

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۲/۲۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۱/۱۵

## مقایسه عملکرد شبکه عصبی و رگرسیون چند متغیره در تخمین قیمت مسکن (مطالعه موردی: شهر اهواز)

سعید امان پور

دانشیار گروه جغرافیا دانشگاه شهید چمران اهواز

اسماعیل سلیمانی راد\*

دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه تبریز

لیلا کشتکار

دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه یزد

صادق مختاری

دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی دانشگاه زنجان

### چکیده:

پرسپترون چند لایه با دقت ۹۱ درصدی نسبت به رگرسیون چند متغیره دارای دقت بیشتری در پیش‌بینی قیمت مسکن بوده است. همچنین جهت ارزیابی عملکرد مدل‌ها از ضرایب  $R^2$ ، RMSE استفاده شد. ضریب تبیین ( $R^2$ ) با استفاده از رگرسیون چند متغیره ۷۸۹. و مقدار آن برای شبکه عصبی ۹۱۸. می‌باشد. نتایج ارزیابی مدل رگرسیون مبین عملکرد ضعیف‌تر این مدل در مقایسه با روش شبکه عصبی مصنوعی است.

**کلمات کلیدی:** مسکن، شبکه عصبی، پرسپترون چند لایه، رگرسیون چند متغیره، ضریب تبیین، اهواز.

مسکن همواره نیازی اساسی در جامعه تلقی می‌گردد. بازار مسکن طی سال‌های گذشته یکی از پرنوسان‌ترین بخش‌های اقتصاد کشور ایران بوده است. از آنجایی که نغیرات بخش مسکن تاثیر فراوانی بر سایر بخش‌های اقتصاد دارد بنابراین یکی از نیازهای قابل توجه در امر مسکن، پیش‌بینی دقیق قیمت این کالا می‌باشد. در این راستا در پژوهش حاضر با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون چند لایه، مدلی برای پیش‌بینی قیمت مسکن در شهر اهواز ارائه و نتایج آن با مدل رگرسیون چند متغیره مقایسه گردیده است. نوع تحقیق توسعه‌ای-کاربردی و روش انجام آن توصیفی-تحلیلی می‌باشد. به این منظور ۲۳۳ نمونه واحد آماری در سال ۱۳۹۲ بر اساس ۱۶ متغیر مربوطه مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که شبکه عصبی

## ۱- مقدمه

### ۱-۱ طرح مساله

مسکن به عنوان مأمونی ساخته شده به دست بشر، از نیازهای اساسی انسان است که برای ادامه بقا ضروری می‌نماید. در واقع مسکن از زمان خلقت بشر همانند خوراک و پوشاک به عنوان یک کالای ضروری برای آدمی مطرح بوده است. اصولاً در جامعه بشری، ارزش هر چیزی از جمله مسکن بستگی به میزان نیاز به آن دارد. از آنجایی که مسکن به عنوان یکی از نیازهای ضروری بشر همواره تقاضای فراوانی داشته است این تقاضا باعث ایجاد ارزش افزوده آن شده، آن را به کالایی رقابت پذیر تبدیل کرده است (فتی و دویران، ۱۳۸۷: ۱۴). رشد فزاینده جمعیت و شهرنشینی که جهان و کشورهای در حال توسعه طی دهه‌های اخیر شاهد آن بوده‌اند، نیاز به مسکن و رقابت بر سر سود حاصل از آن را به ویژه در شهرها، دوچندان ساخته است. مسکن کالایی است که قابلیت جابجایی و همچنین کالای جانشینی ندارد. از سوی دیگر تنها یک کالای مصرفی محسوب نمی‌شود بلکه ارزش سرمایه‌ای نیز دارد. این ویژگی‌ها نقش مسکن و ساختمان را در اقتصاد خرد و کلان پراهمیت می‌سازد (محمدزاده و همکاران، ۱۳۹۱: ۲۲). می‌توان گفت مسکن به عنوان یک کالای ناهمگن، بادوام، غیرمنقول، سرمایه‌ای، مصرفی و دارای پیامدهای جنبی، سهم زیادی از بودجه‌ی خانوارها، هزینه‌ها و سرمایه‌گذاری‌های ثابت ناخالص ملی را به خود اختصاص داده است و نقش زیادی در اشتغال و ارزش افزوده کشورها دارد (عسکری و قادری، ۱۳۸۱: ۱۱۰).

اهمیت مسکن در اقتصاد خانوار به حدی است که می‌توان گفت، مسکن اصلی‌ترین دارایی در سبد دارایی‌های خانوارها است. چنانچه تغییراتی که در قیمت مسکن ایجاد می‌شود از یک سو باعث تغییر ثروت فرد در طول زمان و به تبع آن مطلوبیت ناشی از مصرف و از سوی دیگر منجر به تغییر ثروت افراد مختلف در مقایسه با یکدیگر خواهد شد. با در نظر گرفتن مسکن به عنوان سرپناه، اهمیت نوسان‌های قیمت آن برای

دولت می‌تواند بسیار زیاد باشد؛ زیرا این نوسان‌ها به ویژه افزایش سریع آن از جمله تهدیدهایی است که هدف تضمین دسترسی آحاد مردم به مسکن (به عنوان یک کالای اساسی) را با چالش مواجه می‌سازد (خلیلی عراقی و همکاران، ۱۳۹۱: ۳۴). همچنین نوسان‌های قیمت بر تولید و سرمایه‌گذاری و سایر متغیرهای اقتصادی اثر می‌گذارد. این نوسان‌ها در دوره‌های رونق منجر به افزایش تولید، اشتغال و سرمایه‌گذاری و در دوره‌های رکود منجر به کاهش تولید و سرمایه‌گذاری می‌گردد (عسکری و الماسی، ۱۳۹۰: ۲۰۲).

