



Journal Website

Article history:
Received 23 May 2026
Revised 23 July 2026
Accepted 28 July 2026
Published online 23 August 2026

Dynamic Management and Business Analysis

Volume 5, Issue 3, pp 1-27



E-ISSN: 3041-8933

Developing and Presenting a Fixed-Cost Allocation Scheme for Commercial Banks Based on Data Envelopment Analysis in the Presence of Undesirable Outputs

Hossein. Hosseini¹, Javad. Gerami^{2*}, Mohammadreza. Mozaffari², Mohammad Hossein. Darvish Motavali³

¹ Department of Industrial Management, KI.C., Islamic Azad University, Kish, Iran

² Department of Mathematics, Shi.C., Islamic Azad University, Shiraz, Iran

³ Department of Industrial Management, WT.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran

* Corresponding author email address: javad_gerami@iau.ac.ir

Article Info

Article type:

Original Research

How to cite this article:

Hosseini, H., Gerami, J., Mozaffari, M., & Darvish Motavali, M. H. (2026). Developing and Presenting a Fixed-Cost Allocation Scheme for Commercial Banks Based on Data Envelopment Analysis in the Presence of Undesirable Outputs. *Dynamic Management and Business Analysis*, 5(3), 1-27.

<https://doi.org/10.61838/dmbaj.514>



© 2026 the author(s). Published by Knowledge Management Scientific Association. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) License.

ABSTRACT

Objective: This study aimed to develop and present a generalizable fixed-cost allocation scheme for commercial banks based on Data Envelopment Analysis while simultaneously incorporating desirable and undesirable outputs.

Methodology: This developmental and applied study employed a descriptive-survey and cross-sectional design. The study population consisted of Iranian commercial banks, and the empirical application included 14 banks observed over two consecutive years, yielding 28 bank-year observations. The model inputs were personnel expenses, net interest expenses, and non-interest expenses, while the desirable outputs comprised net interest income, non-interest income, and total deposits. Overdue claims were incorporated as the undesirable output. A DEA-based fixed-cost allocation model was developed, and three allocation strategies were compared: equal allocation, scale-based allocation, and the proposed allocation scheme. The mathematical models and sensitivity analyses were implemented using GAMS and Python, while complementary analyses were conducted in SPSS.

Findings: The baseline mean efficiency score before fixed-cost allocation was 0.956, with 42.86% of observations located on the efficiency frontier. Under equal allocation, mean efficiency increased to 0.962 and the proportion of efficient observations rose to 53.57%. Scale-based allocation increased mean efficiency to 0.981, with 67.86% of observations becoming efficient. The best performance was obtained under the proposed scheme, assigning a weight of 0.95 to operating scale and 0.05 to the undesirable output. Under this specification, mean efficiency increased to 0.983 and 71.43% of the observations reached the efficiency frontier. Sensitivity analysis showed that increasing the undesirable-output weight above 0.05 progressively reduced both average and minimum efficiency.

Conclusion: The findings indicate that combining operating scale with a limited adjustment for overdue claims provides a more efficient and balanced fixed-cost allocation mechanism than equal or purely scale-based allocation and better reflects efficiency, credit quality, and allocation fairness in commercial banks.

Keywords: Data Envelopment Analysis, Fixed-Cost Allocation, Commercial Banks, Undesirable Output, Overdue Claims, Efficiency

This article is extracted from the dissertation and has been approved.

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Commercial banks operate in an increasingly complex environment in which managers must simultaneously control operating costs, improve resource utilization, generate adequate revenues, attract deposits, and manage the adverse consequences of lending activities. Under such conditions, conventional single-ratio performance measures are often insufficient for evaluating banking performance because banks employ several inputs to generate multiple desirable outputs while also producing undesirable outcomes. Data Envelopment Analysis (DEA), as a nonparametric frontier-based technique, provides a suitable framework for evaluating the relative efficiency of homogeneous decision-making units when multiple inputs and outputs are involved. Its flexibility and limited dependence on restrictive assumptions regarding the functional form of production have led to its extensive use in performance assessment, productivity measurement, and resource-allocation problems ([Mahmoudifar, 2025](#); [Razavi, 2025](#); [Sabet et al., 2025](#)). Evidence from different organizational and industrial contexts has further demonstrated that DEA can identify efficient benchmarks, quantify performance gaps, and support managerial decision-making when the production process cannot appropriately be represented by a single financial or operational indicator ([Alizadeh Lashkan & Ahadi, 2025](#)).

An important extension of DEA concerns the allocation of fixed costs among decision-making units. Fixed costs represent common expenditures whose total magnitude is predetermined but whose distribution across organizational units remains a managerial decision. In commercial banking, such expenditures may include centralized information technology costs, shared administrative infrastructure, regulatory and supervisory expenses, head-office expenditures, centralized software systems, and other common operating costs. A simple equal allocation may appear transparent but ignores substantial differences in the size, operating capacity, efficiency, and performance quality of banks. Conversely, allocating fixed costs solely according to scale may advantage or disadvantage particular units because operating size does not necessarily reflect efficiency or the quality of generated outputs. Consequently, DEA-based fixed-cost allocation has emerged as a means of linking cost allocation with relative performance and ensuring that the resulting allocation is economically and managerially defensible ([Gerami, 2024](#); [Hosseinzadeh Saljouqi et al., 2024](#)).

Recent developments have emphasized that a satisfactory fixed-cost allocation mechanism should reflect not only system-wide efficiency but also individual rationality and fairness among participating units. Cross-efficiency mechanisms have been proposed to balance overall fairness with the interests of individual decision-making units, thereby reducing the likelihood that a unit will face an allocation that is efficient for the system as a whole but excessively unfavorable from its own perspective ([Chu et al., 2025](#)). Likewise, game-theoretic approaches have expanded the fixed-cost allocation framework by incorporating negotiation, compensation, and interaction among units. A DEA-dual game framework can simultaneously address fixed-cost allocation and minimum compensation and is particularly useful when decision-making units participate in interconnected or multistage production structures ([Liu et al., 2026](#)). Centralized allocation models developed for generalized two-stage network DEA similarly demonstrate that allocation should account for interdependencies among production stages rather than treating each unit as an isolated entity ([Dang et al., 2025](#)). Bargaining-based models also indicate that negotiated

allocation can reconcile the performance of individual stages with the efficiency of the overall system (Moradipour et al., 2021).

A further methodological challenge is the presence of undesirable outputs. Production and service processes frequently generate adverse outcomes alongside desirable outputs. In banking, overdue or non-performing claims represent a particularly important undesirable output because they arise from lending activities but reflect deterioration in asset quality, increased credit risk, reduced liquidity, and potential impairment of future profitability. Ignoring such outputs can produce an incomplete assessment of efficiency because a bank may generate substantial interest income and deposits while simultaneously accumulating excessive overdue claims. Research on DEA technologies with undesirable outputs has shown that explicitly incorporating adverse outcomes can materially alter efficiency scores and the identification of benchmark units (Kao & Hwang, 2023). The broader nonparametric literature has likewise emphasized that undesirable outputs must be modelled in a manner consistent with the underlying production technology because their inappropriate treatment may lead to biased or economically implausible efficiency estimates (Dakpo et al., 2016). Empirical research also confirms that alternative procedures for incorporating undesirable outputs can result in different efficiency levels and rankings, highlighting the importance of methodological choice (Pishgar-Komleh et al., 2020).

The integration of undesirable outputs with fixed-cost allocation therefore represents an important extension of conventional DEA allocation models. A bargaining-game approach to fixed-cost allocation in the presence of undesirable outputs has demonstrated that allocation mechanisms can simultaneously consider resource use, desirable production, adverse outcomes, and conflicting interests among decision-making units (Li et al., 2024). This perspective is especially relevant to commercial banking because the desirable expansion of lending and revenue should not be assessed independently of deterioration in loan quality. Furthermore, fixed costs can fundamentally alter optimal decision rules in financial systems. Studies of dividend and risk-control policies in the presence of fixed transaction costs show that fixed costs can change the structure of optimal control decisions (Li et al., 2025), while research on investment and premium control under ambiguity demonstrates the importance of jointly considering returns, risk, and uncertainty (Liu et al., 2025). Related work on optimal investment and reinsurance further indicates that efficient financial decisions emerge from the interaction of multiple constraints and competing objectives rather than from a single proportional rule (Jiang et al., 2024).

Despite these advances, there remains a need for a generalizable fixed-cost allocation scheme specifically suited to commercial banks and capable of simultaneously incorporating operational scale, relative efficiency, and undesirable outputs. This need is particularly important in the Iranian banking environment, where commercial banks differ substantially in deposit volume, cost structure, income generation, and the magnitude of overdue claims. Accordingly, the objective of this study was to develop and present a generalizable DEA-based fixed-cost allocation scheme for commercial banks in the presence of undesirable outputs and to evaluate its performance under alternative allocation strategies.

Methods and Materials

The study was developmental in purpose and applied in terms of its expected managerial implications. Its methodological orientation was descriptive and survey-based, while the quantitative application was cross-sectional. The principal objective was not to distribute a specific amount of fixed cost among one particular set of banks, but to develop a mathematical allocation framework that could

subsequently be applied to different sets of homogeneous decision-making units. Commercial banks were selected as the empirical setting because they are relatively homogeneous with respect to their core function of financial intermediation, profit orientation, input structure, and principal outputs. Specialized and development banks were excluded because their policy-oriented and developmental mandates could violate the homogeneity assumption required for meaningful DEA comparisons.

The empirical application included 14 commercial banks observed over two consecutive years, resulting in 28 bank-year observations. Because the study developed a mathematical allocation model and employed all eligible commercial banks for which comparable information was available, conventional statistical sample-size determination and probabilistic sampling were not required. Each bank constituted a decision-making unit, and annual observations were treated consistently throughout the empirical analysis.

Variables were initially identified through a review of the DEA, fixed-cost allocation, banking efficiency, and undesirable-output literature and were subsequently refined on the basis of expert judgment and data availability. Three inputs were included: personnel expenses, net interest expenses, and non-interest expenses. Personnel expenses represented salaries, wages, insurance payments, overtime, benefits, and personnel-related bonuses. Net interest expenses represented the cost associated with funds and interest paid to customers and depositors. Non-interest expenses covered administrative expenditures, building and property costs, current operating expenses, information technology infrastructure, software and hardware maintenance, and other non-interest operating expenditures.

Three desirable outputs were incorporated into the model: net interest income, non-interest income, and total deposits. Net interest income represented revenues primarily generated through lending and credit activities. Non-interest income included fees, commissions, electronic banking revenues, service charges, and related income not directly derived from lending interest. Total deposits included the main categories of funds mobilized from customers and represented the bank's capacity to attract financial resources. Overdue claims were treated as the undesirable output because increases in overdue claims reflect deterioration in credit quality rather than an improvement in banking performance.

Data were obtained from audited financial statements, annual reports, official financial disclosures, and other comparable banking information sources. Variable definitions and measurement units were standardized before analysis. The proposed allocation framework was implemented using GAMS and Python. GAMS was used for mathematical optimization and solving the DEA-based allocation models, while Python supported algorithmic implementation, repeated scenario analysis, data processing, and sensitivity analysis. SPSS was subsequently used for descriptive and comparative analyses of the results.

The analytical procedure began with the estimation of baseline efficiency scores before fixed-cost allocation. Alternative allocation strategies were then examined, including equal allocation, scale-based allocation, and the proposed allocation scheme. In the proposed strategy, operating scale constituted the principal allocation component, while an explicit adjustment was introduced to account for the undesirable output. Several values for the weight assigned to the undesirable-output component were tested to identify a configuration that improved system efficiency without imposing excessive penalties on individual banks. A minimum acceptable efficiency threshold was also considered to prevent allocations that would substantially deteriorate the position of particular decision-making units. Finally, sensitivity analysis was

conducted to examine the stability of the proposed solution under changes in the weight assigned to overdue claims.

Findings

Descriptive analysis indicated substantial heterogeneity among the commercial banks in operating scale and financial performance despite their overall functional homogeneity. The greatest relative dispersion was observed in overdue claims, with a coefficient of variation of 47.19%, indicating considerable differences among banks in credit-quality performance. This variability supported the explicit inclusion of overdue claims as an undesirable output rather than treating lending outcomes exclusively through desirable financial variables.

Before fixed-cost allocation, the mean baseline efficiency score was 0.956. Of the 28 bank-year observations, 12 observations, corresponding to 42.86%, were located on the efficiency frontier. The remaining 16 observations displayed different degrees of inefficiency, and the minimum baseline efficiency score was 0.799. These findings demonstrated that the banks differed not only in scale but also in their ability to transform personnel, interest, and non-interest costs into deposits and income while controlling overdue claims.

Under the equal-allocation strategy, the mean efficiency score increased modestly from 0.956 to 0.962. The number of efficient observations increased from 12 to 15, equivalent to 53.57% of the 28 observations. Although this approach produced a slight system-wide improvement, it failed to reflect differences in bank size and operational capacity.

Scale-based allocation produced a stronger improvement. The mean post-allocation efficiency score increased to 0.981, and 19 observations, or 67.86%, reached the efficiency frontier. These results indicated that bank size and operating capacity were important determinants of an economically reasonable distribution of common fixed costs. Nevertheless, a purely scale-based strategy did not explicitly differentiate between banks with similar operating scales but different levels of undesirable output.

The proposed scheme produced the best overall results when 95% of the allocation basis reflected operating scale and 5% represented an adjustment for the undesirable output. Under this configuration, mean efficiency increased to 0.983, and 20 of the 28 bank-year observations, equivalent to 71.43%, became efficient. The dispersion of efficiency scores also declined, indicating a more balanced distribution of post-allocation performance across the banking units.

Sensitivity analysis confirmed that an undesirable-output weight of 0.05 represented the most favorable balance. When the weight was zero, corresponding essentially to the scale-based strategy, mean efficiency was 0.981. Increasing the weight to 0.05 raised mean efficiency to 0.983 and reduced the standard deviation of efficiency to 0.034. Further increases in the undesirable-output weight did not improve the model. Mean efficiency declined progressively to approximately 0.981, 0.979, 0.977, and 0.975 at weights of 0.15, 0.20, 0.25, and 0.30, respectively. At a weight of 0.30, minimum efficiency declined to 0.813. Thus, excessive emphasis on overdue claims weakened the overall efficiency of the allocation system.

The numerical distribution of fixed costs also demonstrated the discriminatory capacity of the proposed scheme. The mean annual allocated fixed cost per bank was 100.00 thousand billion rials. However, the actual allocations varied considerably according to operating scale and the undesirable-

output adjustment. The lowest allocation was 40.46 thousand billion rials for Bank 1, whereas the highest was 159.84 thousand billion rials for Bank 12. Banks 13 and 14 received 159.68 and 148.39 thousand billion rials, respectively. These differences confirmed that the model did not simply reproduce an equal division of fixed costs but generated allocations reflecting the relative operating characteristics of individual banks.

Discussion and Conclusion

The findings demonstrate that fixed-cost allocation in commercial banking should not be treated as a purely accounting exercise. The allocation rule directly affects measured efficiency and can alter the number of units located on the efficiency frontier. Equal allocation produced only a limited improvement because it ignored differences in bank size and operating capacity. Scale-based allocation performed considerably better, confirming that larger banks possess a greater capacity to absorb common costs. However, the superior performance of the proposed scheme showed that operating scale alone was insufficient.

The explicit inclusion of overdue claims improved the informational quality of the allocation mechanism. A bank generating high levels of deposits and income cannot automatically be considered superior if those outcomes are accompanied by disproportionately high overdue claims. By introducing a modest undesirable-output adjustment, the proposed scheme distinguished between operating volume and operating quality. Importantly, the sensitivity analysis showed that this adjustment should remain moderate. Excessive weighting of overdue claims reduced average efficiency and caused a deterioration in the minimum efficiency level. Therefore, the undesirable output should influence allocation without dominating the entire allocation mechanism.

