

**Applied Economics Studies, Iran (AESI)**

P. ISSN:2322-2530 & E. ISSN: 2322-472X

Journal Homepage: <https://aes.basu.ac.ir/>Scientific Journal of Department of Economics, Faculty of Economic and Social
Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran.

Publisher: Bu-Ali Sina University. All rights reserved.

Copyright©2024, The Authors. This open-access article is published under the terms of
the Creative Commons. © The Author(s)

Prediction of Bank Deposits by Machine Learning Method

Ebrahim Nasiroleslami¹, Ehsan Saniee², Ezatollah Abbasian³,
Reza Fatehpourkashani⁴, Nagin Qeysari⁵

Type of Article: Research

<https://dx.doi.org/10.22084/AES.2023.27444.3564>

Received: 2023.02.22; Accepted: 2023.06.26

Pp: 137-167

Abstract

In this research, based on the historical statistics of the deposits of a private bank (Ansar bank before merging) into four different categories (funds), we are looking for the results and prediction of bank deposits in each of the categories, using machine learning prediction methods for the first time in internal studies. In this forecasting method, the superiority of the machine learning method is confirmed due to the examination of all the time changes of the data in a large volume (from the beginning until now). Forecasting the above deposit statistics for bank decision makers in the future according to the economic conditions can be the basis of macro banking decisions. The results show that partly stable long-term deposit and stable deposit will take a downward trend in the future in the Ansar bank, and unstable and interest-sensitive deposit will also take a downward trend. Qarzol-ha-sa-ne deposit has an upward trend, although it has always fluctuations similar to sin-cos fluctuations. It should be noted that this machine learning prediction method is a stable method without sensitivity analysis and has high reliability. According to this research, paying attention to long-term and stable deposits as well as Qarzol-ha-sa-ne is of great importance in the bank's budget.

Keywords: Deposit, Machine Learning, Quadrilateral, Regression Methods.**JEL Classification:** G1, G14, G10.

1. Assistant Professor, Department of Statistics, Faculty of Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran (Corresponding Author). **Email:** e.nasiroleslami@basu.ac.ir

2. Ph.D in Economics, Faculty of Economics and Social Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran.

3. Professor of Economics, Department of Financial Engineering, Faculty of Management, University of Tehran, Tehran, Iran.

4. PhD student in Economics, Department of Economics, Faculty of Management and Economics, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

5. Master of Financial Management, Tehran, Iran.

Citations: Nasiroleslami, E., Saniee, E., Abbasian, E., Fathpour Kashani, R. & Gheysari, N., (2024). "Prediction of Bank Deposits by Machine Learning Method". *Journal of Applied Economics Studies in Iran*, 13(50): 137-167. doi: [10.22084/aes.2023.27444.3564](https://doi.org/10.22084/aes.2023.27444.3564)

Homepage of this Article: https://aes.basu.ac.ir/article_5216.html?lang=en

1. Introduction

One of the most important market strategies to optimize bank operations is to provide a bank deposit management model along with customer-oriented management (Sinki, 2001). Therefore, the management of various types of deposits of a private bank is considered here. It is very important that different bank branches have attracted the most deposit groups, including interest-sensitive deposits, service-sensitive deposits, etc.

Considering the statistical role of banks in the economy and the different share of cost-generating and non-cost-generating deposits in the entire banking system, each bank should optimize its optimal share of short-term and long-term deposits, etc. Therefore, one of the most important things of interest to bank managers as a variable influencing the banking industry is to know the status of bank deposits, which the bank's activity largely depends on. Therefore, bank managers are interested in knowing what the total amount of bank deposits will be at a certain time in the future. Forecasting the amount and change and fluctuation of deposits can help banks in planning and decision-making. Therefore, in this bank, according to the different types of deposits that exist, the forecasting of each of the above deposits is done in the form of forecasting methods. so that it can be a basis for the future decision of the bank. Therefore, based on the total statistics of the bank's four-way separate deposits that are described, their optimal amount is predicted in the future with new methods to be a guide for each of the branches in the marketing affairs of their customers.

2. Method

One method to predict deposits is to use the process of regression equations. So that we estimate the equation function using past data and then the optimal value is estimated for the future. For example, consider the interest-sensitive deposit. The process of its equation is estimated in the past and then the appropriate model is selected. After that, based on the mentioned equation, the optimal amount of the deposit is obtained in the future and in the coming days.

A better way to predict data is to use the fuzzy logic method and predict the future and play with the data (machine learning) instead of the regression method. Fuzzy logic is a form of multi-valued logic in which the logical value of variables can be any real number between 0 and 1 and themselves. This logic is used to implement the concept of partial correctness, so that the degree of correctness can be any value between completely true and completely false.

The application of this logic in software science can be simply defined as follows: Fuzzy logic goes beyond the logic of "zero and one" values of classical software and opens a new resource for the world of software science and computers, because it allows the floating and unlimited space between the numbers zero and one. He also uses and challenges in his logic and arguments. Fuzzy logic extracts and applies new

values "may go" or "go if" or even "probably go" from the space between two values "go" or "don't go". In this way, for example, the bank manager can go beyond the logic of "we will give a loan" or "we will not give a loan" and say: "We will give a loan if..." or "We will not give a loan but..." Fuzzy logic did not make its way out of universities for more than twenty years after 1965 because few people understood what it meant. In the mid-80s of the last century, Japanese industrialists understood the meaning and industrial value of this science and applied fuzzy logic. Their first project was a fully automatic guidance and control plan for the Sendai underground train, which was planned and built by Hitachi. The result of this successful and impressive design of the Japanese is simply summarized as follows: the start of the train's imperceptible movement (impact shocks), imperceptible acceleration, imperceptible braking and stopping, and energy saving.

From now on, fuzzy logic very quickly made its way into the technology of Japanese audio and video devices (including not shaking the digital film image while the cameraman's hand was shaking). Europeans started industrial use of fuzzy logic very late, in the mid-1990s, after the wave of scientific debates about fuzzy logic had subsided. In the fuzzy logic method, actually the changes of the first, middle and... future times are effective.

Artificial neural networks are a general and practical method for learning real-valued, discrete-valued and vector functions from samples. Neural network learning is resistant to errors in data and is used in the interpretation of visual scenes, speech recognition and robot control strategy learning.

3. Conclusion

As it is clear from the forecast charts, the forecast for each of the deposits has been obtained in the next 350 days, which in fact, in the charts above after the vertical line, is the forecast obtained according to the machine learning method and its capabilities. As can be generally predicted from the graphs, the long-term, somewhat stable deposit and the stable deposit will take a downward trend in the future in the said bank, and the unstable and interest-sensitive deposit will also take a downward trend.

It should be noted that by predicting each of the deposits, it is also possible to predict the bank's budget, which of course is possible considering the optimization of this issue. Regarding a small number of graphs, as can be seen, the distance between the predicted value and the actual value is a bit large, which, however, considering that the machine learning method seeks to predict based on all past information by weighting the data over a period of time, and the fluctuations in some data are high is, this slight deviation can be justified, while the regression method is another method of forecasting that can make a forecast based on a little information in the past and not just all the information of the past, while it ignores the fluctuations of the early periods, but the deviations during the forecasting period. However, each of these methods has its own limitations, which in this article was based on the machine learning prediction method.

Acknowledgments

In the end, the authors consider it necessary to appreciate the statistics and information department of Ansar Bank for improving and enriching the text of the article.

Observation Contribution

In this article, Ebrahim Nasiroleslami: presented the initial idea and modeling and estimation of the model, Ehsan Saniee: collected statistics and information and data analysis, Ezatollah Abbasian: research management, theoretical foundations and analysis of research findings and results, Reza Fatehpourkashani: research background and Nagin Qaysari. have been in charge of critical review and reading.

Conflict of Interest

The author declares that there is no conflict of interest while observing publication ethics in referencing.





فصلنامه علمی مطالعات اقتصادی کاربردی ایران

شاپای چاپی: ۲۵۳۰-۲۳۲۲؛ شاپای الکترونیکی: ۴۷۲۸-۲۳۲۲

وبسایت نشریه: <https://aes.basu.ac.ir>

نشریه گروه اقتصاد، دانشکده علوم اقتصاد و علوم اجتماعی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
 (CC) حق نشر متعلق به نویسنده(گان) است و نویسنده تحت مجوز Creative Commons Attribution License به مجله اجازه می‌دهد مقاله چاپ شده را در سامانه به اشتراک بگذارد، منوط بر این که حقوق مؤلف اثر حفظ و به انتشار اولیه مقاله در این مجله اشاره شود.



پیش‌بینی سپرده‌های بانکی به روش یادگیری ماشین

ابراهیم نصیرالاسلامی^۱، احسان صنیعی^۲، عزت‌اله عباسیان^۳، رضا فتح‌پورکاشانی^۴، نگین قیصری^۵

نوع مقاله: پژوهشی

شناسه دیجیتال: <https://dx.doi.org/10.22084/AES.2023.27444.3564>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۰۳، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۰۵

صص: ۱۶۷-۱۳۷

چکیده

در این پژوهش براساس آمار تاریخی سپرده‌های یک بانک خصوصی (انصار) قبل از ادغام در چهار دسته‌بندی (وجه) مختلف، به دنبال این هستیم که نتایج و پیش‌بینی سپرده‌های بانک در هریک از دسته‌بندی‌ها، با استفاده از روش‌های پیش‌بینی یادگیری ماشین برای نخستین بار در مطالعات داخلی انجام گیرد. در این روش پیش‌بینی، ارجحیت روش یادگیری ماشین به دلیل بررسی کلیه تغییرات زمانی داده‌ها در حجم وسیع (از ابتدا تاکنون) مورد تأیید قرار می‌گیرد. پیش‌بینی آمار سپرده‌های فوق برای تصمیم‌گیران بانک در آینده با توجه به شرایط اقتصادی می‌تواند مبنای تصمیمات کلان بانکی باشد. نتایج نشان می‌دهد که سپرده بلندمدت تا حدودی با ثبات و به‌طور کلی سپرده با ثبات روند نزولی در آینده در بانک مزبور به خود خواهند گرفت و سپرده بی‌ثبات و حساس به سود نیز روند نزولی به خود خواهند گرفت. سپرده قرض‌الحسنه روند صعودی دارد، اگرچه همواره نوساناتی شبیه نوسانات سینوسی-کسینوسی داشته است. باید دقت کرد که این روش پیش‌بینی یادگیری ماشین، روشی پایدار و فاقد تحلیل حساسیت است و قابلیت اتکا بالایی دارد. مطابق این پژوهش، توجه به سپرده‌های بلندمدت و با ثبات و هم‌چنین قرض‌الحسنه از اهمیت بالایی در بودجه بانک قرار دارد.

کلیدواژگان: سپرده، یادگیری ماشین، چهاروجهی، روش‌های رگرسیونی.

طبقه‌بندی JEL: G1, G14, G10.

۱. استادیار گروه آمار، دانشکده علوم پایه، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران (نویسنده مسئول).

Email: e.nasiroleslami@basu.ac.ir

۲. دکتری اقتصاد، دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

Email: ehsansaniee@yahoo.com

۳. استاد اقتصاد، گروه مهندسی مالی، دانشکده‌گان مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

Email: e.abbasian@ut.ac.ir

۴. دانشجوی دکتری اقتصاد، گروه اقتصاد، دانشکده دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

Email: r_kashani1@yahoo.com

۵. کارشناسی ارشد مدیریت مالی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

Email: Ngheisari17@yahoo.com

ارجاع به مقاله: نصیرالاسلامی، ابراهیم؛ صنیعی، احسان؛ عباسیان، عزت‌اله؛ فتح‌پورکاشانی، رضا؛ و قیصری، نگین، (۱۴۰۳). «پیش‌بینی سپرده‌های بانکی به روش یادگیری ماشین». فصلنامه مطالعات اقتصادی کاربردی ایران، ۱۳(۵۰): ۱۳۷-۱۶۷. doi: 10.22084/aes.2023.27444.3564

صفحه اصلی مقاله در سامانه نشریه: https://aes.basu.ac.ir/article_5216.html?lang=fa

۱. مقدمه

یکی از مهم‌ترین استراتژی‌های بازاری در جهت بهینه‌سازی عملیات بانک‌ها ارائه مدل مدیریت سپرده‌های بانک در کنار مدیریت مشتری‌مداری می‌باشد (سینکی، ۲۰۰۱)؛ از این‌رو، مدیریت انواع ترکیب سپرده‌های یک بانک خصوصی در اینجا مدنظر قرار دارد. این موضوع بسیار مهم است که شعب مختلف بانک کدام‌یک از گروه‌های سپرده اعم از سپرده حساس به سود، حساس به خدمت و... را بیشتر جذب کرده‌اند و میزان پیش‌بینی جذب هریک از آن‌ها در آینده چه قدر است.

