

Measuring and Improving Risk-Taking of the NDFI under a General Approach

Mojtaba Gholipour-Domyeh¹, Sayyed Alireza Mir-Mohammad Sadeghi^{2*},
Mohammad Ali Rastegar-Sorkhe³

¹ Ph.D. Student, Faculty of Engineering, Imam Hossein University, Tehran, Iran

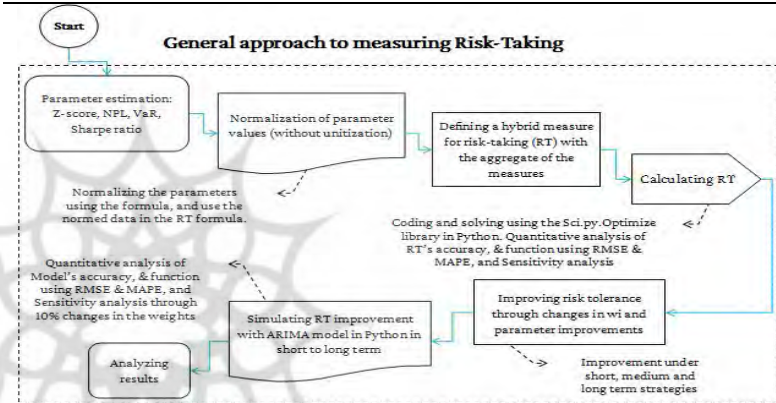
² Associate Professor, Faculty of Engineering, Imam Hossein University, Tehran, Iran

³ Assistant Professor, Faculty of Industrial Engineering, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran

HIGHLIGHTS

- Today, sovereign wealth funds play a fundamental role in the economic development and growth of countries.
- Since the NDFI establishment, its financial stability has declined, the quality of the fund's facilities, and its risk-return performance have been improving.
- The NDFI's risk-taking is volatile, and its improvement requires serious attention.

GRAPHICAL ABSTRACT



ARTICLE INFO

Article history:

Article Type: Research paper

Received: 15 June 2025

Revised: 23 July 2025

Accepted: 26 July 2025

Available online: 26 July 2025

*Correspondence:

ammsadeghi@ihu.ac.ir

How to cite this article:

Gholipour-Domyeh, M., Sadeghi, S.A.M., & Rastegar-Sorkhe, M.A. (2025). Measuring and improving risk-taking of the NDFI under a general approach. *System Engineering and Productivity*, 5 (4), 101-124.

Keywords:

Measuring and improving risk-taking
Sovereign wealth fund
National Development Fund of Iran
Investment
Financing

ABSTRACT

The role of sovereign wealth funds in the economic development and growth of countries is such that today the most successful countries in terms of development and growth have the largest sovereign wealth funds. This study aims to measure and improve the risk-taking of the NDFI in the investment scope in the dimensions of: financial health (leverage risk and portfolio risk), quality of facilities (credit risk), and the relative risk-return performance of the fund using the following criteria: Z-Score, NPL, Sharpe ratio, and a hybrid risk-taking (RT) measure. The findings, using the fund's annual financial statement data (from 1390 to 1401) and its processing using Python show that the Z-Score value decreased from 1.40 in 1390 to 1.39 in 1401 (a decrease in the fund's financial health), while NPL improved from 29% to 20% in the same period. The return-risk performance also changed from 1.77 in 1390 to -1.69 in 1401, and it shows vital review on financing high-risk projects. VaR decreased from 2.3 in 1390 to 2.16 in 1401. The fund's RT increased from 0.62 in 1390 to 0.76 in 1400 and decreased to 0.49 in 1401. Also, we estimated RT's improvement using the ARIMA model.

1. Introduction

In recent years, the traditional view of nations as passive actors in investment whose main influence lies within the scope of their administrative control has changed. The role of the state has been reimagined as an advanced and strategic actor that mediates investment in the form of full ownership and control of state-owned institutional investors. This new approach by states has ushered in a new era of state capitalism. Under this “new state capitalism,” countries enriched by large amounts of foreign financial reserves derived from national resources or trade surpluses have become symbolic institutional investors in the global economy through investment vehicles called “sovereign wealth funds.” Sovereign wealth funds are defined as vehicles for investing national assets (national wealth) and controlled by the state or public sector (Bahoo et al., 2020). There are currently more than 175 sovereign wealth funds in the world (GlobalSWF, 2025). In Iran, the National Development Fund of Iran (NDFI) is the only sovereign wealth fund in Iran operating in 2011 and is currently the 16th largest global sovereign wealth fund with over \$162 billion in assets under management. The fund seeks to continuously monitor its RT, and by using an appropriate mathematical model: (1) financial health, portfolio risk, leverage risk, asset efficiency, relative return on investment, and (2) measure its RT and improve it through better and more successful financing measures. Therefore, the main question is how to measure and improve the RT of the NDFI in the field of investment, and what will be the proposed model, method or approach?

2. Methodology

The present study is applied research that aims to measure and improve the risk-taking of the NDFI under a general approach based on the financial statements of the NDFI with conventional risk-taking criteria. This research consists of two stages: 1) A qualitative stage in which the experiences of the top 15 global sovereign wealth funds and previous related research are studied and reviewed. 2) A quantitative stage in which the risk-taking criteria include: the fund's financial health (leverage risk and fund portfolio risk), the quality of the fund's facilities, and the fund's relative risk-return performance, respectively, using the criteria: Z-Score, NPL, and Sharpe ratio to the added problem and the risk-taking is measured both individually and for the combined criterion (RT). Our data from the annual financial statements of the NDFI for the period 2011 to 2022 include: assets, liabilities, net worth, ratios, and the fund's nonperforming loan. In this study, all calculations are performed using the capabilities of Python libraries (cvxpy, scipy, etc.). Quantitative evaluation of the accuracy of the RT equation and its performance is performed using RMSE and MAPE criteria and sensitivity analysis of weights (10%

change in them and the effect on RT changes). To predict the improvement of RT, the ARIMA model is used in Python in short-term (one year), medium-term (one to 5 years) and long-term (more than 5 years) time periods, and the accuracy of the model and its performance are also evaluated using RMSE and MAPE criteria. The selected criteria are discussed below:

Z-Score criterion: This criterion studies the financial health of the fund, the risk of bankruptcy (portfolio risk $\left(\frac{ROA}{\sigma(ROA)}\right)$ + leverage risk $\left(\frac{Equity/Asset}{\sigma(ROA)}\right)$):

$$Z - \text{Score} = \frac{ROA + \left(\frac{Equity}{Asset}\right)}{\sigma(ROA)} \quad (1)$$

NPL criterion: The NPL criterion, or the non-performing loan ratio, is used to measure the quality of the fund's facilities:

$$\text{NPL Ratio} = \frac{\text{Non-Performing Loans}}{\text{Total Loans}} \quad (2)$$

VaR criterion: The VaR criterion is used to measure the fund's maximum possible loss or financial risk:

$$\text{VaR} = \mu - z_{\alpha} \cdot \delta_p \quad (3)$$

Sharp Ratio criterion: This criterion is used to measure the fund's risk-adjusted performance, or the fund's relative risk-return performance:

$$\text{Sharp Ratio} = \frac{R_p - R_f}{\sigma_p} \quad (4)$$

Therefore, the calculation phase consists of two steps: (1) calculating the values of each of these criteria, (2) aggregating the criteria into a general criterion as the fund's overall risk exposure. For step (2), they are normalized and made unitless using one of the following equations:

where Z-Score and Sharpe ratio are considered as positive measures, and NPL and VaR are considered as negative (or undesirable) measures. Also, Risk-Taking is abbreviated as RT and is as follows:

$$X_{norm} = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (5)$$

$$X_{norm} = 1 - \frac{X}{X_{max}} \quad (6)$$

where the weights w1 to w4 are the weights of each measure and are: 0.3, 0.25, 0.25 and 0.2 (as default and consistent with the Fund's risk management policy statement). All processes have been implemented in the PyCharm IDE environment and Python version 3.13.3.

3. Results and Discussion

The research findings are presented and analyzed in two parts: 1) Measuring RT, and 2) Estimating changes in the fund's RT improvement under the proposed strategies and in the short, medium and long term. To measure the fund's RT, first the values of four criteria: Z-Score, NPL, VaR and Sharpe ratio were calculated using the fund's financial statement

data from 2011 to 2022, and then the RT value of the National Development Fund was calculated. Figure 1 shows the fund's RT status. But again in 2022, there has been a decrease in the fund's RT level. The forecasted RT has shown in Table 1.

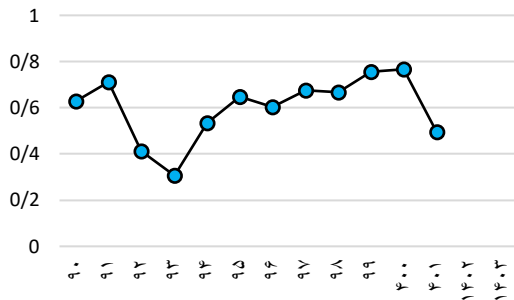


Figure 1. Changes in the fund's RT from 2011 to 2022 (1390 to 1403 in Iranian calendar).

Table 1. Forecast of the fund's RT level (improved) in short-term to long-term time horizons

Year	Short-term	Mid-Term	Long-Term
2023	0.62	0.58	0.51
2024	0.64	0.60	0.53
2025	0.66	0.62	0.55
2026	0.68	0.64	0.57
2027	0.70	0.66	0.59
2028	0.72	0.68	0.61
2029	0.74	0.70	0.63
2030	0.76	0.72	0.65
2031	0.78	0.74	0.67

4. Conclusions

This research aimed to measure the RT of the NDFI under a general approach and provide solutions for its improvement in two qualitative and quantitative stages. The qualitative stage was a review of the world's top 15 SWFs regarding risk management and Risk-Taking. In this research, measuring and improving RT was carried out under a general approach, and the purpose of the general approach. The values of the criteria were calculated using its conventional formula, and the total RT of the fund was calculated with a proposed mathematical equation. The research findings showed that the financial health of the fund (Z-Score value) decreased from 1.40 in 2011 to 1.39 in 2022, which indicates a lack of resources and a decline in financial stability. In same time, the fund's portfolio risk ($\sigma(\text{ROA})$ value) has been increasing. While the fund's leverage risk has been continuously decreasing. The fund's quality of facilities (NPL value) has improved from 29% to 20%. The fund's financial risk (VaR value) has also decreased from 2.3 to 2.16. In addition, the fund's relative risk-return performance has increased from 1.77 to -1.69, indicating the need to review the allocation of resources to high-risk projects. The fund's overall RT was 0.62 in 2011, and decreased to 0.49 in 2022. ARIMA model forecast for changes in the fund's RT, and under three short-

term, medium-term and long-term approaches, showed that RT can improve from 0.62 in 2023 (short-term) to 0.78 in 2031 (long-term). To enhance the fund's risk-taking and performance, diversify resources and focus on low-dependence projects, use innovative financial tools, combine operational and macro strategies, revise current approaches, and leverage existing capacities. Future research should explore optimal criteria weights.

Funding

This research received no external funding.

Author contributions

All authors have had equal roles and contributions to the article.

Conflicts of interest

There are no conflicts of interest associated with this research.

Acknowledgments

We are grateful to all colleagues who provided insights and expertise that greatly assisted this research. We also thank the anonymous reviewers for their valuable suggestions to improve the paper.

References

- Bahoo, S., Alon, I., & Paltrinieri, A. (2020). Sovereign wealth funds: Past, present and future. *International Review of Financial Analysis*, 67, Article 101418. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2019.101418>
- National Development Fund of Iran. (n.d.). *Home*. Retrieved January 15, 2025, from <https://www.ndf.ir/>
- Global SWF. (n.d.). *Home*. Retrieved January 12, 2025, from <https://www.globalswf.com/>

سنجش و بهبود ریسک‌پذیری صندوق توسعه ملی تحت یک رویکرد کلی

مجتبی قلی‌پور دمیه^۱، سید علیرضا میرمحمدصادقی^۱، محمدعلی رستگار سرخه^۲

^۱ دانشجوی دکتری، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه جامع امام حسین (ع)، تهران، ایران

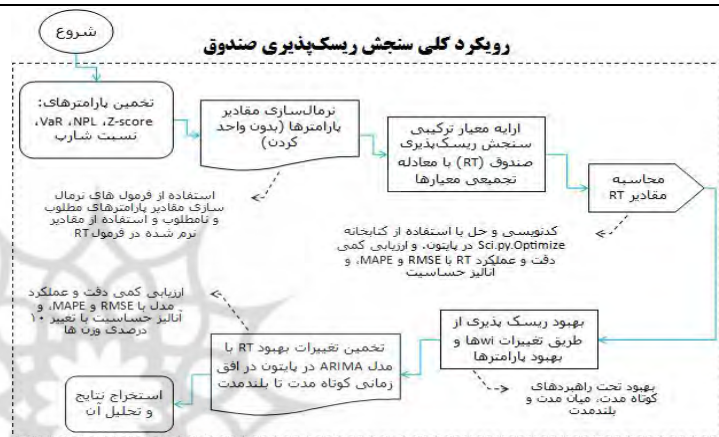
^۲ دانشیار، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه جامع امام حسین (ع)، تهران، ایران

^۳ استادیار، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

برجسته‌ها

- امروزه صندوق‌های ثروت ملی در توسعه اقتصادی و رشد همه‌جانبه کشورها نقش بنیادی دارند.
- از ابتدای تأسیس صندوق، سلامت مالی آن کاهش، کیفیت تسهیلات دهی صندوق و عملکرد ریسک‌بازده آن در حال بهبود است.
- ریسک‌پذیری صندوق دارای نوسان است، و بهبود آن نیاز به توجه جدی دارد.