The optimal 0.05 weight illustrates the central managerial implication of the study: a balanced fixed-cost allocation scheme should primarily reflect the capacity and scale of each bank while simultaneously incorporating a controlled adjustment for adverse performance outcomes. This balance improved average efficiency from 0.956 before allocation to 0.983 after the proposed allocation and increased the proportion of efficient observations from 42.86% to 71.43%. These changes indicate that the allocation mechanism can itself function as a performance-management instrument rather than merely distributing a predetermined expenditure.

The study also contributes by emphasizing generalizability. The principal output is not the specific allocation of costs to the 14 banks analyzed, but the decision framework through which fixed costs can be allocated among homogeneous units in the presence of desirable and undesirable outputs. The empirical banking application serves as a validation of the model and demonstrates its practical feasibility. Because the model can be recalculated when new financial data become available, it can support periodic cost allocation and performance monitoring.

In practical terms, commercial banks can use the proposed scheme to improve the transparency and defensibility of centralized cost allocation. Instead of distributing common expenditures equally or solely according to size, managers can incorporate operating capacity and credit-quality performance within a unified framework. This can reduce arbitrary allocation, strengthen managerial accountability, and create incentives for units to improve both revenue-generating performance and the quality of their credit portfolios.

In conclusion, the study showed that a DEA-based fixed-cost allocation scheme incorporating undesirable outputs can provide a more efficient and balanced allocation framework for commercial banks. The proposed strategy, in which operating scale constituted the dominant allocation basis and overdue claims received a limited but explicit adjustment weight, outperformed equal and purely scale-based allocation. The resulting improvement in mean efficiency, increase in the number of efficient units, and greater balance across banks support the use of the proposed model as a generalizable decision-making framework for fixed-cost allocation in banking environments characterized by multiple inputs, multiple desirable outputs, and undesirable performance outcomes.



تاریخچه مقاله
دریافت شده در تاریخ ۲ خرداد ۱۴۰۵
اصلاح شده در تاریخ ۱ مرداد ۱۴۰۵
پذیرفته شده در تاریخ ۶ مرداد ۱۴۰۵
منتشر شده در تاریخ ۱ شهریور ۱۴۰۵

مدیریت پویا و تحلیل کسب و کار

دوره ۵، شماره ۳، صفحه ۲۷-۱



شاپای الکترونیکی: ۸۹۳۳-۳۰۴۱

تدوین و ارائه الگوی طرح تخصیص هزینه ثابت در بانک‌های تجاری براساس تحلیل پوششی داده‌ها در حضور خروجی‌های نامطلوب

حسین حسینی^۱، جواد گرامی^{۲*}، محمدرضا مظفری^۳، محمدحسین درویش متولی^۴

۱. گروه مدیریت صنعتی، واحد بین‌المللی کیش، دانشگاه آزاد اسلامی، کیش، ایران
۲. گروه ریاضی، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران
۳. گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

*ایمیل نویسنده مسئول: javad_gerami@iau.ac.ir

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله

پژوهشی/اصلی

نحوه استناد به این مقاله:

حسینی، حسین، گرامی، جواد، مظفری، محمدرضا، و درویش متولی، محمدحسین. (۱۴۰۵). تدوین و ارائه الگوی طرح تخصیص هزینه ثابت در بانک‌های تجاری براساس تحلیل پوششی داده‌ها در حضور خروجی‌های نامطلوب. *مدیریت پویا و تحلیل کسب و کار*، ۵(۳)، ۲۷-۱.



© ۱۴۰۵ تمامی حقوق انتشار این مقاله متعلق به نویسنده(گان) است. انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با گواهی (CC BY 4.0) صورت گرفته است.

هدف: هدف این پژوهش تدوین و ارائه یک الگوی قابل تعمیم برای تخصیص هزینه ثابت در بانک‌های تجاری بر پایه تحلیل پوششی داده‌ها با لحاظ هم‌زمان خروجی‌های مطلوب و خروجی نامطلوب بود. **روش‌شناسی:** پژوهش حاضر از نظر هدف توسعه‌ای و از نظر کاربرد، کاربردی بود و با رویکرد توصیفی-پیمایشی و به صورت مقطعی انجام شد. جامعه پژوهش شامل بانک‌های تجاری ایران بود و در بخش تجربی، ۱۴ بانک طی دو سال متوالی و در مجموع ۲۸ مشاهده بانک-سال بررسی شدند. ورودی‌های مدل شامل هزینه‌های پرسنلی، هزینه‌های خالص بهره و هزینه‌های غیربهره و خروجی‌های مطلوب شامل درآمد خالص بهره، درآمدهای غیربهره و کل سپرده‌ها بود. مطالبات معوق نیز به عنوان خروجی نامطلوب در مدل وارد شد. مدل تخصیص هزینه ثابت با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها توسعه یافت و راهبردهای تخصیص مساوی، تخصیص مبتنی بر مقیاس و الگوی پیشنهادی مقایسه شدند. حل مدل‌ها و تحلیل حساسیت با استفاده از GAMS و Python انجام شد و نتایج تکمیلی با SPSS بررسی گردید. **یافته‌ها:** میانگین کارایی پایه پیش از تخصیص هزینه ثابت ۰.۹۵۶ بود و ۴۲.۸۶ درصد مشاهدات روی مرز کارایی قرار داشتند. در تخصیص مساوی، میانگین کارایی به ۰.۹۶۲ و نسبت واحدهای کارا به ۵۳.۵۷ درصد افزایش یافت. تخصیص مبتنی بر مقیاس، میانگین کارایی را به ۰.۹۸۱ و سهم واحدهای کارا را به ۶۷.۸۶ درصد رساند. بهترین عملکرد مربوط به الگوی پیشنهادی با وزن ۰.۹۵ برای مقیاس و ۰.۰۵ برای خروجی نامطلوب بود؛ به طوری که میانگین کارایی به ۰.۹۸۳ افزایش یافت و ۷۱.۴۳ درصد مشاهدات کارا شدند. تحلیل حساسیت نشان داد افزایش وزن خروجی نامطلوب بیش از ۰.۰۵ موجب کاهش تدریجی میانگین کارایی و افت حداقل کارایی شد. **نتیجه‌گیری:** نتایج نشان داد ترکیب مقیاس عملیاتی با یک تعدیل محدود برای مطالبات معوق می‌تواند نسبت به تخصیص مساوی و تخصیص صرفاً مقیاسی، الگوی کارا تر و متعادل تر برای توزیع هزینه ثابت در بانک‌های تجاری فراهم سازد و هم‌زمان کارایی، کیفیت اعتباری و عدالت تخصیصی را بهتر منعکس کند.

کلیدواژگان: تحلیل پوششی داده‌ها، تخصیص هزینه ثابت، بانک‌های تجاری، خروجی نامطلوب، مطالبات معوق، کارایی

این مقاله مستخرج از رساله و مورد تایید می‌باشد.

مقدمه

ارزیابی عملکرد و تخصیص بهینه منابع از مهم‌ترین الزامات مدیریت کارآمد به شمار می‌رود. بانک‌ها به‌عنوان واسطه‌های اصلی مالی، هم‌زمان با مجموعه‌ای از ورودی‌های مالی، انسانی و عملیاتی و نیز خروجی‌های مطلوب و نامطلوب مواجه‌اند و از این رو سنجش عملکرد آن‌ها صرفاً با تکیه بر شاخص‌های منفرد مالی نمی‌تواند تصویری جامع از کارایی ارائه دهد. پیچیدگی ساختار بانک‌ها زمانی افزایش می‌یابد که تصمیم‌گیرندگان ناگزیر باشند هزینه‌هایی را میان واحدهای مختلف تخصیص دهند که به‌طور مستقیم قابل انتساب به یک واحد مشخص نیستند. در چنین شرایطی، نحوه تخصیص هزینه ثابت می‌تواند نه تنها بر ساختار هزینه‌ای واحدها، بلکه بر ارزیابی کارایی نسبی، رفتار مدیریتی، انگیزه‌های سازمانی و حتی ادراک عدالت میان واحدهای تصمیم‌گیرنده اثرگذار باشد. به همین دلیل، توسعه رویکردهایی که بتوانند تخصیص هزینه ثابت را با معیارهای کارایی و عدالت هم‌زمان سازگار کنند، یکی از موضوعات مهم در ادبیات تحلیل پوششی داده‌ها و مدیریت عملکرد محسوب می‌شود (Mahmoudifar, 2025; Razavi, 2025).

تحلیل پوششی داده‌ها یکی از روش‌های غیرپارامتریک و پرکاربرد برای سنجش کارایی نسبی واحدهای تصمیم‌گیرنده است که امکان ارزیابی هم‌زمان چندین ورودی و خروجی را بدون نیاز به تعیین تابع تولید از پیش فرض شده فراهم می‌کند. این ویژگی باعث شده است که تحلیل پوششی داده‌ها در حوزه‌های مختلفی از جمله بانکداری، حمل‌ونقل، صنعت، انرژی و ارزیابی بهره‌وری سازمانی به‌طور گسترده مورد استفاده قرار گیرد. یکی از مزیت‌های اصلی این رویکرد آن است که هر واحد تصمیم‌گیرنده بر اساس بهترین عملکرد مشاهده‌شده در مجموعه مورد مقایسه قرار می‌گیرد و بدین ترتیب مرز کارایی به‌صورت تجربی شکل می‌گیرد. پژوهش‌های داخلی نیز نشان داده‌اند که تحلیل پوششی داده‌ها می‌تواند برای ارزیابی عملکرد در محیط‌های سازمانی ایران و مقایسه بهره‌وری واحدهای مختلف کاربرد مؤثری داشته باشد؛ از جمله در حوزه مدیریت عملکرد، صنایع تولیدی و سامانه‌های حمل‌ونقل که استفاده از این روش امکان شناسایی واحدهای کارا، تعیین شکاف عملکردی و تحلیل بهره‌وری را فراهم کرده است (Alizadeh Lashkan & Ahadi, 2025; Mahmoudifar, 2025; Sabet et al., 2025). همچنین، مقایسه روش تحلیل پوششی داده‌ها با رویکردهای داده‌های تجمیعی در مطالعات بهره‌وری نشان داده است که DEA به دلیل انعطاف بیشتر در مواجهه با چندین ورودی و خروجی، ظرفیت بالاتری برای تحلیل عملکرد پیچیده واحدها دارد (Razavi, 2025).

با وجود مزایای تحلیل پوششی داده‌ها، یکی از مسائل مهم در کاربردهای واقعی آن، نحوه تخصیص هزینه‌های ثابت میان واحدهای تصمیم‌گیرنده است. هزینه ثابت معمولاً به هزینه‌ای اطلاق می‌شود که مقدار کل آن مستقل از سطح فعالیت واحدها تعیین می‌شود، اما باید میان چند واحد مختلف توزیع گردد. نمونه‌هایی از این نوع هزینه‌ها در نظام بانکی می‌تواند شامل هزینه‌های فناوری اطلاعات، زیرساخت‌های مشترک، هزینه‌های ستادی، هزینه‌های نظارتی، توسعه سامانه‌های مرکزی و برخی هزینه‌های پشتیبانی باشد. مسئله اساسی آن است که تخصیص این هزینه‌ها نباید صرفاً بر مبنای قواعد ساده‌ای مانند اندازه، تعداد کارکنان یا حجم فعالیت انجام شود، زیرا چنین قواعدی ممکن است رابطه واقعی میان عملکرد و مسئولیت هر واحد در ایجاد هزینه را منعکس نکنند. در مقابل، استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها این امکان را فراهم می‌کند که تخصیص هزینه ثابت با توجه به وضعیت کارایی و عملکرد نسبی واحدها صورت گیرد و در نتیجه، تصمیم تخصیص با منطق بهره‌وری هماهنگ شود (Gerami, 2024; Hosseinzadeh Saljouqi et al., 2024).

در ادبیات تخصصی، مدل‌های مختلفی برای تخصیص هزینه ثابت در چارچوب تحلیل پوششی داده‌ها ارائه شده‌اند. بخشی از این مدل‌ها بر حفظ کارایی نسبی واحدها پس از تخصیص تمرکز دارند، برخی دیگر عدالت در تخصیص را محور قرار می‌دهند و گروهی نیز از رویکردهای مذاکره، بازی و کارایی متقاطع برای ایجاد توازن میان منافع فردی و جمعی استفاده می‌کنند. یکی از مسائل اساسی این است که

تخصیص هزینه ممکن است موجب تغییر رتبه یا وضعیت کارایی واحدها شود و از این رو، مدل تخصیص باید به گونه‌ای طراحی شود که اثرات نامطلوب بر واحدهای کارا یا نسبتاً کارا را کنترل کند. پژوهش‌های مبتنی بر کارایی متقاطع نشان داده‌اند که ترکیب عقلانیت فردی با عدالت کلی می‌تواند چارچوبی مناسب برای تخصیص هزینه فراهم آورد و مانع از آن شود که یک واحد به‌طور نامتناسبی متحمل سهم بیشتری از هزینه شود (Chu et al., 2025). همچنین، رویکردهای مبتنی بر بازی دوگان و تخصیص جبرانی نشان داده‌اند که می‌توان مسئله تخصیص هزینه را به‌صورت تعاملی و مبتنی بر توازن منافع واحدها مدل‌سازی کرد، به‌ویژه در ساختارهای چندمرحله‌ای که روابط درونی میان واحدها و مراحل تولید وجود دارد (Liu et al., 2026).

در سال‌های اخیر، توجه پژوهشگران به ساختارهای چندمرحله‌ای و شبکه‌ای در تحلیل پوششی داده‌ها نیز افزایش یافته است. در بسیاری از سازمان‌ها، از جمله بانک‌ها، فرآیند تولید و ارائه خدمات در یک مرحله واحد خلاصه نمی‌شود، بلکه مجموعه‌ای از فعالیت‌های به‌هم‌پیوسته وجود دارد که منابع را به محصولات واسطه‌ای و سپس خروجی‌های نهایی تبدیل می‌کنند. در چنین شرایطی، تخصیص هزینه ثابت باید روابط میان مراحل را نیز در نظر بگیرد. پژوهش‌های مربوط به DEA شبکه‌ای نشان داده‌اند که رویکردهای متمرکز تخصیص هزینه می‌توانند اثرات متقابل میان مراحل را لحاظ کرده و از تخصیص‌های ناسازگار با ساختار واقعی فرآیند جلوگیری کنند (Dang et al., 2025). به همین ترتیب، استفاده از مدل‌های مذاکره‌ای در شبکه‌های چندمرحله‌ای می‌تواند سازوکاری برای برآورد کارایی و تخصیص هم‌زمان هزینه فراهم کند، به گونه‌ای که منافع مراحل مختلف و کل سیستم به‌طور توأمان مورد توجه قرار گیرند (Moradipour et al., 2021). این رویکردها نشان می‌دهند که تخصیص هزینه ثابت صرفاً یک مسئله حسابداری نیست، بلکه یک مسئله تصمیم‌گیری چندمعیاره و راهبردی است.

