



Customer Ranking Modeling in Credit Risk Using Machine Learning Algorithms

Hadi Borna¹, Reza Mohammadpour^{*2}

1- MSc in Financial Engineering and Risk Management, Afagh Non-Profit University, Urmia, Iran

2*- PhD in Economics, University of Tehran, Faculty of Economics, Tehran, Iran

Abstract

In Iran, given the country's economic structure and due to reasons such as the underdevelopment of capital markets and other non-bank and contractual networks, financing of the real sectors of the economy is mainly undertaken by the banking system. The proper functioning of this system depends on the efficient use of the resources collected. This, in turn, requires accurate assessment of the risks ahead and identification of appropriate ways to deal with these threats. In terms of purpose, the present study is applied research, and in terms of nature and method, it is descriptive-analytical. It aims to model, cluster, and rank corporate customers based on their level of credit risk. In this study, the financial and non-financial indicators affecting customers' credit risk are first identified through a review of common credit scoring models. After comparing models such as LAPP, P5, and C6, the C6 model is selected as the base model, and the other indicators and models are classified accordingly. To implement the SOM algorithm, map parameters including grid dimensions, number of neurons, initial weight vectors, learning rate, and neighborhood radius are first determined. Then, customer records, each containing quantitative values of financial and non-financial indicators, are presented to the network either simultaneously or sequentially. Accordingly, the final framework of the study uses a combination of entropy-standard deviation weighting, multi-criteria scoring, and unsupervised clustering through the SOM neural network to evaluate, classify, and rank the credit risk of corporate customers. The findings showed that among the initial 29 indicators, 12 financial and non-financial indicators were selected as factors affecting credit risk. Model evaluation identified three clusters as the optimal number. Due to the weak performance of SOM in separating observations, the K-Means algorithm was employed and classified corporate customers into three groups: low-, medium-, and high-risk. Overall, K-Means demonstrated greater efficiency than SOM in ranking customers' credit risk.

Keywords: Credit Risk, Customer Ranking, Machine Learning

Citation:

Borna,H and Mohammadpour,R . (2026). Customer Ranking Modeling in Credit Risk Using Machine Learning Algorithms. *Journal of Intelligent Marketing Management*, 7(4), 28-47.



مدل سازی رتبه بندی مشتریان در حوزه ریسک اعتباری با استفاده از الگوریتم های

یادگیری ماشین

هادی برنا، رضا محمدپور*

۱- کارشناسی ارشد مهندسی مالی و مدیریت ریسک، دانشگاه غیر انتفاعی آفاق، ارومیه، ایران

۲- دکتری علوم اقتصادی، دانشگاه تهران، دانشکده اقتصاد، تهران، ایران

چکیده

در ایران با توجه به ساختار اقتصادی کشور و به دلایلی همچون عدم توسعه بازارهای سرمایه و سایر شبکه های غیر بانکی و قراردادی، تامین مالی بخش های واقعی اقتصاد بر عهده شبکه بانکی است و کارکرد صحیح این سیستم منوط به استفاده صحیح از منابع جمع آوری شده است. این امر مستلزم بررسی و ارزیابی صحیح ریسک های پیش رو و شناخت روش های مقابله با این مخاطرات است.

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و از نظر ماهیت و روش، توصیفی-تحلیلی است و با هدف مدل سازی، خوشه بندی و رتبه بندی مشتریان حقوقی بر اساس سطح ریسک اعتباری انجام می شود. در این پژوهش، ابتدا شاخص های مالی و غیر مالی مؤثر بر ریسک اعتباری مشتریان با بررسی مدل های متداول اعتبارسنجی شناسایی می شوند. پس از مقایسه مدل هایی مانند P5، LAPP، C6 و C6 به عنوان مدل پایه انتخاب شده و سایر شاخص ها و مدل ها بر مبنای آن طبقه بندی می شوند. برای اجرای الگوریتم SOM، ابتدا پارامترهای نقشه شامل ابعاد شبکه، تعداد نورون ها، بردارهای وزنی اولیه، نرخ یادگیری و شعاع همسایگی تعیین می شود. سپس رکوردهای مشتریان، که هر یک شامل مقادیر کمی شاخص های مالی و غیر مالی هستند، به صورت هم زمان یا متوالی به شبکه ارائه می شوند. بدین ترتیب، الگوی نهایی پژوهش از ترکیب وزن دهی آنتروپی-انحراف معیار، امتیازدهی چندشاخصه و خوشه بندی غیرنظارتی شبکه عصبی SOM برای ارزیابی، طبقه بندی و رتبه بندی ریسک اعتباری مشتریان حقوقی استفاده می کند. یافته ها نشان داد که نتایج نشان داد که از میان ۲۹ شاخص اولیه، ۱۲ شاخص مالی و غیر مالی به عنوان عوامل مؤثر بر ریسک اعتباری انتخاب شدند. ارزیابی مدل ها، سه خوشه را به عنوان تعداد بهینه تعیین کرد. به دلیل عملکرد نامناسب SOM در تفکیک مشاهدات، الگوریتم K-Means به کار گرفته شد و مشتریان حقوقی را در سه گروه با ریسک پایین، متوسط و بالا طبقه بندی کرد. در مجموع، K-Means نسبت به SOM کارایی بیشتری در رتبه بندی ریسک اعتباری مشتریان نشان داد.

کلیدواژه ها: ریسک اعتباری، رتبه بندی مشتریان، یادگیری ماشین

استناد:

برنا، هادی و محمدپور، رضا. (۱۴۰۵). مدل سازی رتبه بندی مشتریان در حوزه ریسک اعتباری با استفاده از الگوریتم های یادگیری ماشین. مدیریت بازاریابی هوشمند، ۷(۳)، ۲۸-۴۷.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۲/۰۸

تاریخ ویرایش: ۱۴۰۵/۰۳/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۴/۲۴

تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۷/۰۱

https://doi.org/ JABM.3.2.15564.351256.3257.33197

نشریه مدیریت بازاریابی هوشمند، ۱۴۰۵، دوره ۷، شماره ۴، پیاپی ۳۳

ناشر: نشریه مدیریت بازاریابی هوشمند

نوع مقاله: علمی پژوهشی

© نویسندگان



۱- مقدمه

نظام بانکی در ایران همچون سایر کشورها نقش بسیار مهمی در اقتصاد ایفا می کند، زیرا علاوه بر آنکه بانک ها واسطه وجوه در بازار پول هستند. رشد صنعت بانکداری یکی از مؤلفه های اصلی نظامی مالی است. اعطای تسهیلات بانکی به صناعی که ایجاد یا توسعه آنها موجب ایجاد اشتغال، رونق اقتصادی و افزایش درآمد ملی می شود موجبات توسعه اقتصادی پایدار در کشور را فراهم می آورند (طالبی، ۱۳۹۲). در صنعت بانکداری یکی از موضوعات مهمی که همواره بایستی مدنظر سیاست گذاران اعتباری قرار گیرد، مبحث مدیریت ریسک اعتباری است. به منظور مدیریت و کنترل ریسک مذکور، سیستم های رتبه بندی اعتباری مشتریان ضرورتی انکارناپذیر است. چنین سیستمی، بر اساس سوابق و اطلاعات موجود، درجه ی اعتباری مشتریان را تعیین و آنان را بر اساس میزان ریسکی که متوجه بانک خواهند کرد، رتبه بندی می کند. بدیهی است چنین سیستمی بانک را در گزینش مطلوب مشتریان خودیاری کرده و ضمن کنترل و کاهش ریسک اعتباری، سطح بهره وری فرایند اعطای تسهیلات بانکی را ارتقاء می دهد. در واقع ریسک اعتباری را می توان به عنوان ضرر محتمل که در اثر یک رخداد اعتباری اتفاق می افتد، بیان کرد. هنگامی که توانایی طرف قرارداد در تکمیل تعهداتش تغییر کند این رخداد اعتباری رخ می دهد. ریسک اعتباری یکی از مهم ترین عوامل تولید ریسک در بانک ها می باشد و این ریسک از این جهت ناشی می شود. که دریافت کنندگان تسهیلات توانایی بازپرداخت اقساط بدهی خود را به بانک نداشته باشند. بررسی عوامل موثر و تأثیرگذار بر ریسک اعتباری از اهمیت بالایی برخوردار است (رستمی و همکاران، ۱۳۹۷).

