ارائه یک الگوی شبکه عصبی برای تخمین روابط هزینه ـ فعالیت در بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد

عادل آذر | azara@modares.ac.ir
استاد دانشگاه تربیت مدرس
آمنه خدیور | a_khadivar@yahoo.com
استادیار دانشگاه الزهرا

دریافت: ۱۳۹۰/۱۰/۱۰ | پذیرش: ۱۳۹۱/۰۶/۱۴

چکیده: چگونگی مرتبط کردن داده‌های عملکردی با بودجه به عنوان یکی از مفاهیم اساسی بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد، از دغدغه‌های پژوهشگران بودجه‌ریزی و مدیران است. نحوه انتساب فعالیت‌ها به منابع و مشخص کردن سهم محرک‌های منبعی، یکی از پیچیده‌ترین بخش‌های بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد است. در اغلب روش‌های مرسوم برای هزینه‌یابی و بودجه‌ریزی، معمولاً فرض می‌شود رابطه‌ای خطی بین فعالیت‌ها و هزینه‌ها وجود دارد. در حالی که یک تابع هزینه، در عمل، همیشه خطی نیست و خطی فرض کردن آن، منجر به محاسبات اشتباه در بودجه فعالیت‌ها، خروجی‌ها و برنامه‌ها خواهد شد. در مقاله حاضر، برای حل مسئله تخمین رابطه بین فعالیت‌ها و منابع (هزینه‌ها) از رویکرد شبکه‌های عصبی مصنوعی استفاده شده است. برای آموزش و آزمون مدل شبکه عصبی، از داده‌های بانک تجارت ایران استفاده شده است. ویژگی متمایزکننده این الگو نسبت به سایر الگوها، در نظر گرفتن روابط بین هزینه ـ مرکز هزینه، به صورت غیرخطی است. معماری خاص شبکه پیشنهادی (معماری چندلایه پیش‌خور با ارتباطات پرشی) باعث می‌شود تا علاوه بر پیش‌بینی هزینه، مقدار سهم محرک‌های منبعی نیز از مدل قابل استخراج باشد. مقایسه نتایج به دست آمده از الگوی پیشنهادی برای مقدار محرک‌ها با نتایج نظرسنجی از خبرگان برای محرک‌های منبعی، اختلاف قابل قبولی را نمایش می‌دهد.

کلیدواژه‌ها: بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد، تخمین روابط هزینه، شبکه‌های عصبی مصنوعی، هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت

فصلنامه علمی - پژوهشی
شاپا (چاپی) ۲۲۵۱-۹۰۹۲ | سال هفدهم | شماره ۲ | تابستان ۱۳۹۱ | ص ص ۳۸-۷ | نمایه در ISC

مقدمه

ارائه یک الگوی شبکه عصبی برای تخمین روابط هزینه ـ فعالیت در بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد در دهه اخیر، موج جدیدی از اشتیاق برای اجرای بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد به وجود آمده و پژوهشگران فراوانی برای انطباق مفاهیم و فنون آن در سطح سازمانی تلاش کرده‌اند (Zaltsman, 2009). در تعاریف مختلفی که درباره بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد بیان شده است، یک مفهوم واحد مشاهده می‌شود که مرتبط کردن داده‌های عملکردی با بودجه است (McNab & Melese, 2003). اما چگونگی تحقق همین مفهوم مشترک، یکی از مهم‌ترین مسائل بودجه‌ریزی است. در بیشتر پژوهش‌های گذشته، برای مرتبط کردن داده‌های عملکردی فعالیت‌ها با هزینه‌ها (در مفهوم هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت[1]) یا داده‌های عملکردی فعالیت‌ها با منابع (در مفهوم بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد[2]) از مفهوم محرک هزینه[3] استفاده شده است (Shah & Chunli, 2007). تعیین ارتباط بین هزینه‌ها و فعالیت‌ها، به معنای ساخت زیربنای اصلی درختواره بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد است که رابطه میان اهداف و راهبردها و نتایج را با فعالیت‌ها و منابع سازمان، به شکل سلسله‌مراتبی نشان می‌دهد و در واقع، ریشه این درخت محسوب می‌شود. ایجاد این بخش از درختواره و تعیین سهم محرک‌ها برای هر شاخه، یکی از زمان‌برترین بخش‌های بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد است که به حجم زیادی از اطلاعات احتیاج دارد (Curristine, 2007) در ادبیات هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت و بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد، این بخش تحت عنوان تخمین روابط هزینه (CER)[4] یا تخمین روابط هزینه ـ فعالیت شناخته می‌شود (Kim & Han, 2003). در اغلب روش‌های مرسوم برای هزینه‌یابی و بودجه‌ریزی، معمولاً فرض می‌شود بین هزینه و فعالیت یک رابطه خطی وجود دارد. منظور از رابطه هزینه خطی، این است که هزینه کل در مقابل محرک[5] هزینه واحد، به شکل خطی مستقیم در محدوده مربوطه است. در حالی که یافته‌های پژوهش‌های فراوانی نشان داده است که یک تابع هزینه، در عمل، همیشه خطی نیست، بلکه گاهی اوقات رفتار غیرخطی را نشان می‌دهد (Horngren, Foster & Datar, 1997). بنابراین، در روش‌های مرسوم فعلی، هزینه فعالیت‌ها و در نتیجه محصولاتی که رفتار غیرخطی دارند، با دقت محاسبه نشده است و خطا دارد و این خطا در هزینه‌یابی، به بودجه نیز منتقل شده است و منجر به محاسبات اشتباه در بودجه برنامه‌ها و طرح‌ها خواهد شد.

1. Activity Based Costing
2. Performance Based Budgeting
3. Cost deriver
4. Cost Estimation Relationship
5. Deriver

علاوه بر این، به اعتقاد پژوهشگران، به دست آوردن مقدار سهم محرک‌های منبعی، یکی از پیچیده‌ترین و وقت‌گیرترین فازهای بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد است، به نحوی که گزارش‌های متعددی درباره متوقف شدن کار بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد، در این مرحله موجود است (Shah & Chunli, 2007). نبود اطلاعات و داده‌های کافی برای محاسبه سهم محرک‌ها و فقدان خبرگی برای تعیین فرمولی برای به دست آوردن این سهم، از مهم‌ترین دلایل این پیچیدگی است (Zafar, 2008).

در اینجا برای روشن‌تر شدن مسئله پژوهش، از یک مثال استفاده می‌شود. برای توزیع هزینه‌های برق بین فعالیت‌ها، ممکن است از محرک "سطح زیربنا" یا تعداد تجهیزات برقی استفاده شود. در این صورت، لازم است اطلاعاتی درباره سطح زیربنا یا تعداد تجهیزات هر فعالیت گردآوری شود که در مقیاس‌های بزرگ، دشوار است. همچنین ممکن است این محرک در مورد بعضی از فعالیت‌ها، محرک خوبی باشد، اما در مورد برخی دیگر، مناسب نباشد، یعنی در آن فعالیت‌ها، با وجود اختصاص فضا و سطح زیربنای کم، از انرژی برق بیشتر استفاده شود، بنابراین، همواره درصدی از خطا در انتخاب محرک بر اساس تجربه وجود دارد. اما نکته آخر و مهم‌تر این است که آیا رابطه بین هزینه کل برق و سطح زیربنا، خطی است، به این معنا که آیا می‌توانیم به ازای افزایش سطح زیربنا یا تعداد تجهیزات برقی در سال آتی، از یک رابطه خطی استفاده و افزایش هزینه‌های برق را پیش‌بینی کنیم؟ قطعاً پاسخ به این پرسش مثبت نیست.

در حالی که با توجه به حجم فراوانی از داده که در هر دوره عملکردی در سازمان به وجود می‌آید، می‌توان از خود داده‌ها برای کشف الگوها و روابط میان آن‌ها استفاده کرد (Russel & Norvig, 2003). داده‌های تولید شده در جریان هر دوره عملکردی ـ وقتی به اندازه کافی زیاد شود- می‌تواند منبع باارزشی از دانش درباره هزینه‌یابی و بودجه‌ریزی باشد. برای کشف این روابط، انواع روش‌های هوشمند که در حوزه یادگیری ماشینی[1] و تحلیل‌های داده‌کاوی[2] استفاده می‌شود، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد (Metaxiotis & Parras, 2003).

در پژوهش حاضر، رویکرد پیشنهادی برای حل مسئله تخمین روابط هزینه ـ فعالیت، استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی است. همچنین از شبکه‌های عصبی برای تعیین مقدار سهم محرک‌های منبع برای هر فعالیت استفاده می‌شود. در واقع، در این مدل با استفاده از هوش مصنوعی، مسئله تخمین رابطه بین فعالیت‌ها و منابع (هزینه‌ها) حل می‌شود و پس از به تعادل رسیدن شبکه، از وزن‌های به دست آمده به عنوان سهم محرک‌ها در رابطه با هر زوج هزینه ـ فعالیت استفاده می‌گردد.

1. Machin learning
2. Data Mining

با استفاده از شبکه‌های عصبی، امکان برقراری رابطه غیرخطی بین هزینه‌ها و فعالیت‌ها به وجود می‌آید. در ضمن، با استفاده از این رابطه، می‌توان به پیش‌بینی منابع آتی نیز پرداخت.

مبانی نظری

برخی مفاهیم بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد

در سال ۱۹۴۹، بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد، به عنوان جایگزین بودجه سنتی مطرح شد. در بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد، اطلاعات بودجه باید بر اساس فعالیت‌ها شکل گیرد ـ نه بر اساس مواد هزینه ـ و نتایج حاصل از اندازه‌گیری عملکرد، با گزارش‌های عملکرد بیان شود. بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد، نظامی از بودجه‌ریزی است که منابع مورد نیاز را برای دست‌یابی به اهداف کوتاه‌مدت و بلندمدت، هزینه برنامه‌ها و فعالیت‌های مرتبط برای دست‌یابی به اهداف مذکور و ستانده‌ها یا خدماتی ارائه می‌کند که در لوای هر برنامه، باید تولید یا عرضه گردد (Andrews, 2007). به عبارت دیگر، بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد، یک نظام بودجه‌ریزی است که به طور مطلوب، برنامه‌ها را به نتایج پیوند می‌دهد. با توجه به بررسی مدل‌ها و پژوهش‌های مختلف، می‌توان گفت که برای طراحی و پیاده‌سازی بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد در هر سازمان، باید سه عامل مهم "برنامه‌ریزی"، "هزینه‌یابی" و "ارزیابی عملکرد سازمانی" مورد توجه قرار گیرد (Shah & Chunli, 2007). در اکثر پژوهش‌ها بیان شده است که هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت، کانون بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد و رکن اصلی در محاسبات بودجه است (Gilmour, 2005).

تخصیص هزینه‌ها به فعالیت‌ها که با عنوان تسهیم منابع شناخته می‌شود، با استفاده از شاخص‌هایی انجام می‌شود که محرک منبع[1] یا هزینه[2] نام دارد. در هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت، هر جا که لازم است تسهیم انجام شود، از مفهوم محرک استفاده می‌گردد. این مفهوم در بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد نیز استفاده می‌شود (F.Shapiro, 1999). انواع محرک‌های مورد استفاده در بودجه‌ریزی و هزینه‌یابی مبتنی بر عملکرد، عبارت است از محرک منبعی، محرک فعالیت و محرک محصول که در پژوهش حاضر، عمدتاً چگونگی محاسبه محرک منبع، بررسی شده است.