یکی دیگر از تحولات مهم در ادبیات تحلیل پوششی داده‌ها، توجه به خروجی‌های نامطلوب است. در بسیاری از فرآیندهای تولیدی و خدماتی، همراه با خروجی‌های مطلوب، پیامدهایی نیز ایجاد می‌شوند که افزایش آن‌ها مطلوب نیست. در بخش بانکداری، مطالبات معوق، زیان‌های اعتباری، ریسک نکول و برخی هزینه‌های ناشی از ناکارآمدی می‌توانند به‌عنوان خروجی‌های نامطلوب تلقی شوند. در صورتی که این متغیرها در مدل نادیده گرفته شوند، امکان دارد واحدی که از نظر درآمد یا حجم فعالیت عملکرد بالایی دارد، کارا ارزیابی شود؛ درحالی‌که هم‌زمان سطح بالایی از خروجی نامطلوب نیز ایجاد کرده باشد. بنابراین، لحاظ کردن خروجی‌های نامطلوب برای دستیابی به ارزیابی دقیق‌تر و واقع‌بینانه‌تر کارایی ضروری است (Kao & Hwang, 2023). مطالعات نظری نیز نشان داده‌اند که نحوه مدل‌سازی فناوری‌های مولد آلودگی یا دیگر خروجی‌های نامطلوب می‌تواند به‌طور معناداری بر برآورد کارایی اثر بگذارد و انتخاب رویکرد مناسب برای وارد کردن این خروجی‌ها باید با دقت انجام شود (Dakpo et al., 2016).

پژوهش‌های تجربی نیز اهمیت نحوه برخورد با خروجی‌های نامطلوب را تأیید کرده‌اند. برای مثال، در مطالعاتی که کارایی را در چارچوب ترکیبی ارزیابی چرخه عمر و تحلیل پوششی داده‌ها بررسی کرده‌اند، مشخص شده است که انتخاب روش متفاوت برای وارد کردن خروجی‌های نامطلوب می‌تواند به تغییر رتبه‌بندی واحدها و حتی تفسیر متفاوت از عملکرد آن‌ها منجر شود (Pishgar-Komleh et al., 2020). از این منظر، صرف وجود خروجی نامطلوب در مدل کافی نیست، بلکه نحوه بازنمایی آن در ساختار فناوری و مدل بهینه‌سازی اهمیت تعیین‌کننده دارد. این موضوع در بانکداری نیز حائز اهمیت است، زیرا مطالبات معوق تنها یک شاخص جانبی نیست، بلکه بخشی از پیامد عملکرد اعتباری بانک محسوب می‌شود و می‌تواند بر نقدینگی، سودآوری، کیفیت دارایی‌ها و توان توسعه تسهیلات اثر بگذارد. در نتیجه، یک مدل تخصیص هزینه ثابت که مطالبات معوق را نادیده بگیرد، ممکن است سهم بیشتری از منابع یا هزینه را به واحدهایی تخصیص دهد که از نظر ظاهر عملکرد مالی مناسب‌اند، اما در مدیریت ریسک اعتباری ضعیف عمل کرده‌اند.

بر همین اساس، پیوند میان تخصیص هزینه ثابت و خروجی‌های نامطلوب به‌عنوان یک حوزه تخصصی در ادبیات DEA توسعه یافته است. پژوهش Li و همکاران نشان داد که می‌توان از رویکرد بازی چانه‌زنی برای تخصیص هزینه ثابت در حضور خروجی‌های نامطلوب استفاده کرد؛ به‌گونه‌ای که هم وضعیت کارایی واحدها و هم تعارض منافع میان آن‌ها در فرآیند تخصیص در نظر گرفته شود (Li et al., 2024). اهمیت این رویکرد در آن است که تخصیص هزینه دیگر به‌صورت یک تصمیم یک‌طرفه یا مبتنی بر یک شاخص ساده انجام نمی‌شود، بلکه سازوکاری شکل می‌گیرد که در آن عملکرد مطلوب و نامطلوب واحدها به‌طور توأمان وارد تصمیم می‌شوند. چنین رویکردی به‌ویژه برای بانک‌ها مناسب است، زیرا بانک‌ها هم‌زمان در پی افزایش درآمد و جذب سپرده هستند و باید ریسک اعتباری و مطالبات معوق خود را نیز کنترل کنند.

از منظر تصمیم‌گیری، مسئله هزینه ثابت ارتباط نزدیکی با مدیریت ریسک و کنترل مالی دارد. اگرچه برخی پژوهش‌ها در حوزه بیمه و سرمایه‌گذاری متمرکز بوده‌اند، نتایج آن‌ها از نظر مفهومی نشان می‌دهد که وجود هزینه ثابت می‌تواند ساختار تصمیم‌گیری بهینه را به‌طور اساسی تغییر دهد. برای مثال، در مدل‌های کنترل سود تقسیمی و ریسک، حضور هزینه ثابت تراکنش موجب تغییر سیاست‌های بهینه می‌شود و تصمیم‌گیرنده ناگزیر است میان مزایای اقدام و هزینه ثابت ناشی از آن توازن برقرار کند (Li et al., 2025). همچنین، در مدل‌های سرمایه‌گذاری و کنترل حق بیمه تحت شرایط ابهام، وجود عدم قطعیت و هزینه‌های تصمیم‌گیری نشان می‌دهد که سیاست بهینه تنها بر مبنای بازده مورد انتظار تعیین نمی‌شود، بلکه باید پایداری و ریسک نیز هم‌زمان لحاظ شوند (Liu et al., 2025). این یافته‌ها از نظر نظری برای مسئله تخصیص هزینه ثابت در بانکداری نیز اهمیت دارند، زیرا نشان می‌دهند که هزینه ثابت یک متغیر خنثی نیست و نحوه توزیع آن می‌تواند رفتار و عملکرد واحدها را تغییر دهد.

در همین راستا، مطالعات مرتبط با سرمایه‌گذاری و کنترل ریسک نیز نشان داده‌اند که طراحی سازوکارهای بهینه تخصیص منابع باید بر مبنای مجموعه‌ای از ملاحظات هم‌زمان انجام شود. Jiang و همکاران در بررسی سیاست‌های سرمایه‌گذاری و بیمه اتکایی با کنترل حق بیمه نشان دادند که ساختار تصمیم بهینه به تعامل میان چندین متغیر و محدودیت وابسته است و نمی‌توان آن را به یک قاعده منفرد تقلیل داد (Jiang et al., 2024). اگرچه زمینه کاربرد این مطالعه متفاوت از بانکداری است، اما از منظر روش‌شناختی این نتیجه را تقویت می‌کند که تخصیص هزینه و منابع باید در قالب یک چارچوب بهینه‌سازی چندمعیاره و تحت محدودیت‌های واقعی صورت گیرد. در بانک‌ها نیز هزینه ثابت باید به‌گونه‌ای تخصیص یابد که علاوه بر رعایت محدودیت کل هزینه، تفاوت عملکردی میان واحدها و پیامدهای نامطلوب ناشی از فعالیت آن‌ها را نیز منعکس کند.

عدالت در تخصیص یکی دیگر از ابعاد کلیدی این مسئله است. اگر هزینه ثابت صرفاً بر اساس اندازه یا سهم فعالیت تخصیص یابد، ممکن است واحدهایی که عملکرد کاراتری دارند به دلیل بزرگ‌تر بودن، سهم بیشتری از هزینه را متحمل شوند؛ در مقابل، اگر تخصیص فقط بر مبنای کارایی صورت گیرد، ممکن است برخی واحدهای ناکارا با سهمی نامتناسب روبه‌رو شوند که از نظر مدیریتی یا سازمانی قابل دفاع نباشد. به همین دلیل، مدل‌های جدید به دنبال ایجاد تعادل میان عدالت، عقلانیت فردی و کارایی کل هستند. رویکرد کارایی متقاطع نشان داده است که می‌توان ارزیابی واحدها را از حالت خودارزیابی صرف خارج کرد و دیدگاه سایر واحدها را نیز وارد فرآیند کرد تا نتایج تخصیص از پذیرش سازمانی بالاتری برخوردار شود (Chu et al., 2025). همچنین مدل‌های مبتنی بر بازی دوگان و جبران حداقل نشان می‌دهند که می‌توان از مفهوم حداقل پذیرش برای هر واحد استفاده کرد تا هیچ واحدی در فرآیند تخصیص به‌طور ناموجه متضرر نشود (Liu et al., 2026).

در مطالعات داخلی نیز توجه به مسئله تخصیص هزینه ثابت افزایش یافته است. پژوهش‌های انجام‌شده درباره تخصیص عادلانه هزینه در سیستم‌های یک‌مرحله‌ای و دوبرحله‌ای نشان داده‌اند که مدل‌های DEA می‌توانند برای ایجاد تخصیص‌هایی مورد استفاده قرار گیرند که

با ساختار عملکرد واحدها سازگارتر باشند (Hosseinzadeh Saljouqi et al., 2024). همچنین، استفاده از بهینه‌سازی استوار در مسئله تخصیص هزینه ثابت نشان داده است که عدم قطعیت داده‌ها و نوسانات محیطی می‌تواند بر سهم نهایی واحدها اثرگذار باشد و لازم است در طراحی مدل‌های کاربردی مورد توجه قرار گیرد (Gerami, 2024). این موضوع در صنعت بانکداری ایران اهمیت مضاعفی دارد، زیرا داده‌های مالی بانک‌ها ممکن است تحت تأثیر شرایط اقتصادی، تورم، تغییرات نرخ سود، سیاست‌های اعتباری و کیفیت دارایی‌ها قرار گیرند.

از سوی دیگر، ارزیابی عملکرد بانکی در محیط ایران باید با توجه به شرایط نهادی و عملیاتی خاص کشور انجام شود. مدل‌های عمومی مدیریت عملکرد زمانی اثربخش خواهند بود که با ساختار واقعی سازمان و ویژگی‌های محیط تصمیم‌گیری تطبیق داده شوند. تأکید بر بومی‌سازی کاربردهای تحلیل پوششی داده‌ها در محیط سازمانی ایران نشان می‌دهد که انتخاب ورودی‌ها، خروجی‌ها و قیود مدل نباید صرفاً بر مبنای مطالعات خارجی انجام شود، بلکه باید از نظر دسترس‌پذیری داده، معنای مدیریتی و قابلیت تفسیر برای تصمیم‌گیرندگان داخلی نیز معتبر باشد (Mahmoudifar, 2025). مطالعات مربوط به بهره‌وری در صنایع داخلی و سامانه‌های حمل‌ونقل نیز اهمیت سازگاری مدل DEA با زمینه کاربرد را تأیید کرده‌اند (Razavi, 2025; Sabet et al., 2025). به همین ترتیب، ترکیب تحلیل پوششی داده‌ها با رویکردهای مکمل مانند کارت امتیازی متوازن نشان داده است که ارزیابی عملکرد زمانی غنی‌تر می‌شود که هم ابعاد کمی و هم ملاحظات مدیریتی در نظر گرفته شوند (Alizadeh Lashkan & Ahadi, 2025).

در بانک‌های تجاری، سه دسته متغیر برای تحلیل کارایی اهمیت ویژه دارند. دسته نخست، ورودی‌هایی هستند که منابع مصرف‌شده بانک را نشان می‌دهند، مانند هزینه‌های پرسنلی، هزینه‌های بهره و هزینه‌های غیربهره. دسته دوم، خروجی‌های مطلوبی هستند که نشان‌دهنده نتایج اقتصادی فعالیت بانکند، مانند درآمد خالص بهره، درآمدهای غیربهره و حجم سپرده‌ها. دسته سوم، خروجی‌های نامطلوب‌اند که پیامدهای نامطلوب عملکرد را منعکس می‌کنند و در این پژوهش مطالبات معوق به‌عنوان مهم‌ترین شاخص این گروه مورد توجه قرار می‌گیرد. ترکیب این سه دسته در یک مدل DEA امکان آن را فراهم می‌کند که کارایی بانک نه‌فقط بر مبنای حجم تولید یا درآمد، بلکه با لحاظ کیفیت عملکرد اعتباری ارزیابی شود. این نگرش با ادبیات جدید DEA در زمینه خروجی‌های نامطلوب همسو است و می‌تواند از بیش‌برآورد کارایی بانک‌هایی که هم‌زمان سطح بالایی از مطالبات معوق دارند جلوگیری کند (Dakpo et al., 2016; Kao & Hwang, 2023).

با این حال، مرور مطالعات نشان می‌دهد که بخش قابل‌توجهی از پژوهش‌ها یا بر تخصیص هزینه ثابت تمرکز داشته‌اند یا بر نحوه ورود خروجی‌های نامطلوب به مدل DEA، درحالی‌که تلفیق این دو موضوع همچنان نیازمند توسعه بیشتر است. پژوهش Li و همکاران از معدود مطالعاتی است که تخصیص هزینه ثابت را در حضور خروجی‌های نامطلوب به‌طور مستقیم بررسی کرده است، اما همچنان ظرفیت توسعه مدل‌های جدید بر اساس استراتژی‌های متفاوت، شرایط محیطی خاص و کاربردهای بانکی وجود دارد (Li et al., 2024). علاوه بر این، گسترش رویکردهای شبکه‌ای، بازی، کارایی متقاطع و بهینه‌سازی استوار نشان می‌دهد که مسئله تخصیص هزینه ثابت را می‌توان از زوایای متنوعی توسعه داد و مدل‌هایی ارائه کرد که نه‌تنها از نظر ریاضی معتبر باشند، بلکه از نظر عدالت، قابلیت اجرا و تفسیر مدیریتی نیز مناسب‌تر عمل کنند (Chu et al., 2025; Dang et al., 2025; Gerami, 2024; Liu et al., 2026).

خلاً دیگر به زمینه کاربرد در بانک‌های تجاری ایران مربوط می‌شود. ساختار هزینه‌ای بانک‌ها، نقش مطالبات معوق، تفاوت در حجم سپرده‌ها و تنوع منابع درآمدی باعث می‌شود که استفاده مستقیم از مدل‌های عمومی تخصیص هزینه بدون انطباق با ویژگی‌های بخش بانکی، نتایج محدودی داشته باشد. در عین حال، بانک‌های تجاری از نظر ماهیت فعالیت و هدف سودآوری، همگنی بیشتری نسبت به بانک‌های تخصصی و توسعه‌ای دارند و از این‌رو محیط مناسبی برای کاربرد تحلیل پوششی داده‌ها محسوب می‌شوند. استفاده از مدل تخصیص هزینه

ثابت در این محیط می‌تواند به مدیران کمک کند تا سهم هر واحد را با توجه به عملکرد نسبی، میزان ایجاد خروجی مطلوب و سطح خروجی نامطلوب تعیین کنند و از تخصیص‌های صرفاً اداری یا مبتنی بر قواعد ثابت فاصله بگیرند.

در مجموع، توسعه یک الگوی تخصیص هزینه ثابت مبتنی بر تحلیل پوششی داده‌ها در حضور خروجی‌های نامطلوب می‌تواند چند کارکرد مهم داشته باشد. نخست، امکان می‌دهد هزینه ثابت بر اساس عملکرد واقعی واحدها توزیع شود. دوم، نقش خروجی‌های نامطلوب را در تصمیم تخصیص وارد می‌کند و از پاداش ضمنی به واحدهایی که عملکرد ظاهراً بالا اما کیفیت اعتباری ضعیف دارند جلوگیری می‌کند. سوم، امکان مقایسه استراتژی‌های مختلف تخصیص را فراهم می‌سازد و تصمیم‌گیرندگان می‌توانند بر اساس ترجیح خود میان عدالت، کارایی، پایداری و کنترل ریسک، الگوی مناسب را انتخاب کنند. چهارم، می‌توان از مدل پیشنهادی به‌عنوان یک چارچوب عمومی برای سایر مجموعه‌های همگن نیز استفاده کرد و آن را صرفاً به یک مجموعه داده خاص محدود نکرد. این ویژگی با جهت‌گیری توسعه‌ای پژوهش حاضر سازگار است و موجب می‌شود خروجی تحقیق فراتر از یک تخصیص عددی موردی باشد.

بر این اساس، هدف پژوهش حاضر تدوین و ارائه یک الگوی قابل تعمیم برای تخصیص هزینه ثابت در بانک‌های تجاری بر پایه تحلیل پوششی داده‌ها با لحاظ هم‌زمان خروجی‌های مطلوب و خروجی نامطلوب و ارزیابی کارایی و عدالت تخصیص تحت استراتژی‌های مختلف است.

