

## ارائه مدل تحلیل پوششی داده‌های چند بخشی جدید برای ارزیابی کارایی شعب بانک‌ها

مسلم نیلچی\*، محمد اسماعیل فدائی نژاد\*\*، سیدحسین رضوی حاجی آقا\*\*\* احمد بدری\*\*\*\*

تاریخ دریافت ۹۴/۱۱/۱۳

تاریخ پذیرش ۹۵/۱/۳۱

### چکیده

با نگاهی به تعریف اقتصادی کارایی به معنای مصرف بهینه منابع برای تولید حداکثر خروجی ممکن می‌توان اهمیت این مفهوم را در نظام‌های مدیریتی درک نمود. مدیران اصولاً تلاش دارند با بهره‌برداری بهینه از منابع خود در راستای تولید خروجی‌ها، رضایت تمامی ذینفعان خود را برآورده سازند. این نکته در صنعت بانکداری ایران از اهمیت مضاعفی برخوردار است که به هزینه‌های بالای نگهداری پول باز می‌گردد. در مقاله حاضر با نگاهی به ساختار فعالیت بانک‌ها در ایران، مدلی متشکل از پنج بخش مختلف ارائه شده که جریان امور را در بانک‌ها به تصویر می‌کشد. بر این اساس یک مدل ریاضی مبتنی بر تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی کارایی این ساختار پنج بخشی ارائه و با بهره‌گیری از رویکرد فازی، روشی برای حل آن پیشنهاد شده است. کاربرد مدل پیشنهادی در ۲۱۰ شعبه یکی از بانک‌های کشور گویای آن است که با وجود کارایی نسبتاً قابل قبول در زمینه جذب منابع و مدیریت، کارایی بخش‌های خدمات، تخصیص منابع و سودآوری با مشکل جدی مواجه است.

**واژگان کلیدی:** کارایی نسبی، تحلیل پوششی داده‌ها، مدل چند بخشی، الگوریتم فازی

\*کارشناسی ارشد مدیریت مالی دانشگاه شهید بهشتی (نویسنده مسئول) Moslem.Nilchi@gmail.com

\*\*دانشیار گروه مدیریت مالی و حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی.

\*\*\*استادیار گروه مدیریت، دانشگاه خاتم.

\*\*\*\*دانشیار گروه مدیریت مالی دانشگاه شهید بهشتی

## مقدمه

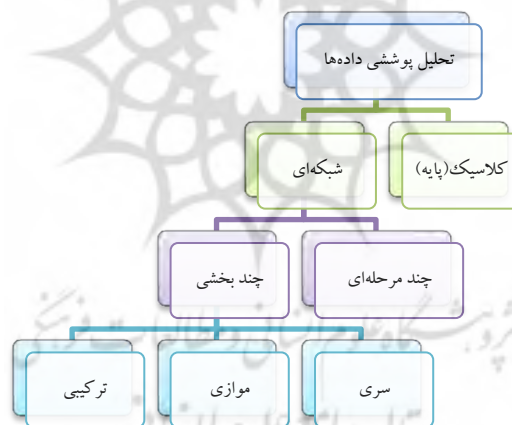
بانک‌ها اصلی‌ترین تامین‌کننده منابع مالی بخش‌های مختلف اقتصاد، نظیر صنعت، کشاورزی و خدمات، محسوب می‌شوند. انگیزه اصلی بانک‌ها به عنوان بنگاه‌های اقتصادی در تجهیز و تخصیص بهینه منابع و ارائه خدمات متنوع به مشتریان، درآمدزایی و کسب سود می‌باشد. جمع‌آوری و جلب انواع سپرده‌ها و تخصیص آن جهت تامین نیازهای مالی انواع فعالیت‌های اقتصادی از مهمترین عملیات بانکی به شمار می‌آید. بانک‌ها با در اختیار داشتن بخش عمده‌ای از وجوه در گردش جامعه، نقش بسیار حساس و مهمی را در نظام اقتصادی ایفا نموده و در تنظیم روابط و مناسبات اقتصادی جامعه تاثیر بسزایی دارند.

اهمیت و حساسیت نقش و فعالیت بانک‌ها در نظام اقتصادی و حجم منابع در اختیار این واحدها، نگرش به کارایی را به عنوان یک مزیت رقابتی پایدار برای آنها اجتناب‌ناپذیر ساخته است. لیونل رابینز اقتصاددان مشهور انگلیسی معتقد است "علم اقتصاد، علمی است که رفتار بشر را در ارتباط با منابع تولید کمیاب برای برآورد هدف‌های مادی و نامحدود بشر مطالعه می‌کند". از این منظر، علم اقتصاد مطالعه روش‌های بهره‌برداری از منابع تولیدی با حداکثر صرفه‌جویی برای ارضای مهمترین خواسته‌های بشری است. این صرفه‌جویی در بهترین حالت، در قالب کارایی اقتصادی متجلی می‌شود. بر این اساس رابینز تلویحاً به کارایی اقتصادی اشاره می‌کند و لذا اقتصاددانان عامل "کارایی یا راندمان" را در مرکز مطالعات خود قرار داده‌اند (تفضلی، ۱۳۹۴).

با توجه به اهمیت مساله کارایی بنگاه‌های اقتصادی، روش‌های مختلفی برای اندازه‌گیری آن ارائه شده است. در یک تقسیم‌بندی کلی، دو دسته روش‌های پارامتری و ناپارامتری برای ارزیابی کارایی وجود دارد. در روش پارامتری، تابع تولید مشخصی با استفاده از روش‌های آماری تخمین زده شده و با به کارگیری این تابع نسبت به ارزیابی کارایی اقدام می‌شود. اما روش‌های ناپارامتری نیازمند تخمین تابع تولید نیستند. یکی از پرکاربردترین روش‌های ناپارامتری، تحلیل پوششی داده‌ها است که کارایی نسبی واحدها را در مقایسه با یکدیگر ارزیابی می‌کند (جهانشاهلو و همکاران، ۱۳۸۹). تحلیل پوششی داده‌ها یک مدل برنامه‌ریزی

ریاضی است که برای تخمین مرز کارایی استفاده می‌شود. این روش یک تابع مرزی به دست می‌دهد که تمام داده‌ها را تحت پوشش قرار می‌دهد و به همین دلیل آن را تحلیل پوششی یا فراگیر می‌گویند (چارنزوهمکاران<sup>۱</sup>، ۱۹۸۵). پس از ارائه این روش، کاربردهای بسیاری از آن در زمینه ارزیابی و بهبود کارایی گزارش شده است. بررسی‌های امروز نژاد و همکاران (۲۰۰۸) و لیو و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۱۳) نشان می‌دهد، تحلیل پوششی داده‌ها بیشترین کاربرد را در صنعت بانکداری و بیمه داشته است.

مدل‌های کلاسیک تحلیل پوششی داده‌ها، واحدهای مورد ارزیابی را به صورت یک جعبه سیاه در نظر می‌گیرند که ورودی‌ها را به خروجی‌ها تبدیل می‌کند. این مدل‌ها هیچ توجهی به ساختار و جریان درونی واحدها ندارند. مدل‌های شبکه‌ای تعمیمی بر این مدل‌های کلاسیک هستند که ساختار درونی واحدها را نیز در نظر می‌گیرند. این مدل‌ها اولین بار توسط گروسکوف و فارع<sup>۳</sup> (۲۰۰۰) معرفی شدند. در نگاهی کلی می‌توان مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها را مطابق شکل ۱ دسته‌بندی نمود.



