



Paper Type: Original Article

Providing a Comprehensive Model of Banking System Performance Evaluation Using Network Data Envelopment Analysis Model in Non-Deterministic Space

Farhad Hosseinzadeh Lotfi¹, Seyed Esmail Najafi^{2*} , Homa Ghasemi Todeshki²

¹ Department of Mathematics, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran;
Farhad@hosseinzadeh.ir.

² Department of Industrial Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran;
najafi1515@yahoo.com; homa.ghasemi63@gmail.com.

Citation:



Hosseinzadeh Lotfi, F., Najafi, S. E., & Ghasemi Todeshki, H. (2023). Providing a comprehensive model of banking system performance evaluation using network data envelopment analysis model in non-deterministic space. *Financial and banking strategic studies*, 1(1), 1-21.

Received: 20/02/2023

Reviewed: 21/03/2023

Revised: 11/04/2023

Accepted: 18/05/2023

Abstract

Today, managers in all organizations, including banks, seek optimal utilization of various departments' available resources and capacities. Considering the emerging sales culture and customer segmentation within the comprehensive banking system, managers need to assess efficiency using conventional models in data envelopment analysis in various areas, including deposit acquisition, providing financial services to customer groups, and generating profits. This paper aims to present a fuzzy network data envelopment analysis model along with undesirable variables and shared resources to measure the efficiency of Iranian bank branches in the comprehensive banking system. This study considers a non-radial network data envelopment analysis model based on scarcity variables. Given the uncertainties and uncertainties surrounding certain variables in data envelopment analysis models in the real world, a fuzzy model based on scarcity variables, taking into account undesirable variables and shared resources, is proposed.

The results indicate that the proposed model can assist industry managers in adopting various policies in different segments of the comprehensive banking process in a competitive comprehensive banking environment. The main issue that occurs in the evaluation of the performance of a comprehensive banking system in many real-world situations is that the inputs and outputs of the data envelopment analysis model are not precise and desirable. In this study, non-deterministic real-world data has been examined using network data envelopment analysis.

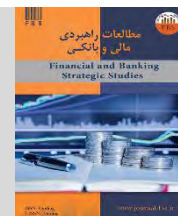
Keywords: Fuzzy network slacks-based measure, Universal banking system, Shared resources, Undesirable variable.



Corresponding Author: najafi1515@yahoo.com



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



ارایه یک مدل جامع ارزیابی عملکرد سیستم بانکداری با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای در فضای غیر قطعی

فرهاد حسین‌زاده لطفی^۱، اسماعیل نجفی^{۲*}، هما قاسمی تودشکی^۲

^۱گروه ریاضیات، واحد علوم تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

^۲گروه مهندسی صنایع، واحد علوم تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

چکیده

امروزه مدیران در همه سازمان‌ها، از جمله بانک‌ها، خواستار استفاده بهینه از امکانات و ظرفیت‌های موجود در بخش‌های مختلف هستند. با در نظر گرفتن فرهنگ فروش در حال ظهور و تقسیم‌بندی مشتریان در سیستم بانکداری جامع در داخل بانک‌ها، مدیران نیاز به سنجش کارایی با استفاده از مدل‌های مرسوم در تحلیل پوششی داده‌ها در قسمت‌های مختلف از جمله، جذب سپرده، ارایه خدمات مالی به گروه مشتریان و کسب سود دارند. هدف از این مقاله ارایه مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای فازی به همراه وجود متغیرهای نامطلوب و منابع مشترک جهت اندازه‌گیری کارایی شعب بانک‌های ایران در سیستم بانکداری جامع است. در این پژوهش، با در نظرگیری مدل شبکه‌ای غیر شعاعی تحلیل پوششی داده‌ها بر پایه متغیرهای کمبود، با توجه به آنچه در خصوص عدم قطعیت و اطمینان در خصوص برخی متغیرهای موجود در مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها در فضای واقعی رخ می‌دهد، مدل فازی شده مبتنی بر متغیرهای کمبود با در نظر گرفتن متغیرهای نامطلوب و منابع مشترک ارایه می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که در یک محیط بانکداری جامع رقابتی، مدل پیشنهادی می‌تواند به مدیران صنعت بانکی جهت اتخاذ سیاست‌های مختلف در بخش‌های مختلف فرآیند بانکداری جامع کمک نماید. مساله اصلی که در بسیاری از شرایط واقعی در ارزیابی عملکرد سیستم بانکداری جامع رخ می‌دهد این است که ورودی‌ها و خروجی‌های مدل تحلیل پوششی داده‌ها قطعی، دقیق و مطلوب نیستند. در این پژوهش، داده‌های غیرقطعی جهان واقعی با استفاده از تحلیل پوششی شبکه‌ای بررسی شده است.

کلیدواژه‌ها: مدل فازی، تحلیل پوششی داده‌ای شبکه‌ای، بانکداری جامع.

۱- مقدمه

روش تحلیل پوششی داده‌ها یک ابزار غیر پارامتریک جهت تخمین کارایی نسبی واحدهای تصمیم‌گیرنده^۱ بر اساس استفاده از ورودی‌ها و خروجی‌های متعدد است. تجزیه و تحلیل پوششی داده‌ها یک تکنیک متکی به روش‌های برنامه‌ریزی ریاضی برای تخمین انواع مختلف کارایی در تولید است. اولین بار توسط مایکل فارل [1] در سال ۱۹۵۷ به کار گرفته شد و در اواخر دهه ۱۹۷۰ توسط چارلز و همکاران [2] این روش رواج یافت و نام‌گذاری شد و یکی از مسائل مهم در زمینه تعیین کارایی، رتبه‌بندی و تعیین وضعیت عملکرد DMUs در شرایط عدم قطعیت است.

در مدل‌های سنتی، DMUs مانند جعبه‌های سیاه رفتار می‌کنند که ورودی‌ها بدون در نظر گرفتن ارتباطات داخلی به خروجی‌ها تبدیل می‌شوند [3]. علاوه بر این مدل تحلیل پوششی داده‌ها^۲ به طور گسترده‌ای در ارزیابی کارایی بانک‌ها با ورودی‌ها و خروجی‌های قطعی استفاده

^۱ Decision Making Units (DMU)

^۲ Data Envelopment Analysis (DEA)

* نویسنده مسئول



می‌شود. با توجه به اینکه در برخی سیستم‌های تولیدی، ساختار شبکه‌ای مطرح می‌شود و خروجی مرحله قبل به‌عنوان ورودی وارد مرحله بعد خواهد شد [4]، مدل شبکه‌ای تحلیل پوششی داده‌ها^۱ برخلاف *DEA* کلاسیک در اندازه‌گیری کارایی اجزای مدل استفاده می‌شود [3]، [7]–[5]. تعداد مدل‌های کاربردی *NDEA* به‌طور قابل‌توجهی به‌ویژه در صنعت بانکداری افزایش یافته است [11]–[8]. هم‌چنین در سال‌های اخیر، با توجه به رقابت‌پذیری صنعت بانکداری و افزایش قدرت چانه‌زنی مشتریان، کارایی برخی از بانک‌ها با در نظرگیری تقسیم‌بندی مشتریان به گروه‌های شخصی (حقیقی) و تجاری (حقوقی)، ارزیابی شده است [12]، [13].

این مقاله مدل *DEA* شبکه‌ای مبتنی بر متغیرهای کمبود را جهت تخمین کارایی معرفی می‌کند [14]، [15]. *SBM*^۲ از انواع مدل‌های غیر شعاعی می‌باشند که در آن ورودی‌ها و خروجی‌ها به یک نسبت تغییر نمی‌کنند. این مدل می‌تواند کارایی کلی را به بخش‌های مختلف تقسیم کند. تن و تسوتسوئی [7] در سال ۲۰۰۹ مدل مبتنی بر متغیرهای کمبود را جهت اندازه‌گیری کارایی کلی و هریک از بخش‌ها در مدل شبکه‌ای پیشنهاد دادند.

با توجه به رقابت و افزایش قدرت چانه‌زنی مشتریان، ارزیابی بانک‌ها برای ارائه خدمات بهتر مالی به مشتریان طبقه‌بندی‌شده در سیستم بانکداری جامع ضروری است. از آنجا که جذب سپرده، ارائه خدمات مالی به مشتریان و سودآوری وابسته به یکدیگر هستند، ارزیابی هریک از این ابعاد در جهت ارتقاء کارایی عملیاتی کل فرآیند در مدل شبکه‌ای حائز اهمیت به سزایی است. از گذشته تاکنون مطالعات بسیاری پیرامون اندازه‌گیری عملکرد بانک‌ها صورت گرفته و از مدل‌های مختلفی نیز بدین منظور استفاده کرده‌اند.

لین و چیو [13] از مدل غیر شعاعی و بازده به مقیاس متغیر، یعنی مدل *NSBM* برای ارزیابی عملکرد چهار فرآیند بانکی (تولید یا جذب سپرده، بانکداری شرکتی، بانکداری شخصی و سودآوری استفاده کردند. هم‌چنین ابراهیم نژاد و همکاران [12] با استفاده از یک مدل سه مرحله‌ای با در نظر گرفتن مشتریان طبقه‌بندی‌شده، با دو مرحله مستقل موازی (بانکداری شخصی و بانکداری شرکتی) که به مرحله سوم و آخر اتصال یافته استفاده شده است، کارایی ۴۹ شعبه بانک ملت را ارزیابی کردند.

یکی از مسائل مهم در مورد مدل‌های *NSBM* و *SBM* وجود متغیرهای نامطلوب مانند تسهیلات غیرجاری بانک‌ها است. هوانگ و همکاران [16] مدل *US-SBM* را پیشنهاد کرد که ترکیبی از مدل فوق‌کارا بر اساس متغیرهای کمبود و ورودی‌ها و خروجی‌های نامطلوب است. هم‌چنین در مطالعه دیگری که توسط هوانگ و همکاران [17] صورت گرفت مدل ابر کارای *NSBM* با در نظرگیری متغیرهای نامطلوب برای اندازه‌گیری کارایی بانک‌های چین مورد استفاده قرار گرفت. الفت و همکاران [18] نیز مدل شبکه‌ای فازی و پویا، برای تعیین عملکرد کارایی فرودگاه با ورودی‌ها و خروجی‌های نامطلوب را مورد بررسی قرار دادند.

موضوع دیگر مربوط به مدل *NDEA* جریان‌های منابع مشترک در فرایندهای شبکه است. ژا و لیانگ [10] جریان‌های مشترک را در یک فرآیند تولید دومرحله‌ای مورد بررسی قرار دادند. رویکرد آن‌ها بر اساس این فرض است که ورودی‌های مشترک می‌تواند آزادانه در میان مراحل مختلف قرار بگیرند. کارایی سیستم حمل‌ونقل موازی با تعیین پارامترهای مختلف برای هر منبع مشترک برای *DMUs* مختلف مورد ارزیابی قرار گرفت [19]. کارایی فنی و اثربخشی سرویس‌دهی خطوط هوایی با استفاده از یک روش جدید در مدل شبکه‌ای تحلیل پوششی داده‌ها (*SBM-NDEA*) با در نظرگیری منابع مشترک اندازه‌گیری شد [20]. در این مطالعه مدل *NSBM* با در نظرگیری منابع مشترک با استفاده از نتایج مقالات مذکور مورد بررسی قرار گرفت.

با افزایش پیچیدگی سیستم، به دست آوردن داده‌های دقیق و قطعی، دشوار می‌شود. در این موارد، نظریه مجموعه فازی می‌تواند یک ابزار قدرتمند برای اندازه‌گیری داده‌های نامشخص و مبهم در مدل‌های *DEA* باشد. مدل‌های *FDEA* (مدل‌های *DEA* با ورودی‌ها و خروجی‌های فازی) به شکل مدل‌های برنامه‌نویسی خطی فازی مطرح می‌شوند. روش‌های متعددی برای حل مدل‌های *FDEA* ایجاد شده است. روش‌های حل *DEA* فازی را در ۴ گروه اصلی تقسیم‌بندی کردند: رویکرد تلورانس، رویکرد α -برش، رویکرد رتبه‌بندی و رویکرد امکان که در این بین رویکرد α -برش مورد توجه بیش‌تری قرار گرفته است. رویکرد تلورانس یکی از اولین مدل‌های *DEA* فازی است که توسط سنگوپتا [21] در سال ۱۹۷۲ توسعه داده شد و توسط کاهرامان و تلگا [22] در سال ۱۹۹۸ بهبود یافت. در این رویکرد، ایده اصلی این است که عدم اطمینان را در مدل‌های *DEA* با تعریف سطوح تلورانس در محدودیت‌ها در نظر بگیریم. رویکرد α سطح محبوب‌ترین

¹ Network Data Envelopment Analysis (NDEA)

² Slacks-Based Measure (SBM)

مدل $FDEA$ است. ایده اصلی رویکرد α تبدیل مدل DEA فازی به دو مدل پارامتریک است تا نمرات کارایی در مرزهای پایین و بالا در سطح α توابع عضویت پیدا شود. کائو و ليو [23] در سال ۲۰۰۰ از این رویکرد برای تبدیل مدل DEA فازی به یک خانواده از مدل‌های DEA معمولی استفاده کردند و یک راه‌حل برای اندازه‌گیری کارایی $DMUs$ با مشاهدات فازی در مدل BCC ایجاد کردند.

