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

10.30497/IFR.2021.15184.1520

دو فصلنامه علمی «تحقیقات مالی اسلامی»، مقاله پژوهشی، سال دهم، شماره اول (پیاپی ۱۹)، پاییز و زمستان ۱۳۹۹، صص. ۳۹-۶۶

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

مجید نیلی احمدآبادی *

امیدعلی عادلی **

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 بپردازند. در این تحقیق، مدل برنامه‌ریزی خطی برای شناسایی ترکیب بهینه منابع- مصارف بانک همراه با توجه هم‌زمان به افزایش درآمدها و کاهش ریسک‌ها، ارائه‌شده است؛ لذا این تحقیق از نوع کمّی و کاربردی است. داده‌های لازم از منابع اطلاعاتی یک بانک تجاری در سال ۱۳۹۷ تهیه‌شده‌اند. متغیّرهای 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 درنهایت 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 به‌شرط 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.

طبقه‌بندی JEL: E51,E44,E43

---

* 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 کارشناسی‌ارشد 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 معیّنی 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 به‌ترتیب 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 حدامکان 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) ازجمله مهم‌ترین استراتژی‌های یک بانک به‌شمار می‌رود که در بخش‌های مختلف اقتصادی منجر به هدفمندسازی وجوه سپرده‌گذاری شده در بانک‌ها و تخصیص بهینه مصارف علاوه‌بر 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 ازیک‌طرف وجوه سرگردان را در قالب سپرده‌ها یا عقود اسلامی (منابع) جمع‌آوری می‌کنند و از

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 به‌صورت هدفمند استفاده کنند (مقدم، ۱۳۹۲، ص. ۲). با توجه به این توضیحات تخصیص بهینه منابع در بانک‌ها علاوه‌بر درآمدزایی و ماکزیمم کردن سود، اهداف توسعه‌ای را نیز محقق می‌سازد. در کشورهای درحال‌توسعه، 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 درنظر بگیرند. دولت حمایت‌های مناسبی از بانک‌ها به‌عمل می‌آورد ولی در پاره‌ای موارد نیز حضور دولت به‌منزله 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 ازجمله 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 قرارگرفته 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 متغیّرهای 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

به‌منظور تدوین مدل، انتخاب متغیّرها و استفاده از یافته‌های مطالعات قبلی در این بخش از مطالعه به پیشینه پژوهش پرداخته می‌شود. ابتدا مطالعات خارجی و سپس مطالعات انجام‌گرفته در داخل کشور بررسی می‌شوند. قبل از آن، لازم است تا مفاهیم اصلی مورداستفاده در تحقیق به‌طور 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 جذب‌شده عبارتنداز سپرده قرض‌الحسنه جاری، قرض‌الحسنه 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 بهمندی، ۱۳۹۰، ص. ۳). منظور از هزینه بانکی، حق مشارکتی است که برای سپرده‌گذاران بانک به‌عنوان شرکای عقود، ایجاد می‌شود. این هزینه‌ها شامل سود تضمین‌شده پرداختی، هزینه تأمین مالی،کارمزد پرداختی، جوایز پس‌انداز قرض‌الحسنه (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 متغیّرهای مهم و همچنین بیان ریاضی محدودیت‌ها و توابع هدف، ارائه گردیده‌اند.

مصارف بانکی به مقایری 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 به‌علاوه 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

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، پورزرندی و شهریاری، ۱۳۹۰، ص. ۴۱).

۱-۱. مطالعات خارجی

جاوو[۱] (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. متغیّرهای تصمیم در این پژوهش عبارتنداز 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[۲] (۲۰۰۵)، با توجه به اینکه بهینه‌سازی مالی بخش مهمی از تصمیم‌گیری کارآمد تحت‌شرایط عدم اطمینان است، تحقیقی در زمینه مدیریت دارایی/بدهی جهت بهینه‌سازی بیمه‌گری مسئولیت و اموال انجام دادند. مدل ارائه‌شده راه‌حل هم‌زمانی برای مسأله تخصیص منابع در محیطی با آرمان‌های سلسله مراتبی پیچیده براساس مدل میانگین_واریانس مارکویتز 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، پورتز و سایرونیس[۳] (۲۰۰۶)، با ارائه یک الگوی پویای بهینه‌سازی میانگین واریانس، ترکیب بهینه ارزی ذخایر بین‌المللی را موردبررسی قرار دادند. آنان نتیجه‌گیری کردند زمانی که یک ارز کم‌ریسک باشد، سهم بهینه آن در ذخایر بین‌المللی قابل‌ملاحظه خواهد بود. رومانیاک[۴] (۲۰۱۱) به بررسی پرتفولیو دارایی- بدهی در بانک مرکزی کانادا

