تاریخ ارسال: ۱۴۰۳/۰۷/۱۵ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۱۱/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۲۴ تاریخ چاپ: ۱۴۰۳/۱۲/۰۱

ارائه مدل ترازنامه بهینه بانک با لحاظ نمودن ریسک

چکیده

هدف این پژوهش ارائه الگویی در خصوص ترازنامه بهینه بانک‌ها با لحاظ نمودن ریسک است. در این پژوهش از اطلاعات صورت‌های مالی بانک شامل ترازنامه و سود و زیان برای ۲ سال ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲ استفاده می‌شود. ابتدا مدل‌سازی اقلام ترازنامه صورت می‌گیرد، سپس ارتباط اقلام ترازنامه مانند تسهیلات دولتی و خصوصی، تسهیلات شبانه، سرمایه‌گذاری‌ها به شاخص‌های سود و زیان و ارتباط اقلام ترازنامه به ریسک‌های مربوطه انجام می‌پذیرد. ریسک‌های مورد بررسی شامل ریسک‌های اعتباری، عملیاتی، بازار و نقدینگی است. در پایان بهینه‌سازی معادلات بر اساس بیشینه‌کردن سود بانک و کاهش ریسک باتوجه‌به محدودیت‌های مالی و تطبیقی صورت می‌گیرد. این الگو به بانک‌ها کمک می‌کند که در کنار کاهش ریسک‌ها بیشترین بازدهی را از دارایی‌های خود کسب نمایند. درعین‌حال این مدل با بهبود و اصلاح ترازنامه بانک‌ها امکان تأمین مالی بهتر و کارآمدتر بنگاه‌ها توسط بانک‌ها را فراهم می‌سازد.

کلیدواژگان: *ریسک، ترازنامه، تسهیلات دولتی و خصوصی، سود بانک، تأمین مالی*

مهدی ثابتی[۱]، هادی حسین‌پور[۲*]

۱. دکتری، گروه مدیریت مالی، دانشکده مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، تهران، ایران

۲. کارشناسی ارشد، مدیریت صنعتی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

* ایمیل نویسنده مسئول:
sabetimehdi57@gmail.com

شیوه استناددهی: ثابتی، مهدی،، و حسین‌پور، هادی. (۱۴۰۳). ارائه مدل ترازنامه بهینه بانک با لحاظ نمودن ریسک *اقتصاد و سیاست‌گذاری مالی*، ۱(۲)، ۱۱-۱.

© ۱۴۰۳ تمامی حقوق انتشار این مقاله متعلق به نویسنده است. انتشار این مقاله به‌صورت دسترسی آزاد مطابق با گواهی (CC BY-NC 4.0) صورت گرفته است.

Submit Date: 2024-10-06 Revise Date: 2025-02-08 Accept Date: 2025-02-12 Publish Date: 2025-02-19

Developing a Risk-Adjusted Optimal Bank Balance Sheet Model

Abstract

The objective of this study is to present a framework for the optimal balance sheet of banks while incorporating risk considerations. The research utilizes data from banks' financial statements, including the balance sheet and the profit and loss statement, for the years 2022 and 2023. First, the modeling of balance sheet items is conducted; then, the relationships between balance sheet items—such as government and private facilities, overnight facilities, and investments—and profit and loss indicators, as well as the relationships between balance sheet items and their associated risks, are examined. The risks considered in this study include credit risk, operational risk, market risk, and liquidity risk. Finally, optimization of the equations is performed based on maximizing bank profitability and reducing risk, taking into account financial and compliance constraints. This model assists banks in achieving the highest possible returns from their assets while mitigating risks. At the same time, the model improves and reforms banks' balance sheets, enabling more effective and efficient financing of enterprises by banks.

Keywords: *Risk, Balance Sheet, Government and Private Facilities, Bank Profitability, Financing*

Mehdi Sabeti[1], Hadi Hoseinpour[2]*

1. Ph.D., Department of Financial Management, Faculty of Management, Islamic Azad University, Central Tehran Branch, Tehran, Iran
2. M.Sc. in Industrial Management, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran

*Corresponding Author's Email: sabetimehdi57@gmail.c

How to cite: Sabeti, M., & Hoseinpour, H. (2024). Developing a Risk-Adjusted Optimal Bank Balance Sheet Model. *Economics and Financial Policymaking, 1*(2), 1-11.

© 2024 the authors. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License.

مقدمه

مدیران بانک‌های تجاری مانند مدیران هر مؤسسه تجاری دیگر در معرض تصمیم‌گیری‌های مختلفی در خصوص ترکیب دارایی‌ها و بدهی‌ها در جهت حداکثرسازی سود با درنظرگرفتن ریسک‌های مترتب هستند. هر چند ملاحظات مربوط به ریسک به‌صورت کیفی توسط مدیران بانکی کشور در نظر گرفته می‌شود؛ اما موارد کمی وجود دارد که ریسک به‌صورت کمی در تصمیم‌گیری‌ها به کار گرفته شود. در موضوع بهینه‌سازی ترازنامه بانک‌ها، ریسک و بازدهی به‌صورت هم‌زمان در نظر گرفته می‌شوند و بر اساس آن به ترکیب مناسبی از دارایی‌ها دست پیدا می‌کنیم. در این پژوهش به بررسی سوابق پژوهش‌های انجام شده دراین‌خصوص در سطح کشورهای دیگر پرداخته و بر اساس آن مدلی برای بهینه‌سازی ترازنامه بانک‌های کشور ارائه می‌گردد. همچنین مدل بهینه‌سازی ترازنامه در خصوص یکی از بانک‌های کشور انجام می‌گیرد.