شکل ۱. دسته‌بندی مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها بر حسب ساختار واحد تصمیم‌گیرنده

منبع: یافته‌های پژوهشگر

1- Charnes et al.

2- Liu et al.

3- Fare and Grosskopf

بر اساس شکل ۱، تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای به دو دسته چند مرحله‌ای و چند بخشی تقسیم شده است. مدل‌های چند مرحله‌ای بیشتر در حوزه ارزیابی کارایی زنجیره‌های تامین متشکل از چندین سازمان مختلف به کار می‌رود (ساعی و نجفی، ۱۳۹۲). در حالی که مدل‌های چند بخشی مربوط به ساختار داخلی یک سازمان است که از بخش‌های مختلف تشکیل می‌شود.

در ایران، بانک‌ها برای ارزیابی کارایی شعب خود، غالباً از رویکرد کلاسیک (بر گرفته از رویکرد بانکداری متعارف) و بدون در نظر گرفتن روابط داخلی میان بخش‌ها به ارزیابی و رتبه‌بندی می‌پردازند. در تحقیق حاضر مساله اصلی ارائه مدلی جدید براساس الگوی بانکداری اسلامی به منظور ارزیابی کارایی بانک‌ها با در نظر گرفتن ساختار و ارتباطات داخلی حاکم بر فعالیت شعب آن‌ها می‌باشد. بر این اساس و پس از مطالعه شیوه فعالیت و جریان کاری حاکم بر شعب بانک‌ها، یک مدل ۵ بخشی برای نمایش عملکرد شعب ارائه و سپس با بهره‌گیری از الگوی حاکم بر مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها، مدلی برای ارزیابی این ساختار چند بخشی پیشنهاد می‌شود. در نهایت نیز کاربرد این مدل بر روی شعب یکی از بانک‌های کشور ارائه شده است.

### مروری بر مطالعات پیشین

سوابق بسیاری از کاربرد مدل‌های کلاسیک تحلیل پوششی داده‌ها در بانک‌ها و موسسات مالی وجود دارد که در آن محققان با در نظر گرفتن تعدادی متغیر ورودی و خروجی و با استفاده از مدل‌های پایه‌ای BCC یا CCR به رتبه‌بندی شعب بانک‌ها پرداخته‌اند (فارسیجانی و همکاران ۱۳۹۰؛ کرد و همکاران ۱۳۹۰؛ محرابیان و همکاران ۱۳۹۰؛ معظمی گودرزی و همکاران ۱۳۹۳؛ دویل<sup>۱</sup> ۲۰۰۹؛ رضوی حاجی آقا و همکاران ۲۰۱۵).

با گذشت زمان کاربران دریافته‌اند که مدل‌های کلاسیک هیچ توجهی به ساختار درونی فعالیت بانک‌ها ندارند. بر این اساس مدل‌های شبکه‌ای مطرح گردید. یکی از اولین مطالعات کاربرد

1- Devil

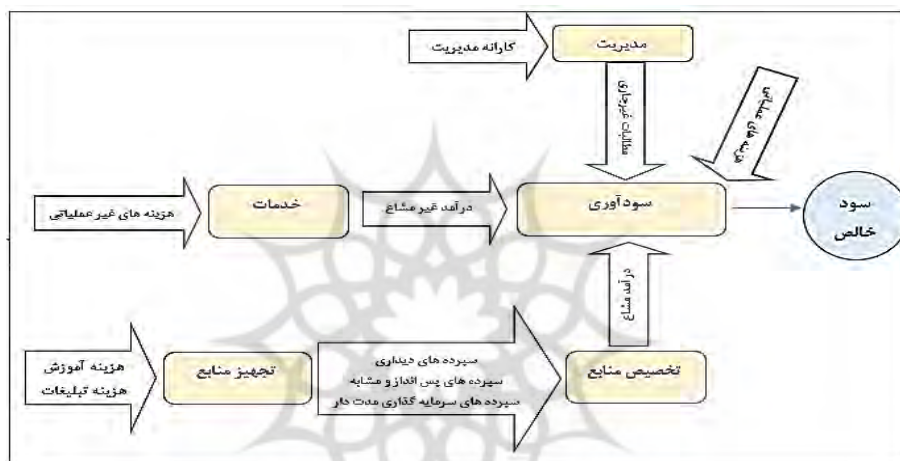
مدل‌های شبکه‌ای در ارزیابی کارایی بانک‌ها به مقاله لو<sup>۱</sup> (۲۰۰۳) باز می‌گردد. او در مقاله خود عملکرد بانک را در یک مدل دو بخشی شامل کارایی بازار و کارایی سودآوری تقسیم‌بندی و عملکرد کلی این مدل شبکه‌ای را تحلیل نمود. فوکویاما و ماتوسک<sup>۲</sup> (۲۰۱۱) عملکرد ۲۵ بانک ترکیه‌ای را در قالب یک مدل دو مرحله‌ای تحلیل نمودند. یانگ و لیو<sup>۳</sup> (۲۰۱۲) نیز به ارزیابی عملکرد ۵۵ شعبه از دو بانک کشور تایوان بر اساس یک مدل شبکه‌ای دو مرحله‌ای پرداختند. کائو و لیو<sup>۴</sup> (۲۰۱۳) با بهره‌گیری از مدل چندبخشی موازی کارایی ۲۲ بانک تجاری تایوان را بررسی نمودند. وانگ و باروس<sup>۵</sup> (۲۰۱۴) یک مدل دو مرحله‌ای، شامل کارایی هزینه و تولید را برای بررسی کارایی بانک‌های کشور برزیل پیشنهاد دادند. رای<sup>۶</sup> (۲۰۱۶) کارایی هزینه‌ای شعب بانک‌های هندی را با استفاده از یک مدل شبکه‌ای تحلیل نمود. رضوی حاجی آقا و همکاران (۱۳۹۴) نیز با استفاده از یک مدل دو بخشی، به ارزیابی کارایی جذب منابع و سودآوری ۱۰۰ شعبه یکی از بانک‌های ایران پرداخته است.

نگاهی به تحقیقات فوق‌گویی آن است که اگرچه مطالعات بسیاری در خصوص ارزیابی کارایی شعب بانک‌ها با در نظر گرفتن ساختار شبکه‌ای آن‌ها انجام شده است، اما اغلب این مطالعات ساختاری دو بخشی را در نظر گرفته‌اند. با این وجود نگاهی به ساختار حاکم بر فعالیت‌های شعب و تنوع فعالیت‌ها و اقدامات صورت گرفته در داخل آن‌ها نشان‌دهنده شبکه پیچیده‌تری از روابط و تعاملات میان بخش‌های گوناگون است. بر این اساس تحقیق حاضر ساختاری جدید و متشکل از ۵ بخش را برای نمایش جریان‌های کاری حاکم بر شعب پیشنهاد و مدلی برای ارزیابی این ساختار جدید پیشنهاد داده است.