پرداخته است. او جوانب مثبت و منفی مدیریت دارایی- بدهی (ALM)[۵] 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 اوریاخی[۶] (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[۷] (۲۰۱۲) بهبود عملکرد پرتفولیو سهام با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها را موردبررسی 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[۸] (۲۰۱۳)، به مسأله بهینه‌سازی پرتفولیو چندهدفه در محیط فازی پرداخته‌اند. در این تحقیق نرخ بازگشت و نرخ‌های گردش کار با متغیّرهای 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 پیشنهادشده است. ژورگیو[۹] (۲۰۱۴)، مسأله تخصیص دارایی در چارچوب روش میانگین واریانس را موردمطالعه 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 به‌کار 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 متغیّرهای بنیادی بنگاه ترکیب کرده و در مسأله بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری به‌کاربرده است.

یااوچو، شویوکو و یی تزو لو[10] (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 نه‌تنها بین هر جفت سهام رابطه وجود دارد بلکه میان تمامی سهام‌ها تعاملاتی برقرار است. بنابراین استفاده از استانداردسازی سرمایه می‌تواند به‌درستی ریسک پرتفوی را تعیین کند و حالت نوسان سرمایه‌گذاران را مشخص کند. این روش درنهایت پرتفولیویی را معرفی می‌کند که کمترین ریسک و بالاترین بازدهی را دارد. در این تحقیق از قیمت سهام برای استانداردسازی استفاده می‌شود. این تحقیق ازنظر استفاده از مدل‌های ریاضی برای بهینه‌سازی شبیه مدل آگاروال[11] (۲۰۱۷) است.

۱-۲. مطالعات داخلی

البرزی، پورزرندی و شهریاری (۱۳۹۰)، مدیریت منابع و مصارف در بانک‌ها با رویکرد سیستم‌های پویا را بررسی کردند و مدلی مبتنی‌بر این رویکرد به‌منظور مدیریت منابع و مصارف بانک‌ها ارائه دادند. در این تحقیق متغیّرها به سه گروه متغیّرهای درون‌زا (سپرده مشتریان، نقدینگی و تسهیلات اعطایی)، متغیّرهای برون‌زا (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 متغیّرهای بیرون از مدل (ریسک نقدینگی و ریسک اعتباری) تقسیم می‌شوند. در این مدل می‌توان نتایج هر تصمیم را بر تمامی متغیّرهای مدل ملاحظه نمود؛ درنتیجه مدیریت مناسب در حوزه‌ی منابع و مصارف بانک با در نظرگیری تمامی متغیّرهای 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 متغیّرهای اثرگذار بر آن فراهم می‌گردد.

امام‌وردی، غلامی و ملک (۱۳۹۱)، به‌منظور انتخاب الگوی تخصیص بهینه منابع به مصارف در بانک مسکن به ارائه مدل‌های برنامه‌ریزی خطی جهت یافتن بهترین ترکیب تسهیلات بانک مسکن پرداخته‌اند. متغیّرها شامل x_i میزان تسهیلات قابل اعطاء در نوع iام به تفکیک عقود اسلامی هستند، به‌نحوی‌که 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 iام، r نرخ سپرده قانونی، B سپرده قانونی، A_k مجموع کل تسهیلات قابل پرداخت در بخش k، G منابع قابل‌تصرف، 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[۱۲]، L تعداد سپرده‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت بانکی، β ضریب ریسک دارایی‌ها، R_i ریسک اعتباری برای هر عقد، است. مدل ارائه‌شده در این تحقیق طبق رابطه (۱) است:

رابطه (۱):

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

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

$$X \le \%70D, \quad \beta x \le \frac{I}{\%8} - S, \quad x_i, \mathrm{R}_i \ge 0 \quad j = 1,...,L \quad i = 1,2,...,n$$

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.

