



مقاله پژوهشی

طراحی سیستم خبره برای مدیریت منابع و مصارف بانکی<sup>۱</sup>

آمنه خدیور<sup>۲</sup>، زهرا صالح آبادی<sup>۳</sup>، سعیده سالمی<sup>۴</sup>، علی رحمانی<sup>۵</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۷/۲۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۰۳

چکیده

یکی از وظایف اصلی مدیریت مالی بانک‌ها، مدیریت منابع و مصارف است که برای توازن این دو روشهای مختلفی در تحقیقات پیشین استفاده شده است. در این پژوهش برای حل این مسئله از رویکرد طراحی سیستم خبره فازی استفاده شد. ابتدا با تکنیک‌های داده‌کاوی به پیش‌بینی ریسک اعتباری بانک با توجه به داده‌های ۳۱۱ مشتری بانک توسعه صادرات پرداخته شد. داده‌کاوی در دو فاز صورت گرفت، متغیرها و نسبت‌های اثرگذار بر توازن ارقام ترازنامه با مصاحبه با خبره جمع‌آوری شد و توسط خبرگان رتبه‌بندی شد و با روش ARRAS وزن‌دهی و متغیرهای با وزن بالا (زیر سیستم اول) به همراه متغیرهای موجود در قواعد درخت تصمیم (زیر سیستم دوم) وارد سیستم خبره شده‌اند. اعتبارسنجی سیستم خبره از روش همبستگی بدست آمد. شاخص نسبت سرمایه در گردش به کل دارایی‌ها و سابقه فعالیت با بانک مهم‌ترین متغیر در روش‌های اعتبارسنجی بود. ریسک اعتباری به‌عنوان عامل بیرونی و ارقام ترازنامه به‌عنوان عامل داخلی بر سنجش توازن منابع و مصارف بانکی اثرگذار بود. در ارقام ترازنامه ریسک نقدینگی، نسبت کفایت سرمایه و نسبت سپرده قانونی از اهمیت بیشتری برای بهینگی ارقام تراز نامه برخوردارند. نتایج نشان داد سیستم طراحی شده می‌تواند در مدیریت منابع و مصارف بانکی به برنامه‌ریزان کمک کند.

**واژگان کلیدی:** منابع و مصارف بانکی، ریسک اعتباری، داده‌کاوی، سیستم خبره فازی.

**طبقه‌بندی موضوعی:** M1، M4 و C8

۱. کد DOI مقاله: 10.22051/JFM.2023.39060.2640

۲. دانشیار، گروه مدیریت، دانشکده علوم اجتماعی و اقتصادی، دانشگاه الزهرا، تهران، ایران. (نویسنده مسئول). Email: a.khadivar@alzahra.ac.ir

۳. کارشناس ارشد، گروه مدیریت فناوری اطلاعات، گرایش سیستم‌های اطلاعاتی پیشرفته، دانشگاه الزهرا، تهران، ایران. Email: Za.salehabadi@alzahra.ac.ir

۴. کارشناس ارشد، گروه مدیریت فناوری اطلاعات، گرایش کسب و کار الکترونیکی، دانشگاه الزهرا، تهران، ایران. Email: Saeedehsalemi@gmail.com

۵. استاد، گروه حسابداری، دانشکده علوم اجتماعی و اقتصادی، دانشگاه الزهرا، تهران، ایران. Email: Rahmani@alzahra.ac.ir

## مقدمه

امروزه بانک‌ها به‌عنوان مهم‌ترین عنصر بازار پولی، نقش بسیار مهمی را در اقتصاد کشور ما ایفا می‌کنند. با گسترش بازارهای مالی، فعالیت بانک‌ها و مؤسسات مالی ابعاد گسترده‌تری به خود گرفته است و بدون شک توسعه اقتصادی بدون توجه به نقش بانکداری و بازارهای پولی امکان‌پذیر نیست. بانک‌ها اصلی‌ترین تأمین‌کننده منابع مالی بخش‌های واقعی اقتصاد (صنعت، کشاورزی و خدمات) محسوب می‌شوند و در کنار کارکرد اصلی خود انگیزه اصلی بانک‌ها در تجهیز و تخصیص بهینه منابع و ارائه خدمات متنوع به مشتریان، درآمدزایی و کسب سود همانند سایر مؤسسات اقتصادی است.

از سوی دیگر، بانک‌ها خدمات بانکی متنوعی را برای کمک، تسهیل و تسریع تعاملات تجاری در اقصی نقاط دنیا برای زنجیره ارزش مشتریان خود فراهم می‌آورد، ضمن آن‌که به سبب وابستگی مالی بخش‌های تولیدی به نهادهای مهم اقتصادی، هرگونه ناکارآمدی در سیستم بانکی می‌تواند بخش‌های مهم اقتصاد را با معضلات زیادی مواجه سازد. یکی از عواملی که باعث ایجاد عدم تعادل می‌شود، افزایش بهای خدمات بانک‌ها است. دلیل اصلی این موضوع، قیمت تمام شده پول در سیستم بانکی است. نکته قابل توجه این است که در ایران عامل اصلی در افزایش قیمت تمام شده پول ناشی از ترکیب نامطلوب در ساختار منابع بانک‌ها است که اگر بخش‌های مختلف اقتصادی و عموم مردم از تسهیلات ارزان قیمت بانک‌ها بهره‌مند شوند، باید هزینه‌های پول را در سیستم بانکی کاهش یابد؛ که این امر منوط به مدیریت و کاهش هزینه‌های بانکی است (نقی نتاج، ۱۳۹۰).

در سیستم بانکی عمده جذب منابع از محل جذب سپرده‌های مردمی است و سرمایه درصد کمی از منابع بانک‌ها را دربر می‌گیرد، بنابراین هرگونه زیان به‌شدت روی سرمایه اثرگذار است و ریسک را به سرمایه منتقل می‌کند. موضوع دیگر سررسید کوتاه‌تر سپرده‌ها نسبت به وام‌ها و تعدیل سریع‌تر نسبت به نرخ‌های سود جاری بازار است. در حال حاضر سپرده بلندمدت در سیستم بانکی ما یک‌ساله است، در حالی که تسهیلات، بلندمدت است. لذا سیالیت بالا است و اهمیت موضوع بیشتر شده و موضوع عدم تطابق منابع و مصارف (سپرده و تسهیلات) در سیستم بانکی از اهمیت بالایی برخوردار می‌شود. ناپایداری اقتصاد کلان به‌ویژه بحران بانکی، باعث تحریف ساختار بانک شده و تخصیص منابع برای دستیابی به کارایی را با مشکل روبرو می‌کند (چلو و ماناگنیت، ۲۰۱۱). اینجاست که مدیریت منابع و مصارف به‌طور کلی در سیستم بانکی نسبت به هر جای دیگر از حساسیت بالاتری برخوردار می‌شود.

از آنجا که خطر از دست دادن دانش فرد خبره همواره وجود دارد، سیستم‌های خبره می‌توانند جایگزین مناسبی برای فرد خبره باشند و این مهم‌ترین دلیل برای استفاده از سیستم خبره در این تحقیق بود. از این رو باید تمهیداتی اندیشید که بتوان نگهداری دانش فرد خبره را در سازمان دائمی کرد. بر این مینا سیستماتیک کردن دانش خبرگان گزینه مناسبی برای جایگزین کردن فرد خبره می‌تواند باشد. با توجه به مطالب ذکر شده هدف از پژوهش حاضر سنجش ریسک اعتباری بانک با تکنیک‌های داده‌کاوی می‌باشد، بر

این اساس به کمک سیستم‌های اطلاعاتی، متغیرهای ورودی مؤثر بر ایجاد توازن بین منابع و مصارف بانکی را بررسی و ارزیابی نموده و با به‌کارگیری دانش حاصل از خبرگان این حوزه، به توازنی از منابع و مصارف رسیده شود و با طراحی یک سیستم خبره به مدیران در جهت بهینه‌سازی منابع و صرف مصارف، کنترل ریسک، کاهش هزینه‌ها و در نتیجه سودآوری بیشتر کمک شود.

در این پژوهش با بررسی شاخص‌هایی متفاوت از بقیه پژوهش‌ها به ریسک اعتباری پرداخته شده است. در دیگر پژوهش‌ها به مشتریان حقیقی و مشخصات آن‌ها پرداخته شده ولی در این پژوهش به مشتریان حقوقی و مشخصات متفاوت‌تری اعم از گروه فعالیت شرکت، نوع دفاتر قانونی، اظهار نظر حسابرس، نحوه صادرات و واردات و ... پرداخته شده که از لحاظ سنجش ریسک اعتباری کاملاً متفاوت از کارهای مشابه است.

علاوه بر این، برای سنجش توازن منابع و مصارف بانکی که در بعضی پژوهش‌ها به آن عنوان دارایی‌ها و بدهی‌های بانک نیز داده می‌شد، فقط اقلام ترازنامه‌ای و متغیرهای مربوط به آن در سنجش و توازن مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گرفت. در صورتی که در این تحقیق ریسک اعتباری به عنوان عامل بیرونی و اقلام ترازنامه به عنوان عامل درونی بر توازن منابع و مصارف بانکی اثر خود را گذاشته و بررسی‌های لازم صورت می‌پذیرد.

در پژوهش حاضر، ابتدا داده‌های ۳۱۱ شرکت که در بانک توسعه صادرات به‌عنوان مشتری حقوقی شناخته شده‌اند، داده‌کاوی شده‌است. در مرحله داده‌کاوی ابتدا، پیش‌پردازش و آماده‌سازی داده‌ها صورت گرفته‌است. نرمال‌سازی و بعد از آن اعتبارسنجی با شبکه عصبی<sup>۱</sup> و قرار دادن پارامترهای مختلفی از آن به سنجش کارایی آن پرداخته شده‌است. در رپیدماینر همه مراحل داده‌کاوی مجدداً انجام شده‌است. تعدادی نسبت مالی فرمول‌سازی شده‌است.

از طرفی متغیرها و نسبت‌های مالی اثرگذار بر توازن اقلام ترازنامه، با مطالعات کتابخانه‌ای و مشورت با اساتید و خبرگان انتخاب، اولویت بندی، نمره‌دهی از نظر اهمیت و درنهایت، با روش aras وزن‌دهی شد. ۱۳ متغیر برتر انتخاب شده است  $x^{13} - x^1$  برای ارتباط بین متغیرها و اینکه چه متغیرهایی بر توازن و چه متغیرهایی بر عدم توازن اثرگذارند، طی جلسه‌ای با خبرگان میزان اهمیت آن‌ها بررسی شده است. از نتیجه پرسش‌نامه و صحبت با خبرگان قواعدی بدست آمده و در نتیجه آن زیرسیستم توازن اقلام ترازنامه طراحی شده است. خروجی هر دو زیرسیستم به‌عنوان ورودی برای سیستم منابع مصارف بانکی در متلب وارد شده است و خروجی آن نسبت توازنی از منابع و مصارف است.