- 
- 1- Luo
  - 2- Fukuyama and Matousek
  - 3- Yang and Liu
  - 4- Kao and Liu
  - 5- Wanke and Barros
  - 6- Ray

### تعیین ساختار چند بخشی شعب بانک

برای آشکار شدن ساختار چند بخشی شعب بانک‌ها بر اساس واقعیت‌های موجود و اجرایی آن‌ها، نسبت به مصاحبه با خبرگان بانکی اقدام شده است. منظور از خبرگان، مدیران و معاونین در سه سطح سازمانی عالی، میانی و عملیاتی بانک بوده که بیش از ده سال در حوزه بانکی فعالیت داشته‌اند و با اغلب مسائل موجود در بانک، علی‌الخصوص فعالیت‌های شعبه آشنایی دارند. در نهایت با توجه به مطالعات کتابخانه‌ای و نتایج حاصل از مصاحبه خبرگان، مدل کلی شبکه‌ای مطابق شکل ۲ برای فعالیت شعب بانک‌ها به دست آمده است.



شکل ۲. ساختار چند بخشی شعب بانک

شکل ۲ گویای این مطلب است که هر شعبه به طور کلی از پنج بخش تشکیل شده که به صورت شبکه‌ای بایکدیگر در ارتباط می‌باشند. سه بخش خدمات، تجهیز منابع و تخصیص منابع بر اساس الگوی بانکداری اسلامی نام گذاری شده است (فدایی نژاد و همکاران، ۱۳۹۴). با توجه به اهمیت عملکرد مدیریت در تخصیص منابع و وصول مطالبات غیر جاری و همچنین تاثیر مهم این دو متغیر بر میزان سود خالص شعب بانک‌ها، جهت ردیابی و ارزیابی بهینه، دو بخش مهم مدیریت و سودآوری مورد تاکید قرار گرفت.

در بخش خدمات، هزینه‌های غیر عملیاتی (از قبیل هزینه‌های پرسنلی، هزینه استهلاک، هزینه‌های اداری و ...) به عنوان متغیر ورودی و درآمد غیر مشاع (از قبیل کارمزد و درآمد متفرقه) به عنوان متغیر خروجی می‌باشد. در بخش تجهیز منابع، بانک‌ها معمولاً با استفاده از تبلیغات و آموزش به دنبال جذب منابع می‌باشند. همان طور که در شکل ۲ مشخص است، هزینه‌های آموزش و تبلیغات به عنوان متغیرهای ورودی و انواع سپرده‌های دیداری، سرمایه‌گذاری مدت دار و پس انداز به عنوان متغیرهای خروجی این بخش در نظر گرفته شده است. پس از جذب منابع، بانک‌ها در نقش واسطه‌های مالی، به نمایندگی از مشتریان اقدام به سرمایه‌گذاری می‌نمایند. نتیجه این سرمایه‌گذاری‌ها، درآمدهای غیر مشاع نام دارد. از آنجا که مطالبات غیر جاری بر عملکرد بانک‌ها اثر منفی دارد، مبالغی تحت عنوان کارانه در اختیار روسای شعب قرار می‌گیرد. هدف از این کار تشویق رییس و پرسنل شعبه جهت وصول مطالبات می‌باشد. با توجه به این که مطالبات غیر جاری یک خروجی نامطلوب به شمار می‌رود، بر این اساس برای حل مساله فوق از رویکرد گولانی و رول<sup>۱</sup> (۱۹۸۹) استفاده شده که از معکوس شاخص‌های نامطلوب در مدل استفاده می‌کند. شل<sup>۲</sup> (۲۰۰۱) نشان داده که این رویکرد نسبت به سایر روش‌های مواجهه با داده‌های نامطلوب عملکرد محتاطانه‌تری دارد. در نهایت باید توجه داشت که هدف اغلب بانک‌ها از احداث و ایجاد یک شعبه کسب درآمد و سود خالص است. به همین جهت برای ارزیابی دقیق عملکرد بانک، بخش سودآوری اهمیت زیادی برای مدیران ارشد بانک‌ها خواهد داشت. در این بخش، درآمدهای مشاع، درآمدهای غیرمشاع، هزینه مطالبات غیرجاری و هزینه عملیاتی به عنوان متغیرهای ورودی و سود خالص به عنوان متغیر نهایی خروجی در نظر گرفته شده‌اند.

---

1- Golany and Roll

2- Scheel

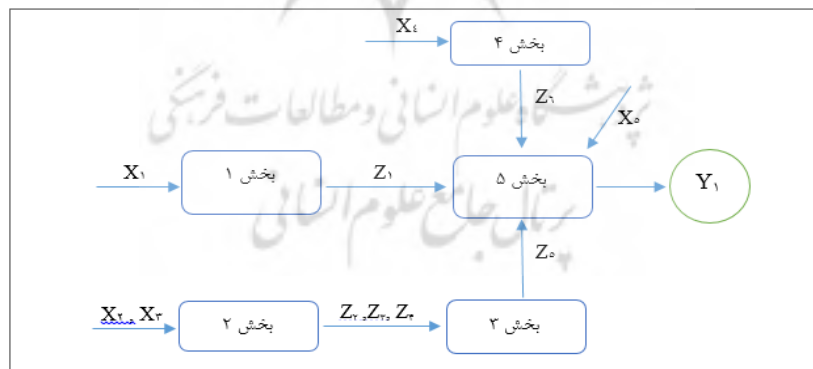
## مدل ریاضی پژوهش

با مشخص شدن ساختار چند بخشی شعب و نحوه ارتباط این بخش ها با یکدیگر، شکل ۲، می توان گفت مدل فوق براساس دسته بندی شکل ۱، در دسته مدل های شبکه ای از نوع چند بخشی ترکیبی قرار می گیرد. در این بخش مدل تحلیل پوششی داده های طراحی شده برای ارزیابی این ساختار شبکه ای ارائه می گردد. نمادهای به کار رفته در مدل سازی مساله به شرح جدول ۱ می باشد.

جدول ۱. متغیرهای ورودی و خروجی

متغیرهای ورودی	مجموعه میانی	متغیر خروجی
$X_1$ هزینه غیر عملیاتی	$Z_1$ درآمد غیر مشاع	$Y_1$ سودخالص
$X_2$ هزینه آموزش	$Z_2$ سپرده های دیداری	
$X_3$ هزینه تبلیغات	$Z_3$ سپرده پس انداز و مشابه	
$X_4$ کارانه مدیریت	$Z_4$ سپرده سرمایه گذاری مدت دار	
$X_5$ هزینه عملیاتی	$Z_5$ درآمد مشاع	
	$Z_6$ معکوس مطالبات غیر جاری	

با جایگذاری نمادهای فوق در شکل ۲، ساختار شبکه ای معادل در شکل ۳ تشکیل می شود.



