فصل‌نامه مطالعاتی در مدیریت بانکی و بانکداری اسلامی

مؤسسه عالی آموزش بانکداری ایران
بهار ۱۴۰۵، دوره ۱۲، شماره ۳۳، ۲۹-۷۸.

کارایی بانک‌ها در شرایط ریسک و عدم‌قطعیت: رویکرد تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای

بهمن همرنگ[۱]، علیرضا بحیرایی[۲] و احسان تیموری[۳]

چکیده

ارزیابی کارایی بانک‌ها در محیط‌های پرریسک و همراه با عدم‌قطعیت مستلزم چارچوب‌هایی است که بتوانند هم‌زمان ساختار داخلی عملیات بانکی و نوسانات محیطی را لحاظ کنند. این پژوهش یک چارچوب تجربی یکپارچه برای سنجش کارایی بانک‌های بورسی و فرابورسی ایران ارائه می‌دهد و ترکیبی از تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای قطعی و تعمیم فازی آن را به‌کار می‌گیرد. با استفاده از داده‌های دوره ۱۳۹۷–۱۴۰۲، کارایی ۱۶ بانک بورسی و فرابورسی ایران با محاسبه کارایی قطعی و حدود پایین، بالا و میانگین کارایی فازی برآورد شد. نتایج نشان‌دهنده وجود شکاف معنادار میان کارایی قطعی و فازی است که نشانگر ناکارایی‌های ساختاری و نهادی پایدار است. ناکارایی‌ها عمدتاً ناشی از ضعف حاکمیت شرکتی، کیفیت پایین تصمیم‌گیری و مدیریت ناکارای ریسک بوده و نوسانات محیطی نقش تشدیدکننده دارند. ناهمگنی قابل‌توجهی در کارایی بانک‌ها مشاهده می‌شود که عمدتاً در مراحل کلیدی واسطه‌گری مالی متمرکز است. یافته‌ها بر ضرورت اصلاحات نهادی و بازطراحی سازوکارهای نظارتی برای ارتقاء تاب‌آوری و عملکرد بانک‌ها در شرایط عدم‌قطعیت تأکید دارند.

کلیدواژه‌ها: کارایی بانک‌ها، تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای، مدل فازی، مدیریت ریسک بانکی، عدم‌قطعیت.

طبقه‌بندی JEL: G21, G28, C61, C44.

---

۱. دانشجوی دکتری مدیریت عالی بانک (DBM)، موسسه عالی آموزش بانکداری ایران، تهران ایران.
Bahman.hamrang@outlook.com
۲. عضو هیئت علمی گروه ریاضیات، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران Alireza.bahiraie@semnan.ac.ir
۳. دکتری مدیریت صنعتی، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران ایران. E.teymouri@hotmail.com

۱. مقدمه

ارزیابی کارایی بانک‌ها در محیط‌هایی که با ریسک‌های چندبعدی و سطوح بالای عدم‌قطعیت مواجه‌اند، به یکی از مسائل محوری در ادبیات معاصر بانک‌داری و ثبات مالی تبدیل شده است. بانک‌ها به‌عنوان نهادهای واسطه‌گر مالی، نه‌تنها با چالش‌های متعارف تخصیص منابع روبه‌رو هستند، بلکه هم‌زمان در معرض ریسک‌های اعتباری، عملیاتی و بازار قرار دارند که می‌تواند پایداری و عملکرد آن‌ها را به‌طور اساسی تحت تأثیر قرار دهد. در چنین بستری، سنجش کارایی صرفاً بر مبنای روابط تجمیعی نهاده-ستانده و بدون توجه به ساختار درونی فرآیندهای بانکی، قادر به بازنمایی دقیق عملکرد واقعی بانک‌ها نیست و ممکن است به استنباط‌های گمراه‌کننده در سطح سیاست‌گذاری و نظارت بانکی منجر شود. از این‌رو، مسأله اصلی این پژوهش در پاسخ به یک خلأ اساسی شکل می‌گیرد: چگونه می‌توان کارایی بانک‌ها را به‌گونه‌ای سنجید که هم ساختار پیچیده درونی آن‌ها و هم عدم‌قطعیت ذاتی محیط فعالیت بانکی را به‌طور هم‌زمان منعکس نماید؟

مطالعات پیشین در حوزه کارایی بانک‌ها، عمدتاً بر مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های سنتی (DEA) متکی بوده‌اند. اگرچه این مطالعات شواهد ارزشمندی درباره تفاوت‌های کارایی میان بانک‌ها ارائه کرده‌اند، اما اغلب از نادیده‌گرفتن ساختار شبکه‌ای عملیات بانکی و نقش مراحل میانی مانند واسطه‌گری مالی و مدیریت ریسک رنج می‌برند. پژوهش‌های جدیدتر با معرفی تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای (NDEA) گامی مهم در جهت رفع این محدودیت برداشته‌اند و نشان داده‌اند که ناکارایی‌ها غالباً در مراحل خاصی از فرآیند بانکی انباشته می‌شوند، نه در کل سیستم به‌صورت یکنواخت. بانک‌ها دارای ساختارهای پیچیده و چندمرحله‌ای هستند که در آن‌ها فرایند جذب منابع، تخصیص اعتبارات، مدیریت دارایی‌ها و خلق درآمد به‌صورت زنجیره‌ای انجام می‌شود. تحلیل پوششی داده‌های کلاسیک با فرض یک

فرایند تولید یکپارچه، قادر به انعکاس این ساختار درونی نیست. تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای با تفکیک فرایند تولید به مراحل به‌هم‌پیوسته، امکان سنجش کارایی هر مرحله و همچنین کارایی کل سیستم را فراهم می‌سازد (تونی و تسوتسویی، ۲۰۰۹). از دیدگاه نظری، تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای این قابلیت را دارد که منشأ ناکارایی را در درون ساختار بانک شناسایی کرده و تمایز روشنی میان ناکارایی‌های عملیاتی و مدیریتی ایجاد نماید (کائو، ۲۰۱۴). این ویژگی، تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای را به ابزاری مناسب برای تحلیل سیاستی و مدیریتی در نظام بانکی تبدیل کرده است. در جدول ۱ ضمائم؛ برخی از ویژگی‌ها و مزایای مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای بیان گردیده است.

با این حال، بخش قابل‌توجهی از این ادبیات همچنان بر داده‌های قطعی تکیه دارد و اثر عدم‌قطعیت‌های اطلاعاتی و نوسانات کلان‌اقتصادی را در ارزیابی کارایی نادیده می‌گیرد. داده‌های مورد استفاده در ارزیابی عملکرد بانک‌ها غالباً با عدم‌قطعیت، ابهام و نوسانات محیطی همراه هستند. تغییرات شرایط اقتصادی، ریسک‌های اعتباری و نقدینگی، و محدودیت‌های اطلاعاتی سبب می‌شوند که مقادیر ورودی‌ها و خروجی‌ها به‌صورت دقیق و قطعی قابل مشاهده نباشند. در چنین شرایطی، استفاده از رویکردهای فازی به‌منظور لحاظ‌کردن عدم‌قطعیت داده‌ها، تصویری واقع‌بینانه‌تر از عملکرد واحدها ارائه می‌دهد. مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای فازی با تلفیق ساختار شبکه‌ای و نظریه مجموعه‌های فازی، چارچوبی جامع برای سنجش کارایی سیستم‌های چندمرحله‌ای تحت شرایط عدم‌قطعیت فراهم می‌کند. مخصوصا در اقتصاد ایران، اقتصادی با نوسانات بالا و سطح قابل‌توجهی از عدم‌قطعیت، سهم اصلی این مطالعه نیز بر تعمیم مبتنی بر این سازوکارها استوار است، نه تعمیم آماری صرف. در این مدل، ورودی‌ها، خروجی‌ها و متغیرهای میانی می‌توانند به‌صورت اعداد فازی مثلثی تعریف می‌شوند، به‌گونه‌ای که دامنه تغییرات و عدم‌قطعیت ذاتی داده‌ها در فرآیند ارزیابی

لحاظ شود. نظریه مجموعه‌های فازی به‌جای استفاده از عضویت دوحالتی (۰ یا ۱)، درجه عضویت را در بازه تعریف می‌کند. این پژوهش دقیقاً در امتداد همین شکاف نظری و تجربی قرار می‌گیرد و با تلفیق NDEA و چارچوب فازی، پیوندی معنادار میان دو جریان ادبیات «ساختارمحور» و «ریسک‌محور» در سنجش کارایی بانک‌ها برقرار می‌کند.

