فصلنامه علمی پژوهشی
دانش حسابداری و حسابرسی مدیریت
سال یازدهم / شماره ۴۱/ بهار ۱۴۰۱

کاربرد مدل تلفیقی مبتنی بر فعالیت میانه زمان‌گرای عصبی– مصنوعی (TDIABC-ANFIS) در هزینه‌یابی شرکت‌های دولتی (مورد مطالعه؛ شرکت گاز استان هرمزگان)

بهمن بازگیر
گروه حسابداری، واحد قشم،دانشگاه آزاد اسلامی، قشم، ایران
bbazgir@gmail.com

قدرت‌الله طالب‌نیا
گروه حسابداری ،واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران، (نویسنده مسئول)
gh_talebnia@yahoo.com

حمیدرضا وکیلی فرد
گروه حسابداری ، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران،
vakilifard.phd@gmail.com

فائق احمدی
گروه حسابداری، واحد قشم، دانشگاه آزاد اسلامی، قشم، ایران.
faeghahmadi@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۹/۱۲/۰۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۰۷

چکیده

به‌دلیل محدودیت‌های هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت سنتی (ABC) از جمله داشتن هزینه‌های زیاد مصاحبه با اشخاص، استفاده از روش‌های ذهنی و هزینه‌زا برای تأیید اعتبار تخصیص‌ها، مشکلات نگهداری و به‌روز رسانی و ...، محققان الگوی هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت زمان‌گرا (TDABC) یا الگوی هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت میانه زمان‌گرا (TDIABC) را پیشنهاد دادند. لیکن در مدل‌های یاد شده فرض می‌شود بین هزینه و فعالیت رابطه خطی وجود دارد، در صورتی‌که تابع هزینه همیشه خطی نیست. برای حل این مشکل و افزایش دقت هزینه‌یابی، می‌توان از مدل‌های هوش مصنوعی و فازی استفاده کرد. لذا در پژوهش حاضر برای نخستین بار به تلفیق روش TDIABC با مدل عصبی- فازی (ANFIS) و مطالعه موردی شرکت گاز استان هرمزگان پرداخته شد. برای این منظور، هزینه فعالیت‌ها بر اساس روش‌های ABC، IABC، TDIABC و TDIABC-ANFIS محاسبه شد. در نهایت، نتایج مدل‌ها با شاخص میانگین قدر مطلق خطا (MAD) با ABC مقایسه شد. نتایج نشان داد که MAD در IABC معادل ۰/۷۴، در TDIABC معادل ۰/۶۳ و در تمامی ساختارهای طراحی شده TDIABC-ANFIS، در بازه (۰/۵۱۵، ۰/۲۴۵) می‌باشد. در نتیجه هزینه‌یابی بر حسب TDIABC-ANFISاز دقت بیشتری در مقایسه با ABC، IABC و TDIABC برخوردار می‌باشد. همچنین، در میان ساختارهای طراحی شده TDIABC-ANFIS، ساختار Gauss-3- Transig دارای کمترین خطا (۰/۲۴۵) می‌باشد. در نهایت، از آنجاکه نتایج نشان داد در میان مدل‌های مورد بررسی، مدل TDIABC-ANFIS به‌دلیل غیرخطی و فازی کردن رابطه هزینه‌ها و فعالیت‌ها، از دقت بیشتری برخوردار می‌باشد، به مسئولان حوزه حسابداری مدیریت شرکت‌ها پیشنهاد شد جهت تخصیص بهینه هزینه‌ها از این الگوی نوین استفاده کنند.

واژه‌های کلیدی: هزینه‌یابی، ABC، IABC، TDIABC، TDIABC-ANFIS.

۱- مقدمه

بطور کلی، مدل‌های هزینه‌یابی سنتی، به دلیل عدم توانایی در شبیه‌سازی و اندازه‌گیری شرایط و تصمیم‌گیری‌های مختلف، قادر به پاسخگویی نیازهای مدیریتی نمی‌باشد. زیرا در این مدل محرک‌های هزینه به درستی شناسایی نمی‌شوند و هزینه-های غیرمستقیم با استفاده از نرخ‌های سربار ناصحیح به موضوع هزینه‌یابی تخصیص داده می‌شوند (رهنمای رودپشتی و همکاران، ۱۳۹۷). مدل هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت سنتی (ABC)،[۱] که در دهه ۱۹۸۰ برای حل مشکلات ناشی از سیستم‌های هزینه‌یابی سنتی معرفی گردید، یک روش هزینه-یابی است که بر فعالیت‌های انجام شده جهت ساخت محصولات تأکید دارد. در این مدل فرض می‌شود که فعالیت‌ها منابع را مصرف می‌کنند و محصولات نتیجه انجام فعالیت‌ها می‌باشند. لیکن اجرای مدل ABC سنتی، به دلیل هزینه‌های زیاد مصاحبه، استفاده از روش‌های ذهنی و هزینه‌زا برای تأیید اعتبار تخصیص‌های زمانی، مشکلات نگهداری و به روزرسانی در مواقع تغییر مصرف منابع و فرآیندها، افزوده شدن فعالیت-های جدید و تنوع و پیچیدگی در سفارشات اشخاص و مشتریان، برای بسیاری از شرکت‌ها مشکل می‌باشد. راه حل مشکلات این مدل، توسعه رویکرد هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت زمان‌گرا (TDABC)[۲] بود (گانورکار و همکاران، ۲۰۱۸)[۳].

منشأ مدل TDABC به سال ۱۹۹۷ برمی‌گردد. این مدل در آن سال توسط استیون اندرسون[۴] و شرکت او به نام سیستم‌های آکرون[۵] توسعه و بکار گرفته شد. تا قبل از سال ۲۰۰۱، شرکت سیستم‌های آکرون، این مدل را با نام مدل هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت مبتنی بر معاملات[۶] معرفی می‌کرد. در سال ۲۰۰۱ کاپلان[۷] به جمع هیئت مدیره شرکت آکرون ملحق شد و برای قدرتمند کردن این رویکرد به همکاری پرداخت. حاصل این همکاری ارائه تئوری مدل TDABC بود که فرآیند هزینه‌یابی را از طریق حذف مراحل مصاحبه با کارکنان تسهیل و تخصیص هزینه منابع به فعالیت‌ها را ساده می‌کند (آردیانسیا و همکاران، ۲۰۱۷)[۸]. این مدل برخلاف روش متداول هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت در مرحله اول فعالیت‌ها را شناسایی نمی‌کند و هزینه‌های مربوط را به فعالیت‌ها تخصیص نمی‌دهد. در نتیجه، تسهیم اولیه هزینه‌ها به فعالیت‌ها انجام نمی‌شود. بلکه در این روش، مدیران یا تیم مدیریت ابتدا به طور مستقیم منابع مورد نیاز برای هر موضوع هزینه (محصولات، خدمات، مشتریان) را پیش‌بینی می‌کنند. به جای اینکه بر اساس مصاحبه از کارکنان و یا ارائه پرسشنامه به آنان زمان لازم جهت انجام فعالیت‌ها را مشخص سازند، منابع هزینه‌ها را بر اساس معادلات زمانی تعیین و به طور مستقیم و خودکار به فعالیت‌ها و عملیات انجام شده تخصیص می‌دهند (طالب‌نیا و همکاران، ۱۳۹۶).

از طرف دیگر، در روش‌های هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت فرض می‌شود که 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. لیکن تابع هزینه در عمل، همیشه خطی نیست، بلکه گاهی اوقات رفتار غیرخطی نشان می‌دهد. محققان معتقدند که یک تابع غیرخطی به عنوان تابع هزینه‌ای در نمودار هزینه کل در مقابل محرک واحد، به شکل خطی مستقیم در محدوده مربوطه شرح داده شده نیست. یافته‌های برخی از پژوهش‌ها نشان داده است که عملکرد مدل‌های هوش مصنوعی از جمله مدل شبکه عصبی مصنوعی (ANN)[۹] از رگرسیون خطی برای تخصیص بهینه هزینه، موفق‌تر است (آذر و خدیور، ۱۳۹۱). همچنین، برخی از مطالعات به منظور افزایش قطعیت و اطمینان داده‌ها در سیستم‌های هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت زمان‌گرا از روش‌های فازی استفاده کردند (نمازی و زارع، ۱۳۹۶). از این رو، بی‌تردید تلفیق مدل‌های عصبی و فازی یعنی مدل استنتاجی- تطبیقی- عصبی فازی (ANFIS)[۱۰] از رگرسیون خطی و مدل‌های فازی برای تخصیص بهینه هزینه، موفق‌تر خواهد بود. علاوه براین، با وجود اینکه بیش از یک دهه از ابداع سیستم هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت زمان‌گرا می‌گذرد، لیکن تاکنون این تکنیک در ایران به طور بسیار محدودی به کار گرفته شده است. لذا در این پژوهش برای نخستین بار در کشور به تبیین الگوی هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت میانه زمان‌گرا (TDIABC)[۱۱] با استفاده از مدل استنتاجی- تطبیقی- عصبی- فازی (ANFIS) و مطالعه موردی شرکت گاز استان هرمزگان پرداخته می‌شود.

