



تدوین مدلی برای ارزیابی عملکرد مالی دانشگاه با مقایسه روش‌های

ANFIS-PSO و ANFIS-GA، ANFIS

رضا عبدالله زاده^۱ تاریخ دریافت مقاله: ۹۹/۰۳/۰۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۹/۰۴/۳۰
فرزین مدرس خیابانی^۲
سلیمان ایرانزاده^۳

چکیده

در طی دهه‌های گذشته، تعداد دانشگاه‌ها از نظر کمی رشد زیادی کرده‌اند، ولی بسیاری از آنها از نظر منابع مالی در محدودیت قرار دارند. در این بین ارزیابی عملکرد مالی می‌تواند مدیران دانشگاه‌ها را از طریق شناخت وضعیت مالی، در تصمیم‌گیری مناسب پشتیبانی نماید. بر همین اساس هدف این تحقیق تدوین مدلی برای ارزیابی عملکرد مالی دانشگاه بوده است. این تحقیق از نظر هدف تحقیق کاربردی- توسعه‌ای و از نظر روش انجام پژوهش توصیفی بوده که به صورت مقطعی انجام شده است. جامعه آماری این تحقیق کلیه واحدهای دانشگاه آزاد اسلامی در سراسر کشور بوده است. حجم نمونه آماری بر اساس جدول مورگان ۲۱۴ واحد دانشگاه آزاد اسلامی انتخاب شده است. برای گردآوری داده‌ها از پرسشنامه روش دلفی و اسناد و مدارک موجود دانشگاه استفاده شده است. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های تحقیق از روش‌های دلفی و سیستم عصبی- فازی تطبیقی (ANFIS)، سیستم عصبی- فازی تطبیقی ترکیب شده با الگوریتم ژنتیک (ANFIS-GA) و سیستم عصبی- فازی تطبیقی ترکیب شده با الگوریتم ازدحام ذرات (ANFIS-PSO) استفاده شده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که در بین سیستم‌های طراحی شده، سیستم عصبی- فازی تطبیقی ترکیب شده با الگوریتم ازدحام ذرات قادر است با کمترین میزان خطا، عملکرد مالی دانشگاه را ارزیابی نماید.

کلمات کلیدی

عملکرد مالی، ANFIS، ANFIS-GA، ANFIS-PSO، IAU

- ۱- گروه مدیریت، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران r_abdollahzade59@yahoo.com
۲- گروه ریاضی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران (نویسنده مسئول) f.modarres@iaut.ac.ir
۳- گروه مدیریت، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران iran zadeeh@iaut.ir

دانشگاه‌ها به عنوان عوامل اصلی پیشرفت اقتصادی و اجتماعی شناخته می‌شوند. نقش فعلی آنها، تعامل با صنعت و جامعه را به مأموریت‌های سنتی آنها مانند آموزش (انتقال دانش) و تحقیق (تولید دانش) افزوده است (Kapetaniou & Lee, 2017; Vorley & Nelles, 2008). در دهه های اخیر، دانشگاه‌ها دستخوش تغییر اساسی شده اند. در اواخر دهه ۱۹۹۰، از کویتز^۱ (۱۹۹۸) و کلارک^۲ (۱۹۹۸) ظهور نسل دانشگاه کارآفرین را مفهوم سازی نمودند که هدف آن ایجاد، انتقال و بهره برداری از دانش برای اهداف سازمانی بود. ظهور نسل سوم دانشگاه‌ها، سهم آنها در رشد اقتصادی و پیشرفت اجتماعی را افزایش داده و نقشهای سنتی تدریس و پژوهش را با تغییرات اساسی مواجه نمود. این تحولات باعث افزایش تعداد کارکردهایی است که از دانشگاهها انتظار می‌رود. امروزه از دانشگاهها انتظار می‌رود تا به شرکتها در بهبود ظرفیتهای نوآورانه آنها کمک کرده و راه‌حلهایی برای انواع مشکلات اجتماعی ارائه دهند (Bonaccorsi and Daraio, 2008; Laredo, 2007). نقش دانشگاهها در اقتصاد دانش بنیان را می‌توان با استفاده از مدل مارپیچ سه گانه تجزیه و تحلیل کرد. این چارچوب تحلیلی، که بر نقش اساسی تعامل بین دانشگاهها و سایر بازیگران تأکید دارد، می‌تواند نقش دانشگاهها در فرایند نوآوری را مفهوم سازی کند (Hadjimanolis & Dickson, 2001; Meyer, 2008; Sengenberger, 1993). مدل مارپیچ سه گانه نشان می‌دهد که دانشگاهها از اهمیت زیادی در فرایند توسعه جوامع برخوردارند. هازلکورن^۳ (۲۰۱۳) و برنگال-میرابنت و همکاران^۴ (۲۰۱۵) اعتقاد دارند که آموزش عالی از مهمترین عوامل رشد و رقابت پذیری در جوامع امروزی است که منبع مهم دانش و نوآوری برای اقتصاد کشورها محسوب می‌گردد.

اصلاحات در بخش‌های مختلف به شدت تحت تأثیر معرفی شیوه‌های جدید مدیریت، حسابداری و سیستم‌های ارزیابی عملکرد قرار گرفته است. همانطور که در بسیاری از مطالعات نیز توضیح داده شده (Pilonato & Monfardini, 2020)، این تصور که سیستم‌های ارزیابی عملکرد می‌توانند کیفیت خدمات را همراه با کاهش هزینه‌ها بهبود بخشند، باعث شده تا بسیاری از کشورهای عضو OECD تلاش‌های خود در جهت اصلاح خدمات عمومی را بر استفاده از شیوه‌های جدید مدیریتی و سیستم‌های ارزیابی عملکرد قرار دهند (Arnaboldi & Palermo, 2011; Pipan & Czarniawska, 2010; Anessi Pessina et al., 2008). همین رویکرد در سیستم‌های آموزش عالی نیز به منظور بهبود کارایی آنها و معرفی اشکال جدید عقلانیت مدیریتی مورد استفاده قرار گرفته است (Arnaboldi et al., 2015; Pipan & Czarniawska, 2010; Panozzo, 2000). تصور می‌شود ارزیابی مؤسسات

تدوین مدلی برای ارزیابی عملکرد مالی دانشگاه با.../عبداله‌زاده، مدرس خیابانی و ایرازاده

دانشگاهی برای بهبود کیفیت آموزش و استفاده بهتر از منابع موجود مهم باشد. نمونه متداول این ارزیابی‌ها شامل رتبه‌بندی‌های دانشگاهی می‌شود؛ جایی که موسسات دانشگاهی بر اساس معیارهای مختلف ارزیابی می‌شوند. رتبه‌بندی دانشگاه‌های جهانی بر اساس عملکرد آموزشی و پژوهش انجام می‌گیرد که یک روال منطقی برای ارزیابی عملکرد دانشگاه‌ها محسوب می‌گردد. در طی سال‌های اخیر، رتبه‌بندی در آموزش عالی و طراحی سیاست‌مداری برجسته شده و تبدیل به ابزاری مهم برای دانشجویان و دانشگاهیانی که مایل به انتخاب در بین نهادهای دانشگاهی هستند، گردیده است. با این وجود، علیرغم کاربرد گسترده آنها، رتبه‌بندی‌ها اغلب شفافیت کامل در مورد نحوه ارزیابی و وزن آنها را ارزیابی نمی‌کنند. به عنوان یک نتیجه، علاقه به پیشرفت در نحوه ارزیابی‌های دانشگاهی وجود دارد (González-Garay et al., 2019; Marginson & Van Der Wende, 2007).

با این وجود در طی دهه‌های گذشته، تعداد دانشگاه‌ها (از جمله دانشکده‌ها) از نظر کمی رشد زیادی کرده‌اند، ولی بسیاری از آنها از نظر منابع مالی در محدودیت قرار دارند؛ در چنین شرایطی دانشگاه‌ها مجبورند برای تأمین منابع مالی، دستیابی به سود را به عنوان یکی از اهداف خود انتخاب کرده و اهداف اقتصادی دیگری را نیز برای دانشگاه‌ها تدوین نمایند. همه دانشگاه‌ها باید برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار و بقا، از اعمال مدیریت معمول خودداری کرده و آن را با استفاده از مفاهیم عملیات تجاری جایگزین کنند (Wu et al., 2011). بر همین اساس هم ارزیابی‌های مالی از اهمیت بیشتری برخوردار شده‌اند. به طور سنتی، یکی از اصلی‌ترین جنبه‌های عملکردی در سازمان‌ها، جنبه مالی آن‌ها بوده است. از آنجا که کسب سود، هدف اصلی بسیاری از سازمان‌ها قلمداد می‌شود، عملکرد مالی و اندازه‌گیری آن از اهمیت بسیار زیادی برخوردار بوده است. اغلب در مطالعات مربوط به عملکرد مالی بر تعیین روابط بین سنجه‌های مالی و تاثیر آنها روی عملکرد سازمان‌ها تاکید شده و در این راستا نیز بیشتر از مدل‌های آماری جهت نشان دادن میزان اثرگذاری هر یک از این سنجه‌ها بر روی عملکرد مالی بهره گرفته شده است (صفایی قادیکلایی و خلیلی، ۱۳۹۴). در سال‌های اخیر استفاده از سایر فنون در ارزیابی عملکرد و به خصوص عملکرد مالی سازمان‌ها بسیار افزایش یافته است. ولی با این حال استفاده از روش‌های هوش مصنوعی مبتنی بر الگوریتم‌های فراابتکاری، با وجود کاربرد عملی در بسیاری از حوزه‌ها، در ارزیابی مالی و به خصوص در دانشگاه‌ها مورد توجه قرار نگرفته است. یکی از روش‌های کاربردی در این حوزه سیستم استنتاج عصبی- فازی تطبیقی می‌باشد. ساختار استنتاج عصبی- فازی تطبیقی^۵ (ANFIS) یک ابزار قدرتمند جهت پیش‌بینی نتایج با استفاده از داده‌های ورودی و خروجی است. سیستم استنتاج عصبی- فازی تطبیقی که ترکیبی از منطق فازی و شبکه عصبی است، یک ابزار قدرتمند برای پردازش