هدف اصلی این مطالعه، ارزیابی هم‌زمان کارایی و مدیریت ریسک بانک‌های بورسی و فرابورسی با لحاظ ساختار شبکه‌ای داخلی و عدم‌قطعیت داده‌ها است. در این راستا، پژوهش بر این فرض استوار است که (فرضیه اصلی) تفاوت‌های مشاهده‌شده در کارایی بانک‌ها، بیش از آنکه ناشی از نوسانات کوتاه‌مدت یا عوامل بیرونی باشد، ریشه در عوامل ساختاری، نهادی و حاکمیتی نهفته در شبکه‌های درونی عملیات بانکی دارد. به‌عنوان فرضیه‌های مکمل، انتظار می‌رود که (۱) کارایی برآوردشده در چارچوب‌های قطعی، در صورت لحاظ‌کردن عدم‌قطعیت داده‌ها، از پایداری کمتری برخوردار باشد و (۲) بانک‌هایی که بازه‌های کارایی فازی باثبات‌تری دارند، از منظر مدیریت ریسک و تاب‌آوری نهادی، عملکرد مطلوب‌تری نشان‌دهند. این فروض با دیدگاه‌های نظری مرتبط با واسطه‌گری مالی، حاکمیت شرکتی و نظریه ریسک–بازده در بانک‌داری هم‌راستا هستند و کارایی را نه صرفاً یک شاخص فنی، بلکه بازتابی از رفتار نهادی و کیفیت تصمیم‌گیری در بانک‌ها تلقی می‌کنند.

چارچوب مفهومی پژوهش بر این منطق استوار است که ساختار شبکه‌ای بانک‌ها، کانالی است که از طریق آن، سازوکارهای حاکمیتی و شیوه‌های مدیریت ریسک به نتایج کارایی منتقل می‌شوند. در این چارچوب، تحلیل شبکه‌ای امکان شناسایی گلوگاه‌های عملکردی در مراحل مختلف عملیات بانکی را فراهم می‌سازد، در حالی که چارچوب فازی، عدم‌قطعیت پیرامون این برآوردها را به‌طور صریح مدل‌سازی می‌کند. به‌این‌ترتیب، فرضیه‌ها و چارچوب تحقیق

به‌صورت منسجم به یکدیگر پیوند می‌خورند و امکان تفکیک میان ناکارایی‌های ساختاری پایدار و نوسانات کارایی ناشی از شرایط محیطی را فراهم می‌آورند.

از منظر دلالت‌های نظری، این پژوهش با ارائه شواهد تجربی مبتنی بر NDEA فازی، ادبیات کارایی بانک‌ها را از رویکردهای ایستا و قطعی فراتر برده و بر ضرورت لحاظ‌کردن هم‌زمان ساختار درونی و عدم‌قطعیت تأکید می‌کند. از منظر تجربی و سیاستی نیز، نتایج مطالعه نشان می‌دهد که اتکای صرف به شاخص‌های تجمیعی کارایی می‌تواند تصویر نادقیقی از عملکرد بانک‌ها ارائه دهد. در مقابل، استفاده از ابزارهای تشخیصی مبتنی بر شبکه و ارزیابی‌های حساس به ریسک، می‌تواند به نهادهای ناظر و مدیران بانکی در طراحی مداخلات هدفمند، تقویت تاب‌آوری نهادی و ارتقای ثبات مالی کمک شایانی کند.

۲. ادبیات پژوهش

ارزیابی کارایی بانک‌ها همواره یکی از محورهای اصلی ادبیات تجربی بانک‌داری بوده است، به‌ویژه با توجه به نقش محوری بانک‌ها در واسطه‌گری مالی، تخصیص منابع، انتقال ریسک و حفظ ثبات کلان‌اقتصادی. مطالعات اولیه عمدتاً بر شاخص‌های نسبت‌محور و رویکردهای پارامتریک مرزی متمرکز بودند؛ با این حال، معرفی تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) توسط چارنز و همکاران (۱۹۷۸) و توسعه‌های بعدی آن، چارچوبی ناپارامتریک و انعطاف‌پذیر را فراهم ساخت که امکان لحاظ هم‌زمان چندین نهاده و ستانده را بدون تحمیل فروض تابعی محدودکننده مهیا می‌کرد. از آن زمان، روش‌های مبتنی بر DEA به یکی از ابزارهای غالب در ارزیابی عملکرد بانک‌ها در محیط‌های نهادی و مقرراتی مختلف تبدیل شده‌اند (برگر و هامفری، ۱۹۹۷؛ کوپر و همکاران، ۲۰۰۷). مبانی نظری این پژوهش چارچوب مفهومی و

تحلیلی مبتنی بر نظریه واسطه‌گری مالی، مفهوم اقتصادی کارایی و مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای و نسخه فازی آن است که مبنای سنجش کارایی بانک‌ها را فراهم می‌کند.

بخش قابل‌توجهی از ادبیات تجربی، از مدل‌های متعارف DEA برای بررسی کارایی بانک‌ها در اقتصادهای توسعه‌یافته و در حال توسعه استفاده کرده است. در این مطالعات، بانک‌ها غالباً به‌عنوان واحدهای تصمیم‌گیرنده «جعبه‌سیاه» در نظر گرفته می‌شوند که نهاده‌های تجمیع‌شده‌ای نظیر نیروی کار، سرمایه و سپرده‌ها را به ستانده‌هایی همچون تسهیلات و دارایی‌های درآمدزا تبدیل می‌کنند (سیفورد و ژو، ۱۹۹۹؛ فوکویاما و وبر، ۲۰۰۲). اگرچه این رویکرد بینش‌های ارزشمندی درباره مقایسه‌های مقطعی و بین‌زمانی ارائه می‌دهد، اما با نادیده گرفتن ساختار درونی عملیات بانکی، توان تبیین منشأ ناکارایی را محدود کرده و راهنمایی اندکی برای مداخلات مدیریتی و سیاستی فراهم می‌سازد (کائو، ۲۰۱۴).

به‌طور موازی، جریان گسترده‌ای از پژوهش‌ها به بررسی رابطه میان ریسک و کارایی بانکی پرداخته‌اند. شواهد تجربی نشان می‌دهند که ضعف در مدیریت ریسک‌های اعتباری، نقدینگی، عملیاتی و بازار، به‌طور معناداری عملکرد بانک‌ها را تضعیف می‌کند (هالکوس و تزرمس، ۲۰۱۲؛ برگر و مستر، ۱۹۹۷). به‌ویژه، ریسک اعتباری از طریق افزایش مطالبات غیرجاری، تضعیف کفایت سرمایه و نوسانات سودآوری، به‌عنوان یکی از عوامل کلیدی ناکارایی بانکی شناسایی شده است. ریسک عملیاتی نیز، ناشی از نقص فرایندها و ضعف سیستم‌های اطلاعاتی، هزینه‌های پنهانی را ایجاد می‌کند که در مدل‌های تجمیعی کارایی به‌سادگی قابل مشاهده نیستند (فوکویاما و وبر، ۲۰۰۲).

با وجود اهمیت نظری و تجربی ریسک، بخش عمده‌ای از مطالعات مبتنی بر DEA ، ریسک را یا به‌صورت متغیر کنترلی برون‌زا لحاظ کرده یا به‌طور کلی نادیده گرفته‌اند. این محدودیت

به‌ویژه در نظام‌های بانکی نوظهور و بانک‌محور که با آسیب‌پذیری‌های ساختاری، ضعف حاکمیت شرکتی و ناپایداری‌های مقرراتی مواجه‌اند، پیامدهای جدی‌تری دارد. در چنین شرایطی، برآوردهای کارایی حاصل از مدل‌های قطعی و جعبه‌سیاه می‌توانند ناپایدار بوده و نسبت به نویز داده‌ها حساس باشند (امروزنژاد و یانگ، ۲۰۲۳).

در پاسخ به این کاستی‌ها، بدنه‌ای روبه‌رشد از ادبیات به توسعه تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای (NDEA) روی آورده است که ساختار درونی فرایند تولید را به‌صورت صریح مدل‌سازی می‌کند (فاره و گروسکاپف، ۲۰۰۰؛ کائو، ۲۰۱۴). با تفکیک عملیات بانکی به مراحل به‌هم‌پیوسته‌ای نظیر تجهیز منابع، واسطه‌گری مالی و خلق درآمد، NDEA امکان سنجش کارایی را هم در سطح کل سیستم و هم در سطح زیرفرایندها فراهم می‌سازد. شواهد تجربی اخیر نشان می‌دهند که ناکارایی بانکی غالباً ناشی از مراحل خاصی از زنجیره خلق ارزش است، نه کل سازمان به‌صورت یکنواخت (چن و همکاران، ۲۰۲۴؛ چن، ۲۰۲۴).

با این حال، حتی مدل‌های شبکه‌ای نیز عموماً بر داده‌های دقیق و نقطه‌ای متکی‌اند و به‌طور ضمنی قطعیت در نهاده‌ها و ستانده‌ها را مفروض می‌گیرند. این فرض در محیط‌های بانکی که با نوسانات کلان‌اقتصادی، تغییرات مقرراتی و خطاهای اندازه‌گیری مواجه‌اند، به‌سختی قابل دفاع است. داده‌های مالی بانک‌ها، به‌ویژه در اقتصادهای نوظهور، اغلب تحت تأثیر تأخیرهای گزارشگری و ملاحظات حسابداری قرار دارند که به عدم‌قطعیت در برآورد کارایی منجر می‌شود (لیو، ۲۰۰۸؛ حاتمی‌مربینی و تاوانا، ۲۰۱۱).