دائی‌کریم‌زاده (۱۳۹۲)، با استفاده از رهیافت نظریه فرامدرن سرمایه‌گذاری (رهیافت میانگین - نیم واریانس) ترکیب بهینه تسهیلات مشارکتی بانک‌های تجاری ایران را بررسی کرد. بدین‌منظور میانگین ماهانه نرخ بازدهی شرکت‌های فعال در بورس اوراق

بهادار ایران در بخش‌های مختلف اقتصادی طی دوره زمانی سه ساله به‌عنوان نرخ بازدهی بخش‌های اقتصادی و انحراف معیار نرخ بازدهی به‌عنوان ریسک استفاده‌شده 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:

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

متغیّرها (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 به‌گونه‌ای‌که 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، به‌دنبال 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 موردبررسی 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 تمام‌شده پول در بانک ملی ایران با استفاده از داده‌های سالانه دوره زمانی ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۰ پرداخته‌اند. در این تحقیق رابطه بین متغیّرهای مستقل و متغیر وابسته با استفاده از مدل رگرسیونی چند متغیّره داده‌های ترکیبی موردبررسی قرار گرفت. مدل این تحقیق طبق رابطه (۳) است:

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

که در آن Cash بهای تمام‌شده پول، β_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 سپرده-های بلندمدت، کوتاه‌مدت و قرض‌الحسنه با بهای تمام‌شده پول وجود دارد و سپرده‌های بلندمدت ۵۸ درصد، سپرده‌های کوتاه‌مدت ۴۰/۶۲ درصد و سپرده‌های قرض‌الحسنه ۷۱ درصد روی بهای تمام‌شده پول تأثیر دارند.

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

$$MinZ = \sum_{i=0}^{7} \sum_{j=0}^{7} X_i . X_j . \delta_{ij}$$

رابطه (۴):
$$\sum_{i=0}^{7} X_i . \mathrm{C}_i . R_i \geq BR \ , \ \sum_{i=1}^{7} X_i C_i = B \ , \ X_i \leq U_i \ , \ X_i \geq L_i$$

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 iام، δ ریسک پرتفو، X_i مقدار سرمایه‌گذاری در تسهیلات iام، 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

این تحقیق از متغیّرهای 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 قابل‌قبول بازده، با استفاده از حل مدل برنامه‌ریزی خطی ارائه کرده‌اند. بدین‌منظور با استفاده از قیمت سهام در بازه ۱۸ ساله، مدل خطی فازی حل‌شده و وزن هر سهم و مقدار ریسک نامطلوب سبد بهینه به‌دست‌آمده است. در این تحقیق دو معیار ریسک و بازدهی در نظر گرفته‌شده است. نتایج محاسبات نشان می‌دهد، مدل ارائه‌شده 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 موردتوجه قرارگرفته 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 موردبررسی قرار می‌گیرد. متغیّرها در این مقاله عبارتنداز: 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 پیشنهادشده برای مدل سوم عبارتنداز:

رابطه (۵):

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

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

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

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

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

$$y_i \ge 0.8(U_i + V_i + N_i), \quad y_i \le 1.4(U_i + V_i + N_i),$$

$$x_j \ge 1.1k_j, \quad x_j \le 1.4k_j$$

نتایج این تحقیق نشان داد که ترکیب بهینه در مقایسه با ترکیب کنونی منابع بانک، علاوه‌بر کاهش قیمت تمام‌شده پول، صرفه‌جویی مالی را برای بانک به‌دنبال دارد.