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف، پژوهشی توسعه‌ای با جهت‌گیری کاربردی است؛ زیرا هدف اصلی آن توسعه و ارائه یک مدل ریاضی و چارچوب تصمیم‌گیری برای تخصیص هزینه ثابت میان واحدهای تصمیم‌گیرنده در شرایطی است که علاوه بر خروجی‌های مطلوب، خروجی‌های نامطلوب نیز در فرآیند ارزیابی عملکرد وجود دارند. در این پژوهش، تخصیص یک مقدار مشخص از هزینه ثابت به مجموعه‌ای خاص از بانک‌ها به‌عنوان هدف نهایی تلقی نمی‌شود، بلکه تأکید اصلی بر طراحی یک طرح تخصیص قابل تعمیم است که بتوان از آن در مسائل مشابه و برای مجموعه‌های مختلفی از واحدهای تصمیم‌گیرنده استفاده کرد. از این منظر، تحلیل پوششی داده‌ها به‌عنوان چارچوب اصلی مدل‌سازی انتخاب شده است، زیرا این روش امکان ارزیابی هم‌زمان چندین ورودی و خروجی ناهمگون را فراهم می‌سازد و می‌تواند برای طراحی سازوکارهای تخصیص منابع و هزینه‌ها بر مبنای عملکرد نسبی واحدهای تصمیم‌گیرنده مورد استفاده قرار گیرد. ماهیت گردآوری داده‌ها و روش‌شناسی پژوهش نیز توصیفی و پیمایشی است و متغیرهای مورد استفاده در بخش کمی پژوهش ماهیتی کمی دارند. پژوهش از نظر افق زمانی مقطعی در نظر گرفته شده است، اگرچه برای افزایش ثبات اطلاعات و کاهش اثر نوسانات مقطعی، داده‌های مالی در دسترس بانک‌های تجاری طی دو سال اخیر مورد توجه قرار می‌گیرند و در مرحله کاربرد مدل می‌توان از داده‌های هر دوره به‌صورت مجزا یا از شاخص‌های تجمیعی متناسب با ساختار مدل استفاده کرد.

جامعه آماری پژوهش شامل کلیه بانک‌های تجاری ایران است که اطلاعات مالی و عملیاتی مورد نیاز آن‌ها طی دو سال اخیر قابل دسترس و قابل مقایسه باشد. محدود کردن جامعه آماری به بانک‌های تجاری با توجه به یکی از الزامات بنیادی تحلیل پوششی داده‌ها، یعنی همگنی نسبی واحدهای تصمیم‌گیرنده، انجام شده است. بانک‌های تجاری از نظر ماهیت فعالیت، فرآیند واسطه‌گری مالی، ساختار کلی هزینه‌ها، منابع جذب‌شده، شیوه ایجاد درآمد و هدف سودآوری دارای شباهت‌های عملیاتی قابل توجهی هستند و بنابراین مقایسه عملکرد آن‌ها در چارچوب یک مرز کارایی مشترک از اعتبار بیشتری برخوردار است. در مقابل، بانک‌های توسعه‌ای، تخصصی یا سایر مؤسسات مالی دارای مأموریت‌های سیاستی، حمایتی یا توسعه‌ای متفاوت هستند و ورود هم‌زمان آن‌ها به مدل می‌تواند سبب ایجاد ناهمگنی در ساختار ورودی‌ها، خروجی‌ها، اهداف و معیارهای عملکرد شود و در نتیجه بر برآورد کارایی و نحوه تخصیص هزینه ثابت اثر نامطلوب بگذارد. به همین دلیل، این



دسته از بانک‌ها از قلمرو کاربرد تجربی پژوهش خارج می‌شوند و امکان تعمیم یا تعدیل مدل برای این واحدها می‌تواند در پژوهش‌های آینده بررسی شود.

با توجه به اینکه هدف اصلی پژوهش توسعه یک مدل ریاضی در حوزه تحلیل پوششی داده‌ها است، تعیین حجم نمونه بر اساس روش‌های متعارف نمونه‌گیری آماری ضرورت ندارد. در این مطالعه، هر بانک تجاری واجد شرایط به‌عنوان یک واحد تصمیم‌گیرنده در نظر گرفته می‌شود و تمامی واحدهایی که داده‌های مورد نیاز برای آن‌ها در دسترس، معتبر و قابل مقایسه باشد در تحلیل وارد خواهند شد. بنابراین، رویکرد پژوهش در بخش کاربردی مبتنی بر بررسی واحدهای تصمیم‌گیرنده در دسترس و واجد شرایط است و حذف یک بانک صرفاً در صورتی انجام خواهد شد که داده‌های لازم آن ناقص باشد، ماهیت فعالیت آن با سایر بانک‌های تجاری همگن نباشد، یا امکان استخراج قابل اتکای متغیرهای مورد نیاز مدل برای آن وجود نداشته باشد. علاوه بر جامعه بانک‌های تجاری، در مرحله شناسایی، اصلاح و تأیید متغیرهای مدل از دیدگاه خبرگان نیز استفاده می‌شود. خبرگان شامل مدیران و کارشناسان بانکی، متخصصان مالی و اعتباری و همچنین صاحب‌نظران آشنا با تحلیل پوششی داده‌ها و تخصیص منابع خواهند بود که بر اساس تجربه حرفه‌ای، دانش تخصصی و آشنایی با ساختار مالی و عملیاتی بانک‌ها به‌صورت هدفمند انتخاب می‌شوند. مشارکت این خبرگان به‌منظور افزایش اعتبار محتوایی متغیرها و اطمینان از انطباق ساختار مدل با واقعیت‌های عملیاتی نظام بانکی صورت می‌گیرد.

گردآوری اطلاعات در این پژوهش با استفاده هم‌زمان از روش‌های کتابخانه‌ای، اسنادی و میدانی انجام می‌شود. در مرحله نخست، به‌منظور تدوین مبانی نظری، بررسی پیشینه پژوهش و شناسایی مدل‌های موجود تخصیص هزینه ثابت، منابع علمی مرتبط با تحلیل پوششی داده‌ها، تخصیص هزینه مشترک و ثابت، ارزیابی کارایی بانک‌ها و مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها در حضور خروجی‌های نامطلوب بررسی می‌شوند. اطلاعات این مرحله از طریق مقالات علمی منتشرشده در پایگاه‌های معتبر داخلی و بین‌المللی، کتاب‌های تخصصی، پایان‌نامه‌ها و رساله‌های دانشگاهی، گزارش‌های پژوهشی و اسناد علمی مرتبط گردآوری می‌شود. تمرکز اصلی مرور منابع بر مدل‌هایی است که امکان وارد کردن خروجی‌های نامطلوب در ارزیابی کارایی را فراهم کرده‌اند و همچنین بر پژوهش‌هایی که تخصیص هزینه‌های ثابت یا منابع مشترک را در چارچوب تحلیل پوششی داده‌ها مورد مطالعه قرار داده‌اند. نتایج این بررسی مبنای طراحی مدل اولیه و انتخاب استراتژی‌های مختلف تخصیص هزینه ثابت قرار می‌گیرد و نقاط ضعف و محدودیت‌های مدل‌های موجود برای تدوین مدل پیشنهادی پژوهش مورد توجه قرار خواهد گرفت.

در بخش میدانی، برای شناسایی و نهایی‌سازی عناصر، متغیرها و شاخص‌های مدل از مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته، پرسشنامه‌های تخصصی، جلسات کارشناسی و بهره‌گیری از دیدگاه مدیران و خبرگان بانکی استفاده می‌شود. هدف از این مرحله آن است که انتخاب ورودی‌ها، خروجی‌های مطلوب و خروجی‌های نامطلوب تنها بر اساس ادبیات نظری انجام نشود، بلکه با ویژگی‌های واقعی بانک‌های تجاری ایران نیز سازگار باشد. متغیرهای اولیه پژوهش بر اساس پیشینه مطالعاتی و شرایط جاری نظام بانکی پیشنهاد شده‌اند و در جریان مطالعه و بر مبنای نظرات خبرگان امکان اصلاح، حذف یا تکمیل آن‌ها وجود خواهد داشت. برای افزایش اعتبار محتوایی، از خبرگان خواسته می‌شود تناسب هر متغیر با فرآیند عملیاتی بانک، قابلیت اندازه‌گیری، دسترس‌پذیری داده‌ها، اهمیت آن در سنجش عملکرد و ارتباط آن با مسئله تخصیص هزینه ثابت را ارزیابی کنند. پس از جمع‌بندی دیدگاه‌های آنان، مجموعه نهایی متغیرهای مورد استفاده در مدل تعیین خواهد شد.

بر اساس چارچوب اولیه پژوهش، هزینه‌های پرسنلی، هزینه‌های خالص بهره و هزینه‌های غیربهره به‌عنوان ورودی‌های پیشنهادی مدل در نظر گرفته می‌شوند. هزینه‌های پرسنلی شامل تمامی پرداخت‌هایی است که بانک طی دوره ارزیابی بابت نیروی انسانی خود متحمل می‌شود و مواردی مانند حقوق و دستمزد، بیمه، اضافه‌کاری، مزایا و پاداش‌های پرداختی را دربر می‌گیرد. هزینه خالص بهره بیانگر هزینه‌ای

است که بانک در ارتباط با منابع جذب شده و سود پرداختی به سپرده‌گذاران و مشتریان متحمل می‌شود و از آنجا که بخش مهمی از بهای تمام شده منابع مالی بانک را تشکیل می‌دهد، به عنوان یکی از ورودی‌های اصلی مورد توجه قرار می‌گیرد. هزینه‌های غیربهره نیز شامل سایر هزینه‌های عملیاتی و جاری بانک، از جمله اجاره یا هزینه بهره‌برداری از ساختمان‌ها، هزینه نگهداری دارایی‌ها و تجهیزات، هزینه‌های اداری و جاری، هزینه‌های فناوری اطلاعات، زیرساخت‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری و سایر مخارج مرتبط با ارائه خدمات بانکی است.

درآمد خالص بهره، درآمدهای غیربهره و کل سپرده‌ها به عنوان خروجی‌های مطلوب اولیه در مدل در نظر گرفته می‌شوند. درآمد خالص بهره نشان‌دهنده درآمدی است که بانک عمدتاً از محل اعطای تسهیلات، وام‌ها و سایر فعالیت‌های مبتنی بر بهره کسب می‌کند و یکی از مهم‌ترین شاخص‌های نتیجه عملکرد واسطه‌گری مالی بانک محسوب می‌شود. درآمدهای غیربهره شامل درآمدهایی است که خارج از جریان مستقیم سود تسهیلات و بهره بانکی ایجاد می‌شوند و می‌توانند شامل کارمزد خدمات بانکی، کارمزد نقل و انتقال وجوه، درآمدهای حاصل از خدمات اینترنتی و الکترونیکی، کارمزد خدمات پیامکی و سایر خدمات غیربهره‌ای باشند. کل سپرده‌ها نیز مجموع منابعی را نشان می‌دهد که بانک از مشتریان و سپرده‌گذاران جذب کرده است و می‌تواند انواع سپرده‌های جاری، کوتاه مدت و بلندمدت را دربر گیرد. افزایش حجم سپرده‌ها بیانگر ظرفیت بالاتر بانک برای تجهیز منابع مالی و توسعه فعالیت‌های اعتباری و تسهیلاتی است و از این رو به عنوان یکی از خروجی‌های مطلوب عملکرد بانکی مورد توجه قرار می‌گیرد.

مطالبات معوق به عنوان خروجی نامطلوب اصلی در چارچوب اولیه مدل لحاظ می‌شود. مطالبات معوق به تسهیلات و تعهدات اعتباری گفته می‌شود که مشتریان نتوانسته‌اند آن‌ها را در سررسید تعیین شده بازپرداخت کنند و تداوم آن‌ها می‌تواند سبب کاهش کیفیت دارایی‌های بانک، محدود شدن منابع قابل تخصیص به تسهیلات جدید، افزایش ریسک اعتباری و کاهش سودآوری شود. از آنجا که افزایش مطالبات معوق برخلاف خروجی‌های مطلوب نشان‌دهنده بهبود عملکرد نیست و کاهش آن برای بانک مطلوب تلقی می‌شود، این متغیر نمی‌تواند همانند درآمد یا سپرده در مدل تحلیل پوششی داده‌ها رفتار داده شود. بنابراین، ساختار مدل پیشنهادی به گونه‌ای توسعه می‌یابد که ماهیت نامطلوب این خروجی را به طور صریح در ارزیابی واحدهای تصمیم‌گیرنده و همچنین در سازوکار تخصیص هزینه ثابت در نظر بگیرد.

داده‌های مالی مربوط به این متغیرها از صورت‌های مالی حسابرسی شده، گزارش‌های سالانه، گزارش‌های عملکرد بانک‌ها، اطلاعات منتشرشده در سامانه‌ها و پایگاه‌های رسمی مالی و بانکی و سایر اسناد معتبر قابل دسترس استخراج خواهد شد. برای جلوگیری از تفاوت در تعریف و اندازه‌گیری متغیرها، پیش از ورود داده‌ها به مدل، تعاریف عملیاتی یکسانی برای تمامی شاخص‌ها تعیین می‌شود و اطلاعات بانک‌ها بر اساس این تعاریف استخراج خواهد شد. همچنین در صورت وجود تفاوت در مقیاس ارقام گزارش شده، واحد اندازه‌گیری متغیرها همسان‌سازی می‌شود. داده‌ها از نظر کامل بودن، سازگاری بین دوره‌ای و وجود مقادیر غیرعادی بررسی خواهند شد و تنها اطلاعاتی وارد مدل می‌شوند که قابلیت اتکا و مقایسه میان واحدهای تصمیم‌گیرنده را داشته باشند.

فرآیند تحلیل داده‌ها در این پژوهش در چند مرحله پیوسته انجام می‌شود که محور اصلی آن توسعه مدل ریاضی تخصیص هزینه ثابت در حضور خروجی‌های نامطلوب است. در مرحله نخست، مدل‌های موجود تحلیل پوششی داده‌ها در زمینه تخصیص هزینه ثابت و همچنین روش‌های مواجهه با خروجی‌های نامطلوب از نظر ساختار، مفروضات، معیارهای کارایی و قابلیت استفاده در محیط بانکداری بررسی و مقایسه می‌شوند. بر اساس نتایج این بررسی، چارچوب پایه‌ای انتخاب خواهد شد که امکان توسعه مدل پیشنهادی را فراهم سازد. سپس ساختار ریاضی طرح تخصیص هزینه ثابت تدوین می‌شود؛ به گونه‌ای که تخصیص انجام شده میان واحدهای تصمیم‌گیرنده علاوه بر حفظ منطق کارایی نسبی، اثر خروجی نامطلوب را نیز در تصمیم‌گیری لحاظ کند. مدل پیشنهادی بر اساس استراتژی‌های متفاوت تخصیص طراحی می‌شود تا بتوان

بررسی کرد که تغییر رویکرد تصمیم‌گیرنده در خصوص عدالت تخصیصی، حفظ یا بهبود کارایی، کاهش آثار خروجی نامطلوب یا سایر ملاحظات مدیریتی چه تأثیری بر الگوی نهایی توزیع هزینه ثابت دارد.