۲- مبانی نظری و پیشینه تحقیق

۲-۱- سیستم هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت زمان‌گرا (TDABC)

اجرای مدل هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت سنتی (ABC)، به دلیل داشتن هزینه‌های زیاد مصاحبه با اشخاص، استفاده از روش‌های ذهنی و هزینه‌زا برای تأیید اعتبار تخصیص‌های زمانی، مشکلات نگهداری و به‌روز رسانی در مواقع تغییر مصرف منابع و فرآیندها، افزوده شدن فعالیت‌های جدید، تنوع و پیچیدگی در سفارشات اشخاص و مشتریان، برای بسیاری از شرکت‌ها مشکل می‌باشد (کاپلان و اندرسون، ۲۰۰۷)[۱۲]. راه حل مشکلات مدل هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت، رها کردن رویکرد اصلی آن نیست، بلکه توسعه رویکرد هزینه‌یابی بر

مبنای فعالیت به یک رویکرد جدید می‌باشد. لذا جهت رفع برخی از مشکلات، سیستم متداول هزینه‌یابی برمبنای فعالیت زمان‌گرا (TDABC) در سال ۲۰۰۴ توسط کاپلان و اندرسون معرفی شد (رهنمای رودپشتی و همکاران، ۱۳۹۷). روش هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت زمان‌گرا به‌طور عمده مبتنی بر استفاده از محرک زمان بوده و روش اجرایی آن متفاوت از مراحل روش ABC است. سیستم هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت زمان‌گرا بر خلاف سیستم متداول هزینه‌یابی برمبنای فعالیت، در مرحله اول فعالیت‌ها را شناسایی نمی‌کند و هزینه‌های مربوطه را به فعالیت‌ها تخصیص نمی‌دهد، بلکه در این روش مدیریت ابتدا به طور مستقیم منابع مورد نیاز را برای هر موضوع هزینه (کالا، خدمات، مشتری و ...) پیش‌بینی می‌کند و به جای اینکه براساس مصاحبه از کارکنان یا ارائه پرسشنامه به آنان زمان انجام فعالیت‌ها را مشخص سازند، منابع هزینه را براساس معادله زمانی تعیین و به طور مستقیم و خودکار به فعالیت‌ها و عملیات انجام شده تخصیص می‌دهند. تحت این شرایط روش هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت زمان‌گرا می‌تواند به مراتب از روش هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت بهتر عمل کند. همچنین، در این سیستم پس از تعیین نرخ هزینه ظرفیت در دایره سازمان، مدیریت باید میزان مصرف ظرفیت در محرک را برای هر فعالیت تعیین نماید، که ظرفیت در این روش بر حسب زمانی که طول می‌کشد تا کارمندان فعالیت مشخص را تکمیل کنند، اندازه‌گیری می‌شود. در اینجا هدف این نیست که زمان به گونه‌ای دقیق مشخص شود، بلکه حدود زمانی آن برای پیش‌بینی مدل کافی می‌باشد. بنابراین در این روش بر خلاف روش هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت نیازی به مطالعه میدانی کارکنان در خصوص درصد زمان اختصاص یافته به فعالیت‌های مربوط، نمی‌باشد (نمازی و زارع، ۱۳۹۶). این روش نسل دوم نظام روش هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت می‌باشد که مبتنی بر محرک‌های هزینه‌ای بر مبنای زمان بوده و رویکرد اصلی آن توجه به ارزان بودن نظام بهایابی و ظرفیت‌های بلااستفاده می‌باشد. ساده نمودن فرآیند برآورد هزینه فعالیت‌ها، از طریق محاسبه زمان مورد نیاز برای هر فعالیت صورت می‌پذیرد و پس از آن با در نظر گرفتن کل هزینه‌های مرتبط هر فرآیند، به دست آوردن نرخ ریالی هر فعالیت قابل محاسبه خواهد بود که در ادامه بهای تمام شده هر محصول صرفاً از جمع نرخ ریالی فعالیت‌های انجام شده بدست می‌آید. مدل هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت زمان‌گرا رویکردی ساده و جذاب، اما قوی در هزینه‌یابی فرآیندهای یک واحد تجاری است که گزارشگری جامعی از سود و زیان را برای پیچیده‌ترین سازمان‌ها فراهم می‌کند. سادگی این مدل ناشی از آن است که تنها دو پارامتر برای هر دایره می‌بایست برآورد گردد: الف) هزینه هر واحد منابع تأمین شده و ب) مقدار ظرفیتی که هر معامله، محصول یا مشتری مصرف می‌کند (مندیگو و همکاران، ۲۰۱۵)[۱۳].

۲-۲- پیشینه تحقیق

در جدول ذیل مهمترین مطالعات مرتبط با موضوع تحقیق جمع‌بندی شده است:

جدول۱: جمع‌بندی مطالعات داخلی و خارجی مرتبط با موضوع تحقیق

سال	محقق/ محققان	زمینه موضوع	خلاصه نتایج
۲۰۱۴	ادوتی و والورد[۱۴]	پیاده‌سازی هزینه‌یابی TDABC برای بهبود اپراتورهای خدمات IT	TDABC یک ابزار مؤثر در تشخیص فرآیندهای هزینه‌یابی است و این اجازه را به مدیران می‌دهد که در مورد کنترل هزینه‌ها تصمیمات حیاتی را اتخاذ کنند.
۲۰۱۵	مندیگو و همکاران	استفاده از TDABC در منابع مراقبت-های بهداشتی در هائیتی	استفاده از روش TDABC نسبت به هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت هزینه کمتری دارد و هزینه‌ها با استفاده از این روش کاهش می‌یابند.
۲۰۱۶	گرگوریو و همکاران	بکارگیری هزینه‌یابی TDABC برای شناسایی اقدامات بهتر در داروخانه‌ها	هزینه‌یابی برای خدمات درمانی و بهداشتی روشی مفید به منظور اطلاع رسانی بهتر مدیریت داروخانه‌ها و بسط دادن سیاست دارویی است.
۲۰۱۷	آردیانسیا و همکاران	اندازه‌گیری سودآوری مشتری از طریق TDABC	سیستم جدید نسبت به سیستم سنتی موفق تر عمل می‌کند و داده‌ها را بهتر تجزیه و تحلیل نموده و سودآوری بهتری دارد.
۲۰۱۸	گانورکار و همکاران	به‌کارگیری مدل TDABC در صنعت مبلمان کشور هندوستان	مدل TDABC هزینه‌های سربار مناسب‌تر به محصولات تخصیص داده و به تصمیم‌گیری‌های استراتژیک شرکت‌های کوچک کمک می‌کند.
۲۰۱۹	حسون[۱۵]	بررسی کاربرد سیستم هزینه‌یابی PFABC در دستیابی به تعالی (برتری) سازمانی در بانک بابیلون عراق	بخش‌هایی از بانک که از سیستم PFABC استفاده کرده‌اند در مقایسه با سایر بخش‌ها، قابلیت بالای سودآوری با حداقل انحرافات دارند.