در ایران با توجه به ساختار اقتصادی کشور و به دلایلی همچون عدم توسعه بازارهای سرمایه و سایر شبکه های غیر بانکی و قراردادی، تامین مالی بخش های واقعی اقتصاد بر عهده شبکه بانکی است و کارکرد صحیح این سیستم منوط به استفاده صحیح از منابع جمع آوری شده است. این امر مستلزم بررسی و ارزیابی صحیح ریسک های پیش رو و شناخت روش های مقابله با این مخاطرات است. نظام مالی و بانکی با توجه به ویژگی های خاص آن با انواع گوناگونی از ریسک و مخاطره مواجه می باشد که از جمله آن می توان به ریسک اعتباری، ریسک نقدینگی و ریسک بازار اشاره کرد. بنابراین شناسایی و کنترل مقدار و میزان هر یک از این ریسک ها در جایگاه خود برای بخش مالی و بانکی بسیار پراهمیت می باشد. ریسک اعتباری به این دلیل در جایگاه خود برای بخش مالی و بانکی بسیار پراهمیت است که منابع به کار گرفته شده برای تخصیص، در حقیقت بدهی نهاد پولی به سهامداران، مردم و بانک هاست و به جریان نیفتادن این منابع می تواند اعتباردهی و قدرت تادیه بدهی نهاد پولی را تضعیف کرده و آن را با ورشکستگی مواجه سازد. در حقیقت، وقایع مختلف مالی می توانند اعتبارات یک بانک یا مؤسسه مالی را در معرض خطر قرار دهند، بنابراین بانک ها تمایل دارند که به جای احتمال ورشکستگی، احتمال نکول Default را تخمین بزنند. بانک ها با توجه به نوع فعالیت خود در معرض محدوده وسیعی از انواع ریسک ها می باشند. ریسک اعتباری ریسکی است که از نکول/ قصور طرف قرارداد، یا در حالتی کلی تر ریسکی که از اتفاقی اعتباری به وجود می آید. بحران های مشاهده شده در نظام بانکی کشورها عمدتاً ناشی از عدم کارایی در مدیریت ریسک اعتباری بوده است. تمرکز اعطای تسهیلات با حجم بالا به یک فرد، شرکت، گروه صنعتی و یا بخش اقتصادی خاص از عوامل افزایش دهنده این ریسک خواهد بود. جهت استمرار کارآمد فعالیت، بانک ها بایستی شناخت کاملی از مقوله ریسک اعتباری و عوامل مؤثر بر آن برخوردار بوده و در جهت مدیریت آن گام بردارند. سوالی که این پژوهش با آن مواجه است این است که آیا امکان رتبه بندی مشتریان در حوزه ریسک اعتباری با استفاده از الگوریتم های یادگیری ماشین وجود دارد یا خیر؟ برای پاسخ به این سوال، خوشه بندی مشتریان حقوقی مختلف با توجه به شاخص های مالی و غیر مالی مؤثر بر ریسک اعتباری مورد بحث و بررسی قرار می گیرد. در سال های اخیر می توان به راحتی رد

پای هوش مصنوعی و به‌ویژه یادگیری ماشین را در همه زمینه‌ها از ارزیابی‌های اعتباری گرفته تا جلوگیری از اختلاس و پیش‌بینی ریسک بانکی به‌وضوح مشاهده کرد. امروزه به نظر می‌رسد یادگیری ماشین در حال دگرگون ساختن دنیای فاینانس است و پیش‌بینی می‌شود در سال‌های آینده کلیه امور مربوط به الگوسازی‌های مالی و همچنین پیش‌بینی تحولات در بازارهای مالی توسط هوش مصنوعی و یادگیری ماشین انجام شود و در آنها نیازی به حضور و دخالت انسان‌ها نخواهد بود. نشانه‌های صحت این ادعا را می‌توان در تصمیم‌گیری‌های اخیر بانک‌های مشهوری چون جی‌پی‌مورگان یا صندوق‌های سرمایه‌گذاری شناخته‌شده‌ای همچون من جی‌ال‌جی مشاهده کرد که بخش‌هایی به نام «مدیریت یادگیری ماشین» را در ساختار سازمانی خود تعریف کرده‌اند و در پی به‌کارگیری نیروهای زبده و کارآمد در این بخش هستند. امروزه از یادگیری ماشین در بخش‌هایی مانند مدیریت ریسک و پیشگیری از اختلاس و ریسک اعتباری کمک گرفته می‌شود و همچنین روبات‌ها وظیفه انجام برخی کارها مانند کنترل تماس‌های تلفنی مشتریان با بانک یا رسیدگی به شکایات را به جای انسان‌ها انجام می‌دهند. با این همه، در سال‌های آینده این نقش‌آفرینی به حوزه‌های هوشمندتری شامل تصمیم‌گیری‌ها و سیاست‌گذاری‌های مالی و اعتباری نیز تسری خواهد یافت (تفاهمی، مجید؛ عادل قاضی‌خانی و علیرضا روحانی منش، ۱۳۹۳). در ادامه این مقاله، ابتدا مبانی نظری و پیشینه تجربی مرتبط با موضوع پژوهش ارائه خواهد شد. سپس، در بخش سوم، روش‌شناسی پژوهش شامل مدل و داده‌های مورد استفاده تشریح می‌شود. بخش چهارم به تجزیه و تحلیل یافته‌های پژوهش اختصاص دارد و در نهایت، در بخش پنجم، بحث و نتیجه‌گیری ارائه خواهد شد.

۲- مروری بر ادبیات تحقیق

۲-۱ معرفی انواع ریسک در نظام بانکی

از دیدگاه کمیته بازل، شاخص‌ترین و مهم‌ترین انواع ریسک در نظام بانکی عبارتست از: ۱- ریسک اعتباری ۲- ریسک کشوری ۳- ریسک بازار ۴- ریسک نرخ بهره ۵- ریسک نقدینگی ۶- ریسک عملیاتی ۷- ریسک حقوقی ۸- ریسک شهرت در ادامه ریسک اعتباری به اختصار بیان می‌شوند.

۲-۳-۱ ریسک اعتباری

ریسک اعتباری عبارت است از اجتماع عدم وصول تسهیلات اعطایی به اشخاص در نتیجه ورشکستگی و تنزل موقعیت مالی و اعتباری شخص دریافت‌کننده تسهیلات که به لحاظ ماهیت در آن بخش اعطایی تسهیلات مؤسسات مالی، به‌ویژه بانک‌ها، وجود دارد. به بیان دیگر ریسک اعتباری به این معنی است که بازپرداخت‌های مشتریان به بانک در قبال تسهیلات دریافتی ممکن است با تأخیر انجام شود و یا حتی اصلاً وصول نشود. این امر به نوبه خود مسائل و مشکلاتی را برای جریان وجه نقد و نیز مدیریت نقدینگی بانک به همراه خواهد آورد. به دلیل شدت و فراوانی ریسک اعتباری در بین سایر ریسک‌ها، از آن به عنوان مهم‌ترین و اصلی‌ترین ریسک مؤسسات مالی و بانک‌ها یاد می‌شود.

۲-۲ رتبه‌بندی مشتریان

بانک‌ها به منظور آگاهی از نیازمندی‌های مشتریان خود، در اعطای تسهیلات اعتباری باید به شناسایی ویژگی‌های آنها بپردازند. این امر از طریق اعتبارسنجی منجر به کاهش ریسک‌های بانکی از جمله ریسک اعتباری می‌شود. اعتبارسنجی عملی است که در آن اعتبار مشتریان حقیقی، حقوقی (مؤسسات مالی و اعتباری) و بانک‌ها با توجه به اطلاعات دریافتی از آنها اندازه‌گیری شده و امکان شناخت را

نسبت به وضعیت و توان مالی افراد جهت بازپرداخت تسهیلات دریافتی و دریافت خدمات بیشتر فراهم می‌کند. بر اساس این روش، ریسک اعتباری افراد اندازه‌گیری شده و افراد و مشتریان بر اساس ریسک اعتباری خود طبقه‌بندی و امتیازدهی می‌شوند.

سنجش اعتباری فرآیندی است که طی آن به هر وام‌گیرنده (حقیقی و حقوقی) کمیته اختصاص می‌یابد که نشان‌دهنده برآوردی از عملکرد آتی وی در بازپرداخت وام درخواستی او خواهد بود. اعتبارسنجی سنگ بنای مدیریت ریسک اعتباری است زیرا اگر تخمین درستی از سطح اعتبار فرد نداشته باشیم، نمی‌توان به درستی در مورد اعتبارات بانک تصمیم‌گیری کرد.

به منظور برقراری عدالت، دور شدن از اعمال سلیقه‌ها، کاهش ریسک اعتباری، بازگشت به موقع سرمایه، سریع‌تر شدن روند اعطای تسهیلات، اطمینان خاطر بیشتر اعطاکنندگان و دریافت‌کنندگان تسهیلات و بسیاری از موارد دیگر استفاده از این سیستم‌ها امروزه در دنیا کاربرد فراوانی پیدا کرده است. اساس کار اعتبارسنجی بر مبنای داده‌کاوی بنیان نهاده شده است و در فرآیند اعتبارسنجی مشتریان بر اساس شاخص‌ها و ویژگی‌های مختلفی مورد ارزیابی و رتبه‌بندی قرار می‌گیرند. این رتبه یا امتیاز در واقع نمایانگر اعتبار مالی مشتری است که بانک می‌تواند بر اساس آن نسبت به ارائه خدمات به مشتری خیلی سریع‌تر و دقیق‌تر تصمیم‌گیری کند. در حال حاضر در ایران دو موسسه اعتبارسنجی دارای مجوز هستند که موسسه اطلاع‌رسانی اعتباری و اعتبارسنجی ایرانیان با دریافت مجوز شرکت بین‌المللی اکسپرین توانسته‌اند برای اولین بار نمونه عملیاتی فعالیت اعتبارسنجی را در بانک‌ها پیاده‌سازی کنند.

بی‌شک توسعه این نظام فواید بسیار زیادی برای نظام بانکی کشور به همراه دارد که از جمله آنها می‌توان به افزایش شفافیت، صحت و دقت در عملیات اعتباری بانک‌ها اشاره کرد و همچنین کاربرد نظام سنجش اعتبار راهکار مناسبی برای جلوگیری از به‌وجود آمدن مطالبات سررسید معوق در نظام بانکی است. چالش‌های بسیاری در راه توسعه این سامانه‌ها در ایران وجود دارد که شاید مهم‌ترین آن انتقال داده‌ها و کاربردی کردن آنها برای اهداف سیستم‌های اعتبارسنجی است. در حال حاضر بانک‌های مختلف کشور از سیستم‌های نرم‌افزاری متعدد و متنوعی استفاده می‌کنند که استخراج داده از آنها را بسیار دشوار و پیچیده کرده است. اما به هر حال توسعه این شیوه منافع اقتصادی بسیاری را برای کشور و نظام بانکی به همراه دارد که بی‌شک برای پیاده‌سازی آن باید برنامه‌ریزی و سرمایه‌گذاری لازم انجام شود. در این راه خطیر تعامل بیشتر بانک‌ها با مؤسسات اعتبارسنجی امری بدیهی و ضروری است.

