

doi: 10.30497/IFR.2021.15184.1520

Bi-quarterly Scientific Journal of *Islamic Finance Researches*, *Research Article*,  
Vol. 10, No. 1 (Serial 19), Autumn 2020 & Winter 2021

## Designing an Integrated Profit-Risk Model to Optimize the Combination of Bank Resources and Consumptions in Banking Contracts

Majid Nili Ahmad Abadi\*  
Omid Ali Adeli\*\*  
Marzieh Nematifard\*\*\*

Received: 20/05/2020

Accepted: 09/03/2021

### Abstract

Providing facilities in the form of bank contracts increases the bank's income and survival, but this should not reduce the bank's ability to respond to depositors, nor should it increase the risk of overdue receivables, as these are factors that can lead to the bankruptcy of the bank or credit institution. Banks are more successful in this space, having a better strategy for combining their resources and consumption. In this research, a linear programming model is presented to identify the optimal combination of resources and expenditures of the bank with simultaneous attention to increasing revenues and reducing risks. Therefore, this research is quantitative and applied. The necessary data have been gained from the information sources of a sample bank in 2018. Model variables are facility values that are paid in the form of various contracts and the method of data analysis, modeling and programming is linear. The results of the research determined the optimal values of each facility and these results were compared with real figures. Also, the level of risk for each loan was determined and finally the parameters of the model were analyzed sensitively. The results of solving the linear programming model showed that the optimal values are significantly different from the real values in *qarz al-hasan*, *mudaraba* and *ju'alah*. Also, the interest rates of conditional lease facilities, predecessor facilities and debt purchase facilities have the largest role in the bank's income. Applying this model can reduce unemployment resources, increase income and reduce the risk of overdue receivables in the bank. Even in cases where the bank is making a loss, this model can minimize the loss and at the same time reduce the likelihood of the bank going bankrupt.


### Keywords

Resources and Uses, Mathematical Programming, Banking, Islamic Loan; Portfolio; Facility Risk.


JEL Classification: E51, E44, E43.

---

\* Assistant Professor of Management, Faculty of Economics and Management, Qom University, Qom, Iran (Corresponding Author). m.nili@qom.ac.ir

 0000-0002-3872-2397

\*\* Assistant Professor of Management, Faculty of Economics and Management, Qom University, Qom, Iran. oa.adeli@qom.ac.ir

 0000-0002-1814-1990

\*\*\* M.A. Student of Islamic Economics and Banking, Faculty of Economics and Management, Qom University, Qom, Iran. m.nemety68@yahoo.com

## طراحی مدل تلفیقی سود-ریسک جهت بهینه‌یابی ترکیب منابع و مصارف بانک در عقود بانکی

مجید نیلی احمدآبادی\*

امیدعلی عادللی\*\*

مرضیه نعمتی‌فرد\*\*\*

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۲/۳۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۱۹

مقاله برای اصلاح به مدت ۱۸ روز نزد نویسنده (گان) بوده است.

### چکیده

ارائه تسهیلات در قالب عقود بانکی اگرچه باعث کسب درآمد و بقای بانک می‌شود اما هم‌زمان باید به توان پاسخ‌گویی بانک به سپرده‌گذاران و ریسک مطالبات غیرجاری نیز توجه شود، زیرا اینها عواملی هستند که می‌توانند به ورشکستگی بانک یا مؤسسه اعتباری منجر شوند. در این زمینه بانک‌ها باید به بهینه‌سازی منابع و مصارف خود پردازند. در این تحقیق، مدل برنامه‌ریزی خطی برای شناسایی ترکیب بهینه منابع- مصارف بانک همراه با توجه هم‌زمان به افزایش درآمدها و کاهش ریسک‌ها، ارائه شده است؛ لذا این تحقیق از نوع کمی و کاربردی است. داده‌های لازم از منابع اطلاعاتی یک بانک تجاری در سال ۱۳۹۷ تهیه شده‌اند. متغیرهای مدل، مقادیر تسهیلاتی هستند که در قالب عقود مختلف پرداخت می‌شوند و روش تحلیل داده‌ها، مدل‌سازی و برنامه‌ریزی خطی است. نتایج تحقیق مقادیر بهینه هر یک از تسهیلات را مشخص کرد و این نتایج با ارقام واقعی مقایسه شد. همچنین سطح ریسک برای هر وام مشخص گردید و در نهایت پارامترهای مدل مورد تحلیل حساسیت قرار گرفتند. نتایج حل مدل برنامه‌ریزی خطی نشان داد که مقادیر بهینه با مقادیر واقعی در وام قرض‌الحسنه، مضاربه، جعاله تفاوت معنی‌داری دارند. همچنین ضرایب سود تسهیلات اجاره به شرط تملیک، تسهیلات سلف و تسهیلات خرید دین بیشترین نقش در عایدی بانک دارند. به‌کارگیری این مدل می‌تواند باعث کاهش منابع بیکار، افزایش درآمد و کاهش ریسک مطالبات معوق در بانک شود. حتی در مواردی که بانک در حال زیان‌دهی است این مدل می‌تواند زیان را به حداقل برساند و از این طریق، احتمال ورشکستگی بانک را نیز کاهش دهد.

### واژگان کلیدی

منابع و مصارف؛ برنامه‌ریزی ریاضی؛ بانک؛ پرتفولیو؛ ریسک تسهیلات.

\* استادیار گروه مدیریت، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه قم، قم، ایران (نویسنده مسئول)

m.nili@qom.ac.ir

0000-0002-3872-2397

\*\* استادیار گروه مدیریت، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه قم، قم، ایران

oa.adeli@qom.ac.ir

0000-0002-1814-1990

\*\*\* دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد و بانکداری اسلامی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه قم، قم، ایران

m.nemety68@yahoo.com

#### مقدمه

بقای بانک‌ها مستلزم ارائه خدماتی است که عمده آن را اعطای تسهیلات به مشتریان تشکیل می‌دهد. منابع محدودی که در این سازمان‌ها وجود دارد همان سپرده‌ها و اندوخته‌هایی است که تأمین آنها برای بانک هزینه دارد و حتی با پرداخت هزینه، نمی‌تواند بیش از مقدار معینی از آن را در اختیار داشته باشد. در این میان بانک هم باید پاسخ‌گوی درخواست سپرده‌گذاران نسبت به انعقاد عقود، جذب سپرده، اشتراک منافع متعلقه و استرداد اصل سپرده باشد و هم پاسخ‌گوی کسانی که بسیاری از آنها در قالب عقود اسلامی منابع بانک را در اختیار می‌گیرند و بانک را در منافع حاصله سهیم می‌سازند (امام‌وردی، غلامی و ملک، ۱۳۹۱، ص. ۴). سپرده‌گذاران و وام‌گیرندگان به ترتیب عرضه و تقاضای بانک را تعیین می‌کنند. زمانی که تعادل بین عرضه و تقاضا در بانک به هم می‌خورد، مسأله تخصیص بهینه منابع مطرح می‌شود. این عدم تعادل غالباً به معنی کمبود منابع و زیاد بودن تقاضا است. در این حالت بانک ترجیح می‌دهد تا منابع موجود به فعالیت‌هایی با کارایی بالا تخصیص داده شود و تا حد امکان از تخصیص منابع به فعالیت‌هایی که ریسک بالا دارند و موجب ورشکستگی بانک می‌شوند پرهیز گردد. چنانچه بانک منابع خود را به مشارکت‌هایی اختصاص دهد که بازده موردنظر را نداشته و منابع را به هدر دهند، با بالابردن ریسک اعتباری بانک و ایجاد دلهره در بین سپرده‌گذاران بر کل سیستم بانکی اثر منفی خواهد داشت (Mazumdar, Zhang & Guo, 2020, p. 3).

تخصیص بهینه سپرده‌ها (منابع) و تسهیلات (مصارف) از جمله مهم‌ترین استراتژی‌های یک بانک به‌شمار می‌رود که در بخش‌های مختلف اقتصادی منجر به هدفمندسازی وجوه سپرده‌گذاری شده در بانک‌ها و تخصیص بهینه مصارف علاوه بر کسب بازدهی مازاد بر هزینه موجب پاسخ‌گویی سریع و به‌موقع به مشتریان خواهد شد (اختیاری و عالم تبریز، ۱۳۹۴، ص. ۱۳۵). با توجه به اینکه بانک‌ها در اقتصاد کشورها عامل اجرای سیاست‌های پولی هستند، لذا برای حضور اثربخش خود در این عرصه ناچارند استراتژی‌های کلان و عملیاتی مناسب تدوین و اجرا کنند. بانک‌ها از یک طرف وجوه سرگردان را در قالب سپرده‌ها یا عقود اسلامی (منابع) جمع‌آوری می‌کنند و از

طراحی مدل تلفیقی سود-ریسک جهت بهینه‌یابی ترکیب منابع و... / مجید نبلی احمدآبادی و دیگران **تفصیلات** ۴۱

سوی دیگر می‌کوشند با تخصیص بهینه آنها در قالب عقود اسلامی یا تسهیلات (مصارف) که مطابق با اهداف دولت و تحقق توسعه پایدار، از این منابع به صورت هدفمند استفاده کنند (مقدم، ۱۳۹۲، ص. ۲). با توجه به این توضیحات تخصیص بهینه منابع در بانک‌ها علاوه بر درآمدزایی و ماکزیم کردن سود، اهداف توسعه‌ای را نیز محقق می‌سازد. در کشورهای درحال توسعه، بخش صنعت و تولید بسیار ضعیف است و نقش اصلی در جهت‌دهی و رشد اقتصاد به عهده بانک‌ها است. بانک‌ها در این کشورها، با توجه به شرایط اقتصادی و فرهنگی جامعه، با مشکل جذب منابع مالی روبه‌رو هستند (عبادی و حسین‌خانی، ۱۳۹۸، ص. ۴۱۵). از طرف دیگر، بانک‌ها دولت را نیز باید در نظر بگیرند. دولت حمایت‌های مناسبی از بانک‌ها به عمل می‌آورد ولی در پاره‌ای موارد نیز حضور دولت به منزله دخالت در اقتصاد آزاد است و برای بانک تهدید به‌شمار می‌رود. عدم استقلال بانک مرکزی را نیز به این پیچیدگی‌ها اضافه کنید. در این شرایط بانک‌هایی برای رسیدن به اهداف خود موفق‌ترند، که مدیریت و برنامه‌ریزی صحیح و ترکیب مناسبی از منابع و مصارف را برای خود در نظر گرفته‌اند (فراهانی‌فرد و بایزیدی، ۱۳۹۳، ص. ۷۴). در این میان محدودیت‌های زیادی از جمله محدودیت‌های منابع و مهم‌تر از همه محدودیت‌های قانونی که اکثر آنها توسط بانک مرکزی وضع می‌شوند نیز مسأله را پیچیده‌تر می‌سازد (میثمی و ندری، ۱۳۹۴، ص. ۱۲۲).