محسوب می‌گردد (Jang, 1993). برخی از معایب شبکه عصبی مانند گیر کردن در نقطه بهینه محلی و سرعت کم در همگرایی بین نتایج باعث گردیده تا در سال‌های اخیر، برای بهبود پارامترهای سیستم عصبی - فازی تطبیقی از روش‌های ترکیبی استفاده گردد. بیشتر روش‌های استفاده شده در این حوزه در چارچوب الگوریتم‌های فراابتکاری قرار دارند. در واقع الگوریتم‌های فراابتکاری، یکی از انواع الگوریتم‌های بهینه‌سازی تقریبی هستند که دارای راهکارهای برون رفت از نقاط بهینه محلی هستند و قابلیت کاربرد در طیف گسترده‌ای از مسائل را دارند. بسیاری از الگوریتم‌های فراابتکاری بر گرفته از رفتار طبیعت بوده‌اند که به دنبال بهینه‌سازی مسئله و موضوع مورد نظر می‌باشند. بر همین اساس هدف این مقاله تدوین مدلی برای ارزیابی عملکرد مالی دانشگاه با مقایسه روش‌های ANFIS، ANFIS-GA و ANFIS-PSO می‌باشد.

ادبیات و پیشینه تحقیق

عملکرد

مفهوم عملکرد در همه جا استفاده می‌شود و در مورد همه چیز صدق می‌کند. فروشندگان خودرو، علاقه‌مندان به کامپیوتر، طرفداران ورزش، مصرف‌گرایان، افراد یا تیم‌های ممیزی، کارفرمایان، متخصصان منابع انسانی تحلیلگران تجاری، همگی جنبه‌های عملکرد هدف مورد نیاز و عملکرد واقعی ارائه شده را توصیف و مقایسه می‌کنند (Szigeti and Davis, 2005). سیژتی و دیویس (۲۰۰۵)، دویژگی کلیدی برای مفهوم عملکرد را تعیین کرده‌اند: (۱) استفاده از دو زبان: یکی برای تقاضای عملکرد و دیگری برای تأمین عملکرد؛ (۲) نیاز به اعتبار سنجی و تأیید نتایج در برابر اهداف عملکرد. از این منظر، مفهوم عملکرد ساده است. اما، در واقع، با توجه به مصرف‌کنندگان متعدد بالقوه از اثبات عملکرد با اهداف مختلف، عملکرد یک اصطلاح چندبعدی است که شامل معانی متنوعی می‌شود که این مفاهیم ارائه تعریف دقیق از عملکرد را بسیار دشوار می‌کنند.

تانگن^۶ (۲۰۰۵)، عقیده دارد که چنین چیزی به این امر بستگی دارد که ما عملکرد را از چه منظری بررسی می‌کنیم. در این رابطه، توماس^۷ (۲۰۰۶، ۱۹) توضیح می‌دهد: "... بخش عمده‌ای از این ادبیات حاکی از این امر است که عملکرد پدیده‌ای عینی است ... با این حال، در واقعیت، عملکرد، سازه‌ای اجتماعی است. عملکرد، پدیده‌ای چندوجهی و ذهنی است ... پذیرش ابهام، احتمال، تکثر و جنجال، در واقع نشانه‌هایی از سلامت سازمانی هستند، به عبارت دیگر، آن‌ها نشانه سردرگمی، عدم وضوح و عملکرد ضعیف ... نیستند". برای تعریف این امر، لایتینن^۸ (۲۰۰۲)، عملکرد را به‌عنوان توانایی یک شی برای ارائه نتایج در بعد تعیین‌شده از قبل در رابطه با هدف تعریف می‌کند. وی در ادامه، نتیجه‌گیری می‌کند که بر اساس این تعریف داشتن (۱) شیئی که عملکرد آن باید مورد ملاحظه قرار گیرد. (۲) بعدی که فرد به آن علاقه‌مند

تدوین مدلی برای ارزیابی عملکرد مالی دانشگاه با.../عبداله زاده، مدرس خیابانی و ایرنازاده

باشد و ۳) هدف تعیین شده برای نتیجه، امری ضروری است. حضور این سه عامل، تضمین می کند که عملکرد مطابق با تعریف اشاره شده در بالا وجود دارد. با این وجود، عملکرد، برای همیشه مفهومی بحث برانگیز و در حال تحول باقی خواهد ماند (Thomas, 2006)، دینتر و بوچر^۹ (۲۰۰۶) اظهار داشتند که عملکرد را می توان به عنوان کمک یک فرد یا گروه درون یا بیرون سازمانی برای دستیابی به اهداف سازمان درک کرد. در تعریف دیگری، کراوز^{۱۰} (۲۰۰۵)، عملکرد را به عنوان میزان دستیابی به اهداف سازمان یا بازده بالقوه کلیه ویژگی های مربوط به ذینفعان سازمان تعریف می کند. با این حال، دیدگاه ها و تعاریف مختلف، بیانگر جنبه های مختلف عملکرد هستند.

ارزیابی عملکرد دانشگاه ها

سازمان ها بایستی پیوسته بهبود عملکرد خود را مدنظر قرار داده و سیستم ارزیابی عملکرد مناسبی را برای شناسایی مشکلات و عارضه یابی داشته باشند. نظام ارزیابی عملکرد مناسب، می تواند شایستگی-ها را در جهت پیشرفت یک سازمان، به صورت مناسب بکارگیرد. ارزیابی عملکرد، در نظام های آموزش عالی یکی از عناصر اصلی محسوب میشود (قمی و همکاران، ۱۳۹۶). در سال های اخیر بیشتر رویکرد محققان در ارزیابی عملکرد دانشگاه ها و موسسات آموزش عالی مبتنی بر روش تحلیل پوششی داده ها بوده است. این روش به دلیل قابلیت استفاده از شاخص های چندگانه در ورودی ها و خروجی ها، به عنوان یک روش پر کاربرد در ارزیابی عملکرد و کارایی محسوب می شود (Kuah & Wong, 2011). در جدول (۱) بیشترین شاخص های بکار گرفته شده برای ارزیابی کارایی بر اساس روش تحلیل پوششی داده ها با مروری بر ادبیات تحقیق نشان داده شده است.

جدول ۱: شاخص های ارزیابی کارایی دانشگاه ها در تحقیقات منتخب

محقق	شاخص ارزیابی عملکرد
Tomkins and Green (1988)	تعداد کارکنان تمام وقت، هزینه های پرسنلی، هزینه های عملیاتی، سایر هزینه ها، تعداد کل دانشجویان دانشگاه، تعداد دانشجویان دکتری، درآمد کل، تعداد انتشارات
Beasley (1995)	درآمد پژوهشی، هزینه های عملیاتی، هزینه های پرسنلی، تعداد دانشجویان مقطع کارشناسی و کارشناسی ارشد، تعداد انتشارات
Abbott & Doucouliagos (2003)	تعداد کارکنان دانشگاهی، تعداد کارکنان غیر دانشگاهی، هزینه های عملیاتی، دارایی های ثابت، تعداد دانشجویان، تعداد فارغ التحصیلان کارشناسی و کارشناسی ارشد، تعداد پژوهش ها

