



## Providing a Multi-objective Mathematical Model for Optimizing the Equipment and Allocation of Financial Resources of the Banking System

**Azizollah Soltani**

Ph.D. Candidate, Department of Industrial Management, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran. E-mail: asoltani@qiau.ac.ir

**Reza Ehtesham Rasi \***

\*Corresponding Author, Assistant Prof., Department of Industrial Management, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran. E-mail: ehteshamrasi@qiau.ac.ir

**Sadegh Abedi**

Assistant Prof., Department of Industrial Management, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran. E-mail: abedi@qiau.ac.ir

### Abstract

**Objective:** As economic enterprises that seek to earn a profit, banks collect and accept financial resources from depositors in the form of financial intermediaries. They allocate the resources to economic activities (investors) by providing various facilities. Therefore, banks play a very sensitive and important role in the economic system of a country and have a significant effect in regulating the economic relationships in society. Banks need to pay attention to the accurate allocation of facilities and resources. Accordingly, in today's financial landscape, effective asset and debt management has become a crucial component for the success of banks and other financial institutions. It is now essential to optimize the provision and allocation of financial resources in the banking system to reduce the costs of collecting financial resources and increase income via the distribution of financial resources in the form of various facilities. Introducing a multi-objective mathematical model and considering the limitations of the problem, this study seeks to present a mathematical model for equipping and optimal allocation of financial resources.

**Methods:** After reviewing the literature and previous studies conducted in the field of the research topic, using the opinions of banking experts, the researchers defined the objectives of the study as maximizing the income from the allocation of resources and minimizing the costs from the collection of resources. The first objective was defined to maximize the income from the payment of facilities (allocation of financial resources) and the second objective was defined to minimize the costs of the collection of financial resources (equipment of financial resources). The objectives were determined according to the rules and regulations of the Iran Central Bank as well as the financial regulations governing the business of the Iranian banking system. After defining and coding the

model, the problem was solved using meta-heuristic algorithms. Finally, the effectiveness of the algorithms in providing the desired answer was assessed. Due to the NP-HARD nature of the problem, three meta-heuristic algorithms NSGAI, MOPSO, and CUCKOO were chosen to solve the problem. Due to the high efficiency of the MATLAB program, this software was used to perform the coding and calculations.

**Results:** The results of the research indicated that the credit and operational risks of the bank will be reduced in case the banking system's resources are equipped and allocated scientifically. The achieved results from the evaluation of the algorithms confirmed the superiority of the mass particle swarm algorithm (MOPSO) over the other two algorithms. Long calculation time was found to be one of the disadvantages of genetic algorithms. Also, in the evaluation of various indices, the cuckoo algorithm did not demonstrate any significant advantage over the other two algorithms under scrutiny.

**Conclusion:** The results showed that thanks to its optimal allocation of financial resources, the model presented by this study can significantly increase the profitability of banks.

**Keywords:** Meta-heuristic algorithm, Multi-objective mathematical model, Resource allocation, Resource equipping.

**Citation:** Soltani, Azizollah; Ehtesham Rasi, Reza & Abedi, Sadegh (2023). Providing a Multi-objective Mathematical Model for Optimizing the Equipment and Allocation of Financial Resources of the Banking System. *Industrial Management Journal*, 15(2), 272-298. (in Persian)

---

Industrial Management Journal, 2023, Vol. 15, No 2, pp. 272-298  
Published by University of Tehran, Faculty of Management  
<https://doi.org/10.22059/IMJ.2023.352863.1008011>  
Article Type: Research Paper  
© Authors

Received: December 23, 2022  
Received in revised form: May 09, 2023  
Accepted: May 10, 2023  
Published online: July 19, 2023





## ارائه مدل ریاضی چندهدفه برای بهینه‌سازی تجهیز و تخصیص منابع مالی سیستم بانکی

عزیزاله سلطانی

دانشجوی دکتری، گروه مدیریت صنعتی، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران. رایانامه: asoltani@qiau.ac.ir

رضا احتشام راثی\*

\* نویسنده مسئول، استادیار، گروه مدیریت صنعتی، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران. رایانامه: ehteshamrasi@qiau.ac.ir

صادق عابدی

استادیار، گروه مدیریت صنعتی، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران. رایانامه: abedi@qiau.ac.ir

### چکیده

**هدف:** بهینه‌سازی تجهیز و تخصیص منابع مالی در سیستم بانکی، به منظور کاهش هزینه‌های جمع‌آوری منابع مالی و نیز، افزایش درآمد ناشی از توزیع این منابع مالی در قالب انواع تسهیلات، از اهمیت بسیاری برخوردار است. در این پژوهش با معرفی یک مدل ریاضی چندهدفه، ضمن در نظر گرفتن محدودیت‌های مترتب بر مسئله، یک مدل ریاضی برای تجهیز و تخصیص بهینه منابع مالی ارائه شده است.

**روش:** پس از مرور ادبیات و بررسی مطالعات پیشین انجام‌شده در زمینه موضوع پژوهش، با بهره‌بردن از نظر خبرگان بانکی، توابع هدف پیشینه‌سازی درآمد ناشی از تخصیص منابع و کمینه‌سازی هزینه‌های ناشی از تجهیز منابع تعریف شد. در ادامه، محدودیت‌های حاکم بر مسئله با توجه به قوانین و مقررات بانک مرکزی و نیز، مقررات مالی حاکم بر کسب‌وکار سیستم بانکی تعریف شد. پس از تعریف و کدنویسی مدل، مسئله با استفاده از الگوریتم‌های فراابتکاری ژنتیک چندهدفه، بهینه‌سازی ازدحام ذرات و فاخته حل شد و در نهایت، میزان کارایی الگوریتم‌ها در ارائه جواب مطلوب، مقایسه شد.

**یافته‌ها:** نتایج پژوهش حاکی از آن است که در صورت تجهیز و تخصیص علمی منابع سیستم بانکی، ریسک‌های اعتباری و عملیاتی بانک کاهش می‌یابد.

**نتیجه‌گیری:** نتایج پژوهش نشان داد که چنانچه در سیستم بانکی از مدل ارائه‌شده در این پژوهش استفاده شود، سودآوری سیستم بانکی در نتیجه تجهیز و تخصیص بهینه منابع مالی، به میزان چشمگیری افزایش می‌یابد.

**کلیدواژه‌ها:** الگوریتم فراابتکاری، تجهیز منابع، تخصیص منابع، مدل ریاضی چندهدفه.

**استناد:** سلطانی، عزیزاله؛ احتشام راثی، رضا و عابدی، صادق (۱۴۰۲). ارائه مدل ریاضی چندهدفه برای بهینه‌سازی تجهیز و تخصیص منابع مالی سیستم بانکی. مدیریت صنعتی، ۱۵(۲)، ۲۷۲-۲۹۸.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۰۲

تاریخ ویرایش: ۱۴۰۲/۰۲/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۲۰

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۴/۲۸

doi: <https://doi.org/10.22059/IMJ.2023.352863.1008011>

مدیریت صنعتی، ۱۴۰۲، دوره ۱۵، شماره ۲، صص. ۲۷۲-۲۹۸

ناشر: دانشکده مدیریت دانشگاه تهران

نوع مقاله: علمی پژوهشی

© نویسندگان

## مقدمه

مسئله تجهیز و تخصیص منابع مالی (جمع‌آوری و مصرف منابع مالی) در سازمان‌هایی که به‌منظور کسب انتفاع ظهور یافته‌اند، اهمیت بسیار زیادی دارد. بانک‌ها به‌عنوان بنگاه‌های اقتصادی که به‌دنبال کسب سود هستند، در قالب واسطه‌های مالی اقدام به جمع‌آوری و پذیرش منابع مالی از سپرده‌گذاران و تخصیص این منابع به فعالیت‌های اقتصادی (سرمایه‌گذاران) در قالب انواع تسهیلات می‌کنند. مهم‌ترین و تأثیرگذارترین دارایی بانک‌ها در ترازنامه، تسهیلات اعطایی بانک‌ها به مشتریان است که در صورت تخصیص بهینه این تسهیلات (مصارف) توسط بانک بیشترین تأثیرگذاری را در کسب درآمد برای سیستم بانکی به‌دنبال خواهد داشت. از طرفی عمده‌ترین بدهی بانک در ترازنامه سپرده‌هایی است که بانک به‌عنوان منابع مالی از مشتریان خود می‌پذیرد. پذیرش این منابع مالی با هزینه‌هایی همراه می‌باشد که منجر به افزایش قیمت تمام شده این منابع می‌شود. بنابراین کمینه‌سازی هزینه‌های جذب منابع مالی به‌منظور کاهش قیمت تمام شده در نهایت، به افزایش سودآوری بانک‌ها منجر می‌شود. بانک‌ها منابع مالی خود را از محل پذیرش سپرده‌های مشتریان خود در قالب انواع حساب‌های قرض‌الحسنه پس‌انداز، انواع حساب‌های جاری (با دسته چک و بدون دسته چک)، سپرده‌های کوتاه مدت، سپرده‌های بلندمدت و اوراق گواهی سپرده تأمین می‌کنند. هرکدام از این سپرده‌ها هزینه‌هایی را برای بانک‌ها به‌دنبال خواهد داشت. پذیرش نامتوازن و غیرعلمی این سپرده‌ها که نرخ‌های قانونی متفاوتی هم نزد بانک مرکزی دارند و ترکیب نادرست این سپرده‌ها در پرتفوی منابع مالی بانک باعث تحمیل هزینه‌های بسیاری به سیستم بانکی می‌شود. از سوی دیگر بانک‌ها پس از جذب منابع مالی به‌منظور کسب انتفاع در صدد اعطای تسهیلات (تخصیص منابع مالی) در قالب انواع عقود مشارکتی و مبادله‌ای و نیز قرض‌الحسنه به فعالان بخش‌های مختلف اقتصادی (صنعت، کشاورزی، خدمات و بازرگانی، ساختمان و مسکن و صادرات) هستند. با ابلاغ بخش‌نامه بانک مرکزی مبنی بر یکسان شدن نرخ سود برای انواع عقود مشارکتی و مبادله‌ای بهینه‌سازی پرتفوی تسهیلات در بانک‌ها بیش از گذشته اهمیت پیدا کرده است. انواع عقود با نرخ‌های ذخیره‌گیری متفاوت نزد بانک مرکزی و نیز با مدت زمان بازپرداخت متفاوت اهمیت بهینه‌سازی سبد تسهیلات سیستم بانکی را دوچندان نمایان می‌سازد. با توجه به اینکه نظام مصرف پس‌اندازها در ایران یک نظام بانک پایه است، لذا بانک‌ها نقش بسیار حساس و مهمی را در نظام اقتصادی کشور ایفا نموده و در تنظیم روابط و مناسبات اقتصادی جامعه تأثیر بسزایی دارند. بنابراین بانک‌ها بایستی به تخصیص و تجهیز صحیح منابع اهتمام ورزند. به این منظور مدیریت دارایی و بدهی در شرایط متغیر اقتصادی کنونی یک عنصر کلیدی برای موفقیت بانک‌ها و دیگر مؤسسه‌های مالی است (اسلامی بیدگلی، مهرگان و غلامی، ۱۳۹۰).

تخصیص بهینه منابع مالی در بخش‌های مختلف اقتصادی منجر به هدفمندسازی وجوه جمع‌آوری شده توسط بانک‌ها شده و تخصیص بهینه مصارف نیز علاوه بر کسب بازدهی مازاد بر هزینه جذب منابع، موجب پاسخ‌گویی سریع و به‌موقع به مشتریان بانک‌ها خواهد شد (عالم تبریز و اختیاری، ۱۳۹۴).

در بخش تجهیز منابع مالی، بانک‌ها به‌منظور مدیریت نقدینگی جهت پاسخ‌گویی به درخواست بازپس‌گیری منابع مالی توسط مشتریان و همچنین عمل به تعهداتی که در قبال مشتریان ارزنده اعتباری خود پذیرفته‌اند، نیازمند بهینه نمودن پرتفوی منابع مالی خود می‌باشند. اخیراً تمرکز زیادی برای درک چالش‌های پیش روی بخش بانکی انجام شده است. یکی از وجوه اصلی این چالش بهینه‌سازی تخصیص اعتبار در بخش تسهیلات است. در این پژوهش نسبت به

ارائه یک مدل علمی برای تجهیز و تخصیص علمی منابع مالی به منظور جایگزینی روش‌های تجربی مورد استفاده در سیستم بانکی اقدام شده است. همچنین با توجه خلاً موجود در پژوهش‌های قبلی پژوهش حاضر با رویکرد قیمت تمام شده منابع و نیز نرخ مؤثر انواع تسهیلات بانکی انجام شده است. پس از ارائه مدل ضمن در نظر گرفتن محدودیت‌های حاکم بر مسئله، مدل ارائه شده کدنویسی شده و سپس با استفاده از الگوریتم‌های فراابتکاری منتخب حل شده و نتایج حاصله با فضای واقعی در سیستم بانکی مقایسه شده است.

### پیشینه پژوهش

در این بخش ابتدا پیشینه نظری پژوهش‌های انجام شده در این زمینه اشاره و سپس در بخش بعدی به پژوهش‌های انجام شده پرداخته خواهد شد.