سال	محقق/ محققان	زمینه موضوع	خلاصه نتایج
۲۰۲۰	وادرنیکوا و همکاران[۱۶]	کاربرد هزینه‌یابی مبتنی بر فعالیت زمان‌گرا (TDABC) در مقایسه با روش سنتی در صنعت مونتاژ	هزینه‌های بالاسری و نیروی کار مستقیم، در دو روش مورد بررسی متفاوت می‌باشد. همچنین، روش هزینه‌یابی مبتنی بر فعالیت زمان‌گرا از منافع فراوانی در صنعت مونتاژ برخوردار می‌باشد.
۱۳۹۱	رگ جان و میرگوشه	بکارگیری TDABC و مقایسه با روش سنتی در شرکت دنا صنعت	با مقایسه هزینه تمام شده در هر متر لوله، بین روش TDABC با سیستم هزینه‌یابی سنتی، اختلاف معناداری مشاهده شد.
۱۳۹۳	جبارزاده و مرادی	کاربرد مدل TDABC در دانشگاه آزاد اسلامی ارومیه	مقایسه نتایج حاصل نشان می‌دهد که با اطمینان ۹۵ درصد، عملکرد روش جدید از روش سنتی در دستیابی به نتایج دقیق‌تر است.
۱۳۹۴	اسماعیل‌زاده و همکاران	بررسی به کارگیری TDABC در یکی از بانک‌های کشور	حدود ۴۸٪ از زمان عملی کارکنان استفاده نمی‌شود و بهای تمام شده خدمت تنها به تعداد تکرار فعالیت‌ها و حجم تولید وابسته نیست و به زمان تولید و نرخ هزینه ظرفیت نیز وابسته است.
۱۳۹۶	طالب‌نیا و همکاران	تأثیر ویژگی استقرار مدل ABC بر بهای تمام شده شرکت پالایش گاز سرخون و قشم	بین استقرار مدل ABC و کاهش بهای تمام شده محصولات و خدمات شرکت، ارتباط مستقیم و معناداری وجود دارد. همچنین پس از پیاده‌سازی مدل ABC، بسیاری از هزینه‌های موازی حذف می‌شوند.
۱۳۹۶	نمازی و زارع	طراحی سیستم هزینه‌یابی TDABC رویکرد فازی و مطالعه موردی شرکت لعاب یاس فارس	تفاوت معنی‌داری بین بهای تمام شده محصولات به روش هزینه‌یابی سنتی و روش TDABC وجود دارد. بین TDABC و هزینه‌یابی برمبنای فعالیت زمان‌گرای فازی تفاوت معنی‌داری وجود دارد.
۱۳۹۷	آرامش و همکاران	انتخاب محرک‌های هزینه در هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت با تکنیک ترکیبی دلفی فازی و فرآیند FAHP	برای اجرای صحیح ABC لازم است پس از شناسایی فعالیت‌ها، با انتخاب محرک‌های هزینه مناسب، هزینه را به فعالیت منظور کرد که هر اندازه دقیق‌تر ی شود، درک صحیح‌تری از انتساب هزینه‌ها و محاسبه بهای تمام شده حاصل می‌شود.
۱۳۹۹	بکتاش و همکاران	محاسبه هزینه تمام شده آب کشاورزی شمال خوزستان با روش (ABC)	روش هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت موجب محاسبه قیمت برآوردی دقیق‌تری از قیمت آب نسبت به روش سنتی سازمان آب شده است.

مرور ادبیات موضوع و مبانی نظری تحقیق بیانگر اهمیت انکارناپذیر هزینه‌یابی می‌باشد. زیرا مدیران شرکت‌ها جهت اتخاذ تصمیمات صحیح و به‌هنگام، نیازمند برخورداری از اطلاعات هزینه‌ای صحیح و مربوط می‌باشند و فراهم کردن این اطلاعات، مستلزم به‌کارگیری سیستم‌های هزینه‌یابی کارا و جدید است. از طرف دیگر، مرور مطالعات مختلف داخلی و خارجی مرتبط با موضوع تحقیق نشان می‌دهد که در مطالعات پیشین جهت افزایش دقت مدل‌های خطی هزینه یابی، یا از مدل‌های هزینه‌یابی مبتنی بر شبکه‌های عصبی و یا از مدل‌های هزینه‌یابی فازی استفاده شده است. در این مطالعه جهت افزایش دقت، از ترکیب هر دو نوع مدل‌های یاد شده یعنی شبکه‌های عصبی- فازی استفاده شد تاکنون مطالعه‌ای در کشور در خصوص هزینه‌یابی با تلفیق روش‌های فازی و عصبی مصنوعی صورت نپذیرفته است. لذا در این پژوهش برای نخستین بار در کشور به تبیین الگوی TDIABC با استفاده از مدل استنتاجی- تطبیقی- عصبی فازی (ANFIS) و مطالعه موردی شرکت گاز استان هرمزگان پرداخته می‌شود.

۳- روش‌شناسی تحقیق

از نقطه نظر استنتاج، این پژوهش استقرایی (حرکت از جزء به کل) می‌باشد و از این جهت که کلیه ارگان‌ها، سازمان‌ها و شرکت‌های دولتی و خصوصی و بویژه شرکت گاز استان هرمزگان می‌توانند از نتایج آن استفاده نمایند، از نظر هدف، تحقیق حاضر کاربردی می باشد. از نظر روش و ماهیت این پژوهش از نوع توصیفی- تحلیلی می باشد. همچنین، مطالعه حاضر به دنبال پاسخ‌گویی به سؤالات زیر می‌باشد:

- آیا بین بهای تمام شده بر اساس سیستم‌های هزینه‌یابی سنتی (ABC و IABC) و سیستم هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت میانه زمان‌گرا (TDIABC) تفاوت معناداری وجود دارد؟
- آیا بین بهای تمام شده بر اساس سیستم‌های هزینه‌یابی سنتی (ABC و IABC) و سیستم هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت میانه زمان‌گرا مبتنی بر شبکه‌های عصبی مصنوعی (TDIABC-ANFIS) تفاوت معناداری وجود دارد؟
- آیا بین بهای تمام شده بر اساس سیستم هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت میانه زمان‌گرا (TDIABC) و سیستم

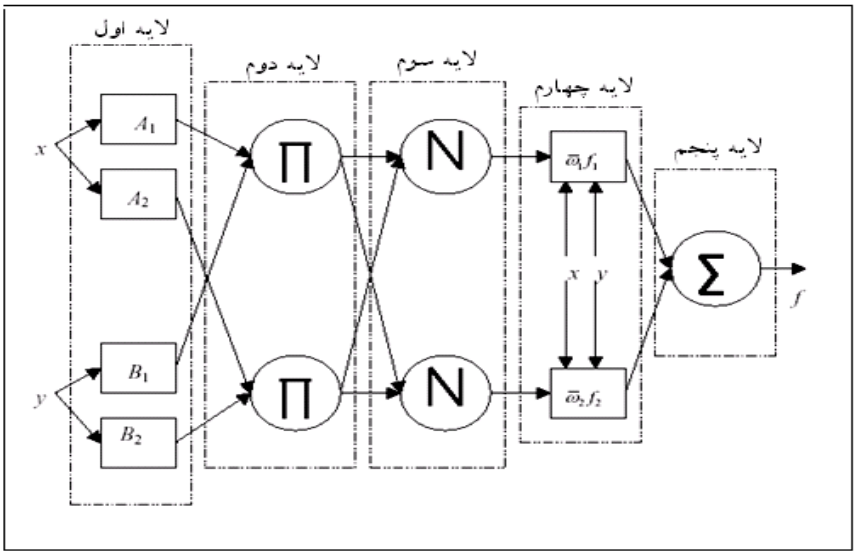
هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت میانه زمان‌گرا مبتنی بر شبکه‌های عصبی مصنوعی (TDIABC-ANFIS) تفاوت معناداری وجود دارد؟

۳-۱- مدل استنتاجی- تطبیقی عصبی- فازی (ANFIS)

این مدل که توسط یانگ در سال ۱۹۹۶ بسط یافت، اجازه می دهد که سیستم های فازی در مباحث آموزش پارامترها، از الگوریتم آموزش انتشار خطا به عقب تطبیقی[۱۷] استفاده نمایند. همچنین، از یک ساختار ANFIS که از مجموعه ای از قواعد اگر- آنگاه فازی نوع TSK[۱۸] (روش مستقیم) تشکیل گردیده است، می توان جهت مدل‌سازی و نگاشت داده های ورودی- خروجی استفاده کرد. تعریف معمولی از یک مسأله شناسایی، تعیین یک تابع $\hat{f}$ می‌باشد بطوریکه تقریباً بتوان بجای تابع اصلی f مورد استفاده قرار گیرد. به طور کلی سیستم فازی با مجموعه‌ای شامل N قاعده فازی، به صورت زیر بیان می‌گردد:

$$f(x)=\frac{\sum_{i=1}^{N} y_t\left(\prod_{i=1}^{n}\mu_{A_l^{ji}}(x_i)\right)}{\sum_{i=1}^{N}\left(\prod_{i=1}^{n}\mu_{A_l^{ji}}(x_i)\right)} \qquad (۱)$$

بطوری‌که، x_i، μ، A و i به ترتیب عبارتند از: ورودی‌ها، مرتبه عضویت، مجموعه فازی و قاعده فازی. هم‌چنین $\mu_{A_l^{(ji)}}(x_i)$ بیانگر مرتبه عضویت از ورودی x_i مربوطه به مقدار قاعده فازی i ام $A_l^{(ji)}$ می‌باشد. شکل زیر ساختار مدل ANFIS را نشان می‌دهد:



شکل۱: ساختار مدل ANFIS – (آبراهام، ۲۰۰۵)[۱۹]

- **لایه اول:** در این لایه هر گره i، یک گره منطبق با تابع گره می باشد:

$$O_{1,i}=\mu_{A_i}(x) \quad ; \quad for \ \ i=1,2, \ \ or \qquad (۲)$$

$$O_{1,i}=\mu_{B_{i-2}}(y) \quad ; \quad for \ \ i=3,4, \qquad (۳)$$

که در آن، x یا y ورودی به گره i و A_i یا B_{i-2} اسامی متغیرهای زبانی منطبق با این گره می باشند. به عبارت دیگر، i بیانگر درجه عضویت یک مجموعه فازی $A=(A_1,A_2,B_1 or B_2)$ و مشخص کننده درجه ای است که در آن ورودی مورد نظر x یا y کمیت سنج A را برآورده می سازد. در اینجا تابع عضویت برای A می تواند هر تابع عضویت پارامتری مناسب مانند گوسین باشد:

$$\mu_{A(x)}=e^{\frac{-(x-c)^2}{2\sigma^2}} \qquad (۴)$$

که در آن c و σ مجموعه پارامترها می‌باشند و هنگامی- که مقدار این پارامترها تغییر می کند، مطابقاً تابع گوسین نیز

تغییر می کند و در نتیجه شکل های متفاوتی برای عضویت مجموعه فازی A به نمایش در می آید. همچنین، در این لایه پارامترها به پارامترهای فرضیه مقدم، موسومند.

- **لایه دوم:** هر گره در این لایه، یک گره ثابت به نام P می-باشد که خروجی آن‌ها محصول تمام سیگنال های ورودی می باشد:

$$O_{2,i} = w_i = \mu_{A_i^{(x)}} \mu_{B_i^{(y)}} \ , \ i = 1, 2. \quad (۵)$$

هر گره خروجی بیانگر firing strength یک قاعده می باشد. به طور کلی، هر عملگر T-norm دیگر که فازی را ایجاد می کند، می تواند به عنوان تابع گره در این لایه بکار رود.

- **لایه سوم:** هر گره در این لایه، یک گره ثابت به نام N می باشد و i امین گره، نسبت i امین قاعده firing strength را برای تمام قاعده های firing strength بصورت زیر محاسبه می کند:

$$O_{3,i} = \overline{w}_i = \frac{w_i}{w_1 + w_2} \qquad , \qquad i = 1,2.$$

برای سادگی فرض می شود که خروجی های این لایه، firing strength های نرمال شده می باشند.

- **لایه چهارم:** هر گره i در این لایه، یک گره منطبق با تابع گره، بصورت زیر می باشد:

$$O_{4,i} = \overline{w}_i f_i = \overline{w}_i (p_i x + q_i y + r_i), \quad (۷)$$

که در آن ϖ_1 یک firing strength نرمال شده از لایه سوم می باشد و p_i ، q_i و r_i مجموعه پارامترهای این گره می باشند. همچنین، پارامترهای این لایه، به پارامترهای استنتاجی موسومند.

- **لایه پنجم:** تنها گره این لایه، یک گره ثابت به نام $\sum$ می‌باشد که تمامی خروجی‌ها را به عنوان مجموع همه سیگنال های ورودی، بصورت زیر محاسبه می‌کند:

$$O_{5,i} = \sum_i \overline{w}_i f_i = \frac{\sum_i w_i f_i}{\sum_i w_i} \quad (۸)$$

۳-۲- مراحل اجرای پژوهش

- **شناسایی منابع و فعالیت‌های موضوع هزینه**

بطور کلی، در سیستم حسابداری شرکت گاز استان هرمزگان ۱۲ منبع هزینه شامل: ۱. حقوق و دستمزد (R_1)، ۲. ذخیره سنوات (R_2)، ۳. کالا و مواد (R_3)، ۴. خدمات دریافتی (R_4)، ۵. ماشین‌آلات (R_5)، ۶. آموزش و پژوهش (R_6)، ۷. هزینه‌های اداری و تشکیلاتی (R_7)، ۸. استهلاک (R_8)، ۹. کارمزد بانکی (R_9)، ۱۰. اجاره، آب، برق و تلفن (R_{10})، ۱۱. بیمه تأسیسات (R_{11}) و ۱۲. گروه سایر هزینه‌ها (R_{12})، وجود دارد. علاوه براین، شرکت یاد شده دارای ۸ فعالیت عملیاتی شامل: ۱. سرویس امداد (A_1)، ۲. بهره‌برداری و تعمیرات (A_2)، ۳. خدمات مشترکین و فروش (A_3)، ۴. اندازه‌گیری و توزیع گاز (A_4)، ۵. بازرسی فنی (A_5)، ۶. بهداشت، ایمنی و محیط زیست (HSE) (A_6)، ۷. مخابرات (A_7) و ۸. حمل و نقل (A_8) می‌باشد. همچنین، در این مطالعه، برای مقایسه بهتر و ساده‌تر سیستم-ها، محرک‌های مورد استفاده در سیستم هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت نیز بر مبنای زمان در نظر گرفته می‌شوند. علاوه براین، جهت شناسایی فعالیت‌ها در شرکت گاز استان هرمزگان، فلوچارت فرایند عملیاتی، مصاحبه با کارشناسان ذیربط و بررسی‌های محقق مبنا قرار می‌گیرد. پس از شناسایی فعالیت-ها، با در نظر گرفتن ملاحظات مربوط به فزونی منافع بر مخارج، فعالیت‌های مشابه تلفیق گردیده و محرک‌های هزینه نیز بر مبنای زمان می‌باشند.

- **تعیین ارتباط اقلام هزینه با فعالیت‌ها در ماتریس وابستگی هزینه – فعالیت**

در این مرحله با تشکیل ماتریسی که سطرهای آن را فعالیت و ستون‌های آن را اقلام هزینه (منابع) تشکیل می‌دهد، منابعی که توسط هر فعالیت مصرف می‌شود، مشخص می‌گردد.

- **محاسبه و جایگزینی نرخ‌های تسهیم در ماتریس وابستگی هزینه– فعالیت**

براساس محرک‌های هزینه های که در مرحله اول تعیین شده است، سهم هر فعالیت از هر یک از منابع شرکت محاسبه شده و در سلول‌های ماتریس جایگذاری می‌شود. براساس ارقام بدست آمده، نرخ‌های تسهیم اقلام هزینه به فعالیت‌ها محاسبه شده و در سلول‌های ماتریس جایگذاری می‌شوند. جمع نرخ-های هر ستون در ماتریس وابستگی هزینه - فعالیت باید برابر ۱ باشد. در شرکت گاز استان هرمزگان مسأله تنوع منابع وجود دارد. برای منابع حقوق و دستمزد، ذخیره سنوات، خدمات دریافتی، ماشین آلات، آموزش و پژوهش، اداری و تشکیلاتی، اجاره، آب، برق و تلفن و بیمه تأسیسات محرک زمان تعریف شده در حالی که منابع کالا و مواد، استهلاک، کارمزد بانکی و سایر هزینه‌ها قابل ردیابی بر حسب زمان نمی‌باشند و بر حسب ارزش ریالی در فعالیت‌های مختلف ردیابی می‌شوند.

- **محاسبه هزینه فعالیت‌ها**

الف) روش هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت (ABC)

$$C_a = \sum_{j=1}^{n} \frac{T_{aj}}{T_j} C_j \quad ; \; C_a = \sum_{j=1}^{n} P_j C_j$$

(۹) و (۱۰)

بطوری‌که Ca: هزینه تخصیص یافته به فعالیت a بر مبنای هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت، Taj: مدت زمانی که فعالیت a از منبع j مصرف می‌کند، Tj: کل زمان بکار رفته برای تامین منبع j، Pj: نسبت مصرف منبع j توسط فعالیت a و Cj: کل هزینه منبع می‌باشد. به منظور شناسایی شرایط تحلیل برابری بین هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت و هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت مبتنی بر زمان، ترزا لکز (۲۰۰۹) مدل دیگری از سیستم هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت به نام هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت میانه معرفی کرد که به اطلاعات هزینه کل منبع و محرک‌های هر منبع نیاز دارد. در سیستم هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت میانه، هزینه یک فعالیت از ضرب میانگین نسبت مصرف منبع توسط فعالیت در کل هزینه منبع حاصل می شود. برابری بین تخصیص هزینه سیستم هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت و هزینه یابی بر مبنای فعالیت میانه با این استدلال امکان‌پذیر می‌باشد که اگر هزینه‌های منبعی بیشتر (کمتر) باشد، بدین معنا نیست که یک فعالیت باید سهم بیشتری از زمان منبع را در برگیرد. در واقع، چنانچه رابطه غیرخطی بین نسبت مصرف منبع و هزینه‌های هر منبع در هر فعالیت وجود داشته باشد، نتیجه حاصل در هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت و هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت میانه برابر هستند. این مساله در تحلیل شرایط برابری بین هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت و هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت زمانگرا نیز مصداق دارد (نمازی و زارع، ۱۳۹۶).