رویکرد رتبه‌بندی فازی نیز یکی دیگر از روش‌های محبوب است که توجه زیادی را در ادبیات DEA فازی به خود جلب کرده است. در این روش، ایده اصلی یافتن نمرات کارایی فازی $DMUs$ با استفاده از برنامه‌های خطی فازی که نیاز به مجموعه‌های فازی را دارند، است. جنو و تاناکا [24] در سال ۲۰۰۱ رویکرد مزبور را توسعه دادند. آن‌ها همچنین مدل‌های DEA فازی را بر اساس اندازه‌های احتمالی به دست آورده و سپس لرتوراسیری‌کول و همکاران [25] در سال ۲۰۰۳ دو رویکرد برای حل مشکل رتبه‌بندی در مدل‌های DEA فازی پیشنهاد دادند که «رویکرد احتمال» و «رویکرد اعتبار» نام دارد. آن‌ها رویکرد احتمال را از هر دو دیدگاه خوش‌بینانه و بدبینانه با در نظر گرفتن عدم اطمینان در اهداف فازی و محدودیت‌های فازی با اندازه‌های احتمالی معرفی نمودند. توانا و همکاران [26] در سال ۲۰۱۲ سه مدل DEA فازی را با توجه به احتمال-احتمال، احتمال-ضرورت و محدودیت احتمال-اعتبار پیشنهاد کردند.

$FDEA$ در برخی مطالعات برای ارزیابی کارایی بانک‌ها مورد استفاده قرار گرفت. هسیو و همکاران [27] در سال ۲۰۱۱ روش ابرکارایی DEA فازی مبتنی بر متغیرهای کمبود را برای تجزیه و تحلیل عملکرد عملیاتی ۲۴ بانک تجاری با هدف حل مشکلاتی در خصوص وام و سرمایه‌گذاری پیشنهاد کردند.

بر اساس مطالعات ذکر شده، در این مقاله مدل جدید و جامعی با عنوان مدل شبکه‌ای فازی تحلیل پوششی داده‌ها مبتنی بر متغیرهای کمبود با وجود منابع مشترک و متغیرهای کمبود مدل‌سازی و پیشنهاد شده است. هم‌چنین در عمل، ارزیابی شعب یکی از بانک‌های خصوصی (بانک دی) در سال ۱۳۹۵ در چهار بعد تولید یا جذب سپرده، بانکداری شرکتی، بانکداری شخصی و سودآوری با توجه به تقسیم‌بندی مشتری در سیستم بانکداری جامع مورد بررسی واقع شد.

در جدول زیر مقایسه میان مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها با در نظرگیری ویژگی‌های مهم و کاربرد آن‌ها خلاصه شده است: همان‌طور که از جدول ۱ مشخص است، DEA فازی در صنعت بانکداری و هم‌چنین DEA شبکه‌ای فازی با در نظرگیری عوامل نامطلوب در مرور ادبیات مورد بررسی قرار گرفت.

جدول ۱- مقایسه میان مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها در مرور ادبیات.

Table 1- Comparison between data envelopment analysis models in literature review.

نویسندگان	شبکه‌ای	فاکتورهای نامطلوب	فازی	کاربرد در صنعت بانکداری
کائو و هوانگ [8]	✓	-	-	✓
فوکوما و وبر [4]	✓	✓	-	✓
تن و تسوتسویی [7]	✓	-	-	-
وو و همکاران [19]	✓	✓	-	-
آوکیان [9]	✓	-	-	✓
ژا و لیانگ [10]	✓	-	-	✓
کائو و ليو [11]	✓	-	-	✓
ابراهیم‌نژاد و همکاران [12]	✓	-	-	✓
لین و چيو [13]	✓	-	-	✓
تن [14]	-	-	-	-
هوانگ و همکاران [16]	✓	✓	-	-
هوانگ و همکاران [17]	✓	✓	-	✓

جدول ۱- ادامه.
Table 1- Continued.

نویسندگان	شبکه‌ای	فاکتورهای نامطلوب	فازی	کاربرد در صنعت بانکداری
الفت و همکاران [18]	✓	✓	✓	-
ابراهیم‌زاده شرمه و همکاران [28]	✓	-	✓	-
توسلی و همکاران [20]	✓	-	-	-
کائو و لیو [23]	-	-	✓	-
هسیو و همکاران [27]	-	-	✓	✓
آکتر و همکاران [29]	✓	✓	-	✓
خلیلی دامغانی و توانا [30]	✓	-	✓	-
هسیو و همکاران [27]	✓	-	✓	✓

در بخش دوم مقاله، مدل‌های شبکه‌ای *DEA* در سیستم بانکداری و مدل‌های فازی بررسی شده است. در ادامه، مدل‌های تحقیق مدل پیشنهادی مطرح شده و در بخش چهارم نتایج اجرای آن مورد تجزیه تحلیل قرار گرفته است. نهایتاً مقاله با نتیجه‌گیری و ارایه زمینه‌های تحقیقات آتی به پایان می‌رسد.

۲- مرور ادبیات

کارایی یکی از مهم‌ترین معیارهای ارزیابی عملکرد سازمان‌ها، به‌ویژه در موسسات مالی مانند بانک‌ها است. تحقیقات نشان می‌دهد که بانک‌های موفق، مشتریان خود را به‌منظور درک بهتر نیازهای کوتاه‌مدت و بلندمدت خود طبقه‌بندی نموده‌اند. در این تقسیم‌بندی، مشتریان حقیقی و حقوقی به‌عنوان مشتری‌های ویژه با نیازهای مختلف شناسایی شده‌اند؛ بنابراین، برای ارایه خدمات تخصصی بیشتر، بانکداری شخصی در نظر گرفته شده است که به مشتریان حقیقی خدمت کند و بانکداری شرکتی مشتریان حقوقی را پوشش می‌دهد [12]، [13].

در ادامه، مطالعات در مورد *DEA* شبکه‌ای مبتنی بر متغیرهای کمبود و مدل‌های فازی مطرح شده در این فضا و خلاصه‌ای از کاربردهای آن‌ها در صنعت بانکداری مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

۲-۱- مدل شبکه‌ای تحلیل پوششی داده‌ها مبتنی بر متغیرهای کمبود

یکی از ضعف‌های مدل‌های استاندارد *DEA*، نادیده گرفتن ساختارهای داخلی، محصولات و فعالیت‌های میانی در مدل‌ها است. از آنجایی‌که تمامی فرآیندهای واقعی در مدل *DEA* مطرح نمی‌شود، محققان بر آن شدند تا با بررسی مدل‌های شبکه‌ای تحلیل پوششی داده‌ها کارایی کل سیستم و هریک از زیر فرآیندها را مورد بررسی قرار دهند. فیر [31] در سال ۱۹۹۱ ساختار شبکه‌ای را معرفی کرد که مراحل مختلف مدل به کمک ورودی‌ها، متغیرهای میانی و خروجی‌ها به هم اتصال می‌یابند.

مدل‌های *NDEA* بر اساس مدل‌های عملکرد شعاعی (به‌عنوان مثال، مدل‌های *BCC* و *CCR* بر پایه مجموعه امکان تولید طراحی می‌شوند) باید با فرض بازده به مقیاس ثابت اجرا گردند. در حالی‌که مدل‌های مبتنی بر متغیرهای کمبود *SBM* با فرض بازده به مقیاس متغیر با دنیای واقعی هماهنگی بیشتری دارند [15].

متغیرهای نامطلوب و منابع مشترک دو ویژگی قابل توجه در مدل *NSBM* هستند. فوکویاما و ویر [4] در سال ۲۰۱۰ یک مدل *SBM* را با وجود متغیرهای نامطلوب جهت اندازه‌گیری عملکرد ۸۶۹ بانک ژاپنی پیشنهاد دادند. توسلی و همکاران [20] در سال ۲۰۱۴ برای اولین بار، یک روش جدید (*SBM-NDEA*) را برای اندازه‌گیری بهره‌وری فنی و اثربخشی خدمات خطوط هوایی با در نظرگیری منابع مشترک پیشنهاد دادند. در جدول ۱ خلاصه‌ای از مطالعات موجود در این زمینه همراه با هر یک از مشخصات ذکر شده است.

۲-۲- مدل فازی شبکه‌ای تحلیل پوششی داده‌ها مبتنی بر متغیرهای کمبود

در مدل‌های متعارف *DEA*، تمامی داده‌ها به فرم قطعی هستند. در صورتی‌که در محیط‌های واقعی داده‌های ورودی و خروجی به‌صورت نادقیق می‌باشند، تئوری مجموعه فازی، یک تئوری رسمی است که اجازه می‌دهد با تخمین‌های مبهم در محیطی همراه با عدم قطعیت،

برخورد نمود. منطق فازی و مجموعه های فازی می توانند ابهام، عدم قطعیت و یا داده های نادقیق را با استفاده از رابطه های مشخص در هرکدام از واحدهای تصمیم گیرنده تحلیل پوششی داده ها نمایش دهند [30]. در این صورت منطق فازی و مجموعه های فازی برای نشان دادن داده های نادقیق، عدم اطمینان و عدم قطعیت در مدل های تحلیل پوششی داده ها مورد استفاده قرار می گیرد [32]، [33]. مدل های بی شمار تحلیل پوششی داده ها در محیط فازی توسعه داده شده اند. هوگارد [34] نمرات کارایی فنی در DEA را به صورت فواصل فازی توسعه داد و نشان داد که چگونه نمرات فازی به تصمیم گیرندگان اجازه می دهد تا از نمرات کارایی فنی در ارتباط با سایر منابع اطلاعات عملکردی مانند نظرات کارشناسان استفاده کنند. کانو و لئو [23] نیز روش اندازه گیری کارایی واحدهای تصمیم گیرنده در محیط فازی را توسعه دادند. عقیده اصلی آن ها بر پایه تبدیل مدل DEA بر پایه متغیرهای کمبود به مدل DEA قطعی با استفاده از رویکرد آلفا برش شکل گرفت. این مدل با استفاده از رویکرد ارایه شده توسط تن به حالت خطی تبدیل شد [14] و در نهایت توسط هسیو و همکارانش توسعه داده شد. آن ها با استفاده از مدل فازی DEA ابرکارایی بر پایه متغیرهای کمبود کارایی عملیاتی ۲۴ بانک تایوانی را با در نظرگیری پارامترهای مرتبط با تسهیلات و سرمایه گذاری همراه با شرایط عدم قطعیت اندازه گیری نمودند [27]. توسعه فازی مدل های شبکه ای تحلیل پوششی داده ها در حالت پویا توسط الفت و همکاران [18] ارایه شد. همان طور که قبلا نیز اشاره شد، هم زمان با این مساله که مدل های فازی در محیط های واقعی جهت رویارویی با متغیرهایی که دارای ابهام می باشند بهتر عمل می کنند؛ مدل های شبکه ای نیز واحدهای ناکارا را بهتر و دقیق تر از مدل های معمول شناسایی می کنند؛ بنابراین ترکیب مدل های شبکه ای و فازی نمودن آن ها نه تنها معایب مدل های SBM را مرتفع می کند بلکه باعث بهبود کارایی مدل ها می شود. شایان ذکر است ترکیب مدل شبکه ای تحلیل پوششی داده ها بر مبنای متغیرهای کمبود با در نظرگیری شرایط عدم قطعیت در محیط فازی توسط ابراهیم زاده شرمه و همکاران [28] پیشنهاد شد.

۳- متدولوژی

۳-۱- مدل شبکه ای غیر شعاعی تحلیل پوششی داده ها بر پایه متغیرهای کمبود

رویکرد NSBM یک روش غیر شعاعی است که جهت اندازه گیری کارایی در زمانی که ورودی و خروجی به یک نسبت تغییر نمی کنند، مناسب است [35]. معادله (۱) کارایی غیر شعاعی مدل NSBM را زمانی که وزن تمامی مراحل در مدل چندمرحله ای تحلیل پوششی داده ها برابر است را نمایش می دهد [7].

$$NSBM) \rho_0^* = \min \frac{\sum_{p=1}^q w^p \left[1 - \frac{1}{m_p} \left(\sum_{i=1}^{m_p} \frac{S_i^{p-}}{x_{io}^p} \right) \right]}{\sum_{p=1}^q w^p \left[1 + \frac{1}{r_p} \left(\sum_{r=1}^{r_p} \frac{S_r^{p+}}{y_{ro}^p} \right) \right]},$$

$$\text{s.t. } X_o^p = X^p \lambda^p + S^{p-} \quad p = 1, \dots, q,$$

$$Y_o^p = Y^p \lambda^p - S^{p+} \quad p = 1, \dots, q,$$

$$e\lambda^p = 1, \quad \text{محدودیت مرتبط با بازده به مقیاس متغیر} \quad (1)$$

$$Z_o^{p(h)} = Z^{p(h)} \lambda^p \quad \forall \quad p, h,$$

$$Z_o^{(p,h)} = Z^{(p,h)} \lambda^p \quad \forall \quad p, h,$$

$$\lambda^p, S^{p-}, S^{p+}, w^p \geq 0, \quad \text{محدودیت های عمومی}$$

$$\sum_{p=1}^P w^p = 1 \quad \text{اهمیت مراحل}$$

پارامترها

تعداد واحدهای تصمیم گیرنده.	N
تعداد مراحل.	q
تعداد ورودی ها.	m_p

تعداد خروجی ها.	r_p
متغیرهای کمبود ورودی.	s_i^{-}
متغیرهای کمبود خروجی.	s_i^{+}
متغیر اتصال میان مراحل.	$Z^{(p,h)}$
	λ^p
ماتریس ورودی.	$\{X_j^p \in R_+^{m_k}\} \quad j = 1, \dots, n : p = 1, \dots, P$
ماتریس خروجی.	$\{y_j^p \in R_+^{k_k}\} \quad j = 1, \dots, n : p = 1, \dots, P$