### پیشینه نظری

ژو و هوانگ و یو<sup>۱</sup> (۲۰۲۳) در پژوهشی تحت عنوان مدل DEA برای تخصیص منابع متمرکز در میان واحدهای زیر مجموعه مستقل از یکدیگر، یک مدل بهینه‌سازی تخصیص منابع به منظور ایجاد انگیزش در زیر مجموعه‌های مستقل ارائه می‌دهند. بر اساس مدل ارائه شده بر مبنای اصل کارایی و عدالت، تخصیص منابع به واحدها به منظور ایجاد انگیزه صورت می‌پذیرد. هدف این پژوهش بهبود خروجی هر واحد تصمیم‌گیری و کاهش اثر نزدیک بینی با بهینه‌سازی منطقی تخصیص منابع است. مدل ساخته شده می‌تواند به طور مستقیم نتایج بهینه‌سازی تخصیص منابع را محاسبه کند. مثال‌های عددی نشان می‌دهد که با اعمال این مدل، میزان کارایی هر واحد تصمیم‌گیری پس از بهینه‌سازی تخصیص منابع، بزرگ‌تر یا مساوی با مقدار بازده اصلی است. در نهایت از این مدل برای تجزیه و تحلیل تخصیص بهینه منابع ۳۰ بانک در تایوان استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که این روش می‌تواند تخصیص بهینه منابع بانکی را بهتر محقق کند و تخصیص منابع واحدهای تصمیم‌گیر غیرمؤثر را تحریک کند که از اهمیت کاربردی مهمی برخوردار است.

ژو و ژانگ<sup>۲</sup> (۲۰۲۳) در پژوهشی تحت عنوان «هنگامی که تأمین مالی سبز با رقابت بانکی روبه‌رو می‌شود (شواهدی از بانک‌ها و شرکت‌های چینی)»، بیان می‌کنند که از نظر تئوریک، رقابت بانکی تخصیص منابع مالی را بهینه می‌کند و بهبود می‌بخشد و در نتیجه اثربخشی تأمین مالی سبز را افزایش می‌دهد. در این پژوهش این ادعا در بانک‌های چین بررسی شده است. یک مجموعه داده منحصر به فرد، شامل موقعیت جغرافیایی بانک‌ها در اطراف شرکت‌ها به منظور اندازه‌گیری رقابت بین بانکی استفاده و اثرات مختلط تأمین مالی سبز و رقابت بانکی بر شرکت‌ها اندازه‌گیری شد. بر اساس نتایج، رقابت بانکی به طور چشمگیری تأمین مالی سبز را در نتیجه کاهش عملکرد مالی شرکت‌ها افزایش می‌دهد. این نتایج پس از آزمایش‌های متعدد ثابت و مشخص شد در شرکت‌های کوچک‌تر با محدودیت مالی کمتر، آشکارتر است. نتایج نشان داد رقابت بانکی به طور چشمگیری به تأمین مالی سبز و در نتیجه، ارتقای نوآوری سبز در سطح شرکت‌ها کمک می‌کند. این یافته‌ها نقش چشمگیر رقابت بانکی را برای تأمین مالی سبز مؤثر، به ویژه در کشورهای با بازارهای نوظهور و نیز با سیستم‌های بانکی در حال توسعه که به تخصیص بهینه منابع بانکی منجر می‌شود، نشان می‌دهد.

جی، خدیدوس و ابوخیر<sup>۱</sup> (۲۰۲۱) در پژوهشی با عنوان «کاربرد مدل تابع رگرسیون مبتنی بر PANEL DATA در مدیریت ریسک مالی در هنگام تخصیص منابع بانکی» بیان می‌کنند که در مدل رشد سنتی درونزا در اقتصاد در صورت تخصیص بهینه منابع بانکی در بخش مسکن این کار موجب تعمیق منابع مالی بانک‌ها شده و ریسک‌های مالی تخصیص منابع بانک‌ها کاهش خواهد یافت. داده‌های استفاده شده از بانک‌های کشور چین ثابت می‌کند با توجه به تفاوت ذاتی بین ایجاد تعادل در بازار مسکن توسط واحد برنامه‌ریزی متمرکز (دولت) و ایجاد تعادل از طریق تقاضاهای خانوارها برای مسکن، زمانی که بخش تقاضای غیردولتی برای سرمایه‌گذاری در بخش املاک و مستغلات متمایل می‌شود، باعث انحراف ساختار سرمایه‌گذاری از سطح بهینه می‌شود در نتیجه این افزایش تخصیص منابع مالی بانک‌ها به‌طور شایان توجهی کاهش می‌یابد و در نتیجه تحقق رشد اقتصادی در بلندمدت را کاهش می‌دهد و ریسک‌های مالی سیستم بانکی افزایش می‌یابد. در این پژوهش به‌خوبی اهمیت تخصیص بهینه منابع مالی بانکی در رشد اقتصادی کشورها نمایان است.

احمد عمران، فریدول و پیترور هوون (۲۰۲۲) در پژوهشی به بررسی کارایی بانکداری اسلامی در اقتصاد پرداخته‌اند. در این پژوهش در مورد اینکه بانکداری اسلامی به تنهایی کاراست؟ یا فقط می‌تواند نقش مکمل را برای بانکداری متعارف داشته باشد، پژوهش انجام شده است. آن‌ها دریافته‌اند که بانکداری اسلامی هم در تخصیص منابع مالی (اعطای تسهیلات) و هم در تجهیز منابع مالی (جمع‌آوری سپرده) از کارایی قوی برخوردار است. همچنین نتایج نشان داد بانکداری اسلامی تأثیر معناداری در رشد اقتصاد دارد. البته علی‌رغم تفاوت فلسفی بین بانکداری اسلامی و بانکداری متعارف این دو همگرایی زیادی دارند.

پارک و شوتیان (۲۰۲۱) در پژوهش خود تحت عنوان آیا توسعه بازار اوراق قرضه کارایی بخش بانکی را در تخصیص منابع افزایش می‌دهد؟ به بررسی تأثیر بازار اوراق قرضه بر تخصیص بهینه منابع بانکی پرداختند. نتایج پژوهش حاکی از آن بود که روش تأمین مالی از طریق تخصیص وام‌های بانکی در صنایع مختلف از روش تأمین مالی از طریق اوراق قرضه ناکارآمدتر است.

تاکور<sup>۲</sup> (۲۰۲۱) از دانشگاه واشینگتن در پژوهشی با عنوان سیاست‌ها، تخصیص اعتبار و نیازهای سرمایه بانکی به‌دنبال توسعه یک تئوری درباره نفوذ سیاسی در تخصیص اعتبار و ساختار سرمایه بانک‌ها می‌باشند. در این پژوهش بیان شده است که صاحبان سیاست به‌عنوان قانون‌گذاران سعی در تخصیص اعتبار سیستم بانکی با اغراض سیاسی هستند که این به سهم خود موجب عدم تخصیص بهینه منابع بانکی خواهد شد. این پژوهش نتایج جالبی به‌شرح ذیل در مورد تخصیص منابع بانکی داشت از جمله اینکه:

۱. در اقتصادهای تحت سلطه سیستم بانکی که بانک‌ها قدرت چانه زنی بالاتری را با قانون‌گذاران (سیاست‌مداران) دارند فشار برای تخصیص اعتبار با انگیزه سیاسی کاهش خواهد یافت و تخصیص بهینه اعتبار صورت خواهد پذیرفت.
۲. هرچه بانک‌ها در اقتصاد کشوری سودآورتر باشند و دارایی بیشتری داشته باشند، سیاست‌مداران انگیزه بیشتری

جهت تخصیص منابع بانکی با اهداف سیاسی خواهند داشت و این عدم تخصیص بهینه منابع را به‌دنبال خواهد داشت.

۳. تأثیر سیاسی در تخصیص اعتبار منجر به بزرگ‌تر شدن بخش بانکی و متورم شدن سرمایه بانک‌ها به‌منظور حفظ توازن با این وضعیت خواهد شد.

لوبلو، پترلا و سانتورو<sup>۱</sup> (۲۰۱۹) در پژوهشی تحت عنوان دارایی‌های بانک، نقدینگی و چرخه اعتباری بر تأثیر سرمایه‌گذاری بانک‌ها و نیز نحوه ایفای تعهدات وام‌گیرندگان در تخصیص بهینه اعتبار و قدرت وام‌دهی بانک‌ها اشاره کرده‌اند. مطالعات این پژوهشگران حاکی از آن است که سرمایه‌گذاری‌های بیش از حد بانک‌ها از یک طرف و عدم ایفای به‌موقع تعهدات وام‌گیرندگان از سویی دیگر نقش اصلی بانک یعنی واسطه‌گری مالی بین سپرده‌گذاران و سرمایه‌گذاران را دچار خدشه خواهد کرد و موجب اختلال در چرخه اعتبار شده و منجر به عدم تخصیص بهینه منابع در فضای کسب‌وکار خواهد شد.

فانگ کائو، دونگ، یو، لیو، گیان<sup>۲</sup> (۲۰۱۹) در پژوهش خود تحت عنوان گردش مالی رسمی تسهیلات بانکی به تأثیر گردش مالی دولتی در کارایی تخصیص تسهیلات بانکی پرداخته‌اند. ایشان در پژوهش‌های خود به این نتیجه رسیده‌اند که در سال‌هایی که گردش مالی نهادهای دولتی در سیستم بانکی افزایش داشته است موجب دستیابی بهتر به منابع و در نتیجه این امر به افزایش کارایی در تخصیص منابع بانکی منجر شده است. از یافته‌های دیگر این پژوهش این است که با افزایش گردش مالی حساب‌های دولتی، انگیزه مقامات سیاسی برای جذب سرمایه‌گذاری و تشویق سرمایه‌گذاران افزایش و در نتیجه این امر منجر به افزایش کارایی تسهیلات پرداختی سیستم بانکی و تخصیص بهتر تسهیلات می‌شود.

پرز مارتین، پرز تورگورسا و واکا<sup>۳</sup> (۲۰۱۸) در پژوهشی با عنوان استفاده از تکنیک‌های Big data برای اندازه‌گیری ریسک اعتباری در وام‌های مسکن، از یک مدل ترکیبی خطی برای محاسبه ریسک اعتباری شرکت‌ها استفاده نموده‌اند و با بهره‌گیری از تکنیک big data موفقیت در بازپرداخت به‌موقع اقساط را پیش‌بینی نموده و میزان ریسک عدم بازگشت سرمایه بانک‌ها را که منجر به اختلال در چرخه اعتبار و نیز تخصیص ناقص منابع می‌شود را بررسی کرده‌اند.

گوش<sup>۴</sup> (۲۰۱۹) در پژوهشی تحت عنوان تخلقات اعتباری در نظام‌های بانکی با مطرح نمودن این سوال که سیستم‌های اعتبار سنجی تا چه اندازه در تخصیص بهینه و درست منابع (اعطای تسهیلات) مؤثرند؟ به این نتیجه رسیده است که اصلاحات در سیستم اعتبار سنجی منجر به تخصیص بهینه منابع بانکی می‌شود. وی نتیجه می‌گیرد که با طراحی یک سیستم اعتبار سنجی دقیق تخصیص منابع به‌صورت بهینه اتفاق می‌افتد و منجر به کاهش نسبت مطالبات به تسهیلات می‌شود. بر اساس یافته‌های این پژوهش استقرار یک سیستم اعتبار سنجی درست منجر به کاهش ۴۰ درصدی در ریسک نکول تسهیلات می‌شود.

1. Lubello, Petrella & Santoro

2. Cao, Dong, Hou, Liu & Qian

3. Pérez-Martín, Pérez-Torregrosa & Vaca

4. Ghosh

ایستا، اراسکوین، فریرا و جکو<sup>۱</sup> (۲۰۱۶) در پژوهشی تحت عنوان تخصیص بهینه پویای منابع بدون پیش فرض سعی نموده‌اند تأثیر رویدادهای آینده را بر سیاست‌های تخصیص منابع در شرکت‌ها و مدیریت این رویدادها از طریق زنجیره مارکوف مدل‌سازی کنند. در واقع در این پژوهش سعی شده است ضمن مد نظر قراردادن نرخ بازگشت سرمایه در حالت ایستا و نیز تأثیر رویدادهای احتمالی آینده، هزینه‌های بلند مدت شرکت‌ها برای تخصیص منابع را حداقل کنند.

### پیشینه تجربی

دهقان نیری، خزاعی و علی نسب ایمنی (۱۴۰۰) در پژوهش خود با عنوان تحلیل قضاوت‌های مرزی ذینفعان در تخصیص وام بانکی بیان نمودند، اختیارات نامتعارف دولتی و حاکمیت موجب بروز بی‌عدالتی در تخصیص اعتبارات می‌شود. همچنین بر اساس یافته‌های این پژوهش ضعف‌های عمده در سیستم اعتبار سنجی، ارزیابی مدیران، اختیارات مدیران استانی و منطقه‌ای وجود دارد که منجر به ضعف در تخصیص عادلانه اعتبار در سیستم بانکی می‌شود.

منجذب و موسوی (۱۳۹۹) در پژوهش خود تحت عنوان ارائه الگوی بهینه منابع و مصارف بانکی با تأکید بر نقش مدیریت ریسک از روش معیار جامع و روش تسلسلی حداقل کردن بدون محدودیت استفاده نمودند. نتایج پژوهش حاکی از کارایی الگوهای برنامه‌ریزی ریاضی جهت حل مسئله غیرخطی بود.