### مبانی پژوهش

بخش بانکداری نقش مهمی در توسعه اقتصاد داشته و محرک اصلی رشد اقتصادی کشور است و در تبدیل منابع سرمایه‌ای برای استفاده بهینه جهت دستیابی به حداکثر بهره‌وری نقشی پویا دارد. باگذشت زمان، بانکداری به یک کسب و کار پر ریسک بدل شده است. مؤسسات مالی باید ریسک را در نظر بگیرند،

### 1. Neural Network

اما این کار باید به صورت آگاهانه انجام شود (کری<sup>۱</sup> ۲۰۰۱). مدیریت بانک باید در تشخیص نوع ریسک به عنوان مهم‌ترین دغدغه و نیز درجه آن ریسک و مقابله با آن به طور مؤثری عمل کند. بانکداران باید مدیریت ریسک را به عنوان یک فعالیت مداوم و ارزشمند ببینند. همان‌گونه که ریسک بیشتر می‌تواند موجب سود بیشتر شود، از طرفی می‌تواند باعث آسیب به بانک‌ها و کسب‌وکارها نیز شود. در واقع، امروزه، یک بانک باید عملیات خود را با دو هدف در نظر بگیرد: برای ایجاد سود و ماندن در کسب‌وکار (مریسون<sup>۲</sup>، ۲۰۰۵). مدیریت دارایی و بدهی دامنه‌ای است که پاسخ به تمام سؤالات و مشکلات را ارائه می‌دهد. به طور خاص، مدیریت بدهی دارایی (ALM<sup>۳</sup>) یک بعد مهم مدیریت ریسک<sup>۴</sup> است. ریسک اعتباری هنگامی رخ می‌دهد که وام‌گیرنده به علت عدم توان یا تمایل، به تعهدات خود در مقابل وام‌دهنده و در تاریخ سررسید عمل نکند. ریسک اعتباری، از مهم‌ترین ریسک‌هایی است که خصوصاً نهادهای پولی و مالی را تحت تأثیر قرار می‌دهد ریسک اعتباری، به احتمال عدم ایفای تعهدات توسط مشتریان (وام‌گیرندگان) به عمد یا غیر عمد در بازپرداخت اصل و فرع بدهی اشاره دارد. این ریسک، ریسک کلاسیک بانکداری بوده که به نوبه خود می‌تواند مشکل نقدینگی را نیز برای بانک در پی داشته باشد. علیرغم نوآوری و ابداعات در بازارهای مالی، ریسک اعتباری کماکان عامل اصلی ورشکستگی بانک‌ها محسوب می‌شود (کوسمیدوس و زوپونیدیس<sup>۵</sup>، ۲۰۰۴).

## مطالعات تجربی

### سیستم خبره

یک سیستم خبره (ES<sup>۶</sup>)، سیستم تصمیم‌گیری مبتنی بر دانش است که دانش خود را در یک حوزه کاربردی پیچیده و خاص به کار می‌برد و به عنوان یک مشاور متخصص برای کاربر نهایی عمل می‌کند. به عبارت دیگر، سیستم‌های خبره، برنامه‌های کامپیوتری هوشمندی هستند که دانش و روش‌های استنباط و استنتاج را به کار می‌گیرند تا مسائلی را حل کنند که برای حل آن‌ها به مهارت انسانی نیاز است. سیستم خبره به سئوال‌هایی در زمینه مشکلات و مسائل خاص، به وسیله استنباطی نظیر استنباط انسان، در حوزه دانشی که در آن متخصص است، جواب می‌دهد. سیستم‌های خبره باید قادر باشند که فرآیند استدلال و نتیجه‌گیری خود را برای کاربر نهایی توضیح دهند. هدف سیستم خبره، کاهش زمان اختصاص داده شده به تجزیه و تحلیل و بهبود کیفیت ارزیابی است که مزایای اساسی برای بانک‌های تجاری را با استفاده از سیستم

1. Carey
2. Marrison
3. Asset and Liability Management
4. Risk Management
5. Kosmidou & Zopounidis
6. Expert System

تولید می‌کند. به طور کلی، هدف یک سیستم متخصص، استفاده از اطلاعات کمی و کیفی است تا بتوان تا حد امکان فرایند تفکر متخصص به رسمیت شناخت (شاو و جنتری<sup>۱</sup>، ۱۹۹۸).

رویکرد ES در زمانی که از اپلیکیشن‌ها با رویکرد سنتی استفاده می‌شد، پیشنهاد شد. مواردی مانند طبقه‌بندی عموم ES (هادکینسون و الکر<sup>۲</sup>، ۲۰۰۳)، ویژگی‌های ساختاری مختلف ES، مراحل نصب و مشکلات ES، شرایط اجرای ES و پیاده‌سازی موفق در زمینه ES. تحقیقات و اپلیکیشن‌های بسیاری در برنامه‌ریزی مالی و اعتباری وجود دارد که از سیستم‌های متخصص به عنوان یک ابزار برای حل بسیاری از مشکلات در این زمینه استفاده می‌کنند. شبکه‌های عصبی مصنوعی برای ایجاد سیستم‌های متخصص حرفه‌ای در ریسک اعتباری معرفی شده‌اند (آلن و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۰۴).

از مهمترین جنبه‌های نوآوری این پژوهش در مقایسه با سایر پژوهش‌ها می‌توان به مواردی نظیر سنجش ریسک اعتباری با متغیرهای مشتریان حقوقی و نسبت‌های مالی مالی بدست آمده از متغیرها و داده‌های اولیه، سنجش ارقام ترازنامه و انتخاب متغیرها با اولویت‌های برتر توسط آزمون آماری همراه با مصاحبه با خبرگان مالی، سنجش توازن منابع و مصارف بانکی با دو متغیر ریسک اعتباری به عنوان عامل بیرونی و ارقام ترازنامه به عنوان عامل درونی اشاره کرد.

### روش پژوهش

این پژوهش از لحاظ هدف، کاربردی-توسعه‌ای است. از نظر استراتژی‌های پژوهش، یک پژوهش توصیفی از نوع پیمایشی است. در این پژوهش به سنجش نسبت‌های مالی از روش تجزیه و تحلیل درونی پرداخته شده است. ابتدا داده‌های ۳۱۱ شرکت که در بانک توسعه صادرات به‌عنوان مشتری حقوقی شناخته شده‌اند، داده‌کاوی شد. در مرحله داده‌کاوی ابتدا پیش‌پردازش و آماده‌سازی داده‌ها صورت گرفت. ستونی به‌نام اظهار نظر حسابرس که دارای ۳۲ داده گمشده بود و تأثیر مستقیم بر ریسک اعتباری داشت و باعث تغییر در نتیجه می‌شد، با نظر اساتید حذف شد. داده‌هایی که چندین رکورد از آنها نامشخص بود با میانگین، کمینه و غیره جایگزین شد. بعد از انجام مراحل پیش‌پردازش که همه داده‌ها تمیز شد، به انتخاب تعدادی متغیر انتخابی از بین تمام متغیرها پرداخته شد. از پارامتر بهترین‌های انتخاب شده<sup>۴</sup> برای انتخاب متغیر استفاده شد. ۲۷ متغیر انتخاب شد. نرمال‌سازی و بعد از آن اعتبارسنجی با شبکه عصبی<sup>۵</sup> و قراردادن پارامترهای مختلفی از آن به سنجش کارایی آن پرداخته شد. در ریدماینر همه مراحل داده‌کاوی مجدداً انجام شد. تعدادی نسبت مالی فرمول‌سازی شد. متغیرهای انتخابی با وزن‌دهی بدست آمد و از اشتراک متغیرها از دو ابراز، وارد مرحله ایجاد درخت تصمیم و اعتبارسنجی آن با چهار روش و در نهایت انتخاب

1. Shaw & Gentry
2. Hodgkinson & Walker
3. Allen, DeLong & Saunders
4. KBest selection
5. Neural Network



روش Gini به دلیل دقت و صحت بالاتر نسبت به چهار روش دیگر. در نهایت درخت تصمیم با ۵۹ قانون به وجود آمد. نتیجه درخت تصمیم، پیش‌بینی ریسک اعتباری بانک بود که در رتبه AA قرار گرفت. متغیرهای اثرگذار بر قوانین، وارد زیرسیستم ریسک اعتباری شد ( $Y^1 - Y^9$ ). از طرفی متغیرها و نسبت‌های اثرگذار بر توازن اقلام ترازنامه، با مطالعات کتابخانه‌ای و مشورت با اساتید و خبرگان انتخاب، اولویت بندی، نمره‌دهی از نظر اهمیت و در نهایت با روش aras وزن دهی شد. ۱۳ متغیر برتر انتخاب شد  $x^{13} - x^1$  از نتیجه پرسش‌نامه و صحبت با خبرگان قواعدی بدست آمد و در نتیجه آن زیرسیستم توازن اقلام ترازنامه طراحی شد. خروجی هر دو زیرسیستم به‌عنوان ورودی برای سیستم منابع مصارف بانکی در متلب وارد شد و خروجی آن نسبت توازنی از منابع و مصارف است. داده‌های این پژوهش ترکیبی از داده‌های کمی و کیفی بوده و در جدول ۱ به بیان آن‌ها پرداخته شده‌است.