۲-۳ مطالعات تجربی تحقیق

صادقی خانی و همکاران (۱۴۰۰) مقاله ریسک اعتباری و رتبه‌بندی مشتریان بانک صادرات ایلام با استفاده از روش اقتصاد سنجی و مدل رگرسیون لاجیت را ارائه داده‌اند. در سال‌های اخیر به دلیل افزایش حجم مطالبات معوق و سررسید گذشته بانک‌های کشور، موضوع رتبه‌بندی و اعتبار سنجی مشتریان مورد توجه اغلب بانک‌ها قرار گرفته است. بر این اساس، این مقاله به تهیه و تدوین الگوی رتبه‌بندی مشتریان حقوقی بانک صادرات ایلام پرداخته است. بدین منظور، در مقاله مزبور ابتدا مروری بر مبانی نظری ریسک اعتباری و رتبه‌بندی مشتریان انجام شده و سپس، الگوهای مورد استفاده در رتبه‌بندی مشتریان و تجربه برخی بانک‌های خارجی ارائه شده است و در نهایت، الگوی مناسب برای رتبه‌بندی مشتریان حقوقی بانک صادرات ایلام استخراج گردیده است (صادقی خانی؛ رضایی، ۱۴۰۰).

ندیری و همکاران (۱۴۰۰) مقاله تحلیل رابطه متقابل بین ریسک اعتباری و ریسک نقدینگی و تاثیر آنها بر ثبات بانکی در ایران را ارائه داده‌اند. بر اساس مطالعات صورت گرفته بین ریسک اعتباری و ریسک نقدینگی رابطه قوی و ارتباط متقابلی وجود دارد و از همدیگر تاثیر فراوانی می‌پذیرند. همچنین ریسک‌های بانکی می‌توانند تاثیر بسیار زیادی بر ثبات مالی و از سوی دیگر ثبات اقتصادی کشورها داشته باشند. تجربه‌های اقتصادی جهان به ویژه در دو دهه اخیر این مطلب را به اثبات می‌رساند که ثبات اقتصادی کشورها وابستگی

شدیدی به ثبات بانکی و مالی آنها دارد. هدف این تحقیق بررسی رابطه ریسک نقدینگی و ریسک اعتباری و تاثیر متقابل این دو ریسک بر همدیگر و نیز تاثیر آنها بر ثبات سیستم بانکی در ایران است. دوره زمانی مورد آزمون از سال ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۶ و نمونه آماری شامل ۱۶ بانک است. روش مورد آزمون برای بررسی موضوع، سه روش حداقل مربعات دو مرحله ای ۲. SLS روش خود رگرسیون برداری Panel VAR و روش گشتاور تعمیم یافته Panel GMM به صورت پنل دیتا است. نتایج به دست آمده از تجزیه و تحلیل داده با روش Panel VAR، Panel VAR²، sls، حاکی از تاثیر مستقیم ریسک های اعتباری و نقدینگی بر یکدیگر است. همچنین نتایج تخمین مدل با روش Panel GMM نشان می دهد که دو ریسک اعتباری و نقدینگی تاثیری مستقیم بر بی ثباتی بانکی دارند (ندیری؛ فیروز و جمشیدی ثانی، ۱۴۰۰).

خرمی و همکاران (۱۳۹۹) مقاله رزیابی ریسک اعتباری متقاضیان تسهیلات بانکی به روش استدلال مبتنی بر مورد (CBR) را ارائه داده اند. این پژوهش با استفاده از مدل استدلال مبتنی بر مورد (CBR) و در نظر گرفتن یک بانک اطلاعاتی از مشتریان اعتباری بانک به ارزیابی ریسک اعتباری متقاضیان تسهیلات بانکی می پردازد. در این راستا ۹ معیار مطابق با نظر خبرگان انتخاب و با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP) وزن دهی شدند. نتیجه حاصل از مقایسه زوجی معیارها نشان داده است که سه معیار چک برگشتی، وضعیت مسکن و مقدار درآمد به ترتیب دارای بیشترین اهمیت در ریسک اعتباری متقاضیان تسهیلات بانکی است. سپس با تکنیک تاپسیس به سنجش شباهت مورد جدید با موارد گذشته واقعی و یا ارزیابی گزینه جدید نسبت به گزینه ایده آل و با استفاده از مدل استدلال مبتنی بر مورد به پیش بینی احتمال نکول یا عدم نکول متقاضی تسهیلات بانکی می پردازد. جامعه پژوهش شامل پرونده های اعتباری متقاضیان تسهیلات بانکی یکی از بانک های خصوصی در بین سال های ۹۴-۹۰ است. این تحقیق از نوع کاربردی و بصورت مطالعه پیمایشی و توصیفی انجام شده است. نتایج نشان می دهد دقت مدل CBR نسبت به سایر روش های اعتبارسنجی و رتبه بندی مشتریان بانک بیشتر است. استفاده از مدل CBR در قالب اعتبارسنجی مشتریان، نتایجی به مراتب بهتر از عملکرد کارشناسان بخش اعتباری بانک عامل که به روش قضاوتی و بر اساس تجربه به پیش بینی نکول یا عدم نکول مشتریان می پرداختند حاصل نموده است که نشان دهنده کارایی بالای مدل مورد استفاده پژوهش در مقایسه با مدل مورد استفاده بانک و کارشناسان اعتبارسنجی می باشد. CBR منجر به طراحی سیستمی خبره، متخصص و هوشمند شده و علاوه بر ذخیره داده ها در بانک اطلاعاتی، مدل ها و الگو هایی را برای استفاده ذخیره می کند (خرمی؛ تقوی فرد و خاتمی فیروزآبادی، ۱۳۹۹).

جندقی و همکاران (۱۳۹۹) مقاله ارزیابی ریسک اعتباری با استفاده از مدل ترکیبی شبکه عصبی بازشناسی الگو و الگوریتم مورچگان را ارائه داده اند. در این پژوهش، از داده های شرکت های حاضر در بورس اوراق بهادار تهران و فرابورس در سال های ۱۳۹۵-۱۳۷۰ استفاده می شود و با نمونه ای از ۲۱۸ شرکت، الگوریتم کلونی مورچگان برای تعیین موثرترین عوامل ریسک اعتباری و روش شبکه عصبی بازشناسی الگو برای طبقه بندی و ارزیابی میزان دقت پیش بینی ورشکستگی استفاده می شود. نسبت هایی شامل سود قبل از بهره و مالیات به فروش کل، کل حقوق صاحبان سهام به کل بدهی، نسبت جاری، نسبت وجه نقد، و نسبت حقوق صاحبان سهام به دارایی کل به عنوان موثرترین عوامل شناسایی می شوند. مدل نهایی قادر به پیش بینی وضعیت اعتباری شرکت ها، با دقت بالاتری نسبت به متوسط دقت مدل های متداول موجود با استفاده از داده های سال قبل، دو سال قبل، و سه سال قبل از سال هدف برآورد است (جندقی؛ سارنج، رجایی، قاسمی و تهرانی، ۱۳۹۹).

ملکی و همکاران (۱۳۹۹) مدل بهینه ریسک اعتباری فرایند تامین مالی جمعی با استفاده از شبکه عصبی پرسپترون چندلایه (MLP) را ارائه داده اند. هدف این مطالعه، پیش بینی و ارایه مدل ریسک اعتباری جهت سرمایه پذیران تامین مالی جمعی مبتنی بر بدهی بوده است. با توجه به پیچیدگی ارزیابی ریسک، بهترین معماری شبکه عصبی الگوریتم پرسپترون چند لایه برای شبیه سازی انتخاب شد. جامعه آماری این پژوهش، اطلاعات مالی پرونده اعتباری/تسهیلاتی کلیه مشتریان (۵۰۶ مورد) یکی از بانک های کشور مربوط به سال ۹۸-۹۷ است. به منظور معناداری رابطه شاخص های استخراج شده از نمونه با متغیر خروجی مدل (نکول و عدم نکول) اعضای نمونه توسط آزمون رگرسیون سنجیده شد. بدین ترتیب تعداد ۱۳ شاخص به عنوان بردار ورودی شبکه عصبی با سه لایه پنهان در دو گروه نکول و عدم نکول وارد مدل گردید. بر اساس نتایج شبیه سازی، مدل پیشنهادی توانست با خطای کمتر و دقت پیش بینی بالاتر (۹۴,۱) وزن هریک از شاخص های ورودی به شبکه را محاسبه کند. همچنین ضریب تعیین برای داده های آموزشی برابر (۰,۸۸)، آزمایش برابر (۰,۹۴) و ارزیابی برابر (۰,۸۴) بدست آمد که نشان دهنده توانایی برازش بالای مدل شبکه عصبی پیشنهادی است. یافته های پژوهش نشان داد، از میان شاخص های ورودی، درآمدخالص، با وزنی معادل ۰,۱۶۳، میانگین حساب جاری با وزنی معادل ۰,۱۲۳، به مراتب از اهمیت بیشتر و شاخص سابقه تحصیلات با وزنی معادل ۰,۰۵۳ از اهمیت کمتری در گروه عدم نکول شده برخوردار است.