باتوجه به نقش آماری بانک‌ها در اقتصاد و سهم مختلف سپرده‌های هزینه‌زا و غیرهزینه‌زا در کل سیستم بانکی، هر بانک می‌بایست سهم بهینه سپرده‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت و... خود را بهینه کند؛ بنابراین، یکی از مهم‌ترین موارد موردعلاقه مدیران بانکی به‌عنوان متغیری تأثیرگذار بر صنعت بانک‌داری، اطلاع از وضعیت سپرده‌های بانکی است که فعالیت بانک تا حد زیادی بستگی به آن دارد؛ از این‌رو، مدیران بانک‌ها علاقه‌مند هستند بدانند که میزان کل سپرده‌های بانک در زمان معینی در آینده چه قدر خواهد بود. پیش‌بینی میزان و تغییر و نوسان سپرده‌ها می‌تواند در امر برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری به بانک‌ها کمک نماید؛ لذا در بانک مزبور باتوجه به انواع مختلف سپرده‌ای که وجود دارد پیش‌بینی هریک از سپرده‌های فوق در قالب روش‌های پیش‌بینی صورت می‌گیرد تا بتواند مبنایی برای تصمیم‌گیری آتی بانک باشد. بر این اساس به‌صورت کلان براساس آمار کل سپرده‌های تفکیکی چهاروجهی بانک که شرح داده می‌شود، میزان بهینه آن‌ها در آینده با روش‌های جدید پیش‌بینی می‌گردد تا راهنمایی برای هر یک از شعب در امور بازاریابی مشتریان خود باشد.

۲. مبانی نظری و ادبیات موضوع

از آنجایی که در مطالعات تجربی، مبانی نظری چندان حائز اهمیت نمی‌باشد؛ لذا صرفاً در این پژوهش به دنبال پیش‌بینی ترکیب سپرده‌ها بر مبنای مطالعات تجربی قبلی و داده‌های تاریخی هستیم. چنان‌چه صحت پیش‌بینی داده‌ها اهمیت قابل‌اعتبار به دست دهند که این در پژوهش این‌گونه بوده است، نتایج قابل‌اعتبار خواهد بود.

مطابق آمار ماهیانه بانک‌ها و مؤسسات اعتباری در سایت بانک مرکزی در اسفندماه سال ۱۴۰۰، بانک‌ها و مؤسسات اعتباری خصوصی و خصوصی‌شده در حدود ۷۰٪ نقدینگی را به خود اختصاص داده‌اند. ضمناً مطابق آمار خرداد ۱۴۰۰، بانک خصوصی انصار ۴۴۸۲۹۵ میلیارد ریال سپرده دارد و دارایی آن ۸۰۲۶۸۵ میلیارد ریال می‌باشد. همچنین تسهیلات اعطایی این بانک ۴۲۲۴۶۷ میلیارد است. نسبت مطالبات غیرجاری این بانک در آمار در حدود ۸٪ می‌باشد. این بانک از وضعیت درآمدی خوبی نیز برخوردار است. درآمدهای مشاع بانک مثبت ۸۱۱۸ میلیارد ریال بوده و سود خالص بانک ۲۲۹۴ میلیارد ریال می‌باشد.

براساس اسناد بالادستی این بانک و گروه‌های مختلف سپرده‌گذاری، انواع سپرده‌های بانک مزبور به شرح

ذیل است:

• سپرده‌های وجه اول (براساس نرخ سود)

- **سپرده‌های ارزان قیمت:** به آن دسته از سپرده‌ها اطلاق می‌گردد که هزینه جذب و تجهیز آن معادل ۲٪ حجم آن باشد؛ مثل حساب‌های قرض‌الحسنه پس‌انداز.
- **سپرده‌های نسبتاً ارزان قیمت:** به آن دسته از سپرده‌ها اطلاق می‌گردد که در قالب طرح‌های تسهیلاتی ایجاد شده و با نرخ بازده پایین تجهیز می‌شود؛ نظیر طرح‌های تسهیلاتی قرض‌الحسنه.
- **سپرده‌های نسبتاً گران قیمت:** به آن دسته از سپرده‌ها اطلاق می‌گردد که هزینه جذب و تجهیز آن معادل ۵۰٪ تجهیز سپرده‌های گران قیمت است؛ نظیر حساب‌های پشتیبان و حساب‌های کوتاه‌مدت روزشمار.
- **سپرده‌های گران قیمت:** به آن دسته از سپرده‌ها اطلاق می‌گردد که هزینه جذب و تجهیز آن بالاترین نرخ را بر مبنای مصوبه کمیته دارایی و بدهی به خود اختصاص می‌دهد؛ نظیر سپرده‌های سرمایه‌گذاری مدت‌دار و یک‌ساله با نرخ‌های ترجیحی.

• سپرده‌های وجه دوم (براساس ماندگاری)

- **سپرده‌های بی ثبات:** فاقد سررسید هستند.
- **سپرده‌های کم ثبات:** فاقد سررسید بوده و اما حساس به یک طرح سپرده‌پذیری می‌باشد.
- **سپرده‌های تاحدودی با ثبات:** سپرده‌هایی هستند که براساس شرایط قرارداد طرح‌های سپرده‌پذیری حداقل ۳۰ روز کاری ماندگاری داشته یا حداقل کفی برای ملندۀ آن تعیین می‌گردد و یا متصل به یک طرح تسهیلاتی باشد.
- **سپرده‌های با ثبات:** به سپرده‌های بالاتر از سررسید ۹ ماه گفته می‌شود.

• سپرده‌های وجه سوم (براساس خدمات)

- **سپرده‌های حساس به کسب و کار:** به آن دسته از طرح‌های سپرده‌پذیری اطلاق می‌گردد که جذب سپرده‌ها مبتنی بر ارائه خدمات ارزش‌افزوده بروی کسب و کارهای طرف قرارداد با بانک ایجاد می‌گردد.
- **سپرده‌های حساس به تسهیلات:** سپرده‌هایی که متصل به یک طرح تسهیلاتی بوده و در واقع با هدف اخذ تسهیلات از سوی مشتریان افتتاح می‌گردد.
- **سپرده‌های حساس به خدمات پایه:** در آن سپرده‌پذیری سپرده‌گذار به واسطه دریافت خدمات پایه بانکی نسبت به افتتاح حساب اقدام می‌نماید؛ به عبارت دیگر، طرح‌های سپرده‌پذیری خدمت محور مبتنی بر خدمات پایه بانکی به‌طور معمول مناسب آن دسته از سپرده‌گذارانی هستند که به‌صورت مستمر حساب‌های آن‌ها در برخی مقاطع پر و در برخی مقاطع دیگر خالی می‌شوند.

- **سپرده‌های حساس به سود:** سپرده‌هایی هستند که افزایش و یا کاهش نرخ سود در افزایش و یا کاهش حجم منابع آن تأثیر مستقیم دارد.

• سپرده‌های وجه چهارم (براساس زمان)

- **سپرده پس انداز:** این سپرده از نوع سپرده‌های قرض‌الحسنه می‌باشد. به موجودی این حساب‌ها هیچ‌گونه سودی تعلق نمی‌گیرد، اما صاحبان حساب‌ها می‌توانند از هزاران جایزه ارزنده قرعه‌کشی در دوره‌های اعلامی این حساب‌ها بهره‌مند شوند.

- **حساب سپرده قرض‌الحسنه جاری:** حسابی است که بانک براساس قرارداد فی‌مابین مشتری و بانک به منظور قبول سپرده قرض‌الحسنه جاری افتتاح می‌نماید. برداشت و یا انتقال از این حساب می‌تواند از طریق چک، دفترچه، کارت‌های الکترونیکی و یا سایر ابزارهای مجاز انجام‌پذیرد. به موجودی این حساب‌ها سود تعلق نمی‌گیرد.

- **سپرده کوتاه‌مدت:** سپرده‌های با سررسید کمتر از یک‌سال می‌باشد که البته امروزه به دو صورت کوتاه‌مدت عادی و ویژه وجود دارد. منظور از سپرده کوتاه‌مدت عادی آن است که پس از گذشت یک‌ماه، سپرده‌گذار می‌تواند حق برداشت داشته باشد. سپرده کوتاه‌مدت ویژه، منظور سپرده‌های سه‌ماهه، شش‌ماهه و نه‌ماهه هستند که البته در همه بانک‌ها وجود ندارند.

- **سپرده بلندمدت:** سپرده‌های بیشتر از یک‌سال می‌باشد که در گذشته دو الی پنج‌ساله بوده، ولی اکنون سهم سپرده‌های یک‌ساله به دلیل تورم و رشد قیمت‌ها در سایر بازارهای مالی و تمایل مردم به کاهش مدت ماندگاری سپرده‌ها در بانک‌ها، افزایش یافته است.

- **سایر سپرده‌ها:** این نوع سپرده‌ها در بانک‌های مختلف کمی با هم متفاوت هستند. به‌طور کلی سایر سپرده‌ها به سپرده‌های نقدی ضمانت‌نامه و اعتبارات نیز گفته می‌شود که به دلیل کم‌هزینه بودن برای بانک مناسب می‌باشند.

۲. پیشینه پژوهش

ارائه پیش‌بینی و مدیریت سپرده‌های یک بانک در برخی کارهای داخلی و خارجی مشاهده شده است که به شرح ذیل می‌باشد؛ ولی در مورد پیش‌بینی به روش یادگیری ماشین در سپرده‌های بانک مطالعه‌ای تاکنون دیده نشده است، لذا به نظر می‌رسد روش جدیدی باشد.

«علیرضا بافنده‌زنده» و «سودا خامنه‌اصل» (۱۳۹۵) در مطالعه خود، با استفاده از روش پویایی‌شناسی سیستم که مبتنی بر تحلیل رفتار و تحلیل حساسیت می‌باشد، مدلی برای پیش‌بینی سپرده‌های بانکی ارائه کردند تا بانک‌ها بتوانند با استفاده از این مدل در تجهیز منابع (سپرده‌ها) هوشمندانه عمل کنند؛ لذا با مطالعه

رفتار هر یک از متغیرهای مدل با استفاده از نمودارهای علی-حلقوی (CLD) و نمودار جریان-انباشت و در نهایت با کمک نرم‌افزار و سیستم ساختاری جهت تحلیل و شبیه‌سازی نتایج حاصل از تصمیمات مختلف این حوزه در قالب سناریوهای گوناگون انجام گرفت. در این تحقیق با توجه به موضوع از روش‌های کتابخانه‌ای و میدانی برای گردآوری داده‌ها استفاده شده که برای دوره زمانی (۱۳۸۸-۱۳۹۹) برای کل بانک‌های ایرانی (دولتی-خصوصی) انجام شده است. نمونه آماری در نظر گرفته شده در این تحقیق ۲۴ نفر از مدیران، رؤسای شعب و معاونین بانک‌ها و استادان مجرب و متخصص صرفاً برای مصاحبه در نظر گرفته شده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که روند سپرده‌گذاری در شش سال آینده سیر صعودی داشته و برترین سناریو برای افزایش سپرده‌گذاری و حجم سپرده در آینده ارتقاء نرخ بازپرداخت تسهیلات می‌باشد.

«مهری نمک‌آورانی» و «رضا احتشام‌رانی»^۱ در پژوهش خود سعی کردند با استفاده از تکنیک‌های آماری و رویکرد مدل‌های شبکه‌های عصبی مصنوعی، مدلی مناسب با بیشترین قدرت تخمین و کمترین میزان خطا برای پیش‌بینی میزان سپرده‌ها یا همان منابع مالی به تفکیک انواع آن‌ها برای بانک موردنظر را معرفی نمایند. برای آزمون فرضیه‌ها از اطلاعات یک بانک خصوصی طی بازه زمانی سال‌های ۱۳۸۷-۱۳۹۶ استفاده شده و در این پژوهش، پس از بررسی توان پیش‌بینی‌کنندگی روش خود رگرسیون میانگین متحرک انباشته (ARIMA) و روش شبکه‌های عصبی مصنوعی، به مقایسه این دو روش پرداخته شده است. نتایج پژوهش بر میزان سپرده‌های بانک به صورت ماهانه حاکی از آن است که روش شبکه‌های عصبی تخمین‌های بهتری نسبت به روش ARIMA ارائه می‌نمایند.

«کومار»^۱ (۱۹۷۱) با بهره‌گیری از تکنیک برنامه‌ریزی خطی سیمپلکس الگویی را برای تعیین ترکیب بهینه پرتفوی منابع و مصارف بانک نیویورک ارائه کرد.

«جاس کلابین» و همکاران^۲ (۱۹۷۶) در تحقیق خود برای بررسی استراتژی‌های بهینه توسعه اعتبار پرتفوی مصرف در یک بانک تجاری در فنلاند و در چارچوب ترانزنامه از یک الگوی برنامه‌ریزی خطی بین دوره‌ای استفاده نمودند.

