

An Overview of the Researches Conducted in the Field of Evaluating the Performance of Pension Funds Using Data Envelopment Analysis

Reza Besharati¹, Mohammad Khodabakhshi^{1*}

¹ Department of Industrial and Applied Mathematics Sciences, Faculty of Mathematics and Computer Science, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

* Corresponding author email address: mkhbakhshi@yahoo.com

Article Info

ABSTRACT

Article type:

Review Article

How to cite this article:

Besharati, R., & Khodabakhshi, M. (2025). An Overview of the Researches Conducted in the Field of Evaluating the Performance of Pension Funds Using Data Envelopment Analysis. *Decision Science and Intelligent Systems*. 2(2), 1-39.



© 2025 the authors. Published by KMAN Publication Inc. (KMANPUB), Ontario, Canada. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License.

In this research, a description of methods based on data envelopment analysis, including CCR, BCC, SBM, envelopment analysis with combined data (MV-DEA) and a two-stage network method, is described. Also, types of pension funds from different perspectives, including defined benefit (BC) and defined contribution (DC) and mixed, private and public, open and closed, socially responsible (ethical) and irresponsible (immoral) funds, independent funds, semi-independent and complete are introduced. Using the aforementioned analytical methods, the efficiency of each type of fund is compared with other funds and their performance is evaluated (overview). By observing the obtained results, we find that one of the reasons for the diversity in the conclusions can be the difference in the selection of input and output data for each research.

Keywords: Pension Fund, Data Envelopment Analysis (DEA), Performance Evaluation (Efficiency)

Introduction

Pension funds collect, save, and invest financial resources to provide retirement income for their members and act as financial intermediaries by converting household savings into investments in the economy. Inefficiency in these funds can increase investment costs and reduce consumer welfare. Various models, such as financial ratios and risk-adjusted methods, are used to evaluate fund performance. One effective method is Data Envelopment Analysis (DEA), which assesses the relative efficiency of funds in a multidimensional framework by comparing them without the need for a specific functional form.

Pension Funds are classified based on various criteria, such as ownership type, service provision, member type, financial circulation, risk coverage, and social responsibility standards:

1. Ownership Type: Pension funds are divided into governmental (state-controlled) and non-governmental (managed by private entities or individuals).

2. Service Provision:

Defined Benefit (DB): A fixed amount is provided to retirees, regardless of fund performance.

Defined Contribution (DC): Retirement benefits depend on the returns from investments.

Hybrid: A combination of both previous methods, with a minimum defined benefit guaranteed for members.

3. Member Type:

Closed Funds: Designed for a specific group within society, such as employees of a particular organization.

Open Funds: Accessible to all individuals in society.

4. Financial Circulation and Funding:

Direct Payment: Benefits are funded directly from premiums paid by active employees.

Indirect Payment: Premiums are invested, and pension benefits are paid from the investment returns.

5. Risk Coverage:

Independent Funds: Risks are managed internally by the fund.

Semi-Independent Funds: Some risks are transferred to insurance companies.

Fully Insured: All risks are covered by insurance companies.

6. Social Responsibility: Pension funds may avoid investments in industries like gambling and fossil fuels, instead prioritizing sectors like clean technology and social justice.

Additionally, funds are categorized by geographical scope into domestic and international, and by membership type into retail and corporate. This classification framework facilitates analysis and comparison of the efficiency of various pension funds.

Data Envelopment Analysis

Data Envelopment Analysis (DEA) is a method for evaluating the efficiency of decision-making units (DMUs) using linear programming. This approach allows relatively simple analysis of complex relationships between multiple inputs and outputs. Different models exist within DEA, each optimized for specific scenarios(Charnes et al., 1978; Jahanshahloo et al., 2011; Cook & Seiford, 2009; Charnes & Cooper, 1962):

1. CCR Model: Introduced by Charnes, Cooper, and Rhodes, this model evaluates the efficiency of units with constant returns to scale.
 2. BCC Model: Developed by Banker, Charnes, and Cooper, this model is designed for units with variable returns to scale.
 3. SBM Model: This non-radial model enables simultaneous reduction of inputs and increase of outputs, allowing for a more flexible evaluation.
 4. MV-DEA Model: Suitable for DMUs with different inputs and outputs across various industries, this model facilitates comparisons between units with diverse cultural and regulatory contexts.
 5. Two-Stage Network DEA Model: This model evaluates the overall and partial performance of DMUs across two stages, enabling assessment of inputs and outputs at different stages in a process.
- These models are widely applied across industries, including finance and pension funds, helping managers identify and improve inefficient units.

Findings and Results

In selecting input and output data for performance analysis in the DEA model, there is no unique method. Various approaches can be used, including expert opinions, principal component analysis, or step-by-step methodologies. Inputs and outputs are performance metrics, and the correct selection of these can provide valuable information for managers. In different studies, inputs and outputs have been selected in various ways. For instance, a study in the Canadian pension industry found that out of 90 defined benefit plans, 33 units were efficient. Another study in Chile evaluated the efficiency of pension funds using a two-stage DEA approach, revealing changes in technical efficiency over time. Additionally, research in Australia and Portugal examined the efficiency of pension funds, with results indicating significant performance differences among various types of funds. Ultimately, factors influencing efficiency included fund size, investment diversity, and operational costs, highlighting the impact of the competitive and regulatory environment on pension fund efficiency. (Badrizadeh & Paradi, 2020; Sathye, 2011; Caretta, 2017; Seran et al., 2022; Miszczyńska & Miszczyński, 2007; Ali, 2016; Garcia 2010; Barrientos & Boussofiane, 2005)

Conclusion

1. Reforming Pension Fund Management: Changes in pension fund management are essential and occurring globally. Recent research in different societies aims to identify effective reform methods based on unique local conditions.
2. Diverse Research Results: Research outcomes vary, often contradicting each other due to factors like political decisions, economic conditions, social and cultural contexts, and the choice of input and output data. The selection of data is crucial, as similar inputs often lead to more aligned results.
3. Performance Evaluation: Various parameters affect pension fund management performance. However, studies typically rely on readily available parameters, limiting their applicability, although they provide insights into the status of pension funds.
4. Access to Data: Confidentiality of pension fund information often limits access to new data for research, resulting in many useful findings being unpublished. Reviewing pension laws and services in different countries is essential for learning from their experiences.

5. Pension Reforms Worldwide: Countries like Chile, Peru, Argentina, and others have implemented pension reforms aimed at market-driven services and competition. Brazil is noted for having a defensible pension system before recent reforms.

6. Growth of Self-Managed Pension Funds: The number of self-managed pension funds is increasing, with over a million members opting to manage their own funds due to unsatisfactory returns from institutional funds. However, this may lead to excessive financial risk for employees.

7. World Bank Insights: The World Bank's 1994 report suggested decentralized plans have more incentives for efficient performance than centralized, monopolistic systems, though this is debated in literature.

8. Cost Efficiency in Financial Institutions: There are savings of scale in financial institutions, with studies indicating that larger banks tend to have lower average costs. These findings suggest that size differences in institutions contribute to efficiency gains beyond mere scale.

9. Future Trends: The World Bank anticipated that new entrants in competitive markets like Chile would lead to reduced costs and fees.

This summary highlights the key points regarding the reform and evaluation of pension funds and the influences of various factors on their performance.

مروری بر پژوهش های انجام شده در ارزیابی عملکرد صندوق های بازنشتی با استفاده از تحلیل پوششی داده ها

رضا بشارتی^۱، محمد خدابخشی^{۱*}

۱. گروه ریاضیات کاربردی و صنعتی، دانشکده علوم ریاضی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

*ایمیل نویسنده مسئول: mkhbakhshi@yahoo.com

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله

مقاله مروری

نحوه استناد به این مقاله:

بشارتی، رضا، و خدابخشی، محمد. (۱۴۰۴). مروری بر پژوهش های انجام شده در ارزیابی عملکرد صندوق های بازنشتی با استفاده از تحلیل پوششی داده ها. علم تصمیم گیری و سیستم های هوشمند، ۲(۲)، ۱-۳۹.



© ۱۴۰۴ تمامی حقوق انتشار این مقاله متعلق به نویسنده است. انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با گواهی (CC BY-NC 4.0) صورت گرفته است.

در این پژوهش شرحی از روش های مبتنی بر تحلیل پوششی داده ها از جمله روش های CCR، BCC، SBM، تحلیل پوششی با داده های ترکیبی (MV-DEA) و یک روش شبکه ای دومرحله ای بیان می شود. همچنین انواع صندوق های بازنشتی از دیدگاه های مختلف از جمله صندوق های بازنشتی مزیت معین و مشارکت معین و ترکیبی، خصوصی و دولتی، باز و بسته، صندوق های با مسئولیت اجتماعی (اخلاقی) و مسئولیت ناپذیر، صندوق های مستقل، نیمه مستقل و کامل معرفی می شود. با مرور پژوهش های مختلف که در آن با استفاده از روش های تحلیلی یاد شده، میزان کارایی هر یک از انواع صندوق ها با سایر صندوق ها مقایسه شده و عملکرد آن ها مورد ارزیابی قرار گرفته، نتایج بدست آمده را مورد بررسی قرار می دهیم. این پژوهش ها در کشورهای مختلف با ساختارهای اقتصادی متفاوت انجام شده است. نتایج بدست آمده در پژوهش ها متنوع هستند. با مشاهده نتایج به دست آمده درمی یابیم که یکی از علت های تنوع در نتیجه گیری ها می تواند تفاوت در انتخاب داده های ورودی و خروجی برای هر پژوهش باشد. همچنین ساختارهای فرهنگی و سیاسی متفاوت در مناطق مختلف نیز می تواند در نتایج بدست آمده مؤثر باشد.

کلیدواژگان: صندوق بازنشتی، تحلیل پوششی داده ها، DEA، ارزیابی عملکرد (کارایی)

۱. مقدمه

صندوق‌های بازنشستگی وجوهی را جمع‌آوری، پس‌انداز و سرمایه‌گذاری می‌کنند که توسط حامیان مالی و اعضای آن‌ها به صندوق واریز می‌شود تا در آینده درآمد بازنشستگی مناسبی برای ذی‌نفعان فراهم شود (Davis, 1995). این صندوق‌ها همچنین واسطه‌های مالی هستند که پس‌انداز خانوار را به سرمایه‌گذاری تبدیل کرده و همچنین شرایطی را فراهم می‌کنند که خانوارها مصرف خود را در دوره‌های بسیار طولانی برنامه‌ریزی و مدیریت کنند (Barr & Diamond, 2006; Kadarisman & Wahyuni, 2010). از طرف دیگر سرمایه‌ی مورد نیاز برای سرمایه‌گذاری در اقتصاد را فراهم می‌کنند (Bijlsma et al., 2018; Thomas & Spataro, 2016). بنابراین، موضوع کلیدی برای صندوق‌های بازنشستگی این است که آن‌ها چگونه این عملکرد واسطه‌گری را برای ارائه‌دهندگان (یعنی مشارکت‌کنندگان در صندوق‌های بازنشستگی) و استفاده‌کنندگان سرمایه انجام می‌دهند. ناکارآمدی صندوق‌های بازنشستگی هزینه‌های سرمایه‌گذاری را برای شرکت‌ها افزایش می‌دهد. علاوه بر این، ناکارآمدی در مدیریت صندوق‌های بازنشستگی، مزایای بازنشستگی مشارکت‌کنندگان را کاهش می‌دهد و میزانی را که باید برای تأمین بازنشستگی خود پس‌انداز کنند افزایش می‌دهد و در نتیجه مصرف و رفاه آن‌ها را کاهش می‌دهد. با توجه به افزایش امید به زندگی و سطح رفاه اجتماعی و همچنین افزایش میزان تعهدات و تعداد اعضای صندوق‌های بازنشستگی که منجر به بازپرداخت مبلغ بیشتر در مدت زمان طولانی‌تر از طرف صندوق‌های بازنشستگی شده است؛ نیاز به ایجاد تغییراتی در صندوق‌های بازنشستگی و یا تشکیل صندوق‌هایی با قابلیت‌های تازه‌تر برای تأمین دوران بازنشستگی کارکنان و فعالان اقتصادی، به شدت در جوامع مختلف احساس شده است. با توجه به اهمیت موضوع و نو بودن این صندوق‌ها در ایران، به منظور استفاده از تجربیات سایر کشورها در این نوشتار، مجموعه‌ای از پژوهش‌های صورت گرفته در زمینه صندوق‌های بازنشستگی، با تأکید بر رویکرد استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها را گردآوری کرده و نتایج بدست آمده از آن‌ها را مورد بررسی قرار می‌دهیم.

سنجش عملکرد صندوق‌های بازنشستگی از طرق مختلف قابل انجام است. در اندازه‌گیری عملکرد سرمایه‌گذاری معمولاً از مدل‌های بازده تعدیل‌شده با ریسک مانند نسبت ترینور و نسبت شارپ استفاده می‌شود (Hasanudin & Pangestuti, 2017; Kompa & Witkowska, 2016; Oran et al., 2017). محدودیت مدل‌های بازده تعدیل‌شده با ریسک این است که نمی‌توانند عامل هزینه را در تجزیه و تحلیل خود در نظر بگیرند (Gokoz & Çandarlı, 2011). عملکرد صندوق بازنشستگی معمولاً با نسبت‌های مالی؛ مانند نسبت کفایت وجوه، بازده دارایی‌ها (ROA)، نسبت هزینه عملیاتی (OER) و غیره نیز اندازه‌گیری می‌شود (Sunaryo et al., 2020). با این حال، اندازه‌گیری‌هایی که از نسبت‌های مالی استفاده می‌کنند، معمولاً هنگام استفاده برای اندازه‌گیری عملکرد کلی، اطلاعات دقیقی را ارائه نمی‌کنند (Yang, 2006).

تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) عملکرد صندوق‌های بازنشستگی را از دیدگاهی متفاوت اندازه‌گیری می‌کند. این رویکرد، یک روش اندازه‌گیری عملکرد با رویکرد ساختاری مبتنی بر مدل‌های نظری رفتار شرکت است، مانند تلاش برای به حداقل رساندن هزینه‌ها یا حداکثر کردن سود (Jahanshahloo et al 2011)، تحت مفهوم مرز تولید (مجموعه امکان تولید)، DEA تلاش‌های شرکت (مدیریت) را برای بهینه‌سازی همه عوامل (ورودی‌های) قابل کنترل برای دستیابی به سطح مطلوب خروجی اندازه‌گیری می‌کند (Charnes et al., 1978). متفاوت از روش اندازه‌گیری پارامتری، DEA یک روش ناپارامتریک است و نیازی به شکل واضحی از تابع که متغیرهای ورودی و خروجی را به هم مرتبط

می‌کند، ندارد (Cook & Seiford, 2009). هیچ گونه فرم عملکردی را بر روی داده‌ها اعمال نمی‌کند یا فرضیات توزیعی در مورد ناکارآمدی ایجاد نمی‌کند.

تحلیل پوششی داده‌ها ناکارآمدی یک واحد تصمیم‌گیری (DMU) را در مقایسه آن با سایر واحدهایی که کارآمدتر هستند، شناسایی می‌کند (Coelli et al., 2005). مزیت DEA در مقایسه با سایر روش‌های اندازه‌گیری عملکرد این است که می‌تواند عملکرد را در یک چارچوب چند بعدی با در نظر گرفتن ورودی‌ها و خروجی‌های متعدد ارزیابی کند (N. K. Avkiran, 1999). در اندازه‌گیری عملکرد مؤسسات مالی، مانند صندوق‌های بازنشستگی یا بیمه، تحلیل پوششی داده‌ها می‌تواند عملکرد تولید (عملیاتی) و سرمایه‌گذاری را به شکل یکپارچه بررسی کند (Yang, 2006).

در نوشتار حاضر ابتدا انواع صندوق‌های بازنشستگی از دیدگاه‌های متفاوت معرفی شده سپس آن دسته از روش‌های تحلیل پوششی داده‌ها که در ارزیابی صندوق‌های بازنشستگی مورد استفاده قرار گرفته است؛ بیان می‌شود. در ادامه پژوهش‌های انجام شده در زمینه ارزیابی عملکرد صندوق‌های بازنشستگی مورد بررسی قرار گرفته و داده‌های ورودی و خروجی و همچنین نتایج پژوهش‌هایی که با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها انجام شده؛ بیان می‌گردد. با بررسی این پژوهش‌ها می‌توان نتیجه گرفت که بیشتر صندوق‌های بازنشستگی سنتی از کارایی مطلوبی برخوردار نبوده و اصلاحات در ساختارهای صندوق‌های بازنشستگی امری ضروری به نظر می‌رسد. همچنین از تفاوت‌های موجود در نتایج بدست آمده می‌توان نتیجه گرفت که علاوه بر داده‌های ورودی و خروجی، عوامل دیگری همچون تصمیمات سیاسی، شرایط فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی و مواردی از این دست نیز بر وجود تنوع در نتایج بدست آمده مؤثر است.

با توجه به محرمانگی داده‌های صندوق‌های بازنشستگی، معمولاً در پژوهش‌های انجام شده از داده‌های در دسترس استفاده می‌شود؛ این امر تا حدودی از میزان کاربردی بودن این پژوهش‌ها می‌کاهد؛ با این حال تا حد زیادی بیانگر وضعیت حاکم بر صندوق‌های بازنشستگی و نواقص موجود در آن‌ها است. بنابراین برای بهره‌مندی از تجربیات سایر کشورها در این زمینه، بهتر است به قوانین و مقررات و همچنین گزارش‌های شرکت‌های فعال در زمینه‌ی بازنشستگان مراجعه کرد.

۲. انواع صندوق بازنشستگی

صندوق‌های بازنشستگی از دیدگاه‌های متفاوتی تقسیم‌بندی و تعریف می‌شوند. در ادامه تقسیم‌بندی‌های موجود در این زمینه و تعریف انواع صندوق‌ها بیان می‌شود.