مطالعات تجربی

موضوع بهینه‌سازی از موضوعات مهمی است که در حوزه‌های مطالعاتی مربوط به مدیریت، اقتصاد و سایر حوزه‌ها مورداستفاده قرار می‌گیرد. در خصوص بهینه‌سازی با لحاظ نمودن ریسک روش‌ها و مدل‌های مختلفی مورداستفاده قرار می‌گیرد که شامل مدل‌های برنامه‌ریزی خطی و غیرخطی، شبکه‌های عصبی، روش‌های مبتنی بر الگوریتم‌های تکاملی، روش‌های آماری و الگوریتم‌های فراابتکاری باتوجه‌به شرایط بانک از جمله: ۱- اهداف بانک ۲- تحلیل ریسک ۳-شرایط بازار ۴- توانایی پیاده‌سازی و اجرا و سایر پارامترها استفاده می‌گردد. قدیم‌زاده و حاجی (۲۰۱۹) و بائو و همکاران (۲۰۱۴) از مدل برنامه‌ریزی خطی، یانگ و همکاران (۲۰۱۸) از مدل برنامه‌ریزی غیرخطی، اسمیت و همکاران (۲۰۱۷) از مدل بیزین، چن و همکاران (۲۰۲۰) از مدل شبکه عصبی و لیو و همکاران (۲۰۱۶) از الگوریتم ژنتیک برای این فرایند استفاده نموده‌اند.

اسکاتمن (۲۰۰۵) به بررسی این موضوع پرداخته است که ترکیب مختلف دارایی‌ها ریسک‌های مختلفی ایجاد می‌کند. رویکرد بهینه‌سازی پژوهش مذکور رویکرد چندهدفه است. اما مدل ارائه شده یکپارچگی ریسک را در نظر نگرفته است. کالیفور (۲۰۰۸) فرایند تصمیم‌گیری چندمرحله‌ای را دراین‌خصوص ارائه نموده است کوزمیدو (۲۰۰۸) مدلی را به بانک‌ها ارائه می‌کند که ریسک نرخ بهره خود را با تحلیل شبیه‌سازی با رویکرد برنامه‌ریزی مدیریت نمایند، اما رویکرد ایشان برای سایر ریسک‌ها تحلیل خاصی انجام نمی‌دهند. چیو و لی (۲۰۰۹) هدف به‌حداقل‌رساندن ریسک را در مدیریت پویای دارایی‌ها تعبیه کردند و دریافتند که استراتژی معاملاتی بهینه در مرز میانگین - واریانس قرار دارد، اما هیچ محدودیتی برای درآمد ایجاد نکردند. چن و یانگ (۲۰۱۱) یک مسئله انتخاب پورتفولیو بهینه را تحت مسئله انتخاب پورتفولیوی میانگین - واریانس مارکوویتز در یک مدل تغییر رژیم چند دوره‌ای در نظر می‌گیرند.

هندل (۲۰۱۳) الگویی را برای ایجاد اشتهای ریسک بر اساس بهینه سازی ارائه می‌دهد. هدف مطالعه نشان دادن چگونگی اجرای این امر با استفاده از روش‌های پیش‌بینی کمی، ترکیب عوامل ریسک مانند منحنی‌های بازده، اسپرد اعتباری و احتمال نکول است. پیش‌بینی‌ها شامل توسعه یک مدل ریاضی مبتنی بر مهاجرت اعتباری است که بر اساس آن برنامه‌های تجاری را می‌توان تحت سناریوهای مبتنی بر رکودهای تاریخی مانند بحران مالی ۲۰۰۸ ارزیابی کرد. بائو و همکاران (۲۰۱۴) در پژوهش خود با عنوان "بهینه سازی ریسک بر اساس صورتهای مالی" نسبت به مدلسازی ریسک جامع و بهینه سازی دارایی‌ها اقدام نموده اند. این پژوهش ترازنامه را با صورت سود و زیان ترکیب می‌کند و ساختاری را تشکیل می‌دهد که بانک تجاری بتواند با استفاده ا زروش برنامه ریزی چند هدفه نسبت به کمینه کردن ریسک و بیشینه کردن سود اقدام نماید. چارچوب تحلیل بهینه‌سازی ریسک یکپارچه بر اساس صورت‌های مالی، ایده‌ای عملی برای بهینه‌سازی دارایی بانک‌های تجاری با منابع داده محدود و لحاظ نمودن ریسک ارائه می‌دهد. کارلسون (۲۰۲۰) در مقاله خود تحت عنوان استراتژی حدود وام بهینه از روش برنامه ریزی خطی برای بهینه سازی حدود وام استفاده نموده است.

مدل‌سازی

به‌صورت کلی هر مسئله بهینه‌سازی دارای عناصر زیر است.

