



پژوهش‌های نوین در تصمیم‌گیری

دوره ۶، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۰، صص ۲۳۶-۲۶۱

نوع مقاله: پژوهشی

## توسعه سیستم خبره فازی به منظور ارزیابی عملکرد شعب بانک با استفاده از داده‌کاوی

حمید اسلامی نصرت آبادی<sup>۱</sup>، محمد جعفر تارخ<sup>۲\*</sup>، علیرضا پوراابراهیمی<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی دکتری، گروه مدیریت فناوری اطلاعات، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- استاد، گروه فناوری اطلاعات، دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران

۳- استادیار، گروه مدیریت صنعتی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۷/۲۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۱۰

### چکیده

سیستم‌های خبره فازی از سیستم‌های هوشمندی هستند که به‌کارگیری آن‌ها می‌تواند منجر به حصول نتایج بهتری در ارزیابی عملکرد سیستم بانکی شود. هدف از پژوهش حاضر آن است تا با استفاده از متغیرهای فازی در کنار متغیرهای مالی به ارزیابی عملکرد شعب بانک‌ها پرداخت شود. در این پژوهش ابتدا با استفاده از پیاده‌سازی الگوریتم‌های داده‌کاوی بر روی داده‌های مالی شعب، به استخراج قوانین موجود در داده‌ها پرداخته شد و در گام بعدی با استفاده از قوانین موجود در داده‌های مالی و در کنار متغیرهای فازی به طراحی سیستم‌خبره فازی به‌منظور دستیابی به سیستمی که بتواند به‌طور جامع عملکرد شعب بانک را مورد بررسی قرار دهد، پرداخته شده است. در طراحی سیستم خبره از نه متغیر فازی با عنوان مکان شعبه، وفاداری مشتریان، رضایت کارکنان، رضایت مشتری، خلاقیت و نوع آوری، ظاهر شعبه، ظاهر کارکنان، ثبات کارکنان و همچنین خروجی حاصل از نرخ‌های مالی استفاده گردیده است. به‌منظور استخراج قوانین موجود در داده‌های شعب از الگوریتم‌های درخت تصمیم و C5.0 استفاده گردیده است و برای طراحی سیستم‌خبره فازی از سیستم استنتاج فازی متلب بهره گرفته شده است. نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که با استفاده از داده‌کاوی و سیستم‌های خبره فازی می‌توان دانش نهفته در داده‌های شعب را استخراج کرد و به‌صورت یک سیستم‌خبره جامع عملکرد شعب بانک را مورد ارزیابی قرار داد.

**کلیدواژه‌ها:** ارزیابی عملکرد، داده‌کاوی، سیستم خبره فازی.



## ۱- مقدمه

موضوع ارزیابی عملکرد در سازمان تا آن حد اهمیت یافته است که صاحب‌نظران دانش مدیریت معتقدند آنچه را که نتوان اندازه‌گیری نمود، نمی‌توان مدیریت کرد. امروزه مدیران بانک‌ها جهت برنامه‌ریزی و اداره امور شعب خود نیاز به اندازه‌گیری و ارزیابی عملکرد شعب دارند تا بتوانند شعب خود را با یکدیگر مقایسه کرده و از نقاط ضعف و قوت آنان آگاه شوند. بنابراین، بانک‌ها، به‌خصوص بانک‌های دولتی که از نظر ساختاری حجیم هستند و بعضاً مسئولیت‌گرددش وجوه دولت نیز بر عهده آنان است، ارتقاء حتی یک درصد در برنامه‌های بهبودشان، کمک شایان توجهی به امر خدمات‌رسانی به مردم و همچنین مدیریت بانک می‌نماید. هدف از این تحقیق آن است تا یک سیستم استنتاج فازی<sup>۱</sup> بر اساس قابلیت‌های الگوریتم‌های داده‌کاوی در امر ارزیابی عملکرد شعب بانک طراحی گردد. عامل برگزاینده برای استفاده از الگوریتم‌های داده‌کاوی برای ارزیابی عملکرد شعب بانک، قابلیت‌هایی است که این الگوریتم‌ها دارند. به‌عنوان نمونه، الگوریتم‌های داده‌کاوی این امکان را می‌دهند که دیگر با محدودیت‌هایی چون تعداد و تنوع ویژگی‌ها و تعداد رکورد در ارزیابی شعب مواجه نباشند. در این تحقیق ابتدا به بررسی متغیرهایی پرداخته می‌شود که در ارزیابی عملکرد شعب بانک اهمیت دارند. هدف بعدی در این تحقیق، یافتن راه‌حل‌های جدید براساس سیستم‌های خبره فازی در ارزیابی شعب بانک با استفاده از الگوریتم‌های داده‌کاوی و متغیرهای فازی می‌باشد.

هدف کلی پژوهش حاضر، طراحی سیستم خبره فازی به‌منظور ارزیابی عملکرد شعب بانک با استفاده هم‌زمان از متغیرهای فازی و متغیرهای مالی می‌باشد. سیستمی که بتواند در کنار دانش استخراج شده از متغیرهای مالی، متغیرهای فازی را نیز که اطلاعات عددی دقیقی درباره آن‌ها موجود نیست اما به نظر متخصصان امر اثر زیادی در ارزیابی عملکرد شعب بانک می‌گذارند، استفاده کرده است. به‌منظور دستیابی به اهداف پژوهش سؤالات پژوهش به شرح زیر ارائه شده‌است.

۱- با استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی چگونه می‌توان دانش نهفته در داده‌های مربوط به متغیرهای مالی را استخراج کرد؟

۲- چگونه می‌توان با استفاده از دانش نهفته در متغیرهای مالی در کنار متغیرهای فازی، سیستم خبره فازی برای ارزیابی عملکرد شعب بانک ارائه کرد؟

و متغیرهای این پژوهش عبارت‌اند از: عملکرد شعب بانک متغیر وابسته پژوهش می‌باشد و عوامل اثرگذار بر عملکرد شعب بانک متغیرهای مستقل پژوهش می‌باشند.



در ادامه این مقاله ابتدا به بررسی مبانی نظری و پیشینه پژوهش پرداخته شده است و سپس به بررسی روش‌شناسی و روش پژوهش پرداخته خواهد شد. در بخش بعدی به بیان یافته‌های پژوهش پرداخته شده و خروجی‌ها و تحلیل‌ها و سیستم‌خبره فازی طراحی شده تشریح گردیده است. در پایان نیز به منظور تست سیستم، از سیستم خبره فازی طراحی شده، به منظور ارزیابی شعبه بانک استفاده شده است.

## ۲- مبانی نظری پژوهش و پیشینه تحقیق

در این قسمت به بررسی مفاهیم داده‌کاوی<sup>۱</sup> و سیستم خبره فازی<sup>۲</sup> به عنوان دو بحث اصلی ارائه شده در این تحقیق پرداخته می‌شود.

سیستم‌های خبره فازی نوعی از سیستم‌های خبره‌اند که به جای استفاده از منطق دو ارزشی، در آن‌ها از منطق فازی استفاده می‌شود. می‌توان ادعان داشت، منطق فازی روش فکرکردن افراد را منعکس کرده و تلاش می‌نماید تا روش تصمیم‌گیری انسان را مدل‌سازی کند. همچنین منطق فازی منجر به ایجاد سیستمی جدید و هوشمند می‌شود. از کاربردهای سیستم خبره فازی می‌توان به شناسایی الگو، تحلیل سیستم‌های مالی و تحلیل داده اشاره کرد. در واقع سیستم‌های خبره فازی مجموعه‌ای از توابع عضویت و قوانین را شامل می‌شوند که در مجموع برای استدلال استفاده می‌گردند. سیستم‌های فازی مبتنی بر دانش یا قواعد هستند و هسته مرکزی یک سیستم فازی پایگاه دانشی است که از قواعد فازی تشکیل شده است. سیستم خبره فازی شامل یک مجموعه قوانین شامل یک بدنه از حقایق و توابع عضویت و مجموعه‌های فازی و یک موتور استنتاج است که از طریق کاربرد قوانین به حقایق دست می‌یابد. سیستم‌های فازی براساس تعیین موقعیت‌هایی که متناوب هستند و درجات و مراتب آن‌ها، استراتژی مناسبی را برای عملکرد سیستم برمی‌گزینند. در واقع طیفی از استراتژی‌ها باید برای سیستم‌های فازی تعریف شود که مشخص نماید هر کدام برای تأثیرگذاری در چه محدوده‌ای مناسب هستند. سیستم‌های خبره فازی قادرند استدلال عقل سلیم و یا استدلال عامه فهم را مدل‌سازی نمایند. این امر مهم علاوه بر پرداختن به عدم قطعیت می‌باشد که انجام آن برای سیستم‌های معمولی دشوار است. در واقع نقطه شروع ساخت یک سیستم فازی به دست آوردن مجموعه‌ای از قواعد اگر و آنگاه فازی از دانش افراد خبره یا دانش حوزه مورد بررسی می‌باشد. در مرحله بعد، ترکیب این قواعد در یک سیستم واحد را خواهیم داشت.