جدول ۱. داده‌های کیفی و کمی مشتریان حقوقی بانک

داده‌های کیفی	نوع
گروه فعالیت شرکت	مستقل - کیفی - گسسته-ترتیبی
نوع دفاتر قانونی	
سابقه فعالیت با بانک	
قلمرو بازار خارج	
کاهش افزایش فروش	
ریسک بازار هدف	
عوامل فصلی	
سابقه فعالیت شرکت	
سوابق مدیران ارشد	
شخصیت حقوقی	مستقل - کیفی - گسسته-اسمی
اظهار نظر حسابرس	
نحوه صادرات و واردات	
سابقه ایفای تعهدات	
داده‌های کمی	نوع
موجودی نقد	مستقل - کمی - پیوسته - فاصله‌ای
حساب‌های دریافتی	
سایر حساب‌های دریافتی	
دارایی‌های جاری	
دارایی‌های غیر جاری	
کل دارایی‌ها	
تسهیلات مالی کوتاه مدت	
بدهی‌های جاری	
تسهیلات مالی بلندمدت	
بدهی‌های غیر جاری	
کل بدهی‌ها	

داده‌های کیفی	نوع
سرمایه	
سود یا زیان انباشته	
حقوق صاحبان سهام	
فروش	
سود ناخالص	
هزینه مالی	
سودخالص	
فروش دوره جاری	
فروش دوره قبل	
فروش دودوره قبل	
دارایی دوره جاری	
دارایی دوره قبل	
دارایی دودوره قبل	
حقوق صاحبان سهام دوره جاری	
حقوق صاحبان سهام دوره قبل	
حقوق صاحبان سهام دو دوره قبل	
گردش بستانکار حساب جاری	
میانگین وزنی حساب‌های جاری	
میانگین صادرات سه سال گذشته	
میانگین واردات سه سال گذشته	
موجودی کالا	مستقل- کمی- پیوسته- اسمی- عددی

مأخذ: محاسبات پژوهش

جدول (۲) متغیرهای ورودی به زیر سیستم ریسک اعتباری و اقلام تراز نامه را شرح داده است.

### جدول ۲. متغیرهای ورودی به زیر سیستم ریسک اعتباری

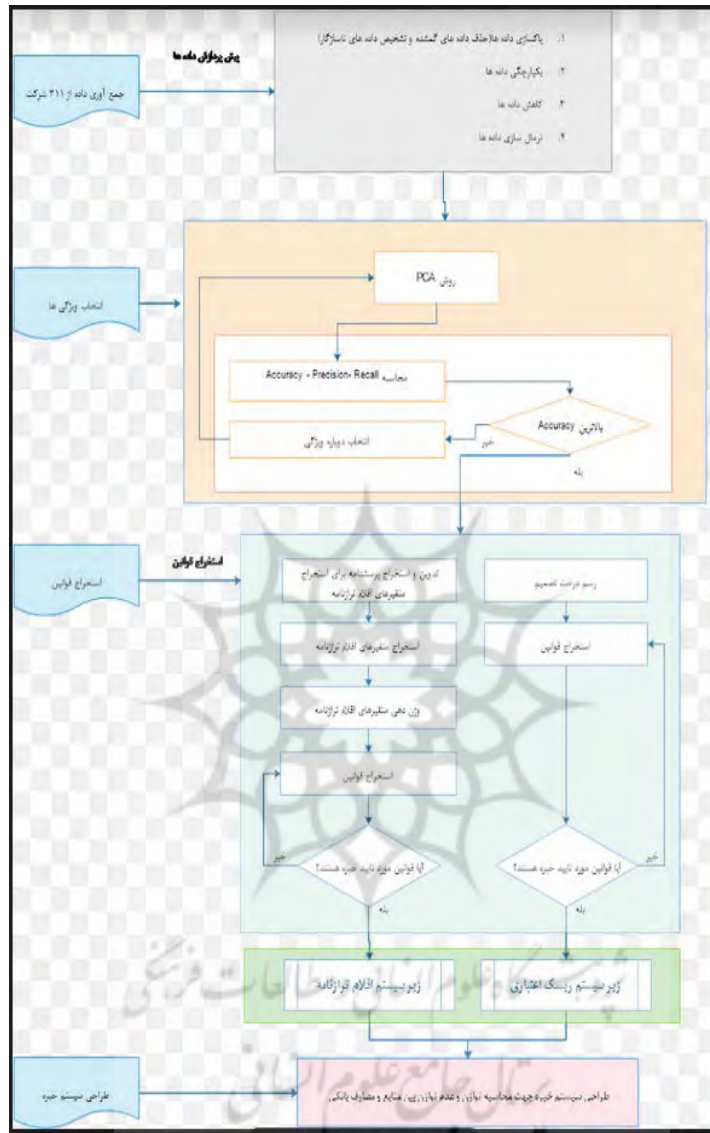
متغیرهای زیر سیستم ریسک اعتباری			
نسبت سرمایه در گردش به کل دارایی‌ها ( $Y^1$ )	نوع دفاتر قانونی ( $Y^2$ )	سابقه فعالیت با بانک ( $Y^3$ )	ریسک بازار هدف ( $Y^4$ )
نسبت سرمایه ( $Y^5$ )	نسبت مالکانه ( $Y^7$ )	بازده فروش ( $Y^8$ )	نسبت بدهی ( $Y^9$ )
متغیرهای زیر سیستم اقلام ترازنامه			
نسبت کفایت سرمایه $X^1$	موجودی نقد بانک ( $X^2$ )	نسبت سپرده قانونی ( $X^3$ )	ریسک نقدینگی ( $X^4$ )
نسبت ذخایر زیان ناشی از وام به کل وام ( $X^5$ )	نسبت خالص تسهیلات به منابع آزاد سپرده‌ها ( $X^6$ )		
سرمایه‌گذاری بلندمدت ( $X^7$ )	اوراق مشارکت ( $X^8$ )	نسبت مطالبات مشکوک‌الوصول به کل مطالبات ( $X^9$ )	
نسبت نقدینگی ( $X^{10}$ )	نسبت سود خالص و هزینه مطالبات به درآمدها ( $X^{11}$ )		نسبت سودحاشیه‌ای خالص ( $X^{12}$ )
دارایی‌های ثابت مشهود و نامشهود ( $X^{13}$ )			

مأخذ: محاسبات پژوهش

در شکل ۱ نیز روش کلی پژوهش مشخص است:







شکل ۱. روش پژوهش

### یافته‌های پژوهش

جمع آوری داده‌ها در دو مرحله صورت گرفته است؛ در مرحله داده‌کاوی برای سنجش ریسک اعتباری و در مرحله دوم، جهت سنجش اقلام تراز نامه. بنابراین ابتدا اطلاعات داده‌ای مربوط به داده‌کاوی بیان شده



است. سپس، در مورد سیستم‌ها بحث شده است. ابتدا مراحل کامل داده‌کاوی با پایتون انجام شد و تعدادی از ویژگی‌ها انتخاب شدند. سپس، داده‌ها در رپیدمایتر فراخوانی شد. تعدادی از نسبت‌های مالی فرموله شد. تعدادی دیگر از متغیرها براساس وزن‌دهی به متغیرها انتخاب شد و در نهایت، مراحل کامل داده‌کاوی انجام گرفت و درخت تصمیم ایجاد شد. از آنجا که داده‌ها در پایتون همگی باید عددی باشند؛ لذا یک‌بار قبل از کدینگ آن‌ها فراخوانی شد تا شمای کلی و اصلی داده‌ها مشخص شود.

In [46]: df.describe()

Out[46]:

	گروه فعالیت شرکت	نوع دفتر قانونی	موجودی نقد	حسابهای دریافتی	سایر حسابهای دریافتی	موجودی کالا	بدهی‌های جاری
count	311.000000	311.000000	3.110000e+02	3.110000e+02	3.110000e+02	3.110000e+02	3.110000e+C
mean	2.771704	1.353698	7.382774e+04	2.665558e+05	2.970166e+05	3.547304e+05	1.228465e+C
std	1.125641	0.655235	3.918408e+05	1.035303e+06	2.296587e+06	1.682584e+06	5.935548e+C
min	1.000000	1.000000	3.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	2.251600e+C
25%	2.000000	1.000000	9.035000e+02	7.676500e+03	1.122000e+03	3.289000e+03	4.182200e+C
50%	3.000000	1.000000	5.488000e+03	3.342400e+04	6.204000e+03	3.228900e+04	1.405240e+C
75%	4.000000	2.000000	2.163350e+04	1.223775e+05	4.136650e+04	1.216025e+05	4.155500e+C
max	4.000000	3.000000	4.510285e+06	1.182717e+07	3.554957e+07	1.910784e+07	7.983356e+C

Activate Wind

شکل ۲. شمایی از میانه، میانگین و انحراف معیار ستون‌ها

شکل (۲) شمایی از میانه، میانگین و انحراف معیار ستون‌ها را نشان می‌دهد. از آنجا که این متغیرها به وسیله رپیدمایتر نیز داده‌کاوی شدند، از تجمیع وزن‌دهی در رپیدمایتر و متغیرهای مورد نظر به انتخاب ویژگی پرداخته شد.

پس از پایان پیش‌پردازش داده‌ها، به نرمال‌سازی داده‌ها پرداخته شده است. از کتابخانه sklearn پارامترهای scale, minmaxscaler فراخوانی شد. از آنجا که برای جداسازی داده‌ها به داده‌های آموزشی و آزمایشی نیاز است، این کار انجام داده می‌شود. از ۳۱۱ رکورد، ۲۱۷ رکورد مربوط به داده‌های آموزش و ۹۴ رکورد مربوط به داده‌های آزمایشی است. در ادامه با توجه به کاهش بعد داده‌ها، ماتریس اغتشاش و مقادیر سنجش دقت داده نیز بدست آمده است.

```

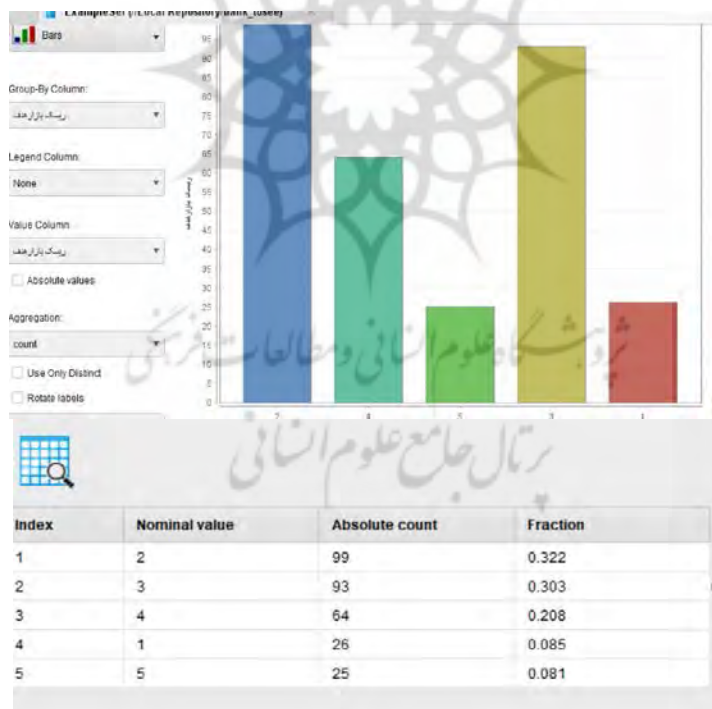
in [324]: from sklearn.neural_network import MLPClassifier
         from sklearn.metrics import accuracy_score
         from sklearn.metrics import recall_score
         from sklearn.metrics import confusion_matrix
         X_train, X_test, Y_train, Y_test = train_test_split(X, Y, test_size=0.3)
         net = MLPClassifier(hidden_layer_sizes=(10,12), learning_rate_init=0.08, learning_rate='invscaling', max_iter=1000,
                             nesterov=True)
         net.fit(X_train, Y_train)
         pred = net.predict(X_test)
         acc = accuracy_score(Y_test, pred)
         cm = confusion_matrix(Y_test, pred)
         rec = recall_score(Y_test, pred)
         print(rec)
         print(cm)
         print(acc)