پکنده و نازی (۱۳۹۹) در پژوهش خود تحت عنوان بررسی رابطه بین ریسک اعتباری با قیمت تمام شده پول مطالعه موردی بانک‌های ملی استان ایلام بیان نمودند، با توجه به اینکه قیمت تمام شده پول بیانگر مدیریت صحیح منابع و مصارف و هزینه‌های بانک می‌باشد و ریسک اعتباری بیانگر مدیریت پرداخت و وصول تسهیلات می‌باشد ارتباط این دو می‌تواند مبنای دقیقی برای بررسی کارآئی مدیران و عملکرد بانک باشد. جامعه آماری در این پژوهش بانک‌های ملی استان ایلام به تعداد ۳۶ شعبه می‌باشد و نمونه آماری شامل ۳۶ شعبه بود که نمونه‌گیری به روش سر شماری انجام شد. داده‌های پژوهش از صورت‌های مالی در ۵ سال متوالی از سال ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۸ شعب بانک به‌دست آمد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از ضریب هم‌بستگی پیرسون و اسپیرمن، رگرسیون چند متغیره استفاده شد. یافته‌های پژوهش حاکی از این است که بین ریسک اعتباری، مطالبات سررسید گذشته، مطالبات معوق، مطالبات مشکوک الوصول، نوع وثائق مطالبات مشکوک الوصول، سن تقویمی مطالبات مشکوک الوصول با قیمت تمام شده پول در بانک ملی استان ایلام رابطه مستقیم و بین وصول مطالبات با قیمت تمام شده پول رابطه معکوس وجود دارد. از آنجایی که بین ریسک اعتباری با قیمت تمام شده پول رابطه وجود دارد به مدیران بانک پیشنهاد می‌شود که اهداف راهبردی بانک در زمینه کاهش ریسک اعتباری بایستی بیشتر معطوف به وصول به ترتیب مطالبات مشکوک الوصول، مطالبات معوق و مطالبات سررسید گذشته باشد تا میزان هزینه مطالبات مشکوک الوصول در بانک کاهش یابد و نوع وثائق نیز در پرداخت و وصول مطالبات مد نظر قرار گیرد.

بولو و اعرابی (۱۳۹۸) در پژوهش خود تحت عنوان شناسایی عوامل مؤثر بر ریسک جامع بانک‌های دولتی بیان نمودند، منابع مالی و نقدینگی از جمله عناصر بسیار مهم در اقتصاد کشورها هستند که تحت تأثیر سیاست‌ها و شرایط مختلف بر اقتصاد تأثیر گذاشته و از آن تأثیر می‌پذیرند. بخش شایان توجهی از منابع پولی از طریق بانک‌ها و در قبال

1. Ayesta, Erausquin, Ferreira, & Jacko



ارائه خدمات بانکی وارد چرخه اقتصاد می‌شود. به عبارتی بانک‌ها با جذب منابع پولی در قالب سپرده از یک سو و تزریق منابع پولی به اقتصاد از طریق ارائه تسهیلات از سوی دیگر در سیستم اقتصادی وارد می‌شوند و به‌طور طبیعی در معرض نوسان‌ها و بحران‌های اقتصادی نیز قرار می‌گیرند. بر این اساس همیشه این احتمال وجود خواهد داشت که بانک‌ها در مسیر فعالیت خود با چالش‌هایی مواجه شوند. ریسک‌هایی همانند ریسک نقدینگی، اعتباری، ارزی، عملیاتی و غیره همواره به تنهایی و به‌صورت مجزا مورد توجه قرار گرفته‌اند، لیکن بررسی عوامل مؤثر بر انواع ریسک‌ها و مخاطرات مترتب بر فعالیت‌های بانک‌ها به‌عنوان ریسک جامع، کمتر مورد توجه قرار گرفته است.

پارسا فرد، شیرکوند، تهرانی و میرلوحی (۱۳۹۷) در پژوهش خود تحت عنوان رتبه‌بندی اعتباری مستقل بانک‌های کشور از منظر سپرده‌گذاران (ذی‌نفعان خارجی بانک) بانک‌ها را رتبه‌بندی کردند. در این پژوهش از روش دلفی فازی استفاده شد و شاخص‌های رتبه‌بندی تعیین شد. یافته‌های پژوهش نشان داد نسبت منابع به مصارف و نیز هزینه‌های منابع و سود حاصل از مصارف از شاخص‌های بسیار مهم در رتبه‌بندی بانک‌هاست.

ابوالحسنی کومله، رهنمای رودپشتی، شاهورانی و حسین زاده لطفی (۱۳۹۷) در پژوهش خود تحت عنوان مدیریت ترازنامه در یک بانک توسعه‌ای مبتنی بر الگوی مسائل کلامی ریاضی بیان نمودند، در این پژوهش، کاربرد ریاضیات در مدیریت ترازنامه بر اساس مسائل کلامی ریاضی برای ارائه مناسب گزارش مدیریت دارایی و بدهی در یک بانک توسعه‌ای مورد بررسی قرار گرفت. پس از مروری بر اهمیت مدیریت ترازنامه در بانک‌ها، معرفی بانک توسعه‌ای و مبانی نظری و پیشینه پژوهش در مورد مسائل کلامی و کاربردهایی از مدل‌سازی ریاضی در مدیریت دارایی و بدهی، دو نمونه از مسائل کلامی (در زمینه حسابی و جبری) در مدیریت ترازنامه مطرح شده که در آن، به ترتیب بازنمایی و مدل‌سازی ریاضی برای حل مسئله به کاررفته است. سپس نتایج حاصل در زمینه مالی، تفسیر شد. یافته‌ها نشان داد مدل‌سازی ریاضی در تفسیر اطلاعات ترازنامه بانکی به مدیریت دارایی و بدهی در یک بانک توسعه‌ای کمک می‌کند. بر اساس نتایج می‌توان مدیریت ترازنامه را از منظر مسائل کلامی ریاضی مطرح نمود و در نتیجه، تفسیر دقیق‌تری از اطلاعات مندرج در ترازنامه بانک به استناد بیان دقیق ریاضی و تحلیل آن مسائل در دنیای واقعی داشت. این پژوهش، ضرورت توجه به کاربردهای ریاضی در مدیریت ترازنامه را آشکار می‌کند. در پایان پیشنهاد شد درک مفهومی دانش ریاضی استفاده‌کنندگان در حل مسائل کلامی مانند مدیریت ترازنامه، در پژوهش‌های آینده مورد آزمون قرار گیرد به طوری که قابل درک بودن آن مفاهیم، منجر به افزایش کاربرد ریاضیات در زمینه مالی و به تبع آن، تحلیل و ارزیابی دقیق‌تر داده‌های مالی شود.

ابونوری، میرزایی و هامونی (۱۳۹۷) در پژوهش خود تحت عنوان تعیین پرتفوی بهینه بانک کشاورزی با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی بیان نمودند، مدیریت دارایی‌های بانک از موضوعات بسیار مهمی است که پیش‌تر تنها از سوی متخصصان مورد توجه قرار می‌گرفت. در فضای کنونی جامعه، شایعاً ورشکستگی برخی از بانک‌ها و مؤسسه‌های اعتباری، سپرده‌گذاران را آشفته و نگران سرمایه‌های خود در بانک‌ها کرده و موجب کم شدن اعتماد عمومی به عملکرد نظام بانکی شده است. عملکرد بانک‌ها از یک سو تابع وضعیت کلان اقتصادی جامعه خواهد بود و از سوی دیگر تحت قوانین نظارتی از سوی بانک مرکزی قرار دارند. به‌منظور بررسی عملکرد بانک‌ها و ارائه پیشنهاد برای بهتر ساختن

مدیریت منابع آن‌ها روش‌های گوناگونی به کار گرفته می‌شود. یکی از مهم‌ترین و رایج‌ترین این روش‌ها، مدل برنامه‌ریزی آرمانی است که برای بهینه‌سازی مسائل چندهدفه کاربرد دارد. فرضیه این پژوهش بررسی امکان بهینه‌سازی مالی (دارایی - بدهی) بانک کشاورزی با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی است. در این پژوهش با استفاده از نظر خبرگان بانکی آرمان‌های عملکرد بانک کشاورزی تعیین می‌گردند. متغیرهای پژوهش اقلام صورت‌های مالی هستند که به جهت رسیدن به بهترین عملکرد بانک بهینه می‌شوند و سپس اقلام اساسی صورت‌های مالی با اقلام به دست آمده توسط مدل مقایسه شده و نتایج حاصل از آن مورد تحلیل قرار گرفته و با استفاده از آن ارائه پیشنهاد به منظور عملکرد بهینه بانک صورت می‌پذیرد.

خاتمی فیروزآبادی، تقوی فرد، سجادی و بامداد صوفی (۱۳۹۷) در پژوهش خود تحت عنوان ارائه مدل بهینه‌سازی چندهدفه تخصیص خدمت به مشتریان بانک به کمک داده کاوی و شبیه‌سازی بیان نمودند، شناخت الگوهای رفتاری مشتریان، خوشه‌بندی و ارائه خدمت به آن‌ها یکی از مهم‌ترین مسائل بانک‌ها محسوب می‌شود. در این پژوهش پنج ویژگی هریک از مشتریان شامل آخرین زمان مراجعه، تعداد تراکنش، مبلغ سپرده گذاری، مبلغ وام و مانده معوقات وام‌ها در طول یک سال فعالیت از پایگاه داده بانک استخراج شد و سپس به کمک الگوریتم کا - میانگین مشتریان خوشه‌بندی شدند. سپس مدل چندهدفه تخصیص خدمات بانک به هر کدام از خوشه‌ها طراحی شد. اهداف مدل طراحی شده افزایش میزان رضایت مشتریان، کاهش هزینه‌ها و کاهش ریسک تخصیص خدمات بود. با توجه به آنکه مسئله دارای یک راه حل بهینه نبوده و هر یک از ویژگی‌های مشتری دارای یک تابع توزیع احتمالی اند، برای حل از شبیه‌سازی استفاده شد. جهت تعیین جواب نزدیک به بهینه از الگوریتم تبرید در ساخت جواب‌های همسایه استفاده شد و مدل شبیه‌سازی اجرا شد. نتایج به دست آمده بهبود چشمگیری را نسبت به وضعیت فعلی نشان داد. در این پژوهش از نرم‌افزارهای وکا و آر برای داده‌کاوی و ارنا برای شبیه‌سازی و بهینه‌سازی استفاده شد.

حسینی پور، محسنی و جعفری مقدم (۱۳۹۷) در پژوهش خود تحت عنوان مقایسه سه روش برنامه‌ریزی خطی، آرمانی و فازی در ترکیب بهینه منابع و مصارف در بانک کشاورزی بیان نمودند، هدف این مطالعه ارائه مدلی ریاضی بر اساس مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی جهت یافتن بهترین ترکیب تسهیلات و سپرده‌های بانک کشاورزی در سال ۱۳۹۴ می‌باشد که ضمن رضایت مشتریان بیشترین سود را برای بانک به دنبال داشته باشند. در این مطالعه حجم نمونه با جامعه آماری برابر است و شامل کلیه شعب بانک کشاورزی استان کرمان است. همچنین مدل با استفاده از سه روش برنامه‌ریزی خطی، برنامه‌ریزی آرمانی و برنامه‌ریزی فازی برآورد شده است. بر اساس نتایج، برنامه‌ریزی خطی و آرمانی نسبت به برنامه‌ریزی فازی و تخصیص فعلی بانک بیشترین سود را به دنبال خواهند داشت و سود حاصل از تسهیلات پرداختی با استفاده از برنامه‌ریزی خطی و آرمانی نسبت به برنامه‌ریزی فازی و تخصیص فعلی بانک افزایش داشته است. نتایج حاکی از این است که استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی خطی و آرمانی می‌تواند مدیران را در جهت تخصیص بهینه منابع به منظور بازدهی بالاتر یاری رساند.

نقشینه، حنیفی و کردلوئی (۱۳۹۳) در پژوهش خود تحت عنوان مدیریت دارایی‌ها و بدهی‌های بانکی به کمک برنامه‌ریزی چند هدفه خطی با شبیه‌سازی اقتصاد سنجی «مطالعه موردی: بانک X»، بیان نمودند، مدیریت دارایی و

بدهی بانک‌ها از موضوعات مهمی است که بسیاری از مدیران با آن برخورد داشته و چالشی عمده در مسیر حرکت شرکت‌ها و به‌خصوص مؤسسه‌های مالی و بانک‌ها بوده است. اما زمانی که محدودیت‌های زیادی از سوی مقامات ناظر و بازار بر بانک تحمیل شده و از طرف دیگر مدیریت بانک اهداف متفاوت و گاه متناقض را دنبال می‌نماید. بهترین روش جهت بهینه‌یابی استفاده از روش‌های برنامه‌ریزی ارمانی است. در این پژوهش مدل سود بانک و محدودیت‌های ساختاری و قانونی به همراه اهداف و محدودیت‌های داخلی بانک طراحی شد. ضرایب نامعلوم آن با استفاده از روش‌های شبیه‌سازی آماری و رگرسیون ساده برآورد و در مدل قرار داده شد. سپس با استفاده از نرم‌افزار لینگو<sup>۱</sup> مدل برنامه‌ریزی آرمانی اجرا شد. نتایج حاصل از مدل با واقعیت تفاوت اساسی دارد؛ اما مدیریت به یک‌باره نمی‌تواند وضعیت خود را با مدل هماهنگ نماید؛ چرا که به یک‌باره مانده سپرده‌ها و تسهیلات را نمی‌تواند تغییرات اساسی دهد، اما از نتایج مدل به‌عنوان راهنما و مسیر حرکت بانک می‌تواند استفاده کند.