شاخص محرک منبعی، با منابع مرتبط است و برای تسهیم هزینه‌ها به واحد فعالیت‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. این محرک برای سنجش قیمت تمام شده فعالیت‌ها استفاده می‌شود (Shapiro,

1. Resource Deriver
2. Cost Deriver

1999). نمونه‌ای از محرک‌های منبعی، عبارت است از: نفر/ساعت، متر مربع، سطح زیربنا، تعداد (دستگاه کامپیوتر، تلفن، لامپ).

سهم از یک محرک، به معنی نسبت مقدار محرک مربوطه به مقدار کل در دسترس است. برای مثال، در یک سازمان اگر منبع (هزینه) انرژی مد نظر باشد ـ که با محرک سطح زیربنا سنجیده می‌شود ـ و بخواهیم سهم هزینه فعالیت پرداخت تسهیلات را به دست آوریم، سطح زیربنای محل پرداخت تسهیلات را بر کل سطح زیربنای شعبه تقسیم می‌کنیم. عدد به دست آمده، نسبت یا سهم فعالیت از محرک منبعی است که باید در مقدار هزینه انرژی، ضرب شود تا هزینه انرژی مربوط به فعالیت پرداخت تسهیلات محاسبه شود. این مفهوم درباره محرک‌های فعالیت و محصول نیز کاربرد دارد (Curristine, 2005).

شبکه‌های عصبی مصنوعی

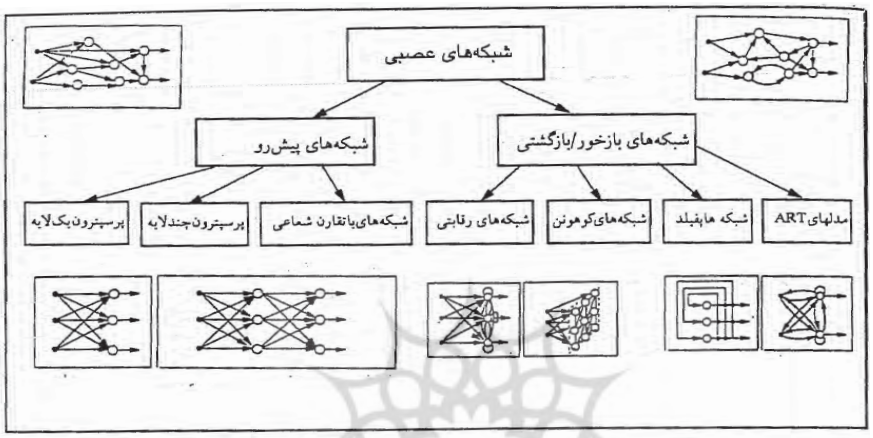
یک شبکه عصبی مصنوعی، مجموعه‌ای از نرون‌های متصل به هم در لایه‌های مختلف است که اطلاعاتی را برای یکدیگر ارسال می‌کند. این نرون‌ها در لایه‌های مختلف (آشکار و پنهان) قرار گرفته است. تعداد این لایه‌ها، گره‌ها و ارتباط آن‌ها با هم در هر لایه، معماری شبکه را تشکیل می‌دهد. ملاک‌های تمیز شبکه‌های عصبی از یکدیگر عبارت است از:

- مدل‌های محاسباتی نرون‌ها (توابع فعالیت درون‌ها)
- قواعد یادگیری
- معماری شبکه‌ها

از مهم‌ترین مدل‌های محاسباتی نرون‌ها، می‌توان نرون‌های دارای تابع آستانه‌ای، تابع خطی مقطع، تابع هلالی و تابع نرمال را بیان کرد (Russel & Norvig, 2003).

یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های شبکه‌های عصبی که عملکرد آن را به ساختار مغز شبیه می‌کند، قدرت یادگیری است. فرایند یادگیری در شبکه عصبی، به معنی به هنگام‌سازی معماری شبکه و وزن‌های ارتباطی آن به نحوی است که شبکه بتواند یک وظیفه خاص را به نحو کارا انجام دهد (Lam, 2003) . شبکه‌های عصبی مصنوعی بر اساس معماری (توپولوژی) به دو گروه عمده پیش‌خور و بازگشتی تقسیم می‌شود. در شبکه‌های پیش‌خور، ارتباط بین لایه‌ها، یک‌طرفه و به طرف جلو است و حلقه بازخوری در آن‌ها وجود ندارد. معروف‌ترین آن‌ها، شبکه‌های پیش‌خور پرسپترون یک‌لایه و چندلایه است. بر عکس در شبکه‌های بازگشتی، حلقه‌های بازخور وجود دارد و ارتباطات دوطرفه بین

لایه‌ها مشاهده می‌شود و از معروف‌ترین آن‌ها، شبکه‌های هاپفیلد است. انواع معماری‌های شبکه‌های عصبی مصنوعی در شکل (۱) نشان داده شده است.



شکل (۱): انواع معماری‌های شبکه‌های عصبی مصنوعی

همان‌طور که بیان شد، پرکاربردترین معماری شبکه‌های عصبی، شبکه‌های چندلایه پیش‌خور است که معمولاً "شبکه‌های چندلایه‌ای پرسپترون" و به طور اختصار MLP[1] گفته می‌شود. این نوع شبکه‌ها مشخصات زیر را دارد:

پردازنده‌های شبکه به چند لایه مختلف تقسیم می‌شود.

حداقل تعداد لایه‌ها در این شبکه‌ها دوتاست.

پردازنده‌های هر لایه فقط مجاز به دریافت سیگنال از پردازنده‌های لایه قبل خود است و سیگنال خروجی این پردازنده نیز به پردازنده‌های بعدی اعمال می‌شود (Wong, 2000).

در شبکه‌های مذکور به لایه اول، ورودی، به لایه آخر، خروجی و به لایه‌های میانی، لایه‌های پنهان گفته می‌شود. ورودی‌های شبکه، پارامترهای مؤثر در تعیین خروجی‌ها است. بنابراین، تعداد گره‌های لایه ورودی و خروجی، در حقیقت از همان آغاز استفاده از شبکه معلوم است و برای مدل باید ورودی‌ها و خروجی‌های مناسب مشخص شود.

1. Multi Layer Perceptron

تعداد گره‌های لایه‌های پنهان بر اساس تابع انتقال انتخاب می‌شود. معمولا از یک لایه با تعداد زیاد گره استفاده نمی‌شود و بهتر است از لایه‌های بیشتر با تعداد گره‌های کمتر استفاده کرد. قانون کلی برای ساخت مدل وجود ندارد و توصیه می‌شود که مدل‌های مختلف، با معماری‌های متفاوت آزمایش شود و با توجه به نتایج به دست آمده، بهترین آن‌ها انتخاب گردد. می‌توان با یک لایه ورودی و ۲ یا ۳ گره در آن شروع کرد. شبکه باید با روش بهینه آموزش داده شود. در انتها با استفاده از داده‌هایی که هنگام آموزش استفاده نشده است، مدل‌ها آزمون شود و با توجه به میزان خطا، مدل‌ها ارزیابی گردد (Russel & Norvig, 2003).

شبکه‌های عصبی مصنوعی، کاربردهای وسیعی در انواع مسائل مالی سازمان داشته است. در مسئله دسته‌بندی الگو، از این شبکه‌ها برای رتبه‌بندی اوراق قرضه و دسته‌بندی مشتریان کارت‌های اعتباری استفاده شده است. خوشه‌یابی مشتریان بانک‌ها یا سرمایه‌گذاران مالی، از سایر کاربردهای شبکه‌های عصبی در مسائل مالی است (Wong, 2000) . در پژوهشی سهام بورس لندن بر اساس متغیرهای حسابداری، توسط شبکه‌های عصبی به چهارده گروه صنعتی طبقه‌بندی شد. درباره مسئله تخمین تابع، انواع مسائل مهندسی و مدیریتی، مورد توجه ANN قرار گرفته است، مدل‌سازی رابطه بین تأخیر کارکنان و حجم ضایعات یا رابطه بین هزینه‌های ارتباط با مشتری و افزایش تعداد سفارش‌ها به عنوان روابطی غیرخطی، از جمله این کاربردها بوده است (Vellidoa, 1999). گسترده‌ترین کاربرد شبکه‌های عصبی در سازمان، در پیش‌بینی بوده است، انواع پیش‌بینی‌ها در بازار سهام، پیش‌بینی ورشکستگی، پیش‌بینی درآمدها، سهم بازار و غیره توسط ANN باعث شده است تا این روش به عنوان رقیب سرسخت رگرسیون و سری‌های زمانی در حوزه پیش‌بینی باشد. همچنین از شبکه‌های عصبی برای حل مسائل بهینه‌سازی، مانند تعیین قیمت بهینه بازار و تعیین پورتفلیوی بهینه محصول استفاده شده است (Wong, 2000). از کاربردهای دیگر ANN در مسائل مالی سازمان، کاربردهای مرتبط با حافظه انجمنی و مسئله کنترل است.

استفاده از شبکه‌های عصبی در هزینه‌یابی و بودجه‌ریزی

تخمین و پیش‌بینی هزینه، مسئله‌ای بسیار مهم است که در بسیاری از تصمیم‌گیری‌های کسب و کار دخیل است. برای تخمین و پیش‌بینی هزینه‌ها، از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود و شبکه‌های عصبی برای حل این مسئله در موارد متعددی به کار گرفته شده است.

در یک بررسی، به منظور ساده‌سازی فرایند تخمین هزینه‌های محصول جدید، که اهمیت فراوانی

در ایجاد مزیت رقابتی سازمانی دارد، از یک مدل ترکیبی شامل تحلیل عاملی و شبکه‌های عصبی BP استفاده شده و نشان داده شده است که این مدل قادر است به افزایش رقابت‌پذیری محصول کمک کند (Che, 2010).

در مدلی که گانایدین و مورات[1] (۲۰۰۴) برای تخمین هزینه‌های طراحی و ساخت ساختمان‌ها در فاز اولیه طراحی طراحی کردند، از اطلاعات سی ساختمان ساخته شده برای آموزش شبکه و تخمین هزینه‌های ساختمان جدید استفاده شده است. در پژوهش دیگری نشان داده شد که استفاده از ANN نسبت به تحلیل‌های رگرسیونی و استدلال مبتنی بر مورد (CBR)[2] در تخمین هزینه‌ها منجر به کسب نتایج دقیق‌تری خواهد شد (Kim,Gwang-Hee, Sung-Hoon & Kyung-In Kang, 2004). در تخصیص بودجه یک شرکت هوافضا، به بخش‌های زیرمجموعه آن به منظور یافتن درجه مناسب فازی ترجیحات برای تخصیص بودجه از روش AHP فازی (FAPH) و برای انجام فرایند تخصیص بودجه، از روش شبکه‌های عصبی استفاده شده و نتایج با یکدیگر مقایسه شده است. با توجه به عدم قطعیت و ماهیت فازی و پیچیده مسئله برای تصمیم‌گیرندگان، FAHP و ANN انتخاب شده است (Cheng ,2009).

