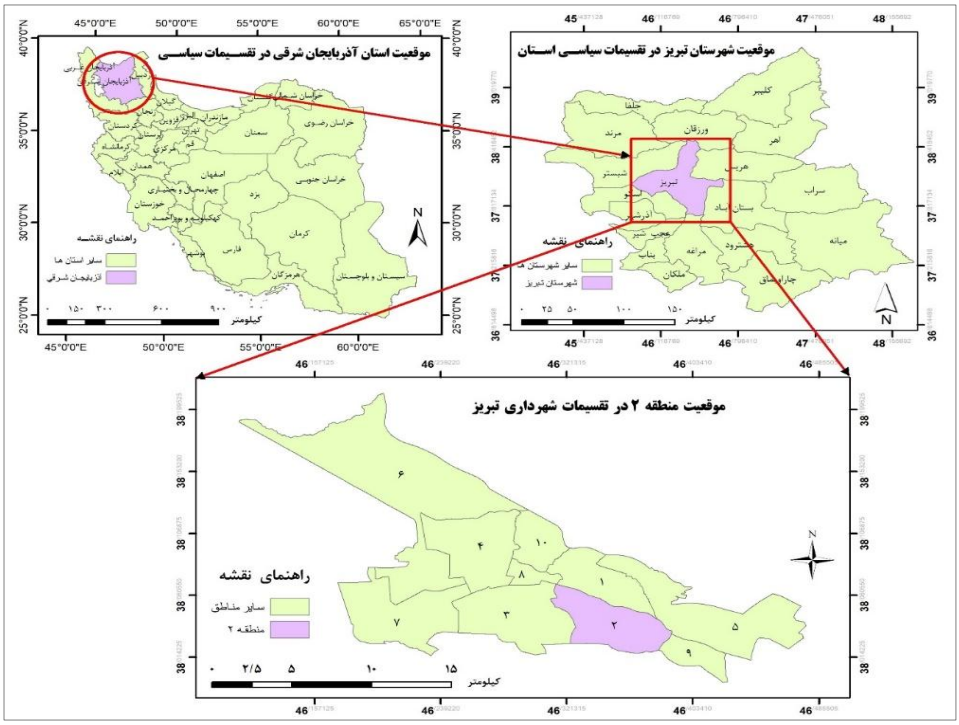
استان آذربایجان شرقی با مساحتی در حدود ۴۵۴۹۰٫۸۹ کیلومترمربع، در گوشهٔ شمال‌غربی فلات ایران قرار دارد. ازنظر مختصات جغرافیایی، مدارهای '۴۵، °۳۶ و '۲۶، °۳۹ شمالی منتهی‌الیه شمالی و جنوبی و نصف‌النهارهای '۰۵، °۴۵ و '۲۲، °۴۸ شرقی منتهی‌الیه غربی و شرقی استان را می‌پوشانند. *(مرکزآمار ایران، ۱۳۹۴: ۹۳)*. شهر تبریز با وسعتی حدود ۲۵۰۵۶ هکتار در ۳۸ درجه و ۱ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۸ دقیقه عرض شمالی و ۴۶ درجه و ۵ دقیقه تا ۴۶ درجه و ۲۲ دقیقه طول شرقی واقع شده‌است *(مهندسان مشاور نقش محیط، ۱۳۹۱: ۳۳)*. بررسی کاربری‌های کلان در سطح شهر گویای آن است که از مجموع ۲۴۴۹۸ هکتار مساحت شهر، درحال‌حاضر ۱۸/۴ درصد از کاربری‌ها به اراضی مسکونی و درحال‌ساخت، ۱۶/۴ درصد به اراضی خدماتی (شامل کاربری‌های آموزشی، آموزش و تحقیقات، اداری و انتظامی، تجاری و خدماتی، ورزشی، بهداشتی-درمانی، فرهنگی- هنری، پارک و فضای سبز، طبیعی، مذهبی، تجهیزات و تأسیسات شهری، حمل‌ونقل و انبارداری، میراث تاریخی و تفریحی- توریستی) و ۱۵درصد به شبکهٔ معابر اختصاص دارد. سایر کاربری‌ها نیز (شامل اراضی نظامی، اراضی بایر، باغات و کشاورزی، حریم، صنعتی و رودخانه) ۵۰/۲ درصد اراضی شهر را دربرمی‌گیرد *(همان، ۵۹۱)*.

منطقهٔ دو شهر تبریز در مجاورت مناطق ۵، ۱، ۳ و ۹ قرارگرفته‌است. جمعیت این منطقه در آخرین سرشماری نفوس و مسکن، برابر با ۱۹۶٫۵۰۷ نفر است. محدودهٔ این منطقه از سمت شمال به بلوار بسیج، بلوار ۲۹ بهمن و خیابان امام خمینی و از سمت

1-Tangent Sigmoid
2-Hyperbolic

www.SID.ir

جنوب به بزرگراه شهید کسایی و خط محدودهٔ طرح جامع می‌رسد. همچنین از سمت شرق محدود به بزرگراه شهید کسایی و از غرب به بلوار ملاصدرا (ساری زمین،) خیابان شهید منتظری، خیابان آزادی و خیابان شهید جدیری محدود می‌شود *(شهرداری منطقهٔ دو تبریز، ۱۳۹۸)*. منطقهٔ دو تبریز، به‌لحاظ دارابودن مساکن با طیف‌های مختلف قیمتی، گونه‌های مختلف مسکن، بافت برنامه‌ریزی‌شده و بافت غیربرنامه‌ریزی‌شده، کاربری‌های سازگار و ناسازگار مسکونی در مجاورت مساکن، قطعات‌ریزدانه و درشت‌دانه و تنوع و تعدد در سایر ویژگی‌های مسکن به‌عنوان محدودهٔ مورد مطالعه در این پژوهش انتخاب شده‌است.