در این تحقیق با استفاده از تحقیقات پیشین، مدل ریاضی برای بیان ریسک طراحی شد. این مدل با مدل ریاضی درآمد که در تحقیقات دیگر مورداستفاده قرار گرفته است، ترکیب شد. در مدل حاصل، ضمن آنکه ترکیب منابع-مصارف بانک باعث افزایش سودآوری می‌شود کاهش ریسک را نیز مدنظر قرار می‌دهد. سؤال اصلی تحقیق آن است که چگونه می‌توان به ترکیب بهینه منابع-مصارف دست‌یافت هم‌زمان با اینکه ریسک پرداخت تسهیلات نیز در نظر گرفته شود و از حد مشخصی فراتر نرود؟ برای پاسخ به این سؤال یک مدل ریاضی طراحی می‌شود و برای اینکار باید متغیرهای تصمیم و نحوه ارتباط آنها باهم را مشخص نمود و با حل مدل بهینه‌یابی مقید، ضرایب را به‌دست آورد. همچنین مقدار تابع هدف از این طریق مشخص خواهد شد و برای تغییرپذیری مقادیر تابع هدف تحلیل حساسیت انجام داد.

### ۱. پیشینه پژوهش

به منظور تدوین مدل، انتخاب متغیرها و استفاده از یافته‌های مطالعات قبلی در این بخش از مطالعه به پیشینه پژوهش پرداخته می‌شود. ابتدا مطالعات خارجی و سپس مطالعات انجام گرفته در داخل کشور بررسی می‌شوند. قبل از آن، لازم است تا مفاهیم اصلی مورد استفاده در تحقیق به طور مختصر تعریف شوند. تمامی سرفصل‌های سمت چپ ترازنامه که ماهیت بستانکار دارند منابع بانک تلقی می‌گردند، اما سیستم بانکی کشور در هنگام ارائه گزارش منابع، صرفاً منابعی را گزارش می‌کند که از جامعه جذب نموده است (محمدی، قنبری و یارمحمدی، ۱۳۹۳، ص. ۴۳). بنابراین تعریف (طبق گزارش بانک‌ها) منابع جذب شده عبارتند از سپرده قرض الحسنه جاری، قرض الحسنه پس‌انداز، سپرده سرمایه‌گذاری کوتاه‌مدت و سپرده سرمایه‌گذاری بلندمدت. سپرده بانکی حسابی است که هر شخص حقیقی یا حقوقی در بانک ایجاد نموده و پول‌های خود را در آن حساب، تحت عقود اسلامی در اختیار بانک قرار می‌دهد (بهمنی و بهمنی، ۱۳۹۰، ص. ۳). منظور از هزینه بانکی، حق مشارکتی است که برای سپرده‌گذاران بانک به عنوان شرکای عقود، ایجاد می‌شود. این هزینه‌ها شامل سود تضمین شده پرداختی، هزینه تأمین مالی، کارمزد پرداختی، جوایز پس‌انداز قرض الحسنه (هزینه‌های بهره‌ای) و هزینه‌های اداری و پرسنلی، هزینه‌های استهلاک و غیره است (مسعودیان، ۱۳۹۸، ص. ۱۵). همچنین لازم به ذکر است که مدل ریاضی در هر تحقیق باهدف شناخت متغیرهای مهم و همچنین بیان ریاضی محدودیت‌ها و توابع هدف، ارائه گردیده‌اند.

مصارف بانکی به مقایسه از وجوه که به شکل تسهیلات و در قالب عقود اسلامی، وام و اعتبار به متقاضیان پرداخت می‌شود مصارف بانک گفته می‌شود. تعریف اقتصادی ریسک عبارت است از درجه عدم اطمینان در مورد بازدهی موردانتظار از یک مورد سرمایه‌گذاری طی دوره سرمایه‌گذاری (کیانی‌هرچگانی، نبوی چاشمی و معماریان، ۱۳۹۳، ص. ۱۲۸). بازدهی را می‌توان نسبت تغییر در قیمت دارایی به علاوه سود و کلیه مزایای پرداختی آن در یک دوره مشخص تعریف کرد. در پاره‌ای موارد با تبدیل پول به دارایی، بازدهی آن در یک فضای تورمی مانع از کاهش قدرت خرید پول می‌شود (کریمی، ۱۳۹۲، ص. ۱۷۹). ترکیب منابع - مصارف عبارت است از ترکیبی از اجزای ترازنامه بانک

طراحی مدل تلفیقی سود-ریسک جهت بهینه‌یابی ترکیب منابع و... / مجید نبلی احمدآبادی و دیگران **تفصیلات** ۴۳  
که برای برآورده ساختن الزامات مختلف همچون اهداف مدیران بانک، موارد قانونی، شرایط بازار و تأمین نقدینگی صورت می‌گیرد. به‌طور شفاف‌تر مبلغی که بانک با توجه به منابع خود باید به تسهیلات مختلف اختصاص دهد (البرزی، پورزند و شهریاری، ۱۳۹۰، ص. ۴۱).

#### ۱-۱. مطالعات خارجی

جاوو<sup>۱</sup> (۲۰۰۱)، به کمک مدل برنامه‌ریزی خطی، سعی در ارائه الگوی بهینه تخصیص اعتبارات و تسهیلات بانک‌های کشور هنگ‌کنگ نمود. در این مطالعه تابع هدف، دستیابی به بالاترین نرخ بازگشت سرمایه برای بانک‌های هنگ‌کنگ است. متغیرهای تصمیم در این پژوهش عبارتند از مجموع اعتبارات و تسهیلات به بخش‌های کشاورزی، صنعت، بازرگانی، مسکن و انرژی. نتیجه نشان‌دهنده این است که الگوی بهینه حاصل با الگوی فعلی توزیع اعتبارات و تسهیلات بانکی به بخش‌های مختلف اقتصادی متفاوت بوده و در صورت اجرای الگوی بهینه در حدود ۲/۷ درصد به مجموع سود دریافتی بانک‌های این کشور افزوده می‌شود.

دشو کاجیجی<sup>۲</sup> (۲۰۰۵)، با توجه به اینکه بهینه‌سازی مالی بخش مهمی از تصمیم‌گیری کارآمد تحت شرایط عدم اطمینان است، تحقیقی در زمینه مدیریت دارایی/بدهی جهت بهینه‌سازی بیمه‌گری مسئولیت و اموال انجام دادند. مدل ارائه شده راه‌حل هم‌زمانی برای مسأله تخصیص منابع در محیطی با آرمان‌های سلسله‌مراتبی پیچیده براساس مدل میانگین-واریانس مارکوویتز ارائه نمود. روش استفاده‌شده، برنامه‌ریزی آرمانی غیرخطی است. مدل بهینه‌سازی شده در این تحقیق با توجه به اهداف متضاد و پیچیده که بر پرتفولیوی کارآمد حاکم است و در مقابل محدودیت‌های اجباری که با آن مواجه است، در خصوص اقلام دو طرف ترازنامه تصمیم‌گیری می‌کند.

پاپائیانو، پورترز و سایرونیس<sup>۳</sup> (۲۰۰۶)، با ارائه یک الگوی پویای بهینه‌سازی میانگین واریانس، ترکیب بهینه ارزی ذخایر بین‌المللی را مورد بررسی قرار دادند. آنان نتیجه‌گیری کردند زمانی که یک ارز کم‌ریسک باشد، سهم بهینه آن در ذخایر بین‌المللی قابل ملاحظه خواهد بود. رومانیاک<sup>۴</sup> (۲۰۱۱) به بررسی پرتفولیو دارایی-بدهی در بانک مرکزی کانادا

پرداخته است. او جوانب مثبت و منفی مدیریت دارایی- بدهی (ALM)<sup>۵</sup> را در نظر می‌گیرد و به اندازه‌گیری ریسک و استراتژی‌ها و همچنین برخی از برنامه‌های کاربردی پرداخته است. در این مقاله توجه خاصی به مدیریت ذخایر بانک مرکزی شده است.

وودساید اوریاهی<sup>۶</sup> (۲۰۱۱)، بهینه‌سازی پرتفولیو با هزینه‌های تراکنشی خطی و ثابت را بررسی کرد و نشان داد که سرمایه‌گذاران سبد سهامی را ترجیح می‌دهند که تعداد دارایی محدودی را در برداشته باشد و یکی از محدودیت‌های سرمایه‌گذاری واقعی را با عنوان «محدودیت تعداد دارایی موجود در سبد» به مدل‌های قبلی اضافه کرد. در این تحقیق تمرکز اصلی محقق روی مسأله انتخاب پرتفولیوی است که دارای هزینه و محدودیت‌هایی هستند که دارای ریسک هستند. هزینه‌های تراکنشی خطی، محدودیت واریانس بازده و محدودیت احتمالات اختلاف فواصل با روش بهینه‌سازی محدب کار می‌کنند. پتری، لیوو و هانکاپور<sup>۷</sup> (۲۰۱۲) بهبود عملکرد پرتفولیو سهام با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها را مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق سه سبد اوراق بهادار از یک نمونه جامع از سهام غیرمالی فنلاند تشکیل شد و کارایی آنها با استفاده از روش‌های بازده ثابت در مقیاس، راندمان فوق‌العاده و مدل‌های متقابل کارایی مشخص گردید. نتایج نشان داد که تحلیل پوششی داده‌ها کارایی پرتفولیو سهام را بالا می‌برد.