نکته قابل توجه این است که پارادایم هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت، که "فعالیت" را مسئول ایجاد هزینه‌ها معرفی می‌کند، در طول دهه گذشته، بسیار مورد توجه قرار گرفته است، زیرا برای غلبه بر مشکلات نظام سنتی هزینه‌یابی، از طریق فرایند تخصیص هزینه معقول‌تر، توسعه داده شده است. هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت، به عنوان پیش‌زمینه‌ای برای بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد، با یافتن هزینه محصولات بر اساس هزینه فعالیت‌ها، به مدیران کمک می‌کند تا بودجه آتی را بر اساس تغییرات در حجم فعالیت‌ها و قیمت تمام شده آن‌ها محاسبه کنند (Zalstman, 2009). با این حال، ABC مرسوم، مشکلاتی دارد، از جمله اینکه ABC معیارهای عمومی لازم را برای انتخاب محرک‌های هزینه مربوطه ندارد. این مشکل با مسئله بهینه‌سازی محرک‌های هزینه و بهره‌وری از نظام‌های هزینه‌یابی مرتبط است. دوم اینکه، ABC مرسوم معمولاً فرض می‌شود بین هزینه و فعالیت یک رابطه خطی وجود دارد. منظور از رابطه هزینه خطی، جایی از نمودار است که هزینه کل در مقابل محرک هزینه واحد، به شکل خطی مستقیم در محدوده مربوطه است. به اعتقاد هومر، فاستر و دیتر[3] (۱۹۹۷) تابع هزینه، در عمل، همیشه خطی نیست، بلکه گاهی اوقات رفتار غیرخطی نشان می‌دهد. آن‌ها معتقدند که یک تابع غیرخطی به عنوان تابع هزینه‌ای در نمودار هزینه کل در مقابل محرک واحد،

1. Gunaydin & Dogan
2. Case Based Reasoning
3. Horngren, Foster & Datar

به شکل خطی مستقیم در محدوده مربوطه شرح داده شده نیست. از این منظر، ABC مرسوم، ممکن است هزینه محصولی را که رفتار غیرخطی از خود نشان می‌دهد، تحریف کند. بنابراین، مشکل دوم با روابط برآورد هزینه (CERs) و نیز تأثیر نظام هزینه مرتبط است (Kim,& Han 2003).

برخی پژوهشگران برای غلبه بر مشکلات مرسوم ABC تلاش کرده‌اند. یافته‌های برخی از پژوهش‌ها نشان داده است که عملکرد شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN) از رگرسیون خطی، برای تخصیص بهینه هزینه، موفق‌تر است. یافته‌های برخی از پژوهش‌ها نیز بهره‌وری از فنون جستجوی اکتشافی را در انتخاب محرک هزینه بهینه نشان داد. (Bode, 1998 b; Creese & Li, 1995; Lee, 1993; Lee & Ahn,1993; Smith & Mason, 1997; Babad & Balachandran,1993). در پژوهش هان و کیم (۲۰۰۳) مدلی تلفیقی[1] متشکل از الگوریتم ژنتیک (GAs) و شبکه عصبی برای حل همزمان دو مشکل فوق از ABC مرسوم پیشنهاد شده است. بخش GA از مدل به عنوان روش بهینه‌سازی انتخاب محرک‌های هزینه به کار می‌رود. بخش شبکه عصبی مدل، برای انعکاس یک تابع غیرخطی برای فرایند تخصیص هزینه استفاده شده است. در این مدل تلفیقی، GA یک معماری بهینه یا نزدیک به بهینه را برای شبکه عصبی جستجو می‌کند.

از مرور مبانی نظری استنباط می‌شود با اینکه در پژوهش‌های فراوانی برای حل مسئله بودجه و هزینه‌یابی، از شبکه‌های عصبی مصنوعی استفاده شده (Bode, 1998a)، اما در پژوهش‌های اندکی، رویکرد ANN در بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد و هزینه‌یابی مبتنی بر فعالیت مورد استفاده قرار گرفته است. همچنین هیچ پژوهش مشابهی درباره محاسبه مقدار محرک‌های هزینه با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی یافت نشد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر، به لحاظ هدف از نوع توسعه‌ای ـ کاربردی و به لحاظ داده‌های مورد استفاده، مدل‌سازی از نوع توصیفی ـ تجربی است. سازمان مورد بررسی در پژوهش حاضر، بانک تجارت ایران است. از این بانک دو حوزه عملیاتی تجهیز و تخصیص منابع مورد توجه قرار گرفته است. اطلاعاتی که از این سازمان در پژوهش حاضر مورد استفاده قرار گرفته است، به‌طور کلی، عبارت است از اطلاعات مربوط به محصولات، فعالیت‌ها، تعداد تکرار فعالیت‌ها، هزینه‌ها، مقدار محرک‌های منبعی که از پنج دوره عملکردی مختلف در این بانک به دست آمده است.

1. Hybrid

همچنین جامعه آماری دیگری که در پژوهش حاضر مورد استفاده قرار گرفته است، عبارت است از جامعه خبرگان بودجه‌ریزی در بانک تجارت ایران. این جامعه مدیران، کارشناسان و مشاوران بودجه‌ریزی این سازمان را شامل می‌شود که علاوه بر آگاهی از مفاهیم بودجه‌ریزی در سازمان خود، از مفاهیم قیمت تمام شده و بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد (مانند شناخت انواع محرک‌ها و نحوه محاسبه آن‌ها) مطلع هستند. از این جامعه برای اعتبارسنجی نتایج پژوهش استفاده شده است.

شبکه‌های عصبی تشکیل شده در پژوهش حاضر از نوع شبکه‌های پیش‌خور است. گره‌های ورودی در لایه اول این شبکه، به حجم انجام فعالیت‌ها (تعداد تکرار فعالیت‌ها) در طول دوره انتخابی مربوط است. گره‌های موجود در لایه خروجی به هزینه‌های انجام شده مربوط است. در روش هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت و در نتیجه، بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد لازم است رابطه بین هر نوع هزینه با هر نوع فعالیتی مشخص شود، به عبارت دیگر، میزان استفاده هر فعالیت از هر منبع، باید مشخص شود. از این رو، برای هر یک از انواع هزینه (هزینه‌های پرسنلی، اداری، نگهداری و تعمیرات و غیره) با مجموع فعالیت‌های مرتبط به آن هزینه، یک مدل شبکه عصبی تشکیل شد که شانزده مدل را شامل می‌شود. برای هر کدام از مدل‌ها، شش نوع معماری متفاوت پیش‌بینی شده است. شبکه با این معماری‌ها با یک روش واحد آموزش دیده و نتایج به دست آمده از معماری‌های مختلف با هم مقایسه شده است. در نهایت، معماری با مقدار خطای کمتر[1] انتخاب شده است. پس از انتخاب معماری مناسب، نوبت انتخاب روش مناسب برای آموزش شبکه است. در این مرحله، شش روش از روش‌های معروف آموزش شبکه، انتخاب شده و معماری منتخب با هر شش روش آموزش داده شده و خطای خروجی با استفاده از معیارهای مختلف محاسبه شده است (Che, 2010). روش‌هایی برای آموزش انتخاب شده است که به کاهش محاسبات داخلی شبکه و افزایش سرعت آموزش کمک می‌کنند. در نهایت، روش بهینه برای آموزش هر کدام از شبکه‌ها انتخاب شده است.

توابع انتقال مربوط به لایه‌های پنهان، در مدل‌های مختلف تشکیل شده از نوع سیگموئید لگاریتمی logSig یا سیگموئید تانژانتی TanSig انتخاب شده است. تابع تحریک نرون لایه خروجی شبکه عصبی، به صورت تابع تحریک خطی PurLin انتخاب می‌شود. این رویه به عنوان روشی معمولی در شبکه‌های عصبی MLP مورد استفاده قرار می‌گیرد که تابع تحریک لایه خروجی به صورت خطی در نظر گرفته شود. تابع تحریک خطی، موجب کاهش پیچیدگی شبکه می‌شود و آموزش آن را سریع‌تر می‌کند (Smith, 1997).

۱. خطای خروجی نسبت به مجموعه آموزش

معیارهای مقایسه‌ای که برای ارزیابی کارکرد شبکه به کار می‌رود، مربع میانگین خطای نرمال شده NMSE[1] و قدرت رهگیری Dstat[2] است.

پس از آموزش شبکه با داده‌های کافی، شبکه ارتباط بین حجم فعالیت‌ها و میزان هزینه را خواهد یافت. پس از انجام مرحله آزمایش و اعتبارسنجی شبکه، اکنون می‌توان برای حجم جدید فعالیت‌ها، مقدار هزینه را پیش‌بینی کرد. همچنین پس از به تعادل رسیدن شبکه از وزن‌های به دست آمده برای ارتباط لایه‌ها به عنوان محرک‌های هزینه در دوره مورد پیش‌بینی استفاده خواهد شد.

یافته‌های پژوهش

بر اساس روش‌شناسی پژوهش و برای دستیابی به نتایج تحلیلی، مراحل زیر در بانک تجارت اجرا شد.

مرحله ۱: تعیین ورودی‌های شبکه‌ها

اولین قدم برای طراحی مدل، انتخاب ورودی‌های شبکه است. پس از بررسی فعالیت‌های اصلی در دو حوزه عملیاتی انتخاب شده از بانک (حوزه‌های تخصیص و تجهیز)، فعالیت‌های بیان شده در جداول (۱) و (۲) به عنوان فعالیت‌های اصلی این حوزه‌ها انتخاب گردید. تعداد تکرار این فعالیت‌ها، ورودی‌های شبکه‌های عصبی پژوهش حاضر را تشکیل می‌دهد. برای محاسبه تعداد تکرار فعالیت‌ها، از انواع محرک‌های فعالیت استفاده شده که در جدول‌های (۱) و (۲) بیان شده است. در مواردی که دسترسی به مقدار محرک فعالیت وجود نداشته است، از تعداد محصول مرتبط با آن فعالیت و آگاهی از تعداد تکرار فعالیت برای ایجاد آن محصول، استفاده شده است.

پرتال جامع علوم انسانی

1. $$\mathrm{NMSE}=\frac{\sum_{t=1}^{N}(y_t-\hat{y}_t)^2}{\sum_{t=1}^{N}(y_t-\bar{y}_t)^2}=\frac{1}{\sigma^2}\cdot\frac{1}{N}\cdot\sum_{t=1}^{N}(y_t-\hat{y}_t)^2,$$

2. $$D_{\mathrm{stat}}=\frac{1}{N}\sum_{t=1}^{N}a_t\times 100\%,$$

where $a_t=1$ if $(y_{t+1}-y_t)(\hat{y}_{t+1}-y_t)\geqslant 0$, and $a_t=0$ otherwise.