تابع هدف، متغیرهای تصمیم‌گیری و محدودیت‌ها

درصورتی‌که بخواهیم سود را برای مقادیر x بیشینه کنیم و محدودیت‌هایی را برای مدل اعمال کنیم فرمول ریاضی آن مطابق زیر خواهد بود (اندرسون، ۲۰۲۳).

$$\text{Max} \sum_{i=1}^{3} P_i x_i$$

$$\text{s.t.:} \sum_{i=1}^{3} R_{i,j} x_i \leq A_j,\ j = 1,2,3,4$$

$$x_1,\ x_2,\ x_3 \geq 0$$

بهینه‌سازی ترازنامه بانک تجاری با درنظرگرفتن ریسک یکپارچه اعتباری، بازار، عملیاتی و محدودیت‌های مربوط به نقدینگی با حداکثرسازی سود و حداقل‌سازی ریسک شامل مراحل کلی زیر است.

مرحله ۱: تعریف تابع هدف

هدف بهینه‌سازی ترازنامه حداکثرسازی سود بانک است. سود را می‌توان با درآمد بهره‌ای (NII)، درآمد غیر بهره‌ای یا سود ناخالص اندازه‌گیری کرد. در این پژوهش سود ناخالص به‌عنوان هدف بهینه‌سازی مورداستفاده قرار می‌گیرد.

مرحله ۲: شناسایی متغیرهای تصمیم

متغیرهای تصمیم، دارایی‌ها و بدهی‌های بانک هستند که برای بهینه‌سازی ترازنامه مورداستفاده قرار می‌گیرند. این دارایی‌ها و بدهی‌ها شامل موارد زیر است.

دارایی‌ها: شامل انواع تسهیلات، انواع سرمایه‌گذاری‌ها، دارایی‌های نقد و سایر دارایی‌ها

بدهی‌ها: شامل انواع سپرده‌ها و سایر بدهی‌ها

سرمایه: شامل سود یا زیان انباشته، ذخایر و سایر اشکال سرمایه

مرحله ۳: محدودیت‌های بهینه سازی

محدودیت‌های ترازنامه (شامل محدودیت تطبیقی، محدودیت رشد دارایی‌ها و محدودیت رشد بدهی‌ها)

محدودیت‌های نظارتی و قانونی (شامل الزامات کفایت سرمایه، الزام به نگهداشت سه درصد از سپرده‌ها در قالب اوراق دولتی، محدودیت‌های سرمایه‌گذاری)

محدودیت‌های ریسک (شامل محدودیت‌های ریسک اعتباری، محدودیت‌های ریسک نقدینگی)

با عنایت به اینکه برای ریسک نقدینگی دارایی موزون شده به ریسک، تعیین نمی‌گردد و مدیریت ریسک نقدینگی با دو نسبتLCR , NSFR مدیریت می‌گردد. اجزای نسبت‌های مذکور به‌صورت محدودیت وارد مدل می‌گردد.

محدودیت‌های ساختاری: محدودیت‌های مختلف همانند وضعیت پروفایل ریسک موجود، توانایی سازمانی و منابع انسانی (اعطای تسهیلات و خدمات)، جریان نقدی ناشی از تسهیلات و... نیز به‌عنوان محدودیت وارد مدل می‌گردد.

مرحله ۴: مدل‌سازی ریسک یکپارچه

مطابق رهنمودهای بال II و بال III ریسک‌های عمده در بانک‌ها شامل ریسک اعتباری، ریسک، ریسک بازار و ریسک عملیاتی است که برای محاسبه دارایی موزون به ریسک و سرمایه موردنیاز از ریسک‌های مذکور استفاده می‌شود (بسیس، ۲۰۱۵).

ریسک اعتباری پتانسیل زیان در نتیجه عدم پرداخت اصل و یا سود وام (به دلیل عدم تمایل و یا نداشتن توانایی مالی) توسط مشتریان اعتباری است. یک نمونه از ریسک‌های اعتباری مربوط به بانک UBS سوئیس است که در سال ۲۰۰۷ به دلیل اعطای وام به مشتریان پرریسک[1] با ۱۰ میلیارد دلار زیان مواجه شد.

ریسک عملیاتی به ریسک زیان در نتیجه عدم کفایت فرایندها، افراد و سیستم‌ها یا رویدادهای خارجی اطلاق می‌شود (ت، ۲۰۱۶).

ریسک بازار ریسک زیان ناشی از تغییرات یا نوسان‌های غیرمنتظرهٔ قیمت‌ها یا نرخ‌های بازار است. ریسک بازار مربوط به عدم قطعیت درآمدهای پورتفوی معاملاتی یک مؤسسه مالی به واسطه تغییر در شرایط بازار شامل (قیمت دارایی، نرخ بهره، نوسانات بازار و نقدینگی بازار) است (ت، ۲۰۱۶).

از مدل‌های ریسک نقدینگی مانند نقدینگی در معرض ریسک[2] برای برآورد کسری نقدینگی و هزینه تأمین مالی استفاده می‌شود.