### ۱-۲ اهمیت موضوع

نگاهی به عملکرد بازار مسکن در ایران حاکی از وجود نوسان‌های نسبتاً مستمر و گاهی شدید در قیمت مسکن است (خلیلی عراقی و همکاران، ۱۳۹۱: ۳۴). به طوری که بازار مسکن طی سال‌های گذشته یکی از پرنوسان‌ترین بخش‌های اقتصاد کشور بوده است (عسکری و الماسی، ۱۳۹۰: ۲۰۲). با توجه به اهمیت این نوسانات در زمینه‌های مختلف، پرداختن به مقوله مسکن، قیمت و عوامل اثرگذار در آن و پیش‌بینی نوسانات آن، می‌تواند به عنوان یکی از موضوعات مورد بحث در مسایل شهری به ویژه اقتصاد مطرح گردد. توسعه این گونه مطالعات می‌تواند برای برنامه‌ریزان بخش مسکن در سطوح مختلف در جهت پاسخگویی به برخی مشکلات در این زمینه سودمند واقع شود. به طور کلی روش‌های برآورد تقاضا برای مسکن را می‌توان به دو دسته کلی تقسیم کرد: دسته اول مسکن را به عنوان یک کالای همگن در نظر می‌گیرد و همانند سایر کالاها سعی در تخمین مقدار تقاضا، کشش‌های قیمتی و درآمدی دارد. اما در دسته‌ی دوم مسکن به عنوان یک کالای چندبعدی در نظر گرفته می‌شود و تأثیر هر یک از ویژگی‌های آن در قیمت مسکن تخمین زده می‌شود. در روش اول خصوصیات و ویژگی‌ها مسکن نادیده گرفته می‌شود و برای تخمین تقاضا معمولاً از داده‌های مقطع عرضی و یا سری زمانی استفاده می‌گردد. در روش دوم، قیمت هر واحد مسکونی تابعی از متغیرهای مختلفی مانند اندازه زمین، زیربنا، تعداد اتاق

عصبی نسبت به مدل رگرسیونی در پیش بینی غلظت آلاینده های هوا است.

پیترسون و فلانگان<sup>۱</sup> (۲۰۰۹) در مطالعه خود با بکارگیری نمونه‌ای به حجم ۴۶۴۶۷ از واحدهای مسکونی معامله شده طی دوره (۲۰۰۵-۱۹۹۹) در ویک کانتی، شمال کالیفرنیا به مقایسه مدل‌های هدانیک خطی و شبکه‌های عصبی مصنوعی پرداختند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که مدل شبکه عصبی مصنوعی نسبت به مدل هدانیک خطی به طور معناداری خطای پیش بینی کمتری تولید می‌کند.

لی<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۳)، در پژوهشی به تعیین قیمت مسکن با استفاده از مدل شبکه تطبیقی فازی در شهر تایپه پرداخته‌اند. برای آموزش شبکه در این پژوهش از ۱۱۷ نمونه که از ۱۲ منطقه شهر استخراج شده بود بهره گرفته شد و نتایج تحقیق دقت بسیار بالای شبکه در پیش بینی قیمت مسکن را نشان می‌دهد.

سahین<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۳) به مقایسه روش ANN و MLR به منظور پیش بینی میانگین ماهانه تابش خورشید در ترکیه پرداخته‌اند. در این پژوهش از داده‌های ماهواره‌ای ۷۳ مکان مختلف در سراسر ترکیه استفاده شده است. درجه حرارت سطح زمین، ارتفاع، طول و عرض جغرافیایی و زمان به عنوان متغیرهای ورودی برای مدل‌سازی ANN و MLR به کار رفته‌اند. نتایج نشان داد که مدل ANN در مقایسه با مدل MLR عملکرد بهتری داشته است.

نوری و همکاران (۱۳۸۷)، به پیش بینی میانگین غلظت روزانه کربن مونوکسید در هوای شهر تهران با استفاده از دو مدل شبکه عصبی مصنوعی و رگرسیون خطی چند متغیره بر حسب تحلیل مولفه اصلی پرداخته‌اند. پس از اجرای این دو مدل نتایج نشان از برتری مطلق نتایج شبکه عصبی نسبت به مدل ترکیبی رگرسیونی دارد.

فرج زاده و دارند (۱۳۸۸) در پژوهشی به مقایسه روش‌های رگرسیون خطی و شبکه عصبی مصنوعی در پیش‌بینی میزان

و .... است که هر کدام از این ویژگی‌ها در بازار قیمت خاص خود را دارد. در این الگو مسکن یک کالای مرکب با سبندی از ویژگی‌های متفاوت است و هر کدام از این ویژگی‌ها مطلوبیت‌های متفاوتی برای مصرف کننده دارد (عسکری و قادری، ۱۳۸۱: ۱۱۰ و ۱۱۱).

با توجه به افزایش و جوانی جمعیت، رشد سریع شهرنشینی و تغییر شیوه‌های زندگی، مقوله مسکن به یکی از مسائل حیاتی و چالش برانگیز در بسیاری از شهرهای کشور ایران تبدیل شده است. به طوری که نوسان قیمت این کالا و افزایش روز افزون آن افراد و اقشار گوناگون جامعه را با مشکلاتی روبرو ساخته است. شهر اهواز به عنوان یکی از کلانشهرهای کشور و مرکز اداری سیاسی استان خوزستان با توجه به قابلیت‌های فراوانی که در زمینه‌های مختلف دارد نقش بسزایی در مناسبات اقتصادی در سطوح ملی و منطقه‌ای بازی می‌کند و با توجه به این نقش پررنگ در سال‌های اخیر با افزایش جمعیت و مهاجرت روبرو بوده است. عواملی از این قبیل می‌تواند اهمیت پرداختن به بحث مسکن را در این شهر روشن سازد. بنابراین در پژوهش حاضر با الگو قرار دادن روش دوم در پیش‌بینی قیمت مسکن، از سویی به برآورد قیمت مسکن در شهر اهواز پرداخته شده و از سوی دیگر عملکرد شبکه عصبی مصنوعی و روش رگرسیون به منظور پیش‌بینی قیمت مسکن، مقایسه و ارزیابی گردیده است.