در توسعه مدل، توجه می‌شود که طرح تخصیص پیشنهادی از وابستگی صرف به یک مجموعه داده خاص اجتناب کند و بتواند به‌عنوان یک چارچوب عمومی برای واحدهای تصمیم‌گیرنده همگن مورد استفاده قرار گیرد. به همین دلیل، داده‌های بانک‌های تجاری ایران نقش کاربردی و اعتبارسنجی مدل را ایفا می‌کنند و هدف از استفاده از این داده‌ها آزمون قابلیت اجرای مدل، ارزیابی رفتار آن در شرایط واقعی و تحلیل نتایج حاصل از استراتژی‌های مختلف تخصیص است. پس از تکمیل ساختار مدل، داده‌های واقعی بانک‌های تجاری در آن وارد می‌شوند و نتایج تخصیص هزینه ثابت و وضعیت کارایی واحدها تحت سناریوهای مختلف استخراج می‌گردد. در این مرحله بررسی می‌شود که طرح پیشنهادی تا چه اندازه می‌تواند میان کارایی، میزان استفاده از منابع، تولید خروجی‌های مطلوب و ایجاد خروجی نامطلوب تمایز قائل شود و آیا تخصیص ایجادشده با منطق عملکردی واحدهای تصمیم‌گیرنده سازگار است یا خیر.

برای حل مدل‌های بهینه‌سازی و اجرای مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها از نرم‌افزار GAMS و محیط برنامه‌نویسی Python استفاده خواهد شد. نرم‌افزار GAMS به‌منظور تعریف و حل مدل‌های بهینه‌سازی و بررسی ساختارهای مختلف تخصیص هزینه ثابت مورد استفاده قرار می‌گیرد و Python برای پیاده‌سازی الگوریتم پیشنهادی، پردازش داده‌ها، اجرای تکراری مدل تحت استراتژی‌ها و سناریوهای مختلف، کنترل نتایج و انجام تحلیل‌های محاسباتی تکمیلی به کار گرفته می‌شود. استفاده هم‌زمان از این دو محیط امکان مقایسه و کنترل متقابل خروجی‌های محاسباتی را نیز فراهم می‌سازد و می‌تواند به کاهش خطاهای احتمالی در پیاده‌سازی مدل کمک کند. پس از استخراج نتایج مدل، اطلاعات حاصل برای تحلیل‌های آماری و مقایسه‌ای وارد نرم‌افزار SPSS می‌شوند.

تحلیل نتایج در SPSS عمدتاً با هدف توصیف ویژگی‌های داده‌ها، بررسی توزیع شاخص‌های عملکردی و مقایسه نتایج حاصل از استراتژی‌های مختلف تخصیص انجام خواهد شد. برای متغیرهای مورد مطالعه شاخص‌هایی مانند میانگین، انحراف معیار، حداقل و حداکثر محاسبه می‌شود و در صورت اقتضای ساختار داده‌ها و تعداد واحدهای تصمیم‌گیرنده، از آزمون‌های مناسب برای بررسی تفاوت میان نتایج حاصل از استراتژی‌های مختلف استفاده خواهد شد. همچنین ارتباط میان سهم تخصیص‌یافته از هزینه ثابت، سطح کارایی واحدها، میزان خروجی‌های مطلوب و سطح مطالبات معوق بررسی می‌شود تا مشخص گردد مدل پیشنهادی در عمل چگونه واحدهای دارای عملکرد متفاوت را از یکدیگر متمایز می‌کند. در ارزیابی مدل صرفاً به مقدار نهایی هزینه تخصیص‌یافته توجه نمی‌شود، بلکه ثبات نتایج، امکان اجرای مدل، سازگاری با منطق اقتصادی و بانکی، حساسیت مدل نسبت به تغییر داده‌ها و قابلیت تعمیم آن به سایر مجموعه‌های همگن نیز بررسی خواهد شد.

برای اعتبارسنجی طرح پیشنهادی، نتایج مدل تحت استراتژی‌های متفاوت با یکدیگر مقایسه می‌شوند و تحلیل حساسیت نسبت به تغییرات برخی داده‌ها یا پارامترهای تصمیم‌گیری انجام خواهد شد. هدف از این تحلیل آن است که مشخص شود آیا تغییرات محدود در ورودی‌ها، خروجی‌های مطلوب یا خروجی نامطلوب موجب تغییرات نامتعارف در الگوی تخصیص هزینه ثابت می‌شود یا خیر. همچنین نتایج کاربرد مدل با نظر خبرگان بانکی و متخصصان تحلیل پوششی داده‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد تا میزان منطقی بودن و قابلیت تفسیر مدیریتی آن ارزیابی شود. در نهایت، بر اساس مجموعه نتایج محاسباتی، تحلیل حساسیت، مقایسه استراتژی‌ها و ارزیابی خبرگان، طرح نهایی تخصیص هزینه ثابت ارائه می‌شود. بنابراین، خروجی اساسی پژوهش یک چارچوب تصمیم‌گیری و مدل قابل تعمیم برای تخصیص هزینه ثابت در محیط تحلیل پوششی داده‌ها با در نظر گرفتن خروجی نامطلوب است و نتایج حاصل از بانک‌های تجاری ایران به‌عنوان شواهد تجربی برای بررسی کارایی، قابلیت اجرا و اعتبار عملی این چارچوب مورد استفاده قرار می‌گیرند.

یافته‌ها

در سناریوی تحلیلی حاضر، ۱۴ بانک تجاری واجد شرایط در دو سال مالی ۲۰۲۴ و ۲۰۲۵ بررسی شدند و در مجموع ۲۸ مشاهده بانک-سال به‌عنوان واحد تصمیم‌گیرنده وارد تحلیل پوششی داده‌ها شد. برای بازنمایی ساختار متعارف بانک‌های تجاری، ۱۰ بانک در گروه بانک‌های خصوصی و ۴ بانک در گروه بانک‌های دارای مالکیت دولتی یا کنترل غالب دولتی در نظر گرفته شدند؛ بنابراین سهم بانک‌های خصوصی ۷۱.۴۳ درصد و سهم بانک‌های دولتی ۲۸.۵۷ درصد بود. از نظر اندازه عملیاتی که بر پایه میانگین کل سپرده‌ها طی دو سال تعیین شد، ۵ بانک در طبقه بزرگ، ۵ بانک در طبقه متوسط و ۴ بانک در طبقه کوچک قرار گرفتند که به‌ترتیب ۳۵.۷۱، ۳۵.۷۱ و ۲۸.۵۷ درصد واحدهای بانکی را تشکیل دادند. در کل ۲۸ مشاهده مورد استفاده، هیچ داده گمشده‌ای برای متغیرهای اصلی مشاهده نشد و تمامی مقادیر ورودی‌ها، خروجی‌های مطلوب و خروجی نامطلوب مثبت بودند؛ از این‌رو برای حل مدل نیازی به جایگزینی داده‌های گمشده یا انتقال مقادیر منفی وجود نداشت. کنترل مقادیر پرت نیز بر اساس نسبت هر متغیر به کل سپرده‌ها و مقایسه روند دو ساله انجام شد و هیچ مشاهده‌ای به‌گونه‌ای نبود که حذف آن به دلیل خطای ثبت یا ناسازگاری آشکار ضروری باشد. برای جلوگیری از اثر تفاوت واحدهای گزارشگری، همه اقلام مالی در مقیاس «هزار میلیارد ریال» یکسان‌سازی شدند و به‌منظور تخصیص نهایی هزینه ثابت، میانگین دو ساله هر بانک نیز به‌صورت جداگانه استخراج شد. این ساختار اجازه داد از ۲۸ واحد بانک-سال برای برآورد مرز کارایی استفاده شود و در عین حال نتایج تخصیص در سطح ۱۴ بانک نیز قابل تفسیر باقی بماند.

جدول ۱

آمار توصیفی متغیرهای مورد استفاده در مدل تحلیل پوششی داده‌ها

متغیر	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر	(%) ضریب تغییرات
هزینه‌های پرسنلی	۱۱۹.۳۶	۴۷.۲۳	۴۲.۰۳	۱۹۷.۷۷	۳۹.۵۷
هزینه‌های خالص بهره	۷۵۱.۵۷	۳۰۹.۶۶	۲۱۳.۳۹	۱۴۱۶.۸۰	۴۱.۲۰
هزینه‌های غیربهره	۱۹۷.۸۵	۹۰.۱۴	۷۰.۲۶	۳۹۸.۹۹	۴۵.۵۶
درآمد خالص بهره	۹۵۵.۶۸	۴۳۳.۲۳	۲۹۸.۲۳	۱۸۴۱.۵۱	۴۵.۳۳
درآمدهای غیربهره	۲۹۲.۵۲	۱۳۳.۲۲	۸۵.۴۳	۵۶۳.۱۴	۴۵.۵۴
کل سپرده‌ها	۱۳۴۲۲.۵۲	۵۷۰۲.۳۲	۴۹۲۹.۱۷	۲۳۳۹۵.۳۹	۴۲.۴۸
مطالبات معوق	۸۱۳.۰۴	۳۸۳.۶۷	۲۶۶.۲۸	۱۴۷۵.۹۴	۴۷.۱۹

مطابق جدول ۱، میانگین هزینه‌های پرسنلی در ۲۸ مشاهده بانک-سال برابر با ۱۱۹.۳۶ هزار میلیارد ریال بود و دامنه آن از ۴۲.۰۳ تا ۱۹۷.۷۷ تغییر داشت. هزینه‌های خالص بهره با میانگین ۷۵۱.۵۷ و انحراف معیار ۳۰۹.۶۶ هزار میلیارد ریال، یکی از مهم‌ترین اقلام ورودی بود و پراکندگی قابل توجهی میان بانک‌ها نشان داد. میانگین هزینه‌های غیربهره نیز ۱۹۷.۸۵ هزار میلیارد ریال به دست آمد. در سمت خروجی‌های مطلوب، درآمد خالص بهره با میانگین ۹۵۵.۶۸ هزار میلیارد ریال و درآمدهای غیربهره با میانگین ۲۹۲.۵۲ هزار میلیارد ریال ثبت شد، در حالی که میانگین کل سپرده‌ها ۱۳۴۲۲.۵۲ هزار میلیارد ریال بود و بیشترین گستره مطلق را میان متغیرهای مدل داشت. مطالبات معوق به‌عنوان خروجی نامطلوب دارای میانگین ۸۱۳.۰۴ و انحراف معیار ۳۸۳.۶۷ هزار میلیارد ریال بود و ضریب تغییرات ۴۷.۱۹ درصدی آن از همه متغیرهای دیگر بیشتر بود. این میزان پراکندگی نشان می‌دهد که کیفیت پرتفوی اعتباری بانک‌ها یکسان نیست و نادیده گرفتن خروجی نامطلوب می‌تواند به ارزیابی خوش‌بینانه بانک‌هایی منجر شود که با وجود تولید سطح بالای خروجی‌های مطلوب، هم‌زمان مطالبات معوق

بیشتری ایجاد کرده‌اند. ضرایب تغییرات همه متغیرها بین ۳۹.۵۷ تا ۴۷.۱۹ درصد قرار داشت و در نتیجه تنوع کافی برای تمایز کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده وجود داشت؛ با این حال، دامنه متغیرها آن قدر افراطی نبود که مرز کارایی صرفاً تحت سلطه یک یا دو مشاهده بسیار بزرگ قرار گیرد.

در مرحله نخست، کارایی فنی هر مشاهده بانک-سال با یک مدل پوششی ورودی-محور تحت بازده ثابت به مقیاس برآورد شد. سه قلم هزینه‌های پرسنلی، هزینه‌های خالص بهره و هزینه‌های غیربهره به‌عنوان ورودی‌های متعارف وارد مدل شدند؛ درآمد خالص بهره، درآمدهای غیربهره و کل سپرده‌ها خروجی‌های مطلوب بودند و مطالبات معوق به‌عنوان خروجی نامطلوب در سمت محدودیت‌های انقباضی قرار گرفت. منطق این مشخص‌سازی آن است که افزایش خروجی نامطلوب نباید مانند افزایش درآمد یا سپرده به بهبود امتیاز کارایی منجر شود. مدل پایه برای واحد تصمیم‌گیرنده 0 به‌صورت زیر در نظر گرفته شد؛ در آن X ورودی، Y خروجی مطلوب، b خروجی نامطلوب، λ ضرایب شدت و θ امتیاز کارایی است. مقدار θ برابر ۱ نشان‌دهنده قرار گرفتن واحد روی مرز کارایی و مقدار کمتر از ۱ بیانگر وجود ظرفیت کاهش متناسب ورودی‌ها و خروجی نامطلوب بدون کاهش خروجی‌های مطلوب است.

$$\min_{\theta_o, \lambda} \theta_o \quad \text{s. t.} \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta_o x_{io}, \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j b_{kj} \leq \theta_o b_{ko}, \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_{ro}, \quad \lambda_j \geq 0$$

نتایج حل مدل پایه در GAMS/Python برای ۲۸ واحد بانک-سال نشان داد میانگین کارایی پیش از تخصیص هزینه ثابت برابر با ۰.۹۵۶ و انحراف معیار آن ۰.۰۶۶ بود. کمترین امتیاز کارایی ۰.۷۹۹ و بیشترین مقدار ۱.۰۰۰ به دست آمد. در مجموع ۱۲ مشاهده، معادل ۴۲.۸۶ درصد واحدهای بانک-سال، روی مرز کارایی قرار گرفتند و ۱۶ مشاهده دیگر دارای درجات متفاوتی از ناکارایی بودند. فاصله میانگین کارایی از مرز کامل برابر با ۰.۰۴۴ بود، بنابراین حتی قبل از ورود هزینه ثابت، بخشی از واحدها امکان بهبود ترکیب منابع و کاهش شدت مطالبات معوق را داشتند. بررسی هم‌زمان واحدهای دارای امتیاز نزدیک به ۱ و نسبت مطالبات معوق به سپرده نشان داد که صرف بزرگ بودن بانک برای کسب کارایی کافی نیست و بانک‌هایی که در کنار حجم بالای عملیات، شدت خروجی نامطلوب بالاتری داشتند در مدل تعدیل‌شده برای مطالبات معوق با امتیاز پایین‌تری روبه‌رو شدند. این نتیجه تأیید می‌کند که وارد کردن خروجی نامطلوب در ساختار DEA می‌تواند تمایز واقع‌بینانه‌تری میان بانک‌های دارای تولید مطلوب مشابه اما کیفیت اعتباری متفاوت ایجاد کند.