البرزی، پورزند و شهریاری (۱۳۹۰) در پژوهش خود با عنوان مدیریت منابع و مصارف در بانک‌ها با رویکرد سیستم‌های پویا بیان نمودند، مدیریت دارایی و بدهی بانک روشی برای برنامه‌ریزی هم‌زمان همه دارایی‌ها و بدهی‌های بانک به‌شمار می‌آید. بدین ترتیب که به‌دنبال ارائه ترکیب مناسبی از ترازنامه بانک با هدف برآورده ساختن الزامات مختلفی همچون اهداف مدیریت بانک، موارد قانونی، شرایط بازار، تأمین نقدینگی و تقویت ارزش بانک می‌باشد. در این پژوهش با استفاده از رویکرد سیستم‌های پویا، به ارائه مدلی برای مطالعه رفتار هر یک از متغیرهای مدل و نیز ساختاری جهت تحلیل و شبیه‌سازی نتایج حاصل از تصمیمات مختلف این حوزه در قالب سناریوهای گوناگون پرداخته شده است. نتایج نشان داد که امکان ارائه مدلی مبتنی بر رویکرد سیستم‌های پویا جهت مدیریت منابع و مصارف بانک‌ها وجود دارد.

جدول ۱. خلاصه پژوهش‌های پیشین

نتایج	ماهیت متغیرها		روش / الگوریتم	شاخص / متغیر مورد بررسی	اهداف تحقیق		محققان (سال)
	بازار	بانک			تخصیص منابع	تأمین منابع	
تخصیص بهینه منابع منجر به افزایش کارایی واحدها می‌شود		✓	DEA	کارایی واحدها	✓		وی وی ژو و همکاران (۲۰۲۳)
رقابت بانکی موجب تأمین مالی سبز و درنهایت منجر به تخصیص بهینه منابع بانکی می‌شود.		✓	رگرسیون اثرات ثابت	رقابت بانکی / تأمین مالی سبز / تخصیص منابع / اثربخشی	✓		بوژو و همکاران (۲۰۲۳)
تخصیص بهینه منابع بانکی موجب کاهش ریسک مالی و افزایش رشد اقتصادی می‌شود.		✓	تابع رگرسیون مبتنی بر Panel data	ریسک مالی بانک / تخصیص منابع / رشد اقتصادی	✓		تانگویی جی و همکاران (۲۰۲۱)
تجهیز و تخصیص بهینه منابع مالی در بانکداری اسلامی باعث کارایی اقتصادی می‌شود.		✓	تکنیک مرز تصادفی	تجهیز منابع مالی / تخصیص منابع مالی / کارایی اقتصادی	✓	✓	احمد عمران و همکاران (۲۰۲۲)

نتایج	ماهیت متغیرها		روش / الگوریتم	شاخص / متغیر مورد بررسی	اهداف تحقیق		محققان (سال)
	کیفیت	کمیت			منابع تخصیص	بهره‌مندی منابع	
رقابت ناشی از تأمین مالی از طریق اوراق قرضه، کارایی تخصیص وام‌های بانکی را بهبود نمی بخشد.		✓	رگرسیون	بازار اوراق قرضه/کارایی تخصیص منابع بانکی	✓		دونگ یون و همکاران (۲۰۲۱)
سیاست‌های دولتی باعث عدم تخصیص بهینه در بانک‌های با سرمایه بالا می‌شود.		✓	الگوریتم اثبات اجماع	سیاست‌های دولتی/تخصیص بهینه منابع بانکی/سرمایه بانک‌ها	✓		تاکور و همکاران (۲۰۲۱)
سرمایه‌گذاری بیش از حد موجب عدم ایفای تعهدات وام‌گیرندگان و در نهایت منجر به عدم تخصیص بهینه منابع مالی بانک می‌شود.		✓	برنامه‌ریزی پویا	سرمایه‌گذاری بانک/عدم ایفای تعهدات وام‌گیرندگان/تخصیص بهینه منابع	✓		فدریکولوبلو و همکاران (۲۰۱۹)
افزایش گردش مالی حساب‌های دولتی در یک بانک تأثیر مسقیم و مثبتی بر تخصیص بهینه منابع مالی بانک دارد.		✓	رگرسیون	گردش مالی حساب‌های دولتی/تخصیص بهینه منابع	✓		فانگ کائو و همکاران (۲۰۱۹)
افزایش ریسک اعتباری منجر به اختلال چرخه اعتبار و در نهایت عدم تخصیص بهینه منابع بانکی		✓	Big data	ریسک اعتباری/تخصیص منابع مالی	✓		پرزمارتین و همکاران (۲۰۱۸)
یک سیستم اعتبار سنجی دقیق موجب کاهش مطالبات بانکی و در نتیجه تخصیص بهینه منابع می‌شود.		✓	آزمون فرض آماری	اعتبارسنجی/تخصیص بهینه منابع مالی	✓		سایبال گش (۲۰۱۹)
حداقل نمودن هزینه بلندمدت شرکت‌ها برای تخصیص بهینه منابع		✓	برنامه‌ریزی پویا/زنجیره مارکوف	نرخ بازگشت سرمایه/رویدادهای آینده/تخصیص منابع	✓		یورتزی ایستا و همکاران (۲۰۱۶)
بازطراحی و اجرای تغییرات کلیدی در تخصیص اعتبارات و تسهیلات بانکی	✓		رویکرد انتقادی، تحلیل قضاوت‌های مرزی ذینفعان	کارایی تخصیص اعتبار بانکی	✓		دهقان نیری و همکاران (۱۳۹۹)
ارائه مدل ریاضی بهینه برای منابع و مصارف بانکی با تأکید بر مدیریت ریسک		✓	روش معیار جامع و روش تسلسلی حداقل کردن بدون محدودیت	منابع بانکی/مصارف بانکی	✓	✓	محمد رضا منجذب و همکاران (۱۳۹۹)
بین ریسک اعتباری، سن تقویمی مطالبات مشکوک الوصول با قیمت تمام شده پول رابطه مستقیم و بین وصول مطالبات با قیمت تمام شده پول رابطه معکوس وجود دارد.		✓	رگرسیون چند متغیره	قیمت تمام شده پول/ریسک اعتباری/مطالبات	✓	✓	پکنده و همکاران (۱۳۹۹)

نتایج	ماهیت متغیرها		روش / الگوریتم	شاخص / متغیر مورد بررسی	اهداف تحقیق		محققان (سال)
	کیفی	کمّی			منابع تخصیص	تجهیز منابع	
متغیرهای سرانه درآمد به شعب، پرسنل و سرانه هزینه به شعب، پرسنل و نسبت وضعیت باز ارزی به سرمایه و مالکیت نیمه خصوصی دارای عدد دی‌فازی ۷۰ درصد بود که بر اساس این پژوهش بی‌اهمیت بوده و حذف شد.		✓	دلفی فازی دوزنقه‌ای	ریسک جامع/ریسک بعد مالی	✓	✓	بولو و همکاران (۱۳۹۸)
شاخص منابع و مصارف و نیز هزینه جذب منابع و سود حاصل از تسهیلات از شاخص‌های مهم در رتبه‌بندی اعتباری بانک‌هاست.		✓	دلفی فازی	نسبت منابع به مصارف / هزینه منابع / سود مصارف	✓	✓	پارسا فرد و همکاران (۱۳۹۷)
دانش ریاضیات برای محاسبات مربوط به تحلیل و ارزیابی ترازنامه و مدل‌سازی ریاضی برای مدیریت دارایی و بدهی مورد نیاز است.		✓	مدل‌سازی ریاضی / داده کاوی / تحلیل پوششی داده‌ها	مدیریت دارایی و مدیریت بدهی ترازنامه		✓	ابوالحسنی کومله و همکاران (۱۳۹۷)
ارائه مدل ریاضی برای بهینه‌سازی دارایی و بدهی بانک		✓	برنامه‌ریزی آرمانی / تحلیل سلسله مراتبی	مدیریت منابع / مدیریت مصارف	✓		ابونوری و همکاران (۱۳۹۷)
ارائه مدل تخصیص چند هدفه به هر خوشه مشتریان بانک		✓	داده کاوی / شبیه‌سازی / الگوریتم تبرید	تخصیص خدمت	✓		خاتمی فیروزآبادی و همکاران (۱۳۹۷)
بر اساس نتایج، برنامه‌ریزی خطی و آرمانی نسبت به برنامه‌ریزی فازی و تخصیص فعلی بانک بیشترین سود را به‌دنبال خواهند داشت و سود حاصل از تسهیلات پرداختی با استفاده از برنامه‌ریزی خطی و آرمانی نسبت به برنامه‌ریزی فازی و تخصیص فعلی بانک افزایش داشته است.		✓	برنامه‌ریزی خطی / فازی / آرمانی	تجهیز منابع / تخصیص منابع	✓	✓	حسینی پور و همکاران (۱۳۹۷)
مزیت برنامه‌ریزی آرمانی نسبت به شبیه‌سازی در مدیریت دارایی و بدهی		✓	برنامه‌ریزی چند هدفه آرمانی / شبیه‌سازی	مدیریت دارایی / مدیریت بدهی بانک	✓	✓	نقشینه و همکاران (۱۳۹۳)
ارائه مدل برای بهینه‌سازی منابع و مصارف		✓	سیستم‌های پویا	مدیریت منابع / مصارف بانک	✓	✓	البرزی و همکاران (۱۳۹۰)

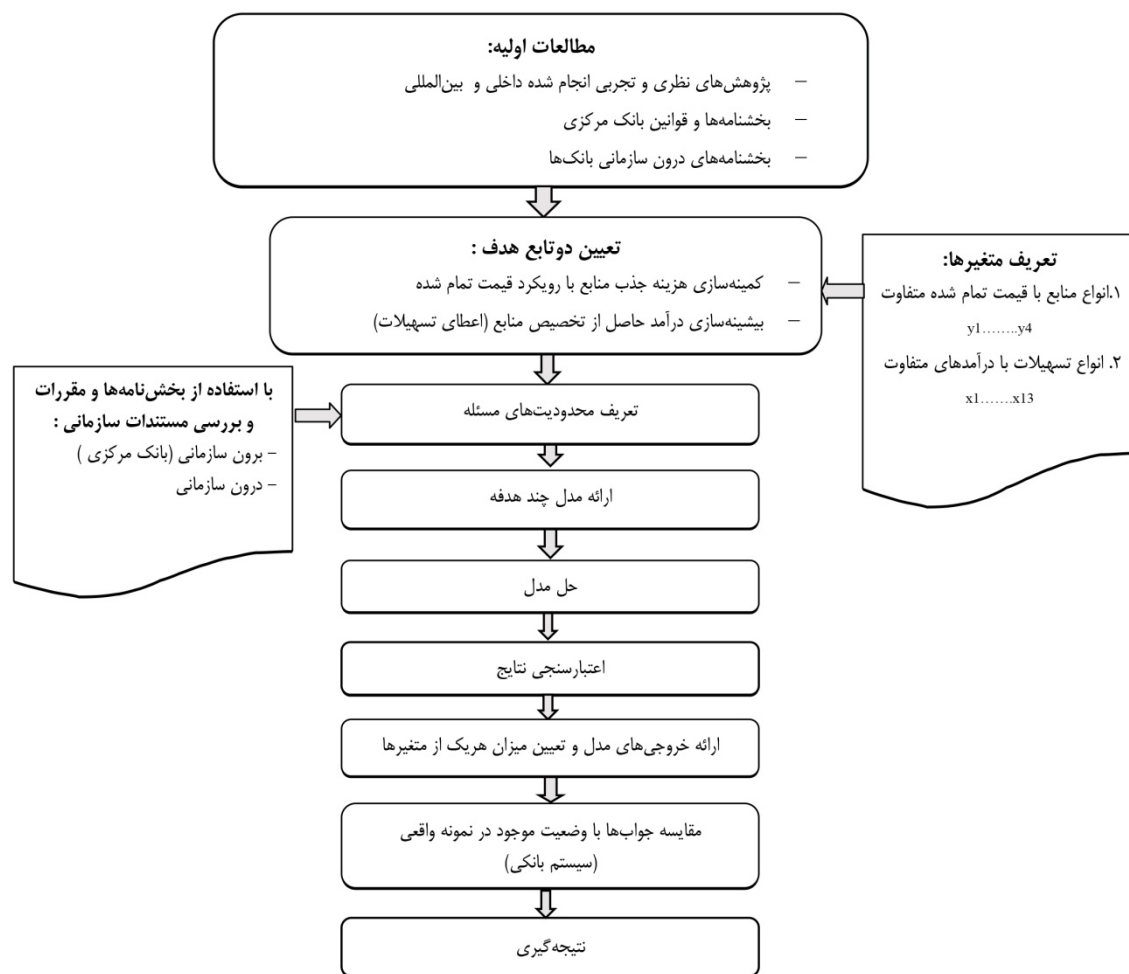
### شکاف پژوهش‌های پیشین

۱. در پژوهش‌های پیشین به موضوع بهینه‌سازی منابع و یا مصارف به‌صورت تک بعدی پرداخته شده است. در حالیکه سودآوری در سیستم بانکی حاصل تفاضل درآمدهای حاصل از تخصیص منابع (مصارف) و هزینه‌های ناشی از تجهیز منابع (جمع‌آوری منابع مالی) است؛ از این رو در پژوهش حاضر با ارائه یک مدل ریاضی دوهدفه هم‌زمان درصد حداکثرسازی درآمدهای ناشی از تخصیص منابع و حداقل‌سازی هزینه‌های ناشی از جذب منابع هستیم.
۲. در تابع هدف اول کلیه درآمدهای عملیاتی بانک اعم از سود تسهیلات و جرائم تأخیر احتمالی مطالبات و نیز در تابع هدف دوم کلیه هزینه‌های پول اعم از بهره‌ای و غیربهره‌ای در قالب عبارات ریاضی مدل شده است؛ در صورتی که در پژوهش‌های گذشته مورد توجه قرار نگرفته بود.
۳. در پژوهش‌های گذشته ریسک اعتباری و ریسک نقدینگی که در سیستم بانکی بسیار حائز اهمیت است مدنظر قرار نگرفته است، در حالی که در پژوهش حاضر این دو نوع ریسک بترتیب در محدودیت‌های دوم (رابطه ۴) و محدودیت سوم (رابطه ۵) مدنظر قرار گرفته و پوشش داده شده است.
۴. یکی از مباحث بسیار مهم در صنعت بانکداری مدیریت صحیح جریان وجوه نقد میباشد که در پژوهش‌های قبلی مورد توجه قرار نگرفته است. حال آنکه در پژوهش حاضر با تعریف محدودیت‌های هفتم و هشتم (روابط ۱۱ و ۱۲) این مهم مدنظر قرار گرفته است. فلذا مدل حتی الامکان به فضای واقعی و عملیاتی نزدیک شده است.
۵. مدل ریاضی ارائه شده از رویکرد نرخ مؤثر تسهیلات در حداکثر کردن درآمدهای حاصل از تخصیص منابع و نیز رویکرد قیمت تمام شده پول در حداقل کردن هزینه‌های جذب منابع مالی بهره می‌برد، در صورتی که این موضوع در پژوهش‌های قبلی مدنظر قرار نگرفته است.
۶. استفاده از مزیت سه الگوریتم فراابتکاری بهینه‌سازی انبوه ذرات، فاخته و الگوریتم ژنتیک چند هدفه و مقایسه جواب‌های به‌دست‌آمده با یکدیگر از دیگر وجوه تمایز پژوهش حاضر با پژوهش‌های پیشین می‌باشد.

