پژوهش‌های نوین در تصمیم‌گیری
دوره 4، شماره 3، پاییز 1398

تخمین تابع هزینه- فعالیت در هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت با استفاده از الگوی ترکیبی شبکه‌های عصبی- تحلیل پوششی داده‌های چندلایه در بانک مسکن

سمانه صادقی عسکری[1*]، غلامرضا سلیمانی امیری[2]، آمنه خدیور[3]

1- دانشجوی دکتری حسابداری، دانشگاه الزهرا، دانشکده اقتصاد و مدیریت دانشگاه الزهرا، تهران، ایران
2 - دانشیار گروه حسابداری، دانشکده اقتصاد و مدیریت دانشگاه الزهرا، دانشگاه الزهرا، تهران
3- دانشیار گروه مدیریت IT ، دانشکده اقتصاد و مدیریت دانشگاه الزهرا، دانشگاه الزهرا، تهران

دریافت: 97/10/9 پذیرش: 98/4/2

چکیده

هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت[2] از زمان معرفی شدن تا کنون توجهات زیادی را به خود جلب کرده است. لیکن عملا مشکلات اجرایی در پیاده‌سازی این نظام هزینه‌یابی وجود دارد که باعث می‌شود علیرغم برتری محاسباتی هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت نسبت به هزینه‌یابی سنتی، سازمان‌ها و شرکت‌ها همچنان علاقمند به استفاده از این روش هزینه‌یابی نباشند. در پژوهش حاضر مشکلات اجرایی که عملا در پیاده‌سازی هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت وجود دارد، بررسی گردیده و برای حل مسئله تخمین رابطه هزینه- فعالیت[3] (CER) و همچنین کاهش هزینه‌های انجام زمان‌سنجی در سازمان‌ها از رویکرد شبکه‌های عصبی مصنوعی استفاده شده است. جامعه آماری تحقیق کلیه شعب بانک مسکن می‌باشد که با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌های چند لایه (CI- DEA) و بر اساس مشابهت عملکرد در سال 1395 خوشه‌بندی گردیده و 450 شعبه به عنوان نمونه انتخاب گردید و برای آموزش و آزمون مدل شبکه‌های عصبی استفاده شده است. ویژگی متمایزکننده این الگو نسبت به سایر

---

* نویسنده مسئول مقاله: E- mail: Samane Sadeghi Askari

2. Activity Based Costing
3. Cost Estimation Relationship

الگوها در نظر گرفتن رابطه بین هزینه- فعالیت به‌صورت غیرخطی است. معماری خاص شبکه پیشنهادی باعث می‌شود تا علاوه بر پیش‌بینی هزینه فعالیت، مقدار سهم محرک منبعی (زمان) که به عنوان محرک تسهیم هزینه به فعالیت در مدل اجرایی مرسوم، استفاده می‌شود نیز از مدل قابل استخراج باشد. نتایج RMSE و MAE مدل معرفی شده نشان داد که مدل ارائه شده قابلیت تخمین رابطه هزینه- فعالیت را دارا می‌باشد.

کلمات کلیدی: هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت، تابع هزینه- فعالیت، شبکه‌های عصبی

1- مقدمه

هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت یکی از سیستم‌های به‌نسبت جدید هزینه‌یابی است که می‌تواند به‌صورت جداگانه و یا همراه با سایر سیستم‌های هزینه‌یابی به‌کار گرفته شود. ادبیات موضوع بهای تمام شده، نشان می‌دهد که در دنیای رقابتی امروز تاکید بر استفاده از سیستم بهایابی سنتی (نظیر بهایابی جذبی) در حال منسوخ شدن است، تحقیقات متعددی هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت (ABC) را به عنوان یک راه‌حل کاربردی، جهت برطرف کردن نواقص سیستم هزینه‌یابی سنتی، پیشنهاد کرده‌اند [1؛2؛3] که در نهایت منجر به بلوغ سازمان، توانایی حفظ یا توسعه عملکرد در بلندمدت و درنتیجه تداوم رضایت ذینفعان سازمان در طول زمان است[4].

هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت (ABC) از زمان معرفی شدن تا کنون موفقیت زیادی در ارائه تخمین‌هایی با دقت بالا جهت مرتبط ساختن داده‌های عملکردی فعالیت‌ها و هزینه‌ها کسب نموده است و همواره توجهات زیادی را بخود جلب نموده و به تنهایی و یا به‌همراه سایر روش‌های کنترل هزینه نظیر بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد مورد استفاده قرار می‌گیرد. شایان ذکر است که بهره‌گیری از نظام بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد در ایران آغاز شده است، در واقع بودجه‌ریزی ابزاری راهبردی برای انضباط اقتصادی و مالی دولت‌ها است و در شکل امروزی آن زمینه دولت شایسته و پاسخگو را فراهم می‌کند [5]. سازمان‌های مختلف مدعی استقرار و پیاده‌سازی این نظام هستند. با این وجود میزان پیشرفت آن رضایت‌بخش نیست [6]. علیرغم ویژگی‌های برجسته و مثبتی که هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت (ABC) دارد، سوالی که وجود دارد این است که چرا بیشتر شرکت‌ها

و سازمان‌ها هنوز علاقه‌ای به اجرای هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت (ABC) ندارند؟ پاسخ به این پرسش در جنبه‌های مثبت و منفی این سیستم بهایابی و پیچیدگی‌های مترتب بر آن و مشکلات اجرایی که در راه پیاده‌سازی این سیستم قرار دارد، نهفته است. بالا بودن هزینه‌های اجرای هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت یکی از مهمترین دلایلی است که استفاده روزافزون از آن را کاهش داده و باعث شده این روش نتواند آنطور که پیش‌بینی می‌گردید، گسترش یابد. هدف این تحقیق منطبق ساختن مسئله هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت بر الگوهای هوش مصنوعی در راستای کاستن از پیچیدگی‌ها و محدودیت‌های این روش می‌باشد. بر این اساس منطبق کردن مسئله هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت بر الگوریتم‌های هوش مصنوعی تلاشی نوآورانه در جهت حل مشکلات پیش گفته و پیچیدگی‌های موضوع است.

در این پژوهش، ابتدا پیشینه مختصری از موضوع هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت و مدل‌های هوش مصنوعی و همچنین مطالعات گوناگون در این حوزه و الگوریتم‌های فراابتکاری ارائه خواهد شد، سپس روش‌شناسی و نحوه خوشه‌بندی و طراحی شبکه بیان گردیده و در نهایت مدل شبکه عصبی و نتایج حاصل از ارزیابی آن در شعب نمونه بانک مسکن خواهد شد.