شکل ۳. مدل چند بخشی شعب بانک در حالت نماد



بر اساس مبانی مدل تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی بخش خدمات (بخش اول) به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$E_{1j} = \frac{U_1 Z_{1j}}{V_1 X_{1j}}, j = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

بر همین اساس کارایی بخش تجهیز منابع (بخش دوم)، تخصیص منابع (بخش سوم)، مدیریت (بخش چهارم) و سودآوری (بخش پنجم) به ترتیب طبق روابط (۲) ° (۵) تعریف می‌شود:

$$E_{2j} = \frac{U_2 Z_{2j} + U_3 Z_{3j} + U_4 Z_{4j}}{V_2 X_{2j} + V_3 X_{3j}}, j = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

$$E_{3j} = \frac{U_5 Z_{5j}}{U_2 Z_{2j} + U_3 Z_{3j} + U_4 Z_{4j}}, j = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

$$E_{4j} = \frac{U_6 Z_{6j}}{V_4 X_{4j}}, j = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

$$E_{5j} = \frac{W_1 Y_{1j}}{U_1 Z_{1j} + U_6 Z_{6j} + U_5 Z_{5j} + V_5 X_{5j}}, j = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

با در نظر گرفتن روابط فوق مربوط به کارایی بخش‌های شبکه، کارایی کلی سیستم به صورت ترکیب محدبی از کارایی زیر سیستم‌های آن تعریف می‌شود. بر این اساس رابطه زیر حاصل می‌گردد:

$$E_j = \alpha_1 E_{1j} + \alpha_2 E_{2j} + \alpha_3 E_{3j} + \alpha_4 E_{4j} + \alpha_5 E_{5j} \quad (6)$$

که در این رابطه،

$$\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5 = 1 \quad (7)$$

با در نظر گرفتن محدودیتهای منطقی در کوچکتر از ۱ بودن کارایی‌ها (مهرگان، ۱۳۹۱)، مدل کلی تحقیق برای واحد تصمیم گیرنده صفر<sup>۱</sup> به این صورت تشکیل می‌شود:

$$\begin{aligned}
 \text{Max } Z_0 &= \alpha_1 E_{10} + \alpha_2 E_{20} + \alpha_3 E_{30} + \alpha_4 E_{40} + \alpha_5 E_{50} \\
 E_{1j} &= \frac{U_1 Z_{1j}}{V_1 X_{1j}} \leq 1, j = 1, 2, \dots, n \\
 E_{2j} &= \frac{U_2 Z_{2j} + U_3 Z_{3j} + U_4 Z_{4j}}{V_2 X_{2j} + V_3 X_{3j}} \leq 1, j = 1, 2, \dots, n \\
 E_{3j} &= \frac{U_5 Z_{5j}}{U_2 Z_{2j} + U_3 Z_{3j} + U_4 Z_{4j}} \leq 1, j = 1, 2, \dots, n \\
 E_{4j} &= \frac{U_6 Z_{6j}}{V_4 X_{4j}} \leq 1, j = 1, 2, \dots, n \\
 E_{5j} &= \frac{W_1 Y_{1j}}{U_1 Z_{1j} + U_6 Z_{6j} + U_5 Z_{5j} + V_5 X_{5j}} \leq 1, j = 1, 2, \dots, n \\
 \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5 &= 1 \\
 U_1, U_2, U_3, U_4, U_5, U_6, V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, W_1 &\geq 0
 \end{aligned} \tag{۸}$$

#### الگوریتم حل مدل

مدل ارائه شده در رابطه (۸) یک مدل برنامه‌ریزی کسری غیر خطی است که برای حل آن نمی‌توان از روش‌های مرسوم استفاده نمود. در نتیجه به طراحی یک الگوریتم حل نیاز است. در گام نخست و برای ساده‌سازی مساله از طریق عملیات ریاضی روی محدودیت‌های مدل، به شکل خطی تبدیل می‌شوند. با انجام این تغییر، محدودیت‌ها به صورت زیر تبدیل می‌شوند:

$$\begin{aligned}
 U_1 Z_{1j} - V_1 X_{1j} &\leq 0, j = 1, 2, \dots, n \\
 U_2 Z_{2j} + U_3 Z_{3j} + U_4 Z_{4j} - V_2 X_{2j} - V_3 X_{3j} &\leq 0, j = 1, 2, \dots, n \\
 U_5 Z_{5j} - U_2 Z_{2j} - U_3 Z_{3j} - U_4 Z_{4j} &\leq 0, j = 1, 2, \dots, n \\
 U_6 Z_{6j} - V_4 X_{4j} &\leq 0, j = 1, 2, \dots, n \\
 W_1 Y_{1j} - U_1 Z_{1j} - U_6 Z_{6j} - U_5 Z_{5j} - V_5 X_{5j} &\leq 0, j = 1, 2, \dots, n
 \end{aligned} \tag{۹}$$

حال، هر یک از محدودیت‌ها در ضریب  $\alpha_j, j = 1, 2, 3, 4, 5$  متناظر ضرب می‌شوند. در این حالت محدودیت‌های رابطه (۹) به صورت زیر تبدیل می‌شوند:

$$\begin{aligned}
\alpha_1 U_1 Z_{1j} - \alpha_1 V_1 X_{1j} &\leq 0 \\
\alpha_2 U_2 Z_{2j} + \alpha_2 U_3 Z_{3j} + \alpha_2 U_4 Z_{4j} - \alpha_2 V_2 X_{2j} - \alpha_2 V_3 X_{3j} \\
&\leq 0 \\
\alpha_3 U_5 Z_{5j} - \alpha_3 U_2 Z_{2j} - \alpha_3 U_3 Z_{3j} - \alpha_3 U_4 Z_{4j} &\leq 0 \quad (10) \\
\alpha_4 U_6 Z_{6j} - \alpha_4 V_4 X_{4j} &\leq 0 \\
\alpha_5 W_1 Y_{1j} - \alpha_5 U_1 Z_{1j} - \alpha_5 U_6 Z_{6j} - \alpha_5 U_5 Z_{5j} - \alpha_5 V_5 X_{5j} \\
&\leq 0
\end{aligned}$$

با تغییر متغیر  $\alpha_j U_i = U_{ij}$ ،  $\alpha_j W_i = W_{ij}$  و  $\alpha_j V_i = V_{ij}$  به ازای مقادیر مختلف  $i$  و  $j$ ، محدودیت‌های غیر خطی رابطه (۱۰) به صورت خطی زیر تبدیل می‌شوند ( $j = 1, 2, \dots, n$ ):

$$\begin{aligned}
U_{11} Z_{1j} - V_{11} X_{1j} &\leq 0 \\
U_{22} Z_{2j} + U_{32} Z_{3j} + U_{42} Z_{4j} - V_{22} X_{2j} - V_{32} X_{3j} &\leq 0 \\
U_{53} Z_{5j} - U_{23} Z_{2j} - U_{33} Z_{3j} - U_{43} Z_{4j} &\leq 0 \quad (11) \\
U_{64} Z_{6j} - V_{44} X_{4j} &\leq 0 \\
W_{15} Y_{1j} - U_{15} Z_{1j} - U_{65} Z_{6j} - U_{55} Z_{5j} - V_{55} X_{5j} &\leq 0
\end{aligned}$$

تابع هدف مدل (۸) از مجموع توابع کسری تشکیل شده است. برای حل مسائل کسری که تابع هدف آنها از جمع چندین کسر تشکیل شده، روش‌های مختلفی توسط کورنبلو و اشتوئر<sup>۱</sup> (۱۹۸۱)، لوهانیولا<sup>۲</sup> (۱۹۸۴)، و دوتا و همکاران<sup>۳</sup> (۱۹۹۲) ارائه شده است. روش دوتا و همکاران (۱۹۹۲) با الهام از روش فازی زیمرمان<sup>۴</sup> (۱۹۷۸) به حل مساله برنامه‌ریزی کسری می‌پردازد. در این مقاله نیز از این روش برای حل مساله استفاده شده است.