۱.۲. انواع صندوق از نظر نوع مالکیت

صندوق‌ها از نظر مالکیت و تصمیم‌گیری به دودسته دولتی و غیردولتی تقسیم می‌شوند. به وضوح صندوق‌های دولتی، صندوق‌های تحت مالکیت و تصمیم‌گیری‌های دولتی و حاکمیتی است و صندوق‌های غیر دولتی تحت مدیریت و مالکیت اشخاص یا نهادهایی به‌جز دولت می‌باشند.

۲.۲. انواع صندوق از دید ارائه خدمات

از دیدگاه نحوه‌ی ارائه خدمات، صندوق‌ها به انواع مزایای تعیین شده، مشارکت تعیین شده و صندوق‌های ترکیبی تقسیم‌بندی می‌شوند:

۱.۲.۲. صندوق‌های با مزایای تعیین شده

طرح بازنشستگی با مزایای تعریف شده (DB) نوعی طرح بازنشستگی است که در آن یک کارفرما یا حامی مالی وعده پرداخت مستمری مشخص، مبلغ مقطوع یا ترکیبی از آن را در زمان بازنشستگی می‌دهد. مبلغ پرداختی معمولاً به سابقه درآمد، مدت خدمت و سن کارمند بستگی دارد. به طور سنتی، بسیاری از نهادهای دولتی و عمومی، و همچنین تعداد زیادی از شرکت‌ها، برنامه‌های مزایای تعریف شده را ارائه می‌کنند؛ این نوع طرح‌ها گاهی اوقات به عنوان وسیله‌ای برای جبران خسارت بازنشستگان به جای افزایش دستمزد می‌باشد (Lemke & Lins, 2010).

در واقع این نوع صندوق‌ها فارغ از میزان و نوع درآمد و فعالیت خود موظف به پرداخت حقوق بازنشستگی از پیش تعیین شده توسط خود و یا نهادهای حاکمیتی می‌باشند. در این نوع صندوق‌ها میزان دارایی‌ها و بازدهی و درآمد صندوق، هیچ تأثیری در میزان حقوق پرداختی به بازنشسته ندارد.

۲.۲.۲. صندوق‌های با سهم (حق مشارکت) تعیین شده

پرداخت مستمری‌های صندوق‌های با سهم تعیین شده (DC) از پیش تعیین نمی‌شود. در عوض، در طول سال‌های کاری در حساب (شخصی) سرمایه‌گذار اندوخته می‌شود و فرد می‌تواند در دوران بازنشستگی از موجودی حساب برداشت کند. مجموع مشارکت‌ها و درآمدها و عواید سرمایه‌ای که این صندوق‌ها به دست می‌آورند، کل مبلغ قابل برداشت برای بازنشستگان را تعیین می‌کند (Holden & Schrass, 2014).

در این نوع صندوق‌ها میزان حق مشارکت (یا تعداد سهم) هر فرد در صندوق تعیین شده و با توجه به عملکرد و بازدهی صندوق، میزان حقوق هر بازنشسته در هر دوره مشخص می‌شود. در واقع میزان حقوق بازنشستگی افراد، به میزان درآمد و بازدهی صندوق بستگی دارد و صندوق موظف به پرداخت حقوق یا مزایای خارج از توان خود نمی‌باشد. طرح سهم تعریف شده (DC) نوعی طرح بازنشستگی است که در آن کارفرما، کارمند یا هر دو به طور منظم مشارکت می‌کنند. حساب‌های انفرادی برای هریک از شرکت‌کنندگان راه‌اندازی می‌شود و مزایای نهایی بر اساس مبالغی که به این حساب‌ها (از طریق مشارکت‌های کارکنان و در صورت لزوم، مشارکت‌های کارفرما) به علاوه هرگونه درآمد سرمایه‌گذاری روی سرمایه‌ی موجود در حساب شخصی محاسبه می‌شود. در طرح‌های مشارکت معین، مزایای آتی بر اساس سود سرمایه‌گذاری در نوسان است. رایج‌ترین نوع طرح مشارکت تعریف شده، طرح پس‌انداز و سرمایه‌گذاری به صرفه است. تحت این نوع طرح، کارمند بخش از پیش تعیین شده‌ای از درآمد خود (معمولاً قبل از مالیات) را به یک حساب فردی که تمام یا بخشی از آن توسط کارفرما پرداخت و کنترل می‌شود، کمک می‌کند (Lin et al., 2021).

ترتیب بازنشستگی خصوصی در ایالات متحده در گذشته عمدتاً برنامه‌های با مزایای تعریف شده (DB) بوده‌اند. با این حال، در دو دهه اخیر، تغییری به سمت ترتیب مشارکت تعریف شده (DC) صورت گرفته است. تعداد بسیار کمی از شرکت‌ها طرح‌های DB جدیدی ایجاد کرده‌اند و بسیاری از شرکت‌ها به سمت اتکای بیشتر به برنامه‌های DC حرکت کرده‌اند، به ویژه برای کارگران جدید. بسیاری از صنایعی که به سرعت در حال گسترش هستند به جای برنامه‌های DB برای بازنشستگی کارکنان به DC متکی هستند (Soto & Buessing, 2006).

۳.۲.۲. صندوق‌های ترکیبی

همان‌گونه که از اسم این دسته از صندوق‌ها مشخص است؛ این صندوق‌ها ترکیبی از فرایند صندوق‌های فوق می‌باشد. یعنی حقوق بازنشستگی فرد بر اساس سهم او در صندوق بازنشستگی تعیین می‌شود اما بخش کوچک‌تری از حقوق (مزایای) بازنشستگی نیز از قبل مشخص شده است. در واقع یک تضمین به عنوان حداقل مزایا در طرح صندوق‌های بازنشستگی با سهم معین در نظر گرفته شده است.

۳.۲. انواع صندوق از دید نوع اعضا

از نظر نوع عضوگیری صندوق‌ها به دو نوع صندوق‌های باز و بسته تقسیم می‌شوند.

۱.۳.۲. صندوق‌های بسته

صندوق‌های بسته به منظور تأمین حقوق گروهی خاص از جامعه طراحی شده و فرد برای بهره‌مندی از مزایای این صندوق باید حتماً از آن گروه باشد. در واقع راه عضویت در این صندوق‌ها بروی عموم جامعه بسته است. مثلاً ممکن است یک اداره یا وزارتخانه برای کارکنان خود تشکیل یک صندوق بدهد که کلیه اعضای آن باید حتماً از کارکنان همان ارگان یا وزارتخانه باشند و سایر افراد نمی‌توانند از مزایای آن بهره‌مند شوند.

۲.۳.۲. صندوق‌های باز

برخلاف صندوق بسته، در این نوع صندوق هر فرد فارغ از نوع شغل یا محل خدمت خود می‌تواند عضوی از صندوق شده و از همه یا بخشی از مزایای آن سود ببرد.

* البته در بسیاری از صندوق‌های باز، عضویت افرادی که در صندوق‌های بسته یا صندوق‌های باز دیگری حضور دارند، ممنوع می‌باشد.

۴.۲. انواع صندوق از دید گردش مالی و تأمین مالی

صندوق‌ها حقوق پرداختی به بازنشستگان را از راه‌های متفاوتی بدست می‌آورند.

۱.۴.۲. صندوق پرداخت مستقیم:

این صندوق‌ها حقوق پرداختی به بازنشستگان را مستقیماً از محل حق بیمه پرداختی شاغلین به دست می‌آورند. یعنی حق بیمه‌ای که در هر دوره از شاغلین دریافت می‌شود؛ بدون فعالیت حق بیمه دریافتی در فرآیندهای اقتصادی و سرمایه‌گذاری، به بازنشستگان پرداخت می‌شود. میزان ارائه خدمات در این صندوق‌ها شدیداً وابسته به تعداد شاغلین و میزان درآمد (و حق بیمه پرداختی) آن‌هاست.

۲.۴.۲. صندوق پرداخت غیرمستقیم:

در این نوع صندوق‌ها حق بیمه پرداختی در هر دوره، در فعالیت‌های مختلف اقتصادی، سرمایه‌گذاری شده و پرداخت حقوق بازنشستگی از محل عایدات این فعالیت‌های اقتصادی صورت می‌گیرد. معمولاً نظارت‌های بسیار سختگیرانه‌ای برای ورود و انتخاب فعالیت‌ها و سرمایه‌گذاری این نوع صندوق‌ها از سوی دولت‌ها یا نهادهای ناظر انجام می‌پذیرد.

۵.۲. تقسیم بندی بر اساس پوشش ریسک

۱.۵.۲. صندوق‌های بازنشستگی مستقل

شرکت‌هایی با بیش از ۲۵۰ کارمند اغلب این نوع طرح بازنشستگی را انتخاب می‌کنند. به طرح‌های که خودشان تمام خطرات را تحمل کند، مستقل گفته می‌شود.

اگر تعداد کارمندان زیاد باشد؛ صندوق‌های بازنشستگی مستقل مقرون به صرفه و شفاف هستند. همچنین درآمدهای سرمایه‌گذاری به طور کامل در اختیار بنیاد است اما از آنجایی که ریسک‌های سرمایه‌گذاری نیز توسط خود صندوق تحمل می‌شود، خطر کمبود بودجه نیز وجود دارد.

۲.۵.۲. صندوق‌های بازنشستگی نیمه یا نیمه مستقل

صندوق‌های بازنشستگی تا حدی مستقل یک یا چند ریسک را منتقل می‌کنند. غالباً بخش پس‌انداز به دست خود صندوق اداره می‌شود و بخش خطر مرگ و از کارافتادگی، نزد شرکت دیگری بیمه می‌شود. بیمه اتکایی توسط برخی از شرکت‌های بیمه بزرگ و شرکت‌های متخصص در بیمه اتکایی اعطا می‌شود.

در مورد صندوق‌های بازنشستگی نیمه‌مستقل نیز درآمد به نفع بنیاد است و احتمال بروز کسری بودجه هم در اینجا امکان‌پذیر است.

۳.۵.۲. بیمه کامل

در اینجا، شرکت‌های بزرگ بیمه با یک نام ظاهر می‌شوند و تمام وظایف و ریسک‌های مرتبط با صندوق بازنشستگی را بر عهده می‌گیرند. این یک صندوق بازنشستگی تحت BVG باقی می‌ماند.

۶.۲. صندوق‌های با مسئولیت اجتماعی

صندوق‌هایی که تنها در شرکت‌هایی سرمایه‌گذاری می‌کند که به نتایج اجتماعی مثبت کمک می‌کنند، پورتفولیوها ممکن است شامل شرکت‌هایی باشد که استانداردهای رفاه کارکنان خاصی را رعایت می‌کنند یا در بخش‌هایی مانند عدالت اجتماعی و فناوری پاک فعالیت می‌کنند. طرح بدون سوخت فسیلی نمونه‌ای از این موضوع است، زیرا شرکت‌هایی را که دارای ذخایر اثبات شده یا احتمالی در زغال‌سنگ، نفت یا گاز هستند مستثنی می‌کند.

امروزه تعداد فزاینده‌ای از صندوق‌های سرمایه‌گذاری در سرمایه‌گذاری مسئولیت‌پذیر اجتماعی تخصص دارند. اما محصولاتی که به‌عنوان مسئولیت‌پذیر اجتماعی تبلیغ می‌شوند، متنوع و متفاوت هستند، با نظرات متفاوت در مورد اینکه کدام صنایع اخلاقی هستند و کدام صنایع نیستند باید بررسی شوند.

به عنوان مثال شرکت بی (Bee) سه طرح بازنشستگی را ارائه می‌دهد که بر اساس معیارهای مختلف مسئولیت اجتماعی، فعالیت می‌کند: طرح بدون سوخت فسیلی، طرح تأثیرگذار اجتماعی و طرح شرعی. برای مثال، طرح بدون سوخت فسیلی، شرکت‌هایی را که دارای ذخایر اثبات شده یا احتمالی زغال‌سنگ، نفت یا گاز هستند، مستثنی می‌کند.

نمونه‌هایی از سرمایه‌گذاری با مسئولیت اجتماعی

شرکت‌های سرمایه‌گذاری مسئولیت‌پذیر اجتماعی از دو دیدگاه مورد بررسی قرار می‌گیرند. یکی نحوه فعالیت شرکت‌ها و دیگری صناعی که در آن فعالیت می‌کنند (که معمولاً مورد دوم از اهمیت بیشتری برخوردار است).

نحوه فعالیت شرکت‌ها

نحوه عملکرد یک شرکت تعیین می‌کند که آیا برخی از سرمایه‌گذاران آن‌ها را مسئول اجتماعی می‌دانند یا خیر. انواع روش‌های شرکتی که شایسته سرمایه‌گذاری یک صندوق سرمایه‌گذاری مسئولیت اجتماعی است ممکن است شامل موارد زیر باشد:

- استانداردهای بالای رفاه کارکنان
- استانداردهای بالای حمایت از مصرف‌کننده
- نژاد هیأت مدیره یا مدیر ارشد اجرایی و تنوع جنسیتی مناسب
- شرکای زنجیره تأمین اخلاقی (مانند کارخانه‌هایی که شرایط کاری مناسب را فراهم می‌کنند)

شرکت‌های صنعتی که در زمینه‌های زیر فعالیت می‌کنند

مهم‌تر از بررسی اینکه آیا یک شرکت از دید نحوه‌ی فعالیت‌های یاد شده، یک سرمایه‌گذاری مسئولیت اجتماعی تلقی می‌شود یا خیر، بررسی موضوع فعالیت شرکت‌هاست که آن‌ها را به طور خودکار بر اساس صنعتی که در آن فعالیت می‌کنند؛ از لیست شرکت‌های مسئولیت‌پذیر خارج می‌کند. از جمله فعالیت‌های منجر به حذف یک شرکت از سرمایه‌گذاری شامل موارد زیر می‌باشد:

✗ قمار

✗ سلاح گرم

✗ تنباکو

✗ الکل

✗ سوخت‌های فسیلی

✗ صنایع غیراخلاقی جنسی

اما در حالی که بسیاری از سرمایه‌گذاران و صندوق‌ها صرفاً از سرمایه‌گذاری در انواع خاصی از شرکت‌ها اجتناب می‌کنند، برخی دیگر فعالانه به دنبال سرمایه‌گذاری در شرکت‌هایی هستند که متعهد به کار در جهت پیشبرد جامعه به شیوه‌ای مسئولانه هستند. فعالیت این نوع شرکت‌ها ممکن است شامل موارد زیر باشد:

✓ تکنولوژی پاک

✓ پایداری زیست محیطی

✓ عدالت اجتماعی

✓ تحصیلات

✓ مراقبت‌های بهداشتی در دسترس

۷.۲. صندوق‌های داخلی و بین‌المللی

تقسیم‌بندی صندوق‌های بازنشستگی از دید جغرافیای فعالیت نیز گاهی حائز اهمیت بوده و مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد. صندوق‌هایی که حوزه فعالیت آن‌ها در محدوده تنها یک کشور می‌باشند صندوق داخلی و صندوق‌هایی که حوزه فعالیت آن‌ها در بیشتر از یک کشور باشند را صندوق بین‌المللی می‌نامند.

۸.۲. صندوق‌های خرده‌فروشی

صندوق‌هایی که هر شخص می‌تواند در آن، بدون نیاز به حضور در سازمان، صنف، ارگان یا شغل خاصی عضویت داشته باشد صندوق خرده‌فروشی و در مقابل، صندوق‌هایی که عضویت در آن از طریق کارفرما یا مشروط به حضور در حرفه، شغل یا صنفی خاص از جامعه می‌باشد را صندوق‌های اصطلاحاً شرکتی یا عمده‌فروش در نظر گرفته می‌شوند.

انواع صندوق‌های بازنشستگی در کشورهای مختلف با استفاده از روش‌های مبتنی بر تحلیل پوششی داده‌ها با هم مقایسه و میزان کارایی هر صندوق بررسی شده است. در ادامه روش‌های مختلف به کار گرفته شده در این تحلیل‌ها معرفی و سپس نتایج حاصل از پژوهش‌های صورت گرفته را بیان خواهیم کرد.

۳. مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های استفاده شده در ارزیابی صندوق‌های بازنشستگی

در دوران اخیر در بیشتر کشورهای جهان به‌منظور ارزیابی عملکرد نهادها و همچنین سایر فعالیت‌های رایج در زمینه‌های متفاوت، کاربردهای گوناگونی از تحلیل پوششی داده‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. امکاناتی که این روش در اختیار قرار داده است؛ از جمله امکان بررسی روابط گاهاً نامعلوم و پیچیده بین تعدادی ورودی با چند خروجی (معمولاً اندازه‌ناپذیر)، باعث گسترش و مقبولیت این روش نسبت به سایر روش‌ها شده است. از دیگر شرایطی که تحلیل پوششی داده‌ها ممکن ساخته است می‌توان به امکان ایجاد نگرش جدید در فعالیت‌هایی که قبلاً به سایر روش‌ها مورد ارزیابی قرار گرفته است، اشاره کرد. مثلاً بررسی ناکارآمدی‌های یک مجموعه‌ی بسیار سودده که به‌عنوان یک الگو برای آن فعالیت شناخته می‌شده است.

روش تحلیل پوششی داده‌ها یک روش ناپارامتریک برای تخمین تناسب توابع تولید می‌باشد. در این روش از تکنیک برنامه‌ریزی خطی برای ارزیابی کارایی واحدهایی که دارای ورودی‌های مشخص برای تولید خروجی‌های مشخص، استفاده می‌شود. تحلیل پوششی داده‌ها این امکان را برای تصمیم‌گیران فراهم می‌کند که واحدهای تصمیم‌گیری را به دو دسته‌ی کارا و ناکارا تقسیم کنند (Khodabakhshi & Aryavash, 2015). رابطه‌ی معمول برای ارزیابی کارایی نسبی واحدهای تصمیم با چند ورودی و خروجی به شکل زیر است:

$$\text{کارایی نسبی} = \frac{\text{مجموع وزن دار خروجی‌ها}}{\text{مجموع وزن دار ورودی‌ها}}$$

یک مجموعه کارایی نسبی است اگر و تنها اگر نتوان هیچ یک از ورودی‌های آن را کمتر و هیچ یک از خروجی‌های آن را بیشتر کرد مگر اینکه باعث افزایش دیگر ورودی‌ها یا کاهش سایر خروجی‌ها شود (Khodabakhshi & Aryavash, 2017).