2- بحث و بررسی

ظهور هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت (ABC) انقلابی در زمینه محاسبه بهای تمام شده محصولات و خدمات ایجاد نمود [7] تفکر ایجاد ارتباط بین هزینه‌ها و فعالیت‌ها در اواخر دهه 1960 میلادی و اوایل 1970 در آثار برخی نویسندگان نظیر سالومنز[1] (1968) و استاباس[2] (1971) ارائه گردید[8]. مطالعات کاپلن، کوپر و جانسون در سال 1987، سنگ بنای اولیه در ادبیات هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت را برای مفهومی پایه گذاشت که بعدها با عنوان بهینه‌سازی محرک‌های هزینه[3] (CDO) شناخته شد، یکی دیگر از مفاهیم در ادبیات هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت،

1. Solomons
2. Stubus
3. Cost Driver Optimization**(CDO)**

تخمین روابط هزینه- فعالیت (CER)[1] است [9]. هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت ریسک خطر محاسبه اشتباه بهای تمام شده ناصحیح را با استفاده از محرک‌های هزینه چندگانه به حداقل می‌رساند، اما سیستم هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت مرسوم نیز با مشکلاتی مواجه است. دو موضوع اصلی مرتبط با تسهیم هزینه‌های غیرمستقیم در سیستم هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت وجود دارد، مسئله اول نحوه انتخاب محرک‌های بهینه برای تسهیم هزینه است که بر اثربخشی هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت (ABC) تمرکز می‌کند؛ چراکه محرک‌های هزینه بهینه، هزینه‌های جمع‌آوری اطلاعات را بدون اینکه دقت اطلاعات را از بین ببرند، افزایش می‌دهند. در حال حاضر انتخاب محرک‌های هزینه بهینه وظیفه‌ای است که توسط خبرگان و قضاوت آنها صورت می‌پذیرد. به اعتقاد پژوهشگران، به‌دست آوردن مقدار سهم محرک‌های منبعی یکی از پیچیده‌ترین و وقت‌گیرترین فازهای هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت است. به نحوی که گزارش‌های متعددی درباره متوقف شدن کار هزینه‌یابی در این مرحله موجود است [10]. نبود اطلاعات کافی برای محاسبه سهم محرک‌ها و فقدان خبرگی برای تعیین فرمولی برای به‌دست آوردن این سهم، از مهم‌ترین دلایل این پیچیدگی است [11].

موضوع دوم این است که چگونه ارتباط هزینه- فعالیت و فعالیت- محصول را برقرار کنیم و تمرکز آن بر محاسبه دقیق تابع هزینه می‌باشد و بر کارایی هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت (ABC) تمرکز دارد؛ چرا که کارایی از طریق محاسبه یک تابع هزینه مناسب جهت تسهیم هزینه‌های غیر مستقیم قابل حصول است. در اغلب روش‌های مرسوم برای هزینه‌یابی، معمولاً فرض می‌شود بین هزینه‌ها و فعالیت‌ها یک رابطه خطی وجود دارد؛ منظور از رابطه خطی این است که هزینه کل در مقابل محرک هزینه واحد به شکل خطی مستقیم در محدوده مربوط رفتار نماید. درحالیکه یافته‌های پژوهش‌های فراوانی نشان داده است که یک تابع هزینه در عمل همیشه خطی نیست بلکه گاهی اوقات رفتار غیرخطی از خود نشان می‌دهد [12] بنابراین در روش‌های مرسوم فعلی، هزینه فعالیت‌ها و در نتیجه محصولاتی که رفتار غیرخطی دارند، با دقت محاسبه نشده است و خطا دارد.

---

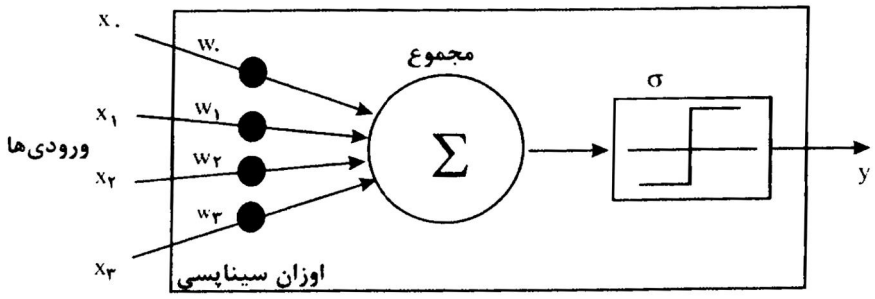
1. Cost Estimation Relationship(CER)

در مدل اجرایی پیاده‌سازی هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت در واحدهای بزرگ و خدماتی، نکته دشوار، زمان‌بر و هزینه‌بر؛ منتسب ساختن هزینه‌های مرکز هزینه به فعالیت‌های آن می‌باشد. در سازمان‌های خدماتی در تخصیص هزینه‌ها بر اساس تعیین درصد زمان واقعی است که کارمندان (خصوصا سازمان‌های خدمات محور) هر بخش صرف فعالیت‌های شناسایی شده آن بخش می‌کنند. هزینه اجرای سیستم هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت بالاست، انتخاب روش پرسش‌نامه‌ای ممکن است برای یک دایره یا یک سازمان کوچک کم‌هزینه باشد اما اگر این روش در سطح وسیع و برای سازمان‌های بزرگ به‌کار گرفته شود، هزینه‌های اجرای هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت بشدت بالا می‌رود. تحمل چنین هزینه‌هایی برای اغلب سازمان‌ها و بخصوص سازمان‌های کوچک دشوار می‌باشد. بنابراین بالا بودن هزینه‌های اجرای هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت یکی از مهمترین دلایلی است که استفاده روزافزون از آن را کاهش داده و باعث شده این روش نتواند آن‌طور که پیش‌بینی می‌گردید، گسترش یابد. آیا ابزارهای جدید داده‌کاوی می‌توانند راه‌حلی برای مشکلات مذکور رائه نمایند؟

امروزه به دلیل وجود ابزارهای مختلف برای جمع‌آوری داده‌ها و پیشرفت قابل قبول تکنولوژی پایگاه داده‌ها، حجم انبوهی از اطلاعات درانبار داده‌های مختلف ذخیره شده است، این فرآیند مشارکتی میان انسان و رایانه در نهایت به دنبال کشف الگوها و قواعد معنادار در میان داده‌ها می‌باشد [13]. با توجه به حجم فراوانی از داده که در هر دوره عملکردی در سازمان‌ها بوجود می‌آید، می‌توان از خود داده‌ها و با بهره بردن از سیستم‌های هوشمند برای کشف الگوها و روابط میان آنها استفاده کرد [14]. داده‌های تولید شده در جریان هر دوره عملکردی- وقتی به اندازه کافی زیاد شوند- می‌تواند منبع با ارزشی از دانش هزینه‌یابی باشند و برای کشف این روابط، انواع الگوریتم‌های فراابتکاری[1] نظیر الگوریتم ژنتیک[2] و شبکه عصبی[3] که در حوزه یادگیری ماشینی[4] و تحلیل داده‌کاوی[5] استفاده می‌شود،