برای رفع این خلأ روش‌شناختی، مطالعات اخیر به توسعه چارچوب‌های DEA و NDEA فازی روی آورده‌اند که امکان نمایش نهاده‌ها و ستانده‌ها را به‌صورت بازه‌ای یا توابع عضویت فراهم می‌کند (آزادی و همکاران، ۲۰۲۴؛ لیو و همکاران، ۲۰۲۴). ترکیب رویکرد فازی با ساختار

شبکه‌ای، مدل NDEA فازی را به ابزاری قدرتمند برای لحاظ هم‌زمان پیچیدگی فرایندهای درونی و عدم‌قطعیت داده‌ها تبدیل کرده است. شواهد تجربی نشان می‌دهند که حدود فازی کارایی، نسبت به برآوردهای نقطه‌ای، بینش‌های باثبات‌تر و سیاست‌محورتری ارائه می‌دهند، به‌ویژه زمانی که مؤسسات در معرض شرایط ریسک ناهمگن فعالیت می‌کنند (فانگ و همکاران، ۲۰۲۵؛ آزادی و همکاران، ۲۰۲۴). در این بستر تحولی، پژوهش حاضر در تقاطع سه جریان مکمل ادبیات قرار می‌گیرد:

۱- ارزیابی تجربی کارایی بانک‌ها

۲- تحلیل عملکرد حساس به ریسک

۳- رویکردهای شبکه‌ای و مبتنی بر عدم‌قطعیت در DEA

برخلاف مطالعات متعارف، این مقاله ساختار درونی عملیات بانکی را به‌طور صریح مدل‌سازی کرده و با به‌کارگیری هم‌زمان NDEA قطعی و نسخه فازی آن، امکان تفکیک کارایی تحقق‌یافته، کارایی بالقوه و ناکارایی‌های ساختاری پایدار را فراهم می‌سازد. این چارچوب تحلیلی، به‌ویژه برای نظام بانکی ایران که بانک‌های آن در معرض عدم‌قطعیت‌های شدید کلان‌اقتصادی، محدودیت‌های مقرراتی و ناهمگنی حاکمیتی فعالیت می‌کنند، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در مجموع، پژوهش حاضر به ادبیاتی تعلق دارد که ناکارایی بانکی را نه صرفاً واکنشی کوتاه‌مدت به شوک‌های بیرونی، بلکه بازتابی از ویژگی‌های ساختاری، نهادی و مدیریتی عمیق می‌داند.

به‌طور کلی، این پژوهش سه مشارکت به‌هم‌پیوسته در ادبیات بانکداری ارائه می‌کند:

۱- بینش تجربی: شناسایی نحوه سرایت ناکارایی‌های ساختاری در مراحل درونی بانک‌ها و آشکارسازی گلوگاه‌های مرحله‌محور که در مدل‌های سنتی قابل مشاهده نیستند.

۲- تحلیل حساس به ریسک: با ادغام فازی، نشان داده می‌شود که عدم‌قطعیت داده‌ها و نوسانات کلان‌اقتصادی چگونه بر کارایی مشاهده‌شده اثر می‌گذارند و آسیب‌پذیری‌هایی را آشکار می‌سازند که از منظر سیاست‌گذاری اهمیت دارند.

۳- دلالت‌های مدیریتی و نظارتی: یافته‌ها راهنمایی‌های اجرایی برای مدیران بانک و نهادهای ناظر فراهم می‌کند و بر ضرورت اصلاحات هدفمند حاکمیتی و بهینه‌سازی فرایندها برای تقویت تاب‌آوری سیستمی در شرایط عدم‌قطعیت تأکید دارد.

۳. روش‌شناسی

این پژوهش از یک چارچوب یکپارچه ارزیابی کارایی مبتنی بر تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای (NDEA) و نسخه فازی آن (FNDEA) برای سنجش کارایی و عملکرد حساس به ریسک بانک‌های بورسی و فرابورسی ایران استفاده می‌کند. طراحی روش‌شناختی مطالعه ماهیتی کاملاً تجربی و مبتنی بر داده‌های واقعی دارد و هدف آن، لحاظ هم‌زمان ساختار درونی عملیات بانکی و عدم‌قطعیت ذاتی داده‌های مالی است؛ رویکردی که در ادبیات اخیر کارایی بانکی به‌عنوان یک جهت‌گیری روش‌شناختی پیشرو شناخته می‌شود (برگر و هامفری، ۱۹۹۷؛ کائو، ۲۰۱۴؛ امروزنژاد و یانگ، ۲۰۲۳).

۳-۱. چارچوب مفهومی

بانک‌ها در این پژوهش به‌عنوان واحدهای تصمیم‌گیرنده چندمرحله‌ای در یک ساختار تولید شبکه‌ای مدل‌سازی می‌شوند. برخلاف رویکردهای متعارف DEA که بانک‌ها را به‌صورت

واحدهای «جعبه‌سیاه» در نظر می‌گیرند، چارچوب شبکه‌ای فعالیت‌های بانکی را به زیرفرایندهای به‌هم‌پیوسته‌ای تفکیک می‌کند که کارکردهای اصلی واسطه‌گری مالی را منعکس می‌سازند. این رویکرد امکان ارزیابی کارایی را نه‌تنها در سطح کل سیستم، بلکه در سطح مراحل میانی فراهم می‌کند و بدین ترتیب شناسایی دقیق‌تر منشأ ناکارایی را ممکن می‌سازد (فاره و گروسکاپف، ۲۰۰۰؛ کائو، ۲۰۱۴؛ تون و تسوتسویی، ۲۰۱۴).

چارچوب روش‌شناختی پژوهش در سه گام متوالی اجرا می‌شود. در گام نخست، از DEA متعارف برای استخراج نمرات پایه کارایی در قالبی قطعی و تجمیعی استفاده می‌شود. در گام دوم، مدل NDEA به‌منظور لحاظ ساختار شبکه‌ای عملیات بانکی به کار گرفته می‌شود. در گام سوم، مدل FNDEA برای در نظر گرفتن عدم‌قطعیت داده‌ها و استخراج حدود کارایی که تمایز میان عملکرد تحقق‌یافته و بالقوه را امکان‌پذیر می‌سازد، اعمال می‌شود. چنین رویکردی با مطالعات اخیر کارایی بانکی همسو است که بر ترکیب ساختار شبکه‌ای و تحلیل عدم‌قطعیت تأکید دارند (چن و همکاران، ۲۰۲۴؛ آزادی و همکاران، ۲۰۲۴؛ لیو و همکاران، ۲۰۲۴).

۳-۲. مدل DEA قطعی

در مرحله نخست، مدل DEA ورودی‌محور تحت فروض بازدهی متغیر نسبت به مقیاس (VRS) به کار گرفته می‌شود. انتخاب رویکرد ورودی‌محور با هدف مدیریتی بانک‌ها در جهت حداقل‌سازی مصرف منابع برای سطح معینی از ستانده‌ها همخوانی دارد؛ موضوعی که در محیط‌های بانکی متأثر از محدودیت‌های مقرراتی، فشارهای هزینه‌ای و الزامات کفایت سرمایه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (بانکر و همکاران، ۱۹۸۴؛ برگر و هامفری، ۱۹۹۷).

در این چارچوب، فرض می‌شود هر بانک برداری از نهاده‌ها را برای تولید برداری از ستانده‌ها به کار می‌گیرد و کارایی آن از طریق حل یک مسئله برنامه‌ریزی خطی استخراج می‌شود.

نتایج حاصل از این مدل، مبنایی برای مقایسه با برآوردهای شبکه‌ای و فازی در مراحل بعدی فراهم می‌کند و امکان ارزیابی میزان بهبود یا تغییر در نمرات کارایی ناشی از لحاظ ساختار درونی و عدم‌قطعیت داده‌ها را مهیا می‌سازد (سیفورد و ژو، ۱۹۹۹؛ کوپر و همکاران، ۲۰۰۷).

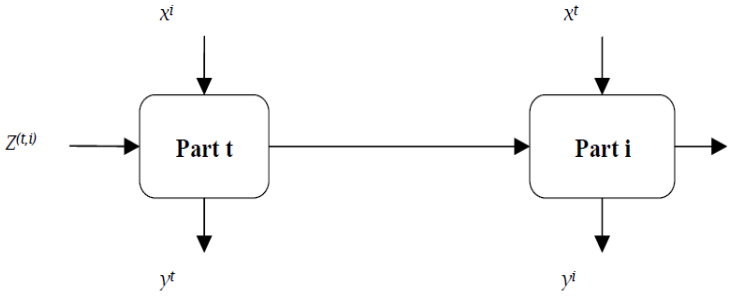
۳-۳. مشخصات مدل NDEA

به‌منظور انعکاس ساختار درونی عملیات بانکی، مدل NDEA فرایند تولید را به مراحل متوالی مرتبط با یکدیگر تفکیک می‌کند که از طریق محصولات میانی به هم متصل می‌شوند. با توجه به ویژگی‌های عملیاتی بانک‌های ایرانی، ساختار شبکه‌ای به‌گونه‌ای تعریف می‌شود که تبدیل سپرده‌ها و سرمایه به دارایی‌های درآمدزا و خدمات مالی را منعکس کند؛ رویکردی که در مطالعات تجربی اخیر بانکداری به‌طور گسترده به کار گرفته شده است (فوکویاما و وبر، ۲۰۰۲؛ کائو، ۲۰۱۴؛ چن و همکاران، ۲۰۲۴).