جان لیو و ژوا ژنگ<sup>۸</sup> (۲۰۱۳)، به مسأله بهینه‌سازی پرتفولیو چندهدفه در محیط فازی پرداخته‌اند. در این تحقیق نرخ بازگشت و نرخ‌های گردش کار با متغیرهای فازی مشخص می‌شود. براساس نظریه احتمالی، بازده فازی و نقدینگی با میانگین احتمالی محاسبه شد و ریسک بازار و ریسک نقدینگی با کمترین انحراف اندازه‌گیری گردید. سپس دو مدل مؤلفه نیم‌واریانس احتمالی با محدودیت‌های واقعی پیشنهاد شده است. ژورگیو<sup>۹</sup> (۲۰۱۴)، مسأله تخصیص دارایی در چارچوب روش میانگین واریانس را مورد مطالعه قرار داد. در این راستا وی یک الگوی نظری بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری را مشخص کرد و برای مجموعه داده‌های تابلویی، دوره زمانی ۲۳ ساله را به کار برد. وی الگوی جدیدی از برآورد بازدهی دارایی‌ها پیشنهاد کرد که آن را با سه الگوی بازدهی تاریخی دارایی‌ها، الگوی قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌گذاری و بازدهی برآورد شده بر مبنای متغیرهای بنیادی بنگاه ترکیب کرده و در مسأله بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری به کار برده است.

طراحی مدل تلفیقی سود-ریسک جهت بهینه‌یابی ترکیب منابع و... / مجید نبلی احمدآبادی و دیگران **تفصیلات** ۴۵

یا اوچو، شویوکو و یی تزو لو<sup>۱۰</sup> (۲۰۱۷)، به استانداردسازی منابع مالی برای یافتن پرتفولیو بهینه پرداختند و از آن برای نشان دادن بازده پرتفولیو و محاسبه ریسک پرتفولیو استفاده کردند. نوسانات استانداردسازی پرتفولیو سرمایه نشان داد که نه تنها بین هر جفت سهام رابطه وجود دارد بلکه میان تمامی سهام‌ها تعاملاتی برقرار است. بنابراین استفاده از استانداردسازی سرمایه می‌تواند به درستی ریسک پرتفوی را تعیین کند و حالت نوسان سرمایه‌گذاران را مشخص کند. این روش در نهایت پرتفولیویی را معرفی می‌کند که کمترین ریسک و بالاترین بازدهی را دارد. در این تحقیق از قیمت سهام برای استانداردسازی استفاده می‌شود. این تحقیق از نظر استفاده از مدل‌های ریاضی برای بهینه‌سازی شبیه مدل آگاروال<sup>۱۱</sup> (۲۰۱۷) است.

#### ۲-۱. مطالعات داخلی

البرزی، پورزندی و شهریاری (۱۳۹۰)، مدیریت منابع و مصارف در بانک‌ها با رویکرد سیستم‌های پویا را بررسی کردند و مدلی مبتنی بر این رویکرد به منظور مدیریت منابع و مصارف بانک‌ها ارائه دادند. در این تحقیق متغیرها به سه گروه متغیرهای درون‌زا (سپرده مشتریان، نقدینگی و تسهیلات اعطایی)، متغیرهای بیرون‌زا (نرخ جذب سپرده، نرخ سود سپرده‌های بانکی، نرخ سود رقابتی سپرده‌های بانکی، سود پرداختی به سپرده‌ها، سپرده قانونی، نرخ سپرده قانونی، سرمایه در اختیار دولتی، درآمد، مالیات بر درآمد، برداشت از سپرده قانونی، تعداد درخواست تسهیلات، مبلغ درخواست تسهیلات، نرخ اعطای تسهیلات، نرخ سود تسهیلات بانکی، سود حاصل از اعطای تسهیلات و متوسط زمان بازپرداخت) و متغیرهای بیرون از مدل (ریسک نقدینگی و ریسک اعتباری) تقسیم می‌شوند. در این مدل می‌توان نتایج هر تصمیم را بر تمامی متغیرهای مدل ملاحظه نمود؛ در نتیجه مدیریت مناسب در حوزه منابع و مصارف بانک با در نظرگیری تمامی متغیرهای تأثیرگذار بر آن فراهم می‌گردد. نتیجه نهایی مطالعه حاکی از آن است که، دستیابی به مدیریت مناسب در حوزه منابع و مصارف بانک، تنها با رویکردی همه‌جانبه و با در نظر گرفتن تمامی متغیرهای اثرگذار بر آن فراهم می‌گردد.



امام وردی، غلامی و ملک (۱۳۹۱)، به منظور انتخاب الگوی تخصیص بهینه منابع به مصارف در بانک مسکن به ارائه مدل‌های برنامه‌ریزی خطی جهت یافتن بهترین ترکیب تسهیلات بانک مسکن پرداخته‌اند. متغیرها شامل  $x_i$  میزان تسهیلات قابل اعطاء در نوع  $i$ ام به تفکیک عقود اسلامی هستند، به نحوی که  $x_1$  مشارکت مدنی،  $x_2$  خرید،  $x_3$  انتقال سهم‌الشرکه،  $x_4$  قرض‌الحسنه،  $x_5$  جعاله و  $x_6$  سایر تسهیلات است.  $t_i$  میانگین نرخ تسهیلات نوع  $i$ ام،  $r$  نرخ سپرده قانونی،  $B$  سپرده قانونی،  $A_k$  مجموع کل تسهیلات قابل پرداخت در بخش  $k$ ،  $G$  منابع قابل تصرف،  $C_s$  ضریب نقدینگی صندوق،  $B_j$  انواع سپرده‌های مؤثر،  $K$  تعداد بخش‌های اقتصادی،  $D$  کل منابع موجود جهت پرداخت تسهیلات،  $X$  کل تسهیلات قابل اعطاء در سیستم بانکی با توجه به منابع،  $n$  تعداد عقود اسلامی،  $a_k$  سهم نسبی بخش‌ها،  $I$  سرمایه پایه<sup>۱۲</sup>،  $L$  تعداد سپرده‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت بانکی،  $\beta$  ضریب ریسک دارایی‌ها،  $R_i$  ریسک اعتباری برای هر عقد، مدل ارائه شده در این تحقیق طبق رابطه (۱) است:

$$\text{Max} \sum_{i=1}^n \left[ x_i t_i (1 - R_i) + \frac{x_i R_i (t_i + 0/06)}{1 + t_i} \right]$$

رابطه (۱):

$$X = \sum_{i=1}^n x_i, \quad A_k \leq a_k X \quad K = 1, 2, 3, \quad r \sum_{j=1}^L B_j = B, \quad G - C_s = D$$

$$X \leq \%70D, \quad \beta x \leq \frac{I}{\%8} - S, \quad x_i, R_i \geq 0 \quad j = 1, \dots, L \quad i = 1, 2, \dots, n$$

تابع هدف در این پژوهش تعیین‌کننده درآمد حاصله از تسهیلات است. محدودیت‌های مدل گویای نرخ تسهیلات، سهم نسبی بخش‌ها، محدودیت منابع جهت پرداخت تسهیلات، نرخ سپرده‌های قانونی نزد بانک مرکزی، میزان و نسبت منابع به مصارف، مجموع تسهیلات پرداختی و نسبت کفایت سرمایه هستند. نتایج تحقیق حاکی از آن است که با توجه به حد تسهیلات ۷۰ درصدی، مقدار تابع هدف، ۶۸۳۹/۹۳۷ میلیارد ریال و در صورت عدم احتساب منابع صندوق جوانان ۶۲۰۱/۱۸۴ میلیارد ریال است. دایمی‌کریم‌زاده (۱۳۹۲)، با استفاده از رهیافت نظریه فرامدرن سرمایه‌گذاری (رهیافت میانگین - نیم واریانس) ترکیب بهینه تسهیلات مشارکتی بانک‌های تجاری ایران را بررسی کرد. بدین منظور میانگین ماهانه نرخ بازدهی شرکت‌های فعال در بورس اوراق

طراحی مدل تلفیقی سود-ریسک جهت بهینه‌یابی ترکیب منابع و... / مجید نیلی احمدآبادی و دیگران *تسهیلات بانکی* ۴۷

بهادار ایران در بخش‌های مختلف اقتصادی طی دوره زمانی سه ساله به‌عنوان نرخ بازدهی بخش‌های اقتصادی و انحراف معیار نرخ بازدهی به‌عنوان ریسک استفاده شده است. تابع هدف در این پژوهش حداقل‌سازی ریسک تسهیلات سیستم بانکی در بخش‌های مختلف اقتصادی با توجه به قید بازده موردانتظار است و انتخاب سبد سرمایه‌گذاری بهینه با تعریف مجموعه سبدهای کارا و انتخاب از بین مجموعه کارا صورت می‌پذیرد. مدل برنامه‌ریزی خطی ارائه‌شده در این تحقیق طبق رابطه (۲) است:

$$\text{رابطه (۲): } \text{Min}_{w_{jt}} Z = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^G \sum_{j=1}^G W_i W_j \left[ \sum_{t=1}^n \min\{(m_{it} - \mu_{it}), 0\} \sum_{t=1}^n \min\{(m_{jt} - \mu_{jt}), 0\} \right]$$

متغیرها (مصارف بانک) عبارتند از عقود مضاربه، مشارکت مدنی، مشارکت حقوقی، مزارعه و مساقات.  $w$  سهم نسبی تسهیلات در سبد است. نتایج بیان‌گر آن بوده که در ریسک‌گریزترین حالت، باید حدود ۳۳ درصد تسهیلات مشارکتی به بخش صنعت و معدن، حدود ۲۲ درصد تسهیلات به بخش مسکن و ساختمان و حدود ۲۹ درصد تسهیلات به بخش کشاورزی تخصیص یابد. سهم تسهیلات بخش خدمات و بازرگانی باید حدود ۱۶ درصد باشد و از نوع نسبتاً ریسک‌پذیر است به‌گونه‌ای که با افزایش درجه ریسک‌پذیری سیستم بانکی به بهای کاهش سهم تسهیلات بخش‌های صنعت و معدن و مسکن، سهم بهینه آن تا حدود ۲۶ درصد افزایش و سپس با افزایش بیشتر، درجه ریسک‌پذیری کاهش می‌یابد.

