E-ISSN: 3115-7602

Strategic Studies in Financial Management and Insurance

SABA Business Development Holding

www.ssfmi.ir

Fin. Strat. Mgmt. Ins. Vol. 3, No. 2 (2026) 95–112.

Paper Type: Original Article

Performance Evaluation of Exchange-Traded Funds (ETFs) Using the Weighted Russell Directional Distance Model

Mobin Nikkhah[1,*], Mehdi Heydari[2], Maqsoud Soleimanpour[3]

[1] Department of Financial Management, Faculty of Economics and Management, Urmia University, Urmia, Iran; st_m.nikkhah@urmia.ac.ir.

[2] Department of Accounting, Faculty of Economics and Management, Urmia University, Urmia, Iran; m.heydari@urmia.ac.ir.

[3] Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering and Technology, Urmia University, Urmia, Iran; m.solimanpur@urmia.ac.ir.

Citation:

Nikkhah, M., Heydari, M., & Soleimanpour, M. (2026). Performance evaluation of exchange-traded funds (ETFs) using the weighted russell directional distance model. *Strategic Studies in Financial Management and Insurance, 3*(2), 95-112.

Received: 28/09/2025 Reviewed: 14/12/2025 Revised: 06/01/2026 Accepted: 18/03/2026

Abstract

Purpose: Exchange-Traded Funds (ETFs) are among the most important indirect investment instruments, and evaluating their performance has become increasingly significant due to their growing presence in the Iranian capital market. This study aims to assess the performance of ETFs using the Weighted Russell Directional Distance Model (WRDDM) and to compare their efficiency from the perspectives of risk and return.

Methodology: This study employs a non-radial Data Envelopment Analysis (DEA) approach, namely the WRDDM, to evaluate the performance of exchange-traded funds listed on the Tehran Stock Exchange. The analysis is conducted under different risk–return scenarios and incorporates various weighting schemes for inputs and outputs.

Findings: The results indicate that, compared with traditional performance evaluation measures, the WRDDM provides greater discriminatory power in distinguishing efficient and inefficient funds and offers a more accurate ranking of fund performance. Furthermore, the efficiency of the funds varies across different risk and return scenarios.

Originality/Value: The main contribution of this study lies in applying the WRDDM to evaluate the performance of ETFs listed on the Tehran Stock Exchange. By simultaneously considering multiple risk and return indicators and allowing for the incorporation of investors' preferences through different weighting structures, the model provides a flexible and practical framework for ranking and selecting investment funds.

Keywords: Exchange-traded funds, Data envelopment analysis, Weighted Russell directed distance model, Performance, Risk and return evaluation.

Corresponding Author: st_m.nikkhah@urmia.ac.ir https://doi.org/10.22105/ssfmi.v3i2.110

Licensee. **Strategic Studies in Financial Management and Insurance**. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0).

مطالعات راهبردی در مدیریت مالی و بیمه

دوره ۳، شماره (۲)، (۱۴۰۵)، ۱۱۲-۹۵

www.ssfmi.ir

نوع مقاله: پژوهشی

ارزیابی عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری قابل معامله در بورس با استفاده از مدل فاصله جهت‌دار راسل وزنی

مبین نیکخواه[۱،*]، مهدی حیدری[۲]، مقصود سلیمانپور[۳]

[۱]گروه مدیریت مالی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

[۲]گروه حسابداری، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

[۳]گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

چکیده

هدف: صندوق‌های سرمایه‌گذاری قابل معامله در بورس[۱] از مهم‌ترین ابزارهای سرمایه‌گذاری غیرمستقیم هستند و ارزیابی عملکرد آن‌ها با توجه به رشد روزافزون این صندوق‌ها در بازار سرمایه ایران اهمیت ویژه‌ای دارد. هدف این پژوهش، ارزیابی عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری قابل معامله با استفاده از مدل فاصله جهت‌دار راسل وزنی[۲] و مقایسه کارایی آن‌ها از منظر ریسک و بازده است.

روش‌شناسی پژوهش: این پژوهش با بهره‌گیری از مدل غیرشعاعی تحلیل پوششی داده‌ها[۳]، یعنی مدل فاصله جهت‌دار راسل وزنی، عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری قابل معامله فعال در بورس اوراق بهادار تهران را ارزیابی می‌کند. تحلیل‌ها در سناریوهای مختلف ریسک و بازده و با در نظر گرفتن وزن‌های متفاوت برای ورودی‌ها و خروجی‌ها انجام شده است.

یافته‌ها: نتایج نشان داد مدل *WRDDM* در مقایسه با معیارهای سنتی ارزیابی عملکرد، توانایی بیشتری در تفکیک صندوق‌های کارا و ناکارا دارد و رتبه‌بندی دقیق‌تری از عملکرد صندوق‌ها ارایه می‌دهد. همچنین، کارایی صندوق‌ها تحت سناریوهای مختلف ریسک و بازده متفاوت بوده است.

اصالت/ارزش‌افزوده علمی: نوآوری این پژوهش در به‌کارگیری مدل *WRDDM* برای ارزیابی عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری قابل معامله در بورس تهران است. این مدل با لحاظ هم‌زمان چندین شاخص ریسک و بازده و امکان اعمال ترجیحات مختلف سرمایه‌گذاران، چارچوبی منعطف و کاربردی برای رتبه‌بندی و انتخاب صندوق‌های سرمایه‌گذاری فراهم می‌آورد.

کلیدواژه‌ها: صندوق‌های سرمایه‌گذاری قابل معامله، تحلیل پوششی داده‌ها، مدل فاصله جهت‌دار راسل وزنی، ارزیابی عملکرد، ریسک و بازده.

۱- مقدمه

صندوق‌های سرمایه‌گذاری از ابزارهای نوین مالی‌اند که امکان مشارکت غیرمستقیم در بازار سرمایه را برای سرمایه‌گذاران فاقد دانش یا زمان کافی فراهم می‌کنند. این صندوق‌ها با تجمیع سرمایه‌های خرد و کلان و سرمایه‌گذاری در ترکیبی از دارایی‌هایی چون سهام و اوراق بهادار، زمینه کسب

[1] Exchange-Traded Funds (ETFs)

[2] Weighted Russell Directional Distance Model (WRDDM)

[3] Data Envelopment Analysis (DEA)

بازده مناسب را بدون نیاز به مشارکت مستقیم فراهم می‌آورند [1]. صندوق‌ها از نظر ساختار، ترکیب دارایی، ریسک و نوع مدیریت متنوع‌اند؛ بنابراین، سرمایه‌گذاران برای تخصیص بهینه منابع نیازمند شناخت دقیق‌تری از انواع آن‌ها هستند. با توجه به نقش کلیدی نهادهای مالی در تامین سرمایه و رشد اقتصادی، ارزیابی کارایی آن‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است. در این راستا، استفاده از روش‌های جامع سنجش عملکرد، شاخصی مناسب برای ارزیابی تخصیص بهینه منابع محسوب می‌شود [2]. وجود نظامی منطقی برای طبقه‌بندی صندوق‌ها ضروری است تا سرمایه‌گذاران بتوانند گزینه‌هایی متناسب با اهداف و سطح ریسک خود انتخاب کنند [3]. در این زمینه، معیارهای کلاسیک مانند ترینر، آلفای جنسن و نسبت شارپ از نخستین ابزارهای سنجش کارایی بودند که با تکیه بر نسبت بازده به ریسک، دیدگاهی تک‌بعدی ارایه می‌کردند [4]، [5]. با گسترش و پیچیدگی صندوق‌ها، روش‌های پیشرفته‌تری مانند تحلیل پوششی داده‌ها معرفی شدند. این روش غیرپارامتری که نخستین بار توسط چارنز و همکاران [6] با الهام از فارل [7] ارایه شد، برای ارزیابی کارایی واحدهایی با ورودی و خروجی‌های چندگانه به‌کار می‌رود. مدل‌های *DEA* به دو دسته شعاعی و غیرشعاعی تقسیم می‌شوند؛ مدل‌های شعاعی فرض تغییرات متناسب ورودی و خروجی را دارند [8]. درحالی‌که مدل‌های غیرشعاعی قادر به بررسی تغییرات نامتناسب هستند. در پاسخ به این محدودیت، مدل راسل غیرشعاعی وزنی توسط چن و همکاران [9] معرفی شد که به توسعه مدل فاصله جهت‌دار راسل وزنی انجامید. این مدل با لحاظ وزن‌دهی متفاوت به متغیرها و افق‌های زمانی متنوع، امکان تحلیل دقیق‌تر عملکرد را فراهم می‌سازد [10]. از مزایای آن، انعطاف‌پذیری در ارزیابی عملکرد تحت سناریوهای مختلف ریسک و بازده است؛ به‌ویژه برای ارزیابی صندوق‌های سرمایه‌گذاری قابل معامله بسیار مناسب است. کاربردهای اولیه این مدل در بانکداری توسط باروس و همکاران [11] گزارش شد. بااین‌حال، تاکنون مطالعه‌ای جامع از کاربرد مدل راسل وزنی برای ارزیابی ریسک-بازده صندوق‌های قابل معامله در بورس ایران انجام نشده که این امر خلا پژوهشی محسوب می‌شود.

