

# تخمین قیمت مسکن شهر اهواز با استفاده از شبکه عصبی

سعید امان پور

دانشیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

اسماعیل سلیمانی راد

دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

لیلا کشتکار\*

دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

صادق مختاری چلچه

دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

دریافت: 92/12/24 پذیرش: 92/06/26

**چکیده:** در بعد اقتصادی هر جامعه، مسکن همواره یک نیاز اساسی است. از این رو، تحولات بخش مسکن، تأثیر فراوانی بر سایر بخش‌های اقتصاد دارند؛ بنابراین یکی از نیازهای قابل توجه دولت‌ها در امر مسکن، پیش‌بینی دقیق قیمت مسکن و تعیین عوامل تأثیرگذار بر قیمت این کالا است. پژوهش حاضر، با هدف تخمین قیمت مسکن و تعیین عوامل تأثیرگذار بر آن در شهر اهواز، بررسی نسبتاً کاملی از عملکرد شبکه عصبی (مدل پرسپترون چند لایه) در پیش‌بینی قیمت مسکن انجام داده است. ماهیت تحقیق، توسعه‌ای-کاربردی و روش انجام آن، توصیفی-تحلیلی می‌باشد. در این پژوهش، 233 نمونه واحد آماری در سال 1392 براساس 16 متغیر مربوطه به منظور تخمین قیمت مسکن، مورد ارزیابی قرار گرفته است. از این رو برای ایجاد شبکه عصبی مصنوعی، از نرم‌افزار MATLAB بهره گرفته شد و در نهایت، شبکه‌ای با یک لایه پنهان و 12 نرون، استفاده شد. همچنین به منظور تعیین میزان تأثیرگذاری عوامل گوناگون بر قیمت این کالا، از روش رگرسیون خطی گام به گام، بهره گرفته شده است. نتایج به دست آمده، نشان‌دهنده دقت 91 درصدی شبکه عصبی در تخمین قیمت واحد مسکونی شهر اهواز است. همچنین از بین عوامل تأثیرگذار بر قیمت مسکن در این شهر، زیربنای ساختمان (متراز) و دسترسی، بیشترین سهم را به خود اختصاص داده‌اند. با توجه به تأثیر بسزای شاخص متراز زمین و دسترسی لازم است در برنامه‌ریزی‌های ساخت و ساز مسکن، به این عوامل بیش از سایر عوامل، اهمیت داده شود.

**واژگان کلیدی:** تخمین قیمت، مسکن، شبکه عصبی، مدل پرسپترون چند لایه، شهر اهواز،

MATLAB

طبقه‌بندی JEL: E31, R21, C45, C3, N95



1389). این ویژگی‌ها سبب شده تا دولت در بازار مسکن دخالت کرده و اقدام به سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی نماید. موفقیت در اجرای سیاست‌های تولید مسکن و برنامه‌ریزی شهری، مستلزم شناخت دقیق ترجیحات مصرف‌کنندگان و تمایلات آنها نسبت به ویژگی‌های خاص مسکن می‌باشد (خلیلی عراقی و نوبهار، 1390). از این روز، تعیین و برآورد قیمت مسکن، از اهمیت ویژه‌ای برای برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیران برخوردار است. این برآورد به ویژه اگر بتواند سهم عوامل تأثیرگذار در ارزش این کالا را به خوبی منعکس نماید، می‌تواند در برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری در بسیاری از سیاست‌های شهری و منطقه‌ای مورد استفاده قرار گیرد. بنابراین، وجود یک مدل پیش‌بینی قیمت، موجب پر شدن خلاء اطلاعاتی موجود می‌شود. در این راستا، پژوهش حاضر، بررسی نسبتاً کاملی از عملکرد شبکه عصبی<sup>۱</sup> (مدل پرسپترون چند لایه<sup>۲</sup>) در پیش‌بینی قیمت مسکن شهر اهواز، انجام داده و کارایی این مدل در بهبود دقت پیش‌بینی را نشان می‌دهد. همچنین در مرحله بعد، به بررسی و تعیین عوامل تأثیرگذار بر قیمت مسکن با استفاده از مدل رگرسیون خطی در این شهر پرداخته شده است. بنابراین هدف اصلی پژوهش حاضر، پیش‌بینی قیمت مسکن و تعیین عوامل تأثیرگذار بر آن در شهر اهواز است.

## 2- پیشینه تحقیق

### الف) پژوهش‌های خارجی

زنیون<sup>۳</sup> و همکارانش (2002)، رانسون و لم<sup>۴</sup> (2003)، رابونال و دورادو<sup>۵</sup> (2006)، زنیون و همکارانش (2011)، با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی، به پیش‌بینی قیمت مسکن پرداختند. نتایج پژوهش آنها نشان داد این روش دارای توانایی‌ها و مزیت‌های بسیاری

## 1- مقدمه

مسکن، عامل اصلی جامعه‌پذیری افراد نسبت به جهان و کالایی عمدہ و تعیین کننده سازمان اجتماعی فضاست که در شکل‌گیری هویت فردی، روابط اجتماعی و اهداف جمعی افراد، نقش بسیار تعیین کننده‌ای دارد (Short, 2006). اهمیت مسکن از آن جا ناشی می‌شود که مطابق مستندات طرح جامع مسکن و اطلاعات آماری کشور، هر ساله حدود 20 الی 30 درصد از سرمایه ثابت، در بخش مسکن مصرف می‌شود (جعفری صمیمی و همکاران، 1386). از طرف دیگر، مسکن، انگیزه عمدہ‌ای برای پس انداز خانواده‌های است بر تورم، کسری بودجه، تحرکات نیروی کار، تعادل پرداختها و بودجه دولت از طریق مالیات‌ها و یارانه‌ها اثر می‌گذارد (رفیعی، 1382). بنابراین بازار مسکن از جهت این که یک دارایی است و هم از لحاظ خدماتی که به عنوان سرپناه اولیه ارائه می‌دهد، حائز اهمیت است (خلیلی عراقی و همکاران، 1391).