مجموعه‌ی امکان تولید و ویژگی‌های آن

با در اختیار داشتن تابع تولید به‌سادگی می‌توان میزان کارایی یک واحد تصمیم‌گیری را محاسبه و بهبود بخشید؛ اما محاسبه‌ی تابع تولید به دلایلی متفاوت، معمولاً در دسترس نیست. به همین دلیل مجموعه‌ای به نام مجموعه‌ی امکان تولید به‌عنوان تقریبی از تابع تولید ساخته می‌شود. در واقع مجموعه‌ی امکان تولید مجموعه‌ی تمام ترکیبات ممکن از ورودی‌ها و خروجی‌هاست (Hosseinzadeh Lotfi et al, 2013).

مجموعه‌ی امکان تولید n واحد تصمیم $(j=1,2,\dots,n)$ با m ورودی $X=\{X_{1j}, X_{2j}, \dots, X_{mj}\}$ و s خروجی $Y=\{Y_{1j}, Y_{2j}, \dots, Y_{sj}\}$ به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$PPS=\{(x,y) \mid y \text{ بتواند خروجی } y \text{ را ایجاد کند} \mid x\}$$

تحلیل پوششی داده‌ها با موفقیت در بخش مالی اعمال شده است (Ferrier & Lovell, 1990; Ferrier et al., 1993; Fields & Murphy, 1989; Nasser Katib & Matthews, 1999). بنابراین برای تحلیل کارایی فنی صندوق‌های بازنشستگی نیز مناسب است. در ادامه به معرفی رویکردهایی از تحلیل پوششی داده‌ها که در زمینه صندوق‌های بازنشستگی به کار رفته‌اند می‌پردازیم و بعد از آن نیز نتایج بدست آمده از پژوهش‌ها در زمینه مقایسه کارایی صندوق‌های بازنشستگی بیان خواهد شد.

۱.۳ روش CCR

تحلیل پوششی داده‌ها یک روش کمی برای اندازه‌گیری کارایی فنی نسبی واحدهای مختلف سازمانی است. این روش برای اولین بار در یک رساله‌ی دکتری تحت عنوان "ارزیابی پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان مدارس ملی آمریکا" توسط رودز به راهنمایی کوپر ابداع و در سال ۱۹۸۷ در مقاله‌ای با عنوان "اندازه‌گیری کارایی واحدهای تصمیم" توسط چانز، کوپر و رودز معرفی شد. این روش به نام مدل CCR که از حرف ابتدایی اسم این سه نفر تشکیل شده، شناخته می‌شود (Mehregan, 2004).

ساختاری که توسط این مدل ارزیابی می‌شود، شامل n واحد تصمیم‌گیری $DMU_i, i=\{1, \dots, n\}$ که هر DMU_j ، m ورودی $X=(X_{1j}, \dots, X_{mj})$ را برای تولید s خروجی $Y=(Y_{1j}, \dots, Y_{sj})$ مصرف می‌کند. همچنین تمامی ورودی‌ها و خروجی‌های هر واحد تصمیم نامنفی بوده و هر واحد حداقل یک ورودی و یک خروجی مثبت دارد؛ یعنی $X > 0$ و $Y > 0$ ، در این صورت کارایی اقتصادی واحد p به صورت زیر تعریف می‌شود (Farell, 1957):

$$\text{کارایی} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rp}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ip}} = \frac{\text{مجموع وزن دار خروجی ها}}{\text{مجموع وزن دار ورودی ها}}$$

طبق مدل CCR کارایی، حاصل مجموع موزون خروجی‌ها تقسیم بر مجموع موزون ورودی‌هاست. محاسبه‌ی این نسبت برای هر واحد سازمانی j که دارای m ورودی و s خروجی است از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$MAX Z_p = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rp}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ip}} \quad (1)$$

St:

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

$$v_i \geq 0, u_r \geq 0$$

که در آن:

x_{ij} میزان ورودی i ام واحد j ام ($i=1, \dots, m$)

y_{rj} میزان خروجی r ام واحد j ام ($r=1, \dots, s$)

v_i وزن ورودی i ام

u_r وزن خروجی r ام

n تعداد واحدهای مورد بررسی است.

مدل فوق یک مدل کسری است که با دو بار تغییر متغیر به یک مدل برنامه ریزی خطی تبدیل می‌شود. در مدل‌های این روش به منظور افزایش کارایی، یا ورودی را ثابت در نظر گرفته و حداکثر میزان خروجی را محاسبه می‌کنیم یا اینکه خروجی را ثابت در نظر گرفته و ورودی را حداقل می‌کنیم. بر این اساس مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها، ورودی محور یا خروجی محور نامیده می‌شوند. همچنین برای مدل مضربی پوششی یا همان مدل دوگان مسئله نیز دو حالت ورودی و خروجی محور وجود دارد.

مدل مضربی CCR ورودی محور عبارت است از:

$$Max Z_p = \sum_{r=1}^s u_r y_{rp} \quad (3)$$

$$St: \quad \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ip} = 1, \quad v_i \geq 0, u_r \geq 0 \quad (5)$$

با ساخت مدل CCR برای هر واحد تصمیم، می‌توان میزان کارایی آن‌ها را محاسبه و واحدهای کارا و ناکارا را مشخص کرده و همچنین رتبه‌ی هر واحد را بر اساس میزان کارایی آن مشخص کرد.

در مدل فوق چون ممکن است مقدار u_r و v_i برابر صفر شود و اهمیت یک (یا چند) ورودی یا خروجی‌های یاد شده در تعیین میزان کارایی واحد در نظر گرفته نشود؛ گاهی مقادیر آن‌ها را بزرگتر از صفر (یا عدد بسیار کوچکی مثل ε) در نظر گرفته و آن را مدل CCR اصلاح شده می‌نامند.

همچنین مدل پوششی CCR ورودی‌محور نیز بصورت زیر ارائه می‌شود:

$$\text{Min } E_p = \theta \quad (6)$$

$$\text{St:} \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{rj} \leq \theta x_{ip} \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (7)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \leq y_{rp} \quad (r = 1, 2, \dots, s) \quad (8)$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

مدل معرفی شده توسط چانز، کوپر و رودز، بنای ایجاد شاخه‌ای در تحقیق در عملیات به نام تحلیل پوششی داده‌ها شد و پس از آن مدل‌های دیگری نظیر BCC و ... در توسعه این شاخه معرفی شد (Khodabakhshi et al., 2014).

۲.۳. روش BCC

در سال ۱۹۸۴ بنکر چارلز و کوپر با تغییر در مدل CCR مدل جدید را عرضه کردند. که با توجه به حروف اول نام آنان به مدل BCC شهرت یافت. مدل BCC مدلی از انواع مدل‌های تحلیل پوششی داده‌هاست که در ارزیابی کارایی نسبی واحدهایی با بازده متغیر نسبت به مقیاس می‌پردازد (Asgharian et al., 2010).

مدل مضربی BCC خروجی محور عبارت است از:

$$\text{Min } Z_p = \sum_{r=1}^m v_i x_{ip} + u_0 \quad (9)$$

$$\text{St:} \quad \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m u_i x_{ij} - u_0 \leq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (10)$$

$$\sum_{i=1}^m u_i x_{ip} = 1, \quad v_i \geq 0, u_r \geq 0 \quad r = 1, \dots, s \quad i = 1, \dots, m \quad (11)$$

$$u_0: \text{unrestricted}$$

و مدل مضربی ورودی محور BCC به شکل زیر می‌باشد:

$$\text{Max } Z_p = \sum_{r=1}^s u_r y_{rp} + u_0 \quad (12)$$

$$St: \quad \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - u_0 \leq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (13)$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1 \quad (14)$$

$$v_i \geq 0, u_r \geq 0, u_0: \text{unrestricted}$$

همچنین مدل پوششی (دوگان) خروجی محور:

$$Max E_p = \theta \quad (15)$$

$$St: \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq x_{ip} \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (16)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \leq \theta y_{rp} \quad (r = 1, 2, \dots, s) \quad (17)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad j = (1, 2, \dots, n) \quad (18)$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad \theta: \text{unrestricted}$$

و مدل پوششی ورودی محور:

$$Min E_p = \theta \quad (19)$$

$$St: \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta x_{ip} \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (20)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \leq y_{rp} \quad (r = 1, 2, \dots, s) \quad (21)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad j = (1, 2, \dots, n) \quad (22)$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad \theta: \text{unrestricted}$$

۳.۳. روش SBM

این مدل یک مدل غیرشعاعی است که در آن کاهش ورودی و افزایش خروجی در دو مدل جداگانه بررسی نمی‌شود؛ بلکه بصورت هم‌زمان، امکان کاهش ورودی و افزایش خروجی بطور غیرهمگن را فراهم می‌کند. همچنین بر اساس انتخاب نوع مجموعه‌ای امکان تولید می‌تواند بازده به مقیاس ثابت (برای مجموعه T_c) و بازده به مقیاس متغیر (برای T_v) داشته باشد. مدل SBM با بازده به مقیاس ثابت به این شکل است:

$$\rho_0 = \min \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{S_i^-}{X_{ik}}}{1 + \frac{1}{mS} \sum_{r=1}^s \frac{S_r^+}{Y_{rk}}} \quad (23)$$

$$St: \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j X_{ij} + S_i^- = X_{ik} \quad i = 1, \dots, m \quad (24)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j Y_{rj} + S_r^- = Y_{ik} \quad r = 1, \dots, s \quad (25)$$

$$S^-, S^+ \geq 0, \quad \lambda_j \geq 0 \quad j = 1, \dots, n$$

و مدل SBM با بازده به مقیاس متغیر به شکل زیر است:

$$\rho_0 = \min \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{S_i^-}{X_{ik}}}{1 + \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \frac{S_r^+}{Y_{rk}}} \quad (26)$$

$$St: \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j X_{ij} + S_i^- = X_{ik} \quad i = 1, \dots, m \quad (27)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j Y_{rj} + S_r^- = Y_{ik} \quad r = 1, \dots, s \quad (28)$$

$$S^-, S^+ \geq 0, \quad \lambda_j \geq 0 \quad j = 1, \dots, n, \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

تابع هدف SBM نسبت متوسط ناکارایی ورودی‌ها به متوسط ناکارایی خروجی‌هاست.

این مدل را نیز به سادگی می‌توان با معرفی متغیر مثبت t به صورت خطی نوشت:

$$\min \quad \mu = t - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{ts_i^-}{X_{ik}} \quad (29)$$

$$St: \quad 1 = t + \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \frac{ts_r^+}{Y_{rk}} \quad (30)$$

$$x_k = X\lambda + s^- \quad (31)$$

$$y_k = Y\lambda + s^+ \quad (32)$$

$$s^+, s^-, \lambda \geq 0, t > 0$$

۴.۳. روش MV-DEA

یکی از مفروضات مدل‌های معرفی شده‌ی DEA این است که DMUها باید از همان "فرهنگ" باشند. با این حال، در محیط دنیای

واقعی، مدیران همیشه می‌خواهند محصولات خود را با محصولات مشابه در همان صنعت با برخی تفاوت‌ها مقایسه کنند.

در این بخش یک مدل DEA، یعنی DEA متغیر مختلط را معرفی می‌کند که محیط معناداری را فراهم می‌کند که در آن DMUها

با مفروضات فرهنگی متفاوت نسبت به یکدیگر مورد بررسی قرار می‌گیرند در حالی که ویژگی‌های خاص خود را حفظ می‌کنند.

هدف مدل DEA متغیر مختلط (MV-DEA) فراهم کردن محیطی برای نهادهای مختلف با فرهنگ‌ها و قوانین مختلف در یک

صنعت است تا نسبت به یکدیگر ارزیابی شوند. این مدل جدید تضمین می‌کند که ویژگی‌های خاص هر موجودیت در حالی که با سایر

موجودیت‌ها با ویژگی‌های متفاوت مقایسه می‌شود حفظ می‌شود.

در واقع ممکن است در مقایسه‌ی کارایی چند DMU یک ورودی (یا خروجی) برای یک واحد متغیر غیر اختیاری و برای واحد دیگر اختیاری باشد و هدف این روش ایجاد امکان مقایسه بین چنین واحدهایی است.

به عنوان مثال، در صنعت مالی، ابزارهای سرمایه‌گذاری مختلف مانند صندوق‌های بازنشستگی، صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک، صندوق‌های تأمین و غیره را می‌توان نسبت به یکدیگر ارزیابی کرد تا ببینیم که کدام یک عملکرد بهتری دارند در حالی که ویژگی‌های اصلی هر نوع صندوق محافظت می‌شود. در مجموع، مدل پیشنهادی برخلاف مدل‌های قبلی، قادر به تجزیه و تحلیل کارایی DMUها با فرهنگ‌های مختلف است.

DMUها $(i=1,2,\dots,n)$ ، ورودی‌ها $(j=1,\dots,m)$ و خروجی‌ها $(r=1,\dots,s)$ را در نظر بگیریم. "D" و "ND" به ورودی و خروجی "اختیاری" و "غیر اختیاری" اشاره دارد. مدل ریاضی برای فرم مضربی به صورت زیر است:

$$\begin{aligned}
 \text{Objective 1} \quad & \text{Min } Z = \sum_{j \in D} v_j x_{j0} + \sum_{j \in ND} v_j x_{j0} - \sum_{r \in ND} u_r y_{r0} - v_0 \\
 \text{Objective 2} \quad & \text{Min } Z = \sum_{j=1}^m v_j x_{j0} + v_0 \\
 \text{Constraint 1} \quad & \sum_{j \in D} v_j x_{j0} + \sum_{j \in ND} v_j x_{j0} - \sum_{r \in ND} u_r y_{ri} - \sum_{r \in D} u_r y_{ri} - v_0 \geq 0 \\
 \text{Constraint 2} \quad & \sum_{r \in D} u_r y_{r0} = 1 \\
 \text{Constraint 3} \quad & v_j \geq \varepsilon, \quad j \in D \\
 \text{Constraint 4} \quad & v_j \geq 0, \quad j \in ND \\
 \text{Constraint 5} \quad & u_r \geq \varepsilon, \quad r \in D \\
 \text{Constraint 6} \quad & u_r \geq 0, \quad r \in ND \\
 \text{Constraint 7} \quad & \sum_{j=1}^m v_j x_{ji} - \sum_{r=1}^s u_r y_{ri} - v_0 \geq 0 \\
 \text{Constraint 8} \quad & \sum_{r=1}^s u_r y_{ri} = 1 \\
 \text{Constraint 9} \quad & v_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, m \\
 \text{Constraint 10} \quad & u_r \geq 0, \quad r = 1, 2, \dots, s
 \end{aligned}$$

بنابراین، در مدل MV-DEA، DMUهایی که متغیر غیراختیاری دارند از مدل Non-Dis-VRS (هدف ۱ و محدودیت‌های ۱ تا ۶ فرم مضربی) استفاده می‌شود در حالی که برای DMUهای کاملاً اختیاری از مدل VRS (هدف ۲ و محدودیت‌های ۷ تا ۱۰) استفاده می‌شود. از فرم مضربی استفاده می‌شود. فرم پوششی مدل به شرح زیر است:

$$\begin{aligned}
 \text{Objective 3} \quad & \text{Max } \varphi + \varepsilon \left(\sum_{j \in D} s_j + \sum_{r \in D} t_r \right) \\
 \text{Objective 4} \quad & \text{Max } \varphi + \varepsilon \left(\sum_{j=1}^m s_j + \sum_{r=1}^r t_r \right) \\
 \text{Constraint 11} \quad & \sum_{i=1}^n \lambda_i y_{ri} = t_r + \varphi y_{ri0}, \quad r \in D \\
 \text{Constraint 12} \quad & \sum_{i=1}^n \lambda_i y_{ri} = t_r + y_{ri0}, \quad r \in ND \\
 \text{Constraint 13} \quad & \sum_{i=1}^n \lambda_i x_{ji} = -s_j + x_{ji0}, \quad j = 1, \dots, m \\
 \text{Constraint 14} \quad & \sum_{i=1}^n \lambda_i = 1
 \end{aligned}$$

$$\text{Constraint 15} \quad \sum_{i=1}^n \lambda_i y_{ri} = t_r + \varphi y_{ri0}, \quad r = 1, \dots, s$$

برای فرم پوششی مدل MV-DEA، برای DMUهای دارای متغیر غیراختیاری از مدل Non-Dis-VRS (هدف ۳ و محدودیت‌های ۱۱ تا ۱۴) استفاده می‌شود در حالی که برای DMUهای کاملاً اختیاری از مدل VRS (هدف ۴ و محدودیت‌های ۱۳ تا ۱۵) استفاده می‌شود.

۵.۳. روش شبکه افزودنی دو مرحله‌ای DEA

از رویکرد دو مرحله‌ای شبکه‌ای DEA، برای بررسی عملکرد سطح کلی و جزئی واحدهای تصمیم استفاده می‌شود. برای n واحد تصمیم m ورودی و k خروجی برای مرحله اول استفاده می‌شود. سپس این خروجی‌ها به عنوان معیارهای میانی عمل کرده (مرحله اول و دوم را به هم مرتبط می‌کنند) و به ورودی‌های مرحله دوم تبدیل می‌شوند. همچنین در مرحله دوم C ورودی دیگر هم استفاده می‌شوند که برای تولید S واحد خروجی نهایی استفاده می‌شوند.