متغیرهای میانی به‌طور هم‌زمان به‌عنوان ستانده‌های مراحل بالادستی و نهاده‌های مراحل پایین‌دستی عمل می‌کنند و بدین ترتیب پیوستگی فرایند تولید حفظ می‌شود. کارایی برای هر مرحله و نیز برای کل شبکه محاسبه می‌شود تا سازگاری میان عملکرد زیرفرایندها و کارایی کل سیستم تضمین گردد. مدل NDEA تحت فروض بازدهی متغیر نسبت به مقیاس برآورد می‌شود تا ناهمگنی مقیاس فعالیت بانک‌ها لحاظ شده و از تحمیل فروض محدودکننده درباره اندازه بهینه اجتناب شود (تون و تسوتسویی، ۲۰۱۴؛ وانکه و همکاران، ۲۰۲۱).

مدل ارائه شده در این پژوهش یک فرایند شبکه‌ای سه مرحله‌ای است که شامل ورودی‌ها و خروجی‌ها است به گونه‌ای که خروجی مرحله ۱ ورودی مرحله ۲ می‌شود و خروجی مرحله ۲ ورودی مرحله ۳ است. بخش‌های هر DMU به شرح شکل ۱ ذیل زیر شماره‌گذاری شده‌اند تا ارزیابی تجزیه و تحلیل پوششی داده‌ای شبکه‌ای (NDEA) انجام شود.

شکل ۱. بخش‌های یک تجزیه و تحلیل پوششی داده‌ها در یک شبکه



فرمول محاسبه کارایی در مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای (NDEA) به شرح ذیل می‌باشد؛

$$MAX \sum_{i=۱}^{k} U_i \, Y_{.}^{i}$$

$$s.t. \sum_{i=۱}^{k} V_i \, X_{.}^{i} = ۱$$

$$U_t Y_j^t + \sum_{i=t+۱}^{k} W_{(t,i)} Z_j^{(i,j)} - V_t X_j - \sum_{i=۱}^{t-۱} W_{(i.t)} Z_j^{(i,t)} \leq ۰ \, , t = ۱, \dots, k \, , j = ۱, \dots, n$$

هدف، هدف در اینجا بیشینه کردن مجموع خروجی‌هاست که به طور خاص در این مدل به آن $Y_{.}^{i}$ گفته می‌شود

$$MAX \sum_{i=۱}^{k} U_i \, Y_{.}^{i}$$

U_i: وزن‌های مربوط به هر خروجی در مدل، به عبارتی نشان دهنده اهمیت یا اولویت هر خروجی است

$Y_{.}^{i}$: خروجی‌های مربوط به واحد تصمیم گیری (بانکهای مورد مطالعه) هستند

این هدف می‌خواهد نشان دهد که مدل در تلاش است برای رسیدن به بیشترین میزان خروجی ها با استفاده از داده‌های ورودی که در قسمت محدودیت ها توضیح داده شده است.
محدودیت ها: محدودیت‌هایی که در این بخش ذکر شده است در واقع توازن ورودی‌ها و خروجی‌ها در مراحل مختلف شبکه را بررسی می‌کند

$$\sum_{i=۱}^{k} V_i X_{.}^{i} = ۱$$

V_i: وزن‌های مربوط به ورودی ها هستند در این مدل ورودی ها به طور مشخص وزن دهی میشوند
$X_{.}^{i}$: ورودی‌های مربوط به واحدهای تصمیم گیری هستند
محدویت‌های مدل شبکه‌ای:

$$U_t Y_j^t + \sum_{i=t+۱}^{k} W_{(t,i)} Z_j^{(i,j)} - V_t X_j - \sum_{i=۱}^{t-۱} W_{(i.t)} Z_j^{(i,t)} \leq ۰ , t = ۱, \dots, k , j = ۱, \dots, n$$

این بخش از فرمول مدلDEA شبکه ای اشاره دارد که شامل چندین بخش داخلی و فرآینده های مختلف است
$U_t Y_j^t$: خروجی‌های هر بخش از شبکه که در اینجا t نمایانگر مرحله خاص از فرایندهای مختلف است.
$W_{(t,i)} Z_j^{(i,j)}$: متغیرهای میان بردی بین مراحل مختلف فرآیند که به عنوان مجموع ورودی‌ها و خروجی‌های داخلی در نظر گرفته می‌شوند
$V_t X_j$: ورودی ها مربوط به بخش‌ها می‌باشد
رابطه‌های اضافی: این روابط برای معیار ارزیابی ریسک و سود اضافه می‌شوند
در مرحله سوم، خطر به عنوان ورودی استفاده می‌شود.

۳-۴. مدل NDEA فازی

در حالی که مدل NDEA قطعی اندازه‌گیری دقیق نهاده‌ها، ستانده‌ها و محصولات میانی را مفروض می‌گیرد، داده‌های بانکی در عمل با عدم‌قطعیت‌هایی ناشی از رویه‌های حسابداری، تأخیرهای گزارشگری و نوسانات کلان‌اقتصادی مواجه‌اند. برای مواجهه با این مسئله، پژوهش حاضر از نسخه فازی مدل NDEA استفاده می‌کند؛ رویکردی که در ادبیات معاصر DEA به عنوان ابزار مناسبی برای لحاظ ابهام داده‌ها معرفی شده است (لیو، ۲۰۰۸؛ حاتمی‌مربینی و تاوانا، ۲۰۲۱).

در چارچوب FNDEA برخی نهاده‌ها و ستانده‌ها به‌صورت اعداد فازی با حدود پایین و بالا نمایش داده می‌شوند. این حدود، دامنه تغییرات محتمل داده‌های مشاهده‌شده را بدون توسل به فروض احتمالاتی منعکس می‌کنند. سپس کارایی با حل دو مدل NDEA متناظر با سناریوهای بدبینانه (حد پایین) و خوش‌بینانه (حد بالا) برآورد می‌شود. بازه حاصل از این دو برآورد، معیاری از پایداری نتایج ارائه می‌دهد و امکان شناسایی ظرفیت‌های کارایی نهفته‌ای را فراهم می‌سازد که در چارچوب فرض‌های قطعی قابل مشاهده نیستند (کائو و لیو، ۲۰۰۰؛ سائن و همکاران، ۲۰۲۲؛ آزادی و همکاران، ۲۰۲۴).

ادبیات نظری تأکید دارد که داده‌های مالی بانک‌ها، به‌ویژه در اقتصادهای در حال گذار و دارای نوسانات کلان، اغلب با ابهام، ناپایداری و خطای اندازه‌گیری مواجه‌اند و استفاده از مدل‌های قطعی کلاسیک، می‌تواند به برآوردهای خوش‌بینانه یا گمراه‌کننده از کارایی منجر شود (لطفی‌زاده، ۱۹۶۵؛ کائو و لیو، ۲۰۱۱).

در این پژوهش، به‌منظور لحاظ نمودن عدم‌قطعیت ذاتی موجود در داده‌های مالی و بانکی و انعکاس دقیق و واقع‌بینانه‌تری از عملکرد بانک‌های بورسی و فرابورسی ایران، از رویکرد تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای فازی به‌صورت اعداد فازی مثلثی در سطح برش $\alpha = 0.5$ استفاده شده است.

۳-۵. روش فازی‌سازی از اعداد قطعی با کدنویسی در نرم‌افزار متلب

در این روش، فرآیند فازی‌سازی به منظور تبدیل داده‌های قطعی به اعداد فازی مثلثی نامتقارن انجام می‌شود. در ابتدا مجموعه‌ای از مقادیر قطعی (در این پژوهش شاخص کل درآمدها) به عنوان ورودی در نظر گرفته می‌شود. هر یک از این مقادیر بیانگر یک مقدار دقیق هستند، اما در بسیاری از مسائل واقعی ممکن است این مقادیر با نوعی عدم‌قطعیت همراه باشند. به همین دلیل، به جای استفاده از یک مقدار کاملاً قطعی، هر مقدار به صورت یک عدد فازی نمایش داده می‌شود تا دامنه‌ای از تغییرات احتمالی آن در نظر گرفته شود.

برای ایجاد این عدم‌قطعیت، ابتدا برای هر مقدار قطعی دو پارامتر در نظر گرفته می‌شود که نشان‌دهنده حداکثر درصد تغییر در سمت چپ و سمت راست مقدار اصلی هستند (در اینجا ۱۰٪ در نظر گرفته شده است). سپس برای هر سمت تعدادی عدد تصادفی یکنواخت در بازه صفر تا مقدار حداکثر تعیین‌شده (در این تحقیق ۱۰۰ عدد در نظر گرفته شده است) تولید می‌شود. این کار باعث می‌شود که میزان عدم‌قطعیت به صورت تصادفی اما در یک محدوده مشخص در نظر گرفته شود. پس از تولید این مقادیر تصادفی، میانگین آن‌ها محاسبه می‌شود تا یک مقدار نماینده برای درصد عدم‌قطعیت در هر سمت به دست آید.