تعداد اعضای هیئت علمی، تعداد دانشجویان مقطع کارشناسی و کارشناسی ارشد، مجموع هزینه‌ها، درآمدهای پژوهشی و مشاوره، تعداد فارغ‌التحصیلان کارشناسی و کارشناسی ارشد،	Flegg et al (2004)
هزینه‌های پرسنلی، سایر هزینه‌ها، تعداد دانشجویان، تعداد انتشارات نمایه شده	Warning (2004)
تعداد کارکنان دانشگاهی، تعداد کارکنان اداری، مجموع هزینه‌ها، تعداد دانشجویان، شهریه دانشجویان، تعداد دانشجویان مقطع کارشناسی ارشد	Kutlar&Kartal (2004)
هزینه‌های پرسنلی، سایر مخارج جاری، هزینه‌های سرمایه‌گذاری، تعداد اعضای هیئت علمی، تعداد دانشجویان مقطع کارشناسی و کارشناسی ارشد، تعداد دانشجویان مقطع دکتری تخصصی، تعداد انتشارات	Baysal et al. (2005)
مخارج بودجه عمومی، تعداد استاد تمام، تعداد دانشیار، تعداد استادیار، تعداد مربی، تعداد کارکنان اداری، تعداد انتشارات نمایه شده، درآمد دانشگاه، تعداد دانشجویان مقطع کارشناسی و کارشناسی ارشد، تعداد فارغ‌التحصیلان کارشناسی و کارشناسی ارشد،	Babacan et al.(2007)
مخارج بودجه عمومی، تعداد استاد تمام، تعداد دانشیار، تعداد استادیار، تعداد مربی، تعداد کارکنان اداری، تعداد انتشارات نمایه شده، درآمد دانشگاه، تعداد دانشجویان مقطع کارشناسی و کارشناسی ارشد، تعداد فارغ‌التحصیلان کارشناسی و کارشناسی ارشد،	Kutlar&Babacan (2008)
تعداد کارکنان دانشگاهی، تعداد دانشجویان، میانگین مدارک تحصیلی دانشجویان، مخارج دانشگاهی، تعداد فارغ‌التحصیلان، نرخ فارغ‌التحصیلی، میزان اشتغال فارغ‌التحصیلان	Kuah, & Wong(2011)
فضاهای داخلی و خارجی، تعداد کارکنان دانشگاهی، تعداد کارکنان اداری، تعداد انتشارات، تعداد فارغ‌التحصیلان	Gökşen et al.(2015)
استانداردهای ورود دانشجو، شدت تحقیق، نسبت کارمند به دانشجو، هزینه به ازای هر دانشجو، رضایت دانشجویان، کیفیت تحقیقات، چشم انداز تحصیلات تکمیلی ونمرات ارزش افزوده	González-Garay et al(2019)

در مقابل یک شکاف نظری در رابطه با تحقیقاتی وجود دارد که در آن اقدام به پیش‌بینی و ارزیابی عملکرد مالی دانشگاه‌ها شده است. جستجوی محقق در این زمینه نشان می‌دهد که نزدیکترین مطالعه به تحقیق حاضر را که از جمله معدود تحقیقات انجام شده در این زمینه به شمار می‌رود را می‌توان در

تدوین مدلی برای ارزیابی عملکرد مالی دانشگاه با.../عبداله زاده، مدرس خیابانی و ایرانزاده

تحقیق یون-جی و دانگ-رانگ (۲۰۱۰) مشاهده نمود. در این مطالعه محققان اقدام به ارزیابی عملکرد مالی دانشگاه‌ها بر اساس مولفه‌های اصلی عملکرد تدریس، عملکرد تحقیقات علمی، عملکرد ظرفیت پرداخت بودجه و عملکرد دارایی‌ها نموده‌اند. جدول (۲) نشان دهنده مولفه‌های اصلی و معرف‌های هر کدام از مولفه‌های اصلی در تحقیق یون-جی و دانگ-رانگ (۲۰۱۰) است.

جدول ۲: مولفه‌های اصلی و معرف‌های بکار رفته در تحقیق یون-جی و دانگ-رانگ (۲۰۱۰)

معرف‌ها	مولفه‌های اصلی
متوسط هزینه تجهیزات دانشجویی	عملکرد تدریس
نسبت دانشجو- دانشکده	
متوسط هزینه دانشجویان	
نرخ رشدسالانه تدریس	
نسبت هزینه های پرسنلی از کل هزینه‌ها	
متوسط هزینه تحقیقات استادان	علمی عملکرد تحقیقات
نسبت بازده نتایج تحقیقات	
نرخ رشدسالانه درآمد تحقیقات علمی	
نسبت بودجه خودپرداخت به کل درآمد	عملکرد ظرفیت بودجه خودپرداخت 11
نرخ رشدسالانه بودجه خودپرداخت	
نسبت بودجه زیرساختی خودپرداخت بودجه خودپرداخت	
نرخ رشدسالانه دارایی‌های ثابت	عملکرد دارایی‌ها
نسبت درآمد مالی دانشگاه از سپرده های بانکی	
میزان سرمایه گذاری خارجی دانشگاه	

به طور کلی بررسی ادبیات ارزیابی عملکرد دانشگاه‌ها نشان می‌دهد که ارزیابی و پیش‌بینی مالی در دانشگاه‌ها در حد بسیار کمی انجام گرفته و یک شکاف نظری در این زمینه وجود دارد.

روش‌شناسی پژوهش

این تحقیق از منظر هدف تحقیق، کاربردی- توسعه‌ای و از منظر روش انجام تحقیق توصیفی- تحلیلی است. جامعه آماری این تحقیق بر اساس ورودی‌ها و خروجی‌ها در دو بخش خواهد بود. در بخش استخراج داده‌های ورودی و خروجی سیستم عصبی- فازی تطبیقی، جامعه آماری پژوهش شامل کلیه دانشگاه‌های آزاد می‌باشد. تعداد دانشگاه‌های آزاد بر اساس آمارهای موجود، ۴۸۰ واحد می‌باشد. نمونه آماری بر اساس جدول مورگان ۲۱۴ واحد دانشگاه آزاد اسلامی انتخاب شده است. ابزار گردآوری داده‌ها در این بخش اسناد و مدارک موجود دانشگاه‌ها است. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها در این

بخش از روش‌های سیستم عصبی - فازی تطبیقی (ANFIS)، سیستم عصبی - فازی تطبیقی ترکیب شده با الگوریتم ژنتیک (ANFIS-GA) و سیستم عصبی - فازی تطبیقی ترکیب شده با الگوریتم ازدحام ذرات (ANFIS-PSO) استفاده شده است.

پس از انتخاب پارامترهای هر یک از روش‌ها، به جهت همگرایی سریعتر و بی‌مقیاس‌سازی داده‌ها از رابطه (۱) استفاده شده است. داده‌ها پس از پردازش اولیه بر اساس این رابطه وارد هر یک از روش‌های طراحی شده، گردیده‌اند.

$$x_n = (x_i - x_{\min}) / (x_{\max} - x_{\min}) \quad (1)$$

به منظور مقایسه عملکرد هر یک از روش‌ها، از شاخص‌های خطا استفاده شده است. از مهمترین این شاخص‌ها می‌توان به شاخص‌های میانگین مربعات خطا (MSE) و ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) اشاره نمود که به صورت روابط (۲) و (۳) نشان داده شده است.

$$MSE = \sum (y_i - \hat{y})^2 / n \quad (2)$$

$$RMSE = \sqrt{\sum (y_i - \hat{y})^2 / n} \quad (3)$$

در این روابط y_i مقدار داده واقعی، \hat{y} مقدار پیش‌بینی شده توسط مدل و n تعداد داده‌ها می‌باشد. در بخش دوم و به منظور شناسایی متغیرهای ورودی و خروجی، جامعه آماری تحقیق عبارت از خبرگان آشنا به موضوع که در این قسمت با توجه به آشنایی روساء و معاونین مالی دانشگاه‌های آزاد اسلامی، خبرگان تحقیق از بین این روساء و معاونین مالی انتخاب شده و در مجموع از ۱۸ فرد خبره استفاده شده است.

به منظور گردآوری داده‌ها در بخش شناسایی متغیرهای ورودی (عوامل موثر بر عملکرد مالی) و خروجی تحقیق از پرسشنامه روش دلفی استفاده گردیده است. برای این پرسشنامه از گویه‌های جدول (۱) و (۲) بر اساس دسترس‌پذیری و موجود بودن داده‌ها استفاده شده است. برای مثال گویه‌های عملکرد ظرفیت بودجه خودپرداخت، برای دانشگاه آزاد اسلامی که بر اساس پرداخت شهریه از دانشجویان هزینه‌های خود را تأمین می‌نماید، بی‌معنی است. در رابطه با هزینه‌های پرسنلی و تعداد کارکنان، به دلیل اینکه تعداد کارکنان رابطه مستقیمی با هزینه‌های پرسنلی دارد و از طرفی مجموع هزینه‌ها به عنوان یک متغیر وارد پرسشنامه شده است، لذا تعداد کارکنان به عنوان یک گویه انتخاب و هزینه‌های پرسنلی حذف شده و به جای آن از نسبت هزینه‌های پرسنلی از کل هزینه‌ها استفاده شده است. روایی پرسشنامه در این بخش به روش روایی ظاهری و پایایی آن با استفاده از ضریب همابستگی

تدوین مدلی برای ارزیابی عملکرد مالی دانشگاه با.../عبداله زاده، مدرس خیابانی و ایرانزاده

کندال (ضریب استفاده شده در تحقیقات دلفی) ۰/۸۷۶ محاسبه گردیده است. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها در این بخش ضمن استفاده از روش دلفی، از آزمون t تک نمونه‌ای نیز به جهت تعمیم نظرات خبرگان به جامعه آماری و اطمینان از بالا بودن میانگین بدست آمده برای پاسخ‌های نهایی از حد متوسط ۳ استفاده شده است.