مدل تعریف شده بر اساس این روش به صورت زیر معرفی می‌شود:

$$\text{Max} \left[\omega_1 \cdot \frac{(\sum_{k=1}^K \zeta_k Z_{kj0}) - \alpha_1}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij0}^1} + \omega_2 \cdot \frac{(\sum_{r=1}^S \eta_r y_{rj0}) - \alpha_2}{(\sum_{k=1}^K \zeta_k Z_{kj0} + \sum_{c=1}^C \gamma_c x_{cj0}^2)} \right] \quad (33)$$

$$\text{St:} \quad \frac{(\sum_{k=1}^K \zeta_k Z_{kj}) - \alpha}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^1} \leq 1, \forall j \quad (34)$$

$$\frac{(\sum_{r=1}^S \eta_r y_{rj}) - \alpha_2}{(\sum_{k=1}^K \zeta_k Z_{kj} + \sum_{c=1}^C \gamma_c x_{cj}^2)} \leq 1, \forall j \quad (35)$$

$$\gamma_c, \zeta_k, \eta_r, v_i > 0; \alpha_2, \alpha_1 \text{ free}$$

بر اساس معادلات بالا، ضریب ورودی x_{ij}^1 در مرحله اول v_i است، در حالی که η_r ضریب مؤلفه خروجی y_{rj} است که از مرحله دوم جریان دارد. به عنوان مثال، یک خروجی از مرحله ۱ جریان می‌یابد و به یک ورودی برای فرآیند مرحله دوم تبدیل می‌شود. γ_c وزن ورودی اضافی x_{cj}^2 مرحله ۲ است. هدف از معادله (۳۳) بدست آوردن وزن $(v_i, \zeta_k, \gamma_c, \eta_r)$ و اسکالرها (α_2, α_1) است که نسبت DMU مشاهده شده را هنگام ارزیابی به حداکثر می‌رساند. DMU وجود محدودیت‌ها تضمین می‌کنند که امتیاز کارایی به دست آمده از یک DMU در هر دو مرحله (یعنی مدیریت عملیات و مدیریت سرمایه گذاری) غیر منفی است و نباید از یک تجاوز کند.

در رابطه‌ی فوق، اندازه کل ورودی‌های مصرف شده توسط کل فرآیند برابر است با:

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^1 + \sum_{k=1}^K \zeta_k Z_{kj} + \sum_{c=1}^C \gamma_c x_{cj}^2 \quad (36)$$

در حالی که کل ورودی‌ها برای مرحله ۱ با $\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^1$ و مرحله ۲ با $\sum_{k=1}^K \zeta_k Z_{kj} + \sum_{c=1}^C \gamma_c x_{cj}^2$ نشان داده می‌شود. سپس با پیروی از چن و همکاران. (۲۰۰۹) و کوک و همکاران. (۲۰۱۰)، وزن مؤلفه‌های ω_1 و ω_2 را می‌توان به صورت نسبت کل ورودی‌های مرحله ۱ و مرحله ۲ به کل ورودی‌ها در هر دو مرحله بیان کرد (Chen et al., 2009; Cook et al., 2010). بنابراین داریم:

$$\omega_1 = \frac{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^1}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^1 + \sum_{k=1}^K \zeta_k Z_{kj} + \sum_{c=1}^C \gamma_c x_{cj}^2} \quad (37)$$

$$\omega_1 = \frac{\sum_{k=1}^K \zeta_k Z_{kj} + \sum_{c=1}^C \gamma_c x_{cj}^2}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^1 + \sum_{k=1}^K \zeta_k Z_{kj} + \sum_{c=1}^C \gamma_c x_{cj}^2} \quad (38)$$

این رویکرد به متغیرهای تصمیم مدل اجازه می‌دهد تا وزن‌ها را به طور عینی تعیین کنند، بنابراین از تعیین وزن‌های ذهنی توسط مدیران اجتناب می‌شود. تابع هدف مدل اول را اکنون می‌توان به صورت معادله زیر نوشت:

$$\theta_{j0} = \text{Max} \left[\frac{\sum_{k=1}^K \zeta_k Z_{kj0} + \sum_{r=1}^S \eta_r y_{rj0} - \alpha_1 - \alpha_2}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij0}^1 + \sum_{k=1}^K \zeta_k Z_{kj0} + \sum_{c=1}^C \gamma_c x_{cj0}^2} \right] \quad (39)$$

با اعمال تبدیل چارنس و کوپر (۱۹۶۲)، مدل برنامه‌ریزی کسری (۳۳) تا (۳۵) را می‌توان در مدل برنامه‌ریزی خطی زیر بازنویسی کرد (Charnes & Cooper, 1962):

$$\text{Max} \left(\sum_{k=1}^K \zeta_k Z_{kj0} + \sum_{r=1}^S \eta_r y_{rj0} \right) - \alpha_1 - \alpha_2 \quad (40)$$

$$\text{St:} \quad \left(\sum_{k=1}^K \zeta_k Z_{kj} \right) - \alpha - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^1 \leq 0, \quad \forall j \quad (41)$$

$$\left(\sum_{r=1}^S \eta_r y_{rj} \right) - \alpha_2 - \left(\sum_{k=1}^K \zeta_k Z_{kj0} + \sum_{c=1}^C \gamma_c x_{cj0}^2 \right) \leq 0, \quad \forall j \quad (42)$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ij0}^1 + \sum_{k=1}^K \zeta_k Z_{kj0} + \sum_{c=1}^C \gamma_c x_{cj0}^2 = I \quad (43)$$

$$\gamma_c, \zeta_k, \eta_r, v_i > 0; \alpha_2, \alpha_1 \text{ free}$$

جواب بهینه این مسئله، کارایی کلی این فرایند دو مرحله‌ای است. فرض کنیم $\zeta_k^*, \eta_r^*, v_i^*, \gamma_c^*, \alpha_1^*$ مجموعه‌ای از مقادیر متغیر تصمیم‌گیری بهینه را نشان دهند و θ_{j0}^* نشان دهنده بازده کلی بهینه در حل (۳۹) باشد. سپس بازده کلی θ_{j0}^* ، امتیازات کارایی مرحله ۱ (بازده عملیاتی) و θ_{1j0}^* و مرحله ۲ (بازده سرمایه‌گذاری) θ_{2j0}^* را از معادلات (۴۴) تا (۴۶) برای EPF ها را به صورت زیر مشاهده کرد:

$$\theta_{j0}^* = \left(\sum_{k=1}^K \zeta_k^* Z_{kj0} + \sum_{r=1}^S \eta_r^* y_{rj0} \right) - \alpha_1^* - \alpha_2^* \quad (44)$$

$$\theta_{1j0}^* = \frac{\sum_{k=1}^K \zeta_k^* Z_{kj0} - \alpha_1^*}{\sum_{i=1}^m v_i^* x_{ij0}^1} \quad (45)$$

$$\theta_{2j0}^* = \frac{\sum_{r=1}^S \eta_r^* y_{rj0} - \alpha_2^*}{\sum_{k=1}^K \zeta_k^* Z_{kj0} + \sum_{c=1}^C \gamma_c^* x_{cj0}^2} \quad (46)$$

معادلات (۴۵) و (۴۶) نشان دهنده روابط بین θ_{1j0}^* و θ_{2j0}^* با ضرایب α_1^* و α_2^* . مدل (۳۹) در معرض (۴۰) تا (۴۲) ممکن است جواب‌های بهینه‌ی جایگزین داشته باشد، به این معنی که θ_{1j0}^* و θ_{2j0}^* به دست آمده از معادلات (۴۵) و (۴۶) منحصر به فرد نیستند. کائو و هوانگ (۲۰۰۸) روشی را برای غلبه بر این مشکل ابداع کردند. آن‌ها اجازه دادند که یکی از دو مرحله (مرحله ۱ یا مرحله ۲) تا کارایی خود را به بهترین شکل ممکن نشان دهد، در حالی که کارایی کلی θ_{j0}^* ثابت نگه داشته می‌شوند. در این پژوهش ترجیح داده شده که مرحله ۱

(یعنی مدیریت عملیاتی) مرحله‌ای باشد که بیشترین کارایی ممکن را دارد. پس ابتدا حداکثر مقدار θ_{1j0}^* را در حل مدل (۴۷) تعیین می‌کنیم؛ در حالی که کارایی کلی برآورد شده در (۴۴) را در θ_{j0}^* ثابت نگه می‌داریم.

$$\theta_{1j0}^* = \text{Max} \sum_{k=1}^K \zeta_k Z_{kj0} - \alpha_1 \quad (47)$$

$$\text{St:} \quad \sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^1 = 1 \quad (48)$$

$$\frac{\sum_{k=1}^K \zeta_k Z_{kj0} - \alpha_1}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij0}^1} \leq 1, \forall j \quad (49)$$

$$\frac{\sum_{r=1}^S \eta_r y_{rj0} - \alpha_2}{\sum_{k=1}^K \zeta_k Z_{kj} + \sum_{c=1}^C \gamma_c x_{cj}^2} \leq 1, \forall j \quad (50)$$

$$\theta_{j0}^* = \left[\frac{\sum_{k=1}^K \zeta_k Z_{kj0} + \sum_{r=1}^S \eta_r y_{rj0} - \alpha_1 - \alpha_2}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij0}^1 + \sum_{k=1}^K \zeta_k Z_{kj0} + \sum_{c=1}^C \gamma_c x_{cj0}^2} \right] \quad (51)$$

$$\gamma_c, \zeta_k, \eta_r, v_i > 0; \alpha_2, \alpha_1 \text{ free}$$

سپس می‌توانیم مرحله ۲ (یعنی مدیریت سرمایه گذاری) را اولویت بندی کنیم و حداکثر مقدار θ_{2j0}^* را با استفاده از مدل زیر (۵۲) تعیین کنیم، در حالی که کارایی کلی را در θ_{j0}^* نگه داریم. ما این روش را برای هر DMU در نمونه تکرار کردیم تا امتیازات کارایی کلی، مرحله ۱ و مرحله ۲ برای هر DMU را بدست آوریم.

$$\theta_{2j0}^* = \text{Max} \sum_{r=1}^S \eta_r y_{rj0} - \alpha_2 \quad (52)$$

$$\text{St:} \quad \sum_{k=1}^K \zeta_k Z_{kj} + \sum_{c=1}^C \gamma_c x_{cj}^2 = 1 \quad (53)$$

$$\frac{\sum_{r=1}^S \eta_r y_{rj} - \alpha_2}{\sum_{k=1}^K \zeta_k Z_{kj} + \sum_{c=1}^C \gamma_c x_{cj}^2} \leq 1, \forall j \quad (54)$$

$$\theta_{1j0}^* = \frac{\sum_{k=1}^K \zeta_k Z_{kj0} - \alpha_1}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij0}^1} \quad (55)$$

$$\theta_{j0}^* = \left[\frac{\sum_{k=1}^K \zeta_k Z_{kj0} + \sum_{r=1}^S \eta_r y_{rj0} - \alpha_1 - \alpha_2}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij0}^1 + \sum_{k=1}^K \zeta_k Z_{kj0} + \sum_{c=1}^C \gamma_c x_{cj0}^2} \right] \quad (56)$$

$$\gamma_c, \zeta_k, \eta_r, v_i > 0; \alpha_2, \alpha_1 \text{ free}$$

پرمچاندرا و همکاران (۲۰۱۲) و لین و همکاران (۲۰۲۱) در مطالعات خود مدل‌های دوگانه (مدل پیش‌بینی مرزی) را به‌عنوان یک دستورالعمل عملی برای مدیران برای بهبود کارایی شرکت‌های خود توسعه دادند (Lin et al., 2021; Premachandra et al., 2012). همین کار را با پیشنهاد یک مدل دوگانه (۵۷) بر اساس مدل‌های (۳۹) تا (۴۲) در زیر معرفی شده است.

$$\text{Min } \theta_{j0} \quad (57)$$

$$\text{St:} \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j^A x_{ij}^1 \leq \theta_{j0} x_{ij0}^1, \quad (i = 1, \dots, m) \quad (58)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j^A Z_{kj} \leq \theta_{j0} Z_{kj0}, \quad (k = 1, \dots, K) \quad (59)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j^A = 1 \quad (60)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j^B x_{cj}^2 \leq \theta_{j0} x_{cj0}^2, \quad (c = 1, \dots, C) \quad (61)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j^B y_{rj} \geq \theta_{j0} y_{rj0}, \quad (r = 1, \dots, S) \quad (62)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j^B = 1 \quad (63)$$

$$\lambda_j^A, \lambda_j^B \geq 0, \theta_{j0} \text{ free}$$

در مدل (۵۷)، λ_j^A و λ_j^B نشان دهنده متغیرهای شدت در مرحله ۱ (مدیریت عملیات) و مرحله ۲ (مدیریت سرمایه گذاری) فرآیندهای شبکه هستند. θ_{j0}^* کارایی کلی اعمال شده برای $DMU(jo=1, \dots, n)$ هدف است. بنابراین، می‌توانیم DMU_{jo} ناکارآمد را با ارجاع مقدار پیش‌بینی ورودی هدف ($\hat{x}_{ijo}^1$ و $\hat{x}_{ijo}^2$) برای مرحله ۱ و مرحله ۲ به صورت زیر بهبود دهیم:

$$\hat{x}_{ijo}^1 = \sum_{j=1}^n \lambda_j^{A*} x_{ij}^1, \quad (i = 1, \dots, m) \quad (64)$$

$$\hat{x}_{ijo}^2 = \sum_{j=1}^n \lambda_j^{B*} x_{cj}^2, \quad (c = 1, \dots, C) \quad (65)$$

۴. مرور ادبیات

در استرالیا، کلمن و همکاران (۲۰۰۶) عملکرد سرمایه گذاری صندوق‌های بازنشستگی استرالیا را مورد مطالعه قرار دادند و تفاوت‌های قابل توجهی را در انواع صندوق‌ها یافتند. صندوق‌های خرده‌فروشی و صنعتی، بازده و نوسان کمتر و هزینه‌های بالاتری دارند، در حالی که صندوق‌های دولتی و شرکت‌های بزرگ بیشترین بازده و نوسان و کمترین هزینه را دارند (Coleman & et al., 2006). سی و لیو (۲۰۰۹) دریافتند که برای صندوق‌های بازنشستگی در استرالیا، هزینه‌های عملیاتی بالاتر به طور قابل توجهی با عملکرد خالص سرمایه‌گذاری پایین‌تر همبستگی دارد (Sy & Liu, 2009). الیس و همکاران (۲۰۰۸) عملکرد سرمایه‌گذاری صندوق‌های بازنشستگی بزرگ در استرالیا را بررسی کردند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که متولیان خرده‌فروشی که از استراتژی‌های سرمایه‌گذاری متعادل یا رشدی برای گزینه‌های سرمایه‌گذاری پیش‌فرض استفاده می‌کنند، به طور متوسط بازده خالص کمتری نسبت به متولیان غیرانتفاعی با استفاده از استراتژی‌های مشابه ایجاد می‌کنند در آمریکا بیش از یک میلیون عضو به دلیل کارمزدها و بازده سرمایه‌گذاری کمتر از حد مطلوب از صندوق‌های نهادی (مزیت معین) تصمیم گرفته‌اند وجوه را خودشان مدیریت کنند. با این حال، از دیدگاه کارکنان، مالکیت کارکنان می‌تواند منجر به ریسک مالی بیش از حد شود (Pendleton & Robinson, 2023). در نهایت، شریگر (۲۰۰۵) از داده‌های مربوط به درآمد و الگوهای تغییر شغل از بررسی پانل پویایی درآمد برای مطالعه مسائل مرتبط استفاده می‌کند. او متوجه می‌شود که گردش بین شغلی در دهه ۱۹۹۰ افزایش یافته و برنامه‌های DC را نسبت به برنامه‌های DB برای بسیاری از کارگران جذاب‌تر کرده است. هر دو مطالعه تجربی فرآیندهای درآمد و تغییر شغل را پارامتر می‌کنند،

در نتیجه برخی از غنای تاریخچه درآمد فرد را نادیده می‌گیرند (Schrager, 2005). یرمو در پژوهش خود به این نتیجه رسیده که تنها کشوری که قبل از اصلاحات اخیر بازار مدیریت، صندوق بازنشستگی قابل دفاعی داشته؛ برزیل بوده است (Srinivas et al 2000). در این نوشتار تاکید بر بررسی نتایج پژوهش‌های انجام شده به وسیله‌ی تحلیل پوششی داده‌ها می‌باشد. در این روش یکی از مهم‌ترین عوامل داده‌های ورودی و خروجی می‌باشد. برای انتخاب داده‌های ورودی و خروجی یک مسئله، روش یکتا یا فرایند منحصر به فردی وجود ندارد (Callen, 1991; Cholos, 1997; Watson et al., 2011). روش‌های انتخاب داده‌های ورودی و خروجی شامل نظر متخصص، تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی، رویکرد گام به گام به انتخاب متغیر ورودی - خروجی یا ترکیبی از همه‌ی این موارد است (Adler & Golany, 2001; Norman & Stoker, 1991). ورودی‌ها و خروجی‌ها معیارهای عملکرد هستند، بنابراین اگر به درستی انتخاب شوند، می‌توانند بینش مفیدی را برای مدیران و یا تصمیم‌گیرندگان فراهم کنند. در چارچوب مفهوم بهره‌وری و مدل DEA، کارایی با کاهش ورودی‌ها در حین حفظ سطح فعلی خروجی‌ها یا افزایش خروجی‌ها در حین حفظ سطح فعلی ورودی‌ها افزایش می‌یابد (Galagedera & Silvapulle, 2002). تعداد مناسب ورودی و خروجی موضوع دیگری است که معمولاً در ادبیات مورد بحث قرار می‌گیرد. در حالی که مدل DEA می‌تواند چندین ورودی و خروجی را مدیریت کند، مشاهده شده است که تعداد بسیار زیادی از ورودی‌ها یا خروجی‌ها نسبت به تعداد DMUها ممکن است تجزیه و تحلیل را به هم ریخته یا منجر به تعداد زیادی DMU کارآمد شود (Adler & Golany, 2001; Gregoriou et al., 2005). در عمل، تحلیلگر ممکن است هر تعداد از متغیرهای ورودی و خروجی مربوطه را انتخاب کند، مشروط بر اینکه تعداد DMUهای مورد ارزیابی برای تجزیه و تحلیل DEA کافی باشد کوپر و همکاران (۲۰۰۶) تأکید می‌کند که انتخاب متغیرهای ورودی و خروجی برای کاربرد موفقیت آمیز DEA بسیار مهم است و حداقل $\max\{mxs, 3(m + s)\}$ را پیشنهاد می‌کند که m تعداد متغیرهای ورودی و s تعداد خروجی است. متغیرها به عنوان یک قانون کلی برای تعداد DMUهایی که در تجزیه و تحلیل استفاده می‌شوند.