۲-۳- توسعه مدل تحلیل پوششی داده‌ها بر پایه متغیرهای کمبود در محیط فازی

مدل فازی و غیر خطی تحلیل پوششی داده‌ها مبتنی بر متغیرهای کمبود و ارایه شده توسط کائو و ليو [23] در سال ۲۰۰۰ با استفاده از رویکرد ارایه شده توسط تن [14] در سال ۲۰۰۱ به حالت خطی تبدیل شده و در نهایت توسط هسیو و همکاران [27] در سال ۲۰۱۱ توسعه داده شد و به صورت مدل نهایی ارایه شده در معادله (۲) درآمد.

$$\begin{aligned}
 \min \rho_k &= q - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_i^{-}}{x_{ik}}, \\
 \text{s. t. } & q + \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \frac{s_r^{+}}{y_{rk}} = 1, \\
 qx_{ik} &= \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j' + S_i^{-}, \quad i = 1, \dots, m, \\
 qy_{rk} &= \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j' - S_r^{+}, \quad r = 1, \dots, s, \\
 \sum_{j=1}^n \lambda_j' &= q, \quad q > 0, \\
 \lambda_j' &\geq 0, \quad j = 1, \dots, n, \\
 s_i^{-} &\geq 0, \quad s_i^{-} = qs_i^{-}, \\
 s_r^{+} &\geq 0, \quad s_r^{+} = qs_r^{+}, \quad \lambda_j' = \frac{\lambda_j}{q}.
 \end{aligned} \tag{۲}$$

۳-۳- مدل پیشنهادی Fuzzy NSBM با در نظرگیری متغیرهای نامطلوب و منابع مشترک در شرایط عدم اطمینان

با در نظرگیری آنچه در خصوص مدل NSBM و همچنین مدل‌های فازی ارایه شده مبتنی بر متغیرهای کمبود ارایه شد، در این قسمت با توجه به آنچه در خصوص عدم قطعیت و اطمینان در خصوص برخی متغیرهای موجود در مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها در فضای واقعی رخ می‌دهد، مدل فازی شده مبتنی بر متغیرهای کمبود با در نظرگیری متغیرهای نامطلوب و منابع مشترک، ارایه می‌شود. فرض می‌کنیم n واحد تصمیم‌گیرنده وجود دارد که هر کدام از q قسمت (مرحله) تشکیل شده است که با هم یکدیگر در ارتباط شبکه‌ای (سری یا موازی) در ارتباط هستند. در این قسمت فرض می‌کنیم مرحله p از DMU_i دارای m_p ورودی از x_{ij}^p و s_p خروجی از y_{rj}^p است. $z_j^{(p-1,p)}$ ارتباطات میانی را نشان می‌دهند که از مرحله $p-1$ خارج شده و به مرحله p به عنوان ورودی وارد می‌شود. برای واحد تصمیم‌گیرنده تحت ارزیابی (مدل نشان داده شده در معادله (۳)) خواهیم داشت:

$$\rho_o = \min \frac{\sum_{p=1}^q w^p [1 - \frac{1}{m_p} (\sum_{i=1}^{m_p} \frac{s_i^{p-}}{x_{io}^p})]}{\sum_{p=1}^q w^p [1 + \frac{1}{r_p} (\sum_{r=1}^{r_p} \frac{s_r^{p+}}{y_{ro}^p})]},$$

$$x_{io}^p = \sum_{j=1}^n x_{ij}^p \lambda_j^p + s_i^{p-} \text{ for all } i \in I_p, p \in P,$$

$$y_{ro}^p = \sum_{j=1}^n y_{rj}^p \lambda_j^p - s_r^{p+} \text{ for all } r \in R, p \in P, \quad (3)$$

$$z^{(p,h)} = \sum_{j=1}^n z_j^{(p,h)} \lambda_j^p \text{ for all } p, h \in P, \text{ as output from } p,$$

$$z^{(p,h)} = \sum_{j=1}^n z_j^{(p,h)} \lambda_j^h \text{ for all } p, h \in P, \text{ as input to } h,$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j^p = 1 \text{ for all } p \in P,$$

$$\lambda_j^p \geq 0 \text{ for all } j \in J, p \in P,$$

$$s_i^{p-} \geq 0, s_r^{p+} \geq 0 \text{ for all } p \in P, \text{ for all } i \in I_p, \text{ for all } r \in R_p.$$

در این معادله از $\mu_{x_{ij}}$ ، $\mu_{y_{rj}}$ و μ_{z_j} به ترتیب به عنوان توابع عضویت x_{ij} ، y_{rj} و z_j یاد می‌شود. $s(x_{ij})$ ، $s(y_{rj})$ و $s(z_j)$ به عنوان مجموعه پشتیبان که مقادیر آن بزرگتر و مساوی صفر است به ترتیب برای متغیرهای x_{ij} ، y_{rj} و z_j در نظر گرفته شده است. بنابراین برای متغیرهای x_{ij} ، y_{rj} و z_j از تکنیک α -برش استفاده می‌شود که معادله (۴) تا معادله (۶) را برای آن‌ها خواهیم داشت.

$$s(x_{ij}) | \mu_{x_{ij}}(x_{ij}) \geq \alpha, 0 < \alpha \leq 1. (X_{ij})_\alpha = \{x_{ij} \in \quad (4)$$

$$s(y_{rj}) | \mu_{y_{rj}}(y_{rj}) \geq \alpha, 0 < \alpha \leq 1. (Y_{rj})_\alpha = \{y_{rj} \in \quad (5)$$

$$s(z_j) | \mu_{z_j}(z_j) \geq \alpha, 0 < \alpha \leq 1. (Z_j)_\alpha = \{z_j \in \quad (6)$$

که در آن $(X_{ij})_\alpha$ ، $(Y_{rj})_\alpha$ و $(Z_j)_\alpha$ مجموعه‌های قطعی هستند؛ بنابراین ورودی‌ها، خروجی‌ها و متغیرهای میانی در فواصلی در سطوح مختلف α نشان داده شده است که به صورت معادله (۷) تا معادله (۹) نشان داده شده است.

$$, (x_{ij})_\alpha^U = [\min_{x_{ij}} \{x_{ij} \in (x_{ij}) | \mu_{x_{ij}}(x_{ij}) \geq \alpha\}, \max_{x_{ij}} \{x_{ij} \in (x_{ij}) | \mu_{x_{ij}}(x_{ij}) \geq \alpha\}]. (X_{ij})_\alpha = [(x_{ij})_\alpha^L \quad (7)$$

$$(Y_{rj})_\alpha = [(y_{rj})_\alpha^L, (y_{rj})_\alpha^U] = [\min_{y_{rj}} \{y_{rj} \in (y_{rj}) | \mu_{y_{rj}}(y_{rj}) \geq \alpha\}, \max_{y_{rj}} \{y_{rj} \in (y_{rj}) | \mu_{y_{rj}}(y_{rj}) \geq \alpha\}]. \quad (8)$$

$$(Z_j)_\alpha = [(z_j)_\alpha^L, (z_j)_\alpha^U] = [\min_{z_j} \{z_j \in (z_j) | \mu_{z_j}(z_j) \geq \alpha\}, \max_{z_j} \{z_j \in (z_j) | \mu_{z_j}(z_j) \geq \alpha\}]. \quad (9)$$

جهت حل مدل فازی و شبکه‌ای تحلیل پوششی داده‌ها بر مبنای متغیرهای کمبود، از مفهوم کارایی پاره‌تو استفاده نموده و بر این اساس، برای واحد تصمیم‌گیرنده تحت ارزیابی با روش α -برش و در سطح مشخصی از α ، بیشینه کارایی زمانی رخ خواهد داد که ورودی‌ها در وضعیت کمینه خود و خروجی‌ها در بیشینه حالت خود هستند و برای سایر واحدهای تصمیم‌گیرنده، ورودی‌ها در وضعیت بیشینه خود و خروجی‌ها در وضعیت کمینه خود هستند. در نهایت بر اساس مفهوم کارایی پاراتو و به کمک نتایج مطالعات ابراهیم‌زاده شرمه و همکاران [28] در سال ۲۰۱۶، مدل نشان داده شده در معادله (۳) به فرم معادله‌های (۱۰) و (۱۱) تغییر خواهد یافت و به ترتیب مرتبط با حد بالا و حد پایین کارایی خواهند شد.

$$(\rho_o)_\alpha^U = \min \frac{\sum_{p=1}^q w^p [1 - \frac{1}{m_p} (\sum_{i=1}^{m_p} \frac{s_i^{p-}}{(x_{io}^p)_\alpha^L})]}{\sum_{p=1}^q w^p [1 + \frac{1}{r_p} (\sum_{r=1}^{r_p} \frac{s_r^{p+}}{(y_{ro}^p)_\alpha^U})]},$$

$$(x_{io}^p)_\alpha^L = \sum_{j=1, j \neq o}^n (x_{ij}^p)_\alpha^U \lambda_j^p + (x_{io}^p)_\alpha^L \lambda_o^p + (s_i^{p-})^L \text{ for all } i \in I_p, p \in P,$$

$$(y_{ro}^p)_\alpha^U = \sum_{j=1, j \neq o}^n (y_{rj}^p)_\alpha^L \lambda_j^p + (y_{ro}^p)_\alpha^U \lambda_o^p - (s_r^{p+})^U \text{ for all } r \in R_p, p \in P, \quad (10)$$

$$(z_o^{(p,h)})_\alpha^L = \sum_{j=1, j \neq o}^n (z_j^{(p,h)})_\alpha^U \lambda_j^p + (z_o^{(p,h)})_\alpha^L \lambda_o^p \text{ for all } p, h \in P, \text{ as output from } p,$$

$$(z_o^{(p,h)})_\alpha^U = \sum_{j=1, j \neq o}^n (z_j^{(p,h)})_\alpha^L \lambda_j^h + (z_o^{(p,h)})_\alpha^U \lambda_o^h \text{ for all } p, h \in P, \text{ as input to } h,$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j^p = 1 \text{ for all } p \in P,$$

$$\lambda_j^p \geq 0 \text{ for all } j \in J, p \in P,$$

$$(s_i^{p-})^L \geq 0, (s_r^{p+})^U \geq 0 \text{ for all } p \in P, \text{ for all } i \in I_p, \text{ for all } r \in R_p.$$

$$(\rho_o)_\alpha^L = \min \frac{\sum_{p=1}^q w^p [1 - \frac{1}{m_p} (\sum_{i=1}^{m_p} \frac{(s_i^{p-})^U}{(x_{io}^p)_\alpha^U})]}{\sum_{p=1}^q w^p [1 + \frac{1}{r_p} (\sum_{r=1}^{r_p} \frac{(s_r^{p+})^L}{(y_{ro}^p)_\alpha^L})]},$$

$$(x_{io}^p)_\alpha^U = \sum_{j=1, j \neq o}^n (x_{ij}^p)_\alpha^L \lambda_j^p + (x_{io}^p)_\alpha^U \lambda_o^p + (s_i^{p-})^U \text{ for all } i \in I_p, p \in P,$$

$$(y_{ro}^p)_\alpha^L = \sum_{j=1, j \neq o}^n (y_{rj}^p)_\alpha^U \lambda_j^p + (y_{ro}^p)_\alpha^L \lambda_o^p - (s_r^{p+})^L \text{ for all } r \in R_p, p \in P,$$

$$(z_o^{(ph)})_\alpha^U = \sum_{j=1, j \neq o}^n (z_j^{(ph)})_\alpha^L \lambda_j^p + (z_o^{(ph)})_\alpha^U \lambda_o^p \text{ for all } p, h \in P, \text{ as output from } p, \quad (11)$$

$$(z_o^{(ph)})_\alpha^L = \sum_{j=1, j \neq o}^n (z_j^{(ph)})_\alpha^U \lambda_j^h + (z_o^{(ph)})_\alpha^L \lambda_o^h \text{ for all } p, h \in P, \text{ as input to } h,$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j^p = 1 \text{ for all } p \in P,$$

$$\lambda_j^p \geq 0 \text{ for all } j \in J, p \in P,$$

$$(s_i^{p-})^U \geq 0, (s_r^{p+})^L \geq 0 \text{ for all } p \in P, \text{ for all } i \in I_p, \text{ for all } r \in R_p.$$

در ادامه مدل پیشنهادی فازی و شبکه‌ای تحلیل پوششی داده‌ها مبتنی بر متغیرهای کمبود جهت اندازه‌گیری حد بالا و پایین کارایی در ساختار شبکه‌ای که در آن متغیرهای نامطلوب و منابع مشترک وجود دارد، به صورت معادله‌های (۱۲) و (۱۴) جهت محاسبه حد بالای کارایی کلی و کارایی هرکدام از مراحل مدل شبکه‌ای درآمد [14]، [18]، [20]، [28].