داداشی و همکاران (۱۳۹۹) مقاله بررسی متغیرهای موثر بر ریسک اعتباری مشتریان حقوقی بانک ها با استفاده از ماشین بردار پشتیبان و درخت تصمیم را ارائه داده اند. در این مقاله، بررسی این ریسک با استفاده از نسبت مانده واقعی مطالبات غیر جاری و با تمرکز بر مجموعه ای گسترده از متغیرها شامل متغیرهای مالی، غیر مالی، خصوصیتی قراردادهای، حسابرسی و اقتصادی، در نمونه ای از ۶۷۷ پرونده تسهیلاتی مشتریان حقوقی یک بانک دولتی برای سال های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۶ مورد توجه قرار گرفت. براساس نتایج حاصله، در انتخاب متغیرهای تاثیرگذار بر ریسک اعتباری، الگوریتم لاسو با عملکرد بهتر به شناسایی ۱۰ متغیر کلیدی از گروه متغیرهای مالی، اقتصادی و حسابرسی منتهی شد. با این وجود نتایج آموزش این ویژگی ها توسط مدل ماشین بردار و درخت تصمیم که بیانگر بهترین نتایج در قالب الگوریتم لاسو به همراه درخت تصمیم هستند، ضریب اهمیت اندکی را برای متغیرهای حسابرسی در نظر می گیرند. از این رو استفاده از الگوریتم لاسو به همراه درخت تصمیم با تمرکز بر متغیرهای مالی و اقتصادی می تواند از کفایت لازم برخوردار باشد.

زارع و همکاران (۱۳۹۸) مقاله بررسی عوامل موثر بر ریسک اعتباری در بانک ها (مورد مطالعه: بانک های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار طی سال های ۹۶-۱۳۸۹) را ارائه داده اند. هدف اصلی این پژوهش تبیین عوامل موثر بر ریسک اعتباری در بانک های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار طی سال های ۹۶-۱۳۸۹ می باشد. این تحقیق بر اساس هدف یک تحقیق کاربردی است؛ و از منظر جمع آوری داده ها از نوع توصیفی- تحلیلی است و در این پژوهش به منظور انجام آزمون فرضیه ها از روش تحلیل رگرسیون و داده های پانل استفاده شد. جامعه آماری این پژوهش شامل بانک های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران است. از آنجایی که بانک هایی که از سال ۱۳۸۹ در بورس حضور داشته اند در این پژوهش مدنظر قرار گرفته اند، از روش نمونه گیری هدفمند استفاده شده است در نتیجه تعداد ۱۴ بانک در این نمونه جای گرفته اند. در تحقیق حاضر از روش نمونه برداری حذف سیستماتیک (غربالگری) استفاده گردیده است. تجزیه و تحلیل آزمون ها با استفاده از روش های آماری موجود و ابزارهای اقتصادسنجی و نرم افزار EViews انجام گرفت. نتایج آزمون فرضیه های پژوهش نشان داد که مجموعه متغیرهایی که در این تحقیق در نظر گرفته شده اند به خوبی عوامل موثر بر ریسک اعتباری در بانک های بورسی را تبیین می کنند، همچنین یافته های پژوهش حاضر با نتایج تحقیقات و پژوهش های قبلی سازگار است.

فین لای و همکاران^۱ (۲۰۱۱) کارایی چند سیستم طبقه بندی چندگانه را از نظر توانایی آنها برای طبقه بندی درست مشتریان با ریسک های اعتباری خوب یا بد بررسی کرد. نتایج تجربی او نشان داد که برخی از سامانه های طبقه بندی چندگانه به طور قابل توجهی کارایی بهتری از بهتری طبقه بندی تکی ارائه می دهند اما بسیاری نیز چنین نیستند.

ایمبی رویز و همکاران^۲ (۲۰۱۴) رابطه بین ریسک نقدینگی و ریسک اعتباری در بانک ها را مورد بررسی قرار داده اند. این تحقیق به بررسی رابطه بین دو منبع اصلی ریسک پیش فرض بانک ها: ریسک نقدینگی و ریسک اعتباری می پردازد. برای تجزیه و تحلیل رابطه بین این دو منبع ریسک در سطح نهادی بانک و چگونگی تأثیر این رابطه بر احتمال پیش فرض بانک ها (PD) از نمونه ای از تقریباً همه بانک های تجاری ایالات متحده در دوره ۱۹۹۸-۲۰۱۰ استفاده شده است. نتایج نشان می دهد که هر دو ریسک از لحاظ اقتصادی دارای رابطه متقابل همزمان یا تأخیر زمانی نیستند. با این حال، آنها بر احتمال نکول بانک ها تأثیر می گذارند. این تأثیر دوگانه است: در حالی که هر دو ریسک به طور جداگانه PD را افزایش می دهند، تأثیر تعامل آنها به سطح کلی ریسک بانک بستگی دارد و می تواند ریسک پیش فرض را تشدید یا کاهش دهد. این نتایج ینش جدیدی را در مورد درک ریسک بانکی ارائه می دهد و به عنوان پشتوانه ای برای تلاش های اخیر نظارتی با هدف تقویت مدیریت ریسک (مشترک) بانک ها در مورد ریسک های نقدینگی و اعتباری عمل می کند.

لاورنس و همکاران^۳ (۲۰۲۰) تأثیر ریسک اعتباری بر عملکرد: مطالعه موردی بانک های تجاری آفریقای جنوبی را مورد بررسی قرار داده اند. هدف از این مطالعه مقایسه تأثیر ریسک اعتباری بر عملکرد بانک های بزرگ و کوچک در آفریقای جنوبی بود. داده های گزارش های مالی حسابرسی شده از ۱۴ بانک تجاری به دست آمد و به دو مجموعه داده های دو تایی تقسیم شد و با استفاده از نرم افزار R-Studio نسخه ۳,۵,۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت تا تأثیر نسبت کفایت سرمایه ((CAR)، نسبت تسهیلات غیرجاری به تسهیلات ناخالص ((NPLGL) رزیابی شود. نسبت وام به سپرده ((LTDR)، نسبت اهرم ((LR)، تنوع جنسیتی هیئت مدیره ((BGD)، با اندازه بانک (دارایی کل) و AGE به عنوان متغیرهای کنترل بر عملکرد، (بازگشت دارایی [ROA و بازده خالص (بازده حقوق صاحبان سهام) (ROE) مورد استفاده قرار گرفت. یافته های مطالعه نشان داد که تسهیلات غیرجاری ((NPL، CAR، LR، LTDR و اندازه بانک ها همگی در مقایسه با بانک های بزرگ تأثیر قابل توجه و بیشتری بر عملکرد بانک های کوچک دارند. با کمال تعجب، NPL نشان داد که در مقایسه با ROE بانک های بزرگ، تأثیر کمتری بر ROE بانک های کوچک دارد، اما در بازه زمانی ۲۰۰۸-۲۰۱۷ هیچ تأثیری بر ROA بانک های بزرگ نشان نداد.

۳- روش شناسی تحقیق

این پژوهش از نوع تحقیقات کاربردی است و از حیث ماهیت و روش، توصیفی - تحلیلی است. در این پژوهش به خوشه بندی (کلاسترینگ) مشتریان حقوقی مختلف با توجه به شاخص های مالی و غیر مالی مؤثر بر ریسک اعتباری پرداخته می شود. خوشه بندی، فرآیندی است که به کمک آن می توان مجموعه ای از اشیاء را به گروه های مجزا افراز کرد. هر افراز یک خوشه نامیده می شود. اعضا هر خوشه با توجه به ویژگی هایی که دارند به یکدیگر بسیار شبیه هستند و در عوض میزان شباهت بین خوشه ها کمترین مقدار است. در چنین حالتی هدف از خوشه بندی، نسبت دادن برچسب هایی به اشیاء است که نشان دهنده عضویت هر شیء به خوشه است. با توجه به اینکه شاخص های مورد بررسی در زمینه خوشه بندی ریسک اعتباری مشتریان حقوقی دارای اهمیت ناهمسان می باشند. از این رو در

¹ Finlay et al

² Imbierowicz et al

³ Lawrence et al.

این پژوهش با دو دسته سؤال مواجه هستیم نخست اینکه آیا شاخص های شناسایی شده دارای اهمیت یکسانی هستند؟ و دوم اینکه با چه روشی می توان مشتریان مذکور را طبقه بندی نمود؟ به منظور پاسخگویی به سؤال نخست از روش های وزن دهی و سؤال دوم از روش ابتکاری تلفیق اوزان تصمیم گیری چند شاخصه و تحلیل خوشه ای شبکه عصبی خود سازمان ده میانگین استفاده خواهد شد. شبکه های عصبی SOM یا Self-Organizing Map که با نام شبکه کوهونن Kohonen Network نیز شناخته می شوند، یک روش غیرنظارت شده Unsupervised Learning برای استخراج ویژگی و کاهش ابعاد است که با وجود سادگی، توانایی زیادی از خود نشان داده است.

در این شبکه، تعدادی نورون با موقعیت اولیه تصادفی انتخاب می شوند که این نورون ها در یک شبکه منظم به نام Lattice در کنار هم قرار گرفته اند. در طول آموزش، نورون های شبکه به مکان هایی با چگالی بیشتر داده حرکت می کنند و فرم نهایی Lattice حاصل می شود.

الگوریتم آموزش SOM به صورت زیر است:

۱. همه داده ها تک تک وارد شبکه می شوند.

۲. فاصله همه نورون ها از بردار ورودی محاسبه می شود.

۳. نزدیک ترین نورون به بردار ورودی تعیین و به عنوان نورون برنده انتخاب می شود.