چکیده گرافیکی



مشخصات مقاله

تاریخچه مقاله:

نوع مقاله: علمی پژوهشی

دریافت: ۱۴۰۴/۰۳/۲۵

بازنگری: ۱۴۰۴/۰۵/۰۱

پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۰۴

ارائه برخط: ۱۴۰۴/۰۵/۰۴

*نویسنده مسئول:

ammsadeghi@ihu.ac.ir

کلیدواژه‌ها:

سنجش و بهبود ریسک‌پذیری

صندوق ثروت ملی

صندوق توسعه ملی ایران

سرمایه‌گذاری

تأمین مالی

چکیده

نقش صندوق‌های ثروت ملی در توسعه اقتصادی و رشد همه‌جانبه کشورها به‌گونه‌ای است که امروزه موفق‌ترین کشورها از نظر توسعه و رشد، بزرگ‌ترین صندوق‌های ثروت ملی را دارند. این مطالعه با هدف سنجش و بهبود ریسک‌پذیری صندوق توسعه ملی در حوزه سرمایه‌گذاری (مشارکت غیر مداخله‌ای) در ابعاد: سلامت مالی (ریسک اهرمی و ریسک پرتفوی)، کیفیت تسهیلات دهی (ریسک اعتباری)، و عملکرد نسبی ریسک-بازده صندوق با استفاده از معیارهای: Z-Score، NPL، نسبت شارپ و یک معیار ترکیبی سنجش ریسک‌پذیری (RT) سنجش و بهبود داده‌شده است. یافته‌ها با داده‌های صورت‌های مالی سالانه صندوق (از ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۱) و پردازش آن در کتابخانه cvxpy و scipy در پایتون نشان می‌دهد مقدار Z-Score از ۱/۴۰ در سال ۱۳۹۰ به ۱/۳۹ در سال ۱۴۰۱ کاهش یافته که حاکی از کاهش ثبات مالی صندوق است، درحالی‌که NPL در دوره مشابه از ۲۹٪ به ۲۰٪ بهبود یافته است. عملکرد نسبی بازده-ریسک صندوق از ۱/۷۷ در سال ۱۳۹۰ به ۱/۶۹- در سال ۱۴۰۱ رسیده که نشان‌دهنده ضرورت بازنگری در تخصیص منابع به پروژه‌های پرریسک است. VaR از ۲/۳ در سال ۱۳۹۰ به ۲/۱۶ در سال ۱۴۰۱ کاهش یافته است. میزان RT صندوق از ۰/۶۲ در سال ۱۳۹۰ به ۰/۷۶ در سال ۱۴۰۰ افزایش داشته و در سال ۱۴۰۱ تا ۰/۴۹ کاهش یافته است. همچنین، پیش‌بینی بهبود ریسک‌پذیری صندوق توسط مدل ARIMA در افق زمانی کوتاه‌مدت تا بلندمدت (تا سال ۱۴۱۰) انجام شد.

۱- مقدمه

در سال‌های اخیر، دیدگاه سنتی ملت‌ها به‌عنوان بازیگران غیر دخیل در سرمایه‌گذاری که تأثیر اصلی آن‌ها در محدوده کنترل اداری آن‌هاست، تغییر کرده است. نقش دولت به‌عنوان یک بازیگر پیشرفته و راهبردی که در قالب مالکیت و کنترل کامل سرمایه‌گذاران نهادی دولتی در سرمایه‌گذاری میانجیگری می‌کند، دوباره طراحی شده است (Amar et al., 2022). این رویکرد جدید دولت‌ها در عرصه سرمایه‌گذاری، عصر جدیدی از سرمایه‌داری دولتی را آغاز نمود. تحت این «سرمایه‌داری دولتی جدید»، کشورهایی که با مقدار زیادی ذخایر مالی خارجی ناشی از منابع ملی یا مازاد تجاری غنی‌شده‌اند، از طریق ماشین‌های سرمایه‌گذاری به نام «صندوق‌های ثروت ملی» و تحت اهداف ویژه به سرمایه‌گذاران نهادی نمادین در اقتصاد جهانی تبدیل شده‌اند. نخستین بار اصطلاح «صندوق‌های ثروت ملی» توسط اندرو روزانوف در سال ۲۰۰۵ در اثر خود با نام «چه کسی ثروت ملل را در اختیار دارد؟» مطرح شد. به‌طور کلی، صندوق‌های ثروت ملی به‌عنوان ماشین‌هایی برای سرمایه‌گذاری دارایی‌های ملی (ثروت ملی) و تحت کنترل دولت یا بخش دولتی تعریف می‌شوند. در دو دهه گذشته، صندوق‌های ثروت ملی به دلیل افزایش قیمت نفت که درآمدهای بیشتری را برای چندین کشور اصلی به ارمغان آورد، دارایی کل تحت مدیریت این صندوق‌ها افزایش یافته است و منجر به تغییر در تخصیص دارایی آن‌ها شد که توجه زیادی را به خود جلب کرده است (Bahoo et al., 2020).

مطابق اطلاعات نمایه شده در سایت جهانی صندوق‌های ثروت ملی در حال حاضر بیش از ۱۷۵ صندوق ثروت ملی در جهان وجود دارد. نخستین صندوق ثروت ملی بانام Texas PSF مربوط به دانشگاه تگزاس است که در سال ۱۸۵۴ تأسیس شد و تا ژوئن ۲۰۲۴ در رتبه ۳۳ جهانی قرار دارد. جدیدترین صندوق‌های ثروت ملی جهانی هم در انتهای سال ۲۰۲۳ در کشورهای ماهرلیکا (فیلیپین)، پاکستان، کوزوو و موزامبیک تأسیس شده‌اند (GlobalSWF, 2025). در کشور ایران، صندوق توسعه ملی ایران به‌عنوان تنها صندوق ثروت ملی ایران در سال ۲۰۱۱ (دی‌ماه ۱۳۹۰ شمسی) از حساب ذخیره ارزی به یک صندوق ثروت ملی تبدیل شد. در بعد ملی، سیاست

تشکیل صندوق توسعه ملی ایران بر اساس برنامه پنجم توسعه کشور ایران بوده و بر اساس این برنامه، دولت موظف به واریز ۲۰ درصد از درآمدهای نفتی به این صندوق شد و موظف شد در طول سالیان بعد هر سال ۳ درصد به سهم خود بیفزاید (Mahmoudi et al., 2019). اگرچه این مبنا در برنامه‌های بعدی توسعه دستخوش تغییرات شد. بعلاوه، صندوق توسعه ملی ایران از بدو تأسیس با چالش‌هایی مانند برداشت بی‌رویه دولت‌های مختلف از این صندوق به دلیل ضعف در حکمرانی و پیشینه آن (صندوق ذخیره ارزی بودن) مواجه بوده است. برداشت‌هایی که موجب شد صندوق با چالش‌هایی در راستای تحقق مأموریت‌های اساسنامه‌ای خود با چالش روبه‌رو شود (Zare & Shojaei Fard, 2018). این در حالی است که در سطح جهانی طی دو دهه اخیر، برخی صندوق‌های ثروت ملی (مانند: NBIM نروژ، CIC چین، PIF عربستان، ADIA امارات و غیره) به‌صورت فراگیر شروع به فعالیت‌های سرمایه‌گذارانه نموده و با انتخاب هوشمندانه نواحی و نوع سرمایه‌گذاری‌های خود و با تعریف یک پرتفوی متنوع، درآمدهای حاصل از صادرات منابع طبیعی تجدیدناپذیر ملی کشور خود را پایدار، اثربخش و ماندگار کرده‌اند. تا جایی که صندوق‌های ثروت ملی جهانی در سرمایه‌گذاری اقتصادی، کارآفرینی ملی، بالا بردن درآمد ملی، تنوع بخشیدن به ارزهای خارجی و بالا بردن میزان سودآوری کشورشان نقش اساسی داشته‌اند (Bahoo et al., 2019). کشورها هم به‌خوبی تجربه کرده‌اند که دارایی‌های پایدار، اقتصاد را از سیکل‌های تجاری ناشی از نوسانات درآمدهای حاصل از آن مصون می‌دارند؛ زیرا نوسان‌پذیری اقتصادی و اتمام درآمدهای حاصل از منابع تجدیدناپذیر (مانند نفت و گاز) سبب شده تا مدیریت بهینه درآمدهای حاصل از منابع تجدیدناپذیر در این کشورها با چالش‌هایی روبه‌رو باشد (Liu et al., 2021). البته صندوق‌های ثروت ملی متناسب با سیاست‌ها و راهبردهای خود، تنوعی از پرتفوی‌ها را داشته و تحت سیاست‌های حاکمیتی مختلف دنبال می‌کنند (Norouzi et al., 2019). در ایران؛ صندوق توسعه ملی به‌عنوان تنها صندوق ثروت ملی کشور است که از سال ۲۰۱۱ فعالیت خود به‌عنوان یک صندوق ثروت را شروع کرده و هم‌اکنون با بیش از ۱۶۲ میلیارد دلار دارایی تحت مدیریت، به‌عنوان شانزدهمین صندوق ثروت جهانی

شناخته می‌شود. صندوق توسعه ملی ایران فعالیت‌های سرمایه‌گذاری خود را از سال ۲۰۲۲ (۱۴۰۱ شمسی) تحت رویکرد سرمایه‌گذاری غیرفعال و غیر مداخله‌ای شروع نموده است (NDF.IR, 2025). این صندوق در پی آن است تا از وضعیت ریسک‌پذیری خود به صورت مستمر اطلاع داشته باشد و با استفاده از یک مدل ریاضیاتی مناسب: (۱) میزان سلامت مالی، ریسک پرتفوی، ریسک اهرمی، کارآمدی دارایی‌ها، بازدهی نسبی عملکرد و (۲) موقعیت ریسک‌پذیری خود را سنجش و از طریق انجام اقدامات تأمین مالی بهتر و موفق، آن را بهبود دهد بررسی اولیه تجارب پانزده صندوق ثروت ملی برتر جهانی و کلیه تحقیقات مرتبط با موضوع تا ابتدای سال ۲۰۲۵ نشان می‌دهد که به صورت میدانی سنجش ریسک‌پذیری در صندوق‌های ثروت ملی با معیار VaR و با در نظر گرفتن ریسک مالی صورت می‌پذیرد، با این حال این موضوع یک خلأ تحقیقاتی است. لذا سؤال اصلی این است که سنجش و بهبود ریسک‌پذیری صندوق توسعه ملی ایران در حوزه سرمایه‌گذاری سنجش چگونه انجام می‌شود؟ مدل، روش یا رویکرد پیشنهادی چه خواهد بود؟ برای پاسخ به این سؤال ابعاد جدیدی از سنجش و بهبود ریسک‌پذیری در صندوق‌های ثروت ملی شامل: سلامت مالی، عملکرد بازده-ریسک، کیفیت تسهیلات دهی در این تحقیق مطالعه شده است. تحقیق همچنین به پیش‌بینی تغییرات بهبود ریسک‌پذیری صندوق در افق‌های زمانی کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت می‌پردازد.

۲- مبانی نظری تحقیق

۲-۱- سنجش ریسک‌پذیری

بر مبنای متن استاندارد ISO 31000 (به عنوان استاندارد مدیریت ریسک)؛ ریسک «تأثیر عدم قطعیت بر اهداف سازمان/فرد/طرح/پروژه» تعریف می‌شود؛ بنابراین، در همه تعاریف مختلف برای ریسک؛ سه رکن اصلی مورد توافق است: عامل/شرایط واقعی، عدم قطعیت، اهداف. این بدین معناست که همواره یک عامل یا شرایط حقیقی وجود دارد که در صورت بروز عدم قطعیت مربوط به آن، تأثیر/تأثیرات مطلوب یا نامطلوب بر اهداف پروژه/طرح/فرد/سازمان می‌گذارد و این در این حالت ریسک (مثبت یا منفی) رخ داده است. در متن استاندارد

مدیریت ریسک خود یک فرایند چندمرحله‌ای شامل: شناسایی، آنالیز، نظارت و پایش ریسک و برنامه‌های مواجهه با ریسک است تا یقین حاصل گردد که مدیریت ریسک به خوبی پیاده‌سازی شده است (Masoumi et al., 2016), (Hosseini et al., 2021) و (Khodayari et al., 2024). مدیریت ریسک خود یک فرایند چندمرحله‌ای شامل: شناسایی، آنالیز، نظارت و پایش ریسک و برنامه‌های مواجهه با ریسک است تا یقین حاصل گردد که مدیریت ریسک به خوبی پیاده‌سازی شده است (Jalalian, 2022; Khalili et al., 2025). ریسک‌پذیری یک الحاقیه به مدیریت ریسک است و به عنوان بخش ذاتی از استراتژی یک کسب‌وکار شامل ارزیابی این است که چگونه تصمیمات یک کسب‌وکار به آن آسیب می‌زند یا به نفع آن است، می‌باشد (Zhang & Chen, 2024; Roy, 1952). در تعریفی دیگر؛ ریسک‌پذیری عبارت است از هرگونه رفتار کنترل‌شده آگاهانه یا غیرآگاهانه با عدم اطمینان درک شده در مورد نتیجه آن و/یا در مورد منافع یا هزینه‌های احتمالی برای رفاه جسمی، اقتصادی یا روانی-اجتماعی خود یا دیگران (Rudiger, 1994). توجه به ریسک‌پذیری در شرکت‌های بزرگ و متوسط نسبت به شرکت‌های کوچک متفاوت است. ضرر و زیان می‌تواند یک کسب‌وکار کوچک را از کار بیندازد و حتی از بین ببرد، با این حال شرکت‌های بزرگ هستند که مدیران ریسک را برای نظارت بر ریسک‌های خود استخدام می‌کنند، در حالی که شرکت‌های کوچک ممکن است وظایف ارزیابی و پاسخ به ریسک‌ها را در بسیاری از مسئولیت‌های مالک ادغام کنند (Mourouzidou-Damtsa et al., 2019).

ردپای ریسک‌پذیری در تحقیقات به سال ۱۹۵۲ برمی‌گردد. جایی که اولین معیار سنجش ریسک‌پذیری در تحقیق روی (۱۹۵۲) ارائه شده است. البته در دهه ۱۹۸۰ و پس از ظهور رویکرد مدیریت کیفیت جامع، مدیریت ریسک و مفاهیم آن بیشتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. به این دلیل که یکی از نتایج متعدد مدیریت کیفیت جامع، درک این موضوع بود که مدیریت ریسک بخشی ذاتی از کل کسب‌وکار و کیفیت محصول است؛ بنابراین، کسب‌وکارها

هدف تبدیل بخشی از عواید ناشی از فروش نفت، گاز و میعانات گازی و فرآورده‌های نفتی به ثروت‌های ماندگار، مولد و سرمایه‌های زاینده اقتصادی و حفظ سهم نسل‌های آینده از منابع مذکور، صندوق توسعه ملی تشکیل شد. اکنون صندوق توسعه ملی کارکردهای حیاتی، توسعه‌ای و تثبیتی دارد و با در اختیار داشتن ۱۶۲ میلیارد دلار دارایی، به‌عنوان شانزدهمین صندوق ثروت ملی بزرگ جهان شناخته می‌شود (Ndf.ir, 2025).