در مرحله بعد، درصدهای به‌دست‌آمده به مقادیر واقعی تبدیل می‌شوند. برای این کار، درصد عدم‌قطعیت در مقدار اصلی داده ضرب می‌شود تا مقدار واقعی انحراف از مقدار مرکزی مشخص شود. با استفاده از این مقادیر، سه پارامتر اصلی عدد فازی مثلثی تعیین می‌شود. مقدار مرکزی برابر با همان مقدار قطعی اولیه است، در حالی که حد پایین با کم کردن میزان عدم‌قطعیت سمت چپ از مقدار مرکزی و حد بالا با افزودن میزان عدم‌قطعیت سمت راست به مقدار مرکزی محاسبه می‌شود.

به این ترتیب، برای هر داده قطعی یک عدد فازی مثلثی تشکیل می‌شود که شامل سه نقطه حد پایین، مقدار مرکزی و حد بالا است. از آنجا که میزان عدم‌قطعیت در سمت چپ و راست می‌تواند متفاوت باشد، شکل این مثلث لزوماً متقارن نیست و به صورت یک عدد فازی مثلثی نامتقارن در نظر گرفته می‌شود. این فرآیند باعث می‌شود داده‌های قطعی به شکلی انعطاف‌پذیرتر مدل‌سازی شوند و دامنه‌ای از مقادیر ممکن برای هر داده در نظر گرفته شود، که در بسیاری از مسائل مهندسی و تصمیم‌گیری تحت عدم‌قطعیت کاربرد دارد.

۳-۶. داده‌ها و نمونه آماری

تحلیل تجربی بر روی مجموعه‌ای از بانک‌های بورسی و فرابورسی فعال در ایران طی دوره زمانی ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۲ انجام شده است. نمونه شامل بانک‌هایی است که در طول دوره مورد بررسی، گزارشگری مالی منسجم و قابل مقایسه داشته‌اند تا قابلیت اتکای داده‌ها تضمین شود. جدول ۲ ضمائم؛ فهرست بانک‌های بورسی و فرابورسی مورد بررسی در پژوهش را نشان می‌دهد. انتخاب بانک‌ها بر اساس در دسترس بودن داده‌های مالی سازگار و قابل مقایسه در دوره زمانی مورد مطالعه صورت گرفته است. نمونه مورد استفاده یک پنل متوازن را تشکیل می‌دهد و تمامی بانک‌ها در کل دوره بررسی حضور دارند.

از آنجا که مدل‌های شبکه‌ای مستلزم تعریف دقیق جریان‌های درون‌سیستمی و ارتباط منطقی میان ورودی‌ها، خروجی‌ها و متغیرهای میانی هستند، انتخاب شاخص‌ها باید به‌گونه‌ای صورت گیرد که هم از پشتوانه نظری قوی برخوردار باشد و هم قابلیت تبیین فرآیندهای عملیاتی بانک را داشته باشد. بر این اساس، در پژوهش حاضر فرآیند شناسایی شاخص‌های منتخب برای مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای بر پایه یک رویکرد چندمنبعی، تلفیقی و بومی‌سازی‌شده انجام شده است. در گام نخست، شاخص‌ها و نسبت‌های مالی مورد استفاده در پژوهش‌های معتبر داخلی و خارجی مرتبط با ارزیابی کارایی بانک‌ها، به‌ویژه مطالعات مبتنی بر تحلیل پوششی داده‌ها و تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای، به‌صورت نظام‌مند مرور و استخراج شدند. این مرحله امکان شناسایی شاخص‌هایی را فراهم ساخت که در ادبیات علمی از بیشترین تکرار، مقبولیت و قدرت تبیین برخوردار بوده‌اند. در گام دوم، مقاله یا مقالات پایه در حوزه تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای بانک‌ها به‌عنوان مبنای نظری طراحی ساختار مدل مورد تحلیل دقیق قرار گرفتند. در این مرحله، توجه ویژه‌ای به شاخص‌هایی معطوف شد که قابلیت تعریف در قالب مراحل درون‌بانکی نظیر تجهیز منابع، تخصیص منابع، مدیریت ریسک و ایجاد درآمد و همچنین امکان مدل‌سازی روابط شبکه‌ای میان این مراحل را دارند. این رویکرد تضمین می‌کند که مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای طراحی‌شده، بازتاب‌دهنده فرآیند واقعی خلق ارزش در بانک‌ها باشد و صرفاً یک ساختار آماری انتزاعی نباشد. در گام سوم، به‌منظور افزایش روایی محتوایی و انطباق شاخص‌ها با شرایط واقعی نظام

بانکی کشور، مصاحبه‌های شفاهی نیمه‌ساختاریافته با مدیران ارشد بانکی، کارشناسان اعتباری و مدیریت ریسک، متخصصان حوزه نظارت بانکی و اساتید دانشگاهی حوزه بانک‌داری انجام شد. در این مرحله، علاوه بر ارزیابی علمی شاخص‌ها، میزان انطباق آن‌ها با ویژگی‌های نهادی، مقرراتی و عملیاتی بانک‌داری ایران از جمله ساختار ترازنامه بانک‌ها، الزامات نظارتی، شرایط تورمی، محدودیت‌های ناشی از تحریم‌های مالی و دستورالعمل‌های بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، به‌صورت خاص مورد توجه قرار گرفت.

در نهایت، با تلفیق نتایج حاصل از مرور ادبیات علمی، بررسی و استخراج شاخص‌های به کار رفته در پیشینه پژوهش، تحلیل مقالات پایه، مصاحبه‌های شفاهی نیمه‌ساختاریافته با خبرگان بانکی و ملاحظات بومی‌سازی شاخص‌ها با شرایط بانک‌داری ایران، تعداد ۱۲ شاخص و نسبت مالی بااهمیت به‌عنوان ورودی‌ها، خروجی‌ها و متغیرهای میانی مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای شناسایی و نهایی شد. این شاخص‌ها به‌گونه‌ای انتخاب شده‌اند که ضمن پوشش ابعاد اصلی کارایی، سودآوری و مدیریت ریسک بانکی، از نظر آماری دارای قدرت تمایز واحدهای تصمیم‌گیر و از نظر مدیریتی دارای معنا و قابلیت تفسیر در چارچوب نظام بانکی ایران باشند. بدین ترتیب، فرآیند انتخاب شاخص‌ها در پژوهش حاضر، از یک سو مبتنی بر اصول نظری و شواهد تجربی معتبر و از سوی دیگر متکی بر ملاحظات بومی و شرایط خاص بانک‌داری ایران است. این رویکرد ترکیبی، اعتبار و کاربردپذیری نتایج حاصل از مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای را به‌طور معناداری افزایش داده و زمینه ارائه توصیه‌های سیاستی و مدیریتی واقع‌بینانه برای بانک‌های بورسی و فرابورسی کشور را فراهم می‌سازد.

تمامی متغیرهای نهاده، ستانده و میانی از صورت‌های مالی حسابرسی‌شده و افشاهای رسمی استخراج شده‌اند. جدول ۳ ضمائم؛ گروه‌بندی متغییرهای مورد استفاده در مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای را به تفکیک مراحل اصلی عملیات بانکی نشان می‌دهد. شاخص‌ها به گونه‌ای انتخاب شده‌اند که بازتاب‌دهنده ساختار درونی فرایند واسطه‌گری مالی بانک‌ها باشند و شامل نهاده‌ها، متغییرهای میانی و ستانده‌ها در هر مرحله هستند. تعریف و انتخاب شاخص‌ها مبتنی بر ادبیات نظری و تجربی بانک‌داری، مطالعات پیشین مرتبط با تحلیل کارایی بانکی و ملاحظات نهادی نظام بانکی ایران انجام شده است. تمامی متغییرها از صورتهای مالی حسابرسی شده و افشای رسمی استخراج شده و به منظور تضمین قابلیت مقایسه بین بانک‌ها

در طول زمان، بصورت یکنواخت اندازه‌گیری و پردازش شده‌اند و جهت کاهش اثر نااطمینانی داده‌ها و نوسانات محیطی، متغییرها در چارچوب مدل فازی نیز به کار گرفته شده‌اند.
در راستای حفظ اعتبار تجربی مطالعه، هیچ‌گونه دست‌کاری داده، برآورد مصنوعی یا شبیه‌سازی فراتر از تبدیل‌های صریح موردنیاز در چارچوب DEA انجام نشده است. این رویکرد با استانداردهای مطالعات تجربی منتشرشده در مجلات طراز اول بانکداری و مالی همسو است (کوتسومانولی-فیلیپاکی و همکاران، ۲۰۲۰؛ تان و همکاران، ۲۰۲۰؛ بک و کیل، ۲۰۲۲).