جدول (۱): فعالیت‌های اصلی منتخب از حوزه تخصیص منابع (ورودی‌های مدل‌های حوزه تخصیص)

ردیف	نام فعالیت	نام محرک
۱	سیاست‌گذاری تخصیص منابع	تعداد دستورالعمل‌ها
۲	اعتبارسنجی مشتریان (ارزی و ریالی)	تعداد پرونده
۳	صدور و ابلاغ مصوبه	تعداد مصوبه‌ها
۴	نظارت بر مصرف تخصیص منابع	تعداد مصوبه‌ها
۵	پرداخت تسهیلات	تعداد مصوبه‌ها
۶	بازپرداخت و تسویه تسهیلات	تعداد اسناد
۷	صدور، تمدید، تسویه و ابطال تعهدات و ضمانت‌نامه‌ها	تعداد اسناد
۸	پیگیری و وصول مطالبات	تعداد پرونده‌های مختومه

جدول (۲): فعالیت‌های اصلی منتخب از حوزه تجهیز منابع (ورودی‌های مدل‌های حوزه تجهیز)

ردیف	نام واحد فعالیت	نام محرک
۱	سیاست‌گذاری و نظارت بر تجهیز منابع	تعداد دستورالعمل‌ها
۲	افتتاح و بستن حساب‌ها	تعداد حساب‌ها افتتاح و بسته شده
۳	دریافت و پرداخت‌ها نقدی	تعداد اسناد
۴	خدمات جانبی حساب‌ها	تعداد حساب‌ها افتتاح و بسته شده
۵	کنترل و رفع مغایرت‌ها حساب‌های ریالی شعب	تعداد اسناد
۶	کنترل و رفع مغایرت‌ها حساب‌های واحدهای ارزی	تعداد اسناد
۷	افزایش سرمایه	تعداد دفعات
۸	تأمین منابع از سایر روش‌ها	تعداد دفعات

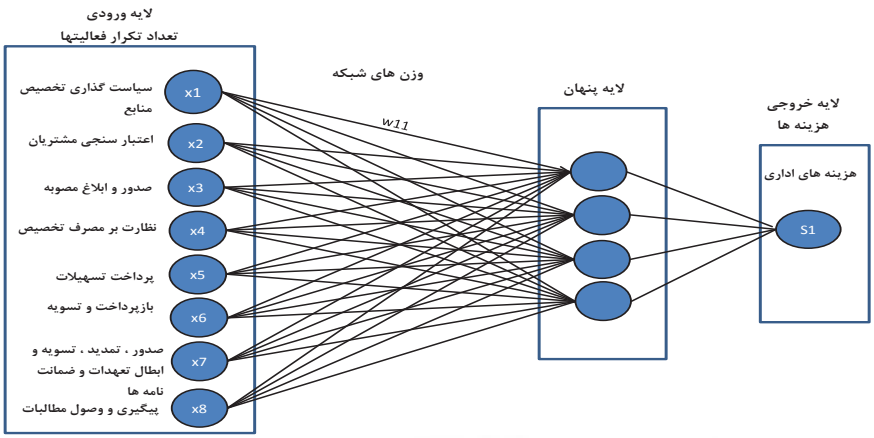
خروجی‌های شبکه، انواع سرفصل‌های منابع را شامل می‌شود. از این رو، برای تعیین خروجی، سرفصل‌های هزینه در بانک تجارت بررسی گردید و تعدادی از آن‌ها برای بررسی انتخاب شد. سرفصل‌های هزینه به دلایل مختلفی انتخاب گردید، برای مثال، با توجه به اینکه بانک از نوع سازمان‌های خدماتی است، هزینه‌های پرسنلی و اداری، بخش زیادی از هزینه‌های کل را به خود اختصاص می‌دهد، از این رو، به دلیل اهمیتشان به عنوان منبع یا خروجی انتخاب گردید. همچنین تعیین رابطه بین فعالیت‌ها و منابع، در صورتی مشکل‌ساز و پیچیده است که این هزینه‌ها ماهیت غیرمستقیم داشته باشد (Foster & Gupta, 1990)؛ از این رو، از مدل شبکه عصبی انتظار می‌رود که

بتواند مقدار محرک‌های منبعی را در این موارد تعیین کند. بنابراین، هزینه‌های انتشارات و تبلیغات، انرژی، ارتباطات و مخابرات، اجاره، هزینه مواد مصرفی و لوازم و هزینه خدمات قراردادی نیز انتخاب گردید. با توجه به اینکه سرفصل‌های هزینه در هر دو حوزه تجهیز و تخصیص یکسان است، در جدول (۳) فهرست خروجی‌های مدل‌های هر دو حوزه مشاهده می‌شود.

جدول (۳): هزینه‌های انتخاب شده از دو حوزه تجهیز و تخصیص (خروجی‌های مدل‌ها)

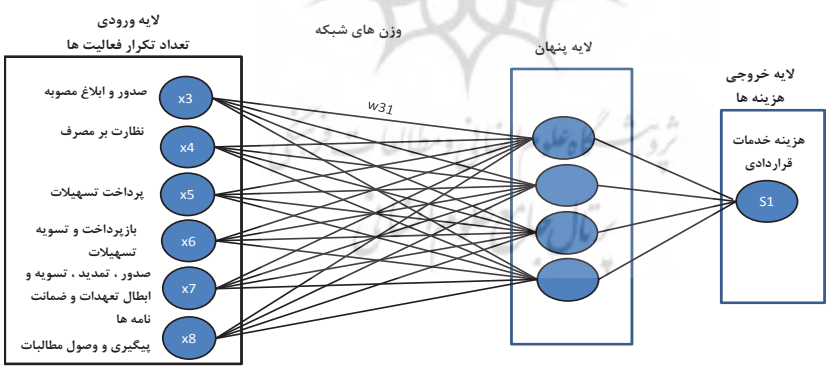
ردیف	نام منبع (هزینه)
۱	هزینه‌های پرسنلی
۲	هزینه‌های اداری
۳	هزینه مواد مصرفی و لوازم
۴	هزینه خدمات قراردادی
۵	انتشارات و تبلیغات
۶	اجاره
۷	انرژی (سوخت، آب، برق و غیره)
۸	ارتباطات و مخابرات

ورودی مدل‌ها، از جنس فعالیت و خروجی مدل، از جنس هزینه است، اما با توجه به اینکه در بودجه‌ریزی لازم است رابطه بین هر کدام از انواع هزینه‌ها (سر فصل‌های منابع) و فعالیت‌های مختلف شناسایی شود، لازم است برای هر هزینه و مجموع فعالیت‌های مرتبط، مدل مربوط به آن ایجاد شود. بدین ترتیب، از ترکیب ورودی‌ها با هر کدام از خروجی‌ها، شانزده مدل شبکه عصبی برای تخمین روابط هزینه در بانک تجارت ایجاد گردید که نمونه‌ای از آن‌ها در شکل‌های (۲) و (۳) نشان داده شده است. به منظور اختصار، از نمایش همه شبکه‌ها صرف‌نظر شده است. انتخاب ترکیب فعالیت‌هایی که احتمالاً در شکل‌گیری یک هزینه نقش دارد، بر اساس نظر خبرگان، هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت در بانک است. البته می‌توان فرض کرد که همه فعالیت‌ها در شکل‌دهی هزینه منتخب نقش دارد. زیرا پس از به تعادل رسیدن مدل در صورتی که رابطه ضعیف باشد، یا رابطه‌ای وجود نداشته باشد، وزن مربوطه (مقدار محرک منبعی) باید نزدیک به صفر محاسبه شود. انتخاب فعالیت‌ها بر اساس نظر خبرگان ممکن است ـ به دلیل کمتر شدن تعداد گره‌های ورودی و در نتیجه، گره‌های لایه‌های میانی ـ منجر به سرعت و دقت بیشتر مدل شود.



شکل (۲): شبکه تشکیل شده برای هزینه‌های اداری در حوزه تخصیص منابع

شکل (۲) معماری کلی عمومی شبکه عصبی تشکیل شده برای تخمین رابطه بین هزینه‌های اداری و هشت فعالیت مربوط به حوزه تخصیص منابع را نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل فوق مشاهده می‌شود، حدس اولیه درباره ارتباط همه فعالیت‌ها با هزینه اداری است. معماری دقیق شبکه، بعد از انجام آزمون‌های مربوط به تعیین معماری مشخص خواهد شد.



شکل (۳): شبکه تشکیل شده برای هزینه‌های خدمات قراردادی در حوزه تجهیز منابع

شکل (۳) معماری عمومی شبکه عصبی تشکیل شده برای تخمین رابطه بین هزینه‌های خدمات قراردادی و هشت فعالیت مربوط به حوزه تجهیز را نشان می‌دهد. هزینه خدمات قراردادی به عنوان یک هزینه غیرمستقیم ممکن است با بعضی از فعالیت‌های فوق ارتباط نداشته باشد. به دلیل ناآگاهی

از چگونگی ارتباط فعالیت‌ها و هزینه‌ها، همه فعالیت‌ها با هزینه خدمات قراردادی ارتباط داده شده است. معماری دقیق شبکه بعد از انجام آزمون‌های مربوط به تعیین معماری مشخص خواهد شد.

مرحله دوم: نرمال‌سازی و آماده‌سازی داده‌ها

با توجه به اینکه اطلاعات برای ورودی‌ها و خروجی‌های مدل، به ازای پنج دوره عملکردی یک‌ساله و به صورت هفتگی موجود است، تعداد تقریبی داده‌های مجموعه آموزش و آزمایش، برابر با ۲۴۰ زوج دیتا است. با توجه به تعداد گره‌های ورودی شبکه‌های تشکیل شده (حداکثر هشت گره) این تعداد داده برای آموزش مناسب است (Kim & Han, 2003). برای انجام داده‌کاوی، قبل از هر کاری لازم است داده‌ها نرمال‌سازی شود. نرمال‌سازی، فرایندی برای استاندارد کردن داده‌هاست. به منظور یک‌دست‌سازی داده‌ها و هماهنگ کردن آن‌ها، در پژوهش حاضر از روش نرمال‌سازی آماری استفاده شده است. به این معنی که با استفاده از فرمول زیر، ابتدا میانگین و انحراف استاندارد داده‌ها به دست آمده و همه ورودی‌ها و خروجی‌ها، به داده‌های نرمال شده تبدیل شده است.

$$x_n = \frac{x_0 - \mu}{\sigma}$$

پس از نرمال‌سازی لازم است داده‌ها به دو مجموعه آموزش و آزمون تقسیم شود. جداسازی نامناسب مجموعه‌های آموزش و آزمون، بر نتایج به دست آمده از شبکه تأثیر می‌گذارد. پژوهشگران در مسائل پیش‌بینی، تقریباً ۳۰ درصد از داده‌ها را به عنوان مجموعه آزمون و مابقی را برای آموزش به کار می‌گیرند. در پژوهش حاضر نیز از همین قاعده استفاده شده است. همچنین نصف داده‌های مجموعه آزمون، برای آزمون و نصف باقیمانده به منظور اعتبارسنجی استفاده شد (Lam, 2003).

مرحله سوم: تعیین معماری بهینه برای شبکه‌ها

تعداد گره‌های لایه پنهان و نیز تعداد لایه‌های پنهان، از طریق سعی و خطا به دست می‌آید. در حقیقت تعداد مناسب گره‌ها و لایه‌های پنهان، وقتی به دست می‌آید که شبکه بهترین جواب را ارائه کند. برای تعیین معماری مناسب، دو روش عمده تخریبی و سازنده وجود دارد. در روش اول، شبکه‌ای با تعداد زیادی گره و لایه شروع می‌گردد و با حذف واحدهای اضافی و اتصال‌های مربوط به آن‌ها، به ساختار بهینه شبکه نزدیک می‌شود و در روش دوم، شبکه‌ای ساده با گره‌های پنهان کم آغاز می‌شود و با افزایش گره‌ها، تا حد کمترین خطا پیش می‌رود (Lam, 2003). در پژوهش حاضر برای تعیین

تعداد مناسب گره‌ها و لایه‌ها، از روش دوم (سازنده) استفاده شده است. در اکثر مواقع، به منظور پردازش مناسب اطلاعات، وجود یک یا دو لایه پنهان کافی است. تعداد گره‌ها در لایه پنهان، معمولاً بین نصف تا دو یا سه برابر تعداد گره‌های لایه ورودی است. این تعداد از بروز خطای بیش برازش[1] در شبکه جلوگیری می‌کند (Enke, 2005)، از این رو، در پژوهش حاضر تعداد گره‌های لایه‌های پنهان از بازه‌ای بین نصف تا سه برابر تعداد گره‌های لایه‌های ورودی، به صورت تصادفی انتخاب شده است.

وزن‌های ابتدایی در شبکه، به صورت اتفاقی در نظر گرفته می‌شود، البته از آنجایی که می‌توان از همان ابتدا از روی تجربه به پارامترهای مؤثرتر، وزن بیشتری داد (Kim & Han, 2003)، در پژوهش حاضر نیز بر اساس نتایج حاصل از مصاحبه با خبرگان درباره محرک‌های منابع، این کار نیز در کنار روش وزن‌دهی تصادفی انجام شده است.