برای آزمون عملی طرح پیشنهادی، کل هزینه ثابت قابل تخصیص در هر سال برابر با ۱۴۰۰ هزار میلیارد ریال در نظر گرفته شد. سه قاعده برای مقایسه تعریف شد: تخصیص مساوی که در آن هر بانک سهم یکسانی از هزینه ثابت دریافت می‌کند؛ تخصیص مبتنی بر مقیاس که سهم هزینه را متناسب با کل سپرده‌های بانک تعیین می‌کند؛ و طرح پیشنهادی که علاوه بر مقیاس عملیات، کیفیت خروجی نامطلوب را نیز در تخصیص وارد می‌کند. در طرح پیشنهادی، D نشان‌دهنده کل سپرده‌ها، B بیانگر مطالبات معوق و Q شاخص ظرفیت جذب هزینه با لحاظ کیفیت اعتباری است. هرچه نسبت سپرده به مطالبات معوق بزرگ‌تر باشد، بانک از نظر تولید خروجی نامطلوب وضعیت مناسب‌تری دارد و توان بیشتری برای جذب هزینه ثابت بدون افت شدید کارایی خواهد داشت. قاعده عمومی تخصیص به شکل زیر تعریف شد که در آن C کل هزینه ثابت، C_j سهم بانک j و ω وزن تعدیل مبتنی بر خروجی نامطلوب است.

$$C_j(\omega) = C \left[(1 - \omega) \frac{D_j}{\sum_h D_h} + \omega \frac{Q_j}{\sum_h Q_h} \right], \quad \sum_{j=1}^n C_j = C, \quad C_j \geq 0$$

$$Q_j = \frac{D_j}{B_j} \quad (B_j = \text{undesirable output (NPLs)})$$

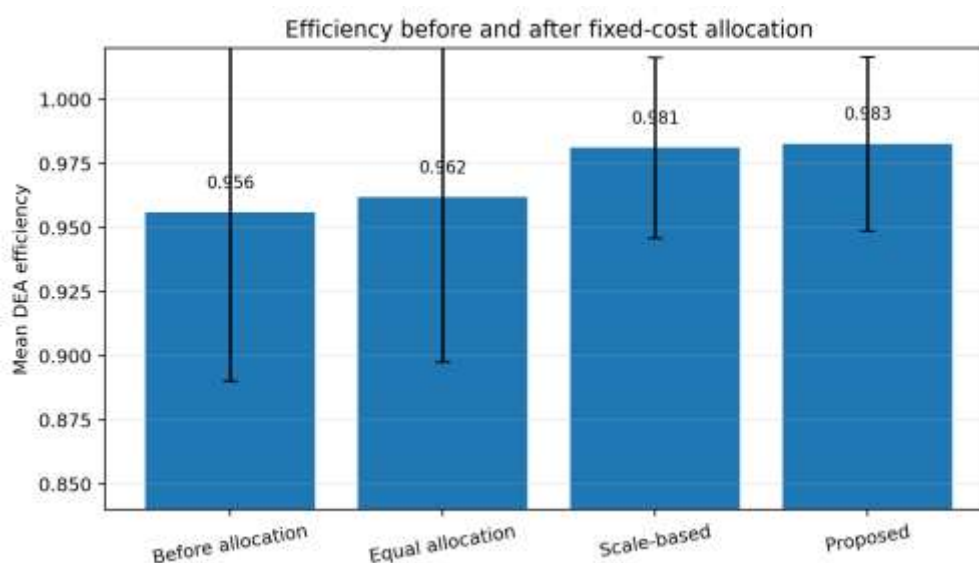
برای تعیین وزن ω ، تحلیل حساسیت شبکه‌ای در بازه ۰ تا ۰.۳۰ با گام‌های ۰.۰۵ انجام شد. معیار انتخاب وزن، بیشینه کردن میانگین کارایی پس از تخصیص همراه با جریمه برای پراکندگی امتیازهای کارایی بود؛ علاوه بر آن، قید حداقل کارایی ۰.۸۵ اعمال شد تا هیچ واحدی در اثر تخصیص پیشنهادی با افت افراطی کارایی مواجه نشود. تابع انتخاب وزن به صورت زیر در نظر گرفته شد و ضریب ۰.۱۰ برای انحراف معیار به عنوان جریمه پراکندگی استفاده شد.

$$\omega^* = \arg \max_{0 \leq \omega \leq 0.30} \{ \bar{E}(\omega) - 0.10 SD[E(\omega)] \} \quad \text{s.t.} \quad \min_j E_j(\omega) \geq 0.85$$

حل این مرحله نشان داد مقدار بهینه ω برابر با ۰.۰۵ است؛ بنابراین ۹۵ درصد وزن تخصیص بر مقیاس عملیات و ۵ درصد آن بر تعدیل مرتبط با خروجی نامطلوب قرار گرفت. این نتیجه به معنای کم‌اهمیت بودن مطالبات معوق نیست، بلکه نشان می‌دهد در داده‌های مورد بررسی، تغییر شدید سهم هزینه بر اساس خروجی نامطلوب باعث نوسان بیشتر کارایی واحدها می‌شود و یک تعدیل محدود اما صریح، تعادل مناسب‌تری میان عدالت مقیاسی، کیفیت اعتباری و پایداری مرز کارایی ایجاد می‌کند. با این وزن، مجموع سهم‌های تخصیص یافته دقیقاً برابر با کل هزینه ثابت باقی ماند و هیچ سهم منفی یا غیرقابل اجرا ایجاد نشد. همچنین متوسط سهم سالانه هر بانک برابر با ۱۰۰۰۰ هزار میلیارد ریال بود، اما پراکندگی سهم‌ها متناسب با تفاوت اندازه و کیفیت اعتباری بانک‌ها حفظ شد؛ به گونه‌ای که انحراف معیار تخصیص متوسط بانک‌ها ۴۰.۷۶ هزار میلیارد ریال بود.

شکل ۱

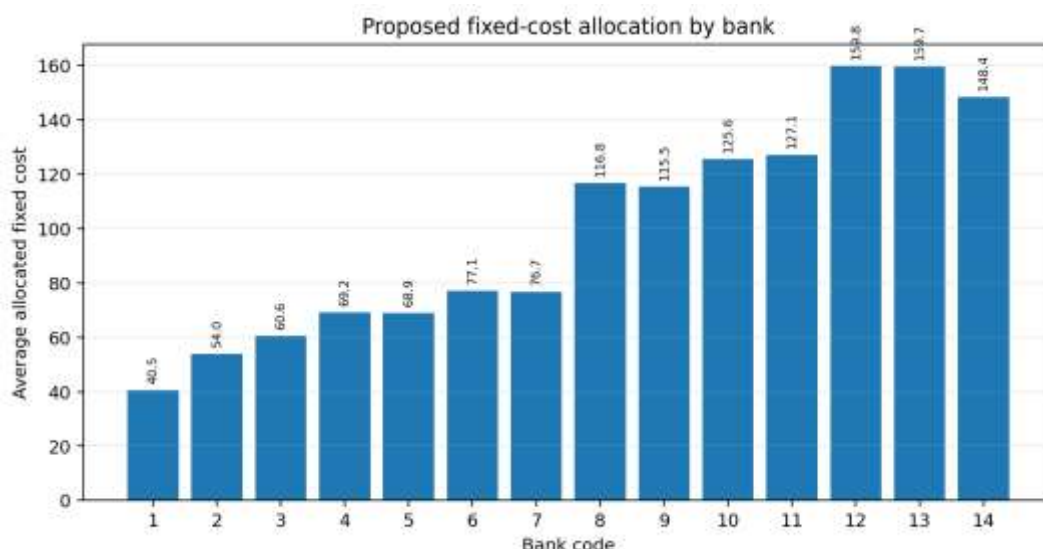
مقایسه میانگین کارایی پیش و پس از تخصیص هزینه ثابت در سناریوهای مختلف



شکل ۱ نشان می‌دهد که نحوه تخصیص هزینه ثابت بر جایگاه نسبی واحدها در مرز کارایی اثر قابل ملاحظه‌ای دارد. میانگین کارایی پایه قبل از ورود هزینه ثابت ۰.۹۵۶ بود. در تخصیص مساوی، میانگین کارایی به ۰.۹۶۲ رسید و ۱۵ مشاهده، معادل ۵۳.۵۷ درصد، کارا شدند. تخصیص صرفاً مبتنی بر مقیاس، میانگین کارایی را تا ۰.۹۸۱ افزایش داد و تعداد واحدهای کارا را به ۱۹ مشاهده یا ۶۷.۸۶ درصد رساند. بیشترین میانگین کارایی متعلق به طرح پیشنهادی بود که مقدار ۰.۹۸۳ با انحراف معیار ۰.۰۳۴ به دست آورد و ۲۰ مشاهده، معادل ۷۱.۴۳ درصد، روی مرز کارایی قرار گرفتند. در طرح پیشنهادی کمترین کارایی ۰.۸۷۷ بود که اگرچه از کمینه ۰.۹۰۳ در تخصیص صرفاً مقیاسی پایین‌تر است، همچنان بالاتر از حداقل پذیرفته‌شده ۰.۸۵ باقی ماند. برتری اصلی طرح پیشنهادی در این است که افزایش میانگین کارایی و تعداد واحدهای کارا را بدون حذف نقش خروجی نامطلوب حاصل می‌کند؛ در حالی که الگوی صرفاً مقیاسی تقریباً همه بار تصمیم‌گیری را به اندازه بانک وابسته می‌سازد. بنابراین نتایج شکل ۱ از این برداشت حمایت می‌کند که یک اصلاح محدود مبتنی بر کیفیت خروجی نامطلوب می‌تواند کارایی کل سیستم را حفظ یا اندکی بهبود دهد و هم‌زمان ملاحظه کیفیت اعتباری را وارد قاعده تخصیص کند.

شکل ۲

متوسط هزینه ثابت تخصیص‌یافته به هر بانک بر اساس طرح پیشنهادی

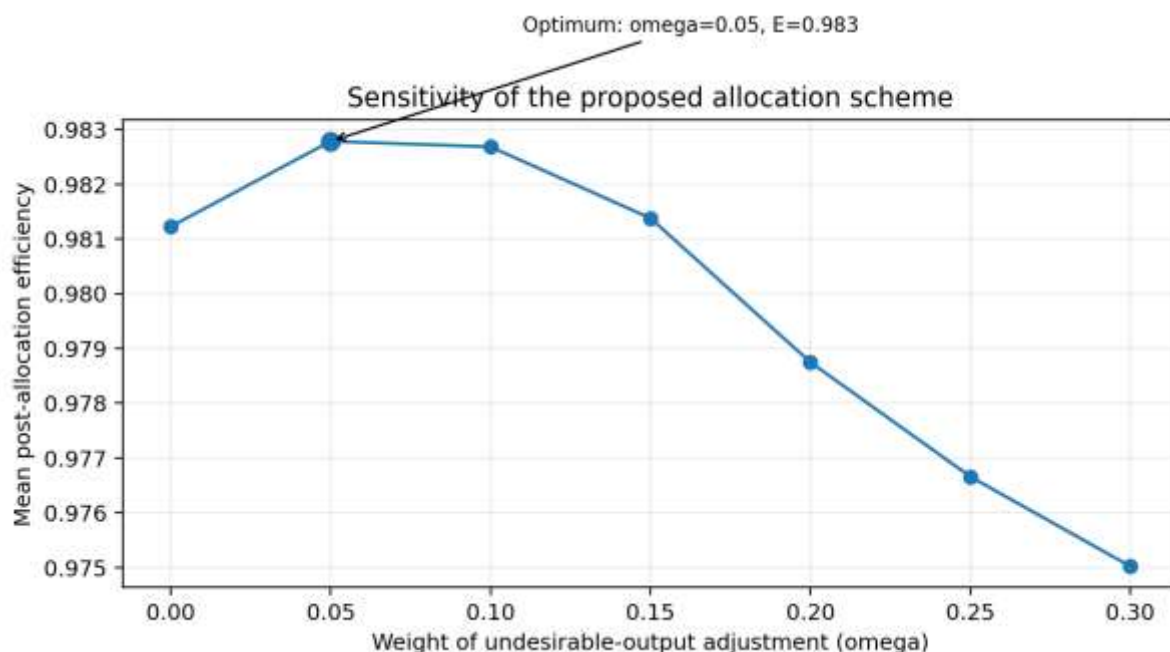


مطابق شکل ۲، تخصیص پیشنهادی به دلیل اتکای اصلی بر مقیاس عملیات، سهم‌های متفاوت اما منظم و قابل تفسیر برای بانک‌ها ایجاد کرد. کمترین متوسط هزینه تخصیص‌یافته مربوط به بانک ۱ با ۴۰.۴۶ هزار میلیارد ریال و پس از آن بانک ۲ با ۵۳.۹۷ و بانک ۳ با ۶۰.۵۹ هزار میلیارد ریال بود. در مقابل، بیشترین سهم به بانک ۱۲ با ۱۵۹.۸۴ هزار میلیارد ریال اختصاص یافت و بانک‌های ۱۳ و ۱۴ نیز به ترتیب ۱۵۹.۶۸ و ۱۴۸.۳۹ هزار میلیارد ریال هزینه ثابت دریافت کردند. بانک‌های ۱۰ و ۱۱ نیز به ترتیب ۱۲۵.۶۴ و ۱۲۷.۱۲ هزار میلیارد ریال از هزینه ثابت را جذب کردند. الگوی مشاهده‌شده با حجم سپرده‌های بانک‌ها هم‌راستا بود، اما تعدیل ۵ درصدی ناشی از نسبت سپرده به مطالبات معوق سبب شد دو بانک با اندازه نزدیک الزاماً سهم کاملاً یکسان دریافت نکنند. به بیان دیگر، در صورت مشابه بودن مقیاس، بانکی که با سطح کمتری از خروجی نامطلوب همان حجم عملیات را پشتیبانی می‌کرد ظرفیت جذب هزینه بالاتری به دست می‌آورد. مجموع متوسط سهم‌های ۱۴ بانک برابر با ۱۴۰۰ هزار میلیارد ریال بود و در نتیجه شرط حفظ کامل هزینه ثابت رعایت شد. این ویژگی برای کاربرد مدیریتی

مدل اهمیت دارد، زیرا طرح پیشنهادی نه بخشی از هزینه را بدون تخصیص باقی می‌گذارد و نه هزینه‌ای بیش از مقدار تعیین‌شده ایجاد می‌کند، بلکه کل مقدار ثابت را با یک قاعده صریح و بازتولیدپذیر میان واحدهای تصمیم‌گیرنده توزیع می‌کند.

شکل ۳

تحلیل حساسیت میانگین کارایی نسبت به وزن تعدیل خروجی نامطلوب



شکل ۳ رفتار مدل را در برابر تغییر وزن خروجی نامطلوب نشان می‌دهد. هنگامی که ω برابر با ۰ بود، مدل به تخصیص کاملاً مقیاسی تبدیل شد و میانگین کارایی ۰.۹۸۱ بود. با افزایش وزن تعدیل خروجی نامطلوب به ۰.۰۵، میانگین کارایی به بیشترین مقدار خود یعنی ۰.۹۸۳ رسید و انحراف معیار امتیازهای کارایی نیز به ۰.۰۳۴ کاهش یافت. با افزایش بیشتر وزن به ۰.۱۰، میانگین کارایی تقریباً در سطح ۰.۹۸۳ باقی ماند، اما پراکندگی اندکی بیشتر شد و حداقل کارایی کاهش یافت. در وزن‌های ۰.۱۵، ۰.۲۰، ۰.۲۵ و ۰.۳۰، میانگین کارایی به ترتیب حدود ۰.۹۸۱، ۰.۹۷۹، ۰.۹۷۷ و ۰.۹۷۵ شد و هم‌زمان انحراف معیار افزایش یافت. کمینه کارایی نیز از ۰.۹۰۳ در حالت صرفاً مقیاسی به ۰.۸۷۷ در وزن ۰.۰۵ و سپس به ۰.۸۱۳ در وزن ۰.۳۰ کاهش پیدا کرد. این الگو نشان می‌دهد که وارد کردن خروجی نامطلوب در طرح تخصیص ضروری است، اما وزن‌دهی بیش از حد به آن می‌تواند ساختار تخصیص را از ظرفیت عملیاتی بانک‌ها دور کرده و بی‌ثباتی بیشتری در امتیازهای کارایی ایجاد کند. از این‌رو انتخاب ω برابر با ۰.۰۵ نه بر اساس یک تصمیم ذهنی، بلکه بر مبنای بیشینه شدن معیار ترکیبی کارایی و پایداری و با رعایت قید حداقل کارایی انجام شد و به‌عنوان وزن نهایی طرح پیشنهادی انتخاب گردید.