مراحل کار در سیستم‌های خبره فازی شامل: خارج کردن از حالت فازی، ترکیب، استنتاج و فازی‌سازی می‌باشد. به‌منظور طراحی سیستم خبره فازی نیز می‌بایست گام‌هایی به‌شرح زیر را طی نمود: ابتدا تعریف معیارها و اهداف، سپس تعیین روابط ورودی و خروجی و در گام بعد استفاده از ساختار مبتنی بر قاعده منطق فازی و شکستن مسئله به یک سری قواعد اگر و آنگاه و در پایان ساخت توابع عضویتی که مقدار عبارات ورودی/خروجی استفاده شده در قواعد را تعریف می‌نماید.

جهت طراحی سیستم خبره فازی پژوهش حاضر، از نرم‌افزار متلب<sup>۴</sup> استفاده شده است. از امکانات واسط گرافیکی کاربر<sup>۵</sup> و جعبه ابزار منطق فازی آن استفاده شده است و با برقراری ارتباط میان این دو بخش، سعی شده است تا سیستمی طراحی شود که با داشتن واسط گرافیکی کاربر مناسب، کاربرپسند بوده و با استفاده از جعبه ابزار منطق فازی، انعطاف‌پذیری و عملکرد سیستم بهبود یابد. در سیستم فازی که در این تحقیق طراحی گردیده است، جدای از استفاده از متغیرهای غیرفازی و به‌کارگیری آن‌ها در ارزیابی عملکرد شعب بانک‌ها، از متغیرهای فازی نیز استفاده شده است. چرا که در بسیاری از موارد بدون در نظر گرفتن متغیرهای فازی امکان رسیدن به مدلی نهایی و کامل جهت ارزیابی عملکرد غیرممکن می‌نماید.

با توجه به سوابق پژوهشی انجام شده در این تحقیق و براساس نظرات جمع‌آوری شده از خبرگان امر، به‌منظور انجام تحقیق حاضر مدل مفهومی ارائه شده در شکل ۱ حاصل گردیده است. همان‌طور که در این مدل مشخص گردیده است، ابتدا با استفاده از نسبت‌های مالی که می‌تواند از طریق داده‌های ذخیره شده در پایگاه داده بانک استفاده شود، در گام نخست به ارزیابی اولیه دست یافت. از آنجا که تنها استفاده از نسبت‌های مالی نمی‌تواند تصویری کامل از وضعیت عملکردی شعب را مشخص نماید، در گام دوم متغیرهای فازی به مدل اضافه گردیده است تا با استفاده از متغیرهای فازی در کنار نسبت‌های مالی به تصویری تکامل یافته‌تر از وضعیت عملکرد شعب پرداخته شود.

یکی از تعاریفی که در خصوص داده‌کاوی مطرح شده است، تعریفی است که توسط شاپیرو و فارولی<sup>۶</sup> در سال ۱۹۹۱ ارائه گردیده که داده‌کاوی فرایند استخراج اطلاعات ناشناخته، صریح و مفید بالقوه همچون قواعد مرتبط به دانش، محدودیت‌ها و قوانین، از داده‌های ذخیره شده در انبارهای داده و استفاده از تکنیک‌های شناخت الگو، آمار و ریاضی می‌باشد [۱].

در به‌کارگیری سیستم‌های فازی تحقیقات زیادی انجام شده است و کاربردی بودن این نوع از سیستم‌ها با تحقیقات زیادی که انجام شده است، قابل اعتبار می‌باشد. به‌عنوان نمونه، مقاله‌ای با



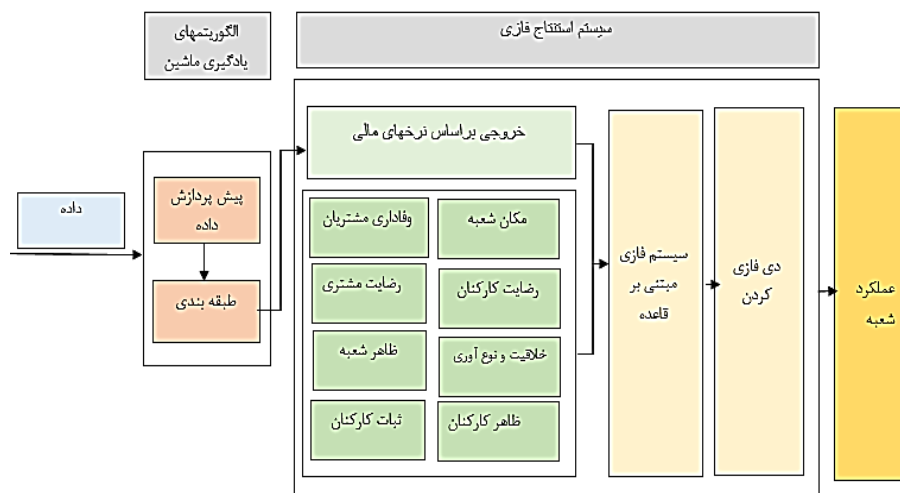
عنوان "طراحی سیستم خبره فازی جهت اندازه‌گیری کیفیت خدمات بانکداری الکترونیکی" که توسط نصری<sup>۷</sup> در سال ۱۳۹۴ به چاپ رسیده است، سعی کرده است با استفاده از سیستم‌های خبره فازی به اندازه‌گیری کیفیت خدمات بانکداری الکترونیکی بپردازد [۲]. در این تحقیق مدلی جامع برای اندازه‌گیری دقیق‌تر کیفیت خدمات بانکداری الکترونیکی با یک سیستم خبره فازی که دربرگیرنده پنج سیستم فازی می‌باشد، طراحی گردیده است که در بانک سینا پیاده‌سازی گردیده است. در خصوص استفاده از سیستم‌ها و الگوریتم‌های فازی در حوزه مالی تحقیقات دیگری نیز انجام شده است. در مقاله‌ای با عنوان "مدیریت ریسک مالی در صنعت خودروسازی با رویکرد تحلیل شبکه‌ای فازی"، با استفاده از پرسشنامه به استفاده از نظرات ۲۵ نفر از خبرگان امر به بررسی ۱۳ متغیر اثرگذار بر ریسک مالی در صنعت خودرو پرداخته شده است [۳]. همچنین در مقاله‌ای دیگر با عنوان "طراحی مدل ارزیابی رتبه‌بندی اعتباری اوراق بهادار اسلامی با رویکرد شبکه‌های عصبی- فازی تطبیق پذیر"، با استفاده از نظر خبرگان در گام نخست به رتبه‌بندی ناشر پرداخته است که ناشر دولت دارای کمترین و ناشرین خصوصی دارای بیشترین ریسک بوده‌اند و در گام دوم برای رتبه‌بندی ابزارهای تأمین مالی، برای ناشر دولت اوراق اسناد خزانه دارای کمترین و اوراق سلف دارای بیشترین ریسک بوده است [۴].

در مقاله‌ای با عنوان "ارزیابی عملکرد شعب بانک با رویکرد داده‌کاوی و سیستم خبره"، محققین با استفاده از داده‌کاوی به ارزیابی عملکرد شعب پرداخته‌اند و بر اساس دانش استخراج شده از الگوریتم‌های داده‌کاوی به طراحی سیستم خبره با استفاده از نرم‌افزار کلیس<sup>۸</sup> پرداخته شده است [۵].

در خصوص ارزیابی عملکرد شعب با استفاده از الگوریتم‌های داده‌کاوی [۶] و همچنین الگوریتم‌های دیگری چون AHP فازی [۷]، تحلیل پوششی عملیات [۸]، روش‌های ناپارامتریک [۹]، [۱۰]، [۱۱]، نیز تحقیقات دیگری انجام گرفته است. علاوه بر این موارد در خصوص ارزیابی عملکرد بانک‌های خصوصی تحقیقاتی انجام شده است [۱۲]. دژپسند<sup>۹</sup> (۱۳۹۸) در مطالعه‌ای به بررسی عوامل مؤثر بر بهره‌وری بانک‌های تخصصی و تجاری دولتی و خصوصی پرداخته است [۱۳]. در مقاله‌ای دیگر خادمی<sup>۱۰</sup> (۱۳۹۹)، به بررسی اثرات متغیرهای خاص بانکی بر سودآوری بانکها پرداخته است [۱۴]. همچنین در مقاله‌ای با عنوان "توسعه مدل ارزیابی عملکرد پایداری بانک‌های ایران"، محققین به بررسی ۲۷ بانک دولتی و غیردولتی ایران پرداخته‌اند [۱۵]. همچنین در مقاله‌ای دیگر با عنوان "بررسی تأثیر معیارهای عملکرد مالی بر پایداری مالی بانکها در شرایط بحران مالی"، به بررسی بانک‌های پذیرفته شده در بورس



اوراق بهادار تهران برای یک دوره شش ساله پرداخته شده است [۱۶]. در مقاله‌ای دیگر، به ارزیابی اثربخشی و کارایی هزینه‌های شعب بانک پرداخته شده است [۱۷]. همچنین در پژوهشی دیگر، به بررسی تعیین ماندگاری و سودآوری مشتریان بانک با استفاده از مدل درخت تصمیم پرداخته شده است که در آن عوامل مؤثر بر ماندگاری و سودآوری مشتریان ارزی یک بانک تجاری دولتی بررسی گردیده است [۱۸].