### ۱-۳ پیشینه پژوهش

در زمینه مقایسه کارآیی روش‌های رگرسیون و شبکه عصبی در مباحث گوناگون پژوهش‌های بسیاری در داخل و خارج از کشور انجام شده است، که در زیر به تعدادی از آن‌ها اشاره شده است:

کورانی (۲۰۰۵) برای پیش‌بینی غلظت میانگین روزانه ذرات معلق کوچکتر از ۱۰ میکرون در میلان ایتالیا، مدل‌هایی با استفاده از شبکه عصبی و رگرسیون خطی ایجاد کرد. نتایج به دست آمده از این پژوهش نشان‌دهنده برتری مدل شبکه

<sup>1</sup>Peterson & Flanagan

<sup>2</sup>Lee

<sup>3</sup> Mehmet Şahin, Yılmaz Kaya, Murat Uyar

شبکه عصبی پیشخور (feed-forward) و تابع انتقال (tan-) sigmoid برای ایجاد الگوریتم levenberg-marquardt بوده است. ارزیابی شبکه با ملاک حداقل مربعات خطای پیش بینی صورت پذیرفت. به این صورت که در ابتدا، مجموعه داده‌ها به دو قسمت آموزشی و آزمایشی تقسیم شدند. ۸۰ درصد از داده‌ها (۲۰۰ مورد) برای آموزش و ۲۰ درصد از داده‌ها (۳۳ مورد) برای آزمایش شبکه به کار گرفته شدند. با برآزش مدل‌های مختلف، شبکه عصبی با یک لایه پنهان و ۱۲ نرون به عنوان مدل مناسب برای پیش بینی داده‌ها انتخاب گردید. مدل سازی رگرسیون چند متغیره نیز با این مجموعه داده‌ها صورت گرفت تا انجام مقایسه امکان پذیر باشد. برای ارزیابی عملکرد پیش بینی مدل‌های شبکه عصبی با مدل رگرسیون چند متغیره از مجذور میانگین مربعات خطا<sup>۲</sup> و ضریب تبیین<sup>۳</sup> بین بردار مشاهده شده و بردار پیش بینی شده بهره گیری شده است (جدول ۱).

جدول (۱): معیارهای ارزیابی کارایی مدل‌ها

فرمول	معیار
$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (y_t - \hat{y}_t)^2}{n}}$	ریشه میانگین مربع خطا
$R^2 = 1 - \frac{\sum (y_t - \hat{y}_t)^2}{\sum y_t^2}$	ضریب تبیین

منبع: بیاتی و همکاران، ۱۳۹۱: ۶۰۱

در روابط فوق  $y_t$ ،  $\hat{y}_t$  و  $\Pi$  به ترتیب مقدار هدف (مشاهده واقعی)، خروجی مدل و تعداد مشاهدات است. در جدول شماره ۲ مشخصات متغیرهای مورد استفاده در پژوهش آمده است.

مرگ و میر به عنوان تابعی از دمای هوا در شهر تهران پرداخته‌اند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد شبکه عصبی به خوبی رابطه غیر خطی بین میانگین ماهانه مرگ و میر را در ارتباط با دمای هوا پیش بینی کرده است. ولی در عین حال با ترکیب الگوریتم ژنتیک و شبکه عصبی سرعت تحلیل و دقت فرآیند افزایش می‌یابد به عبارت دیگر میزان خطا کاهش می‌یابد.

سرمیدان و همکاران (۱۳۸۹)، در پژوهشی به مقایسه روش‌های نرو فازی، شبکه عصبی و رگرسیون چند متغیره در پیش بینی خصوصیات خاک پرداخته‌اند. نتایج ارزیابی مدل‌ها بر اساس شاخص‌های ریشه مربعات خطا، میانگین خطا و... نشان داد که مدل نروفازی دارای بالاترین دقت در پیش بینی ویژگی‌های خاک می‌باشد. و بعد از این مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی نسبت به معادلات رگرسیونی کارایی بهتر داشته‌اند.

عراقی و نوبهار (۱۳۹۰)، در پژوهش خود به مقایسه قدرت پیش بینی دو مدل رگرسیون هدانیک و شبکه عصبی مصنوعی پرداخته و نتایج تحقیق آن‌ها نشان می‌دهد، که مدل شبکه عصبی خطای کمتر و در نتیجه کارایی بیشتری در پیش‌بینی قیمت مسکن داشته است، همچنین این روش از لحاظ آماری برتر از مدل هدانیک می‌باشد.

#### ۱-۴ روش تحقیق

ماهیت پژوهش حاضر توسعه‌ای-کاربردی و روش انجام آن توصیفی-تحلیلی است. اطلاعات مورد نیاز از طریق مصاحبه با مشاورین املاک جمع‌آوری گردیده است. همچنین برای تکمیل اطلاعات از سایت املاک اهواز<sup>۱</sup> بهره گرفته شد. در این مطالعه، جامعه آماری شامل کلیه واحدهای مسکونی آپارتمانی شهر اهواز است، که بر اساس یک نمونه‌گیری آماری ۲۳۳ واحد آپارتمان به صورت تصادفی از کل آپارتمان‌های شهر انتخاب شده است. به منظور تخمین قیمت مسکن در سال ۱۳۹۲ از شبکه عصبی پرسپترون چند لایه و رگرسیون چند متغیره بهره گرفته شد. برای ساخت شبکه از نرم افزار متلب (MATLAB) استفاده شد. شبکه‌ی مورد استفاده،