۱.۴. داده‌های ورودی، خروجی و نتایج بدست آمده

بدریزاده و پارادی (۲۰۲۰) با استفاده از روش‌های MV-DEA و VRS و Non-Dis-VRS با در نظر گرفتن ورودی و خروجی‌های زیر در صنعت بازنشستگی کانادا به نتایجی دست یافتند که در ادامه به آن اشاره می‌کنیم (Badrizadeh & Paradi, 2020).

ورودی و خروجی صندوق‌های مزیت معین و ترکیبی

ورودی‌ها:

- هزینه‌های سرمایه‌گذاری
- هزینه‌های مدیریت
- مبالغ مشارکت
- انحراف استاندارد بازده

خروجی‌ها:

- درآمد خالص سرمایه‌گذاری
- مزایای قابل پرداخت

ورودی و خروجی طرح‌های مشارکت معین

ورودی‌ها:

- هزینه‌های سرمایه‌گذاری

- مبالغ مشارکت

- انحراف استاندارد بازده

خروجی:

- درآمد خالص سرمایه‌گذاری

این مطالعه بر روی ۹۰ طرح مزایای تعریف شده، ۳۷ طرح مشارکت تعریف شده، ۴۶ طرح ترکیبی و همچنین ۶۱ طرح سرمایه‌گذاری مشترک انجام شده است.

نتایج بدست آمده نشان داد که از ۹۰ طرح مزایای تعریف شده، ۳۳ واحد کارآمد؛ از ۳۷ طرح مشارکت تعریف شده، ۱۳ واحد کارآمد؛ از ۴۶ طرح ترکیبی، ۲۰ واحد کارآمد و از ۶۱ طرح سرمایه‌گذاری مشترک، ۲۲ واحد کارآمد بودند.

در ترکیب نتایج بدست آمده برای دو نوع صندوق، مشخص شد که صندوق‌های بازنشتی مزیت تعریف شده‌ی کارآمد بهتر از معادل‌های صندوق‌های مشترک خود عمل می‌کنند و مرز کارا بیشتر از DMU‌های صندوق بازنشتی تشکیل شده است. همچنین، نتایج برای مدل‌های VRS و MV-DEA یکسان است؛ زیرا همه طرح‌های کارآمد DB در این دو مدل یکسان است. (VRS برای DB DMU در مدل VRS و Non-Dis-VRS برای DB DMU در مدل استفاده می‌شود. مدل MV-DEA) و VRS در هر دو مدل MV-DEA برای DMU‌های MF استفاده می‌شود. بنابراین، نتایج یکسان است و خطوط همپوشانی دارند. برنامه‌های DB و Combo کارآمد بهتر از صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک کارآمد عمل می‌کنند. از آنجایی که بیشتر DMU‌های صندوق بازنشتی کارآمد بودند (اما نه همه)، نتایج حاصل از مدل‌های VRS، Non-Dis-VRS و MV-DEA کاملاً یکسان نبودند.

از آنجایی که هیچ داده سودی برای طرح‌های DC (متغیر خروجی غیراختیاری در مدل خروجی گرا) وجود نداشت، مدل Non-Dis-VRS مشابه مدل VRS عمل کرد. در نهایت، مدل MV-DEA نیز نتایج مشابهی را با مدل‌های VRS و Non-Dis-VRS در این مورد ایجاد کرد. حداقل امتیاز کارایی به طور غیرعادی پایین (۰.۳۰۶) بود. اگرچه این یک صندوق متقابل کارآمد در مجموعه داده‌های صندوق متقابل بود، با این حال، در نمونه ترکیبی MF‌های کارآمد و DC‌های کارآمد، بسیار ناکارآمد می‌شود. دلیل آن این است که گاهی اوقات DMU‌های کارآمد به خودشان ارجاع می‌شوند و زمانی که مرز در حال حرکت است (به دلیل اختلاط DC‌های کارآمد و MF‌های کارآمد در اینجا)، DMU‌های کارآمد تعریف شده برای مرز جدید بسیار ناکارآمد خواهند بود.

در آمریکای شمالی صندوق‌های بازنشتی قبل از این کار، تجزیه و تحلیل نشده‌اند. این یک وضعیت بسیار عجیب است، اما احتمالاً نتیجه کمبود داده‌ها و وجود قوانین حفظ حریم خصوصی و محرمانگی فراوان است. اما حتی در کانادا، جایی که این کار تولید شده است، به‌دست آوردن داده‌های قابل اعتماد و به‌ویژه مجموعه داده‌های کامل (در حالی که وجود دارند) به‌سختی به دست می‌آیند.

بارینتوس و بوسوفیان (۲۰۰۵) در پژوهشی شرکت‌های مدیریت صندوق‌های بازنشتی شیلی را با استفاده از یک روش دو مرحله‌ای تحلیل می‌کنند. در مرحله اول، امتیازهای کارایی CCR و BCC را محاسبه می‌کنند و در مرحله دوم، امتیاز کارایی به دست آمده در مرحله اول را بر روی متغیرهای زمینه‌ای دوباره به کار می‌گیرند (Barrientos & Boussofiane, 2005). ورودی‌ها و خروجی‌های مورد استفاده در مرحله DEA بر اساس رویکرد تولید مورد استفاده در بانکداری بود (Ferrier & Lovell, 1990):

خروجی‌ها:

- کل درآمد

- تعداد مشارکت‌کنندگان

ورودی‌ها:

- هزینه‌های بازاریابی و فروش
- حقوق پرسنل اداری و مدیران اجرایی
- و هزینه‌های اداری و محاسباتی^۱

کار با بحث در مورد شاخص‌های استاندارد عملکرد در بازار و شناسایی موضوعات کلیدی کارایی، رقابت و مقررات شروع شده است. این شاخص‌ها تصویری متفاوت از عملکرد مدیران صندوق‌های بازنشستگی ارائه می‌دهد. علی‌رغم تنوع قابل توجه در تعداد مدیرانی که به عدم وجود موانع قابل توجه ورود و خروج و افزایش نقل و انتقالات حساب اشاره می‌کنند، رقابت محدود به نظر می‌رسد. مسئله این است که آیا رقابت با وجود اندازه اقتصاد، عدم تقارن اطلاعاتی یا مقررات محدود می‌شود یا خیر. بررسی روند هزینه‌های عملیاتی مدیران صندوق‌های بازنشستگی نشان می‌دهد که روند نزولی پایداری وجود ندارد و به نظر می‌رسد تغییرات در هزینه‌های عملیاتی در طول زمان عمدتاً پاسخی به محیط نظارتی باشد. تنظیم کارمزدها باعث ناهماهنگی درآمدها و هزینه‌های مدیران صندوق و تقسیم‌بندی در استراتژی‌های بازار می‌شود که در آن گروهی از مدیران صندوق‌ها سهم بازار و اقتصادهای اندازه را به حداکثر می‌رسانند، درحالی‌که گروهی دیگر بر انتخاب افراد پردرآمد تمرکز می‌کنند. تأثیر تقسیم‌بندی بر کارایی فنی نیاز به بررسی دارد.

این مقاله کارایی فنی مدیران صندوق بازنشستگی در شیلی را در طول زمان با استفاده از تکنیک‌های تحلیل پوششی داده‌ها اندازه‌گیری کرد. یافته‌ها حاکی از آن است که در بازار مدیریت صندوق بازنشستگی در شیلی، دستاوردهای بالقوه فنی قابل توجهی وجود دارد. تغییرات مهمی در طول زمان وجود دارد، اما روند مستمری به سمت بهبود کارایی فنی وجود ندارد. در ابتدای اصلاحات، مدیران صندوق‌های بازنشستگی می‌توانستند با ۴۰ درصد از منابع استفاده شده، همان خروجی را تولید کنند. کارایی فنی در طول دهه ۱۹۸۰ بهبود یافت، اما شرکت‌های تازه وارد در اوایل دهه ۱۹۹۰ و افزایش هزینه‌های فروش و بازاریابی مرتبط با ورود آن‌ها، منجر به کاهش کارایی بازار شد. مقررات محدود کننده نقل و انتقالات که در سال ۱۹۹۸ معرفی شدند در کاهش هزینه‌های فروش و بازاریابی و بهبود امتیازهای کارایی موفق بوده‌اند. در پایان دوره، مدیران صندوق‌های بازنشستگی می‌توانستند همان خروجی را با ۶۵ درصد استفاده از منابع تولید کنند.

مقایسه نمرات کارایی مدیران صندوق‌های بازنشستگی فردی در طول زمان نشان می‌دهد که شرکت‌هایی که در بازار باقی‌مانده‌اند نمرات کارایی بالاتری نسبت به شرکت‌های ترک‌کننده بازار دارند، بنابراین نشان می‌دهد که رقابت در طول زمان، هر چقدر هم که ناقص باشد؛ تأثیرگذار است. در عین حال، مدیران صندوق با نمرات کارایی پایین نیز قادر به ادامه حیات در بازار هستند. تجزیه و تحلیل عوامل تعیین‌کننده کارایی فنی نشان می‌دهد که افزایش سهم بازار به طور مثبت به کارایی فنی کمک می‌کند. از طرف دیگر هزینه‌های فروش و بازاریابی در امتیاز کارایی مضر هستند. در بازار دو استراتژی قابل اجرا است: مدیران صندوق‌های بازنشستگی بزرگ‌تر می‌توانند از اقتصادهای بزرگ بهره‌برداری

^۱ یک موضوع در مورد انتخاب ورودی و خروجی به مفهوم اساسی تولید در خدمات مالی اشاره دارد. مسئله در اینجا شناسایی چیزی است که ارائه دهندگان مالی تولید می‌کنند است. ادبیات مرتبط با استفاده از DEA در بخش بانکداری دو رویکرد متفاوت را شناسایی کرده است. Ferrier, G. D., & Lovell, C. A. (1990). Measuring cost efficiency in banking: econometric and linear programming evidence. *Journal of Econometrics*, 46, 229-245. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(90\)90057-Z](https://doi.org/10.1016/0304-4076(90)90057-Z). یک رویکرد بر عملکرد واسطه‌گری ارائه دهندگان مالی بین پس‌انداز کنندگان و وام‌گیرندگان تأکید می‌کند. در این رویکرد، خروجی بخش بانکی را می‌توان به عنوان ارزش وام‌های اعطا شده شناسایی و اندازه‌گیری کرد. رویکرد دوم، رویکرد تولید، خروجی‌ها را با خدمات و محصولات بانکی که با ارزش حساب‌ها و تراکنش‌ها اندازه‌گیری می‌شود، شناسایی می‌کند. مدیران صندوق‌های بازنشستگی از بسیاری جهات شبیه بانک‌ها هستند، اما از دو رویکرد ذکر شده، رویکرد واسطه‌گری نامناسب است، به‌ویژه با توجه به ماهیت اختصاصی حساب‌های پس‌انداز بازنشستگی، نقدینگی محدود پس‌انداز بازنشستگی و مقررات سخت‌گیرانه سرمایه‌گذاری، رویکرد تولید ارجح است. مدیران صندوق بازنشستگی از خدمات نیروی کار استفاده می‌کنند، از تجهیزات و ساختمان‌های سرمایه‌ای بهره می‌برند و همچنین از خدمات بازاریابی برای جذب و حفظ افراد وابسته استفاده می‌کنند.

کنند، در عوض استراتژی های کوچک تر می توانند بر جذب و حفظ افراد با درآمد بالا تمرکز کنند. ناکارآمدی در بازار مدیریت صندوق بازنشتی پیامدهای نامطلوب قوی برای نتایج آینده بازنشتی دارد.

در مرحله دوم، آن ها یک رگرسیون از امتیازات CCR را در یک مدت ثابت، سهم بازار، فروش، نسبت مشارکت کنندگان به شرکت های وابسته و درآمد برآورد می کنند. آن ها نتیجه می گیرند که هیچ روند مستمری به سمت بهبود کارایی فنی وجود ندارد. تجزیه و تحلیل عوامل تعیین کننده کارایی نشان داد که افزایش سهم بازار به طور مثبت به کارایی فنی کمک می کند. هزینه های فروش و بازاریابی مضر است. استفاده از مدل رگرسیون در مرحله دوم از نکات این مقاله است. از آنجایی که نمرات کارایی از یک فیلتر عبور می کند، باید از مدل توبیت برای اجازه مشاهدات سانسور شده استفاده می شد (کوئلی، راثو و باتسه، ۲۰۰۵). علاوه بر این، ادبیات DEA نشان می دهد که نمرات کارایی به دست آمده در مرحله اول با متغیرهای توضیحی مورد استفاده در مرحله دوم همبستگی دارد، به طوری که تخمین های مرحله دوم ناسازگار و مغرضانه خواهند بود (Simar & Wilson, 2000). رویه ی بوت استرپینگ^۱ برای غلبه بر این مشکل مورد نیاز است (Efron, 1992).

کارتا (۲۰۱۷) صندوق های بازنشتی با مسئولیت اجتماعی (اخلاقی) را با صندوق های غیرمسئولیت پذیر با در نظر گرفتن ورودی ریسک و خروجی بازدهی، با استفاده از تحلیل پوششی داده ها مورد مطالعه قرار داده است. ریسک مطلوب، کم ترین میزان ممکن است و به عنوان ورودی که باید کم شود در نظر گرفته شده و بازدهی مطلوب، بیشترین مقدار ممکن است و به عنوان خروجی که باید بیشتر شود در نظر گرفته شده است (Caretta, 2017).

در این پژوهش از دو مدل DEA برای اندازه گیری میزان کارایی صندوق ها استفاده شده. این دو مدل به رتبه بندی های متفاوتی منجر می شوند که به خصوصیات متفاوت متغیرها نسبت داده می شود. آنچه جالب توجه است این است که با استفاده از روش DEA، صندوق های اخلاقی رتبه بهتری نسبت به معیارهای عملکرد سنتی کسب می کنند. علاوه بر این، با مدل DEA-CE، شش صندوق از سی صندوق بازنشتی اخلاقی امتیاز کارایی^۱ را گزارش می کنند، در حالی که تنها دو مورد از غیراخلاقی ها می توانند همین نتیجه را به دست آورند. در نظر گرفتن عواملی مانند معیار اخلاقی اجازه می دهد تا به عواملی که فراتر از اقدامات ریسک و بازده می دهد تا آن دسته از ویژگی های وجوه اخلاقی که در غیر این صورت نادیده گرفته می شوند برجسته و در نظر گرفته شوند، وزن داده شود.

از نقطه نظر کیفی، این دو نوع سرمایه گذاری در مورد جنبه های فنی مربوط به ساختار سازمانی دقیقاً منطبق یکسانی دارند. زمانی که زمان تعریف استراتژی سرمایه گذاری فرامی رسد، این دو رویکرد متفاوت هستند: صندوق های بازنشتی اخلاقی تمرکز زیادی در شناسایی بهترین فرصت های سرمایه گذاری که متناسب با معیارهای کیفی مورد نیاز سرمایه گذاران است، دارند، در حالی که صندوق های بازنشتی غیراخلاقی می توانند منحصر بر آن جنبه های مؤثر بر ریسک و بازدهی تمرکز کنند.

به نظر می رسد که در مقایسه با مبانی کمی صرف، صندوق های بازنشتی غیراخلاقی دارای مزیت اندکی هستند. برعکس، زمانی که جنبه های دیگر در فرآیند ارزش گذاری رخ می دهد، تفاوت بسیار محدود است. تجزیه و تحلیل انجام شده با روش DEA دقیقاً این دامنه را داشت. از این تحلیل هیچ مدرک قاطعی مبنی بر برتری مطلق صندوق های بازنشتی غیراخلاقی بر صندوق های بازنشتی اخلاقی وجود نداشت. در کل اما رویکرد اخلاقی سرمایه گذاری به ویژه برای صندوق های بازنشتی مناسب تر به نظر می رسد. شک و تردید پیرامون توانایی صندوق های بازنشتی اخلاقی، متکی بر قربانی اخلاقی فرضی است که سرمایه گذاران متحمل خواهند شد، اما با توجه به ادبیات علمی در

^۱ بوت استرپینگ یک روش آماری است که یک مجموعه داده واحد را مجدداً نمونه برداری می کند تا نمونه های شبیه سازی شده زیادی ایجاد کند. این فرآیند به شما امکان می دهد خطاهای استاندارد را محاسبه کنید، فواصل اطمینان ایجاد کنید و آزمایش فرضیه را برای انواع متعدد آمار نمونه انجام دهید.

مورد این موضوع، شواهد قاطعی وجود ندارد که فرصت سرمایه‌گذاری صندوق‌های اخلاقی وضعیت بدتری را نسبت صندوق‌های بازنشستگی غیراخلاقی به نشان دهند.

میلیند ساتی (۲۰۱۱) با استفاده از روش‌های BCC و CCR کارایی صندوق‌های بازنشستگی مشارکت معین (خرد) را با داده‌های ورودی و خروجی زیر در بازه زمانی سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۹ بررسی کرد (Sathye, 2011). نتایج بدست آمده در این پژوهش در ادامه بیان خواهد شد.