1. Metaheuristic
2. Genetic Algorithm
3. Artificial Neural Network (ANN)
4. Machin Learning
5. Data Mining

می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. یکی از مهمترین پیشرفت‌های اخیر در رویکرد حل مسئله، شبیه‌سازی شبکه عصبی است. شبکه عصبی دارای قابلیت بسیار بالا در استنتاج نتایج از داده‌های مبهم و پیچیده جهت استخراج الگوهاست [15]. با توجه به در دسترس بودن داده‌های مالی و تاریخی و نرم‌افزارهای شبکه‌های عصبی، حجم تحقیقات انجام شده در مورد کاربرد شبکه‌های عصبی در پیش‌بینی بازارهای سرمایه و بازارهای ارز در حال افزایش است. از شبکه‌های عصبی در سایر موارد مانند رتبه‌بندی اعتبار، پیش‌بینی بحران‌های مالی و کشف کلاهبرداری‌ها استفاده می‌شود [16]. شبکه‌های عصبی از عناصر عملیاتی ساده‌ای ساخته می‌شوند که به صورت موازی در کنار هم عمل می‌کنند. پس از تنظیم یا همان آموزش شبکه عصبی، اعمال یک ورودی خاص به آن منجر به دریافت پاسخ خاصی می‌شود. شبکه بر مبنای تطابق و همجنسی بین ورودی و هدف سازگار می‌شود تا اینکه خروجی شبکه و خروجی مورد نظر ما (هدف) بر هم منطبق گردند. عموماً تعداد زیادی از این زوج‌های ورودی و خروجی به کار گرفته می‌شوند تا در این روند که از آن تحت عنوان یادگیری نظارت شده یاد می‌شود، شبکه آموزش داده شود [17]. این دید اجمالی از نحوه عملکرد نرون باید سیستمی طراحی شود که دارای تعدادی ورودی باشد که با توجه به اهمیت هر یک، آن‌ها را با یکدیگر جمع ساده جبری نماید و توسط یک تابع موسوم به تابع فعال‌سازی (تبدیل)، آن‌ها را به نورون‌های دیگر ارسال نماید.



شکل 1 الگوی پردازش در شبکه عصبی (فتی پور، 1390)

3- سابقه تحقیقات داخلی و خارجی

جدول 1 پیشینه تحقیقات خارجی

نام محقق و سال تحقیق	حوزه تأثیر	پیشینه و سابقه تحقیقات خارجی
باباد و بلاچاندران (1993)	کارایی ABC	مسئله محرک‌های هزینه بهینه (CDO) را با استفاده از مدل‌های ریاضی الگوریتم‌های فزاینده (greedy algorithms) بررسی کردند. نتایج تحقیقات ایشان نشان می‌داد که کدام فعالیت‌ها و کدام محرک‌ها را بدون از دست دادن دقت در تخمین هزینه می‌توان ترکیب نمود [18].
لویتان وگوپتا (1996)	کارایی ABC	از الگوریتم ژنتیک در حل مسئله محرک‌های هزینه بهینه (CDO) استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که الگوریتم ژنتیک نسبت به الگوریتم‌های فزاینده نتایج بهتری نشان دادند [19].
کیم و اینگوهان (2003)	کارایی و اثربخشی ABC	این بررسی الگوریتم ژنتیک برای مرحله انتخاب محرک‌های هزینه بهینه مرتبط و استفاده از آن در توپولوژی شبکه ANN برگزیده شد. همچنین از شبکه عصبی برای حل مشکل ارتباط غیرخطی بین منابع و فعالیت‌ها بهره جسته بودند. مدل ارائه شده به نسبت مدل رگرسیونی نتایج بهتری را ارائه داد [9].
عامدی و همکاران (2014)	کارایی و اثربخشی ABC	در تحقیق خود به بررسی محرک‌های هزینه بهینه در سیستم بهایابی بر مبنای فعالیت با استفاده از تحلیل رگرسیونی و سپس استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی در ایجاد ارتباط بین هزینه فعالیت ها و محصولات پرداختند و بیان داشتند که استفاده از شبکه عصبی به عنوان ابزاری برای محاسبه بهای بهینه برای محصولات نتایج دقیق‌تری بهمراه داشته است [20].
رمضان (2015)	کارایی ABC	در تحقیقی با استفاده از مدل‌های ریاضی و ساختار Quasi-Knapsack به بهینه‌یابی در انتخاب محرک‌های هزینه در سیستم ABC، پرداخته. همچنین نتایج مقایسه‌ای تحقیق نشان داد که طبقه‌بندی محرک‌های هزینه به چهار طبقه عملیاتی پیشنهاد شده توسط کوپر و کاپلان (1991) الزاما همیشه منجر به نتایج بهتری نمی‌گردد [21].

جدول 2 پیشینه تحقیقات داخلی

نام محقق و سال تحقیق	پیشینه و سابقه تحقیقات داخلی
آذر و خدیور (1391)	در مقاله‌ای با عنوان «ارائه الگوی شبکه عصبی برای تخمین روابط هزینه- فعالیت در بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد» از رویکرد شبکه عصبی مصنوعی برای حل مسئله روابط غیرخطی بین هزینه و فعالیت (CER) استفاده کردند. استفاده از شبکه عصبی باعث می‌شود تا علاوه بر تخمین هزینه‌ها با ین الگو مقدر محرک‌های منبعی نیز با استفاده از این روش قابل استخراج باشد. نتایج تحقیق با استفاده از مدل گفته شده و مقایسه آن با نظر خبرگان برای محرک‌های منبعی به‌دست آمده اختلاف قابل قبولی را نشان می‌داد [22].
آذر و خاکزاد (1393)	به بررسی مشکلات هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت از جمله مشکل شناسایی محرک‌های هزینه بهینه و ارتباط غیرخطی بین فعالیت و هزینه پرداختند. آنها برای حل مشکل اول از الگوریتم ژنتیک و برای حل مشکل دوم از مدل ترکیبی شبکه عصبی- الگوریتم ژنتیک استفاده کردند. نتایج تحقیق نشان داد که می‌توان از مدل ترکیبی گفته شده استفاده نمود و استفاده از الگوریتم ژنتیک دامنه وسیع‌تری از معماری‌های مختلف شبکه را مورد بررسی قرار می‌دهد [23].
ناظمی (1390)	به ارزیابی تطبیقی سودمندی اطلاعات سیستم هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت با هزینه‌یابی سنتی در بانک کشاورزی ایران پرداخت. نتایج این بررسی نشانگر تفاوت معنی‌دار میان نتایج دو سیستم سنتی و ABC در هزینه‌یابی محصولات بانکی بود. همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که عوامل سازمانی، محیطی، فناوری و فردی بر تمایل افراد در به‌کارگیری ABC موثر هستند [24].