کفایت سرمایه شامل سرمایه به دارایی‌های موزون به ریسک است (ت، ۲۰۱۶). فرمول آن به شکل زیر است.

$$\text{Basel II Ratio} = \frac{Total\ Capital}{Market\ Risk+Credit\ Risk+Operational\ Risk} \geq 8\%$$

مخرج کسر کفایت سرمایه، بر اساس ریسک‌های اعتباری، ریسک بازار و ریسک عملیاتی محاسبه می‌گردد. در این پژوهش از رویکردهای استاندارد و موردنظر بانک مرکزی برای محاسبه دارایی‌های موزون به ریسک استفاده می‌شود. در عمل بانک‌ها باید خواسته‌های ناظران را رعایت کنند. آن‌ها هیچ انتخابی در اجرای قوانین نظارتی ندارند. بااین‌حال، برخی از بانک‌ها برای رعایت و اجرای مؤثر الزامات سرمایه بال II با موانع متعددی روبرو هستند.

دارایی‌های موزون به ریسک اعتباری

در بال II نسبت استاندارد سرمایه به دارایی‌های موزون به ریسک در سطح حداقل ۸ درصد هدف‌گذاری شده است. دارایی‌های موزون به ریسک شامل ریسک‌های اعتباری، بازار و عملیاتی است. درعین‌حال باید توجّه داشت که این نسبت، حداقل سطح سرمایه موردنیاز یک بانک برای فعالیت ایمن به شمار می‌رود (ت، ۲۰۱۶).

در بال II در خصوص ریسک اعتباری سه رویکرد بر اساس درجه پیچیدگی جهت محاسبه دارایی‌های موزون شده به ریسک طراحی شده است. محاسبه سرمایه موردنیاز ریسک اعتباری در بال II نسبت به بال I تغییرات زیادی داشته است.

سه رویکرد محاسبه سرمایه ریسک اعتباری در بال ۲ شامل موارد زیر می‌باشد (ت، ۲۰۱۶).

- رویکرد استاندارد[3]
- رویکرد داخلی – پایه[4]
- رویکرد داخلی – پیشرفته[5]

در صورت استفاده از مدل‌های داخلی سرمایه موردنیاز کمتری لازم خواهد بود که این امر مشوقی برای بانک‌ها در جهت استفاده از مدل‌های داخلی (برخلاف پیچیدگی این مدل‌ها) است. در مدل‌های پیشرفته سرمایه موزون به ریسک اعتباری بر اساس احتمال نکول، زیان در معرض نکول و اکسپوژر در زمان نکول محاسبه می‌شود.

در رویکرد استاندارد، بانک‌ها وزن ریسکی دارایی‌های خود را که عمدتاً به شکل وام در اختیار وام‌گیرندگان قرار داده‌اند، با استفاده از سیستم رتبه‌بندی مؤسسات مستقل اعتباری حایز شرایط از وضعیت اعتباری وام‌گیرنده تعیین می‌کنند.

---

1. Subprime Mortgage Borrowers
2. Liquidity at Risk (LaR)
3. Standardized Approach
4 Internal Ratings-Based (Foundations)
5. Internal Ratings-Based (Advanced

در رویکرد استاندارد بال ضرایب ریسک بر اساس رتبه‌بندی مؤسسات اعتباری خارجی و برای دولت‌ها، بخش عمومی و بانک‌ها و شرکت‌ها تعیین می‌گردد. ضرایب ریسک شرکت‌ها مطابق جدول زیر است. بر اساس جدول شماره ۱ اگر شرکتی با رتبه AAA رتبه‌بندی شده باشد ضریب ریسک ۲۰ درصد دارد و اگر فاقد رتبه باشد ضریب ریسک ۱۰۰ درصد خواهد داشت (ت، ۲۰۱۶).

جدول ۱. وزن ریسک شرکت‌ها بر اساس رتبه بندی آنها

وزن ریسک	رتبه اعتباری شرکت‌ها
۲۰٪	AAAتا AA-
۵۰٪	A+ تا A-
۱۰۰٪	BBB+ تا BB-
۱۵۰٪	کمتر از BB-
۱۰۰٪	بدون رتبه‌بندی

در حال حاضر بانک‌های کشور از رویکرد استاندارد و بر اساس دستورالعمل بانک مرکزی از درصدهای مشخصی برای محاسبه دارایی‌های موزون به ریسک استفاده می‌نمایند. در این پژوهش باتوجه‌به اینکه هنوز محاسبات مرتبط با احتمال نکول[1] در بانک‌ها اجرایی نشده است دارایی‌های موزون به ریسک اعتباری و سرمایه موردنیاز ریسک اعتباری از روش استاندارد و مطابق دستورالعمل بانک مرکزی مورد محاسبه قرار می‌گیرد.

دارایی‌های موزون به ریسک عملیاتی

دارایی‌های موزون به ریسک عملیاتی دارای رویکرد پیشرفته و رویکرد شاخص پایه است. دارایی‌های موزون به ریسک عملیاتی بر اساس شاخص پایه محاسبه می‌گردد. بدیهی است در صورت استقرار روش‌های پیشرفته محاسبه ریسک عملیاتی می‌توان دارایی‌های موزون به ریسک را بر اساس آن‌ها مورد محاسبه قرارداد. بر اساس رویکرد شاخص پایه سرمایه موردنیاز برای پوشش ریسک عملیاتی برابر است با ۱۵ ٪ میانگین مجموع درآمدهای سه سال اخیر مؤسسه اعتباری است (ت، ۲۰۱۶).

$$k = \frac{[\sum(GI \times \alpha)]}{n}$$

K: سرمایه موردنیاز

GI: درآمد ناخالص سالانه، زمانی که درآمد مثبت است، در طول سه سال گذشته

n: تعداد سال‌هایی که در سه سال گذشته درآمد مثبت بوده است

سرمایه موردنیاز ریسک بازار

در الزامات بال III سرمایه موردنیاز ریسک بازار بر اساس مدل‌های داخلی و روش‌های ارزش در معرض ریسک در شرایط استرس انجام می‌گیرد.