شکل ۱. مدل مفهومی سیستم خبره فازی

### ۳- مدل مفهومی پژوهش

در ارزیابی عملکرد شعب بانک، جدای از استفاده از داده‌های مالی، گاهی اوقات متغیرهای فازی نیز وجود دارد که در مدل‌سازی می‌بایست لحاظ گردد. در این تحقیق با استفاده از سیستم‌های خبره فازی و متغیرهای فازی به ارزیابی عملکرد شعب بانک پرداخته شده است. همان طور که در شکل ۱ مشخص می‌باشد، در طراحی سیستم خبره از نه متغیر فازی با عنوان‌های مکان شعبه، وفاداری مشتریان، رضایت کارکنان، رضایت مشتری، خلاقیت و نوع آوری، ظاهر شعبه، ظاهر کارکنان، ثبات کارکنان و همچنین خروجی حاصل از نرخ‌های مالی استفاده گردیده است. برای به دست آوردن متغیر "خروجی براساس نرخ‌های مالی"، ابتدا با استفاده از الگوریتم‌های داده‌کاوی به بررسی وضعیت شعبه بر اساس ۲۱ متغیر مالی موجود در جدول ۱ پرداخته شده است و در گام بعد خروجی حاصل به عنوان یک متغیر فازی ورودی در مدل قرار گرفته است.



متغیرهای مربوط به طراحی سیستم فازی بر اساس نظرات خبرگان امر استخراج گردیده است. این سامانه به دلیل ماهیت فازی بودن میزان کارایی شعب را بر روی یک طیف از مقدار صفر تا سه بررسی می‌نماید. خروجی هرچه به مقدار سه نزدیکتر باشد، بیانگر میزان کارا تر بودن شعبه می‌باشد.

در طراحی سیستم مذکور ابتدا معیارهای تصمیم‌گیری انتخاب گردید و سپس مجموعه‌های فازی و توابع عضویت<sup>۱۱</sup> هر متغیر بر اساس نظرات خبرگان تعیین گردید و در نهایت به تبیین قواعد فازی مرتبط پرداخته شده است. از الگوریتم‌هایی که برای ارزیابی عملکرد شعب بهره گرفته شده است، استفاده هم‌زمان از دو الگوریتم خوشه‌بندی<sup>۱۲</sup> و طبقه‌بندی<sup>۱۳</sup> می‌باشد. ابتدا با استفاده از الگوریتم‌های خوشه‌بندی به خوشه‌بندی کردن داده‌ها بر اساس شاخص‌های ورودی و به منظور تعیین وضعیت عملکرد شعب و برچسب زدن به عنوان شعب کارا، ناکارا و نیمه‌کارا پرداخته شده است. حال براساس دسته‌بندی صورت گرفته با استفاده از الگوریتم‌های طبقه‌بندی به استخراج دانش و قواعد موجود در هر دسته پرداخته می‌شود. در گام بعدی براساس قواعد به دست آمده، به طراحی سیستم خبره فازی پرداخته می‌شود. سیستم طراحی شده توانایی ارزیابی شعب براساس پارامترهای ورودی را دارد. جامعه آماری در این پژوهش داده‌های مربوط به شعب یکی از بانک‌های ایران و در بازه زمانی یک ماهه می‌باشد که به دلیل محرمانگی آن، امکان انتشار اطلاعات بیشتر از بانک امکان‌پذیر نمی‌باشد.

#### ۴- یافته‌ها و تحلیل داده‌ها

به منظور انجام داده‌کاوی ابتدا بر اساس نظرات خبرگان ۲۱ شاخص در ۷ دسته، منابع، مصارف، تعهدات، فعالیت ارزی، سود و زیان، توسعه بازار و گسترش بانکداری نوین برای ارزیابی شعب بانک در نظر گرفته شد. داده‌های این ۲۱ شاخص در سه وضعیت موجودی اول دوره و مقدار هدف و موجودی در لحظه با فرمول (۱) در جدولی استخراج گردید.

$$(1) \quad \text{درصد تحقق هدف} = \frac{\text{موجودی اول دوره} - \text{موجودی روز}}{\text{موجودی اول دوره} - \text{مقدار هدف}} \times 100$$

در این فرمول سه وضعیت را شاهد خواهیم بود. اگر موجودی اول دوره بزرگتر از موجودی روز باشد و به عبارت دیگر اگر جدای از عدم تحقق هدف با کاهش موجودی از زمان اول دوره مواجه باشیم، پارامتر تحقق هدف منفی خواهد شد و اگر موجودی روز بزرگتر از موجودی اول دوره باشد، تحقق هدف مقداری مثبت را خواهد داشت که اگر از مقدار هدف کمتر باشد، میزان



درصد تحقق هدف کمتر از ۱۰۰ خواهد بود و اگر از مقدار هدف بیشتر باشد و به عبارت دیگر هدف را محقق کرده باشد، در آن شاخص تحقق هدف بیشتر از ۱۰۰ خواهد بود. جدول ۱ شامل لیست شاخص‌هایی است که برای خوشه‌بندی استفاده شده است. به‌منظور کاربری مناسب‌تر شاخص‌ها در محاسبات از حروف اختصاری ارائه شده در جدول بهره گرفته شده است. داده‌های مورد استفاده در این پژوهش برای یک بازه یک ماهه از بانک دریافت شده است. اطلاعات مربوط به هرکدام از شاخص‌ها به قرار جدول ۲ می‌باشد. تمام مقادیر عددی می‌باشند. برای انجام خوشه‌بندی از الگوریتم کیمینز<sup>۱۴</sup> استفاده شده است.

جدول ۱. شاخص‌های استفاده شده در خوشه‌بندی شعب بانک

معیار اصلی	شاخص‌های ارزیابی عملکرد	نام اختصاری
منابع	درصد متوسط افزایش سپرده‌های ارزان قیمت طی دوره به افزایش مانده هدف تعیین شده	درصد سپرده‌های ارزان قیمت
	درصد متوسط افزایش سپرده‌های مدت‌دار طی دوره به افزایش مانده هدف تعیین شده	درصد سپرده‌های مدت‌دار
مصارف	درصد متوسط افزایش مانده تسهیلات به افزایش مانده هدف تعیین شده	درصد مانده تسهیلات
	درصد متوسط افزایش تسهیلات خرد به افزایش مانده هدف تعیین شده	درصد تسهیلات خرد
تعهدات	درصد NPL در انتهای دوره	درصد NPL
	درصد نسبت تعهدات بابت ضمانت‌نامه صادره ریالی طی دوره به هدف تعیین شده	درصد تعهدات ضمانت‌نامه
	درصد نسبت تعهدات بابت اعتبار استادی گشایش یافته ریالی طی دوره به هدف تعیین شده	درصد تعهدات اعتبار اسنادی
فعالیت ارزی	درصد نسبت حواله‌جات و پروات صادره طی دوره به هدف تعیین شده	درصد حواله جات و پروات
	درصد نسبت اعتبار اسنادی گشایش یافته و ضمانت نامه صادره ارزی طی دوره به هدف تعیین شده	درصد اعتبار اسنادی و ضمانت نامه صادره
سود و زیان	درصد هزینه مستقیم پول	درصد هزینه مستقیم پول
	درصد نسبت درآمد کارمزدی زیالی از محل تعهدات به هدف تعیین شده در انتهای دوره	درصد درآمد کارمزدی از محل تعهدات
	درصد نسبت درآمد ارزی (کلیه فعالیت‌های ارزی) به هدف تعیین شده در انتهای دوره	درصد درآمد ارزی





معیار اصلی	شاخص‌های ارزیابی عملکرد	نام اختصاری
	درصد نسبت سود دریافتی به سود پرداختی	درصد نسبت سود دریافتی به پرداختی
	درصد مانده سود و زیان شعبه نسبت به هدف تعیین شده	درصد مانده سود و زیان
توسعه بازار	درصد افزایش تعداد کل مشتریان طی دوره به افزایش هدف تعیین شده	درصد افزایش مشتریان
	درصد تعداد کارت صادره (بن کارت، کارت هدیه، کارت نقدی و کارت مرابحه) طی دوره نسبت به هدف تعیین شده در انتهای دوره	درصد تعداد کارت‌های صادره
	درصد تعداد کاربران اینترنت بانک و موبایل بانک طی دوره به هدف تعیین شده	درصد تعداد کاربران اینترنت و موبایل بانک
	درصد نسبت درآمد به هزینه دستگاه‌های ATM کلیه (دستگاه‌ها)	درصد درآمد به هزینه ATM
گسترش بانکداری نوین	درصد سهم تعداد دستگاه‌های POS صفر و کم تراکنش نسبت به هدف تعیین شده در انتهای دوره	درصد تعداد دستگاه‌های POS
	درصد میانگین نرخ سود سپرده‌های متصل به دستگاه‌های POS نسبت به هدف تعیین شده در انتهای دوره	درصد نرخ سود سپرده‌های POS
	درصد میانگین مانده سپرده‌های متصل به دستگاه‌های POS نسبت به هدف تعیین شده در انتهای دوره	درصد مانده سود سپرده‌های POS