مقدم (۱۳۹۲)، در بررسی مدیریت دارایی‌ها و بدهی‌ها و نقش آن در تدوین استراتژی‌های بهینه تصمیم‌گیری در ترکیب دارایی-بدهی بانک، به دنبال استخراج یک چارچوب تحلیلی جهت انتخاب استراتژی مناسب در گزینش ترکیب بهینه دارایی-بدهی، مرتبط با اهداف کلان بانک است. وی ابعاد مدیریت یکپارچه دارایی‌ها و بدهی‌ها و تأثیر این مدل ارزیابی و تصمیم‌گیری در کارایی فعالیت‌های بانک را مورد بررسی قرار داد. با در نظر گرفتن دو حالت حداکثر نمودن سود و حداقل نمودن ریسک، استراتژی بهینه در زمینه ترکیب بهینه منابع-مصارف تعیین گردید. نتایج نشان داد تقریباً در اکثر موارد حالت بهینه با وضعیت جاری تفاوت معنی‌داری ندارد.

محمدی، قنبری و یارمحمدی (۱۳۹۳)، به تعیین ترکیب بهینه منابع بانک و تأثیر آن بر بهای تمام شده پول در بانک ملی ایران با استفاده از داده‌های سالانه دوره زمانی ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۰ پرداخته‌اند. در این تحقیق رابطه بین متغیرهای مستقل و متغیر وابسته با استفاده از مدل رگرسیونی چند متغیره داده‌های ترکیبی مورد بررسی قرار گرفت. مدل این تحقیق طبق رابطه (۳) است:

$$Cash_{it} = \alpha_0 + \beta_{1it} X_{1it} + \beta_{2it} X_{2it} + \beta_{3it} X_{3it} + e_{it} \quad \text{رابطه (۳)}$$

که در آن Cash بهای تمام شده پول،  $\beta_i$  ضرایب حساسیت،  $X_1$  درصد سپرده‌های بلندمدت،  $X_2$  درصد سپرده‌های کوتاه‌مدت،  $X_3$  درصد سپرده‌های قرض‌الحسنه،  $i$  شرکت و  $t$  زمان است. آنها به این نتیجه رسیدند که رابطه معنی‌داری بین درصد ترکیب سپرده‌های بلندمدت، کوتاه‌مدت و قرض‌الحسنه با بهای تمام شده پول وجود دارد و سپرده‌های بلندمدت ۵۸ درصد، سپرده‌های کوتاه‌مدت ۴۰/۶۲ درصد و سپرده‌های قرض‌الحسنه ۷۱ درصد روی بهای تمام شده پول تأثیر دارند.

صالحی، صالحی و جعفری اسکندری (۱۳۹۳)، برای بهینه‌سازی سبد تسهیلات اعطایی مؤسسات مالی از مدل برنامه‌ریزی ریاضی زیر استفاده کرده‌اند. متغیرهای مدل، نوع تسهیلاتی است که بانک ارائه می‌دهد و تابع هدف سود بانک را حداکثر می‌کند؛

$$Min Z = \sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 X_i X_j \cdot \delta_{ij} \quad \text{رابطه (۴)}$$

$$\sum_{i=0}^7 X_i \cdot C_i \cdot R_i \geq BR, \quad \sum_{i=1}^7 X_i C_i = B, \quad X_i \leq U_i, \quad X_i \geq L_i$$

که در آن  $i$  تعداد تسهیلات و عقود بانکی،  $R$  نرخ بازگشت موردانتظار پرتفو،  $R_i$  نرخ بازگشت موردانتظار هر یک از تسهیلات،  $B$  سرمایه در دسترس،  $C_i$  قیمت تسهیلات  $i$ ام،  $\delta$  ریسک پرتفو،  $X_i$  مقدار سرمایه‌گذاری در تسهیلات  $i$ ام،  $U_i$  کران بالای مقدار سرمایه‌گذاری و  $L_i$  کران پایین سرمایه‌گذاری را نشان می‌دهند. ترابی و حمزه (۱۳۹۴)، مدلی برای ترکیب سبد تسهیلات اعطایی بانک مهر اقتصاد ارائه کردند که مشابه مدل صالحی (۱۳۹۳) است با این تفاوت که کران پایین و بالا در آن دیده نمی‌شود. در

طراحی مدل تلفیقی سود-ریسک جهت بهینه‌یابی ترکیب منابع و... / مجید نبلی احمدآبادی و دیگران *تفهمنا بالاسرار* ۴۹

این تحقیق از متغیرهای تسهیلات در بخش‌های صنعت و معدن، بازرگانی، ساختمان، پیمانکاری، کالاهای بادوام، قرض‌الحسنه و کشاورزی در دوره زمانی ۴ ساله استفاده شده است.

امیری و محبوب‌قدسی (۱۳۹۴)، مدل برنامه‌ریزی خطی فازی برای مسأله ترکیب سبد سهام با کمترین ریسک و مقدار قابل قبول بازده، با استفاده از حل مدل برنامه‌ریزی خطی ارائه کرده‌اند. بدین منظور با استفاده از قیمت سهام در بازه ۱۸ ساله، مدل خطی فازی حل شده و وزن هر سهم و مقدار ریسک نامطلوب سبد بهینه به دست آمده است. در این تحقیق دو معیار ریسک و بازدهی در نظر گرفته شده است. نتایج محاسبات نشان می‌دهد، مدل ارائه شده می‌تواند با داشتن بازده و بتای نامطلوب فازی به سرمایه‌گذار برای پیدا کردن یک سبد سرمایه‌گذاری کارا با توجه به اولویت خود کمک کند.

اختیاری و عالم تبریز (۱۳۹۴)، برای بهینه‌سازی پرتفوی منابع و مصارف بانک‌ها از مدل برنامه‌ریزی خطی با رویکرد قیمت تمام‌شده استفاده کردند. در این تحقیق سه سناریوی متفاوت مورد توجه قرار گرفته است. در سناریوی اول، ترکیب بهینه پرتفوی منابع بانک در حالت ایستا پیشنهاد می‌شود. در سناریوهای دوم و سوم به ترتیب ترکیب بهینه پرتفوی منابع و مصارف بانک در حالت پویا و با رویکرد قیمت تمام‌شده پول مورد بررسی قرار می‌گیرد. متغیرها در این مقاله عبارتند از:  $X_j$  مقدار سپرده  $j$  ام و  $y_i$  مقدار تسهیلات نوع  $i$  ام،  $N$  تعداد سپرده‌ها،  $M$  تعداد تسهیلات،  $c_j$  هزینه جذب سپرده  $j$  ام،  $W_j$  نرخ سپرده قانونی برای سپرده  $j$  ام،  $C$  قیمت تمام‌شده پول،  $T$  متوسط منابع موجود در ابتدای سال،  $b_i$  نرخ سود تسهیلات نوع  $i$  ام،  $r_i$  ضریب ریسک تسهیلات نوع  $i$  ام،  $U_i$  مجموع مطالبات معوق و مشکوک‌الوصول تسهیلات  $i$  ام،  $V_i$  مجموع مطالبات سررسید گذشته تسهیلات  $i$  ام،  $N_i$  مانده جاری تسهیلات  $i$  ام. مدل نهایی پیشنهاد شده برای مدل سوم عبارتند از:

$$\text{Max} \sum_{i=1}^{11} b_i (y_i - r_i y_i) - \sum_{j=1}^{13} c_j x_j - 0.05 \left( \sum_{j=1}^{13} x_j \right)$$

$$\sum_{i=1}^{11} y_i \leq \sum_{j=1}^{13} (1-w_j) x_j - 0.02 \left( \sum_{j=1}^{13} x_j \right),$$

$$y_1 = (1-w_2) x_2 - 0.02 x_2, \sum_{j=1}^{13} x_j \geq 1.293T,$$

$$\sum_{i=1}^{11} r_i y_i \leq \left( \frac{\sum_{i=1}^{11} U_i}{\sum_{i=1}^{11} (U_i + V_i + N_i)} \right) \sum_{i=1}^{11} y_i,$$

$$\frac{\sum_{j=1}^{13} c_j (x_j - w_j x_j)}{\sum_{j=1}^{13} (x_j - w_j x_j)} \leq 10, \sum_{j=1}^{13} x_j \leq 1.393T,$$

$$y_i \geq 0.8(U_i + V_i + N_i), \quad y_i \leq 1.4(U_i + V_i + N_i),$$

$$x_j \geq 1.1k_j, \quad x_j \leq 1.4k_j$$

نتایج این تحقیق نشان داد که ترکیب بهینه در مقایسه با ترکیب کنونی منابع بانک، علاوه بر کاهش قیمت تمام شده پول، صرفه جویی مالی را برای بانک به دنبال دارد. شیخ و قیصری (۱۳۹۵)، مدیریت دارایی و بدهی با رویکرد تصمیم گیری گروهی چندهدفه فازی را با استفاده از برنامه ریزی آرمانی در فضای تصمیم گیری گروهی فازی تحت شرایط عدم اطمینان بررسی کردند. مدل مورد استفاده در این تحقیق عبارتند از:

$$\text{رابطه (۶):} \quad \text{Min} Z = \sum_{i=1}^p (w_i^+ d_i^+ + w_i^- d_i^-), \quad \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j + d_i^- - d_i^+ = b_i, \quad \sum_{j=1}^n C_{mj} x_j \leq r_m$$

$x_j$  مقدار متغیر تصمیم  $j$ ،  $a_{ij}$  ضریب فنی برای متغیر  $x_j$  در  $i$ ام آرمان،  $b_i$  مقدار مطلوب برای  $i$ ام آرمان،  $C_{mj}$  ضریب محدودیت برای متغیر  $x_j$  در  $i$ ام آرمان،  $r_m$  مقدار در دسترس برای  $m$ امین منبع،  $d_i^+$  متغیر انحراف مثبت و  $d_i^-$  متغیر انحراف منفی از

طراحی مدل تلفیقی سود-ریسک جهت بهینه‌یابی ترکیب منابع و... / مجید نیلی احمدآبادی و دیگران **تفصیلات** ۵۱

آرمان و  $W_i$  وزن هر آرمان تعریف می‌شود.  $x_1, x_2, \dots, x_n$  به ترتیب عبارتند از موجودی نقد، مطالبات از بانک مرکزی، مطالبات از سایر بانک‌ها و مؤسسات اعتباری، اوراق مشارکت و سایر اوراق مشابه، تسهیلات اعطایی، سایر حساب‌ها و اسناد دریافتی، سرمایه‌گذاری‌ها و مشارکت‌ها، دارایی‌های ثابت، سایر دارایی‌ها، تعهدات مشتریان بابت اعتبارات اسنادی، تعهدات مشتریان بابت ضمانت‌نامه‌ها، سایر تعهدات مشتریان، طرف وجوه اداره شده و موارد مشابه. این مطالعه با استفاده از داده‌های بانک نمونه آلفا طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۲ پیاده‌سازی شده است. یافته‌های تحقیق حاکی از آن است که آرمان‌های مدنظر مدیریت به‌خصوص برای سال ۱۳۹۲ به‌خوبی تأمین نشده‌اند. براین اساس به مدیران بانک پیشنهاد شده که استراتژی‌های خود را در جهت نیل با آرمان‌ها تغییر دهند و یا هدف‌گذاری آنان به‌گونه‌ای باشد که روند تغییرات مقادیر ترانزنامه را بتواند توجیه نماید. همچنین به مدیران بانک آلفا پیشنهاد شده که کمیته‌های مدیریت ریسک و مدیریت دارایی و بدهی راه‌اندازی نمایند تا با تعامل یکدیگر، ترکیبی بهینه از دارایی‌های با کمترین ریسک ممکن ایجاد شود.