### روش شناسی پژوهش

پژوهش مدنظر از نوع توصیفی - کاربردی با رویکرد مدل‌سازی ریاضی است. از آنجایی که هدف این پژوهش ارائه مدل ریاضی به‌منظور بهینه‌سازی منابع و مصارف سیستم بانکی می‌باشد ابتدا اهداف پژوهش به‌منظور حداکثرسازی سود مشخص می‌شود. می‌دانیم که از دو روش می‌توان سود را حداکثر نمود. روش اول افزایش درآمد ناشی از اعطای تسهیلات و روش دوم حداقل‌سازی هزینه‌های مربوط به جذب منابع لذا با توجه به اهمیت افزایش درآمد و نیز کاهش هزینه‌ها هر دو مورد به‌عنوان یک مسئله دو هدفه تعریف می‌شود. از طرفی با توجه به اینکه منابع مختلف هزینه‌های جذب متفاوتی دارند و نیز تسهیلات مختلف سودآوری متفاوتی را برای بانک در پی خواهد داشت متغیرهای ما شامل انواع منابع و نیز انواع تسهیلات است، از این رو به تعریف متغیرها می‌پردازیم. هر کدام از این توابع هدف، به‌طور قطع با محدودیت‌های بسیاری همراه است. محدودیت‌های حاکم بر فضای حل مسئله شامل انواع محدودیت‌های محاطی و محیطی می‌باشند. عمده محدودیت‌ها شامل محدودیت‌های سیاست‌های دولتی حاکم بر سیستم بانکی، محدودیت‌های

سیاست پولی بانک مرکزی و نیز محدودیت‌های درون سازمانی است که برای منطقی شدن مدل این محدودیت‌ها به فضای مدل اضافه می‌شود. در نهایت پس از حل مدل به منظور دستیابی به اهداف ضمنی در نظر گرفتن قیود مسئله ترکیب بهینه منابع و مصارف مشخص شده و به طبع میزان حداقل و حداکثر متغیرها به منظور دستیابی به هدف بهینه مشخص می‌شود.



شکل ۱. ساختار اجرای پژوهش

### گام اول: تعیین دو تابع هدف

الف: تابع هدف ماکزیمم‌سازی درآمد حاصل از اعطای تسهیلات در قالب انواع عقود اسلامی در این مرحله متغیرهای تابع هدف با استفاده از نظرات خبرگان شامل مدیران اعتباری بانک تعیین می‌شود.

ب: مینیم‌سازی هزینه جذب منابع (در قالب انواع حساب‌های سپرده گذاری) با رویکرد قیمت تمام شده هر یک از منابع

گام دوم: با استناد به بخش‌نامه‌های بانک مرکزی و نیز مستندات و بخش‌نامه‌های داخلی بانک محدودیت‌های مسئله تعریف می‌شود.

گام سوم: مدل ریاضی ارائه می‌شود.

گام چهارم: با توجه به مطالعات و مستندات گذشته و نیز ابعاد، مسئله ما از نوع مسائل ان. پی. هارد است. از آنجایی که در این مسئله می‌توان به تعداد شعب یک بانک، منابع مختلف و نیز قیمت تمام شده منابع متفاوت و همچنین نرخ مؤثر متفاوت تسهیلات داشت؛ از این رو مسئله ابعاد بزرگی دارد و نمی‌توان از روش‌های کلاسیک بهینه‌سازی در مدت زمان معقول به جواب بهینه رسید. از طرفی با توجه پژوهش‌های انجام شده در این (ژاویان و همکاران، ۲۰۲۳) که به دلیل ان پی‌هارد بودن مسئله تخصیص از الگوریتم بهینه‌سازی کلونی مورچگان برای حل مسئله استفاده نموده است و همچنین هی و همکارانش (۲۰۲۱) در پژوهشی تحت عنوان «توسعه یک مدل چندهدفه تخصیص منابع برای عملیات ساخت و ساز با محدودیت منابع» این دسته از مسائل چندهدفه غیرقطعی را در دسته مسائل ان پی‌هارد طبقه‌بندی می‌کنند. و نیز کاتو و همکاران (۲۰۱۳) در کتاب «مسائل تخصیص منابع» مسائل چندهدفه تخصیص منابع محدود را در دسته مسائل ان. پی. هارد می‌دانند؛ از این رو در پژوهش حاضر از الگوریتم‌های فرا ابتکاری برای حل مدل استفاده می‌کنیم. با توجه به چند هدفه بودن مدل از الگوریتم فاخته و الگوریتم توده ذرات و مقایسه جواب‌های آن با الگوریتم ژنتیک چندهدفه استفاده نموده و با بهره‌گیری از مزیت‌های نرم افزار متلب مدل حل می‌شود.

گام پنجم: با استناد به نتایج به دست آمده نسبت به ارائه پیشنهادها علمی به منظور تصمیم‌گیری علمی به مدیران سیستم بانکی اقدام خواهد شد.

### تعریف متغیرها

متغیرهای مسئله شامل انواع حساب‌های سپرده شامل حساب قرض‌الحسنه پس‌انداز، حساب جاری، کوتاه مدت و بلند مدت و نیز انواع تسهیلات در قالب عقود اسلامی شامل فروش اقساطی، جعاله، اجاره بشرط تملیک، سلف، خرید دین، استصناع، مرابحه، مضاربه، مشارکت مدنی، مشارکت حقوقی، مزارعه، مساقات و قرض‌الحسنه در جدول زیر نمایش داده شده است.

جدول ۲. متغیرهای مسئله

متغیر	توضیح	متغیر	توضیح
$y_1$	منابع حساب جاری	$x_6$	تسهیلات استصناع
$y_2$	منابع حساب کوتاه‌مدت	$x_7$	تسهیلات مرابحه
$y_3$	منابع بلندمدت	$x_8$	تسهیلات مضاربه
$y_4$	منابع حساب پس‌انداز	$x_9$	تسهیلات مشارکت مدنی
$x_1$	تسهیلات فروش اقساطی	$x_{10}$	تسهیلات مشارکت حقوقی
$x_2$	تسهیلات جعاله	$x_{11}$	تسهیلات مزارعه
$x_3$	تسهیلات اجاره بشرط تملیک	$x_{12}$	تسهیلات مساقات
$x_4$	تسهیلات سلف	$x_{13}$	تسهیلات قرض‌الحسنه
$x_5$	تسهیلات خرید دین		



## توابع هدف

تابع هدف اول: ماکزیمم‌سازی درآمد ناشی از اعطای تسهیلات با رویکرد نرخ مؤثر تسهیلات

$$\text{Max } z_1 = \max \sum_j [x_j \cdot t_j (1 - r_j) + \left( \frac{x_j \cdot r_j (t_j + 0.06)}{1 + t_j} \right) + \left[ \frac{x_{13} \cdot r_{13} (0.12)}{1 + t_{13}} \right]] \quad (\text{رابطه ۱})$$

$x_j$  انواع تسهیلات پرداختی؛  $r_j$  مطالبات هریک از انواع تسهیلات که به‌صورت درصدی از تسهیلات پرداخت شده محاسبه می‌شود و  $t_j$  نرخ مؤثر تسهیلات پرداختی که با توجه به مدت زمان بازپرداخت به‌صورت زیر محاسبه می‌شود.

- نکته یک: با توجه به قانون بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران نرخ سود انواع عقود اسلامی یکسان‌سازی شده است بنابراین در حال حاضر نرخ سود همه انواع تسهیلات ۱۸ درصد به‌صورت یکسان می‌باشد لذا از نقطه نظر مدت زمان اعطای تسهیلات تا زمان سررسید تسهیلات (بازپرداخت) هرچه‌قدر تسهیلات کوتاه مدت‌تر پرداخت گردد، سرعت گردش پول در بانک‌ها بالاتر رفته لذا نرخ مؤثر بالاتری را برای بانک به‌دنبال خواهد داشت و درآمد بیشتری را عاید بانک خواهد کرد؛ از این رو در تابع هدف اول  $t_j$  به‌عنوان نرخ مؤثر تسهیلات نوع  $j$ ام در نظر گرفته می‌شود که نحوه محاسبه آن ذکر شد.
- نکته دو: چنانچه تسهیلات در سررسید مقرر بازپرداخت گردد فقط نرخ مؤثر عاید بانک خواهد شد ولی چنانچه این تسهیلات بعد از سررسید پرداخت گردد علاوه بر نرخ مؤثر تسهیلات، شش درصد به‌عنوان جریمه تأخیر از وام‌گیرندگان دریافت می‌شود لذا به‌منظور واقعی نمودن تابع هدف عایدی شش درصد جریمه تأخیر نیز برای آن بخش از تسهیلات که به سرفصل‌های مطالباتی منتقل می‌شود در نظر گرفته شده است.
- نکته سه: با توجه به اینکه تسهیلات قرض‌الحسنه دارای کارمزد چهار درصد می‌باشد، در صورت انتقال به سرفصل‌های مطالباتی طبق قانون بانک مرکزی دارای ۱۲ درصد جریمه تأخیر می‌باشد. به‌منظور واقعی نمودن تابع هدف اول علاوه بر محاسبه جریمه تأخیر مطالبات تسهیلات اعطایی، محاسبات جریمه تأخیر تسهیلات قرض‌الحسنه در قالب عبارت پایانی در تابع هدف اول منظور شده است.

تابع هدف دوم: مینیمم‌سازی هزینه‌های ناشی از جذب منابع در قالب انواع سپرده‌های بانکی با رویکرد قیمت تمام شده منابع جذب شده

در این پژوهش منابع جذب شده شامل افتتاح حساب‌های جاری، پس‌انداز، کوتاه مدت و نیز سپرده‌های بلند مدت، به‌عنوان عمده منابع در دسترس بانک‌ها در نظر گرفته شده است در محاسبه هزینه‌های جذب هر یک از منابع فوق با در نظر گرفتن رویکرد قیمت تمام شده پول (قیمت تمام شده این منابع) سعی شده است مدل مسئله و توابع هدف به واقعیت نزدیک باشد.

$$\text{Min } z_2 = \sum_i C_i \cdot Y_i \quad (\text{رابطه ۲})$$

$Y_i$  انواع منابع (جاری، پس‌انداز، کوتاه مدت و بلند مدت) و  $C_i$  قیمت تمام شده جذب هر یک از منابع است.