```

0.9981111111111112  
[[ 9 22]  
 [ 1 71]]  
0.755191489361702

شکل ۳. ارزیابی داده‌ها با تغییر پارامترهای شبکه عصبی

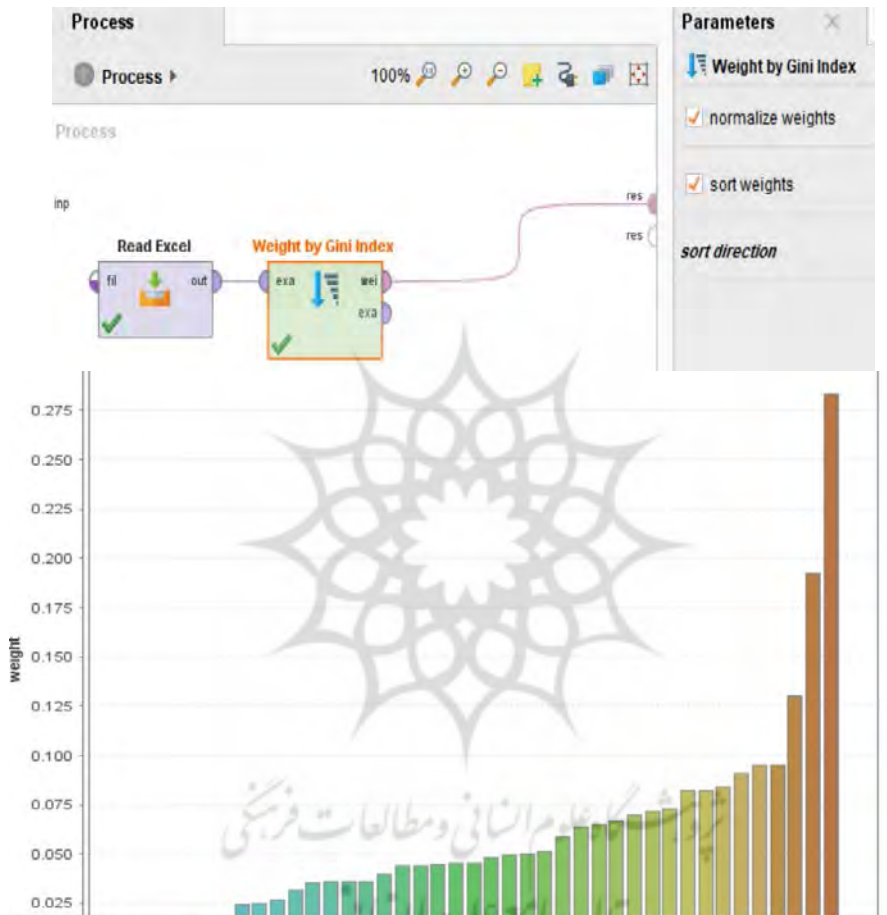
سپس، فراخوانی داده‌ها در رپیدماینر (متغیرهای اصلی) انجام شد. شکل ۴ شمایی کلی از متغیر ریسک بازار هدف را نمایش می‌دهد که به ۵ دسته زیر تقسیم شده است؛ اظهار نظر حسابر، میانگین واردات سه سال گذشته، حقوق صاحبان سهام دو دوره قبل و کاهش/افزایش.



شکل ۴. نمایش اطلاعات مربوط به ریسک بازار هدف

مدلسازی در رییدماینر

شکل ۵ وزن دهی متغیرها را نشان می‌دهد.



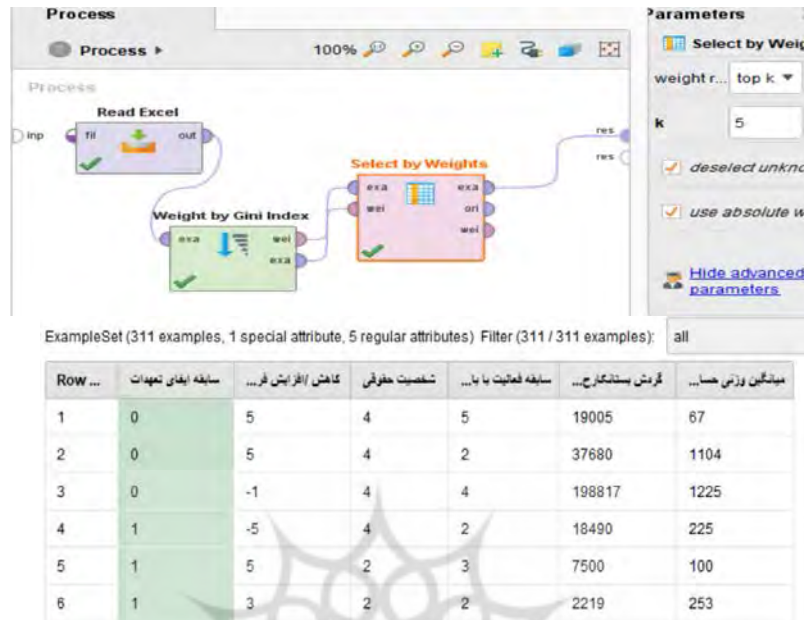
شکل ۵. شمایی از وزن دهی به متغیرها

با انتخاب این دستورات و انجام  $top\ k, k=5$  متغیر برتر انتخاب می‌شوند:

در شکل ۶، پنج متغیر برتر شامل؛ سابقه فعالیت با بانک، شخصیت حقوقی، کاهش / افزایش فروش،

گردش بستانکاری و میانگین وزنی هستند.



شکل ۶. شمایی از  $k$  متغیر برتر

با توجه به متغیرهای وزن‌دهی شده در این بخش، متغیرهای زیر وارد مرحله بعدی خواهند شد. لیست متغیرهای بدست‌آمده بعد از انتخاب ویژگی ۱- گروه فعالیت شرکت، ۲- نوع دفاتر قانونی ۳- قلمرو بازار خارج، ۴- ریسک بازار هدف، ۵- عوامل فصلی، ۶- سابقه فعالیت، ۷- سابقه فعالیت با بانک، ۸- فروش دوره جاری، ۹- دارایی دوره جاری، ۱۰- حقوق صاحبان سهام دوره جاری، ۱۱- گردش بستانکار حساب جاری ۱۲- سودخالص ۱۳- فروش دوره جاری ۱۴- دارایی دوره جاری ۱۵- حقوق صاحبان سهام دوره جاری ۱۶- گردش بستانکار حساب جاری ۱۷- بازده حقوق صاحبان سهام ۱۸- حاشیه سود ناخالص ۱۹- بازده فروش ۲۰- نسبت آبی ۲۱- نسبت جاری ۲۲- نسبت سرمایه در گردش به کل دارایی ۲۳- بازده دارایی‌ها ۲۴- نسبت بدهی ۲۵- نسبت بدهی-سرمایه ۲۶- نسبت بدهی بانکی به دارایی‌های ثابت ۲۷- نسبت مالکانه.

### جدول ۳. نتایج حاصل از ماتریس اغتشاش بعد از انتخاب ویژگی

	Information gain ratio	Information gain	Gini index	Correlation
Accuracy	۸۷,۳۰۰۶۴	۸۱,۷۸۲۲	۸۵,۸۳۱۲۲	۷۸,۴۶۱۳۲
Recall	۵۲,۴۹۰۹۱	۸۳,۳۴۵۳	۸۷,۷۵۰۰۲	۵۲,۴۹۱۱۲
Precision	۷۲,۶۸۰۰۱	۸۱,۸۶۹۲۲	۸۰,۳۱۰۲۲	۷۲,۶۸۸۸
F-Measur	۶۰,۹۵۶۶۷۰۱	۷۸,۵۲۲۲۵۲۶	۸۴,۴۸۵۲۳۰۲	۶۰,۹۵۶۶۷۰۱۳

مأخذ: محاسبات پژوهش

جدول (۴) نتایج حاصل از ماتریس اغتشاش بعد از انتخاب ویژگی را نشان می‌دهد.

Row No.	صافه ایفای تعهدات	prediction (صافه ایفای تعهدات)	confide...	confidence(1)	حتمه سود نامفهوم	بزرگ فروش (ROS)	نسبت بدای بانک	موجودی نقد	چون لا
1	0	0	1	0	range2 [-0.36...	range3 [-2.33...	range1 [-∞...	range1 [-∞...	range1
2	0	1	0.333	0.667	range2 [-0.36...	range3 [-2.33...	range1 [-∞...	range1 [-∞...	range1
3	0	0	0.500	0.500	range2 [-0.36...	range3 [-2.33...	range1 [-∞...	range1 [-∞...	range1
4	0	1	0.200	0.800	range2 [-0.36...	range3 [-2.33...	range1 [-∞...	range1 [-∞...	range1
5	0	0	0.500	0.500	range2 [-0.36...	range3 [-2.33...	range1 [-∞...	range1 [-∞...	range1
6	0	0	1	0	range2 [-0.36...	range3 [-2.33...	range1 [-∞...	range1 [-∞...	range1
7	0	1	0.333	0.667	range2 [-0.36...	range3 [-2.33...	range1 [-∞...	range1 [-∞...	range1
8	0	0	1	0	range2 [-0.36...	range3 [-2.33...	range1 [-∞...	range1 [-∞...	range1
9	0	0	0.500	0.500	range2 [-0.36...	range3 [-2.33...	range1 [-∞...	range1 [-∞...	range1

شکل ۷. پیش‌بینی درخت تصمیم

از آنجا که Gini index دارای f-measure بیشتر (دارای اعتبار بیشتر بوده) است، در نتیجه، این روش به عنوان روشی برای ایجاد درخت تصمیم انتخاب شده‌است. از درخت تصمیم قواعدی بدست آمد. این قواعد نشان‌دهنده مسیر درست رسیدن به نتیجه براساس متغیرهای مربوط به مشتریان حقوقی و همچنین نسبت‌های مالی آن‌ها است. نتیجه از این قرار است که با توجه به قواعد بدست آمده از درخت تصمیم، ریسک اعتباری بانک پیش‌بینی شود. دیتاست شامل ۶۹ مشتری که دارای عدم ایفای تعهدات بوده و ۲۴۲ مشتری، ایفای تعهدات داشته‌اند. براساس ستون prediction از شکل ۸ از ۳۱۱ رکورد موجود در دیتاست، ۳۸ مشتری در بازه عدم ایفای تعهدات و ۲۷۳ مشتری در بازه ایفای تعهدات پیش‌بینی شدند.