۴. موقعیت نورون برنده با استفاده از رابطه زیر به روزرسانی می شود:

$$W_J^{t+1} = W_J^t + \eta \cdot (x - W_J^t)$$

۵. موقعیت نورون های موجود در همسایگی نورون برنده با استفاده از رابطه زیر به روزرسانی می شود:

$$W_N^{t+1} = W_N^t + \theta \cdot \eta \cdot (x - W_N^t)$$

به این ترتیب، با تکرار این ۵ مرحله، شبکه در نهایت به موقعیت مناسبی برای هر نورون دست می یابد.

بایستی توجه داشت که در مراحل ۳ و ۴ فاز رقابت Competition و در مرحله ۵ فاز همکاری Cooperation وجود دارد و وجود این دو عامل، SOM را خاص تر می کند.

مدل های SOM ورودی ها را بر اساس شباهت های بردار توصیف کننده با بردار مرجع تعریف شده برای هر بخش، به بخش ها تخصیص می دهد. فرایند تعریف کردن بردارهای مرجع، روش مدل سازی مزبور را با نمونه از خوشه بندی K میانگین که الگوریتم خاصی برای تحلیل خوشه ای سنتی است متمایز می سازد

یکی از ویژگی های شبکه های عصبی خاصیت یادگیری غیر نظارتی در آن است. در یادگیری خودسازمانده یا غیرنظارتی، شبکه های عصبی نمونه داده هایی را دریافت می کند و گروه ها یا خوشه هایی از داده های ورودی را بر مبنای میزان مشابهت، همبستگی یا نزدیکی تشکیل می دهد. خوشه های رده بندی شده می تواند برای طبقه بندی ورودی های نامعلوم با روش هایی مانند آموزش نظارتی را مورد استفاده قرار گیرد. نمونه های از الگوریتم های یادگیری غیر نظارتی عبارتند از یادگیری هبین، یادگیری کوه و یادگیری بولتزمن (کالس و همکاران، ۲۰۰۸). در این پژوهش به منظور تعیین اهمیت شاخص های تعیین شده از روش وزن دهی ترکیبی از آنتروپی و وزن انحراف

معیار استفاده شده است. همچنین به منظور امتیاز شاخص های در خصوص مشتریان اعتباری مورد ارزیابی قرار گرفت. سپس به ازای تعداد خوشه های مختلف الگوریتم SOM و تابع یادگیری کوهن در جعبه ابزار شبکه های عصبی مصنوعی متلب اجرا شد.

مراحل اجرای الگوریتم SOM :

- انتخاب پارامترهای نقشه مانند ابعاد و بردار وزنی ابتدایی متناظر با هر نرون
 - ارائه داده های مورد تحلیل به شبکه و یافتن بهترین نرون نظیر برای هر بردار ورودی (رکورد).
- رکوردها را می توانند همزمان به شبکه ارائه شوند و یا اینکه به ترتیب هر بار یک رکورد به شبکه ارائه و عملیات آموزش شبکه انجام شود. هر رکورد مانند X ، متشکل از مقادیر کمی n مشخصه است که به صورت زیر نمایش داده می شود.

$$X = [X_1, X_2, \dots, X_n] \in \mathbb{R}^n \quad (1)$$

در صورتیکه بردار وزنی نرون t ام به صورت زیر تعریف شود.

$$m_t = [m_{t1}, m_{t2}, \dots, m_{tm}] \in \mathbb{R}^n \quad (2)$$

$$c = \arg \min \{d(X, m_t)\} \quad (3)$$

آنگاه متناظر با هر رکورد ورودی، بهترین نرون نظیر (Best Matching Unit) BMU و یا اصطلاحاً نرون برنده با توجه به رابطه ۳ مشخص می شود.

که در آن c نشان دهنده نرون برنده و $d(x, m_t)$ فاصله اقلیدسی میان رکورد و بردار نرون t ام است که از رابطه ۴ محاسبه می شود:

$$d(X, Y) = \|X - Y\| \quad (4)$$

به هنگام کردن بردار نرون وزنی از رابطه (۵):

$$m_i(t+1) = m_i(t) + \alpha(t)h_{ci}(t)[X(t) - m_i(t)] \quad (5)$$

که در آن $0 < \alpha < 1$ نرخ یادگیری و $h_{ci}(t)$ نمایانگر میزان همسایگی نرون i ام و c ام (نرون برنده) و نرون i ام از رابطه ۶ به دست می آید.

$$h_{ci} = e^{-\frac{\|r_c - r_i\|^2}{2\sigma^2(t)}} \quad (6)$$

در رابطه ۶، σ کنترل کننده دامنه تابع است و به تدریج در طول فرایند آموزش کاهش داده شود. همچنین IC ، TI به ترتیب موقعیت نرون های i و c ام برنده در نقشه SOM است. بررسی شرط خاتمه الگوریتم. چنانچه شرطی برقرار نباشد، الگوریتم از قدم دوم ادامه می یابد. از آنجا که الگوریتم آموزش شبکه های خود سامانده بر مبنای فاصله اقلیدسی بنا شده است، بایستی از داده های هر بعد مورد بررسی را نرمال استاندارد نمود (وسانتو و الحنیمی، ۲۰۰۴). پس از پایان فاز آموزش شبکه های خود سامانده، نقشه ای از نرون ها به دست می آید که در حقیقت چکیده های از فضای مورد تحلیل شبکه است. با ارائه هر بردار اطلاع جدید از فضای مورد تحلیل به شبکه، فاصله اقلیدسی بردار وزنی متناظر با هر یک از نرون ها تا بردار ورودی، به دست آمده، بنابراین مقدار تحریک هر یک از نرون ها محاسبه و نرونی که بیشترین مقدار تحریک را داشته باشد به عنوان نرون برنده انتخاب می شود.

برای رتبه بندی مشتریان اعتباری و اندازه گیری ریسک اعتباری مدل های گوناگونی وجود دارد نظیر $LAPP$ ، δp ، c نسبت های مالی وجود دارد. پس از بررسی مدل گوناگون که در پژوهش های داخلی و خارجی مورد توجه قرار گرفته اند، در نهایت مدل c به عنوان مدل پایه در نظر گرفته شد و سایر مدل ها بر مبنای مدل c طبقه بندی گردید.

مؤسسات اعتباری و بانکها می بایست با توجه به پیچیدگی فعالیتها و محیط اقتصادی طرح های مناسب برای ارزیابی امتیازدهی اعتباری مشتریان انتخاب نمایند. در خصوص مشتریان حقوق بزرگ، بانک ها از معیار c ب رای تصمیم گیری اعتباری استفاده می کنند. البته معیار c می تواند با تعدیل هایی برای تمام مشتریان به کار رود؛ ولی برای مشتریان کوچک و متوسط شاخص های ویژه ای در مدل امتیازدهی گنجانده می شود.

الف) شخصیت

خصوصیت ها و ویژگی های فردی و حسن شهرت متقاضی تسهیلات اعتباری نخستین و مهم ترین عاملی است که باید مورد توجه قرار گیرد. اعتبار و خوشنامی مشتری از نظر روابط تجاری و اجتماعی و تقید و پابندی وی به ایفاء تعهدات باید برای واحدهای بانکی مسلم باشد. در بررسی شخصیت متقاضی و- درخصوص شرکت ها بررسی شخصی مدیران آنها - تمایل و اراده ایشان به بازپرداخت تسهیلات اعتباری و بدهیهای بانکی ب هدقت مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار میگیرد؛ نه قدرت و توانایی وی در بازپرداخت بدهی. در این مرحله، سجایا و خطرات اخلاقی، روابط و تمایلات اجتماعی، وضع و روابط تجاری، قدرت مدیریت، شناخت و قضاوت درست شرایط اقتصادی؛ به ویژه تجربه کاری و تجاری متقاضی در گذشته و حال باید مورد مذاقه قرار گرفته، میزان پابندی و احترام وی به انجام قراردادهای منعقد شده مورد بررسی دقیق واقع شود و در صورتی که مشتری از هر جهت فردی واجد شرایط دریافت تسهیلات اعتباری شناخته شد، وارد مراحل بعدی بررسی تعیین حد مجاز اعتباری برای وی می شود.

ب) ظرفیت

منظور از ظرفیت قدرت و توان عملی متقاضی در به کارگیری و بهره برداری درست و منطقی از منابع و کسب سود از امکانات واحد اقتصادی خود است. مهمترین ابزار تشخیص و تعیین ظرفیت هر واحد اقتصادی صورت های مالی شامل حساب های عملکرد و سود و زیان و ترازنامه و صورت منابع و مصارف آنهاست. ارقام مندرج در صورتهای مالی شرکت ها صرفاً جنبه اطلاعاتی داشته و با استناد به ارقام مندرج در آنها طی حداقل ۳ دوره مالی گذشته و استخراج نسبت های مالی شامل نسبتهای نقدینگی، فعالیت، اهرمی، مالکیت و سودآوری هر واحد تولیدی یا بازرگانی و یا خدماتی متقاضی و روند تغییرات وضع مالی وی در گذشته و حال و آینده، در خصوص

وضع مالی وی اظهار نظر کرده و با توجه به نتایج بهدست آمده از بررسی و تجزیه و تحلیل نسبت های مالی درخصوص قدرت بازپرداخت تسهیلات مورد درخواست وی میتوان قضاوت نمود. باید توجه داشت که متوسط نسبت ها در فعالیت ها و صنایع مختلف الزاماً مشابه و یکسان نیست و وضع خاص هر مشتری در هر رشته فعالیت می بایست بر اساس نسبت های مالی استاندارد مشخص همان رشته فعالیت، مورد سنجش و بررسی قرار گیرد