«چورافاس»^۳ (۱۹۹۱) بر روی سپرده‌های بانک و بهبود عملیات بانک‌داری کار کرده است. براساس مطالعات او، کنترل هزینه در کنار بهبود فروش سپرده‌های بلندک مورد بررسی قرار گرفته و در عین حال امکانات بازاری و سازمان واحدهای تجاری باید از فروض اصلی موفقیت در عملیات بانک موردتوجه قرار گیرد. او هم‌چنین اشاره کرده است که صنعت بانک‌داری هرروز باتوجه به افزایش شرایط و تقاضای بازاری، درحال تغییرات می‌باشد. یکی از عوامل مهم اندازه بانک می‌باشد که در مواجهه به شرایط جدید مؤثر است.

1. Kumar

2. Klabin and the others

3. Chorafas

برخی از انواع مطالعات خارجی بهینه‌سازی سبد سپرده‌ها و دارایی‌های بانک شامل تحلیل جامع مدیریت بانک‌داری است که در کارهای افرادی همانند: هفرنان و همکاران^۱ (۲۰۰۵) به چشم می‌خورد. در کار این افراد تحلیل روندهای جدید تخمینی و جاری در سیستم بانک‌داری در کنار معیارهای ارزیابی عملکرد و دلایل ورشکستگی بانکی آورده شده است. «یانگ» (۲۰۰۶) در مقاله خود براساس بهبود کارایی سبد سهام، شیوه‌ای از الگوریتم ژنتیک را به کار برد. ضمناً ریسک پرتفوی سهام در این مقاله براساس روش بیزین^۲ برآورد شد، اما نتایج نشان داد که روش ژنتیک روش بهتری می‌باشد.

«اندربولونی» و همکاران (۲۰۰۷) به اهمیت عملکرد در بانک‌ها پرداخته و امکانات جدید در مدیریت عملیات بانک‌داری را کشف می‌کنند.

«لوزیس» و همکاران (۲۰۱۱) با استفاده از برنامه‌ریزی پویا به بررسی عوامل تعیین‌کننده وام‌های معوق در یونان پرداختند.

«پروسکو» و همکاران^۳ (۲۰۱۱) در مطالعه خود در بانک‌های کرواسی به استخراج سهم بهینه سپرده‌های بانک در جهت مینیمم‌سازی هزینه‌های بانک در سال‌های مختلف را به دست آورده‌اند. روش کار آن‌ها رگرسیون لگاریتمی دوگانه و الگوریتم ژنتیک می‌باشد که نشان داده‌اند برای افزایش A مقدار در کل سپرده‌های بانک، چه میزان از آن در هریک از انواع سپرده در این بانک‌ها شامل سپرده‌های شهروندی (خرد) کوتاه‌مدت و بلندمدت و سپرده‌های غیرشهروندی (کلان) کوتاه‌مدت و بلندمدت می‌بایست قرار گیرد. ضمناً محدودیت‌های مدل شامل محدودیت‌های مقداری و پارامتری نیز در مدل در نظر گرفته می‌شود.

«لونیز» و «سایرین» (۲۰۲۲) معتقد بودند که در بانک‌های سوئدی، ثبات سپرده‌های قرض‌الحسنه اهمیت به‌سزایی در سودآوری بانک دارد.

۳. مدل و روش پژوهش

یک روش برای پیش‌بینی سپرده‌ها استفاده از روند رگرسیون معادلات می‌باشد؛ به طوری که با استفاده از داده‌های گذشته تابع معادلات را تخمین می‌زنیم و سپس برای آینده مقدار بهینه تخمین زده می‌شود؛ به طور مثال، سپرده حساس به سود را در نظر بگیرید. روند معادله آن در گذشته تخمین زده می‌شود و سپس الگوی مناسب انتخاب می‌شود. پس از آن براساس معادله مزبور، مقدار بهینه سپرده در آینده و روزهای آینده به دست می‌آید.

روش بهتری در پیش‌بینی داده‌ها به جای روش رگرسیونی استفاده از روش منطق فازی و پیش‌بینی آینده و بازی با داده‌ها (یادگیری ماشین^۴) می‌باشد. منطق فازی^۵ شکلی از منطق‌های چندارزشی بوده که در آن ارزش منطقی

1. Heffernan, Mathews and Thompson

2. Bayesian

3. Ticijan Peruško, PhD

4. Maschine Learning

5. Fuzzy logic

متغیرها می‌تواند هر عدد حقیقی بین صفر و یک و خود آن‌ها باشد. این منطق به منظور به‌کارگیری مفهوم درستی جزئی به‌کارگیری می‌شود؛ به طوری که میزان درستی می‌تواند هر مقداری بین کاملاً درست و کاملاً غلط باشد.

کاربرد این منطق در علوم نرم‌افزاری را می‌توان به‌طور ساده این‌گونه تعریف کرد: منطق فازی از منطق ارزش‌های «صفر و یک» نرم‌افزارهای کلاسیک فراتر رفته و منبعی جدید برای دنیای علوم نرم‌افزاری و رایانه‌ها می‌گشاید؛ زیرا فضای شناور و نامحدود بین اعداد صفر و یک را نیز در منطق و استدلال‌های خود به کار برده و به چالش می‌کشد. منطق فازی از فضای بین دو ارزش «برویم» یا «نرویم»، ارزش‌های جدید «شاید برویم» یا «می‌رویم اگر» یا حتی «احتمال دارد برویم» را استخراج کرده و به کار می‌گیرد؛ بدین ترتیب به‌عنوان مثال، مدیر بانک پس از بررسی رایانه‌ای بیلان اقتصادی یک بازرگان می‌تواند فراتر از منطق «وام می‌دهیم» یا «وام نمی‌دهیم» رفته و بگوید: «وام می‌دهیم اگر...» یا «وام نمی‌دهیم ولی...». منطق فازی بیش از ۲۰ سال پس از ۱۹۶۵ م. از دانشگاه‌ها به بیرون راه‌نیافت؛ زیرا کمتر کسی معنای آن را درک کرده بود. در اواسط دهه ۸۰ م. قرن گذشته صنعتگران ژاپنی معنا و ارزش صنعتی این علم را دریافته و منطق فازی را به کار گرفتند. اولین پروژه آن‌ها طرح هدایت و کنترل تمام خودکار قطار زیرزمینی شهر سندای بود که توسط شرکت هیتاچی برنامه‌ریزی و ساخته شد. نتیجه این طرح موفق و چشم‌گیر ژاپنی‌ها به‌طور ساده این‌گونه خلاصه می‌شود: آغاز حرکت نامحسوس (تکان‌های ضربه‌ای) قطار، شتاب گرفتن نامحسوس، ترمز و ایستادن نامحسوس و صرفه‌جویی در مصرف برق.

از این پس منطق فازی بسیار سریع در تکنولوژی دستگاه‌های صوتی و تصویری ژاپنی‌ها راه‌یافت (از جمله نلرزدن تصویر فیلم دیجیتال ضمن لرزیدن دست فیلم‌بردار). اروپایی‌ها بسیار دیر، یعنی در اواسط دهه ۱۹۹۰ م. میلادی، پس از خوابیدن موج بحث‌های علمی در رابطه با منطق فازی استفاده صنعتی از آن را آغاز کردند. در روش منطق فازی، در واقع تغییرات زمان‌های اول، میانی و... در آینده اثرگذار است.

شبکه‌های عصبی مصنوعی^۱ روشی کلی و کاربردی برای یادگیری توابع حقیقی مقدار، گسسته مقدار و برداری از روی نمونه‌ها است. یادگیری شبکه عصبی در مقابل خطاها در داده‌ها مقاوم است و در تفسیر صحنه‌های تصویری، تشخیص صحبت و یادگیری‌های استراتژی کنترل ربات کاربرد دارد.

مطالعه شبکه‌های عصبی مصنوعی از سیستم‌های یادگیر زیستی که از شبکه‌های خیلی پیچیده اعصاب ساخته شده‌اند، الهام گرفته است. در نگاه سطحی، از انبوهی از دسته واحدهای متصل به هم ساده ساخته شده‌اند که هر واحد ورودی‌های حقیقی مقدار دریافت کرده (بیشتر این ورودی‌ها خروجی‌های واحد دیگر است) و مقدار حقیقی را محاسبه می‌کند که به‌نوعی خطاها را مینیمم می‌کند. برای درک بهتر، چند حقیقت از عصب‌شناسی را ملاحظه می‌کنیم؛ برای مثال تخمین زده می‌شود که مغز انسان ۱۰^{۱۱} عصب دارد که هر کدام به‌طور متوسط به ۱۰^۴ عصب دیگر متصل هستند. فعالیت عصب در دو حالت برانگیخته و غیربرانگیخته است. سریع‌ترین اعصاب در مرتبه ۱۰^{-۳} ثانیه بین این دو حالت تغییر پیدا می‌کند؛ با این حال انسان می‌تواند به‌سرعت تصمیمات پیچیده بگیرد؛ برای مثال، شما تصویر مادرتان را در حدود ۱۰^{-۱} ثانیه تشخیص می‌دهید که در این مدت اعصاب در

1. Artificial Neural Network

چندصدبار برانگیخته می‌شوند. قدرت پردازش اطلاعات در سیستم‌های عصبی زیستی ناشی از عملیات موازی است که بر روی تعداد زیادی از اعصاب اجرا می‌شوند. یکی از انگیزه‌های استفاده از شبکه عصبی استفاده از محاسبات موازی که توسط تعداد زیادی واحد انجام می‌شود، می‌باشد. با وجود این که الگوریتم‌های متعددی برای شبکه‌های عصبی طراحی شده، اما اکثر برنامه‌های شبکه عصبی بر روی ماشین‌های ترتیبی^۱ به صورت غیر متمرکز کار می‌کند. با وجود این که شبکه‌های عصبی برداشتی از شبکه‌های عصبی زیستی است، اما بسیاری از پیچیدگی‌های شبکه عصبی زیستی در شبکه‌های عصبی مدل‌سازی نمی‌شود. بر اساس تاریخچه دو دسته از محققان بر روی شبکه‌های عصبی کار کرده‌اند؛ گروه اول، به شبکه‌های عصبی مبتنی بر شبکه‌های عصبی زیستی روی آورده‌اند؛ و گروه دوم، به الگوریتم‌های یادگیری ماشین^۲ که لزوماً از شبکه‌های عصبی زیستی به دست نیامده، روی آورده‌اند.

در مدل‌سازی داده‌های سپرده، ما بر روی یادگیری ماشین که وسیع‌تر هست متمرکز شده‌ایم؛ به طور مثال، یکی از الگوریتم‌های که بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرد یادگیری ماشین در پیش‌بینی جهت کنترل فرمان اتومبیل بر اساس اطلاعات دریافتی از بیرون می‌باشد که از ساختار شبکه‌ای استفاده می‌کند. الگوریتم پس‌انتشار^۳ پرکاربردترین متد یادگیری شبکه‌های عصبی محسوب می‌شود که روش مورد استفاده ما نیز اینجا همین روش است. این الگوریتم ویژگی‌های زیر را دارد.

نمونه‌ها به صورت n تایی مرتب‌اند و تابع هدف بر روی نمونه‌هایی تعریف شده با بردارهایی که از ویژگی‌هایی برخوردار هستند. مقدار تابع هدف می‌تواند گسسته، حقیقی، و یا ترکیبی از این موارد باشد. روش یادگیری شبکه‌های عصبی در مقابل داده‌های نویزدار مقاوم است. به طور دقیق‌تر اگر $Ansar_1$ تا $Ansar_n$ ورودی باشند و $O(Ansar_1, \dots, Ansar_n)$ خروجی باشند داریم:

$$O(Ansar_1, \dots, Ansar_n) \left\{ \begin{array}{l} 1 \leq w_0 + w_1x_1 + w_2x_2 + \dots + w_nx_n > 0 \\ \text{در غیر این صورت، } -1 \end{array} \right\} \quad (1)$$

نمونه کارکرد یک شبکه عصبی بر پایه نوعی واحد به نام «پرسپترون» ساخته می‌شود که بردار حقیقی مقدار دریافت کرده و ترکیب خطی آن را محاسبه می‌کند اگر این مقدار از مقدار خاصی (آستانه) بیشتر باشد خروجی ۱ و در غیر این صورت خروجی -۱ را می‌دهد. این پرسپترون بسیار قوی است و کارکرد یادگیری ماشین بر مبنای آن است. منظور از w ، وزن‌ها است و یادگیری در یادگیری ماشین، یعنی همان پیدا کردن وزن‌ها است. برای پیدا کردن وزن‌ها از الگوریتم‌های قانون پرسپترون و هم‌چنین الگوریتم قانون دلتا استفاده می‌شود. وقتی داده‌ها دسته‌بندی پذیر خطی باشند از الگوریتم اول و وقتی داده‌های دسته‌بندی پذیر خطی نباشند از الگوریتم قانون دلتا برای حل مسأله استفاده می‌کنیم. الگوریتم قانون دلتا، از قانون شیب نزول برای پیدا کردن وزن‌ها استفاده می‌کند که بر پایه الگوریتم پس‌انتشار که پر استفاده‌ترین روش شبکه عصبی مصنوعی می‌باشد، استفاده می‌کند. این الگوریتم برای شبکه‌های با تعداد زیادی واحد استفاده می‌شود و بروز خطا را مینیمم می‌کند. یکی از تفاوت‌های

1. Sequential

2. Learning Maschine

3. Backpropagation

اساسی از الگوریتم قانون دلتا و الگوریتم قانون پرسپترون آن است که الگوریتم قانون دلتا وزن‌ها را برای پرسپترون‌ها یا واحدهای فاقد آستانه پیدا می‌کند، اما در الگوریتم دیگر برای وزن‌های دارای آستانه می‌باشد.