$$(\rho_o)_\alpha^U = \min \frac{\sum_{p=1}^q w^p [1 - \frac{1}{m_p} (\sum_{i=1}^{m_p} \frac{(s_i^{p-})^L}{(x_{io}^p)_\alpha^L})]}{\sum_{p=1}^q w^p [1 + \frac{1}{r_p} (\sum_{r=1}^{r_p} \frac{(s_r^{p+})^U}{(y_{ro}^p)_\alpha^U})]},$$

$$(x_{io}^p)_\alpha^L = \sum_{j=1, j \neq o}^n (x_{ij}^p)_\alpha^U \lambda_j^p + (x_{io}^p)_\alpha^L \lambda_o^p + (s_i^{p-})^L \text{ for all } i \in I_p \wedge i \notin I_{\beta}, p \in P,$$

ورودی‌های مطلوب و خروجی‌های نامطلوب

$$\beta_{ko} (x_{io}^p)_\alpha^L = \sum_{j=1, j \neq o}^n \beta_{kj} (x_{ij}^p)_\alpha^U \lambda_j^p + \beta_{ko} (x_{io}^p)_\alpha^L \lambda_o^p + (s_i^{p-})^L,$$

(۱۲)

$$(1 - \beta_{ko}) (x_{io}^p)_\alpha^L = \sum_{j=1, j \neq o}^n (1 - \beta_{kj}) (x_{ij}^p)_\alpha^U \lambda_j^p + (1 - \beta_{ko}) (x_{io}^p)_\alpha^L \lambda_o^p + (s_i^{p-})^L,$$

for all $i \in I_p \wedge i \in I_{\beta}, p \in P, \text{ for all } k \in K, k = 1, \dots, m_K$ number of shared resources,

ورودی‌های مطلوب و خروجی‌های نامطلوب و منابع مشترک

$$(y_{ro}^p)_\alpha^U = \sum_{j=1, j \neq o}^n (y_{rj}^p)_\alpha^L \lambda_j^p + (y_{ro}^p)_\alpha^U \lambda_o^p - (s_r^{p+})^U,$$

for all $r \in R_p, p \in P,$



$$(z_o^{ph})_{\alpha}^L = \sum_{j=1, j \neq o}^n (z_j^{ph})_{\alpha}^U \lambda_j^p + (z_o^{ph})_{\alpha}^L \lambda_o^p,$$

for all $p, h) \in P$, as output from p ,

$$(z_o^{ph})_{\alpha}^U = \sum_{j=1, j \neq o}^n (z_j^{ph})_{\alpha}^L \lambda_j^h + (z_o^{ph})_{\alpha}^U \lambda_o^h,$$

for all $p, h) \in P$, as input to h and h has not shared resources,

$$\beta_{ko}(z_o^{ph})_{\alpha}^U = \sum_{j=1, j \neq o}^n \beta_{kj}(z_j^{ph})_{\alpha}^L \lambda_j^h + \beta_{ko}(z_o^{ph})_{\alpha}^U \lambda_o^h,$$

$$(1 - \beta_{ko})(z_o^{ph})_{\alpha}^U = \sum_{j=1, j \neq o}^n (1 - \beta_{kj})(z_j^{ph})_{\alpha}^L \lambda_j^h + (1 - \beta_{ko})(z_o^{ph})_{\alpha}^U \lambda_o^h,$$

for all $p, h) \in P$, as input to h and h has shared resources, for all $k \in K$,

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j^p = 1 \text{ for all } p \in P,$$

$$\lambda_j^p \geq 0 \text{ for all } j \in J, p \in P,$$

$$(s_i^{p-})^L \geq 0, (s_r^{p+})^U \geq 0 \text{ for all } p \in P, \text{ for all } i \in I_p, \text{ for all } r \in R_p,$$

$$0 \leq \beta_{kj} \leq 1 \text{ for all } j \in J, \text{ for all } k \in K.$$

هم چنین جهت محاسبه کارایی هریک از مراحل مدل با استفاده از مقادیر بهینه $(s_i^{p-})^{L*}$ و $(s_r^{p+})^{U*}$ حاصل از حل معادله (۱۲) خواهیم داشت [7]:

$$(\rho_p)_{\alpha}^U = \frac{[1 - \frac{1}{m_p} \left(\sum_{i=1}^{m_p} \frac{(s_i^{p-})^{L*}}{(x_{io}^p)_{\alpha}^L} \right)]}{[1 + \frac{1}{r_p} \left(\sum_{r=1}^{r_p} \frac{(s_r^{p+})^{U*}}{(y_{ro}^p)_{\alpha}^U} \right)]}. \quad (13)$$

به طور مشابه، مقدار کمینه کارایی برای واحد تصمیم گیرنده تحت ارزیابی زمانی رخ خواهد داد که ورودی ها در حالت بیشینه خود قرار داشته و خروجی ها نیز کمینه مقدار خود را داشته باشند و بالعکس برای سایر واحدهای تصمیم گیرنده، ورودی ها مینیمم مقدار و خروجی ها ماکزیمم مقدار خود را دارا باشند [36]:

$$(\rho_o)_{\alpha}^L = \min \frac{\sum_{p=1}^q \omega^p [1 - \frac{1}{m_p} \left(\sum_{i=1}^{m_p} \frac{(s_i^{p-})^U}{(x_{io}^p)_{\alpha}^L} \right)]}{\sum_{p=1}^q \omega^p [1 + \frac{1}{r_p} \left(\sum_{r=1}^{r_p} \frac{(s_r^{p+})^L}{(y_{ro}^p)_{\alpha}^U} \right)]},$$

$$(x_{io}^p)_{\alpha}^U = \sum_{j=1, j \neq o}^n (x_{ij}^p)_{\alpha}^L \lambda_j^p + (x_{io}^p)_{\alpha}^U \lambda_o^p + (s_i^{p-})^U \text{ for all } i \in I_p \wedge i \notin I_{\beta}, p \in P$$

ورودی های مطلوب و خروجی های نامطلوب

$$\beta_{ko}(x_{io}^p)_{\alpha}^U = \sum_{j=1, j \neq o}^n \beta_{kj}(x_{ij}^p)_{\alpha}^L \lambda_j^p + \beta_{ko}(x_{io}^p)_{\alpha}^U \lambda_o^p + (s_i^{p-})^U, \quad (14)$$

$$(1 - \beta_{ko})(x_{io}^p)_{\alpha}^U = \sum_{j=1, j \neq o}^n (1 - \beta_{kj})(x_{ij}^p)_{\alpha}^L \lambda_j^p + (1 - \beta_{ko})(x_{io}^p)_{\alpha}^U \lambda_o^p + (s_i^{p-})^U$$

for all $i \in I_p \wedge i \in I_{\beta}, p \in P$, for all $k \in K, k = 1, \dots, m_K$ number of shared resources,

ورودی های مطلوب و خروجی های نامطلوب و منابع مشترک

$$(y_{ro}^p)_{\alpha}^L = \sum_{j=1, j \neq o}^n (y_{rj}^p)_{\alpha}^U \lambda_j^p + (y_{ro}^p)_{\alpha}^L \lambda_o^p - (s_r^{p+})^L,$$

for all $r \in R_p, p \in P$,

$$(z_o^{ph})_\alpha^U = \sum_{j=1, j \neq o}^n (z_j^{ph})_\alpha^L \lambda_j^p + (z_o^{ph})_\alpha^U \lambda_o^p,$$

for all $p, h) \in P$, as output from p ,

$$(z_o^{ph})_\alpha^L = \sum_{j=1, j \neq o}^n (z_j^{ph})_\alpha^U \lambda_j^h + (z_o^{ph})_\alpha^L \lambda_o^h,$$

for all $p, h) \in P$, as input to h and h has not shared resources,

$$\beta_{ko}(z_o^{ph})_\alpha^L = \sum_{j=1, j \neq o}^n \beta_{kj}(z_j^{ph})_\alpha^U \lambda_j^h + \beta_{ko}(z_o^{ph})_\alpha^L \lambda_o^h,$$

$$(1 - \beta_{ko})(z_o^{ph})_\alpha^L = \sum_{j=1, j \neq o}^n (1 - \beta_{kj})(z_j^{ph})_\alpha^U \lambda_j^h + (1 - \beta_{ko})(z_o^{ph})_\alpha^L \lambda_o^h,$$

for all $p, h) \in P$, as input to h and h has shared resources, for all $k \in K$,

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j^p = 1 \text{ for all } p \in P,$$

$$\lambda_j^p \geq 0 \text{ for all } j \in J, p \in P,$$

$$(s_i^{p-})^U \geq 0, (s_i^{p+})^L \geq 0 \text{ for all } p \in P, \text{ for all } i \in I_p, \text{ for all } r \in R_p,$$

$$0 \leq \beta_{kj} \leq 1 \text{ for all } j \in J, \text{ for all } k \in K.$$

هم چنین جهت محاسبه کمینه کارایی هریک از مراحل مدل با استفاده از مقادیر بهینه $(s_i^{p-})^{U*}$ و $(s_i^{p+})^{L*}$ حاصل از حل معادله (۱۴)، خواهیم داشت [7]:

$$(\rho_p)_\alpha^L = \frac{[1 - \frac{1}{m_p} \left(\sum_{i=1}^{m_p} \frac{(s_i^{p-})^{U*}}{(x_{io}^p)_\alpha^U} \right)]}{[1 + \frac{1}{r_p} \left(\sum_{r=1}^{r_p} \frac{(s_r^{p+})^{L*}}{(y_{ro}^p)_\alpha^L} \right)]}. \quad (15)$$

شایان ذکر است چنانچه از مدل تحلیل عاملی تاییدی جهت استخراج اهمیت هرکدام از مراحل مدل استفاده شود وزن های مراحل به صورت پارامتر برای معادله های (۱۲) و (۱۴) محاسبه می شود.

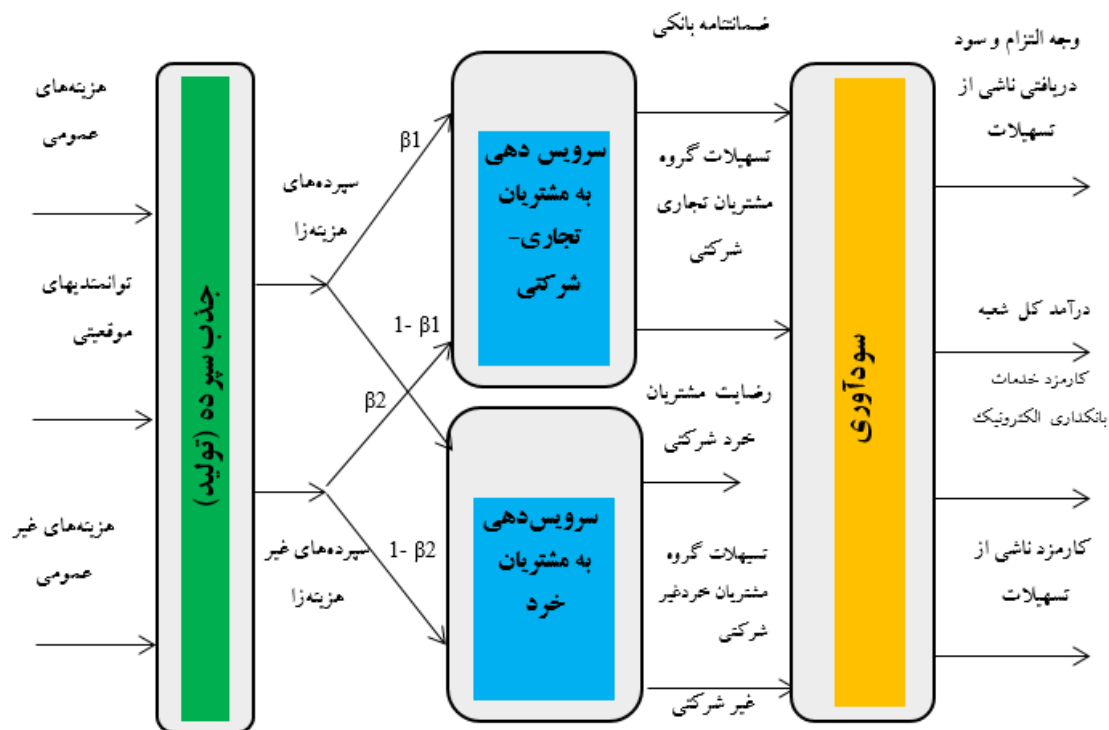
$$w^p = \frac{\text{loading factor}_p}{\sum_{p=1}^q \text{loading factor}_p}.$$

۴- مورد مطالعه

۴-۱- در نظرگیری ساختار شبکه ای در سیستم بانکداری جامع

مدل NSBM پیشنهادی با در نظرگیری منابع مشترک، داده های فازی و نامطلوب مطابق شکل ۱ طراحی شده است. در این شکل، ساختار شبکه ای سه مرحله ای با در نظرگیری دو مرحله موازی در سرویس دهی گروه مشتریان است، جهت اندازه گیری کارایی شعب در سیستم بانکداری جامع که به گروه مشتریان بانکداری خرد و شرکتی-تجاری سرویس دهی می نماید، در نظر گرفته شده است [12]، [13].

بانک ها به دلیل وقوع بحران های مالی که امروزه گریبانگیر موسسات مالی و بانک ها است، به منظور حفظ بقای خود اقدام به اعطای وام های کلان و پرریسک می نمایند [27]. با توجه به این موضوع، میزان وام های اعطایی به گروه مشتریان تجاری-شرکتی و خرد جهت اعمال پیش بینی ها و بررسی شرایط مختلف کارایی بانکداری جامع در مقابل حالت های مختلف میزان تسهیلات اعطایی به صورت فازی مثلی از مجموعه تئوری فازی در نظر گرفته می شود [37].