برای شرح روش فوق، اولین قسمت از تابع هدف مدل (۶)، یعنی  $\alpha_1 E_{1j}$  را در نظر بگیرید. با جایگذاری عبارت  $E_{1j}$  این رابطه به صورت زیر تبدیل می‌شود:

$$\alpha_1 E_{1j} = \alpha_1 E_{1j} = \alpha_1 \frac{U_1 Z_{1j}}{V_1 X_{1j}} = \frac{U_{11} Z_{1j}}{V_1 X_{1j}} \quad (12)$$

1- Kornbluth and Steuer

2- Luhandjula

3- Dutta et al.

4 - Zimmermann

بر اساس ویژگی‌های مدل DEA، حد بالای کارایی هر واحد برابر ۱ می‌باشد. فرض کنید تصمیم‌گیرنده حد پایین  $\theta_l$  را نیز برای کارایی سیستم و بخش‌های آن مشخص می‌کند. در نتیجه می‌توان تابع عضویت صورت کسر (۱۲) را به صورت زیر نشان داد:

$$\mu_{11j} = \begin{cases} 0, & U_{11}Z_{1j} \leq \theta_l \\ \frac{1 - U_{11}Z_{1j}}{1 - \theta_l}, & \theta_l \leq U_{11}Z_{1j} \leq 1 \end{cases} \quad (13)$$

به همین صورت با تعریف کران پایین ۱ برای مخرج کسر و کران بالای نامطلوب  $\phi_u = 1/\theta$  برای مخرج کسر (۱۲)، تابع عضویت مخرج به صورت زیر تشکیل می‌شود:

$$\mu_{12j} = \begin{cases} 0, & V_1X_{1j} \geq \phi_u \\ \frac{\phi_u - V_1X_{1j}}{\phi_u - 1}, & 1 \leq V_1X_{1j} \leq \phi_u \end{cases} \quad (14)$$

با در نظر گرفتن روابط (۱۳) و (۱۴)، بیشینه‌سازی عبارت کسری رابطه (۱۲)، معادل با بیشینه‌سازی عبارت  $\mu_{11j} + \mu_{12j}$  خواهد بود. با استدلالی مشابه می‌توان توابع عضویت برای عبارات صورت و مخرج چهار کسر دیگر در رابطه (۶) را نیز به دست آورد. برای عبارت دوم،  $\alpha_2 E_{2j}$ ، پس از تغییر متغیر، توابع عضویت صورت و مخرج به ترتیب عبارتند از:

$$\mu_{21j} = \begin{cases} 0, & U_{22}Z_{2j} + U_{32}Z_{3j} + U_{42}Z_{4j} \leq \theta_l \\ \frac{1 - U_{22}Z_{2j} - U_{32}Z_{3j} - U_{42}Z_{4j}}{1 - \theta_l}, & \theta_l \leq U_{22}Z_{2j} + U_{32}Z_{3j} + U_{42}Z_{4j} \leq 1 \end{cases} \quad (15)$$

$$\mu_{22j} = \begin{cases} 0, & V_2X_{2j} + V_3X_{3j} \geq \phi_u \\ \frac{\phi_u - V_2X_{2j} - V_3X_{3j}}{\phi_u - 1}, & 1 \leq V_2X_{2j} + V_3X_{3j} \leq \phi_u \end{cases} \quad (16)$$

برای عبارت سوم،  $\alpha_3 E_{3j}$ ، توابع عضویت به ترتیب برابرند با:

$$\mu_{31j} = \begin{cases} 0, & U_{53}Z_{5j} \leq \theta_l \\ \frac{1 - U_{53}Z_{5j}}{1 - \theta_l}, & \theta_l \leq U_{53}Z_{5j} \leq 1 \end{cases} \quad (17)$$

$$\mu_{32j} = \begin{cases} 0, & U_2Z_{2j} + U_3Z_{3j} + U_4Z_{4j} \geq \phi_u \\ \frac{\phi_u - U_2Z_{2j} - U_3Z_{3j} - U_4Z_{4j}}{\phi_u - 1}, & \phi_u - U_2Z_{2j} - U_3Z_{3j} - U_4Z_{4j} > 0 \\ 1, & 1 \leq U_2Z_{2j} + U_3Z_{3j} + U_4Z_{4j} \leq \phi_u \end{cases} \quad (18)$$

در عبارت چهارم،  $\alpha_4 E_{4j}$ ، این روابط به صورت زیر خواهند بود:

$$\mu_{41j} = \begin{cases} 0, & U_{64}Z_{6j} \leq \theta_l \\ \frac{1 - U_{64}Z_{6j}}{1 - \theta_l}, & \theta_l \leq U_{64}Z_{6j} \leq 1 \end{cases} \quad (19)$$

$$\mu_{42j} = \begin{cases} 0, & V_4X_{4j} \geq \phi_u \\ \frac{\phi_u - V_4X_{4j}}{\phi_u - 1}, & 1 \leq V_4X_{4j} \leq \phi_u \end{cases} \quad (20)$$

در نهایت، برای عبارت پنجم،  $\alpha_5 E_{5j}$ ، توابع عضویت صورت و مخرج به صورت زیر هستند:

$$\mu_{51j} = \begin{cases} 0, & W_{51}Y_{1j} \leq \theta_l \\ \frac{1 - W_{51}Y_{1j}}{1 - \theta_l}, & \theta_l \leq W_{51}Y_{1j} \leq 1 \end{cases} \quad (21)$$

$$\mu_{52j} = \begin{cases} 0, & U_1Z_{1j} + U_6Z_{6j} + U_5Z_{5j} + V_5X_{5j} \geq \phi_u \\ \frac{\phi_u - U_1Z_{1j} - U_6Z_{6j} - U_5Z_{5j} - V_5X_{5j}}{\phi_u - 1}, & \phi_u - U_1Z_{1j} - U_6Z_{6j} - U_5Z_{5j} - V_5X_{5j} > 0 \\ 1, & 1 \leq U_1Z_{1j} + U_6Z_{6j} + U_5Z_{5j} + V_5X_{5j} \leq \phi_u \end{cases} \quad (22)$$

با بیشینه‌سازی مجموع توابع عضویت، روابط (۱۳) ° (۲۲)، مقید به محدودیت‌های (۱۱)، مدل نهایی چند بخشی برای ارزیابی  $DMU_0$  به صورت زیر تشکیل می‌شود:

$$\begin{aligned} \text{Max } & \mu_{110} + \mu_{120} + \mu_{210} + \mu_{220} + \mu_{310} + \mu_{320} + \mu_{410} \\ & + \mu_{420} + \mu_{510} + \mu_{520} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} U_{11}Z_{1j} - V_{11}X_{1j} & \leq 0 \\ U_{22}Z_{2j} + U_{32}Z_{3j} + U_{42}Z_{4j} - V_{22}X_{2j} - V_{32}X_{3j} & \leq 0 \quad (23) \\ U_{53}Z_{5j} - U_{23}Z_{2j} - U_{33}Z_{3j} - U_{43}Z_{4j} & \leq 0 \\ U_{64}Z_{6j} - V_{44}X_{4j} & \leq 0 \\ W_{15}Y_{1j} - U_{15}Z_{1j} - U_{65}Z_{6j} - U_{55}Z_{5j} - V_{55}X_{5j} & \leq 0 \\ \forall i, j: U_{ij} \geq 0, V_{ij} \geq 0, W_{ij} \geq 0, U_i \geq 0, V_i \geq 0, \end{aligned}$$