(ج) سرمایه

سومین عامل اساسی تعیین حد اعتباری متقاضیان تسهیلات اعتباری، سرمایه و یا به طور دقیق تر امکانات مالی شخصی مشتری در فعالیت مورد نظر برای بهکار گیری تسهیلات اعتباری بانک در آن فعالیت اقتصادی است. برای بانک ضروری است که بداند متقاضی برای فعالیت مورد نظر تاکنون چه میزان سرمایه گذاری کرده و تا چه میزان به لحاظ مالی به آن رشته فعالیت، تعلق خاطر داشته و در حال حاضر چه میزان سرمایه در اختیار دارد. آیا متقاضی میخواهد تمام یا قسمت بیشتر منابع و سرمایه لازم برای فعالیت مورد نظر را از طریق بانک تأمین نماید یا قصد دارد قسمتی از منابع لازم را برای مدتی محدود از طریق بانک تأمین کند؟ در این بررسی باید مشخص شود که چه میزان از منابع متقاضی به صورت وام و یا بدهی متعلق به دیگران است و نسبت مالکانه متقاضی چگونه است. به بیان دیگر، چند درصد اموال متقاضی متعلق به طلبه کاران است و چند درصد اموال متعلق به مالک آن است. بدیهی است هر چه میزان مالکیت متقاضی بر واحد متعلق به وی بیشتر و مبلغ بدهی وی ب هویژه بدهی های آتی و کوتاه مدت کمتر باشد، اطمینان نسبت به گردش منابع بانک نیز بیشتر خواهد بود. در بررسی وضع سرمایه متقاضی مشخصات اقلام دارایی بهویژه از نظر ثبات ارزش و قابلیت تبدیل آنها به نقد و ارزش خالص داراییها پس از وضع بدیهی های مورد توجه و ملاک عمل قرار می گیرد.

(د) وثایق

چنانچه در بررسی شخصیت، ظرفیت و سرمایه متقاضی نتایج مطلوب و کاملاً اطمینان بخش حاصل نشود، عامل وثیقه (شامل اموال منقول و غیر منقول) مورد توجه خاص قرار میگیرد. واحدهای بانکی می بایست در صورتی مبادرت به تعیین حد اعتباری و اعطای تسهیلات نمایند که از متقاضی وثیقه و تضمین کاملاً معتبر و مطمئن دریافت نموده باشند. در چنین مواقعی، اعتبار متقاضی همراه با شرایط مخصوص از جمله دریافت تضمین معتبر ملاک تصمیم گیری قرار می گیرد. باید توجه داشت که اگر چه در بعضی مواقع اهمیت وثیقه را نمی توان نادیده گرفت، ولی وجود وثیقه به تنهایی نباید در تعیین حد اعتباری و اعطای تسهیلات به افراد مؤثر واقع شود. زیرا اگر چه وصول مطالبات از محل تکمیل یا فروش وثایق با صرف هزینه و اتلاف امکانات و با وجود مشکلات قانونی در زمان نسبتاً طولانی مقدور است، ولی پرداخت چنین تسهیلاتی که به تملیک یا فروش وثیقه توسط بانک منجر شود. علاوه بر آنکه برخلاف روال معمول بانک است، موجبات خدشه دار شدن اعتبار و خوشنامی بانک بهویژه در شهرهای کوچک می شود. واحدهای بانکی باید زمانی به تعیین حد اعتباری و اعطای تسهیلات مبادرت نمایند که مطمئن باشند مطالبات آنها در زمان فعالیت در طول مدت قرارداد و از محل درآمد و فروش جاری تسهیلات گیرنده قابل وصول است، نه از محل تصرف و فروش اموال مشتری و انهدام وسایل و امکانات فعالیت وی.

۵) شرایط

اصل دیگری که در حجم مطالبات بانک ها بسیار تأثیرگذار است، شرایط سیاسی، اقتصادی، اجتماعی و عوامل بیرونی که بسته به نوع فعالیت شرکت، از حیطه اختیار اعتبارگیرنده خارج است و کنترلی بر آن نمی تواند داشته باشد؛ ولی در عین حال می تواند بر بازپرداخت وام ها یا تصمیمات اعتبارگیرندگان تأثیر بگذارد. وجود تورم رکودی، تنش های بین المللی و شرایط دیگری که خارج از قدرت تأثیرگذاری تسهیلات گیرنده است، می توان در حجم مطالبات معوق بانک ها نقش تعیین کننده ای بازی کند.

۴- یافته ها

ریسک اعتباری نتیجه عدم اطمینان نسبت به توانایی متقاضی در بازپرداخت تسهیلات یا عدم تمایل متقاضی برای عمل به تعهدات مندرج در قرارداد تسهیلات است. به زبان ساده، ریسک اعتباری را احتمال قصور وام گیرنده یا طرف مقابل بانک نسبت به انجام تعهداتش تعریف می کنند. هدف از مدیریت ریسک اعتباری آن است که با حفظ ریسک اعتباری در محدوده های قابل قبول، نسبت بازگشت اعتبارات بانکی موزون شده به ریسک حداکثر شود. ضروری است بانک ها همانند ریسک اعتباری فردی یا ریسک معاملات، ریسک اعتباری کل پرتفوی خود را مدیریت نمایند. بانک ها همچنین باید رابطه میان ریسک اعتباری با سایر ریسک ها را نیز در نظر بگیرند. مدیریت کارای ریسک اعتباری جزئی مهم از یک روش جامع مدیریت ریسک و شرط اساسی موفقیت بلندمدت هر بانک محسوب می گردد. این مطالعه با جمع آوری شاخصه ای مؤثر در ارزیابی ریسک اعتباری مشتریان حقوقی پرداخته است و پس از اخذ نظر خبرگان، شاخص های نهایی استخراج و ملاک عمل قرار گرفت. سپس بر اساس تعداد نمونه آماری بر اساس روش نمونه گیری کوکراین، وضعیت رتبه بندی ۲۵۸ شرکت حقوقی دریافت کننده تسهیلات را با استفاده از روش SOM و K MEAN به منظور پاسخگویی به سوالات اصلی تحقیق بررسی گردید که نتایج به تفکیک به شرح ذیل ارائه شده است.

در این مطالعه از روش SOM ترکیبی با تصمیم گیری چندشاخصه و روش k-mean بهره گیری شده است. از جمله مفروضات این تکنیک وجود تعداد خوشه های معین است. به منظور انجام خوشه بندی به روش پیشنهادی گام های زیر طی گردیده است.

الف- الگوریتم تشخیص الگو

به منظور بررسی بهتر خروجی های این روش، الگوریتم را با فرض تعداد خوشه های مختلف اجرا و سپس تعداد بهینه خوشه ها مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور از روش تشخیص الگوی شبکه های عصبی بهره گیری شد. در هریک از جداول، پارامترهای ذیل مورد ارزیابی قرار گرفته است:

پارامتر آموزش Training

پارامتر تجمیعی

پارامتر اعتبارسنجی Validation

حال این سؤال مطرح است که کدام تعداد خوشه برای طبقه بندی شرکت ها مناسب است. شاخص های مختلفی برای ارزیابی خوشه بندی وجود دارد که می توان آنها را به سه دسته شاخص های بیرونی، شاخص های درونی و شاخص های نسبی تقسیم کرد برخی از شاخص های ارزیابی زمانی به خوبی جواب می دهند که خوشه ها به صورت فشرده (مانند توپ) باشند؛ ولی زمانی که شکل خوشه ها به این صورت نباشند (مانند داده های فضایی یا زیست شناسی) برخی از این شاخص ها جوابگو نیستند دو نوع اول مستلزم آزمون های آماری است و از نظر محاسباتی زمان برند. شاخص های نوع سوم نیاز به آزمون های آماری ندارد. در جعبه ابزار matlab شبکه های عصبی مصنوعی دو پارامترهای R و MSE برای خوشه بندی معرفی شده است. پارامتر نخست معرف ضریب تعیین و دومی متوسط مربعات خطاها است. هرچه R بیشتر و MSE کمتر باشد، نشان دهنده وضعیت بهتر خوشه بندی است. بر اساس تحلیل پارامتر R در حالت تعداد خوشه های ۲، ۳ و ۴ معرف آنهاست که سه خوشه بهترین تعداد خوشه بندی است.

ضریب تعیین Coefficient Of Determination

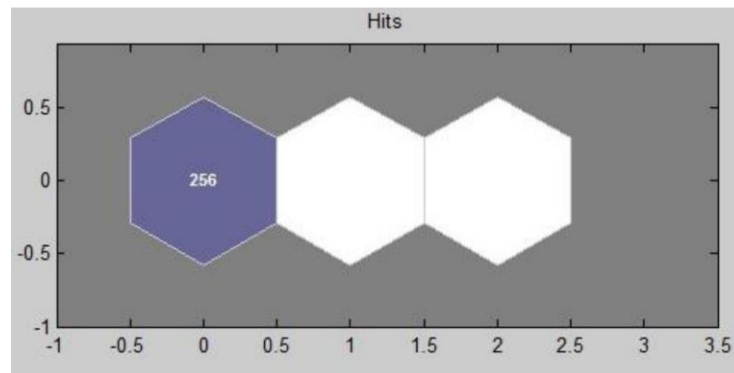
ضریب تعیین یا ضریب تشخیص Coefficient Of Determination قدرت توضیح دهنده گی مدل را نشان می دهد. ضریب تعیین نشان می دهد که چند درصد از تغییرات متغیر وابسته توسط متغیرهای مستقل توضیح داده می شود. تغییرات کل متغیر وابسته برابر است با تغییرات توضیح داده شده توسط رگرسیون بعلاوه تغییرات توضیح داده نشده. این شاخص یکی از شاخص های برازش مدل است که قدرت پیش بینی متغیر وابسته (ملاک) براساس متغیرهای مستقل (پیش بین) را نشان می دهد. مقدار این شاخص بین صفر تا یک می باشد و اگر از ۰/۶ بیشتر باشد نشان می دهد متغیرهای مستقل تا حد زیادی توانسته اند تغییرات متغیر وابسته را تبیین کنند. ضریب تشخیص در معادلات رگرسیونی با علامت R2 نشان داده می شود و بیانگر میزان احتمال هم بستگی میان دو دسته داده در آینده می باشد. این ضریب در واقع نتایج تقریبی پارامتر مورد نظر در آینده را بر اساس مدل ریاضی تعریف شده که منطبق بر داده های موجود است، بیان می دارد. در واقع معیاری است از این که خط رگرسیون، چقدر خوب خوانده ها را معرفی می کند. اگر خط رگرسیون از تمام نقاط بگذرد توانائی معرفی همه متغیرها را دارد و هرچه از نقاط دورتر باشد نشان دهنده توانائی کمتر است. شکل (۴) محاسبه ضریب تعیین در نرم افزار MATLAB را نشان می دهد.