کشور ایران، با آغاز اصلاحات ارضی در سال 1341 و تغییر در شیوه تولید، با روند رو به گسترش شهرنشینی و مشکلات آن به خصوص در بخش مسکن، مواجه گردیده است (زیاری و زرافشان، 1385). همچنین طی دهه‌های اخیر با افزایش جمعیت، رشد صنعتی کشور، مهاجرت روستاییان به سوی شهرها، کاهش بعد خانوار، تشدید بورس‌بازی زمین و مسکن و فرسودگی بافت‌های مسکونی، قیمت مسکن به طور بی‌رویه‌ای افزایش یافته است (علوی و همکاران، 1391)، به طوری که بازار مسکن طی 15 سال گذشته، یکی از پرنسان‌ترین بخش‌های اقتصاد کشور بوده است (عسگری و الماسی، 1390). نوسانات بازار مسکن تحت تأثیر ساختار کلان اقتصادی کشور از مدل خاصی پیروی می‌کند. نگاهی به الگوی اقتصادی متکی به نفت در کشور نشان می‌دهد که طی سه دهه گذشته، ساختار روستایی به کندی به نفع تراکم در شهرها، شکل گرفته و به صورت نسبتاً ثابتی، نوسانات قیمت در بازار مسکن، حاکم شده است (صباغ‌کرمانی و همکاران،

1- Neural Network

2- Multi Larger Perceptron

3- Zainun

4- Runeson and lam

5- Rabunal and Dorado

راستا، مطالعات متعددی به صورت پیش‌بینی و برآورد قیمت مسکن انجام شده است.

اسفندیاری (1384) در مطالعه خود با استفاده از روش هدаниک، به بررسی عوامل مؤثر بر قیمت واحدهای مسکونی شهر اصفهان پرداخته است. در این مطالعه، جهت تخمین الگو، از ادغام داده‌های سری زمانی و مقطعي، استفاده شده است. نتایج اين مطالعه حاکي از آن است که در كليه واحدهای مسکونی شهر اصفهان، عوامل فيزيكى، بيشتر از عوامل مکانی، قيمت واحدهای مسکونی را تحت تأثير قرار داده‌اند.

زراء‌زاد و انواری (1385) در پژوهش خود تأثیر ویژگی‌های فيزيكى و محيطی بر قيمت واحدهای مسکونی شهر اهواز را با استفاده از داده‌های ترکيبی (پنل) و روش تخمین GLS مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج اين مطالعه حاکي از آن است که از نظر متقارضيان واحدهای مسکونی، عوامل رفاهی و فيزيكى بيش از ساير عوامل بر قيمت واحد مسکونی، مؤثر بوده‌اند.

خليلی عراقی و نوبهار (1390) در پژوهش خود به مقاييسه قدرت پيش‌بیني دو مدل رگرسيون هدانيک و شبکه عصبي مصنوعي پرداخته و نتایج تحقيق آنها نشان دادند که مدل شبکه عصبي، خطای كمتر و در نتيجه، كارايی بيشتری در پيش‌بیني قيمت مسکن داشته است؛ همچنان اين روش از لحاظ آماري، برتر از مدل هدانيک می‌باشد.

درگاهی و كوپاهی (1391) به برآورد قيمت زمين‌های مزروعی شهرستان مشکين شهر پرداخته و نتایج نشان می‌دهد هر چه زمين کشاورزی به شهر و جاده اصلی نزديک‌تر باشد، قيمت بيشتری نسبت به ساير زمين‌ها داشته و عملکرد زمين، نقشی ندارد. در واقع بيشترین اثر معناداري، مربوط به فاصله زمين از شهر است.

عطريان و همكارانش (1392) در مطالعه‌ای، به ارزیابی روش‌های ترکيب پيش‌بیني قيمت مسکن در شهر تهران پرداخته‌اند و نتایج پژوهش نشان دادند استفاده از اطلاعات متغيرهای گوناگون به وسیله

بوده و می‌تواند به سازمان‌های مربوطه در زمينه برنامه‌ریزی مسکن، کمک شایانی کند.

سليم<sup>1</sup> (2009) عوامل تعیین‌کننده قيمت در ترکيه را به تفکيك مناطق شهری و روستايی، مورد بررسی قرار داده است. نتایج پژوهش وي حاکي از آن است که داشتن آب لوله کشي و استخر، نوع واحد مسکونی، تعداد اتاق‌ها، سطح زيربنا، ويزگی مکانی (شهری يا روستايی) و نوع اسكلت ساختمان، بيشترین تأثير را بر قيمت مسکن دارند. همچنان، در اين مطالعه با مقاييسه قدرت پيش‌بیني مدل قيمت هدانيک<sup>2</sup> و شبکه عصبي، نشان داده شد شبکه عصبي، عملکرد بهتری در پيش‌بیني قيمت مسکن در ترکيه داشته است.

پيترسون و فلانگان<sup>3</sup> (2009) در مطالعه خود با به کارگيري نمونه‌اي به حجم 46467 از واحدهای مسکونی معامله شده طی دوره‌های 1999-2005 در منطقه‌اي در شمال كاليفورنيا به مقاييسه مدل‌های هدانيک خطی و شبکه‌های عصبي مصنوعي پرداختند. نتایج اين پژوهش نشان می‌دهند مدل شبکه عصبي مصنوعي نسبت به مدل هدانيک خطی، به طور معناداري، خطای پيش‌بیني كمتری را تولید می‌کند.

لي<sup>4</sup> و همكارانش (2013)، در پژوهشي به تعیين قيمت مسکن با استفاده از مدل شبکه تطبیقی فازی<sup>5</sup> در شهر تايپه<sup>6</sup> پرداخته‌اند. برای آموزش شبکه در اين پژوهش، از 117 نمونه که از 12 منطقه شهر استخراج شده بود، استفاده شد و نتایج تحقيق، دقت بسیار بالاي شبکه در پيش‌بیني قيمت مسکن را نشان دادند.

## ب) پژوهش‌های داخلی

تغيرات قيمت مسکن در ايران، از جمله مقولاتي است که در سال‌های اخير، قابل تأمل بوده و در اين

1- Selim

2- Hedonic

3- Peterson and flanagan

4- Lee

5- Fuzzy Adabtive Network

6- Taipei

قیمت مسکن در شهر اهواز پرداخته شده است. سپس با بهره‌گیری از روش رگرسیون خطی گام به گام،<sup>1</sup> عوامل تأثیرگذار بر قیمت مسکن، مورد بررسی قرار گرفته است.