شکل ۳: موقعیت محدودهٔ مورد مطالعه

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۷

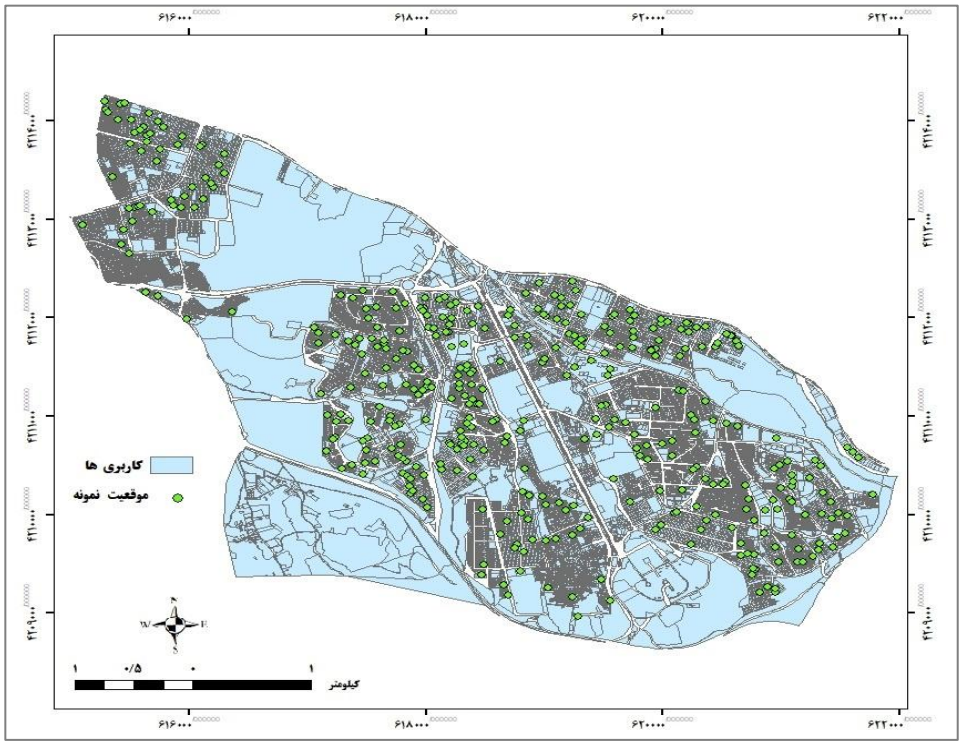
بررسی کاربری‌های اصلی نیز بیانگر این امر است که بیشترین سطح کاربری‌ها مربوط به کاربری مسکونی است که حدود ۲۷/۸ درصد از مساحت منطقه را به خود اختصاص داده‌است. معابر شهری و اراضی بایر پس از کاربری مسکونی و با سهمی به‌ترتیب معادل ۲۴/۱ و ۱۷/۷درصد از کل اراضی منطقه در رتبه‌های بعدی قرار دارند، کمترین سهم کاربری اراضی منطقه به‌ترتیب مرتبط با کاربری‌های مذهبی، رودخانه و نهر است که سهم آن‌ها به‌ترتیب برابر با ۰/۱ و ۰/۲ است *(مهندسان مشاور نقش محیط، ۱۳۹۱: ۶۰۵)*.

یافته‌های پژوهش

به‌منظور تهیه و تولید داده‌ها برای طراحی و ساخت شبکه، تعداد ۴۰۰ واحد مسکونی به‌عنوان نمونهٔ مورد مطالعه قرار گرفته‌است. براساس یافته‌های پژوهش، از بین تمام نمونه‌ها ۸۰/۵ درصد واحد آپارتمانی و ۱۹/۵ درصد واحد غیرآپارتمانی است. در

www.SID.ir

بررسی کل طبقات ساختمان، ساختمان‌های ۳ تا ۹ طبقه با ۷۰ درصد بیشترین فراوانی را داشتند. همچنین در بررسی واحد در هر طبقه، ۱ واحد در هر طبقه با ۷۱/۸ بیشترین و ۱۶ واحد در هر طبقه با ۰/۳ درصد کمترین فراوانی را داشتند. ازلحاظ زیربنا، ۶۵ درصد نمونه‌ها را واحدهای مسکونی با زیربنای ۱۰۰ تا ۱۹۹ متر تشکیل می‌دهند. ازلحاظ موقعیت ساختمان، موقعیت جنوبی با ۳۹ درصد بیشترین و سه نبش با ۶ درصد کمترین فراوانی را دارد. در بررسی مصالح عمدهٔ ساختمانی، ۶۵ درصد ساختمان‌ها با اسکلت بتنی، ۱۹ درصد با اسکلت فلزی و ۱۷ درصد با آجر و آهن هستند. ازلحاظ عرض معبر، ۴۲ درصد ساختمان‌ها مشرف‌بر معبر ۶ تا ۱۲ متری است. در بررسی عمر بنای ساختمانی، ۴۱ درصد ساختمان‌های نمونه، زیر ۵ سال است. در بررسی نمای ساختمانی نیز، نمای غالب را سنگ تراورتن و آجر سه سانت به‌ترتیب با ۲۵ و ۲۳ درصد، تشکیل می‌دهد. شکل شمارهٔ ۴ نیز، پراکنش نمونه‌های مورد مطالعه در سطح منطقه را نشان می‌دهد.

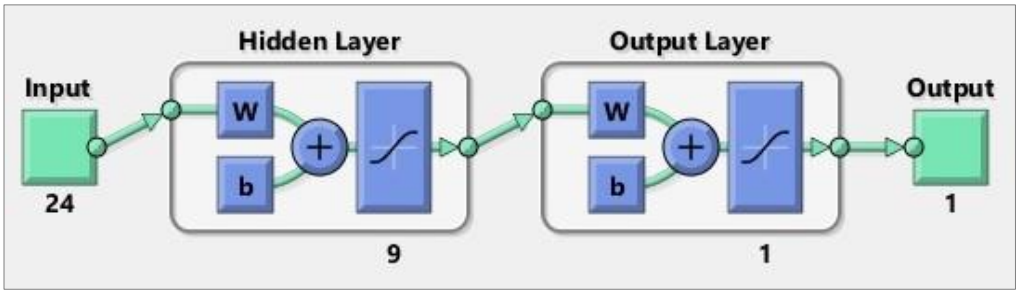


شکل ۴: پراکنش نمونه‌های مورد مطالعه

ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۷

در این پژوهش، بعد از آزمایش شبکه‌های متعدد با تعداد لایه‌های پنهان مختلف، توابع یادگیری متعدد، الگوریتم‌های آموزش مختلف و غیره در نرم‌افزار MATLAB از یک شبکهٔ عصبی پرسترون چند لایه (MLP) با الگوریتم پس‌انتشار خطا برای برآورد داده‌ها استفاده شده‌است.