شیخ و قیصری (۱۳۹۵)، مدیریت دارایی و بدهی با رویکرد تصمیم‌گیری گروهی چندهدفه فازی را با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی در فضای تصمیم‌گیری گروهی فازی تحت‌شرایط عدم اطمینان بررسی کردند. مدل مورداستفاده در این تحقیق عبارتنداز:

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

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

آرمان و w_i وزن هر آرمان تعریف می‌شود. $x_1, ..., x_{13}$ به ترتیب عبارتنداز 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 دریافتنی، 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 پیشنهادشده که استراتژی‌های خود را در جهت نیل با آرمان‌ها تغییر دهند و یا هدف‌گذاری آنان به‌گونه‌ای باشد که روند تغییرات مقادیر ترازنامه را بتواند توجیه نماید. همچنین به مدیران بانک آلفا پیشنهادشده 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 به‌دنبال 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 می‌توانند 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 عدم‌قطعیت 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 استفاده‌شده 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 سید 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، باسخا 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[۱۳]، E-GARCH[۱۴] و T-GARCH[۱۵] 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 قرارگرفته است. برای مدلسازی تابع هدف و محدودیت‌های مسأله که عمدتاً محدودیت‌های سیاستی هستند، از متغیّرهایی استفاده‌شده است که در تحقیقات پیشین به‌کار گرفته‌شده‌اند. تجمیع تمامی ابعادی که در مدل‌های برنامه‌ریزی خطی در تحقیقات قبلی موردتوجه محققین قرارگرفته‌اند، از جنبه‌های بدیع در این تحقیق است.

۲. روش‌شناسی تحقیق

تحقیق حاضر از حیث هدف، کاربردی و ازنظر قابلیت تعمیم‌پذیری در زمره تحقیق‌های استنباطی است. به‌تناسب هدف اصلی تحقیق که بیشینه کردن سود خالص (کمینه کردن زیان) بانک است از برنامه‌ریزی خطی استفاده‌شده است، لذا این تحقیق زیرمجموعه تحقیقات کمّی است. قلمروی موضوعی تحقیق در زمینه منابع و مصارف بانکی است، داده‌های تحقیق در سال ۱۳۹۷ (قلمروی زمانی) جمع‌آوری‌شده‌اند 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 به‌صورت عقود تعریف‌شده‌اند، باید اختصاص یابد؟ داده‌های تحقیق از یک بانک تجاری در قم جمع‌آوری‌شده‌اند که به‌دلیل محرمانگی (براساس نظر مدیران بانک موردنظر)، بانک D نامیده می‌شود. با استفاده از متغیّرهایی که در تحقیقات قبلی برای مدل‌سازی منابع و مصارف به‌کار گرفته‌شده‌اند، متغیّرهای تصمیم و پارامترهای مورداستفاده در مدل‌سازی برنامه‌ریزی خطی به شرح جدول (۱) هستند.

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

مقادیر ثابت	منابع (j)	متغیّرهای تصمیم	مصارف (i)
x_1	قرض‌الحسنه جاری	y_1	۱- وام قرض‌الحسنه اعطایی
x_2	قرض‌الحسنه 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 به‌شرط تملیک
x_6	سپرده سرمایه‌گذاری کوتاه‌مدت ویژه ۶ ماهه	y_6	۶- تسهیلات سلف

مقادیر ثابت	منابع (j)	متغیّرهای 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 مرابحه

منبع: یافته‌های تحقیق

پارامترهای مدل عبارتنداز: i نوع عقد اسلامی موردنظر، r_i ضریب ریسک تسهیلات پرداخت‌شده براساس عقد iام، y تسهیلات قابل اعطاء در بانک با توجه به منابع، U_i مجموع مطالبات معوق و مشکوک‌الوصول تسهیلات iام، V_i مجموع مطالبات سررسید گذشته تسهیلات iام، N_i مانده جاری تسهیلات iام، a_i نرخ سود تسهیلات پرداخت‌شده از نوع عقد iام، 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:

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

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) تشکیل‌شده است. در این تابع هدف فقط درامدهای مشاع در نظر گرفته‌شده است و درآمدهای حاصل از کارمزد، مبادلات ارزی و سایر فعالیت‌های مشاوره‌ای بانک در نظر گرفته نشده است.

۲-۱. محدودیت‌های مدل

سیاست‌های اعتباری بانک برای تخصیص حداکثر و حداقل منابع به تسهیلات، یکی از سیاست‌های اعتباری که بانک اعمال می‌کند این است که باید بین ۳۰ تا ۷۵ درصد از سپرده‌ها به تسهیلات تخصیص یابد.