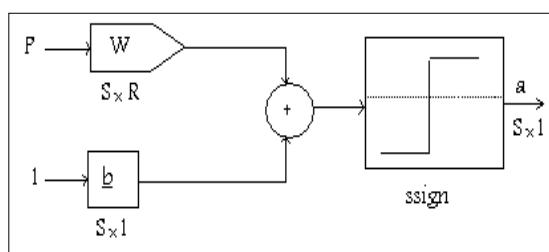
### 3- مبانی نظری

#### شبکه عصبی

شبکه عصبی، یکی از مدل‌های هوش مصنوعی می‌باشد که براساس یادگیری مغز انسان، طراحی شده است. شکل 1، ساختار شبکه عصبی پرسپترون تک لایه را نشان می‌دهد.

تکنیک‌های ترکیب پیش‌بین می‌تواند باعث افزایش دقت پیش‌بینی گردد. همچنین دقت روش‌های ساده ترکیب، از روش وزن‌های بهینه، بیشتر است.

اکثر پژوهش‌های اشاره شده مربوط به کشورهای توسعه یافته می‌باشند که با استفاده از شبکه عصبی به تخمین قیمت مسکن پرداخته‌اند و مشخص گردید عملکرد شبکه عصبی در پیش‌بینی قیمت مسکن، دقیق‌تر از سایر مدل‌ها است و این مطلب، از نکات مثبت این پژوهش‌ها می‌باشد؛ به همین دلیل در پژوهش حاضر، با الگو گرفتن از مطالعات کشورهای توسعه یافته، ابتدا با استفاده از مدل پرسپترون چند لایه در محیط MATLAB، به تخمین

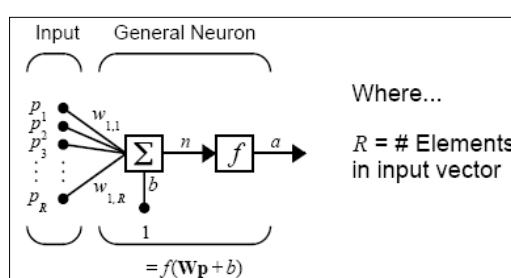


شکل 1- ساختار شبکه عصبی پرسپترون تک لایه

منبع: (خلیلی عراقی و نوبهار، 1390)

نامشخص، به کار روند (Cheng & Ko, 2003). شکل 2، یک نرون ساده با  $R$  ورودی را نشان می‌دهد. هر بردار ورودی با انتخاب مناسب وزن  $W$ ، وزن دار شده و جمع ورودی‌های وزن دار با بایاس، ورودی تابع محرک  $F$  را تشکیل می‌دهند (Demuth & Beale, 2002).

شبکه عصبی، یک پردازشگر موازی عظیم است که از واحدهای پردازش ساده‌ای به نام نرون<sup>1</sup> تشکیل شده که به اجرای محاسبات، پرداخته و داشت مورد نظر را ذخیره می‌کند. این شبکه‌ها با پارامتر و توپولوژی شبکه مناسب می‌توانند برای حل مسائلی با تعریف مبهم و با ساختار



شکل 2- مدل نرون

منبع: (Demuth & Beale, 2000)

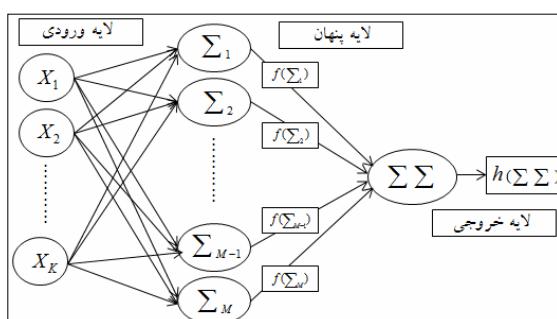
خروجی لایه دوم، بردار ورودی لایه سوم را تشکیل می‌دهد. خروجی لایه‌های لایه دوم، پاسخ واقعی شبکه را نشان می‌دهند (Chelani et al., 2002). نمونه‌ای StepWise Regression موجود در لایه بالا دست با نرون‌های موجود در لایه پایین دست، ارتباط دارند. نقش هر نرون، محاسبه مجموع وزن داده شده پترون<sup>4</sup> ورودی (Net) و سپس گذراندن این مجموع از یک تابع به نام تابع انتقال می‌باشد. تابع انتقال می‌تواند یک تابع خطی یا غیرخطی باشد (Vakil-Baghmisheh, 2002). نحوه عمل پرسپترون چند لایه بدین صورت است که الگویی به شبکه، عرضه می‌شود و خروجی آن، محاسبه می‌گردد. مقایسه خروجی واقعی و مطلوب، باعث می‌شود که ضریب وزنی شبکه، تغییر یابد؛ به طوری که در دفعات بعد، خروجی درست‌تری حاصل شود (صدرموسوی و رحیمی، 1388).

شکل ۳، یک شبکه پرسپترون چند لایه را نمایش می‌دهد. در این شبکه، ابتدا هر نرون لایه مخفی، مجموع حاصل ضرب اطلاعات ورودی و وزن‌های ارتباطی (پارامترهای که مقادیر اولیه آنها به صورت تصادفی تعیین می‌شود) را محاسبه می‌کند و سپس این حاصل را با استفاده از یک تابع فعال‌سازی، به نرون لایه بعد می‌فرستد. مقادیر محاسبه شده خروجی با مقادیر واقعی آنها، مقایسه و میزان خطأ، محاسبه می‌شود. چنانچه مقدار خطأ از خطای مطلوب که از قبل در نظر گرفته شده متفاوت باشد، به عقب بازگشته و با تغییرات ضرایب ارتباطی و تکرار مراحل قبلی، مجددًا خروجی‌های جدیدی، محاسبه می‌شود (طبیبی و همکاران، 1388).

در طول چند سال گذشته، استفاده از شبکه عصبی برای پیش‌بینی و طبقه‌بندی، به طور قابل توجهی افزایش یافته است (Yahya & Abd., 2002). مدل‌های شبکه NeroN<sup>2</sup> عصبی در زمینه‌های متعددی، موفق بوده‌اند؛ از قبیل: Dutta & Shekhar, (1998)، مدل‌سازی قیمت ملک، پیش‌بینی قیمت مسکن (Kauko, 2002)، پیش‌بینی تقاضای مصرف‌کننده و مدل‌سازی مصرف انرژی در بخش مسکونی (Aydinalp-Koksal & Ugursal, 2008). به طور کلی، ساختار شبکه‌های عصبی را می‌توان به دو دسته کلی تقسیم‌بندی نمود: شبکه‌های پیشخور (FFN)<sup>1</sup> و شبکه‌های پسخور (RNN)<sup>2</sup>. شبکه‌های پیشخور دارای ساختار ساده‌ای هستند و مشکل پایداری شبکه‌های پسخور را ندارند (شاهنظری و همکاران، 1383). شبکه‌های پیشخور دارای انواع متفاوتی هستند که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به شبکه پرسپترون چند لایه اشاره کرد.