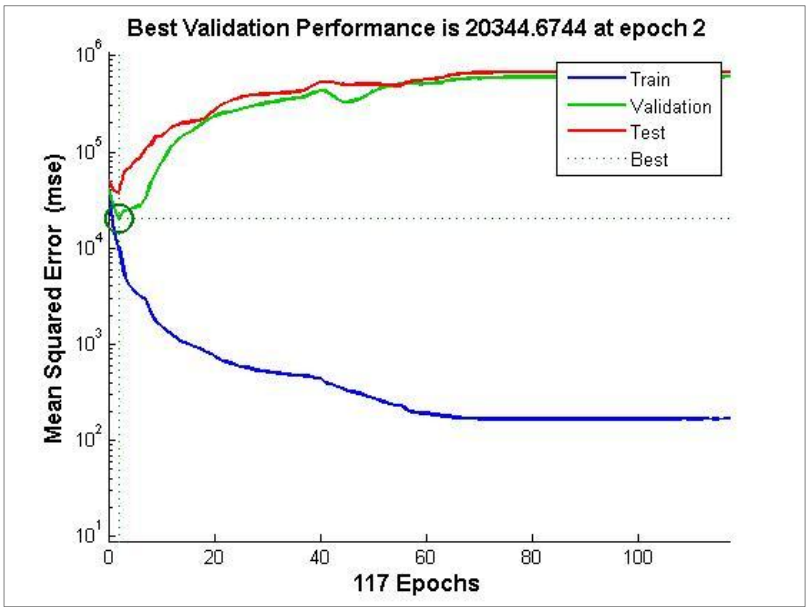
www.SID.ir



شکل ۵: مدل شبکهٔ طراحی‌شده برای پژوهش

تهیه و ترسیم : نگارندگان، ۱۳۹۷

این شبکه با ۲۴ لایهٔ ورودی (متغیرها)، ۹ لایهٔ پنهان با ۱۰ نورون، ۱ لایهٔ خروجی (قیمت)، تابع آموزشی Levenberg-Marquardt، تابع یادگیری تطابقی Learngdm، تابع عملکرد MSE، تابع انتقال Tansig است. حداکثر دورهٔ آموزش برای نرم‌افزار ۴۰۰۰ دور تعیین شد و برای این منظور ۳۰ درصد داده‌ها برای تست مدل و ۷۰ درصد برای آموزش شبکه مورد استفاده قرار گرفت. انتخاب داده‌ها نیز برای تست و آموزش به‌صورت تصادفی بوده‌است.



شکل ۶: پلات بهترین عملکرد اعتبارسنجی شبکهٔ عصبی مصنوعی

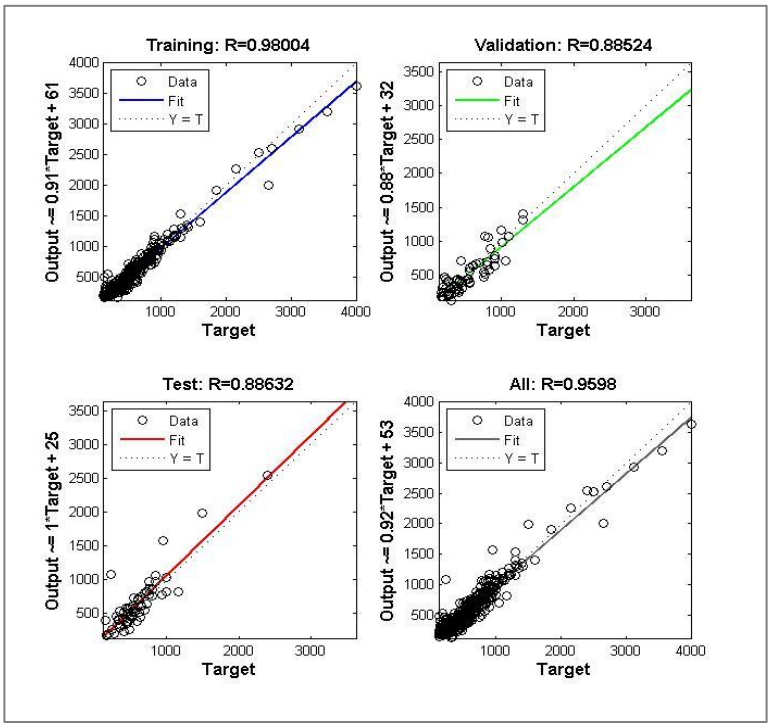
تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۷

شکل فوق مربوط به خطاهای آموزشی، ارزیابی و آزمایش است. نمودار بالا دارای سه خط است؛ به این علت که بردارهای ورودی و هدف (خروجی) به‌صورت تصادفی بین سه مجموعهٔ آموزشی[۱]، اعتبارسنجی[۲] و آزمایش[۳] تقسیم شده‌اند. مجموعه ارزیابی در راستای حفظ عمومیت شبکه مورد استفاده قرار می‌گیرد. این نمودار بیانگر این مطلب است که خطای میانگین مربعات شبکه از یک مقدار بزرگ‌تر شروع شده و در

1-Train
2-Validation
3-Test

www.SID.ir

مرحلهٔ آموزش رفته‌رفته کاهش می‌یابد و این بدان معناست که روال یادگیری شبکه دارای پیشرفت است. همچنین، منحنی خطای مجموعهٔ آزمایشی با منحنی خطای مجموعه ارزیابی دارای رفتار و خصوصیات مشابهی است و نشان‌دهندهٔ این است که مشکل بیش‌برازش روی نداده‌است. همچنین، بهترین کارایی در تکرار دوم حاصل شده‌است.