ورودی:

- هزینه‌های عملیاتی
- مشارکت‌های دریافتی

خروجی:

- ارزش صندوق
- مزایای پرداختی

هزینه‌های عملیاتی شامل هزینه‌های کارکنان و همچنین هزینه‌های اداری، بازاریابی و سایر هزینه‌های عملیاتی می‌شود. چندین محقق از هزینه‌های عملیاتی به‌عنوان ورودی برای اندازه‌گیری کارایی مؤسسات مالی استفاده کرده‌اند (به‌عنوان مثال، Necmi K. Avkiran, 1999). مشارکت‌ها مشابه سپرده‌های بانکی است که معمولاً به‌عنوان ورودی در مطالعات DEA بانک‌ها استفاده می‌شود. ارزش صندوق بازنشستگی، همان‌طور که با ارزش دارایی‌های خالص در پایان سال اندازه‌گیری می‌شود، به‌عنوان خروجی در مطالعات قبلی کارایی صندوق بازنشستگی استفاده شده است (برای مثال، Barros & Garcia, 2006). مزایای پرداخت شده، نماینده‌ای برای توابع ریسک‌پذیر و ریسک هستند (Cummins et al., 1999).

نمرات کارایی مربوط به متغیرهای زمینه‌ای مانند اندازه شرکت، تنوع سرمایه‌گذاری و ریسک برگرفته از ساختار، رفتار و فرضیه‌ی عملکرد شرکت‌ها می‌باشد. اندازه و نسبت وجوه سرمایه‌گذاری شده در مسیرهای غیر ریسکی رابطه مثبتی با کارایی تولید دارد و بحران مالی و تنوع در سرمایه‌گذاری با متغیر وابسته ارتباط منفی و معناداری دارد. صندوق‌های بازنشستگی بسیار کوچکی در بخش صندوق‌های بازنشستگی خرده‌فروشی در استرالیا فعالیت می‌کنند که در آن‌ها صرفه‌جویی در مقیاس را می‌توان از طریق منطقی‌سازی بخش به دست آورد. پیشنهاد می‌شود که ادغام‌ها و تملک‌ها تشویق شوند تا کارایی تولید صندوق‌های بازنشستگی خرده‌فروشی و کل بخش افزایش یابد که در نهایت نفع آن به سرمایه‌گذاران پایین رده منتقل شود.

همچنین در مطالعه دیگری در استرالیا با استفاده از روش BCC با استفاده از داده‌های ورودی و خروجی زیر بین سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۲ به نتایجی دست یافتند که در ادامه بیان می‌کنیم.

سه متغیر خروجی مورد استفاده در مدل BCC-I عبارتند از:

- بازده ۱ ساله
- بازده ۵ ساله
- سود متوسط

سه متغیر ورودی مورد استفاده در مدل DEA عبارتند از:

- نسبت هزینه عملیاتی

- نسبت هزینه سرمایه‌گذاری

- انحراف معیار بازده سالانه طی دوره ۵ ساله از ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۲

بازده ۱ ساله (بازده در ۲۰۱۲) را به عنوان معیار بازده کوتاه مدت و بازده ۵ ساله (میانگین بازده در دوره ۲۰۰۸-۲۰۱۲) را به عنوان معیار بازده میان مدت انتخاب شده است. متوسط سود به عنوان کل پرداختی سود در سال ۲۰۱۲ تقسیم بر تعداد اعضای SF در سال ۲۰۱۲ تعریف می‌شود. فرض می‌کنیم که برای بازده ۱ ساله، بازده ۵ ساله و سود متوسط، ارزش‌های بالا به مقادیر کم ترجیح داده می‌شود و بنابراین آن‌ها می‌تواند به عنوان متغیرهای خروجی در مدل DEA استفاده شود. نسبت هزینه عملیاتی و نسبت هزینه سرمایه‌گذاری به ترتیب به عنوان نسبت کل هزینه‌های عملیاتی به کل دارایی‌ها و نسبت کل هزینه‌های سرمایه‌گذاری به کل دارایی‌ها تعریف می‌شوند.

در اینجا عملکرد نسبی ۱۳۷ صندوق بازنشستگی استرالیا را در یک چارچوب بازده تعدیل شده با استفاده از تکنیک DEA ارزیابی شده است. وجوه به طور کلی در چهار نوع طبقه بندی می‌شوند: صنعت، بخش دولتی، شرکتی و خرده فروشی. نتایج، بر اساس داده‌های سال ۲۰۱۲، نشان می‌دهد که بیشتر مجموعه‌های کارا صندوق‌های خرده‌فروشی هستند. این صندوق‌ها بر مجموعه‌های مرجع صندوق‌های ناکارآمد تسلط دارند. صندوق‌های کارا کارا در مجموعه مرجع یک صندوق ناکارآمد به عنوان الگو برای صندوق ناکارآمد عمل می‌کند. در عمل، یک صندوق ناکارآمد ممکن است بهترین الگوهای خود را با هدف بهبود عملکرد خود اتخاذ کند. در بررسی تجربی، متوجه می‌شویم که صندوق‌های کارا الگوی بسیاری از صندوق‌های ناکارآمد شامل صندوق‌هایی است که از انواع مختلف هستند. این ایده آل نیست زیرا یک صندوق ناکارآمد ممکن است همیشه در موقعیتی نباشد که از بهترین الگوهای خود با امید به بهبود عملکرد تقلید کند. این مسئله با پیشنهاد روشی برای به دست آوردن مجموعه‌های مختلف الگوها و پیش‌بینی‌های مرتبط برای هر صندوق ناکارآمد حل می‌شود تا هدف نهایی آن برای رسیدن به مرز کارآمدی که توسط همه صندوق‌های نمونه‌گیری شده با هم ایجاد شده است، به تدریج در مراحل بعد به دست آید. شواهد آماری نشان می‌دهد صندوق‌هایی با تعداد اعضای بیشتر و نسبت بالایی از دارایی‌های پرخطر ممکن است با عملکرد پایین مرتبط باشند، در حالی که صندوق‌های بزرگ از نظر پایه دارایی ممکن است ارتباط مثبتی با عملکرد داشته باشند. تفاوت در عملکرد در انواع صندوق نیز مشهود است. صندوق‌های خرده‌فروشی و تجاری عملکرد بهتری از صندوق‌های صنعت و بخش دولتی دارند.

گارسیا (۲۰۱۰) در پژوهشی، ۱۲ صندوق بازنشستگی پرتغال را با رویکرد مرزی کارآمدی با استفاده از شاخص بهره‌وری مالکونست^۱ (Malmquist, 1953) بر اساس تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) بین سال‌های ۱۹۹۴ تا ۲۰۰۷، با داده‌های ورودی و خروجی زیر ارزیابی کرد. نتایج پژوهش در ادامه بیان می‌شود (Garcia, 2010).

خروجی‌ها:

- تعداد وجوه مدیریت شده
- ارزش وجوه مدیریت شده
- سود پرداختی به سهامداران
- تعداد شرکت‌کنندگان.

ورودی‌ها:

- ارزش حقوق بازنشستگی پرداختی

¹ Malmquist

- تعداد کارگران
- خالص دارایی‌ها
- مشارکت‌های دریافتی از افراد و حامیان مالی.

داده‌ها برای ۱۲ شرکت طی ۱۴ سال جمع‌آوری شده است (۱۶۸ واحد) و بهره‌وری سالانه هر شرکت مورد مقایسه قرار گرفته است. DEA امکان برآورد تغییر بهره‌وری کل را در قالب یک شاخص مالکونسیست فراهم می‌کند. شاخص مالکونسیست میزان تغییر بهره‌وری کل را نشان می‌دهد که به تغییر کارآمد فنی (بخش انتشار یا جبران) و تغییر کارآمد فناوری (نوآوری یا مولفه تغییر مرز) تقسیم می‌شود. امتیاز تغییر بهره‌وری کل (شاخص مالکونسیست) تنها برای شش شرکت مدیریت صندوق‌های بازنشستگی از ۱۲ شرکت یک یا بالاتر از یک است، که نشان می‌دهد که بخش بزرگی از شرکت‌های مدیریت صندوق بازنشستگی در دوره مورد نظر بهره‌وری کل افزایشی را تجربه کرده‌اند. شش شرکت دیگر شاخص مالکونسیست کمتر از میانگین دارند.

چهار ترکیب تغییر کارایی فنی و تغییر تکنولوژیک را مشاهده شده است. گروه اول، شامل چهار شرکت با بهبود کارایی فنی به همراه بهبود کارایی فناوری وجود دارد. اینها بهترین شرکت‌های مدیریت صندوق‌های بازنشستگی در این دوره هستند. گروه دوم، شامل پنج شرکت که در آنها بهبود کارایی فنی با زوال فناوری همراه است. گروه سوم، دو شرکت هستند که در آنها بهبود کارایی فناورانه همراه با بدتر شدن کارایی فنی وجود دارد. در دسته چهارم که در آن کارایی فنی رو به زوال با فناوری رو به زوال همراه است، یک شرکت را می‌بینیم.

ناکارآمدی فنی صندوق‌ها در این پژوهش در نتیجه‌ی یک یا چند عامل است که اولین آنها رابطه عامل اصلی است (Jensen & Meckling, 2019). این به دشواری کنترل افرادی که به عنوان مدیران اختیار دارند تا از طرف سهامداران عمل کنند، مرتبط است. یک دلیل جایگزین برای چنین ناکارآمدی، دسترسی نابرابر به اطلاعات مربوط به فعالیت‌های عملیاتی است، یعنی توزیع نامتقارن اطلاعات در بین شرکت‌های مدیریت صندوق‌های بازنشستگی که برخی از آنها از دسترسی ممتازتری به اطلاعات بازار مربوطه نسبت به سایرین برخوردار هستند و در نتیجه مشتریان بیشتری را جذب می‌کنند. این وضعیت در فقدان شفافیت در مدیریت ذاتی است (Williamson, 1998). یک دلیل جایگزین برای چنین ناکارآمدی این است که پیکربندی استراتژی کلی شرکت‌های مدیریت صندوق‌های بازنشستگی ناکارآمد را قادر به رونق نمی‌کند، زیرا آنها فاقد ترتیبات سازمانی کافی هستند (Williamson, 1994). در نهایت، دلیل احتمالی دیگر، ناکارآمدی X است (Liebenstein, 1966) که به عوامل ناشی از بازارهای ناقص اشاره دارد. چنین بازارهایی در هر زمینه‌ای وجود دارند، اما به ویژه در بازارهای سالیانه رایج هستند. در این شرایط، مدیریت ممکن است نتواند استراتژی صحیح را اتخاذ کند، زیرا ممکن است نداند که چه باید باشد. چو و لیم (۱۹۹۸) تمرکز را به مطالعه کارایی سود و دور از کارایی X در بانک‌های سنگاپور تغییر دادند (Chu & Lim, 1998).

علی (۲۰۱۶) طی پژوهشی ۱۰ صندوق بازنشستگی خصوصی ترکیه را بین سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۲ با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها با داده‌های ورودی و خروجی زیر مورد ارزیابی قرار داد (Ali, 2016). نتایج این پژوهش در ادامه بیان شده است.

ورودی:

- مجموع حقوق صاحبان سهام
- هزینه‌های عملیاتی شرکت

خروجی:

- درآمد سرمایه‌گذاری
- هزینه‌های اداره صندوق

بر اساس نتایج به دست آمده از این پژوهش، ۴ شرکت کارا هستند و مابقی شرکت‌ها برای رسیدن به مرز کارا باید تغییراتی در ساختار خود ایجاد کنند. (۲ شرکت امتیاز کارایی بسیار پایین دارند.) امتیازات ناکارآمدی اکثر شرکت‌های بازنشتگی به دلیل شکست آن‌ها در تولید یا تبدیل ورودی به متغیرهای خروجی به‌ویژه درآمد سرمایه‌گذاری بوده است. بنابراین، آن شرکت‌ها باید در زمینه‌هایی سرمایه‌گذاری کنند که بازدهی بیشتری کسب می‌کنند تا به کارایی دست یابند. علاوه بر این، هزینه‌های عملیاتی بالا برای دستیابی به کارایی مضر است. این امر به‌ویژه در نتیجه عدم استفاده از ورودی‌های خود و کاهش هزینه‌هایی که شرکت‌ها را قادر می‌سازد به هدف خود دست یابند، اتفاق خواهد افتاد. همچنین کورتاران، کاراکایا، داغلی (۲۰۱۳) صندوق‌های بازنشتگی خصوصی ترکیه را در سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۱ مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که صندوق‌های کوچک کارایی بیشتری از شرکت‌های بزرگ دارند (Kurtaran et al., 2013).

زامویی (۲۰۱۵) داده‌های مالی ۷۹ صندوق بازنشتگی فعال از پایگاه داده سازمان نظارت بر مؤسسات مالی نامیبیا را برای یک دوره ۵ ساله از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۵ با استفاده از DEA تجزیه و تحلیل کرد (میانگین اعضای هر صندوق ۲۷۰۰ نفر است) (Zamuee, 2015).

ورودی‌ها:

- کمک‌های مالی بازنشتگی
 - هزینه‌های اداری
 - هزینه‌های سرمایه‌گذاری
 - مجموع هزینه‌های صندوق
- خروجی‌ها:

- اعتبارات صندوق در پایان ۵ سال
- بازده سرمایه‌گذاری
- میانگین دارایی‌های صندوق

این پژوهش نشان داده است که اکثر صندوق‌های بازنشتگی در نامیبیا زیر مرز کارایی ایجاد شده توسط صندوق‌های نمونه کارآمد کار می‌کنند و میانگین امتیاز کارایی صندوق‌های بازنشتگی نامیبیا ۵۵٪ است و تنها ۱۶ صندوق (۲۰ درصد از کل صندوق‌ها) به امتیاز کارایی ۱۰۰ درصد دست یافته‌اند. کمترین امتیاز کارایی به دست آمده ۰.۰۸ است. ارزش کل دارایی صندوق‌های نمونه نسبتاً کارآمد ۱۷.۵ درصد از کل ارزش دارایی‌های صندوق‌های نمونه را تشکیل می‌دهد. به این معنی که کارآمدترین صندوق‌ها لزوماً بزرگترین صندوق‌ها از نظر دارایی نیستند. برخلاف عمده ادبیات، این یافته نشان می‌دهد که صندوق‌های کوچکتر در نامیبیا کارآمدتر از صندوق‌های بزرگتر هستند. این پژوهش همچنین نشان می‌دهد که عضویت صندوق بازنشتگی بر سطوح کارایی مالی تأثیری ندارد زیرا کارآمدترین صندوق‌ها تنها ۱۷ درصد از اعضای کل صندوق‌های نمونه را تشکیل می‌دهند. ۶۰٪ از صندوق‌های نمونه در سطح بازدهی ۶۰٪ کار می‌کنند، در حالی که ۲۰٪ باقی مانده در سطوح بازدهی بین ۶۱٪ تا ۹۹٪ قرار دارند. ۲.۵٪ از صندوق‌های نمونه در سطح کارایی زیر ۰.۰۹ کار می‌کنند.

میزچینسکا و میزچینسکی (۲۰۰۷) ۱۵ صندوق بازنشتگی را در بازه زمانی ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۶ را با استفاده از روش‌های بازده به مقیاس ثابت و بازده به مقیاس متغیر ارزیابی کردند (Miszczyńska & Miszczyński, 2007).

ورودی‌ها:

- تعداد اعضا
- هزینه‌های عملیاتی سرانه

خروجی‌ها:

- خالص دارایی‌ها
- نتیجه سرمایه‌گذاری‌ها
- ارزش‌های واحد حسابداری

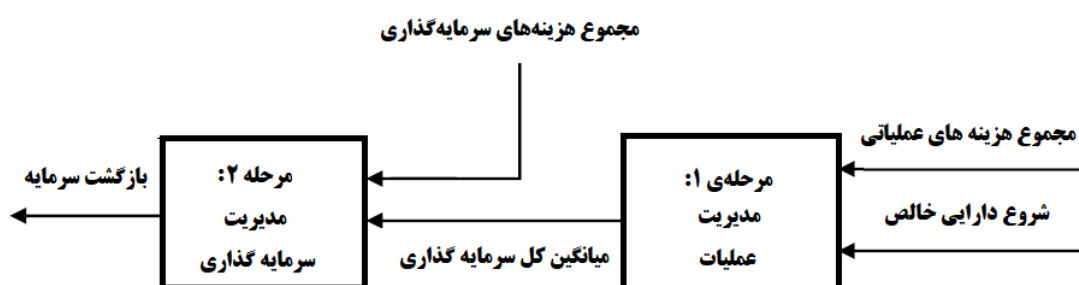
به جز ۵ صندوق، همه‌ی صندوق‌ها با تمامی روش‌های بازده به مقیاس ثابت و بازده به مقیاس متغیر به کار گرفته شده در این پژوهش، ناکارآمد هستند. تقریباً همه صندوق‌ها در حوزه افزایش بازده به مقیاس فعالیت مثبت انجام می‌دهند. همچنین کارایی تقریباً تمام صندوق‌های بازنشستگی دوره به دوره افزایش یافته است. دو صندوق (Commercial Union و Nationale Nederlanden) همواره روی مرز کارا قرار دارند.

سران و همکاران (۲۰۲۲) صندوق‌های بازنشستگی اندونزی را با استفاده از یک شبکه خصوصی دو مرحله‌ای طی سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۷ میلادی، با استفاده از داده‌های ورودی و خروجی زیر مورد ارزیابی قرار دادند (Seran et al., 2022).

ورودی مرحله اول:

- مجموع هزینه‌های عملیاتی
- دارایی خالص ابتدایی
- خروجی مرحله اول:
- میانگین کل سرمایه‌گذاری
- ورودی مرحله دوم:
- خروجی مرحله اول
- مجموع هزینه‌های سرمایه‌گذاری
- خروجی مرحله دوم:
- بازگشت سرمایه

در شکل ۱ داده‌های ورودی و خروجی مسئله در هر مرحله نشان داده شده است.