الگوریتم پیش‌بینی داده‌های ما در اینجا از روش الگوریتم پس انتشار می‌باشد که از قانون شیب نزول داده‌ها استفاده می‌کند؛ به عبارتی، با توجه به این که داده‌های ما دسته‌بندی‌پذیر خطی نیستند، لذا از این الگوریتم برای پیدا کردن وزن‌ها و تغییرات داده‌ها و در نهایت پیش‌بینی داده‌ها استفاده می‌شود. این روش کمترین خطا را نسبت به سایر الگوریتم‌ها دارا می‌باشد.

۴. داده‌ها و نتایج تجربی

در ابتدا نگاهی به روند تاریخی گذشته هر یک از سپرده‌ها می‌اندازیم.

– **سپرده بی‌ثبات:** براساس داده‌های بانک از تاریخ ۱۳۹۲/۱/۱ تا ۱۴۰۰/۱/۱ نمودار پراکندگی سپرده‌های بی‌ثبات به صورت ذیل است.

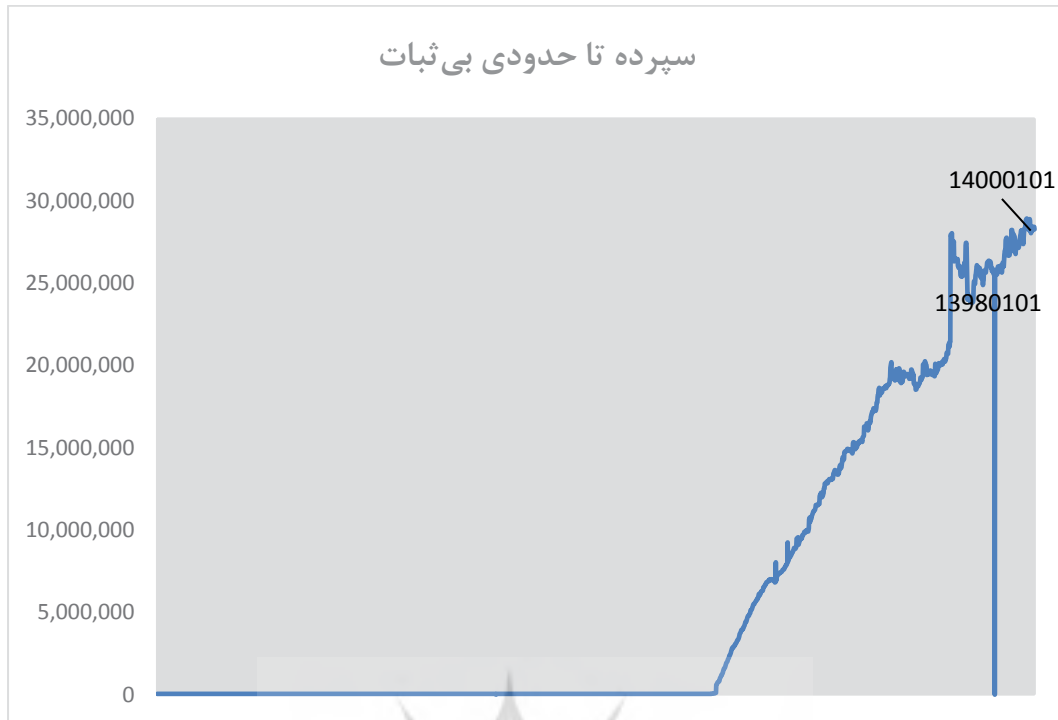


شکل ۱: روند تاریخی سپرده‌های بی‌ثبات از فروردین ۹۲ تا فروردین ۱۴۰۰ (یافته‌های تحقیق).

Fig. 1: The historical trend of unstable deposits from 1392 to 1400

همان‌گونه که مشاهده می‌شود سپرده‌های بی‌ثبات در بانک روند صعودی دارند و رشد آن در سال‌های ۹۷ و ۹۸ بیشتر از سایر سال‌ها می‌باشد.

– **سپرده‌های تاحدودی بی‌ثبات:** براساس داده‌های بانک از تاریخ ۹۲/۱/۱ تا سال ۱۴۰۰ نمودار پراکندگی سپرده‌های تاحدودی باثبات به صورت نمودار ۲ می‌باشد.

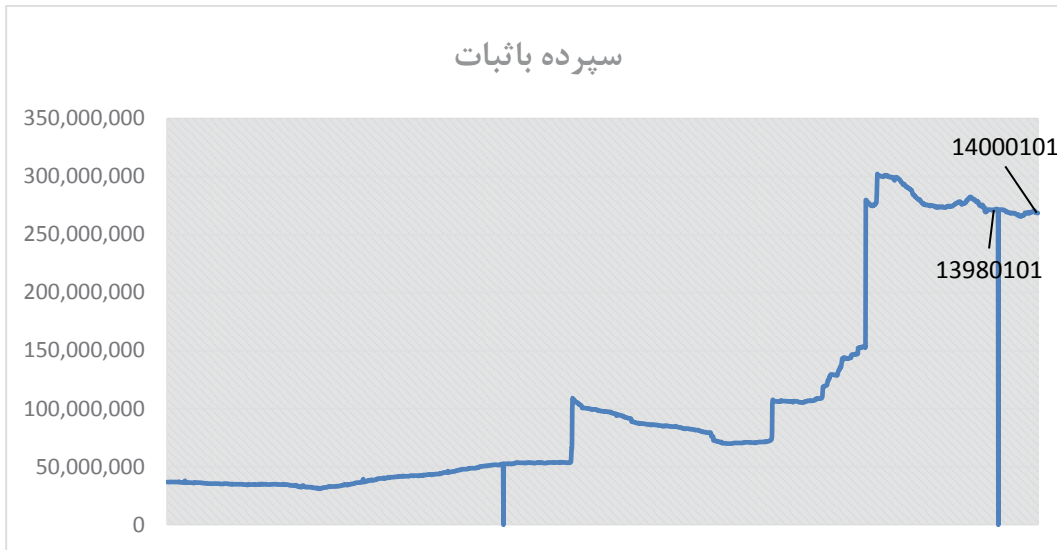


شکل ۲: روند تاریخی سپرده‌های تا حدودی بی ثبات از فروردین ۹۲ تا فروردین ۱۴۰۰ (یافته‌های تحقیق).

Fig. 2: The historical trend of partly unstable deposits from 1392 to 1400

همان گونه که از نمودار بالا قابل مشاهده است سپرده‌های تا حدودی بی ثبات در ابتدا مقادیر تقریباً پایین و ثابتی بودند، اما از اوایل سال ۱۳۹۶ به بعد به یکباره از عدد ۱۰۰ هزار به ۷۰۰ هزار جهش پیدا کردند و به یکباره بسیار صعودی شده‌اند که قابل توجه می‌باشد.

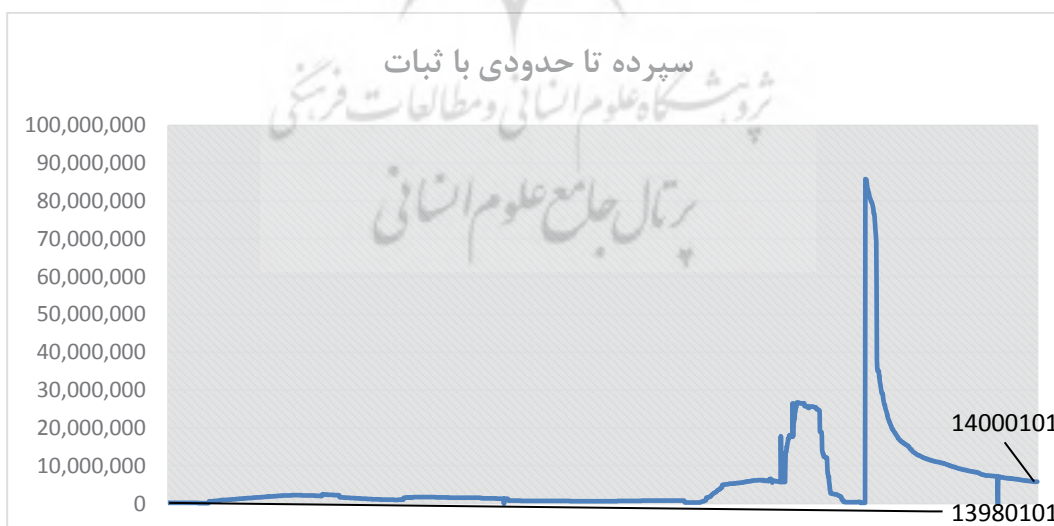
– **سپرده‌های با ثبات:** همان طور که از نمودار ۳، مشاهده می‌شود سپرده‌های با ثبات بانک برخلاف سپرده‌های بی ثبات که روند صعودی داشتند، سپرده‌های با ثبات همواره صعودی نبوده‌اند. به طوری که در برخی از موارد، شکاف یا پرش داشته‌اند. ضمناً از فصل تابستان سال ۹۷ به بعد داده‌های بانک نشان می‌دهد که سپرده‌های با ثبات نزولی شده است.



شکل ۳: روند تاریخی سپرده‌های با ثبات از فروردین ۹۲ تا فروردین ۱۴۰۰ (یافته‌های تحقیق).

Fig. 3: The historical trend of stable deposits from 1392 to 1400

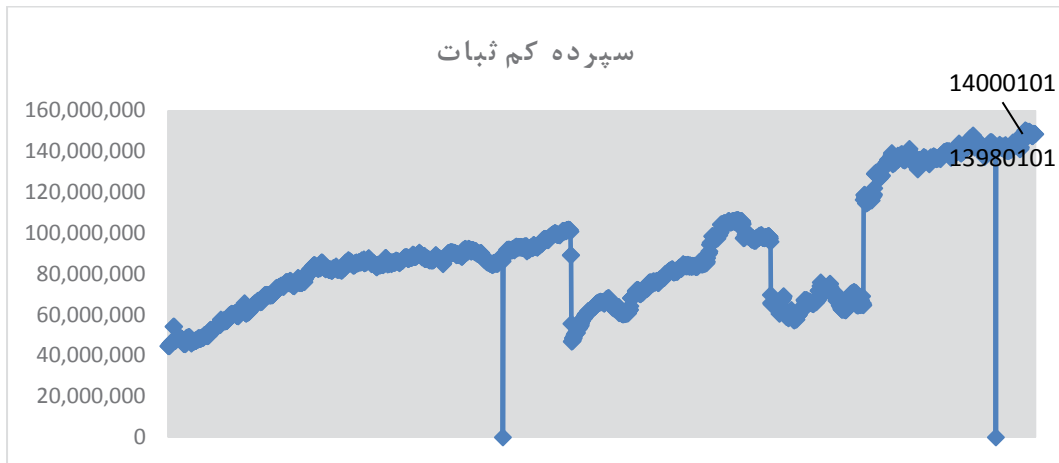
– **سپرده‌های تاحدودی باثبات:** سپرده‌های تاحدودی با ثبات نشان می‌دهد که از اوایل سال ۱۳۹۷ به بعد نزولی شده است. ضمناً به‌طور کلی روند سپرده‌های تاحدودی باثبات همواره صعودی نبوده، بلکه از اواسط اردیبهشت ماه ۹۷ به بعد روند نزولی به خود گرفته است. ضمناً از سال ۹۲ تا سال ۹۶ مقدار پایین و تقریباً ثابتی داشته‌اند.



شکل ۴: روند تاریخی سپرده‌های تاحدودی با ثبات (فروردین ۹۲ تا فروردین ۱۴۰۰)، (یافته‌های تحقیق).