یافته‌های تحقیق

شناسایی متغیرهای ورودی و خروجی

به منظور شناسایی متغیرهای ورودی و خروجی، در این تحقیق از روش دلفی استفاده گردید. برای این منظور پرسشنامه روش دلفی در بین اعضای خبرگان تحقیق که روسای ۱۸ دانشگاه آزاد اسلامی بودند، توزیع گردید. پرسشنامه دور اول دلفی شامل دو بخش بود. در بخش اول پرسشنامه، لیستی از عوامل مؤثر بر عملکرد مالی دانشگاه‌ها و شاخص‌های نشان دهنده عملکرد مالی که از ادبیات موجود پیشین استخراج شده بود، به خبرگان ارائه گردید. در مجموع بیست و یک عامل از ادبیات تحقیق شناسایی شده بود. در بخش اول پرسشنامه یاد شده، پاسخگو باید نظر خود را درباره میزان تأثیر هر یک از بیست و یک عامل به دست آمده از پژوهش‌های پیشین، بر عملکرد مالی دانشگاه‌ها، با انتخاب یکی از گزینه‌های موجود در مقابل آن‌ها اعلام می‌کرد. این گزینه‌ها در قالب طیف لیکرت و شامل تأثیر بسیار کم: ۱، تأثیر کم: ۲، تأثیر متوسط: ۳، تأثیر زیاد: ۴ و تأثیر بسیار زیاد: ۵ بوده است. جدول (۳) نشان دهنده دور اول روش دلفی می‌باشد.

بخش دوم پرسشنامه دور اول روش دلفی به ارائه عوامل مؤثری اختصاص داشت که در لیست بخش اول موجود نبود، اما از نظر پاسخ دهندگان مهم و کلیدی به حساب می‌آمد. پاسخ‌های پاسخ دهندگان در این بخش بیشتر بر متغیر پژوهش‌های برون دانشگاهی تأکید داشت که با توجه به وجود متغیر تعداد پژوهش، در دور دوم روش دلفی، توضیح داده شد که در تعداد پژوهش، پژوهش‌های برون دانشگاهی نیز مد نظر بوده است. با اجرای دور دوم روش دلفی و حذف متغیرهایی که میانگین پاسخ‌های آنها از ۳ کمتر بوده، ضریب همبستگی کندال محاسبه گردید که مقدار آن برابر ۰/۸۳۹ محاسبه شد، در نهایت دور سوم روش دلفی نیز اجرا گردید و ضریب همبستگی کندال برای نتایج دور سوم و دوم محاسبه شد که برابر ۰/۸۷۶ بدست آمد. با توجه به اینکه مقدار ضریب همبستگی کندال در دوره سوم، نسبت به دوره دوم افزایش قابل ملاحظه‌ای نیافته بود (از ۰/۸۳۹ به ۰/۸۷۶)، کار روش دلفی در این مرحله به پایان رسید؛ پس از نهایی شدن روش دلفی، آزمون t تک نمونه‌ای به جهت تعمیم نظرات خبرگان به جامعه آماری و اطمینان از بالا بودن میانگین بدست آمده برای پاسخ‌های نهایی از حد متوسط ۳

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و ششم / بهار ۱۴۰۰

استفاده شد متغیرهای ورودی و خروجی نهایی شده به همراه آزمون t تک نمونه‌ای در جدول (۳) نشان داده شده است.

جدول ۳: نتایج دور نهایی روش دلفی و آزمون t تک نمونه‌ای

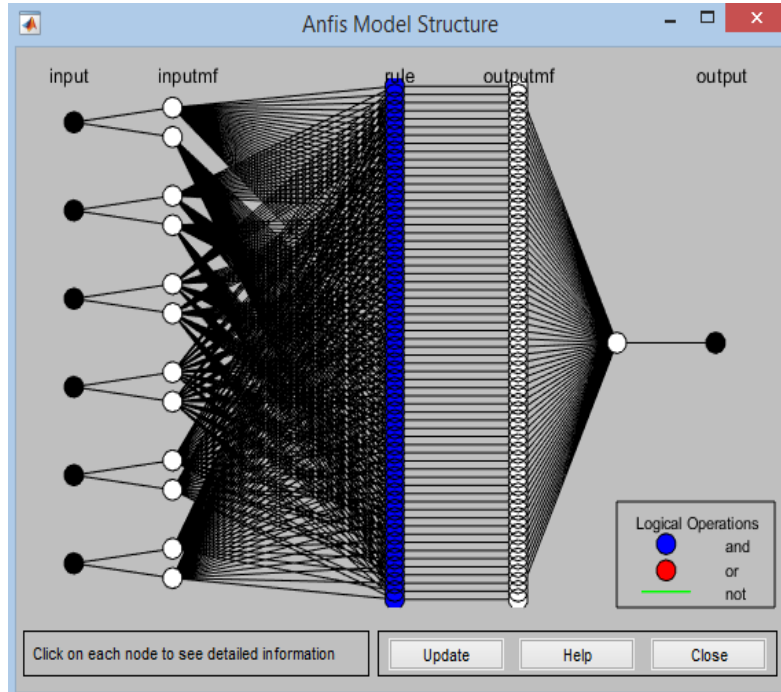
نوع متغیر	متغیر	تعداد	میانگین	نتیجه دلفی	تعداد	نتیجه آزمون t
ورودی	مجموع هزینه‌های دانشگاه	۱۸	۴/۱۶۶	تأیید	۴/۵۴۵	تأیید
	تعداد کل دانشجویان دانشگاه	۱۸	۴/۳۸۸	تأیید	۵/۸۶۷	تأیید
	تعداد کارکنان تمام وقت	۱۸	۴/۱۶۶	تأیید	۵/۰۳۹	تأیید
	تعداد دانشجویان مقطع کارشناسی ارشد و دکتری	۱۸	۴/۰۵۵	تأیید	۴/۴۴۳	تأیید
	تعداد پژوهش‌ها	۱۸	۴/۱۶۶	تأیید	۴/۸۷۹	تأیید
خروجی	تعداد اعضای هیئت علمی	۱۸	۴/۳۳۳	تأیید	۵/۲۲۸	تأیید
	عملکرد مالی (درآمد دانشگاه)	۱۸	۴/۵۵۵	تأیید	۶/۰۰۸	تأیید

تدوین مدل برای ارزیابی عملکرد مالی دانشگاه

با توجه به شناسایی شش متغیر ورودی و یک متغیر خروجی، ساختار مدل‌ها بر اساس سه روش سیستم عصبی-فازی تطبیقی (ANFIS)، سیستم عصبی-فازی تطبیقی ترکیب شده با الگوریتم ژنتیک (ANFIS-GA) و سیستم عصبی-فازی تطبیقی ترکیب شده با الگوریتم ازدحام ذرات (ANFIS-PSO) در نرم‌افزار متلب پیاده‌سازی شد. در تقسیم‌بندی داده‌ها، طبق روش‌های مر سوم، ۷۰ درصد داده‌ها به آموزش و ۳۰ درصد به تست سیستم اختصاص یافته است.

تدوین سیستم عصبی-فازی تطبیقی (ANFIS) برای ارزیابی عملکرد مالی دانشگاه

با توجه به شناسایی متغیرهای ورودی و خروجی، ANFIS بر اساس شش متغیر ورودی و یک متغیر خروجی در نرم‌افزار متلب طراحی شد. بر اساس رویکردهای مختلف ANFIS پایه در نرم‌افزار متلب، ابتدا از روش Grid partition (روش پیش فرض مورد استفاده در Matlab برای تولید سیستم استنتاج فازی^{۱۲}) استفاده شده است. این روش یک ساختار FIS ایجاد می‌کند که به عنوان شرایط اولیه (اولیه سازی پارامترهای عملکرد عضویت) استفاده می‌شود. در ادامه از رویکرد خوشه‌بندی^{۱۳} بهره گرفته شده و در هر مرحله خطای هر یک از مدل‌ها بر اساس شاخص‌های MSE و RMSE محاسبه گردیده است. ساختار شبکه اولیه به صورت شکل (۱) طراحی شده است.



شکل ۱: ساختار اولیه شبکه برای ارزیابی عملکرد واحدهای دانشگاه آزاد اسلامی

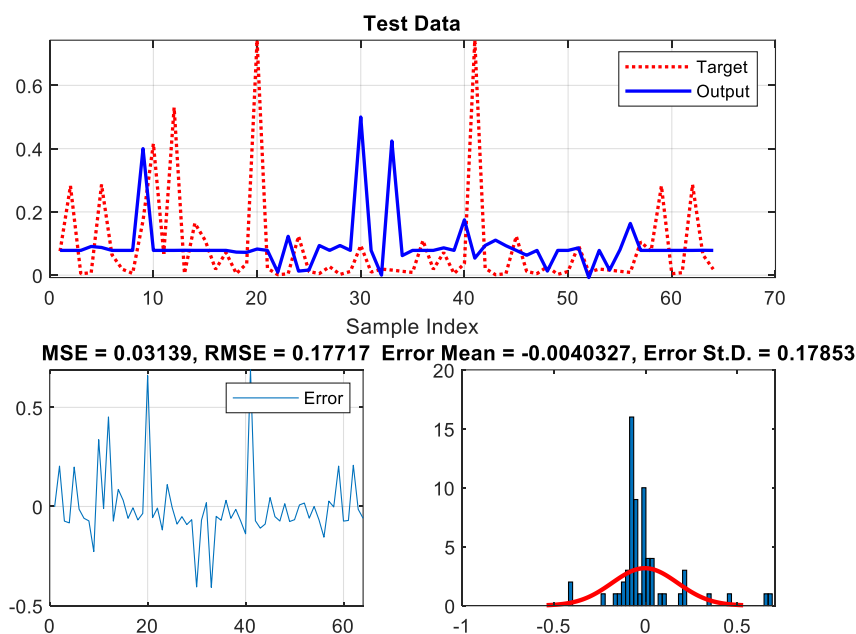
برای شروع کار، توابع عضویت مختلف با دو تابع عضویت در هر ورودی و تعداد تکرار ۱۰ مورد بررسی قرار گرفت. خلاصه نتایج مربوط به مقدار خطای داده‌های تست و آموزش برای تمامی توابع عضویت در جدول (۴) نشان داده شده است.