#### شبکه پرسپترون چند لایه (MLP)

روزنبلات<sup>3</sup> (1958) شبکه‌های پرسپترون را به عنوان اولین مدل برای یادگیری با یک معلم (یعنی یادگیری خود سازمانده)، مطرح نمود (اسدپور، 1390). یک پرسپترون چند لایه، نشان‌دهنده یک ارتباط غیرخطی بین بردار ورودی‌ها و بردار خروجی‌ها می‌باشد؛ این کار از طریق اتصال نرون‌های هر گره در لایه‌های قبلی و بعدی، انجام می‌شود (Rumelhart et al., 1986). این شبکه از چند لایه تشکیل شده است؛ لایه ورودی، خروجی و لایه مخفی که خروجی لایه اول است، بردار ورودی لایه دوم به حساب می‌آید. به همین ترتیب،



## شکل 3- توپولوژی شبکه عصبی پرسپترون چندلایه

منبع: (طبیبی و همکاران، 1388)

4- Petron

1- Feed Forward Network

2- Return Neural Network

3- Rosen Blot

جدول 1- متغیرهای مورد استفاده در پژوهش

معیار	فرض اولویت	تعريف	واحد
نرخ جرم	-	نرخ جرم هر منطقه به تفکیک	نفر
نرخ جمعیت	-	نرخ جمعیت هر منطقه به تفکیک	نفر
متراژ	+	کل زیربنای آپارتمان	متر
قدمت	-	قدمت آپارتمان	سال
واحد	+	براساس طبقات آپارتمان	طبقه
اتاق	+	براساس تعداد اتاق هر آپارتمان	تعداد
آسانسور	+	در صورت وجود، عدد 1، در غیر این صورت، عدد صفر	متغیر اضافی
پارکینگ	+	در صورت وجود، عدد 1، در غیر این صورت، عدد صفر	متغیر اضافی
انبار	+	در صورت وجود، عدد 1، در غیر این صورت، عدد صفر	متغیر اضافی
تراس	+	در صورت وجود، عدد 1، در غیر این صورت، عدد صفر	متغیر اضافی
MDF	+	در صورت وجود، عدد 1، در غیر این صورت، عدد صفر	متغیر اضافی
کولر	+	در صورت وجود، عدد 1، در غیر این صورت، عدد صفر	متغیر اضافی
گجبری	+	در صورت وجود، عدد 1، در غیر این صورت، عدد صفر	متغیر اضافی
سرایداری	+	در صورت وجود، عدد 1، در غیر این صورت، عدد صفر	نفر
هواکش	+	در صورت وجود، عدد 1، در غیر این صورت، عدد صفر	متغیر اضافی
دسترسی	+	دسترسی به خیابان اصلی عدد 1، در غیر این صورت، عدد صفر	متر

منبع: (یافته‌های نگارنده‌گان)

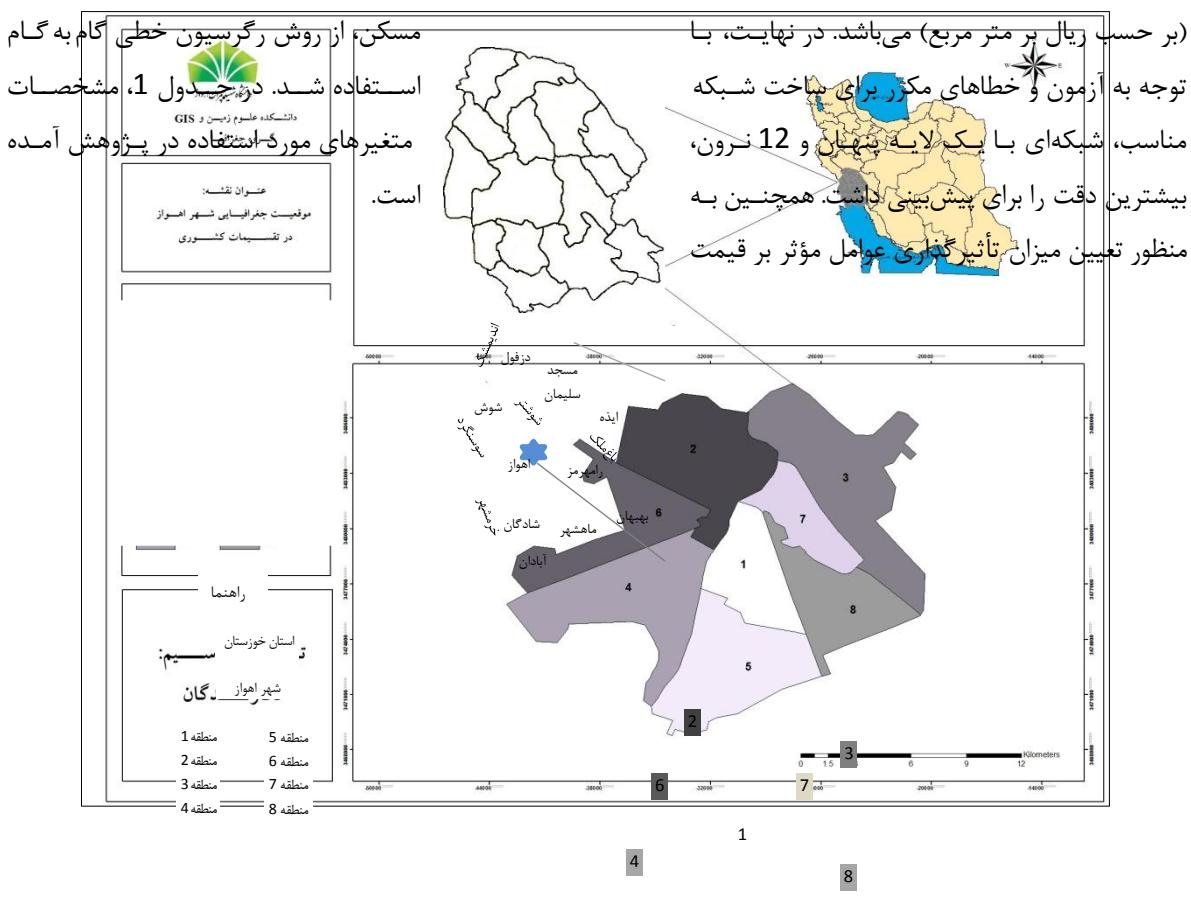
نرم‌افزار MATLAB می‌باشد که از شبکه عصبی levenberg-levenberg و تابع انتقال<sup>۲</sup> برای ایجاد الگوریتم marquardt، استفاده گردید. متغیرها به عنوان ورودی و داده‌های قیمت به عنوان هدف، به شبکه معرفی شدند. به منظور افزایش دقت و سرعت شبکه، داده‌ها با توجه به فرمول زیر، از حالت خام، خارج و نرمال شدند.