این صندوق در دو بخش تأمین مالی (پروژه‌های زیر ۱۰۰ میلیون دلار) و سرمایه‌گذاری یا مشارکت غیر مداخله‌ای (پروژه‌های بالای ۱۰۰ میلیون دلار) در پروژه‌ها و طرح‌های مختلف در داخل و خارج از ایران فعالیت دارد. از حیث اجرایی، واحد مدیریت ریسک با همکاری کمیته حاکمیتی مدیریت ریسک، اقدامات مربوط را پیاده‌سازی و پایش می‌نماید؛ اما صندوق با در نظر گرفتن ابعادی مانند سلامت مالی (ریسک پرتفوی و ریسک اهرمی)، کیفیت تسهیلات دهی (ریسک اعتباری)، عملکرد نسبی بازده-ریسک و ریسک‌های مالی، معیار ترکیبی یا مدلی برای سنجش رفتار ریسک‌پذیری خود و بهبود آن نیاز دارد. البته تخمین تغییرات بهبود رفتار ریسک‌پذیری صندوق تحت راهبردهای کوتاه‌مدت تا بلندمدت نیز مؤثر خواهد بود. لذا تلاش می‌شود ضمن پوشش ابعاد موردنظر، یک معیار ترکیبی نوین برای سنجش ریسک‌پذیری صندوق توسعه ملی با استفاده از صورت‌های مالی آن ارائه شود.

۲-۳- تجارب صندوق‌های ثروت در سنجش ریسک‌پذیری

برای بررسی تجربیات برخی صندوق‌های جهانی در سنجش ریسک‌پذیری، از مکاتبه ایمیلی، بررسی اسناد و گزارش‌های در دسترس در سایت صندوق‌های انتخابی، گزارش‌های گروه جهانی صندوق‌های ثروت و گزارش‌های مجمع جهانی صندوق‌های ثروت ملی استفاده شد و خلاصه آن در جدول ۱ آمده است. مطابق اطلاعات جدول ۱، اجرای مؤثر مدیریت ریسک و دستیابی به بازده بالاتر از جمله اهداف اصلی و رویکرد اتخاذی در این صندوق‌ها می‌باشد.

شروع به ارزیابی مأموریت کلی خود در چارچوب ریسک کردند. متخصصان مدیریت ریسک که استراتژیست‌های ریسک نامیده می‌شدند، شروع به ترکیب رویکردهای مختلف برای مدیریت ریسک نمودند. مزید بر آن، استانداردها و روش‌های متعددی برای مدیریت ریسک در دهه ۱۹۸۰ پیشنهاد شد که به شرکت‌ها در سرتاسر جهان دستورالعمل‌هایی برای مدیریت ریسک‌هایشان داد تا بر نتایج کسب‌وکار تأثیر مثبت بگذارند. ریسک‌پذیری بیشترین ارتباط را با ارزیابی و سنجش ریسک‌ها دارد و تلاش می‌کند پیش از اجرای فرایند مدیریت ریسک، موقعیت ریسکی سازمان را اندازه‌گیری و نمایش دهد (Wang et al., 2024)، (Boubakri et al., 2020)، (Adachi-Sato & Vithessonthi, 2021).

۲-۲- صندوق‌های ثروت ملی و صندوق توسعه ملی ایران

واژه صندوق ثروت ملی نخستین بار در سال ۲۰۰۵ توسط یک اقتصاددان انگلیسی‌تبار به نام اندرو روزانوف در تحقیقی با عنوان «چه کسی ثروت ملل را در اختیار دارد؟»، مطرح شد. این صندوق‌ها متولد تفکر نوین سرمایه‌داری دولتی است و صندوق‌ها نیز ماشین‌های سرمایه‌گذاری نوین تحت مالکیت دولت‌ها و یا کنترل‌شده توسط سازوکارهای دولتی تعبیر می‌شوند (Hosseini et al., 2017; Knill et al., 2012). در این تفکر، کشورهای با ذخیره‌های مالی فراوان خارجی ناشی از منابع ملی خود و مزاد تجارت کشور برای دخالت مستقیم و غیرمستقیم در سرمایه‌گذاری از ماشین‌های جدید سرمایه‌گذاری به نام صندوق‌های ثروت ملی استفاده می‌کنند. البته ردپای این تفکر را می‌توان در سال ۱۹۵۸ در کویت و قبل از آن ۱۸۵۴ در آمریکا مشاهده نمود (Bahoo et al., 2019). این صندوق‌ها تا ابتدای سال ۲۰۲۵ بیش از ۱۳ تریلیون دلار از دارایی‌های جهانی را تحت مدیریت خود دارند که سهم بزرگ و قابل توجهی است. صندوق توسعه ملی ایران در سال ۱۳۸۹ و به‌موجب ماده (۸۴) قانون برنامه پنجم توسعه اقتصادی کشور تشکیل و از دی‌ماه ۱۳۹۰ رسماً فعالیت خود به‌عنوان تنها صندوق ثروت ملی ایران شروع کرد. به‌منظور اجرای این سیاست، بر اساس ماده ۸۴ قانون برنامه پنجم توسعه کشور و با

جدول ۱. خلاصه اهداف، مبنا و مکانیسم مدیریت ریسک و سنجش ریسک‌پذیری در صندوق‌های ثروت ملی

Table 1. Summary of the objectives, basis, and mechanism of risk management and risk assessment in sovereign wealth funds

صندوق	منبع	هدف	مبنای پیاده‌سازی	شرح سیستم و مکانیسم
NBIM	NBIM.NO, 2024	نهادینه‌سازی اصولی (منظم و مدون) مدیریت ریسک	مراحل ۵ گانه مدیریت ریسک	چارچوب مدیریت ریسک سازمانی شامل ریسک‌های استراتژیک، سرمایه‌گذاری و عملیاتی.
CIC	China-inv.cn, 2024	ایجاد سیاست‌ها و فرایندهای مؤثر مدیریت ریسک	سه لایه دفاعی	سیستم مدیریت و طبقه‌بندی ریسک جامع با کمیته‌های اجرایی و مدیریت ریسک
ADIA	Adia.ae, 2024	کارآمدسازی سرمایه‌گذاری‌ها	ارزیابی مستمر منابع ریسک	هیئت‌مدیره مسئول تنظیم استراتژی و مدیریت ریسک
PIF	Pif.gov.sa, 2024	دستیابی به بازده بالاتر	گزارشگری ریسک	انتخاب متمرکز سرمایه‌گذاری‌ها بر اساس نقشه راه و اصول GAPP
QIA	Qia.qa, 2024	سرمایه‌گذاری با بازده بالا	تخصیص دارایی و کنترل داخلی	حکمرانی و فرآیندهای قوی برای شناسایی و مدیریت ریسک‌ها
KIA	Kia.gov.kw, 2024	یکپارچه‌سازی ریسک‌ها	دولایه دفاعی	واحد ریسک و عملکرد مسئول تجزیه و تحلیل و اطلاع‌رسانی مسائل ریسک
NWF	Nwf.co.uk, 2024	ارزیابی دقیق و فعالانه ریسک‌ها	سه لایه دفاعی	هیئت‌مدیره مسئول چارچوب مدیریت ریسک و توسعه کنترل‌ها
GIC	Gic.com.sg, 2024	شناسایی و مدیریت مؤثر انواع ریسک‌ها	سه لایه دفاعی	مدیریت ریسک بر مبنای اصول سانتیاگو در تمام سطوح
HKMA EF	Hkma.gov.hk, 2024	افزایش سرمایه‌گذاری‌ها	بازدهی نظارت و انطباق	کنترل‌های سخت‌گیرانه برای پرتفوی و نظارت بر تغییرات ریسک
ICD	Icd.gov.ae, 2024	حداکثرسازی منافع سهامداران	چارچوب مدیریت ریسک	مدیریت ریسک‌ها از طریق چارچوب ریسک و ترویج فرهنگ آگاهی از ریسک
TEMASEK	Temasek.com.sg, 2024	کاهش ضرر ناشی از بروز ریسک‌ها	بیانیه‌های ریسک-بازده	چارچوب مدیریت ریسک شامل بیانیه‌های ریسک و اهرمی کردن
KIC	Kic.kr, 2024	حفظ مزایای ناشی از بروز ریسک‌ها	شاخص‌ها و محدودیت‌های کمی	سیستم مدیریت ریسک با راه‌حل‌های کنترلی جامع و کمیته‌های فرعی
FF	Futurefund.gov.au, 2024	دستیابی به بازده بالاتر	سه لایه دفاعی	حکمرانی مؤثر بر عملیات و پروفایل ریسک برای دوره ۱۰ ساله
SK	Sk.kz, 2024	ایجاد بستر کم ریسک توسعه کسب‌وکارها	سند ریسک	سیستم مدیریت ریسک بر مبنای سند تدوینی ریسک
UTIMCO	Utimco.org, 2024	مدیریت ریسک مؤثر در سرمایه‌گذاری‌ها	دستورالعمل‌های ابلاغی	دستورالعمل‌های مجزا برای هر بخش ریسکی و اقدامات مدیریت ریسک

۲-۴- تحقیقات پیشین

۲۰۰۵ تا ابتدای سال ۲۰۲۵ بوده است. مطابق باهو و همکاران (Bahoo et al., 2019)؛ از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۹ تعداد ۲۸۳ مقاله در رابطه با صندوق‌های ثروت ملی در تمام پایگاه‌های استنادی جهانی انتشار یافته و از این تعداد ۱۸۴ مقاله دارای اعتبار علمی است. بعلاوه؛ از سال ۲۰۱۹

از آنجاکه اصطلاح صندوق‌های ثروت ملی از سال ۲۰۰۵ ابداع شده است، لذا تمرکز ما در جستجوی تحقیقات مرتبط با صندوق‌های ثروت ملی نیز در بازه سال‌های

رابطه با رشد صندوق‌های ثروت ملی، حکمرانی و ملاحظات سیاسی مرتبط با صندوق‌ها و راهبردهای سرمایه‌گذاری در این صندوق‌ها بوده است. به لحاظ مفاهیم موضوعی نیز این مقالات به موضوعاتی مانند نقش صندوق‌ها در امنیت اقتصادی کشورها، حکمرانی شرکتی صندوق‌ها، سرمایه‌گذاران نهادی، مالکیت، سیاست‌های شفافیت، عوامل و معیارها، سرمایه‌گذاری، ریسک و عملکرد صندوق‌ها پرداخته‌اند؛ بنابراین، در داخل و خارج، تعداد ده تحقیق معتبر و مرتبط با مطالعه حاضر وجود دارد که در جدول ۲ شرح آن آمده است.

تا ابتدای سال ۲۰۲۵ تعداد ۳۴ مقاله معتبر علمی دیگر درباره صندوق‌های ثروت ملی انتشار یافته است؛ بنابراین، ۲۱۸ مقاله علمی معتبر با محوریت صندوق‌های ثروت ملی در پایگاه‌های جهانی توسط محقق یافت شد. مطابق باهو و همکاران (Bahoo et al., 2019) با بررسی بیش از ۱۸۴ مقاله معتبر نمایه شده در سایت WOS (متشکل از ۵ پایگاه اصلی استنادی علمی جهان) تمرکز تحقیقات مرتبط با این صندوق‌ها تاکنون در چهار حوزه: اصالت و رشد صندوق‌ها، حکمرانی صندوق‌ها، نگرانی‌های سیاسی پیرامون آن‌ها و راهبردهای سرمایه‌گذاری صندوق‌ها بوده است. همچنین، مقالات ارائه شده تا سال ۲۰۱۹، عمدتاً در

جدول ۲. تحقیقات مرتبط با حوزه مدیریت ریسک و سنجش ریسک‌پذیری در صندوق‌های ثروت ملی

Table 2. Studies related to risk management and risk-taking assessment in Sovereign Wealth Funds

تحقیق	عنوان تحقیق	روش‌شناسی	نوع ریسک
Yu et al., 2010	یک مدل بهینه جدید برای انعکاس تخصیص دارایی‌های استراتژیک صندوق‌های ثروت ملی	مدل ریاضی و NSGA-II. داده‌ها از صندوق‌های ثروت چین	ریسک نرخ بهره
Nie et al., 2010	انتخاب کشور هدف برای تخصیص دارایی‌های آینده صندوق‌های ثروت ملی	مدل‌سازی ریاضی، آمار توصیفی، RASC (نسبت شباهت مربعی)، RSSC (نسبت ضریب شباهت) با داده سرمایه‌گذاری ۳۹ کشور در چین از صندوق‌های ثروت چین	ریسک کشور
Knill et al., 2012	رابطه بین سرمایه‌گذاری صندوق ثروت ملی و عملکرد بازده به ریسک شرکت‌های هدف	آمار توصیفی، آزمون t و z ، تجزیه و تحلیل داده‌های تأییدی (CDA) و آزمون ویلکاکسون، داده‌های صندوق‌های ثروت آمریکا	ریسک خاص
Bertoni & Lugo, 2014	چگونگی تأثیر سرمایه‌گذاری‌های صندوق ثروت ملی بر ریسک اعتباری	مدل‌سازی ریاضی، آمار توصیفی و آزمون t با داده‌های ۱۶۴۱ شرکت در ۵۲ کشور مختلف از سال ۲۰۰۳ تا سال ۲۰۰۸	ریسک اعتباری
Kashani & Yahyavi, 2018	تحلیل تئوریک چگونگی امکان اثربخشی صندوق‌های ثروت ملی بر ریسک حاکمیت	استفاده از فضای تحلیلی استاندارد تعادل جزئی تصادفی پویای (زمان پیوسته) مبتنی بر تعادل جزئی	ریسک حاکمیتی
Park et al., 2019	تأثیر بلندمدت سرمایه‌گذاری صندوق ثروت ملی بر ارزش شرکت، نوسانات و ریسک سقوط	رگرسیون خطی، آزمون t ، آمار توصیفی با داده‌های ۳۰ صندوق ثروت جهانی از سال ۱۹۸۹ تا سال ۲۰۱۹	ریسک سقوط
Cai & Chen, 2019	اهمیت ریسک پس‌زمینه کشور و تخصیص دارایی راهبردی صندوق‌های ثروت ملی	آمار توصیفی و رگرسیون با داده‌های صندوق ثروت از ۱۶ کشور از سال ۲۰۰۲ تا سال ۲۰۱۳	ریسک پس‌زمینه
Grira et al., 2022	تأثیر ریسک سیاسی بر تصمیمات سرمایه‌گذاری صندوق‌های ثروت ملی	آمار توصیفی و رگرسیون با داده‌های بین‌المللی از ۳۰۲ هدف درگیر در ۴۲۷ معامله از صندوق‌ها سیاسی	ریسک سیاسی
Klein et al., 2023	بررسی وابستگی رفتار ریسکی در سرمایه‌گذاری صندوق‌های ثروت ملی به عملکرد زیست‌محیطی، اجتماعی و حاکمیتی در سرمایه‌گذاری‌های اساسی	رگرسیون خطی، آزمون t ، آمار توصیفی با داده‌های صندوق ثروت جهانی از سال ۲۰۲۲	ریسک ESG
Chen et al., 2023	چگونگی سرمایه‌گذاری‌های صندوق‌های ثروت ملی بر هزینه بدهی شرکت‌های هدف	آزمون t و آمار توصیفی با داده یک نمونه بزرگ در ۳۹ کشور از سال ۲۰۰۴ تا سال ۲۰۱۹	ریسک راهبردی

استنادی علمی جهانی) و با کلیدواژه‌های: ریسک (Risk)، مدیریت ریسک (Risk Management)، ریسک‌پذیری (Risk-Taking) و صندوق ثروت ملی (Sovereign Wealth Fund) جستجو و واکاوی شده‌اند. بعلاوه، پانزده صندوق ثروت ملی برتر جهانی شامل صندوق‌های: NBIM نروژ، CIC چین، ADIA امارات، PIF عربستان، QIA قطر، KIA کویت، NWF روسیه، GIC سنگاپور، HKMA EF چین، ICD امارات، TEMASEK سنگاپور، KIC کره جنوبی، FF استرالیا، SK قزاقستان و UTIMCO آمریکا، به جهت تنوع حوزه عملکردی و پوشش رویکردهای پنج‌گانه صندوق‌های ثروت ملی (توسعه‌ای، صیانتی، ذخیره‌ای، سرمایه‌گذارانه، گرامتی) مطالعه و تحلیل شده‌اند.