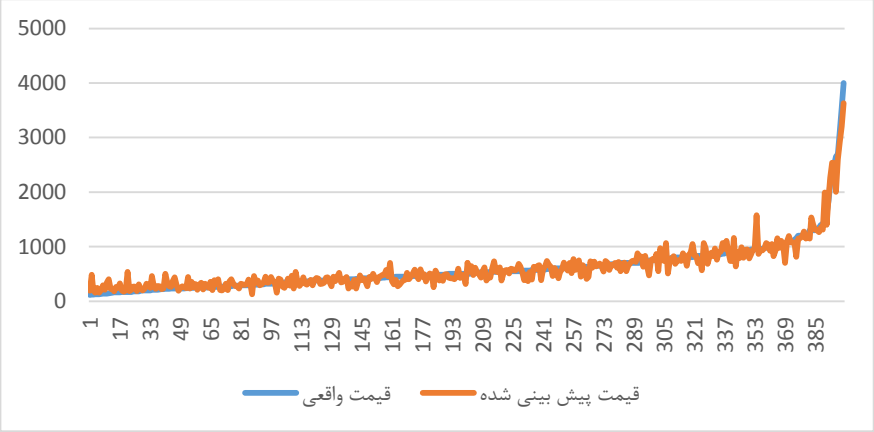


شکل ۷: پلات برازش رگرسیونی شبکهٔ عصبی مصنوعی

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۷

شکل بالا نشان‌دهندهٔ داده‌های آموزش، اعتبارسنجی و آزمایشی هستند. خط نقطه‌چین در هر پلات نشان‌دهندهٔ بهترین نتیجهٔ خروجی است. خط پیوسته، نشان‌دهندهٔ بهترین تناسب خط رگرسیون خطی بین خروجی‌ها و اهداف است. مقدار R نمایان‌گر رابطهٔ بین خروجی‌ها و اهداف است. اگر R=1 باشد، نشان می‌دهد که یک رابطهٔ خطی دقیق بین خروجی‌ها و اهداف وجود دارد. اگر R به صفر نزدیک باشد، هیچ رابطهٔ خطی بین خروجی‌ها و اهداف وجود ندارد. در این پژوهش، داده‌های آموزش، اعتبارسنجی و آزمایش تناسب خوبی را نشان می‌دهند. مقادیر R هر کدام به‌ترتیب۰/۹۸،۰/۸۸و۰/۸۸ است.خروجی مجموعه‌های آموزشی، ارزیابی و تست به‌خوبی بر روی بردارهای هدف منطبق شده و مدل‌سازی موفقیت‌آمیز بوده‌است. همچنین R-Value برابر با ۰/۹۵ است که نشانگر این‌است که متغیرهای مستقل به‌کارگرفته‌شده در شبکه، متغیر وابسته را پیش‌بینی می‌کند. در نمودار زیر مقایسهٔ بین قیمت واقعی و نتایج به‌دست‌آمده از پیش‌بینی شبکه نشان داده شده‌است.

www.SID.ir



شکل ۸: مقایسهٔ قیمت‌های واقعی و نتایج حاصل از پیش‌بینی قیمت در شبکهٔ عصبی مصنوعی

تهیه و ترسیم: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۷

شکل شمارهٔ ۸، نشان می‌دهد که بین قیمت پیش‌بینی‌شده و قیمت واقعی تفاوت چندانی وجود ندارد و شبکه با دقت بالایی قیمت هر واحد را پیش‌بینی کرده‌است. قیمت‌ها از کمترین به بیشترین مبلغ ردیف شده‌است و قیمت پیش‌بینی‌شده در مبالغ پایین بیشتر از قیمت واقعی و در مبالغ بالا کمتر از قیمت واقعی است و این امر نشانگر این است که مکانیسم‌های به‌کار رفته در قیمت‌های پایین و بالا متفاوت از قیمت‌های متوسط است و از سایر مکانیسم‌ها تبعیت می‌کند که شبکه قادر به تشخیص آن‌ها ازطریق داده‌های موجود نیست. همچنین، جدول شمارهٔ ۲، ۳۴ نمونه از ۴۰۰ نمونهٔ برآوردشده به‌صورت تصادفی انتخاب شده و اختلاف بین قیمت واقعی و قیمت برآوردی شبکه نشان می‌دهد.

جدول ۲: مقدار اختلاف قیمت واقعی و پیش‌بینی‌شده توسط شبکهٔ طراحی‌شده برحسب میلیون تومان

ردیف	قیمت واقعی	قیمت پیش‌بینی‌شده	مقدار اختلاف	ردیف	قیمت واقعی	قیمت پیش‌بینی‌شده	مقدار اختلاف
۱	۱۲۵	۲۴۲	-۱۱۷	۱۸	۴۸۵	۴۹۲	-۷
۲	۱۵۰	۲۲۹	-۷۹	۱۹	۵۵۰	۵۶۴	-۱۴
۳	۱۵۸	۲۲۹	-۷۱	۲۰	۶۰۰	۶۰۹	-۹
۴	۱۷۰	۱۹۴	-۲۴	۲۱	۶۲۰	۶۲۰	۰
۵	۱۸۰	۱۸۵	-۵	۲۲	۶۵۰	۶۳۹	۱۱
۶	۱۹۵	۱۹۵	۰	۲۳	۶۸۰	۷۰۳	-۲۳
۷	۲۳۶	۲۳۷	۱-	۲۴	۷۰۰	۷۱۹	-۱۹
۸	۲۴۰	۲۳۰	۱۰	۲۵	۷۵۰	۷۸۱	-۳۱
۹	۲۸۵	۲۸۰	۵	۲۶	۹۰۳	۸۴۶	-۴۳
۱۰	۲۹۰	۲۹۸	-۸	۲۷	۸۵۰	۵۲۴	۲۶
۱۱	۳۱۰	۳۱۲	-۲	۲۸	۸۷۵	۹۵۸	-۸۳
۱۲	۳۲۰	۳۳۶	-۱۶	۲۹	۹۱۵	۹۸۸	-۷۳
۱۳	۳۵۰	۳۵۴	-۴	۳۰	۹۶۰	۹۲۹	۳۱
۱۴	۳۷۷	۳۸۸	-۱۱	۳۱	۱۱۲۲	۱۰۷۷	۴۵
۱۵	۴۰۰	۴۱۳	-۱۳	۳۲	۱۳۵۰	۱۲۶۴	۸۶
۱۶	۴۰۴	۳۹۰	۱۴	۳۳	۳۱۲۰	۲۹۲۲	۱۹۸
۱۷	۴۲۰	۴۱۴	۶	۳۴	۴۰۰۰	۳۶۲۹	۳۷۱