<sup>۲</sup> Coefficient of determination (R<sup>2</sup>)

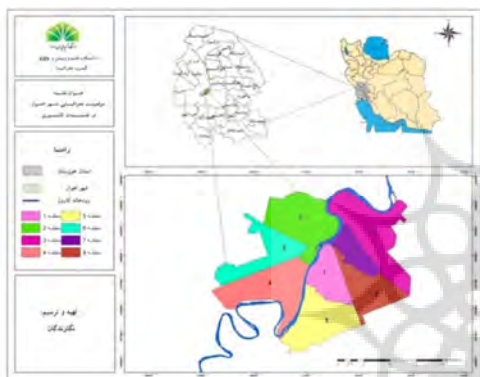
<sup>۳</sup> Root Mean Square Error (RMSE)

<sup>۱</sup> www.Ahvazmelk.ir

جدول (۲): متغیرهای مورد استفاده در پژوهش

معیار	فرض اولویت	تعریف	واحد
نرخ جرم	-	نرخ جرم هر منطقه به تفکیک	نفر
نرخ جمعیت	-	نرخ جمعیت هر منطقه به تفکیک	نفر
مترای	+	کل زیربنای آپارتمان	متر
قدمت	-	قدمت آپارتمان	سال
واحد	+	براساس طبقات آپارتمان	طبقه
اتاق	+	براساس تعداد اتاق هر آپارتمان	تعداد
آسانسور	+	در صورت وجود ۱، در غیر این صورت ۰	متغیر اضافی
پارکینگ	+	در صورت وجود ۱، در غیر این صورت ۰	متغیر اضافی
انبار	+	در صورت وجود ۱، در غیر این صورت ۰	متغیر اضافی
تراس	+	در صورت وجود ۱، در غیر این صورت ۰	متغیر اضافی
MDF	+	در صورت وجود ۱، در غیر این صورت ۰	متغیر اضافی
کولر	+	در صورت وجود ۱، در غیر این صورت ۰	متغیر اضافی
گج بری	+	در صورت وجود ۱، در غیر این صورت ۰	متغیر اضافی
سرایداری	+	در صورت وجود ۱، در غیر این صورت ۰	نفر
هود	+	در صورت وجود ۱، در غیر این صورت ۰	متغیر اضافی
دسترسی	+	دسترسی به خیابون اصلی ۱، در غیر این صورت ۰	متر

محدود می‌گردد. وسعت شهر اهواز در محدوده قانونی شهری ۲۲۲ کیلومتر مربع، در محدوده خدماتی ۳۰۰ کیلومتر مربع و در محدوده استحفاظی ۸۹۵ کیلومتر مربع. این شهر دارای هشت منطقه شهرداری است که هر یک دارای سه یا چهار ناحیه می‌باشد (سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۱۳۸۴). بر اساس آمار سال ۱۳۹۰ شهر اهواز در محدوده مصوب استانداری دارای ۱۱۱۲۰۲۱ نفر و در محدوده خدمات شهری شهرداری دارای ۱۲۱۰۶۱۸ نفر جمعیت بوده است (معاونت برنامه ریزی و توسعه، ۱۳۹۱). نقشه (۱) محدوده جغرافیایی شهر اهواز را نشان داده است.



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی شهر اهواز

## ۲- مبانی نظری

### ۳-۱- شبکه عصبی

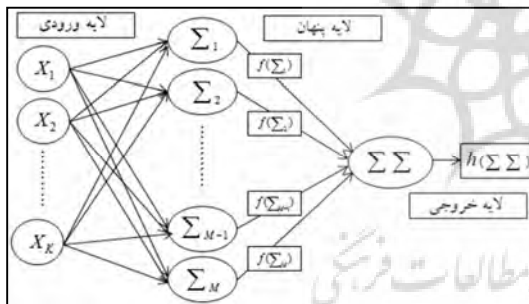
پس از شناخت توانایی سلول‌های عصبی در مغز انسان، مفهوم شبکه‌های عصبی در سال ۱۹۴۳ توسط مک کلاک (عصب شناس) و پیت (ریاضیدان) مطرح شد. و بعدها به طور گسترده مورد اقبال عمومی پژوهشگران در مدل‌سازی تخری قرار گرفت. اولین شبکه عصبی را روزن بلات در سال ۱۹۵۸ به نام پرسپترون طراحی و به کار گرفت (سهرابی وفا و همکاران، ۱۳۹۲: ۷۳). سه جز اساسی شبکه عصبی تابع تبدیل، ساختار شبکه و قانون یادگیری می‌باشد که نحوه انتخاب آن‌ها به ماهیت مساله بستگی دارد. شبکه‌های عصبی از لایه‌هایی شامل اجزای ساده پردازشگر به نام نرون<sup>۱۳</sup> تشکیل شده است که از

### ۱-۵- محدوده و قلمرو پژوهش

شهر اهواز به عنوان یکی از شهرهای بزرگ ایران و مرکز شهرستان اهواز و استان خوزستان از نظر جغرافیایی در ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۴۰ دقیقه طول شرقی قرار گرفته است. شهر اهواز از سمت شمال به شهرهای شبان، ویس، ملاثانی، دزفول و شوش، از شرق به شهرستان رامهرمز، از غرب به شهر حمیدیه و دشت آزادگان و از سمت جنوب به شهرهای شادگان، بندر ماهشهر، خرمشهر و آبادان

<sup>13</sup> Neuron

صورت است که الگویی به شبکه عرضه می‌شود و خروجی آن محاسبه می‌گردد. مقایسه خروجی واقعی و خروجی مطلوب، باعث می‌شود که ضریب وزنی شبکه تغییر یابد به طوری که در دفعات بعد خروجی درست‌تری حاصل می‌شود (صدر موسوی و رحیمی، ۱۳۸۸). شکل (۱) 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 فعال سازی به نرون لایه بعد می‌فرستد. مقادیر محاسبه شده خروجی با مقادیر واقعی آن‌ها مقایسه و میزان خطا محاسبه می‌شود. چنانچه مقدار خطا از خطای مطلوب که از قبل در نظر گرفته شده متفاوت باشد به عقب بازگشته و با تغییرات ضرایب ارتباطی و تکرار مراحل قبلی مجدداً خروجی‌های جدیدی محاسبه می‌شود (طیبی و همکاران، ۱۳۸۸).