۲- مبانی نظری

۲-۱- صندوق‌های سرمایه‌گذاری

سرمایه‌گذاری مستقیم در اوراق بهادار نیازمند دانش تخصصی و زمان کافی است و بسیاری از سرمایه‌گذاران غیرحرفه‌ای از این توانمندی‌ها برخوردار نیستند. در چنین شرایطی، صندوق‌های سرمایه‌گذاری به‌عنوان نهادهای واسطه‌ای، با تجمیع سرمایه‌ها و مدیریت حرفه‌ای پرتفوی، امکان مشارکت غیرمستقیم در بازار سرمایه و بهره‌مندی از بازدهی آن را بدون نیاز به تحلیل مستقیم فراهم می‌کنند. مدیران صندوق‌ها با تنوع‌بخشی به سبد دارایی‌ها، کاهش ریسک غیرسیستماتیک، بهره‌مندی از صرفه‌جویی‌های ناشی از مقیاس و کاهش هزینه‌های معاملاتی، سرمایه‌گذاری مطمئن‌تری برای افراد غیرحرفه‌ای ایجاد می‌کنند. این ویژگی‌ها، صندوق‌های سرمایه‌گذاری را به ابزار کارآمدی برای توسعه سرمایه‌گذاری غیرمستقیم و افزایش مشارکت عمومی در بازار سرمایه تبدیل کرده است [12].

۲-۱-۱- انواع صندوق‌های سرمایه‌گذاری

صندوق‌های سرمایه‌گذاری از نظر ساختار، ترکیب دارایی‌ها و هدف سرمایه‌گذاری به دسته‌های مختلف تقسیم می‌شوند.

طبقه‌بندی بر اساس نحوه معامله که شامل موارد زیر است:

۱. صندوق‌های قابل معامله در بورس: واحدهای سرمایه‌گذاری این صندوق‌ها در بورس و با مکانیزم عرضه و تقاضا خریدوفروش می‌شوند. این نوع صندوق‌ها به دلیل نقدشوندگی بالا و تنوع ریسک، گزینه‌ای مناسب برای کاهش ریسک سرمایه‌گذاری محسوب می‌شوند [13].
۲. صندوق‌های صدور و ابطالی (غیرقابل معامله): معاملات این صندوق‌ها از طریق سامانه اختصاصی صندوق انجام شده و قیمت واحدها بر اساس خالص ارزش دارایی‌ها تعیین می‌شود.

طبقه‌بندی بر اساس ترکیب دارایی‌ها که شامل موارد زیر است:

۱. صندوق‌های با درآمد ثابت: سرمایه‌گذاری در اوراق با سود تضمین‌شده و مناسب سرمایه‌گذاران با ریسک‌پذیری پایین.
۲. صندوق‌های مختلط: ترکیبی از سهام (۴۰% تا ۶۰%) و اوراق با درآمد ثابت، مناسب سرمایه‌گذاران با ریسک متوسط.

۳. صندوق‌های سهامی: حداقل ۷۰% دارایی در سهام و مابقی در اوراق با درآمد ثابت، مناسب سرمایه‌گذاران با ریسک‌پذیری بالا و شامل زیرمجموعه‌هایی نظیر شاخصی و اهرمی [14].
٤. صندوق‌های شاخصی: پرتفوی این صندوق‌ها به‌گونه‌ای طراحی می‌شود که بازدهی مشابه بازدهی شاخص کل بازار باشد و عملکرد آن‌ها مستقیما منعکس‌کننده تحولات بازار است [15].

طبقه‌بندی از منظر حقوقی: صندوق‌ها به سرمایه باز (متغیر) و سرمایه بسته (ثابت) تقسیم می‌شوند. صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک با سرمایه متغیر، واحدها را مستقیما بر اساس خالص ارزش دارایی‌ها معامله می‌کنند، درحالی‌که شرکت‌های سرمایه‌گذاری با سرمایه ثابت، سهام خود را تنها از طریق بورس عرضه می‌کنند و قیمت سهام تابع عرضه و تقاضا است. بسیاری از صندوق‌ها دارای نهاد ضامن نقدشوندگی هستند تا در صورت درخواست ابطال واحدها، پرداخت وجوه به‌موقع انجام شود [16]، [17].

۲-۲- ارزیابی عملکرد صندوق‌ها

برای سنجش فرصت‌های سرمایه‌گذاری، معیارها و نسبت‌های متعددی وجود دارد که هر یک بر اساس مفروضات مشخص و چارچوب نظری طراحی شده‌اند. تنوع در این مفروضات موجب ایجاد ابزارهای ارزیابی مختلف شده است که بسته به شرایط بازار، می‌توانند نتایج متفاوتی ارایه دهند. ازاین‌رو، انتخاب معیارهای مناسب با توجه به شرایط محیط سرمایه‌گذاری اهمیت بالایی دارد [18].

۱-۲-۲- معیارهای کلاسیک

معیارهای سنتی ارزیابی عملکرد، عمدتا بر بازده تعدیل‌شده بر اساس ریسک تمرکز دارند و برای مقایسه کارایی پرتفوی یا صندوق‌ها به‌کار می‌روند. این ابزارها شامل نسبت شارپ، آلفای جنسن و شاخص ترینر هستند که هر یک بر پایه میانگین و واریانس بازده طراحی شده‌اند و دیدگاهی تک‌بعدی نسبت به عملکرد صندوق ارایه می‌دهند.

۳-۲- کارایی و روش‌های ارزیابی آن

کارایی نشان‌دهنده توانایی یک سازمان در استفاده بهینه از منابع برای دستیابی به بهترین عملکرد ممکن در یک بازه زمانی مشخص است. از منظر کمی، کارایی به‌صورت نسبت خروجی واقعی به ورودی واقعی تعریف می‌شود و معیاری برای سنجش بهره‌وری و جلوگیری از هدررفت منابع فراهم می‌آورد [19]. در ادبیات اقتصادی، دو رویکرد اصلی برای سنجش کارایی معرفی شده است:

رویکرد پارامتریک: این رویکرد مبتنی بر تخمین آماری تابع تولید است و نیازمند تعیین فرم مشخصی از رابطه بین ورودی‌ها و خروجی‌ها می‌باشد. پس از برآورد پارامترها، میزان کارایی محاسبه می‌شود. مزیت این روش، قدرت تحلیلی بالا در داده‌های دارای ساختار آماری است، اما الزام به مفروضات آماری ممکن است انعطاف‌پذیری آن را محدود کند [2].

رویکرد ناپارامتریک: روش‌های ناپارامتریک، از جمله تحلیل پوششی داده‌ها، بدون نیاز به تعیین فرم تابع و با قابلیت استفاده از چندین خروجی و ورودی، میزان کارایی نسبی واحدها را محاسبه می‌کنند. کارایی در این روش‌ها نسبی و مبتنی بر مقایسه واحدها با یکدیگر است و انعطاف‌پذیری بالا و کاربرد گسترده در بررسی واحدهای با ساختار پیچیده، آن را به گزینه‌ای مناسب برای ارزیابی عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری تبدیل کرده است [20].

۴-۲- تحلیل پوششی داده‌ها

تحلیل پوششی داده‌ها یک تکنیک مبتنی بر برنامه‌ریزی ریاضی است که برای ارزیابی عملکرد واحدهای تصمیم‌گیرنده استفاده می‌شود و امکان مقایسه کارایی نسبی آن‌ها را فراهم می‌آورد [21]. ایده اصلی *DEA* نخستین بار توسط فارل [7] مطرح شد که با تعریف مجموعه امکان تولید و مرز کارا، واحدهایی که روی مرز قرار دارند را کارا تلقی کرد. در *DEA*، واحدهای ناکارا زیر مرز قرار دارند و ارزیابی به‌صورت نسبی انجام می‌شود.

DEA شامل مدل‌های شعاعی و غیرشعاعی است. مدل‌های شعاعی مانند مدل چارنز، کوپر و رودز[1] و مدل بنکر، چارنز و کوپر[2]، با فرض تغییرات متناسب ورودی‌ها و خروجی‌ها عمل می‌کنند، اما در حضور مقادیر باقیمانده غیرصفر ممکن است کارایی را بیش‌برآورد کنند [22]. به همین دلیل، مدل‌های غیرشعاعی برای ارزیابی دقیق‌تر توسعه یافته‌اند [23].

مدل‌های غیرشعاعی DEA شامل سه دسته اصلی هستند:

۱. معیار راسل: ابتدا توسط فر و لاول [24] در سال ۱۹۷۸ ارایه شد و تنها ناکارایی‌های ورودی را در نظر می‌گرفت. نسخه‌های بعدی، شامل معیار گراف راسل و بهبودیافته، ناکارایی‌های ورودی و خروجی را به‌صورت نسبتی پوشش می‌دهند.
۲. مدل جمعی: چارنز و همکاران [25] در ۱۹۸۵ این مدل را توسعه دادند و هر دو ورودی و خروجی را شامل می‌شود، اما به‌طور مستقیم شاخص کارایی ارایه نمی‌دهد.
۳. مدل مبتنی بر اسلک‌ها: این مدل مجموع اسلک‌های ورودی و خروجی را بیشینه می‌کند. این مدل از نظر مفهومی با معیار گراف راسل بهبودیافته معادل است.