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۷

www.SID.ir

جدول ۳ : سهم متغیرهای مؤثر بر قیمت مسکن شهری برحسب درصد

متغیرهای کالبدی	۵۳/۸	متغیرهای محیطی	۷	متغیرهای دسترسی	۳۹/۲
مساحت زیربنا	۲۸/۴	موقعیت ساختمان	۳/۹	فاصله از مراکز درمانی	۶/۴
نمای ساختمان	۴/۶	عرض معبر	۳/۹	فاصله از مراکز بهداشتی	۵/۱
نوع واحد مسکونی	۳/۹	التقاط کاربری	۳/۲	فاصله از تأسیسات شهری	۴/۵
سال ساخت	۳/۸			فاصله از کاربری مذهبی	۳/۹
کل طبقات ساختمان	۳/۳			فاصله از کاربری آموزشی	۳/۸
تعداد واحد در هر طبقه	۲/۶			فاصله از مراکز آموزش عالی	۳/۷
استقرار واحد در طبقه	۲/۶			فاصله از پارک و فضای سبز	۳/۲
مصالح عمدهٔ ساختمانی	۱			فاصله از مراکز انتظامی	۲/۶
				فاصله از تجهیزات شهری	۲/۴
				فاصله از مراکز نظامی	۲/۲
				فاصله از رودخانه و نهر	۱/۴
جمع					۱۰۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۷

جدول شمارهٔ ۳، نشان می‌دهد که از بین متغیرهای به‌کار رفته در پژوهش، بیشترین عواملی که بر قیمت یک واحد مسکونی در منطقهٔ دو تبریز اثر می‌گذارد، عوامل «مساحت زیربنا» با ۲۸/۴ درصد، فاصله از مراکز درمانی با ۶/۴ درصد و فاصله از مراکز بهداشتی با ۵/۱ درصد است. کمترین عامل اثرگذار نیز مصالح عمدهٔ ساختمانی با ۱ درصد اهمیت است.

جدول ۴: میانگین انحراف اختلاف قیمت واقعی و پیش‌بینی‌شده

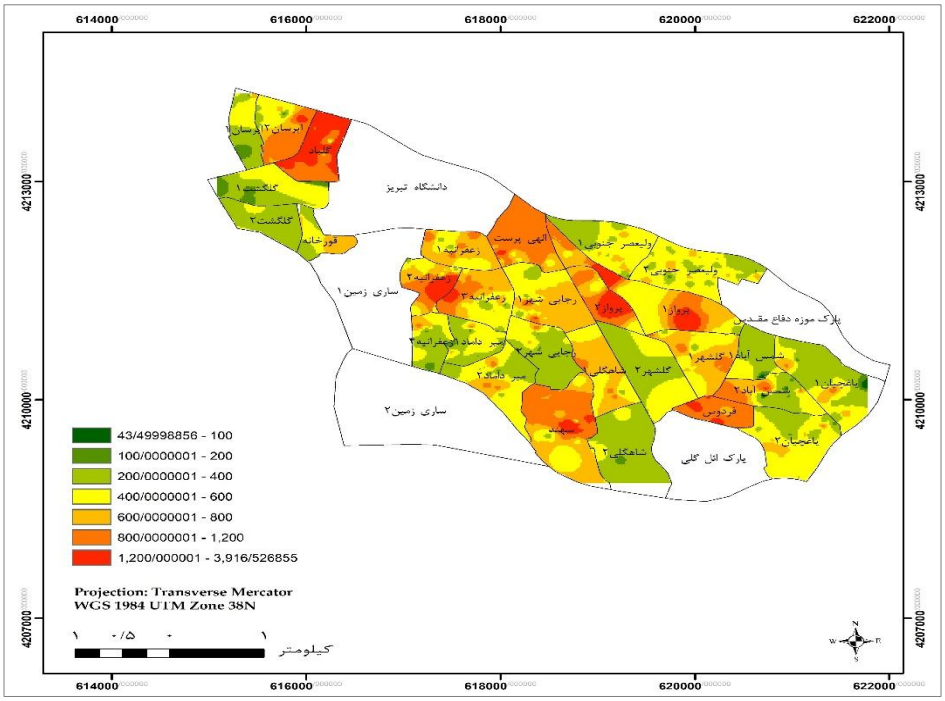
قیمت (برحسب میلیون تومان)	انحراف اختلاف
زیر ۱۰۰	۱۶۱/۷۵
۱۰۰ - ۲۰۰	۱۶/۵۴
۲۰۰ - ۴۰۰	۹/۰۵
۴۰۰ - ۶۰۰	-۰/۹۶
۶۰۰ - ۸۰۰	-۰/۰۲
۸۰۰ - ۱۲۰۰	۲/۷۵
۱۲۰۰ به بالا	-۰/۶۱

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۷

به‌منظور بررسی کارایی شبکه در پیش‌بینی قیمت، انحراف اختلاف قیمت واقعی و پیش‌بینی‌شده در جدول شمارهٔ ۴ آورده‌شده‌است. نتایج نشان‌دهندهٔ این امر است که مدل شبکهٔ عصبی مصنوعی خطای کمتر و درنتیجه کارایی بیشتری در پیش‌بینی قیمت مسکن در منطقهٔ دو تبریز دارد. شبکه در قیمت‌های بالای ۴۰۰ میلیون با انحراف اختلاف پایینی پیش‌بینی کرده‌است. همچنین، بازهٔ قیمت بین ۶۰۰ تا ۸۰۰ میلیون، پایین‌ترین درصد انحراف اختلاف را داشته‌است. علت اختلاف بالای قیمت در مساکن زیر

www.SID.ir

۲۰۰ میلیون، ناشی از بالابودن میانگین ارزش منطقه است؛ به‌طوری‌که تعداد مساکن با قیمت زیر ۲۰۰ میلیون در منطقه بسیار پایین است و در شبکهٔ عصبی مصنوعی در صورتی که تعداد تکرار در هر داده زیاد باشد، شبکهٔ خطای کمتری در پیش‌بینی آن داده خواهدداد و در صورت اینکه تعداد تکرار کم باشد، خطای به‌دست‌آمده، زیاد خواهد بود.