ب) روش هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت میانه (IABC)

$$C_i = \rho C T \qquad (۱۱)$$

بطوری‌که Ci هزینه فعالیت a بر مبنای هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت میانه و p میانگین نسبت مصرف منابع می‌باشد.

ج) روش هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت زمان‌گرا (TDABC)

$$C_t = c \sum_{j=1}^{n} T_{aj} \quad ; \; C_t = c \delta a \qquad (۱۲) \text{ و } (۱۳)$$

بطوری‌که Ct هزینه فعالیت a بر مبنای هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت زمان‌گرا، c هزینه هر واحد زمانی در منبع و δ کل زمان منبع برای فعالیت a می‌باشد.

د) روش هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت میانه زمان‌گرا (TDIABC)

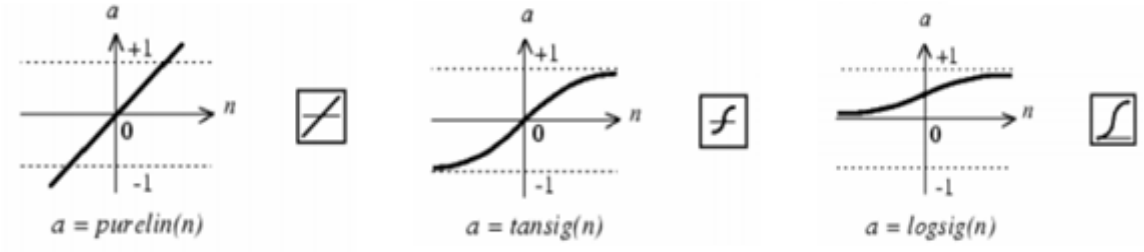
$$C_{it} = c\rho \sum_{j=1}^{n} T_{aj}$$

(۱۴)

ه) روش هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت زمان‌گرا مبتنی بر روش عصبی- فازی (TDIABC-ANFIS)

این مرحله همانند هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت میانه زمانگرا (TDIABC) عمل می‌شود با این تفاوت که رابطه خطی بین هزینه‌ها و فعالیت‌ها از طرق زیر غیرخطی می‌شود:

طراحی‌های مختلف شبکه‌های عصبی (AN) با توابع محرک زیر:



شکل۲: انواع توابع محرک بکار رفته در تحقیق

طراحی مدل استنتاجی- فازی تطبیقی (FIS) با بکارگیری الگوریتم آموزشی هیبریدی جهت تعیین پارامترهای تابع عضویت سیستم‌های استنتاج فازی از نوع سوگنوی یک خروجی، آموزش پارامترهای تابع عضویت سیستم استنتاج فازی مجموعه مفروض داده‌های ورودی - خروجی، ترکیب

-

روش‌های حداقل (کمینه) مربعات و شیب نزولی انتشار برگشتی و الگوهای مختلف با توابع عضویت Gauss و Gauss2، تعداد تابع عضویت (۲، ۳ و ۴) و ۱۰۰ تکرار (Epoach=100).

- **مقایسه نتایج روش‌ها در تخصیص هزینه به فعالیت‌ها**

در این مرحله بر اساس میانگین قدر مطلق خطا (MAD)[۲۰] که فرمول آن در ذیل ارائه شده است، سطح دقت نتایج روش‌های فوق اندازه‌گیری می‌شود.

$$MAD = \frac{\sum|X_i - \bar{X}|}{n} \quad (۱۵)$$

۴- نتایج و بحث

همانطور که در بخش روش‌شناسی تحقیق اشاره شد، با استفاده از سیستم حسابداری، فلوچارت فرایند عملیاتی، مصاحبه با کارشناسان ذیربط و بررسی‌های محقق، منابع هزینه و فعالیت‌های شرکت گاز استان هرمزگان شناسایی شد. سپس ماتریس وابستگی هزینه- فعالیت تشکیل شد. جدول ۲ منابع هزینه، فعالیت‌ها و ماتریس وابستگی هزینه- فعالیت شرکت گاز استان هرمزگان را نشان می‌دهد. پس از شناسایی منابع هزینه، فعالیت‌ها و ماتریس وابستگی هزینه- فعالیت در شرکت گاز استان هرمزگان، هزینه‌ها بر حسب هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت (ABC) تخصیص داده شد. جدول ۳ نتایج تخصیص هزینه‌های شرکت گاز استان هرمزگان را بر اساس روش ABC نشان می‌دهد.

سپس براساس مدل‌های ارائه شده در بخش روش‌شناسی تحقیق، تخصیص هزینه‌ها بر حسب هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت (ABC)، هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت میانه (IABC)، هزینه‌یابی بر مبانی فعالیت میانه زمان‌گرا (TDIABC) و روش تلفیقی TDIABC-ANFIS با ترکیب‌های متفاوت نوع تابع عضویت (Gauss و Gauss2)، تعداد تابع عضویت (۲، ۳ و ۴) و نوع تابع فعال‌سازی (Pureline، Logsig و Transig) محاسبه و مقایسه شد که نتایج آن در جدول ۵ ارائه شده است:

جدول۲: منابع هزینه، فعالیت‌ها و ماتریس وابستگی هزینه- فعالیت شرکت گاز استان هرمزگان

هزینه / فعالیت	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6	R_7	R_8	R_9	R_{10}	R_{11}	R_{12}
A_1	❋	❋	❋	❋	❋	---	❋	❋	❋	❋	❋	❋
A_2	❋	❋	❋	❋	❋	❋	❋	❋	❋	❋	❋	❋
A_3	❋	❋	❋	❋	❋	❋	❋	❋	❋	❋	❋	❋
A_4	❋	❋	❋	❋	❋	❋	❋	❋	❋	❋	❋	❋
A_5	❋	❋	❋	❋	❋	---	❋	❋	---	---	❋	---
A_6	❋	❋	❋	❋	❋	---	---	❋	---	---	---	---
A_7	❋	❋	❋	❋	---	---	---	❋	---	---	---	---
A_8	❋	❋	❋	❋	---	---	---	❋	---	---	---	---

مأخذ: یافته‌های تحقیق- ❋ بیانگر بیانگر آن است که فعالیت i منجر به ایجاد هزینه در منبع j گردیده است.

جدول۳: نرخ‌های تسهیم شرکت گاز استان هرمزگان

هزینه / فعالیت	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6	R_7	R_8	R_9	R_{10}	R_{11}	R_{12}
A_1	۰,۰۳	۰,۱۲	۰,۰۱	۰,۰۸	۰,۰۴	–	۰,۱۵	۰,۰۸	۰,۰۲	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۳۳
A_2	۰,۱۷	۰,۱۶	۰,۰۴	۰,۴۲	۰,۱۶	۰,۰۴	۰,۳۲	۰,۲۱	۰,۰۲	۰,۳۳	۰,۱۶	۰,۱۷
A_3	۰,۶۷	۰,۶۰	۰,۸۵	۰,۳۸	۰,۵۸	۰,۹۳	۰,۱۱	۰,۱۹	۰,۹۳	۰,۶۳	۰,۳۴	۰,۴۶
A_4	۰,۰۸	۰,۰۷	۰,۰۵	۰,۰۷	۰,۰۸	۰,۰۴	۰,۲۷	۰,۱۱	۰,۰۲	۰,۰۳	۰,۴۸	۰,۰۳
A_5	۰,۰۴	۰,۰۳	۰,۰۱	۰,۰۲	۰,۱۰	–	۰,۱۵	۰,۲۰	–	–	۰,۰۲	–
A_6	۰,۰۱	۰,۰۲	۰,۰۰	۰,۰۲	۰,۰۴	–	–	۰,۱۸	۰,۰۰	–	–	–
A_7	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۰	–	–	–	۰,۰۰	–	–	–	–
A_8	۰,۰۰	۰,۰۰	۰,۰۴	۰,۰۲	–	–	–	۰,۰۲	–	–	–	–
جمع	۴۰،۱۳۲	۶،۲۲۸	۷،۲۳۶	۶۳،۹۹۵	۴،۳۶۸	۳۸۳	۱،۴۴۰	۴،۶۹۳	۴۴	۲،۱۴۵	۱۸۰	۶۳
زمان (ساعت)	۱۹۷،۵۸۴	۱۹۷،۵۸۴	–	۱،۰۱۴،۰۱۶	۴۹،۰۷۹	۶،۶۱۹	۱،۰۱۴،۰۱۶	–	–	۱،۳۹۵،۶۰۰	۱،۷۷۸،۲۸۰	–