## جدول ۲. وضعیت داده‌ها در ارتباط با شاخص‌های مورد بحث

شاخص	نوع داده	میانگین	حداقل مقدار	حداکثر مقدار
درصد سپرده‌های ارزان قیمت	عددی	۳۱.۴۹۹	-۵۶.۰۰	۱۰۱.۰۰
درصد سپرده‌های مدت دار	عددی	۳۶۶۰.۸	-۸۹.۰۰	۱۰۵.۰۰
درصد مانده تسهیلات	عددی	۴۱۰۰۷۷	-۸۹.۰۰	۱۰۴.۰۰
درصد تسهیلات خرد	عددی	۴۱.۷۲۹	-۵۶.۰۰	۹۸.۰۰
درصد NPL	عددی	۳۹.۳۸۱	-۸۹.۰۰	۹۸.۰۰
درصد تعهدات ضمانت نامه	عددی	۳۷.۲۸۳	-۵۹.۰۰	۹۵.۰۰
درصد تعهدات اعتبار اسنادی	عددی	۴۹۱۹۴	-۴۹.۰۰	۱۰۴.۰۰
درصد حواله جات و بروات	عددی	۴۶.۱۷۳	-۲۶.۰۰	۱۱۰.۰۰
درصد اعتبار اسنادی و ضمانت نامه صادره	عددی	۴۴.۰۵۳	-۲۶.۰۰	۱۱۵.۰۰
درصد هزینه مستقیم پول	عددی	۳۵.۲۷۲	-۵۶.۰۰	۱۱۰.۰۰
درصد درآمد کارمندی از محل تعهدات	عددی	۳۹.۲۶۴	-۴۹.۰۰	۱۱۵.۰۰
درصد درآمد ارزی	عددی	۳۶.۲۶۴	-۵۶.۰۰	۱۱۰.۰۰



شاخص	نوع داده	میانگین	حداقل مقدار	حداکثر مقدار
درصد نسبت سوددریافتی به پرداختی	عددی	۳۵.۳۲۰	-۵۶.۰۰	۱۱۵.۰۰
درصد مانده سود و زیان	عددی	۳۱.۳۷۶	-۵۶.۰۰	۱۰۶.۰۰
درصد افزایش مشتریان	عددی	۲۸.۱۶۰	-۵۹.۰۰	۱۰۵.۰۰
درصد تعداد کارت‌های صادره	عددی	۴۱.۴۷۲	-۵۹.۰۰	۱۰۶.۰۰
درصد تعداد کاربران اینترنت و موبایل بانک	عددی	۲۸.۹۷۷	-۵۶.۰۰	۱۰۶.۰۰
درصد درآمد به هزینه ATM	عددی	۴۰.۹۴۴	-۵۶.۰۰	۱۰۶.۰۰
درصد تعداد دستگاه‌های POS	عددی	۴۰.۵۰۷	-۵۹.۰۰	۱۶۲.۰۰
درصد نرخ سود سپرده‌های POS	عددی	۳۰.۰۷۲	-۸۹.۰۰	۱۰۶.۰۰
درصد مانده سود سپرده‌های POS	عددی	۴۱.۷۰۶	-۵۶.۰۰	۱۰۶.۰۰

الگوریتم مورد استفاده برای جداکردن خوشه‌های کارا، ناکارا و نیمه‌کارا، کیمینز می‌باشد. برای استفاده از این الگوریتم k برابر ۳ در نظر گرفته شد. نتایج حاصل نشان داده که ۱۷۱۷ رکورد در خوشه کارا قرار گرفت و ۵۸۶ رکورد ناکارا و ۸۲۱ رکورد نیز در خوشه نیمه‌کارا قرار گرفته‌اند. بر اساس داده‌های موجود، مهمترین شاخص در تعیین نوع خوشه مؤثر، شاخص درصد متوسط افزایش سپرده‌های ارزان قیمت طی دوره به افزایش مانده هدف بر اساس مدل به‌دست آمده است. در انتهای این بخش هرکدام از رکودها دارای یکی از برچسب‌های کارا، نیمه کار و ناکارا می‌باشند که این امر امکان استفاده از الگوریتم‌های طبقه‌بندی دارای ناظر را می‌دهد. در مرحله بعد برای استخراج قوانین موجود در هریک از خوشه‌های به‌دست آمده از الگوریتم‌های طبقه‌بندی و درخت تصمیم استفاده گردید. به‌منظور طبقه‌بندی الگوریتم‌های مختلفی ارائه گردیده است که بر این اساس به‌منظور یافتن مناسب‌ترین الگوریتم، متناسب با نوع داده‌های پژوهش حاضر شش الگوریتم CRT، CHAID، C5.0، QUEST و Neural Net و SVM بر روی داده‌ها اعمال گردید. نتایج میزان خطا و صحت هرکدام از الگوریتم‌ها در جدول ۳ ارائه گردیده است. همان طور که مشخص است، نتایج الگوریتم C5.0 مدل بهتری از داده‌های پژوهش را ارائه می‌دهد و لذا خروجی این الگوریتم به‌عنوان مدل نهایی پژوهش مورد استفاده قرار گرفت. برای سنجش اعتبار و صحت مدل، از تقسیم نمونه به دو مجموعه داده آموزشی و تست استفاده گردیده است. صحت طبقه‌بندی یا تفکیک داده‌های تست در طبقه‌ها، معیار ارزیابی اعتبار و صحت مدل می‌باشد که در این تحقیق از "اعتبارسنجی متقابل با ۱۰ بار تکرار" استفاده شده است. این روش اعتبارسنجی مجموعه داده‌ها را به ۱۰ قسمت تقسیم نموده و هر بار ۹۰ درصد از داده‌ها را به‌عنوان مجموعه داده آموزشی و ۱۰ درصد را به‌عنوان مجموعه داده تست



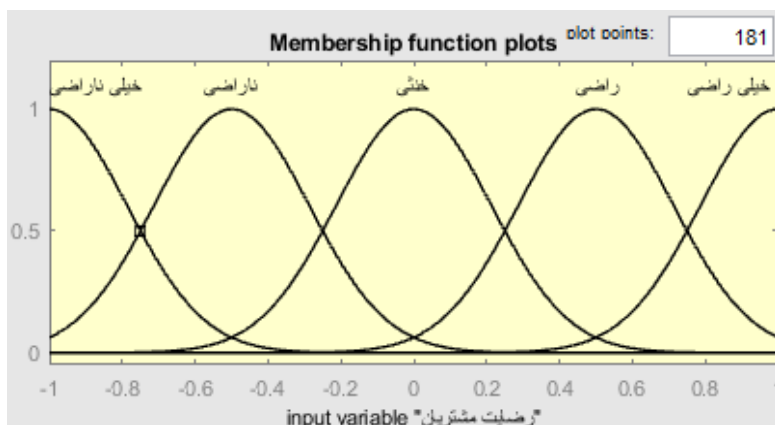
انتخاب نموده و میزان دقت طبقه‌بندی را می‌سنجد. این فرایند ۱۰ بار صورت می‌گیرد و در نتیجه از کلیه درجات دقت میانگین گرفته شده و به‌عنوان دقت نهایی مدل ارائه می‌گردد.

جدول ۳. درصد صحت الگوریتم‌های اعمال شده بر روی داده‌های پژوهش

الگوریتم	درصد صحت	درصد خطا
CRT	۹۴.۸۶	۵.۱۴
CHAID	۹۲.۵۲	۷.۴۷
C <sub>۵,۰</sub>	۱۰۰	۰
QUEST	۸۷.۹۵	۱۲.۰۵
NeuralNet	۹۸	۰.۲
SVM	۹۸	۰.۲

بر اساس الگوریتم C<sub>۵,۰</sub> مهم‌ترین متغیرهای تأثیرگذار در مدل، به‌ترتیب عبارت‌اند از درصد سپرده‌های مدت‌دار، درصد سپرده‌های ارزان قیمت، درصد حواله‌جات و بروات، درصد تعهدات اسنادی، درصد نسبت سود دریافتی به پرداختی، درصد اعتبار اسنادی و ضمانت‌نامه صادره، درصد تعداد کارت‌های صادره، درصد افزایش مشتریان، درصد تعداد دستگاه‌های POS، درصد درآمد به هزینه ATM و درصد مانده سود سپرده‌های POS. درخت تصمیم و قواعد استخراج شده از مدل در پیوست الف ارائه گردیده است. در گام بعدی بر اساس درخت و قواعد استخراج شده سیستم خبره فازی جهت بهره‌وری طراحی گردیده است.

شکل ۲ توابع عضویت متغیر رضایت مشتری را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشخص می‌باشد، وضعیت رضایت مشتریان با پنج تابع، خیلی راضی، راضی، خنثی، ناراضی و خیلی ناراضی تعیین گردیده است به شکل گوسی می‌باشد. این توابع بر روی طیفی از ۱ تا ۱- قرار گرفته‌اند و مقدار صفر وضعیتی تقریباً خنثی را برای رضایت مشتریان نشان می‌دهد.



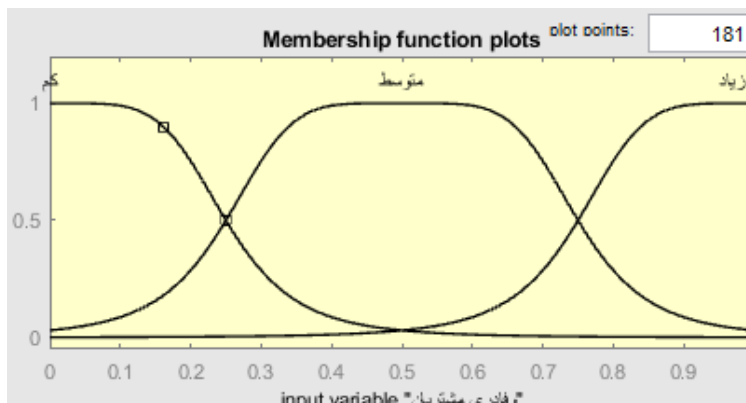
شکل ۲. توابع عضویت ورودی رضایت مشتریان

در جدول ۴ نیز پارامترهای مربوط به تابع عضویت رضایت مشتریان نشان داده شده است. همان طور که مشخص است پنج متغیرمربوطه دارای شکل تابع گوسی می‌باشند. پارامترهای تابع عضویت مربوطه نیز در جدول ۴ آمده است.