4- جهت‌گیری پژوهش

در این تحقیق به دنبال ارائه الگوی هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت برای یک سازمان خدماتی (بانک) با رویکرد مدل‌سازی ریاضی هستیم و آگاهی قبلی در مورد امکان مدل کردن داده‌های عملکردی در قالب الگوریتم‌های هوش مصنوعی در اختیار نداشته‌ایم، لذا روش این تحقیق، مدل‌سازی از نوع **کاربردی- اکتشافی** می‌باشد. با توجه به اینکه استراتژی تحقیق از نوع اکتشافی می‌باشد، بنابراین نیازی به فرضیه ندارد. هدف پژوهش حاضر پاسخ به این سوال است که آیا می‌توان با استفاده از شبکه‌های عصبی الگویی برای تخمین تابع هزینه به فعالیت ارائه نمود؟ اطلاعاتی که در تحقیق حاضر مورد استفاده قرار گرفته‌اند، مربوط به هزینه‌ها، فعالیت‌ها و بهای تمام شده فعالیت‌ها می‌باشد.

5- جامعه و نمونه آماری

در این پژوهش کلیه شعب بانک مسکن (1255 شعبه) در سال مالی 1395 و کلیه فعالیت‌ها و محصولات/ خدمات ارائه شده در شعب این بانک، به عنوان جامعه آماری تحقیق انتخاب شده است. اندازه گیری کارایی به دلیل اهمیت آن در ارزیابی عملکرد همواره موردتوجه محققان قرار گرفته است .یکی از ابزارهای اندازه گیری کارایی، استفاده از تحلیل پوششی داده ها است [25]. نمونه‌گیری انجام شده جهت اجرای پژوهش حاضر بر اساس خوشه‌بندی انجام شده به روش تحلیل پوششی داده‌های چند لایه[1] صورت گرفته است. بر این اساس مدل شاخص ترکیبی سنجش عملکرد شعب بانک با ملاحظه ورودی ثابت به شرح زیر می‌باشد:

رابطه1:

$$\text{Max } E_0 = \sum_{f_1=1}^{S} \hat{U}_{f_1} Y_{f_1 0}$$

s.t.

$$\sum_{f_1=1}^{S} \hat{U}_{f_1} Y_{f_1 j} \le 1, j = 1, \dots, n$$

$$\sum_{f_1 \in A_{f_k}^{(k)}}^{S} \hat{U}_{f_1} = U_{f_k}, \quad f_1 = 1, \dots, S, \qquad f_k = 1, \dots, S^{(k)}$$

$$\sum_{f_1 \in A_{f_k}^{(k)}}^{S} \hat{U}_{f_1} \Big/ \sum_{f_1 \in A_{f_{k+1}}^{(k+1)}}^{S} \hat{U}_{f_1} = P^{(k)}_{f_k \; f_k \in A_{f_{k+1}}^{(k+1)}}$$

$$U_{f_k} \ge \varepsilon$$

$$P^{(k)}_{f_k \; f_k \in A_{f_{k+1}}^{(k+1)}} \ge \xi$$

$$\hat{U}_{f_1} \ge \xi^{(k-1)} \varepsilon$$

در مدل فوق $Y_{f_{2j}}$ بیانگر مقدار زیر معیار واحد تصمیم j در شاخص f در سطح اول می‌باشد. در مدل تحقیق، مقادیر $Y_{f_{2j}}$ بیانگر مقدار نرمالایز شده هر یک از

1. Composite Index DEA

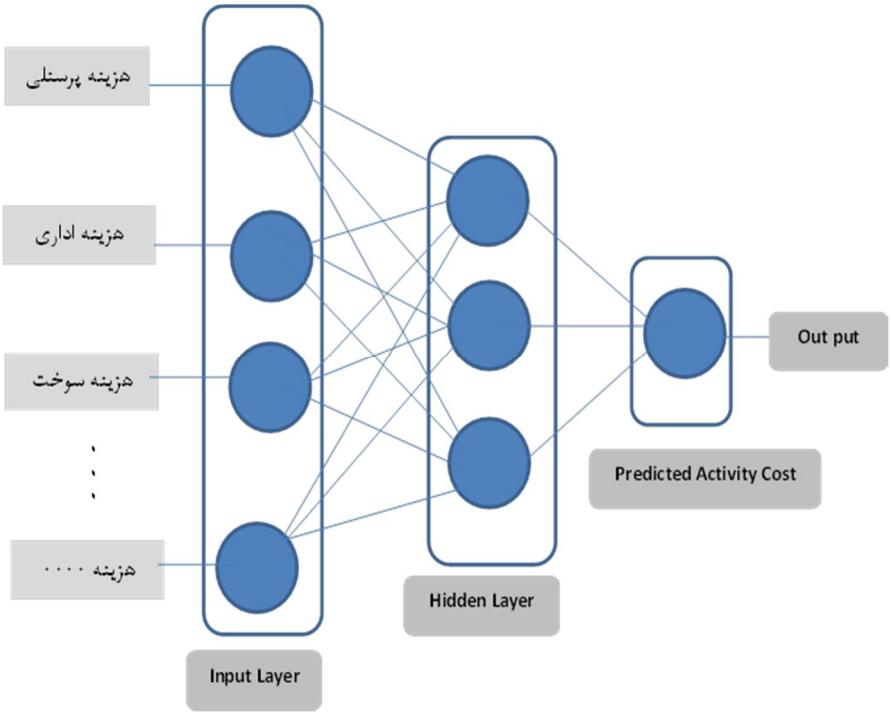
زیرمعیارها در سطح دوم می‌باشد. همچنین $\hat{U}_{f_1}$ بیانگر وزن شاخص f در سطح دوم می‌باشد. پس از محاسبه وزن هر یک از زیرمعیارها در لایه دوم، متغیر U_{f_k} به عنوان وزن هر معیار در لایه اول بر اساس مجموع وزن $(\sum_{f_1 \in A_{f_k}^{(k)}}^{S} \hat{U}_{f_1})$ زیرمعیارهای یک معیار محاسبه خواهد شد. متغیر $P_{f_k}^{(k)}$ نیز معرف سهم هر یک از زیرمعیارهای معیار f می‌باشد. برای محاسبه این سهم نیز فراوانی نسبی وزن زیرمعیارها در هر معیار محاسبه خواهد شد.