۳-۷. راهبرد تفسیر نتایج

نتایج کارایی در این پژوهش در سه بُعد تفسیر می‌شوند:
۱- کارایی تحقق‌یافته حاصل از NDEA قطعی
۲- کارایی بالقوه منعکس‌شده در حد بالای NDEA فازی
۳- ناکفایتی یا ناکارایی ساختاری پایدار که از فاصله میان کارایی تحقق‌یافته و حدود فازی استنباط می‌شود.
این چارچوب تفسیری امکان پیوند مستقیم میان نتایج کارایی، میزان مواجهه با ریسک و ویژگی‌های نهادی و حاکمیتی بانک‌ها را فراهم می‌سازد و به ارائه بینش‌های سیاستی باثبات‌تر نسبت به رویکردهای صرفاً نقطه‌ای منجر می‌شود؛ رویکردی که در ادبیات جدید کارایی و ثبات مالی مورد تأکید قرار گرفته است (نگوین و همکاران، ۲۰۲۲؛ دمیریگوچ-کانت و مارتینز پریا، ۲۰۲۰؛ فانگ و همکاران، ۲۰۲۵).

۴. نتایج

۴-۱. نمای کلی توصیفی

آمارهای توصیفی حاکی از ناهمگنی قابل‌توجه در کارایی بانک‌هاست که صرفاً با اندازه یا میزان سرمایه توضیح داده نمی‌شود. بانک‌هایی با ساختارهای حاکمیتی ضعیف‌تر یا ظرفیت محدودتر در مدیریت ریسک، شکاف‌های کارایی گسترده‌تری را تجربه می‌کنند که بازتابی از تاب‌آوری کمتر آن‌ها در برابر شوک‌های کلان‌اقتصادی و عملیاتی است. این ناهمگنی نشان می‌دهد که ارزیابی بانک‌ها نباید صرفاً بر شاخص‌های عملکرد کلان متکی باشد، بلکه باید بر کارایی فرایندهای درونی و آسیب‌پذیری‌های ساختاری تمرکز کند.

۴-۲. نتایج NDEA قطعی

نتایج پایه DEA نشان‌دهنده سطوح متوسط کارایی هستند، به‌گونه‌ای که چندین بانک طی سال‌های متوالی ناکارایی پایدار را تجربه کرده‌اند. با این حال، گذار از DEA متعارف به NDEA منجر به تغییرات معنادار در رتبه‌بندی بانک‌ها می‌شود که اهمیت لحاظ ساختار درونی فرایند تولید را برجسته می‌سازد. به‌طور کلی، نمرات کارایی مبتنی بر شبکه پایین‌تر از برآوردهای جعبه‌سیاه هستند که این امر نشان می‌دهد مدل‌های تجمیعی تمایل به بیش‌برآورد عملکرد دارند و ناکارایی‌های مرحله‌ای را پنهان می‌کنند.

۴-۲-۱. نتایج رتبه‌بندی سالانه کارایی بانک‌ها بر اساس NDEA (۱۳۹۷ تا ۱۴۰۲)

با اتکا به چارچوب مفهومی تدوین‌شده در مراحل پیشین و پس از شناسایی و پالایش شاخص‌ها و نسبت‌های مالی بااهمیت بانکی، مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای به‌منظور ارزیابی کارایی ۱۷ بانک بورسی و فرابورسی منتخب طی دوره زمانی ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۲ به اجرا درآمد. در این راستا، هر بانک در هر سال مالی به‌عنوان یک واحد تصمیم‌گیر مستقل در نظر گرفته شده و در مجموع ۱۰۲ واحد تصمیم‌گیر مورد تحلیل قرار گرفته است که این امر دقت و توان تبیینی نتایج پژوهش را به‌طور معناداری افزایش می‌دهد. هدف اصلی از اجرای مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای در این مرحله، محاسبه نمره کارایی واقعی بانک‌ها با در نظر گرفتن ساختار درون‌زای فعالیت بانکی و ارتباط میان مراحل مختلف خلق ارزش و ریسک است. برخلاف رویکردهای سنتی که بانک را به‌صورت یک جعبه سیاه تحلیل می‌کنند، استفاده از مدل شبکه‌ای این امکان را فراهم می‌سازد که کارایی هر بانک نه‌تنها در سطح کل، بلکه در

قالب تعامل میان مراحل تجهیز منابع، مدیریت اعتبارات و کنترل ریسک و خلق درآمد مورد ارزیابی قرار گیرد. پس از محاسبه نمرات کارایی شبکه‌ای برای هر بانک در هر سال، به‌منظور امکان مقایسه شفاف و سال‌به‌سال عملکرد بانک‌ها، فرآیند رتبه‌بندی بانک‌ها برای تک‌تک سال‌های مورد مطالعه بر اساس نمرات کارایی به‌دست‌آمده انجام شد. این رتبه‌بندی سالانه، تصویری پویا از وضعیت عملکرد بانک‌ها ارائه داده و امکان تحلیل تغییرات کارایی، شناسایی روندهای بهبود یا افول و بررسی پایداری عملکرد بانک‌ها در طول زمان را فراهم می‌سازد. نتایج حاصل از این مرحله از پژوهش، علاوه بر ارائه نمره کارایی و رتبه‌بندی دقیق بانک‌ها در هر سال، امکان شناسایی شکاف میان بانک‌های کارا و ناکارا، تشخیص شدت ناکارایی‌ها و تعیین جایگاه نسبی هر بانک در مقایسه با سایر بانک‌های بورسی و فرابورسی را فراهم می‌سازد. این یافته‌ها، مبنایی علمی برای تحلیل‌های تکمیلی در حوزه مدیریت ریسک، سیاست‌گذاری نظارتی و ارائه پیشنهادهای اصلاحی هدفمند برای بهبود عملکرد بانک‌ها در نظام بانکی ایران محسوب می‌شود. در مجموع، اجرای مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای و رتبه‌بندی سالانه بانک‌ها در این مرحله، گامی اساسی در تحقق هدف کلان پژوهش، یعنی ارزیابی جامع، پویا و مبتنی بر واقعیت ساختاری کارایی بانک‌ها به شمار می‌رود و زمینه لازم برای تحلیل‌های پیشرفته‌تر و استخراج نتایج سیاستی و مدیریتی در مراحل بعدی پژوهش را فراهم می‌کند. جدول ۴ ضمائم؛ نتایج اجرای مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای (NDEA) با داده‌های قطعی برای تک‌تک سال‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

۴-۲-۲. تفسیر نتایج رتبه‌بندی سالانه کارایی بانک‌ها بر اساس NDEA

تفسیر نتایج ارزیابی کارایی بانک‌ها بر اساس مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای برای تک‌تک بانک‌ها به شرح ذیل می‌باشد:

۱. بانک اقتصاد نوین

نتایج کارایی نشان می‌دهد که بانک اقتصاد نوین طی دوره مورد بررسی با نوسانات معنادار در کارایی شبکه‌ای مواجه بوده است. افت کارایی در سال‌های میانی بیانگر ضعف در انتقال کارایی از مرحله تجهیز منابع به مرحله تخصیص و ایجاد خروجی‌های سودآور است. بهبود مقطعی

مشاهده‌شده نشان‌دهنده اصلاحات کوتاه‌مدت مدیریتی بوده، اما بازگشت مجدد به سطح پایین‌تر کارایی در سال پایانی حاکی از آن است که این اصلاحات پایدار و ساختاری نبوده‌اند. بنابراین، ناکارایی این بانک عمدتاً در مرحله میانی شبکه شکل گرفته است.

۲. بانک ایران زمین

بانک ایران زمین در ابتدای دوره در سطح پایینی از کارایی شبکه‌ای قرار داشته و طی چند سال نخست روندی نزولی را تجربه کرده است. با این حال، بهبود قابل توجه در سال پایانی نشان می‌دهد که بانک توانسته است بخشی از ناکارایی‌های انباشته را جبران کند. با وجود این، نوسانات شدید نمره کارایی بیانگر آن است که ساختار شبکه‌ای بانک همچنان فاقد ثبات بلندمدت بوده و انتقال کارایی میان مراحل مختلف شبکه شکننده است.

۳. بانک پارسیان

نتایج کارایی نشان می‌دهد بانک پارسیان در اغلب سال‌های دوره مورد بررسی در سطحی متوسط رو به پایین از کارایی شبکه‌ای قرار داشته است. ثبات نسبی همراه با عدم بهبود معنادار بیانگر آن است که اصلاحات اساسی در ساختار شبکه‌ای بانک صورت نگرفته است. ناکارایی این بانک بیشتر ناشی از ایستایی در مدیریت ورودی‌ها و شاخص‌های میانی است.

۴. بانک پاسارگاد

بانک پاسارگاد در ابتدای دوره از سطح بالایی از کارایی شبکه‌ای برخوردار بوده، اما روندی تدریجی از کاهش کارایی را تجربه کرده است. این الگو نشان می‌دهد که هرچند ساختار کلی شبکه کاراست، اما فرسایش تدریجی در کنترل ریسک و بهره‌وری دارایی‌ها رخ داده است. کاهش ملایم ولی مستمر کارایی هشداری مدیریتی برای جلوگیری از تعمیق ناکارایی در مراحل بعدی شبکه است.

۵. پست بانک ایران

کارایی شبکه‌ای پست بانک ایران با نوسانات شدید همراه بوده است. جهش‌ها و افت‌های متوالی نشان‌دهنده تصمیمات مدیریتی کوتاه‌مدت و فقدان راهبرد بلندمدت در مدیریت شبکه‌ای است. این بانک در انتقال کارایی میان مرحله تجهیز منابع و مرحله خلق خروجی‌های اقتصادی با چالش مواجه بوده و نیازمند اصلاحات ساختاری در مرحله میانی شبکه است.