شکل ۱- مدل شبکه ای فازی جهت سنجش کارایی شعب با رویکرد بانکداری جامع.

Figure 1- Fuzzy network model to measure the efficiency of branches with comprehensive banking approach.

با توجه به نتایج مطالعات الفت و همکاران [18] در خصوص در نظر گیری مطلوبیت متغیرهای مدل شبکه ای تحلیل پوششی داده ها جدول ۲، نشان دهنده ورودی ها و خروجی های مرتبط با هر مرحله در شکل ۱ است.

جدول ۲- ورودی ها و خروجی های مرتبط با هر مرحله با در نظر گیری مطلوبیت، منابع مشترک و فازی بودن متغیرها.

Table 2- Inputs and outputs related to each stage, taking into account the desirability, common resources and fuzziness of the variables.

مرحله	ورودی ها	خروجی ها
(PRD) جذب سپرده (تولید)	هزینه های عمومی - مطلوب پتانسیل جغرافیایی - مطلوب هزینه عملیاتی - مطلوب	سپرده های هزینه زا - مطلوب سپرده های غیر هزینه زا - مطلوب
Business Banking Service (BBS) سرویس دهی به مشتریان تجاری - شرکتی	سپرده هزینه زا - ورودی مشترک و نامطلوب	تسهیلات گروه مشتریان تجاری شرکتی - مطلوب - فازی
Personal Banking Service (PBS) سرویس دهی به مشتریان خرد	سپرده غیر هزینه زا - ورودی مشترک و نامطلوب سپرده هزینه زا - ورودی مشترک و نامطلوب	ضمانت نامه بانکی - مطلوب تسهیلات گروه مشتریان خرد - مطلوب - فازی
Profitability (PRF) سودآوری	سپرده غیر هزینه زا - ورودی مشترک و نامطلوب تسهیلات گروه مشتریان تجاری شرکتی - نامطلوب - فازی	رضایت گروه مشتریان خرد - مطلوب وجه التزام و سود دریافتی ناشی از تسهیلات - مطلوب درآمد شعبه - مطلوب
	Loan-PE-undesirable input تسهیلات گروه مشتریان خرد - نامطلوب - فازی	کارمزد خدمات الکترونیک - مطلوب کارمزد ناشی از تسهیلات - مطلوب ضمانت نامه بانکی - نامطلوب

کارایی مرحله تولید با محدودیت های مرتبط با ورودی و خروجی مرحله تولید و اتصال مرتبط با مراحل تولید و بانکداری شخصی و تجاری - شرکتی محاسبه می شود. به طور مشابه کارایی هر کدام از مراحل مدل نیز محاسبه شده و در نهایت نیز کارایی عملیاتی کل شعبه (معادله (۱۲) و (۱۴)) با در نظر گیری تمامی محدودیت های مرتبط آن محاسبه می شود. در این مدل متغیر β_1 و β_2 سهم منابع مشترک



مرتبط با هر DMU است که بین صفر و یک قرار دارد. در اینجا با استفاده از نظر کارشناسان صنعت بانکداری این مقادیر بین $۰/۲$ و $۰/۸$ متغیر قرار داده شده است.

۲-۴- جمع‌آوری داده‌ها

در این بخش داده‌های نشان داده شده در شکل ۱ و مرتبط با ۵۰ شعبه بانک توسط سیستم‌های داخلی بانک و نیز صورت مالی منتشر شده توسط بانک دی در سال ۱۳۹۴ جمع‌آوری شده و مشخصات آماری آن در جدول ۳ خلاصه شده است.

جدول ۳- نتایج آماری داده‌های آماده‌سازی شده برای مدل.
Table 3- Statistical results of data prepared for the model.

انحراف معیار	ماکزیمم	مینیمم	میان	میانگین	متغیرها
ورودی‌های تولید (جذب سپرده)					
7.47E+08	3.53E+09	7.45E+08	1.32E+09	1.60E+09	هزینه عمومی
46385	212068	63271	157942	151019	موقعیت جغرافیایی
4.73E+08	3.09E+09	8.77E+07	2.48E+08	4.02E+08	هزینه‌های عملیاتی
ورودی‌ها و خروجی‌های میانی					
1.67E+12	1.74E+12	1.78E+12	1.77E+12	2.21E+12	سپرده‌های هزینه‌زا
5.52E+10	5.52E+10	5.45E+10	5.53E+10	6.79E+10	سپرده‌های غیر هزینه‌زا
6.36E+10	4.68E+11	4.87E+08	4.87E+08	1.12E+10	ضمانت‌نامه بانکی
5.75E+12	3.98E+13	0.00E+00	8.79E+11	2.62E+12	تسهیلات گروه مشتریان تجاری-شرکتی*(a2)
1.29E+12	8.25E+12	1.89E+10	1.91E+11	6.50E+11	تسهیلات گروه مشتریان خرد** (a2)
18	97	49	57	68	رضایت مشتریان خرد
خروجی‌های سودآوری					
2.17E+12	1.49E+13	2.79E+09	2.23E+11	8.92E+11	سود و وجه التزام تسهیلات
6.42E+08	4.5E+09	4018016	1.16E+08	2.96E+08	درآمد شعبه
299999	1553534	105802	488390	527681	کارمزد خدمات الکترونیک
3.66E+09	1.61E+10	16616460	3.1E+08	1.68E+09	کارمزد تسهیلات

*، ** نشان‌دهنده اعداد فازی مثلثی مربوط به شکل ۱

مشخصه آماری قابل توجه که در جدول ۳ نشان داده شده است انحراف معیار بالای شاخص‌های بکار رفته در مدل شکل ۱ است که نشان‌دهنده انتخاب متغیرها و حجم مناسب نمونه شعب می‌باشد. هم‌چنین در خصوص مشکل تسهیلات غیر جاری که بسیاری از بانک‌های کشور با آن روبرو هستند قابل ذکر است که میانگین نسبت تسهیلات غیرجاری در خصوص مشتریان خرد با توجه به داده‌های در دسترس برابر $۱۸/۸۹\%$ و همین نسبت برای مشتریان تجاری-شرکتی برابر $۲۶/۷۳\%$ است؛ بنابراین رویارویی با ریسک نقدینگی برای سیستم بانکداری ایران امری غیر قابل اجتناب است مگر اینکه تغییرات مدیریتی مناسب در سیستم اعطای تسهیلات اعمال گردد. لذا همان‌طور که قبلاً نیز عنوان شد میزان تسهیلات اعطایی به هریک از گروه مشتریان در این مدل به‌صورت فازی و در شرایطی که توام با عدم اطمینان است در نظر گرفته شد تا بتوان کارایی‌های مختلف مدل را در حالت‌های مختلف اعطای تسهیلات به گروه مشتریان تجاری-شرکتی و خرد بررسی نمود.

۳-۴- نتایج اجرای مدل NSBM با در نظرگیری متغیرهای نامطلوب و منابع مشترک

نتایج جدول ۴ حاکی از آن است که کارایی عملیاتی شعب بانک از $۰/۰۰۵۲$ تا ۱ با میانگین $۰/۳۳۲۱$ متغیر بوده و تنها ۴ شعبه از ۵۰ شعبه تحت ارزیابی در تمامی مراحل کارا می‌باشند؛ بنابراین برنامه مناسبی در جهت ارتقاء سهم شعب کارا از سوی تصمیم‌گیرندگان فعال در بانک بایستی اتخاذ گردد. در خصوص مرحله تولید نتایج نشان می‌دهد، فعالیت شعب در جهت جذب سپرده نسبت به سایر مراحل موجود در مدل با توجه به میزان میانگین بالاتر آن بهتر بوده است و شعب در این زمینه به‌طورکلی موفق‌تر عمل نموده‌اند. به هر حال در این مرحله نیز تنها $۷/۴۱\%$ از شعب کارا بوده و تعداد زیادی از شعب تا رسیدن به مرز کارایی فاصله دارند.

جدول ۴- نتایج کارایی شعب بانک بر مبنای مدل نهایی پیشنهادی NSBM و سیستم بانکداری جامع.
Table 4- The results of bank branch efficiency based on the final model proposed by NSBM and comprehensive banking system.

DMU	کارایی سپرده (جذب)	کارایی سرویس دهی به مشتریان تجاری - شرکتی	کارایی سرویس دهی به مشتریان خرد	کارایی سودآوری	کارایی عملیاتی	β_1	β_2
میانگین	0.3419	0.3341	0.3091	0.3413	0.3321	0.6528	0.4413
انحراف معیار	0.35276	0.39164	0.38636	0.37847	0.37217	0.2557	0.2771
ماکزیمم	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.8000	0.8000
مینیمم	0.0102	0.0006	0.0030	0.0063	0.0052	0.2000	0.2000
تعداد واحدهای کارا	4	6	6	6	4		
درصد واحدهای کارا	7.41%	11.11%	11.11%	11.11%	7.41%		

با در نظرگیری کارایی سیستم بانکداری جامع در سرویس دهی به گروه های مشتریان مختلف، میانگین کارایی در سرویس دهی به مشتریان خرد و مشتریان تجاری-شرکتی به ترتیب برابر 0.3091 و 0.3341 است؛ لیکن تعداد واحدهای کارا در این دو مرحله برابر بوده و مساوی ۶ می باشد. لذا با توجه به عدم بلوغ کافی سیستم بانکداری جامع در کشور ایران، هم چنین فاصله زیادی تا رسیدن به چشم انداز ایده آل متصور برای بانک مدنظر وجود دارد. با توجه به میزان تاثیر این دو مرحله بر مراحل سودآوری و به طور کلی کارایی عملیاتی کل شعبه در ارتباط شبکه ای نشان داده شده، مشابه مراحل سرویس دهی به مشتریان، در دو مرحله سودآوری و کارایی عملیاتی ۱۱٪ از شعب کارا هستند. β_1 و β_2 سهم منابع مشترک از جمله سپرده های هزینه ها و غیر هزینه ها هستند که به عنوان ورودی برای سرویس دهی به مشتریان تجاری-شرکتی و مشتریان خرد وارد می شود. بر اساس اطلاعات جدول ۴، میانگین سهم سپرده هزینه ها در مرحله سرویس دهی به مشتریان تجاری-شرکتی برابر 0.6528 و در مرحله سرویس دهی به مشتریان خرد برابر 0.4413 است. هم چنین میانگین سهم سپرده غیر هزینه ها در مرحله سرویس دهی به مشتریان تجاری-شرکتی برابر 0.2557 و در مرحله سرویس دهی به مشتریان خرد برابر 0.2771 است.

۴-۴- نتایج اجرای مدل Fuzzy NSBM با در نظرگیری متغیرهای نامطلوب و منابع مشترک

در این بخش شاخص تسهیلات گروه مشتریان تجاری شرکتی و تسهیلات گروه مشتریان خرد به صورت فازی در نظر گرفته می شود تا بتوان شرایط عدم قطعیت در تسهیلات دهی به مشتریان را بررسی نمود. در ادامه کارایی شعب بانک در هریک از مراحل مدل (جذب سپرده، سرویس دهی به گروه مشتریان تجاری-شرکتی و خرد و هم چنین سودآوری با استفاده از روش آلفا برش و در سطوح مختلف α محاسبه می شود که خلاصه نتایج در جدول ۵ ارائه شده است. مقایسه نتایج جدول ۴ و جدول ۵ حاکی از آن است که مدل Fuzzy NSBM نسبت به مدل NSBM توانایی دقیق تری در تخمین شعب کارا و ناکارا در هریک از مراحل بانکداری جامع دارد. شایان ذکر است نتایج اجرای مدل در ۵۰ شعبه در پیوست مقاله ارائه شده است.

همان طور که در جدول ۵ نشان داده شده است، با افزایش α حد بالا و پایین کارایی افزایش می یابد؛ بنابراین ماکزیمم کارایی زمانی اتفاق می افتد که مقدار α به یک برسد. هم چنین در حالتی که α برابر یک است، حد بالا و پایین کارایی برابر است. هم چنین در حالتی که α برابر صفر باشد، کم ترین میانگین کارایی در حد بالا و پایین مربوط به سرویس دهی به مشتریان خرد و به ترتیب برابر 0.3091 و 0.3341 و بیش ترین میزان آن در حد پایین مربوط به سرویس دهی به مشتریان تجاری-شرکتی و برابر 0.2557 و در حد بالا مربوط به سودآوری کل شعبه و برابر 0.2771 است. نکته حائز اهمیت در هر سه حالت α این است که صرف نظر از میزان α میزان کارایی حد بالا و پایین در مرحله سرویس دهی به مشتریان خرد دارای میانگین کارایی کمتری نسبت به سایر مراحل است که نشانگر لزوم توجه و ارائه خدمات و محصولات متنوع و جذاب در زمینه خدمات اعتباری به این گروه از مشتریان است.



جدول ۵- میانگین کارایی حاصل از اجرای مدل Fuzzy NSBM با رویکرد α -برش ($\alpha=0, \alpha=0.5, \alpha=1$) و

سهم منابع مشترک سپرده‌های هزینه‌زا و غیر هزینه‌زا.

Table 5- The average efficiency of the implementation of the Fuzzy NSBM model with the α -cut approach ($\alpha=0, \alpha=0.5, \alpha=1$) and the share of common resources of cost-bearing and non-cost-bearing deposits.