به منظور نمایش قابلیت‌های مدل مذکور، تمامی 1255 شعبه بانک مسکن مورد ارزیابی قرار گرفتند. مدل سنجش شاخص ترکیبی عملکرد در شعب بانک با بهره‌گیری از رویکرد تحلیل پوششی داده‌های چندلایه، در محیط نرم افزار لینگو کد نویسی و حل شده است و در نهایت نمونه انتخابی از بین شعب خوشه‌بندی شده انتخاب گردید.

شبکه‌های عصبی استفاده شده در این تحقیق از نوع شبکه‌های پیش‌خور هستند. گره‌های ورودی در لایه اول این شبکه مربوط به سرفصل‌های هزینه مختلف برای هر مرکز هزینه (شعبه) موجود در نمونه در دوره مالی سال 1395 می‌باشد. گره‌های موجود در لایه خروجی مربوط به بهای تمام شده فعالیت‌ها می‌باشد. در هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت لازم میزان استفاده فعالیت‌ها از منابع (هزینه‌ها) مشخص شود. لذا برای هر یک از انواع هزینه با مجموع فعالیت‌های مرتبط به این هزینه‌ها یک مدل شبکه عصبی تشکیل شده است. 153 معماری مختلف شبکه جهت دستیابی به حداقل خطای پیش‌بینی آزمون شد. شبکه با این معماری‌ها و یک روش واحد آموزش دیده و نتایج به‌دست 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 به انتخاب روش مناسب برای آموزش شبکه است. در این پژوهش از روش Adam که روشی برای بهینه‌سازی داده‌های تصادفی می‌باشد استفاده شده است. روش آموزش شبکه انتخابی به کاهش محاسبات داخلی و افزایش سرعت آموزش کمک می‌کند. توابع انتقال مربوط به لایه‌های پنهان در مدل‌های مختلف تشکیل شده از نوع توابع Relu هستند. این مدل برای دو نوع از توابع انتقال پیاده‌سازی شد که در نهایت تابع Relu نتایج بهتری از تابع Logistic داشت.

---

۱. خطای خروجی نسبت به مجموعه آموزش



شکل 2 معماری کلی شبکه‌های پیشنهادی

6- اعتبارسنجی مدل و بررسی میزان دقت پیش بینی

پس از تخمین مدل، باید قدرت پیش‌بینی مدل‌ها در خارج از نمونه را بررسی کرد. برای این منظور داده‌ها را به دو قسمت تقسیم می‌کنند. بخش اول به مجموعه آموزش یا تخمین و بخش دوم به مجموعه آزمون مرسوم است. ابتدا ضرایب مدل با استفاده از داده‌های مجموعه اول تخمین زده می‌شود و سپس، با استفاده از داده‌های مجموعه دوم قدرت پیش‌بینی مدل و یا به عبارت دیگر توان تعمیم مدل به خارج از مجموعه داده‌های مورد استفاده در تخمین ارزیابی می‌شود. در این قسمت، هدف حداقل کردن خطای پیش‌بینی در مجموعه آزمون است. برای این منظور معمولاً از دو معیار زیر استفاده می‌شود:

1. معیار میانگین مربع خطا[1]MSE یا ریشه میانگین مربع خطا [2]RMSE

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^{H}(y_i - \hat{y}_i)^2}{H}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{H}(y_i - \hat{y}_i)^2}{H}}$$

2. معیار میانگین قدرمطلق انحراف[3]

7- یافته‌های پژوهش

به‌منظور خوشه‌بندی شعب با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌های چندلایه، 5 معیار (منابع، تسهیلات، خدمات بانکی و سودآوری، وصولی‌های نقدی و کنترل ریسک اعتباری) و 19 زیرمعیار تعریف و برای جامعه آماری این پژوهش که شامل کلیه شعب بانک مسکن (1255 شعبه) در سال مالی 1395 بود، به‌کار برده شد. معیارها و زیرمعیارهای استفاده شده در تحقیق حاضر جهت خوشه‌بندی و در نهایت نمونه‌گیری عبارتند از: 1- منابع (قرض الحسنه، کوتاه مدت، بلندمدت، ممتاز و تعهدی)، 2- تسهیلات (مشارکت مدنی، فروش اقساطی، قرض‌الحسنه، جعاله، اجاره به شرط تملیک و سایر)، 3- خدمات بانکی و سودآوری (خدمات ریالی، خدمات ارزی، ضمانت نامه، خدمات کارمزدی، خدمات کارت و خدمات IT)، 4- وصول نقدی (وصولی نقدی)، 5- کنترل ریسک اعتباری (نسبت مطالبات غیرجاری (NPL))[4].

پس از حل مدل، امتیاز شاخص عملکرد تمامیDMUها تعیین شد. همچنین با ملاحظه امتیاز شاخص عملکردی واحدهای مجازی، نسبت به خوشه‌بندی شعب اقدام گردید. با توجه به اینکه در این تحقیق ما به بیشترین میزان شعب با بیشترین میزان شباهت نیاز داشتیم شعب درجه چهار با 352 شعبه به عنوان نمونه تحقیق انتخاب شدند[5].

---

1. Mean Squared Error
2. Root Mean Squared Error
3. Mean Absolute Deviation
4. Non-Performing Loans

ه. نتایج کامل نمونه‌گیری به وسیله روش تحلیل پوششی داده‌های چندلایه در مقاله‌ای با عنوان «ارزیابی عملکرد شعب در بانک‌های دولتی: طراحی شاخص ترکیبی مبتنی بر تحلیل پوششی داده‌های چندلایه (مطالعه موردی- بانک مسکن)» در دست چاپ می‌باشد که از نتایج تحقیق مذکور در نمونه‌گیری تحقیق حاضر استفاده شده است.

جدول 3 امتیاز شاخص عملکردی هر درجه و حد نصاب هر خوشه

عنوان درجه	امتیاز حاصل از حل مدل DEA	حد نصاب خوشه	تعداد شعبه این خوشه بر اساس مدل DEA
ممتاز الف	1	[1 ، 1]	15
ممتاز ب	0/8346	[0/8346 ، 1)	5
درجه یک نوع الف	0/4379	[0/4379 ، 0/8346)	122
درجه یک نوع ب	0/3680	[0/3680 ، 0/4379)	77
درجه دو نوع الف	0/3191	[0/3191 ، 0/3680)	88
درجه دو نوع ب	0/2737	[0/2737 ، 0/3191)	133
درجه سه	0/2051	[0/2051 ، 0/2737)	256
درجه چهار	0/1377	[0/1377 ، 0/2051)	352
درجه پنج	-	[0 ، 0/1377)	207

در ادبیات هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت هزینه‌های مستقیم (نظیر سود پرداختی و مطالبات مشکوک الوصول، جایزه حساب‌های قرض‌الحسنه و ...) مستقیما منتسب به محصولات نهایی سازمان می‌باشند و در تخمین تابع هزینه به فعالیت وارد نمی‌شوند. بنابراین هزینه‌های غیر عملیاتی که در ادامه لیستی از آنها را مشاهده می‌کنید به ساختار و در ادامه به فعالیت‌های هر ساختار منتسب می‌شود. بر اساس روش‌شناسی پژوهش و برای دستیابی به نتایج تحلیلی، مراحل زیر در بانک مسکن انجام شد.