رتبه بندی داخلی	صوبه ریسک (%)
AAA	۴
AA	۱۳
A	۳۳
-A	۳۲
+BBB	۵۰
BBB	۶۰
-BBB	۷۰
+BB	۸۰
BB	۹۲
-BB	۱۰۲
-B	۱۱۲
B	۱۲۲
-B	۱۴۹

شکل ۸. رتبه‌بندی ریسک اعتباری

بر اساس این پیش‌بینی، ریسک اعتباری تخمین زده خواهد شد. نتیجه حاصل نشان می‌دهد با ورود مشتریانی با ویژگی‌های خاص خود، اگر نتیجه قواعد نشان‌دهنده ایفای تعهدات باشد، نه تنها به ریسک اعتباری بانک لطمه‌ای وارد نمی‌شود، بلکه این مشتریان می‌توانند در حفظ تعادل مؤثر بوده و همچنین سودآور باشند. نسبت سرمایه در گردش به کل دارایی جزء مهم‌ترین متغیرهای اثرگذار بر ریسک اعتباری بوده و درخت تصمیم از آن متغیر شروع به شکستن شده است. باتوجه به قواعد، سابقه فعالیت مشتریان با بانک نقش مهمی در پیش‌بینی ایفای تعهدات یا عدم ایفای آن دارد. چنانچه مشتریانی سابقه‌ی زیر سه سال را داشته باشند، اعطای تسهیلات به آن‌ها باید محافظه‌کارانه‌تر و با شرایط و قوانین متعددی صورت پذیرد. همانطور که در جدول مشخصات متغیرهای کیفی گفته شده، متغیر "قلمرو بازار خارج" به پنج بخش تقسیم می‌شود. شرکت‌هایی که قلمرو بازار خارج آن‌ها به بیش از ده کشور می‌رسد، به طرز شگفتی ایفای تعهدات دارند و اگر قلمرو بازار خارج در سطوح پایین‌تر باشد (مثلاً تنها یک کشور)، ریسک بازار هدف آن‌ها بیشتر، در نتیجه عدم ایفای تعهدات داشته و در کل ریسک اعتباری بانک را افزایش می‌دهند. شرکت‌هایی که قلمرو بازار خارج آن‌ها ۲ و ۳ بوده (۲= تنها یک کشور، ۳= دو تا پنج کشور) عدم ایفای تعهدات خواهند داشت مگر آنکه سابقه فعالیتشان با بانک به بیش از ده سال برگردد. در شرایطی که ریسک بازار هدف در بازه ناچیز و کم باشد، بیشتر شرکت‌ها ایفای تعهدات دارند، اما در زمانی که ریسک بازار هدف در بازه نسبتاً بالا و بالا باشد، شرکت‌هایی توان پرداخت تعهدات دارند که گروه فعالیتی آن‌ها "خدمات و فعالیت‌های زیرساختی" و "شیمیایی و فراورده‌های نفتی" است. شرکت‌های پربیسکی سودآور خواهند بود که دو گروه نامبرده باشند. بنابراین، توجه به این نکات حائز اهمیت است و می‌تواند بانک را در شناسایی مشتریان خوش حساب از بدحساب کمک‌رسانی کند. با توجه به این نکات است که می‌توان ریسک اعتباری را تا حد مطلوبی کاهش داد.

### ایجاد سیستم خبره

بعد از آنکه داده‌ها در پایتون و ریپدماینر فراخوانی شد و پیش‌پردازش، آماده سازی و نرمال سازی انجام شد و میزان ریسک اعتباری بانک سنجش شد و به ایجاد قواعد جدید از ترکیب متغیرها پرداخته شده است. از تجمیع قواعد حاصل از درخت تصمیم، زیرسیستم ریسک اعتباری بوجود آمده و از متغیرهای منتج از پرسش‌نامه‌ها و مصاحبه با خبرگان، زیر سیستم توازن ارقام ترازنامه ساخته شده است. داده‌های اثرگذار بر سنجش توازن ارقام ترازنامه بانکی ابتدا با مصاحبه با یک خبره مشخص شده و نتیجه آن به صورت پرسش‌نامه درآمده است. متغیرهای مورد نظر در پرسش‌نامه دوم نیز، توسط پنج خبره بانکی نمره‌دهی شد. نمره دهی بر اساس اهمیت شاخص‌ها بر توازن منابع و مصارف مشخص شده است.

### جدول ۵. نمره دهی به معیارها

وضعیت اهمیت متغیر	ارزش قراردادی
اهمیت خیلی کم	۱
اهمیت کم	۳
مهم	۵
خیلی مهم	۷
بی‌نهایت مهم	۹
ارزشی بین ارزش‌های قراردادی دارد.	۲.۴.۶.۸

مأخذ: محاسبات پژوهش



جدول ۵ نمره دهی به معیارها را نشان می‌دهد. بر این اساس، خبرگان به پرسش‌نامه‌ها پاسخ داده و نتایج آن پرسش‌نامه‌ها تجمیع شد و با روش ARAS به متغیرها وزن داده شد. نتیجه وزن دهی به یک خبره نشان داده شد و براساس نظر ایشان سیزده متغیر اول به عنوان متغیرهای ورودی برای سیستم خبره مشخص شد.

جدول ۶. متغیرهای اثرگذار بر منابع و مصارف

۵exp	۴exp	۳exp	۲exp	۱exp	وزن خبره
۰.۵	۰.۵۶۶۶۷	۰.۶۶۶۶۷	۰.۶۶۶۶۷	۰.۷۳۳۳۳	
۹	۸	۷	۷	۹	کفایت سرمایه
۷	۷	۸	۸	۷	ریسک نقدینگی
۷	۵	۸	۷	۷	نسبت نقدینگی
۵	۴	۱	۴	۲	مطالبات نزد سایر بانکها و مؤسسات اعتباری
۸	۶	۵	۵	۴	نسبت بازدهی دارایی
۸	۶	۱	۴	۹	نسبت بازدهی حقوق صاحبان سهام
۸	۸	۵	۵	۶	نسبت سود حاشیه‌ای خالص
۸	۷	۵	۵	۵	نسبت سود حاشیه‌ای خالص با احتساب هزینه مالی
۷	۸	۵	۷	۷	نسبت سود خالص و هزینه مطالبات به خالص درآمدها
۸	۸	۵	۷	۹	نسبت ذخایر زیان ناشی از وام‌ها به کل وام‌ها
۷	۸	۵	۵	۹	نسبت مطالبات مشکوک‌الوصول به مطالبات معوق
۶	۸	۵	۹	۷	نسبت خالص تسهیلات به منابع آزاد سپرده‌ها
۹	۷	۵	۹	۹	نسبت سرمایه
۸	۷	۹	۷	۹	موجودی نقد بانک
۹	۷	۸	۲	۹	اوراق مشارکت
۹	۷	۸	۵	۹	نسبت سپرده قانونی
۶	۷	۱	۷	۷	سپرده‌های سرمایه‌گذاری نزد بانکها یا مطالبات از سایر بانکها و مؤسسات مالی
۷	۵	۱	۷	۸	سرمایه گذاری‌های کوتاه مدت
۸	۸	۴	۷	۸	سرمایه گذاری‌های بلند مدت
۷	۸	۵	۹	۳	دارایی‌های ثابت مشهود و نامشهود
۹	۷	۱	۵	۶	بازده حقوق صاحبان سهام
۹	۸	۹	۹	۹	بیشینه

مأخذ: محاسبات پژوهش

جدول (۶) متغیرهای اثرگذار بر منابع و مصارف را نشان می‌دهد. در جدول (۷) وزن خبرگان از جهت میزان تحصیلات، سمت شغلی، سابقه کار و مدرک تحصیلی با نمره دهی به هر کدام بدست آمد و همانطور که مشخص است خبره اول وزن بیشتری را به خود اختصاص داد. سپس نمره متغیرها نرمالسازی [0,1] شد. در جدول ۷ نتیجه نهایی وزن متغیرها در ستون k نمایانگر اهمیت هریک از متغیرها در توازن را نشان داده است. از آنجا که متغیرها وزنی بین [0/6156915,0/9527187] را گرفته‌اند، با مشورت با خبره T سیزده متغیر اول به عنوان متغیرهایی با اثرگذاری بیشتر، انتخاب شدند.