جدول ۴: خلاصه نتایج سیستم ANFIS بر اساس توابع عضویت مختلف (دو تابع و ۱۰ تکرار)

RMSE		MSE		نوع تابع عضویت
تست	آموزش	تست	آموزش	
۰/۳۶۲۳۲	۰/۱۲۵۱۴	۰/۱۳۱۲۷	۰/۰۱۵۵۶۶	مثلثی
۰/۴۳۵۱	۰/۱۴۶۴۴	۰/۱۸۹۳۱	۰/۰۲۱۴۴	دوزنقه‌ای
۰/۴۳۷۱۵	۰/۱۷۲۴۱	۰/۱۹۱۱۰	۰/۰۲۹۷۲	زنگوله‌ای شکل
۰/۴۲۳۸۲	۰/۱۳۰۲۶	۰/۱۷۹۶۲	۰/۰۱۶۹۶	گوسی شکل
۰/۱۹۲۷۹	۰/۱۴۷۱۴	۰/۰۳۷۱۶	۰/۰۲۱۶۵	پای شکل

نتایج جدول (۴) نشان می‌دهد که بهترین توابع عضویت، توابع عضویت پای شکل با مقدار خطای ۰/۰۳۷۱۶ و ۰/۱۹۲۷۹ برای MSE و RMSE می‌باشد. در ادامه ابتدا تعداد تکرار و سپس تعداد توابع

عضویت در هر ورودی تغییر یافت که نتایج نشان داد که بهترین سیستم عصبی- فازی تطبیقی (ANFIS) با رویکرد تقسیم شبکه در ارزیابی عملکرد مالی دانشگاه‌های آزاد اسلامی سیستمی با توابع عضویت پای شکل، تعداد تکرار ۵۰ و دو تابع عضویت در هر ورودی دانست. مقدار MSE برای داده‌های تست این روش ۰/۰۳۱۳۹ با RMSE ۰/۱۷۷۱۷ محاسبه شده است. نتایج مربوط به مقدار خطا برای داده‌های تست روش انتخابی در شکل (۲) نشان داده شده است.



شکل ۲: نتایج مربوط به خطای داده‌های تست در توابع عضویت پای شکل با تکرار ۵۰

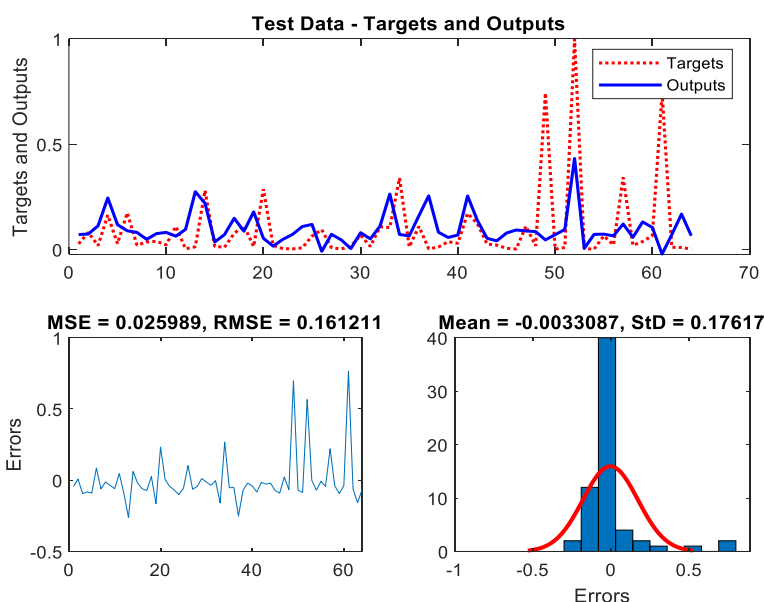
در ادامه از روش خوشه‌بندی به عنوان یکی دیگر از روش‌های پایه سیستم عصبی- فازی تطبیقی استفاده شد. در روش خوشه‌بندی به جای توابع عضویت مرسوم از روش خوشه‌بندی برای تعیین توابع عضویت استفاده می‌شود. تنها پارامتری که در این روش مورد بررسی قرار گرفته، تعداد تکرار بوده است. تعداد تکرار از ۱۰ شروع شده و تا ۱۰۰ تکرار ادامه پیدا کرد. بهترین نتایج برای این روش در ۶۰ تکرار اتفاق افتاد. جدول (۵) نشان دهنده بهترین عملکرد روش خوشه‌بندی با بهترین عملکرد روش تقسیم شبکه بوده است.

تدوین مدلی برای ارزیابی عملکرد مالی دانشگاه با.../عبداله‌زاده، مدرس خیابانی و ایرازاده

جدول ۵: مقایسه نتایج سیستم ANFIS بر اساس رویکرد خوشه‌بندی و تقسیم شبکه

RMSE		MSE		نوع رویکرد
تست	آموزش	تست	آموزش	
۰/۱۷۷۱۷	۰/۱۴۶۸۹	۰/۰۳۱۳۹	۰/۰۲۱۵۷	تقسیم شبکه
۰/۱۶۱۲۱	۰/۱۵۱۳۵	۰/۰۲۵۹۹	۰/۰۲۲۹۰	خوشه‌بندی

با توجه به نتایج جدول (۵) و عملکرد مناسب روش خوشه‌بندی بر مبنای شاخص‌های خطا، در بخش‌های بعدی، سیستم استنتاج فازی پایه بر اساس این رویکرد تولید شده است. نتایج مربوط به مقدار خطا برای داده‌های تست روش خوشه‌بندی در ۶۰ تکرار در شکل (۳) نشان داده شده است.



شکل ۳: نتایج مربوط به مقدار خطا برای داده‌های تست روش خوشه‌بندی در ۶۰ تکرار

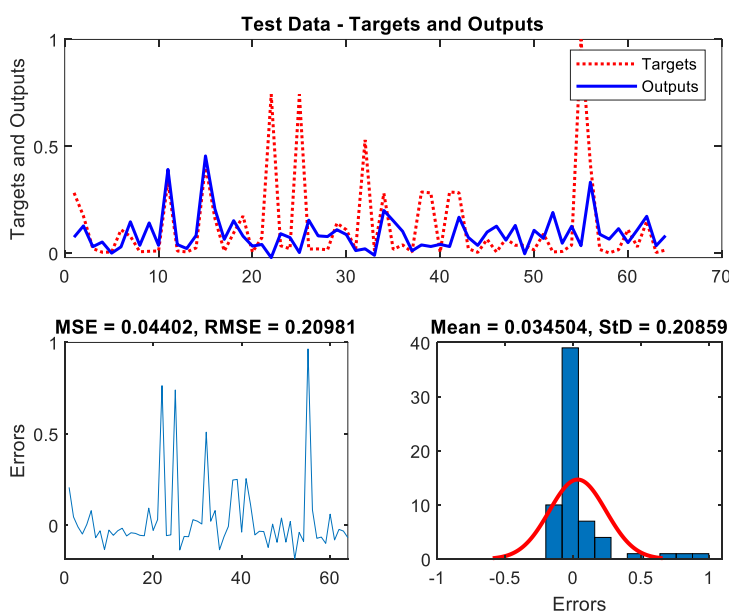
تدوین مدل ترکیب شده سیستم عصبی - فازی تطبیقی (ANFIS) و الگوریتم ژنتیک (GA)

در این قسمت، سیستم ANFIS انتخاب شده با رویکرد خوشه‌بندی بر اساس توابع عضویت خوشه‌ای با الگوریتم ژنتیک ترکیب شده است. به عبارتی آموزش شبکه با استفاده از الگوریتم ژنتیک انجام گرفته است. برای دستیابی به یک سیستم مناسب ارزیابی عملکرد مالی دانشگاه‌های آزاد اسلامی، ابتدا پارامترهای اولیه الگوریتم ژنتیک برای آموزش تعیین گردیده که به صورت جدول (۶) مشخص شده‌اند.