۲-۵- مدل فاصله جهت‌دار راسل وزنی

مدل فاصله جهت‌دار راسل وزنی که توسط فوکویاما و وبر [24] توسعه یافته و در مطالعات بعدی برای لحاظ خروجی‌های نامطلوب نیز بسط داده شده است، یکی از مدل‌های غیرشعاعی در تحلیل پوششی داده‌ها محسوب می‌شود. این مدل، ناکارایی را به‌صورت هم‌زمان و مستقل در ورودی‌ها، خروجی‌های مطلوب و خروجی‌های نامطلوب اندازه‌گیری می‌کند. برخلاف مدل‌های مبتنی بر اسلک‌ها و معیار گراف راسل بهبودیافته که ناکارایی را در قالب روابط کسری غیرخطی ارزیابی می‌کنند، مدل فاصله جهت‌دار راسل وزنی مبتنی بر تابع فاصله جهت‌دار بوده و در قالب یک مدل خطی حل می‌شود. این ویژگی، ضمن کاهش پیچیدگی محاسباتی، انعطاف‌پذیری بالاتری را در کاربردهای عملی فراهم می‌آورد؛ به‌ویژه در شرایطی که ارزیابی هم‌زمان عملکرد اقتصادی و زیست‌محیطی موردنظر باشد. از منظر ارزیابی عملکرد، یکی از مزایای اصلی این مدل نسبت به مدل سنتی تابع فاصله جهت‌دار، امکان اعمال وزن‌های متفاوت برای ورودی‌ها و خروجی‌هاست. درحالی‌که در مدل سنتی، تمامی متغیرها به‌طور یکسان وزن‌دهی می‌شوند، مدل راسل وزنی با در نظر گرفتن وزن‌ها، قادر است روابط واقعی‌تر میان اقلام ورودی و خروجی را منعکس کند. افزون بر این، این مدل تمامی مقادیر مازاد مربوط به ورودی‌ها، خروجی‌های مطلوب و خروجی‌های نامطلوب را لحاظ می‌کند و در نتیجه، دقت بالاتری در سنجش ناکارایی و ارزیابی عملکرد واحدهای تصمیم‌گیرنده ارایه می‌دهد. از جنبه کاربردی، مدل فاصله جهت‌دار راسل وزنی به واحدهای تصمیم‌گیرنده این امکان را می‌دهد که مقادیر ورودی‌ها، خروجی‌های مطلوب و خروجی‌های نامطلوب را در چارچوب محدودیت‌های فناوری تولید به‌صورت هم‌زمان تعدیل کنند. بدین ترتیب، کارایی فنی هر یک از این اجزا به‌طور جداگانه قابل ارزیابی بوده و این امر به شناسایی دقیق حوزه‌هایی که بیشترین نیاز به بهبود در مصرف منابع یا تولید خروجی‌ها (اعم از مطلوب و نامطلوب) دارند، کمک می‌کند [24].

۳- پیشینه پژوهش

در ادبیات داخلی، ارزیابی عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری عمدتا با استفاده از شاخص‌های کلاسیک و روش‌های ناپارامتریک انجام شده است [25]. با به‌کارگیری هم‌زمان شاخص‌های سنتی ارزیابی عملکرد و تحلیل پوششی داده‌ها نشان دادند که صرف بازده بالا نمی‌تواند معیار مناسبی برای رتبه‌بندی صندوق‌ها باشد و لحاظ ریسک، به‌ویژه ریسک کل و سیستماتیک، نقش تعیین‌کننده‌ای در ارزیابی عملکرد دارد. نتایج این مطالعه همچنین وجود ناکارایی در مصرف منابع برخی صندوق‌ها را تایید می‌کند. در مطالعه‌ای دیگر، مهرگان [26] با هدف رفع محدودیت وزن‌دهی ذهنی در افق‌های زمانی مختلف، رویکردی مبتنی بر تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی و رتبه‌بندی صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک ارایه داد. نتایج این پژوهش نشان داد که مدل پیشنهادی قادر است عملکرد نسبی صندوق‌ها را در بازه‌های زمانی متفاوت در قالب یک نمره واحد و با تفسیر اقتصادی شفاف خلاصه کند و مبنایی معتبر برای مقایسه و رتبه‌بندی صندوق‌ها فراهم آورد. همچنین، چن و همکاران [27] با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌های دومرحله‌ای، عملکرد خانواده صندوق‌های سرمایه‌گذاری را بررسی کردند. یافته‌های این پژوهش نشان داد که بخش عمده ناکارایی صندوق‌ها ناشی از ضعف در مدیریت عملیاتی و کنترل هزینه‌ها بوده است، درحالی‌که مدیریت سبد سرمایه‌گذاری در بسیاری از موارد عملکرد

[1] Charnes, Cooper and Rhodes (CCR)
[2] Banker, Charnes and Cooper (BCC)

قابل قبولی داشته است. تمرکز این مطالعه بر ارزیابی عملکرد در سطح خانواده صندوق‌ها، دیدگاه متفاوتی نسبت به مطالعات مبتنی بر صندوق‌های منفرد ارایه می‌دهد. همچنین در مطالعات خارجی، کردبچه و همکاران [28] یک رویکرد دو مرحله‌ای برای ساخت مدل‌های پرتفوی ارایه کردند. در مرحله اول، از تحلیل پوششی داده‌ها برای شناسایی دارایی‌های کارا استفاده شد و در مرحله دوم، مدل‌های پرتفوی چندهدفه بازه‌ای برای تعیین ترکیب بهینه پرتفوی‌های کارا با توجه به ترجیحات سرمایه‌گذار توسعه یافت. نتایج نشان داد که صندوق‌های مرتبط با انرژی هسته‌ای به‌طور مکرر کارا شناخته شدند، درحالی‌که صندوق‌های بخش انرژی تجدیدپذیر در پرتفوی‌های کارا حضور نداشتند. این پژوهش چارچوبی کاربردی برای شناسایی دارایی‌های کارا و تعیین ترکیب بهینه آن‌ها ارایه کرده و به تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران کمک می‌کند. ولدخانی و مرادی مطلق [10] عملکرد ۱۱۰ صندوق قابل معامله در بورس آمریکا را طی بازه‌های سه، پنج و ده ساله موردبررسی قرار دادند. در این مطالعه از مدل مرزی جهت‌دار فاصله استفاده شد که انعطاف‌پذیری بیشتری در لحاظ ترجیحات سرمایه‌گذاران میان ریسک و بازده ارایه می‌دهد. نتایج نشان داد که برخی صندوق‌ها کارایی پایدار و مداوم داشتند و صندوق‌های برتر عمدتا در صنایع فناوری اطلاعات، تجهیزات پزشکی و نیمه‌هادی‌ها فعالیت می‌کردند. این پژوهش علاوه بر هم‌خوانی با معیارهای کلاسیک، توانایی تمایز بالاتری در شناسایی صندوق‌های کاراتر فراهم کرد و توصیه‌های عملی مهمی برای سرمایه‌گذاران نهادی ارایه داد. مهرگان [29] به ارزیابی عملکرد نسبی صندوق‌های سرمایه‌گذاری سهامی باز در بازار هند پرداخت. نمونه مطالعه شامل ۳۳ صندوق طی سال‌های ۲۰۱۳-۲۰۰۸ ود و از مدل BCC در تحلیل پوششی داده‌ها استفاده شد. خروجی‌ها بازده خام و ورودی‌ها شامل انحراف معیار، بتا و نسبت هزینه بودند. نتایج نشان داد که تنها درصد کمی از صندوق‌ها عملکرد مستمر داشتند و ناکارایی‌ها عمدتا ناشی از ریسک سرمایه‌گذاری بود تا هزینه‌ها. این پژوهش چارچوبی عملی برای سنجش عملکرد صندوق‌ها و ارایه بینش کاربردی برای سرمایه‌گذاران فراهم کرد. پژوهشگران نیز به بررسی شکاف‌های نظری در استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها برای محاسبه نسبت‌های بازده به ریسک صندوق‌ها پرداختند. این مطالعه به شناسایی ترکیب مناسب شاخص‌های بازده و ریسک، نحوه برخورد با داده‌های منفی و تنوع‌سازی صندوق‌ها پرداخته و اهمیت انتخاب مقیاس بازده و شاخص‌های مناسب را برجسته کرد. با وجود محدودیت‌هایی مانند تحلیل گذشته‌نگر و فرض مقادیر ثابت شاخص‌ها، پژوهش نشان داد که استفاده از روش‌های تکراری و تکنیک بوت‌استرپ می‌تواند دقت ارزیابی کارایی صندوق‌ها را بهبود دهد و چارچوبی کاربردی برای سرمایه‌گذاران فراهم آورد. مجموعه این پژوهش‌ها نشان می‌دهد که استفاده از روش‌های تحلیل پوششی داده‌ها و مدل‌های غیرپارامتریک، به‌ویژه مدل‌های مرزی و فاصله‌دار، امکان ارزیابی دقیق‌تر کارایی صندوق‌ها و پرتفوی‌ها را فراهم می‌کند و در تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران نقش عملی و کاربردی دارد.

۴- فرضیه‌های پژوهش

فرضیه‌های این پژوهش به شرح زیر تدوین شده‌اند:

۱. بین رتبه‌بندی صندوق‌های سرمایه‌گذاری حاصل از مدل راسل وزنی و رتبه‌بندی مبتنی بر شاخص شارپ همبستگی وجود دارد.
۲. بین رتبه‌بندی صندوق‌های سرمایه‌گذاری حاصل از مدل راسل وزنی و رتبه‌بندی مبتنی بر شاخص سورتینو همبستگی وجود دارد.
۳. صندوق‌هایی که در مدل راسل وزنی در تمامی سناریوها رتبه برتر دارند، دارای نسبت شارپ بالاتری هستند.
٤. صندوق‌هایی که در مدل راسل وزنی در تمامی سناریوها رتبه برتر دارند، دارای نسبت سورتینو بالاتری هستند.
٥. وزن‌های لاندا (λ) تاثیر معناداری بر رتبه‌بندی عملکرد صندوق‌ها دارند، به‌طوری‌که تغییر در مقادیر این وزن‌ها منجر به تغییر قابل‌توجهی در اولویت‌بندی صندوق‌ها می‌شود.