$$k = 0.5 + 0.5 \frac{x - \bar{x}}{\text{Maxx} - \text{Min}}$$

از مجموع داده‌ها، 200 نمونه جهت آموزش به شبکه، معرفی گردید و 33 نمونه به صورت تصادفی از مناطق مختلف شهر برای آزمون در نظر گرفته شد. در این مطالعه، متغیر وابسته، قیمت یک دستگاه آپارتمان

## 4- روش تحقیق

ماهیت پژوهش حاضر، توسعه‌ای-کاربردی و روش انجام آن، توصیفی-تحلیلی است. اطلاعات مورد نیاز، از طریق مصاحبه مستقیم با مشاوران املاک، جمع‌آوری شده است. همچنین برای تکمیل اطلاعات، از سایت املاک اهواز<sup>۱</sup> بهره گرفته شده است. در این مطالعه، جامعه آماری شامل کلیه واحدهای مسکونی آپارتمانی شهر اهواز است که براساس یک نمونه‌گیری آماری، 233 واحد آپارتمان به صورت تصادفی از کل آپارتمان‌های شهر، انتخاب شده است. به منظور تخمین قیمت مسکن در سال 1392 از شبکه عصبی پرسپترون چندلایه استفاده شد و نرم‌افزار مورد استفاده برای ساخت شبکه،



نقشه ۱- موقعیت جغرافیایی شهر اهواز

منبع: (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۰)

222 کیلومتر مربع، در محدوده خدماتی 300 کیلومتر مربع و در محدوده استحفاظی 895 کیلومتر مربع می باشد. این شهر، دارای هشت منطقه شهرداری است که هر یک دارای سه یا چهار ناحیه هستند (سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۱۳۸۴). براساس آمار سال ۱۳۹۰، شهر اهواز در محدوده مصوب استانداردی، دارای ۱,112,021 نفر و در محدوده خدمات شهری شهرداری، دارای 1,210,618 نفر جمعیت بوده است (تعاونت برنامه‌ریزی و توسعه، ۱۳۹۱). نقشه ۱، بیانگر محدوده جغرافیایی شهر اهواز می باشد.

#### معرفی محدوده مورد مطالعه

شهر اهواز به عنوان یکی از شهرهای بزرگ ایران، مرکز شهرستان اهواز و استان خوزستان می باشد که از نظر جغرافیایی در 31 درجه و 20 دقیقه عرض شمالی و 48 درجه و 40 دقیقه طول شرقی در جلگه‌ای با ارتفاع 18 متر از سمت دریا قرار گرفته است. شهر اهواز از سمت شمال به شهرهای شبیان، ویس، ملاثانی، دزفول و شوش، از سمت شرق به شهرستان رامهرمز، از غرب به سوسنگرد و دشت آزادگان و از سمت جنوب به شهرهای شادگان، بندر ماهشهر، خرمشهر و آبدان، محدود می گردد. وسعت شهر اهواز در محدوده قانونی شهری

مجموعه آموزش و بهینه‌سازی وزن‌های شبکه، داده‌های

مجموعه ارزیابی به شبکه، تنها برای به دست آوردن

پیش‌بینی، ارائه می‌شوند و تا زمانی که بهبود خطا به

مقدار بسیار کم، نرسیده است، تکرارهای آموزش، ادامه

خواهد داشت. در نهایت، بهترین میزان تکرار براساس

مقدار مینیمم مجموع داده‌های مجموعه آموزش، تأیید و

انتخاب می‌شود. نمودار 1، نشان می‌دهد که چگونه

فرایند آموزش شبکه عصبی از داده‌های ورودی، پیش

می‌رود. با توجه به تنظیمات انجام شده، شبکه با رخداد

6 تکرار متوالی در خطای مجموعه ارزیابی، متوقف

شد. این توقف در تکرار 12، رخ داده است. با توجه به

نمودار 1، مشخص می‌شود:

1- مقدار خطای میانگین مربعات نهایی، کوچک

است.

2- خطای مجموعه آزمایشی با خطای مجموعه

ارزیابی، دارای رفتار و خصوصیات تقریباً یکسانی است.

3- تا تکرار 11 (که بهترین کارایی در مورد

مجموعه ارزیابی به وقوع می‌پیوندد)، هیچ بیش برآشی

رخ نداده است.

## 5- یافته‌های تحقیق

پیش‌بینی قیمت مسکن با استفاده از مدل

پرسپترون چندلایه (MLP)

در این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار MATLAB،

یک شبکه عصبی طراحی و ساخته شد. نخست، داده‌ها

برای ورود به شبکه به صورت زیر تقسیم‌بندی شدند:

- 80 درصد به عنوان مجموعه آموزشی

- 10 درصد به عنوان مجموعه ارزیابی

- 10 درصد به عنوان مجموعه آزمایشی.