حسینی‌پور، محسنی و جعفری‌مقدم (۱۳۹۷)، در مطالعه‌ای به مقایسه سه روش برنامه‌ریزی خطی، آرمانی و فازی در ترکیب بهینه منابع و مصارف بانک کشاورزی استان کرمان با استفاده از داده‌های سال ۱۳۹۴ پرداختند. نتایج حاکی از آن است که برنامه‌ریزی خطی و آرمانی نسبت به برنامه‌ریزی فازی و تخصیص فعلی بانک، بیشترین سود را به دنبال خواهد 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. همچنین استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی خطی و آرمانی می‌تواند مدیران را در جهت تخصیص بهینه منابع به‌منظور بازدهی بالاتر یاری رسانند.

سینا و فلاح‌شمس (۱۳۹۸)، در مطالعه‌ای به بررسی بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری با رویکرد نظریه ارزش‌آفرین در بورس اوراق بهادار تهران با لحاظ عدم قطعیت با استفاده از داده‌های سالانه دوره زمانی ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۷ مربوط به ۵۰ شرکت پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران پرداختند. در این مطالعه در مرحله اول از روش گارچ و حداکثرسازی تابع درست‌نمایی استفاده شده و در مرحله دوم مرز کارای سرمایه‌گذاری ریسکی از یک

مدل برنامه‌ریزی کوادراتیک با رویکرد ارزش فرین محاسبه و با مدل مارکویتز مقایسه شده است. نتایج حاکی از آن بوده که تشکیل سبد سهام بهینه با استفاده از نظریه ارزش فرین تفاوت چندانی با مدل میانگین- واریانس مارکویتز ندارد.

قندهاری، آذر، یزدانیان و گل‌ارضی (۱۳۹۸)، در مطالعه‌ای با عنوان «ارائه ترکیبی از برنامه‌ریزی پویای تصادفی تقریبی و الگوریتم ژنتیک در بهینه‌سازی چندمرحله‌ای سبد سهام با معیار ریسک  $Glue VaR$ » به بررسی موضوع با استفاده از اطلاعات و داده‌های ۱۰۰ شرکت برتر پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۶ پرداختند. نتایج حاکی از آن است آزمون‌های آماری مربوطه نشان‌دهنده عملکرد بهتر روش پیشنهادی نویسندگان با دو روش دیگر موردبررسی است.

راعی، باسنا و مهدی‌خواه (۱۳۹۹)، به بررسی بهینه‌سازی سبد سهام با استفاده از روش  $Mean-CVaR$  و رویکرد ناهم‌سانی واریانس شرطی متقارن و نامتقارن با استفاده از قیمت‌های پایانی ۳۰ شرکت بورسی در ایران پرداختند. در این مطالعه با در نظر گرفتن مدل  $CVaR$  به‌عنوان مدل اصلی و با استفاده از روش‌های مختلف مدل‌سازی ۴ مدل مجزا به‌دست‌آمد. در روش اول ارزش در معرض ریسک شرطی با بهره‌گیری از واریانس ثابت محاسبه‌شده و در سه روش دیگر واریانس از مدل‌های  $GARCH^{13}$ ،  $E-GARCH^{14}$  و  $T-GARCH^{15}$  مدل‌سازی شده است. نتایج بیان‌گر آن است که در نظر گرفتن ناهم‌سانی واریانس موجود در بازارهای مالی ایران و واردکردن این موضوع در مدل‌های بهینه‌سازی به عملکرد بهتر در بهینه‌سازی سبدهای سرمایه‌گذاری می‌انجامد. همچنین استفاده از مدل  $CVaR$  به‌جای مدل‌های سنتی ریسک، به‌صورت معناداری در بهبود عملکرد صندوق‌ها مؤثر است.

در مطالعه حاضر، توجه هم‌زمان به کاهش ریسک و افزایش بازده مدنظر قرار گرفته است. برای مدل‌سازی تابع هدف و محدودیت‌های مسأله که عمدتاً محدودیت‌های سیاستی هستند، از متغیرهایی استفاده‌شده است که در تحقیقات پیشین به‌کار گرفته‌شده‌اند. تجمیع تمامی ابعادی که در مدل‌های برنامه‌ریزی خطی در تحقیقات قبلی موردتوجه محققین قرار گرفته‌اند، از جنبه‌های بدیع در این تحقیق است.

## ۲. روش‌شناسی تحقیق

تحقیق حاضر از حیث هدف، کاربردی و از نظر قابلیت تعمیم‌پذیری در زمره تحقیق‌های استنباطی است. به تناسب هدف اصلی تحقیق که بیشینه کردن سود خالص (کمینه کردن زیان) بانک است از برنامه‌ریزی خطی استفاده شده است، لذا این تحقیق زیرمجموعه تحقیقات کمی است. قلمروی موضوعی تحقیق در زمینه منابع و مصارف بانکی است، داده‌های تحقیق در سال ۱۳۹۷ (قلمروی زمانی) جمع‌آوری شده‌اند و تحقیق در شهر قم صورت گرفته است (قلمروی مکانی). هدف از انجام این تحقیق پاسخ‌گویی به این سؤال است: چه نسبتی از سپرده‌های بانک به هر یک از تسهیلات که به صورت عقود تعریف شده‌اند، باید اختصاص یابد؟ داده‌های تحقیق از یک بانک تجاری در قم جمع‌آوری شده‌اند که به دلیل محرمانگی (براساس نظر مدیران بانک موردنظر)، بانک D نامیده می‌شود. با استفاده از متغیرهایی که در تحقیقات قبلی برای مدل‌سازی منابع و مصارف به کار گرفته شده‌اند، متغیرهای تصمیم و پارامترهای مورد استفاده در مدل‌سازی برنامه‌ریزی خطی به شرح جدول (۱) هستند.

جدول (۱): متغیرهای مربوط به منابع و مصارف بانک

مقادیر ثابت	منابع (j)	متغیرهای تصمیم	مصارف (i)
$x_1$	قرض الحسنه جاری	$y_1$	۱- وام قرض الحسنه اعطایی
$x_2$	قرض الحسنه پس‌انداز	$y_2$	۲- تسهیلات مشارکت مدنی
$x_3$	سپرده سرمایه‌گذاری کوتاه‌مدت	$y_3$	۳- تسهیلات فروش اقساطی
$x_4$	سپرده سرمایه‌گذاری کوتاه‌مدت ویژه ۳ ماهه	$y_4$	۴- تسهیلات مضاربه
$x_5$	سپرده سرمایه‌گذاری کوتاه‌مدت ویژه ۴ ماهه	$y_5$	۵- تسهیلات اجاره به شرط تملیک
$x_6$	سپرده سرمایه‌گذاری کوتاه‌مدت ویژه ۶ ماهه	$y_6$	۶- تسهیلات سلف



مقادیر ثابت	منابع (j)	متغیرهای تصمیم	مصارف (i)
$x_7$	سپرده سرمایه‌گذاری کوتاه‌مدت ویژه ۹ ماهه	$y_7$	۷- تسهیلات جعاله
$x_8$	سپرده سرمایه‌گذاری بلندمدت یک‌ساله	$y_8$	۸- تسهیلات خرید دین
		$y_9$	۹- تسهیلات مباحه

منبع: یافته‌های تحقیق

پارامترهای مدل عبارتند از:  $i$  نوع عقد اسلامی مورد نظر،  $r_i$  ضریب ریسک تسهیلات پرداخت شده براساس عقد  $i$  ام،  $y$  تسهیلات قابل اعطاء در بانک با توجه به منابع،  $U_i$  مجموع مطالبات معوق و مشکوک‌الوصول تسهیلات  $i$  ام،  $V_i$  مجموع مطالبات سررسید گذشته تسهیلات  $i$  ام،  $N_i$  مانده جاری تسهیلات  $i$  ام،  $a_i$  نرخ سود تسهیلات پرداخت شده از نوع عقد  $i$  ام،  $b$  نرخ سود پرداختی به سپرده‌ها،  $j$  نوع سپرده‌های بانکی،  $c$  سقف تسهیلات نوع  $i$  است.

با استفاده از ضرایب فوق، و همچنین مدل‌های مندرج در ادبیات تحقیق، مدل مفهومی این پژوهش از نوع برنامه‌ریزی خطی طراحی شد که تابع هدف آن مطابق رابطه (۷) است:

$$\text{رابطه (۷): } \text{Max } Z = \text{Incomes} - \text{Costs} = \sum_{i=1}^9 a_i y_i - \left( \sum_{i=1}^9 r_i y_i + \sum_{j=1}^8 b_j x_j \right)$$

این مدل به ترتیب از سه قسمت سود ناخالص (کریمی و زاهدی‌کیوان، ۱۳۸۹، ص. ۱۱۰) و هزینه ریسک و هزینه سپرده‌ها (اختیاری و عالم تبریز، ۱۳۹۴، ص. ۱۴۰) تشکیل شده است. در این تابع هدف فقط درآمدهای مشاع در نظر گرفته شده است و درآمدهای حاصل از کارمزد، مبادلات ارزی و سایر فعالیت‌های مشاوره‌ای بانک در نظر گرفته نشده است.