۵- روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش از نظر هدف کاربردی و از نظر روش توصیفی-تحلیلی است و با استفاده از داده‌های تاریخی و مدل‌های کمی، به ارزیابی کارایی صندوق‌های سرمایه‌گذاری قابل معامله می‌پردازد. در این راستا، از روش تحلیل پوششی داده‌ها به‌عنوان یک رویکرد غیرپارامتریک برای سنجش کارایی نسبی ورودی‌ها و خروجی‌ها استفاده شده است. قلمرو موضوعی پژوهش، ارزیابی عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری قابل معامله با بهره‌گیری از مدل فاصله جهت‌دار راسل وزن‌دار است. قلمرو زمانی مطالعه از ابتدای شهریور ۱۴۰۳ تا پایان اردیبهشت ۱۴۰۴ بوده و تحلیل‌ها در سه بازه زمانی سه، شش و نه‌ماهه انجام شده است. قلمرو مکانی تحقیق نیز شامل صندوق‌های سرمایه‌گذاری قابل معامله دارای مجوز از سازمان بورس و اوراق بهادار ایران می‌باشد. جامعه آماری پژوهش کلیه صندوق‌های سرمایه‌گذاری سهامی فعال در بازار سرمایه ایران است که در دوره

موردبررسی ۴۵ صندوق را شامل می‌شود. با توجه به معیارهایی مانند حداقل یک سال سابقه فعالیت و دسترسی کامل به داده‌های مالی، از روش نمونه‌گیری هدفمند استفاده شده و در نهایت ۳۲ صندوق به‌عنوان نمونه آماری انتخاب شده‌اند. داده‌های پژوهش به‌صورت دست‌اول و از منابع معتبر نظیر وب‌سایت رسمی صندوق‌ها و سامانه فیپیران گردآوری شده است. متغیرهای اصلی شامل بازده و ریسک صندوق‌ها در دوره‌های زمانی مختلف بوده که پس از پردازش اولیه در اکسل، برای اجرای مدل راسل وزن‌دار به نرم‌افزارهای اکسل و گمز منتقل شده‌اند. استفاده از داده‌های معتبر و کامل، مبنای تحلیل دقیق و استنتاج علمی نتایج پژوهش را فراهم کرده است.

۱-۵- مدل پژوهش

در این پژوهش، به منظور ارزیابی عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری قابل معامله، از مدل تحلیل پوششی داده‌های غیرشعاعی راسل استفاده شده است. این مدل، به دلیل ساختار منعطف خود، امکان بررسی هم‌زمان کارایی صندوق‌ها در ابعاد مختلف ریسک و بازده را فراهم می‌کند و درعین‌حال، ترجیحات متنوع سرمایه‌گذاران را نسبت به این دو معیار از طریق وزن‌دهی قابل تنظیم در نظر می‌گیرد.

$$D(x_k\ y_k) = max\big(\lambda_1(0{,}5\alpha_1^k + 0{,}3\alpha_2^k + 0{,}2\alpha_3^k) + \lambda_2(0{,}5\beta_1^k + 0{,}3\beta_2^k + 0{,}2\beta_3^k)\big),$$

$$s.t. \quad \begin{aligned} &\sum_{n=1}^{N} \gamma_n x_{1n} \le x_{1k}\big(1-\alpha_1^k\big), \\ &\sum_{n=1}^{N} \gamma_n x_{2n} \le x_{2k}\big(1-\alpha_2^k\big), \\ &\sum_{n=1}^{N} \gamma_n x_{3n} \le x_{3k}\big(1-\alpha_3^k\big), \\ &\sum_{n=1}^{N} \gamma_n y_{1n} \ge y_{1k}\big(1+\beta_1^k\big), \\ &\sum_{n=1}^{N} \gamma_n y_{2n} \ge y_{2k}\big(1+\beta_2^k\big), \\ &\sum_{n=1}^{N} \gamma_n y_{3n} \ge y_{3k}\big(1+\beta_3^k\big), \\ &\gamma_n \ge 0. \end{aligned} \qquad (۱)$$

اجزای اصلی مدل به شرح زیر هستند:

$D(x_k, y_k)$: نمره ناکارایی صندوق k است. اگر این مقدار برابر صفر باشد، صندوق از نظر فنی کاراست؛ هرچه این مقدار بزرگ‌تر باشد، نشان‌دهنده ناکارایی بیشتر صندوق است.

α_i^k: درصدی از ورودی i (مانند ریسک سه‌ماهه) است که باید کاهش یابد تا صندوق k به مرز کارایی برسد.

β_o^k: درصدی از خروجی o (مانند بازده سه‌ماهه) است که باید افزایش یابد تا صندوق k به مرز کارایی برسد.

λ_1: میزان اهمیتی است که سرمایه‌گذار برای ریسک قایل است. هرچه این مقدار بزرگ‌تر باشد، نشان‌دهنده ریسک‌گریزی بیشتر است.

λ_2: میزان اهمیتی است که سرمایه‌گذار برای بازده در نظر دارد. عدد بزرگ‌تر نشان‌دهنده ترجیح بیشتر برای بازده بالاتر است.

w_i^x: وزن زمانی مربوط به ورودی i (مانند ریسک سه‌ماهه) در دوره‌های سه، شش و دوازده‌ماهه است. این وزن‌ها اهمیت نسبی هر دوره زمانی را مشخص می‌کنند.

w_o^y: وزن زمانی مربوط به خروجی o (مانند بازده سه‌ماهه) در همان سه دوره زمانی است.

γ_n: وزنی است که به صندوق‌های دیگر (واحدهای تصمیم‌گیرنده) اختصاص می‌یابد تا مرجع مقایسه برای صندوق k ساخته شود.

به‌طور خاص، مدل راسل وزنی عملکرد هر صندوق را در پنج سناریوی تصمیم‌گیری، بر اساس ترکیب‌های متفاوتی از وزن ریسک (λ_1) و بازده (λ_2)، مورد ارزیابی قرار می‌دهد؛ به‌گونه‌ای که این سناریوها طیفی از سرمایه‌گذاران کاملا ریسک‌پذیر تا کاملا ریسک‌گریز را پوشش می‌دهند.

جدول ۱- وزن‌های لاندا.
Table 1- Landa weights.

وزن بازده (λ_2)	وزن ریسک (λ_1)	نوع ترجیح سرمایه‌گذار نسبت به ریسک و بازده
0.9	0.1	تمایل به بازده بسیار بالا
0.7	0.3	تمایل به بازده بالا
0.5	0.5	تعادل بین ریسک و بازده
0.3	0.7	ریسک گریز
0.1	0.9	بسیار ریسک گریز

در این پژوهش، برای در نظر گرفتن اهمیت دوره‌های زمانی مختلف، به ورودی‌ها و خروجی‌ها در سه بازه سه‌ماهه، شش‌ماهه و دوازده‌ماهه وزن‌های زمانی متفاوتی اختصاص داده شده که تاکید بیشتری بر داده‌های به‌روزتر دارد.

جدول ۲- وزن‌های زمانی.
Table 2- Time weights.

وزن خروجی‌ها (بازده) (w_o^y)	وزن ورودی‌ها (ریسک) (w_i^x)	دوره زمانی سرمایه‌گذاری
0.5	0.5	سه‌ماه (ریسک و بازده مربوط به ۳ ماه اخیر)
0.3	0.3	شش‌ماهه (ریسک و بازده مربوط به ۶ ماه اخیر)
0.2	0.2	دوازده‌ماهه (ریسک و بازده مربوط به ۱۲ ماه اخیر)

۱-۱-۵- نسبت شارپ و سورتینو

به‌منظور فراهم‌سازی امکان مقایسه و اعتبارسنجی نتایج مدل، از نسبت‌های شارپ و سورتینو به‌عنوان دو معیار مرجع و پذیرفته‌شده در ارزیابی عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری استفاده شده است. برای این منظور، نسبت‌های شارپ و سورتینو برای هر صندوق در سه بازه زمانی سه‌ماهه، شش‌ماهه و دوازده‌ماهه محاسبه گردید و سپس با بهره‌گیری از همان وزن‌های زمانی به‌کار رفته در مدل (به ترتیب ۰/۵، ۰/۳ و ۰/۲ برای بازه‌های سه‌ماهه، شش‌ماهه و دوازده‌ماهه)، یک میانگین وزنی برای هر نسبت به‌دست آمد. بر این اساس، برای هر صندوق یک مقدار نهایی از نسبت شارپ و سورتینو استخراج شد که مبنای رتبه‌بندی و مقایسه با نتایج مدل قرار گرفت.

ویلیام شارپ، اقتصاددان برجسته، در دهه ۱۹۶۰ با ارایه مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای و معرفی شاخص بتا به‌عنوان سنجه‌ای برای ریسک سیستماتیک، یکی از مهم‌ترین گام‌ها در توسعه نظریه نوین پرتفوی را برداشت. وی در سال ۱۹۶۶ با تکیه بر این مبانی، نسبت شارپ را به‌عنوان ابزاری برای ارزیابی عملکرد تعدیل‌شده بر اساس ریسک معرفی کرد. این نسبت که از آن با عنوان "نسبت پاداش به نوسان‌پذیری" نیز یاد می‌شود، نشان می‌دهد که یک دارایی یا پرتفوی در ازای پذیرش چه میزان ریسک، چه مقدار بازده مازاد نسبت به نرخ بازده بدون ریسک تولید کرده است.

از نظر محاسباتی، نسبت شارپ به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$s = \frac{R_p - R_f}{\sigma_p},$$

که در آن:

R_P: بازده پرتفوی یا دارایی.

R_f: نرخ بازده بدون ریسک.

σ_p: انحراف معیار بازده، که نمایانگر ریسک کل (شامل ریسک سیستماتیک و غیرسیستماتیک) است.

هدف اصلی این نسبت، لحاظ کردن عنصر ریسک در تحلیل عملکرد و حذف اثر آن بر بازده است. در نتیجه، تنها بخشی از بازده که فراتر از سطح بازده بدون ریسک و متناسب با میزان ریسک پذیرفته شده است، به‌عنوان عملکرد واقعی و قابل‌اتکا در نظر گرفته می‌شود. افزایش مقدار این نسبت، نشان‌دهنده بازدهی بهتر در برابر ریسک تحمیلی است [30].