۶. بانک تجارت

بانک تجارت در ابتدای دوره در مرز کارایی شبکه‌ای قرار داشته، اما در سال‌های بعد دچار افت شدید کارایی شده است. این سقوط ناگهانی بیانگر بروز ناکارایی جدی در یکی از مراحل شبکه، به‌ویژه مرحله میانی مرتبط با مدیریت ریسک و تخصیص منابع است. بهبودهای بعدی محدود بوده و نشان می‌دهد که ناکارایی ماهیتی ساختاری و عمیق دارد.

۷. بانک خاورمیانه

نتایج کارایی بانک خاورمیانه نشان‌دهنده کارایی شبکه‌ای متوسط همراه با نوسان است. بهبودهای مقطعی حاکی از مدیریت نسبتاً مناسب ورودی‌هاست، اما افت‌های بعدی نشان می‌دهد که کنترل ریسک و انتقال کارایی به خروجی‌ها با ناپایداری مواجه است؛ این بانک فاقد انسجام شبکه‌ای پایدار است.

۸. بانک رفاه کارگران

کارایی بانک رفاه کارگران با نوسانات قابل توجه اما قابلیت بازگشت به سطوح بالاتر کارایی شبکه‌ای همراه بوده است. این الگو نشان می‌دهد که بانک ظرفیت اصلاح دارد، اما به دلیل نبود چارچوب یکپارچه مدیریت شبکه‌ای، کارایی آن پایدار نشده است. تثبیت اصلاحات در مرحله میانی می‌تواند به بهبود پایدار منجر شود.

۹. بانک سامان

بانک سامان نمونه‌ای از بهبود تدریجی و نسبتاً پایدار کارایی شبکه‌ای در سال‌های پایانی دوره است. پس از افت اولیه، روند افزایشی نمره کارایی بیانگر اثربخشی اصلاحات مدیریتی در بهینه‌سازی ورودی‌ها و کنترل شاخص‌های میانی است. این بانک در مسیر دستیابی به کارایی بالاتر قرار دارد.

۱۰. بانک سرمایه

عملکرد بانک سرمایه با نوسانات بسیار شدید همراه بوده و بیانگر وجود ناکارایی ساختاری عمیق است. افت شدید کارایی در سال‌های میانی و جهش قابل توجه در سال پایانی نشان می‌دهد که بهبود اخیر احتمالاً ناشی از عوامل مقطعی است. از منظر تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای، عدم تعادل جدی میان مراحل شبکه مشاهده می‌شود.

۱۱. بانک سینا

بانک سینا در اغلب سال‌ها در سطح کارایی بالا و نزدیک به مرز کارایی شبکه‌ای قرار داشته است. افت‌های محدود و موقتی نشان می‌دهد که ساختار شبکه‌ای بانک از انسجام مناسبی برخوردار است. مدیریت ریسک و انتقال کارایی به خروجی‌ها در این بانک به‌طور کلی مؤثر بوده است.

۱۲. بانک شهر

نتایج کارایی بانک شهر حاکی از نوسانات شدید کارایی شبکه‌ای است؛ افت شدید در یکی از سال‌ها بیانگر بروز ناکارایی قابل توجه در مرحله میانی شبکه است. اگرچه بهبود نسبی مشاهده می‌شود، اما ساختار شبکه‌ای بانک همچنان آسیب‌پذیر و ناپایدار ارزیابی می‌شود.

۱۳. بانک صادرات

بانک صادرات طی دوره مورد بررسی روندی نزولی در کارایی شبکه‌ای را تجربه کرده و در سال پایانی با افت شدید مواجه شده است. این الگو نشان‌دهنده انباشت ناکارایی در طول زمان و ضعف در کنترل ریسک و بهره‌وری دارایی‌هاست. اصلاحات ساختاری در مرحله میانی برای این بانک ضروری است.

۱۴. بانک کارآفرین

بانک کارآفرین روندی رو به بهبود اما ناپایدار را تجربه کرده است؛ جهش‌های مثبت بیانگر ظرفیت بالقوه اصلاح است، اما افت‌های بعدی نشان می‌دهد که این اصلاحات نهادینه نشده‌اند. تثبیت مدیریت شبکه‌ای می‌تواند این بانک را به سطوح بالاتر کارایی برساند.

۱۵. بانک گردشگری

بانک گردشگری یکی از موفق‌ترین بانک‌ها از منظر کارایی شبکه‌ای پایدار محسوب می‌شود. روند صعودی و دستیابی به کارایی کامل در سال‌های پایانی نشان‌دهنده هماهنگی مطلوب میان مراحل مختلف شبکه است. این بانک به‌عنوان الگوی مرجع برای سایر بانک‌ها قابل استفاده است.

۱۶. بانک ملت

بانک ملت در کل دوره در سطح کارایی متوسط با نوسانات محدود قرار داشته است. این وضعیت نشان‌دهنده ثبات نسبی، اما وجود ناکارایی پنهان در مراحل میانی شبکه است. اصلاحات تدریجی و هدفمند می‌تواند به بهبود پایدار کارایی منجر شود.

جمع‌بندی نهایی نتایج کارایی نشان می‌دهد که در چارچوب مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای، پایداری انتقال کارایی میان مراحل مختلف، عامل اصلی تمایز بانک‌های کارا و ناکارا است. بانک‌هایی با ساختار شبکه‌ای منسجم و مدیریت ریسک اثربخش، عملکرد پایدارتر و برتر داشته‌اند، در حالی که نوسانات شدید بیانگر ناکارایی ساختاری بوده است.

۴-۲-۳. نتایج مقایسه میانگین و دامنه کارایی بانک‌ها بر اساس NDEA

پس از محاسبه نمرات کارایی بانک‌های بورسی و فرابورسی ایران با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای در دوره زمانی ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۲، نتایج بر اساس سه شاخص مکمل شامل بهترین عملکرد، ضعیف‌ترین عملکرد و میانگین نمره کارایی در کل دوره تحلیل شده است. این رویکرد تحلیلی، مطابق با دیدگاه فارل (۱۹۵۷) و توسعه‌های بعدی آن در ادبیات تحلیل پوششی داده‌ها، امکان تمایز میان کارایی بالقوه، کارایی بالفعل و پایداری کارایی را فراهم می‌سازد (فارل، ۱۹۵۷؛ کوپر و همکاران، ۲۰۱۱). از منظر مدیریت بانکی، چنین تحلیلی برای درک عمیق‌تر رفتار بانک‌ها در شرایط ناپایدار اقتصادی، به‌ویژه در اقتصادهایی با نوسانات بالا نظیر ایران، اهمیت مضاعف دارد (بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، ۱۴۰۱). بهترین نمره کارایی ثبت‌شده برای هر بانک در طول دوره ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۲، بیانگر حداکثر ظرفیت تحقق‌یافته آن بانک در شرایط نسبتاً مطلوب عملیاتی و مدیریتی است. از منظر نظری، دستیابی به کارایی بالا در یک یا چند دوره نشان می‌دهد که بانک، حداقل در مقاطعی، توانسته است ترکیب بهینه‌ای از منابع، فعالیت‌های اعتباری و مدیریت ریسک را محقق سازد (کوپر و همکاران، ۲۰۰۷)؛ این موضوع حائز اهمیت است، زیرا نشان می‌دهد که ناکارایی مشاهده‌شده در سایر سال‌ها الزاماً ناشی از محدودیت‌های ساختاری غیرقابل اصلاح نیست، بلکه می‌تواند نتیجه ضعف در تداوم سیاست‌های کارا یا مواجهه با شوک‌های بیرونی باشد. از منظر تفسیری، بهترین عملکرد دوره‌ای می‌تواند به‌عنوان الگوی مرجع داخلی برای هر بانک تلقی شود؛ به این معنا که همان بانک، با ساختار نهادی و محدودیت‌های مشابه، قادر به عملکرد کاراتر بوده است. این نتیجه، از دیدگاه مدیریتی، مبنایی علمی برای طراحی برنامه‌های بهبود عملکرد و بازطراحی فرآیندهای داخلی فراهم می‌آورد (رضایی و همکاران، ۱۳۹۹). در مقابل، ضعیف‌ترین نمره کارایی هر بانک در دوره مورد مطالعه، تصویری روشن از میزان