## تعریف محدودیت‌ها

۱. محدودیت مجموع کل سپرده‌های بانک: جمع سپرده‌های بانک با هر ترکیب بهینه در نهایت باید کوچک‌تر یا مساوی مجموع منابع بانک باشد.

$$\sum y_i \leq y \quad \text{رابطه ۳}$$

۲. محدودیت ریسک ناشی از مطالبات: بر اساس قوانین و مقررات بانکی چنانچه حجم مطالبات تسهیلات پرداختی از ۵ درصد مانده تسهیلات پرداختی تجاوز نماید، حدود اختیارات بانک جهت پرداخت تسهیلات لغو شده و امکان اعطای تسهیلات بیشتر وجود ندارد بر این اساس محدودیت زیر تعریف شد.

$$\sum r_j \cdot x_j \leq 0/05 \sum x_j \quad \text{رابطه ۴}$$

۳. محدودیت ریسک نقدینگی: براساس سیاست‌های بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران که از طریق تعیین نرخ ذخیره قانونی اعمال می‌شود بانک‌ها موظفند به‌منظور پوشش نقدینگی مورد نیاز جهت پاسخ‌گویی به درخواست مشتریان در هنگام درخواست مانده منابع خود نزد بانک‌ها، حداکثر ۸۰ درصد منابع خود را تسهیلات پرداخت کنند. بنابراین محدودیت زیر تعریف شد.

$$\sum x_j \leq 0/080 \sum y \quad \text{رابطه ۵}$$

۴. محدودیت نسبت هریک از منابع در کل مانده منابع بانک با توجه به سیاست‌های بانک: با توجه به سیاست‌های تدوین شده توسط سیاست‌گذاران بانک، به‌منظور پیشبرد اهداف بانک همواره ترکیب مناسبی از منابع یا سپرده‌ها به‌عنوان اهداف در نظر گرفته می‌شود و به همین منظور از نظر خبرگان چنانچه ۴۰ درصد از منابع را سپرده‌های جاری، ۳۰ درصد از منابع را سپرده‌های کوتاه مدت، ۲۰ درصد از منابع سپرده‌های بلندمدت و نیز ۱۰ درصد از منابع را سپرده قرض‌الحسنه پس‌انداز تشکیل داده باشد، برای دستیابی به اهداف بانک مناسب است به همین جهت محدودیت‌های زیر تعریف شد.

$$y_1 \leq 0.4y \quad \text{رابطه ۶} \quad \text{محدودیت حداکثر سپرده جاری}$$

$$y_2 \leq 0.3y \quad \text{رابطه ۷} \quad \text{محدودیت حداکثر سپرده کوتاه مدت}$$

$$y_3 \leq 0.2y \quad \text{رابطه ۸} \quad \text{محدودیت حداکثر سپرده بلندمدت}$$

$$y_4 \leq 0.1y \quad \text{رابطه ۹} \quad \text{محدودیت حداکثر سپرده پس‌انداز}$$

۵. محدودیت اختصاص تسهیلات قرض‌الحسنه حداکثر به میزان کل منابع حساب‌های قرض‌الحسنه پس‌انداز: بر اساس قوانین تکلیفی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران بانک‌ها موظف هستند منابع قرض‌الحسنه خود را به تسهیلات قرض‌الحسنه اختصاص دهند و به همین جهت محدودیت زیر تعریف شد:

رابطه ۱۰)

$$x_{13} \leq y_4$$

$x_{13}$  تسهیلات قرض‌الحسنه و  $y_4$  منابع سپرده‌های قرض‌الحسنه پس‌انداز

۶ محدودیت اختصاص تسهیلات کوتاه مدت حداکثر به اندازه مبلغ خالص سپرده‌های دیداری: از منظر مدیریت مالی بانک‌ها به‌منظور پوشش ریسک نقدینگی و نیز مدیریت صحیح صورت جریان وجوه نقد در راستای عمل به تعهدات خود می‌بایست تسهیلات کوتاه مدت خود را حداکثر به میزان مانده خالص (مانده منابع جاری و کوتاه مدت منهای سپرده قانونی) سپرده‌های دیداری (شامل منابع جاری و کوتاه‌مدت) تخصیص دهند. منظور از تسهیلات کوتاه مدت همان تسهیلات سرمایه در گردش است که در قالب عقود با بازپرداخت به‌صورت یک‌جا و با سررسید کمتر از یک سال پرداخت می‌شود. به همین دلیل محدودیت زیر تعریف شد:

$$\Sigma(x_4 + x_5 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12}) \leq 0/080 \Sigma(y_1 + y_2) \quad \text{رابطه ۱۱}$$

$x_4$  تسهیلات سلف؛  $x_5$  تسهیلات خرید دین؛  $x_7$  تسهیلات مرابحه؛  $x_8$  تسهیلات مضاربه؛  $x_9$  تسهیلات مشارکت مدنی؛  $x_{10}$  تسهیلات مشارکت حقوقی؛  $x_{11}$  تسهیلات مزارعه؛  $x_{12}$  تسهیلات مساقات؛  $y_1$  منابع حساب‌های جاری؛  $y_2$  منابع حساب‌های کوتاه مدت.

۷ محدودیت اختصاص تسهیلات بلندمدت حداکثر به میزان خالص مانده سپرده بلند مدت: بانک‌ها به‌منظور پوشش ریسک نقدینگی و عمل به تعهدات خود و نیز مدیریت صورت جریان وجوه نقد، حداکثر به میزان ۸۰ درصد مانده سپرده‌های بلند مدت خود می‌توانند تسهیلات بلند مدت با سررسید بیش از یکسال پرداخت کنند. به همین جهت به‌منظور ارائه مدل ریاضی نزدیک به فضای واقعی مسئله، محدودیت زیر تعریف شد:

$$\Sigma(x_1 + x_2 + x_6) \leq 0.80 y_3 \quad \text{رابطه ۱۲}$$

$x_1$  تسهیلات فروش اقساطی با سررسید بیش از یکسال؛  $x_2$  تسهیلات جعاله با سررسید بیش از یکسال؛  $x_6$  تسهیلات استصناع با سررسید بیش از یکسال و  $y_3$  منابع بلندمدت.

مدل نهایی

$$\text{Max } z_1 = \max \sum_j \left[ x_j \cdot t_j (1 - r_j) + \left( \frac{x_j \cdot r_j (t_j + 0.06)}{1 + t_j} \right) + \left[ \frac{x_{13} \cdot r_{13} (0.12)}{1 + t_{13}} \right] \right] \quad \text{رابطه ۱۳}$$

$$\text{Min } z_2 = \sum_i c_i \cdot y_i$$

s.t:

$$\Sigma y_i \leq y$$

$$\Sigma r_j \cdot x_j \leq 0/05 \Sigma x_j$$

$$\Sigma x_j \leq 0 / 080 \Sigma y$$

$$y_1 \leq 0/4 y$$

$$y_2 \leq 0/3y$$

$$y_3 \leq 0/2y$$

$$y_4 \leq \frac{0}{1y}$$

$$x_{13} \leq y_4$$

$$\Sigma(x_4 + x_5 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12}) \leq 0/8\Sigma(y_1 + y_2)$$

$$\Sigma(x_1 + x_2 + x_6) \leq 0/80y_3$$

$$y_i \geq 0, x_j \geq 0$$

### یافته‌های پژوهش

در ادامه یک مسئله نمونه با استفاده از مدل ارائه شده حل و نتایج بررسی شد.

#### حل مسئله نمونه با مدل ارائه شده و استخراج نتایج

اطلاعات مقطع پایان سال ۱۴۰۰ مربوط به یک بانک در یک مدیریت شعب به شرح ذیل استخراج شده و با استفاده از این داده‌ها مدل حل شد.

الف: میزان منابع در دسترس بانک در مقطع مورد نظر به عنوان یک داده (y) به مبلغ ۵۳,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰ ریال است. ب: نرخ قیمت تمام شده منابع (ci) مختلف شامل جاری، کوتاه مدت، بلندمدت و پس‌انداز به شرح جدول زیر است.

جدول ۳. نرخ قیمت تمام شده انواع منابع در مسئله نمونه

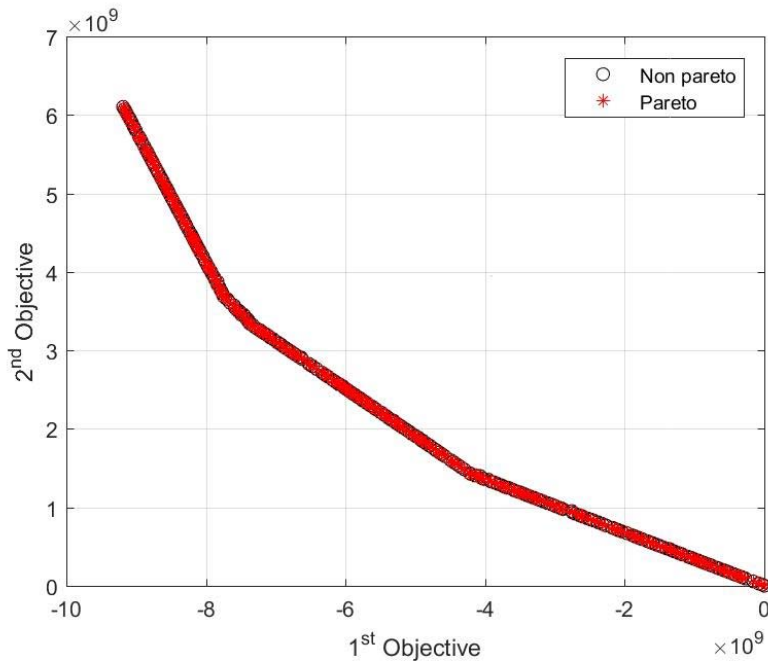
$y_i$	$c_i$
$y_1$	٪۶/۷۳
$y_2$	٪۱۲/۰۲
$y_3$	٪۲۲/۷۲
$y_4$	٪۶/۷۳

ج: نرخ مؤثر هر یک از عقود اسلامی ( $t_j$ ) و نیز درصد مطالبات هریک از عقود ( $r_j$ ) در جدول ۴ نمایش داده شده است.

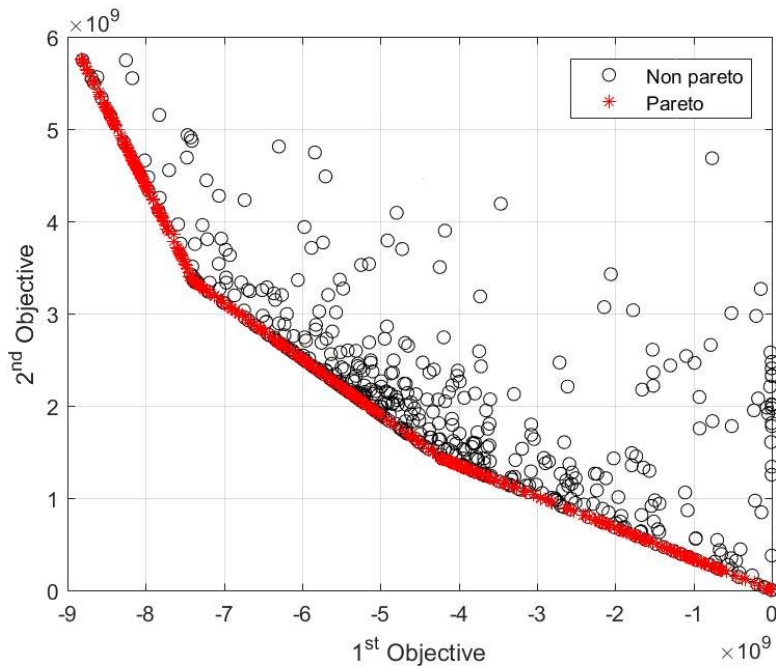
جدول ۴. نرخ مؤثر هریک از عقود اسلامی

$x_j$	$t_j$ (%)	$r_j$ (%)	$x_j$	$t_j$ (%)	$r_j$ (%)
$x_1$	۱۶/۸۹	۲/۵۰	$x_8$	۲۲/۳۸	۲/۶۰
$x_2$	۱۱/۲۵	۳	$x_9$	۲۴/۸۷	۴/۷۰
$x_3$	۸/۸۸	۲/۳۰	$x_{10}$	.	.
$x_4$	۱۸/۴۵	۴	$x_{11}$	.	.
$x_5$	۱۸/۶۷	۴/۶۰	$x_{12}$	.	.
$x_6$	.	۱	$x_{13}$	۴	۳/۸۰
$x_7$	۱۷/۳۲	۳/۲۰			

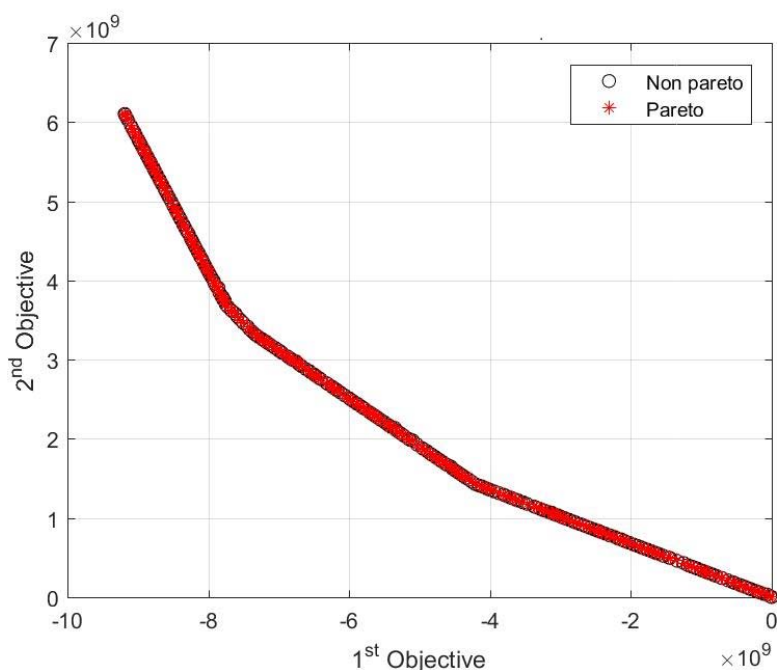
در ادامه مسئله را با داده‌های بالا از طریق برنامه MATLAB R2017 a حل شد.



شکل ۲. نمودار حل مدل با الگوریتم ژنتیک چندهدفه



شکل ۳. نمودار حل مدل با الگوریتم ازدحام توده ذرات



شکل ۴. نمودار حل مدل با الگوریتم فاخته

مقایسه جواب‌های به‌دست‌آمده از الگوریتم‌های ژنتیک، توده ذرات و فاخته در مسئله نمونه

با مقایسه نتایج به‌دست‌آمده از الگوریتم‌های سه‌گانه مورد استفاده در مسئله به‌خوبی مشاهده می‌شود که الگوریتم ژنتیک نتایج بهتری را نسبت به دو الگوریتم توده ذرات و الگوریتم فاخته داشته است. میانگین جواب‌های به‌دست‌آمده از الگوریتم ژنتیک برای تابع هدف اول که ماکزیمم‌سازی درآمد ناشی از تخصیص منابع (اعطای تسهیلات) می‌باشد، از نتایج به‌دست‌آمده از دو الگوریتم دیگر بهتر می‌باشد. همچنین میانگین جواب‌های به‌دست‌آمده از الگوریتم ژنتیک برای تابع هدف دوم که مینیمم‌سازی هزینه‌های ناشی از تجهیز منابع (جذب منابع) می‌باشد، از نتایج به‌دست‌آمده از دو الگوریتم دیگر بهتر می‌باشد. در نتیجه حل مدل با الگوریتم ژنتیک جواب‌های بهتری را ارائه نموده و سودآوری بیشتری (تفاوت ناشی از دو تابع هدف) برای بانک به‌دنبال خواهد داشت.