از آنجاکه در تحقیقات پیشین (۲۰۰۵ تا ابتدای سال ۲۰۲۵) و تجارب صندوق‌های برتر، سنجش ریسک‌پذیری وجود دارد و اما ابعاد آن منحصرأ در حوزه ریسک مالی و معیار مورد استفاده نیز VaR می‌باشد، در مرحله کمی ابعادی مانند سلامت مالی صندوق (ریسک اهرمی و ریسک پرتفوی صندوق)، کیفیت تسهیلات دهی صندوق و عملکرد نسبی بازده-ریسک صندوق به ترتیب با استفاده از معیارهای: Z-Score، NPL و نسبت شارپ را به مسئله اضافه کرده‌ایم و سنجش ریسک‌پذیری هم به صورت منفرد و هم برای معیار ترکیبی انجام می‌شود.

داده‌های ما از صورت‌های مالی سالانه صندوق توسعه ملی در بازه زمانی ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۱ شامل: دارایی‌ها، بدهی‌ها، ارزش خالص، نسبت‌ها و جدول ترکیب دارایی‌های صندوق از صورت‌های مالی رسمی آن می‌باشد. در واقع؛ متناسب با ماهیت یک صندوق ثروت ملی و مطالعه تجارب موفق جهانی، سنجش ریسک‌پذیری صندوق توسعه ملی با استفاده از یک معیار ترکیبی (RT) پیشنهاد شده است. برای این کار، ابتدا مقادیر به دست آمده از هر چهار معیار مرسوم انتخابی نرم شده و از یک رابطه خطی برای محاسبه میزان RT استفاده می‌کنیم. در این تحقیق کلیه محاسبات با استفاده از قابلیت‌های کتابخانه‌های پایتون (scipy، cvxpy، و...) صورت می‌پذیرد. ارزیابی کمی دقت معادله RT و عملکرد آن با استفاده از

لذا در تبیین شکاف تحقیقاتی:

با استناد به نتایج بررسی میدانی برخی صندوق‌های ثروت برتر (جدول ۱) و نتایج واکاوی کلیه تحقیقات پیشین مرتبط تا ابتدای سال ۲۰۲۵ (جدول ۲)؛ اولاً در صندوق‌های ثروت ملی صرفاً موضوع سنجش ریسک‌پذیری از بعد ریسک مالی و با معیار VaR و تخمین سناریوهای آتی با آزمون استرس انجام می‌شود. ثانیاً، هیچ تحقیق معتبر و مرتبط با موضوع توسط محقق در پایگاه‌های علمی جهانی یافت نشد. از طرفی؛ در صندوق توسعه ملی ایران، ابعاد جدیدی از مسئله حاضر مانند سلامت مالی صندوق (ریسک پرتفوی، ریسک اهرمی)، کیفیت تسهیلات دهی صندوق (ریسک اعتباری) و عملکرد نسبی ریسک-بازده صندوق مزید بر توجه به سنجش ریسک مالی وجود دارد که ضرورت توسعه آن و ارائه روش/مدل/ابزار جدیدی برای سنجش ریسک‌پذیری یک صندوق ثروت ملی از این منظر را نشان می‌دهد. مهم‌تر اینکه بتوان از تجمیع ابعاد مذکور و معیارهای منفرد سنجش آن‌ها، ریسک‌پذیری این صندوق را به صورت جامع سنجش و برای بهبود سطح ریسک‌پذیری صندوق نیز اقدام نمود. لذا این سطح از مسئله در این مطالعه مدنظر بوده و برای نخستین بار است که در چنین رویکرد جامعی به آن پرداخته می‌شود.

۳- روش‌شناسی تحقیق

تحقیق حاضر یک تحقیق کاربردی است که با هدف سنجش و بهبود ریسک‌پذیری صندوق توسعه ملی تحت یک رویکرد کلی مبتنی بر صورت‌های مالی صندوق انجام می‌شود. این تحقیق شامل دو مرحله است:

- ۱) مرحله کیفی که در آن تجارب برخی صندوق‌های ثروت برتر جهانی و تحقیقات مرتبط پیشین مطالعه و بررسی می‌شوند.
- ۲) مرحله کمی که در آن معیارهای سنجش ریسک‌پذیری (مطابق توسعه سطح مسئله) و معیار ترکیبی جامع پیشنهادی ارائه و محاسبات کمی مربوط در پایتون و با استفاده از قابلیت‌های کتابخانه‌های آن صورت می‌پذیرد. برای مرحله کیفی، کلیه مقالات معتبر از پایگاه جهانی WOS (متشکل از ۵ پایگاه اصلی

(کمبود منابع) مواجه است. این معیار با استفاده از معادله زیر و به صورت سالانه محاسبه می‌شود:

$$Z - \text{Score} = \frac{\text{ROA} + (\text{Equity}/\text{Asset})}{\sigma(\text{ROA})} \quad (۱)$$

که در آن:

ROA^۳: بازده دارایی‌ها و Equity: حقوق صاحبان سهام (ارزش خالص دارایی‌ها = دارایی‌ها منهای بدهی‌ها) و $\sigma(\text{ROA})$: انحراف معیار بازده دارایی‌ها است (Mourouzidou-Damtsa et al., 2019) و (Danisman & Demirel, 2019).

معیار NPL: برای سنجش کیفیت تسهیلات دهی صندوق از معیار NPL یا همان نسبت وام‌های غیرجاری استفاده شده است. نسبت وام‌های غیرجاری، معیاری برای ارزیابی ریسک اعتباری یا همان کیفیت دارایی‌هاست و به‌عنوان درصدی از وام‌های موجود در پرتفوی صندوق تعریف می‌شود که درآمدزایی ندارند یا بیشتر از ۹۰ روز از تاریخ سررسید آن‌ها گذشته و اقساط در سررسید خود، دریافت نشده‌اند. NPL بالاتر به معنای افزایش ریسک است. این معیار با استفاده از معادله زیر و به صورت سالانه محاسبه می‌شود:

$$\text{NPL Ratio} = \frac{\text{Non. Performing Loans}}{\text{Total Loans}} \quad (۲)$$

که در آن:

Non. Performing Loans: حجم وام‌های غیرجاری (۹۰ روز از سررسید قسط گذشته باشد و پرداخت نشده) و Total Loans: حجم کلیه وام‌ها (یا همان تسهیلات) است (Jiang et al., 2019).

معیار VaR: برای سنجش حداکثر ضرر احتمالی صندوق یا ریسک مالی از معیار VaR استفاده شده است. ارزش در معرض ریسک، حداکثر ضرر بالقوه در سطح اطمینان معین و در یک بازه زمانی مشخص (مثلاً سالانه) را تعیین می‌کند. این معیار با استفاده از معادله زیر و به صورت سالانه محاسبه می‌شود:

$$\text{VaR} = \mu - z_{\alpha} \cdot \delta_p \quad (۳)$$

که در آن:

μ : بازده میانگین پرتفوی (سالانه) صندوق، z_{α} : مقدار بحرانی برای سطح اطمینان α (سطح اطمینان ۰.۹۵، ۰.۹۷۵، ۰.۹۹ و ۰.۹۹۵ و غیره) و δ_p : انحراف معیار پرتفوی صندوق است (Adabi Firouzjaei et al., 2015).

معیارهای RMSE^۱ و MAPE^۲ و آنالیز حساسیت وزن‌ها (تغییر ۱۰ درصدی آن‌ها و تأثیر بر تغییرات RT) نیز انجام می‌شود. پس از سنجش ریسک‌پذیری صندوق، برای بهبود سطح ریسک‌پذیری صندوق و با توجه به مؤلفه‌های معیارهای نامبرده، پیشنهادهایی ارائه می‌شود. لذا در حضور داده‌های تجربی گذشته و با اجرای این پیشنهادها، از مدل ARIMA برای پیش‌بینی تغییرات RT در بازه‌های زمانی کوتاه‌مدت (یک سال)، میان‌مدت (یک تا ۵ سال) و بلندمدت (بیش از ۵ سال) در پایتون استفاده می‌شود. ما آنالیز حساسیت یافته‌های مدل را با تغییر ۱۰ درصدی وزن‌ها بر RT و دقت مدل و عملکرد آن نیز با استفاده از معیارهای RMSE و MAPE ارزیابی می‌کنیم. در شکل ۱ مدل مفهومی تحقیق منضم به مراحل و نحوه ترکیب معیارها و سنجش ریسک‌پذیری کلی صندوق آن نشان داده شده است. در ادامه جزئیات معیارها و معیار ترکیبی جامع و چگونگی پردازش و تحلیل اطلاعات تشریح می‌شود.

۳-۱- مدل ریاضی پیشنهادی

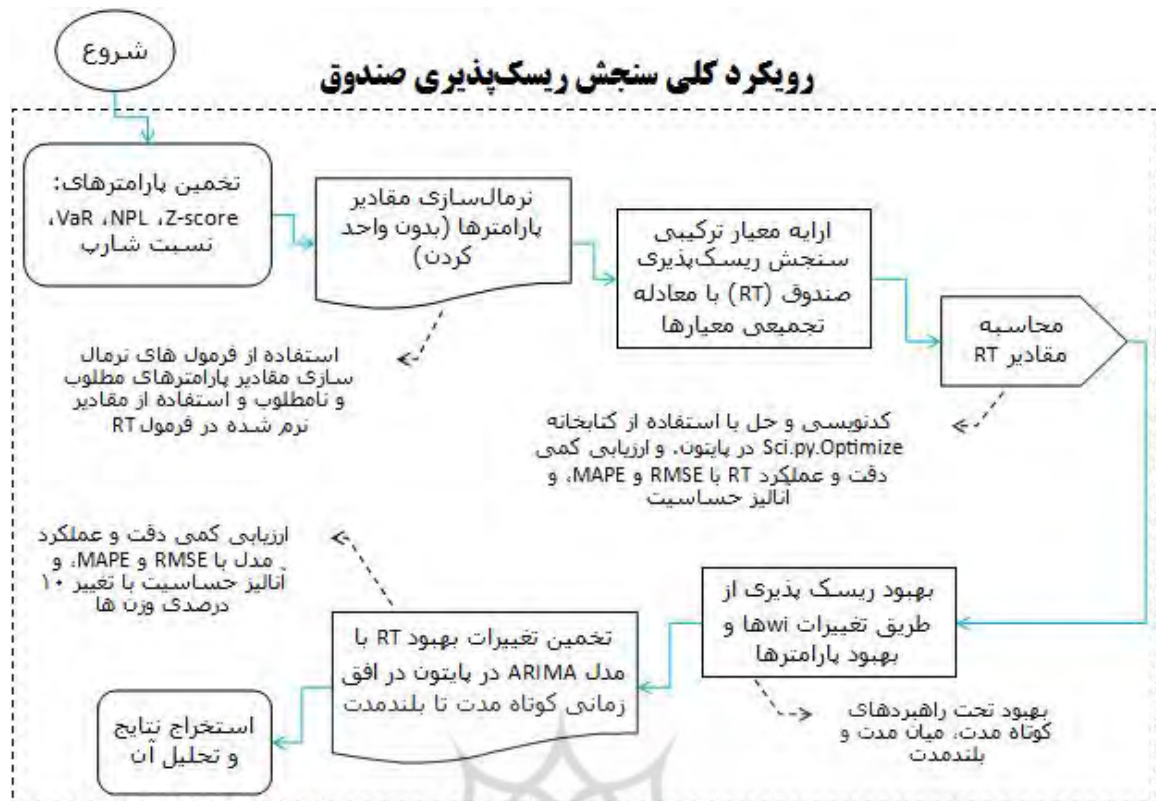
پس از مطالعه تحقیقات سنجش ریسک‌پذیری، چهار معیار: Z-Score (سنجش سلامت مالی، ریسک اهرمی و ریسک پرتفوی صندوق)، NPL (سنجش ریسک اعتباری و کیفیت وام‌دهی/تأمین مالی صندوق)، VaR (سنجش ریسک مالی) و نسبت شارپ (سنجش عملکرد ریسک-بازده) را برای سنجش ریسک‌پذیری صندوق توسعه ملی انتخاب کرده و تلاش می‌کنیم از ترکیب نتایج این چهار معیار، میزان ریسک‌پذیری صندوق توسعه ملی را سنجش کنیم.

معیار Z-Score: این معیار سلامت مالی صندوق، ریسک ورشکستگی (ریسک پرتفوی $\frac{\text{ROA}}{\sigma(\text{ROA})} + \text{ریسک اهرمی} \frac{(\text{Equity}/\text{Asset})}{\sigma(\text{ROA})}$) را مطالعه می‌نماید. بازه عددی امتیاز Z بین ۰ تا ۴ است. مقدار Z پایین‌تر از ۱/۸ به معنای سلامت مالی پایین و ریسک ورشکستگی بالا، مقدار Z بین ۱/۸ تا ۳ به معنای ریسک متوسط و مقدار Z بالاتر از ۳ به معنای این است که صندوق کمتر با مشکلات مالی

^۱ Root Mean Squared Error

^۲ Mean Absolute Percentage Error

^۳ Rate of Assets



شکل ۱. مدل مفهومی تحقیق منضم به مراحل و نحوه ترکیب معیارها و سنجش ریسک‌پذیری کلی صندوق.

Figure 1. Conceptual model of the study including stages and method of combining metrics and assessing overall fund risk-taking.