شکل (۲): توپولوژی شبکه عصبی پرسپترون چند لایه (طیبی و همکاران، ۱۳۸۸)

### ۳-۳- رگرسیون خطی چند متغیره

با روش‌های مطالعاتی چند متغیره، می‌توان همزمان به تحلیل و بررسی چندین مختلف پرداخت. برای دسترسی به نتایج مطلوب‌تر و درست‌تر از این روش‌ها، نیازمند به نمونه‌های فراوان و در عین حال درست است زیرا این روش‌ها در مقابل اطلاعات نادرست، حساسیت بالایی دارند و ورود چنین داده‌هایی ممکن است منجر به بروز خطاهای بزرگی در نتایج به دست آمده شود. افزون بر این، برای استفاده از این روش‌ها،

ساختار بیولوژیکی مغز انسان الهام گرفته است (sarkar et al, 2010). که به صورت موازی با هم عمل می‌کنند. لایه اول، لایه ورودی<sup>۱۴</sup> است که می‌تواند پارامترهای آماری یا مولفه‌های حاصل از تبدیلات ریاضی روی توابع باشند. لایه دوم، لایه یا لایه‌های میانی<sup>۱۵</sup> (پنهان) هستند که اساس ساختار یک شبکه را تشکیل می‌دهند. کار اصلی این لایه، استخراج اطلاعات دسته بندی از داده‌های موجود است. لایه آخر یا لایه خروجی<sup>۱۶</sup>، بر اساس انتظارات کاربر تعیین می‌شود. این لایه می‌تواند توسط یک یا چند عنصر پردازش‌گر که خروجی آن نشان دهنده دسته بندی نهایی است، شناخته شود. هر لایه دارای وزنی است که بیان‌گر میزان تاثیر دو نرون بر یکدیگر است. تخمین پارامترها (وزن‌ها) توسط قوانین یادگیری که همان برآورد پارامترها است، صورت می‌پذیرد. در این حالت پس از یادگیری شبکه و یافتن ارتباط تابعی بین ورودی‌ها و خروجی‌ها، شبکه می‌تواند به عنوان یک مدل یا پیش‌بینی یک پاسخ مطابق با یک الگوی ورودی جدید استفاده شود (Werner, 2003: 10).

### ۳-۲- پرسپترون چند لایه<sup>۱۷</sup>

شبکه پیشخور دارای انواع متفاوتی هستند که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به شبکه پرسپترون چند لایه اشاره کرد (اسدپور، ۱۳۹۰: ۳۱). به منظور طبقه‌بندی الگوهای پیچیده از این نوع شبکه استفاده می‌شود. این شبکه دارای سه لایه ورودی اول، میانی (لایه پنهان) و آخر (لایه خروجی) است (Pasini et al, 2005: 5). نرون‌های موجود در لایه بالا دست، به نرون‌های موجود در لایه پایین دست ارتباط دارند. نقش هر نرون محاسبه مجموع وزن داده شده پترون ورودی (Net) و سپس گذراندن این مجموع از یک تابع به نام تابع انتقال می‌باشد. تابع انتقال می‌تواند یک تابع خطی یا غیر خطی باشد (Vakil-Baghmisheh, 2002). نحوه عمل پرسپترون چند لایه بدین

<sup>14</sup> Input Layer

<sup>15</sup> Hidden Layer

<sup>16</sup> Output Layer

<sup>17</sup> Multilayer Perceptron

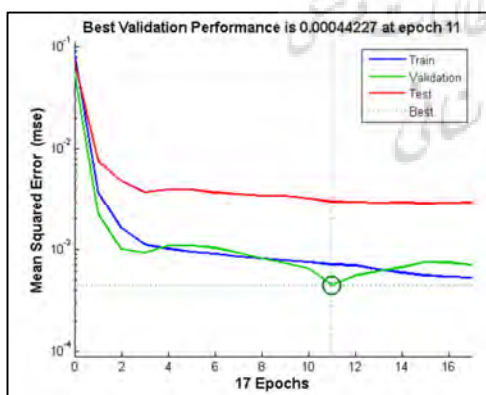
آمده استفاده از یک لایه پنهان و تعداد ۱۲ نرون برای تجزیه و تحلیل بهترین نتیجه را برای رسیدن به درصد بالا برای تخمین در برداشت.

به دلیل نامشخص بودن مقدار بهینه تکرار آموزش<sup>۱۸</sup>، طبق روش توقف به موقع<sup>۱۹</sup> همزمان با ارائه داده‌های مجموعه آموزش و بهینه‌سازی وزن‌های شبکه، داده‌های مجموعه ارزیابی نیز 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 خواهند داشت و در نهایت بهترین میزان تکرار بر اساس مقدار کمینه مجموع داده‌های مجموعه آموزش و تایید انتخاب می‌شود. نمودار شماره (۱)، نشان می‌دهد که فرآیند آموزش شبکه عصبی از داده‌های ورودی چگونه پیش می‌رود. با توجه به تنظیمات انجام شده، شبکه با رخ دادن ۶ تکرار متوالی در خطای مجموعه ارزیابی متوقف شد. این توقف در تکرار ۱۲ رخ داده است. با توجه به نمودار زیر مشخص می‌شود:

الف: مقدار خطای میانگین مربعات نهایی کوچک است.