خطای میانگین مربعات MSE

در ریاضیات و آمار، خطای میانگین مربعات MSE روشی برای برآورد میزان خطاست که در واقع تفاوت بین مقادیر تخمینی و آنچه تخمین زده شده، است. MSE به دو دلیل تقریباً همه جا مثبت است (صفر نیست) یک اینکه تصادفی است و دوم به این دلیل که تخمین گر اطلاعاتی که قابلیت تولید تخمین دقیق تری دارد را حساب نمی کند. پس این شاخص که مقداری همواره نامنفی دارد، هرچقدر مقدار آن به صفر نزدیکتر باشد، نشان دهنده میزان کمتر خطاست. شکل ۴-۵ محاسبه خطای میانگین مربعات در نرم افزار MATLAB را نشان می دهد.

خوشه بندی SOM

نمودار (۱) معرف نحوه قرارگیری مشاهدات بر اساس الگوریتم SOM است. از آنجایی که کلیه مشاهدات در یک شش ضلعی قرار گرفته اند. به نظر میرسد روش SOM قابلیت مناسبی برای خوشه بندی و تحلیل خوشه ها ندارد.



نمودار ۱: قرارگیری مشاهدات بر اساس الگوریتم SOM

یکی از کاربردی ترین خروجی های SOM نقشه رنگ آن است. نقشه رنگ به تحلیلگر کمک می کند به ارزیابی جامعه آماری بر اساس شاخص فاصله در هریک از خوشه ها بپردازد. در این نمودار (نمودار ۴-۷) کدینگ رنگ معرف فاصله خوشه ها از هم است.



نمودار ۲: نقشه رنگ نگاشت خروجی های SOM

لازم به ذکر است که رنگ تیره معرف فاصله زیاد میان مرکز خوشه هاست حال آنکه رنگ های روشن معرف فاصله کم میان خوشه هاست. لازم به ذکر است در نقشه رنگ تحلیل فاصله اقلیدسی برای هریک از شاخص ها به صورت مجزا استفاده شده است. همانطور که نمودار (۲) مشخص است در شاخص اول نسبت آنی، شاخص دوم نسبت جاری، شاخص چهارم نسبت بازده دارایی، شاخص پنجم نسبت بازده حقوق صاحبان سهام و شاخص هشتم نسبت ضریب اهرمی، فاصله معناداری بین خوشه اول و دوم وجود دارد لیکن بین خوشه دوم و سوم و همچنین خوشه اول و سوم فاصله معناداری در خصوص شاخص فوق وجود ندارد. به عبارت دیگر شرکت هایی که در خوشه اول و دوم قرار می گیرند در خصوص شاخص های فوق الذکر (اول، دوم، چهارم، پنجم و هشتم) متفاوت می باشند. لیکن شرکت های طبقه بندی شده در خوشه دوم و سوم و همچنین خوشه اول و سوم در خصوص شاخص مذکور متفاوت نمی باشند. در خصوص شاخص نهم سابقه چک برگشتی و شاخص دهم سابقه بدهی بانکی، بین خوشه اول و دوم تفاوت معناداری بین شرکت های موجود در این خوشه ها موجود نمی باشد لیکن بین شرکت های طبقه بندی شده در خوشه سوم و دوم و همچنین شرکت های طبقه بندی شده در خوشه دوم و سوم، تفاوت معنی داری موجود هست. همچنین در خصوص شاخص سوم نسبت گردش دارایی بین شرکت هایی که در خوشه اول و دوم طبقه بندی شده اند در خصوص شاخص فوق تفاوت معناداری وجود دارد لیکن بین خوشه دوم و سوم در خصوص شاخص فوق تفاوت معناداری وجود ندارد بین شرکت هایی که در خوشه اول و سوم قرار دارند در خصوص شاخص نسبت گردش دارایی تفاوت معناداری وجود دارد. جمع بندی کلی در شبکه عصبی مصنوعی در خوشه بندی آن بود که:

- تعداد خوشه بهینه ۳ است.
- نگاشت خودسامان ده ابزار مناسبی برای خوشه بندی داده های موجود نیست.
- نقشه رنگ کمک شایانی در تحلیل فاصله میان مراکز خوشه ها از حیث شاخص های دوازده گانه می کند.

ب- خوشه بندی K-Means

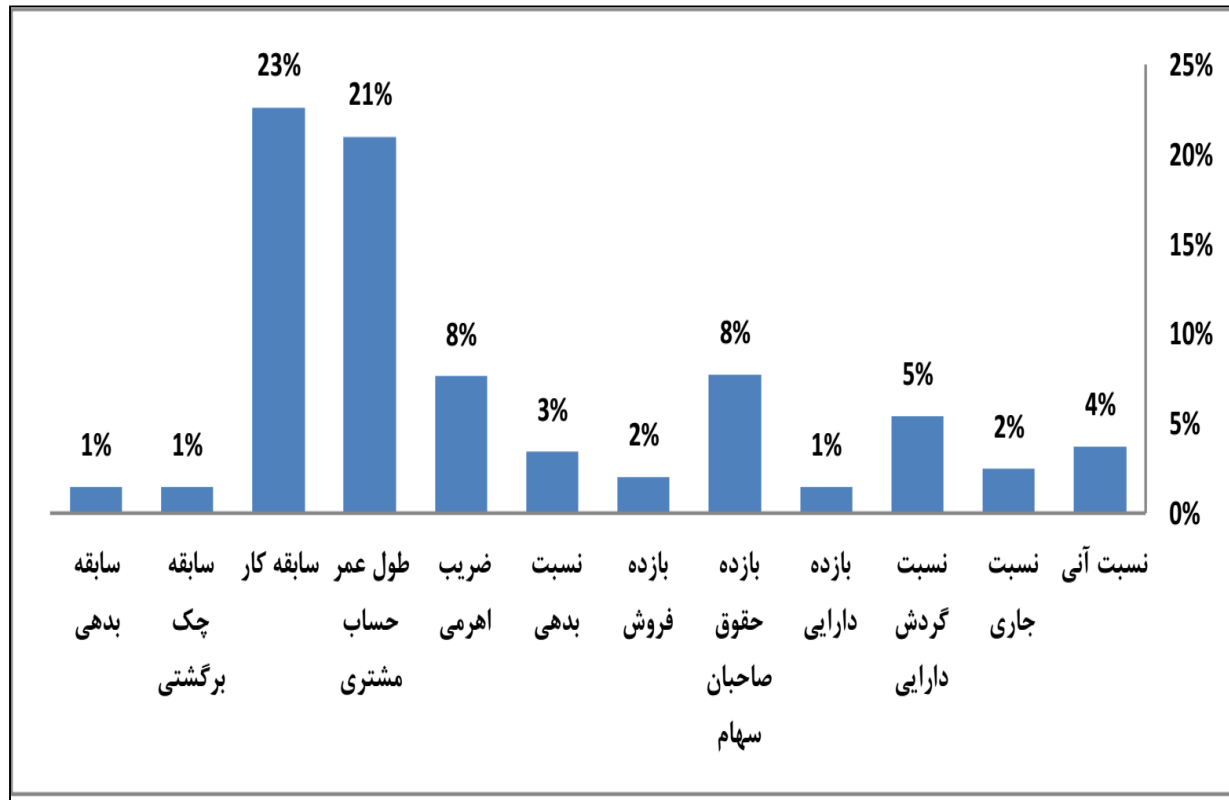
با عنایت به نمودار شماره (۲) نگاشت خودسازمانده ابزار مناسبی برای خوشه بندی داده ها نیست. لذا از روش K-MEAN به منظور خوشه بندی داده ها مربوط به مشتریان حقوقی استفاده شده است لیکن SOM تمامی مشاهدات را در یک خوشه طبقه بندی نمود بر این اساس SOM ابزار مناسبی جهت خوشه بندی نبود داده های موجود نبوده و کارایی لازم را نداشت. لذا از روش K-MEAN جهت خوشه بندی استفاده شد. ۱۵۱ شرکت متعلق به خوشه ۱، ۲۹ شرکت مربوط به خوشه ۲ و ۷۶ شرکت متعلق به خوشه ۳ می باشند. بر اساس دریافت نظرات خبرگان در حوزه تصمیم گیری اعتباری و با عنایت به آیین نامه های رتبه بندی اعتباری، خوشه ۳ دارای ریسک اعتباری مطلوب می باشند به عبارت دیگر اعطای تسهیلات به این گروه از مشتریان برای بانک دارای ریسک پایین هست. خوشه ۲ دارای ریسک اعتباری بالا می باشند به عبارت دیگر در اعطای تسهیلات به این گروه از شرکت ها می بایست پیش بینی های لازم در خصوص اخذ وثایق معتبر به منظور پوشش ریسک اعتباری لحاظ گردد. خوشه ۱ دارای ریسک اعتباری متوسط می باشند.