به‌عنوان میزان ریسک‌پذیری کلی صندوق. برای مرحله (۲)، می‌دانیم که هرکدام از معیارهای نامبرده دارای واحد و بازه عددی منحصر به فرد خود هستند؛ بنابراین، مقادیر هرکدام با توجه به ماهیت مثبت (مطلوب) بودن یا منفی (نامطلوب) بودن آن‌ها، با استفاده از یکی از معادله‌های زیر نرمال‌سازی و بدون واحد می‌شوند تا بتوان از آن‌ها در معادله ریاضی مربوط به ریسک‌پذیری صندوق (RT) استفاده کنیم:

$$X_{\text{norm}} = \frac{X - X_{\text{min}}}{X_{\text{max}} - X_{\text{min}}} \quad (5)$$

و برای معیارهای منفی از معادله (۶) استفاده می‌کنیم:

$$X_{\text{norm}} = 1 - \frac{X}{X_{\text{max}}} \quad (6)$$

که در آن X مقادیر به‌دست‌آمده برای هر معیار، X_{max} و X_{min} نیز حداکثر و حداقل مقادیر محاسبه‌شده آن معیار است. در این تحقیق، Z-Score و نسبت شارپ به‌عنوان معیارهای مثبت، و NPL و VaR نیز معیارهای منفی (یا نامطلوب) در نظر گرفته می‌شوند. ما برای راحتی محاسبات، مقادیر نرم شده هرکدام از معیارها را با همان نام اصلی خود در نظر می‌گیریم. همچنین، ریسک‌پذیری

معیار Sharp Ratio: این معیار برای سنجش عملکرد موزون به ریسک صندوق یا همان عملکرد نسبی بازده-ریسک صندوق استفاده شده است. این معیار بازده تعدیل‌شده با ریسک را نشان می‌دهد. اگر مقدار نسبت شارپ بیشتر از یک باشد، بازده موزون به ریسک خوب را برای پرتفوی نشان می‌دهد. اگر مقدار نسبت شارپ کمتر از یک باشد، بازده موزون به ریسک ضعیف را نشان می‌دهد. هر چه نسبت شارپ بالاتر باشد، به معنای بازدهی بهتر پرتفوی برای سطح معینی از ریسک است. نسبت شارپ با استفاده از معادله زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{Sharp Ratio} = \frac{R_p - R_f}{\sigma_p} \quad (4)$$

که در آن:

R_f : بازده بدون ریسک (معمولاً همان نرخ بهره اوراق قرضه دولتی/ارزی)، R_p : بازده پرتفوی (سالانه) صندوق و σ_p : انحراف معیار بازده پرتفوی صندوق است (Mousavi Bafroui & Dolati, 2021)؛ بنابراین، فاز محاسباتی شامل دو مرحله است: (۱) محاسبه مقادیر هر یک از این معیارها؛ (۲) تجمیع معیارها در یک معیار کلی

تجربه کرده و از سال ۱۳۹۷ به بعد، روند کمبود منابع به صورت افزایشی در جریان است. این به معنای افت سلامت مالی صندوق بوده و نیازمند اقدام جدی برای بهبود سلامت مالی صندوق است. به صورت کلی و طی بازه موردنظر، صندوق دارای سلامت مالی پایین و ریسک بالاست؛ بنابراین، بازگشت منابع صندوق یک ضرورت جدی برای صیانت از سلامت مالی آن است. مطابق شکل ۳، ریسک پرتفوی صندوق تا سال ۱۳۹۸ به صورت تدریجی در حال افزایش و سپس طی بازه دوساله (۱۳۹۸ تا ۱۴۰۰) روند کاهشی داشته است، اما سال ۱۴۰۱ مجدداً روند افزایشی پیدا کرده است. علت این افزایش و یا کاهش، تغییرات نسبت بازده دارایی‌ها (سود خالص به دارایی‌ها) می‌باشد. هر چه این نسبت بیشتر باشد و تغییرات آن کم، میزان ریسک پرتفوی صندوق کاهش می‌یابد؛ بنابراین، صندوق باید سطح بازدهی خود را با توجه به تغییرات محیط اقتصادی، به روز نماید تا مانع کوچک شدن تدریجی صندوق گردد. البته ریسک اهرمی صندوق در مقایسه با ریسک پرتفوی آن، وضعیت متفاوتی را برای دوره زمانی ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۱ نشان می‌دهد. مطابق نمودار شکل ۴، ریسک اهرمی صندوق روند نزولی طی سال‌های اخیر داشته است.

نتایج کیفیت تسهیلات دهی صندوق (مقادیر NPL) در شکل ۵، نشان از بهبود تدریجی صندوق در این خصوص است. این به معنای کاهش ریسک این حوزه است که توسط اقدامات مؤثر مدیریت ریسک، تصمیم‌گیری‌های بهتر در تأمین مالی/سرمایه‌گذاری پروژه‌ها و وصول مطالبات می‌تواند بهبود مستمر داشته باشد.

نتایج ریسک مالی صندوق با معیار VaR، در شکل ۶ نشان می‌دهد وضعیت ضررها (اتلاف منابع صندوق) دچار روند افزایشی است که این می‌تواند به معنای به کارگیری این منابع در مصارف غیر کارشناسی و بدون توجه به رسالت صندوق باشد.

وضعیت عملکرد نسبی بازده-ریسک (موزون به ریسک) صندوق (با معیار نسبت شارپ) در شکل ۷ نشان می‌دهد که صندوق تا اواسط سال ۱۳۹۵ روند رو به رشد و به صورت کند داشته، این روند برای سال‌های ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۰ وضعیت بدتری را تجربه می‌کند، ولی برای سال ۱۳۹۹ مجدداً عملکرد صندوق بهبودیافته است. پس از

(Risk-Taking) با اختصار RT نشان داده شده و معادله ریسک‌پذیری صندوق به شرح معادله زیر پیشنهاد می‌شود:

$$RT = w_1 \cdot Z + w_2 \cdot NPL + w_3 \cdot VaR + w_4 \cdot Sharp \quad (Y)$$

که در آن وزن‌های w_1 تا w_4 به ترتیب وزن هر معیار و برابر: $0/3$ ، $0/25$ ، $0/25$ و $0/2$ (به عنوان پیش فرض و هماهنگ با بیانیه سیاست مدیریت ریسک صندوق) در نظر گرفته می‌شوند. در تفسیر نتایج، مقدار RT بین صفر تا یک به دست می‌آید و هر چه مقدار آن به سمت یک نزدیک‌تر باشد، ریسک‌پذیری بالاتر، ریسک کمتر و وضعیت بهتر صندوق را نشان می‌دهد. برای انجام محاسبات از کدنویسی فرمول‌ها در پایتون (استفاده از کتابخانه Scipy, cvxpy) استفاده شده است. علاوه بر انجام محاسبات اولیه، تخمین تغییرات بهبود RT طی دوره‌های کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت با مدل ARIMA در پایتون انجام شده است. ما آنالیز حساسیت معادله RT و مدل ARIMA را با در نظر گرفتن تغییرات ۱۰ درصدی در هر وزن، و دقت و عملکرد معادله ریاضی RT با استفاده از معیارهای RMSE و MAPE ارزیابی می‌کنیم. پیاده‌سازی تمامی پردازش‌ها در محیط IDE PyCharm و پایتون نسخه 3.13.3 انجام شده است.

۴- یافته‌های تحقیق

ما یافته‌های تحقیق را در دو بخش: (۱) سنجش ریسک‌پذیری، و (۲) تخمین تغییرات بهبود RT صندوق تحت راهبردهای پیشنهادی و در بازه زمانی کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت ارائه و تحلیل می‌کنیم.

۴-۱- سنجش ریسک‌پذیری کلی صندوق

برای سنجش ریسک‌پذیری کلی صندوق ابتدا مقادیر چهار معیار: Z-Score، NPL، VaR و نسبت شارپ با استفاده از داده‌های صورت‌های مالی صندوق از ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۱ محاسبه شده است. در جدول ۳ مقادیر هر معیار در هر سال آمده است. برای تفسیر بهتر نتایج جدول ۳، نمودارهای هر معیار را ترسیم می‌کنیم. در نمودار شکل ۲ تغییرات سالانه Z-Score برای دوره زمانی ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۱ نشان می‌دهد که صندوق همواره با کاهش (کمبود) منابع مواجه است. این روند در سال ۱۳۹۳ بیشترین کاهش را

ابتدای فعالیت صندوق، صندوق دارای ریسک‌پذیری کمتری بوده، یک افت شدید در سال ۱۳۹۳ رخ داده و سپس در سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۸، ریسک‌پذیری صندوق افزایش داشته است. در سال ۱۳۹۹ ریسک‌پذیری صندوق کاهش یافته و در سال ۱۴۰۰، افزایش ریسک‌پذیری صندوق مشاهده می‌شود. اما مجدداً در سال ۱۴۰۱ کاهش سطح ریسک‌پذیری صندوق رخ داده است. یادآوری این نکته مهم است که افزایش سطح ریسک‌پذیری به معنای کاهش ریسک و وضعیت بهتر صندوق جهت فعالیت‌های تأمین مالی یا سرمایه‌گذارانه است.

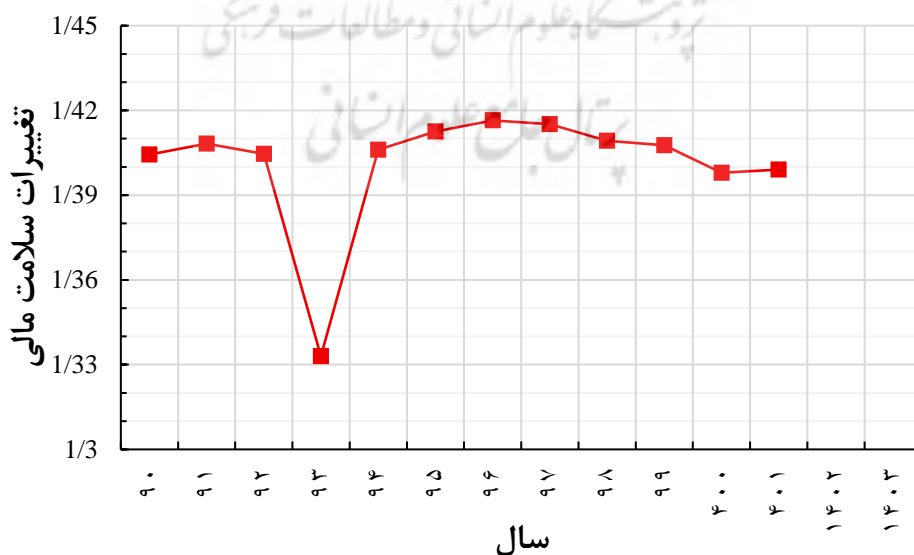
افت عملکرد موزون به ریسک صندوق طی سال ۱۴۰۰، در ۱۴۰۱ عملکرد نسبی بازده-ریسک صندوق کاهش شدید داشته است؛ اما برای سنجش ریسک‌پذیری صندوق تحت رویکرد کلی، از معادله (۷) استفاده می‌شود که در آن وزن‌های w_1 تا w_4 به ترتیب برابر: $0/3$ ، $0/25$ ، $0/25$ و $0/2$ در نظر گرفته می‌شود. برای این کار ابتدا مقادیر هر معیار نرم می‌شود و سپس RT محاسبه می‌شود. در جدول ۴ مقادیر نرم شده معیارها و نتایج به دست آمده برای RT آمده است.

نمودار RT صندوق در شکل ۸ نشان می‌دهد که صندوق همواره ریسک‌پذیری متوسط را تجربه می‌کند. البته در

جدول ۳. مقادیر معیارهای سنجش ریسک‌پذیری صندوق توسعه ملی

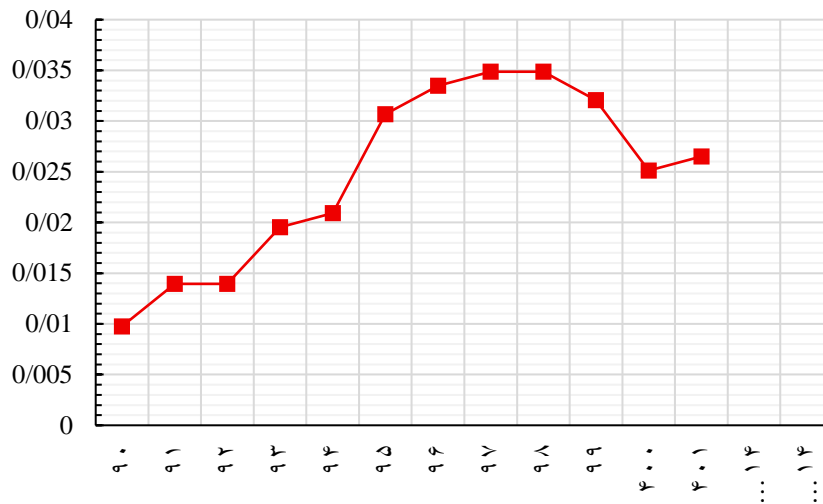
Table 3. Values of the National Development Fund's risk assessment criteria

سال	Z	roa/sigma roa	(eq/as)/sigma	npl	var 95%	Sharp
۱۳۹۰	۱/۴۰۴۴	-۰/۰۰۹۷	۱/۳۹۶۷	۰/۰۰۰۰	۲/۳۰۰۵	۱/۷۷۵۷
۱۳۹۱	۱/۴۰۸۲	-۰/۰۱۳۹	۱/۳۹۴۳	۰/۰۰۰۰	۲/۲۷۰۵	۴/۱۸۵۶
۱۳۹۲	۱/۴۰۴۶	-۰/۰۱۳۹	۱/۳۹۰۶	۱/۲۹۳۳	۲/۲۴۰۵	۲/۷۱۴۴
۱۳۹۳	۱/۳۲۳۰	-۰/۰۱۹۵	۱/۳۱۳۵	۰/۴۲۷۲	۲/۲۸۹۰	۲/۳۵۵۴
۱۳۹۴	۱/۴۰۶۱	-۰/۰۲۰۹	۱/۳۸۵۲	۰/۷۶۲۳	۲/۲۶۶۵	۳/۳۱۲۹
۱۳۹۵	۱/۴۱۲۶	-۰/۰۳۰۷	۱/۳۸۱۹	۰/۳۰۲۴	۲/۵۱۲۶	۴/۶۹۸۴
۱۳۹۶	۱/۴۱۶۴	-۰/۰۳۳۵	۱/۳۸۳۰	۰/۴۷۵۸	۲/۴۱۶۲	۳/۲۱۰۷
۱۳۹۷	۱/۴۱۵۲	-۰/۰۳۴۹	۱/۳۸۰۳	۰/۱۸۴۰	۱/۵۴۲۴	-۰/۴۷۷۲
۱۳۹۸	۱/۴۰۹۲	-۰/۰۳۴۷	۱/۳۷۴۴	۰/۵۰۳۳	۱/۱۹۴۱	۰/۵۹۲۸
۱۳۹۹	۱/۴۰۷۷	-۰/۰۳۲۱	۱/۳۷۵۶	۰/۱۷۸۴	۱/۹۸۷۲	۵/۷۷۵۴
۱۴۰۰	۱/۳۹۷۷	-۰/۰۲۵۱	۱/۳۷۲۸	۰/۲۳۸۲	۰/۵۷۰۵	۰/۷۶۱۰
۱۴۰۱	۱/۳۹۹۱	-۰/۰۲۶۵	۱/۳۷۲۶	۰/۲۰۳۴	۲/۱۶۹۶	-۱/۶۹۹۶



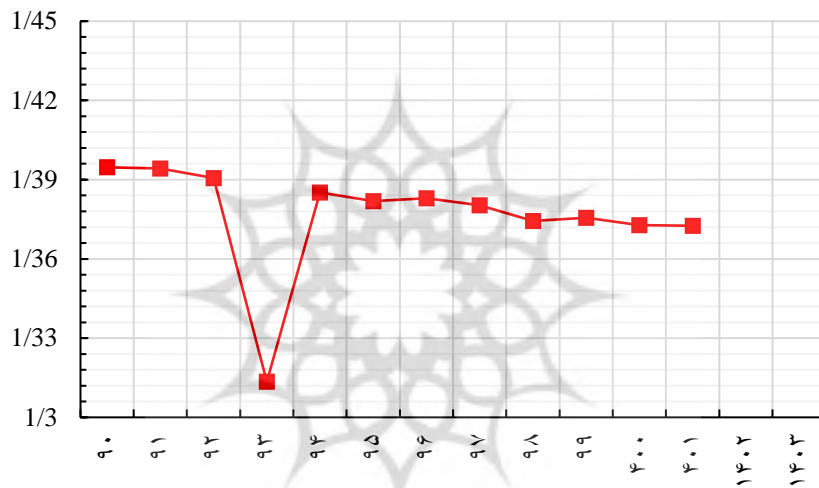
شکل ۲. تغییرات سلامت مالی (Z-Score) صندوق از ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۱.