در پژوهش حاضر، از شبکه عصبی بهبودیافته استفاده می‌کنیم که شبکه عصبی با ارتباطات پرشی است. شبکه عصبی بهبودیافته را می‌توان به عنوان مدل رگرسیون خطی استاندارد در نظر گرفت که با عبارت‌های غیرخطی توسعه داده شده است (Lam, 2003, Enke, 2005). این وضعیت برای مدل مورد نظر پژوهش حاضر، مناسب است، زیرا هدف از توسعه شبکه‌های عصبی در این بخش، استخراج ضرایب محدودیت‌های مدل برنامه‌ریزی خطی (مقدار سهم محرک‌ها) در پایگاه مدل است، اما در عین حال لازم است روابط بین فعالیت‌ها و هزینه‌ها غیرخطی فرض شود.

برای به دست آوردن معماری مناسب برای هر کدام از شبکه‌های توسعه داده شده، هر یک از آن‌ها با تعداد لایه‌های پنهان مختلف و تعداد گره‌های مختلف آزمون گردید. برای مقایسه نتایج، در همه موارد از یک روش آموزش یکسان (روشResilient back propagation) استفاده شده است (Tang, 2009). سپس آزمون معماری با استفاده از نرم‌افزار MATLAB انجام شده است. نتیجه انجام آزمون‌ها در پیوست (۱) موجود است. در هر اجرا مقدار خطاهای شبکه با پنج پارامتر مختلف محاسبه شده است. نتیجه خطاهای به دست آمده از معماری‌های مختلف، با هم مقایسه شده است و در نهایت، برای هر مدل، یک معماری بهینه انتخاب شده است. پس از انتخاب معماری، در بخش بعد روش برتر برای آموزش هر مدل انتخاب می‌شود.

1. Over Fitting

مرحله چهارم: تعیین روش آموزش شبکه‌ها

شبکه‌های تشکیل شده در پژوهش حاضر، از نوع شبکه‌های یادگیرنده یا با سرپرست[1] است. در این روش، هنگام آموزش شبکه، به ازای هر دسته از ورودی‌ها، خروجی‌های متناظر نیز به شبکه داده می‌شود. به مجموعه این خروجی‌ها، الگو گفته می‌شود و در حقیقت، تغییر وزن‌ها هنگامی انجام می‌شود که خطای بین خروجی شبکه و خروجی دلخواه کمینه گردد. در یادگیری با سرپرست، شبکه به صورت یک سیستم ورودی ـ خروجی عمل می‌کند. به روش اخیر، الگوریتم پس‌انتشار خطا گفته می‌شود که در آن شبکه، یک مجموعه ورودی دریافت می‌کند و با استفاده از وزن‌های موجود در شبکه، به محاسبه خروجی می‌پردازد. اختلاف بین نتیجه محاسبه شده و مقدار مورد انتظار (خطا) محاسبه می‌شود. خطا درون شبکه منتشر می‌شود و وزن‌ها برای کمینه کردن خطا تنظیم می‌شود (Russel & Norvig, 2003). نتیجه انجام آزمون‌ها در پیوست (۲) بیان شده است. به طور خلاصه، معماری منتخب (تعداد لایه‌ها و تعداد گره‌های هر لایه) و روش آموزش نهایی انتخاب شده برای شبکه‌ها در جدول (۴) بیان شده است.

جدول (٤): جدول معماری و روش آموزش انتخاب شده برای هر شبکه

نام شبکه عصبی	معماری منتخب	روش آموزش منتخب
شبکه هزینه‌های پرسنلی حوزه تخصیص	۸-۵-۵-۱	Conjugate descent algorithms (traincgf)
شبکه هزینه‌های اداری حوزه تخصیص	۸-۱۵-۱۵-۱	Resilient back propagation algorithm (trainrp)
شبکه هزینه‌های انتشارات حوزه تخصیص	۶-۱۲-۱۰-۱	Resilient back propagation algorithm (trainrp)
شبکه هزینه‌های انرژی حوزه تخصیص	۸-۵-۵-۱	Conjugate descent algorithms (traincgf)
شبکه هزینه‌های اجاره‌بها حوزه تخصیص	۸-۱۰-۱۰-۱	Variable learning rate algorithm (traingda)
شبکه هزینه‌های ارتباطات حوزه تخصیص	۸-۱۰-۱۰-۱	Levenberg-Marquardt Back propagation (trainlm)
شبکه هزینه‌های مواد و لوازم حوزه تخصیص	۸-۵-۱	Resilient back propagation algorithm (trainrp)
شبکه هزینه‌های خدمات قراردادی حوزه تخصیص	۸-۱۰-۱۰-۱	Resilient back propagation algorithm (trainrp)
شبکه هزینه‌های پرسنلی حوزه تجهیز	۸-۱۵-۱	Conjugate descent algorithms (traincgf)
شبکه هزینه‌های اداری حوزه تجهیز	۸-۱۵-۱	Resilient back propagation algorithm (trainrp)

1. Supervised Learning

ادامه جدول (٤): جدول معماری و روش آموزش انتخاب شده برای هر شبکه

نام شبکه عصبی	معماری منتخب	روش آموزش منتخب
شبکه هزینه‌های انتشارات حوزه تجهیز	۵-۱۰-۱۰-۱	Resilient back propagation algorithm (trainrp)
شبکه هزینه‌های انرژی حوزه تجهیز	۸-۱۵-۱۵-۱	Resilient back propagation algorithm (trainrp)
شبکه هزینه‌های اجاره‌بها حوزه تجهیز	۸-۱۵-۱۵-۱	Levenberg-Marquardt Back propagation (trainlm)
شبکه هزینه‌های ارتباطات حوزه تجهیز	۶-۱۸-۱	Levenberg-Marquardt Back propagation (trainlm)
شبکه هزینه‌های مواد و لوازم مصرفی حوزه تجهیز	۱-۱۵-۸	Variable learning rate algorithm (traingda)
شبکه هزینه‌های خدمات قراردادی حوزه تخصیص	۱-۱۵-۱۵-۸	Levenberg-Marquardt Back propagation (trainlm)

استفاده از مدل‌های ایجاد شده برای تخمین مقدار محرک‌ها در بانک تجارت

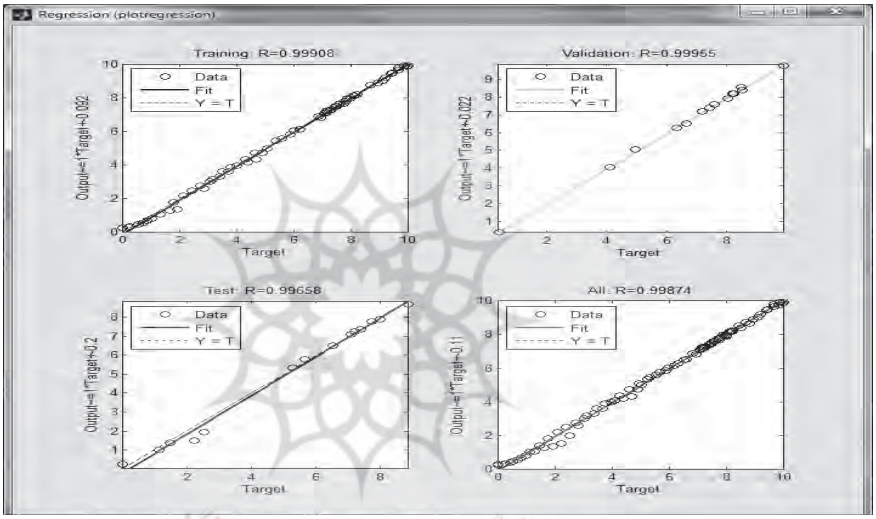
پس از تعیین ویژگی‌های هر یک از شبکه‌های عصبی تشکیل شده، اکنون می‌توان با استفاده از هر کدام از آن‌ها با دادن یک ورودی جدید (تعداد تکرار فعالیت جدید) به تخمین منبع مورد نیاز (هزینه پیش‌بینی شده) پرداخت یا پس از به تعادل رسیدن شبکه، از وزن‌های به دست آمده در شبکه به عنوان مقدار محرک‌های منبع استفاده کرد. از آنجایی که در پژوهش حاضر، هدف از تشکیل شبکه‌های عصبی، مورد دوم بوده است، مراحل رسیدن به محرک‌های منبعی با استفاده از یکی از مدل‌ها (شبکه هزینه‌های ارتباطات و مخابرات حوزه تخصیص) در ادامه توضیح داده شده است.

شبکه هزینه ارتباطات و مخابرات در حوزه تخصیص، با هدف تعیین سهم هر یک از فعالیت‌های مرتبط با آن ایجاد شده است. برای رسیدن به وزن‌های بهینه، ابتدا ورودی‌های شبکه در قالب فایلی جداگانه، شامل اطلاعات تکرار فعالیت‌ها در ۲۴۰ دوره گذشته وارد سیستم شده و سپس هزینه‌های معادل با این فعالیت‌ها، برای دوره‌های گذشته به عنوان خروجی وارد شده است.

نتایج به دست آمده از عملکرد شبکه بعد از آموزش، در جدول (۵) نشان داده شده است. نمودار تطابق مقادیر خروجی شبکه، بعد از دستیابی به تعادل با مقادیر آزمایش در شکل (۴) نشان داده شده است. همچنین نمودار عملکرد این شبکه در شکل (۵) مشاهده می‌شود.

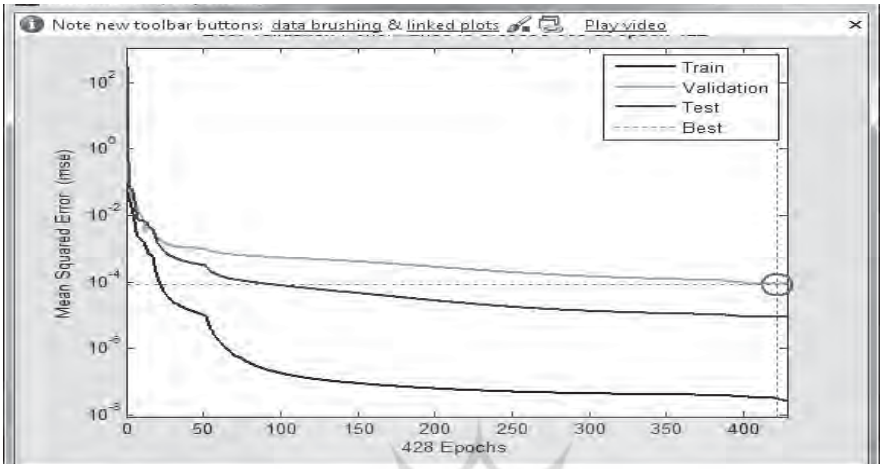
جدول (۵): مقادیر خطای عملکرد شبکه نهایی هزینه‌های ارتباطات حوزه تخصیص

روش آموزش	معماری منتخب	نوع تابع فعال‌سازی	NMSE	به درصدDstat	time
Trainlm	۱-۱۰-۱۰-۸	TanSig	۰/۰۰۱۳	٪۸۴	۳sec



شکل (٤): نمودار رگرسیون مقادیر خروجی با مقادیر هدف برای شبکه هزینه‌های ارتباطات

پرتال جامع علوم انسانی



شکل (۵): نمودار عملکرد شبکه هزینه‌های ارتباطات حوزه تخصیص

مقادیر به دست آمده برای شاخص‌ها نشان می‌دهد که این شبکه، از عملکرد خوبی برخوردار است؛ از این رو، مقادیر وزن‌های لایه اول به لایه آخر (ارتباط پرشی)، به عنوان سهم محرک‌های هزینه ارتباطات و مخابرات در حوزه تخصیص به شرح جدول (۶) استفاده شده است. به دلیل مشابه بودن مراحل انجام کار برای سایر شبکه‌های تشکیل شده و به منظور رعایت اختصار، از بررسی تفصیلی سایر شبکه‌ها خودداری شده است.