جدول ۴. پارامترهای تابع عضویت رضایت مشتریان

رضایت مشتری		
پارامترهای تابع عضویت	شکل تابع	متغیر
[۰.۲۱۲۴ -۱]	'gaussmf'	خیلی ناراضی
[۰.۲۱۲۴ -۰.۵]	'gaussmf'	'ناراضی'
[۰.۲۱۲۴ ۰]	'gaussmf'	'خنثی'
[۰.۲۱۲۴ ۰.۵]	'gaussmf'	'راضی'
[۰.۲۱۲۴ ۱]	'gaussmf'	خیلی راضی

شکل ۳ بیانگر توابع عضویت متغیر فازی وفاداری مشتریان می‌باشد که بر روی طیفی از ۰ تا ۱ قرار گرفته است و دارای سه وضعیت زیاد، متوسط و کم می‌باشد. مقداری در محدود ۰.۵ بیانگر وضعیت متوسط شعبه از نظر وفاداری مشتریان می‌باشد.



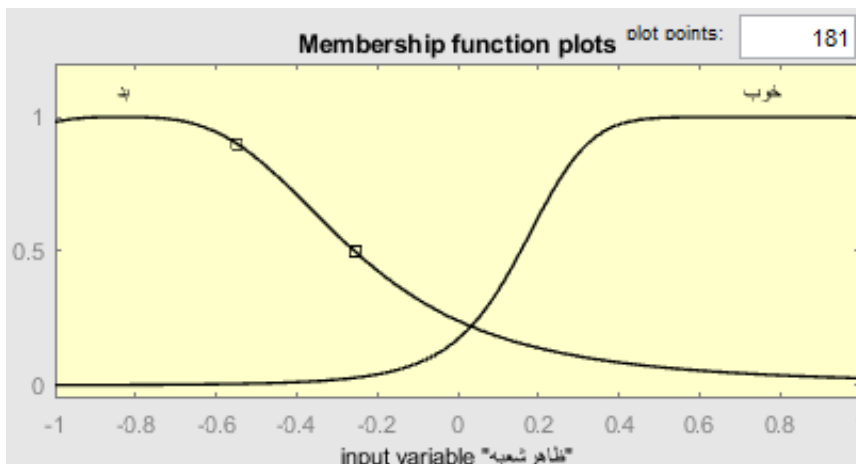
شکل ۳. توابع عضویت ورودی وفاداری مشتریان

در جدول ۵ پارامترهای مربوط به تابع عضویت وفاداری مشتری نیز نشان داده شده است. همان طور که مشخص است برای سه متغیر مربوط به وفاداری مشتری، شکل تابع زنگوله‌ای در نظر گرفته شده است.

جدول ۵. پارامترهای تابع عضویت وفاداری مشتری

وفاداری مشتری		
پارامترهای تابع عضویت	شکل تابع	متغیر
[۰.۲۵ ۲.۵ ۰]	'gbellmf'	'کم'
[۰.۲۵ ۲.۵ ۰.۵]	'gbellmf'	'متوسط'
[۰.۲۵ ۲.۵ ۱]	'gbellmf'	'زیاد'

شکل ۴ توابع عضویت متغیر ظاهر شعبه را نشان می‌دهد که دارای دو تابع "خوب" و "بد" می‌باشد و در یک طیف از ۱ تا -۱ قرار گرفته است. مقداری در بالاتر از صفر بیانگر وضعیت ظاهر شعب خوب می‌باشد و مقداری کمتر از صفر بیانگر ظاهر بد برای شعبه می‌باشد. این مقادیر هرچه به +۱ و یا -۱ نزدیک‌تر باشد، بیانگر شدت بیشتری از نظر خوب یا بد بودن ظاهر شعبه می‌باشد.



شکل ۴. توابع عضویت ورودی ظاهر شعبه

در جدول ۶ پارامترهای مربوط به تابع عضویت ظاهر شعبه نشان داده شده است. همان طور که مشخص است، برای دو متغیر مربوطه شکل تابع زنگوله‌ای در نظر گرفته شده است.

جدول ۶. پارامترهای تابع عضویت ظاهر شعبه

ظاهر شعبه		
پارامترهای تابع عضویت	شکل تابع	متغیر
[۰.۵۸ ۱.۵۷ -۰.۸۳۵۹]	'gbellmf'	'بد'
[۰.۵۹۹۹ ۳.۵ ۰.۷۵۶]	'gbellmf'	'خوب'

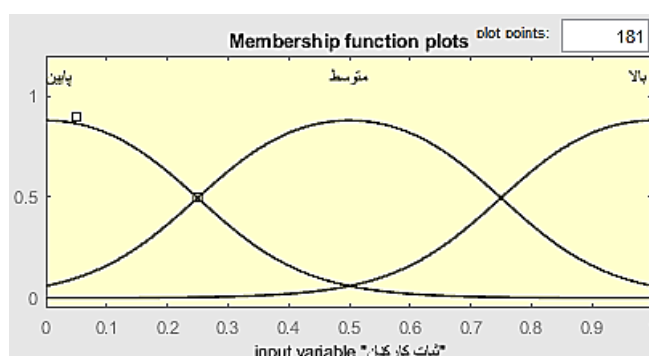
در جدول ۷ پارامترهای مربوط به تابع عضویت ثبات کارکنان نشان داده شده است. همان طور که مشخص است سه متغیر مربوطه دارای شکل تابع زیگمویید می‌باشند.

جدول ۷. پارامترهای تابع عضویت ثبات کارکنان

ثبات کارکنان		
پارامترهای تابع عضویت	شکل تابع	متغیر
[۱۰.۹۹ -۰.۲۵ ۱۰.۹۹ ۰.۲۵]	'dsigmf'	'پایین'
[۱۰.۹۹ ۰.۲۵ ۱۰.۹۹ ۰.۷۵]	'dsigmf'	'متوسط'
[۱۰.۹۹ ۰.۷۵ ۱۰.۹۹ ۱.۲۵]	'dsigmf'	'بالا'



شکل ۵ نیز توابع عضویت متغیر ثبات کارکنان را نشان می‌دهد که در طیفی از صفر تا یک و در سه حالت ثبات کارکنان بالا، متوسط و پایین تعیین گردیده است. مقداری بالاتر از ۰.۵ بیانگر ثبات کارکنان با وضعیت مناسب می‌باشد و مقادیر پایین‌تر از ۰.۵ نیز به سمت وضعیت نامناسب ثبات کارکنان می‌باشد. مقادیری در محدود ۰.۵ نیز بیانگر میزان متوسط ثبات کارکنان می‌باشد.



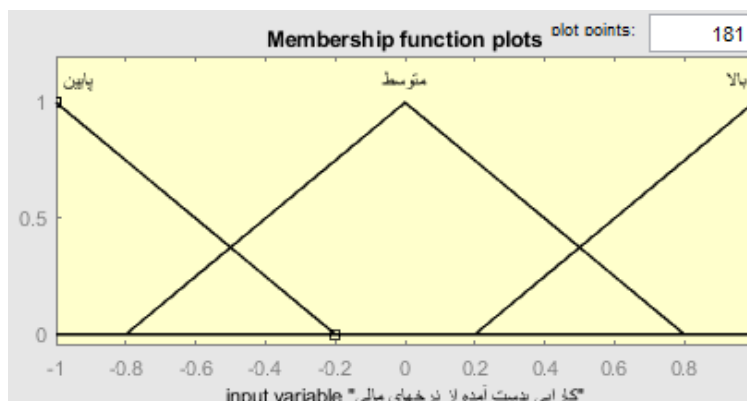
شکل ۵. توابع عضویت ورودی ثبات کارکنان

در جدول ۸ پارامترهای مربوط به تابع عضویت کارایی به دست آمده از مقادیر مالی نشان داده شده است. همان طور که مشخص است سه متغیر مربوطه دارای شکل تابع مثلثی می‌باشند.

جدول ۸. پارامترهای تابع عضویت کارایی بدست آمده از مقادیر مالی

کارایی بدست آمده از مقادیر مالی		
پارامترهای تابع عضویت	شکل تابع	متغیر
$[-۱.۸ -۱ -۰.۲]$	'trimf'	'پایین'
$[-۰.۸ ۰ ۰.۸]$	'trimf'	'متوسط'
$[۰.۲ ۱ ۱.۸]$	'trimf'	'بالا'

شکل ۶ نمایشی از وضعیت متغیر کارایی براساس مقادیر مالی می‌باشد که در سه وضعیت بالا، متوسط و پایین و در طیفی بین ۱+ تا ۱- در نظر گرفته شده است. مقادیر در محدود ۰.۲+ تا ۰.۲- بیانگر کارایی متوسط شعبه از منظر مقادیر مالی می‌باشد و مقادیری تقریباً بالاتر از ۰.۲ بیانگر کارایی بالای شعبه می‌باشد و مقادیری پایین‌تر از ۰.۲- نیز بیانگر کارایی پایین شعبه از منظر مقادیر مالی می‌باشد. تعیین وضعیت این متغیر به عنوان ورودی سیستم فازی براساس نتایج حاصل از پیاده‌سازی الگوریتم‌های طبقه‌بندی بر روی ۲۱ شاخص مالی مطابق با جدول ۱ می‌باشد.