شاخص سورتینو که هنریکس و همکاران [31] آن را طراحی کردند تا حد زیادی شبیه به مدل شارپ است. این محققان دریافتند که یک سرمایه‌گذار معمولی عمدتا به اثر نامطلوب ریسک (نوسان) بر دارایی توجه می‌کند ازاین‌رو آن‌ها از ریسک نامطلوب به‌جای ریسک کل در مدل خود استفاده کردند. معیار سورتینو به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$s = \frac{R_p - R_f}{\sigma_d},$$

که در آن σ_d ریسک نامطلوب می‌باشد.

در معیار سورتینو متوسط بازده با ریسک نامطلوب تعدیل می‌شود. این ریسک بر بازده‌هایی تمرکز می‌کند که در فراتر رفتن از بازده بدون ریسک ناموفق بوده‌اند.

۲-۱-۵- خروجی‌های مدل

خروجی‌های مدل تحلیل پوششی داده‌ها، بیانگر نتایج یا دستاوردهای حاصل از به‌کارگیری ورودی‌ها هستند که در این پژوهش، بازده صندوق‌ها به‌عنوان خروجی در نظر گرفته شده است.

بازده: بازده را می‌توان به‌عنوان میزان منفعت حاصل از یک سرمایه‌گذاری تعریف کرد که این منفعت می‌تواند اقتصادی (مانند سودهای مالی) یا اجتماعی (مانند بهبود شاخص‌های رفاه عمومی) باشد. در واقع، بازده بیانگر میزان عایدی یا بهره‌وری ناشی از تخصیص منابع به یک فعالیت سرمایه‌گذاری است و به‌عنوان یکی از مهم‌ترین معیارهای تصمیم‌گیری در تحلیل‌های مالی و اقتصادی شناخته می‌شود. از منظر کمی، تعاریف مختلفی برای محاسبه بازده ارایه شده است. ساده‌ترین و پایه‌ای‌ترین تعریف، نسبت مجموع جریان‌های نقدی دریافتی و تغییرات ایجادشده در ارزش دارایی، به سرمایه‌گذاری اولیه است [32]. در این تحقیق، متغیرهای خروجی مدل به ترتیب شامل بازده‌های تجمعی صندوق‌های سرمایه‌گذاری در بازه‌های زمانی سه‌ماهه، شش‌ماهه و نه‌ماهه هستند که به ترتیب با نمادهای y_1، y_2 و y_3 نشان داده می‌شوند. برای محاسبه بازده، ابتدا بازده روزانه صندوق‌ها به روش لگاریتمی محاسبه شده است. فرمول لگاریتمی بازده روزانه به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$R_t = ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right),$$

که در آن:

P_t قیمت واحد صندوق در روز t.

P_{t-1} قیمت واحد صندوق در روز قبل از آن.

ln لگاریتم طبیعی.

سپس با جمع بازده‌های روزانه در هر بازه زمانی، بازده تجمعی برای دوره‌های سه‌ماهه، شش‌ماهه و نه‌ماهه محاسبه شده است. این روش به دلیل خواص افزایشی لگاریتم، دقت بالاتری در تجمیع بازده‌ها در دوره‌های زمانی مختلف دارد و اثرات ترکیبی سرمایه‌گذاری را بهتر منعکس می‌کند.

بنابراین، در این پژوهش سه متغیر خروجی شامل بازده تجمعی سه‌ماهه (y_1)، بازده تجمعی شش‌ماهه (y_2) و بازده تجمعی نه‌ماهه (y_3) در نظر گرفته شده‌اند که به‌ترتیب عملکرد کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت صندوق‌های سرمایه‌گذاری را منعکس می‌کنند.

۳-۱-۵- ورودی‌های مدل

ورودی‌های مدل تحلیل پوششی داده‌ها، نشان‌دهنده منابع یا عواملی هستند که برای دستیابی به خروجی‌ها مصرف می‌شوند و در این پژوهش، ریسک صندوق‌ها به‌عنوان ورودی در نظر گرفته شده است.

ریسک: ریسک و سنجش آن از جمله مباحث چالش‌برانگیز در نظریه‌های مالی به شمار می‌رود. در این میان، آگاهی از سطح ریسک صندوق‌های سرمایه‌گذاری، از اهمیت قابل‌توجهی برخوردار است؛ چراکه این آگاهی نه‌تنها برای سرمایه‌گذاران در فرایند تصمیم‌گیری موثر است، بلکه برای سیاست‌گذاران کلان نیز به‌منظور نظارت و حفظ ثبات در نظام‌های مالی کشور، نقش تعیین‌کننده‌ای ایفا می‌کند [33]. در این پژوهش، برای سنجش جنبه‌های مختلف ریسک در ارزیابی عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری، از دو شاخص آماری استفاده شده است.

انحراف معیار: در این پژوهش، انحراف معیار به‌عنوان شاخصی معتبر برای سنجش ریسک کلی عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری در نظر گرفته شده و به‌عنوان متغیر ورودی مدل مورداستفاده قرار گرفته است. این شاخص میزان پراکندگی بازده‌ها نسبت به میانگین را نشان می‌دهد و هرچه مقدار آن بیشتر باشد، نوسان‌پذیری و در نتیجه سطح ریسک صندوق بیشتر تلقی می‌شود که از طریق فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$\sigma = \sqrt{\left(\frac{\sum(R_i - \bar{R})^2}{(n-1)}\right)}.$$

به منظور لحاظ کردن ویژگی‌های زمانی و پویایی رفتار صندوق‌ها، انحراف معیار بازده‌ها در سه بازه زمانی متفاوت محاسبه شده است که به‌صورت زیر تعریف می‌شوند:

x_1 انحراف معیار بازده روزانه در بازه سه‌ماهه.

x_2 انحراف معیار بازده روزانه در بازه شش‌ماهه.

x_3 انحراف معیار بازده روزانه در بازه نه‌ماهه.

این سه شاخص به‌عنوان ورودی‌های اصلی مدل تحلیل پوششی داده‌ها با رویکرد جهت‌دار وزنی (مدل راسل وزنی) به‌کار گرفته شده‌اند که از طریق فرمول زیر محاسبه می‌شوند:

$$\sigma_{period} = \sigma_{daily} \times \sqrt{N},$$

که در آن:

σ_{period}: انحراف معیار دوره‌ای (سه، شش یا نه‌ماهه).

σ_{daily}: انحراف معیار بازده روزانه.

N: تعداد روزهای معاملاتی در بازه زمانی موردنظر.

انحراف معیار نزولی: در این مطالعه، از انحراف معیار نزولی به‌عنوان یکی از متغیرهای تشکیل‌دهنده نسبت سورتینو بهره‌گیری شده است. این شاخص تنها بازده‌هایی را که کمتر از نرخ بازده حداقل قابل‌قبول هستند در محاسبه لحاظ کرده و تمرکز آن بر ریسک‌های منفی یا زیان‌آور است. ازاین‌رو، معیار دقیق‌تری برای تحلیل ریسک نامطلوب عملکرد سرمایه‌گذاری محسوب می‌شود.

$$\sigma downside = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{R_i<T}(R_i - T)^2},$$

که در آن:

$\sigma downside$: انحراف معیار نزولی یا ریسک پایین‌دست برای یک دوره مشخص (سه‌ماهه، شش‌ماهه یا نه‌ماهه) است.

R_i: بازده واقعی صندوق در روز i از دوره موردنظر می‌باشد.

T: بازده آستانه است که صفر در نظر گرفته شده است.

n: تعداد روزهای معاملاتی در دوره موردبررسی است.

۲-۵- آزمون فرضیه‌ها

برای آزمون فرضیه‌های پژوهش و مقایسه نتایج حاصل از مدل راسل وزنی با شاخص‌های مرجع، از سه آزمون آماری ناپارامتریک شامل همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن، من–ویتنی و فریدمن استفاده شد. انتخاب این آزمون‌ها با توجه به ماهیت رتبه‌ای داده‌ها و عدم نیاز به فرض نرمال بودن توزیع صورت گرفت. سطح معناداری تمامی آزمون‌ها برابر با ۰/۰۵ در نظر گرفته شد و تحلیل‌ها با نرم‌افزار $SPSS$ انجام شد.

آزمون همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن:

۱. داده‌ها: رتبه‌بندی صندوق‌ها بر اساس مدل راسل وزنی و شاخص‌های شارپ و سورتینو.
۲. هدف: بررسی همبستگی و همسویی میان رتبه‌بندی‌ها.

آزمون من–ویتنی:

۱. داده‌ها: مقادیر واقعی عملکرد صندوق‌ها (شارپ و سورتینو) برای دو گروه مستقل: کارا و ناکارا بر اساس مدل راسل وزنی.
۲. هدف ارزیابی توانایی مدل در تفکیک صندوق‌های کارا.

آزمون فریدمن:

۱. داده‌ها: ناکارایی صندوق‌ها در پنج سناریوی مختلف مدل راسل وزنی.
۲. هدف: بررسی وجود اختلاف معنادار در عملکرد صندوق‌ها در سناریوهای متفاوت.