## ۱-۲. محدودیت‌های مدل

سیاست‌های اعتباری بانک برای تخصیص حداکثر و حداقل منابع به تسهیلات، یکی از سیاست‌های اعتباری

$$0/3A \leq \sum_{i=1}^9 y_i \leq 0/75A \quad \text{۷۵ تا ۳۰} \quad \text{که بانک اعمال می‌کند این است که باید بین ۳۰ تا ۷۵ درصد از سپرده‌ها به تسهیلات تخصیص یابد.}$$

رابطه (۸):

محدودیت تسهیلات قرض‌الحسنه: بانک‌ها موظف‌اند که تا سقف ۸۰ درصد از سپرده‌های قرض‌الحسنه را فقط به تسهیلات قرض‌الحسنه اختصاص دهند:

$$y_1 \leq 0/8(x_1 + x_2) \quad \text{رابطه (۹):}$$

محدودیت سقف انواع تسهیلات براساس عقود مختلف (عسگرزاده، ۱۳۸۵، ص. ۱۶): براساس این محدودیت میزان هر یک از انواع تسهیلات از سقفی که توسط بانک به صورت تجربی مشخص می‌شود نباید تجاوز کند:

$$y_i \leq c_i \quad i=2,3,\dots,9 \quad \text{رابطه (۱۰):}$$

محدودیت ریسک ناشی از مطالبات معوق و مشکوک‌الوصول

$$r_i = \frac{U_i}{U_i + V_i + N_i} \quad \text{(اختیاری و عالم تبریز، ۱۳۹۴): ریسک هر یک از تسهیلات پرداختی به شکل رابطه (۱۱) تعریف می‌گردد:}$$

رابطه (۱۱):

بنابراین محدودیت ریسک ناشی از مطالبات معوق و مشکوک‌الوصول را می‌توان به صورت زیر تبیین کرد:

$$\sum_{i=1}^9 r_i y_i \leq \left( \frac{\sum_{i=1}^9 U_i}{\sum_{i=1}^9 (U_i + V_i + N_i)} \right) \times \sum_{i=1}^9 y_i \quad \text{رابطه (۱۲):}$$

محدودیت نامنفی بودن متغیر تسهیلات (عسگرزاده، ۱۳۸۵): این محدودیت بیان‌گر

این است که تسهیلات پرداختی نمی‌تواند منفی باشد:

$$y_i \geq 0 \quad \text{رابطه (۱۳):}$$

با جمع بندی مطالب فوق، مدل نهایی برای تعیین ترکیب بهینه منابع - مصارف بانک D عبارتند از:

$$Max Z = \sum_{i=1}^9 a_i y_i - \sum_{i=1}^9 r_i y_i - \sum_{j=1}^8 b_j x_j$$

$$\sum_{i=1}^9 r_i y_i \leq \left( \frac{\sum_{i=1}^9 u_i}{\sum_{i=1}^9 (U_i + V_i + N_i)} \right) \times \sum_{i=1}^9 y_i, \quad y_i \geq 0 \quad \text{رابطه (۱۴)}$$

$$0/3A \leq \sum_{i=1}^9 y_i \leq 0/75A, \quad y_1 \leq 0/8x_1, \quad y_i \leq c_i$$

همان طور که گفته شد متغیرهای تصمیم در این رابطه ۹ متغیر (که با  $y_1, y_2, \dots, y_9$  نمایش داده شده‌اند) هستند. داده‌های مربوط به مشخصات هر تسهیلات با استفاده از منابع بانکی، در جدول (۲) به صورت خلاصه نمایش داده شده است. از این داده‌ها در ساخت مدل استفاده خواهد شد.

جدول (۲): ضریب ریسک محاسبه شده به تفکیک هر یک از انواع تسهیلات اعطاء شده

در سال ۱۳۹۷

ضریب ریسک	(i) +	مانده تسهیلات (iii)	مطالبات معوق (ii)	مطالبات مشکوک الوصول (i)	نرخ سود	متغیر	نماد
۰/۰۱۳۶	۱۶۶۲۶۶	۱۶۲۴۵۶	۱۵۴۷	۲۲۶۳	*۰/۰۴	وام قرض الحسنه	$y_1$
۰/۰۶۱۱۵	۱۲۲۸۹۰۹	۴۷۲۸۷۰	۴۵۰۶	۷۵۱۵۳۳	۰/۱۸	مشارکت مدنی	$y_2$
۰/۰۲۹	۸۳۸۷۶۳	۸۰۱۵۹۶	۱۲۷۶۵	۲۴۴۰۲	۰/۱۵	فروش اقساطی	$y_3$
۰/۰۱۳۲۶	۱۵۰۷۲۸	۱۲۸۰۵۱	۲۶۸۱	۱۹۹۹۶	۰/۱۸	مضاربه	$y_4$

نماد	متغیر	نرخ سود	مطالبات مشکوک الوصول (i)	مطالبات معوق (ii)	مانده تسهیلات (iii)	+ (i) + (ii) (iii)	ضریب ریسک
$y_5$	اجاره به شرط تملیک	۰/۱۸	۰	۰	۵۴۲	۵۴۲	۰
$y_6$	تسهیلات سلف	۰/۱۸	۰	۰	۴۹۰۳۲	۴۹۰۳۲	۰
$y_7$	جعاله	۰/۱۸	۱۶۳۹	۳۸۲	۱۰۴۶۳	۱۲۴۸۴	۰/۱۳۱۲
$y_8$	خرید دین	۰/۱۸	۰	۰	۸۵۶۰۸	۸۵۶۰۸	۰
$y_9$	مرابحه	۰/۱۴	۴۱۳۷۹	۱۸۸۹۸	۹۷۸۲۹۹	۱۰۳۸۵۷۶	۰/۰۳۹۸
	جمع کل	-	۸۴۱۲۱۲	۴۰۷۷۹	۶۸۸۹۱۷	۱۵۷۰۹۰۸	

اعداد ستون‌های i,ii,iii به صورت میلیون ریال است.

\* ۴ درصد کارمزد خدمات است (و نه سود) و از لحاظ ماهیتی متفاوت با سود است. این عدد برای راحتی محاسبات ذیل این ستون قرار گرفته است.

توضیح اینکه نرخ بازده تسهیلات در سال ۱۳۹۷ برای تمامی انواع تسهیلات به‌غیر از تسهیلات قرض‌الحسنه یکسان و معادل ۱۸ درصد در نظر گرفته شده و اما تسهیلات قرض‌الحسنه نرخ کارمزد ۴ درصد دارد. سود فروش اقساطی ۱۵ درصد و سود مرابحه نیز ۱۴ درصد در نظر گرفته شده است. با ضرب کردن این نرخ‌ها در میزان تسهیلات پرداختی سود ناخالص بانک به دست می‌آید. میزان ریسک تک تک تسهیلات بانک را با استفاده از رابطه (اختیاری و عالم تبریز، ۱۳۹۴) به دست آمده است. با جای‌گذاری مقادیر فوق در مدل مفهومی تحقیق رابطه (۱۵) حاصل می‌شود:

رابطه (۱۵):

$$\begin{aligned} \text{Max } Z &= 0.0264y_1 - 0.4315y_2 + 0.151y_3 + 0.0474y_4 + 0.18y_5 + \\ & 0.18y_6 + 0.0488y_7 + 0.18y_8 + 0.1402y_9 - 1099908.789 \\ 2757852 &\leq \sum_{i=1}^9 y_i \leq 6894630, \quad y_1 \leq 822137.6, \quad y_2 \leq 759061.55, \\ y_3 &\leq 752092.55, \quad y_4 \leq 753030.55, \quad y_5 \leq 765728.216 \\ y_6 &\leq 765728.216, \quad y_7 \leq 759061.55, \quad y_8 \leq 765728.216, \quad y_9 \leq 749061.5 \\ -0.2214y_1 &+ 0.3765y_2 - 0.206y_3 - 0.1024y_4 - 0.235y_5 - 0.235y_6 \\ -0.1038y_7 &- 0.235y_8 - 0.1952y_9 \leq 0 \end{aligned}$$

### ۳. یافته‌های تحقیق

حل مدل با استفاده از نرم‌افزار *Matlab* انجام شد و مقادیر بهینه برای  $(y_1, y_2, y_3, \dots, y_9)$  مشخص شد. مقادیر بهینه و همچنین مقادیر واقعی مربوط به هر یک از متغیرها در جدول (۳) نشان داده شده‌اند.

جدول (۳): مقادیر متغیرهای تحقیق

متغیر	مقدار بهینه (میلیون ریال)	مقدار واقعی (میلیون ریال)
وام قرض‌الحسنه	۶۱۹۰۴۸/۹۱	۱۶۲۴۵۶
مشارکت مدنی	۱۸۵۹/۸۳	۴۷۲۸
فروش اقساطی	۷۵۰۴۸۰/۸۴	۸۰۱۵۹۶
مضاربه	۷۳۸۱۹۴/۸۱	۱۲۸۰۵۱
اجاره به شرط تملیک	۷۶۰/۴۴	۵۴۲
تسهیلات سلف	۷۶۰۹۳/۴۴	۴۹۰۳۲
جعاله	۷۴۷۶۹/۲۵	۱۰۴۶۳
خرید دین	۷۶۰۹۳/۴۴	۸۵۶۰۸
مراجعه	۷۴۹۰۵۳/۶۴	۹۷۸۲۹۹

مقدار کل تابع هدف به ازای سطح بهینه برابر با  $۳۸۳۶۴/۲۸$  - میلیون ریال و به ازای متغیرهای واقعی برابر با  $۵۶۰۱۱/۴۴$  - میلیون ریال محاسبه گردید.