تعداد 16 متغیر به عنوان ورودی و یک خروجی

(قیمت) در قالب فایل Excel و به صورت ماتریس، به

شبکه داده شد. بارها برای بالا بردن کارایی شبکه،

طراحی گردید؛ زیرا تنها راه تعیین لایه‌های پنهان، تعداد

لایه و همچنین نوعتابع تبدیل، طراحی شبکه و آزمایش

آن است. در انتهای با توجه به نتایج به دست آمده، استفاده

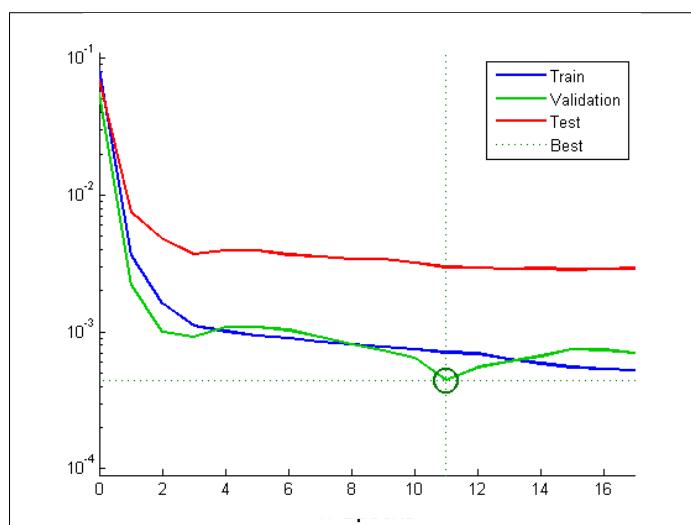
از یک لایه پنهان و تعداد 12 نرون برای تجزیه و تحلیل،

بهترین نتیجه را برای رسیدن به درصد بالا برای تخمین،

در برداشت.

به دلیل نامشخص بودن مقدار بهینه تکرار آموزش<sup>1</sup>

طبق روش توقف به موقع<sup>2</sup>، همزمان با ارائه داده‌های



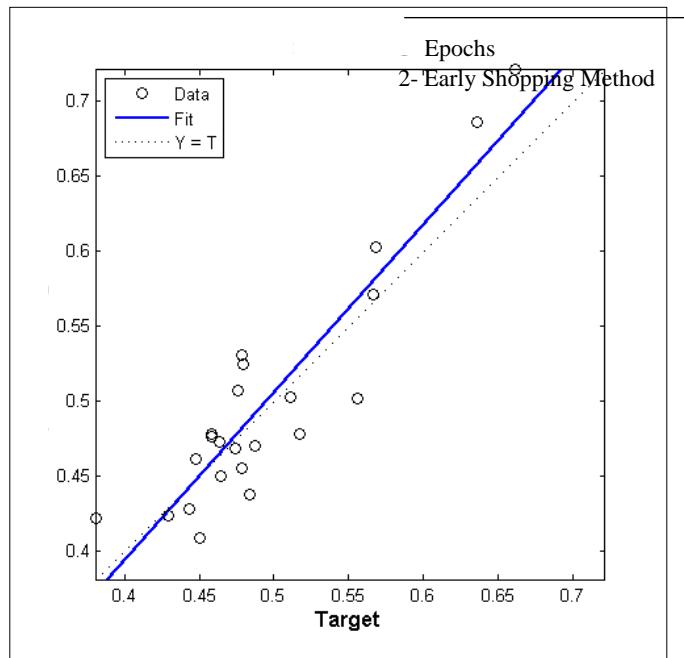
نمودار 1- نمودار کارآیی شبکه

منبع: (محاسبات نگارندگان)

پیدا کنند، مقادیر خروجی، به مقادیر واقعی، نزدیکترند. در این پژوهش، شبکه عصبی با استفاده از 16 متغیر معرفی شده با دقت 91 درصد، توانست قیمت مسکن را پیش‌بینی کند.

#### نمودار میانگین رگرسیونی

نمودار 2، گویای میزان دقت شبکه در پیش‌بینی قیمت مسکن می‌باشد. این نمودار، میزان نزدیکی خروجی‌های شبکه به مقادیر واقعی را نشان می‌دهد. هر چه نقاط به محور قطری نمودار، نزدیک‌تر باشند و تجمع



نمودار 2- نمودار معادله رگرسیونی بین مقادیر میانگین قیمت آپارتمان‌ها و قیمت تخمین زده شده

منبع: (محاسبات نگارندگان)

0/918 می‌باشد. چنان‌چه دیده می‌شود شبکه عصبی، برآورد مناسبی در پیش‌بینی قیمت مسکن داشته است.

همچنین نمودار 3، حاکی از میزان خطای هر یک از داده‌های آموزشی است. میزان خطای شبکه، از کم کردن داده‌های خروجی از داده‌های هدف به دست می‌آید. براساس این نمودار، هر چه متغیرها به مقدار صفر، نزدیک‌تر باشند، میزان خطای، کمتر می‌شود و به صفر می‌رسد.

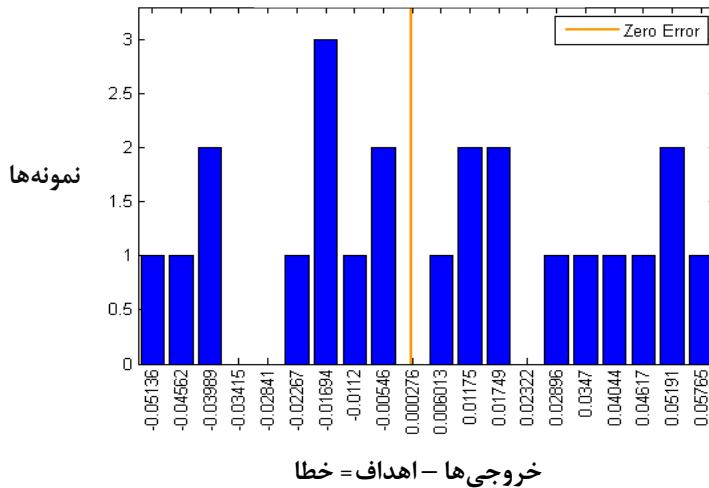
#### مقدار خطای

ارزیابی عملکرد مدل‌های مختلف به کمک فاکتورهای  $R^2$  و RMSE است. روابط این شاخص‌ها به صورتی است که هر چه  $R^2$  به عدد یک و RMSE به عدد صفر، نزدیک باشد؛ مدل، عملکرد بهتری خواهد داشت. برای بررسی دقت عملکرد و محاسبه میزان خطای داده‌های محاسبه شده در شبکه عصبی، از دو روش RMSE و ضریب تبیین R استفاده شد. با توجه به جدول 2، مقدار خطای براساس روش RMSE برابر با 0/0009 و روش R برابر با

جدول 2- مقدار خطای پیش‌بینی

مقدار خطای	روش
0/918	ضریب تبیین R

0/0009	RMSE
منبع: (محاسبات نگارندگان)	



نمودار 3- خطای ارزیابی شبکه

منبع: (محاسبات نگارندگان)

ساختمان) و دسترسی به خیابان اصلی و فرعی، بیشترین تأثیر را بر قیمت آپارتمان داشته‌اند. ضریب همبستگی چندگانه برای ترکیب خطی متراز و دسترسی به خیابان اصلی و فرعی با قیمت ساختمان‌ها برابر با  $MR=0/858$  و ضریب تعیین برابر با  $RS=0/736$  می‌باشد که در سطح  $p \leq 0/01$  معنی‌دار است.