جدول ۷. وزن دهی نهایی به متغیرها برای ورود به سیستم خبره

K	S	Δexp	ξexp	ξexp	ξexp	ξexp	وزن دهی	
		۰/۵	۰/۵۶۶۶۶۷	۰/۶۶۶۶۶۷	۰/۶۶۶۶۶۷	۰/۷۳۳۳۳۳	وزن خبره	
۱	۳/۱۳۳۳۳۳	۰/۵	۰/۵۶۶۶۶۷	۰/۶۶۶۶۶۷	۰/۶۶۶۶۶۷	۰/۷۳۳۳۳۳	ایده آل S	
	۰/۹۵۲۷۱۸۷	۲/۹۸۵۱۸۵۲	۰/۵	۰/۵۶۶۶۶۷	۰/۶۶۶۶۶۷	۰/۵۱۸۵۱۹	۰/۷۳۳۳۳۳	کفایت سرمایه
	۰/۸۴۲۶۴۱۸	۲/۶۴۰۲۷۷۸	۰/۳۸۸۸۸۹	۰/۴۹۵۸۳۳۳	۰/۵۹۲۵۹۲۶	۰/۵۹۲۵۹۲۶	۰/۵۷۰۳۷۰۴	ریسک نقدینگی
	۰/۷۷۳۷۸۸۴	۲/۴۲۴۵۳۷	۰/۳۸۸۸۸۹	۰/۳۵۴۱۶۶۷	۰/۵۹۲۵۹۲۶	۰/۵۱۸۵۱۹	۰/۵۷۰۳۷۰۴	نسبت نقدینگی
	۰/۳۴۹۲۹۰۸	۱/۰۹۴۴۴۴۴	۰/۲۷۷۷۷۷۸	۰/۲۸۳۳۳۳۳	۰/۰۷۴۰۷۴۱	۰/۲۹۶۲۹۶	۰/۱۶۲۹۶۳	مطالبات نزد سایر بانکها و مؤسسات اعتباری
	۰/۶۱۷۹۰۷۸	۱/۹۳۶۱۱۱۱	۰/۴۴۴۴۴۴	۰/۴۲۵	۰/۳۷۰۳۷۰۴	۰/۳۷۰۳۷	۰/۳۲۵۹۲۵۹	نسبت بازدهی دارایی
	۰/۶۲۹۷۲۸۱	۱/۹۷۳۱۴۸۱	۰/۴۴۴۴۴۴	۰/۴۲۵	۰/۰۷۴۰۷۴۱	۰/۲۹۶۲۹۶	۰/۷۳۳۳۳۳	نسبت بازدهی حقوق صاحبان سهام
	۰/۷۱۵۱۳	۲/۲۴۰۷۴۰۷	۰/۴۴۴۴۴۴	۰/۵۶۶۶۶۷	۰/۳۷۰۳۷۰۴	۰/۳۷۰۳۷	۰/۴۸۸۸۸۸۹	نسبت سود حاشیه‌ای خالص
	۰/۵۴۸۳۱۵۶	۱/۷۱۸۰۵۵۶	۰/۴۴۴۴۴۴	۰/۴۹۵۸۳۳۳	۰/۳۷۰۳۷۰۴	.	۰/۴۰۷۴۰۷۴	نسبت سود حاشیه‌ای خالص با احتساب هزینه مالی
	۰/۷۷۰۶۸۵۶	۲/۴۱۴۸۱۴۸	۰/۳۸۸۸۸۹	۰/۵۶۶۶۶۷	۰/۳۷۰۳۷۰۴	۰/۵۱۸۵۱۹	۰/۵۷۰۳۷۰۴	نسبت سود خالص و هزینه مطالبات به خالص درآمدها
	۰/۸۴۰۴۲۵۵	۲/۶۳۳۳۳۳۳	۰/۴۴۴۴۴۴	۰/۵۶۶۶۶۷	۰/۳۷۰۳۷۰۴	۰/۵۱۸۵۱۹	۰/۷۳۳۳۳۳	نسبت ذخایر زیان ناشی از وامها به کل وامها
	۰/۷۷۵۴۱۳۷	۲/۴۲۹۶۲۹۶	۰/۳۸۸۸۸۹	۰/۵۶۶۶۶۷	۰/۳۷۰۳۷۰۴	۰/۳۷۰۳۷	۰/۷۳۳۳۳۳	نسبت مطالبات مشکوک‌الوصول به مطالبات معوق
	۰/۸۰۰۲۳۶۴	۲/۵۰۷۴۰۷۴	۰/۳۳۳۳۳۳	۰/۵۶۶۶۶۷	۰/۳۷۰۳۷۰۴	۰/۶۶۶۶۶۷	۰/۵۷۰۳۷۰۴	نسبت خالص تسهیلات به منابع آزاد سپرده‌ها
	۰/۶۴۸۷۸۸۴	۲/۰۳۲۸۷۰۴	۰/۵	۰/۴۹۵۸۳۳۳	۰/۳۷۰۳۷۰۴	۰/۶۶۶۶۶۷	.	نسبت سرمایه
	۰/۹۱۲۳۸۱۸	۲/۸۵۸۷۹۶۳	۰/۴۴۴۴۴۴	۰/۴۹۵۸۳۳۳	۰/۶۶۶۶۶۷	۰/۵۱۸۵۱۹	۰/۷۳۳۳۳۳	موجودی نقد بانک
	۰/۷۸۸۲۶۸۳	۲/۴۶۹۹۰۷۴	۰/۵	۰/۴۹۵۸۳۳۳	۰/۵۹۲۵۹۲۶	۰/۱۴۸۱۴۸	۰/۷۳۳۳۳۳	اوراق مشارکت
	۰/۸۵۹۱۹۰۳	۲/۶۹۲۱۲۹۶	۰/۵	۰/۴۹۵۸۳۳۳	۰/۵۹۲۵۹۲۶	۰/۳۷۰۳۷	۰/۷۳۳۳۳۳	نسبت سپرده قانونی
	۰/۶۳۵۷۸۶۱	۱/۹۹۲۱۲۹۶	۰/۳۳۳۳۳۳	۰/۴۹۵۸۳۳۳	۰/۰۷۴۰۷۴۱	۰/۵۱۸۵۱۹	۰/۵۷۰۳۷۰۴	سپرده‌های سرمایه‌گذاری نزد بانک‌های ا مطالبات از سایر بانکها و مؤسسات مالی
	۰/۶۳۴۳۰۸۵	۱/۹۸۷۵	۰/۳۸۸۸۸۹	۰/۳۵۴۱۶۶۷	۰/۰۷۴۰۷۴۱	۰/۵۱۸۵۱۹	۰/۶۵۱۸۵۱۹	سرمایه گذاری‌های کوتاه مدت
	۰/۷۹۰۷۸۰۱	۲/۴۷۷۷۷۷۸	۰/۴۴۴۴۴۴	۰/۵۶۶۶۶۷	۰/۲۹۶۲۹۶۳	۰/۵۱۸۵۱۹	۰/۶۵۱۸۵۱۹	سرمایه گذاری‌های بلند مدت
	۰/۷۱۳۹۴۸	۲/۲۳۷۰۳۷	۰/۳۸۸۸۸۹	۰/۵۶۶۶۶۷	۰/۳۷۰۳۷۰۴	۰/۶۶۶۶۶۷	۰/۲۴۴۴۴۴۴	دارایی‌های ثابت مشهود و نامشهود
	۰/۶۱۵۶۹۱۵	۱/۹۲۹۱۶۶۷	۰/۵	۰/۴۹۵۸۳۳۳	۰/۰۷۴۰۷۴۱	۰/۳۷۰۳۷	۰/۴۸۸۸۸۸۹	بازده حقوق صاحبان سهام

مأخذ: محاسبات پژوهش

جدول (۷) وزن‌دهی نهایی به متغیرها برای ورود به سیستم خبره را نشان می‌دهد. همانطور که در جدول (۸) مشخص شد T این متغیرها به‌عنوان متغیرهای ورودی برای سیستم خبره از نتایج وزن‌دهی بدست آمدند. بنابراین T با توجه به متغیرها، پرسش‌نامه‌ای فازی جهت میزان تأثیر هر یک از متغیرها بر توازن و یا عدم توازن منابع و مصارف بانکی به خبرگان بانکی داده شد.

#### زیرسیستم اول (اقدام ترازنامه)

این زیرسیستم رابطه بین اقدام ترازنامه و اثرات آن‌ها توازن اقدام ترازنامه را می‌سنجد. متغیرهای ورودی از اقدام ترازنامه،  $X_1$  تا  $X_{13}$  نامگذاری شدند. تعداد ۱۷۵ قانون از این ۱۳ متغیر به‌صورت ترکیبی و حالت متعادلی از آن با توجه به نظر خبرگان و نتیجه مصاحبه با آن‌ها وارد نرم‌افزار متلب شد. تعداد سه متغیر زبانی برای متغیر "نسبت کفایت سرمایه" در نظر گرفته شده است. بازه مربوط به هر مجموعه فازی و شکل تابع عضویت آن، تاجایی که ممکن است از تجمیع نظرات خبرگان بدست آمده است. همچنین، تعداد سه متغیر زبانی برای متغیر "نسبت ذخایر زیان ناشی از وام به کل وام" در نظر گرفته شده است. بازه مربوط به هر مجموعه فازی و شکل تابع عضویت آن نیز از تجمیع نظرات خبرگان بدست آمده است.

در مورد متغیر موجودی نقد، هرچه مقدار آن بهینه باشد بهتر بوده است بانک می‌تواند از موجودی نقد خود بکاهد و از آن در اقدام با بازده بیشتر نظیر سرمایه‌گذاری و تسهیلات استفاده کند. اگر بانک سیاست افزایش موجودی نقد دارد بدان معناست که محافظه کارانه عمل می‌کند. اگر نسبت مطالبات مشکوک‌الوصول به مطالبات معوق عدد پایینی باشد، نشان می‌دهد که بانک در سنوات بعدی با افزایش محسوس هزینه مطالبات مشکوک‌الوصول مواجه است. از سوی دیگر، نسبت سود خالص و هزینه مطالبات به خالص درآمدها این نسبت هرچه به سمت عدد صفر حرکت می‌کند به این معنا است که هزینه حقوق و دستمزد عدد بالایی است. در مورد نسبت سود حاشیه‌ای خالص، حاصل تقسیم سود خالص فعالیت مشاع بر کل دارایی‌ها است و این نسبت نشان می‌دهد که بانک با استفاده از منابعی که از سپرده‌گذار جذب کرده و با ارائه تسهیلات چه میزان توانسته بر دارایی‌های خود بیفزاید. همچنین دارایی‌های ثابت هرچه کمتر باشند به نفع بانک خواهد بود، تعدد شعب یکی از عواملی است که هزینه‌های زیادی را به‌بار می‌آورد.

با توجه به متغیرها و پارامترهای مشخص‌شده، حد وسطی از قوانین انتخاب شد که به نحو مطلوبی حالت‌های مختلف را به‌طور کامل پوشش می‌داد. به این ترتیب تعداد ۱۷۵ قانون ایجاد شد. پس از آن که متغیرهای ورودی به اعداد فازی تبدیل شدند و قوانین فازی تبیین شد نوبت به استنتاج فازی می‌رسد. مقادیر زبانی که در مرحله قبل به متغیرهای ورودی اختصاص داده شده‌اند، بعضی از قوانین را فعال می‌کنند و متغیر خروجی محاسبه می‌شود. سیستم استنتاج فازی در دو مرحله استنتاج می‌کند:

#### زیرسیستم دوم (ریسک اعتباری)

برای سنجش ریسک اعتباری داده‌های ۳۱۱ شرکت با ۴۴ ویژگی، که به عنوان مشتریان حقوقی بانک توسعه صادرات داده‌کاو می‌شود. طی دو مرحله داده‌کاو متغیرهایی اضافه و کم شد و در نهایت ۳۷ متغیر،

برای درخت تصمیم فراخوانی شد. تعداد ۵۹ قانون به عنوان قوانینی که ما را در ایفاء تعهد به مشتری یا عدم ایفاء تعهد مشتری و در نهایت، پیشبینی ریسک اعتباری یاری می‌رساند، بدست آمد. متغیرهای موجود در این قواعد ۹ متغیر اثرگذار بوده که از  $y_1$  تا  $y_9$  نامگذاری شدند. خروجی این زیر سیستم میزان ریسک اعتباری است. حال به بیان متغیرهای اثرگذار در زیر سیستم دوم پرداخته می‌شود.