شکل ۶. توابع عضویت ورودی کارایی به‌دست آمده از مقادیر مالی

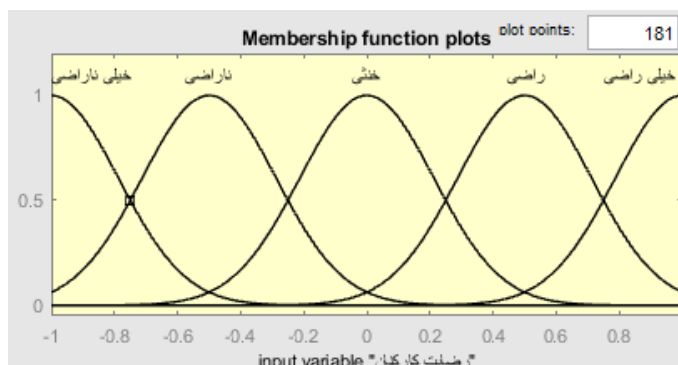
در جدول ۹ پارامترهای مربوط به تابع عضویت رضایت کارکنان نشان داده شده است. همان‌طور که مشخص است، پنج متغیر مربوطه دارای شکل تابع گوسی می‌باشند.

جدول ۹. پارامترهای تابع عضویت رضایت کارکنان

رضایت کارکنان		
پارامترهای تابع عضویت	شکل تابع	متغیر
$[-1; -0.2124]$	'gaussmf'	خیلی ناراضی
$[-0.5; -0.2124]$	'gaussmf'	'ناراضی'
$[0; -0.2124]$	'gaussmf'	'خنثی'
$[0.5; -0.2124]$	'gaussmf'	'راضی'
$[1; -0.2124]$	'gaussmf'	خیلی راضی

شکل ۷ توابع عضویت متغیر رضایت کارکنان را نشان می‌دهد که دارای پنج وضعیت، خیلی راضی، راضی، خنثی، ناراضی و خیلی ناراضی و بر روی طیفی از  $+1$  تا  $-1$  می‌باشد. مقادیر نزدیک به صفر بیانگر میزان خنثی از منظر رضایت کارکنان می‌باشد و مقادیر هرچه به  $+1$  نزدیک می‌گردد، بیانگر میزان خیلی راضی کارکنان است و برعکس هرچه به  $-1$  نزدیکتر می‌شود، بیانگر وضعیت خیلی ناراضی کارکنان می‌باشد.





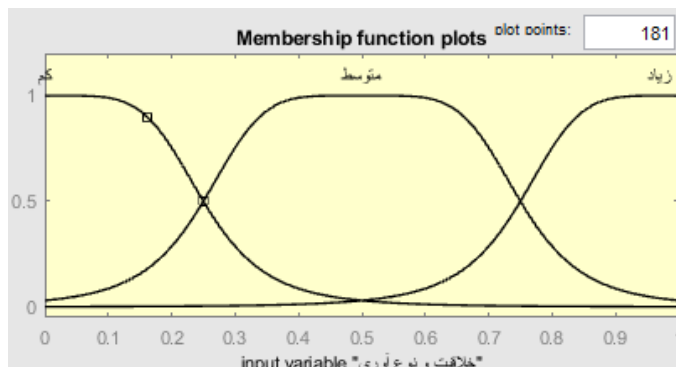
شکل ۷. توابع عضویت ورودی رضایت کارکنان

در جدول ۱۰ پارامترهای مربوط به تابع عضویت خلاقیت و نوآوری نشان داده شده است. همان طور که مشخص است، سه متغیر مربوطه دارای شکل تابع زنگوله‌ای می‌باشند.

جدول ۱۰. پارامترهای تابع عضویت خلاقیت و نوآوری

خلاقیت و نوآوری		
پارامترهای تابع عضویت	شکل تابع	متغیر
[۰.۲۵ ۲.۵ ۰]	'gbellmf'	'کم'
[۰.۲۵ ۲.۵ ۰.۵]	'gbellmf'	'متوسط'
[۰.۲۵ ۲.۵ ۱]	'gbellmf'	'زیاد'

در شکل ۸ نیز توابع عضویت متغیر خلاقیت و نوآوری نشان داده شده است. توابع مربوط به این متغیر دارای سه وضعیت زیاد، متوسط و بالا می‌باشد که بر روی طیف ۰ تا +۱ قرار گرفته است. مقداری در محدود ۰.۵ بیانگر توانایی متوسط شعب از منظر خلاقیت و نوآوری می‌باشد و مقادیر هر چه به +۱ نزدیک می‌شود، بیانگر میزان زیاد خلاقیت و نوآوری شعبه دارد و مقادیری نزدیک به صفر، میزان خلاقیت و نوآوری کم شعبه را نشان می‌دهد.



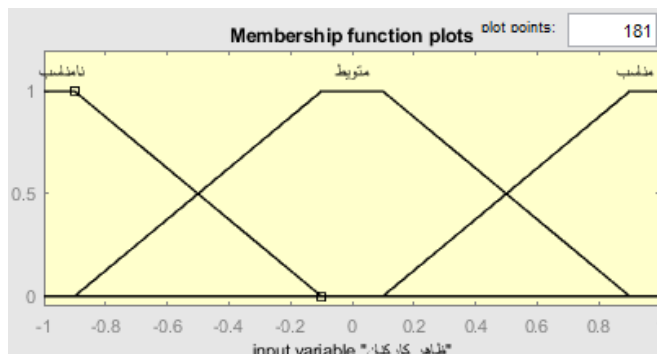
شکل ۸. توابع عضویت ورودی خلاقیت و نوآوری

در جدول ۱۱ پارامترهای مربوط به تابع عضویت ظاهر کارکنان نشان داده شده است. همان طور که مشخص است، سه متغیر مربوطه دارای شکل تابع دوزنقه‌ای می‌باشند.

جدول ۱۱. پارامترهای تابع عضویت ظاهر کارکنان

ظاهر کارکنان		
پارامترهای تابع عضویت	شکل تابع	متغیر
$[-۱.۹ -۱.۱ -۰.۹ -۰.۱]$	'trapmf'	'نامناسب'
$[-۰.۹ -۰.۱ ۰.۱ ۰.۹]$	'trapmf'	'متوسط'
$[۰.۱ ۰.۹ ۱.۱ ۱.۹]$	'trapmf'	'مناسب'

شکل ۹ نیز وضعیت ظاهری کارکنان را با سه وضعیت مناسب، متوسط و نامناسب بر روی یک بازه  $-۱$  تا  $+۱$  را ارائه می‌دهد. در محدوده حدوداً  $-۰.۲$  تا  $+۰.۲$  میزان متوسط از منظر ظاهر کارکنان را بیان می‌کند و هرچه به سمت مقدار  $+۱$  حرکت کند، بیانگر ظاهر مناسب کارکنان می‌باشد و هرچه به سمت  $-۱$  می‌رود نشان از ظاهر نامناسب کارکنان دارد.



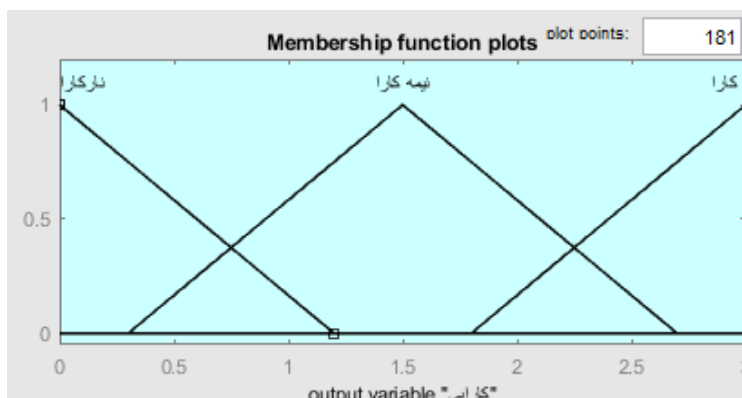
شکل ۹. توابع عضویت ورودی ظاهر کارکنان

در جدول ۱۲ پارامترهای مربوط به تابع عضویت کارایی نشان داده شده است. همان طور که مشخص است، سه متغیر مربوطه دارای شکل تابع مثلثی می‌باشند.

جدول ۱۲. پارامترهای تابع عضویت کارایی

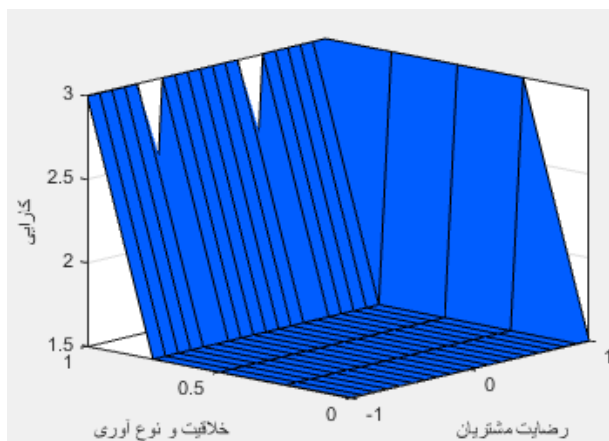
کارایی		
پارامترهای تابع عضویت	شکل تابع	متغیر
[-۱.۲ ۰ ۱.۲]	'trimf'	'ناکارا'
[۰.۳ ۱.۵ ۲.۷]	'trimf'	'نیمه کارا'
[۱.۸ ۳ ۴.۲]	'trimf'	'کارا'

شکل ۱۰ نیز بیانگر توابع عضویت متغیر خروجی می‌باشد که دارای سه وضعیت کارا، نیمه کار و ناکارا و بر روی یک بازه ۰ تا ۳ می‌باشد. در صورتی که خروجی حاصل از سیستم فازی طراحی شده در محدود نزدیک به ۱.۵ قرار گیرد، وضعیت تقریباً نیمه کارای شعبه را نشان می‌دهد و هرچه این مقدار به سمت ۳ می‌رود، بیانگر میزان کارایی شعبه دارد و برعکس هرچه به سمت مقدار صفر پیش می‌رود، میزان ناکارایی شعبه را نشان می‌دهد.