جدول ۵: مقایسه جواب‌های سه الگوریتم

الگوریتم	میانگین تابع هدف اول	میانگین تابع هدف دوم	$(Z_1 - Z_2)$
ژنتیک چندهدفه	۵/۳۴۴/۶۵۰/۷۴۱	۲/۵۵۱/۸۱۸/۳۰۱	۲/۷۹۲/۸۳۲/۴۴۰
ازدحام توده ذرات	۵/۰۴۴/۰۰۲/۱۸۸	۲/۴۴۷/۱۷۴/۸۷۲	۲/۵۹۶/۸۲۷/۳۱۶
فاخته	۵/۳۰۷/۹۳۹/۷۵۷	۲/۵۳۶/۶۹۶/۸۱۹	۲/۷۷۱/۲۳۲/۹۳۸

مقایسه نتایج استفاده از مدل ارائه شده در بانک با فضای کسب و کار عملیاتی بانک در مدت زمان پژوهش نتایجی که به واسطه الگوریتم‌های ارائه شده ذکر شد، یک رویکرد کاملاً علمی برای فضای کسب و کار بانک ارائه می‌دهد. نگاهی به آمارهای واقعی بانک در مدت مورد مطالعه (صورت‌های مالی بانک در پایان سال ۱۴۰۰) بخوبی این نکته را نمایان می‌کند که استفاده از یک مدل علمی برای تجهیز و تخصیص بهینه منابع چگونه می‌تواند سود آوری بانک را بیشتر نماید. در پایان سال ۱۴۰۰ کل درآمدهای ناشی از تخصیص منابع (اعطای تسهیلات) و نیز هزینه‌های تجهیز منابع (جذب منابع) در فضای کسب و کار نمونه مورد مطالعه (بانک ملت استان قزوین) به شرح زیر است.

جدول ۶. درآمد، هزینه و سود عملیاتی بانک

درآمد ناشی از اعطای تسهیلات (تخصیص منابع)	۱۰,۳۴۱,۰۰۰,۰۰۰ هزار ریال
هزینه ناشی از جذب منابع (تجهیز منابع)	۸,۶۷۵,۰۰۰,۰۰۰ هزار ریال
سود	۱,۶۶۶,۰۰۰,۰۰۰ هزار ریال

همان طور که ملاحظه می‌شود میزان سود واقعی بانک بسیار کمتر از سود حاصله در صورت استفاده از مدل ارائه شده در این تحقیق می‌باشد. نکته قابل توجه اینکه در حالت واقعی در فضای کسب و کار با وجود اینکه درآمد ناشی از تخصیص منابع بانک، بیشتر از تابع هدف اول مدل ارائه شده در این تحقیق می‌باشد (که به منظور ماکزیمم‌سازی درآمد حاصل از تخصیص منابع طراحی شده است)، به دلیل بالا بودن هزینه‌های ناشی از جذب منابع (تجهیز منابع) در نهایت ماحصل کار بانک در فضای کسب و کار منجر به سودآوری کمتری شده است. استفاده از مدل علمی ارائه شده در این تحقیق می‌توانست ۶۷ درصد سود بیشتری را نصیب بانک نموده ضمن اینکه به دلیل تخصیص و تجهیز علمی منابع، فشار عملیاتی کمتری را به تجهیزات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری بانک تحمیل می‌نمود.

#### ارزیابی الگوریتم‌های فراابتکاری مورد استفاده در این پژوهش

باتوجه به اینکه روش‌های فراابتکاری، الگوریتم‌های تخمینی برای حل مسایل بهینه‌سازی محسوب می‌شوند. حل یک مسئله از روش‌های مختلف ممکن است به پاسخ‌های متفاوت منجر شود. لذا ارزیابی الگوریتم‌ها و انتخاب یک الگوریتم مناسب مورد توجه محققان می‌باشد. در این پژوهش سعی کرده ایم الگوریتم‌های مورد استفاده را باهم مقایسه و ارزیابی نماییم. پس از پژوهش و بررسی پژوهش‌های پیشین و بررسی فراوانی شاخص‌های مورد استفاده در پژوهش‌های گذشته به این نتیجه رسیدیم که از چهار شاخص میانگین فاصله نقاط پارتو از جواب ایدئال، شاخص بهترین جواب، شاخص میانگین جواب‌های پارتویی به دست آمده و شاخص مدت زمان محاسبه الگوریتم برای ارزیابی الگوریتم‌های مورد استفاده در این پژوهش استفاده نماییم. از لحاظ شاخص میانگین فاصله نقاط پارتو از جواب ایدئال و نیز از لحاظ شاخص میانگین جواب‌های به دست آمده الگوریتم ژنتیک عملکرد بهتری نسبت به دو الگوریتم دیگر دارد. حال آنکه از نظر شاخص بهترین جواب به دست آمده و نیز مدت زمان محاسبه، الگوریتم ازدحام توده ذرات عملکرد بهتری را نسبت به دو الگوریتم دیگر دارد. الگوریتم فاخته نیز از لحاظ شاخص‌های مورد بررسی عملکرد ضعیف‌تری دارد.

جدول ۷. ارزیابی الگوریتم‌ها

مدت زمان محاسبه الگوریتم (ثانیه)	جواب میانگین	بهترین جواب	میانگین فاصله نقاط پار تو از جواب ایدئال	الگوریتم
۲/۷۴۰	۲/۷۹۱/۴۶۸/۳۶۶	۴/۰۵۵/۹۷۰/۸۲۱	۱/۲۶۴/۵۰۲/۴۵۵	ژنتیک چندهدفه
۴۶۳	۲/۶۷۳/۴۲۸/۱۱۹	۴/۰۵۶/۱۹۶/۴۸۱	۱/۳۸۲/۷۶۸/۳۶۲	ازدحام توده ذرات
۶۹۷	۲/۷۷۴/۷۶۳/۱۳۷	۴/۰۵۴/۵۵۹/۴۲۳	۱/۲۷۹/۷۹۶/۲۸۶	فاخته

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این پژوهش به منظور پرداختن به مسئله تجهیز و تخصیص منابع مالی در بانک‌ها، مفاهیم و اصول تجهیز و تخصیص منابع مالی در سیستم بانکی تعریف شد. همچنین عنوان شد که در حال حاضر سیستم بانکی فاقد یک مدل علمی مدون به منظور تجهیز منابع مالی (جمع‌آوری منابع مالی) و سپس تخصیص این منابع مالی (اعطای تسهیلات) می‌باشد. و عمده عملیات سیستم بانکی در این زمینه مبتنی بر تجربیات گذشته است؛ از این رو بر آن شدیم تا یک مدل علمی برای تجهیز و تخصیص منابع مالی سیستم بانکی طراحی نماییم. به منظور تشریح بیشتر این موضوع به بیان مسئله اصلی پژوهش و اهمیت و ضرورت انجام این پژوهش پرداخته شد. در ادامه ادبیات و پیشینه پژوهش مورد بحث و بررسی قرار گرفت. مفاهیم بانکی، خدمات ارائه شده در بانکداری و انواع بانک‌ها و سیستم‌های بانک داری مورد توجه قرار گرفت. اهمیت مدیریت تجهیز و تخصیص منابع مالی سیستم بانکی به عنوان عامل اصلی در کنترل حجم نقدینگی مورد توجه قرار گرفت. همچنین بر اهمیت تجهیز و تخصیص منابع مالی سیستم بانکی به منظور کنترل ریسک‌های مترتب بر بانک‌ها تأکید شد. تأثیر عوامل درونی و بیرونی بر صنعت بانکداری بررسی شد. از الگوریتم‌های فرا ابتکاری به عنوان روش‌های کارا برای حل مسائل بهینه‌سازی تجهیز و تخصیص منابع مالی بانک‌ها صحبت به میان آمد. و با توجه به NP-HARD بودن مسائل تجهیز و تخصیص منابع مالی، پژوهش‌های انجام شده در این زمینه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. پیشینه پژوهش‌های خارجی و داخلی انجام شده در این زمینه و نیز مدل‌های ارائه شده و روش‌های محاسبات و الگوریتم‌های استفاده شده در این پژوهش‌ها مورد بحث و بررسی قرار گرفت. روش پژوهش ذکر شد و با توجه به ماهیت مسئله دو تابع هدف تعریف شد. تابع هدف اول به منظور ماکزیم‌سازی درآمد ناشی از اعطای تسهیلات تعریف شد. (تخصیص منابع مالی) و تابع هدف دوم به منظور مینیم‌سازی هزینه‌های ناشی از جذب منابع مالی تعریف شد. (تجهیز منابع مالی) سپس متغیرهای مسئله تعریف شد سیزده متغیر مربوط به تخصیص منابع مالی معادل با سیزده عقد اسلامی که سیستم بانکی کشور در قالب این عقود اقدام به تخصیص منابع یا همان اعطای تسهیلات می‌کنند شامل عقود فروش اقساطی، جعاله، اجاره به شرط تملیک، سلف، خرید دین، استصناع، مرابحه، مضاربه، مشارکت مدنی، مشارکت حقوقی، مزارعه، مساقات و عقد قرض الحسنه تعریف شد. و نیز در بخش تجهیز منابع (جمع‌آوری منابع مالی) چهار متغیر شامل سپرده‌های سرمایه‌گذاری نزد سیستم بانکی تحت عنوان حساب‌های جاری، کوتاه مدت، بلند مدت و پس‌انداز تعریف شد. با توجه به اینکه هر یک از این عقود اسلامی از جنبه مدت زمان برگشت سرمایه دارای نرخ مؤثر متفاوتی هستند. در تابع هدف اول ماکزیم‌سازی درآمد ناشی از تخصیص بهینه این عقود به عنوان تابع هدف اول تعریف شد و از طرفی با توجه



به اینکه در بخش تجهیز منابع قیمت تمام شده پول ناشی از حساب‌های مختلف جاری، پس‌انداز، کوتاه مدت و بلند مدت از حیث هزینه‌زا بودن و غیرهزینه‌زا بودن، حساب‌های مذکور قیمت تمام شده متفاوتی دارند. لذا مینیمم‌سازی هزینه‌های ناشی از تجهیز بهینه این منابع به‌عنوان تابع هدف دوم تعریف شد. در نهایت با یک مدل دوهدفه این پژوهش شکل گرفت. طبیعی است که محدودیت‌های مختلف درون سازمانی و برون سازمانی بر این مدل حاکم است؛ از این رو در ادامه ده محدودیت برای مدل تعریف شد. ماحصل کار، یک مدل دو هدفه با ده محدودیت بود که باید از روش‌های مناسب جواب‌های نزدیک به بهینه را شناسایی نمود. سه الگوریتم فراابتکاری ژنتیک چندهدفه، ازدحام توده ذرات و فاخته به‌منظور حل مسئله انتخاب شد. به‌دلیل کارایی بالای برنامه متلب از این نرم افزار جهت اجرای عملیات کدنویسی و محاسبات بهره‌برداری شد. مدل با بهره‌گیری از الگوریتم‌های مورد اشاره توسط برنامه متلب حل شد. نتایج حاکی از تفاوت چشمگیر سودآوری بانک در صورت استفاده از مدل ارائه شده در مقایسه با روش تجربی بانک می‌باشد. در نهایت به‌منظور ارزیابی و مقایسه الگوریتم‌های پیشنهادی، چهار شاخص میانگین فاصله نقاط پارتو از جواب ایدئال، شاخص بهترین جواب به‌دست‌آمده، شاخص میانگین جواب‌های پارتویی به‌دست‌آمده و نیز شاخص زمان محاسبه استفاده شد. و مزیت‌ها و معایب الگوریتم‌ها عنوان شد. نتایج ارزیابی الگوریتم‌ها حاکی از برتری الگوریتم توده ازدحام ذرات نسبت به دو الگوریتم دیگر است. زمان طولانی محاسبات از معایب الگوریتم ژنتیک بود. و الگوریتم فاخته نیز نتوانست در هیچ‌کدام از شاخص‌های مورد بررسی نسبت به دو الگوریتم دیگر مزیت نسبی داشته باشد. مقایسه نتایج پژوهش حاضر با فضای کسب‌وکار واقعی بانک نشان داد استفاده از مدل علمی ارائه شده در این پژوهش حداقل ۶۷ درصد سود بیشتری را نصیب واحدهای بانک خواهد نمود. در پژوهش حاضر از رویکرد نرخ مؤثر تسهیلات برای تعریف تابع هدف بهینه‌سازی درآمدهای بانک (ناشی از تخصیص منابع) و نیز از رویکرد قیمت تمام شده پول برای تعریف تابع هدف کمینه‌سازی هزینه‌های جذب منابع مالی (تجهیز منابع مالی) استفاده شد که در پژوهش‌های پیشین به این دو پرداخته نشده بود. همچنین استفاده از مدل ریاضی دو هدفه به‌منظور بهینه‌سازی درآمد هم‌زمان با کمینه‌سازی هزینه‌ها در راستای افزایش سودآوری استفاده شد که در پژوهش‌های قبلی مد نظر قرار نگرفته بود.