جدول (٦): سهم محرک‌های هزینه‌های ارتباطات و مخابرات در حوزه تخصیص

سهم محرک	مقدار (درصد)
سهم استفاده فعالیت سیاست‌گذاری منابع از هزینه‌های ارتباطات و مخابرات	۰/۰۲
سهم استفاده فعالیت اعتبارسنجی مشتریان از هزینه‌های ارتباطات و مخابرات	۰/۰۵
سهم استفاده فعالیت صدور و ابلاغ مصوبه از هزینه‌های ارتباطات و مخابرات	۰/۱۲
سهم استفاده فعالیت نظارت بر مصرف تخصیص منابع از هزینه‌های ارتباطات و مخابرات	۰/۱۵
سهم استفاده فعالیت پرداخت تسهیلات از هزینه‌های ارتباطات و مخابرات	۰/۲۳
سهم استفاده فعالیت بازپرداخت و تسویه تسهیلات از هزینه‌های ارتباطات و مخابرات	۰/۲۶
سهم استفاده فعالیت صدور، تمدید و تسویه و ابطال ضمانت نامه‌ها از هزینه‌های ارتباطات و مخابرات	۰/۱۸
سهم استفاده فعالیت پیگیری و وصول مطالبات از هزینه‌های ارتباطات و مخابرات	۰/۱۵

اعتبار سنجی نتایج به دست آمده

علاوه بر انجام آزمون‌های معمول، به منظور ارزیابی عملکرد شبکه عصبی که نتایج آن‌ها در بخش‌های قبل بیان شد، برای ارزیابی الگوها، نتایج به دست آمده از الگوهای شبکه عصبی برای مقادیر محرک‌ها، در بین خبرگان بودجه‌ریزی در بانک تجارت مطرح گردید و برای یکی از الگوها (شبکه هزینه‌های پرسنلی) که دسترسی به اطلاعات آن برای خبرگان ساده‌تر بوده است، مقادیر واقعی با استفاده از فرمول‌های محرک‌های منبعی و نظر کارشناسان استخراج شده و با نتایج حاصل از شبکه، مقایسه شده است. نتایج این مقایسه بر اساس معیار MSE برابر ۰/۰۰۱ بوده است و در جدول (۷) بیان شده است.

جدول (۷): مقایسه سهم محرک‌های هزینه پرسنلی در حوزه تخصیص با استفاده از دو روش ANN و نظرسنجی از خبرگان

سهم محرک	مقدار از طریق ANN	مقدار از طریق نظر خبرگان
میزان استفاده فعالیت سیاست‌گذاری منابع از هزینه‌های پرسنلی	۰/۰۰	۰/۰۱
میزان استفاده فعالیت اعتبارسنجی مشتریان از هزینه‌های پرسنلی	۰/۰۳	۰/۰۶
میزان استفاده فعالیت صدور و ابلاغ مصوبه از هزینه‌های پرسنلی	۰/۱۲	۰/۱۴
میزان استفاده فعالیت نظارت بر مصرف تخصیص منابع از هزینه‌های پرسنلی	۰/۰۰	۰/۰۱
میزان استفاده فعالیت پرداخت تسهیلات از هزینه‌های پرسنلی	۰/۲۳	۰/۲۵
میزان استفاده فعالیت بازپرداخت و تسویه تسهیلات از هزینه‌های پرسنلی	۰/۲۶	۰/۳۰
میزان استفاده فعالیت صدور، تمدید و تسویه و ابطال ضمانت‌نامه‌ها از هزینه‌های پرسنلی	۰/۱۲	۰/۱۰
میزان استفاده فعالیت پیگیری و وصول مطالبات از هزینه‌های پرسنلی	۰/۰۵	۰/۰۹

نتیجه‌گیری و پیشنهادهای پژوهش

با استفاده از مدل شبکه عصبی برای تخمین روابط هزینه، می‌توان رابطه بین هر نوع مرکز هزینه و هزینه‌های مرتبط را تخمین زد. مراکز هزینه در پژوهش حاضر به دلیل انتخاب رویکرد بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد، فعالیت‌ها در نظر گرفته شد و از مدل برای به دست آوردن محرک‌های منبع استفاده گردید. اما می‌توان هر نوع مرکز هزینه‌ای مانند واحد سازمانی، محصول یا طرح را به عنوان ورودی و هزینه‌های مربوطه را به عنوان خروجی به این مدل داد. در صورتی که تعداد محصولات،

ورودی و هزینه‌ها، خروجی باشد، مدل شبکه عصبی می‌تواند هزینه‌های دوره آتی را بر اساس تعداد برنامه‌ریزی شده محصول پیش‌بینی کند. ویژگی متمایزکننده این مدل نسبت به سایر مدل‌ها، در نظر گرفتن روابط بین هزینه ـ مرکز هزینه، به صورت غیرخطی است. معماری خاص شبکه پیشنهادی (معماری چندلایه پیش‌خور با ارتباطات پرشی) باعث می‌شود تا مقدار سهم محرک‌های منبعی از مدل قابل استخراج باشد. همچنین مقایسه نتایج به دست آمده از مدل برای مقدار محرک‌ها با نتایج نظرسنجی از خبرگان، اختلاف قابل قبولی را نشان می‌دهد.

نتایج به دست آمده از پژوهش نشان می‌دهد که استفاده از شبکه‌های عصبی برای تعیین مقدار محرک‌های منبعی، چندین مزیت دارد:

۱. از حجم اطلاعات و نیز زمان مورد نیاز برای تعیین قیمت تمام شده فعالیت‌ها (یا بودجه مورد نیاز) به میزان فراوانی کاسته می‌شود. همان‌طور که در بخش‌های قبل بیان شد، یکی از مهم‌ترین دلایل شکست بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد، فقدان داده کافی برای تصمیم‌گیری بوده است. مدل پیشنهادی طوری طراحی شده است که حجم اطلاعات مورد نیاز برای تصمیم‌گیری را کاهش می‌دهد.

۲. نیاز به وجود فرد یا افراد خبره برای تعیین نوع محرک‌ها کاهش می‌یابد.

۳. امکان برقراری رابطه غیرخطی بین منابع و فعالیت‌ها به وجود می‌آید، در روش‌های معمول، رابطه منبع ـ فعالیت به فقط صورت خطی دیده می‌شود، در صورتی که یافته‌های پژوهش‌ها نشان داده است که تابع هزینه در اکثر مواقع، خطی عمل نمی‌کند.

۴. پس از تخمین روابط هزینه- فعالیت و به تعادل رسیدن شبکه، می‌توان برای ورودی‌های جدید (مقادیر پیش‌بینی شده هر فعالیت)، مدل را اجرا کرد و پس از به دست آوردن هزینه‌های آتی، وزن‌های شبکه را نیز به عنوان مقدار پیش‌بینی شده محرک‌ها مورد استفاده قرار داد.

۵. روش پیشنهادی در تخمین محرک‌ها برای هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت و بودجه‌ریزی در سطح دولت و سازمان‌های بزرگ دولتی که حجم فعالیت‌ها بسیار فراوان و گردآوری اطلاعات برای محاسبه محرک‌ها دشوار است، کاربرد دارد. سرعت محاسبه و حجم کمتر اطلاعات مورد نیاز در مدل پیشنهادی، از جمله دلایل برای مفید بودن استفاده از این روش در مراحل هزینه‌یابی و بودجه‌ریزی در سطح دولتی است.

برای پژوهش‌های آتی مرتبط با مسئله پژوهش حاضر، استفاده از داده‌های چند سازمان به جای یک سازمان برای استخراج مقدار استاندارد محرک‌های منبعی در هر صنعت پیشنهاد می‌شود. همچنین پیشنهاد می‌گردد که با استفاده از داده‌های پژوهش حاضر و یک مدل استدلال مبتنی بر مورد، روابط هزینه ـ فعالیت تخمین زده شود و با نتایج پژوهش حاضر مقایسه گردد.

منابع

Andrews, M. (2004). Authority, Acceptance, Ability and Performance- Based Budgeting Reforms,. *The International Journal of Public Sector Management ,* 17 (4), 332-344.

Babad, Y., & Balachandran, B. (1993). Cost driver optimization in activity-based costing. *The Accounting Review,* 68, 563–575.

Bode, J. (1998a). Neural networks for cost estimation. *Cost Engineering,* 40(1), 25–30.

Bode, J. (1998b). Decision support with neural networks in management of research and development: Concepts and application to cost estimation. *Information and Management,* 34(1), 33–40.

Che, Z. H. (2010). SO-based back-propagation artificial neural network for product and mold cost estimation of plastic injection molding. *Computers & Industrial Engineering,* 58, 625–637.

Creese, R. C., & Li, L. (1995). Cost estimation of timber bridges usingneural networks. *Cost Engineering,* 37(5), 17–22.

Curristine, T. (2005). Performance Information in the Budget Process: Results of the OECD 2005 Questionnaire. *OECD Journal on Budgeting,* 5(2), 87-132.

Curristine, T. (2007). *Performance Budgeting in OECD countries.* Paris: OECD.

Enke ,David; Suraphan ,Thawornwong, "The use of data mining and neural networks for forecasting stock market returns, *Expert Systems with Applications* 29, 2005, 927-940

Foster, G. , & Gupta, M. (1990). Manufacturing overhead cost driver analysis. Journal of Accounting and Economics , 12, 309-337.

F. Shapiro, J. (1999). On the connections among activity-based costing. mathematical programming models for analyzing strategic decisions, and theresource-based view of the firm. *European Journal of Operational Research,* 118 , 295-314.

Gilmour, John. B., & David, Lewis (2005). Assessing Performance Budgeting at OMB:The Influence of Politics, Performance,and Program Size. *Journal of Public Administration,* 16, 169–186.

Gunaydın, H., & Murat, S. (2004). Zeynep Do_gan, A neural network approach for early cost estimation of structural systems of buildings. *International Journal of Project Management,* 22, 595–602.

Horngren, C. T., Foster, G., & Datar, S. (1997). *Cost accounting: Amanagerial emphasis.* New Jersey: Prentice-Hall.

Kim ,Gwang-Hee., Sung-Hoon An., & Kyung-In Kang (2004). Comparison of construction cost estimating models based on regression analysis, neural networks, and case-based reasoning. *Building and Environment,* 39, 1235–1242.

Kim, K. j., & Han, I. (2003). Application of a hybrid genetic algorithm and neural network approach in activity-based costing. *Expert Systems with Applications,* 24, 73–77.

Lam ,Monica (2003).Neural network techniques for financial performance rediction and technical analysis, 34-58

Lee, J. S., & Ahn, T. S. (1993). *An artificial neural network approach for activity-based cost allocation.* Proceedings of the 1993 Korea–Japan Joint Conference on Expert Systems. Seoul, South Korea: Korea Expert Systems Society. 380–393.