اولین قدم برای طراحی مدل انتخاب ورودی‌ها و خروجی‌های شبکه است. پس از بررسی هزینه‌های بانک، هزینه‌های غیر عملیاتی (شامل هزینه‌های اداری و پرسنلی) و

در قالب 22 سرفصل هزینه که در جدول ذیل نمونه‌ای از آن‌ها را ملاحظه می کنید، به عنوان ورودی در شبکه عصبی مورد استفاده قرار گرفتند.

جدول 4 سرفصل‌های هزینه ورودی شبکه

ردیف	کد هزینه	عنوان هزینه	ردیف	کد هزینه	عنوان هزینه
1	C730	حقوق کارکنان رسمی	6	C742	محرومیت از تسهیلات زندگی
2	C732	کمک هزینه خواربار و ناهارکارکنان	7	C743	عملیاتی (محل خدمت، نوار مرزی و غیره)
3	C733	کمک هزینه عائله‌مندی و اولاد	8	C744	سایر فوق العاده‌ها
4	C734	کمک هزینه ایاب و ذهاب	9	C749	عیدی
5	C735	کمک هزینه ازدواج و مهدکودک و فوت	10	C751	سفر و ماموریت

همچنین خروجی‌های شبکه انواع فعالیت‌هایی را شامل می‌شود که بطور مستمر و در کلیه شعب نمونه انجام می‌شوند. فعالیت‌هایی که در مدل استفاده شده‌اند 36 فعالیت است که در ادامه لیست نمونه‌ای از فعالیت‌هایی که بهای تمام شده آنها به عنوان خروجی برای شبکه تعریف شده است، معرفی می‌گردد.

جدول 5 لیست فعالیت‌های کلیدی استفاده شده در شبکه

ردیف	کد فعالیت	عنوان فعالیت	ردیف	کد فعالیت	عنوان فعالیت
1	OG05P0026	ارائه خدمات ETC و پشتیبانی	6	MG12P0100	مدیریت نقدینگی
2	OG01P0003	مدیریت ارتباط با مشتریان	7	OG05P0046	مدیریت سپرده های ریالی
3	MG06P0058	مدیریت امور پرسنلی	8	OG05P0029	ارائه سایرخدمات بانکی
4	OG05P0032	امور حواله ساتنا/ پایا	9	OG01P0002	بازاریابی محصولات و خدمات
5	OG05P0106	مدیریت سپرده های بلندمدت	10	OG05P0024	ثبت اطلاعات مربوطه در سیستم تسهیلات، انعقاد قرارداد و پرداخت تسهیلات (اعتبارات)

شبکه عصبی ارائه شده برای هر فعالیت به‌صورت شماتیک در شکل (2) نشان داده شده است.

کل داده‌های خام شامل 42808 ردیف و 34 ستون است. که شامل اطلاعات هر فعالیت در هر ردیف و اطلاعات هزینه‌های مرتبط با آن فعالیت، برای 352 شعبه موجود در نمونه می‌باشد. متغیرهای هزینه با روش‌های: 1- تابع لگاریتم، 2- استاندارد سازی (میانگین صفر و واریانس 1)، 3- استاندارد سازی (بین صفر و یک)، 4- درجه‌های 0/5، 2 و 3 Transform شدند:

بر اساس ترکیب انواع متغیرهای فوق 35 دسته داده، برای مدل‌سازی تشکیل شد. 5 حالت برای متغیر پاسخ، 7 حالت (4 حالت فوق، 1 حالت خام داده‌ها، 2 حالت ترکیبی) برای متغیرهای ورودی. به منظور ارزیابی نهایی مدل، داده‌های آموزش و تست به نسبت 70% و 30% بر مبنای تابع توزیع متغیر پاسخ تفکیک شدند (دیتاست آموزش: 7454 ردیف، دیتاست تست: 3195 ردیف). مدل شبکه عصبی به زبان برنامه‌نویسی Python نوشته شده و برای استخراج نمودارها از نرم افزار tableau

استفاده شده است. دامنه پارامترها بر اساس مقایسه منحنی خطای داده‌های آموزش و منحنی اعتبار سنجی تعیین شده، و با در نظر گرفتن کمترین مقدار خطای اعتبار سنجی، بهترین پارامترها انتخاب می‌شود. فضای جستجو طبق تجربه و بازبینی نمودار پراکنش داده‌ها تعیین، و در محدوده مشخص شده تنظیم پارامتر انجام گرفت. در واقع پس از آزمون 153 معماری مختلف برای شبکه، بهترین ساختار با خطا اعتبار سنجی و پارامترهای زیر محقق شد. (فقط خوشه 4)

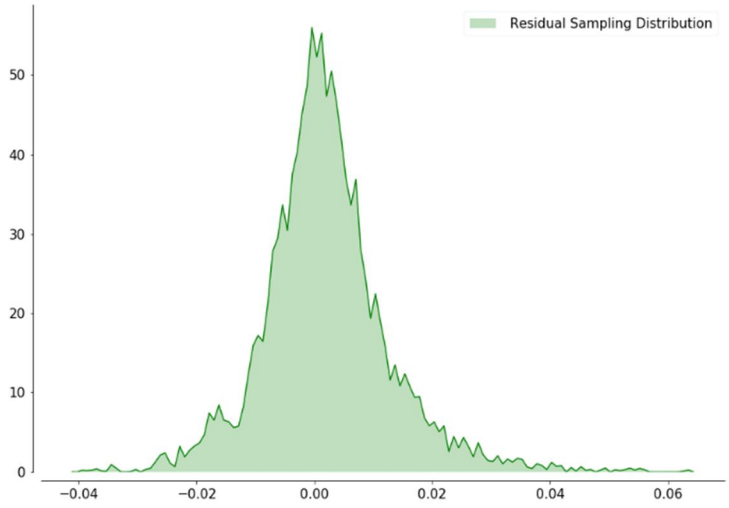
- {'hidden_layer_sizes': (105, 107)}
- RMSE =0/0132285253318011

شبکه تشکیل شده در پژوهش حاضر، از نوع شبکه‌های یادگیرنده با سرپرست[1] است. در یادگیری با سرپرست شبکه به‌صورت یک سیستم ورودی- خروجی عمل می‌کند. به روش اخیر، الگوریتم پس انتشار 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 مقدار محاسبه شده و مقدار مورد انتظار (خطا) محاسبه می‌شود. خطا درون شبکه منتشر می‌شود و وزن‌ها برای کمینه کردن خطا تنظیم می‌شود [14]. بطور خلاصه، معماری منتخب (تعداد لایه‌ها و تعداد گره‌ها) و روش آموزش نهایی انتخاب شده در جدول شماره 6 بیان شده است.