### پیشنهاد‌های کاربردی / مطالعات آتی

مسائل تجهیز و تخصیص منابع مالی از گستردگی بسیاری برخوردار می‌باشد. لذا برای حل مسائل تجهیز و تخصیص منابع مالی راه‌های بسیاری نیز وجود دارد. در واقع با در نظر گرفتن متغیرها و محدودیت‌های جدید می‌توان مدلی ارائه داد که به شرایط واقعی و کاربردی نزدیک‌تر بوده و طبیعتاً حل مدل نیز نتایج بهتر و واقعی‌تری را به محقق و کاربران ارائه خواهد نمود. در پژوهش حاضر در تابع هدف اول ماکزیمم‌سازی درآمدهای عملیاتی بانک که ناشی از فعالیت مستقیم بانک در اعطای تسهیلات می‌باشد، مدنظر قرار گرفت و از درآمدهای غیرعملیاتی صرف‌نظر شده است چنانچه درآمدهای غیرعملیاتی را به مدل اضافه کنیم مدل واقعی‌تر خواهد بود. در ماکزیمم‌سازی درآمدهای عملیاتی بانک چون هدف بهینه‌سازی منابع مالی بود از درآمدهای کارمزدی ناشی از خدمات ارائه شده شامل صدور ضمانت نامه و گشایش اعتبار اسنادی صرف‌نظر شده است لذا چنانچه در پژوهش‌های آتی درآمدهای کارمزدی ناشی از خدمات تعهدی به مدل اضافه گردد مدل مطلوبیت بیشتری خواهد داشت. در پژوهش حاضر ریسک اعتباری و ریسک نقدینگی در مدل‌سازی مد نظر

قرار گرفت در صورتی که علاوه بر این دو مقوله چنانچه به ریسک عملیاتی نیز توجه گردد. مدل مطلوبتر و طبیعتاً نتایج واقعی‌تری ارائه خواهد کرد. در مدل طراحی شده در این پژوهش اهمیت سرفصل‌های مطالباتی اعم از سررسید گذشته و معوق و مطالبات مشکوک الوصول یکسان فرض شد. با در نظر گرفتن اوزان مناسب برای این سرفصل‌های مطالباتی با توجه به هزینه ذخایر متفاوتی که بانک مرکزی برای این سرفصل‌های مطالباتی در نظر می‌گیرد و مدل نمودن آن در تابع هدف هزینه می‌تواند مدل را به فضای کسب‌وکار واقعی نزدیک‌تر نموده و نتایج واقعی‌تری به دست آورد. با توجه به عدم قطعیت پارامترهای مدل، استفاده از روش‌های مدل‌سازی در شرایط عدم قطعیت و نیز استفاده از مدل ریاضی فازی برای پژوهش‌های آتی پیشنهاد می‌شود. استفاده از سایر الگوریتم‌های فراابتکاری و نیز الگوریتم‌های فراابتکاری هیبریدی برای پژوهشگران علاقمند پیشنهاد می‌شود.

## منابع

- ابوالحسنی کومله، سیده زهرا؛ رهنمای رودپشتی، فریدون؛ شاهورانی، احمد؛ حسین زاده لطفی، فرهاد (۱۳۹۷). مدیریت ترازنامه در یک بانک توسعه‌ای مبتنی بر الگوی مسائل کلامی ریاضی. *نشریه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار (مدیریت پرتفوی)*، (۳۴)، ۲۱-۴۸.
- ابونوری، عباسعلی؛ میرزایی، حسین؛ هامونی، پوریا (۱۳۹۷). تعیین پرتفوی بهینه بانک کشاورزی با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی. *نشریه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار (مدیریت پرتفوی)*، (۳۵)، ۱-۱۸.
- اختیاری، مصطفی؛ عالم تبریز، اکبر (۱۳۹۴). بهینه‌سازی پرتفوی منابع و مصارف بانک‌ها با استفاده از برنامه‌ریزی خطی (مورد مطالعه: بانک صادرات ایران). *چشم‌انداز مدیریت مالی*، (۱۲)، ۱۳۵-۱۵۸.
- اسلامی بیدگلی، غلامرضا؛ مهرگان، محمدرضا؛ غلامی، پدیده (۱۳۹۰). مدیریت بهینه دارایی‌ها در بانک‌ها با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی فازی و برنامه‌ریزی آرمانی. *نشریه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار*، (۹)، ۲۳-۴۴.
- البرزی، محمود؛ پورزرندی، محمدابراهیم؛ شهریاری، مجید (۱۳۹۰). مدیریت منابع و مصارف در بانک‌ها با رویکرد سیستم‌های پویا. *نشریه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار*، (۶)، ۴۱-۵۹.
- بولو، قاسم؛ اعرابی، مهران (۱۳۹۸). شناسایی عوامل موثر بر ریسک جامع بانک‌های دولتی. *نشریه حسابداری دولتی*، (۲)، ۲۵-۴۶.
- پارسا فرد، محمدرضا؛ شیرکوند، سعید؛ تهرانی، رضا؛ میرلوحی، سیدمجتبی (۱۳۹۷). رتبه‌بندی اعتباری مستقل بانک‌های کشور. *مدیریت صنعتی*، (۴)، ۱۱۰-۵۷۵-۶۰۶.
- پکنده، مهرباب؛ نازی، محمد (۱۳۹۹). بررسی رابطه بین ریسک اعتباری با قیمت تمام شده پول (مطالعه موردی: بانک‌های ملی استان ایلام). *نشریه پژوهش‌های کاربردی در مدیریت و حسابداری*، (۱۷)، ۱-۱۹.
- توکلی مقدم، رضا؛ نوروزی، نرگس؛ کلامی، مصطفی؛ سلامت بخش، علیرضا (۱۳۹۲). *الگوریتم‌های فراابتکاری (مبانی نظری و پیاده‌سازی در متلب)*. تهران: دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب.
- حسینی پور، سید محمدرضا؛ محسنی، سیمین؛ جعفری مقدم، مسعود (۱۳۹۷). مقایسه سه روش برنامه‌ریزی خطی، فازی و آرمانی در ترکیب بهینه منابع و مصارف بانک کشاورزی. *فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار*، (۳۸)، ۳۵۷-۳۷۴.

خاتمی فیروزآبادی، سیدمحمدعلی؛ تقوی فرد، سیدمحمدتقی؛ سجادی، سیدخلیل؛ بامداد صوفی، جهانیار (۱۳۹۷). مدل بهینه‌سازی چندهدفه تخصیص خدمت به مشتریان بانک با به کارگیری داده کاوی و شبیه‌سازی. *نشریه مطالعات مدیریت کسب‌وکار هوشمند*، ۸(۳۰)، ۸۵-۱۱۰.

دهقان نیری، محمود؛ خزاعی، معین؛ علی نسب ایمنی، فاطمه (۱۴۰۰). تحلیل قضاوت‌های مرزی ذی‌نفعان در تخصیص وام بانکی. *مدیریت صنعتی*، ۱۱۳(۱)، ۲۷-۵۲.

منجذب، محمدرضا؛ موسوی، ابراهیم (۱۳۹۹). ارائه الگوی بهینه منابع و مصارف بانکی با تأکید بر نقش مدیریت ریسک (رویکرد معیار جامع و روش تسلسلی حداقل کردن بدون محدودیت). *نشریه راهبرد مدیریت مالی*، ۸(۲۹)، ۲۳-۴۰.

نقشینه، نادر؛ حنیفی، فرهاد؛ کردلویی، حمیدرضا (۱۳۹۳). مدیریت دارایی‌ها و بدهی‌های بانکی به کمک برنامه‌ریزی چندهدفه خطی با شبیه‌سازی اقتصادسنجی «مطالعه موردی: بانک X». *نشریه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار (مدیریت پرتفوی)*، ۲۰(۲)، ۹۵-۱۱۶.

## References

- Abolhasani Komleh, S. Z., Rahnamaye Roodposhti, F., Shahorani, A., Hosseinzadeh Lotfi, F. (2017). Balance sheet management in a development bank based on the model of mathematical verbal problems. *Journal of Financial Engineering and Securities Management (Portfolio Management)*, (34), 21-48. (in Persian)
- Abu Nouri, A. A., Mirzaei, H., Hamoni, P. (2017). Determining the optimal portfolio of Agricultural Bank using ideal planning. *Journal of Financial Engineering and Securities Management (Portfolio Management)*, (35), 1-18. (in Persian)
- Al Borzi, M., Pourzarandi, M. I., Shahriari, M. (2011). Management of resources and costs in banks with a dynamic systems approach. *Journal of Financial Engineering and Securities Management*, (6), 41-59. (in Persian)
- Ayesta, U., Erasquin, M., Ferreira, E. & Jacko, P. (2016). Optimal dynamic resource allocation to prevent defaults. *Operations Research Letters*, 44, 451-456.
- Bolo, Q., Arabi, M. (2018). Identifying effective factors on comprehensive risk of government-owned banks. *Journal of Government Accounting*, 5(2), 25-46. (in Persian)
- Cao, Ch., Dong, Y., Hou, W., Liu, Y. & Qian, X. (2019). Provincial official turnover and bank loans. *Pacific-Basin Finance Journal*, 57, 101202.
- Dehghan nayeri, M. & Khazaei, M. & Alinasab imani, F. (1400). Boundary Judgments Analysis of the Beneficiaries in Banking Loan Allocation. *Journal of Industrial Management*. 13(1), 27-52. (in Persian)
- Du, X., Du, C., Chen, J., & Liu, Y. (2023). An energy-aware resource allocation method for avionics systems based on improved ant colony optimization algorithm. *Computers and Electrical Engineering*, 105, 108515.

- Ekhtiyari, M. & Alamtabriz, A. (2015). Optimizing the portfolio of banks' resources and expenses using linear programming (case study of Saderat Bank of Iran). *Journal of Financial Management Perspective*, 5(12), 135-158. (in Persian)
- Eslami Bidgoli, Gh.R., Mehregan, M.R., & Gholami, P. (2012). Asset Liability Management (Alm) In Banks With Use Of Ahp-Fuzzy & Goal Programing. *Financial Engineering and Securities Management (Portfolio Management)*, 2(9), 23-46. (in Persian)
- Ghosh, S. (2019). Loan delinquency in banking systems: How effective are credit reporting systems? *Research in International Business and Finance*, 47, 220-236.
- He, W., Li, W., & Wang, W. (2021). Developing a resource allocation approach for resource-constrained construction operation under multi-objective operation. *Sustainability*, 13(13), 7318.
- Hosseinipour, S. M., Mohseni, S., Jafari Moghadam, M. (2017). Comparison of three linear, fuzzy and ideal planning methods in the optimal combination of resources and expenses of Agricultural Bank. *Journal of Financial Engineering and Securities Management*, (38), 357-374. (in Persian)
- Hunjra, A. I., Islam, F., Verhoeven, P., & Hassan, M. K. (2022). The impact of a dual banking system on macroeconomic efficiency. *Research in International Business and Finance*, 61, 101647.
- Ji, T., Khadidos, A. O., & Abo Keir, M. Y. A. (2021). Application of regression function model based on panel data in bank resource allocation financial risk management. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, 7(2), 181-192.
- Katoh, N., & Ibaraki, T. (1998). Resource allocation problems. *Handbook of Combinatorial Optimization*, 3, 905-1006.
- Khatami Firouzabadi, S. M. A., Taqvi Fard, S. M. T., Sajjadi, S. J., Bammad Sufi, J. (2017). Multi-objective optimization model of service allocation to bank customers using data mining and simulation. *Journal of Smart Business Management Studies*, 8(30), 85-110. (in Persian)
- Lubello, F., Petrella, I., & Santoro, E. (2019). Bank assets, liquidity and credit cycles. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 105, 265-282.
- Monjazez, M. R. & Mousavi, I. (2019) Providing Optimized Banks Resource Allocation by Emphasizing on the Role of Risk Management (Total Criteria Approach and Sequential Unconstrained Optimization Technique). *Journal of Financial Management Strategy*, 8(29), 23-40. (in Persian)
- Nakshineh, N., Hanifi, F. & Kordlouee, H. (2013). Managing bank assets and liabilities using linear multi-objective programming with econometric simulation "Case study: Bank X". *Journal of Financial Engineering and Securities Management (Portfolio Management)*, (20), 95-116. (in Persian)
- Parsafard, M. & Shirkavand, S. & Tehrani, R. & Mirlohi, S. (1397). Standalone Credit Rating of the Country's Banks. *Journal of Industrial Management*, 10(4), 575-606. (in Persian)

- Pekandeh, M. & Nazi, M. (2019). Investigating the relationship between credit risk and the cost of money, a case study of mellat banks in Ilam province. *Journal of applied research in management and accounting*, 5(17), 1-19. (in Persian)
- Pérez-Martín, A., Pérez-Torregrosa, A., & Vaca, M. (2018). Big Data techniques to measure credit banking risk in home equity loans. *Journal of Business Research*, 89, 448-454.
- Tavakoli, M. & Nouruzi, N. & Kalami, M. & Salamatbakhsh, A. (2013). *meta-heuristic algorithms (theoretical foundations and implementation in MATLAB)*. Islamic Azad University, South Tehran branch press. (in Persian)
- Thakor, A. V. (2021). Politics, credit allocation and bank capital requirements. *Journal of Financial Intermediation*, 45, 100820.
- Zhou, B., & Zhang, C. (2023). When green finance meets banking competition: Evidence from hard-to-abate enterprises of China. *Pacific-Basin Finance Journal*, 101954.
- Zhu, W., Huang, Y., & Yu, Y. (2023). DEA model for Partial Centralization Resource Allocation among Independent Subset of DMUs. *Computers & Industrial Engineering*, 109013.