تعیین عوامل مؤثر بر قیمت مسکن برای مشخص کردن تأثیرگذاری متغیرهای مورد استفاده پژوهش، از روش رگرسیون خطی گام به گام استفاده شده است. چنانچه در جدول 3 مشاهده می‌شود، براساس نتایج حاصل از تحلیل رگرسیون چندگانه و روش گام به گام، دو متغیر متراز (زیربنای

جدول 3- تأثیرگذاری متغیرهای پژوهش در قیمت مسکن (آپارتمان) با استفاده از روش رگرسیون خطی گام به گام

مقدار ثابت (a)	ضرایب رگرسیون ( $\beta$ ) و (B)		نسبت احتمال $P$	RS	MR	شاخص آماری	
	2	1				متغیرهای پیش‌بین	
0/70	B $\beta$ $t$ $P$		0/861 0/824 22/080 0/000	F=36/610 $p=0/000$	0/679	0/824	متراز (زیربنای ساختمان)
0/041	B $\beta$ $t$ $P$	0/117 0/247 7/078 0/000	0/801 0/767 22/009 0/012	F=26/828 $p=0/000$	0/736	0/858	دسترسی

منبع: (محاسبات نگارندگان)

3- با توجه به رابطه معنی‌دار قیمت مسکن با عوامل مختلف و مدل‌هایی که برای تخمین قیمت مسکن مانند شبکه عصبی، طراحی شده‌اند، مسئولان ذی‌ربط، حداقل و حداکثر قیمت‌ها در مناطق مختلف شهر را اعلام نمایند تا از دلال‌بازی و سودجویی در بخش مسکن، جلوگیری شود.

## 7- منابع

- اسدپور، وحید. (1390). اصول بنیادی و مرجع کاربردی شبکه‌های عصبی، تهران: آتنگر.
- اسفندیاری، مرضیه. (1384). برآورد قیمت هدаниک مسکن در شهر اصفهان در فاصله سال‌های 1371-1377. مجله دانشکده علوم اداری و اقتصاد، 16(4و3).
- جعفری صمیمی، احمد؛ علمی، زهرا؛ هادی‌زاده، آرش. (1386). عوامل مؤثر بر تعیین رفتار شاخص قیمت مسکن در ایران، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، 9(32).
- خلیلی عراقی، منصور؛ نوبهار، الهام. (1390). پیش‌بینی قیمت مسکن در شهر تبریز: کاربرد مدل‌های قیمت هدانيک و شبکه عصبی مصنوعی، فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، 19(60).
- خلیلی عراقی، منصور؛ مهرآراء، محسن؛ عظیمی، رضا. (1391). بررسی عوامل مؤثر بر قیمت مسکن در ایران با استفاده از داده‌های ترکیبی، فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، 20(63).
- درگاهی، شهروز؛ کوپاهی، مجید. (1391). برآورد قیمت زمین به روش تابع قیمت‌گذاری هدانيک (مطالعه موردی: زمین‌های مزروعی شهرستان مشکین‌شهر)، مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار.
- رفیعی، مینو. (1382). اقتصاد مسکن، مجموعه مقالات آموزشی اقتصاد مسکن، سازمان ملی زمین و مسکن. زرائے‌زاد، منصور؛ انواری، ابراهیم. (1385). برآورد تابع قیمت هدانيک مسکن شهر اهواز به روش داده‌های ترکیبی، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، 8(28).

## 6- نتیجه‌گیری و پیشنهاد

مسکن، نیاز اساسی اقتصاد هر جامعه‌ای است و تحولات در این بخش، تأثیر فراوانی بر سایر بخش‌های اقتصاد دارد. از این رو، پیش‌بینی دقیق قیمت مسکن برای صاحبان خانه‌ها، سرمایه‌گذاران، ممیزین مالیاتی و سایر مشارکت‌کنندگان در بازار این کالا، حائز اهمیت است؛ لذا وجود یک مدل جهت پیش‌بینی قیمت این کالا می‌تواند موجب بهبود کارایی بازار مسکن گردد. در این پژوهش با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی و 16 متغیر ذکر شده در تحقیق، به پیش‌بینی قیمت مسکن در شهر اهواز پرداخته شده است. به منظور تعیین عوامل تأثیرگذار بر قیمت مسکن، از مدل رگرسیون خطی گام‌به‌گام استفاده گردید. بررسی نتایج مطالعه موردی، گویای این است که شبکه عصبی در این پژوهش نیز همچون پژوهش‌های گذشته، توانسته است با دقت بسیار بالایی (91 درصد)، به پیش‌بینی قیمت مسکن بپردازد. با توجه به اثبات دقت شبکه عصبی مصنوعی در این تحقیق و مطالعات مشابه می‌توان بیان داشت، مدل شبکه عصبی به علت وجود ویژگی‌هایی چون: پردازش موازی، هوشمندی و انعطاف‌پذیری در شبکه، قدرت پیش‌بینی بسیار بالایی دارد. همچنین نتایج حاصل از روش رگرسیون خطی گام‌به‌گام نشان می‌دهند که از میان عوامل تأثیرگذار بر قیمت مسکن، دو متغیر متراز (زیربنای ساختمان) و دسترسی به خیابان اصلی و فرعی، بیشترین تأثیر را بر قیمت مسکن داشته‌اند. در راستای نتایج به دست آمده از این پژوهش، پیشنهاد می‌گردد:

- 1- در برنامه‌ریزی‌های ساخت و ساز مسکن، با توجه به تأثیر زیاد شاخص متراز زمین بر قیمت مسکن، به این عامل بیش از سایر عوامل، اهمیت داده شود.
- 2- با توجه به تأثیر متغیر دسترسی به خیابان‌ها بر قیمت مسکن، پیشنهاد می‌شود قبل از ساخت واحدهای مسکونی آپارتمانی در مورد مکان استقرار این واحدهای تحقیقات لازم انجام شود.