α	فیلد (جذب سپرده)	سرویس دهی به گروه مشتریان تجاری-شرکتی	سرویس دهی به گروه مشتریان خرد	سودآوری	کارایی عملیاتی کل شعبه	β_1	β_2
	L U	L U	L U	L U	L U	L U	L U
0	0.252155 0.339936	0.264826 0.333945	0.191134 0.310464	0.223479 0.339053	0.236977 0.342474	0.709011 0.671068	0.452934 0.440436
0.5	0.305104 0.338704	0.307289 0.331508	0.239958 0.317181	0.278032 0.348109	0.275285 0.34714	0.715032 0.728574	0.438264 0.439353
1	0.336625 0.336625	0.327972 0.327972	0.305289 0.305289	0.334847 0.334847	0.334847 0.334847	0.734051 0.733947	0.436766 0.43674

۵- نتیجه گیری

۵-۱- نتیجه گیری و دستاوردهای جدید تحقیق

با توجه به مطالعاتی که در خصوص استفاده از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها در صنعت بانکداری صورت گرفته است، رقابتی شدن صنعت بانکداری و افزایش قدرت چانه‌زنی مشتریان، ضرورت توجه بانک‌ها به لحاظ سرویس دهی به گروه مشتریان طبقه بندی شده شخصی و شرکتی-تجاری در بانکداری جامع را نشان می‌دهد؛ بنابراین سنجش کارایی عملکرد شعب بانک در سرویس دهی به گروه مشتریان به منظور کسب شناخت بهتر از مشتریان و کشف نیازهای بلندمدت و کوتاه مدت ایشان از اهمیت بسیاری برخوردار است.

در مدل‌های متداول DEA داده‌های ورودی و خروجی تنها تحت شرایط اطمینان و قطعیت مورد بررسی قرار می‌گرفتند. با این وجود، در محیط‌های واقعی اغلب عدم قطعیت در قالب محیط‌های فازی و تصادفی ظهور می‌یابد. زمانی که داده‌ها به صورت نادقیق و یا به طور مبهمی توصیف شوند، ضرورت به کارگیری از نظریه فازی در نمایش نوعی از داده‌ها ایجاد می‌شود. هم چنین گاهی از واژه‌های زبانی برای توصیف مقادیر شاخص‌ها استفاده می‌شود. لذا در این مقاله، مدل فازی شده NSBM با در نظرگیری شاخص تسهیلات اعطایی به گروه مشتریان به صورت فازی مثالی جهت اعمال پیش‌بینی‌ها و بررسی شرایط مختلف کارایی بانکداری جامع در مقابل حالت‌های مختلف میزان تسهیلات اعطایی با در نظرگیری هم‌زمان متغیرهای نامطلوب و منابع مشترک با استفاده از مورد مطالعه ۵۰ شعبه از یکی از بانک‌های خصوصی ایران (بانک دی) ارائه شد.

با توجه به نتایج به دست آمده از اعداد فازی تسهیلات گروه مشتریان و هم چنین ریسک پذیری بانک، تصمیمات مدیریتی بر اساس شرایط حاکم بر بانک اتخاذ می‌شود. هم چنین به مدیران این آگاهی را می‌دهد که نتایج به دست آمده در حالت‌های مختلف وام دهی به گروه مشتریان تجاری-شرکتی و خرد، سطح کارایی سیستم بانکداری جامع را تغییر خواهد داد.

حل مدل پیشنهادی به مدیران سیستم بانکی کمک خواهد نمود که درک بهتری از ناکارآمدی شعب در هریک از مراحل عملکرد شعب در سیستم بانکداری جامع حاصل کنند و در نهایت بتوانند جهت ارتقاء کارایی شعب در سرویس دهی به مشتریان تصمیمات استراتژیکی اتخاذ کنند.

با توجه به اینکه در خصوص شاخص‌های مورد استفاده در این تحقیق، از برخی سامانه‌های داخلی سیستم بانکی با لحاظ حفظ محرمانگی داده‌ها و اطلاعات مشتریان استفاده شد، لذا در خصوص برخی شاخص‌ها مانند سنجش رضایت مشتریان تجاری-شرکتی محدودیت‌هایی وجود داشت.

به عنوان پیشنهادی برای تحقیقات آتی، پیشنهاد می‌شود شاخص‌های مهم جدید به تفکیک گروه مشتریان از دید خبرگان که محدودیتی در جمع‌آوری و نشر آن‌ها وجود ندارد به مدل اضافه شده و پس از اعتبارسنجی‌ها و آزمون‌های آماری مبتنی بر روش تجزیه تحلیل چند متغیره، مدل پیشنهادی را در بانک‌های دیگر و هم‌چنین سازمان‌ها و شرکت‌های فعال در صنایع دیگر مورد استفاده قرار داد.

هم‌چنین می‌توان از نتایج به‌دست‌آمده جهت خوشه‌بندی شعب بانک استفاده نمود و در نهایت برای بانک‌هایی که در خوشه‌های مجاور قرار می‌گیرند سیاست‌های تشویقی و یا تنبیهی مناسبی را جهت ارتقاء و یا نکول عملکرد و کارایی شعب بکار بست.

از دیگر زمینه‌های تحقیقات آتی می‌توان به حل مدل با در نظرگیری زمان و دینامیک نمودن آن جهت بررسی پیشرفت و یا عدم پیشرفت واحدهای تصمیم‌گیرنده در طول زمان و استفاده از آن در بخش نظام‌های پرداخت کارکنان سازمان اشاره نمود.

منابع

- [1] Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the royal statistical society series a: statistics in society*, 120(3), 253–281.
- [2] Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European journal of operational research*, 2(6), 429–444.
- [3] Lewis, L. F., & Sexton, T. R. (2004). Network DEA: Efficiency analysis of organizations with complex internal structure. *Computers and operations research*, 31(9), 1365–1410. DOI:10.1016/S0305-0548(03)00095-9
- [4] Fukuyama, H., & Weber, W. L. (2010). A slacks-based inefficiency measure for a two-stage system with bad outputs. *Omega*, 38(5), 398–409. DOI:10.1016/j.omega.2009.10.006
- [5] Färe, R., & Grosskopf, S. (2000). Network DEA. *Socio-economic planning sciences*, 34(1), 35–49.
- [6] Sexton, T. R., & Lewis, H. F. (2003). Two-stage DEA: an application to major league baseball. *Journal of productivity analysis*, 19(2–3), 227–249. DOI:10.1023/A:1022861618317
- [7] Tone, K., & Tsutsui, M. (2009). Network DEA: A slacks-based measure approach. *European journal of operational research*, 197(1), 243–252.
- [8] Kao, C., & Hwang, S. N. (2010). Efficiency measurement for network systems: IT impact on firm performance. *Decision support systems*, 48(3), 437–446. DOI:10.1016/j.dss.2009.06.002
- [9] Avkiran, N. K. (2009). Opening the black box of efficiency analysis: An illustration with UAE banks. *Omega*, 37(4), 930–941. DOI:10.1016/j.omega.2008.08.001
- [10] Zha, Y., & Liang, L. (2010). Two-stage cooperation model with input freely distributed among the stages. *European journal of operational research*, 205(2), 332–338. DOI:10.1016/j.ejor.2010.01.010
- [11] Kao, C., & Liu, S. T. (2014). Multi-period efficiency measurement in data envelopment analysis: The case of Taiwanese commercial banks. *Omega (United Kingdom)*, 47, 90–98. DOI:10.1016/j.omega.2013.09.001
- [12] Ebrahimnejad, A., Tavana, M., Lotfi, F. H., Shahverdi, R., & Yousefpour, M. (2014). A three-stage Data Envelopment Analysis model with application to banking industry. *Measurement: journal of the international measurement confederation*, 49(1), 308–319. DOI:10.1016/j.measurement.2013.11.043
- [13] Lin, T. Y., & Chiu, S. H. (2013). Using independent component analysis and network DEA to improve bank performance evaluation. *Economic modelling*, 32(1), 608–616. DOI:10.1016/j.econmod.2013.03.003
- [14] Tone, K. (2001). A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis. *European journal of operational research*, 130(3), 498–509.
- [15] Pastor, J. T., Ruiz, J. L., & Sirvent, I. (1999). Enhanced DEA Russell graph efficiency measure. *European journal of operational research*, 115(3), 596–607. DOI:10.1016/S0377-2217(98)00098-8
- [16] Huang, J., Yang, X., Cheng, G., & Wang, S. (2014). A comprehensive eco-efficiency model and dynamics of regional eco-efficiency in China. *Journal of cleaner production*, 67, 228–238. DOI:10.1016/j.jclepro.2013.12.003
- [17] Huang, J., Chen, J., & Yin, Z. (2014). A network DEA model with super efficiency and undesirable outputs: An application to bank efficiency in China. *Mathematical problems in engineering*, 2014, 1–14. DOI:10.1155/2014/793192
- [18] Olfat, L., Amiri, M., Bamdad Soufi, J., & Pishdar, M. (2016). A dynamic network efficiency measurement of airports performance considering sustainable development concept: A fuzzy dynamic network-DEA approach. *Journal of air transport management*, 57, 272–290. DOI:10.1016/j.jairtraman.2016.08.007
- [19] Wu, J., Zhu, Q., Ji, X., Chu, J., & Liang, L. (2016). Two-stage network processes with shared resources and resources recovered from undesirable outputs. *European journal of operational research*, 251(1), 182–197. DOI:10.1016/j.ejor.2015.10.049

- [20] Tavassoli, M., Faramarzi, G. R., & Farzipoor Saen, R. (2014). Efficiency and effectiveness in airline performance using a SBM-NDEA model in the presence of shared input. *Journal of air transport management*, 34, 146–153. DOI:10.1016/j.jairtraman.2013.09.001
- [21] Sengupta, J. K. (1992). A fuzzy systems approach in data envelopment analysis. *Computers and mathematics with applications*, 24(8–9), 259–266. DOI:10.1016/0898-1221(92)90203-T
- [22] Kahraman, C., & Tolga, E. (1998). *Data envelopment analysis using fuzzy concept* [presentation]. Proceedings of the international symposium on multiple-valued logic (pp. 338–342). DOI: 10.1109/ismvl.1998.679511
- [23] Kao, C., & Liu, S.-T. (2000). Fuzzy efficiency measures in data envelopment analysis. *Fuzzy sets and systems*, 113(3), 427–437.
- [24] Guo, P., & Tanaka, H. (2001). Fuzzy DEA: A perceptual evaluation method. *Fuzzy sets and systems*, 119(1), 149–160. DOI:10.1016/S0165-0114(99)00106-2
- [25] Lertworasirikul, S., Fang, S.-C., Joines, J. A., & Nuttle, H. L. W. (2003). Fuzzy data envelopment analysis (DEA): a possibility approach. *Fuzzy sets and systems*, 139(2), 379–394.
- [26] Tavana, M., Khalili-Damghani, K., & Sadi-Nezhad, S. (2013). A fuzzy group data envelopment analysis model for high-technology project selection: A case study at NASA. *Computers and industrial engineering*, 66(1), 10–23. DOI:10.1016/j.cie.2013.06.002
- [27] Hsiao, B., Chern, C. C., Chiu, Y. H., & Chiu, C. R. (2011). Using fuzzy super-efficiency slack-based measure data envelopment analysis to evaluate Taiwan's commercial bank efficiency. *Expert systems with applications*, 38(8), 9147–9156. DOI:10.1016/j.eswa.2011.01.075
- [28] Shermeh, H. E., Najafi, S. E., & Alavidoost, M. H. (2016). A novel fuzzy network SBM model for data envelopment analysis: A case study in Iran regional power companies. *Energy*, 112, 686–697. DOI:10.1016/j.energy.2016.06.087
- [29] Akther, S., Fukuyama, H., & Weber, W. L. (2013). Estimating two-stage network Slacks-based inefficiency: An application to Bangladesh banking. *Omega (United Kingdom)*, 41(1), 88–96. DOI:10.1016/j.omega.2011.02.009
- [30] Khalili-Damghani, K., & Tavana, M. (2013). A new fuzzy network data envelopment analysis model for measuring the performance of agility in supply chains. *International journal of advanced manufacturing technology*, 69(1–4), 291–318. DOI:10.1007/s00170-013-5021-y
- [31] Färe, R. (1991). Measuring Farrell efficiency for a firm with intermediate inputs. *Academia economic papers*, 19(2), 329–340.
- [32] Zadeh, L. A. (1978). Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility. *Fuzzy sets and systems*, 1(1), 3–28. DOI:10.1016/0165-0114(78)90029-5
- [33] Zimmermann, H.-J. (1996). Fuzzy control. In *Fuzzy set theory—and its applications* (pp. 223–264). Springer.
- [34] Hougaard, J. L. (1999). Fuzzy scores of technical efficiency. *European journal of operational research*, 115(3), 529–541. DOI:10.1016/S0377-2217(98)00165-9
- [35] Tone, K. (n.d.). *Advances in DEA Theory and Applications: With Extensions to Forecasting Models*. , John Wiley & Sons Ltd.
- [36] Guh, Y. Y. (2001). Data envelopment analysis in fuzzy environment. *International journal of information and management sciences*, 12(2), 51–65.
- [37] Kuo, H. C. (2001). An interdisciplinary approach for modelling credit evaluation. *International journal of management*, 18(1), 11–17.