متغیر اول، نسبت سرمایه در گردش به کل دارایی؛ متغیر دوم، نوع دفاتر قانونی؛ متغیر سوم، سابقه فعالیت با بانک؛ متغیر چهارم، ریسک بازار هدف؛ متغیر پنجم، نسبت سرمایه؛ متغیر ششم، قلمرو بازار خارج؛ متغیر هفتم، نسبت مالکانه؛ متغیر هشتم، بازده فروش و متغیر نهم، نسبت بدهی است.

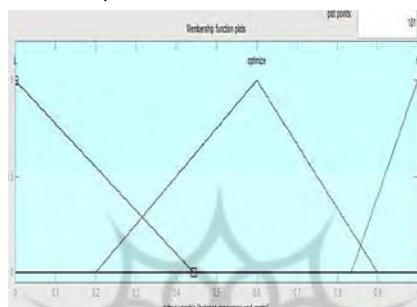
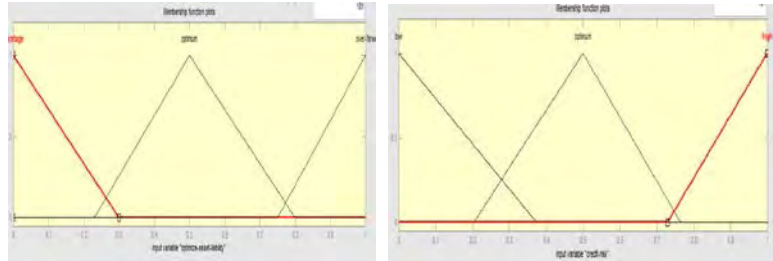
### سیستم خبره نهایی

از زیر سیستم که رابطه بین ارقام ترازنامه و اثرات آن‌ها توازن ارقام ترازنامه را می‌سنجد و متغیرهای ورودی از ارقام ترازنامه،  $x_1$  تا  $x_{13}$  نامگذاری شدند، تعداد ۱۷۵ قانون از این ۱۳ متغیر به صورت ترکیبی و حالت متعادل از آن با توجه به نظر خبرگان و نتیجه مصاحبه با آن‌ها وارد نرم‌افزار متلب شد (زیر سیستم ارقام ترازنامه). این ویژگی‌ها به همراه قواعد منتج از درخت تصمیم (متغیرهای موجود در درخت تصمیم از  $y_1$  تا  $y_9$  نامگذاری شدند) (زیر سیستم ریسک اعتباری)، به طراحی سیستم خبره مورد نظر پرداخته شده است. نتایج بدست آمده از قوانین، توازن و یا عدم توازن در منابع و مصارف (متغیر خروجی سیستم خبره) را نشان می‌دهد.

از مهمترین نتایج بدست آمده از زیر سیستم ارقام ترازنامه به عنوان نمونه می‌توان به این موارد اشاره کرد:

اگر نسبت کفایت سرمایه ( $x^1$ ) در بازه متوسط (۶ تا ۸ درصد) و ریسک نقدینگی در بازه ۱۱ تا ۱۵ همچنین نسبت ذخایر زیان ناشی از وام به کل وام بین ۱۱ تا ۳۰ درصد باشد آنگاه بهینگی در ارقام ترازنامه وجود دارد با آنکه هر چه نسبت ذخایر کمتر باشد بانک در تعادل بیشتری خواهد بود اما، دو متغیر دیگر و نسبت‌های مالی آنها ایجاد تعادل در ارقام ترازنامه را به وجود آورده است. همچنین، اگر نسبت کفایت سرمایه بین ۱ تا ۵ درصد باشد ریسک نقدینگی در حالت متعادل و بین ۱۱ تا ۱۵ درصد باشد بهینگی از بین خواهد رفت این نشان می‌دهد که حتماً باید نسبت کفایت سرمایه بالا باشد و اعلام خطری برای بانک‌ها خواهد بود. در بانک‌ها ریسک نقدینگی جزء متغیرهای حساس می‌باشد اما این نتیجه‌گیری که اگر نسبت کفایت سرمایه پایین باشد، خطر بیشتری برای بانک‌ها خواهد داشت. نسبت سرمایه در گردش به کل دارایی جزء مهم‌ترین متغیرهای اثرگذار بر ریسک اعتباری بوده، سابقه فعالیت مشتریان با بانک نقش مهمی در پیش‌بینی ایفاء تعهدات یا عدم ایفاء آن دارد.

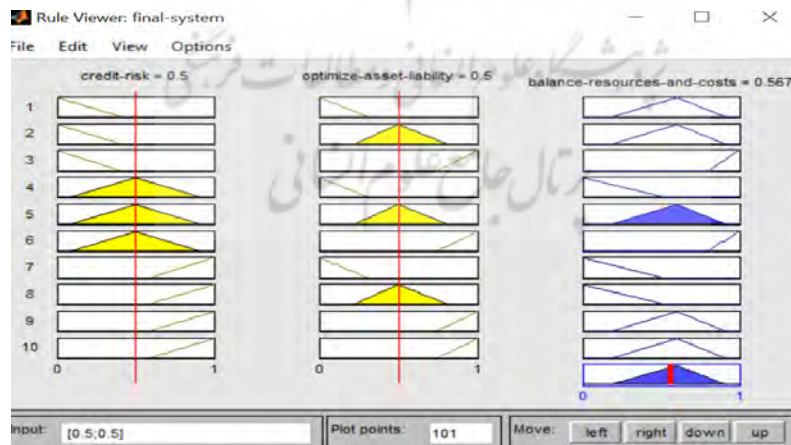
حال به طراحی سیستمی متشکل از دو زیر سیستم اول و دوم پرداخته شده است. متغیرهای ورودی شامل دو متغیر بهینگی دارایی و بدهی ارقام تراز نامه و سنجش ریسک اعتباری است. متغیر خروجی مشتمل بر توازن میان منابع و مصارف بانکی است.



پ

شکل ۹ متغیر ورودی ریسک اعتباری ، (ب) متغیر ورودی ارقام ترازنامه، (پ) متغیر خروجی سیستم

تعداد قوانین بدست آمده از سیستم اصلی باتوجه به تعداد ورودی‌های آن، ده قانون بوجود آمد. نتیجه نهایی بدست آمده از این قوانین این است که اگر ریسک اعتباری بالا ولی ارقام ترازنامه در بهینگی باشد، منابع و مصارف در تعادل خواهند بود، ولی اگر ریسک اعتباری متوسط وتوازن ارقام ترازنامه به سمت بدهی باشد و توازن وجود نداشته باشد بالانس نیز وجود نخواهد داشت و منابع و مصارف بانک در تعادل نخواهند بود.



شکل ۱۰. شمایی از خروجی سیستم



شکل ۱۱. معماری سیستم خبره

### اعتبارسنجی سیستم

هدف این مرحله بررسی اعتبار سیستم خبره فازی طراحی شده است. برای این منظور از پنج نفر از خبرگان در مورد زیرسیستم‌ها و همچنین سیستم نهایی سؤال شد که در مورد متغیرهای اثرگذار بر هر یک از زیرسیستم‌ها چه بازه‌ای بین ۰ و ۱ داده شود تا به توازن از آن سیستم رسید. هر خبره براساس دید خود عددی بین ۰ و ۱ به متغیرها داد و در نتیجه، نمره نهایی آن جهت خروجی هر یک از زیرسیستم‌ها و سیستم نهایی داده شد. تمامی این مقادیر در نرم افزار متلب در صفحه نمایش رول به سیستم داده شد و عدد خروجی سیستم در جدولی در کنار عدد خروجی خبره نوشته شد. سپس برای آنکه بتوان تشخیص داد که بین خبرگان و سیستم همبستگی وجود دارد یا نه، از روش‌های همبستگی (در این پژوهش پیرسون) استفاده شد.

### جدول ۸. امتیازدهی خبرگان به زیرسیستم اول

خبرگان	امتیاز ورودی به متغیرهای اثرگذار بر زیر سیستم اقلام ترازنامه	امتیاز خبره	امتیاز سیستم
۱	[۲.۰ ۸.۰ ۷.۰ ۲.۰ ۷.۰ ۱.۰ ۳.۰ ۶.۰ ۲.۰ ۳.۰ ۲.۰ ۵.۰]	۴۵.۰	۳۸۲.۰
۲	[۸.۰ ۶.۰ ۳.۰ ۸.۰ ۲.۰ ۲۵.۰ ۷.۰ ۳.۰ ۳.۰ ۴.۰ ۱.۰ ۴.۰]	۵۴.۰	۳۹۸.۰
۳	[۵.۰ ۷.۰ ۸.۰ ۳.۰ ۸.۰ ۲.۰ ۴.۰ ۷.۰ ۲.۰ ۲.۰ ۳.۰ ۱.۰ ۶.۰]	۴۴.۰	۳۴۸.۰
۴	[۸.۰ ۷.۰ ۹.۰ ۲.۰ ۹.۰ ۴.۰ ۵.۰ ۶.۰ ۳.۰ ۳.۰ ۴.۰ ۳.۰ ۵.۰]	۴۰.۰	۳۳۸.۰
۵	[۵.۰ ۸.۰ ۶.۰ ۸.۰ ۳.۰ ۷.۰ ۶.۰ ۶.۰ ۵.۰ ۴.۰ ۵.۰ ۲.۰ ۶.۰ ۳.۰]	۴۵.۰	۴۰۸.۰
خبرگان	امتیاز ورودی به متغیرهای اثرگذار بر زیر سیستم ریسک اعتباری (زیر سیستم دوم)	امتیاز خبره	امتیاز سیستم
۱	[۶.۰ ۳.۰ ۴.۰ ۷.۰ ۲.۰ ۳.۰ ۵.۰ ۳.۰ ۴.۰ ۳.۰ ۴.۰]	۵.۰	۴۶۳.۰
۲	[۷.۰ ۴.۰ ۶.۰ ۸.۰ ۶.۰ ۵.۰ ۵.۰ ۳.۰ ۳.۰ ۳.۰]	۵۵.۰	۶۱۵.۰

خبرگان	امتیاز ورودی به متغیرهای اثرگذار بر زیر سیستم اقلام ترازنامه	امتیاز خبره	امتیاز سیستم
۳	[[۵۰.۰ ۶۰.۰ ۴۰.۰ ۷۰.۰ ۳۰.۰ ۲۰.۰ ۷۰.۰ ۷۰.۰ ۲۰.۰]]	۶۰.۰	۷۱۲.۰
۴	[[۳۰.۰ ۲۵.۰ ۲۰.۰ ۴۰.۰ ۴۰.۰ ۳۰.۰ ۲۰.۰ ۲۰.۰ ۴۰.۰]]	۵۵.۰	۶۵.۰
۵	[[۴۰.۰ ۴۰.۰ ۳۰.۰ ۳۰.۰ ۳۰.۰ ۲۰.۰ ۵۰.۰ ۴۰.۰ ۳۰.۰]]	۵۰.۰	۶۴۸.۰
خبرگان	امتیاز ورودی به متغیرهای اثرگذار بر سیستم منابع و مصارف بانکی	امتیاز خبره	امتیاز سیستم
۱	[[۵۰.۰, ۳۰.۰]]	۶۰.۰	۵۵۸.۰
۲	[[۵۰.۰, ۴۰.۰]]	۵۰.۰	۵۶۴.۰
۳	[[۴۰.۰, ۳۰.۰]]	۵۵.۰	۵۵۸.۰
۴	[[۴۵.۰, ۲۰.۰]]	۴۵.۰	۵۶.۰
۵	[[۴۵.۰, ۲۵.۰]]	۵۰.۰	۵۶۱.۰

مأخذ: محاسبات پژوهش

جدول (۹) امتیازدهی خبرگان به سیستم را نشان می‌دهد.