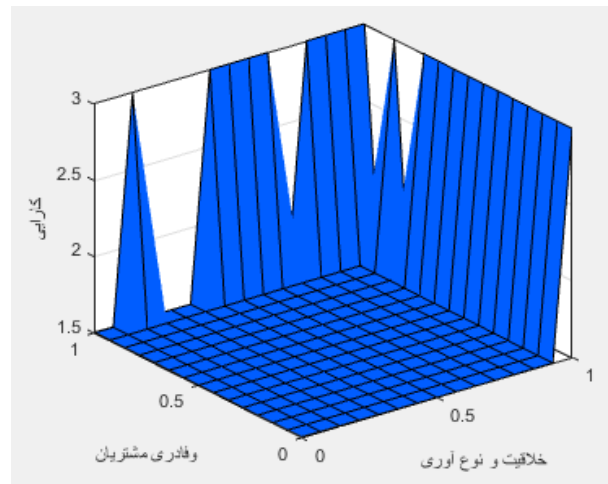


شکل ۱۰. توابع عضویت ورودی کارایی

در ادامه در شکل ۱۱ و شکل ۱۲ دو مورد از نمودارهای سطح<sup>۱۵</sup> مربوط به خلاقیت و نوآوری و رضایت مشتریان در برابر کارایی و همچنین در برابر وفاداری مشتریان آمده است. این دو شکل وضعیت دو متغیر را در ازای تغییرات در بازه خود در مقایسه با کارایی را نشان می‌دهند. این دوشکل نشان می‌دهند که خلاقیت و نوآوری می‌بایست در راستای رضایت مشتریان و وفاداری مشتریان به کار گرفته شود تا موجبات افزایش کارایی را به دنبال داشته باشد.



شکل ۱۱. نمودار سطح کارایی در ازای متغیر خلاقیت و نوآوری در برابر رضایت مشتریان



شکل ۱۲. نمودار سطح کارایی در ازای متغیر خلاقیت و نوآوری در برابر وفاداری مشتریان

## ۵- سیستم خبره فازی طراحی شده

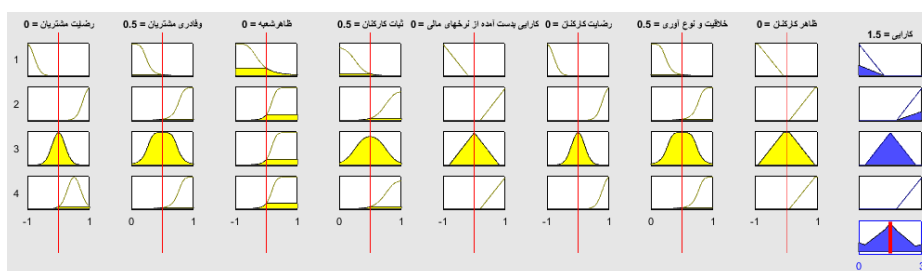
تبدیل مدل مفهومی به برنامه نرم‌افزاری به ناچار خطا را هم به همراه دارد. اگر این خطا در محدوده قابل قبول باشد، مدل نیز معتبر است؛ در غیر این صورت، مدل نیاز به اصلاح دارد [۱۹]. برای تست مدل از روش تحلیل رفتار خروجی‌ها استفاده شده است. در این روش اندازه تعدادی از متغیرها ورودی ثابت در نظر گرفته می‌شود، سپس اندازه سایر متغیرها افزایش یا کاهش داده می‌شود. در ازای افزایش و یا کاهش در ورودی‌ها اندازه هر خروجی توسط سیستم خبره محاسبه می‌گردد. از کنار هم قرار گرفتن این خروجی‌ها، رفتاری برای هر خروجی شکل می‌گیرد. رفتار به دست آمده تجزیه و تحلیل می‌شود. در صورتی که رفتار خروجی‌ها به ازای اینگونه تغییرات بر اساس ادبیات پژوهش و یا نظرات افراد خبره مورد تأیید قرار گیرد، اعتبار سیستم خبره نیز مورد تأیید قرار می‌گیرد و در غیر این صورت، سیستم خبره نیاز به اصلاح دارد [۲]. برای هر دسته از ورودی‌ها این کار انجام گرفت. خروجی‌ها علاوه بر محقق توسط افراد خبره و با ادبیات پژوهش نیز مقایسه شده و مورد تحلیل قرار گرفته است و تحلیل‌های حاصل صحت خروجی‌ها را تأیید نموده‌اند. در ادامه تعدادی از تحلیل‌های انجام شده نمایش داده شده است.

در شکل ۱۳ نیز نمایشی از قواعد سیستم طراحی شده در وضعیت نیمه‌کارایی است. نحوه ارزیابی عملکرد شعب با استفاده از این سیستم بدین صورت است که کاربر به قسمت نمایش

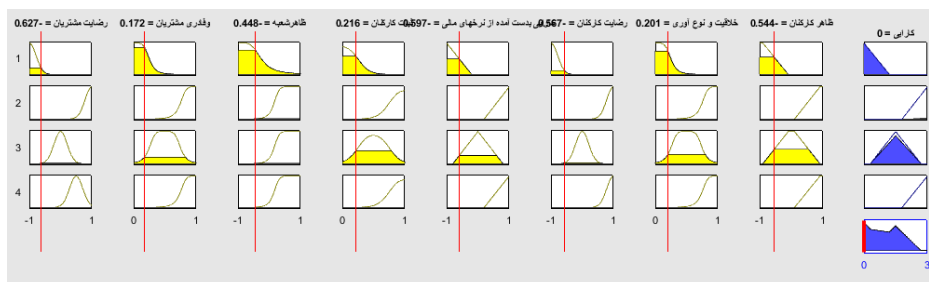


قواعد سیستم رفته و سپس وضعیت هرکدام از متغیرهای ورودی را تعیین می‌کند. در پایان خروجی سیستم، وضعیت جایگاه شعبه مورد نظر را از نظر کارایی تعیین می‌نماید. شکل ۱۳ نشان می‌دهد که در صورتی که شعبه از منظر رضایت مشتری خنثی، وفاداری مشتری متوسط، ظاهر شعبه متوسط، ثبات کارکنان متوسط، کارایی حاصل از مقادیر مالی متوسط، رضایت کارکنان خنثی، خلاقیت و نوآوری متوسط، ظاهر کارکنان متوسط باشد، در نهایت از منظر کارایی شعبه نیمه‌کارا خواهد بود.

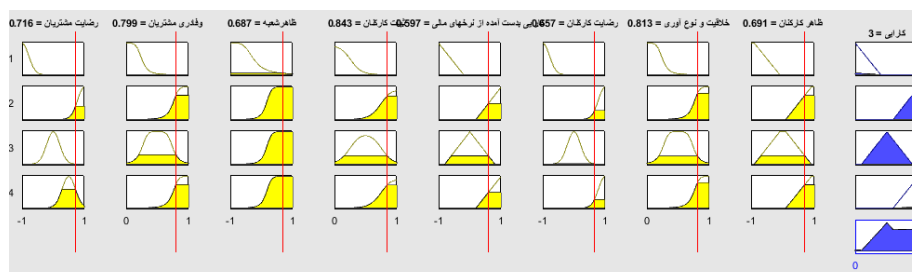
شکل ۱۴ نیز نمونه‌ای از یک شعبه ناکارا را نشان می‌دهد. این شعبه از منظر رضایت مشتری تقریباً ناراضی، از منظر وفاداری مشتریان کم، ظاهر شعبه بد، ثبات کارکنان تقریباً پایین، از منظر مقادیر مالی تقریباً پایین، رضایت کارکنان تقریباً ناراضی، میزان خلاقیت و نوآوری تقریباً کم و از نظر ظاهر کارکنان تقریباً نامناسب می‌باشد.



شکل ۱۳. نمونه‌ای از قواعد وضعیت نیمه کارایی در سیستم خبره فازی



شکل ۱۴. نمونه‌ای از قواعد وضعیت ناکارایی در سیستم خبره فازی



شکل ۱۵. نمونه‌ای از قواعد وضعیت‌کاری در سیستم‌خبره فازی

شکل ۱۵ نیز نمونه‌ای از ورودی‌های یک شعبه می‌باشد که وضعیت یک شعبه کارا را به خود اختصاص داده است. شعبه مورد نظر از منظر رضایت مشتری تقریباً راضی، از منظر وفاداری مشتریان تقریباً زیاد، ظاهر شعبه خوب، ثبات کارکنان تقریباً بالا، از منظر مقادیر مالی تقریباً بالا، رضایت کارکنان، تقریباً راضی تا خیلی راضی، میزان خلاقیت و نوآوری تقریباً زیاد و از نظر ظاهر کارکنان تقریباً مناسب می‌باشد.