جدول ۱ - کارایی شعب بانک در تمامی مراحل مدل Fuzzy NSBM با رویکرد α -برش ($\alpha=0, \alpha=0.5, \alpha=1$).Table 1- Efficiency of bank branches in all stages of Fuzzy NSBM model with α -cut approach ($\alpha=0, \alpha=0.5, \alpha=1$).

DMU	α	سودآوری	کارایی عملیاتی	سودآوری	سودآوری	سودآوری	(β_1)	(β_2)
		سودآوری	کارایی عملیاتی	سودآوری	سودآوری	سودآوری	LU	LU
1	0	0.9164	0.9089	0.9109	0.9266	0.9176	0.6233	0.7400
		0.9280	0.9128	0.9305	0.9343	0.9298	0.6312	0.7218
	0.5	0.9198	0.9169	0.9234	0.9306	0.9278	0.6415	0.7019
		0.9345	0.9355	0.9337	0.9331	0.9312	0.6507	0.8000
	1	0.9373	0.9373	0.9373	0.9373	0.9373	0.6545	0.8000
2	0	0.9373	0.9373	0.9373	0.9373	0.9373	0.6545	0.8000
		1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.8000	0.2000
	0.5	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.8000	0.2000
		1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.8000	0.2000
	1	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.8000	0.2000
3	0	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.8000	0.2000
		0.0067	0.0231	0.0563	0.1201	0.1011	0.3999	0.3290
	0.5	0.1603	0.1578	0.1487	0.1470	0.1521	0.4316	0.2881
		0.0958	0.0967	0.0876	0.1267	0.1032	0.4191	0.2665
	1	0.1599	0.14312	0.1256	0.1409	0.1411	0.4012	0.2433
4	0	0.1581	0.1413	0.1186	0.1393	0.1393	0.4468	0.2000
		0.1581	0.1413	0.1186	0.1393	0.1393	0.4468	0.2000
	0.5	0.2876	0.4601	0.4631	0.4531	0.4588	0.6752	0.7911
		0.2966	0.4792	0.4792	0.4750	0.4713	0.6981	0.7882
	1	0.2988	0.4656	0.4686	0.4599	0.4606	0.7867	0.7633
5	0	0.2998	0.4702	0.4712	0.4707	0.4708	0.7989	0.7558
		0.3006	0.4697	0.4697	0.4697	0.4697	0.8000	0.7144
	0.5	0.3006	0.4697	0.4697	0.4697	0.4697	0.8000	0.7144
		0.1807	0.2092	0.1459	0.1624	0.1692	0.7192	0.2938
	1	0.2658	0.2840	0.2821	0.2804	0.2859	0.0750	0.2923
6	0	0.2331	0.2532	0.2009	0.2174	0.2105	0.7568	0.2906
		0.2643	0.2804	0.2942	0.2934	0.2939	0.7608	0.2895
	0.5	0.2619	0.2752	0.2752	0.2752	0.2752	0.800	0.283
		0.2619	0.2752	0.2752	0.2752	0.2752	0.800	0.283
	1	0.5502	0.7044	0.4912	0.5468	0.5700	0.7192	0.7484
7	0	0.7254	0.9565	0.9500	0.9444	0.9629	0.0750	0.7448
		0.6361	0.8527	0.6766	0.7322	0.7090	0.7568	0.7405
	0.5	0.7211	0.9444	0.9907	0.9880	0.9898	0.7608	0.7376
		0.7147	0.9268	0.9268	0.9268	0.9268	0.8000	0.7211
	1	0.7147	0.9268	0.9268	0.9268	0.9268	0.8000	0.7211
8	0	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.2000	0.2000
		1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.2000	0.2000
	0.5	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.2000	0.2000
		1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.2000	0.2000
	1	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.2000	0.2000
9	0	0.2212	0.0844	0.0170	0.0955	0.0996	0.7192	0.4614
		0.2916	0.1146	0.0329	0.1650	0.1682	0.0750	0.4592
	0.5	0.2557	0.1021	0.0234	0.1279	0.1239	0.7568	0.4565
		0.2899	0.1131	0.0343	0.1726	0.1729	0.7608	0.4547
	1	0.2873	0.1110	0.0321	0.1619	0.1619	0.8000	0.4445
10	0	0.2873	0.1110	0.0321	0.1619	0.1619	0.8000	0.4445
		0.7031	1.0000	0.5300	0.5900	1.0000	0.8000	0.2000
	0.5	0.9269	1.0000	1.0250	1.0000	1.0000	0.8000	0.2000
		0.8127	1.0000	0.7300	0.7900	1.0000	0.8000	0.2000
	1	0.9214	1.0000	1.0690	1.0000	1.0000	0.8000	0.2000
11	0	0.9132	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.8000	0.2000
		0.9132	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.8000	0.2000

Table 1- Continued.

DMU	α	جذب سپرده LU	سرویس دهی به مشتریان تجاری-شهرکشی LU	سرویس دهی به مشتریان خرید LU	سودآوری LU	کارایی عملیاتی LU	(β_1) LU	(β_2) LU
10	0	0.0328	0.0179	0.0054	0.0171	0.0178	0.7192	0.2076
		0.0432	0.0243	0.0104	0.0294	0.0300	0.0750	0.2066
	0.5	0.0379	0.0216	0.0074	0.0228	0.0221	0.7568	0.2054
		0.0430	0.0239	0.0108	0.0308	0.0309	0.7608	0.2046
	1	0.0426	0.0235	0.0101	0.0289	0.0289	0.8000	0.2000
11	0	0.0426	0.0235	0.0101	0.0289	0.0289	0.8000	0.2000
		0.3563	0.0660	0.1299	0.1669	0.1739	0.7600	0.2052
	0.5	0.5241	0.0897	0.2512	0.2882	0.2938	0.7688	0.2049
		0.4596	0.0799	0.1789	0.2234	0.2163	0.7901	0.2000
	1	0.5210	0.0886	0.2620	0.3015	0.3020	0.8000	0.2000
12	0	0.5164	0.0869	0.2451	0.2828	0.2828	0.8000	0.2000
		0.5164	0.0869	0.2451	0.2828	0.2828	0.8000	0.2000
	0.5	0.2339	0.1461	0.0183	0.1053	0.1097	0.7953	0.7991
		0.3441	0.1984	0.0355	0.1818	0.1854	0.7998	0.8000
	1	0.3017	0.1768	0.0253	0.1409	0.1365	0.8000	0.8000
13	0	0.3421	0.1959	0.0370	0.1902	0.1905	0.8000	0.8000
		0.3390	0.1922	0.0346	0.1784	0.1784	0.8000	0.8000
	0.5	0.3390	0.1922	0.0346	0.1784	0.1784	0.8000	0.8000
		0.0137	0.0005	0.0028	0.0053	0.0055	0.7968	0.2034
	1	0.0201	0.0006	0.0053	0.0092	0.0094	0.7986	0.2015
14	0	0.0176	0.0006	0.0038	0.0071	0.0069	0.7999	0.2000
		0.0200	0.0006	0.0056	0.0096	0.0096	0.8000	0.2000
	0.5	0.0198	0.0006	0.0052	0.0090	0.0090	0.8000	0.2000
		0.0198	0.0006	0.0052	0.0090	0.0090	0.8000	0.2000
	1	0.0235	0.0122	0.0089	0.0159	0.0165	0.7998	0.2002
15	0	0.0346	0.0166	0.0171	0.0274	0.0279	0.8000	0.2001
		0.0303	0.0148	0.0122	0.0213	0.0206	0.8000	0.2000
	0.5	0.0344	0.0164	0.0179	0.0287	0.0287	0.8000	0.2000
		0.0341	0.0161	0.0167	0.0269	0.0269	0.8000	0.2000
	1	0.0341	0.0161	0.0167	0.0269	0.0269	0.8000	0.2000
16	0	0.0201	0.0036	0.0080	0.0136	0.0141	0.8000	0.2015
		0.0296	0.0049	0.0155	0.0234	0.0239	0.8000	0.2009
	0.5	0.0260	0.0043	0.0110	0.0182	0.0176	0.8000	0.2003
		0.0295	0.0048	0.0161	0.0245	0.0246	0.8000	0.2000
	1	0.0292	0.0047	0.0151	0.0230	0.0230	0.8000	0.2000
17	0	0.0292	0.0047	0.0151	0.0230	0.0230	0.8000	0.2000
		0.6395	0.7044	0.4912	0.5468	0.5700	0.8000	0.8000
	0.5	0.9407	0.9565	0.9500	0.9444	0.9629	0.8000	0.8000
		0.8249	0.8527	0.6766	0.7322	0.7090	0.8000	0.8000
	1	0.9351	0.9444	0.9907	0.9880	0.9898	0.8000	0.8000
18	0	0.9268	0.9268	0.9268	0.9268	0.9268	0.8000	0.8000
		0.9268	0.9268	0.9268	0.9268	0.9268	0.8000	0.8000
	0.5	0.0070	0.0008	0.0016	0.0037	0.0039	0.1798	0.2076
		0.0104	0.0011	0.0031	0.0064	0.0065	0.0188	0.2066
	1	0.0091	0.0010	0.0022	0.0050	0.0048	0.1892	0.2054
19	0	0.0103	0.0011	0.0032	0.0067	0.0067	0.1902	0.2046
		0.0102	0.0011	0.0030	0.0063	0.0063	0.2000	0.2000
	0.5	0.0102	0.0011	0.0030	0.0063	0.0063	0.2000	0.2000
		0.0805	0.0296	0.0213	0.0472	0.0492	0.7868	0.2032
	1	0.1185	0.0401	0.0411	0.0815	0.0831	0.7931	0.2019
20	0	0.1039	0.0358	0.0293	0.0632	0.0612	0.7982	0.2008
		0.1178	0.0396	0.0429	0.0853	0.0854	0.8000	0.2000
	0.5	0.1167	0.0389	0.0401	0.0800	0.0800	0.8000	0.2000
		0.1167	0.0389	0.0401	0.0800	0.0800	0.8000	0.2000
	1	0.0293	0.0090	0.0038	0.0135	0.0140	0.7841	0.2079
21	0	0.0430	0.0123	0.0074	0.0232	0.0237	0.7985	0.2064
		0.0377	0.0109	0.0053	0.0180	0.0174	0.7992	0.2013
	0.5	0.0428	0.0121	0.0077	0.0243	0.0244	0.8000	0.2000
		0.0424	0.0119	0.0072	0.0228	0.0228	0.8000	0.2000
	1	0.0424	0.0119	0.0072	0.0228	0.0228	0.8000	0.2000





DMU	α	جانب سپرده LU	سرویس دهی به مشتریان LU	تجاری-شخصی LU	سرویس دهی به مشتریان LU	خرید LU	سودآوری LU	کارایی عملیاتی LU	(β_1) LU	(β_2) LU	
20	0	0.2639	0.3042	0.0210	0.1652	0.1722	0.7905	0.2009			
		0.3882	0.4130	0.0406	0.2853	0.2909	0.7923	0.2005			
	0.3859	0.4078	0.0423	0.2985	0.2990	0.8000	0.2000				
	21	0	0.3825	0.4002	0.0396	0.2800	0.2800	0.8000	0.2000		
			0.6900	0.7600	0.5300	0.5900	0.6150	0.7962	0.6794		
0.5		1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.7986	0.6761			
		0.8900	0.9200	0.7300	0.7900	0.7650	0.7992	0.6722			
22		0	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.8000	0.6545		
	0.0237		0.0227	0.0052	0.0171	0.0178	0.7991	0.7999			
	0.5	0.0349	0.0309	0.0101	0.0296	0.0301	0.7998	0.8000			
		0.0306	0.0275	0.0072	0.0229	0.0222	0.8000	0.8000			
	23	0	0.0344	0.0299	0.0099	0.0290	0.0290	0.8000	0.8000		
0.0344			0.0299	0.0099	0.0290	0.0290	0.8000	0.8000			
0.5		0.3371	0.3713	0.2193	0.2736	0.2852	0.2299	0.8000			
		0.4959	0.5042	0.4240	0.4725	0.4818	0.2296	0.8000			
24		0	0.4930	0.4979	0.4422	0.4943	0.4952	0.2140	0.8000		
	0.4886		0.4886	0.4137	0.4637	0.4637	0.231	0.8000			
	0.5	0.4886	0.4886	0.4137	0.4637	0.4637	0.225	0.8000			
		0.0253	0.0208	0.0221	0.0218	0.0227	0.7687	0.2013			
	25	0	0.0327	0.0252	0.0304	0.0292	0.0282	0.7662	0.2009		
0.0370			0.0279	0.0446	0.0393	0.0394	0.7350	0.2004			
0.5		0.0367	0.0274	0.0417	0.0369	0.0369	0.7724	0.2001			
		0.0367	0.0274	0.0417	0.0369	0.0369	0.7729	0.2000			
1		0.0153	0.0086	0.0016	0.0087	0.0090	0.8000	0.8000			
26	0	0.0225	0.0117	0.0031	0.0150	0.0153	0.8000	0.8000			
		0.0198	0.0104	0.0022	0.0116	0.0112	0.8000	0.8000			
	0.5	0.0224	0.0115	0.0032	0.0157	0.0157	0.8000	0.8000			
		0.0222	0.0113	0.0030	0.0147	0.0147	0.8000	0.8000			
	1	0.0222	0.0113	0.0030	0.0147	0.0147	0.8000	0.8000			
27	0	0.4450	0.5265	0.2927	0.3811	0.3972	0.7991	0.2434			
		0.6546	0.7150	0.5661	0.6582	0.6711	0.7993	0.2222			
	0.5	0.5740	0.6374	0.4032	0.5103	0.4941	0.0799	0.2000			
		0.6507	0.7060	0.5904	0.6885	0.6898	0.8000	0.2000			
	1	0.6449	0.6928	0.5523	0.6459	0.6459	0.8000	0.2000			
28	0	0.6449	0.6928	0.5523	0.6459	0.6459	0.8000	0.2000			
		0.3856	0.5185	0.3616	0.4026	0.4196	0.7699	0.2000			
	0.5	0.5673	0.7041	0.6994	0.6953	0.7089	0.7685	0.2000			
		0.4974	0.6277	0.4981	0.5390	0.5220	0.7785	0.2000			
	1	0.5639	0.6953	0.7294	0.7273	0.7287	0.7822	0.2000			
29	0	0.5589	0.6823	0.6823	0.6823	0.6823	0.8000	0.2000			
		0.5589	0.6823	0.6823	0.6823	0.6823	0.8000	0.2000			
	0	0.0499	0.0036	0.0031	0.0188	0.0196	0.8000	0.2000			
		0.0734	0.0050	0.0060	0.0324	0.0330	0.8000	0.2000			
	0.5	0.0643	0.0044	0.0043	0.0251	0.0243	0.8000	0.2000			
0.0730		0.0049	0.0063	0.0339	0.0340	0.8000	0.2000				
1	0.0723	0.0048	0.0059	0.0318	0.0318	0.8000	0.2000				
30	0	0.0723	0.0048	0.0059	0.0318	0.0318	0.8000	0.2000			
		0.6571	0.7237	0.5047	0.5619	0.5857	0.8000	0.8000			
	0	0.9666	0.9828	0.9761	0.9704	0.9894	0.8000	0.8000			
		0.8475	0.8761	0.6952	0.7523	0.7285	0.8000	0.8000			
	1	0.9609	0.9704	1.000	1.000	1.000	0.8000	0.8000			
31	0	0.9523	0.9523	0.9523	0.9523	0.9523	0.8000	0.8000			
		0.9523	0.9523	0.9523	0.9523	0.9523	0.8000	0.8000			
	0	0.9523	0.9523	0.9523	0.9523	0.9523	0.8000	0.8000			
		0.9523	0.9523	0.9523	0.9523	0.9523	0.8000	0.8000			
	1	0.9523	0.9523	0.9523	0.9523	0.9523	0.8000	0.8000			