جدول 6 مقادیر خطای عملکرد شبکه نهایی

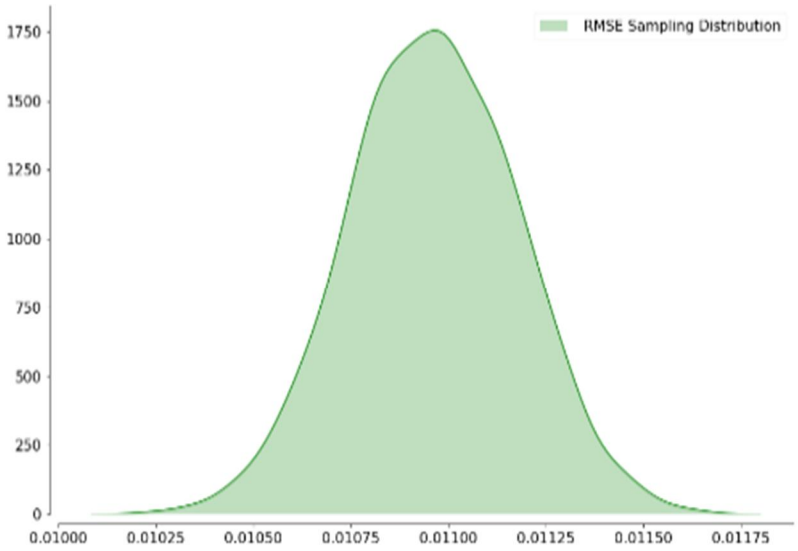
نوع داده‌ها	روش آموزش	معماری منتخب	تابع فعال سازی	RMSE	MAE
داده‌های آزمون	Adam(Back Propagation Algorithm	107-105	Relu	0/01095538	0/0078062
داده‌های آموزش	Adam(Back Propagation Algorithm	107-105	Relu	0/01058549	0/00749354

1. Supervised Learning



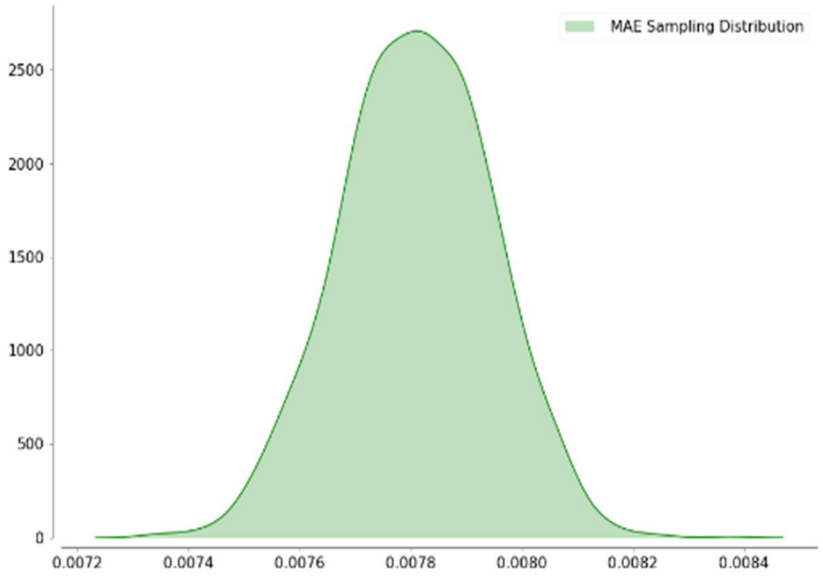
شکل 3 توزیع مقادیر باقیمانده

%95confidence interval -0/018361 **and** 0/027105



شکل 4 توزیع خطای RMSE

%95 confidence interval 0,01054 **and** 0,01138



شکل 5 توزیع خطای MAE

%95 confidence interval 0,007541 **and** 0,008068

همان‌گونه که در نمودارهای فوق دیده می‌شود، مقادیر خطا نرمال و نزدیک به صفر هستند و همچنین مقادیر باقیمانده (Residuals) نیز به‌صورت نرمال حول نقطه صفر پراکندگی دارند. برای تعیین بازه خطای مدل به واحد ریال، بازه زیر با اطمینان 95% بر اساس دیتاست تست و با استفاده از تکنیک Bootstrapping با 2000 نمونه تعیین شده است. مقادیر به‌دست آمده برای شاخص‌ها نشان می‌دهد که این شبکه از عملکرد خوبی برخوردار است. وزن محاسبه شده برای هر فعالیت توسط شبکه می‌تواند بجای زمان متوسط که در فرآیند زمان‌سنجی فعالیت‌ها توسط کارکنان سازمان اعلام می‌گردد، به عنوان محرک هزینه جهت تسهیم هزینه از ساختار به فعالیت مورد استفاده قرار بگیرد و از هزینه‌های انجام زمان‌سنجی به‌صورت دوره‌ای تا حد زیادی بکاهد. در قسمت پیوست مقاله حاضر خطای عملکرد هر شبکه منتسب به هر فعالیت گزارش شده است. همچنین در ادامه نمودارهای وضعیت مقادیر پیش‌بینی شده و مقادیر واقعی ملاحظه می‌گردد.