شکل ۱: ورودی و خروجی روش دو مرحله‌ای

روش DEA شبکه نویسنده را قادر می سازد تا عملکرد صندوق های اندونزیایی را از جنبه های مختلف عملکرد مدیریتی آن ها، یعنی کارایی عملیاتی و بهره وری سرمایه گذاری را بررسی کند. این نقطه قوت روش شبکه محسوب می شود، یعنی توانایی اندازه گیری عملکرد صندوق های بازنشستگی بر اساس ساختار داخلی فرآیندهای مدیریتی. بنابراین، می توان شناسایی کرد که به کدام یک از عملکردهای مدیریتی باید توجه بیشتری شود تا عملکرد کلی بهبود یابد. نتایج این مطالعه را می توان به شرح زیر خلاصه کرد. اول، متوسط سطح کارایی کلی EPF^1 ها در دوره ۲۰۱۱-۲۰۱۷ ۷۰.۹٪ بود. وقتی به کارایی عملیاتی و کارایی سرمایه گذاری تجزیه شد، مشخص شد که EPF ها در مدیریت عملیاتی (۸۱.۴٪) بهتر از مدیریت سرمایه گذاری (فقط ۶۰.۴٪) عمل می کنند. بنابراین، مشخص شد که ناکارآمدی سرمایه گذاری منبع اصلی ناکارآمدی کلی EPF است. بنابراین، برای بهبود عملکرد کلی EPF ها، باید توجه بیشتری به کارایی مدیریت سرمایه گذاری معطوف شود. کارایی EPF ها قطعاً تحت تأثیر عوامل خارجی است. نتایج تحلیل تجربی این مطالعه نشان می دهد که تفاوت در اندازه و مالکیت نیز سطح عملکرد EPF را تعیین می کند. به طور خاص، مدیریت باید یادآوری شود که EPF های بزرگ می توانند به دلیل عدم صرفه جویی در مقیاس، یا عوامل دیگر، مانند بازار سرمایه داخلی کوچک یا مقررات سرمایه گذاری بیش از حد سخت، عملکرد منفی داشته باشند. این مطالعه محدودیتهایی دارد؛ اول، نتایج این مطالعه نشان دهنده عدم صرفه جویی در مقیاس در EPF ها است اما آن ها را بیشتر برای تعیین اندازه نقطه بهینه تجزیه و تحلیل نمی کند. دوم، به دلیل در دسترس نبودن داده ها، مطالعه ما از نظر متغیرهای ورودی و خروجی موجود در مدل، جامعیت کمتری دارد. با گنجاندن برخی از متغیرهای ورودی/خروجی بسیار مهم، مانند میزان مشارکت شرکت کنندگان به عنوان ورودی در مرحله اول، مزایای پرداختی به اعضا به عنوان خروجی مرحله اول، و ریسک کل به عنوان ورودی اضافی برای مرحله دوم. در مرحله، مدل حاضر ممکن است نتایج متفاوتی ارائه دهد.

اکثر مطالعات در مورد صندوق های بازنشستگی معمولاً از روش های یک مرحله ای و غیر شبکه ای DEA برای ارزیابی عملکرد صندوق بازنشستگی استفاده می کنند (Bui et al., 2016; Draženović et al., 2019). با این حال، اندازه گیری عملکرد با DEA یک مرحله ای، فعالیت های یک شرکت را به عنوان یک «جعبه سیاه» در نظر می گیرد و فرآیندهای تبدیلی درون آن را نادیده می گیرد (Färe & Grosskopf, 2000). با این حال، در بسیاری از موقعیت ها، تبدیل ورودی ها به خروجی ها فقط یک فرآیند تک مرحله ای نیست، بلکه به مجموعه ای از فرآیندهای گام به گام مرتبط است. بنابراین، مطالعه ای اخیر بر روی مدل های شبکه ای DEA متمرکز شده است که می تواند پیچیدگی ساختار داخلی یک فرآیند تولید را در نظر بگیرد (Galagedera et al., 2018; Lin et al., 2021). رویکرد DEA شبکه می تواند نتایج معنی دارتر و کاربردی تری نسبت به رویکرد جعبه سیاه ارائه دهد که ساختار داخلی فرآیند تولید را نادیده می گیرد (Kao, 2014).

همچنین سران و همکاران (۲۰۲۲) و بوی (۲۰۱۳) و نجگونا و همکاران (۲۰۱۰) در پژوهش هایی به ترتیب صندوق های بازنشستگی اندونزی، استرالیا و کنیا را با استفاده از رویکردهای مختلف تحلیل پوششی داده ها، مورد بررسی قرار داده اند (Bui, 2013; Njuguna, 2010; Seran et al., 2022).

همانطور که در جدول ۱ مشخص است، بیشترین تکرار در داده های ورودی مربوط به هزینه های عملیاتی شرکت ها بوده که این امر نشان دهنده اهمیت بالای این مؤلفه در ارزیابی عملکرد صندوق های بازنشستگی است. همچنین مؤلفه های درآمد و سود سرمایه گذاری نیز بیشترین تکرار در خروجی ها را دارند که نیز حاکی از اهمیت این مؤلفه ها است.

¹ Employees Provident Fund

پژوهشگران	عنوان	مورد بررسی	ورودی	خروجی	محدوده بررسی
بدریزاده و پارادی (۲۰۲۰)	Pension Funds and Mutual Funds Performance Measurement with a New DEA (MV-DEA) Model Allowing for Missing Variables	مقایسه DC DB COMBO	مزیت معین و ترکیبی: - هزینه‌های سرمایه‌گذاری - هزینه‌های مدیریت - مبالغ مشارکت - انحراف استاندارد بازده مشارکت معین: - هزینه‌های سرمایه‌گذاری - مبالغ مشارکت - انحراف استاندارد بازده	مزیت معین و ترکیبی: - درآمد خالص سرمایه‌گذاری - مزایای قابل پرداخت مشارکت معین: درآمد خالص سرمایه‌گذاری	کانادا
بارینتوس و بوسوفیان (۲۰۰۵)	How efficient are pension fund managers in Chile?	کارایی مدیران صندوق	- هزینه‌های بازاریابی و فروش - حقوق پرسنل اداری و مدیران اجرایی - هزینه‌های اداری و محاسباتی	- کل درآمد - تعداد مشارکت‌کنندگان	شیلی
ساتی (۲۰۱۱)	The Impact of Financial Crisis on the Efficiency of Supperannuation Funds: Evidence from Australia	بررسی کارایی صندوق‌های خرده فروش	- هزینه‌های عملیاتی - مشارکت‌های دریافتی	- ارزش صندوق - مزایای پرداختی	استرالیا
بوی (۲۰۱۶)	Measuring efficiency of Australian superannuation funds using data envelopment analysis	صنعتی بخش دولتی شرکتی خرده فروشی	- نسبت هزینه عملیاتی - نسبت هزینه سرمایه‌گذاری - انحراف معیار بازده سالانه طی دوره ۵ ساله از ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۲	- بازده ۱ ساله - بازده ۵ ساله - سود متوسط	استرالیا

پرتغال	- تعداد وجوه مدیریت شده - ارزش وجوه مدیریت شده - سود پرداختی به سهامداران - تعداد شرکت کنندگان	- ارزش حقوق بازنشستگی پرداختی - تعداد کارگران - خالص دارایی ها - مشارکت های دریافتی	رتبه بندی صندوق های فعال	Efficiency evaluation of the Portuguese pension funds management companies	گاریسیا (۲۰۱۰)
ترکیه	- درآمد سرمایه گذاری - هزینه های اداره صندوق	- مجموع حقوق صاحبان سهام - هزینه های عملیاتی شرکت	کارایی صندوق های خصوصی	Efficiency of private pension companies in Turkey using data envelopment analysis (DEA)	علی (۲۰۱۰)
نامیبیا	- اعتبارات صندوق در پایان ۵ سال - بازده سرمایه گذاری - میانگین دارایی های صندوق	- کمک های مالی بازنشستگی - هزینه های اداری - هزینه های سرمایه گذاری - مجموع هزینه های صندوق	کارایی صندوق های فعال	Data envelopment analysis to measure efficiency of Namibian pension funds	زامویی (۲۰۱۵)
لهستان	- خالص دارایی ها - نتیجه سرمایه گذاری ها - ارزش های واحد حسابداری	- تعداد اعضا - هزینه های عملیاتی سرانه	کارایی صندوق های باز	Application of DEA method to the evaluation of the efficiency of Polish open pension funds in the years 2004-2006	میزچینسکا و میزچینسکی (۲۰۰۷)
اندونزی	- خروجی مرحله اول: - میانگین کل سرمایه گذاری - خروجی مرحله دوم: - بازگشت سرمایه	- ورودی مرحله اول: - مجموع هزینه های عملیاتی - دارایی خالص ابتدایی - ورودی مرحله دوم: - خروجی مرحله اول - مجموع هزینه های سرمایه گذاری	بررسی کارایی EFP ها	Investigating the Efficiency of Indonesian Employee Pension Funds	سران و همکاران (۲۰۲۲)
اتحادیه اروپا	معرفی نشده		صندوق های با مسئولیت اجتماعی و غیر مسئول	From Pension Funds to SRI Pension Funds: analysis and performance comparison with a DEA methodology	کارتا (۲۰۱۷)

جدول ۱: داده‌های ورودی و خروجی پژوهش‌های انجام شده

۵. نتیجه‌گیری

۱. ایجاد تغییرات در مدیریت صندوق‌های بازنشستگی، امری اجتناب ناپذیر به نظر می‌رسد و تقریباً در همه‌ی کشورهای جهان، به شکل‌های گوناگونی در حال انجام است. پژوهش‌های اخیر در هر جامعه با توجه به شرایط منحصر به فرد خود، به منظور انتخاب نحوه‌ی انجام این اصلاحات می‌باشد.

۲. نتایج بدست آمده در پژوهش‌های مختلف، متنوع و گاه متناقض است. این مسئله را می‌توان به موارد زیر مرتبط دانست: تصمیمات سیاسی؛ به عنوان مثال ممکن است در کشوری که دولت تمرکز بیشتری بر صندوق‌های بازنشستگی دارد؛ صندوق‌های دولتی یا صندوق‌هایی که دولت در انجام عملیات آن‌ها نقش دارد بازدهی بیشتری داشته باشند و بر عکس در کشور دیگری که تمرکز دولت بر صندوق‌های بازنشستگی کمتر است؛ صندوق‌های خصوصی بازدهی و کارایی بیشتری داشته باشند.

حجم و وضعیت اقتصادی؛ ممکن است شرایط اقتصادی کشوری به شکلی باشد که شرکت‌های کوچکتر در آن بازدهی و کارایی بیشتری داشته باشند و در کشور دیگر شرکت‌های بزرگتر کارا تر باشند. این می‌تواند منجر به مشاهده نتایج متفاوت در کشورهای مختلف شود. مسائل اجتماعی و فرهنگی؛ ممکن است در جامعه‌ای میزان اعتماد به شرکت‌های خرده‌فروش بیشتر از شرکت‌های با فروش سازمانی بوده (یا به دلایل قانونی) که این موضوع منجر به جذب سرمایه بیشتر و در نتیجه کارایی بیشتر شرکت‌های خرده‌فروشی شود؛ در حالی که در جامعه‌ای دیگر شرایط ممکن است کاملاً متفاوت باشد.

انتخاب داده‌های ورودی و خروجی؛ به نظر می‌رسد مهم‌ترین عامل وجود تنوع در نتیجه‌گیری‌ها، تفاوت در داده‌های ورودی و خروجی باشد. به طوری که تا حدود زیادی مشاهده می‌شود که با انتخاب داده‌های ورودی و خروجی مشابه، نتایج بدست آمده قرابت بیشتری با هم دارند و می‌توان از آن برای انتخاب مسیر آینده تا حدود زیادی الگوبرداری کرد.

انتخاب داده‌های ورودی و خروجی، در هر پژوهش با توجه به اهداف مد نظر واحدهای تصمیم‌گیرنده، قانون‌گذار یا پژوهشگر متفاوت خواهد بود و باید در انتخاب داده‌های ورودی و خروجی دقت بسیار زیادی به عمل آورد؛ در غیر این صورت ممکن است منجر به اخذ نتیجه‌ای نامطلوب و یا منحرف کننده شود.

۳. پارامترهای فراوانی در ارزیابی عملکرد (مدیریت) یک صندوق بازنشستگی مؤثر است؛ اما در پژوهش‌های انجام شده تنها به استفاده از پارامترهای معمولاً در دسترس بسنده شده و این مسئله از میزان کاربردی بودن این مقالات کاسته است. با این وجود پژوهش‌های انجام شده، تا حدود زیادی نشان دهنده‌ی وضعیت حاکم بر انواع صندوق‌های بازنشستگی است.

۴. به علت محرمانگی اطلاعات صندوق‌های بازنشستگی (که در بیشتر پژوهش‌ها به آن اشاره شده است)، در اکثر کشورها معمولاً دسترسی به داده‌های جدید جهت انجام پژوهش‌های علمی در دسترس نیست و نتایج مفید بیشتر پژوهش‌ها در این زمینه در بسیاری از کشورها جزء مطالعات منتشر نشده‌اند. اما با بررسی قوانین و مقررات بازنشستگی در این کشورها متوجه اعمال برخی اصلاحات در این کشورها می‌شویم.

بنابراین برای استفاده از تجربیات و یافتن خط و مشی سایر کشورها بهتر است به بررسی قوانین حاکم بر صندوق‌های بازنشستگی و همچنین بررسی خدمات ارائه شده توسط انواع شرکت‌های ارائه‌دهنده‌ی خدمات بازنشستگی پرداخت.

۵. اصلاحات بازنشستگی در شیلی (۱۹۸۱)، پرو (۱۹۹۳)، آرژانتین و کلمبیا (۱۹۹۴)، اروگوئه (۱۹۹۶)، بولیوی و مکزیک (۱۹۹۷)، کاستاریکا و السالوادور (۱۹۹۸) اجرا شده است. اصلاحات مشابهی در لهستان، مجارستان، پرتغال، استرالیا، کنیا، نامبیا، قزاقستان، اندونزی، اتحادیه اروپا و... انجام شده است. اصلاحات مبتنی بر خدمات بازار و رقابت ایجاد شده است.

در همین راستا تعداد صندوق های بازنشستگی خودگردان به طور پیوسته در حال افزایش است. بخش قابل توجهی از شرکت ها و کارکنان، به دلیل کارمزدها و بازده سرمایه گذاری کمتر از حد مطلوب از صندوق های مزیت معین تصمیم گرفته اند وجوه را خودشان مدیریت کنند اما هنوز از دیدگاه بسیاری کارکنان، مالکیت کارکنان می تواند منجر به ریسک مالی بیش از حد شود. دلیلش این است که منابع اقتصادی کارکنان در یک دارایی متمرکز است و ارزش آن دارایی با اشتغال آن ها مرتبط است. به طور خاص، اگر کارکنان سهام شرکت خود را در طرح های مشارکت تعریف شده (DC) سرمایه گذاری کنند، این احتمال وجود دارد که در زمان سقوط شرکت، شغل و بخش بیشتری از پس انداز بازنشستگی خود را به یکباره از دست بدهند.

۶. بانک جهانی در گزارش خود در سال ۱۹۹۴ اظهار داشت که "... طرح های غیرمتمرکز انگیزه بیشتری برای عملکرد کارآمد دارند تا برنامه های متمرکزی که در یک سیستم اجباری انحصار دارند؛" در واقع در صورت وجود رقابت میان شرکت های سرمایه گذار در زمینه صندوق های بازنشستگی و همچنین امکان انتخاب صندوق توسط کارکنان و بیمه پردازان، می تواند انگیزه سودآوری در شرکت ها و سرمایه گذاری و اعتماد بیشتر کارکنان را در پی داشته باشد. همچنین در امر قانون گذاری، میزان آسیب پذیری و شکنندگی مؤسسات مالی و نیازهای روز جامعه، عاملی است که میزان مقررات را ایجاب می کند.

۷. ادبیات عمومی نشان می دهد که صرفه جویی در مقیاس در مؤسسات مالی بانکی وجود دارد. یک بررسی در این زمینه به این نتیجه رسید که منحنی میانگین هزینه مؤسسات بانکی یک U شکل صاف را نشان می دهد. در میان بانک های ایالات متحده با دارایی های بیش از یک میلیارد دلار، میانگین هزینه ها به نظر می رسد کمترین میزان را داشته باشد، در محدوده ۲ تا ۱۰ میلیارد دلار. میچل (۱۹۹۶) ساختار هزینه مؤسسات مختلف پس انداز بازنشستگی را مطالعه می کند و صرفه جویی قابل توجهی در مقیاس در تأمین صندوق بازنشستگی می یابد. برای برنامه های بازنشستگی تحت حمایت کارفرما در ایالات متحده، هزینه ها به ازای هر ۱ درصد افزایش دارایی ها ۰.۲۷ درصد و برای هر ۱ درصد افزایش در مشارکت کنندگان ۰.۸ درصد افزایش می یابد. به نظر می رسد اینها بیشتر صرفه جویی در اندازه هستند تا صرفه جویی در مقیاس. در مؤسسات مالی، تفاوت های اندازه معمولاً بیش از یک عامل مقیاس ساده را شامل می شود و شامل خروجی، و همچنین ورودی، دستاوردهای کارایی می شود.

۸. با بررسی روندها در شیلی، گزارش بانک جهانی در سال ۱۹۹۴ پیش بینی کرد که "ورود AFP های جدید در بازار رقابتی ممکن است در نهایت منجر به کاهش هزینه ها و کارمزدها شود." با گذشت زمان و نتایج حاصل شده در تحقیقات یاد شده؛ به نظر می رسد این پیش بینی تا حدود زیادی محقق شده است.