محاسبه ارزش در معرض ریسک بر اساس داده‌های نرمال

در داده‌های مربوط به سود یا زیان (P/L) که به‌صورت نرمال توزیع شده است مقدار ارزش در معرض ریسک مطابق معادله زیر است.

$$\text{VaR} = Z_\alpha \times \sigma_{P/L} - \mu_{P/L}$$

Z_α مقدار بحرانی توزیع نرمال استاندارد در سطح معنی داری α می‌باشد.

سرمایه مورد ریسک بازار درصورتی‌که از فرمول ارزش در معرض ریسک استفاده کنیم به شکل زیر محاسبه می‌شود (بسیس، ۲۰۱۵).

$$Capital = max(VaR_{t-1}, m_c VaR_{avg}) + max(S - VaR_{t-1}, m_s S - VaR_{avg})$$

در فرمول فوق S-VaR ارزش در معرض ریسک در شرایط استرس و بر اساس داده‌های ۱۰ روز بحرانی و VaR_{avg} میانگین ارزش در معرض ریسک در ۶۰ روز گذشته می‌باشد.

[1] Probability of Default (PD)

در این پژوهش مطابق دستورالعمل بانک مرکزی سرمایه موردنیاز ریسک بازار از حاصل‌ضرب سرمایه موردنیاز پوشش ریسک بازار بر اساس ضرایب اعلام شده در عدد ۱۲.۵ محاسبه می‌شود. دارایی‌های واجد ریسک بازار به سه گروه ارز، سهام و اوراق تجاری تقسیم می‌شوند.
سرمایه موردنیاز ریسک ارز مساوی ۸ درصد وضعیت باز مثبت تمامی ارزها یا قدر مطلق وضعیت باز منفی تمامی ارزها هرکدام که بیشتر باشد.
سرمایه موردنیاز سهام مساوی ۸ درصد مجموع بهای تمام شده سهام تجاری خریداری شده است. سرمایه موردنیاز اوراق بهادار تجاری از مجموع سرمایه موردنیاز پوشش ریسک خاص و عام محاسبه می‌شود.

مرحله ۵: فرمول‌بندی مسئله بهینه‌سازی

مسئله بهینه‌سازی با حداکثرسازی سود و لحاظ نمودن محدودیت‌های قانونی و مقرراتی و ریسک نقدینگی و همچنین لحاظ نمودن محدودیت کفایت سرمایه فرمول‌بندی می‌شود. مسئله بهینه‌سازی را می‌توان به‌صورت زیر فرمول‌بندی کرد: براین‌اساس در این پژوهش سود ناخالص با لحاظ نمودن محدودیت‌های رشد ترازنامه و لحاظ نمودن کفایت سرمایه بهینه می‌شود.
بهینه‌سازی با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی برنامه‌ریزی خطی(LP) با استفاده از نرم‌افزار لینگو و R مورد محاسبه قرار گرفته است.
باتوجه‌به موارد عنوان شده تابع هدف سود ناخالص بانک است که تابعی از دارایی‌های بانک است و بایستی ماکزیمم شود. این معادله بر اساس رفتار دارایی‌ها در ایجاد سود طی دو سال گذشته ایجاد شده است.

Max: P=8.8x2+17.8x3+18.1x4+3.5x5+11.8x6+10.4x7+16.5x8+3.2x9+18 x10+1.8x12+1.8x1

محدودیت‌های قانونی و محدودیت‌های مربوط به رشد ترازنامه شامل مجموع دارایی‌ها و محدوده تغییرات دارایی‌ها شامل زیر است.

						x۱+x۲+x۳+x۴+x۵+x۶+x۷+x۸+x۹+x۱۰+x۱۱<۲۳۸۰۶۷۰۰
x۷>۲۵۰۷۴۰	x۶>۷۴۰۸۹۰۰	x۵>۱۶۰۴۳۰۶	x۴>۷۹۰۲۶۴۷	x۳>۳۵۶۷۲۶	x۲>۱۲۹۴۷۳۶	x۱>۲۶۵۱۷
	x۱۳>۲۸۸۹۶۸۱	x۱۲>۸۵۹۸۴۳	x۱۱>۱۵۷۶۶۷۷	x۱۰>۱۱۶۹۹۹۵	x۹>۱۰۶۴۰۱	x۸>۵۱۲۷۸۷
x۷<۳۲۰۴۶۰	x۶<۹۷۶۳۲۹۳	x۵<۱۸۴۰۴۵۳	x۴<۱۰۴۱۳۹۴۳	x۳<۳۹۹۲۳۶	x۲<۱۵۵۱۸۸۶	x۱<۳۱۷۸۳
	x۱۳<۳۶۹۳۱۷۶	x۱۲<۱۰۹۸۹۲۸	x۱۱<۱۹۵۲۴۵۴	x۱۰<۱۴۹۵۳۲۰	x۹<۱۴۰۲۱۳	x۸<۷۷۶۹۶۷