**مطالعه موردی** مدل ارائه شده در رابطه (۲۳) یک مدل برنامه‌ریزی خطی است که با روش‌های موجود قابل حل می‌باشد. در این بخش به منظور نمایش کاربرد مدل فوق، از آن برای ارزیابی عملکرد ۲۱۰ شعبه یکی از بانک‌های کشور استفاده شده است.<sup>۱</sup> برای نمونه و با توجه به داده‌های گردآوری شده، بخشی از مدل مربوط به یکی از شعبه‌ها به صورت زیر است (مدل کامل شامل ۱۱۰۰ محدودیت است که امکان درج کامل آن وجود ندارد):

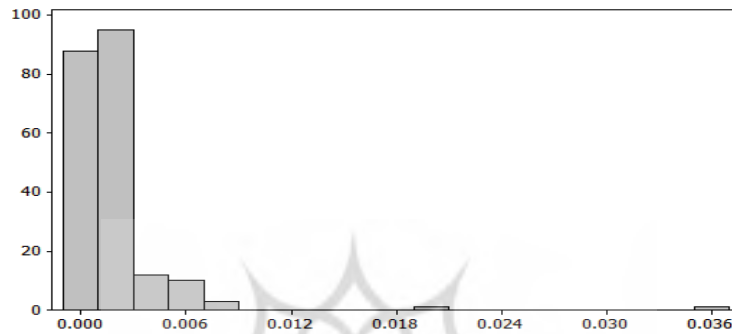
$$\begin{aligned} \text{Max } & \mu_{110} + \mu_{120} + \mu_{210} + \mu_{220} + \mu_{310} + \mu_{320} + \mu_{410} + \mu_{420} \\ & + \mu_{510} + \mu_{520} \\ 1.18E + 09U_{11} - 3.55E + 09V_{11} & \leq 0 \\ 6.6E010U_{22} + 8.18E + 10U_{32} + 1.62E + 11U_{42} - 5.43E \\ & + 07V_{22} \leq 0 \\ 2.38E + 10U_{53} - 6.6E + 10U_{23} - 8.18E + 10U_{33} - 1.62E \\ & + 11U_{43} \leq 0 \\ 2.92E + 10U_{64} - 6.97V_{44} & \leq 0 \end{aligned}$$

۱. به دلیل حجم بالای داده‌ها و نتایج، به صورت خلاصه ارائه شده‌اند. ضرایب به دست آمده به صورت فایل اکسل ارائه شده است.

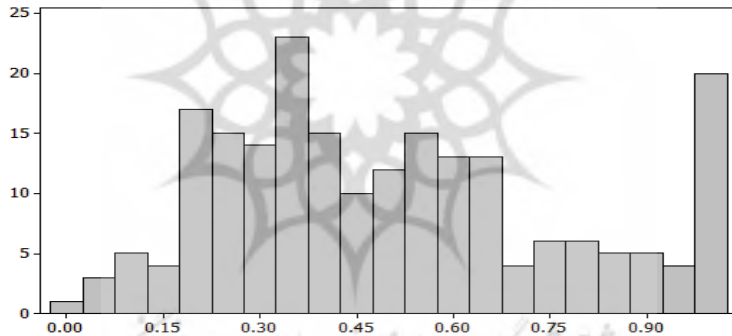
$$2.52E + 11W_{15} - 1.18E + 09U_{15} - 2.92E + 10U_{65} - 2.38E + 10U_{55} - 1.25E + 10V_{55} \leq 0$$

$$\forall i, j: U_{ij} \geq 0, V_{ij} \geq 0, W_{ij} \geq 0, U_i \geq 0, V_i \geq 0,$$

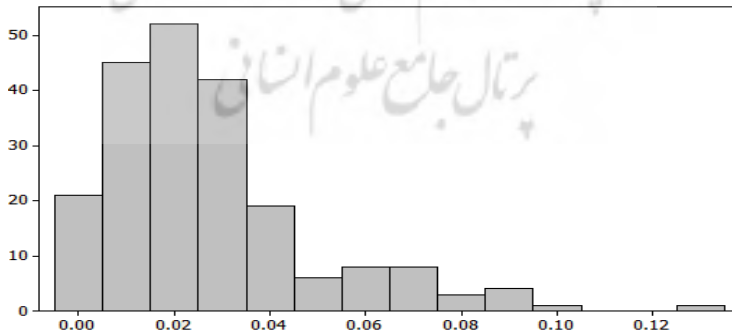
پس از گردآوری داده‌های مربوط به متغیرهای ورودی و خروجی، طبق جدول ۱، از یک کد MATLAB برای حل مدل (۲۳) به ازای هر یک از شعب مورد نظر استفاده شده است. هیستوگرام کارایی هر یک از پنج بخش بانک به ترتیب در شکل‌های ۱ الی ۶ ارائه شده است.



شکل ۱. نمودار فراوانی کارایی بخش خدمات



شکل ۲. نمودار فراوانی کارایی بخش تجهیز منابع

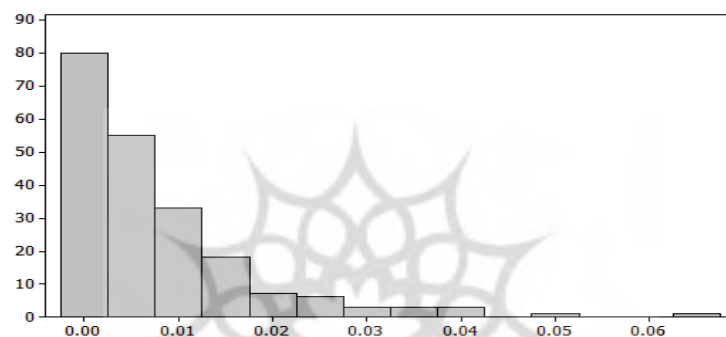
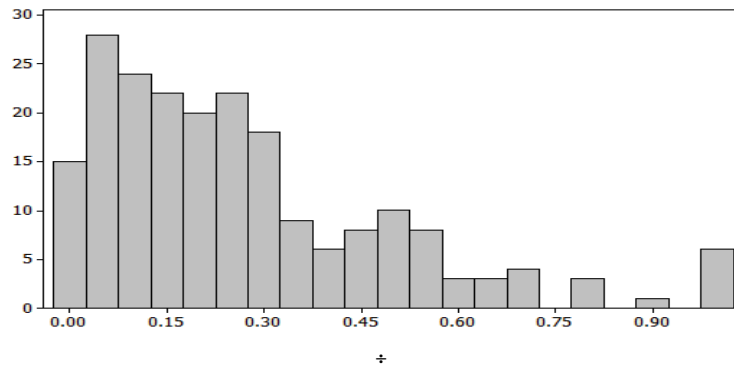




پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۳. نمودار فراوانی کارایی بخش تخصیص منابع



شکل ۵. نمودار فراوانی کارایی بخش سودآوری

برای بررسی بیشتر نتایج کارایی بخش‌های مختلف بانک، از تحلیل واریانس جهت مقایسه برابری میانگین چند جامعه، یعنی ارزیابی عدم وجود اختلاف بین میانگین‌های کارایی پنج بخش مختلف ساختار بانک، استفاده شده است. فرضیه مورد نظر به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\begin{cases} H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 \\ H_1: \text{حداقل یکی از تساوی‌های فوق برقرار نیست} \end{cases}$$