ب: خطای مجموعه آزمایشی با خطای مجموعه ارزیابی دارای رفتار و خصوصیات تقریباً یکسانی است.

ج: تا تکرار ۱۱ (که بهترین کارایی در مورد مجموعه ارزیابی به وقوع می‌پیوندد) هیچ بیش‌برازشی رخ نداده است.



شکل (۳): نمودار کارایی شبکه

متغیرها باید توزیع نرمال داشته باشند و تغییر آن‌ها از یک رابطه خطی پیروی کند (جلالی لیجایی و بید هندی، ۱۳۸۵: ۱۴۲).

رگرسیون چند متغیره در حقیقت، ارتباط بین یک سری از متغیرهای مستقل را با یک متغیر مورد نظر بیان می‌کنند. در صورت وجود متغیرهای مستقل  $x_1, x_2, \dots, x_n$  به منظور برقراری ارتباط خطی بین آن‌ها و متغیر  $y$  که وابسته به آن‌ها است، باید بین آن‌ها رابطه زیر برقرار باشد:

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n + e \quad (1)$$

که در این رابطه، از مقادیر  $a_1, a_2, \dots, a_n$  با عنوان ضرایب رگرسیون یاد می‌شود. این ضرایب، ضرایب نامشخصی هستند که در حقیقت، مسئول برآورد پارامتر وابسته‌اند. در صورتی که از طرفین رابطه فوق، امید ریاضی گرفته شود، به دلیل اینکه امید ریاضی مقدار خطایی  $e$  برابر با صفر می‌باشد، می‌توان نوشت:

$$E(y) = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n \quad (2)$$

که  $E(y)$  در حقیقت، مقدار مورد انتظار تابع، تحت تاثیر ورود مقادیر متغیرهای  $x_1, x_2, \dots, x_n$  است (Balan et al., 1995).

### ۳- بررسی و تجزیه و تحلیل یافته‌ها

۶-۱ پیش‌بینی قیمت مسکن با استفاده از مدل پرسپترون چند لایه (MLP)

در این پژوهش در نرم افزار متلب یک شبکه عصبی طراحی و ساخته شد. نخست داده‌ها برای ورود به شبکه به صورت زیر تقسیم بندی شدند:

۸۰٪ به عنوان مجموعه آموزشی ۱۰٪ به عنوان مجموعه

ارزیابی ۱۰٪ به عنوان مجموعه آزمایشی

تعداد ۱۶ متغیر به عنوان ورودی و یک خروجی (قیمت) به شبکه در قالب فایل اکسل و به صورت ماتریس داده شد. بارها برای بالا بردن کارایی، شبکه طراحی شد. زیرا تنها راه تعیین لایه‌های پنهان، تعداد لایه و همچنین نوع تابع تبدیل، طراحی شبکه و آزمایش آن است. در انتها با توجه به نتایج به دست

<sup>18</sup>. Epochs

<sup>19</sup>. Early Shopping Method

### ۶-۱-۱- نمودار میانگین رگرسیونی

نمودار (۲) گویای میزان دقت شبکه در پیش بینی قیمت مسکن می باشد، این نمودار میزان نزدیکی خروجی های شبکه به مقادیر واقعی را نشان می دهد. هرچه نقاط به محور قطری نمودار نزدیک تر باشند و تجمع پیدا کنند مقادیر خروجی به مقادیر واقعی نزدیک ترند. در این پژوهش شبکه با استفاده از ۱۶ متغیر معرفی شده، با دقت ۹۱٪ توانست قیمت مسکن را پیش بینی کند.

جدول (۳): نتایج تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از روش رگرسیون چند متغیره

روش ورود گام به گام متغیرها	Method = septwis
ضریب همبستگی چندگانه	R = .887
ضریب تبیین	R2 = .787
ضریب تعیین تعدیل یافته	R2 .adj = .775
تحلیل واریانس یک طرفه	ANOVA = 67.648
سطح معناداری	Sig = 0/000

منبع: یافته های پژوهش

✓ ضریب همبستگی چندگانه (R): بیانگر رابطه میان متغیرهای مستقل و وابسته است. این ضریب (R) همیشه مثبت و بین ۰ تا ۱ در نوسان است. در این تحقیق مقدار ضریب همبستگی چندگانه برابر با ۰.۸۸۷ است.

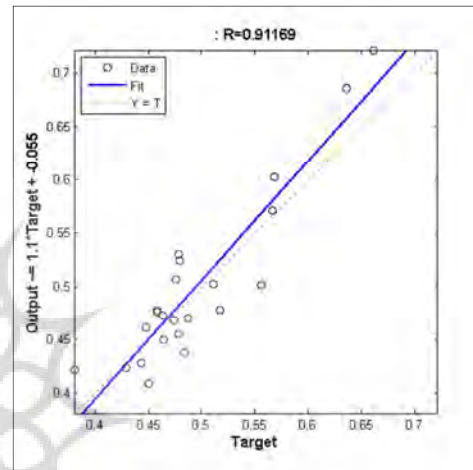
✓ ضریب تبیین ( $R^2$ ): در این مطالعه ضریب تعیین برابر با ۰.۷۸۷ گزارش شده است. این یافته بدین معناست که متغیرهای وارد شده به معادله تنها توانسه ۷۸ درصد از واریانس تغییرات مربوط به متغیر وابسته را تبیین کند.

✓ ضریب تعیین تعدیل یافته ( $R^2.ad$ ): این ضریب مربع همبستگی تعدیل شده را نشان می دهد که در این تحقیق برابر با ۰.۷۷۵ است. این معیار نسبت به  $R^2$  حقیقی تر است؛ زیرا الزاما با افزایش تعداد متغیرهای مستقل افزایش نمی یابد، در حالی که مقدار  $R^2$  تابع تعداد متغیرهای مستقل مدل است.