Fig. 4: The historical trend of partly stable deposits from 1392 to 1400

– سپرده کم ثبات: روند تاریخی سپرده‌های کم ثبات به صورت ذیل می‌باشد.

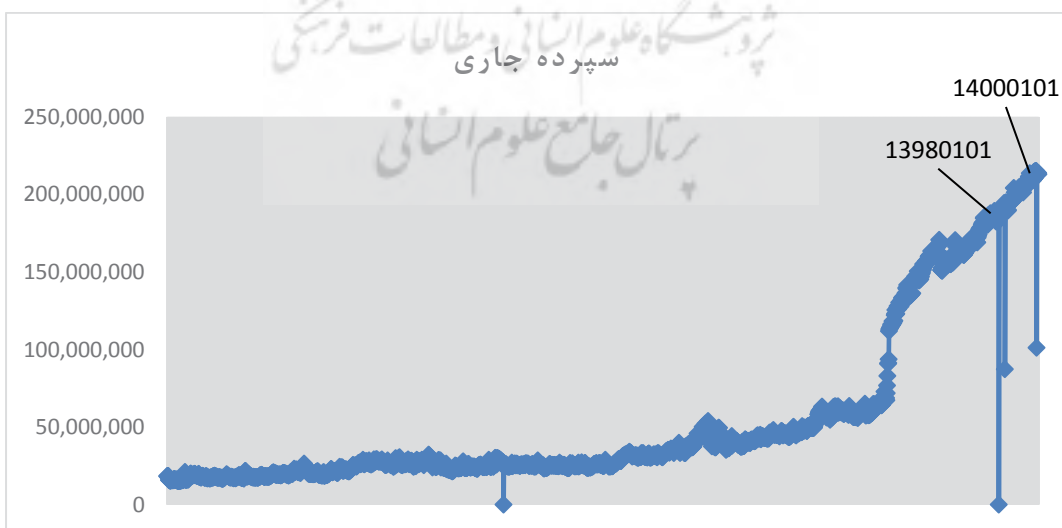


شکل ۵: روند تاریخی سپرده‌های کم ثبات (فروردین ۹۲ تا فروردین ۱۴۰۰)، (یافته‌های تحقیق).

Fig. 5: The historical trend of low stable deposits from 1392 to 1400

همان‌گونه که از نمودار بالا قابل مشاهده است، روند سپرده‌های کم ثبات تقریباً صعودی بوده است؛ البته در برخی از موارد پرش به پایین و بالا داشته‌اند که در بالا قابل مشاهده است.

– **سپرده جاری:** بانک موردنظر از آن‌دسته از بانک‌هایی بوده است که سهم سپرده جاری در کل سپرده‌ها در این بانک در بین بانک‌های خصوصی در رتبه خوبی قرار دارد. سپرده جاری از این جهت که بدون سود برای مشتری و بدون هزینه برای بانک است، برای بانک مفید می‌باشد.

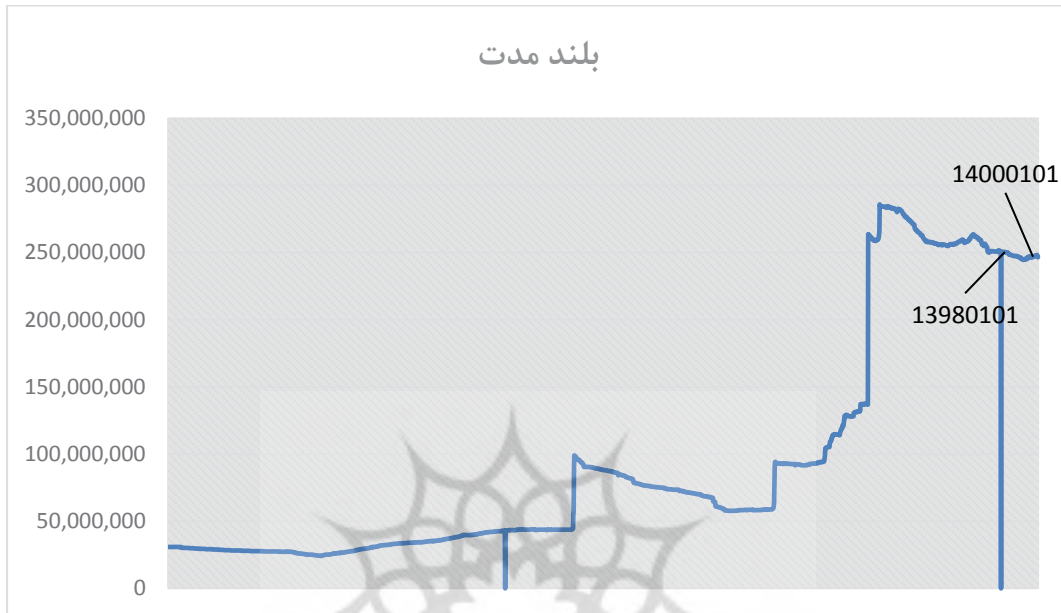


شکل ۶: روند سپرده‌های جاری (فروردین ۹۲ تا فروردین ۱۴۰۰)، (یافته‌های تحقیق).

Fig. 6: The trend of current deposits from 1392 to 1400

همان‌گونه که از نمودار قابل مشاهده است، سپرده‌های جاری تقریباً صعودی بوده‌اند.

– **سپرده بلندمدت:** منظور از سپرده بلندمدت، سپرده یک‌ساله و بیشتر می‌باشد. بد نیست به روند سپرده‌های بلندمدت در بانک نگاهی داشته باشیم.

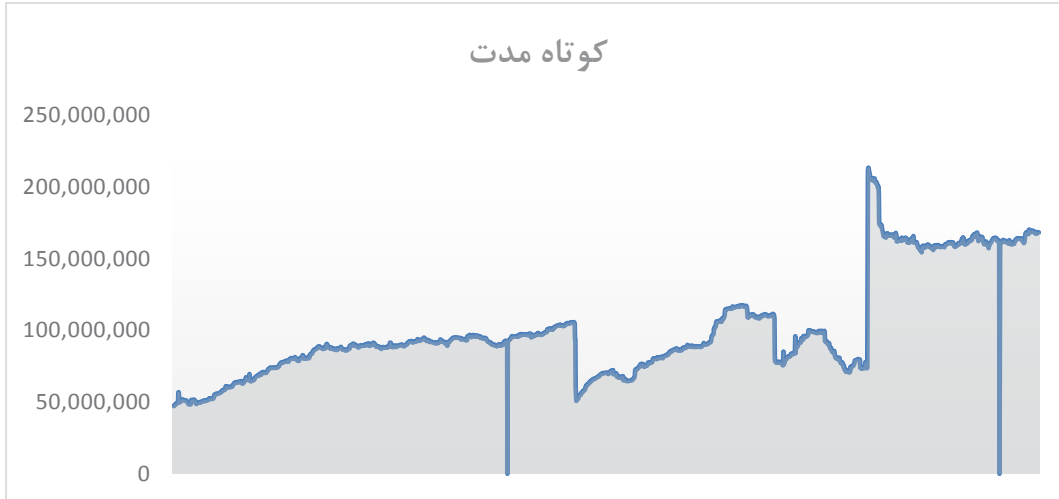


شکل ۷: روند سپرده‌های بلندمدت (فروردین ۹۲ تا فروردین ۱۴۰۰)، (یافته‌های تحقیق).

Fig. 7: The trend of long-term deposits from 1392 to 1400

همان‌گونه که از نمودار بالا قابل مشاهده است، سپرده‌های بلندمدت بانک روند صعودی داشته، اما در برخی از بازه‌ها روند نزولی شده است. همان‌طوری که از نمودار مشخص است در حدود دو سال اخیر روند سپرده‌های بلندمدت نزولی بوده است. دلیل این موضوع به دلیل افزایش تورم و پیشی گرفتن از نرخ سود سپرده‌های بانکی و در نتیجه کاهش تمایل سپرده‌گذاری در بانک‌ها به صورت بلندمدت می‌باشد.

– **سپرده کوتاه‌مدت:** اگر به روند تاریخی سپرده‌های کوتاه‌مدت در ۲۵۰۰ روز اخیر نگاهی داشته باشیم، می‌بینیم که روند نامعینی داشته‌اند. در نمودار ۸ این موضوع دیده می‌شود.



شکل ۸: روند تاریخی سپرده کوتاه مدت از (فروردین ۹۲ تا فروردین ۱۴۰۰)، (یافته‌های تحقیق).

Fig. 8: The historical trend of short-term deposit from 1392 to 1400

همان گونه که از نمودار بالا قابل مشاهده است سپرده کوتاه مدت از تیر ۹۷ به بعد تقریباً صعودی شده است. سپرده‌های کوتاه مدت جذابیت بیشتری پیدا کرده‌اند، به دلیل این که اهمیت بیشتری برای سپرده‌گذاران باتوجه به تورم و... پیدا کرده‌اند.

– **سپرده قرض الحسنه:** سپرده قرض الحسنه بانک خصوصی نسبت به سایر دسته‌بندی‌های سپرده این بانک، روند صعودی بیشتری و با شیب بیشتری داشته است که این یک نکته مثبت برای این بانک می‌باشد.



شکل ۹: روند تاریخی سپرده‌های قرض الحسنه (فروردین ۹۲ تا فروردین ۱۴۰۰)، (یافته‌های تحقیق).

Fig. 9: The historical trend of qarzol-ha-sa-ne deposits from 1392 to 1400

– سپرده حساس به خدمت: روند تاریخی سپرده حساس به خدمت در ۲۵۰۰ روز به صورت ذیل است. همان‌گونه که قابل مشاهده است سپرده حساس به خدمت تقریباً صعودی است.



شکل ۱۰: روند تاریخی سپرده حساس به خدمت بانک (فروردین ۹۲ تا فروردین ۱۴۰۰)، (یافته‌های تحقیق).

Fig. 10: The historical trend of sensitive deposit to the bank service from 1392 to 1400

همان‌گونه که از نمودار بالا قابل مشاهده است، سپرده حساس به خدمت روند صعودی دارد ضمناً از سال ۱۳۹۶ به بعد روند صعودی با نرخ شدیدتر به خود گرفته است؛ البته در برخی از نقاط پرش به پایین دارد.

– سپرده حساس به تسهیلات: همان‌گونه که از نمودار ذیل قابل مشاهده است، سپرده حساس به تسهیلات در ابتدا روند نزولی داشته و سپس روند صعودی داشته است. ضمناً شیب حالت صعودی آن بیشتر از حالت نزولی است.



شکل ۱۱: روند تاریخی سپرده حساس به تسهیلات (فروردین ۹۲ تا فروردین ۱۴۰۰)، (یافته‌های تحقیق).

Fig. 11: The historical trend of sensitive deposit to the bank facilities from 1392 to 1400

همان گونه که مشاهده می‌شود، سپرده حساس به تسهیلات روند نزولی داشته و پس از اوایل خردادماه ۹۶ به بعد این سپرده روند صعودی به خود گرفته است.

– **سپرده حساس به سود:** روند تاریخی سپرده حساس به سود از (فروردین ۹۲ تا فروردین ۱۴۰۰) به صورت ذیل است.

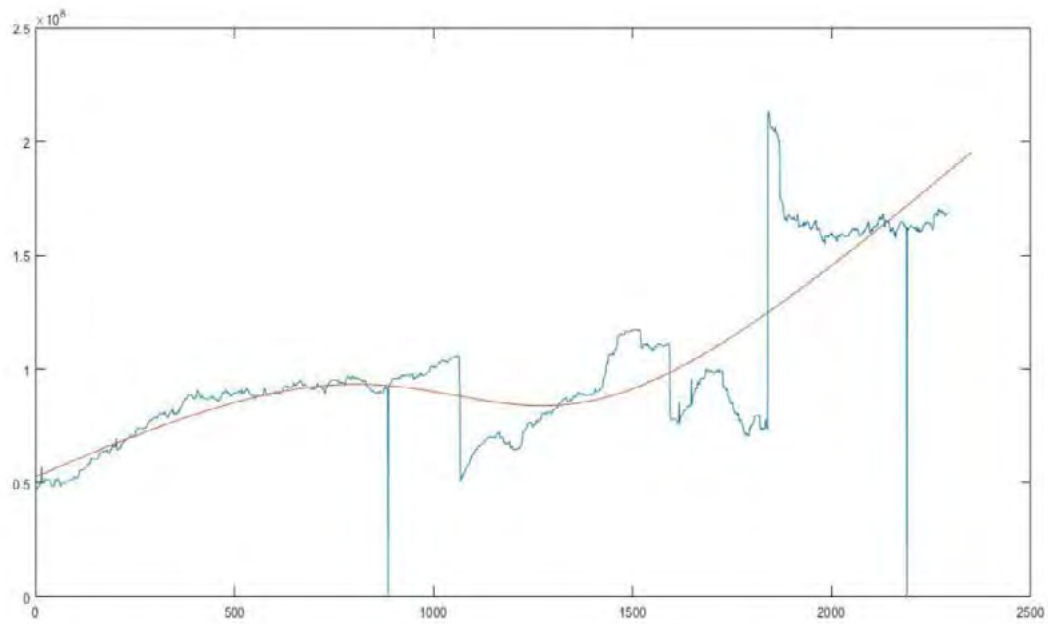


شکل ۱۲: روند تاریخی سپرده حساس به سود بانک (فروردین ۹۲ تا فروردین ۱۴۰۰)، (یافته‌های تحقیق).