جدول ۶: پارامترهای اولیه روش GA در سیستم عصبی - فازی تطبیقی

۱۰۰	تعداد تکرار
۱۰۰	اندازه جمعیت
۰/۲	نرخ جهش
۰/۸	نرخ تقاطع

نتایج اجرای سیستم عصبی- فازی تطبیقی با الگوریتم ژنتیک برای ارزیابی عملکرد مالی دانشگاه‌های آزاد اسلامی نشان می‌دهد که مقدار میانگین مربعات خطا (MSE) و ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) برای داده‌های تست به ترتیب برابر ۰/۰۴۴۰ و ۰/۲۰۹۸ محاسبه شده است. شکل (۴) نتایج بدست آمده برای داده‌های تست سیستم عصبی- فازی تطبیقی ترکیب شده با الگوریتم ژنتیک را نشان می‌دهد.



شکل ۴: نتایج اولیه داده‌های تست سیستم عصبی فازی تلفیقی با GA در ارزیابی عملکرد مالی برای بهتر کردن نتایج سیستم ترکیبی با الگوریتم ژنتیک، تعداد تکرار، اندازه جمعیت، نرخ جهش و نرخ تقاطع با روش آزمون و خطا مورد بررسی قرار گرفته و در هر بار مقدار شاخص‌های خطا محاسبه گردیده تا بهترین عملکرد برای سیستم ترکیبی به منظور ارزیابی عملکرد مالی دانشگاه‌های آزاد اسلامی بدست آید. برای این منظور ابتدا نرخ جهش و نرخ تقاطع بررسی شده است. نتایج نشان می‌دهد که

تدوین مدلی برای ارزیابی عملکرد مالی دانشگاه با.../عبداله زاده، مدرس خیابانی و ایرازاده

بهترین عملکرد برای سیستم ترکیبی به منظور ارزیابی عملکرد مالی دانشگاه‌های آزاد اسلامی با الگوریتم ژنتیک دارای نرخ جهش ۰/۵ و نرخ تقاطع ۰/۵ می‌باشد. در مرحله بعد، تعداد تکرار تغییر یافته و پارامترهای اولیه مانند نرخ جهش و نرخ تقاطع بر اساس بهترین عملکرد قبلی (۰/۵، ۰/۵) تعیین شده است. نتایج نشان می‌دهد که بهترین عملکرد عملکرد سیستم ANFIS ترکیبی با GA برای ارزیابی عملکرد مالی دانشگاه‌های آزاد در تعداد ۲۰۰ تکرار دارای خطای کمتری به نسبت سایر تکرارها بوده است. با افزایش تعداد تکرار بر خلاف انتظار خطای سیستم عصبی فازی تلفیقی با GA برای ارزیابی عملکرد مالی دانشگاه‌ها افزایش یافته است. در نهایت اندازه جمعیت اولیه تغییر یافت که نتایج مربوط به عملکرد سیستم ANFIS ترکیبی با الگوریتم ژنتیک بر اساس تغییرات اندازه جمعیت در جدول (۷) نشان داده شده است. سایر پارامترها بر اساس تغییرات انجام یافته، تنظیم شده است.

جدول ۷: مقادیر MSE و RMSE سیستم ژنتیک بر اساس اندازه جمعیت

RMSE		MSE		اندازه جمعیت اولیه	مدل
تست	آموزش	تست	آموزش		
۰/۱۶۳۲	۰/۱۵۶۶	۰/۰۲۶۶	۰/۰۲۴۵	۱۰۰	۱
۰/۱۵۸۴	۰/۱۶۹۴	۰/۰۲۵۰	۰/۰۲۸۷	۱۵۰	۲
۰/۱۵۴۷	۰/۱۶۲۷	۰/۰۲۳۹	۰/۰۲۶۵	۲۰۰	۳
۰/۱۵۱۱	۰/۱۷۷۳	۰/۰۲۲۸	۰/۰۳۱۴	۲۵۰	۴
۰/۱۷۸۰	۰/۱۳۳۲	۰/۰۳۱۷	۰/۰۱۷۷	۳۰۰	۵
۰/۱۸۲۵	۰/۱۵۶۴	۰/۰۳۳۳	۰/۰۲۴۴	۳۵۰	۶
۰/۲۱۲۳	۰/۱۳۹۴	۰/۰۴۵۰	۰/۰۱۹۴	۴۰۰	۷

نتایج جدول (۷) نشان می‌دهد که بهترین عملکرد ANFIS ترکیبی با الگوریتم ژنتیک به منظور ارزیابی عملکرد مالی دانشگاه‌های آزاد اسلامی با اندازه جمعیت ۲۵۰ اتفاق افتاده است. بر همین اساس نیز بهترین سیستم ANFIS ترکیبی با الگوریتم ژنتیک به منظور ارزیابی عملکرد مالی دانشگاه‌های آزاد اسلامی سیستمی با نرخ جهش ۰/۵، نرخ تقاطع ۰/۵، تعداد تکرار ۲۰۰ و اندازه جمعیت اولیه ۲۵۰ می‌باشد. نتایج مربوط به داده‌های در شکل (۵) نشان داده شده است.



شکل ۵: نتایج داده‌های تست سیستم عصبی فازی تلفیقی با GA در اندازه جمعیت منتخب

تدوین مدل ترکیب شده سیستم عصبی-فازی تطبیقی (ANFIS) و الگوریتم ازدحام ذرات (PSO)

در این قسمت، سیستم ANFIS انتخاب شده با رویکرد خوشه‌بندی بر اساس توابع عضویت خوشه‌ای با الگوریتم ازدحام ذرات ترکیب شده است. به عبارتی آموزش شبکه با استفاده از الگوریتم ازدحام ذرات انجام گرفته است. برای دستیابی به یک سیستم مناسب ارزیابی عملکرد مالی دانشگاه‌های آزاد اسلامی، ابتدا پارامترهای اولیه الگوریتم ازدحام ذرات برای آموزش تعیین گردیده که به صورت جدول (۸) مشخص شده‌اند.

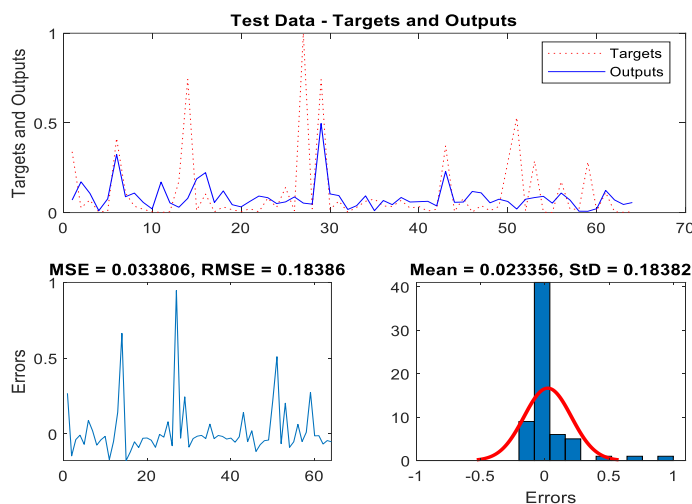
جدول ۸: پارامترهای اولیه روش PSO در سیستم عصبی-فازی تطبیقی

۱۰۰	تعداد ذرات (جمعیت اولیه)
۱۰۰	تعداد تکرار
۰/۸	ضریب یادگیری شناختی (C1)
۳/۲	ضریب یادگیری اجتماعی (C2)
۱	وزن اولیه (w)

نتایج اجرای سیستم عصبی فازی تلفیقی با PSO برای ارزیابی عملکرد مالی نشان می‌دهد که مقدار میانگین مربعات خطا (MSE) و ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) برای داده‌های تست به

تدوین مدلی برای ارزیابی عملکرد مالی دانشگاه با.../عبداله زاده، مدرس خیابانی و ایرازاده

ترتیب برابر ۰/۳۳۸ و ۰/۱۸۳۸ محاسبه شده است. شکل (۶) نتایج بدست آمده برای داده‌های تست را نشان می‌دهد.