McNab, M. & Melese, F. (2003). Implementing the GPRA: Examining the Prospects for Performance Budgeting in the Federal Government. *Public Budgeting & Finance,* 23(2), 73-95.
Metaxiotis, K. & Parras, J. (2003). Expert system in business:applications and future directions for operations research. *Industrial Management & Data Systems,* 103(5), 361 -36.
Russell, Stuart & Norvig, Peter (2003). *Artificial Intelligence: A Modern Approach.*Prentise Hall,New Jeresy
Shah, Anwar., & Chunli, Shen (2007). *A Primer on Performance Budgeting in Anwar Shah.* Budgeting and Budgetary Institutions.
Smith, A. E., & Mason, A. K. (1997). Cost estimation predictive modeling: Regression versus neural network. *The Engineering Economist,* 42(2), 137–160.
Tang,Yu-Cheng. (2009). An approach to budget allocation for an aerospace company—. *Neurocomputing,* 13(2), 23-45.
Vellidoa, A., Lisboaa, P. J. G., & Vaughanb, J. (1999). Neural networks in business: a survey of applications (1992–1998). *Expert Systems with Applications,* 17, 51–70.
Wong, Bo K., Vincent, S. Lai, Jolie, Lam (2000). A bibliography of neural network business applications research: 1994-1998. *Computers & Operations Research,* 27.
Zafar, Noman (2008). Performance Budgeting in the United Kingdom. *OECD Journal on Budgeting,* 8(1).
Zaltsman, Ariel (2009). The Effects of Performance Information on Public Resource Allocations. *Public Management Journal,* 12(4), 450-483.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

پیوست‌ها

پیوست (۱): مقایسه عملکرد معماری‌های مختلف برای شبکه‌های ایجاد شده در حوزه تخصیص منابع

شبکه هزینه‌های پرسنلی حوزه تخصیص					
Network-Arch	**Max-Err**	**Total-Err**	**NMSE**	**MAE**	**MAPE**
1_10_8	334 .25	40 .5540	0041884 .0	322 .5	0066479 .0
1_10_10_8	334 .25	00 .4825	0033732 .0	635 .4	0057700 .0
1_15_8	306 .28	20 .6307	0053499 .0	059 .6	0075737 .0
1_15_15_8	735 .22	60 .5481	0041740 .0	266 .5	0065652 .0
1_5_8	416 .22	40 .5370	0040006 .0	159 .5	0064178 .0
1_5_5_8	941 .21	00 .4825	0033732 .0	635 .4	0057700 .0

شبکه هزینه‌های اداری حوزه تخصیص					
Network-Arch	**Max-Err**	**Total-Err**	**NMSE**	**MAE**	**MAPE**
1_10_8	334 .24	96 .5114	0055648 .0	346 .6	0061120 .0
1_10_10_8	941 .18	92 .5035	0057712 .0	522 .5	0060133 .0
1_15_8	735 .22	88 .4956	0059776 .0	231 .7	0059146 .0
1_15_15_8	548 .13	76 .4719	00255800 .0	634 .4	00561846 .0
1_5_8	922 .31	80 .4798	0033732 .0	151 .6	0057172 .0
1_5_5_8	109 .41	76 .4719	0025580 .0	522 .5	0056185 .0
شبکه هزینه‌های انتشارات حوزه تخصیص					
Network-Arch	**Max-Err**	**Total-Err**	**NMSE**	**MAE**	**MAPE**
1_12_6	555 .28	60 .4403	0017428 .0	322 .5	0065652 .0
1_10_12_6	555 .28	56 .4324	0017428 .0	635 .4	0057700 .0
1_18_6	533 .29	00 .4825	0057712 .0	059 .6	0057700 .0
1_12_18_6	022 .30	20 .6307	0052338 .0	266 .5	0061120 .0
1_3_6	511 .30	60 .5481	0056245 .0	159 .5	0060133 .0
1_3_3_6	000 .31	40 .5370	0060152 .0	182 .6	0059146 .0
شبکه هزینه‌های انرژی حوزه تخصیص					
Network-Arch	**Max-Err**	**Total-Err**	**NMSE**	**MAE**	**MAPE**
1_10_8	401 .35	20 .6307	0157712 .0	146 .4	0066479 .0
1_10_10_8	890 .35	60 .5481	0052338 .0	001 .4	0057700 .0
1_15_8	379 .36	40 .5370	0056245 .0	855 .3	0075737 .0
1_15_15_8	868 .36	56 .5999	0060152 .0	709 .3	0065652 .0
1_5_8	416 .22	49 .6242	0077590 .0	635 .4	0064178 .0
1_5_5_8	416 .22	40 .5370	0052338 .0	709 .3	0057700 .0
شبکه هزینه‌های اجاره‌بها حوزه تخصیص					
Network-Arch	**Max-Err**	**Total-Err**	**NMSE**	**MAE**	**MAPE**
1_10_8	941 .18	96 .5114	0053499 .0	709 .3	0068111 .0
1_10_10_8	941 .18	000 .4825	004 .0	709 .3	006 .0
1_15_8	735 .22	88 .4956	0040006 .0	059 .6	0070314 .0
1_15_15_8	202 .22	84 .4877	0054919 .0	266 .5	0071415 .0
1_5_8	099 .24	40 .5540	0051520 .0	159 .5	0072517 .0
1_5_5_8	996 .25	00 .4825	0053584 .0	025 .6	0073618 .0

شبکه هزینه‌های ارتباطات و مخابرات حوزه تخصیص					
Network-Arch	**Max-Err**	**Total-Err**	**NMSE**	**MAE**	**MAPE**
1_10_8	334 .25	84 .4877	0017428 .0	635 .4	0056185 .0
1_10_10_8	941 .21	32 .4548	0017428 .0	635 .4	0056185 .0
1_15_8	306 .28	00 .4825	0057712 .0	266 .5	0057700 .0
1_15_15_8	735 .22	04 .4731	0052338 .0	159 .5	0075737 .0
1_5_8	416 .22	68 .4639	0056245 .0	159 .5	0065652 .0
1_5_5_8	116 .27	32 .4548	0060152 .0	182 .6	0064178 .0
شبکه هزینه‌های مواد و لوازم مصرفی حوزه تخصیص					
Network-Arch	**Max-Err**	**Total-Err**	**NMSE**	**MAE**	**MAPE**
1_10_8	941 .20	0 .4825	0071732 .0	8349 .3	0065500 .0
1_10_10_8	334 .25	4 .5540	0041884 .0	3220 .5	0066479 .0
1_15_8	116 .27	2 .6307	0053499 .0	0588 .6	0075737 .0
1_15_15_8	735 .22	6 .5481	0041740 .0	2657 .5	0065652 .0
1_5_8	331 .20	0 .3825	0021732 .0	6349 .2	0051100 .0
1_5_5_8	306 .28	5 .6435	0054919 .0	1820 .6	0077210 .0
شبکه هزینه‌های خدمات قراردادی حوزه تخصیص					
Network-Arch	**Max-Err**	**Total-Err**	**NMSE**	**MAE**	**MAPE**
1_10_8	401 .35	20 .6307	0157712 .0	146 .4	0066479 .0
1_10_10_8	890 .35	60 .5481	0052338 .0	001 .4	0057700 .0
1_15_8	379 .36	40 .5370	0056245 .0	855 .3	0075737 .0
1_15_15_8	868 .36	56 .5999	0060152 .0	709 .3	0065652 .0
1_5_8	416 .22	49 .6242	0077590 .0	635 .4	0064178 .0
1_5_5_8	416 .22	40 .5370	0052338 .0	709 .3	0057700 .0

پیوست (۲): مقایسه عملکرد معماری‌های مختلف برای شبکه‌های ایجاد شده در حوزه تجهیز منابع

شبکه هزینه‌های پرسنلی حوزه تجهیز					
Network-Arch	**Max-Err**	**Total-Err**	**NMSE**	**MAE**	**MAPE**
1_10_8	334 .25	4 .5540	0041884 .0	3220 .5	0066479 .0
1_10_10_8	841 .22	0 .5825	0133732 .0	6349 .7	0067700 .0
1_15_8	941 .21	0 .4825	0033732 .0	6349 .4	0057700 .0
1_15_15_8	735 .22	6 .5481	0041740 .0	2657 .5	0065652 .0
1_5_8	416 .22	4 .5370	0040006 .0	1589 .5	0064178 .0
1_5_5_8	116 .27	5 .6435	0054919 .0	1820 .6	0077210 .0
شبکه هزینه‌های اداری حوزه تجهیز					
Network-Arch	**Max-Err**	**Total-Err**	**NMSE**	**MAE**	**MAPE**
1_10_8	941 .20	0 .4825	0071732 .0	8349 .3	0065500 .0
1_10_10_8	334 .25	4 .5540	0041884 .0	3220 .5	0066479 .0
1_15_8	116 .27	2 .6307	0053499 .0	0588 .6	0075737 .0
1_15_15_8	735 .22	6 .5481	0041740 .0	2657 .5	0065652 .0
1_5_8	331 .20	0 .3825	0021732 .0	6349 .2	0051100 .0
1_5_5_8	306 .28	5 .6435	0054919 .0	1820 .6	0077210 .0
شبکه هزینه‌های انتشارات حوزه تجهیز					
Network-Arch	**Max-Err**	**Total-Err**	**NMSE**	**MAE**	**MAPE**
1_12_5	333 .22	4 .5370	0040006 .0	1589 .5	0064178 .0
1_10_10_5	334 .25	4 .5540	0041884 .0	3220 .5	0036479 .0
1_15_5	116 .27	5 .6435	0054919 .0	1820 .6	0077210 .0
1_12_15_5	735 .22	6 .3481	0021740 .0	2657 .3	0065652 .0
1_3_5	416 .22	4 .5370	0040006 .0	1589 .5	0064178 .0
1_3_3_5	310 .29	6 .3481	0053499 .0	0588 .6	0075737 .0
شبکه هزینه‌های انرژی حوزه تجهیز					
Network-Arch	**Max-Err**	**Total-Err**	**NMSE**	**MAE**	**MAPE**
1_10_8	116 .27	5 .6435	0034919 .0	1820 .6	0077210 .0
1_10_10_8	941 .21	0 .4825	0033732 .0	6349 .2	0057700 .0
1_15_8	306 .28	2 .6307	0053499 .0	0588 .6	0075737 .0
1_15_15_8	735 .20	4 .1370	0033732 .0	6349 .2	0015652 .0
1_5_8	416 .22	4 .1370	0040006 .0	1589 .5	0064178 .0
1_5_5_8	334 .25	4 .5540	0041884 .0	3220 .5	0066479 .0