محدودیت دارایی موزون به ریسک به شکلی اعمال می‌شود که کفایت سرمایه بانک بالاتر از ۸ درصد باشد. تعاریف متغیرها مطابق جدول ۲ است:

جدول ۲. تعاریف متغیرهای مدل

نام متغیر	میزان
نقد و مطالبات از بانک‌ها - ریال	x۱
نقوذ بیگانه و مطالبات از بانک‌ها - ارز	x۲
مطالبات از دولت	x۳
تسهیلات ریالی	x۴
تسهیلات قرض‌الحسنه	x۵
تسهیلات ارزی - دولتی	x۶
اوراق مشارکت	x۷
تسهیلات بین‌بانکی	x۸
سرمایه‌گذاری در سهام	x۹
دارایی ثابت و سایر دارایی‌ها	x۱۰
سپرده قانونی	x۱۱
تعهدات ارزی	x۱۲
تعهدات ریالی و سایر	x۱۳

باتوجه‌به بهینه‌سازی انجام شده ترکیب تسهیلات برای دوره بعد به شکل زیر تغییر می‌یابد.

جدول ۳. ترکیب تسهیلات برای دوره بعد

دارایی‌ها	سال ۱۴۰۱	بهینه‌سازی سال ۱۴۰۲
نقد و مطالبات از بانک‌ها ریال	۱۴,۰۰۰	۲۸,۶۲۳
نفوذ بیگانه و مطالبات از بانک‌ها ارز	۱,۴۰۵,۰۰۰	۱,۳۹۷,۵۹۶
مطالبات از دولت	۲۰۳,۰۰۰	۳۸۵,۰۶۶
میزان تسهیلات ریالی	۵,۱۷۱,۰۰۰	۸,۵۳۰,۴۷۱
تسهیلات قرض‌الحسنه	۵۸۱,۰۰۰	۱,۶۰۴,۳۰۶
تسهیلات ارزی دولتی	۴,۱۴۲,۰۰۰	۷,۹۹۷,۴۹۸
اوراق مشارکت	۳۹۴,۰۰۰	۲۷۰,۶۶۰
تسهیلات بین بانکی	۱۱۸,۰۰۰	۵۱۲,۷۸۷
سرمایه‌گذاری در سهام	۸۰,۰۰۰	۱۱۴,۸۵۴
دارایی ثابت و سایر دارایی‌ها	۸۳۶,۰۰۰	۱,۲۶۲,۹۴۵
سپرده قانونی	۱,۰۰۳,۰۰۰	۱,۷۰۱,۹۳۶
تعهدات ارز	۵۳۰,۰۰۰	۶۷۲۰۰۰
تعهدات ریال و سایر	۱,۴۷۷,۰۰۰	۲۸۳۵۶۸۲

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود تسهیلات ریالی، تسهیلات بین‌بانکی و تسهیلات قرض‌الحسنه دارای رشد بالا پیشنهاد می‌گردد. برخی از متغیرها تغییراتی دارند که ناشی از الزام قانونی و یا سایر الزام‌ها است مانند سپرده قانونی.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

باتوجه‌به پژوهش حاضر مدل بهینه‌سازی ترازنامه الگویی را برای ترکیب بهینه دارایی‌های بانک ارائه می‌دهد. در بسیاری از بانک‌های کشور تصمیم‌گیری برای ترکیب دارایی‌ها عمدتاً کیفی، مبتنی بر بازده و بدون درنظرگرفتن ریسک و سایر محدودیت‌ها است. در صورت بهینه‌شدن ترکیب ترازنامه امکان وام‌دهی بیشتر و تأمین مالی بهتر بنگاه‌ها در اقتصاد ایجاد می‌شود.

پیشنهاد می‌گردد باتوجه‌به جامعیت این الگو، بانک‌های کشور برای تصمیم‌گیری در خصوص ترکیب بهینه دارایی‌ها (شامل انواع تسهیلات) و همچنین برای تصمیم‌گیری در خصوص برنامه‌های توسعه‌ای از الگوی زیر استفاده نمایند. با توسعه الگوی حاضر می‌توان مدلی برای ایجاد اشتهای ریسک شاخص‌های کلیدی ریسک ایجاد نمود که امکان نظارت بیشتر هیئت‌مدیره را در خصوص عملکرد بانک فراهم می‌سازد. همچنین ایجاد الزامات قانونی برای بانک‌ها در خصوص توسعه مدل‌های کمی ریسک کمک شایانی در سالم‌سازی ترازنامه بانک‌ها و شفافیت آن‌ها خواهد داشت.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

موازین اخلاقی

در انجام این پژوهش تمامی موازین و اصول اخلاقی رعایت گردیده است.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافعی وجود ندارد.

شفافیت داده‌ها

داده‌ها و مآخذ پژوهش حاضر در صورت درخواست از نویسنده مسئول و ضمن رعایت اصول کپی رایت ارسال خواهد شد.

حامی مالی

این پژوهش حامی مالی نداشته است.