Figure 2. Changes in financial health (Z-Score) of the fund from 1390 to 1401 (2011 to 2022).



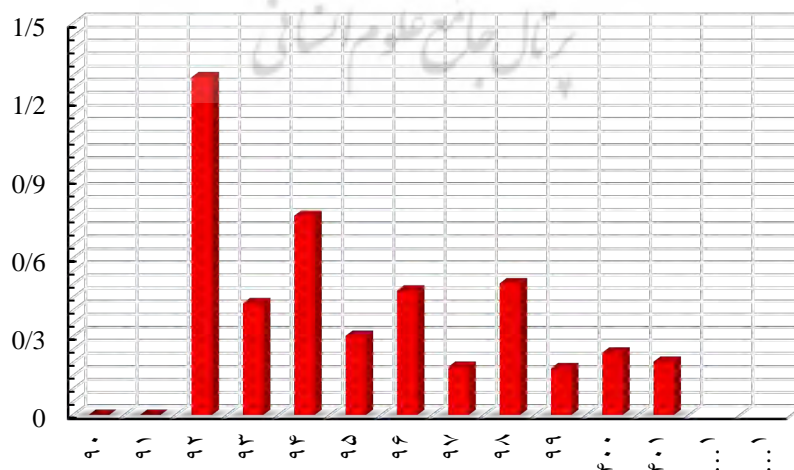
شکل ۳. ریسک پرتفوی $(\frac{ROA}{\sigma(ROA)})$ صندوق از ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۱.

Figure 3. Portfolio risk $(\frac{ROA}{\sigma(ROA)})$ of the fund from 1390 to 1401 (2011 to 2022).



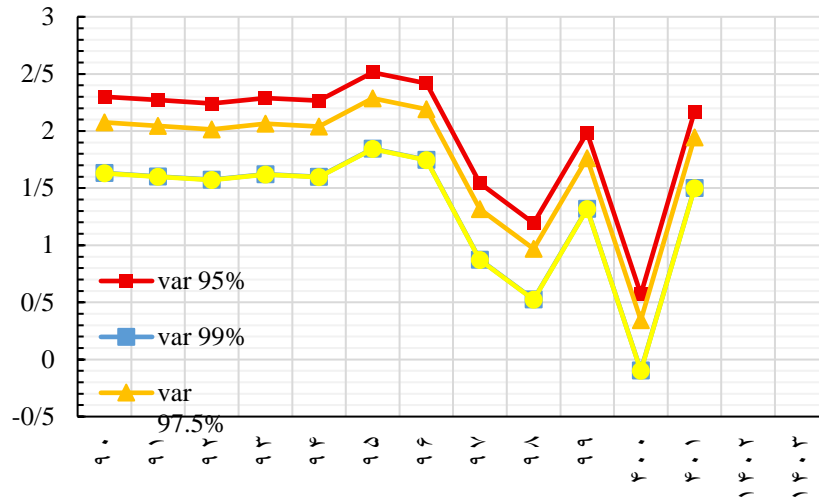
شکل ۴. ریسک اهرمی $(\frac{Equity/Asset}{\sigma(ROA)})$ صندوق از ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۱.

Figure 4. Leverage risk $(\frac{Equity/Asset}{\sigma(ROA)})$ of the fund from 1390 to 1401 (2011 to 2022).



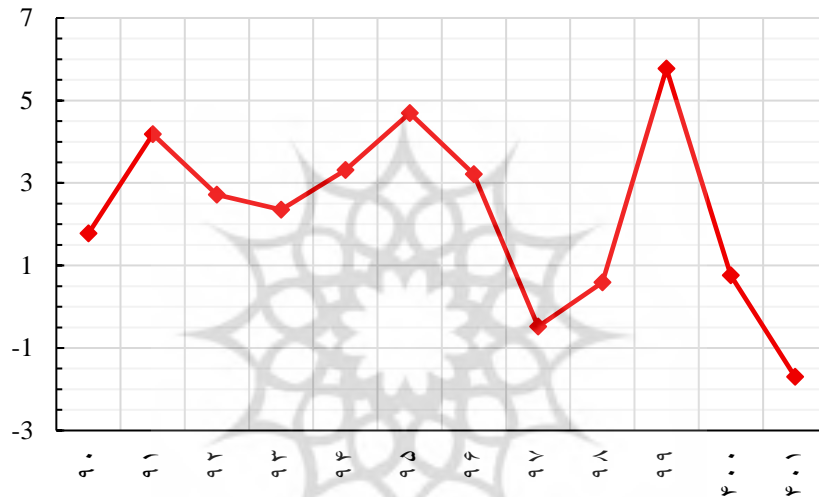
شکل ۵. کیفیت تسهیلات دهی از ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۱.

Figure 5. Quality of lending from 1390 to 1401 (2011 to 2022).



شکل ۶. مقادیر VaR صندوق از ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۱.

Figure 6. VaR values of the fund from 1390 to 1401 (2011 to 2022).



شکل ۷. عملکرد نسبی بازده-ریسک صندوق از ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۱.

Figure 7. Relative risk-adjusted return performance of the fund from 1390 to 1401 (2011 to 2022).

جدول ۴. مقادیر نرم شده معیارها و مقادیر ریسک‌پذیری (RT) صندوق از ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۱

Table 4. Normalized values of metrics and risk-taking (RT) values of the fund from 1390 to 1401 (2011 to 2022)

سال	Znorm	NPL	var 99.5%	Sharpnorm	RT
۱۳۹۰	۰/۸۵۶	۱/۰۰۰	۰/۱۱۵	۰/۴۶۴	۰/۶۲۷
۱۳۹۱	۰/۹۰۱	۱/۰۰۰	۰/۱۳۱	۰/۷۸۷	۰/۷۱۰
۱۳۹۲	۰/۸۵۹	۰/۰۰۰	۰/۱۴۸	۰/۵۹۰	۰/۴۱۲
۱۳۹۳	۰/۰۰۰	۰/۶۷۰	۰/۱۲۱	۰/۵۴۲	۰/۳۰۶
۱۳۹۴	۰/۸۷۶	۰/۴۱۱	۰/۱۳۴	۰/۶۷۱	۰/۵۳۳
۱۳۹۵	۰/۹۵۳	۰/۷۶۶	۰/۰۰۰	۰/۸۵۶	۰/۶۴۹
۱۳۹۶	۱/۰۰۰	۰/۶۳۲	۰/۰۵۴	۰/۶۵۷	۰/۶۰۳
۱۳۹۷	۰/۹۸۵	۰/۸۵۸	۰/۵۲۷	۰/۱۶۳	۰/۶۷۴
۱۳۹۸	۰/۹۱۴	۰/۶۱۱	۰/۷۱۶	۰/۳۰۷	۰/۶۶۷
۱۳۹۹	۰/۸۹۵	۰/۸۶۲	۰/۲۸۵	۱/۰۰۰	۰/۷۵۵
۱۴۰۰	۰/۷۷۷	۰/۸۱۶	۰/۰۵۴	۰/۳۲۹	۰/۷۶۷
۱۴۰۱	۰/۷۹۲	۰/۸۴۲	۰/۱۸۶	۰/۰۰۰	۰/۴۹۵

۴-۱-۱- آنالیز حساسیت و کارایی (دقت و عملکرد)

معادله RT

در این تحلیل، آنالیز حساسیت را برای تمام وزن‌های مدل $(w_1$ تا $w_4)$ با تغییر $\pm 10\%$ و بررسی تأثیر بر مقادیر RT ارائه می‌کنیم. این بررسی مبتنی بر داده‌های تاریخی دوره ۱۳۹۰-۱۴۰۱ است. از اطلاعات جدول ۵ دریافت می‌شود که w_1 (وزن معیار Z) بیشترین تأثیر را بر RT دارد. افزایش یا کاهش 10% در این وزن، به‌طور میانگین منجر به تغییر $\pm 3\%$ در RT می‌شود. تغییر وزن‌های w_2 و w_3 تأثیر متوسطی بر RT دارند. تغییر 10% در این وزن‌ها، به‌طور میانگین منجر به تغییر $\pm 2\%$ در RT می‌شود. تغییر وزن w_4 (وزن نسبت شارپ) کمترین تأثیر را بر RT دارد. تغییر 10% در این وزن، به‌طور میانگین منجر به تغییر $\pm 1\%$ در RT می‌شود.

ما همچنین عملکرد و دقت معادله RT را با دو معیار RMSE و MAPE بررسی کرده‌ایم. می‌دانیم که هر چه مقدار این دو معیار کوچک‌تر و به صفر نزدیک‌تر باشند، به ترتیب مدل دقت بهتری داشته (RMSE کوچک‌تر) و بهتر عمل کرده است (MAPE کوچک‌تر).

مطابق یافته‌های جدول ۵ و ۶، فرمول RT کاملاً دقیق است و به‌طور کامل با داده‌های واقعی مطابقت دارد. لذا دقت و عملکرد آن تأیید می‌شود. بنابراین یافته‌ها نشان می‌دهد که مؤلفه‌های ریسک‌پذیری صندوق برای دوره بعد از ۱۴۰۰ بهبود داشته است. البته ریسک پرتفوی

صندوق در دوره مشابه افزایش داشته و سطح ریسک‌پذیری صندوق نیز روند کاهشی را تجربه کرده است؛ اما چگونه می‌توان ریسک‌پذیری صندوق توسعه ملی را تحت رویکرد کلی حاضر، بهبود داد؟ منطق ما برای وزن‌های ارائه‌شده در جدول ۷، با توجه به ملاحظات زیر بوده است:

الف) در سرمایه‌گذاری‌های کوتاه‌مدت، حفظ سرمایه و سطح نقدینگی (منابع در دسترس) صندوق اهمیت بیشتری دارد؛ بنابراین، معیارهایی که نشان‌دهنده سلامت مالی و ریسک اعتباری صندوق هستند، باید وزن بیشتری داشته باشند.

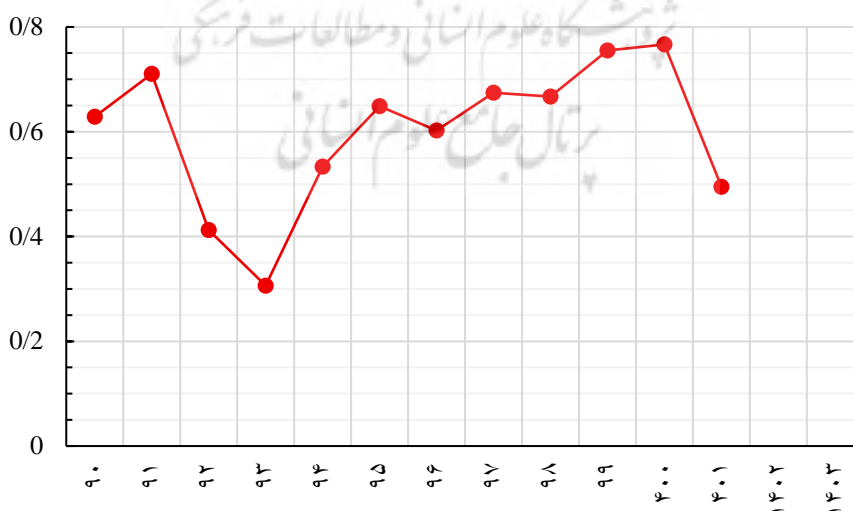
سلامت مالی صندوق برای دریافت بازپرداخت سرمایه در کوتاه‌مدت بسیار مهم است.

ریسک عدم پرداخت تسهیلات در کوتاه‌مدت تأثیر مستقیم بر نقدینگی در دسترس صندوق دارد.

کنترل حداکثر ضرر برای جلوگیری از کاهش سرمایه در کوتاه‌مدت ضروری است.

عملکرد صندوق مهم است، اما نه به قیمت پذیرش ریسک بالا.

ب) در سرمایه‌گذاری‌های میان‌مدت، تعادلی بین رشد سرمایه و مدیریت ریسک در صندوق موردنیاز است:



شکل ۸. تغییرات سطح ریسک‌پذیری صندوق از ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۱.

Figure 8. Changes in the fund's risk-taking level from 1390 to 1401 (2011 to 2022).

جدول ۵. آنالیز حساسیت و ارزیابی دقت و عملکرد فرمول RT در سنجش ریسک پذیری صندوق

Table 5. Sensitivity analysis and evaluation of the accuracy and performance of the RT formula in measuring fund risk exposure

وزن	تغییر	میانگین تغییر RT	
W_1	+۱۰٪	+۰/۰۳	آنالیز حساسیت مدل
W_1	-۱۰٪	-۰/۰۳	
W_2	+۱۰٪	+۰/۰۲	
W_2	-۱۰٪	-۰/۰۲	
W_3	+۱۰٪	+۰/۰۲	
W_3	-۱۰٪	-۰/۰۲	
W_4	+۱۰٪	+۰/۰۱	
W_4	-۱۰٪	-۰/۰۱	
معیار	مقدار	توضیحات	دقت مدل
RMSE	۰/۰۰۰	فرمول کاملاً دقیق است.	
MAPE	٪ ۰/۰۰	فرمول به طور کامل با داده‌های واقعی مطابقت دارد.	