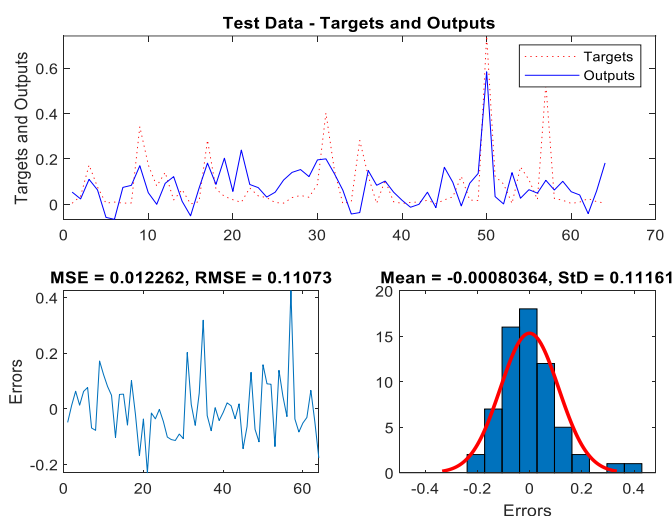
شکل ۶: نتایج اولیه اجرای سیستم عصبی فازی تلفیقی با PSO برای ارزیابی عملکرد مالی

برای بهتر کردن نتایج سیستم ترکیبی با الگوریتم ازدحام ذرات، پارامترهای روش PSO، مانند ضرایب شتاب، تعداد جمعیت اولیه (ذرات) و وزن اولیه با روش آزمون و خطا مورد بررسی قرار گرفته و در هر بار مقدار میانگین مربعات خطا بررسی شده است. در این پژوهش نیز به منظور بهبود نتایج سیستم عصبی فازی تلفیقی با PSO برای ارزیابی عملکرد مالی دانشگاه‌ها، ابتدا ضرایب مختلف شتاب برای ضریب یادگیری شناختی و ضریب یادگیری اجتماعی در نظر گرفته شد که نتایج نشان داد مقدار ضریب یادگیری شناختی ۳/۲ و ضریب یادگیری اجتماعی ۰/۸ خواهد بود. در مرحله بعد تعداد ذرات تغییر یافت و پارامترهای اولیه مانند تعداد تکرار و وزن اولیه به صورت پارامترهای ورودی اولیه و ضرایب شتاب بر اساس بهترین نتایج (۳/۲، ۰/۸) تنظیم گردید. در بررسی تعداد ذرات (جمعیت اولیه) بهترین عملکرد سیستم عصبی فازی تلفیقی با PSO برای ارزیابی عملکرد مالی در جمعیت اولیه ۶۰ اتفاق افتاده است. در نهایت وزن اولیه تغییر یافت که نتایج مربوط به عملکرد سیستم بر اساس تغییرات وزن اولیه در جدول (۹) نشان داده شده است. پارامترها بر اساس تغییرات انجام یافته، تنظیم شده است.

جدول ۹: مقادیر MSE و RMSE بر اساس تعداد ذرات مختلف

RMSE		MSE		وزن اولیه (W)	مدل
تست	آموزش	تست	آموزش		
۰/۱۹۳۶	۰/۱۲۷۶	۰/۰۳۷۵	۰/۰۱۶۲	۰/۲۵	۱
۰/۱۸۲۵	۰/۱۵۶۸	۰/۰۳۳۳	۰/۰۲۴۶	۰/۵	۲
۰/۱۳۹۹	۰/۱۵۷۴	۰/۰۱۹۵	۰/۰۲۴۷	۰/۷۵	۳
۰/۱۱۰۷	۰/۱۷۳۶	۰/۰۱۲۲	۰/۰۳۰۱	۱	۴

نتایج جدول (۹) نشان می‌دهد که بهترین عملکرد سیستم عصبی فازی تلفیقی با PSO برای ارزیابی عملکرد مالی در وزن اولیه ۱ اتفاق افتاده است. بر همین اساس نیز بهترین سیستم عصبی فازی تلفیقی با PSO برای ارزیابی عملکرد مالی سیستمی با ضرایب شتاب $3/2$ و $0/8$ ، تعداد جمعیت اولیه (تعداد ذرات) ۶۰ و وزن اولیه ۱ می‌باشد. نتایج مربوط به عملکرد این سیستم در شکل (۷) نشان داده شده است.



شکل ۷: نتایج نهایی اجرای سیستم عصبی فازی تلفیقی با PSO برای ارزیابی عملکرد مالی

مقایسه و انتخاب مناسب‌ترین سیستم ارزیابی عملکرد مالی واحدهای دانشگاه آزاد

بر اساس نتایج بدست آمده برای هر سه بخش، سیستم عصبی- فازی تطبیقی پایه، سیستم عصبی- فازی تطبیقی ترکیب شده با الگوریتم ازدحام ذرات و سیستم عصبی- فازی تطبیقی ترکیب شده با الگوریتم ژنتیک، بهترین روش بر اساس عملکرد بهتر و خطای کمتر، سیستم عصبی- فازی تطبیقی

تدوین مدلی برای ارزیابی عملکرد مالی دانشگاه با.../عبداله زاده، مدرس خیابانی و ایرانزاده

ترکیب شده با الگوریتم ازدحام ذرات انتخاب می‌شود که از آن می‌توان برای ارزیابی عملکرد مالی واحدهای دانشگاه آزاد اسلامی بهره برد. نتایج مقایسه هر یک از سیستم‌ها در جدول (۱۰) نشان داده شده است.

جدول (۱۰): مقادیر MSE و RMSE مدل‌های طراحی شده

RMSE		MSE		مشخصات	نوع مدل
تست	آموزش	تست	آموزش		
۰/۱۶۱۲	۰/۱۵۱۳	۰/۰۲۵۹	۰/۰۲۲۹	توابع عضویت خوشه‌ای و تعداد تکرار ۶۰	ANFIS پایه
۰/۱۱۰۷	۰/۱۷۳۶	۰/۰۱۲۲	۰/۰۳۰۱	ضرایب شتاب ۳/۲ و ۰/۸، تعداد تکرار ۱۵۰، تعداد جمعیت اولیه (تعداد ذرات) ۶۰ و وزن اولیه ۱	ترکیب با PSO
۰/۱۵۱۱	۰/۱۷۷۳	۰/۰۲۲۸	۰/۰۳۱۴	نرخ جهش ۰/۵، نرخ تقاطع ۰/۵، تعداد تکرار ۲۰۰ و اندازه جمعیت اولیه ۲۵۰	ترکیب با GA

نتایج جدول (۱۰) نشان می‌دهد که مقدار MSE برای داده‌های تست سیستم عصبی - فازی تطبیقی ترکیب شده با الگوریتم ازدحام ذرات برابر ۰/۰۱۲۲ با مقدار RMSE ۰/۱۱۰۷ می‌باشد. بعد از این روش، سیستم عصبی - فازی تطبیقی ترکیب شده با الگوریتم ژنتیک می‌باشد. مقدار MSE برای داده‌های تست در این روش برابر ۰/۰۲۲۸ و مقدار RMSE ۱۵۱۱/محاسبه شده است. در نهایت در رتبه سوم بر اساس شاخص‌های خطا، مدل ANFIS پایه با MSE ۰/۰۲۵۹ و RMSE ۰/۱۶۱۲ قرار می‌گیرد.

نتیجه‌گیری

این تحقیق به دنبال تدوین مدلی برای ارزیابی عملکرد مالی دانشگاه با مقایسه روش‌های ANFIS، ANFIS-GA و ANFIS-PSO بوده است. با توجه به اینکه ارزیابی عملکرد و دستاوردهای گذشته به عنوان منبعی برای تصمیم‌گیری در مورد آینده، برای ادامه حیات سازمانها اهمیت بسزایی دارد. پژوهشگران از شاخصهای مالی و غیرمالی مختلفی برای ارزیابی عملکرد سازمانها استفاده می‌کنند. اطلاعات مالی ارائه شده به وسیله سازمانها و ارگانهای مجاز و واجد شرایط معمولاً اطلاعاتی دقیق، معتبر و درست برای ارزیابی عملکرد سازمانها است. ارزیابی عملکرد مالی مؤسسات و سازمانهای آموزشی به دلیل حجم منابعی که در این بخش هزینه می‌شود از اهمیت بسزایی برخوردار است. ارزیابی‌های موجود بیشتر به عملکرد آموزشی و پژوهشی تمرکز دارد و توجه به شاخصهای مالی در ارزیابی عملکرد مؤسسات و سازمانهای آموزشی به فراموشی سپرده

شده است با کمبود منابع مالی برای دانشگاه‌ها و به خصوص در داخل کشور، ضرورت استفاده از ارزیابی‌های مالی در عملکرد برای آگاهی از تصمیم‌گیری مناسب ضروری است. این ارزیابی از آن جهت دارای اهمیت خواهد بود که می‌تواند دیدگاهی واقعی از وضعیت سازمان برای تصمیم‌گیری و تدوین استراتژی مناسب در اختیار مدیران قرار دهد. بررسی‌های قبلی در حوزه ارزیابی عملکرد مالی نشان می‌دهد که بیشتر کارهای انجام شده در این حوزه مبتنی بر روش‌های رگرسیون مرسوم بوده و یا از روش‌های چند شاخصه در ارزیابی عملکرد استفاده شده است. بر همین اساس ضرورت استفاده از روش‌های موثر در ارزیابی عملکرد مانند استفاده از روش‌های هوش مصنوعی و فراابتکاری در این حوزه ضروری بوده است.

شاید بتوان نزدیکترین تحقیق به پژوهش حاضر را، مطالعه یون-جی و دانگ-رانگ (۲۰۱۰) دانست که در آن محققان بر اساس یک سری شاخص‌های مالی و غیر مالی، عملکرد مالی دانشگاه‌ها را پیش‌بینی نموده‌اند. به طور کلی این مقاله تلاش داشت تا بر اساس یک روش ابتکاری، با استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی و فراابتکاری، یک مدل اثربخش برای مدیران دانشگاه‌ها ارائه نمایند. با وجود این، در راستای دستیابی به این هدف تحقیق، یک سری محدودیت‌ها وجود داشته است که از آن جمله می‌توان به محدودیت محقق در دستیابی به آمار برخی دانشگاه‌ها و جایگزین نمودن نمونه‌های تحقیق اشاره نمود. محدودیت دوم این تحقیق، محدود بودن محقق در ارزیابی عملکرد مالی به درآمد دانشگاه بوده است که این محدودیت نیز بیشتر به جهت عدم دسترسی محقق به صورت‌های مالی دانشگاه‌ها مانند ترازنامه و صورت سود و زیان بوده است. در نهایت، آخرین محدودیت این تحقیق، محدود بودن به فقط دو روش فراابتکاری ژنتیک و ازدحام ذرات بوده است که در همین راستا به محققان آتی پیشنهاد می‌گردد تا از سایر الگوریتم‌های فراابتکاری استفاده نموده و نتایج را با نتایج این مقاله مقایسه نمایند.