8- نتیجه‌گیری

علیرغم انتقاداتی که بر هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت وارد می‌شود، مطالعات متعددی بر مفید بودن این سیستم هزینه‌یابی تاکید دارند و این اعتقاد وجود دارد که این سیستم هزینه‌یابی در قیمت گذاری و محاسبه بهای تمام شده سازمان‌های خدماتی و بانک‌ها کمک کننده هستند. ولیکن هزینه بالای پیاده‌سازی ABC و همچنین پیچیدگی‌های عملیاتی و محاسباتی که در راه پیاده‌سازی سیستم مزبور وجود دارد چالش بزرگی را برای سازمان‌هایی ایجاد کرده است که خواهان حرکت به سمت شیوه‌های نوین در حسابداری مدیریت و هزینه‌یابی هستند. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که با استفاده از شبکه‌های عصبی، می‌توان به تخمین هزینه‌های مرکز هزینه و فعالیت‌های آن پرداخت. در تحقیق حاضر متغیر ورودی شبکه هزینه و متغیر خروجی فعالیت‌ها در نظر گرفته شده است ولی می‌توان بسته به نیاز بهای تمام شده فعالیت را به عنوان ورودی و بهای تمام شده محصول در مرکز هزینه را به عنوان خروجی به این مدل داد. همچنین می‌توان تعداد محصول را به عنوان ورودی و هزینه‌ها را به عنوان خروجی به مدل داد و از مدل به عنوان ابزاری برای بودجه‌ریزی در سازمان استفاده کرد. ویژگی متمایز کننده این مدل نسبت به سایر مدل‌ها در نظر گرفتن رابطه غیرخطی بین هزینه و فعالیت است. معماری شبکه پیشنهادی (معماری چندلایه پیش خور) باعث می‌شود تا مقدار سهم محرک منبعی (زمان صرف شده برای انجام هر فعالیت به عنوان محرک هزینه جهت تسهیم هزینه مرکز هزینه به فعالیت) از مدل قابل استخراج باشد.

نتایج به‌دست آمده از پژوهش نشان می‌دهد که استفاده از شبکه عصبی برای تعیین مقدار محرک‌های منبعی، چندین مزیت دارد:

1. از حجم اطلاعات و نیز زمان مورد نیاز برای تعیین بهای تمام شده فعالیت‌ها به میزان فراوانی کاسته می‌شود.

2. نیاز به وجود فرد یا افراد خبره برای تعیین نوع و میزان محرک‌ها کاهش می‌یابد.

3 .امکان ایجاد رابطه غیرخطی بین منابع و فعالیت‌ها بوجود می‌آید. در روش‌های معمول، رابطه هزینه- فعالیت معمولاً خطی در نظر گرفته می‌شود. در صورتی که یافته‌های پژوهش‌ها نشان می‌دهد که این رابطه عملاً خطی نیست.

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

برای پژوهش‌های آتی مرتبط با پژوهش حاضر پیشنهاد می‌شود از الگوریتم ژنتیک و شبکه عصبی به‌صورت همزمان استفاده گردد و دقت تخمین آن با پژوهش حاضر و تحقیقات مشابه مقایسه گردد.

فهرست منابع

[1] Popesko, B. (2010). Activity-Based Costing application methodology for manufacturing industries. Economiea Management.pp.103-114.

[2] Deng, C. et al.(2010). Cost accounting method of logistics dynamic alliance based on activity-based costing, in Computer Application and System Modeling (ICCASM), International Conference, pp. V2-269-V2- 272.

[3] Askarany ,D. et al(2010). Supply chain management, activity based costing and organizational factors, International Journal of Production Economics, vol. 127, pp. 238-248.

[4] Khadivar, A. Abbasi, F., "KM Maturity assessment in 300 top Iranian company", Journal of Modern researches in decision making, 2016, Vol. 1, Issue 3, p.p 1-177.

[5] Azar, A., Amini,M., Ahmadi, P. "Robust Fuzzy Performance-based Budgeting Model: An Approach to Managing the Budget Allocation Risk", Journal of Management Researches in Iran, 2014, 17(4), 65-95.

[6] Amini,M., Azar, A., Bayat,K.,Khadivar,A. " Designing a Performance Based Maturity Budgeting Maturity Model Emphasizing the capabilities and results of a mature system", Journal of Management Researches in Iran, 2019, 22(4), 226-247.

[7] Namazi, Mohammad (1999). Introducing the Second Generation of Activity-Based Costing, Accountant, 192, pp. 3-16.

[8] Namazi, Mohammad (Winter 1998 and Spring 1999). Activity-Based Costing Based on Management Accounting and Behavioral Considerations, Accounting and Auditing, Seventh Years, pp. 71- 106.

[9] 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, pp.73-77.

[10] Sha h, Anwar., & Chunli, Shen (2007). A Primer on Performance Budgeting in Anwar Shah.

[11] Zafar, Noman (2008). Performance Budgeting in the United Kingdom. OECD Journal on Budgeting,8(1).

[12] Horngeren, C.T.,Foster,G.,& Datar, S.(1997).Cost accounting: Managerial Journal of Project Management,22,595-602.

[13] Mashayekhi, Zahra, Investigating the Obstacles Using Genetic Algorithm in Iran's Independent Audit, Winter 2010, Master's thesis, Islamic Azad University, Central Tehran Branch.

[14] Russell, S. , & Norvig, P. (2003). Artificial Intelligence: A Modern Approach,(Third edition).

[15] Pikten, Phill, Neural Networks, 2008, Translation by Mir Mojtaba Mir Salehi and Hossein Taghizadeh Kakhki, Institute of Printing and Publishing of Ferdowsi University of Mashhad.

[16] Georgi, Ataolah, Examining the Barriers to Using the Genetic Algorithm in Selecting Investment Baskets by Investors in Tehran Stock Exchange, Summer 2009, Master's thesis, Islamic Azad University, Central Tehran Branch.

[17] Kia, Mostafa, 2011, Neural Networks in MATLAB, Tehran, Kian Green Publication.

[18] Babad, Y. M., & Balachandran, B. V. (1993). Cost Driver Optimization in Activity-Based Costing. The Accounting Review, 68(3),563–575.

[19] Levitan, A., & Gupta, M. (1996). Using Genetic Algorithms to optimize the selection of cost drivers in activity–based costing. Intelligent systems in accounting, finance and management, 5, 129–145.

[20] Amdee, N, et al (2014). Optimal Cost Drivers in Activity Based Costing Based on Neural Network, www.ieeexplore.ieee.org.

[21] Ramadan, S., Z(2015). Optimizing the Selection of Cost Drivers in Activity-Based Costing Using Quasi-Knapsack Structure. International Journal of Business and Management; Vol. 10, No. 7.

[22] Azar, Adel, Khadivar, Ameneh, 2012, Presentation of a Neural Network Model for Estimating Cost-Activity Relationships in Performance-Based Budgeting, Quarterly Program and Budget, Seventh, pp. 7-38.

[23] Azar, Adel, Khakzad, Hossana, "Presentation of Neural Network Synthesis Model and Genetic Algorithm for Activity Based Costing", 2014, Master's thesis, Tarbiat Modarres University.

[24] Nazemi, Amin, 2011, Comparative evaluation of the usefulness of cost-based information system based on activity with traditional costing in Iran Agricultural Bank, Ph.D. in Accounting, University of Tehran.

[25] Taghavi fard M.T, Amiri M, Mozaffari R, Measurement of Bank Branch Management Efficiency Using Three-Stage DE (Case Study: National Bank of Iran), Modern Researches in decision making, 2017 : 2 (1)