۶- یافته‌های پژوهش

در این بخش، مدل تحلیل پوششی داده‌های غیرشعاعی با وزن‌دهی ترجیحی (راسل وزنی) به‌عنوان روش اصلی برای ارزیابی عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری مورداستفاده قرار گرفته است. این مدل، با در نظر گرفتن هم‌زمان چندین ورودی و خروجی و امکان انعطاف‌پذیری در ترجیحات ریسک و بازده، ابزاری مناسب برای تحلیل کارایی نسبی صندوق‌ها در شرایط مختلف ریسک‌پذیری فراهم می‌سازد. برای این منظور، مجموعه‌ای از سناریوهای وزنی مختلف (λ) تعریف شده است که میزان اهمیت نسبی بین متغیرهای ورودی (ریسک) و خروجی (بازده) را مشخص می‌کنند. در هر سناریو، با تغییر مقدار λ، مدل راسل وزنی اجرا و رتبه‌بندی جدیدی برای صندوق‌ها محاسبه شده است. سپس، برای بررسی میزان سازگاری مدل با شاخص‌های سنتی ارزیابی عملکرد، نتایج حاصل از این مدل با رتبه‌بندی به‌دست آمده از نسبت شارپ و نسبت سورتینو مقایسه شده‌اند. این مقایسه با هدف پاسخ به فرضیه‌های تحقیق انجام شده است که آیا بین رتبه‌بندی‌های حاصل از رویکرد غیرپارامتریک راسل وزنی و شاخص‌های تک بعدی سنتی (شارپ) و (سورتینو) همبستگی وجود دارد یا خیر.

جدول ۳- میزان ناکارایی صندوق‌ها.
Table 3- Fund inefficiency rate.

نام صندوق	میزان ناکارایی در سناریوی اول	میزان ناکارایی در سناریوی دوم	میزان ناکارایی در سناریوی سوم	میزان ناکارایی در سناریوی چهارم	میزان ناکارایی در سناریوی پنجم
ثمین	0.357353	0.293387	0.229422	0.165457	0.101491
درسا	0.187292	0.156217	0.125141	0.094066	0.06299
صدف	0.196773	0.162697	0.128621	0.094545	0.060468
پرتو	0.350354	0.294933	0.239511	0.18409	0.128669
جاودان	۰	۰	۰	۰	۰
سپینود	۰	۰	۰	۰	۰
آگاس	0.632826	0.512552	0.392279	0.272005	0.151731
دریا	0.26312	0.224478	0.185837	0.147196	0.108555
اطلس	0.621217	0.515418	0.409618	0.303819	0.198019
آوا	0.122344	0.115255	0.108167	0.101079	0.09399
ثروتم	0.516305	0.417419	0.318534	0.219649	0.120764
اکسیژن	0.658863	0.531273	0.403684	0.276094	0.148504
خلیج	0.846429	0.672746	0.499064	0.325381	0.151699
خبرگان	0.162686	0.140493	0.118299	0.096105	0.073911
فراز	0.180991	0.166166	0.15134	0.136515	0.121689
کاریس	0.525379	0.43766	0.34994	0.26222	0.174501
انار	0.263575	0.220857	0.178139	0.13542	0.092702
ثروت ساز	۰	۰	۰	۰	۰
هیوا	0.492427	0.426261	0.360095	0.293929	0.227764
زرین	0.366058	0.300492	0.234927	0.169362	0.103796
ثهام	0.504051	0.41714	0.330228	0.243317	0.156406
تکپاد	0.295126	0.240785	0.186444	0.132103	0.077762
ارزش	0.910739	0.731885	0.553032	0.374178	0.195324
تیام	0.121357	0.117556	0.113755	0.109954	0.106152
آتیمس	0.374618	0.30923	0.243841	0.178453	0.113064
ثنا	0.720807	0.583307	0.445807	0.308307	0.170808
مدیر	0.280611	0.250927	0.221244	0.19156	0.161876
پادا	0.56623	0.4806	0.39497	0.30934	0.22371
برلیان	0.360447	0.298051	0.235656	0.17326	0.110864
اوج	0.618156	0.509726	0.401296	0.292866	0.184436
آساس	0.65165	0.530943	0.410236	0.289529	0.168822
تاراز	0.382636	0.313123	0.24361	0.174097	0.104585

مدل وزنی راسل (مدل جهت‌دار غیرشعاعی با وزن‌های ترجیحی) با هدف ارزیابی عملکرد نسبی صندوق‌های سرمایه‌گذاری، نمره‌ای تحت عنوان نمره ناکارایی برای هر واحد تصمیم‌گیرنده محاسبه می‌کند. در این مدل، هرچه نمره ناکارایی به صفر نزدیک‌تر باشد، عملکرد آن صندوق بهتر و کاراتر تلقی می‌شود. بر این اساس، صندوق‌هایی که نمره ناکارایی آن‌ها برابر با صفر است، در جایگاه بهینه قرار گرفته و به‌عنوان صندوق‌های مرجع یا الگو برای سایر صندوق‌ها محسوب می‌شوند. در جدول نتایج مدل، نمرات ناکارایی برای هر یک از صندوق‌ها در پنج سناریوی مختلف از مقادیر ترجیحی λ (ترکیب وزن ریسک و بازده) گزارش شده است. بررسی این نمرات نشان می‌دهد که سه صندوق "سپینود"، "جاودان" و ثروت ساز در تمامی سناریوهای مدل، نمره ناکارایی صفر کسب کرده‌اند. این موضوع حاکی از آن است که این دو صندوق در تمامی ترجیحات تصمیم‌گیرنده، عملکردی کاملا کارا از خود نشان داده‌اند و در نتیجه، به‌عنوان صندوق‌های برتر و مرجع در این پژوهش شناخته می‌شوند. در ادامه، به‌منظور تحلیل دقیق‌تر عملکرد صندوق‌ها، فرایند رتبه‌بندی آن‌ها در هر یک از سناریوهای پنج‌گانه مدل ارایه شده و مبنایی برای مقایسه با رتبه‌بندی‌های مبتنی بر شاخص‌های سنتی عملکرد مانند نسبت شارپ و نسبت سورتینو قرار می‌گیرد.

جدول ۴- رتبه‌بندی صندوق‌ها با مدل راسل.

Table 4- Ranking of funds using the Russell model.

نام صندوق	رتبه در سناریوی اول	رتبه در سناریوی دوم	رتبه در سناریوی سوم	رتبه در سناریوی چهارم	رتبه در سناریوی پنجم
ثمین	15	14	14	13	10
درسا	8	7	7	4	5
صدف	9	8	8	5	4
پرتو	14	15	17	18	19
جاودان	2	2	3	3	3
سپینود	1	1	1	1	2
آگاس	27	26	24	23	22
دریا	10	11	11	12	14
اطلس	26	27	28	28	30
آوا	5	4	4	7	9
ثروتم	22	21	20	20	17
اکسیژن	29	29	27	24	20
خلیج	31	31	31	31	21
خبرگان	6	6	6	6	6
فراز	7	9	9	11	18
کاریس	23	23	22	22	27
انار	11	10	10	10	8
ثروت ساز	3	3	2	2	1
هیوا	20	22	23	27	32
زرین	17	17	15	14	11
ثهام	21	20	21	21	23
تکپاد	13	12	12	9	7
ارزش	32	32	32	32	29
تیام	4	5	5	8	13
آتیمس	18	18	19	17	16
ثنا	30	30	30	29	26
مدیر	12	13	13	19	24
پادا	24	24	25	30	31
برلیان	16	16	16	15	15
اوج	25	25	26	26	28
آساس	28	28	29	25	25
تاراز	19	19	18	16	12

۱-۶- رتبه‌بندی صندوق‌های سرمایه‌گذاری بر اساس شاخص‌های سنتی عملکرد

پس از اجرای مدل و استخراج نمرات ناکارایی و رتبه‌بندی مربوطه، در این بخش به رتبه‌بندی صندوق‌های سرمایه‌گذاری بر اساس دو شاخص سنتی ارزیابی عملکرد، یعنی نسبت شارپ و نسبت سورتینو پرداخته می‌شود. این شاخص‌ها از جمله پرکاربردترین معیارها در تحلیل‌های مالی برای سنجش بازدهی تعدیل‌شده با ریسک به‌شمار می‌روند. در ادامه، رتبه‌بندی صندوق‌ها بر اساس این دو شاخص ارایه می‌گردد تا زمینه برای مقایسه و آزمون فرضیه‌های پژوهش در خصوص همبستگی و تفاوت میان نتایج روش‌های مختلف فراهم شود.

جدول ۵- رتبه‌بندی صندوق‌ها بر اساس نسبت شارپ.
Table 5- Ranking of funds based on Sharpe ratio.

نام صندوق	میانگین رتبه شارپ در سه بازه سه‌ماهه، شش‌ماهه و دوازده‌ماهه
ثمین	13
درسا	9
صدف	4
پرتو	11
جاودان	8
سپینود	1
آگاس	24
دریا	10
اطلس	25
آوا	7
ثروتم	20
اکسیژن	28
خلیج	31
خبرگان	6
فراز	2
کاریس	22
انار	15
ثروت ساز	3
هیوا	23
زرین	18
ثهام	21
تکپاد	12
ارزش	32
تیام	5
آتیمس	19
ثنا	30
مدیر	14
پادا	26
برلیان	16
اوج	27
آساس	29
تاراز	17

جدول ۶- رتبه‌بندی صندوق‌ها بر اساس نسبت سورتینو.
Table 6- Ranking of funds based on Sortino ratio.

نام صندوق	میانگین رتبه سورتینو در سه بازه سه‌ماهه، شش‌ماهه و دوازده‌ماهه
ثمین	12
درسا	9
صدف	6
پرتو	10
جاودان	4
سپینود	1
آگاس	25
دریا	11
اطلس	23
آوا	7
ثروتم	20
اکسیژن	27
خلیج	29
خبرگان	5
فراز	3
کاریس	22
انار	14
ثروت ساز	2
هیوا	24
زرین	16
ثهام	21
تکپاد	13
ارزش	32
تیام	8
آتیمس	19
ثنا	31
مدیر	15
پادا	26
برلیان	18
اوج	28
آساس	30
تاراز	17

جدول ۷- مقایسه رتبه‌بندی‌ها.
Table 7- Comparison of rankings.