### بحث و نتیجه‌گیری

مقادیر تابع هدف به ازای مقادیر بهینه و مقادیر واقعی نشان می‌دهد که به‌کارگیری مدل پیشنهادی توانسته ترکیبی از تسهیلات را به‌دست آورد که با همان محدودیت‌های منابع و قوانین، سود بالاتر یا زیان کمتری را متوجه بانک می‌سازد. اگرچه در عمل ممکن است محدودیت‌ها یا ملاحظات دیگری توسط بانک در نظر گرفته شود که در مدل فوق آورده نشده‌اند، ولی این ملاحظات عمدتاً قانونی یا بعضاً منطقی هم نیستند و از روحیه ریسک‌پذیری یا ریسک‌گریزی رؤسای شعب ناشی می‌شود. از آنجاکه برخی ضرایب مدل ممکن است در آینده تغییر کنند و یا تا حدی منعطف باشند به‌گونه‌ای که رئیس شعبه بتواند تا حدی مقادیر آنها را تغییر دهد، در این بخش تحلیل حساسیت هر یک از پارامترهای مدل نیز انجام می‌شود. معمولاً پس از حل مدل‌های ریاضی انجام اینکار توصیه می‌شود، ولی در اغلب مطالعات ذکرشده در ادبیات تحقیق، اینکار دیده نشد. با استفاده از نرم‌افزار *Matlab* می‌توان نشان داد که اگر هر یک از ضرایب مدل به میزان ۱۰ درصد اضافه شود، سود (زیان) بانک به چه میزان تغییر خواهند یافت (جدول (۴)). محاسبات با این واقعیت انجام شده‌اند که مقدار تابع هدف در حالت بهینه فعلی برابر با ۳۸۳۶۴/۲۸- میلیون ریال است.

جدول (۴): تحلیل حساسیت ۱۰ درصد تغییر در ضرایب مدل

پارامتر	سود (زیان) جدید (میلیون ریال)	درصد تغییر	پارامتر	سود (زیان) جدید (میلیون ریال)	درصد تغییر
$a_1$	-۳۸۱۳۶/۸۹	۰/۰۰۵۹	$C_1$	-۳۸۳۱۳/۰۶	۰/۰۰۱۳
$a_2$	-۳۸۲۱۷/۰۱	۰/۰۰۳۸	$C_2$	-۳۷۹۸۴/۲۲	۰/۰۰۹۹
$a_3$	-۳۷۲۸۵/۶	۰/۰۲۸۱	$C_3$	-۳۷۳۶۸/۶۸	۰/۰۲۶۰
$a_4$	-۳۷۹۸۹/۷۷	۰/۰۰۹۸	$C_4$	-۳۸۰۵۷/۶۹	۰/۰۰۸۰
$a_5$	-۳۷۰۳۶/۴۶	۰/۰۳۴۶	$C_5$	-۳۷۱۸۳/۸۳	۰/۰۳۰۸
$a_6$	-۳۷۰۳۶/۴۶	۰/۰۳۴۶	$C_6$	-۳۷۱۸۳/۸۳	۰/۰۳۰۸
$a_7$	-۳۷۹۷۶/۱۷	۰/۰۱۰۱	$C_7$	-۳۸۰۳۸/۷۲	۰/۰۰۸۵
$a_8$	-۳۷۰۳۶/۴۶	۰/۰۳۴۶	$C_8$	-۳۷۱۸۳/۸۳	۰/۰۳۰۸

پارامتر	سود (زیان) جدید (میلیون ریال)	درصد تغییر	پارامتر	سود (زیان) جدید (میلیون ریال)	درصد تغییر
$a_9$	-۳۷۲۱۶/۱۴	۰/۰۲۹۹	$C_9$	-۳۷۵۵۱/۰۷	۰/۰۲۱۲

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول (۴) نشان‌دهنده آن است که از میان ضرایب  $\alpha_i$  بیشترین تأثیرگذاری متعلق به  $\alpha_5$  (سود تسهیلات اجاره به شرط تملیک) و  $\alpha_6$  (سود تسهیلات سلف) و  $\alpha_8$  (سود تسهیلات خرید دین) است. همچنین تأثیرگذارترین ضرایب  $C_i$  بر تابع هدف عبارتند از  $C_5$  (سود تسهیلات اجاره به شرط تملیک) و  $C_6$  (سود تسهیلات سلف) و  $C_8$  (سود تسهیلات خرید دین). این جدول به مدیران شعب کمک می‌کند تا حین تصمیم‌گیری در مورد متغیرهایی که دامنه نوسان دارند، مقادیر بهتری برای هر یک از آنها در نظر بگیرند تا بیشترین تأثیر در سودآوری مشاهده شود. این بدان معنی است که اگر سیاست‌گذاران بخواهند به منظور افزایش سود بانک، ضرایب سود برخی تسهیلات را تغییر دهند بهتر است اینکار را از ضرایب فوق‌الذکر آغاز نمایند. از آنجاکه مقادیر بهینه با توجه به مقدار واقعی هر نوع تسهیلات پرداختی بانک به دست آمده و مقدار واقعی تسهیلات مضاربه چندین برابر تسهیلات مشارکت مدنی است، مقدار بهینه آنها باهم متفاوت است. ضمن این‌که میزان هر نوع از تسهیلات در عمل، تابع ترجیحات بانک و گیرنده تسهیلات و طیف وسیعی از عوامل اثرگذار از جمله درجه تسهیل وام‌گیری و وام‌دهی و غیره است که این عوامل اثرگذار مقدار واقعی هر نوع خاص از تسهیلات را در عمل هم تعیین می‌نمایند و مشاهده می‌شود که مقدار تسهیلات مضاربه خیلی بیشتر از تسهیلات مشارکت است. در اینجا صرفاً به منظور تحلیل حساسیت مقدار تابع نسبت به تغییرات موردنظر این محاسبات انجام شده است.

ضریب ریسک مطالبات معوق و مشکوک‌الوصول بانک با استفاده از رابطه (اختیاری و عالم تبریز، ۱۳۹۴) مقدار  $۰/۲۳۵$  محاسبه گردید. این رقم نشان‌دهنده ریسک بالای بانک در خصوص مطالبات معوق و مشکوک‌الوصول است و این رقم نشان‌دهنده امکان افزایش هزینه بانک در پرداخت تسهیلات به متقاضیان است.

طراحی مدل تلفیقی سود-ریسک جهت بهینه‌یابی ترکیب منابع و... / مجید نبیلی احمدآبادی و دیگران **تسهیلات** ۶۱

تفاوت مقادیر بهینه و واقعی در جدول (۳) نشان‌دهنده آن است که بانک از منابع خود برای پرداخت تسهیلات به صورت بهینه استفاده نمی‌کند. معمولاً مدیران شعب می‌کوشند تا منابع را صرف اعطای وام‌هایی کنند که بازده ریالی بالاتری دارند. از این رو هزینه بانک را به دو طریق افزایش می‌دهند: (۱) از منابع بانک استفاده کامل به عمل نمی‌آید و برخی منابع به صورت جذب نشده و بلااستفاده باقی می‌مانند و (۲) ریسک اعطای وام‌هایی با بهره بالا در نظر گرفته نمی‌شود و هزینه ریسک بانک افزایش می‌یابد. به طور کلی به کارگیری مدل‌های ریاضی باعث کاهش اثر سلیقه، احساسات، و سایر خطاهای انسانی بر تصمیم‌گیری‌های مدیریتی می‌شود.

این تحقیق با ارائه مدل دوجانبه‌نگر به طور هم‌زمان سعی کرده تا منابع محدود بانک را به تسهیلاتی تخصیص دهد که از نظر میزان ریسک در سطح پایین‌تری هستند و هم‌زمان درآمد بالاتری نیز دارند. با در نظر گرفتن مقادیر بهینه برای همه انواع تسهیلات، کمترین زیان بانک معادل  $38364/28$  - میلیون ریال است و این نتیجه با زیان‌ده بودن تعدادی از بانک‌ها همچون بانک ملی در سال ۱۳۹۵ مشابهت دارد.

مدل ارائه‌شده در این تحقیق از مدل حسینی‌پور، محسنی و جعفری‌مقدم (۱۳۹۷) ساده‌تر و دارای متغیرهای کمتری است. همچنین از مدل ارائه‌شده توسط کریمی و زاهدی‌کیوان (۱۳۸۹) دارای محدودیت‌های کمتری است. همچنین پاسخ پایدارتری نسبت به هر دوی آنها ارائه می‌دهد. یکی دیگر از نقاط متمایزکننده این تحقیق ارائه تحلیل حساسیت برای پاسخ بهینه است. این تحلیل علاوه بر ارائه راهکار به تصمیم‌گیران جهت بهترین روش تأثیرگذاری بر تابع هدف از طریق تغییر در پارامترهای مدل، پایدار بودن جواب را نیز آزمایش می‌کند. البته در اینجا توصیه می‌شود محققین از تحلیل حساسیت هم‌زمان پارامترها نیز در تحلیل جواب‌ها استفاده کنند. نکته‌ای که در به کارگیری نتایج تحقیق باید مورد نظر قرار گیرد آن است که نمونه پژوهش محدود است و در حدی متنوع نیست که بتوان از آن یک نتیجه کلی برداشت کرد. همچنین در مدل ارائه‌شده، عواملی مانند درآمدهای غیرمشاع مدنظر قرار نگرفته‌اند. از سوی دیگر با تغییر در نرخ‌های ارائه‌شده جواب بهینه مدل در مورد هر یک از تسهیلات تغییر خواهد یافت.



1. Jao
2. Dash & Kajiji
3. Papaioannou, Portes & Siourounis
4. Romaniuk
5. Asset Liabilities Management
6. Woodside-Oriakhi
7. Patari, Leivo & Honkapuro
8. Jun-Liu & Guo Zhang
9. Georgiev
10. Yao-Hsin Chou, Shu-Yu Kuo, Yi-Tzu Lo
11. Agarwal

۱۲. سرمایه پایه شامل حقوق صاحبان سهام، ذخیره مطالبات مشکوک‌الوصول عمومی و تجدید ارزیابی دارایی‌ها می‌باشد (امام‌وردی، غلامی و ملک، ۱۳۹۱).

13. Generalized AutoRegressive Conditional Heteroskedasticity.
14. Exponential Generalized AutoRegressive Conditional Heteroskedastic.
15. Threshold Generalized AutoRegressive Conditional Heteroskedasticity.