رابطه (۸):

$$0/3A \le \sum_{i=1}^{9} y_i \le 0/75A$$

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

رابطه (۹):

$$y_1 \le 0/8(x_1 + x_2)$$

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 به‌صورت تجربی مشخص می‌شود نباید تجاوز کند:

رابطه (۱۰):

$$y_i \le c_i \qquad i = 2,3,...,9$$

محدودیت ریسک ناشی از مطالبات معوق و مشکوک‌الوصول (اختیاری و عالم تبریز، ۱۳۹۴): ریسک هر یک از تسهیلات پرداختی به شکل رابطه (۱۱) تعریف می‌گردد:

رابطه (۱۱):

$$r_i = \frac{U_i}{U_i + V_i + N_i}$$

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

رابطه (۱۲):

$$\sum_{i=1}^{9} r_i y_i \le \left(\frac{\sum_{i=1}^{9} U_i}{\sum_{i=1}^{9} (U_i + V_i + N_i)}\right) \times \sum_{i=1}^{9} y_i$$

محدودیت نامنفی بودن متغیّر تسهیلات (عسگرزاده، ۱۳۸۵): این محدودیت بیان‌گر این است که تسهیلات پرداختی نمی‌تواند منفی باشد:

رابطه (۱۳):

$$y_i \ge 0$$

با جمع‌بندی مطالب فوق، مدل نهایی برای تعیین ترکیب بهینه منابع- مصارف بانک D عبارتنداز:

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

رابطه (۱۴):

$$\sum_{i=1}^{9} r_i y_i \le \left(\frac{\sum_{i=1}^{9} u_i}{\sum_{i=1}^{9} (U_i + V_i + N_i)}\right) \times \sum_{i=1}^{9} y_i \quad , \quad y_i \ge 0$$

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

همان‌طور که گفته شد متغیّرهای تصمیم در این رابطه ۹ متغیر (که با $y_1, y_2, \ldots, y_9$ نمایش داده‌شده‌اند) هستند. داده‌های مربوط به مشخصات هر تسهیلات با استفاده از منابع بانکی، در جدول (۲) به‌صورت خلاصه نمایش داده‌شده است. از این داده‌ها در ساخت مدل استفاده خواهد شد.

جدول (۲): ضریب ریسک محاسبه‌شده به تفکیک هریک از انواع تسهیلات اعطاء شده در سال ۱۳۹۷

نماد	متغیّر	نرخ سود	مطالبات مشکوک الوصول (i)	مطالبات معوق (ii)	مانده تسهیلات (iii)	(i)+ (ii)+ (iii)	ضریب ریسک
y_1	وام قرض‌الحسنه	*۰/۰۴	۲۲۶۳	۱۵۴۷	۱۶۲۴۵۶	۱۶۶۲۶۶	۰/۰۱۳۶
y_2	مشارکت مدنی	۰/۱۸	۷۵۱۵۳۳	۴۵۰۶	۴۷۲۸۷۰	۱۲۲۸۹۰۹	۰/۶۱۱۵
y_3	فروش اقساطی	۰/۱۵	۲۴۴۰۲	۱۲۷۶۵	۸۰۱۵۹۶	۸۳۸۷۶۳	۰/۰۲۹
y_4	مضاربه	۰/۱۸	۱۹۹۹۶	۲۶۸۱	۱۲۸۰۵۱	۱۵۰۷۲۸	۰/۱۳۲۶

نماد	متغیّر	نرخ سود	مطالبات مشکوک الوصول (i)	مطالبات معوق (ii)	مانده تسهیلات (iii)	(i)+ (ii)+ (iii)	ضریب ریسک
y_5	اجاره به‌شرط 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 به‌صورت میلیون ریال است.

* ۴ درصد کارمزد خدمات است (و نه سود) و ازلحاظ ماهیتی متفاوت با سود است. این عدد برای راحتی محاسبات ذیل این ستون قرارگرفته است.