فهرست منابع

Extended Abstract

Introduction

In the evolving landscape of modern banking, optimal balance sheet management has emerged as a critical determinant of both profitability and resilience. Bank managers, akin to leaders in other commercial enterprises, must continually make strategic decisions on the composition of assets and liabilities to maximize returns while prudently managing associated risks (Bessis, 2015). While risk considerations are often qualitatively acknowledged in banking operations, quantitative risk-based decision-making remains underutilized in many banking systems, particularly in developing economies (Basel Committee on Banking Supervision, 2010). The concept of optimizing a bank's balance sheet entails simultaneously accounting for both return and risk, leading to a balanced asset structure that supports profitability without jeopardizing financial stability (Schlottmann, 2005).

Research on optimal balance sheet management with integrated risk considerations spans diverse analytical techniques, including linear and nonlinear programming (Ghadimzadeh & Haji, 2019), Bayesian models (Smith et al., 2017), neural networks (Chen, 2020), and evolutionary algorithms (Liu et al., 2016). In practice, the choice of optimization method is contingent upon institutional objectives, market conditions, and implementation capabilities (Anderson, 2023). Several empirical studies have emphasized that variations in asset composition inherently alter a bank's risk exposure (Schlottmann, 2005). Calafiore (2008) highlighted multi-period decision frameworks for managing interest rate risk, while Chiu and Li (2009) incorporated safety-first principles in dynamic asset-liability management, demonstrating the existence of optimal strategies on the mean–variance frontier. Chen and Yang (2011) applied Markowitz's mean–variance framework under regime-switching conditions to model multi-period portfolio choices.

The Basel II and Basel III frameworks underscore the importance of integrating credit, market, operational, and liquidity risks into capital adequacy assessments (Basel Committee on Banking Supervision, 2006; Basel Committee on Banking Supervision, 2011). This multi-risk integration is crucial for banks to comply with regulatory requirements while safeguarding solvency. Studies such as Bao et al. (2014) have advanced integrated risk optimization models that align profit maximization with comprehensive risk minimization using financial statement data. Such approaches enable banks to utilize scarce resources efficiently, mitigate risk exposures, and sustain lending capacity, thus enhancing their role in financing the real economy (Carlsson & Gerdin, 2016).

Given the strategic significance of these considerations, this study develops a quantitative optimization model for the balance sheet of a selected commercial bank in Iran, incorporating credit, market, operational, and

liquidity risks into the decision framework. By employing a linear programming (LP) approach, the model seeks to maximize gross profit subject to regulatory, financial, and operational constraints, thereby providing a practical tool for bank managers to enhance performance and stability simultaneously.

Methods and Materials

The study utilized financial statement data—specifically the balance sheet and profit and loss statement—of a selected Iranian commercial bank for the fiscal years 2022 and 2023. The modeling process began by defining the objective function, which was set to maximize gross profit. Decision variables included various asset and liability categories, such as government and private loans, overnight facilities, investments, and deposits. Constraints encompassed regulatory requirements (e.g., capital adequacy ratio above 8%), liquidity risk parameters (Liquidity Coverage Ratio and Net Stable Funding Ratio), and growth limits on assets and liabilities. Risk weights for credit, market, and operational risk exposures were calculated following the Central Bank of Iran's standardized approach, consistent with Basel II guidelines. The optimization problem was formulated in linear programming form and solved using Lingo and R software packages.

Findings

The optimization results indicated significant changes in the composition of the bank's assets to achieve the dual objective of higher profitability and lower integrated risk. Key recommendations included substantial increases in rial-denominated loans (from IRR 5,171,000 million to IRR 8,530,471 million), interbank facilities (from IRR 118,000 million to IRR 512,787 million), and interest-free loans (from IRR 581,000 million to IRR 1,604,306 million). Government receivables rose markedly from IRR 203,000 million to IRR 385,066 million, and foreign currency government loans increased from IRR 4,142,000 million to IRR 7,997,498 million. Certain categories, such as participation bonds, saw reductions due to lower relative profitability under risk-adjusted return analysis. Mandatory reserve deposits increased from IRR 1,003,000 million to IRR 1,701,936 million, reflecting regulatory obligations.

These changes collectively enhanced the expected gross profit while maintaining compliance with capital adequacy requirements and mitigating exposure to credit, market, and liquidity risks. Asset categories with high regulatory or operational constraints, such as certain fixed assets and participation bonds, were reallocated towards more productive and lower-risk categories.

Discussion and Conclusion

The findings of this study confirm that integrated risk-based optimization of bank balance sheets can simultaneously improve profitability and reduce vulnerabilities, aligning with global best practices (Bao et al., 2014; Basel Committee on Banking Supervision, 2011). By quantitatively linking asset categories to both profitability metrics and specific risk measures, the model overcomes the limitations of traditional qualitative decision-making in asset allocation. The results resonate with the work of Chiu and Li (2009), who emphasized balancing return maximization with safety-first constraints, and with Hedberg (2013), who advocated operationalizing risk appetite through quantitative modeling of balance sheet projections.

In the Iranian context, where risk management practices in banks are often qualitative, this model introduces a structured, data-driven approach that can enhance decision-making transparency and regulatory compliance. Moreover, the linear programming framework ensures that solutions remain computationally efficient and interpretable for practical use, even when extended to incorporate additional risk dimensions or policy constraints.