✓ ANOVA: آزمون معناداری، ضریب تعیین را نشان می دهد. به منظور بررسی معناداری ضریب تعیین به دست آمده از آزمون تحلیل واریانس استفاده شده است. بر این اساس مقدار F برابر است با نسبت متوسط واریانس رگرسیون به متوسط باقی مانده که برابر با ۶۷.۶۴۸ و سطح معناداری Sig = 0.000 است. پس متغیرهای مستقل تحقیق توانسته است به خوبی متغیر وابسته را تبیین کند.

### ۶-۳- ارزیابی مدل ها

ارزیابی عملکرد مدل های مختلف به کمک فاکتورهای RMSE و  $R^2$  امکان پذیر است. این فاکتورهای زمانی می توانند ارزش رجحانی مدل ها را تعیین نمایند که بین مقادیر



شکل (۴): نمودار معادله رگرسیونی بین مقادیر میانگین قیمت آپارتمان ها و قیمت تخمین زده شده

### ۶-۲- رگرسیون خطی چند متغیره

در بررسی روابط آماری متغیرهای مورد بررسی در این پژوهش، متغیرها به صورت دو به دو مورد تحلیل قرار گرفته است. حال برای مطالعه تاثیر هم زمان متغیرهای مستقل بر روی متغیر وابسته از تحلیل رگرسیون چند متغیره استفاده می شود. در این تحلیل از روش گام به گام ۲۰ کمک گرفته شد. نتایج حاصل بیانگر آن است که از متغیرهای مستقل، آسانسور، پارکینگ، انبار، تراس، MDF، کولر، گچ بری، سראیداری، هود، مترژ، سال، طبقه، اتاق، نرخ جرم، نرخ جمعیت و فاصله وارد معادله شده است. در زیر به توصیف نتایج پرداخته شده است:

<sup>20</sup> Stepwise



معرفی و ارائه مدل طراحی شده شبکه عصبی مصنوعی به کمک شاخص‌های معرفی شده در تحقیق است. این مدل از نوع شبکه پیشخور با الگوریتم Levenberg-Marquardt، با یک لایه پنهان و ۱۲ نرون در لایه پنهان بوده و قابلیت پیش‌بینی قیمت مسکن را با کمترین محدودیت با ۹۱ درصد دقت دارا است. با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش می‌توان گفت نتایج حاصل از مقایسه کارایی مدل شبکه عصبی مصنوعی و رگرسیون چند متغیره در مطالعه حاضر تاییدی بر نتایج تحقیقات پیشین (که در بخش پیشینه پژوهش ارائه گردیده است) می‌باشد.

### منابع

- ۱- بیاتی، هادی، نجفی، اکبر، عبدالمالکی، پرویز (۱۳۹۱): مقایسه بین شبکه عصبی و تحلیل رگرسیون در برآورد مدت زمان قطع درخت، فصلنامه تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، جلد ۲۰، شماره ۴.
- ۲- جلالی لیچایی، مجتبی، بید هندی، محمد نبی (۱۳۸۵): مقایسه روش‌های رگرسیون خطی چندگانه و شبکه‌های عصبی مصنوعی برای برآورد تخلخل و نفوذپذیری، نشریه علوم و زمین، سال شانزدهم، شماره ۶۱.
- ۳- خلیلی عراقی، سید منصور، مهرآرا، محسن، عظیمی، سیدرضا (۱۳۹۱): بررسی عوامل مؤثر بر قیمت مسکن در ایران با استفاده از داده‌های ترکیبی، فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، سال بیستم، شماره ۶۳.
- ۴- خلیلی عراقی، منصور، نوبهار، الهام (۱۳۹۰): پیش‌بینی قیمت مسکن در شهر تبریز: کاربرد مدل‌های قیمت هدانیک و شبکه عصبی مصنوعی، فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، سال نوزدهم، شماره ۶۰.
- ۵- سرمیدان، فریدون، تقی‌زاده مهرجردی، روح اله، عسگری، حسین محمد، اکبرزاده، علی (۱۳۸۹): مقایسه روش‌های نروفازی، شبکه عصبی و رگرسیون چند متغیره در پیش‌بینی برخی خصوصیات خاک (مطالعه موردی: استان گلستان)، مجله تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۴۱، شماره ۱.

مشاهده شده و مقادیر پیش‌بینی شده محاسبه شوند. توجه به مقادیر  $RMSE$  و  $R^2$  مزیت نسبی مدل‌های مختلف را نشان می‌دهد. روابط این شاخص‌ها به گونه زیر است که، هر چه  $R^2$  به عدد یک و  $RMSE$  به عدد صفر نزدیک باشد مدل عملکرد بهتری خواهد داشت. نتایج این پارامترها جهت بررسی عملکرد مدل‌ها در جدول ۴ نشان داده شده است. چنان چه دیده می‌شود شبکه عصبی برآورد بهتری در پیش‌بینی قیمت مسکن داشته است.