جدول ۶. اقدامات پیشنهادی برای بهبود سطح ریسک‌پذیری صندوق توسعه ملی مبتنی بر چهار معیار استفاده‌شده

Table 6. Suggested measures to improve the risk-taking level of the National Development Fund based on the four criteria used

معیار	بعد	شرح بعد	اقدام پیشنهادی برای بهبود
Z-Score	ROA	افزایش بازده دارایی‌ها	بهینه‌سازی پرتفوی با تمرکز بر دارایی‌های با بازدهی بالا و ریسک کنترل‌شده. کاهش هزینه‌های عملیاتی با بهبود کارایی و استفاده از فناوری‌های نوین.
	Equity/Asset	افزایش سهم مالکانه	افزایش سطح منابع و دارایی‌های تحت مدیریت صندوق
	$\sigma(\text{ROA})$	کاهش ریسک پرتفوی	متنوع‌سازی پرتفوی صندوق توسعه آن به دارایی‌های نو. استفاده از ابزارهای پوشش ریسک و ابزارهای نوین تأمین مالی.
NPL	N.P.L	ارزیابی دقیق	پیاده‌سازی سیستم‌های بازاریابی ریسک و اعتبار متقاضیان و پروژه‌ها. سنجش سطح ریسک‌پذیری صندوق به صورت دوره‌ای.
	وصول مطالبات	ارزیابی دقیق	به‌کارگیری رویکردهای ترکیبی و نوین وصول مطالبات. تنظیم شرایط بازپرداخت متناسب با توان مالی گیرندگان تسهیلات. تعریف و پیاده‌سازی رویکردهای تأمین مالی و مشارکت سهل‌الوصول. تعریف تخصیص منابع بر مبنای ظرفیت واقعی طرح‌ها.
VaR	μ	متنوع سازی پرتفوی	تأمین مالی در پروژه‌های با همبستگی کم برای کاهش ریسک سیستماتیک. شناسایی و مشارکت در فرصت‌های با بازدهی بالا و ریسک کنترل‌شده. تعریف مصارف سودآور نوین در پروژه‌های صندوق.
	σ	سنجش ریسک	به‌روزرسانی ابزارها و روش‌های مدیریت ریسک در صندوق
Sharp Ratio	R_p	افزایش بازده پرتفوی	مشارکت در دارایی‌های با بازدهی بالا. بهبود راهبردهای خروج از مشارکت برای حداکثرسازی سود.
	σ_p	کاهش ریسک پرتفوی	کاهش تمرکز مشارکت روی یک دارایی یا بخش خاص. استفاده از استراتژی‌های مشارکت کم نوسان (ریسک کم).
	R_f	کاهش نرخ	استفاده از منابع مالی با هزینه کمتر مانند وام‌های کم‌بهره.
RT	پارامترها	بهبود پارامترهای چهارگانه مذکور مطابق راهبردهای پیشنهادی مذکور	
	وزن‌ها	تطبیق اوزان متناسب با راهبردهای سرمایه‌گذاری صندوق (بلندمدت، میان‌مدت یا کوتاه‌مدت)	

جدول ۷. مقادیر مربوط به وزن معیارها بر اساس استراتژی‌های سرمایه‌گذاری (مشارکت غیر مداخله‌ای) صندوق
Table 7. Values related to the weight of the criteria based on the investment strategies (non-intervention participation) of the fund

معیار	وزن	معیار	وزن	معیار	وزن	معیار	وزن	بازه زمانی
Sharp. R	w_4	VaR	w_3	NPL	w_2	Z-Score	w_1	
-	۰/۲۰	-	۰/۲۵	-	۰/۲۵	-	۰/۳۰	کنونی
-	۰/۱۵	-	۰/۲۰	-	۰/۳۰	-	۰/۳۵	کوتاه‌مدت
-	۰/۲۵	-	۰/۲۰	-	۰/۲۵	-	۰/۳۰	میان‌مدت
-	۰/۴۰	-	۰/۲۰	-	۰/۲۵	-	۰/۱۵	بلندمدت

۴-۲-۱- آنالیز حساسیت و کارایی (دقت و عملکرد)

مدل ARIMA

در این تحلیل، آنالیز حساسیت را برای تمام وزن‌های مدل (w_1 تا w_4) با تغییر $\pm 10\%$ و بررسی تأثیر بر مقادیر RT در بازه‌های زمانی مختلف ارائه می‌کنیم. این بررسی مبتنی بر داده‌های تاریخی دوره ۱۳۹۰-۱۴۰۱ است. از اطلاعات جدول ۹ دریافت می‌شود که بیشترین حساسیت را w_1 (وزن معیار Z) در کوتاه‌مدت بر مقدار RT دارد، وزن w_4 (وزن نسبت شارپ) در بلندمدت تأثیر بیشتری دارد و به ترتیب تغییرات وزن‌های: w_3 و w_2 حساسیت کمتری را نشان می‌دهند. بعلاوه عملکرد و دقت مدل با دو معیار RMSE و MAPE بررسی شده است.

مطابق یافته‌های جدول ۹ دقت مدل برای تخمین بهبود RT در بلندمدت بهتر است و خطای کوتاه‌مدت به دلیل نوسانات شدید در داده‌های ورودی است. با این حال، دقت مدل و عملکرد آن نسبتاً خوب است و تأیید می‌شود. روند بهبود ریسک‌پذیری صندوق با لحاظ پیشنهادات جدول ۶ و با استفاده از مدل ARIMA در شکل ۹ نشان از روند صعودی هر سه نمودار مربوط به تغییرات ریسک‌پذیری در دوره کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت نشان است؛ بنابراین، در این مطالعه ابتدا ریسک‌پذیری صندوق توسعه ملی به‌عنوان یک صندوق ثروت ملی سنجش و سپس تحت رویکردهای کوتاه‌مدت تا بلندمدت و بهبود در مقادیر ریسک‌پذیری صندوق را تخمین بزنیم.

۵- بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف سنجش ریسک‌پذیری صندوق توسعه ملی تحت یک رویکرد کلی و ارائه راهکارهای برای بهبود آن در دو مرحله کیفی و کمی انجام شد. مرحله کیفی از بررسی تحقیقات پیشین و تجربیات ۱۵ صندوق ثروت

سلامت مالی صندوق همچنان مهم است، اما نه به اندازه سرمایه‌گذاری کوتاه‌مدت.

ریسک اعتباری صندوق باید کنترل شود، اما انعطاف‌پذیری بیشتری نسبت به کوتاه‌مدت وجود دارد.

کنترل ضرر برای حفظ سرمایه صندوق در بازه زمانی میان‌مدت ضروری است.

عملکرد و بازدهی صندوق در میان‌مدت اهمیت بیشتری پیدا می‌کند.

(ج) در سرمایه‌گذاری‌های بلندمدت، رشد سرمایه و بازدهی بلندمدت صندوق در اولویت قرار دارند. تحمل ریسک صندوق نیز معمولاً بالاتر است.

سلامت مالی صندوق مهم است، اما نوسانات کوتاه‌مدت اهمیت کمتری دارند.

ریسک اعتباری صندوق در بلندمدت قابل مدیریت است. در بلندمدت، امکان جبران ضرر توسط صندوق وجود دارد.

بازدهی و عملکرد صندوق در بلندمدت از اهمیت بالایی برخوردار است.

بنابراین با استفاده از داده‌های مربوط به ریسک‌پذیری صندوق (جدول ۴) و تحت سه راهبرد: کوتاه‌مدت،

میان‌مدت و بلندمدت، سطح ریسک‌پذیری صندوق (RT) را در پایتون با استفاده از مدل ARIMA پیش‌بینی

کردیم. برای هر یک از چهار معیار سنجش ریسک‌پذیری، مدل ARIMA مناسب بر اساس داده‌های تاریخی

(۱۳۹۰-۱۴۰۱) آموزش داده شد و مقادیر پیش‌بینی شده برای سال‌های ۱۴۰۲-۱۴۱۰ محاسبه شد. این شامل

محاسبه RT نیز بوده است. مطابق نتایج پیش‌بینی در جدول ۸ و شکل ۹، میزان RT در بلندمدت بیشتر تحت

تأثیر بهبود عملکرد ریسک-بازده صندوق (معیار نسبت شارپ با وزن ۰/۴) قرار می‌گیرد.

یک رویکرد کلی انجام شد و منظور از رویکرد کلی این بود که با استفاده از صورت‌های مالی صندوق طی بازه زمانی ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۱، تغییرات ریسک‌پذیری صندوق مطالعه شود. مقادیر هر معیار با استفاده از فرمول مرسوم آن و مقدار ریسک‌پذیری کلی صندوق (RT) با یک معادله ریاضی پیشنهادی و با استفاده از قابلیت‌های کتابخانه‌های scipy و cvxpy در پایتون محاسبه شدند.

ملی برتر جهانی در رابطه با مدیریت ریسک و سنجش ریسک‌پذیری صندوق‌ها بود. در مرحله کمی، بعد مسئله حاضر از سنجش ریسک‌پذیری مبتنی بر ریسک مالی و با استفاده از معیار VaR، به ابعاد کلیدی دیگر شامل: سلامت مالی (ریسک اهرمی و ریسک پرتفوی)، کیفیت تسهیلات‌دهی و عملکرد نسبی ریسک-بازده صندوق با استفاده از معیارهای: Z-Score، NPL و نسبت شارپ توسعه داده شد. این توسعه بر مبنای نیاز مسئله حاضر بوده است. در این تحقیق سنجش و بهبود ریسک‌پذیری از

جدول ۸. پیش‌بینی میزان ریسک‌پذیری صندوق (بهبودیافته) در افق‌های زمانی کوتاه‌مدت تا بلندمدت

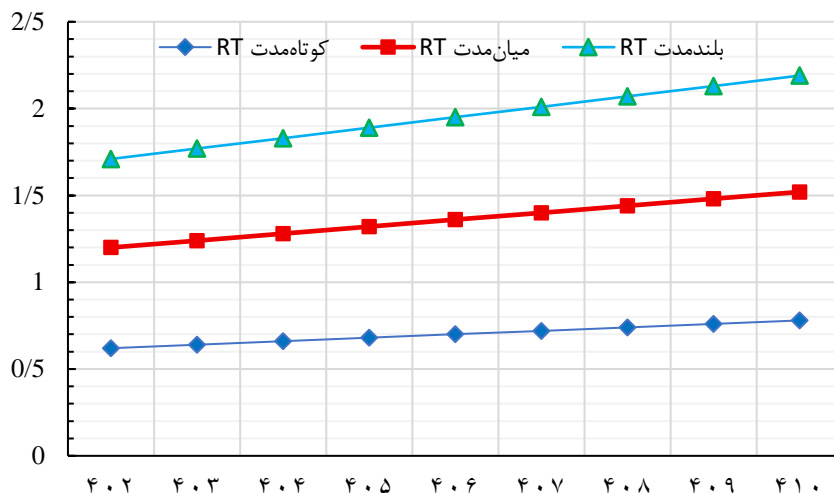
Table 8. Forecast of the Fund's (improved) risk appetite over short to long-term time horizons

سال	کوتاه‌مدت	میان‌مدت	بلندمدت
۱۴۰۲	۰/۶۲	۰/۵۸	۰/۵۱
۱۴۰۳	۰/۶۴	۰/۶۰	۰/۵۳
۱۴۰۴	۰/۶۶	۰/۶۲	۰/۵۵
۱۴۰۵	۰/۶۸	۰/۶۴	۰/۵۷
۱۴۰۶	۰/۷۰	۰/۶۶	۰/۵۹
۱۴۰۷	۰/۷۲	۰/۶۸	۰/۶۱
۱۴۰۸	۰/۷۴	۰/۷۰	۰/۶۳
۱۴۰۹	۰/۷۶	۰/۷۲	۰/۶۵
۱۴۱۰	۰/۷۸	۰/۷۴	۰/۶۷

جدول ۹. آنالیز حساسیت و ارزیابی دقت و عملکرد مدل ARIMA در تخمین تغییرات بهبود RT در کوتاه‌مدت تا بلندمدت

Table 9. Sensitivity analysis and assessment of the accuracy and performance of the ARIMA model in estimating changes in RT improvement from short to long term

وزن	تغییر	کوتاه‌مدت	میان‌مدت	بلندمدت	توضیحات حساسیت
w ₁	+۱۰٪	+۰/۰۳۵	+۰/۰۲۴	+۰/۰۱۸	بیشترین تأثیر در سال‌های اولیه
w ₁	-۱۰٪	-۰/۰۳۲	-۰/۰۲۱	-۰/۰۱۶	-
w ₂	+۱۰٪	+۰/۰۲۱	+۰/۰۱۵	+۰/۰۱۲	تأثیر متوسط
w ₂	-۱۰٪	-۰/۰۱۹	-۰/۰۱۴	-۰/۰۱۱	-
w ₃	+۱۰٪	+۰/۰۱۲	+۰/۰۱۰	+۰/۰۰۸	کمترین حساسیت
w ₃	-۱۰٪	-۰/۰۱۱	-۰/۰۰۹	-۰/۰۰۷	-
w ₄	+۱۰٪	+۰/۰۱۸	+۰/۰۲۲	+۰/۰۲۵	تأثیر فزاینده در بلندمدت
w ₄	-۱۰٪	-۰/۰۱۶	-۰/۰۲۰	-۰/۰۲۳	-
معیار	کوتاه‌مدت	میان‌مدت	بلندمدت	توضیحات	
RMSE	۰/۰۸۵	۰/۰۷۲	۰/۰۶۳	خطای کوتاه‌مدت به دلیل نوسانات شدید در داده‌های ورودی است.	
MAPE	٪۱۲/۵	٪۱۰/۳	٪۸/۷	دقت مدل در بلندمدت بهتر است.	



شکل ۹. نمودار تغییرات پیش‌بینی‌شده بهبود RT صندوق در افق زمانی کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت

Figure 9. Chart of expected changes in the fund's RT improvement over the short, medium, and long-term time horizons.

۱۴۰۲ (کوتاه‌مدت)، به ۰/۷۸ در سال ۱۴۱۰ (بلندمدت) بهبود یابد؛ بنابراین، متنوع‌سازی و افزایش سطح منابع و دارایی‌های صندوق در حضور متنوع‌سازی مصارف صندوق با تمرکز بر پروژه‌های با وابستگی کم (مانند دارایی‌های نو، انرژی‌های نو، مگا پروژه‌ها و...)، استفاده از ابزارهای مشتق‌شده و ابزارهای نوین تأمین مالی، ترکیب راهکارهای عملیاتی (مانند وصول مطالبات) و راهبردهای کلان (مانند بازتعریف سیاست‌های مشارکت یا سرمایه‌گذاری) در صندوق، ترمیم رویکردهای کنونی منابع و مصارف صندوق و استفاده از ظرفیت‌های در دسترس از جمله راهکارهای پیشنهادی برای بهبود سطح ریسک‌پذیری صندوق و عملکرد آن طی سال‌های آتی است. برای تحقیقات آتی پیشنهاد می‌شود چگونگی تعیین وزن‌های بهینه و مقادیر بهینه هر معیار مورد با سایر روش‌ها مورد مطالعه قرار بگیرد.