The practical implications are substantial: adopting such an integrated model can enable banks to expand lending capacity without compromising stability, better support economic enterprises, and comply with evolving regulatory requirements. By systematically quantifying trade-offs between profitability and risk, banks can foster sustainable growth while maintaining resilience against adverse market and operational

shocks. This aligns with international regulatory trends and strengthens the strategic role of banks in national economic development.

References

Darabi, R., & Molaei, A. (2011). The effect of liquidity transformation, inflation, capital preservation, and gross domestic product on the profitability of Bank Mellat.

Deng, L., Lv, Y., Liu, Y., & Zhao, Y. (2021). Impact of fintech on bank risk-taking: Evidence from China. Risks, 9(5), 99.

Di, L., Yuan, G. X., & Zeng, T. (2021). The consensus equilibria of mining gap games related to the stability of Blockchain Ecosystems. The European Journal of Finance, 27(4-5), 419-440.

Esmaeilzadeh, A., & Amiri, H. (2015). Review of modern financing instruments and practical strategies for their implementation in Bank Tejarat. Financial Economics (Eghtesad-e Maliy), 9, 11–19.

Fuster, A., Plosser, M., Schnabl, P., & Vickery, J. (2019). The role of technology in mortgage lending. The Review of Financial Studies, 32(5), 1854-1899.

Ghasemian, A. (2014). Financing small and medium-sized enterprises. Iran Chamber of Commerce, Industries, Mines, and Agriculture – Deputy of Economic Studies.

Gomber, P., Koch, J. A., & Siering, M. (2017). Digital Finance and FinTech: current research and future research directions. Journal of Business Economics, 87, 537-580.

Hofmann, E., Strew, M. U., & Bosia, N. 2018. Supply Chain Finance and BlockchainTechnology the Case of Reverse Securitisation. Springer, Berlin.

Hu, D., Zhao, S., & Yang, F. (2022). Will fintech development increase commercial banks' risk-taking? Evidence from China. Electronic Commerce Research, 1-31.

Karami, A., & Esmaeil Pourmoghadam, H. (2024). The effect of banking financial technology on financial stability in Iran’s banking industry. Stable Economy (Eghtesad-e Basabat), 5(2), 123–150.

Kouhi Lilan, B., Dabbagh, R., Keyalhosseini, S. Z., & Rahbar, F. (2021). Examining the impact of factors affecting the stability of the banking system in selected MENA region countries. Development and Capital Journal (Tose’e va Sarmaye), 6(1), 1–18.

Li, C., He, S., Tian, Y., Sun, S., & Ning, L. (2022). Does the bank’s FinTech innovation reduce its risk-taking? Evidence from China’s banking industry. Journal of Innovation & Knowledge, 7(3), 100219.

Mirzaei, L., Abbasi, E., & Tarahomi, F. (2023). Examining the factors affecting the financing of small and medium-sized enterprises in the Tehran Stock Exchange. Asset Management and Financing (Modiriat-e Darayi va Tamin-e Maliy), 11(2), 95–114.

Mosleh Shirazi, A. N., & Khalifeh, M. (2017). Simulation and policy-making of internal and external financing problems for small and medium-sized enterprises using a system dynamics approach. Asset Management and Financing (Modiriat-e Darayi va Tamin-e Maliy), 5(2), 69–92.

Mostafazadeh, A. (2015). Financing model for small and medium-sized enterprises: An analysis of the concept and importance of financing SMEs. Islamic Consultative Assembly Research Center, Office of Economic Studies.

Nie, Z., Ling, X., & Chen, M. (2023). The power of technology: FinTech and corporate debt default risk in China. Pacific-Basin Finance Journal, 78, 101969.

Panos, G. A., & Wilson, J. O. (2020). Financial literacy and responsible finance in the FinTech era: capabilities and challenges. The European Journal of Finance, 26(4-5), 297-301.

Radfar, M. R., Karimkhani, M., & Aliqoli, M. (2020). Examining the relationship between bank size and capital with systemic risk in banks listed on the stock exchange. Financial Management Strategy (Estrateji-ye Modiriat-e Maliy), 8(1), 163–176.

Rahimi, R., Sarraf, F., Jafari, M., & Safavi, B. (2013). Implementation of fintech technologies and systemic risks in the banking network.

Rohani Rad, S. (2020). Fintech: Research in Iran and the world. Quarterly Journal of Science and Technology Policy (Faslname-ye Siyasat-e Elm va Fanavari), 10(1), 75–94.

Suryono, R. R., Budi, I., & Purwandari, B. (2020). Challenges and trends of financial technology (Fintech): a systematic literature review. Information, 11(12), 590.

Thakor, A. V. (2020). Fintech and banking: What do we know? Journal of financial intermediation, 41, 100833.

Wang, X., Cao, Y., Feng, Z., Lu, M., & Shan, Y. (2023). Local FinTech development and stock price crash risk. Finance Research Letters, 53, 103644.

Zhao, J., Li, X., Yu, C. H., Chen, S., & Lee, C. C. (2022). Riding the FinTech innovation wave: FinTech, patents, and bank performance. Journal of International Money and Finance, 122, 102552.