با بررسی ادبیات موضوع در حوزه ریسک اعتباری ۲۹ شاخص بر اساس مدل های گوناگون از قبیل LAAP، P، ۵C در خصوص مشتریان حقوقی درخواست کننده تسهیلات استخراج گردید. بر اساس میزان تکرارپذیری در پژوهش های پیشین و همچنین کسب نظر خبرگان ۱۲ شاخص به جدول (۱) نهایی گردید.

جدول ۱: شاخص های مهم و تاثیر گذار نهایی

ردیف	شاخص های تاثیر گذار
۱	سابقه چک برگشتی
۲	سابقه بدهی بانکی
۳	طول عمر حساب مشتری
۴	سابقه کار
۵	نسبت گردش دارایی
۶	بازده دارایی
۷	نسبت بدهی
۸	بازده حقوق صاحبان سهام
۹	بازده فروش
۱۰	ضریب اهرمی
۱۱	نسبت آنی
۱۲	نسبت جاری

در نهایت اهمیت نسبی هر یک از شاخص های تاثیر گذار ۱۲ گانه فوق بر اساس روش انحراف معیار محاسبه گردید. بر این اساس، شاخص های ۱۲ گانه فوق دارای اوزانی به شرح ذیل می باشد.



شکل ۱: اوزان شاخص های ۱۲ گانه بر اساس روش انحراف معیار

بر اساس نتایج ملاحظه می شود در ابتدا به منظور بررسی بهتر خروجی های این رهیافت، الگوریتم با فرض تعداد خوشه های مختلف اجرا و سپس تعداد بهینه خوشه ها مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور از روش تشخیص الگوی شبکه های عصبی بهره گیری شد. با عنایت به نمودار بدست آمده، این نتیجه حاصل شد که نگاشت خودسازمانده ابزار مناسبی برای خوشه بندی داده ها نیست. لذا از روش K-MEAN به منظور خوشه بندی داده ها مربوط به مشتریان حقوقی استفاده گردید چرا که SOM تمامی مشاهدات را در یک خوشه طبقه بندی نمود. بر این اساس SOM ابزار مناسبی جهت خوشه بندی نبود داده های موجود نبوده و کارایی لازم را نداشت. لذا از روش K-MEAN جهت خوشه بندی استفاده شد. ۱۵۱ شرکت متعلق به خوشه ۱، ۲۹ شرکت مربوط به خوشه ۲ و ۷۶ شرکت متعلق به خوشه ۳ بدست آمد که بر اساس دریافت نظرات خبرگان در حوزه تصمیم گیری اعتباری و با عنایت به آیین نامه های رتبه بندی اعتباری، خوشه ۳ دارای ریسک اعتباری مطلوب می باشند به عبارت دیگر اعطای تسهیلات به این گروه از مشتریان برای بانک دارای ریسک پایین هست.

۵- نتیجه گیری

در این مطالعه با مرور ادبیات ریسک اعتباری به جمع آوری شاخص های مؤثر در ارزیابی ریسک اعتباری مشتریان حقوقی پرداخته شد و پس از اخذ نظر خبرگان، شاخصه ای نهایی استخراج و ملاک عمل قرار گرفت. سپس بر اساس تعداد نمونه آماری بر اساس روش نمونه گیری کوکراین، وضعیت رتبه بندی ۲۵۶ مشتری حقوقی دریافت کننده تسهیلات با استفاده از روش SOM و K MEAN مورد بررسی قرار گرفت. براساس این پژوهش از میان ۲۹ شاخص اولیه، ۱۲ شاخص بر حسب فراوانی و نظر خبرگان نهایی گردید. درضمن سه خوشه به عنوان خوشه بهینه قرار گرفت. هریک از خوشه ها براساس نظر خبرگان بر حسب میزان ریسک کم ریسک، ریسک متوسط، پر ریسک طبقه بندی شده اند؛ که براساس روش k-mean از میان ۲۵۶ مشتری حقوقی، ۱۵۵ مشتری در خوشه کم ریسک، ۷۶ در خوشه ریسک متوسط و ۲۹ مشتری در خوشه پر ریسک قرار گرفتند. ضمن اینکه از میان ۹۲ شاخص استخراجی، ۲۹ شاخص با نظرات خبرگان و فراوانی براساس نظر خبرگان شناسایی گردید؛ که عبارتند از داشتن سابقه بدهی بانکی و چک برگشتی، طول عمر حساب مشتری، سابقه کار، نسبت گردش دارایی، بازده دارایی، بازده حقوق صراحبان سهام، بازده فروش، نسبت بدهی، ضریب اهرمی، نسبت آنی، نسبت جاری. بر این اساس در بانک توسعه تعاون شاخص های طول عمر حساب مشتری و سابقه فعالیت مشتری به عنوان دو شاخص بااهمیت نسبت به سایر شاخص ها برگزیده شد.

منابع:

- تفاهمی، مجید و قاضی خانی، عادل و روحانی منش، علیرضا، ۱۳۹۳، روشی جدید در ترکیب طبقه بندها به صورت موازی جهت تعیین ریسک اعتباری مشتریان بانک، اولین همایش ملی الکترونیکی پیشرفت های تکنولوژی در مهندسی برق، الکترونیک و کامپیوتر، اردبیل
- جندقی، غلامرضا و سارنج، علیرضا و رجایی، رضا و قاسمی، احمدرضا و تهرانی، رضا، ۱۳۹۹، ارزیابی ریسک اعتباری با استفاده از مدل ترکیبی شبکه عصبی بازشناسی الگو و الگوریتم مورچگان، فصلنامه فرآیند مدیریت و توسعه شماره ۱، دوره ۳۳، ص ۱۶۹-۱۳۳
- خرمی، امیر و تقوی فرد، محمدتقی و خاتمی فیروزآبادی، سید محمد علی، ۱۳۹۹، ارزیابی ریسک اعتباری متقاضیان تسهیلات بانکی به روش استدلال مبتنی بر مورد (CBR)، فصلنامه مطالعات مدیریت صنعتی شماره ۵۹، دوره ۱۸، ص ۱۱۶-۷۹
- داداشی، ایمان و کردمنجیری، سجاد و خوشنود، زهرا و غلام نیا روشن، حمیدرضا، ۱۳۹۹، بررسی متغیرهای مؤثر بر ریسک اعتباری مشتریان حقوقی بانک ها با استفاده از ماشین بردار پشتیبان و درخت تصمیم، نشریه چشم انداز مدیریت مالی، شماره ۳۱ - ص ۵۳-۷۳
- رستمی، محمدرضا، نبی زاده، احمد، شاهی، زهرا. (۱۳۹۷). بررسی عوامل مؤثر بر ریسک اعتباری بانک های تجاری ایران با تأکید بر عوامل خاص بانکی و کلان اقتصادی. مدیریت دارایی و تامین مالی، ۶(۴)، ۷۹-۹۲.
- زارع سخویدی، مهدی و عبدالملکی، ناصر و نرقانی، سجاد، ۱۳۹۸، بررسی عوامل مؤثر بر ریسک اعتباری در بانک ها (مورد مطالعه: بانک های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار طی سال های ۹۶-۱۳۸۹)، دومین کنفرانس بین المللی روش های نوین حسابداری، بانکداری و بازاریابی و پیشرفت های اخیر در علوم انسانی، بوداپست، مجارستان
- صادقی خانی، سعید و رمضانی، فاطمه، ۱۴۰۰، ریسک اعتباری و رتبه بندی مشتریان بانک صادرات ایلام با استفاده از روش اقتصاد سنجی و مدل رگرسیون لجیت، هشتمین کنفرانس ملی اقتصاد، مدیریت و حسابداری، شیروان، ایران
- طالبی، محمد، شیرزادی، نازنین، (۱۳۹۰). ریسک اعتباری؛ اندازه گیری و مدیریت، انتشارات سمت تهران. سال نشر: ۱۳۹۰، صفحات کتاب: ۳۲۶، ص ۱۹۷
- ملکی، علی و زارع، علی و نیکومرام، هاشم و شاهوردیانی، شادی، ۱۳۹۹، ارائه مدل بهینه ریسک اعتباری فرایند تامین مالی جمعی با استفاده از شبکه عصبی پرسپترون چندلایه (MLP)، فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره چهل و سوم، ص ۲۷۱-۲۹۰
- ندیری، محمد و فیروز، علی و جمشیدی ثانی، میثم، ۱۴۰۰، تحلیل رابطه متقابل بین ریسک اعتباری و ریسک نقدینگی و تاثیر آنها بر ثبات بانکی در ایران، چهارمین کنفرانس بین المللی سالانه تحولات نوین در مدیریت، اقتصاد و حسابداری، تهران، ایران.
- Finlay, S. (2011). Multiple classifier architectures and their application to credit risk assessment. *European Journal of Operational Research*, 210(2), 368-378.
- Imbierowicz, B., & Rauch, C. (2014). The relationship between liquidity risk and credit risk in banks. *Journal of Banking & Finance*, 40, 242-256.
- Lawrence, B., Doorasamy, M., & Sarpong, P. (2020). The Impact of Credit Risk on Performance: A Case of South African Commercial Banks. *Global Business Review*, 0972150920969927.
- Taghizadeh, H., Ebrahimi, R., & Shokri, A. (2015). Comparing and Ranking the Productivity of the Human Power in the Departments of Islamic Azad University, Tabriz Branch through the Use of Vikor Technique.