Fig. 12: The historical trend of sensitive deposit to the bank profit from 1392 to 1400

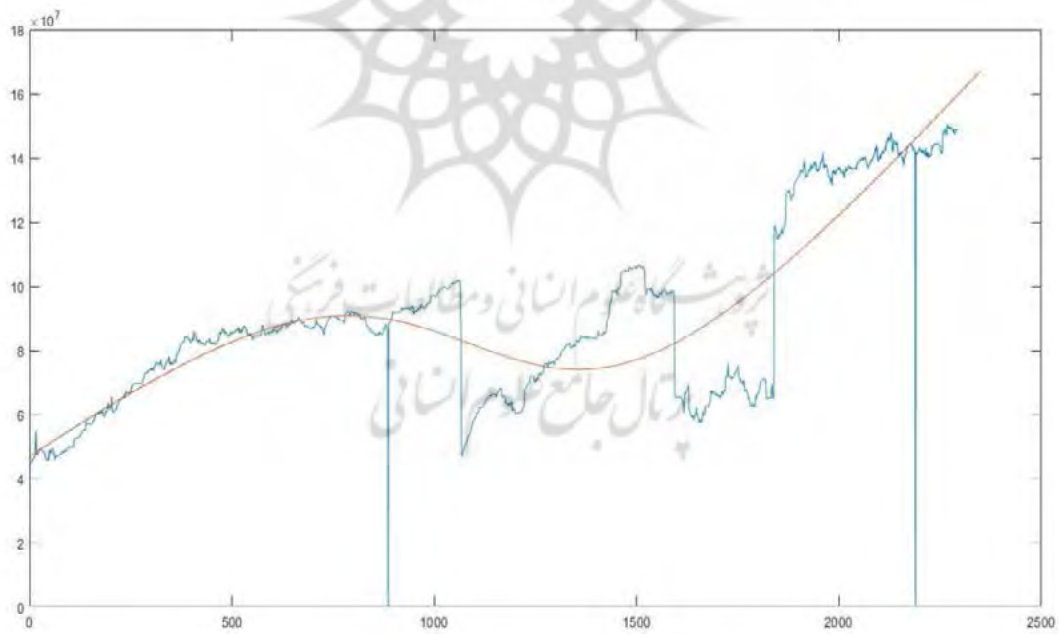
همان گونه که قابل مشاهده است، سپرده حساس به سود روند صعودی در اوایل سال ۱۳۹۷ به یک‌باره نسبت به قبل پرش کرده است و سپس نزولی شده است. دلیل این مسأله به این است که سپرده حساس به سود، به سود بسیار حساس بوده و با توجه به تغییرات آن تغییر پیدا می‌کند. با توجه به سیاست بانک مرکزی در سال‌های اخیر مبنی بر کاهش نرخ سود سپرده‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت و همچنین تمایل کمتر مردم به سپرده‌گذاری با نرخ سود پایین‌تر این قضیه اتفاق افتاده است.

– **پیش‌بینی‌های حاصله براساس روش یادگیری ماشینی:** در اینجا براساس الگوریتم پس‌انتشار که در مورد آن توضیح دادیم به پیش‌بینی داده‌ها به روش یادگیری ماشینی می‌پردازیم. نمودارهای پیش‌بینی‌ها به صورت ذیل است. دقت شود که خط قرمز نشان‌دهنده روند نمودار می‌باشد و خط آبی خود داده‌های بانک است که به نوعی براساس روند پیش‌بینی صورت می‌گیرد.



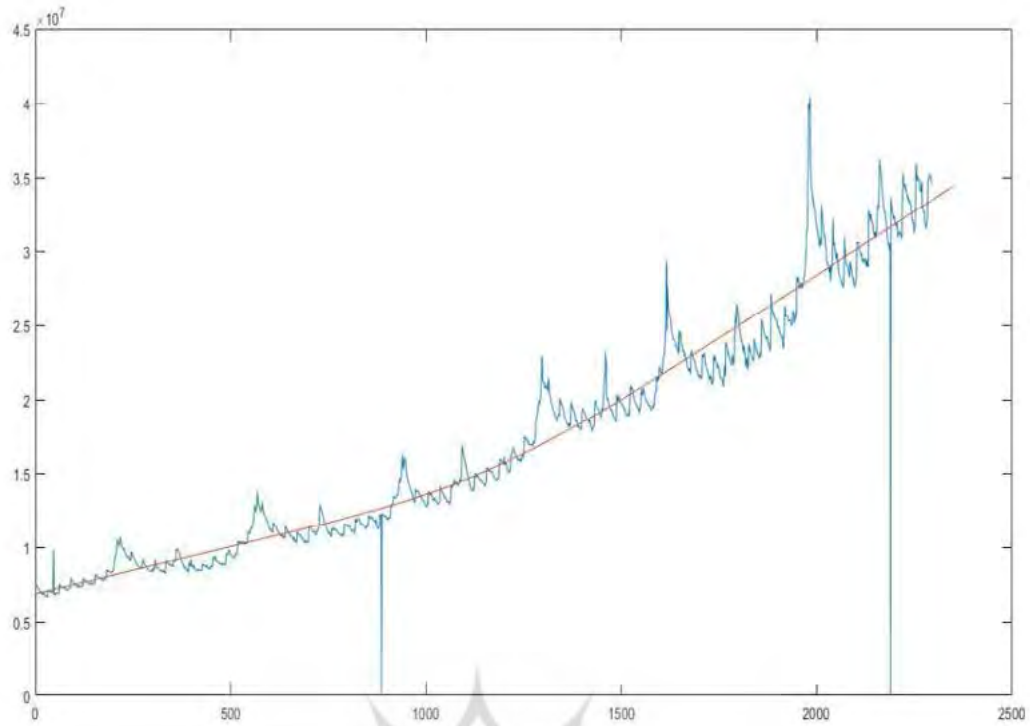
شکل ۱۳: روند و پیش‌بینی سپرده کوتاه‌مدت (یافته‌های تحقیق).

Fig. 13: Trend and prediction of short-term deposit



شکل ۱۴: روند و پیش‌بینی سپرده کم‌ثبات (یافته‌های تحقیق).

Fig. 14: Trend and prediction of low stable deposit



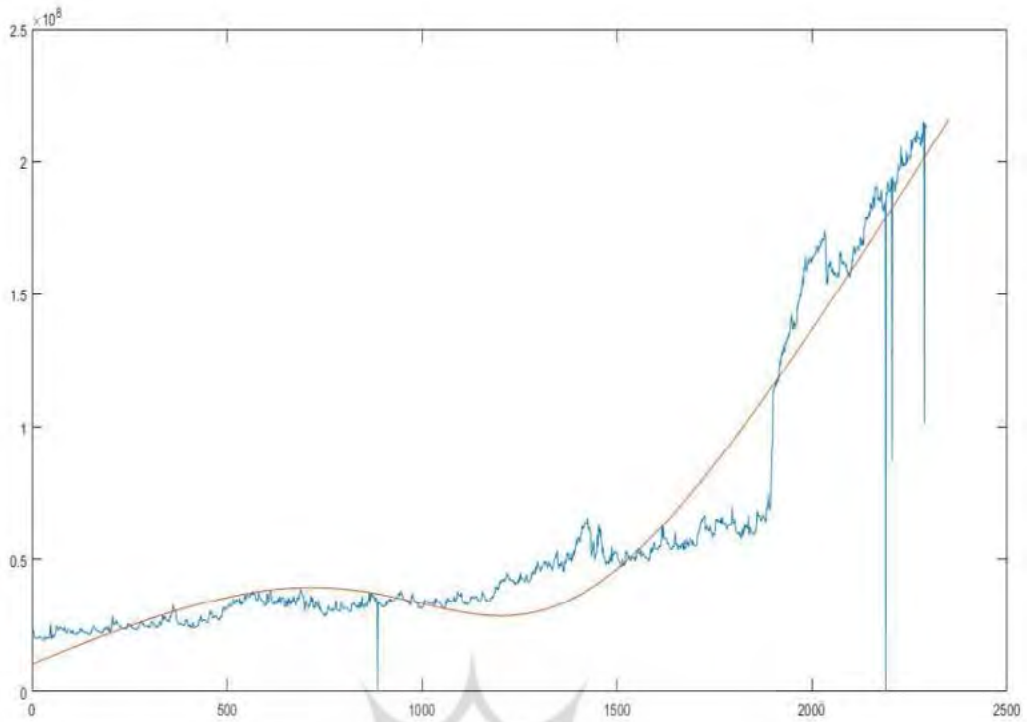
شکل ۱۵: روند و پیش‌بینی سپرده قرض الحسنه (یافته‌های تحقیق).

Fig. 15: Trend and prediction of qarzol-ha-sa-ne deposits



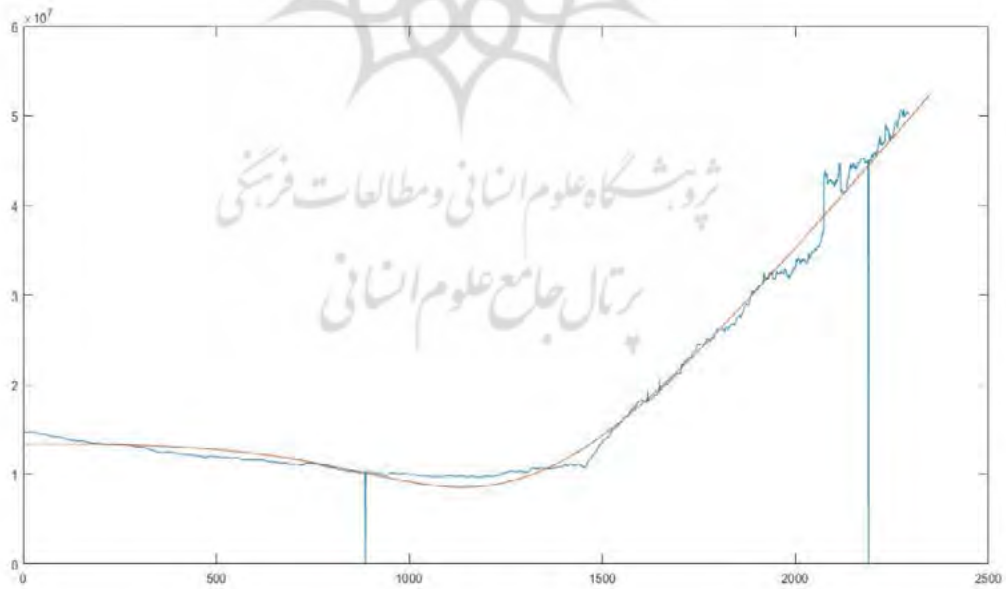
شکل ۱۶: روند و پیش‌بینی سپرده حساس به سود (یافته‌های تحقیق).

Fig. 16: Trend and prediction of of sensitive deposit to the bank profit



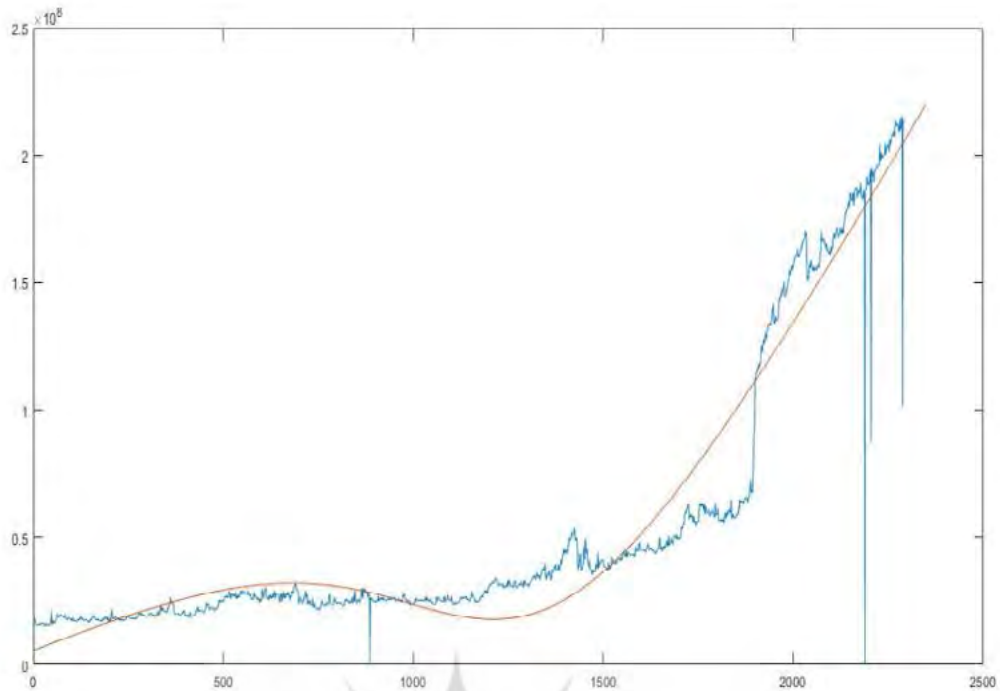
شکل ۱۷: سپرده حساس به خدمات (یافته‌های تحقیق).