Table 1- Continued.

DMU	α	جذب سپرده LU	سرویس دهی به مشتریان تجاری-شخصی LU	سرویس دهی به مشتریان خرد LU	سودآوری LU	کارایی عملیاتی LU	(β_1) LU	(β_2) LU
30	0	0.0764	0.0238	0.0798	0.0654	0.0681	0.7990	0.2036
		0.1124	0.0323	0.1544	0.1129	0.1151	0.8000	0.2010
	0.5	0.0985	0.0288	0.1099	0.0875	0.0848	0.8000	0.2002
		0.1117	0.0319	0.1610	0.1181	0.1183	0.8000	0.2000
	1	0.1107	0.0313	0.1506	0.1108	0.1108	0.8000	0.2000
31	0	0.1107	0.0313	0.1506	0.1108	0.1108	0.8000	0.2000
		0.0215	0.0033	0.0147	0.0184	0.0192	0.7855	0.2041
	0.5	0.0317	0.0045	0.0284	0.0318	0.0324	0.7991	0.2020
		0.0278	0.0040	0.0202	0.0246	0.0239	0.8000	0.2000
	1	0.0315	0.0045	0.0296	0.0333	0.0333	0.8000	0.2000
32	0	0.0312	0.0044	0.0277	0.0312	0.0312	0.8000	0.2000
		0.0312	0.0044	0.0277	0.0312	0.0312	0.8000	0.2000
	0.5	0.1698	0.2269	0.1582	0.1761	0.1836	0.2000	0.2000
		0.2498	0.3081	0.3060	0.3042	0.3101	0.2000	0.2000
	1	0.2190	0.2746	0.2179	0.2358	0.2284	0.2000	0.2000
33	0	0.2483	0.3042	0.3191	0.3182	0.3188	0.2000	0.2000
		0.2461	0.2985	0.2985	0.2985	0.2985	0.2000	0.2000
	0.5	0.2461	0.2985	0.2985	0.2985	0.2985	0.2000	0.2000
		0.1085	0.0392	0.1334	0.1092	0.1138	0.7885	0.2000
	1	0.1597	0.0533	0.2580	0.1885	0.1922	0.7899	0.2000
34	0	0.1400	0.0475	0.1837	0.1462	0.1415	0.7952	0.2000
		0.1587	0.0526	0.2691	0.1972	0.1976	0.7990	0.2000
	0.5	0.1573	0.0516	0.2517	0.1850	0.1850	0.8000	0.2000
		0.1573	0.0516	0.2517	0.1850	0.1850	0.8000	0.2000
	1	0.1049	0.0008	0.0103	0.0294	0.0306	0.2025	0.7999
35	0	0.1544	0.0011	0.0199	0.0507	0.0517	0.2011	0.8000
		0.1354	0.0010	0.0142	0.0393	0.0381	0.2000	0.8000
	0.5	0.1535	0.0011	0.0207	0.0531	0.0532	0.2000	0.8000
		0.1521	0.0011	0.0194	0.0498	0.0498	0.2000	0.8000
	1	0.1521	0.0011	0.0194	0.0498	0.0498	0.2000	0.8000
36	0	0.0384	0.0263	0.0093	0.0231	0.0240	0.7995	0.7999
		0.0565	0.0357	0.0180	0.0398	0.0406	0.7998	0.8000
	0.5	0.0496	0.0318	0.0128	0.0309	0.0299	0.8000	0.8000
		0.0562	0.0353	0.0188	0.0417	0.0418	0.8000	0.8000
	1	0.0557	0.0346	0.0176	0.0391	0.0391	0.8000	0.8000
37	0	0.0557	0.0346	0.0176	0.0391	0.0391	0.8000	0.8000
		0.0248	0.0272	0.0152	0.0214	0.0223	0.8000	0.8000
	0.5	0.0364	0.0369	0.0293	0.0369	0.0376	0.8000	0.8000
		0.0320	0.0329	0.0209	0.0286	0.0277	0.8000	0.8000
	1	0.0362	0.0365	0.0306	0.0386	0.0387	0.8000	0.8000
38	0	0.0359	0.0358	0.0286	0.0362	0.0362	0.8000	0.8000
		0.0359	0.0358	0.0286	0.0362	0.0362	0.8000	0.8000
	0.5	0.0439	0.0131	0.0104	0.0204	0.0212	0.7995	0.2001
		0.0646	0.0178	0.0202	0.0352	0.0358	0.7999	0.2000
	1	0.0566	0.0158	0.0144	0.0273	0.0264	0.8000	0.2000
39	0	0.0642	0.0175	0.0211	0.0368	0.0368	0.8000	0.2000
		0.0636	0.0172	0.0197	0.0345	0.0345	0.8000	0.2000
	0.5	0.0636	0.0172	0.0197	0.0345	0.0345	0.8000	0.2000
		0.5192	0.4881	0.0864	0.3039	0.3167	0.8000	0.8000
	1	0.7637	0.6629	0.1672	0.5248	0.5351	0.8000	0.8000
40	0	0.6696	0.5909	0.1191	0.4069	0.3940	0.8000	0.8000
		0.7592	0.6545	0.1744	0.5490	0.5500	0.8000	0.8000
	0.5	0.7524	0.6423	0.1631	0.5150	0.5150	0.8000	0.8000
		0.7524	0.6423	0.1631	0.5150	0.5150	0.8000	0.8000
	1	0.0364	0.0215	0.0307	0.0284	0.0296	0.8000	0.8000
41	0	0.0536	0.0292	0.0595	0.0490	0.0500	0.8000	0.8000
		0.0470	0.0260	0.0423	0.0380	0.0368	0.8000	0.8000
	0.5	0.0533	0.0288	0.0620	0.0513	0.0514	0.8000	0.8000
		0.0528	0.0283	0.0580	0.0481	0.0481	0.8000	0.8000
	1	0.0528	0.0283	0.0580	0.0481	0.0481	0.8000	0.8000



جدول ۱- ادامه.

Table 1- Continued.

DMU	α	جذب سپرده LU	سرویس دهی به مشتریان تجاری-شهرکتی LU	سرویس دهی به مشتریان خرید LU	سودآوری LU	کارایی عملیاتی LU	(β_1) LU	(β_2) LU
40	0	0.1072	0.1268	0.0774	0.1013	0.1056	0.7990	0.2200
		0.1576	0.1721	0.1497	0.1750	0.1784	0.7999	0.2158
	0.5	0.1382	0.1535	0.1066	0.1356	0.1314	0.8000	0.2100
		0.1567	0.1700	0.1561	0.1830	0.1834	0.8000	0.2000
	1	0.1553	0.1668	0.1460	0.1717	0.1717	0.8000	0.2000
41	0	0.1360	0.3180	0.0164	0.1707	0.1779	0.8000	0.2000
		0.2001	0.4318	0.0317	0.2948	0.3006	0.8000	0.2000
	0.5	0.1754	0.3849	0.0226	0.2285	0.2213	0.8000	0.2000
		0.1989	0.4263	0.0330	0.3084	0.3090	0.8000	0.2000
	1	0.1971	0.4184	0.0309	0.2893	0.2893	0.8000	0.2000
42	0	0.4382	0.7600	0.5300	0.5900	0.6150	0.8000	0.2000
		0.6446	1.0000	1.0000	1.0000	0.8536	0.8000	0.2000
	0.5	0.5652	0.9200	0.7300	0.7900	0.7650	0.8000	0.2000
		0.6408	1.0000	1.0000	1.0000	0.6325	0.8000	0.2000
	1	0.6351	1.0000	1.0000	1.0000	0.5581	0.8000	0.2000
43	0	0.0482	0.0302	0.0126	0.0263	0.0274	0.7929	0.7444
		0.0709	0.0411	0.0243	0.0453	0.0462	0.7948	0.7665
	0.5	0.0622	0.0366	0.0173	0.0352	0.0340	0.7999	0.7800
		0.0705	0.0406	0.0253	0.0474	0.0475	0.8000	0.7951
	1	0.0699	0.0398	0.0237	0.0445	0.0445	0.8000	0.8000
44	0	0.0181	0.0045	0.0153	0.0125	0.0130	0.7800	0.2100
		0.0267	0.0061	0.0296	0.0216	0.0220	0.7890	0.2050
	0.5	0.0234	0.0054	0.0211	0.0167	0.0162	0.7990	0.2022
		0.0265	0.0060	0.0309	0.0226	0.0226	0.8000	0.2000
	1	0.0263	0.0059	0.0289	0.0212	0.0212	0.8000	0.2000
45	0	0.0388	0.0125	0.0397	0.0327	0.0341	0.8000	0.7992
		0.0571	0.0169	0.0768	0.0565	0.0576	0.8000	0.7999
	0.5	0.0501	0.0151	0.0547	0.0438	0.0424	0.8000	0.8000
		0.0568	0.0167	0.0801	0.0591	0.0592	0.8000	0.8000
	1	0.0563	0.0164	0.0749	0.0554	0.0554	0.8000	0.8000
46	0	0.6900	0.7600	0.5300	0.5900	0.6150	0.200	0.200
		1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.200	0.200
	0.5	0.8900	0.9200	0.7300	0.7900	0.7650	0.200	0.200
		1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.200	0.200
	1	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.200	0.200
47	0	0.0441	0.0052	0.0199	0.0327	0.0341	0.8000	0.2000
		0.0649	0.0071	0.0384	0.0565	0.0576	0.8000	0.2000
	0.5	0.0569	0.0063	0.0274	0.0438	0.0424	0.8000	0.2000
		0.0645	0.0070	0.0401	0.0591	0.0592	0.8000	0.2000
	1	0.0639	0.0069	0.0375	0.0554	0.0554	0.8000	0.2000
48	0	0.0746	0.1110	0.0175	0.0640	0.0667	0.8000	0.2000
		0.1097	0.1508	0.0339	0.1105	0.1126	0.8000	0.2000
	0.5	0.0962	0.1344	0.0242	0.0856	0.0829	0.8000	0.2000
		0.1091	0.1489	0.0354	0.1156	0.1158	0.8000	0.2000
	1	0.1081	0.1461	0.0331	0.1084	0.1084	0.8000	0.2000
49	0	0.6395	0.7044	0.4912	0.5468	0.5700	0.8000	0.8000
		0.9407	0.9565	0.9500	0.9444	0.9629	0.8000	0.8000
	0.5	0.8249	0.8527	0.6766	0.7322	0.7090	0.8000	0.8000
		0.9351	0.9444	0.9907	0.9880	0.9898	0.8000	0.8000
	1	0.9268	0.9268	0.9268	0.9268	0.9268	0.8000	0.8000
50	0	0.0098	0.0005	0.0027	0.0059	0.0062	0.8000	0.2000
		0.0144	0.0007	0.0052	0.0102	0.0104	0.8000	0.2000
	0.5	0.0126	0.0006	0.0037	0.0079	0.0077	0.8000	0.2000
		0.0143	0.0007	0.0055	0.0107	0.0107	0.8000	0.2000
	1	0.0142	0.0007	0.0051	0.0100	0.0100	0.8000	0.2000