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول۴: تخصیص هزینه‌های شرکت گاز استان هرمزگان بر اساس مدل‌های ABC، IABC، TDIABC و ساختارهای مختلف مدل تلفیقی TDIABC-ANFIS (میلیون ریال)

ردیف	فعالیت / مدل- ساختار	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	جمع – (میانگین MAD)
۱	ABC	۷،۶۹۴	۳۷،۶۸۳	۶۶،۴۷۸	۹،۹۰۱	۴،۶۸۵	۲،۶۴۸	۶۸	۱۷۵	۱۳۰،۹۰۷
۲	IABC	۹،۵۱۸ (۰,۲۴)	۲۳،۹۳۰ (۰,۳۶)	۷۲،۸۲۸ (۰,۱۰)	۱۴،۴۸۵ (۰,۴۶)	۶،۱۸۲ (۰,۳۲)	۳،۰۲۶ (۰,۱۴)	۵۱ (۰,۲۵)	۸۸۸ (۴,۰۷)	۱۳۰،۹۰۷ (۰,۷۴)
۳	TDIABC	۸،۹۸۶ (۰,۱۷)	۴۹،۴۲۹ (۰,۳۱)	۵۰،۲۰۵ (۰,۲۴)	۱۰،۶۴۶ (۰,۰۷)	۶،۸۴۵ (۰,۴۶)	۴،۲۶۳ (۰,۶۱)	۱۴۷ (۱,۱۷)	۳۸۶ (۱,۲۰)	۱۳۰،۹۰۷ (۰,۵۳)
۴	TDIABC-ANFIS (Gauss-2- Pureline)	۹،۴۹۴ (۰,۲۳)	۵۴،۱۲۵ (۰,۴۴)	۴۴،۱۲۶ (۰,۳۴)	۹،۵۱۱ (۰,۰۴)	۸،۶۸۴ ۰,۸۵)	۴،۵۶۵ (۰,۷۲)	۱۱۳ (۰,۶۶)	۲۸۹ (۰,۶۵)	۱۳۰،۹۰۷ (۰,۴۹)
۵	TDIABC-ANFIS (Gauss-3- Pureline)	۸،۵۶۷ (۰,۱۱)	۴۹،۳۰۰ (۰,۳۱)	۵۱،۷۴۲ (۰,۲۲)	۱۰،۹۸۵ (۰,۱۱)	۶،۳۳۰ ۰,۳۵)	۳،۶۷۲ (۰,۳۹)	۹۱ (۰,۳۴)	۲۱۸ (۰,۲۵)	۱۳۰،۹۰۷ (۰,۲۶)
۶	TDIABC-ANFIS (Gauss-4- Pureline)	۸،۹۷۴ (۰,۱۷)	۴۹،۷۹۳ (۰,۳۲)	۵۱،۹۲۳ (۰,۲۲)	۹،۵۷۱ (۰,۰۳)	۶،۴۱۷ ۰,۳۷)	۳،۹۰۵ (۰,۴۷)	۹۴ (۰,۳۹)	۲۳۰ (۰,۳۱)	۱۳۰،۹۰۷ (۰,۲۹)
۷	TDIABC-ANFIS (Gauss2-2- Pureline)	۹،۰۷۶ (۰,۱۸)	۴۹،۱۹۲ (۰,۳۱)	۵۲،۷۰۷ (۰,۲۱)	۹،۶۶۷ (۰,۰۲)	۶،۲۰۳ (۰,۳۲)	۳،۷۶۷ (۰,۴۲)	۹۱ (۰,۳۴)	۲۰۵ (۰,۱۷)	۱۳۰،۹۰۷ (۰,۲۵)
۸	TDIABC-ANFIS (Gauss2-3- Pureline)	۹،۴۵۶ (۰,۲۳)	۴۹،۲۵۸ (۰,۳۱)	۵۱،۵۱۵ (۰,۲۳)	۱۰،۷۳۲ (۰,۰۸)	۵،۲۱۸ (۰,۱۱)	۴،۴۳۰ (۰,۶۷)	۹۶ (۰,۴۱)	۲۰۲ (۰,۱۶)	۱۳۰،۹۰۷ (۰,۲۸)
۹	TDIABC-ANFIS (Gauss2-4- Pureline)	۹،۲۵۶ (۰,۲۰)	۴۹،۴۶۳ (۰,۳۱)	۵۱،۸۶۸ (۰,۲۲)	۱۰،۵۵۱ (۰,۰۷)	۶،۲۱۷ (۰,۳۳)	۳،۲۲۰ (۰,۲۲)	۱۰۲ (۰,۵۰)	۲۳۰ (۰,۳۱)	۱۳۰،۹۰۷ (۰,۲۷)
۱۰	TDIABC-ANFIS (Gauss-2- Logsig)	۸،۸۰۰ (۰,۱۴)	۴۹،۵۷۱ (۰,۳۲)	۵۲،۰۵۴ (۰,۲۲)	۱۰،۰۲۵ (۰,۰۱)	۶،۴۰۰ (۰,۳۷)	۳،۷۰۴ (۰,۴۰)	۸۵ (۰,۲۵)	۲۶۹ (۰,۵۴)	۱۳۰،۹۰۷ (۰,۲۸)
۱۱	TDIABC-ANFIS (Gauss-3- Logsig)	۹،۰۶۱ (۰,۱۸)	۴۹،۷۴۴ (۰,۳۲)	۵۱،۲۶۵ (۰,۲۳)	۱۰،۷۸۸ (۰,۰۹)	۶،۰۹۰ (۰,۳۰)	۳،۶۵۴ (۰,۳۸)	۹۱ (۰,۳۴)	۲۱۳ (۰,۲۲)	۱۳۰،۹۰۷ (۰,۲۶)
۱۲	TDIABC-ANFIS (Gauss-4- Logsig)	۸،۹۷۶ (۰,۱۷)	۵۰،۰۰۴ (۰,۳۳)	۵۰،۷۸۹ (۰,۲۴)	۱۰،۹۳۸ (۰,۱۰)	۶،۰۸۰ (۰,۳۰)	۳،۷۲۱ (۰,۴۱)	۱۱۲ (۰,۶۴)	۲۸۹ (۰,۶۵)	۱۳۰،۹۰۷ (۰,۳۵)
۱۳	TDIABC-ANFIS (Gauss2-2- Logsig)	۹،۰۲۰ (۰,۱۷)	۴۹،۸۹۶ (۰,۳۲)	۵۱،۶۳۴ (۰,۲۲)	۹،۷۴۹ (۰,۰۲)	۶،۱۷۱ (۰,۳۲)	۳،۸۸۰ (۰,۴۷)	۱۵۸ (۱,۳۲)	۴۰۰ (۱,۲۹)	۱۳۰،۹۰۷ (۰,۵۱)
۱۴	TDIABC-ANFIS (Gauss2-3- Logsig)	۸،۹۳۴ (۰,۱۶)	۵۰،۰۳۲ (۰,۳۳)	۵۰،۷۵۲ (۰,۲۴)	۱۰،۷۹۵ (۰,۰۹)	۵،۴۷۲ (۰,۱۷)	۴،۴۲۳ (۰,۶۷)	۱۶۷ (۱,۴۵)	۳۳۳ (۰,۹۰)	۱۳۰،۹۰۷ (۰,۵۰)
۱۵	TDIABC-ANFIS (Gauss2-4- Logsig)	۸،۹۹۵ (۰,۱۷)	۴۹،۵۴۵ (۰,۳۱)	۵۱،۶۷۴ (۰,۲۲)	۹،۸۳۴ (۰,۰۱)	۶،۰۸۶ (۰,۳۰)	۴،۳۱۴ (۰,۶۳)	۱۲۹ (۰,۸۹)	۳۳۰ (۰,۸۹)	۱۳۰،۹۰۷ (۰,۴۳)
۱۶	TDIABC-ANFIS (Gauss-2- Transig)	۸،۹۴۷ (۰,۱۶)	۴۹،۲۷۴ (۰,۳۱)	۵۲،۴۸۴ (۰,۲۱)	۹،۶۱۶ (۰,۰۳)	۵،۸۲۵ (۰,۲۴)	۴،۳۱۴ (۰,۶۳)	۱۲۵ (۰,۸۵)	۳۲۱ (۰,۸۴)	۱۳۰،۹۰۷ (۰,۴۱)
۱۷	TDIABC-ANFIS (Gauss-3- Transig)	۹،۲۹۸ (۰,۲۱)	۴۸،۸۲۶ (۰,۳۰)	۵۱،۸۶۸ (۰,۲۲)	۱۰،۷۴۷ (۰,۰۹)	۶،۱۷۷ (۰,۳۲)	۳،۷۹۹ (۰,۴۳)	۵۷ (۰,۱۷)	۱۳۵ (۰,۲۳)	۱۳۰،۹۰۷ (۰,۲۴)
۱۸	TDIABC-ANFIS (Gauss-4- Transig)	۹،۰۶۱ (۰,۱۸)	۴۹،۸۶۲ (۰,۳۲)	۴۹،۱۴۶ (۰,۲۶)	۱۰،۸۷۰ (۰,۱۰)	۶،۹۴۱ (۰,۴۸)	۴،۵۵۴ (۰,۷۲)	۱۴۷ (۱,۱۶)	۳۲۶ (۰,۸۷)	۱۳۰،۹۰۷ (۰,۵۱)
۱۹	TDIABC-ANFIS (Gauss2-2- Transig)	۸،۹۷۸ (۰,۱۷)	۵۰،۴۰۸ (۰,۳۴)	۴۹،۱۴۶ (۰,۲۶)	۱۰،۷۶۶ (۰,۰۹)	۶،۷۶۳ (۰,۴۴)	۴،۳۵۲ (۰,۶۴)	۱۳۶ (۱,۰۰)	۳۵۸ (۱,۰۴)	۱۳۰،۹۰۷ (۰,۵۰)
۲۰	TDIABC-ANFIS (Gauss2-3- Transig)	۹،۱۷۳ (۰,۱۹)	۵۰،۴۵۱ (۰,۳۴)	۵۱،۶۲۵ (۰,۲۲)	۹،۷۱۴ (۰,۰۲)	۵،۳۱۳ (۰,۱۳)	۴،۱۵۵ (۰,۵۷)	۱۱۳ (۰,۶۶)	۳۶۲ (۱,۰۷)	۱۳۰،۹۰۷ (۰,۴۰)
۲۱	TDIABC-ANFIS (Gauss2-4- Transig)	۹،۳۶۶ (۰,۲۲)	۴۹،۳۶۹ (۰,۳۱)	۵۲،۳۶۸ (۰,۲۱)	۱۰،۸۷۳ (۰,۱۰)	۴،۴۶۹ (۰,۰۵)	۳،۸۸۰ (۰,۴۷)	۱۵۷ (۱,۳۰)	۴۲۵ (۱,۴۳)	۱۳۰،۹۰۷ (۰,۵۱)