Fig. 17: Trend and prediction of of sensitive deposit to the bank services



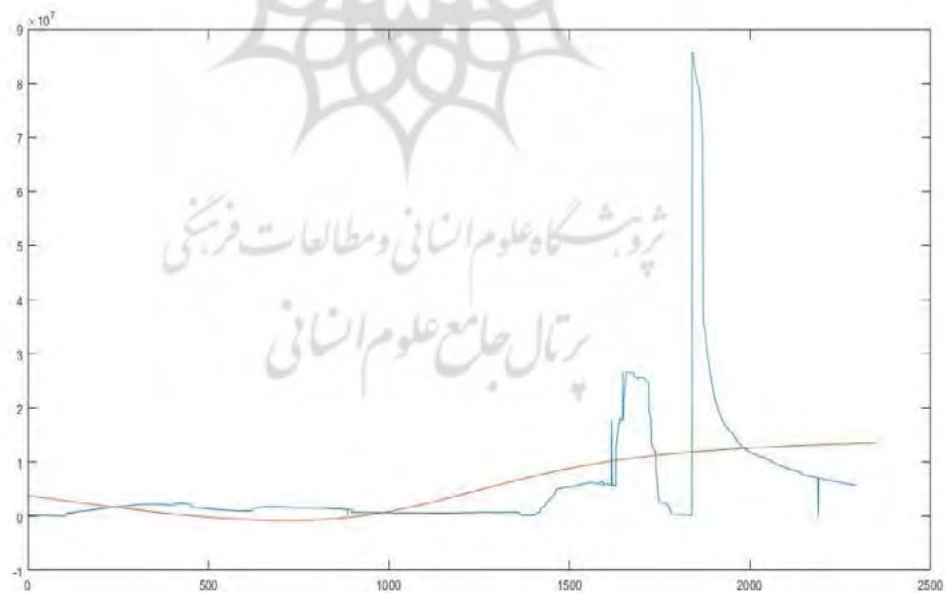
شکل ۱۸: روند و پیش‌بینی سپرده حساس به تسهیلات (یافته‌های تحقیق).

Fig. 18: Trend and prediction of of sensitive deposit to the bank facilities



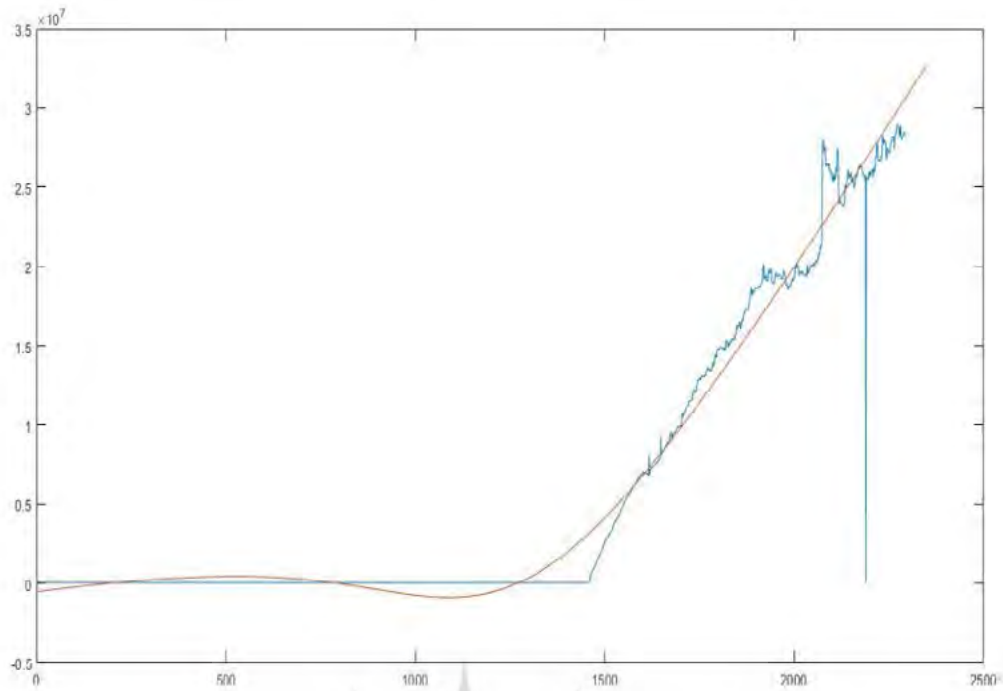
شکل ۱۹: سپرده جاری و روند پیش‌بینی آن (یافته‌های تحقیق).

Fig. 19: Current deposit and its forecasting process



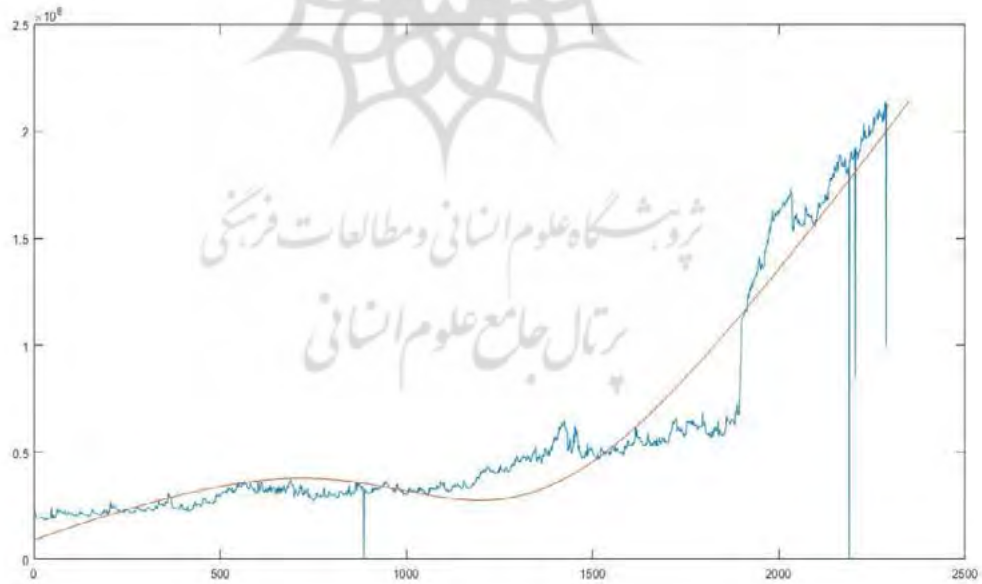
شکل ۲۰: سپرده تا حدودی با ثبات (یافته‌های تحقیق).

Fig. 20: Trend and prediction of of partly stable deposit



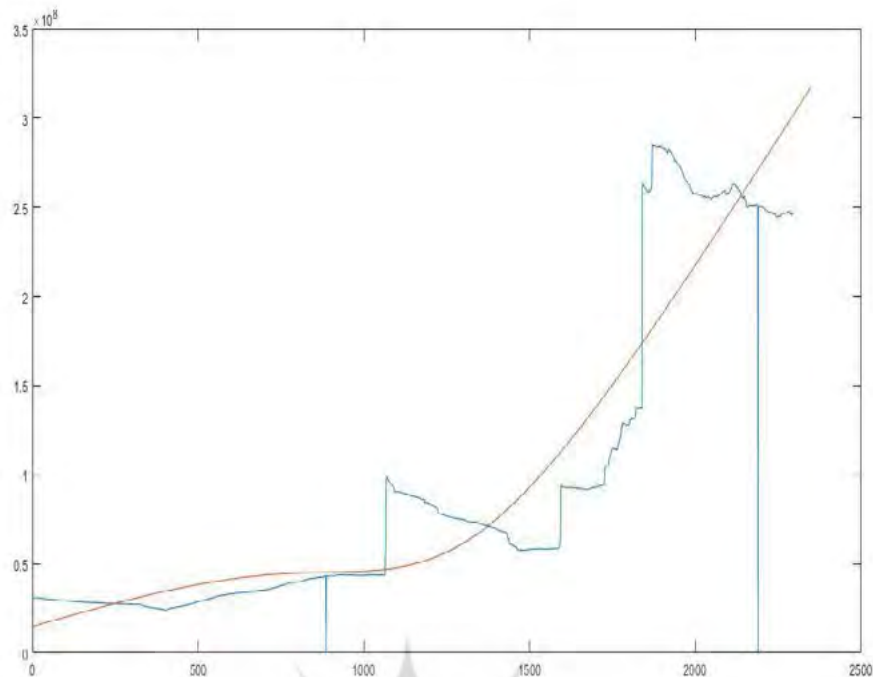
شکل ۱: سپرده تا حدودی بی‌ثبات و روند پیش‌بینی آن (یافته‌های تحقیق).

Fig. 21: Trend and prediction of of partly unstable deposit



شکل ۲۲: سپرده بی‌ثبات و روند پیش‌بینی آن (یافته‌های تحقیق).

Fig. 22: Trend and prediction of of partly stable deposit



شکل ۲۳: سپرده بلندمدت و روند پیش‌بینی آن (یافته‌های تحقیق).

Fig. 23: Trend and prediction of of partly stable deposit



شکل ۲۴: سپرده با ثبات و روند پیش‌بینی آن (یافته‌های تحقیق).

Fig. 24: Trend and prediction of of stable deposit

– **دقت خطای پیش‌بینی:** باتوجه به این که پیش‌بینی به روش یادگیری ماشین و با استفاده از الگوریتم گفته شده شیب نزول داده‌ها (حالتی که داده‌ها دسته‌بندی‌پذیر خطی در بین یک‌دیگر نیستند و وزن‌ها از طریق این الگوریتم پیدا می‌شود که ما نیز در اینجا از همین روش رفته‌ایم.) به پیش‌بینی داده‌ها پرداخته می‌شود و ضمن این که باتوجه به این که از توابع پیوسته و مشتق‌پذیر استفاده می‌شود، این روش فاقد تحلیل حساسیت و همچنین دارای خطای مینیمم باتوجه به تعداد واحدهای زیاد و موازی می‌باشد. به‌نوعی یکی از مزایای این روش آن است که براساس تغییرات و وزن‌های اثردهی داده‌ها از ابتدای دوره، داده‌ها را یادگیری می‌دهد که این موضوع در روش رگرسیون دنبال نمی‌شود؛ هرچند که مورد گفته شده به‌نوعی برتری این روش است. ضمناً مطابق تئوری‌های اثبات شده ریاضی این الگوریتم یادگیری ماشین کمترین خطای پیش‌بینی نسبت به سایر روش‌های یادگیری ماشین را دارا می‌باشد.

۵. نتیجه‌گیری

همان‌گونه که از نمودارهای پیش‌بینی مشخص است، پیش‌بینی برای هر یک از سپرده‌ها، در حدود ۳۵۰ روز آینده به‌دست آمده است که در واقع در نمودارهای بالا بعد از خط عمودی، پیش‌بینی می‌باشد که باتوجه به روش یادگیری ماشین و قابلیت‌های آن به‌دست آمده است. همان‌طور که به‌طور کلی از نمودارها قابل پیش‌بینی است؛ سپرده بلندمدت، تاحدودی باثبات و سپرده باثبات روند نزولی در آینده در بانک مزبور به خود خواهند گرفت و سپرده بی‌ثبات و حساس به سود نیز روند نزولی به خود خواهند گرفت.