جدول (۴): مقدار خطای پیش‌بینی

روش	$R^2$	RMSE
رگرسیون چند متغیره	.۷۸۹	.۰۰۱
شبکه عصبی پرسپترون چند لایه	.۹۱۸	.۰۰۰۹

منبع: یافته‌های پژوهش

### ۴- نتیجه گیری

با توجه به اینکه بازار مسکن طی سال‌های گذشته یکی از پرنوسان‌ترین بخش‌های اقتصاد کشور ایران بوده است. پرداختن به مقوله قیمت مسکن و پیش‌بینی نوسان‌های این کالا از اهمیت به سزایی برخوردار است. لذا هدف از این پژوهش ارائه مدلی مناسب برای پیش‌بینی قیمت مسکن در شهر اهواز بوده است. در این راستا این پژوهش به مقایسه عملکرد شبکه عصبی و رگرسیون چند متغیره در تخمین قیمت مسکن پرداخته است. مقایسه نتایج روش‌های آماری و شبکه‌های عصبی برتری مدل‌های شبکه عصبی را در پیش‌بینی قیمت مسکن نشان می‌دهد. علت تفاوت بین عملکرد بهتر شبکه عصبی در مقایسه با روش‌های آماری را می‌توان در قابلیت تخمین شبکه‌های عصبی مصنوعی با حجم کم داده‌ها جستجو نمود. این در حالی است که عملکرد و دقت روش‌های رگرسیونی به شدت از حجم نمونه تبعیت می‌کند و حجم کم نمونه می‌تواند عامل محدودیت مدل‌های آماری شود. بنابراین در مدل‌های طراحی شده شبکه عصبی مصنوعی کم بودن تعداد نمونه‌ها محدودیت چشم‌گیری ایجاد نکرده است. نتیجه‌گیری نهایی تحقیق

- ۱۵- نوری، روح اله، اشرفی، خسرو، اژدرپور، ابوالفضل (۱۳۸۷): مقایسه کاربرد روش‌های شبکه عصبی مصنوعی و رگرسیون خطی چند متغیره بر اساس تحلیل مولفه‌های اصلی برای پیش‌بینی غلظت میانگین روزانه کربن مونوکسید: بررسی موردی شهر تهران، مجله فیزیک زمین و فضا، دوره ۳۴، شماره ۱.
- 16-Balan, B., Mohaghegh, S., & Ameri, S. (1995). State-of-the-art in permeability determination from well log data: part 1-A comparative study, model development. Paper SPE, 30978, 17-21.
- 17-Corani, G. (2005). Air quality prediction in Milan: feed-forward neural networks, pruned neural networks and lazy learning. Ecological Modelling, 185(2), 513-529.
- 18-Pasini, A., Lore, M., and Ameli, F (2005) Neural network modelling for the analysis of forcings/temperatures relationships at different scales in the climate system, Ecological Modeling, in press.
- 19-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.
- 20-Şahin, M., Kaya, Y., & Uyar, M. (2013). Comparison of ANN and MLR models for estimating solar radiation in Turkey using NOAA/AVHRR data. Advances in Space Research, 51(5), 891-904.
- 21-Sarkar, K., Tiwary, A., & Singh, T. N. (2010). Estimation of strength parameters of rock using artificial neural networks. Bulletin of engineering geology and the environment, 69(4), 599-606.
- 22-Vakil-Baghmishah, M.T. 2002. Fari character recognition using artificial neural networks, Ph.D. Thesis, Faculty of Electrical Engineering, University of Ljubljana, Slovenia.
- Werner D, Francisco J A, Artifitial intelligence in the life sciences, Artif Intell Rev 2003; 20: 7-11.
- ۶- سهرابی وفا، حسین، نوری، فاطمه، عبادی، مرتضی (۱۳۹۲): پیش‌بینی تقاضای انرژی با استفاده از شبکه عصبی مبتنی بر الگوریتم انبوه ذرات. نشریه انرژی ایران، دوره ۱۶، شماره ۳.
- ۷- صدرموسوی، میرستار، رحیمی، اکبر (۱۳۸۸): مقایسه نتایج شبکه‌های عصبی پرسپترون چند لایه با رگرسیون چند گانه در پیش‌بینی غلظت ازن در شهر تبریز، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۷۱.
- ۸- طیبی، کامیل، آذربایجانی، کریم، یاری، لیلی (۱۳۸۸): مقایسه مدل‌های شبکه‌های عصبی مصنوعی و سری‌های زمانی برای پیش‌بینی قیمت گوشت مرغ در ایران، پژوهشنامه علوم اقتصادی، سال نهم، شماره ۱.
- ۹- عباسعلی، ولی، رامشت، محمد حسین، سیف، عبدالله، قضاوی، رضا (۱۳۸۹): مقایسه کارایی مدل‌های شبکه‌های عصبی مصنوعی و رگرسیون برای پیش‌بینی بار رسوب جریان مطالعه موردی حوضه آبخیز سمندگان سمندگان، جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، سال ۲۲، شماره پیاپی ۴۴، شماره ۴.
- ۱۰- عسگری، علی، قادری، جعفر (۱۳۸۱): مدل هدانیک تعیین قیمت مسکن در مناطق شهری ایران، پژوهش‌های رشد و توسعه پایدار، شماره ۴.
- ۱۱- عسگری، حشمت اله، الماسی، اسحاق (۱۳۹۰): بررسی عوامل موثر بر قیمت مسکن در مناطق شهری کشور به روش داده‌های تابلویی (طی سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۸۵)، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی، سال یازدهم، شماره ۲.
- ۱۲- فرج زاده، منوچهر، دارند، محمد (۱۳۸۸): مقایسه روش‌های رگرسیون خطی و شبکه عصبی مصنوعی در پیش‌بینی میزان مرگ و میر به عنوان تابعی از دمای هوا (مطالعه موردی: تهران)، دوره دوازدهم، شماره سوم.
- ۱۳- فنی، زهره، دویران، اسماعیل (۱۳۸۷): پژوهشی در بازار زمین و مسکن (مورد: شهر زنجان، سالهای ۱۳۷۸ الی ۱۳۸۶)، مسکن و محیط روستا، شماره ۱۲۴.
- ۱۴- محمدزاده، پرویز، منصوری، مسعود، کوهی لیلان، بابک (۱۳۹۱): تخمین قیمت هدانیک ساختمان‌های مسکونی در شهر تبریز: با رویکرد اقتصادسنجی فضایی، فصلنامه مدل‌سازی اقتصادی، سال ششم، شماره ۲.