مأخذ: یافته‌های تحقیق- اعداد داخل پرانتز بیانگر قدر مطلق خطا (MAD) می‌باشند.

در ستون دوم جدول فوق، بعد از مدل‌های ABC، IABC و TDIABC، معماری ساختارهای طراحی شده برای مدل تلفیقی TDIABC-ANFIS به‌گونه‌ای می‌باشد که گزاره‌های آن به ترتیب از سمت چپ بیانگر نوع تابع عضویت، تعداد تابع عضویت و نوع تابع فعال‌سازی می‌باشد. همانطور که یافته‌های فوق نشان می‌دهد، حداقل و حداکثر مقدار میانگین قدر مطلق خطا (MAD) برای مجموع فعالیت‌های (A_1 تا A_8) شرکت گاز استان هرمزگان (ستون آخر) در تمامی ساختارهای طراحی شده روش TDIABC-ANFIS، به ترتیب معادل ۰/۲۴۵ (مربوط به ساختار Gauss-3-Transig در ردیف ۱۷) و ۰/۵۱۵ (مربوط به ساختار Logsig -Gauss2-2 در ردیف ۱۳) بوده که کمتر از میانگین قدر مطلق خطا (MAD) در روش‌های IABC (۰/۷۴) و TDIABC (۰/۵۳) می‌باشد. لذا می‌توان نتیجه‌گیری کرد که یافته‌های حاصل از هزینه‌یابی بر حسب روش تلفیقی TDIABC-ANFIS خطای کمتری در مقایسه با نتایج روش‌های ABC، IABC و TDIABC داشته و لذا از دقت بیشتری برخوردار می‌باشد. لذا در میان روش‌های مورد بررسی (ABC، IABC، TDIABC و TDIABC-ANFIS)، بهترین روش جهت تخصیص هزینه‌های شرکت گاز استان هرمزگان، روش تلفیقی TDIABC-ANFIS می‌باشد. زیرا همانطور که پیشتر گفته شد، این روش علاوه بر در نظر گرفتن زمان، بر خلاف سایر روش‌های مورد بررسی، رابطه بین هزینه و فعالیت‌ها را بصورت غیرخطی و همچنین بصورت فازی در نظر می‌گیرد. در نهایت، یافته‌ها نشان داد که بهترین ساختار در میان ساختارهای طراحی شده جهت تخصیص هزینه‌های شرکت گاز استان هرمزگان، روش تلفیقی TDIABC-ANFIS، ساختاری با تابع عضویت Gauss، تعداد تابع عضویت ۳ و نوع تابع فعال‌سازی Transig (Gauss-3-Transig) می‌باشد.

۵- جمع‌بندی و پیشنهادات

اجرای مدل هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت سنتی (ABC)، به دلیل داشتن هزینه‌های زیاد مصاحبه با اشخاص، استفاده از روش‌های ذهنی و هزینه‌زا برای تأیید اعتبار تخصیص‌های زمانی، مشکلات نگهداری و به روزرسانی در مواقع تغییر مصرف منابع و فرآیندها، افزوده شدن فعالیت‌های جدید، تنوع و پیچیدگی در سفارشات اشخاص و مشتریان، برای بسیاری از شرکت‌ها مشکل می‌باشد. راه حل مشکلات این مدل، توسعه رویکرد جدیدی به نام هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت زمان‌گرا (TDABC) یا هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت میانه زمان‌گرا (TDIABC) بود. لیکن در هر دو روش مذکور، فرض می‌شود که بین هزینه و فعالیت یک رابطه خطی وجود دارد، که تابع هزینه در عمل، همیشه خطی نیست.

برای حل مشکل اخیر نیز، برخی از پژوهش‌گران از مدل‌های هوش مصنوعی و برخی دیگر از روش‌های فازی استفاده کردند. بی‌تردید همزمان تلفیق مدل‌های هوش مصنوعی و فازی مانند مدل استنتاجی- تطبیقی- عصبی فازی (ANFIS) از دقت بیشتری جهت هزینه‌یابی، برخوردار خواهد بود. لذا در این پژوهش برای نخستین بار به تبیین الگوی نوین TDIABC با استفاده از مدل استنتاجی- تطبیقی- عصبی- فازی (ANFIS) و مطالعه موردی شرکت گاز استان هرمزگان پرداخته شد. برای این منظور، ابتدا منابع و فعالیت‌های موضوع هزینه در شرکت گاز استان هرمزگان شناسایی شد. سپس ارتباط اقلام هزینه با فعالیت‌ها در ماتریس وابستگی هزینه – فعالیت تعیین شد. پس از آن، نرخ‌های تسهیم در ماتریس وابستگی هزینه- فعالیت جایگزین شده و هزینه فعالیت‌ها بر اساس روش ABC، IABC، TDIABC و TDIABC-ANFIS محاسبه شد. در نهایت، نتایج هزینه‌یابی بر اساس روش‌های اشاره شده با روش میانگین قدر مطلق خطا (MAD) با روش ABC مقایسه شد. نتایج نشان داد که میانگین قدر مطلق خطا در روش IABC معادل ۰/۷۴ و میانگین قدر مطلق خطا در روش TDIABC معادل ۰/۵۳ می‌باشد. در نتیجه نتایج حاصل از تخصیص هزینه‌ها بر حسب روش TDIABC خطای کمتری در مقایسه با نتایج روش‌های ABC و IABC داشته و از دقت بیشتری برخوردار می‌باشد. همچنین، میانگین قدر مطلق خطا در ساختارها طراحی شده روش TDIABC-ANFIS در بازه (۰/۵۱۵، ۰/۲۴۵) قرار داشته که کمتر از میانگین قدر مطلق خطا در روش TDIABC (۰/۵۳) می‌باشد. در نتیجه نتایج حاصل از هزینه‌یابی بر حسب روش TDIABC-ANFIS خطای کمتری در مقایسه با نتایج روش‌های ABC، IABC و TDIABC داشته و از دقت بیشتری برخوردار می‌باشد. همچنین، در میان ساختارهای مختلف طراحی شده روش TDIABC-ANFIS، ساختار Gauss-3- Transig دارای کمترین خطا (۰/۲۴۵) می‌باشد. در نهایت، از آنجاکه نتایج تحقیق نشان داد که در میان مدل‌های هزینه‌یابی مبتنی بر فعالیت سنتی (ABC)، هزینه‌یابی مبتنی بر فعالیت میانه (IABC)، هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت میانه زمان‌گرا (TDIABC) و هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت زمان‌گرای میانه عصبی- فازی (ANFIS-TDIABC)، مدل TDIABC-ANFIS به دلیل غیرخطی و فازی کردن رابطه بین هزینه‌ها و فعالیت‌ها، از دقت بیشتری برخوردار می‌باشد، به مسئولان حوزه مالی و بویژه حسابداری بهای تمام شده شرکت‌ها پیشنهاد می‌شود به منظور افزایش دقت هزینه‌یابی، از