که  $\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4, \mu_5$  به ترتیب میانگین کارایی بخش‌های خدمات، تجهیز منابع، تخصیص منابع، مدیریت و سودآوری می‌باشند که از نتایج حل مدل به دست آمده‌اند. نتایج این آزمون در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲. تحلیل واریانس اختلاف در کارایی بخش‌های بانک

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F	سطح معنی داری
بخش های بانک	۴۱/۴۰۲۳	۴	۱۰/۳۵۰۶	۴۲۲/۹۴	۰/۰۰۰
خطا	۲۵/۵۷۴۴	۱۰۴۵	۰/۰۲۴۵		
کل	۶۶/۹۷۶۷	۱۰۴۹			

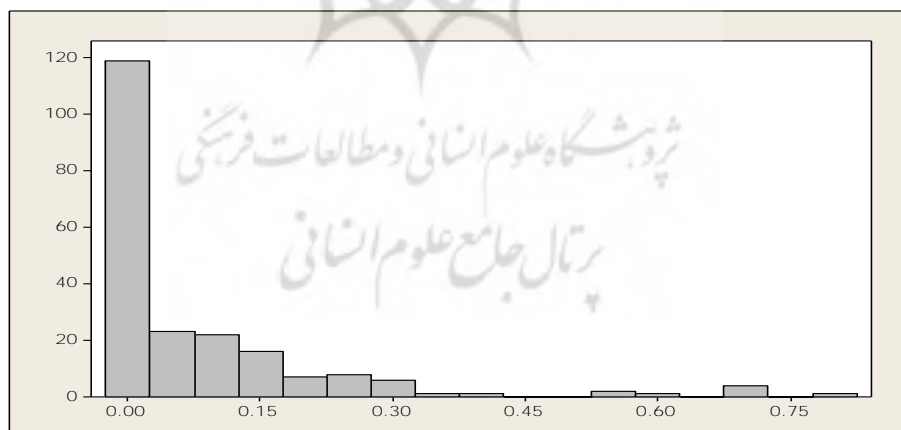
بر اساس جدول فوق، مقدار P-value برابر ۰,۰۰۰ محاسبه شده و در نتیجه فرض صفر (بی تفاوتی کارایی بخش های مختلف) در سطح معنی داری ۵٪ مردود است. با استفاده از آزمون کمترین تفاوت معنی دار (LSD)، مقایسه های زوجی میانگین کارایی بخش های مختلف در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳. فاصله اطمینان ۹۵٪ میان کارایی بخش های مختلف

بخش (I)	بخش (J)	اختلاف میانگین	انحراف استاندارد	Sig.
خدمات	تجهیز	-.*	.	..
	تخصیص	-.*	.	.
	مدیریت	-.*	.	.
	سودآوری	-.*	.	.
تجهیز	خدمات	.*	.	.
	تخصیص	.*	.	.
	مدیریت	.*	.	.
	سودآوری	.*	.	.
تخصیص	خدمات	.*	.	.
	تجهیز	-.*	.	.
	مدیریت	-.*	.	.

	سودآوری	*	.	.	.
مدیریت	خدمات	*	.	.	.
	تجهیز	*	-.	.	.
	تخصیص	*	.	.	.
	سودآوری	*	.	.	.
سودآوری	خدمات	.	.	.	.
	تجهیز	*	-.	.	.
	تخصیص	*	-.	.	.
	مدیریت	*	-.	.	.

بر اساس مقادیر سطح معنی داری محاسبه شده، میانگین کارایی بخش خدمات و سودآوری اختلاف معنی داری را نشان نمی دهد. در حالی که اختلاف بین میانگین سایر بخش‌ها با یکدیگر اختلاف دارند. میانگین کارایی هر یک از این بخش‌ها در سطح اطمینان ۹۵٪ به ترتیب برای تجهیز منابع برابر ۵۰/۵۹٪، برای بخش مدیریت برابر ۲۶/۸۱٪، و در بخش‌های تخصیص منابع، خدمات و سودآوری به ترتیب برابر ۲/۷٪، ۰/۱۹٪ و ۰/۷۷٪ است. کارایی کل هر یک از شعب نیز در نمودار شکل ۶ نشان داده شده است.



شکل ۶. نمودار فراوانی کارایی کل

ملاحظه می‌گردد که مقادیر کارایی کل و بخش‌ها در سطح بسیار پایینی ارزیابی شده است. این امر به دلیل (۱) پایین بودن سطح عملکرد شعب در هر یک از شاخص‌ها از یک سو و (۲) رویکرد سخت‌گیرانه‌تر مدل‌های شبکه‌ای در خصوص ارزیابی کارایی شعب می‌باشد. در خصوص توصیه‌های کاربردی برای بهبود عملکرد شعب در بخش بعدی پیشنهاداتی ارائه شده است. با این وجود در مدل‌های چند بخشی، از آنجا که شاخص‌ها در هر دو نقش ورودی و خروجی ظاهر می‌شوند، قطعاً ارائه مقادیر بهبود یافته برای آنها به سادگی مدل‌های کلاسیک میسر نخواهد بود.

### نتیجه‌گیری

مساله ارزیابی کارایی یکی از مهم‌ترین چالش‌های پیش روی مدیران در صنعت پویا و حیاتی بانکداری به شمار می‌رود. فقدان کارایی به منزله بالا بودن هزینه‌های پول در بانک بوده که باعث بالا رفتن هزینه‌ها، کاهش سودآوری و ایجاد بحران‌های مالی در بانک‌ها می‌شود. از این رو نگاهی عمیق و سخت‌گیرانه به مساله ارزیابی کارایی در بانک‌ها حائز اهمیت بسیار است. مدل‌های مبتنی بر تحلیل پوششی داده‌ها کاربردهای وسیعی در حوزه سنجش و ارزیابی کارایی بانک‌ها داشته‌اند. با این وجود نقطه ضعف اساسی مدل‌های کلاسیک آن است که این مدل‌ها توجهی به ساختار و جریان کاری درون شعب و بخش‌های آن ندارند. در مطالعات پیشین تحقیقاتی در زمینه شناسایی و ارزیابی ساختارهای درونی بانک‌ها انجام شده است. در تحقیق حاضر و پس از مصاحبه با خبرگان بانکی، جریانی بومی شده در بانک‌های ایرانی متشکل از پنج بخش تجهیز منابع، تخصیص منابع، مدیریت، سودآوری و خدمات شناسایی گردید. سپس مدلی برای ارزیابی کارایی این ساختار شناسایی شده طراحی و رویکردی مبتنی بر الگوریتم فازی برای حل این مدل مطرح گردید. کاربرد مدل طراحی شده در ۲۱۰ شعبه یکی از بانک‌های کشور نشان دهنده آن است که اگرچه بخش جذب منابع و مدیریت بانک‌ها از کارایی نسبتاً بالاتری نسبت به بخش‌های دیگر برخوردار است، با این وجود بانک‌ها در کارایی بخش‌های تخصیص منابع، خدمات و سودآوری با مشکل مواجه می‌باشند.