منابع

- ۱) صفایی قادیکلایی، عبدالحمید و خلیلی، صابر (۱۳۹۴)، ارزیابی عملکرد مالی شرکتهای فعال در بورس اوراق بهادار تهران با بکارگیری فنون تصمیم گیری چند معیاره، پژوهشنامه مدیریت اجرایی، ۷(۱۴)، ۵۳-۷۱.
- ۲) قمی، حمید رضا؛ رحمانی، مرتضی و خاکزار، مرتضی (۱۳۹۶)، ارزیابی عملکرد پژوهشی یک دانشگاه دولتی با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی و تحلیل پوششی داده های شبکه ای، مدیریت نظامی، ۱۷(۳)، ۱۴۱-۱۶۷.
- 3) Abbott, M., & Doucouliagos, C. (2003). The efficiency of Australian universities: a data envelopment analysis. *Economics of Education review*, 22(1), 89-97.
- 4) Anessi-Pessina, E., Nasi, G., & Steccolini, I. (2008). ACCOUNTING REFORMS: DETERMINANTS OF LOCAL GOVERNMENTS' CHOICES. *Financial Accountability & Management*, 24(3), 321-342.
- 5) Arnaboldi, M., & Palermo, T. (2011). Translating ambiguous reforms: Doing better next time?. *Management accounting research*, 22(1), 6-15.
- 6) Arnaboldi, M., Lapsley, I., & Steccolini, I. (2015). Performance management in the public sector: The ultimate challenge. *Financial Accountability & Management*, 31(1), 1-22.
- 7) Babacan, A., Kartal, M., & Bircan, H. (2007). Cumhuriyet Üniversitesi'nin etkinliğinin kamu üniversiteleri ile karşılaştırılması: Bir VZA tekniği uygulaması. *CÜ İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 8(2), 97-114.
- 8) BAYSAL, M., ALÇILAR, B., Çerçioğlu, H., & Toklu, B. (2005). Türkiye'deki Devlet Üniversitelerinin 2004 Yılı Performanslarının, Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Belirlenip Buna Göre 2005 Yılı Bütçe Tahsislerinin Yapılması. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(1), 67-73.
- 9) Beasley, J. E. (1995). Determining teaching and research efficiencies. *Journal of the operational research society*, 46(4), 441-452.
- 10) Berbegal-Mirabent, J., García, J. L. S., & Ribeiro-Soriano, D. E. (2015). University-industry partnerships for the provision of R&D services. *Journal of Business Research*, 68(7), 1407-1413.
- 11) Bonaccorsi, A., & Daraio, C. (2008). The differentiation of the strategic profile of higher education institutions. New positioning indicators based on microdata. *Scientometrics*, 74(1), 15-37.

- 12) Chamoni, P., Gluchowski, P., Dinter, B. and Bucher, T. (2006), Business performance
- 13) Clark, B. R. (1998). Creating entrepreneurial universities: Organizational pathways of transformation. Issues in higher education. Elsevier Science Regional Sales, 665 Avenue of the Americas, New York, NY 10010 (paperback: ISBN-0-08-0433545; hardcover: ISBN-0-08-0433421, \$27).
- 14) Dinter, B., & Bucher, T. (2006). Business Performance Management.(Chamoni, P. and Gluchowski, P. Eds.). Analytische Informationssysteme-Business Intelligence-Technologien und-Anwendungen.
- 15) Etzkowitz, H. (1998). The norms of entrepreneurial science: cognitive effects of the new university–industry linkages. Research policy, 27(8), 823-833.
- 16) Flegg, A. T., Allen, D. O., Field, K., &Thurlow, T. W. (2004). Measuring the efficiency of British universities: a multi-period data envelopment analysis. Education economics, 12(3), 231-249.
- 17) Gökşen, Y., Doğan, O., &Özkarabacak, B. (2015). A data envelopment analysis application for measuring efficiency of university departments. Procedia Economics and Finance, 19, 226-237.
- 18) González-Garay, A., Pozo, C., Galán-Martín, Á.,Brechtelsbauer, C., Chachuat, B., Chadha, D., ... & McDowell, N. (2019). Assessing the performance of UK universities in the field of chemical engineering using data envelopment analysis. Education for Chemical Engineers.
- 19) Hadjimanolis, A., & Dickson, K. (2001). Development of national innovation policy in small developing countries: the case of Cyprus. Research Policy, 30(5), 805-817.
- 20) Hazelkorn, E. (2013). How Rankings are Reshaping Higher Education in Climent. Los Rankings Univeritarios: Mitos y Realidades, Ed. Tecnos..
- 21) Jang, J. S. (1993). ANFIS: adaptive-network-based fuzzy inference system. IEEE transactions on systems, man, and cybernetics, 23(3), 665-685.
- 22) Kapetaniou, C., & Lee, S. H. (2017). A framework for assessing the performance of universities: The case of Cyprus. Technological Forecasting and Social Change, 123, 169-180.
- 23) Krause, O. (2005). Performance Measurement–Eine Stakeholder-Nutzen-orientierte und und Geschäftsprozess-basierte Methode. Berlin: Technische Universität.
- 24) Kuah, C. T., & Wong, K. Y. (2011). Efficiency assessment of universities through data envelopment analysis. Procedia computer science, 3, 499-506.

- 25) Kutlar, A., & Kartal, M. (2004). Cumhuriyet üniversitesinin verimlilik analizi: fakülteler düzeyinde veri zarflama yöntemiyle bir uygulama. Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, (8), 49-79.
- 26) Kutlar, A., & Babacan, A. (2008). CCR efficiency-scale efficiency analysis for public universities in Turkey: A DEA application. Kocaeli University Journal of Social Sciences Institute, 15(1), 148-172.
- 27) Laredo, P. (2007). Revisiting the third mission of universities: toward a renewed categorization of university activities?. Higher education policy, 20(4), 441-456.
- 28) Laitinen, E. K. (2002). A dynamic performance measurement system: evidence from small Finnish technology companies. Scandinavian journal of management, 18(1), 65-99.
- 29) Marginson, S., & Van der Wende, M. (2007). To rank or to be ranked: The impact of global rankings in higher education. Journal of studies in international education, 11(3-4), 306-329.
- 30) Meyer, M. B. (2008). The dynamics of science in a small country: the case of Luxembourg. Science and Public Policy, 35(5), 361-371.
- 31) Panozzo, F. (2000). Management by decree. Paradoxes in the reform of the Italian public sector. Scandinavian journal of management, 16(4), 357-373.
- 32) Pilonato, S., & Monfardini, P. (2020). Performance measurement systems in higher education: how levers of control reveal the ambiguities of reforms. The British Accounting Review, 100908.
- 33) Pipan, T., & Czarniawska, B. (2010). How to construct an actor-network: Management accounting from idea to practice. Critical Perspectives on Accounting, 21(3), 243-251.
- 34) Sengenberger, W. (1993). Local development and international economic competition. Int'l Lab. Rev., 132, 313.
- 35) Szigeti, F., & Davis, G. (2005). Performance based building: Conceptual framework. CIB.
- 36) Tangen, S. (2005). Analysing the requirements of performance measurement systems. Measuring business excellence.
- 37) Thomas, P. G. (2006). Performance measurement, reporting, obstacles and accountability: Recent trends and future directions. ANU E Press
- 38) Tomkins, C., & Green, R. (1988). An experiment in the use of data envelopment analysis for evaluating the efficiency of UK university departments of accounting. Financial Accountability & Management, 4(2), 147-164.
- 39) Vorley, T., & Nelles, J. (2008). (Re) conceptualising the academy. Higher Education Management and Policy, 20(3), 1-17.

40) Warning, S. (2004). Performance differences in German higher education: Empirical analysis of strategic groups. *Review of Industrial Organization*, 24(4), 393-408.

41) Wu, H. Y., Lin, Y. K., & Chang, C. H. (2011). Performance evaluation of extension education centers in universities based on the balanced scorecard. *Evaluation and Program Planning*, 34(1), 37-50.

یادداشت‌ها :

-
- 1- Etzkowitz
 - 2- Clark
 - 3- Hazelkorn
 - 4- Berbegal-Mirabent et al
 - 5- Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System
 - 6- Tangen
 - 7- Thomas
 - 8- Laitinen
 - 9- Dinter & Bucher
 - 10- Krause
 - 11- Self-paid funding capacity performance
 - 12- FIS (Fuzzy Inference Systems)
 - 13- Sub.Cluster