باید به این نکته دقت کرد با پیش‌بینی هر یک از سپرده‌ها، امکان پیش‌بینی بودجه بلنک نیز وجود دارد که البته باتوجه به بهینه‌سازی این موضوع میسر می‌باشد. درخصوص تعداد اندکی از نمودارها همان‌گونه که مشاهده می‌شود فاصله مقدار پیش‌بینی با مقدار واقعی کمی زیاد است که به‌هرحال باتوجه به این که روش یادگیری ماشین به‌دنبال پیش‌بینی بر مبنای کلیه اطلاعات گذشته با وزن‌دهی به داده‌ها در طی دوره زمانی می‌باشد و نوسانات در برخی از داده‌ها زیاد می‌باشد، این انحراف کمی قابل توجیه است؛ ضمن این که روش رگرسیون روش دیگری از پیش‌بینی می‌باشد که می‌تواند براساس اطلاعات اندکی در گذشته و نه صرفاً کلیه اطلاعات گذشته، پیش‌بینی داشته باشد؛ حال آن که نوسانات دوره‌های اولیه را نادیده می‌گیرد، ولی انحرافات را در طول دوره پیش‌بینی کاهش می‌دهد که به‌هرحال هر یک از این روش‌ها محدودیت‌های مربوط به خود را دارند که در این مقاله به روش پیش‌بینی یادگیری ماشین استناد شد.

سپاسگزاری

در پایان نویسندگان بر خود لازم می‌دانند که از بخش آمار و اطلاعات بانک انصار برای بهبود و رونق بخشیدن به متن مقاله قدردانی نمایند.

درصد مشارکت نویسندگان

در این مقاله، نویسنده اول، ارائه ایده اولیه و مدل سازی و تخمین مدل، نویسنده دوم جمع آوری آمار و اطلاعات و تحلیل داده‌ها، نویسنده سوم مدیریت تحقیق، مبانی نظری و تحلیل یافته‌ها و نتایج تحقیق، نویسنده چهارم: پیشینه تحقیق و نویسنده پنجم نگارش و بازخوانی انتقادی را به عهده داشته‌اند.

تضاد منافع

نویسندگان ضمن رعایت اخلاق نشر در ارجاع‌دهی، نبود تضاد منافع را اعلام می‌دارند.

کتابنامه

- اختیاری، مصطفی؛ و عالم‌تبریز، اکبر، (۱۳۹۴). «بهینه‌سازی پرتفوی منابع و مصارف بانک‌ها با استفاده از برنامه‌ریزی خطی (مورد مطالعه: بانک صادرات ایران)». *فصلنامه چشم‌انداز مدیریت مالی*، دوره ۵ (۱۲): ۱۳۴-۱۵۸. https://jfmp.sbu.ac.ir/article_94704.html
- پورزرندی، ابراهیم؛ البرزی، محمود؛ حسین‌زاده‌لطفی، فرهاد؛ وشه‌ریاری، مجید، (۱۳۹۲). «طراحی مدل ریاضی به منظور پیش‌بینی ساختار دارایی و بدهی‌ها در سیستم بانکی». *مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار*، ۴ (۱۵): ۷۵-۹۱.
- دائی کریم‌زاده، سعید، (۱۳۹۵). «ترکیب بهینه تسهیلات مشارکتی بانک‌های تجاری ایران در بخش‌های اقتصادی با استفاده از نظریه فرا مدرن سبد سرمایه‌گذاری». *فصلنامه مدیریت و دارایی تامین مالی*، ۴: ۱۷-۲۸. DOI: [10.22108/amf.2016.21105](https://doi.org/10.22108/amf.2016.21105)
- خالوزاده، حمید؛ و امیری، نسیم، (۱۳۸۴). «تعیین سبد سهام بهینه در بازار بورس براساس نظریه‌های مربوطه». *فصلنامه تحقیقات اقتصادی*، ۴۱ (۲): ۷۳. https://jte.ut.ac.ir/article_18272.html
- شهیکی‌تاش، محمدمهدی؛ و محمدپور، کامران، (۱۳۹۴). «ارزیابی ساختار سپرده‌های بانکی در ایران». *فصلنامه علمی مدل‌سازی اقتصادی*، ۹ (۳۱): ۶۱-۸۱. https://journals.iau.ir/article_558966.html
- عبدالعلی‌زاده‌شهیر، سیمین؛ و عشقی، کوروش، (۱۳۸۲). «کاربرد ژنتیک در مجموعه دارایی سبد اوراق بهادار». *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران*، ۵ (۱۷): ۱۷۵-۱۹۲. https://ijer.atu.ac.ir/article_3872.html?lang=fa
- عسکرزاده، غلامرضا، (۱۳۸۵). «مدل‌سازی ریاضی تعیین ترکیب بهینه پرتفوی تسهیلات اعطایی در مؤسسات مالی و اعتباری». *پژوهش‌نامه حقوق اسلامی*، ۷ (۴): ۱۳۰-۱۰۷. https://ilr.isu.ac.ir/article_76998.html

- غریب، ایمان؛ و کوشا، عماد، (۱۳۹۸). «بهینه‌سازی سبد مشتریان بانک در گروه بانکداری خرد با استفاده از الگوریتم ژنتیک (مطالعه موردی بانک انصار)». فصلنامه راهبرد مدیریت مالی، ۷: ۱۶۴-۱۴۷.

DOI: [10.22051/jfm.2019.24698.1981](https://doi.org/10.22051/jfm.2019.24698.1981)

- قندهاری، مهسا؛ شمشیری، عظیمه؛ و فتحی، سعید، (۱۳۹۶). «بهینه‌سازی سبد سهام بر مبنای روش‌های تخمین ناپارامتریک». پژوهش در مدیریت تولید و عملیات، ۸(۱): ۱۷۵-۱۸۴. doi:

[10.22108/jpom.2017.21552](https://doi.org/10.22108/jpom.2017.21552)

- مهرآرا، محسن؛ و صادقیان، کبری، (۱۳۸۷). «تعیین ترکیب بهینه وام در بخش‌های اقتصادی: (مطالعه موردی بانک سامان)». فصلنامه اقتصاد مالی، ۵ (۲): ۱۱۶-۱۳۴.

DOR: [20.1001.1.25383833.1387.2.5.7.9](https://doi.org/20.1001.1.25383833.1387.2.5.7.9)

- محمودی‌ازناوه، احمد، (۱۳۹۶)، ارائه بحث یادگیری ماشین و مجموعه‌های جداپذیر خطی. دانشگاه شهید بهشتی تهران.

- عباسیان، عزت‌اله؛ و محمودی، وحید، (۱۳۹۲). «حد بهینه پرتفوی سرمایه‌گذاری شرکت‌های بیمه شامل دارایی‌های ریسکی و غیرریسکی با استفاده از مدل مارکوویتز (مطالعه موردی یک شرکت بیمه)». فصلنامه پژوهشنامه بیمه، ۲(۳)، ۱۸۵-۱۹۹. doi: [10.22056/ijir.2013.03.01](https://doi.org/10.22056/ijir.2013.03.01)

- یزدان‌پناه؛ احمد؛ و عباسی، طیبه، (۱۳۹۰). «بهینه‌سازی سبد دارایی یک بانک نمونه». پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه الزهراء، وزارت علوم تحقیقات و فناوری (منتشر نشده).

- یزدان‌پناه، احمد؛ و شکیب‌حاجی‌آقا، سکینه، (۱۳۸۸). «عوامل مؤثر بر ریسک نقدینگی بانک‌ها (مطالعه موردی بانک ملت)». فصلنامه دانش مالی تحلیل اوراق بهادار، ۳: ۲۷-۵۴. https://journals.srbiau.ac.ir/article_4970.html

- Abbasian E., Mahmoudi, V. & Armian, S., (2013). "Optimum portfolio selection based on markowitz mean-variance model: A case study of an insurance company". *Iranian Journal of Insurance Research (IJIR)*, 3(5): 185-199. <https://doi.org/10.22056/ijir.2013.03.01> (In Persian).

- Abdolalizadeh Shahir, S. & Eshghi, K. (2004). "Application of genetic Algorithm in portfolio selection problem". *Iranian journal of Economic Research*, 5(17): 175-179. https://ijer.atu.ac.ir/article_3872.html (In Persian).

- Allred, A. T. & Addams, H. L., (2000). "Service quality at banks and credit unions: what do their customers say?". *International Journal of Bank Marketing*, 18 (4): 200-207.

- Andreoni, L., Barga, M. D. & Carluccio E. M. (2007). *New Frontiers in Banking Services*. Berlin: Springer.

- Askarzadeh, Gh., (2006). "Mathematical Modeling for Determining the Optimal Portfolio Composition for Credit Facilities in Financial and Credit Institutions". *Journal of*

Islamic Law Research, 7(4): 107-130. https://ilr.isu.ac.ir/article_76998.html?lang=en (In Persian)..

- Barfield, J., Raiborn, C. A. & Kinney, M. R., (2000). *Cost Accounting: Traditions and Innovations*. Fourth Edition, South – Western College Publishing, Ohio.

- Chiang, A. C., (1994). *Osnovne metode matematičke ekonomije*. Third Edition, Mate, Zagreb.

- Chorafas, N. D., (1991). *Obiettivo profitto-dal controllo dei costi al pricing nell'impresa banca*. 120 Edibank-Iceb srl., Milano.

- Cox, D. & Cox, M., (2006). *The Matematic of Banking and Finance*. John Wiley & Sons Ltd, Chichester.

- Daei Karimzadeh, S., (2017). “The Optimal Portfolio of Shared Contracts of Iranian Commercial Banks in Economic Sectors (based on Post-modern Portfolio Theory)”. *Journal of Asset Management and Financing*, 4(4): 17-28. Doi: [10.22108/amf.2016.21105](https://doi.org/10.22108/amf.2016.21105) (In Persian).

- Ekhtiari, M. & Alam Tabriz, A. (2014). “Optimizing the portfolio of banks' resources and expenses using linear programming (case study: Bank Saderat Iran)”. *Financial Management Perspectives Quarterly*, 5(12): 134-158. https://jfmfp.sbu.ac.ir/article_94704.html (In Persian).

- Freixas, X. & Rochet, J. C., (1999). *Microeconomics of Banking*. The MIT Press, Cambridge.

- Harvey, M., Myers, M. B. & Novicevic, M. M., (2003). “The managerial issues associated with global account management”. *Journal of Management Development*, 22 (2): 103-129.

- Heffernan, S., (2005). *Modern banking*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd,.

- Helliard, C., Cobb, I. & Innes, J., (2002). “A longitudinal case study of profitability reporting in a bank”. *The British Accounting Review*, 34 (1): 27-53.

- Hussain, M. & Gunasekaran, A., (2001). “Activity-based cost management in financial services industry”. *Managing Service Quality*, 11 (3): 213-226.

- Khaluzadeh, H. & Amiri, N., (2004). “determining the optimal stock portfolio in the stock market based on relevant theories”. *Economic Research Quarterly*, 41(6): https://jte.ut.ac.ir/article_18272.html (In Persian)..

- Kosha, E. & Gharib, I., (2019). “Optimization of Ansar bank's Customer Loan portfolio using genetic algorithm (Case study of Ansar Bank)”. *Journal of Financial Management Strategy*, 7(4): 125-150. Doi: [10.22051/jfm.2019.24698.1981](https://doi.org/10.22051/jfm.2019.24698.1981) (In Persian)..

- Kwan, S.H. & Wilcox, J. A., (2002). “Hidden cost reductions in bank mergers: Accounting for more productive banks”. *Research in Finance*, 19: 109-124.

- Lapin, L. L., (1987). *Statistic for Modern Business Decision*. Fourth Edition, HBJ, Orlando.

- Mehrara, M. & Sadeghian, S., (2008). "The management of optimal loan portfolio in banking sector: the case study of the Bank-e Saman". *Financial Economics Quarterly*, 5(2): 116-134. Doi: [20.1001.1.25383833.1387.2.5.7.9](https://doi.org/10.1001.1.25383833.1387.2.5.7.9) (In Persian).
- Nocedal, J. et al., (2006). *Operations in Linear Programming*. Printed by: Springer.
- Porzarandi, E. et al., (2012). "Designing a mathematical model to predict the structure of assets and liabilities in the banking system". *Journal of Financial Engineering and Securities Management*, 4(15): 51-77. <https://fej.ctb.iau.ir/> (In Persian).
- Presco et al., (2012). *Designing Banking Deposit Management, by Optimization*, Croatian Operational Research Review, VOL. 2.
- Shahiki Tash, M. M. & Mohammad Pour, K., (2014). "evaluation of the Market structure of bank deposits in Iran". *Quarterly Journal of Economic Modeling*, 9(3): 61-81. <https://sanad.iau.ir/journal/eco/Article/558966?jid=558966> (In Persian).
- Sinkey, S., (2001). *Banking Activities*. The British Accounting Review.
- Stephen, W., (2007). *Linear Programming With Matlab*. Societ with Industrial Mathematics
- Yazdan Panah, A. & Abbasi, T., (2011). "Optimizing the asset portfolio of a sample bank". Master's thesis of Al-Zahra University, Ministry of Science, Research and Technology (In Persian).