نام صندوق	میانگین رتبه در مدل راسل	رتبه در نسبت شارپ	رتبه در نسبت سورتینو
ثمین	13.2	13	12
درسا	6.2	9	9
صدف	6.8	4	6
پرتو	16.6	11	10
جاودان	2.6	8	4
سپینود	1.2	1	1
آگاس	24.4	24	25
دریا	11.6	10	11
اطلس	27.8	25	23
آوا	6.6	7	7

جدول ۷- ادامه.
Table 7- Continued.

نام صندوق	میانگین رتبه در مدل راسل	رتبه در نسبت شارپ	رتبه در نسبت سورتینو
ثروتم	20.0	20	20
اکسیژن	25.8	28	27
خلیج	29.0	31	29
خبرگان	6.0	6	5
فراز	10.8	2	3
کاریس	23.4	22	22
انار	9.8	15	14
ثروت ساز	2.2	3	2
هیوا	24.8	23	24
زرین	14.8	18	16
ثهام	21.2	21	21
تکپاد	10.6	12	13
ارزش	31.4	32	32
تیام	7.0	5	8
آتیمس	17.6	19	19
ثنا	29.0	30	31
مدیر	16.2	14	15
پادا	26.8	26	26
برلیان	15.6	16	18
اوج	26.0	27	28
آساس	27.0	29	30
تاراز	16.8	17	17

۲-۶- تفسیر نتایج تحقیق بر اساس مبانی مالی

نتایج اجرای مدل راسل وزنی نشان داد که عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری با تغییر وزن ترجیحی میان ریسک و بازده (λ) نوسان دارد. به‌ویژه در سناریوهای چهارم و پنجم که وزن ریسک افزایش یافته است، میانگین ناکارایی صندوق‌ها کاهش یافته و صندوق‌هایی با تنوع دارایی بالاتر و مدیریت ریسک موثرتر عملکرد بهتری نشان داده‌اند. این یافته با نظریه پرتفوی مارکویتز هم‌خوانی دارد، زیرا سرمایه‌گذار عقلایی به دنبال حداکثرسازی بازده در سطحی مشخص از ریسک است. کاهش ناکارایی در این سناریوها نشان می‌دهد که بخش قابل‌توجهی از ناکارایی اولیه ناشی از ناتوانی صندوق‌ها در دستیابی به بازده صندوق‌های مرجع بوده است. در واقع، کارایی صندوق‌ها نه‌تنها به سطح بازده، بلکه به تعادل میان ریسک پذیرفته‌شده و بازده تحقق‌یافته وابسته است. برای سنجش اعتبار مدل، میانگین رتبه‌های صندوق‌ها در مدل راسل وزنی با شاخص‌های شارپ و سورتینو مقایسه شد. نتایج نشان داد که همگرایی قابل‌توجهی میان این سه معیار وجود دارد؛ به‌ویژه صندوق‌های "سپینود" و "ثروت‌ساز" در هر سه روش رتبه‌های برتر و صندوق‌های "جاودان" و "خبرگان" در رتبه‌های تک‌رقمی قرار گرفتند. در مقابل، صندوق‌هایی مانند "ارزش"، "خلیج"، "ثنا" و "آساس" در هر سه روش در رتبه‌های پایین بودند که اعتبار مدل را تقویت می‌کند. برخی تفاوت‌ها نیز مشاهده شد؛ مثلا صندوق "فراز" در شاخص‌های شارپ و سورتینو رتبه دوم و سوم داشت، اما در مدل راسل وزنی جایگاه متوسطی گرفت. این تفاوت به دلیل منطق تحلیلی متفاوت مدل‌هاست؛ شاخص‌های سنتی تنها بازده تعدیل‌شده با ریسک را در نظر می‌گیرند، اما مدل راسل وزنی وزن‌های متفاوتی برای ریسک و بازده اعمال می‌کند و دیدگاه چندبعدی‌تری ارایه می‌دهد. به‌طورکلی، یافته‌ها نشان می‌دهند که مدل راسل وزنی ضمن همگرایی با شاخص‌های سنتی، تصویر دقیق‌تری از عملکرد صندوق‌ها بر اساس ترجیحات مختلف ریسک و بازده ارایه می‌کند و می‌تواند به‌عنوان ابزاری مکمل و کاربردی برای ارزیابی عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری مورداستفاده قرار گیرد.

۶-۳- تحلیل نتایج آزمون فرضیه‌ها

فرضیه‌های این پژوهش با هدف سنجش اعتبار، انعطاف‌پذیری و توان تفکیک مدل وزنی راسل در مقایسه با شاخص‌های سنتی بازده تعدیل‌شده با ریسک (شارپ و سورتینو) مورد آزمون قرار گرفتند. در خصوص **فرضیه ۱** و **فرضیه ۲**، آزمون همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن نشان داد که بین رتبه‌بندی صندوق‌ها بر اساس مدل راسل وزنی و شاخص‌های سنتی رابطه مثبت، قوی و معناداری وجود دارد (ρ بین ۰٫۸۰۰ تا ۰٫۹۶۹ برای شارپ) و $\rho <$ *0.94* برای سورتینو)، سطح معناداری این همبستگی ب نشان می‌دهد که مدل راسل ساختار کلی رتبه‌بندی‌های متعارف را به‌درستی بازتولید کرده و با شاخص‌های کلاسیک هم‌راستاست. درعین‌حال، مدل غیرشعاعی راسل قادر است تفکیک دقیق‌تری میان صندوق‌های با کارایی نزدیک به مرز کارا ایجاد کند که در شاخص‌های سنتی کمتر دیده می‌شود. برای **فرضیه ۳** و **فرضیه ٤**، یافته‌ها نشان داد که صندوق‌هایی که در تمامی پنج سناریوی مدل راسل وزنی رتبه‌ای کمتر از ۵ کسب کردند، از نظر نسبت‌های شارپ و سورتینو نیز عملکرد برتری داشتند. این نتیجه تایید می‌کند که مدل راسل توانایی شناسایی صندوق‌های با بازده تعدیل‌شده با ریسک بالا و عملکرد پایدار را دارد و می‌تواند اثر نوسانات کوتاه‌مدت بازار را کنترل کند. در مورد **فرضیه ۵**، آزمون فریدمن نشان داد که تغییر در وزن‌های λ به‌طور معناداری بر رتبه‌بندی صندوق‌ها تاثیر دارد. این موضوع نشان‌دهنده انعطاف‌پذیری مدل در بازتاب ترجیحات متنوع سرمایه‌گذاران نسبت به ریسک و بازده است و امکان شبیه‌سازی سناریوهای مختلف از ریسک‌گریز تا ریسک‌پذیر را فراهم می‌کند. در مجموع، یافته‌ها نشان می‌دهند که مدل وزنی راسل چارچوبی جامع برای ارزیابی چندبعدی عملکرد صندوق‌ها ارایه می‌دهد، ضمن هم‌راستایی با شاخص‌های سنتی، دارای قدرت تفکیک بالاتر بوده و می‌تواند در بهبود تصمیم‌گیری مدیران صندوق‌ها و سرمایه‌گذاران نهادی نقش موثری ایفا کند. این مدل علاوه بر ارزش نظری، کاربرد عملی قابل‌توجهی در تحلیل دقیق‌تر پویایی‌های ریسک و بازده در بازار سرمایه دارد.

۶-۴- پیامدهای نظری

یافته‌ها نشان می‌دهد مدل وزنی راسل و رویکردهای ترکیبی تحلیل پوششی داده‌ها مزایای قابل‌توجهی نسبت به روش‌های سنتی دارند، از جمله تحلیل چندبعدی صندوق‌ها، شناسایی اثر ورودی‌ها و خروجی‌های نامطلوب بر ناکارایی و ارایه تصویری جامع و دقیق از عملکرد صندوق‌ها، به‌ویژه در تفکیک صندوق‌های کارا و فوق‌کارا. این مدل‌ها ضمن افزایش دقت رتبه‌بندی، محدودیت‌های روش‌های کلاسیک را کاهش می‌دهند.

۶-۵- پیشنهادهای کاربردی

سرمایه‌گذاران: انتخاب پرتفوی بهینه بر اساس ترجیحات ریسک و بازده، مقایسه صندوق‌ها در بازه‌های مختلف و شناسایی صندوق‌های پایدار بلندمدت.

مدیران صندوق‌ها: شناسایی بخش‌های ناکارآمد، بهینه‌سازی ورودی‌ها و پرتفوی و استفاده از اطلاعات کارایی برای تدوین استراتژی‌های مدیریتی.

سیاست‌گذاران و نهادهای نظارتی: تدوین مقررات بهبود کارایی، پایش عملکرد صندوق‌ها و کاهش ریسک سیستماتیک در بازار سرمایه.

۶-۶- پیشنهادهای برای تحقیقات آتی

پژوهش‌های آینده می‌توانند صندوق‌های دیگر (پوشش ریسک، مختلط، فلزات گران‌بها) را بررسی کنند، بازه‌های زمانی متفاوت را لحاظ نمایند و از مدل‌های ترکیبی و چندمعیاره برای تحلیل جامع‌تر استفاده کنند. تمرکز بر شاخص‌های عملیاتی و ریسک، مانند هزینه‌ها، کیفیت مدیریت دارایی‌ها و ریسک سیستماتیک، امکان شناسایی عوامل کلیدی موثر بر کارایی صندوق‌ها را فراهم می‌کند.

تشکر و قدردانی

از تمامی مشارکت‌کنندگان در پژوهش بابت ارایه اطلاعات ارزشمند و همکاری موثر صمیمانه سپاسگزاری می‌شود.

منابع مالی

این تحقیق بدون کمک هزینه تحقیق انجام شده است.