شکل ۹: پراکنش قیمت واحدهای مسکونی در منطقهٔ دو تبریز

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۷

بررسی پراکنش قیمت واحدهای مسکونی منطقهٔ دو در نقشه درون‌یابی‌شده، نشان از تمرکز بالای قیمت مساکن در محلات «گلباد»، «فردوس» و «الهی‌پرست» دارد. میانگین مساحت واحدهای مسکونی در این محلات به‌ترتیب ۳۳۵، ۳۵۳ و ۳۴۸ مترمربع و غالب واحدهای مسکونی این محلات دارای عمر بنای کمتر از ۱۰ سال است. همچنین محلات، «گلگشت ۲» و «شاهگلی ۲» کمترین قیمت مساکن را دارند. میانگین مساحت واحدهای مسکونی نیز در این محلات به‌ترتیب ۱۲۶ و ۱۶۰ مترمربع و غالب واحدهای مسکونی این محلات دارای عمربنای بیش از ۳۰سال است. شکل شمارهٔ۹، پراکنش قیمت واحدهای مسکونی در سطح منطقهٔ دو تبریز را نشان می‌دهد. سطوح سبزرنگ قیمت‌های پایین و سطوح قرمزرنگ نشانگر قیمت بالای مساکن است. ازآنجایی‌که واحدهای مسکونی هر محله ازلحاظ ویژگی‌هایی که دارند، دارای شباهت زیادی است؛ بنابراین شیب تغییرات قیمت پایین است و دامنهٔ تغییرات قیمت در درون هر محله پایین است. محلات سفیدرنگ، محلات فاقد واحد مسکونی هستند؛ بنابراین در نقشهٔ درون‌یابی به‌عنوان «مانع[1]» تعریف شده‌است.

1-Barrier

www.SID.ir

آزمون فرضیه

بین افزایش قیمت مسکن و ویژگی‌های کالبدی مسکن در منطقهٔ دو تبریز رابطه وجود دارد.

متغیرهای کالبدی پژوهش (جدول شمارهٔ ۱) عبارت‌اند از: مساحت زیربنا، نمای ساختمان، سال ساخت، مصالح عمدهٔ ساختمانی، نوع واحد مسکونی، استقرار واحد در طبقه، تعداد کل طبقات و تعداد واحد در هر طبقه است. برای ارزیابی این متغیرها داده‌های مرتبط، ازطرف مشاوران املاک جمع‌آوری شد و در شبکهٔ عصبی مورد بررسی قرار گرفت و این نتیجه حاصل شد که از بین متغیرهای مستقل به‌کارگرفته‌شده، سهم متغیرهای کالبدی در تعیین قیمت واحدهای مسکونی ۵۳/۸ درصد است؛ بنابراین، این نتیجهٔ کلی حاصل می‌شود که عوامل فیزیکی بیشتر از عوامل محیطی و دسترسی قیمت واحد مسکونی را تحت‌تأثیر قرار داده‌است. همچنین، نتایج (جدول شمارهٔ ۳) حاکی از معنی‌داربودن مؤلفه‌های کالبدی در تغییرات قیمت واحدهای مسکونی است؛ بدین‌سان که سهم مساحت زیربنا ۲۸/۴ درصد، نمای ساختمان ۴/۶ درصد، نوع واحد مسکونی ۳/۹ درصد، سال ساخت ۳/۸ درصد، سال ساخت ۳/۸ درصد، کل طبقات ساختمان ۳/۳ درصد، استقرار واحد در طبقه ۲/۶، تعداد واحد در هر طبقه ۲/۴، مصالح عمدهٔ ساختمانی ۱ درصد است. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از شبکهٔ عصبی مصنوعی فرض H_1 این فرضیه مورد تأیید قرار می‌گیرد.

نتیجه

نتایج به‌دست‌آمده (جدول شمارهٔ ۴) از تحقیق نشان می‌دهد، بین قیمت پیش‌بینی‌شده و قیمت واقعی مسکن تفاوت چندانی وجود ندارد و شبکهٔ عصبی مصنوعی با دقت بالایی قیمت هر واحد را پیش‌بینی کرده‌است. قیمت پیش‌بینی‌شده در مبالغ پایین بیشتر از قیمت واقعی و در مبالغ بالا کمتر از قیمت واقعی است و این امر نشانگر این است که مکانیسم‌های به‌کاررفته در قیمت‌های پایین و بالا، متفاوت از قیمت‌های متوسط است و از سایر مکانیسم‌ها تبعیت می‌کند. شبکهٔ عصبی مصنوعی، سهم هر متغیر در تعیین قیمت یک واحد مسکونی را نشان می‌دهد. این متغیرها به سه نوع کلی متغیرهای کالبدی، متغیرهای محیطی، متغیرهای دسترسی تقسیم می‌شود و مهم‌ترین آن‌ها شامل مساحت زیربنا، فاصله از مراکز درمانی و بهداشتی، نما و موقعیت ساختمان، فاصله از تأسیسات شهری، مراکز مذهبی، مراکز آموزشی، نوع واحد مسکونی، کل طبقات ساختمان، مصالح عمدهٔ ساختمانی، تعداد واحد در هر طبقه و غیره است. براساس جدول شمارهٔ ۳، سهم متغیرهای کالبدی در تعیین قیمت واحدهای مسکونی ۵۳/۸ درصد و سهم ویژگی‌های دسترسی در قیمت مسکن برابر با ۳۹/۲ درصد است. از بین متغیرهای به‌کار رفته در پژوهش، بیشترین سهم قیمت یک واحد مسکونی در منطقهٔ دو تبریز را عوامل «مساحت زیربنا» با ۲۸/۴ درصد، «فاصله از مراکز درمانی» با ۴/۶ درصد و «فاصله از مراکز بهداشتی» با ۵/۱ درصد دارا است. کمترین سهم نیز متعلق به «مصالح عمدهٔ ساختمانی» با ۱ درصد است. بررسی پراکنش قیمت واحدهای مسکونی منطقهٔ دو در نقشهٔ درون‌یابی‌شده (شکل شمارهٔ ۹)، نشان از تمرکز بالای قیمت مساکن در محلات «گلباد»، «فردوس» و «الهی‌پرست» دارد. میانگین مساحت واحدهای مسکونی در این محلات به‌ترتیب ۳۳۵، ۳۵۳ و ۳۴۸ مترمربع و غالب واحدهای مسکونی این محلات دارای عمر بنای کمتر از ۱۰ سال است. همچنین محلات «گلگشت ۲» و «شاهگلی ۲» کمترین قیمت مساکن را دارند. میانگین مساحت واحدهای مسکونی نیز در این محلات به‌ترتیب ۱۲۶ و ۱۶۰ مترمربع و غالب واحدهای مسکونی این محلات