#### کتابنامه

اختیاری، مصطفی؛ و عالم تبریز، اکبر (۱۳۹۴). بهینه‌سازی پرتفوی منابع و مصارف بانک‌ها با استفاده از برنامه‌ریزی خطی (مورد مطالعه: بانک صادرات ایران). فصلنامه چشم‌انداز مدیریت مالی، ۵(۱۲)، ۱۳۴-۱۵۸.

البرزی، محمود؛ پورزرنندی، محمدابراهیم؛ و شهریاری، مجید (۱۳۹۰). مدیریت منابع و مصارف در بانک‌ها با رویکرد سیستم‌های پویا. فصلنامه مهندسی و مدیریت اوراق بهادار، ۲(۶)، ۴۱-۵۹.

امام‌وردی، قدرت‌الله؛ غلامی، غلامحسین؛ و ملک، هومن (۱۳۹۱). انتخاب الگوی تخصیص بهینه منابع به مصارف در بانک مسکن. سومین کنفرانس ریاضیات مالی و کاربردها، سمنان.

امیری، مقصود؛ و محبوب قدسی، مهسا (۱۳۹۴). مدل برنامه‌ریزی خطی فازی برای مسأله انتخاب سبد سهام بهینه. فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، ۶(۲۳)، ۱۰۵-۱۱۸.

بهمند، محمد؛ و بهمنی، محمود (۱۳۹۰). بانکداری داخلی-۱ (تجهیز منابع پولی) (چاپ هجدهم). تهران: مؤسسه عالی بانکداری ایران، بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران.

ترابی، رضوان؛ و حمزه، مهدی (۱۳۹۴). طراحی مدل بهینه برای ترکیب سبد تسهیلات اعطایی بانک مهر اقتصاد، سومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت چالش‌ها و راهکارها، شیراز.

- طراحی مدل تلفیقی سود-ریسک جهت بهینه‌یابی ترکیب منابع و.../ مجید نبلی احمدآبادی و دیگران *تفصیلات* ۶۳
- حسینی پور، سیدمحمدرضا؛ محسنی، سیمین؛ و جعفری مقدم، مسعود (۱۳۹۷) مقایسه سه روش برنامه‌ریزی خطی، آرمانی و فازی در ترکیب بهینه منابع و مصارف در بانک کشاورزی. *فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار*، ۱۳(۳۷)، ۳۵۷-۳۷۴.
- دائی کریم‌زاده، سعید (۱۳۹۲). ترکیب بهینه تسهیلات مشارکتی بانک‌های تجاری ایران در بخش‌های اقتصادی با استفاده از نظریه فرامدرن سبد سرمایه‌گذاری. *فصلنامه مدیریت دارایی و تأمین مالی*، ۴(۱۵)، ۱۷-۲۸.
- راعی، رضا؛ باسنا، حامد؛ و مهدی‌خواه، حسین (۱۳۹۹). بهینه‌سازی سبد سهام با استفاده از روش Mean-CVaR و رویکرد ناهم‌سانی واریانس شرطی متقارن و نامتقارن. *فصلنامه تحقیقات مالی*، ۲۲(۸۶)، ۱۴۹-۱۵۹.
- سینا، افسانه؛ و فلاح‌شمس، میرفیض (۱۳۹۸) بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری با رویکرد نظریه ارزش فرین در بورس اوراق بهادار تهران. *فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار*، ۱۰(۴۰)، ۱۸۴-۲۰۰.
- شیخ، رضا؛ و عامری‌راد قیصری، بهناز (۱۳۹۵). تحلیل مدیریت دارایی و بدهی با رویکرد تصمیم‌گیری گروهی چند هدفه فازی. *فصلنامه مدیریت دارایی و تأمین مالی*، ۴(۱۶)، ۶۱-۷۸.
- صالحی، فهیمه؛ صالحی، مجتبی؛ و جعفری اسکندری، میثم (۱۳۹۳). بهینه‌سازی سبد تسهیلات اعطایی مؤسسات مالی با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی و الگوریتم ژنتیک (مطالعه موردی بانک تجارت).
- عبادی روح‌اله؛ و حسین‌خانی، گلاره (۱۳۹۸). شناسایی و رتبه‌بندی منابع تملیکی (آزاد) در وصول مطالبات غیرجاری نظام بانکی با استفاده از مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره، *دوفصلنامه تحقیقات مالی اسلامی*، ۸(۱۶)، ۴۰۹-۴۴۰. doi: 10.30497/ifr.2019.2324
- عسگرزاده، غلامرضا (۱۳۸۵) مدل‌سازی ریاضی تعیین ترکیب بهینه پرتفوی تسهیلات اعطایی در مؤسسات مالی و اعتباری. *فصلنامه اندیشه صادق*، ۱۲(۲۳)، ۱۰۷-۱۳۰.
- فراهانی‌فرد سعید؛ و بایزیدی، رحمن (۱۳۹۳). تحلیل مقایسه‌ای مبانی نظری استقلال بانک مرکزی در اقتصاد متعارف و اقتصاد اسلامی. *دوفصلنامه تحقیقات مالی اسلامی*، ۴(۷)، ۷۱-۷۱.
- doi: 10.30497/ifr.2014.1676 .۱۰۶

- قندهاری، مریم؛ آذر، عادل؛ یزدانیان، احمدرضا؛ و گل ارضی، غلامحسین (۱۳۹۸). ارائه ترکیبی از برنامه‌ریزی پویای تصادفی تقریبی و الگوریتم ژنتیک در بهینه‌سازی چندمرحله‌ای سبد سهام با معیار ریسک Glue VaR. *فصلنامه مدیریت صنعتی*، ۱۱(۳۳)، ۵۱۷-۵۴۲.
- کریمی، فرزاد؛ و زاهدی کیوان، مهدی (۱۳۸۹). تعیین الگوی بهینه تخصیص یارانه‌های بخش کشاورزی به مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان (رهیافت: تحلیل سلسله مراتبی بازه‌ای). *فصلنامه تحقیقات اقتصاد کشاورزی*، ۲(۸)، ۹۹-۱۲۰.
- کریمی، محمدشریف؛ امام‌وردی، قدرت‌اله؛ دباغی، نیشتمان (۱۳۹۲). ارزیابی و شناسایی مناسب‌ترین گزینه سرمایه‌گذاری دارایی و مالی در ایران (در بازه زمانی ۱۳۸۹-۱۳۸۰). *فصلنامه اقتصاد مالی*، ۷(۲۵)، ۱۷۷-۲۰۷.
- کیانی‌هرچگانی، مائده؛ نبوی چاشمی، علی؛ و معماریان، عرفان (۱۳۹۳). بهینه‌سازی سبد سهام براساس حداقل سطح پذیرش ریسک کل و اجزای آن با استفاده از روش الگوریتم ژنتیک. *فصلنامه دانش سرمایه‌گذاری*، ۳(۱۱)، ۱۲۵-۱۶۴.
- محمدی، رحمت‌اله؛ و قنبری، مهرداد؛ و یارمحمدی، خیریه (۱۳۹۳). تعیین ترکیب بهینه منابع بانک و تأثیر آن بر بهای تمام شده پول در بانک ملی ایران (پایان‌نامه کارشناسی ارشد). واحد نراق، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
- مقدم مرتضی (۱۳۹۲). مدیریت دارایی‌ها و بدهی‌ها و نقش آن در تدوین استراتژی بهینه تصمیم‌گیری در ترکیب دارایی بدهی بانک. *فصلنامه بانک آینده*، ۲۳(۹۲)، ۳۸-۴۱.
- مسعودیان، علیرضا؛ جعفری صمیمی، احمد؛ و عرفانی، علیرضا (۱۳۹۸). تحلیلی بر محاسبه قیمت تمام شده پول در بانک‌های ایران. *فصلنامه اقتصاد مالی*، ۱۲(۴۷)، ۱-۱۷.
- میثمی حسین؛ و ندری، کامران (۱۳۹۴). عملیات بازار باز با اوراق بهادار دولت و بانک مرکزی. *دوفصلنامه تحقیقات مالی اسلامی*، دوره ۵(۹)، ۱۱۹-۱۵۴. doi: 10.30497/ifr.2015.1794
- Agarwal, S. (2017). *Portfolio Selection Using Multi-Objective Optimisation*. Springer. 159-197. doi:10.1007/978-3-319-54416-8.
- Georgiev, B. (2014). Constrained Mean-Variance Portfolio Optimization with Alternative Return Estimation. *Atlantic Economic Journal*, 42(1), 91-107.
- Patari, E., Leivo, T., & Honkapuro, S. (2012). Enhancement of Equity Portfolio Performance Using Data Envelopment Analysis. *European Journal of Operational Research*, 220(3), 786-797.
- Jao, Y. C. (2001). Linear Programming and Banking in Hong Kong. *Journal of Business Finance and Accounting*, 7(3), 489-500.

- Dash, G., & Kajiji, N. (2005). A Nonlinear Goal Programming Model for Efficient Asset-Liability Management of Property-Liability Insurers. *INFOR: Information Systems and Operational Research*, 43(2), 135-156.
- Mazumdar, K., Zhang, D., & Guo, Y. (2020). Portfolio Selection and Unsystematic Risk Optimisation Using Swarm Intelligence. *Journal of Banking and Financial Technology*, 4(1), 1-14.
- Liu, Y. J., & Zhang, W. G. (2013). Fuzzy Portfolio Optimization Model Under Real Constraints. *Insurance: Mathematics and Economics*, 53(3), 704-711.
- Woodside-Oriakhi, M. (2011). *Portfolio Optimisation with Transaction Cost* (Doctoral Dissertation, Brunel University, School of Information Systems, Computing and Mathematics).
- Papaioannou, E., Portes, R., & Siourounis, G. (2006). Optimal Currency Shares in International Reserves: The Impact of the Euro and the Prospects for the Dollar. *Journal of the Japanese and International Economies*, 20(4), 508-547.
- Chou, Y. H., Kuo, S. Y., & Lo, Y. T. (2017). Portfolio Optimization Based on Funds Standardization and Genetic Algorithm. *IEEE Access*, 5, 21885-21900.
- Romaniuk, J., & Nenycz-Thiel, M. (2011). The Nature and Incidence of Private Label Rejection. *Australasian Marketing Journal*, 19, 93-99.