الگوی نوین TDIABC-ANFIS استفاده کنند. همچنین به مسئولان حوزه مالی شرکت گاز استان هرمزگان پیشنهاد می‌شود به منظور هزینه‌یابی از ساختار Gauss-3- Transig که از کمترین خطا در میان ساختارهای مختلف مدل تلفیقی TDIABC-ANFIS برخوردار می‌باشد، استفاده کنند. همچنین، پیشنهادات ذیل به محققان آتی ارائه می‌شود:

۱) طراحی الگوی TDABC-ANFIS در سایر شرکت‌های تولیدی، شرکت‌های خدماتی، بانک‌ها، بیمارستان‌ها، مراکز آموزشی و ...

۲) استفاده از سایر روش‌های غیرفازی ساز همچون روش میانگین وزنی، مرکز مجموع و غیره و مقایسه نتایج با پژوهش حاضر.

۳) بکارگیری تکنیک‌های الگوریتم ژنتیک، الگوریتم مورچه‌ها و سایر تکنیک‌های نوین به همراه هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت و مقایسه نتایج با پژوهش حاضر.

۴) استفاده از سایر روش‌های مجموعه فازی مانند فازی ذوزنقه‌ای، فازی زنگی شکل و غیره و مقایسه نتایج با پژوهش حاضر.

فهرست منابع

* اسماعیل‌زاده مقری، علی. کردلوئی، حمیدرضا. نوری، مریم. (۱۳۹۴)، بررسی به کارگیری هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت زمان‌گرا (TDABC) در بانک سینا، مدیریت کسب و کار، ۷(۲۷): ۹۹-۸۱.
* آرامش، مسعود. معین الدین، محمود. دهقان دهنوی، حسن. (۱۳۹۷)، انتخاب محرک‌های هزینه در هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت با تکنیک ترکیبی دلفی فازی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی، مدیریت منابع در نیروی انتظامی، ۶(۳): ۲۶۸-۲۴۷.
* آذر، عادل. خدیور، آمنه. (۱۳۹۱)، ارائه یک الگوی شبکه عصبی برای تخمین روابط هزینه - فعالیت در بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد، برنامه‌ریزی و بودجه، ۱۷(۲): ۳۸-۷.
* بکتاش، فروزان. آذربایجانی، کریم. کیانی، غلامحسین. دائی کریم‌زاده، سعید. (۱۳۹۹)، محاسبه بهای تمام شده آب کشاورزی در شبکه‌های آبیاری با رویکرد هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت (ABC) (مطالعه موردی شبکه آبیاری دز ناحیه شمال خوزستان)، اقتصاد و توسعه کشاورزی، ۳۴(۱): ۱۱۱-۹۷.
* جبارزاده، سعید. مرادی، بابک. (۱۳۹۳)، هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت زمان‌گرا در مؤسسات آموزش عالی (مطالعه موردی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارومیه)، پژوهش‌های مدیریت و حسابداری، ۹: ۳۰-۱۶.
* رگ‌جان، عادل. میرگوشه، نجم‌الدین. (۱۳۹۱)، ارزیابی بکارگیری سیستم هزینه یابی بر مبنای فعالیت زمان‌گرا TDABCو مقایسه با روش سنتی (مطالعه موردی شرکت تولید دنا صنعت یاسوج)، اولین همایش ملی بررسی راهکارهای ارتقاء مباحث مدیریت، حسابداری و مهندسی صنابع در سازمان‌ها، گچساران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گچساران.
* رهنمای رودپشتی، فریدون. قرشی، داود. فارسی، عباس. نوروزی، محمد. (۱۳۹۷)، هزینه یابی مبتنی بر فعالیت زمان گرا (TDABC) در صنعت بانکداری (مطالعه موردی بانک کشاورزی)، دانش حسابداری و حسابرسی مدیریت، ۷(۲): ۳۷-۲۹.
* طالب‌نیا، قدرت الله. عابدینی، بیژن. حیدری زاده، علی. (۱۳۹۶)، بررسی تأثیر استقرار سامانه هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت (ABC) در شرکت پالایش گاز سرخون و قشم بر بهای تمام شده محصولات سال‌های ۱۳۸۸ الی ۱۳۹۰، فصلنامه پژوهش‌های جدید در مدیریت و حسابداری، ۳(۲۵): ۸۶-۵۵.
* نمازی، محمد. زارع، ماندانا. (۱۳۹۶)، طراحی سیستم هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت زمان‌گرا با رویکرد فازی (مطالعه موردی شرکت لعاب یاس فارس)، حسابداری مدیریت، ۱۰(۳۳): ۳۱-۱۳.
* نمازی، محمد. ناظمی، امین. (۱۳۹۰)، ارزیابی تطبیقی سودمندی اطلاعات سیستم هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت با هزینه‌یابی سنتی در بانکداری الکترونیک، بررسی‌های حسابداری و حسابرسی، ۱۹(۶۹): ۱۳۸-۱۱۹.
* Abraham, A. (2005). Artificial neural networks. Handbook of Measuring System Design.
* Adeoti, A. A. Valverde, R. (2014). "Time Driven Activity Based Costing for the Improvement of IT Service Operations". International Journal of Business and Management. Vol.9.No.1 PP: 109-127.
* Ardiansyah, G. B. Tjahjadi, B. & Soewarno, N. (2017). Measuring customer profitability through time-driven activity-based costing: a case study at hotel x Jogjakarta. In SHS Web of Conferences (Vol. 34, p. 08004). EDP Sciences.
* Ganorkar, A. B. Lakhe R. R. Agrawal K. N. (2018). Implementation of TDABC in SME: A Case Study, Journal of Corporate Accounting & Finance, 29(2): 87-113.
* Gregorio J., Russo G., and Lapao LV. (2016). "Pharmaceutical services cost analysis using time-drinen activity-based costing: A contribution to improve community pharmacies management",

Research in Social and Administrative Pharmacy 3(12): 475-485.

* Kaplan S. Robert, Anderson R. Steven, (2007), Time-Driven Activity-Based Costing, A Simpler and More Powerful Path to Higher Profits, Harvard Business School Press, Boston, Massachusetts.
* Mandigo, M. O'Neill, K. Mistry, B. Mundy, B. Millien, C. Nazaire, Y. & Lucien, F. (2015). A time-driven activity-based costing model to improve health-care resource use in Mirebalais, Haiti. The Lancet, 385, S22.
* Teresa, L. (2009), Simplifying Activity-based Costing, Submitted to the Faculty of the Graduate College of the Oklahoma State University in partial fulfillment of the requirements for the Degree of doctor of philosophy.
* Vedernikova, O. Siguenza-Guzman, L. Pesantez, J. Arcentales-Carrion, R. (2020), Time-Driven Activity-Based Costing in the Assembly Industry, Australasian Accounting, Business and Finance Journal, 14(4), 2020, 3-23.

یادداشت‌ها

[1]. Activity based costing
[2]. Time driven activity based costing
[3]. Ganorkar et al, 2018
[4]. Steven C. Anderson
[5]. Akron
[6]. Transaction activity based costing
[7]. Kaplan
[8]. Ardiansyah et al, 2017
[9]. Artificial Neural Networks
[10]. Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System
[11]. Time driven intermediate activity based costing
[12]. Kaplan and Anderson, 2007
[13]. Mandigo et al, 2015
[14]. Adeoti and Valverde, 2014
[15]. Hassoun, 2019
[16]. Vedernikova et al, 2020
[17]. Adaptive Error Backpropagation Learning Algorithm
[18].Takagi-Sugeno-kang
[19]. Abraham, 2005
[20]. Mean Absolute Deviation