در مجموع، یافته‌ها نشان دادند که وارد کردن مطالبات معوق به‌عنوان خروجی نامطلوب موجب می‌شود ارزیابی عملکرد بانک‌ها تنها بر پایه تولید درآمد و جذب سپرده انجام نشود و کیفیت دارایی‌ها نیز در تعیین مرز کارایی نقش داشته باشد. متوسط کارایی پایه ۰.۹۵۶ نشان داد که بخش قابل توجهی از واحدهای بانک-سال پیش از تخصیص هزینه ثابت نیز از مرز کارایی فاصله دارند. مقایسه سه راهبرد تخصیص نشان داد تخصیص مساوی، به دلیل نادیده گرفتن تفاوت مقیاس و ساختار عملکردی بانک‌ها، کمترین بهبود را ایجاد می‌کند. تخصیص مبتنی بر مقیاس عملکرد بهتری دارد، اما به تنهایی فاقد سازوکاری برای انعکاس کیفیت خروجی نامطلوب است. طرح پیشنهادی با ترکیب ۹۵ درصدی

سهم مقیاس و ۵ درصدی تعدیل کیفیت خروجی نامطلوب، میانگین کارایی پس از تخصیص را به ۰.۹۸۳ رساند و ۷۱.۴۳ درصد مشاهدات را روی مرز کارایی قرار داد. در عین حال، تمامی محدودیت‌های بنیادی تخصیص، شامل غیرمنفی بودن سهم‌ها و برابری مجموع سهم‌ها با کل هزینه ثابت، رعایت شد. تحلیل حساسیت نیز نشان داد مدل در اطراف وزن انتخابی پایدار است و افزایش افراطی وزن خروجی نامطلوب به جای بهبود، موجب افت کارایی و افزایش پراکندگی می‌شود. بنابراین خروجی اصلی این بخش یک تخصیص عددی خاص نیست، بلکه شواهدی برای اعتبار یک قاعده عمومی تخصیص است که می‌تواند بر اساس داده‌های هر دوره مجدداً حل شود، کل هزینه ثابت را به‌طور کامل بین بانک‌های تجاری توزیع کند و در عین حال اثر خروجی نامطلوب را به‌صورت صریح در تصمیم‌گیری وارد سازد.

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف تدوین و ارائه یک الگوی تخصیص هزینه ثابت برای بانک‌های تجاری بر مبنای تحلیل پوششی داده‌ها و با لحاظ خروجی نامطلوب انجام شد. یافته‌های حاصل از اجرای مدل نشان داد که در نظر گرفتن مطالبات معوق به‌عنوان خروجی نامطلوب، تصویر دقیق‌تر و واقع‌بینانه‌تری از کارایی بانک‌های تجاری ارائه می‌کند و موجب می‌شود ارزیابی عملکرد صرفاً به میزان تولید درآمد، جذب سپرده و مقیاس عملیات محدود نشود. میانگین کارایی پایه پیش از تخصیص هزینه ثابت برابر با ۰.۹۵۶ بود و ۱۲ مشاهده از مجموع ۲۸ مشاهده بانک-سال، معادل ۴۲.۸۶ درصد، روی مرز کارایی قرار داشتند. در مقابل، ۱۶ مشاهده دیگر درجات متفاوتی از ناکارایی را نشان دادند. کمترین امتیاز کارایی پایه نیز ۰.۷۹۹ به دست آمد. این یافته نشان می‌دهد که حتی پیش از ورود هزینه ثابت به ساختار ارزیابی، تفاوت قابل توجهی میان بانک‌ها از نظر نحوه استفاده از منابع، تولید خروجی‌های مطلوب و کنترل مطالبات معوق وجود داشته است. چنین نتیجه‌ای با منطق تحلیل پوششی داده‌ها سازگار است؛ زیرا DEA به جای تمرکز بر یک نسبت مالی منفرد، ترکیب هم‌زمان چند ورودی و خروجی را ارزیابی کرده و واحدهایی را کارا تلقی می‌کند که در مقایسه با سایر واحدهای همگن، از منابع موجود برای ایجاد خروجی‌های مطلوب استفاده بهتری داشته باشند (Mahmoudifar, 2025; Razavi, 2025; Sabet et al., 2025).

یکی از یافته‌های مهم پژوهش این بود که ورود مطالبات معوق به مدل توانست میان بانک‌هایی که از نظر حجم فعالیت یا درآمد در سطح نسبتاً مشابهی قرار داشتند، اما از نظر کیفیت دارایی‌ها تفاوت داشتند، تمایز ایجاد کند. در مدل حاضر، افزایش مطالبات معوق برخلاف افزایش سپرده یا درآمد، موجب بهبود جایگاه بانک نشد و در نتیجه بانک‌هایی که سطح بالاتری از خروجی نامطلوب ایجاد کرده بودند، نمی‌توانستند صرفاً به دلیل بزرگی اندازه یا درآمد بیشتر در زمره واحدهای کاملاً کارا قرار گیرند. این نتیجه با دیدگاه Kao و Hwang همخوان است که نشان دادند خروجی‌های نامطلوب می‌توانند اندازه‌گیری کارایی واحدهای تولیدی را به‌طور معناداری تغییر دهند و نادیده گرفتن آن‌ها ممکن است موجب بیش‌برآورد کارایی برخی واحدها شود (Kao & Hwang, 2023). همچنین، Dakpo و همکاران بر این نکته تأکید کرده‌اند که در فناوری‌هایی که همراه با تولید خروجی مطلوب، پیامدهای نامطلوب نیز ایجاد می‌شود، نحوه مدل‌سازی این پیامدها بخش اساسی فرآیند سنجش عملکرد است و فرض رفتار مشابه خروجی‌های مطلوب و نامطلوب می‌تواند به نتایج غیرواقع‌بینانه منجر شود (Dakpo et al., 2016). یافته پژوهش حاضر این دیدگاه را در زمینه بانکداری تأیید می‌کند، زیرا مطالبات معوق بخشی از هزینه پنهان فعالیت اعتباری بانک است و لحاظ آن در مرز کارایی، کیفیت عملیات بانکی را بهتر منعکس می‌کند.

نتایج مطالعه همچنین با یافته‌های Pishgar-Komleh و همکاران هماهنگ است. آنان نشان دادند که روش وارد کردن خروجی‌های نامطلوب در تحلیل پوششی داده‌ها می‌تواند بر سطح کارایی و رتبه‌بندی واحدها اثر بگذارد و بنابراین ارزیابی عملکرد بدون توجه مناسب به این خروجی‌ها ممکن است نتایج متفاوت و حتی گمراه‌کننده‌ای ایجاد کند (Pishgar-Komleh et al., 2020). در پژوهش حاضر نیز مطالبات

معوق بیشترین ضریب تغییرات را در میان متغیرهای مدل داشت و ضریب تغییرات آن برابر با ۴۷.۱۹ درصد بود. این پراکندگی نسبتاً بالا بیانگر تفاوت محسوس بانک‌ها در کیفیت پرتفوی اعتباری است. بنابراین، ورود مطالبات معوق به مدل صرفاً یک تصمیم نظری نبود، بلکه با ویژگی واقعی داده‌ها نیز توجیه می‌شد. از آنجا که اختلاف میان بانک‌ها در سطح مطالبات معوق از تفاوت‌های اصلی عملکردی محسوب می‌شد، حذف این متغیر می‌توانست بخشی از ناهمگنی واقعی عملکرد را نادیده بگیرد.

مقایسه راهبردهای مختلف تخصیص هزینه ثابت نیز یکی دیگر از یافته‌های اصلی پژوهش بود. نتایج نشان داد تخصیص مساوی هزینه ثابت، میانگین کارایی را از ۰.۹۵۶ به ۰.۹۶۲ افزایش داد و تعداد واحدهای کارا را از ۱۲ به ۱۵ مشاهده رساند، اما این روش در مقایسه با سایر راهبردها عملکرد ضعیف‌تری داشت. دلیل این امر آن است که تخصیص مساوی، تفاوت میان بانک‌ها از نظر اندازه، ظرفیت عملیاتی، حجم سپرده‌ها و کیفیت خروجی نامطلوب را نادیده می‌گیرد. هنگامی که بانک‌های دارای ساختارهای متفاوت، سهم یکسانی از هزینه ثابت دریافت می‌کنند، تخصیص الزاماً با ظرفیت جذب هزینه یا سطح عملکرد آن‌ها متناسب نیست. این نتیجه با مطالعات مربوط به تخصیص عادلانه هزینه ثابت در چارچوب DEA همسو است که نشان داده‌اند قواعد ساده مساوی یا مبتنی بر نسبت‌های ثابت لزوماً به تخصیص کارا و منصفانه منجر نمی‌شوند و لازم است اطلاعات عملکردی واحدها در سازوکار تخصیص وارد شود (Chu et al., 2025; Hosseinzadeh Saljouqi et al., 2024).

در مقابل، تخصیص مبتنی بر مقیاس موجب شد میانگین کارایی پس از تخصیص به ۰.۹۸۱ افزایش یابد و ۱۹ مشاهده، معادل ۶۷.۸۶ درصد، روی مرز کارایی قرار گیرند. این بهبود نشان می‌دهد که اندازه عملیات بانک و به‌ویژه حجم سپرده‌ها نقش مهمی در تعیین ظرفیت جذب هزینه ثابت دارد. بانک‌هایی که مقیاس عملیاتی بزرگ‌تری دارند، معمولاً از زیرساخت‌ها و هزینه‌های مشترک بیشتری بهره‌برداری می‌کنند و بنابراین اختصاص سهم بیشتری از هزینه ثابت به آن‌ها از منظر اقتصادی قابل دفاع است. با این حال، محدودیت تخصیص صرفاً مقیاسی آن است که کیفیت عملکرد را به اندازه کافی منعکس نمی‌کند و ممکن است بانکی با حجم سپرده بالا اما مطالبات معوق قابل توجه، همچنان سهم هزینه را عمدتاً بر اساس اندازه خود دریافت کند. مطالعات مرتبط با DEA در محیط‌های چندمرحله‌ای نیز بر این نکته تأکید کرده‌اند که تخصیص هزینه باید علاوه بر حجم فعالیت، ارتباط میان اجزای عملکرد را منعکس کند و اتکا به یک متغیر مقیاسی منفرد نمی‌تواند تمام ابعاد تخصیص را پوشش دهد (Dang et al., 2025; Moradipour et al., 2021).

مهم‌ترین نتیجه پژوهش مربوط به عملکرد طرح پیشنهادی بود. در این طرح، ۹۵ درصد مبنای تخصیص به مقیاس عملیات و ۵ درصد به تعدیل مرتبط با خروجی نامطلوب اختصاص یافت. اجرای این الگو باعث شد میانگین کارایی به ۰.۹۸۳ افزایش یابد و ۲۰ مشاهده از ۲۸ مشاهده، معادل ۷۱.۴۳ درصد، به مرز کارایی برسند. این مقدار بالاتر از هر دو روش تخصیص مساوی و تخصیص صرفاً مقیاسی بود. چنین نتیجه‌ای نشان می‌دهد که ورود یک مؤلفه محدود اما مشخص برای کیفیت خروجی نامطلوب می‌تواند بدون برهم زدن منطق اصلی تخصیص بر اساس اندازه، کارایی سیستم را بهبود دهد. این یافته با مطالعه Li و همکاران درباره تخصیص هزینه ثابت در حضور خروجی‌های نامطلوب همسو است که نشان دادند ترکیب اطلاعات عملکردی و پیامدهای نامطلوب در سازوکار تخصیص می‌تواند به راه‌حلی منجر شود که از نظر کارایی و منطق اقتصادی قابل قبول‌تر هستند (Li et al., 2024). همچنین، نتیجه حاضر از این دیدگاه حمایت می‌کند که خروجی نامطلوب نباید به‌صورت یک متغیر جانبی پس از تخصیص ارزیابی شود، بلکه باید مستقیماً در قاعده تخصیص وارد گردد.

برتری طرح پیشنهادی از نظر افزایش تعداد واحدهای کارا نیز قابل توجه است. در حالی که در وضعیت پایه تنها ۴۲.۸۶ درصد مشاهدات کارا بودند، این نسبت در الگوی پیشنهادی به ۷۱.۴۳ درصد رسید. این افزایش را می‌توان به نحوه توزیع هزینه ثابت مرتبط دانست. در واقع، تخصیص مناسب هزینه ثابت می‌تواند ساختار نسبی ورودی‌ها و خروجی‌های واحدها را به‌گونه‌ای تغییر دهد که تعداد بیشتری از

بانک‌ها به سطح مرزی برسند، بدون آنکه کل هزینه تخصیص‌یافته تغییر کند. نتیجه مذکور با مطالعات Chu و همکاران سازگار است که بر ضرورت ایجاد توازن میان عقلانیت فردی و عدالت کلی در تخصیص هزینه ثابت تأکید کرده‌اند (Chu et al., 2025). در چارچوب مطالعه حاضر نیز طرح پیشنهادی تلاش کرد از تخصیص‌هایی اجتناب کند که صرفاً از دیدگاه کل سیستم مناسب هستند اما برخی واحدها را با افت شدید کارایی مواجه می‌کنند. اعمال حداقل کارایی ۰.۸۵ نیز دقیقاً در همین راستا صورت گرفت.

تحلیل حساسیت وزن خروجی نامطلوب نشان داد بهترین عملکرد مدل در وزن ۰.۰۵ حاصل می‌شود. در حالت وزن صفر که مدل عملاً به تخصیص مقیاسی تبدیل می‌شد، میانگین کارایی برابر با ۰.۹۸۱ بود. با افزایش وزن به ۰.۰۵، میانگین کارایی به ۰.۹۸۳ افزایش یافت و انحراف معیار کارایی نیز به ۰.۰۳۴ کاهش پیدا کرد. اما افزایش بیشتر وزن خروجی نامطلوب موجب کاهش تدریجی عملکرد شد؛ به گونه‌ای که میانگین کارایی در وزن‌های ۰.۱۵، ۰.۲۰، ۰.۲۵ و ۰.۳۰ به ترتیب حدود ۰.۹۸۱، ۰.۹۷۹، ۰.۹۷۷ و ۰.۹۷۵ کاهش یافت. همچنین حداقل کارایی در وزن ۰.۳۰ به ۰.۸۱۳ رسید. این نتیجه نشان می‌دهد که صرف افزودن اهمیت بیشتر به مطالبات معوق الزاماً باعث بهبود مدل نمی‌شود. خروجی نامطلوب باید در کنار ظرفیت و مقیاس عملیاتی بانک دیده شود و تمرکز بیش از حد بر آن می‌تواند تخصیص را از ساختار واقعی تولید و عملیات بانکی دور کند. این یافته با دیدگاه‌های مطرح‌شده در ادبیات DEA درباره ضرورت ایجاد تعادل میان معیارهای مختلف عملکرد همسو است (Kao & Hwang, 2023; Li et al., 2024).

از منظر عدالت تخصیصی، یافته حاضر با منطق مدل‌های مبتنی بر بازی و کارایی متقاطع نیز سازگار است. در چنین مدل‌هایی، هدف آن نیست که یک معیار خاص به طور مطلق بر سایر معیارها غالب شود، بلکه تلاش می‌شود راه‌حلی حاصل شود که تا حد امکان برای کل مجموعه و واحدهای منفرد قابل قبول باشد. Liu و همکاران در چارچوب بازی دوگان DEA نشان داده‌اند که ترکیب هزینه ثابت، حداقل جبران و منافع واحدهای مختلف می‌تواند به تخصیص‌هایی منجر شود که از نظر مشارکت واحدها و پذیرش نهایی متوازن‌تر است (Liu et al., 2026). همچنین Chu و همکاران با تمرکز بر کارایی متقاطع نشان داده‌اند که تخصیص عادلانه باید هم عقلانیت فردی و هم عدالت کلی را در نظر گیرد (Chu et al., 2025). در پژوهش حاضر نیز وزن ۰.۰۵ را می‌توان نقطه‌ای از سازش میان این دو منطق دانست؛ زیرا از یک سو اندازه و ظرفیت عملیاتی بانک‌ها را به عنوان عامل اصلی حفظ می‌کند و از سوی دیگر، بانک‌هایی را که خروجی نامطلوب بیشتری ایجاد کرده‌اند بدون تعدیل رها نمی‌کند.