- معاونت برنامه‌ریزی و توسعه. (1391). آمارنامه کلان شهر اهواز: انتشارات روابط عمومی و امور بین‌الملل شهرداری اهواز.
- Aydinalp-Koksal, M., Ugursal, V. I. (2008). Comparison of neural network, conditional demand analysis, and engineering approaches for modeling end-use energy consumption in the residential sector. *Applied Energy*, 85(4), 271-296.
- Chelani, A. B., Chalapati Rao, C. V., Phadke, K. M., Hasan, M.Z. (2002). Prediction of sulphur dioxide concentration using artificial neural networks. *Environmental Modelling & Software*, 17(2), 159-166.
- Cheng, M. Y., Ko, C.H. (2003). Hybrid use of AI techniques in developing construction management tools. *Automation in Construction*, 12(3), 271-281.
- Demuth, H., Beale, M. (2002). *Neural network toolbox, for use whit MATLAB*. The mathworks, Inc., Natic, M.A.
- Dutta, S., Shekhar, S. (1988). *Bond rating: a nonconservative application of neural networks*. In *Neural Networks, IEEE International Conference*. 443-450.
- Kauko, T.J. (2002). *Modelling the locational determinants of house prices: neural network and value tree approach*, Utrecht univercity.
- Lee, W.T., Chen, J.J., Chen, K. (2013). Determination of Housing Price in Taipei City Using Fuzzy Adaptive Networks. In *Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists*.
- Peterson, S., Flanagan, A. B. (2009). Neural network hedonic pricing models in mass real estate appraisal. *Journal of Real Estate Research*, 31(2), 147-164.
- Rabunal, J. R., Dorado, J. (2006). Artificial neural networks in real-life applications. IGI Global.
- Rumelhart, D.E., Hinton, E., Williams, J. (1986). *Learning internal representation*
- زیاری، کرامت‌الله؛ زرافشان، عطاء‌الله. (1385). بررسی تغییرات کمی و کیفی مسکن در شهر مراغه و پیش‌بینی مسکن مورد نیاز تا سال 1402، مجله جغرافیا و توسعه، 4(8).
- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح. (1384). فرهنگ جغرافیایی آبادی‌های استان خوزستان، شهرستان اهواز، شاهنظری، مصطفی؛ عرب خابوری، داوود؛ مقبلی، حسن. (1383). بررسی عملکرد دو نوع شبکه عصبی پرسپترون چند لایه و شبکه با توابع پایه شعاعی برای تخمین سرعت موتور سنکرون آهنربای دائم، مجموعه مقالات دوازدهمین کنفرانس مهندسی برق ایران.
- صباغ کرمانی، مجید؛ احمدزاده، خالد؛ موسوی‌نیک، هادی. (1389). عوامل تعیین کننده قیمت مسکن با رویکرد روابط علیتی در مدل تصحیح خطای برداری: مطالعه موردی تهران، پژوهش‌های اقتصادی، 10(2).
- صدرموسوی، میرستار؛ رحیمی، اکبر. (1388). مقایسه نتایج شبکه‌های عصبی پرسپترون چند لایه با رگرسیون چندگانه در پیش‌بینی غلظت ازن در شهر تبریز، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره 71.
- طبیبی، کمیل؛ آذربایجانی، کریم؛ بیاری، لیلی. (1388). مقایسه مدل‌های شبکه‌های عصبی مصنوعی و سری‌های زمانی برای پیش‌بینی قیمت گوشت مرغ در ایران، پژوهشنامه علوم اقتصادی، 9(1).
- عسگری، حشمت‌الله؛ الماسی، اسحاق. (1390). بررسی عوامل مؤثر بر قیمت مسکن در مناطق شهری کشور به روش داده‌های تابلویی (طی سال‌های 1370 تا 1385). فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی، 11(2).
- عطیریان، حامد؛ برکچیان، مهدی؛ فاطمی، فرشاد. (1392). ارزیابی روش‌های ترکیب پیش‌بینی، (مطالعه موردی قیمت مسکن در شهر تهران)، فصلنامه مطالعات اقتصادی کاربردی در ایران، 2(6).
- علوی، علی؛ آقایاری، مسلم؛ حیدری، تقی. (1391). تحلیل عوامل اصلی افزایش بی‌رویه قیمت مسکن در کلان شهر تهران، نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی، 16(42).
- مرکز آمار ایران. (1390).

- by error propagation. Parallel Distributed Processing, 318–362.
- Runeson, G., Lam, K. C. (2003). Forecasting Hong Kong housing prices: An artificial

- Neural network approach. *International conference on methodologies in housing research*, Stockholm, Sweden.
- Selim, H. (2009). Determinants of house prices in Turkey: Hedonic regression versus artificial neural network, *Expert Systems with Applications*, 36(2), 2843-2852.
- Short, J. R. (2006). *Urban Theory Acritical Assessment*, Routledge, New York.
- The World Health Organization, 1992, Our Planet, *Report of the Commission on Informal Settlement*, UNCHS, Habitat.
- Vakil-Baghmisheh, M.T. (2002). *Farsi character recognition using artificial neural networks*, Ph.D.Thesis, Faculty of Electrical Engineering, University of Ljubljana, Slovenia.
- Yahya, K., Abd, M.Z. Majid. (2002). In Comparative Study on Forecasting Demand on Low-cost House in Urban Areas Using Artificial Neural Networks and ARIMA Model. *First International Conference on Construction in the 21st Century (CITC2002)*.
- Zainun, N. Y., Majid, A., Zaimi, M. (2002). Techniques to develop forecasting model on low cost housing in urban area, *Journal Kejuruteraan Awam*, 14(1), 36-46.
- Zainun, N. Y., Abdul Rahman, I., Eftekhari, M. (2011). Forecasting low-cost housing demand in Pahang, Malaysia using Artificial Neural Networks. *International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology*, 2(1).
- Zhang, Q., Stanley, S.J. (1997). Forecasting raw-water quality parameters for the North Saskatchewan River by neural network modeling. *Water research*, 31(9), 2340-235.