تعارض با منافع

بنا بر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

منابع

[1] Ghaziyani, K., Bagheri, S. F., Ejlali, B., & others. (2020). Performance evaluation of mutual funds using the value-based DEA method. *Innovation Management and Operational Strategies*, *1*(1), 82-97. (**In Persian**). https://doi.org/10.22105/imos.2021.261345.1009

[2] Safaei, G. K. A., Yahyazadehfar, M., & Shokouhi, B. (2007). Measuring the efficiency of investment company using data envelopment analysis (deal Tehran Stock Exchange. *Journal of the Faculty of Humanities and Social Sciences*, *7*(25), 97-120. (**In Persian**). https://sid.ir/paper/401813/en

[3] Moreno, D., Marco, P., & Olmeda, I. (2006). Self-organizing maps could improve the classification of Spanish mutual funds. *European Journal of Operational Research*, *174*(2), 1039–1054. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2004.12.018

[4] Moradi-Motlagh, A., & Jubb, C. (2020). Examining irresponsible lending using non-radial inefficiency measures: Evidence from Australian banks. *Economic Analysis and Policy*, *66*, 96–108. https://doi.org/10.1016/j.eap.2020.03.003

[5] Tajmir Riyahi, H., Esmaeili, S., & Habibi, M. H. (2018). Evaluating the efficiency of mutual funds based on DEA models. *Research in Production and Operations Management*, *7*(1), 83-102. (**In Persian**). https://doi.org/10.22108/jpom.2016.20913

[6] Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, *2*(6), 429–444. https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8

[7] Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society Series A: Statistics in Society*, *120*(3), 253–281. https://academic.oup.com/jrsssa/article/120/3/253/7101561

[8] Madhej, D., Sanei, M., & Shoja, N. (2015). Using a neural network to determine input contraction, output expansion, and efficiency of decision-making units in the Russell model. *New Research in Mathematics*, *4*(1), 71-80. (**In Persian**). https://sanad.iau.ir/Journal/jnrm/Article/798794

[9] Chen, P. C., Yu, M. M., Chang, C. C., Hsu, S. H., & Managi, S. (2015). The enhanced Russell-based directional distance measure with undesirable outputs: numerical example considering CO2 emissions. *Omega*, *53*, 30–40. https://doi.org/10.1016/j.omega.2014.12.001

[10] Valadkhani, A., & Moradi-Motlagh, A. (2023). An empirical analysis of exchange-traded funds in the US. *Economic Analysis and Policy*, *78*, 995–1009. https://doi.org/10.1016/j.eap.2023.05.002

[11] Barros, C. P., Managi, S., & Matousek, R. (2012). The technical efficiency of the Japanese banks: Non-radial directional performance measurement with undesirable output. *Omega*, *40*(1), 1–8. https://doi.org/10.1016/j.omega.2011.02.005

[12] Rahmani, A., Hosseini, S. A., & Kashef, M. (2016). The effects of mutual fund attributes on mutual fund performance. *Asset Management and Financing*, *4*(2), 15–28. file:///C:/Users/Administrator/Desktop/4022013951302 (1).pdf

[13] Rahmani Asl, F., Sinai, H., & Nisi, A. (2021). Forming a portfolio of exchange-traded funds with a combined approach of clustering and aggregation of differentiating utilities. *Quarterly Scientific Research Journal of Quantitative Economics*, *18*(1), 79-96. (**In Persian**). https://journals.scu.ac.ir/article_15798.html

[14] Salardini, F., & Tabrizi, H. A. (2020). Performance evaluation of actively managed mutual funds and the puzzle of their acceptance by investors. *Journal of Financial Management Perspective*, *10*(31), 103-127. (**In Persian**). https://doi.org/10.52547/jfmp.10.31.103

[15] Hejazi, R., Jafari Seresht, D., & Delshadi, M. (2011). Building an improved index fund using genetic algorithms. *Stock Exchange*, *4*(14), 135-157. **(In Persian**). https://www.sid.ir/paper/484371/fa

[16] Mashayekh, Sh., Ghodrati, M., Mohammadi, F. (2011). An overview of mutual funds and index funds. *Accounting and Social Benefits*, *1*(1), 59-84. (**In Persian**). https://doi.org/10.22051/ijar.2013.429

[17] Tehrani, R., Eslami Bidgoli, Gh., & Vaisizadeh, S. (2013). Evaluating portfolio management performance using Sortino, optimal potential and omega criteria in investment companies listed on the Tehran Stock Exchange. *Financial Management Perspective*, *2*(5), 53-64. (**In Persian**). https://jfmp.sbu.ac.ir/article_94496.html?lang=fa

[18] Shayeganmehr, A., Zamanian, G. R., & ShahikiTash, M. N. (2016). Performance evaluation of mutual funds by stochastic dominance criteria and comparing with sharp ratio and sortino ratio. *Asset Management and Financing*, *3*(4), 67-84. (**In Persian**). https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.23831170.1394.3.4.5.1

[19] Ajalli, M., & Safari, H. (2011). Analysis of the technical efficiency of the decision making units making use of the synthetic model of performance predictor neural networks, and data envelopment analysis (case study: Gas National Co. Of Iran). *Advances in Industrial Engineering*, *45*(1), 13-29. (**In Persian**). https://aie.ut.ac.ir/article_23236_0.html

[20] Hosseini, A., Khalili Damghani, K., & Emami Meybodi, A. (2016). Analyzing the technical-environmental efficiency of Iranian oil refineries using a multi-objective, multi-period fuzzy network data envelopment analysis model. *Industrial Management Studies*, *14*(42), 123-167. (**In Persian**). https://journals.atu.ac.ir/article_5718.html

[21] Hosseinzadeh, E., Nasrabadi, N., & Tayyebi, J. (2022). Introduction to data envelopment analysis and its application in the oil industry. *Quarterly Journal of Industrial Technology Development*, *20*(47), 29-40. (**In Persian**). https://doi.org/10.22034/jtd.2022.252175

[22] Fukuyama, H., & Weber, W. L. (2009). Estimating indirect allocative inefficiency and productivity change. *Journal of the Operational Research Society*, *60*(11), 1594–1608. https://doi.org/10.1057/jors.2009.62

[23] Seiford, L. M., & Zhu, J. (2002). Modeling undesirable factors in efficiency evaluation. *European Journal of Operational Research*, *142*(1), 16–20. https://doi.org/10.1016/S0377-2217(01)00293-4

[24] Färe, R., & Lovell, C. A. K. (1978). Measuring the technical efficiency of production. *Journal of Economic Theory*, *19*(1), 150–162. https://doi.org/10.1016/0022-0531(78)90060-1

[25] Charnes, A., Cooper, W. W., Golany, B., Seiford, L., & Stutz, J. (1985). Foundations of data envelopment analysis for Pareto-Koopmans efficient empirical production functions. *Journal of Econometrics*, *30*(1–2), 91–107. https://doi.org/10.1016/0304-4076(85)90133-2

[26] Fukuyama, H., & Weber, W. L. (2010). A slacks-based inefficiency measure for a two-stage system with bad outputs. *Omega*, *38*(5), 398–409. https://doi.org/10.1016/j.omega.2009.10.006

[27] Chen, P. C., Yu, M. M., Chang, C. C., Hsu, S. H., & Managi, S. (2015). Nonradial directional performance measurement with undesirable outputs: An application to OECD and non-OECD countries. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, *14*(03), 481–520. https://doi.org/10.1142/S0219622015500091

[28] Kordbacheh, H., Hozoori, M. J., & Ali, M. (2012). Risk-adjusted performance of Iranian mutual funds. *Journal of Economic Research and Policies*, *20*(63), 51-82. (**In Persian**). http://qjerp.ir/article-1-468-fa.html

[29] Mehregan, F. (2020). Examining the efficiency of investment funds with a different approach from data envelopment analysis. *Journal of Financial Engineering and Securities Management*, *11*(45), 445-460. (**In Persian**). https://civilica.com/doc/1146682/

[30] Masoumi Hajir, M., Rakhshan, F., & Alirezaee, M. R. (2022). Efficiency measurement of mutual fund families performance in Iran using two-stage DEA models. *Journal of Investment Knowledge*, *11*(42), 111-130. (**In Persian**). https://www.jik-ifea.ir/article_19343.html?lang=en

[31] Henriques, C. O., Neves, M. E., Castelão, L., & Nguyen, D. K. (2022). Assessing the performance of exchange traded funds in the energy sector: A hybrid DEA multiobjective linear programming approach. *Annals of Operations Research*, *313*(1), 341–366. https://doi.org/10.1007/s10479-021-04323-6

[32] Sharma, G., & Sharma, V. (2018). Performance evaluation of equity mutual funds using data envelopment analysis. *International Journal of Financial Services Management*, *9*(1), 1–13. https://doi.org/10.1504/IJFSM.2018.089915

[33] Ghazi Fard, A. M., Jamshidi, H., & Pourmostafi Khoshkroudi, M. (2012). Prioritizing factors affecting the performance of investment funds using a combined model. *Scientific-Research Quarterly: Business Management Explorations*, *4*(8), 1-29. (**In Persian**). https://civilica.com/doc/916395/

[34] Sortino, F. A., & Price, L. N. (1994). Performance measurement in a downside risk framework. *The Journal of Investing*, *3*(3), 59–64. https://doi.org/10.3905/joi.3.3.59

[35] Mesbahi-Moghaddam, Gh., Asgari, M. M., & Alinaghi Langari, M. A. (2013). Comparison of risk and return between the time-value based contracts and economic value- added based contracts according to Sharp, Jenson and Trinor measures. *Islamic Finance Research*, *2*(2), 157-178. (**In Persian**). https://doi.org/10.30497/ifr.2013.1646

[36] Ebadi, J., Elahi, N., & Hooshmand, S. (2020). Systemic risk and mutual fund. *Applied Theories of Economics*, *7*(2), 199-222. (**In Persian**). https://doi.org/10.22034/ecoj.2020.11286