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

رابطه (۱۵):

$$Max\ Z = 0.0264y_1 - 0.4315y_2 + 0.151y_3 + 0.0474y_4 + 0.18y_5 + 0.18y_6 + 0.0488y_7 + 0.18y_8 + 0.1402y_9 - 1099908.789$$

$$2757852 \le \sum_{i=1}^{9} y_i \le 6894630,\quad y_1 \le 822137.6,\quad y_2 \le 759061.55,$$

$$y_3 \le 752092.55,\quad y_4 \le 753030.55,\quad y_5 \le 765728.216$$

$$y_6 \le 765728.216,\quad y_7 \le 759061.55,\quad y_8 \le 765728.216,\quad y_9 \le 749061.5$$

$$-0.2214y_1 + 0.3765y_2 - 0.206y_3 - 0.1024y_4 - 0.235y_5 - 0.235y_6$$

$$-0.1038y_7 - 0.235y_8 - 0.1952y_9 \le 0$$

۳. یافته‌های تحقیق

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

جدول (۳): مقادیر متغیّرهای تحقیق

متغیّر	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 به‌شرط تملیک	۷۶۰/۴۴	۵۴۲
تسهیلات سلف	۷۶۰۹۳/۴۴	۴۹۰۳۲
جعاله	۷۴۷۶۹/۲۵	۱۰۴۶۳
خرید دین	۷۶۰۹۳/۴۴	۸۵۶۰۸
مرابحه	۷۴۹۰۵۳/۶۴	۹۷۸۲۹۹

مقدار کل تابع هدف به ازای سطح بهینه برابر با ۳۸۳۶۴/۲۸- میلیون ریال و به ازای متغیّرهای 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. ازآنجاکه 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 انجام‌شده‌اند 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 α_i بیشترین تأثیرگذاری متعلق به α_5 (سود تسهیلات اجاره به‌شرط تملیک) و α_6 (سود تسهیلات سلف) و α_8 (سود تسهیلات خرید دین) است. همچنین تأثیرگذارترین ضرایب C_i بر تابع هدف عبارتنداز C_5 (سود تسهیلات اجاره به‌شرط 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 متغیّرهایی 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 به‌منظور افزایش سود بانک، ضرایب سود برخی تسهیلات را تغییر دهند بهتر است اینکار را از ضرایب فوق‌الذکر آغاز نمایند. ازآنجاکه مقادیر بهینه با توجه به مقدار واقعی هر نوع تسهیلات پرداختی بانک به‌دست‌آمده 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 ازجمله 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 به‌منظور تحلیل حساسیت مقدار تابع نسبت به تغییرات موردنظر این محاسبات انجام‌شده 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.

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

این تحقیق با ارائه مدل دوجانبه‌نگر به‌طور هم‌زمان سعی کرده تا منابع محدود بانک را به تسهیلاتی تخصیص دهد که ازنظر 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 ۳۸۳۶۴/۲۸- 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 متغیّرهای 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 علاوه‌بر 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 به‌کارگیری نتایج تحقیق باید موردنظر قرار گیرد آن است که نمونه پژوهش محدود است و در حدی متنوع نیست که بتوان از آن‌یک نتیجه کلی برداشت کرد. همچنین در مدل ارائه‌شده، عواملی مانند درامدهای غیرمشاع مدنظر قرار نگرفته‌اند. از سوی دیگر با تغییر در نرخ‌های ارائه‌شده جواب بهینه مدل در مورد هر یک از تسهیلات تغییر خواهد یافت.

یادداشت‌ها

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 Heteroskeda.

کتابنامه

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

البرزی، محمود؛ پورزرندی، 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 بین المللی مدیریت چالش‌ها و راهکارها*، شیراز.

حسینی‌پور، سیدمحمدرضا؛ محسنی، سیمین؛ و جعفری‌مقدم، 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.

دائی‌کریم‌زاده، 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؛ باسخا، 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). شناسائی 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)، ۷۱-۱۰۶. doi: 10.30497/ifr.2014.1676

قندهاری، مریم؛ آذر، عادل؛ یزدانیان، احمدرضا؛ و گل‌ارضی، 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؛ جعفری‌صمیمی، 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.