این نتیجه گویای لزوم توجه جدی مدیران صنعت بانکداری در حوزه‌هایی نظیر اعطای تسهیلات، خدمات مشتریان و کاهش هزینه‌های مالی و غیر مالی است که می‌تواند باعث رفع اشکالات فوق شود. با توجه به اوزان به دست آمده برای هر یک از شاخص‌های ارزیابی و نیز عملکرد شعب در این شاخص‌ها، یکی از دلایل پایین بودن کارایی خدمات، بالا بودن هزینه‌های غیر عملیاتی شعب است. در بخش تجهیز منابع، بانک باید برنامه‌هایی به منظور جذب سپرده‌های ارزان قیمت (شامل سپرده‌های دیداری و پس انداز) را طراحی و به کار گیرد. جذب این منابع با کاهش هزینه‌های عملیاتی و افزایش درآمدهای مشاع، باعث افزایش کارایی کل و نیز کارایی بخشهای تخصیص منابع و سودآوری خواهد شد. ضمن آن که بالا بودن میزان مطالبات به عنوان یک خروجی نامطلوب، ناکارایی کلی و مدیریتی را به دنبال داشته است.



## منابع

- تفضلی، فریدون (۱۳۹۴). اقتصاد کلان، نظریه ها و سیاست های اقتصادی (ویراست سوم)، انتشارات نشر نی، چاپ هفدهم.
- جهانشاهلو، غلامرضا، حسین زاده لطفی، فرهاد و هاشم، نیکو مرام (۱۳۸۹). تحلیل پوششی داده ها و کاربردهای آن، انتشارات آثارنفس.
- ساعی، ساويز و اسماعیل، نجفی (۱۳۹۲). استفاده از مدل تحلیل پوششی داده ها برای ارزیابی عملکرد زنجیره تامین سه سطحی، فصلنامه مدیریت صنعتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنج، سال هشتم، شماره ۲۵.
- رضوی حاجی آقا، سید حسین، نیلچی، مسلم و صبا، حنیفی (۱۳۹۴). ارزیابی کارایی جذب منابع و سودآوری بانک ها با مدل تحلیل پوششی داده های فازی، اولین کنفرانس ملی بهینه سازی و تصمیم گیری، مازندران، ایران.
- فارس سنجانی، حسن، آرمان، محمد حسین، حسین بیگی، علیرضا و اعظم، جلیلی (۱۳۹۰). ارائه مدل تحلیل پوششی داده ها با رویکرد ورودی-خروجی محور، فصلنامه چشم انداز مدیریت صنعتی، شماره ۱، صص ۳۹-۵۶.
- فدایی نژاد، محمد اسماعیل، صادقی شریف، سید جلال و مسلم، نیلچی (۱۳۹۴). مدیریت مالی در ایران (ویرایش دوم)، انتشارات نوید مهر، چاپ اول.
- کرد، باقر، شیخ زاده، شکوه و راضیه، جعفری (۱۳۹۰). ارزیابی کارایی بانک ها به روش تحلیل پوششی داده ها. مطالعه موردی: یکی از بانک های استان سیستان و بلوچستان، سومین همایش ملی تحلیل پوششی داده ها.
- محرابیان، سعید، ساعتی مهتدی، صابر و علی، هادی (۱۳۹۰). ارزیابی کارایی شعب بانک اقتصاد نوین با ترکیبی از روش شبکه عصبی و تحلیل پوششی داده ها، مجله تحقیق در عملیات و کاربردهای آن، سال هشتم، شماره ۴، صص ۲۹-۳۹.

معظمی گودرزی، محمدرضا، جابرانصاری، محمدرضا، معلم، آذر و محبوبه، شکبیا (۱۳۹۳). کاربرد تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در ارزیابی کارایی نسبی و رتبه‌بندی شعب بانک رفاه استان لرستان و مقایسه نتایج آن با روش *TOPSIS*، فصلنامه پژوهشهای اقتصادی (رشد و توسعه پایدار)، سال چهاردهم، شماره اول، صص ۱۱۵-۱۲۶.

مهرگان، محمدرضا (۱۳۹۱). تحلیل پوششی داده‌ها: مدل‌های کمی در ارزیابی عملکرد سازمان‌ها، انتشارات نشر کتاب دانشگاهی، چاپ دوم.

Charnes A, WW Cooper, B Golany, LM Seiford and J Stutz (1985). *Foundations of Data Envelopment Analysis for Pareto-Koopmans Efficient Empirical Production Functions*. J Econometrics, Vol. 30, pp. 91-107.

Devil, A(2009). *Branch banking network assessment using DEA: A benchmarking analysis-A note*, Management Accounting Research, Vol. 20, pp.252-261.

Dutta, D., Tiwari, R.N., Rao, J.R. (1992). *Multiple Objective Linear Fractional Programming Problem-a Fuzzy Set Theoretic Approach*, Fuzzy Sets and Systems, Vol. 52 , pp. 39° 45.

Emrouznejad, A. Parker, B. and G. Tavares(2008). *Evaluation of research in efficiency and productivity: A survey and analysis of the 30 years of scholarly literature in DEA*, Journal of Socio-Economics Planning Science, 42(3), pp.151-157.

Fare, R., Grosskopf, S., (2000). *Network DEA*. Socio-economic planning science, Vol.34.

Fukuyama, H., Matousek, R.,(2011). *Efficiency of Turkish banking: Two-stage network system.Variable returns to scale model*, Int. Fin. Markets, Inst. and Money, Vol. 21, pp. 75-91.

Golany,B., Roll, Y.(1989). *An application procedure for DEA*. Omega: The International Journal of Management science, Vol. 17, pp.237-250.

Kao,Ch.,Liu,Sh.T.(2013). *Multi-period efficiency measurement in data envelopment analysis:The case of Taiwanese commercial banks*, Omega.

Kornbluth, J.H.S. (1981). Steuer, R.E., *Multiple Objective Linear Fractional Programming*, Management Science, Vol. 27, pp.1024-1039.

Liu, J.S., L.Y.Y. Lu, W.M. Lu, B.J.Y. Lin,(2013). *Data envelopment analysis 1978-2010: A citation-based literature survey*, Omega, Vol. 41, pp. 3-15.

Luhandjula, M.K. (1984). *Fuzzy Approaches for Multiple Objective Linear Fractional Optimization, Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 13, pp. 11-23.

Luo, X,(2003). *Evaluating the profitability and marketability efficiency of large banks An application of data envelopment analysis*. Journal of Business Research ,Vol.56, 627-635.

Ray S. (2016), *Cost efficiency in an Indian bank branch network: A centralized resource allocation model*. Omega,Vol.59.

Razvi hajiagha,S.H.,Hashemi,Sh.S.,Amoozad Mahdizji,H.,Azaddel ,J.(2015). *Multi-period data envelopment analysis based on Chebyshev inequality bounds*, Expert Systems with Applications , Vol.42, Iss.21, PP. 7759° 7767.

Scheel, H.,*Undesirable outputs in efficiency valuations*. European Journal of Operational Research, Vol. 132, Issue 2, 400-410, 2001.

Wanke, P., Barros, C, (2014). *Two-stage DEA: An application to major Brazilian banks*, Expert Systems with Applications, Vol.41, PP. 2337° 2344.

Yang, Ch., Liu, H.M,( 2012). *Managerial efficiency in Taiwan bank branches: A network DEA*, Economic Modelling, Vol. 29,pp. 450-461.

Zimmermann, H.J. (1978). Fuzzy programming and linear programming with several objective functions. *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 1,Issue 1 ,pp. 45-55.