شبکه هزینه‌های اجاره بها حوزه تجهیز					
Network-Arch	**Max-Err**	**Total-Err**	**NMSE**	**MAE**	**MAPE**
1_10_8	334 .25	4 .5540	0041884 .0	3220 .5	0066479 .0
1_10_10_8	941 .21	0 .4825	0033732 .0	1820 .6	0077210 .0
1_15_8	306 .28	2 .2307	0023499 .0	0588 .6	0075737 .0
1_15_15_8	135 .19	2 .2307	0023499 .0	0049 .4	0009990 .0
1_5_8	416 .22	4 .5370	0040006 .0	1589 .5	0064178 .0
1_5_5_8	346 .28	0 .4825	0054919 .0	0049 .4	0009990 .0
شبکه هزینه‌های ارتباطات حوزه تجهیز					
Network-Arch	**Max-Err**	**Total-Err**	**NMSE**	**MAE**	**MAPE**
1_12_6	334 .25	4 .5540	0041884 .0	3220 .5	0066479 .0
1_10_12_6	941 .21	0 .4825	0033732 .0	6349 .4	0057700 .0
1_18_6	306 .18	2 .6307	0053499 .0	0588 .6	0075737 .0
1_12_18_6	735 .22	6 .2481	0033222 .0	2657 .5	0065652 .0
1_3_6	416 .22	4 .5370	0040006 .0	1589 .2	0044178 .0
1_3_3_6	306 .18	6 .2481	0033222 .0	1589 .2	0044178 .0
شبکه هزینه‌های مواد مصرفی و لوازم حوزه تجهیز					
Network-Arch	**Max-Err**	**Total-Err**	**NMSE**	**MAE**	**MAPE**
1_10_8	116 .27	5 .6435	0034919 .0	1820 .6	0077210 .0
1_10_10_8	941 .21	0 .4825	0033732 .0	6349 .2	0057700 .0
1_15_8	306 .28	2 .6307	0053499 .0	0588 .6	0075737 .0
1_15_15_8	735 .20	4 .1370	0033732 .0	6349 .2	0015652 .0
1_5_8	416 .22	4 .1370	0040006 .0	1589 .5	0064178 .0
شبکه هزینه‌های خدمات قراردادی حوزه تجهیز					
Network-Arch	**Max-Err**	**Total-Err**	**NMSE**	**MAE**	**MAPE**
1_10_8	334 .25	4 .5540	0041884 .0	3220 .5	0066479 .0
1_10_10_8	841 .22	0 .5825	0133732 .0	6349 .7	0067700 .0
1_15_8	941 .21	0 .4825	0033732 .0	6349 .4	0057700 .0
1_15_15_8	735 .22	6 .5481	0041740 .0	2657 .5	0065652 .0
1_5_8	416 .22	4 .5370	0040006 .0	1589 .5	0064178 .0
1_5_5_8	116 .27	5 .6435	0054919 .0	1820 .6	0077210 .0

پیوست (۳): نتایج عملکرد شبکه‌های حوزه تخصیص با استفاده از روش‌های مختلف آموزش

شبکه هزینه‌های پرسنلی حوزه تخصیص با معماری ۸-۵-۵-۱						
روش آموزش	Max-Err	Total-Err	NMSE	MAE	MAPE	time
trainlm	334 .21	00 .4815	0032648 .0	346 .4	0051120 .0	5sec
traincgf	120 .20	00 .4795	0030481 .0	769 .3	0037959 .0	3sec
trainrp	941 .21	00 .4825	0033732 .0	635 .4	0057700 .0	5sec
traingda	727 .20	00 .4805	0031565 .0	058 .4	0044539 .0	3sec
traingd						10min
traingdm						15min
شبکه هزینه‌های اداری حوزه تخصیص با معماری ۸-۱۵-۱۵-۱						
روش آموزش	Max-Err	Total-Err	NMSE	MAE	MAPE	time
trainlm	334 .14	08 .5352	00298446 .0	809 .4	00640808 .0	5sec
traincgf	941 .13	92 .5035	0027712 .0	722 .4	0060133 .0	3sec
trainrp	548 .13	76 .4719	00255800 .0	635 .4	00561846 .0	5sec
traingda	727 .14	24 .5668	00319769 .0	896 .4	00680289 .0	3sec
traingd						20min
traingdm						15min
شبکه هزینه‌های انتشارات حوزه تخصیص با معماری ۶-۱۲-۱۰-۱						
روش آموزش	Max-Err	Total-Err	NMSE	MAE	MAPE	time
trainlm	755 .28	66 .4475	0017682 .0	765 .4	0060140 .0	5sec
traincgf	655 .28	11 .4400	0017555 .0	700 .4	0058920 .0	4sec
trainrp	555 .28	56 .4324	0017428 .0	635 .4	0057700 .0	6sec
traingda	855 .28	21 .4551	0017809 .0	830 .4	0061360 .0	3sec
traingd						20min
traingdm						15min
شبکه هزینه‌های انرژی حوزه تخصیص با معماری ۸-۵-۵-۱						
روش آموزش	Max-Err	Total-Err	NMSE	MAE	MAPE	time
trainlm	295 .21	02 .4932	0043280 .0	151 .3	0045020 .0	3sec
traincgf	734 .20	83 .4712	0038751 .0	872 .2	0038680 .0	3sec
trainrp	416 .22	40 .5370	0052338 .0	709 .3	0057700 .0	5sec
traingda	855 .21	21 .5151	0047809 .0	430 .3	0051360 .0	3sec
traingd						20min
Traingdm						15min

شبکه هزینه‌های اجاره‌بها حوزه تخصیص با معماری ۱-۱۰-۱۰-۸						
روش آموزش	Max-Err	Total-Err	NMSE		MAPE	Time
trainlm	195 .19	02 .4932	0043280 .0		0065020 .0	5sec
traincgf	941 .18	00 .4825	0040006 .0		0057700 .0	3sec
trainrp	687 .18	98 .4717	0036732 .0		0050380 .0	5sec
traingda	433 .18	96 .4610	0033458 .0		0043060 .0	5sec
traingd						10min
traingdm						15min
شبکه هزینه‌های ارتباطات حوزه تخصیص با معماری ۸-۱۰-۱۰-۱						
روش آموزش	Max-Err	Total-Err	NMSE		MAPE	time
trainlm	185 .20	02 .4432	0013280 .0		0052020 .0	3sec
traincgf	453 .22	92 .4780	0025724 .0		0064514 .0	3sec
trainrp	941 .20	32 .4548	0017428 .0		0056185 .0	5sec
traingda	697 .21	62 .4664	0021576 .0		0060349 .0	5sec
traingd						10min
traingdm						15min
شبکه هزینه‌های مواد و لوازم مصرفی حوزه تخصیص با معماری ۸-۵-۱						
روش آموزش	Max-Err	Total-Err	NMSE		MAPE	time
trainlm	755 .28	66 .4475	0017682 .0		0060140 .0	5sec
traincgf	655 .28	11 .4400	0017555 .0		0058920 .0	4sec
trainrp	555 .28	56 .4324	0017428 .0		0057700 .0	6sec
traingda	855 .28	21 .4551	0017809 .0		0061360 .0	3sec
traingd						20min
traingdm						15min
شبکه هزینه‌های خدمات قراردادی حوزه تخصیص با معماری ۸-۱۰-۱۰-۱						
روش آموزش	Max-Err	Total-Err	NMSE		MAPE	time
trainlm	755 .28	66 .4475	0017682 .0		0060140 .0	5sec
traincgf	655 .28	11 .4400	0017555 .0		0058920 .0	4sec
trainrp	555 .28	56 .4324	0017428 .0		0057700 .0	6sec
traingda	855 .28	21 .4551	0017809 .0		0061360 .0	3sec
traingd						20min
traingdm						15min

پیوست (٤): نتایج عملکرد شبکه‌های حوزه تجهیز با استفاده از روش‌های مختلف آموزش

شبکه هزینه‌های پرسنلی حوزه تجهیز با معماری ۸_۱۵_۱						
روش آموزش	Max-Err	Total-Err	NMSE	MAE	MAPE	time
trainlm	334 .21	00 .4815	0032648 .0	346 .4	0051120 .0	5sec
traincgf	641 .20	0 .3345	0033005 .0	3436 .4	0041100 .0	5sec
trainrp	941 .21	0 .4825	0033732 .0	6349 .4	0057700 .0	5sec
traingda	116 .27	5 .6435	0054919 .0	1820 .6	0044539 .0	3sec
traingd						10min
traingdm						15min
شبکه هزینه‌های اداری حوزه تجهیز با معماری ۸_۵_۱						
روش آموزش	Max-Err	Total-Err	NMSE	MAE	MAPE	time
trainlm	116 .27	2 .6307	0053499 .0	0588 .6	0075737 .0	5sec
traincgf	735 .22	6 .5481	0041740 .0	2657 .5	0065652 .0	3sec
trainrp	331 .20	0 .3825	0021732 .0	6349 .2	0051100 .0	3sec
traingda	334 .25	4 .5540	0041884 .0	3220 .5	0066479 .0	3sec
traingd						10min
traingdm						15min
شبکه هزینه‌های انتشارات حوزه تجهیز با معماری ۵_۱۰_۱۰_۱						
روش آموزش	Max-Err	Total-Err	NMSE	MAE	MAPE	time
trainlm	755 .28	66 .4475	0017682 .0	765 .4	0060140 .0	5sec
traincgf	655 .28	11 .4400	0017555 .0	700 .4	0058920 .0	4sec
trainrp	334 .25	4 .5540	0041884 .0	3220 .5	0036479 .0	5sec
traingda	855 .28	21 .4551	0017809 .0	830 .4	0061360 .0	3sec
traingd						10min
traingdm						15min
شبکه هزینه‌های انرژی حوزه تجهیز با معماری ۸_۱۵_۱۵_۱						
روش آموزش	Max-Err	Total-Err	NMSE	MAE	MAPE	time
trainlm	295 .21	02 .4932	0043280 .0	151 .3	0045020 .0	3sec
traincgf	734 .21	83 .4712	0038751 .0	872 .2	0038680 .0	3sec
trainrp	735 .20	4 .1370	0033732 .0	6349 .2	0015652 .0	5sec
traingda	855 .21	21 .5151	0047809 .0	430 .3	0051360 .0	3sec
traingd						20min
traingdm						15min

شبکه هزینه‌های اجاره‌بها حوزه تجهیز با معماری ۸_۱۵_۱۵_۱						
روش آموزش	Max-Err	Total-Err	NMSE	MAE	MAPE	time
trainlm	005 .19	2 .2307	0013280 .0	851 .3	0065020 .0	5sec
traincgf	941 .19	00 .4825	0040006 .0	709 .3	0057700 .0	3sec
trainrp	135 .19	00 .5625	0023499 .0	0049 .4	0019990 .0	5sec
traingda	433 .19	96 .4610	0033458 .0	425 .3	0043060 .0	5sec
traingd						10min
traingdm						15min
شبکه هزینه‌های ارتباطات حوزه تجهیز با معماری ۶_۱۸_۱						
روش آموزش	Max-Err	Total-Err	NMSE	MAE	MAPE	time
trainlm	185 .18	02 .4432	0013280 .0	551 .4	0052020 .0	3sec
traincgf	453 .18	92 .4780	0025724 .0	803 .4	0064514 .0	3sec
trainrp	306 .18	2 .6307	0053499 .0	0588 .6	0075737 .0	5sec
traingda	697 .18	62 .4664	0021576 .0	719 .4	0060349 .0	5sec
traingd						10min
traingdm						15min
شبکه هزینه‌های مواد و لوازم مصرفی حوزه تجهیز با معماری ۸-۱۵-۱						
روش آموزش	Max-Err	Total-Err	NMSE	MAE	MAPE	Time
trainlm	195 .19	02 .4932	0043280 .0	851 .3	0065020 .0	5sec
traincgf	941 .18	00 .4825	0040006 .0	709 .3	0057700 .0	3sec
trainrp	687 .18	98 .4717	0036732 .0	567 .3	0050380 .0	5sec
traingda	433 .18	96 .4610	0033458 .0	425 .3	0043060 .0	5sec
traingd						10min
traingdm						15min
شبکه هزینه‌های خدمات قراردادی حوزه تجهیز با معماری ۸-۱۵-۱۵-۱						
روش آموزش	Max-Err	Total-Err	NMSE	MAE	MAPE	time
trainlm	185 .20	02 .4432	0013280 .0	551 .4	0052020 .0	3sec
traincgf	453 .22	92 .4780	0025724 .0	803 .4	0064514 .0	3sec
trainrp	941 .20	32 .4548	0017428 .0	635 .4	0056185 .0	5sec
traingda	697 .21	62 .4664	0021576 .0	719 .4	0060349 .0	5sec
traingd						10min
traingdm						15min