www.SID.ir

دارای عمربنای بیش از ۳۰ سال است. همچنین، محله‌های «الهی‌پرست» و «گلباد» علی‌رغم وجود کاربری‌های درمانی و بهداشتی همچون بیمارستان بین‌المللی تبریز و بیمارستان امام رضا(ع) و بیمارستان شهید مدنی در مجاورت این محلات باعث شده‌است تا شبکهٔ عصبی سهم دسترسی به کاربری درمانی و بهداشتی را در مرتبهٔ دوم و سوم قرار دهد. نتایج به‌دست‌آمدهٔ پژوهش حاضر، هم‌راستا با نتایج پژوهش سلیم (۲۰۰۹) است؛ به‌طوری‌که در هر دو پژوهش عوامل کالبدی مؤثرتر از سایر عوامل واقع شده‌اند. همچنین، متغیرهای دسترسی در پژوهش شعبان‌پور و همکاران (۱۳۹۸) و پژوهش حاضر تأثیرگذاری متوسطی دارند. در پژوهش تیموری و همکاران (۱۳۹۶)، که کوی ولیعصر شهر تبریز را مورد بررسی قرار دادند، همبستگی دسترسی به مسجد با قیمت مسکن معکوس است؛ درحالی‌که در منطقهٔ دو تبریز بدون تأثیر است.

پیشنهادها

- شبکه‌های عصبی دارای انواع مختلفی هستند که در این پژوهش به‌لحاظ ماهیت و روش تحقیق از شبکهٔ عصبی پرسپترون چندلایه استفاده شد. بااین‌حال به‌دلیل گستردگی شبکه‌های عصبی، پیشنهاد می‌شود شبکه‌های عصبی مختلف با الگوریتم‌های یادگیری مختلف نیز مورد بررسی قرار گیرد تا مطلوب‌ترین شبکه‌ای که بتواند با مقدار معیّن ورودی، دقیق‌ترین خروجی را محاسبه کند، انتخاب شود.
- باتوجه به تفاوت‌های مختلف در بازار مسکن، محلی‌بودن بازار آن و تمایلات متفاوت خانوارها برای تصاحب مطلوب‌ترین ویژگی‌های مسکن، نمی‌توان ادعا کرد که نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش، در سایر مناطق و بازارها صادق باشد؛ ازاین‌رو پیشنهاد می‌شود سایر مناطق و شهرها به‌صورت جداگانه مورد بررسی قرار گیرند تا نتایج مطلوب کسب شود.
- به‌منظور افزایش دقت شبکهٔعصبی طراحی‌شده،لازم است که سایر متغیرهای دخیل نیز در صورت وجود اطلاعات به‌کار گرفته‌شود. همچنین در صورت وجود اطلاعات برای واحد مسکونی آپارتمانی و واحد غیرآپارتمانی، مطلوب است که مدل‌سازی به‌صورت جداگانه برای هر یک صورت پذیرد.
- با توجه به کارکرد این روش در برآورد دقیق قیمت مسکن، می‌توان به اخذ مالیات و عوارض ساختمانی برای تک‌به‌تک مساکن منطقهٔ دو تبریز با توجه به ارزش آن‌ها اقدام کرد.
- انبوه‌سازان می‌توانند براساس نتایج این پژوهش تمایلات خانوارها را درک کنند و براساس خواست آن‌ها واحدهای مسکونی مناسبی را در منطقهٔ دو تبریز احداث یا بازسازی کنند.
- با توجه به رابطهٔ معنی‌دار قیمت مسکن با عوامل مختلف و مدل‌هایی که برای تخمین قیمت مسکن مانند شبکهٔ عصبی طراحی شده‌اند، مسئولان شهری، حداقل و حداکثر قیمت‌ها را در این منطقه اعلام کنند تا از سودجویی دربخش مسکن جلوگیری شود.

www.SID.ir

منابع

- اکبری، نعمت‌الله؛ رحمان خوش‌اخلاق؛ سارا مردی‌ها (۱۳۹۲). سنجش و ارزش‌گذاری عوامل مؤثر بر انتخاب مسکن با استفاده از روش انتخاب تجربی از دیدگاه خانوارهای ساکن در بافت فرسودهٔ شهر اصفهان، فصلنامهٔ پژوهش‌های اقتصادی. دانشگاه تربیت مدرس. سال ۱۳. شمارهٔ ۳. صفحات ۴۷-۱۹.
https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=201933

- امان‌پور، سعید؛ اسماعیل سلیمانی‌راد؛ لیلا کشتکار؛ صادق مختاری چلچله (۱۳۹۳). تخمین قیمت مسکن شهر اهواز با استفاده از شبکهٔ عصبی، فصلنامهٔ اقتصاد و مدیریت شهری، سال ۳. شمارهٔ ۹. صفحات ۵۷-۴۵.
http://iueam.ir/article-1-105-fa.html

- پورمحمدی، محمدرضا (۱۳۹۳)، برنامه‌ریزی مسکن، انتشارات سمت.
http://samta.samt.ac.ir/content/10806

- تیموری، ایرج؛ نوید سلطان‌قیس؛ یاسر قلی‌زاده (۱۳۹۶). برآورد قیمت مسکن شهری با استفاده از تابع هدانیک و شبکه‌های عصبی مصنوعی، موردشناسی: کوی ولیعصر شهر تبریز، فصلنامهٔ جغرافیا و آمایش شهری- منطقه‌ای، سال ۷. شمارهٔ ۲۲.صفحات ۵۶-۴۱.
10.22111/gaij.2017.2995