جدول ۹. همبستگی پیرسون جهت اعتبار زیرسیستم‌ها

ترازنامه			
خبره	همبستگی پیرسون	۱	۰/۶۶۷
	سطح معناداری		۰/۰۱۹
	تعداد	۵	۵
سیستم	همبستگی پیرسون	۰/۶۶۷	۱
	سطح معناداری	۰/۰۱۹	
	تعداد	۵	
ریسک اعتباری			
خبره	همبستگی پیرسون	۱	۰/۷
	سطح معناداری		۰/۰۱۸
	تعداد	۵	۵
سیستم	همبستگی پیرسون	۰/۷	۱
	سطح معناداری	۰/۰۱۸	
	تعداد	۵	
سیستم منابع و مصارف			
خبره	همبستگی پیرسون	۱	۰/۶۰۲
	سطح معناداری		۰/۰۳۲
	تعداد	۵	۵
سیستم	همبستگی پیرسون	۰/۶۰۲	۱
	سطح معناداری	۰/۰۳۲	
	تعداد	۵	

مأخذ: محاسبات پژوهش

جدول (۹) همبستگی پیرسون جهت اعتبار زیرسیستم‌ها را نشان می‌دهد. در ترازنامه بر اساس پارامتریک بودن متغیرها از روش همبستگی پیرسون جهت اعتبار مدل استفاده شده است. همانطور که

مشخص است، ضریب همبستگی عدد ۰,۶۶۷ است و همبستگی مثبتی را نشان می‌دهد. در ریسک اعتباری ضریب همبستگی ۰/۷۰۰ است اگر ضریب همبستگی بالای ۰/۵ باشد، رابطه مثبت و مستقیمی بین سیستم و خبرگان وجود داشته است. در این پژوهش زیر سیستم ریسک اعتباری دارای همبستگی است. در سیستم خبره منابع و مصارف بانکی، ۰/۶۰۲ نشان‌دهنده همبستگی مثبت است. با استفاده از ضریب همبستگی پیروسون پایایی و اعتبار سیستم بدست آمد و نتیجه قابل قبولی را در بر داشت.

### نتیجه‌گیری و بحث

سنجش ریسک اعتباری در نظام بانکی نقش کارآمدی در راستای بالا بردن بهره‌وری بانک‌های کشور در تخصیص بهینه منابع خواهد داشت. در این پژوهش سعی شد تا کارایی مدل بدست آمده از زبان برنامه‌نویسی پایتون و درخت تصمیم در رپیدمایر برای پیش‌بینی ریسک اعتباری مشتریان بانک توسعه صادرات، مورد بررسی قرار گیرد. ریسک اعتباری به عنوان یکی از مهم‌ترین ریسک‌ها در نظام بانکی، به عنوان شکافی در جهت عدم توازن بین منابع و مصارف بانکی شناخته شده است؛ بنابراین، سنجش میزان این ریسک کمک بزرگی در جهت ایجاد توازن خواهد نمود. باتوجه به ستون پیش‌بینی‌کننده در نرم افزار رپیدمایر، ریسک اعتباری پیش‌بینی شده از نرم‌افزار، ۹ درصد اعلام شد که بنا به آیین‌نامه ریسک اعتباری باشاخص AA رتبه‌بندی شد.

متغیرهای مالی اثرگذار برریسک اعتباری در قواعد، نتایجی را نمایش داد که به سادگی امکان دست‌یابی و حدس نتایج بدست آمده از قواعد امکان‌پذیر نبود. قواعد پس از جمع‌آوری، بوسیله خبره مالی اولویت‌بندی شد. پس از اولویت‌بندی قواعد بدست آمده، به بررسی نتایج حاصل از آن پرداخته شد. طبق نتایج بدست آمده از قواعد مهم‌ترین شاخص از نظر نرم‌افزار، شاخص نسبت سرمایه در گردش به کل دارایی‌هاست. سابقه فعالیت با بانک (Y3) به عنوان عنصر مهمی در ایفای تعهدات مشتریان بوده و مشتریانی که سابقه فعالیتشان با بانک زیر سه سال است با روش‌های اعتبارسنجی مناسب و دقیق و یا سیاست‌های مالی کارآمدتر و محافظه‌کارانه به مشتریان خود، اعطای وام داشته‌باشند، در غیر این صورت، با احتمال عدم ایفای تعهدات و در نتیجه، افزایش ریسک اعتباری روبرو خواهند شد. در شرایطی که ریسک بازار هدف در بازه ناچیز و کم باشد، بیشتر شرکت‌ها ایفای تعهدات دارند، اما در زمانی که ریسک بازار هدف در بازه نسبتاً بالا و بالا باشد، شرکت‌هایی توان پرداخت تعهدات دارند که گروه فعالیتی آن‌ها "خدمات و فعالیت‌های زیرساختی" و "شیمیایی و فراورده‌های نفتی" است. در زمانی که شرکت‌هایی با گروه‌های فعالیت "صنایع کشاورزی و تبدیلی" و همچنین، "محصولات صنعتی و معدنی" تقاضای اعطای تسهیلات را داشته‌باشند توجه به نکات بیشتری در سنجش اعتبار آن‌ها مورد نیاز است.

با توجه به کارایی و اعتبار سیستم خبره طراحی شده در مدل‌سازی مسئله مدیریت منابع و مصارف بانکی، پیشنهاد محققان برای تحقیقات آتی و همچنین به بانکها، طراحی سیستم خبره برای مدیریت انواع ریسک از جمله ریسک نقدینگی، ریسک بازار، و ریسک کفایت سرمایه می‌باشد و در بانک، طراحی سیستم نرم‌افزاری به‌منظور سنجش توازن اقلام ترازنامه و بکارگیری آن، طراحی سیستمی برای خنثی‌سازی یا



کمینه کردن انواع ریسک‌ها در نظام بانکی با نگهداری سطح مناسبی از دارایی‌های نقد، کنترل مدیریت بر تطابق ساختار سررسید دارایی‌ها و بدهی‌ها و نظارت بر نسبت وام به سپرده می‌تواند مورد توجه قرار گیرد. طراحی نرم‌افزارهای داشبورد مدیریتی برای سنجش و مدیریت انواع اقلامی که در مدیریت و توازن منابع و مصارف بانکی اثرگذارند نیز می‌تواند مورد توجه محققان و توسعه‌دهندگان سیستم‌های اطلاعاتی بانکی قرار گیرد.

#### ملاحظات اخلاقی

حامی مالی: مقاله حامی مالی ندارد.  
مشارکت نویسندگان: تمام نویسندگان در آماده‌سازی مقاله مشارکت داشته‌اند.  
تعارض منافع: بنا بر اظهار نویسندگان در این مقاله هیچ‌گونه تعارض منافی وجود ندارد.  
تعهد کپی‌رایت: طبق تعهد نویسندگان حق کپی‌رایت رعایت شده‌است.



## References

- Naghintaj, Gh. (2011). "Factores efectivos en el precio final del dinero en los bancos" (in Persian)
- Allen, L., DeLong, G., & Saunders, A. (2004). "Issues in the credit risk modeling of retail markets". *Journal of Banking & Finance*, 28(4), 727-752.
- Carey, A. (2001). "Effective risk management in financial institutions: The Turnbull approach". *Balance Sheet*, 9(3), 24-27.
- Chelo V. Manlagnit, M. (2011). "Cost efficiency, determinants, and risk preferences in banking: A case of stochastic frontier analysis in the Philippines". *Journal of Asian Economics*, 30-32.
- Chen, J. H., Yang, L. R., Su, M. C., & Lin, J. Z. (2010). "A rule extraction based on approach in predicting derivative use for financial risk hedging by construction companies". *Expert Systems with Applications*, 37(9), 6510-6514. (DOI: 10.1016/j.eswa.2010.02.135).
- Guo-an, Y., Hong-bing, X., & Chao, W. (2003). "Design and implementation of an agent-oriented expert system of loan risk evaluation". *Managing Technologically Driven Organizations: The Human Side of Innovation and Change (IEEE Cat. No.03CH37502)*, 43-44.
- Hodgkinson, L., & Walker, E. (2003). "An expert system for credit evaluation and explanation". *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 19(1), 62-72.
- Kosmidou, K., & Zopounidis, C., (2004). "Combining Goal Programming Model with Simulation Analysis for Bank Asset Liability Management". *Information Systems and Operational Research*, 180-181.
- Kruger, M. (2011). *A goal programming approach to strategic bank balance sheet management*. SAS Global Forum 2011: Banking, Financial Services and Insurance, 24-25.
- Marrison, C. (2005). "The fundamentals of risk measurement". *The Mathematical Intelligencer*, 27(2), 83-83.
- Shaw, M. J., & Gentry, J. A. (1988). "Using an expert system with inductive learning to evaluate business loans". *Financial Management*, 45-56.
- Tektas, A., Ozkan-Gunay, E., Gunay, G. (2005). "Asset and liability management in financial crisis". *Journal of Risk Finance*, 141-142.
- Yang, H., Zhou, W., Lu, L., & Fang, Z. (2008). "Optimal sizing method for stand-alone hybrid solar-wind system with LPSP technology by using genetic algorithm". *Solar energy*, 82(4), 354-367.

## COPYRIGHTS



This license allows others to download the works and share them with others as long as they credit them, but they can't change them in any way or use them commercially.