## ۶- بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش به مطالعه یکی از موضوعات حوزه بانکداری، یعنی ارزیابی عملکرد شعب بانک پرداخته شده است. برای این منظور از قابلیت‌های سیستم‌های خبره فازی و تکنیک‌های داده‌کاوی بهره گرفته شده است. مهم‌ترین اهدافی که در این پژوهش دنبال شده است، عبارت‌اند از استخراج قوانین حاصل از داده‌های شعب با استفاده از الگوریتم‌های داده‌کاوی و همچنین به‌کارگیری داده‌های فازی و سیستم‌های خبره فازی. برای این منظور ابتدا به شناخت متغیرهای مؤثر در ارزیابی شعب بانک بر اساس مطالعات گذشته و همچنین نظرات کارشناسان و خبرگان امر پرداخته شد. سپس برای انجام پژوهش حاضر به جمع‌آوری داده‌ها از یکی از بانک‌های ایرانی پرداخته شده است. بعد از انجام پیش‌پردازش‌های لازم، به اعمال الگوریتم‌های داده‌کاوی بر روی داده‌ها پرداخته شد و در نهایت بر اساس قواعد موجود در داده‌ها که با استفاده از الگوریتم‌های داده‌کاوی استخراج شده به طراحی سیستم خبره فازی پرداخته شده است. الگوریتم ۵۵.۰ نشان داد که مهم‌ترین متغیرهای اثرگذار در تحقیق، عبارت‌اند از درصد سپرده‌های مدت‌دار، درصد سپرده‌های ارزان قیمت، درصد حواله‌جات و بروات، درصد تعهدات اسنادی، درصد نسبت سود دریافتی به پرداختی، درصد اعتبار اسنادی و ضمانت‌نامه صادره، درصد تعداد کارت‌های صادره، درصد افزایش مشتریان، درصد تعداد دستگاه‌های POS،



درصد درآمد به هزینه ATM و درصد مانده سود سپرده‌های POS. از چالش‌هایی که در این پژوهش محققین با آن مواجه شده‌اند، تهیه داده‌ها و همچنین استفاده از الگوریتم‌های مناسب و استخراج مدل‌های قابل استفاده و مناسب برای نظام بانکی می‌باشد. درخصوص پیشنهادات برای تحقیقات آینده قابل ذکر است که نتایج تحقیق حاضر بر مبنای داده‌های شعب یکی از بانک‌های ایرانی تهیه شده است. لذا استفاده از داده‌های مختلف بانکی جهت بررسی قابلیت‌های مدل ارائه شده و همچنین مقایسه نتایج حاصل با دیگر روش‌های ارزیابی عملکرد شعب به محققین جهت پژوهش‌های آینده توصیه می‌گردد. همچنین بررسی جامعیت متغیرهای پژوهش و قوانین فازی استفاده شده و همچنین به‌کارگیری سایر رویکردهای کیفی که بتواند متغیرهای فازی را با دقت بیشتری مدل‌سازی نماید، برای تحقیقات آینده پیشنهاد می‌گردد.

#### ۷- پی‌نوشت

- |                           |                          |
|---------------------------|--------------------------|
| ۱. Fuzzy Inference System | ۸. Clips                 |
| ۲. Data Mining            | ۹. Dejpasand             |
| ۳. Fuzzy Expert System    | ۱۰. Khademi              |
| ۴. Matlab                 | ۱۱. Membership Functions |
| ۵. User Interface         | ۱۲. Clustering           |
| ۶. Shapiro & Faroli       | ۱۳. Classification       |
| ۷. Nasri                  | ۱۴. Kmeans               |
|                           | ۱۵. Surface              |

#### ۸- منابع

- [۱] Dargahi, I, (۲۰۰۶), Evaluation and Strategy Selection Using Data Envelopment Analysis Technique, M.Sc. Thesis, Islamic Azad University, Qazvin Branch.
- [۲] Nasri Nasrabadi, Sh., Hassanzadeh, A. & Rajabzadeh Qatari, A., (۲۰۱۵), Designing a fuzzy information system to measure the quality of electronic banking services, Quarterly Journal of Modern Marketing Research, Fifth Year, First Issue, Serial Issue ۱۶.
- [۳] Fadaei, A., Alirezai, A., Hashemzadeh Khorasgani, Gh., Fathi, H., (۱۳۹۹), Financial risk management in the automotive industry with fuzzy network





- analysis approach, Quarterly Journal of Financial Engineering and Securities Management, ۱۲(۴۷), pp. ۳۳۱-۳۴۴.
- [۴] [۴]Shabani Varnami, M., Didekhani, H., Khozin, A., Naderian, A., (۱۴۰۰), Designing a Credit Rating Evaluation Model for Islamic Securities with Adaptive Neural-Fuzzy Networks Approach, Quarterly Journal of Financial Engineering and Securities Management, ۱۲(۴۶), pp. ۱۹۸-۲۳۴.
- [۵] Eslami Nosratabadi, H., Tarokh, M., Poorebrahimi, A. (۲۰۲۱). 'Evaluation of Bank Branch Performance using Data mining and Expert System Approach', Quarterly Journal of Financial Engineering and Securities Management, ۱۲(۴۶), pp. ۲۳-۴۹
- [۶] Adakh, E., fadaviasghari, A., Mohamad Pourzarandi, M. (۲۰۲۰). 'Presenting a Model Based on Evaluation of Performance Banks Listed in Tehran Stock Exchange Using Data Mining Approach', Quarterly Journal of Financial Engineering and Securities Management, ۱۱(۴۲), pp. ۱۷۲-۱۹۴.
- [۷] Khatami, S, M., (۲۰۱۵), Review and Ranking of Bank Melli Performance Evaluation Indicators Using Balanced Scorecard Model and Fuzzy AHP with Emphasis on Financial Indicators, Management and Accounting Research Monthly, Issue ۱۴, August Month.
- [۸] Ahadzadeh Namin, M., Khamseh, E., Mohammadi, F., (۱۳۹۸), Evaluating the performance of bank branches using weight control approach in data envelopment analysis, Quarterly Journal of Financial Engineering and Securities Management, No. ۴۲.
- [۹] Iranzadeh, S., Barghi, A., (۲۰۰۹), Ranking and Evaluation of Bank Performance Using PCA Principal Component Analysis Technique, Case Study of Central Branches of Bank Sanat va Ma'dan Bank, Management Quarterly, Year ۶, No. ۱۴.
- [۱۰] Liu, Hsiang-Hsi, Jih-Jeng, H., and Yung-Ho, C., (۲۰۲۰), "Integration of network data envelopment analysis and decision-making trial and evaluation laboratory for the performance evaluation of the financial holding companies in Taiwan." Managerial and Decision Economics ۴۱, no. ۱, ۶۴-۷۸.
- [۱۱] Cai, W., Fangming Xu, and Cheng, Z., (۲۰۱۶) "Geographical diversification and bank performance: Evidence from China." Economics Letters ۱۴۷, ۹۶-۹۸.



- [۱۲] Soleimani, B. Nemati, M. Almasi, H., (۱۳۹۹). Evaluating the performance of private banks in Tehran Stock Exchange based on CAMEL model, Quarterly Journal of Financial Economics, ۱۴۴-۱۱۵
- [۱۳] Dejpasand, F., Amini, A., Ahmadi Kabir, M., (۱۳۹۸). Analysis of Factors Affecting Total Productivity: A Case Study of Selected Specialized and Commercial Public and Private Banks in Iran, Quarterly Journal of Financial Economics, ۱۳۸۲-۱۵۳.
- [۱۴] Khademi, S, R., Falihi, N., Dalmanpour, M., Naghi Lou, A., (۱۳۹۹). Investigating the Effects of Specific Banking and Macroeconomic Variables on Bank Profitability, Comparison of Neoclassical and Post-Keynesian Schools, Financial Economics Quarterly, ۲۱۳-۲۵۲
- [۱۵] Nobahar E, Dehghan nayeri M, Rajabzadeh ghatari A. (۲۰۱۹), A Model on Iranian Banks Sustainability Assessment, Management Research in Iran, ۲۳ (۳) :۱۶۱-۱۸۷
- [۱۶] Yousefi Ghaleh Roudkhani M A, Tehrani R, Mirlouhi S M.( ۲۰۲۱) Investigating the Impact of Financial performance metrics on Financial Stability of Banks in the Financial Crisis. Management Research in Iran. ۲۵ (۲) :۱-۲۱
- [۱۷] Hosseinzadeh Saljooghi, F., Zaker Harofte, E. (۲۰۲۱). 'Evaluation of cost-effectiveness and cost efficiency of network systems Case study: Bank branches', Modern Research in Decision Making, ۶(۱), pp. ۲۲-۴۲.
- [۱۸] Taghavifard, M., Habibi, R., Aghaei, M. (۲۰۱۸). 'Determining Retention and Profitability of Bank Customers Using Extended Decision Tree and Forest Regression', Modern Research in Decision Making, ۲(۴), pp. ۵۷-۷۹.
- [۱۹] Taghizadeh H., Soltani Gh., (۲۰۱۱), A model based on fuzzy expert system for measuring organizational knowledge management. Iran Institute of Information Science and Technology, ۱ (۲۷), pp. ۱۴۲-۱۲۳.