- خلیلی‌عراقی، سیدمنصور؛ الهام نوبهار(۱۳۹۰).پیش‌بینی قیمت مسکن در شهر تبریز: کاربرد مدل‌های قیمت هدانیک و شبکهٔ عصبی مصنوعی، پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، معاونت امور اقتصادی وزارت امور اقتصادی و دارایی، سال ۱۹. شمارهٔ ۶۰. صفحات ۱۳۸-۱۱۳.
http://qjerp.ir/article-1-189-fa.pdf

- شعبان‌پور، زهرا؛ اصغر شکرگزار؛ مریم جعفری مهرآبادی (۱۳۹۸). بررسی عوامل مؤثر بر قیمت مسکن (مطالعهٔ موردی: شهر رشت)، فصلنامهٔ آمایش محیط. دورهٔ ۱۲. شمارهٔ ۴۶. صفحات ۸۲-۶۳.
https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=490759

- صادقی، سیدکمال؛ رحمان خوش‌اخلاق؛ مصطفی عمادزاده؛ رحیم دلالی‌اصفهانی؛ مهدی نفر (۱۳۸۷). تأثیر آلودگی هوا بر ارزش مسکن (مطالعهٔ موردی: کلان‌شهر تبریز)، فصلنامهٔ پژوهش‌های اقتصادی ایران، سال ۱۲. شمارهٔ ۳۷. صفحات ۱۹۲-۱۷۱.
https://www.sid.ir/Fa/Journal/ViewPaper.aspx?id=92896

- مرکز آمار ایران (۱۳۹۴). سالنامهٔ آماری استان آذربایجان شرقی.
https://www.amar.org.ir/Portals/0/Files/fulltext/1394/n_salname_keshvar_94.pdf

- مهندسان مشاور نقش محیط (۱۳۹۰). طرح عمران توسعهٔشهر تبریز؛ شناخت شهر، وزارت راه و شهرسازی، ادارهٔ کل راه و شهرسازی استان آذربایجان شرقی.
http://nmoheet.com/FA/index.php

- هاروی، دیوید (۱۳۸۲). عدالت اجتماعی و شهر، ترجمهٔ محمدرضا حائری، فرخ حسامیان، بهروز منادی‌زاده، انتشارات شرکت پردازش و برنامه‌ریزی شهری.
https://www.adinehbook.com/gp/product/9647943113

- یزدانی، فردین؛ طهمورث الیاسی (۱۳۸۰). بررسی اقتصادی عرضه و تقاضای مسکن در مناطق شهری استان اصفهان، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان اصفهان، معاونت برنامه‌ریزی و هماهنگی.

- شهرداری‌منطقهٔ دو تبریز، www.m2.tabriz.ir، تاریخ مراجعه: ۱۳۹۸/۱۱/۱۵.

- Alberto Díaz-Álvarez, Miguel Clavijo, Felipe Jiménez, Edgar Talavera, Francisco Serradilla (2018). Modelling the human lane-change execution behaviour through Multilayer Perceptrons and Convolutional Neural Networks, Transportation ResearchPartF,Vol.56.PP.134-148. https://doi.org/10.1016/j.trf.2018.04.004

- Brito Paulo M. B. & Pereira Alfredo M. (2002). Housing and Endogenous Long-Term Growth, Journal of Urban Economics,Vol.51.PP.246-271. https://doi.org/10.1006/juec.2001.2244.

www.SID.ir

- Nghiep Nguyen and Al Cripps (2001). Predicting Housing Value: A Comparison of Multiple Regression Analysis and Artificial Neural Networks, Journal of Real Estate Research, American Real Estate Society, Vol.22. Issue 3. Pages 313-336. https://ideas.repec.org/a/jre/issued/v22n32001p313-336.html

- Snehashish Chakraverty and Susmita Mall (2017). Artificial Neural Networks for Engineers and Scientists Solving Ordinary Differential Equations, CRC Press. https://www.semanticscholar.org/paper/Artificial-Neural-Networks-for-Engineers-and-Chakraverty-Mall/8724ef686097d3d6fd883913d28701e8f9ea216d

- Subana Shanmuganathan & Sandhya Samarasinghe (2016). Artificial Neural Network Modelling, Springer International Publishing. https://www.springer.com/gp/book/9783319284934

- Vincenza Chiarazzoa, L.Caggiani, M. Marinelli, M.Ottomanelli (2014). A Neural Network based model for real estate price estimation considering environmental quality of property location, Journal of Transportation Research Procedia, Vol.3. Pages 810 – 817. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2014.10.067.

- Cozmei, Cătălina; Onofrei Muler (2012). Impact of Property Taxes on Commercial Real Estate Competition in Romania, Journal of Procedia Economics and Finance, Vol3. Pages 604-610.

- Charles Leung (2004). Macroeconomics and housing: a review of the literature, Journal of Housing Economics, Vol.13. Pages 249–267. https://doi.org/10.1016/j.jhe.2004.09.002.

- G. Naga Satish, Ch. V. Raghavendran, M.D. Sugnana Rao, Ch.Srinivasulu (2018). House Price Prediction Using Machine Learning, International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering, Vol.8. Issue 9. Pages 717-722. DOI:10.35940/ijitee.I7849.078919 https://www.ijitee.org/wp-content/uploads/Souvenir_Volume-8_Issue-9_July_2019.pdf

- Gayle Cain (2017).Artificial Neural Networks: New Research, Nova Science Pub Inc.
- Hassan Selim (2009). Determinants of House Prices in Turkey: Hedonic Regression versus Artificial Neural Network, Journal of Expert Systems with Applications, Vol.36. Issue 2. Part 2. Pages 2843-2852. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2008.01.044.

- Kelvin J. Lancaster (1966). A New Approach to Consumer Theory, Journal of Political Economy, Vol. 74. No. 2. Pages 132-157. https://doi.org/10.1086/259131.

- Kim Kabsung & Park Juyoung (2005). Segmentation of the housing market and its determinants: Seoul and its neighbouring new towns in Korea, Australian Geographer, Vol. 36. Issue 2. Pages 221-232. https://doi.org/10.1080/00049180500150019.

- Mabrouk Hamadache, Othmane Benkortbi, SalahHanini, AbdeltifAmrane (2017). Application of multilayer perceptron for prediction of the rat acute toxicity of insecticides, Energy Procedia, Vol.139. Pages 37-42. https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.11.169.

www.SID.ir