مشارکت‌های نویسندگان

این مقاله حاصل دسترنج نویسنده اول و بارانمایی و مشاوره نویسندگان دوم و سوم به‌عنوان مقاله مستخرج از رساله دکتری (نویسنده اول) می‌باشد.

تضاد منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که هیچ‌گونه تضاد منافع مرتبط با مقاله حاضر ندارند.

یافته‌های تحقیق نشان داد که سلامت مالی صندوق (مقدار Z-Score) از ۱/۴۰ در سال ۱۳۹۰ به ۱/۳۹ در سال ۱۴۰۱ کاهش یافته که حاکی از کمبود منابع و افت ثابت مالی است. ریسک پرتفوی صندوق (مقدار $\sigma(\text{ROA})$) از ۱۳۹۰ تا سال ۱۳۹۸ روند افزایشی داشته و بعدازآن کاهش (بهبود) را تجربه کرده است. درحالی‌که ریسک اهرمی صندوق از ابتدا تا ۱۴۰۱ به‌صورت مستمر کاهش داشته است. همچنین، کیفیت تسهیلات‌دهی صندوق (مقدار NPL) اگرچه وضعیت قابل قبولی ندارد، اما از ۲۹٪ در سال ۱۳۹۲ به ۲۰٪ در سال ۱۴۰۱ بهبود یافته که خود نشان‌دهنده بهبود مستمر رویکرد تسهیلات‌دهی صندوق و شاید اثرگذاری اقدامات مدیریت ریسک در صندوق است. ریسک مالی صندوق (مقدار VaR) نیز با افزایش از ۲/۳ در سال ۱۳۹۰ به ۲/۱۶ در سال ۱۴۰۱ کاهش یافته است. بعلاوه، عملکرد نسبی بازده-ریسک صندوق از ۱/۷۷ در سال ۱۳۹۰ به ۱/۶۹- در سال ۱۴۰۱ رسیده که نشان‌دهنده ضرورت بازنگری در تخصیص منابع به پروژه‌های پرریسک است.

نهایتاً، میزان ریسک‌پذیری کلی صندوق (RT) در سال ۱۳۹۰ برابر ۰/۶۲ بوده، درحالی‌که تا ۰/۷۶ در سال ۱۴۰۰ افزایش داشته و در سال ۱۴۰۰ به ۰/۴۹ کاهش یافته است. از سوی دیگر، پیش‌بینی‌های مدل ARIMA برای تغییرات ریسک‌پذیری صندوق پس از اتخاذ پیشنهادها و تحت سه رویکرد کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت می‌تواند طی سال‌های ۱۴۰۲ تا ۱۴۱۰ از ۰/۶۲ در سال

- Chen, R., Liu, F., & Zhao, Y. (2023). Sovereign wealth funds and cost of debt: Evidence from syndicated loans. *Journal of Corporate Finance*, 82, Article 102446. <https://doi.org/10.1016/j.jcorpfin.2023.102446>
- Danisman, G. O., & Demirel, P. (2019). Bank risk-taking in developed countries: The influence of market power and bank regulations. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 59, 202–217. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2018.12.007>
- Feqhi Kashani, M., & Yahyavi, P. (2018). Sovereign Wealth Funds, Sovereign Risk, and External Financing Costs of Financial Intermediaries. *Economic Research Journal*, 18(70), 53–88. <https://doi.org/10.22054/joer.2018.9560> (In Persian)
- Gira, J., Labidi, C., & Rouatbi, W. (2022). Does political risk matter for sovereign wealth funds? International evidence. *International Review of Financial Analysis*, 81, Article 101236. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2018.07.013>
- Hosseini, M. H., Hosseini, S. A., Hosseini, M. H., & Hosseini, S. A. (2021). The relationship between the use of ERM and the efficiency of firms active in the automotive industry. *System Engineering and Productivity*, 1(1), 57–72. <https://doi.org/10.22034/sep.2022.243395> (In Persian)
- Hosseini, S. M., Mahdavi, I., & Tajdi, A. (2017). Evaluating the role of the National Development Fund in economic investment and national entrepreneurship in Iran [Doctoral dissertation, University of Mazandaran]. (In Persian) <http://www.adia.ae/en/investment/risks.aspx<accessed september, 2024>>.
- http://www.china-inv.cn/chinainven/investments/risk_management.shtml<accessed september, 2024>.
- <http://www.kic.kr/en/02/05/01.jsp<accessed september, 2024>>.
- <https://icd.gov.ae/investment-strategy/<accessed september, 2024>>.
- <https://sk.kz/press-center/news/60586/?lang=en<accessed september, 2024>>.
- <https://www.futurefund.gov.au/investment/how-we-invest/investment-policies<accessed september, 2024>>.
- <https://www.gic.com.sg/how-we-invest/risk-management/<accessed september, 2024>>.
- <https://www.globalswf.com/ <accessed 12 jan, 2025>>.
- <https://www.hkma.gov.hk/eng/key-functions/reserves-management/risk-management/<accessed september, 2024>>.

قدردانی

نویسندگان صمیمانه از عوامل اجرایی نشریه مهندسی سیستم و بهره‌وری، داوران محترم و سایر افرادی که در بهبود کیفیت این مقاله همکاری داشته‌اند، قدردانی می‌نمایند.

مراجع

- Adabi Firouzjaei, B., Mehrara, M., Mohammadi, S., Bahramdoust, N., & Dehghani Firouzabadi, M. S. (2015). Comparative analysis of value at risk of Tehran Stock Exchange [Doctoral dissertation, University of Tehran]. (In Persian)
- Adachi-Sato, M., & Vithessonthi, C. (2021). Bank risk-taking and corporate investment: Evidence from the Global Financial Crisis of 2007–2009. *Global Finance Journal*, 49, Article 100573. <https://doi.org/10.1016/j.gfi.2020.100573>
- Ahmadvand, M., & Eghbali, H. (2022). Identification and ranking of risk types in underground projects using AHP method (Applied example: Tehran Metro Line 7). *System Engineering and Productivity*, 1(1), 7–29. <https://doi.org/10.22034/sep.2022.243365> (In Persian)
- Amar, J., Lecourt, C., & Carpentier, J.-F. (2022). GCC Sovereign Wealth Funds: Why do they take control? *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 77, Article 101494. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2021.101494>
- Bahoo, S., Alon, I., & Paltrinieri, A. (2020). Sovereign wealth funds: Past, present and future. *International Review of Financial Analysis*, 67, Article 101418. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2019.101418>
- Bahoo, S., Hassan, M. K., Paltrinieri, A., & Khan, A. (2019). A model of the Islamic sovereign wealth fund. *Islamic Economic Studies*, 27(1), 2–22. <https://doi.org/10.1108/IES-05-2019-0003>
- Bertoni, F., & Lugo, S. (2014). The effect of sovereign wealth funds on the credit risk of their portfolio companies. *Journal of Corporate Finance*, 27, 21–35. <https://doi.org/10.1016/j.jcorpfin.2014.04.004>
- Boubakri, N., El Ghouli, S., Guedhami, O., & Hossain, M. (2020). Post-privatization state ownership and bank risk-taking: Cross-country evidence. *Journal of Corporate Finance*, 64, Article 101625. <https://doi.org/10.1016/j.jcorpfin.2020.101625>
- Cai, M., & Chen, Z. (2019). Does country background risk matter to the strategic asset allocation of sovereign wealth funds? *Pacific-Basin Finance Journal*, 57, Article 101086. <https://doi.org/10.1016/j.pacfin.2018.10.015>

- Knill, A. M., Lee, B. S., & Mauck, N. (2012). Sovereign wealth fund investment and the return-to-risk performance of target firms. *Journal of Financial Intermediation*, 21(2), 315–340. <https://doi.org/10.1016/j.jfi.2011.10.001>
- Liu, C., Yap, N., Yin, C., & Zhou, S. (2021). The effect of sovereign wealth funds on corporations: Evidence of cash policies in Singapore. *Research in International Business and Finance*, 56, Article 101354. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2020.101354>
- Mahmoudi, V., Abdo Tabrizi, H., Shirkooh, S., & Ghahremani, R. (2019). Governance and resource allocation model in the National Development Fund of Iran. *Financial Economics Journal*, 13(49), 47–100. (In Persian)
- Masoumi, A., & Pouyanfar, A. (2016). Designing a risk management system framework in Pasargad Bank with an ISO 31000:2009 approach (credit risk scope) [Master's thesis, Khatam University]. (In Persian)
- Mourouzidou-Damtsa, S., Milidonis, A., & Stathopoulos, K. (2019). National culture and bank risk-taking. *Journal of Financial Stability*, 40, 132–143. <https://doi.org/10.1016/j.jfs.2017.08.007>
- Mousavi Bafroui, S. S., & Dolati, A. (2021). Detail-based risk-adjusted efficiency measures [Doctoral dissertation, Yazd University]. (In Persian)
- Nie, G., Yang, H., Wang, Y., Chen, W., & Yu, J. (2010). Decision support for target country selection of future generation sovereign wealth funds: Hedging the country industry risk. *Procedia Computer Science*, 1(1), 2499–2507. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2010.04.282>
- Norouzi, Z., Meda, M., & Nofaresti, M. (2019). The role of the National Development Fund in creating economic growth and controlling inflation. *Journal of Economics and Modeling*, 10(2), 1–27. (In Persian)
- Park, J., Xu, S., In, F., & Ji, P. I. (2019). The long-term impact of sovereign wealth fund investments. *Journal of Financial Markets*, 45, 115–138. <https://doi.org/10.1016/j.finmar.2018.08.004>
- Roy, A. D. (1952). Safety first and the holding of assets. *Econometrica*, 20(3), 431–449. <https://doi.org/10.2307/1907413>
- Rudiger, M. T. (1994). What is risk-taking behavior? In *Advances in Psychology* (Vol. 107, pp. 1–14). North-Holland. [https://doi.org/10.1016/S0166-4115\(08\)61295-9](https://doi.org/10.1016/S0166-4115(08)61295-9)
- Wang, Q., Zhang, L., Ma, Q., & Wu, C. (2024). The impact of financial risk on boilerplate of key audit matters: Evidence from China. *Research in International Business and Finance*, 70(Part B), Article 102390. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2024.102390>
- [https://www.kia.gov.kw/2018/12/19/investment-risk-management-training-program/<accessed september, 2024>](https://www.kia.gov.kw/2018/12/19/investment-risk-management-training-program/<accessed%20september,%202024>).
- [https://www.nbim.no/en/organisation/governance-model/executive-board-documents/principles-for-risk-management-in-norges-bank-investment-management/<accessed september, 2024>](https://www.nbim.no/en/organisation/governance-model/executive-board-documents/principles-for-risk-management-in-norges-bank-investment-management/<accessed%20september,%202024>).
- [https://www.nbim.no/en/the-fund/how-we-invest/risk-management/<accessed september, 2024>](https://www.nbim.no/en/the-fund/how-we-invest/risk-management/<accessed%20september,%202024>).
- [https://www.ndf.ir/ <accessed 15 jan, 2025>](https://www.ndf.ir/<accessed%2015%20jan,%202025>).
- [https://www.nwf.co.uk/about-us/governance/risk-management/<accessed september, 2024>](https://www.nwf.co.uk/about-us/governance/risk-management/<accessed%20september,%202024>).
- [https://www.pif.gov.sa/en/our-investments/governance-and-investment-decisions/<accessed september, 2024>](https://www.pif.gov.sa/en/our-investments/governance-and-investment-decisions/<accessed%20september,%202024>).
- [https://www.qia.qa/en/about/pages/governance.aspx<accessed september, 2024>](https://www.qia.qa/en/about/pages/governance.aspx<accessed%20september,%202024>).
- [https://www.qia.qa/en/how-we-invest/pages/investment-process.aspx<accessed september, 2024>](https://www.qia.qa/en/how-we-invest/pages/investment-process.aspx<accessed%20september,%202024>).
- [https://www.temasek.com.sg/en/about-us/managing-risk<accessed september, 2024>](https://www.temasek.com.sg/en/about-us/managing-risk<accessed%20september,%202024>).
- [https://www.utimco.org/search-results/?search_field=risk<accessed september, 2024>](https://www.utimco.org/search-results/?search_field=risk<accessed%20september,%202024>).
- Jalalian, H. R. (2022). Investigating the effects of noise on the portfolio optimization problem. *System Engineering and Productivity*, 2(2), 73–84. <https://doi.org/10.22034/sep.2022.243411> (In Persian)
- Jiang, W., Liu, Y., Lobo, G. J., & Xu, Y. (2019). Deferred cash compensation and risk-taking: Evidence from the Chinese banking industry. *Pacific-Basin Finance Journal*, 53, 432–448. <https://doi.org/10.1016/j.pacfin.2018.12.005>
- Khalili, S., Saeedi, F., Yousefi, S., & Zandpourasl, M. (2025). Investigating the effect of “attitude and mindset” on the success of project managers in the Iranian manufacturing industry. *System Engineering and Productivity*, 5(1), 1–19. <https://doi.org/10.22034/sep.2025.2046688.1237> (In Persian)
- Khodayari, R., Yazdani, M., Pourghader Chobar, A., & Salehan, S. T. (2024). Risk management of outsourcing projects in automotive component manufacturing companies using failure mode analysis and decision-making techniques. *System Engineering and Productivity*, 4(3), 31–48. <https://doi.org/10.22034/msb.2024.2031280.1212> (In Persian)
- Klein, M. J., Chmelíková, G., & Palkovič, J. (2023). The Risk Awareness of Sovereign Wealth Funds in Relation to ESG Assets—Do Biggest World Institutional Investors Act Sustainably?. Available at SSRN 4525088. <https://doi.org/10.11118/ejobsat.2024.003>

- Yu, J., Xu, B., Yang, H., & Shi, Y. (2010). The strategic asset allocation optimization model of sovereign wealth funds based on maximum CRRA utility & minimum VaR. *Procedia Computer Science*, 1(1), 2433–2440. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2010.04.274>
- Zare, M., & Shojaei Fard, A. (2018). Government requirements in annually increasing the NDFI's share of revenue from oil exports in line with the resistance economy [Doctoral dissertation, Islamic Azad University]. (In Persian)
- Zhang, M., & Chen, H. A. (2024). Risk-taking to restore negative self-view: The effect of autonomy and subjective business on financial risk-taking. *Journal of Business Research*, 176, Article 114594. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2024.114594>