توزیع عددی هزینه ثابت میان بانک‌ها نیز نشان داد طرح پیشنهادی قابلیت ایجاد سهم‌های متمایز اما قابل تفسیر را دارد. متوسط سهم سالانه هر بانک ۱۰۰۰۰ هزار میلیارد ریال بود، اما مقادیر تخصیص در میان بانک‌ها تفاوت قابل توجهی داشت. کمترین سهم مربوط به بانک ۱ با ۴۰.۴۶ هزار میلیارد ریال و بیشترین سهم مربوط به بانک ۱۲ با ۱۵۹.۸۴ هزار میلیارد ریال بود. بانک‌های ۱۳ و ۱۴ نیز به ترتیب ۱۵۹.۶۸ و ۱۴۸.۳۹ هزار میلیارد ریال هزینه دریافت کردند. این توزیع نشان می‌دهد که الگوی پیشنهادی از قاعده تقسیم مساوی فاصله گرفته و هزینه را متناسب با ظرفیت واقعی هر بانک توزیع می‌کند. در عین حال، تعدیل مبتنی بر مطالبات معوق سبب شده است بانک‌هایی با مقیاس نزدیک الزاماً سهم کاملاً مشابهی دریافت نکنند. این ویژگی از منظر کاربردی اهمیت دارد، زیرا مدیران بانکی معمولاً با این مسئله مواجه‌اند که دو واحد با حجم مشابه فعالیت، ممکن است کیفیت اعتباری و ساختار ریسک متفاوتی داشته باشند.

نتایج مذکور با پژوهش Gerami درباره تخصیص هزینه ثابت مبتنی بر بهینه‌سازی استوار در صنعت بانکداری نیز هم‌راستا است؛ زیرا آن مطالعه بر ضرورت طراحی تخصیص‌هایی تأکید دارد که در برابر ویژگی‌های متفاوت واحدها و شرایط محیطی مقاوم باشند (Gerami, 2024). در پژوهش حاضر نیز تحلیل حساسیت نشان داد که مدل در اطراف وزن منتخب از ثبات قابل قبولی برخوردار است، اما افزایش شدید وزن خروجی نامطلوب موجب افت کارایی و افزایش پراکندگی می‌شود. بنابراین، انتخاب پارامترهای تخصیص باید بر مبنای تحلیل حساسیت

و نه صرفاً قضاوت ذهنی صورت گیرد. این نکته برای کاربردهای بانکی اهمیت زیادی دارد، زیرا متغیرهایی مانند سپرده‌ها، درآمدها و مطالبات معوق ممکن است در دوره‌های مختلف تحت تأثیر شرایط کلان اقتصادی قرار گیرند.

از منظر روش‌شناختی، نتایج پژوهش نشان می‌دهد که تخصیص هزینه ثابت مسئله‌ای فراتر از تقسیم حسابداری یک رقم مشترک است و باید آن را به‌عنوان بخشی از نظام مدیریت عملکرد در نظر گرفت. یافته‌های مطالعات داخلی درباره کاربرد DEA در ارزیابی عملکرد صنایع و سازمان‌های ایرانی نیز نشان داده‌اند که این روش می‌تواند برای سنجش نسبی عملکرد در محیط‌های چندرودی و چندخروجی مورد استفاده قرار گیرد (Alizadeh Lashkan & Ahadi, 2025; Mahmoudifar, 2025). همچنین پژوهش‌های مرتبط با سنجش بهره‌وری در صنایع پالایشی و سامانه‌های حمل‌ونقل بر اهمیت استفاده از روش‌های چندمعیاره برای ارزیابی عملکرد تأکید کرده‌اند (Razavi, 2025; Sabet et al., 2025). یافته پژوهش حاضر این ادبیات را توسعه می‌دهد، زیرا به جای محدود شدن به محاسبه امتیاز کارایی، از اطلاعات کارایی برای طراحی یک تصمیم تخصیصی استفاده می‌کند.

در عین حال، نتایج حاضر نشان دادند که هزینه ثابت می‌تواند ساختار تصمیم بهینه را تغییر دهد. این مسئله در ادبیات کنترل مالی و سرمایه‌گذاری نیز مشاهده شده است. مطالعات Li و همکاران در زمینه سیاست‌های سود تقسیمی و کنترل ریسک در حضور هزینه ثابت نشان داده‌اند که هزینه ثابت می‌تواند مرزهای تصمیم بهینه را تغییر دهد و باعث شود سیاست مناسب با حالتی که هزینه ثابت وجود ندارد متفاوت باشد (Li et al., 2025). همچنین Liu و همکاران نشان داده‌اند که در شرایط ابهام، تصمیم‌های سرمایه‌گذاری و کنترل باید به‌صورت هم‌زمان با ملاحظات ریسک تنظیم شوند (Jiang, 2025). Liu et al., 2025 و همکاران نیز در مدل‌های سرمایه‌گذاری و کنترل بیمه اتکایی نشان داده‌اند که تصمیم بهینه نتیجه تعامل چند متغیر و محدودیت است و نمی‌توان آن را به یک قاعده ساده فروکاست (Jiang et al., 2024). یافته پژوهش حاضر از همین منطق حمایت می‌کند؛ زیرا بهترین تخصیص زمانی حاصل شد که هم مقیاس عملیات و هم کیفیت خروجی نامطلوب وارد سازوکار تصمیم شدند.

در مجموع، یافته‌های پژوهش نشان داد که الگوی پیشنهادی توانسته است سه هدف اصلی را به‌طور هم‌زمان پوشش دهد. نخست، کل هزینه ثابت را بدون ایجاد کسری یا مازاد میان بانک‌ها توزیع کرده است. دوم، میانگین کارایی و تعداد واحدهای کارا را نسبت به روش‌های ساده‌تر افزایش داده است. سوم، نقش مطالبات معوق را به‌صورت صریح وارد سازوکار تخصیص کرده است. بنابراین، مزیت اصلی مدل در یک مقدار عددی خاص خلاصه نمی‌شود، بلکه در ارائه یک چارچوب تصمیم‌گیری قابل تکرار است که می‌تواند در هر دوره با داده‌های جدید مجدداً حل شود. این ویژگی با رویکردهای جدید تخصیص هزینه ثابت در DEA، از جمله مدل‌های شبکه‌ای، مذاکره‌ای، کارایی متقاطع و بازی دوگان هم‌جهت است (Chu et al., 2025; Dang et al., 2025; Liu et al., 2026; Moradipour et al., 2021). بر این اساس، می‌توان نتیجه گرفت که ترکیب تحلیل پوششی داده‌ها با یک تعدیل کنترل‌شده برای خروجی نامطلوب، ظرفیت مناسبی برای ایجاد تعادل میان کارایی، مقیاس، کیفیت اعتباری و عدالت تخصیصی در بانک‌های تجاری دارد.

یکی از محدودیت‌های اصلی پژوهش آن است که تحلیل به بانک‌های تجاری محدود شده و بانک‌های تخصصی، توسعه‌ای و سایر مؤسسات مالی به دلیل تفاوت در مأموریت، ساختار عملیات و اهداف عملکردی وارد مدل نشده‌اند؛ بنابراین نتایج را نمی‌توان بدون تعدیل ساختار مدل به این گروه‌ها تعمیم داد. محدودیت دیگر به دسترس‌پذیری و یکنواختی داده‌های مالی مربوط است، زیرا تفاوت در نحوه ارائه برخی اقلام صورت‌های مالی، طبقه‌بندی هزینه‌ها یا گزارش مطالبات معوق می‌تواند مقایسه مستقیم واحدها را دشوار سازد. همچنین، مدل حاضر بر مجموعه مشخصی از ورودی‌ها، خروجی‌های مطلوب و مطالبات معوق به‌عنوان خروجی نامطلوب متمرکز بوده است و سایر ابعاد نامطلوب عملکرد بانکی مانند ریسک نقدینگی، زیان اعتباری، کفایت سرمایه نامناسب یا هزینه‌های ناشی از ریسک عملیاتی به‌طور مستقیم در



مدل وارد نشده‌اند. از سوی دیگر، استفاده از داده‌های دو سال اخیر امکان بررسی پویایی بلندمدت کارایی و تغییرات ساختاری بانک‌ها را محدود می‌کند. تحلیل پوششی داده‌ها نیز ذاتاً نسبت به انتخاب متغیرها، وجود داده‌های پرت و تعداد واحدهای تصمیم‌گیرنده حساس است و از این رو تفسیر نتایج باید در چارچوب مجموعه واحدها و متغیرهای مورد استفاده انجام شود.

پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده مدل حاضر در دوره‌های زمانی طولانی‌تر و با استفاده از ساختارهای پویا یا پنلی تحلیل پوششی داده‌ها بررسی شود تا تغییرات کارایی و تخصیص هزینه ثابت در طول زمان قابل ارزیابی باشد. همچنین می‌توان الگو را برای بانک‌های تخصصی، توسعه‌ای، مؤسسات اعتباری یا حتی شعب بانک‌ها با تعدیل متغیرهای ورودی و خروجی توسعه داد. افزودن خروجی‌های نامطلوب دیگری مانند نسبت مطالبات غیرجاری، زیان اعتباری، ریسک نقدینگی یا شاخص‌های ریسک عملیاتی نیز می‌تواند جامعیت مدل را افزایش دهد. پیشنهاد دیگر، توسعه نسخه‌های شبکه‌ای و دومرحله‌ای مدل است تا فرآیند جذب منابع و تخصیص تسهیلات به‌صورت دو مرحله مجزا تحلیل شود. استفاده از تحلیل پوششی داده‌های استوار، فازی یا تصادفی نیز می‌تواند برای بررسی اثر عدم قطعیت داده‌های بانکی مفید باشد. افزون بر این، مقایسه مدل پیشنهادی با رویکردهای بازی تعاونی، شاپلی، چانه‌زنی نش و کارایی متقاطع می‌تواند به شناسایی الگوهایی با سطح بالاتر عدالت و پذیرش سازمانی کمک کند. بررسی حساسیت مدل نسبت به انتخاب شاخص‌های مختلف اندازه بانک و وزن خروجی نامطلوب نیز از دیگر مسیرهای پژوهشی ارزشمند خواهد بود.

پیشنهاد می‌شود مدیران بانک‌های تجاری در تخصیص هزینه‌های مشترک و ثابت از قواعد یکسان و صرفاً حسابداری فاصله گرفته و سازوکاری مبتنی بر عملکرد نسبی، مقیاس عملیات و کیفیت دارایی‌ها ایجاد کنند. استفاده از مدل پیشنهادی می‌تواند به‌صورت دوره‌ای و هم‌زمان با تهیه گزارش‌های عملکرد بانک اجرا شود تا سهم هزینه ثابت هر واحد بر اساس آخرین اطلاعات عملیاتی و اعتباری تعیین گردد. همچنین بهتر است مطالبات معوق و سایر شاخص‌های کیفیت دارایی در کنار درآمد و سپرده به‌عنوان معیارهای اصلی ارزیابی عملکرد لحاظ شوند تا واحدهایی که درآمد بالاتری ایجاد می‌کنند اما ریسک اعتباری بیشتری بر بانک تحمیل می‌کنند، به‌صورت غیرمستقیم از نظام تخصیص منتفع نشوند. ایجاد یک سامانه متمرکز برای استخراج خودکار داده‌های ورودی، خروجی و مطالبات معوق و اجرای دوره‌ای مدل می‌تواند شفافیت و قابلیت تکرار تصمیمات تخصیصی را افزایش دهد. همچنین توصیه می‌شود پیش از اجرای نهایی هر تخصیص، تحلیل حساسیت وزن خروجی نامطلوب انجام شود و دامنه‌ای انتخاب گردد که ضمن حفظ حداقل کارایی قابل قبول واحدها، بیشترین کارایی کل و کمترین پراکندگی را ایجاد کند. در سطح مدیریتی نیز ارائه نتایج مدل به مدیران واحدها همراه با توضیح معیارهای تخصیص می‌تواند پذیرش سازمانی، شفافیت و پاسخگویی در قبال هزینه‌های مشترک را افزایش دهد.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه 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

- Alizadeh Lashkan, F., & Ahadi, H. (2025). *Performance Evaluation in the Railcar Manufacturing Industry Using Data Envelopment Analysis and the Balanced Scorecard Approach* <https://civilica.com/doc/2307930>
- Chu, J., Su, W., Li, F., & Yuan, Z. (2025). Individual Rationality and Overall Fairness in Fixed Cost Allocation: An Approach under DEA Cross-Efficiency Evaluation Mechanism. *Journal of the Operational Research Society*, 66, 1-16.
- Dakpo, K. H., Jeanneaux, P., & Latruffe, L. (2016). Modelling Pollution-Generating Technologies in Performance Benchmarking: Recent Developments, Limits and Future Prospects in the Nonparametric Framework. *European Journal of Operational Research*, 250, 347-359. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.07.024>
- Dang, T., Zhu, Q., Zhang, B., & Liang, L. (2025). Centralized Fixed Cost Allocation for Generalized Two-Stage Network DEA. *INFOR: Information Systems and Operational Research*, 57(2), 123. <https://doi.org/10.1080/03155986.2017.1397897>
- Gerami, J. (2024). *A Fixed-Cost Allocation Scheme Based on Robust Optimization in Data Envelopment Analysis: A Case Study of the Banking Industry* <https://civilica.com/doc/2272439>
- Hosseinizadeh Saljouqi, F., Pishgoo, A., & Hamidi, F. (2024). *Fair Allocation of Fixed Costs in One-Stage and Two-Stage Systems Using Data Envelopment Analysis* <https://civilica.com/doc/2152161>
- Jiang, X., Yuen, K. C., & Chen, M. (2024). Optimal Investment and Reinsurance with Premium Control. *Journal of Industrial and Management Optimization*, 16(6), 2781. <https://doi.org/10.3934/jimo.2019080>
- Kao, C., & Hwang, S. N. (2023). Measuring the Effects of Undesirable Outputs on the Efficiency of Production Units. *European Journal of Operational Research*, 292, 996-1003. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2020.11.026>
- Li, F., Wang, Y., Emrouznejad, A., Zhu, Q., & Kou, G. (2024). Allocating a Fixed Cost across Decision-Making Units with Undesirable Outputs: A Bargaining Game Approach. *Journal of the Operational Research Society*, 73(10), 2309-2325. <https://doi.org/10.1080/01605682.2021.1981781>
- Li, P., Meng, Q., Yuen, K. C., & Zhou, M. (2025). Optimal Dividend and Risk Control Policies in the Presence of a Fixed Transaction Cost. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 388, 113271. <https://doi.org/10.1016/j.cam.2020.113271>
- Liu, B., Zhou, M., & Li, P. (2025). Optimal Investment and Premium Control for Insurers with Ambiguity. *Communications in Statistics - Theory and Methods*, 49(9), 2110-2130. <https://doi.org/10.1080/03610926.2019.1568487>
- Liu, Z., Wang, L., & Zha, Q. (2026). Fixed Cost and Minimum Compensation Allocations in Two-Stage Systems: A DEA-Dual Game Framework. *Omega*, 138, 103373. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2025.103373>
- Mahmoudifar, A. (2025). *Data Envelopment Analysis in Performance Management: From Theory to Indigenous Applications with Emphasis on the Iranian Organizational Environment* <https://civilica.com/doc/2348617>
- Moradipour, K., Asadi Rahmati, S., & Abdali, E. (2021). *A Bargaining Model for Estimating the Efficiency of Multi-Stage Networks with Fixed-Cost Allocation and Its Applications* <https://civilica.com/doc/1859858>
- Pishgar-Komleh, S. H., Zylowski, T., Rozakis, S., & Kozyra, J. (2020). Efficiency under Different Methods for Incorporating Undesirable Outputs in an LCA + DEA Framework: A Case Study of Winter Wheat Production. *Journal of Environmental Management*, 260, 110138. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110138>
- Razavi, S. A. (2025). *A Study and Comparison of Total Productivity in the Refining Industry Using Pooled-Data and Data Envelopment Analysis Approaches* <https://civilica.com/doc/2345333>
- Sabet, A., Pourmahmoud Ghazi Jahani, J., Teymourzadeh, K., & Ghaffari Hadigheh, A. (2025). *Calculating Productivity in Transportation Systems Using Data Envelopment Analysis* <https://civilica.com/doc/2307615>