۹. صندوق های داخلی و بین المللی تا کنون با استفاده از تحلیل پوششی داده ها مورد مقایسه قرار نگرفته اند. این صندوق ها را می توان در کشورهایی که صندوق های خارجی و یا بین المللی مجوز فعالیت دارند؛ با استفاده از روش تحلیل پوششی داده ها مورد ارزیابی قرار داد.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ گونه تضاد منافی وجود ندارد.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

موازن اخلاقی

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

شفافیت داده‌ها

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

حامی مالی

این پژوهش حامی مالی نداشته است.

References

- Adler, N., & Golany, B. (2001). Evaluation of deregulated airline networks using data envelopment analysis combined with principal component analysis with an application to Western Europe. *European Journal of Operational Research*, 132, 260-273. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(00\)00150-8](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(00)00150-8)
- Ali, A. S. (2016). Efficiency of private pension companies in Turkey using data envelopment analysis (DEA). In *Chaos, complexity and leadership 2014* (pp. 495-505). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-18693-1_45
- Avkiran, N. K. (1999). An application reference for data envelopment analysis in branch banking: Helping the novice researcher. *International Journal of Bank Marketing*, 17, 206-220. <https://doi.org/10.1108/02652329910292675>
- Avkiran, N. K. (1999). The Evidence on Efficiency Gains: The Role of Mergers and the Benefits to the Public. *Journal of Banking and Finance*, 23, 991-1013. [https://doi.org/10.1016/S0378-4266\(98\)00129-0](https://doi.org/10.1016/S0378-4266(98)00129-0)
- Badrizadeh, M., & Paradi, J. C. (2020). Pension Funds and Mutual Funds Performance Measurement with a New DEA (MV-DEA) Model Allowing for Missing Variables. In *Data Science and Productivity Analytics* (Vol. 290, pp. 391-413). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-43384-0_14
- Balcer, Y., & Sahin, I. (1979). A Study of Private Pensions in Ontario. <https://irp.wisc.edu/publications/dps/pdfs/dp55379.pdf>
- Barr, N., & Diamond, P. (2006). The economics of pensions. *Oxford Review of Economic Policy*, 22, 15-39. <https://doi.org/10.1093/oxrep/grj002>
- Barrientos, A., & Boussofiane, A. (2005). How efficient are pension fund managers in Chile? *Revista de Economia Contemporanea*, 9, 289-311. <https://doi.org/10.1590/S1415-98482005000200003>
- Barros, C., & Garcia, M. (2006). Performance Evaluation of Pension Funds Management Companies with Data Envelopment Analysis. *Risk Management and Insurance Review*, 9(2), 165-188. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6296.2006.00092.x>
- Bijlsma, M., Bonekamp, J., van Ewijk, C., & Haaijen, F. (2018). Funded pensions and economic growth. *De Economist*, 166, 337-362. <https://doi.org/10.1007/s10645-018-9325-z>
- Bodie, Z., Marcus, A., & Merton, R. (1988). Defined benefit vs. defined contribution pension plans: what are the real trade-offs? In *Pensions in the U.S. Economy*. University of Chicago Press. <https://ideas.repec.org/h/nbr/nberch/6047.html>
- Bui, Y. (2013). *Measuring efficiency of Australian superannuation funds using data envelopment analysis* [Flinders University]. <https://www.apra.gov.au/sites/default/files/Bui-Measuring-efficiency-of-Australian-superannuation-funds-using-data-envelopment-analysis.pdf>
- Bui, Y. H., Delpachitra, S., & Ahmed, A. D. (2016). Efficiency of Australian superannuation funds: A comparative assessment. *Journal of Economic Studies*, 43, 1022-1038. <https://doi.org/10.1108/JES-05-2015-0088>

- Callen, J. (1991). Data envelopment analysis: partial survey and applications for management accounting. *Journal of Management Accounting Research*, 3, 35-55. <https://www-2.rotman.utoronto.ca/facbios/file/Callen1991JMAR-DEA.pdf>
- Charnes, A., & Cooper, W. W. (1962). Programming with linear fractional functional. *Naval Research Logistics Quarterly*, 9, 181-186. <https://doi.org/10.1002/nav.3800090303>
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- Chen, Y., Cook, W. D., Ning, L., & Zhu, J. (2009). Additive efficiency decomposition in two-stage DEA. *European Journal of Operational Research*, 196, 1170-1176. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2008.05.011>
- Cholos, P. (1997). An examination of budgetary inefficiency in education using data envelopment analysis. *Financial Accountability & Management*, 13, 55-69. <https://doi.org/10.1111/1468-0408.00026>
- Chu, S. F., & Lim, G. H. (1998). Share performance and profit efficiency of banks in an oligopolistic market: evidence from Singapore. *Journal of Multinational Financial Management*, 8, 155-168. [https://doi.org/10.1016/S1042-444X\(98\)00025-5](https://doi.org/10.1016/S1042-444X(98)00025-5)
- Coelli, T., Rao, P. D. S., O'Donnel, C. J., & Battese, G. E. (2005). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, 2nd ed. Springer Science + Business Media, Inc. <https://link.springer.com/book/10.1007/b136381>
- Cook, W. D., & Seiford, L. M. (2009). Data envelopment analysis (DEA)-Thirty years on. *European Journal of Operational Research*, 192, 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2008.01.032>
- Cook, W. D., Zhu, J., Bi, G., & Yang, F. (2010). Network DEA: Additive efficiency decomposition. *European Journal of Operational Research*, 207, 1122-1129. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2010.05.006>
- Cummins, J., Tennyson, S., & Weiss, A. (1999). Consolidation and Efficiency in the US Life Insurance Industry. *Journal of Banking and Finance*, 23, 325-357. [https://doi.org/10.1016/S0378-4266\(98\)00089-2](https://doi.org/10.1016/S0378-4266(98)00089-2)
- Davis, P. E. (1995). *Pension Funds, Retirement-Income Security and Capital Markets, an International Perspective*. Oxford University Press. <https://academic.oup.com/book/2547/chapter-abstract/142859215?redirectedFrom=fulltext>
- Draženić, B. O., Hodžić, S., & Maradin, D. (2019). The efficiency of mandatory pension funds: Case of Croatia. *South East European Journal of Economics and Business*, 14, 82-94. <https://doi.org/10.2478/jeb-2019-0015>
- Efron, B. (1992). Bootstrap methods: another look at the jackknife. In *Breakthroughs in statistics: Methodology and distribution* (pp. 569-593). Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-4380-9_41
- Ellis, K., Tobin, A., & Tracey, B. (2008). Investment Performance, Asset Allocation and Expenses of Large Superannuation Funds. 2-20.
- Färe, R., & Grosskopf, S. (2000). Network DEA. *Socio-Economic Planning Sciences*, 34, 35-49. [https://doi.org/10.1016/S0038-0121\(99\)00012-9](https://doi.org/10.1016/S0038-0121(99)00012-9)
- Farell, M. J. (1957). The Measurement Of Productive Efficiency. *Journal Of The Royal Statistical Society A*, 120, 253-281. <https://doi.org/10.2307/2343100>
- Ferrier, G. D., & Lovell, C. A. (1990). Measuring cost efficiency in banking: econometric and linear programming evidence. *Journal of Econometrics*, 46, 229-245. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(90\)90057-Z](https://doi.org/10.1016/0304-4076(90)90057-Z)
- Ferrier, G. D., Lovell, C. A., & Tirtiroglou, D. (1993). An international comparison of scale economies in banking. *Journal of Financial Services Research*, 7, 111-125. <https://doi.org/10.1007/BF01046901>
- Fields, J. A., & Murphy, N. B. (1989). An analysis of efficiency in the delivery of financial services: the case of UK insurance agencies. *Journal of Financial Services Research*, 2, 343-356. <https://doi.org/10.1007/BF00114412>
- Galagedera, D. U. A., Roshdi, I., Fukuyama, H., & Zhu, J. (2018). A new network DEA model for mutual fund performance appraisal: An application to US equity mutual funds. *Omega*, 77, 168-179. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2017.06.006>
- Galagedera, D. U. A., & Silvapulle, P. (2002). Australian Mutual Fund Performance Appraisal Using Data Envelopment Analysis. *Managerial Finance*, 28(9), 60-73. <https://doi.org/10.1108/03074350210768077>
- Gokoz, F., & Çandarlı, D. (2011). Data envelopment analysis: A comparative efficiency measurement for Turkish pension and mutual funds. *International Journal of Economic Perspectives*, 5, 261-281. https://www.researchgate.net/publication/287311855_Data_envelopment_analysis_A_comparative_efficiency_measurement_for_Turkish_pension_and_mutual_funds
- Gregoriou, G. N., Sedzro, K., & Zhu, J. (2005). Hedge fund performance appraisal using data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 164(2), 555-571. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2003.12.019>
- Hasanudin, S. W., & Pangestuti, I. R. D. (2017). Managing the pension fund to improve portfolio performance: An empirical study on employer pension funds in Indonesia. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 8, 714-723. https://iaeme.com/MasterAdmin/Journal_uploads/IJCIET/VOLUME_8_ISSUE_8/IJCIET_08_08_072.pdf
- Jensen, M. C., & Meckling, W. H. (1919). Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure. In *Corporate Governance* (pp. 77-132). Gower. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304405X7690026X>

- Kadarisman, & Wahyuni, S. (2010). *Manajemen Dana Pensiun Indonesia*. PT. Mediantra Semesta. https://books.google.nl/books/about/Manajemen_dana_pensiun_Indonesia.html?id=eJmoZwEACAAJ&redir_esc=y
- Kao, C. (2014). Network data envelopment analysis: A review. *European Journal of Operational Research*, 239, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.02.039>
- Kompa, K., & Witkowska, D. (2016). Efficiency of private pension funds in Poland. *AESTIMATIO, The IEB International Journal of Finance*, 12, 48-65. <https://doi.org/10.5605/IEB.12.3>
- Kurtaran, A., Karakaya, A., & Dağlı, H. (2013). Improvement of private pension system in Turkey and measurement of its efficiency with DEA. *International Journal of Economics and Finance*, 5(11), 163-173. <https://doi.org/10.5539/ijef.v5n11p163>
- Lemke, T. P., & Lins, G. T. (2010). *ERISA for Money Managers*. Thomson Reuters/West. https://books.google.nl/books/about/ERISA_for_Money_Managers.html?id=af-YgEACAAJ&redir_esc=y
- Liebenstein, H. (1966). Allocative efficiency vs. X-efficiency. *American Economic Review*, 56(3), 392-415. <https://www.jstor.org/stable/1823775>
- Lin, S.-W., Lu, W.-M., & Lin, F. (2021). Entrusting decisions to the public service pension fund: An integrated predictive model with additive network DEA approach. *Journal of the Operational Research Society*, 72, 1015-1032. <https://doi.org/10.1080/01605682.2020.1718011>
- Mehregan, M. R. (2004). *Quantitative Models in Evaluating Organizational Performance*. University of Tehran Faculty of Management Publications.
- Miszczńska, D., & Miszczyński, M. (2007). Application of DEA method to the evaluation of the efficiency of Polish open pension funds in the years 2004-2006. *Multiple Criteria Decision Making*, 2, 101-116. [https://mcdm.ue.katowice.pl/files/papers/mcdm06\(2\)_5.pdf](https://mcdm.ue.katowice.pl/files/papers/mcdm06(2)_5.pdf)
- Nasser Katib, M., & Matthews, K. (1999). A Nonparametric approach to efficiency measurement in the Malaysian banking sector. 113. <https://research-staging.nottingham.edu.cn/en/publications/a-non-parametric-approach-to-efficiency-measurement-in-the-malays>
- Njuguna, A. G. (2010). *Strategies to improve pension fund efficiency in Kenya* Unpublished Ph. D Thesis of Nelson Mandela Metropolitan University]. https://erepo.usiu.ac.ke/bitstream/handle/11732/741/C02_Arnolds_C.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Norman, M., & Stoker, B. (1991). *Data Envelopment Analysis: The Assessment of Performance*. Wiley. <https://www.amazon.com/Data-Envelopment-Analysis-Assessment-Performance/dp/0471928356>
- Oran, J., Avci, E., Ashour, M., & Tan, F. O. (2017). An Evaluation of Turkish Mutual and Pension Funds' Performance. *PressAcademia Procedia*, 3, 131-142. <https://doi.org/10.17261/Pressacademia.2017.399>
- Premachandra, I. M., Zhu, J., Watson, J., & Galagedera, D. U. A. (2012). Best-performing US mutual fund families from 1993 to 2008: Evidence from a novel two-stage DEA model for efficiency decomposition. *Journal of Banking & Finance*, 36, 3302-3317. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2012.07.018>
- Samwick, A., & Skinner, J. (2004). How will 401(k) plans affect retirement income? *American Economic Review*, 94, 329-343. <https://doi.org/10.1257/000282804322970832>
- Sathye, M. (2011). The Impact of Financial Crisis on the Efficiency of Superannuation Funds: Evidence from Australia. *Journal of Law and Financial Management*, 10(2), 16-27. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1944427>
- Seran, P., Suchayo, U. S., Atahau, A. D. R., & Supramono, S. (2022). Investigating the Efficiency of Indonesian Employee Pension Funds. *Romanian Economic Journal*, 25, 74-87. <https://doi.org/10.24818/REJ/2022/83/05>
- Simar, L., & Wilson, P. W. (2000). Statistical Inference in Nonparametric Frontier Models: The State of the Art. *Journal of Productivity Analysis*, 13, 49-78. <https://doi.org/10.1023/A:1007864806704>
- Soto, M., & Buessing, M. (2006). The state of private pensions: Current 5500 data. <https://doi.org/10.2139/ssrn.908272>
- Sunaryo, S., Santoni, A., Endri, E., & Harahap, M. N. (2020). Determinants of capital adequacy ratio for pension funds: A case study in Indonesia. *International Journal of Financial Research*, 11, 203-213. <https://doi.org/10.5430/ijfr.v11n4p203>
- Sy, W., & Liu, K. (2009). Investment Performance Ranking of Superannuation Firms. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2398727
- Thomas, A., & Spataro, L. (2016). The effects of pension funds on market performance: A review. *Journal of Economic Survey*, 30, 1-33. <https://doi.org/10.1111/joes.12085>
- Watson, J., Wickramanayake, J., & Premachandra, I. M. (2011). The value of Morningstar ratings: evidence using stochastic data envelopment analysis. *Managerial Finance*, 37(2), 94-116. <https://doi.org/10.1108/03074351111103659>
- Williamson, O. E. (1994). Strategizing, economizing and economic organisation. In *Fundamental Issues in Strategy E3 - Rumelt, R.P. E4 - Schendel, D.E. E5 - Teece, D.J.* (pp. 361-401). Harvard Business School Press. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/smj.4250121007>
- Williamson, O. E. (1998). The institutions of governance. *American Economic Review*, 88(2), 75-79. <https://www.jstor.org/stable/116896>

- Yang, Z. (2006). A two-stage DEA model to evaluate the overall performance of Canadian life and health insurance companies. *Mathematical and Computer Modelling*, 43, 910-919. <https://doi.org/10.1016/j.mcm.2005.12.011>
- Zamuee, M. R. (2015). Data envelopment analysis to measure efficiency of Namibian pension funds. *American Journal of Marketing Research*, 1(4), 215-221. <https://www.semanticscholar.org/paper/Data-Envelopment-Analysis-to-Measure-Efficiency-of-Zamuee/feebf5cc2a4a52ff4f8a6311ec1da04351bb0879>
- Khodabakhshi, M., & Aryavash, K. (2015). Aggregating preference rankings using an optimistic–pessimistic approach. *Computers & Industrial Engineering*, 85, 13-16.
- Khodabakhshi, M., & Aryavash, K. (2017). The cross-efficiency in the optimistic–pessimistic framework. *Operational Research*, 17(2), 619-632.
- Khodabakhshi, M., Hosseinzadeh Lotfi, F., & Aryavash, K. (2014). Review of input congestion estimating methods in DEA. *Journal of applied mathematics*, 2014(1), 963791.
- Asgharian, M., Khodabakhshi, M., & Neralic, L. (2010). Congestion in stochastic data envelopment analysis: An input relaxation approach. *International journal of statistics and management system*, 5(1), 84-106.
- Holden, S., & Schrass, D. (2014). Defined Contribution Plan Participants' Activities, 2013. Investment Company Institute (ICI) Research Report (April), Washington, DC, www.ici.org/pdf/ppr_13_rec_survey.pdf.
- Schrager, J. E. (2005). Strategies and Techniques for Venture Investing. *The Journal of Private Equity*, 9(1), 1.
- Coleman, A. D., Esho, N., & Wong, M. (2006). The impact of agency costs on the investment performance of Australian pension funds. *Journal of Pension Economics & Finance*, 5(3), 299-324.
- Pendleton, A., & Robinson, A. (2023). Employee behavior in employee stock option plans: Why do some employees acquire company stock?. *Human Resource Management*, 62(2), 197-211.
- Srinivas, P. S., Whitehouse, E., & Yermo, J. (2000). Regulating private pension funds' structure, performance and investments: cross-country evidence. *Journal of Contextual Economics–Schmollers Jahrbuch*, (3), 363-413.
- Malmquist, S. (1953). Index numbers and indifference surfaces. *Trabajos de estadística*, 4(2), 209-242.
- Garcia, M. T. M. (2010). Efficiency evaluation of the Portuguese pension funds management companies. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 20(3), 259-266.
- Caretta, F. (2017). From Pension Funds to SRI Pension Funds: analysis and performance comparison with a DEA methodology.
- Jahanshahloo, G. R., Khodabakhshi, M., Lotfi, F. H., & Goudarzi, R. M. (2011). Computation of congestion in DEA models with productions trade-offs and weight restrictions. *Applied Mathematical Sciences*, 5(14), 663-676.
- Hosseinzadeh Lotfi, F., Jahanshahloo, G. R., Khodabakhshi, M., Rostamy-Malkhlifeh, M., Moghaddas, Z., & Vaez-Ghasemi, M. (2013). A review of ranking models in data envelopment analysis. *Journal of applied mathematics*, 2013(1), 492421.