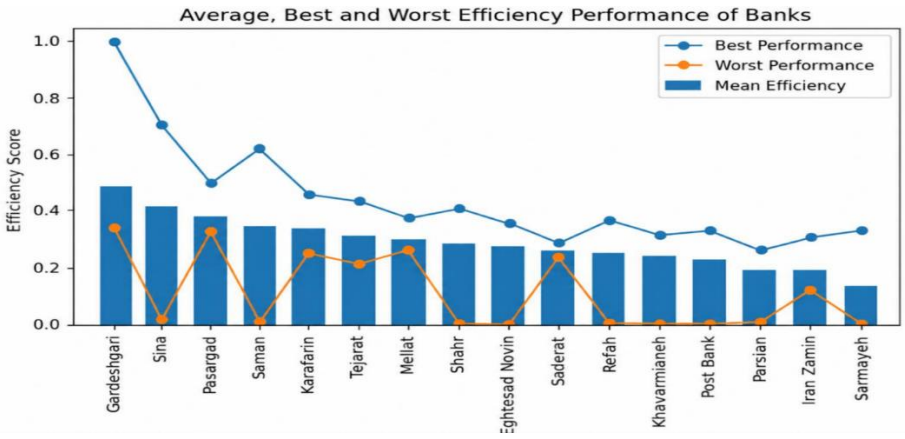
آسیب‌پذیری بانک در برابر نوسانات اقتصادی، تشدید ریسک‌های بانکی و ضعف در کنترل فرآیندهای شبکه‌ای ارائه می‌دهد. ادبیات بانکی نشان می‌دهد که افت شدید کارایی معمولاً با افزایش مطالبات غیرجاری، رشد هزینه‌های عملیاتی، کاهش کیفیت دارایی‌ها و ناکارایی در مدیریت ریسک اعتباری و عملیاتی همراه است (برگر و همکاران، ۲۰۰۹). در شرایط اقتصاد ایران، که با شوک‌های تورمی، نوسانات نرخ ارز و تغییرات مقرراتی همراه بوده است، بروز چنین افت‌هایی برای برخی بانک‌ها قابل انتظار است. با این حال، تفاوت معنادار میان بانک‌ها در میزان افت کارایی، نشان می‌دهد که کیفیت مدیریت و ساختار تصمیم‌گیری نقش تعیین‌کننده‌ای در شدت تأثیر این شوک‌ها داشته است (بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، ۱۴۰۲). میانگین نمره کارایی در کل دوره شش‌ساله، مهم‌ترین شاخص برای ارزیابی کارایی پایدار و بلندمدت بانک‌ها محسوب می‌شود. این شاخص، با هموارسازی نوسانات کوتاه‌مدت، تصویری واقع‌بینانه‌تر از عملکرد واقعی بانک‌ها ارائه می‌دهد و در ادبیات علمی به‌عنوان معیار اصلی مقایسه میان واحدهای تصمیم‌گیر در مطالعات پانلی توصیه شده است (تون، ۲۰۰۱). بانک‌هایی که از میانگین کارایی بالاتری برخوردارند، عموماً دارای ساختار هزینه‌ای متوازن‌تر، کنترل مؤثرتر ریسک و انسجام بیشتر میان مراحل مختلف فعالیت بانکی بوده‌اند؛ در مقابل، میانگین کارایی پایین‌تر، بیانگر وجود ناکارایی‌های مزمن و ساختاری است که به‌صورت مستمر در فرآیندهای بانک تکرار شده‌اند و نیازمند اصلاحات اساسی‌تر هستند (حسینی و همکاران، ۱۴۰۰). تحلیل هم‌زمان بهترین، ضعیف‌ترین و میانگین نمرات کارایی نشان می‌دهد که بانک‌های بورسی و فرابورسی ایران از نظر سطح کارایی، پایداری عملکرد و دامنه نوسانات کارایی تفاوت‌های معناداری دارند؛ دامنه نوسان بالای کارایی برای برخی بانک‌ها، نشانه‌ای از ناپایداری عملکرد و وابستگی شدید به شرایط محیطی است، در حالی که دامنه نوسان محدود همراه با میانگین کارایی قابل قبول، حاکی از ثبات نسبی ساختار مدیریتی و کنترلی بانک می‌باشد. به‌طور کلی، نتایج پژوهش نشان می‌دهد که ناکارایی بانک‌ها در ایران، پدیده‌ای چندبعدی و مرحله‌محور است و نمی‌توان آن را صرفاً به یک عامل یا یک دوره خاص نسبت داد. استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای، امکان شناسایی دقیق‌تر مراحل منشأ ناکارایی را فراهم کرده و زمینه لازم برای ارائه پیشنهادهای اصلاحی هدفمند در سطح مدیریت بانک‌ها و سیاست‌گذاری پولی را مهیا ساخته است. جدول ۵ ضمائم؛ نتایج اجرای مدل تحلیل

پوششی داده‌های شبکه‌ای (NDEA) با داده‌های قطعی برای کل دوره مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

۴-۳. نمودار عملکرد و نوسانات کارایی بانک‌ها بر اساس NDEA

شکل ۲: نمودار کارایی مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای (NDEA) با داده‌های قطعی را نشان می‌دهد که بر اساس نتایج اجرای مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای (NDEA) با داده‌های قطعی برای ۱۷ بانک در کل دوره مورد مطالعه از ۱۳۹۷ الی ۱۴۰۲ ترسیم گردیده است. شکاف کم میان بهترین و ضعیف‌ترین عملکرد نشان‌دهنده ثبات و بلوغ مدیریتی بانک است، در حالی که شکاف زیاد بیانگر ناپایداری عملکرد و ضعف در مدیریت ریسک می‌باشد. میانگین کارایی، در کنار دامنه نوسان آن، تصویری جامع از سطح و کیفیت کارایی بانک‌ها ارائه می‌دهد و تحلیل هم‌زمان این سه شاخص، امکان شناسایی دقیق بانک‌های دارای ناکارایی ساختاری، ناکارایی مقطعی یا کارایی پایدار را فراهم می‌سازد.

شکل ۲. الگوی عملکرد و نوسانات کارایی بانک‌ها بر اساس NDEA



۴-۴. تفسیر نتایج مقایسه میانگین و دامنه کارایی بانک‌ها بر اساس NDEA

۱. تفسیر شکاف کم بین بهترین و ضعیف‌ترین عملکرد؛

چنانچه اختلاف میان بهترین نمره کارایی و ضعیف‌ترین نمره کارایی یک بانک در دوره ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۲ محدود باشد و میانگین کارایی نیز به این دو مقدار نزدیک باشد، این وضعیت نشان‌دهنده پایداری عملکرد و ثبات ساختاری بانک است. از منظر نظری، ادبیات کارایی تأکید دارد که شکاف کم بیانگر آن است که بانک توانسته است در مواجهه با نوسانات اقتصادی و تغییرات مقرراتی، سطح نسبتاً یکنواختی از کارایی را حفظ کند (تون، ۲۰۰۱؛ کوپر و همکاران، ۲۰۱۱). در چنین حالتی، ناکارایی‌های احتمالی بیشتر از جنس ناکارایی‌های جزئی عملیاتی بوده و نه ضعف‌های بنیادین در ساختار شبکه‌ای فعالیت‌های بانکی. از دیدگاه مدیریتی، این نتیجه حاکی از وجود سازوکارهای کنترلی مؤثر، مدیریت ریسک منسجم و هماهنگی مناسب میان مراحل مختلف فرآیند بانکی است (برگر و همکاران، ۲۰۰۹).

۲. تفسیر شکاف زیاد بین بهترین و ضعیف‌ترین عملکرد؛

وجود شکاف قابل توجه میان بهترین و ضعیف‌ترین عملکرد، در حالی که میانگین کارایی در سطحی میانی قرار دارد، بیانگر ناپایداری عملکرد و حساسیت بالای بانک به شرایط محیطی است. در ادبیات تحلیل کارایی، چنین الگویی معمولاً به بانک‌هایی نسبت داده می‌شود که توان دستیابی به کارایی بالا را دارند، اما فاقد توان حفظ آن در طول زمان هستند (کوپر و همکاران، ۲۰۰۷)؛ از منظر شبکه‌ای، این شکاف نشان می‌دهد که ناکارایی‌ها احتمالاً در یک یا چند مرحله مشخص از زنجیره فعالیت بانکی متمرکز شده‌اند؛ برای مثال، ممکن است مرحله تجهیز منابع یا مدیریت مطالبات غیرجاری در برخی سال‌ها به‌شدت ناکارا عمل کرده باشد. در اقتصاد ایران، نوسانات نرخ ارز، شوک‌های تورمی و تغییرات سیاست‌های اعتباری می‌توانند این ناپایداری را تشدید کنند (بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، ۱۴۰۲).

۳. تفسیر رابطه میان میانگین کارایی و دامنه نوسان عملکرد؛

۳-۱. میانگین بالا همراه با شکاف کم

این وضعیت نشان‌دهنده کارایی پایدار و مدیریت ریسک اثربخش است. بانک‌هایی با این الگو معمولاً از استراتژی‌های محافظه‌کارانه‌تر در تخصیص منابع و کنترل ریسک استفاده کرده‌اند و توانسته‌اند عملکرد خود را در سطوح مطلوب تثبیت کنند (برگر و همکاران، ۲۰۰۹).

۳-۲. میانگین بالا همراه با شکاف زیاد

این حالت نشان می‌دهد که بانک در برخی دوره‌ها به سطح بالایی از کارایی دست یافته، اما ریسک عملکردی بالایی دارد. از منظر علمی، این وضعیت نشانه وجود کارایی ناپایدار است و می‌تواند بیانگر وابستگی شدید به شرایط خاص اقتصادی یا تصمیمات مقطعی مدیریتی باشد (تون، ۲۰۰۱).

۳-۳. میانگین پایین همراه با شکاف کم

در این حالت، بانک به‌طور مستمر در سطحی پایین از کارایی فعالیت کرده است. این الگو بیانگر ناکارایی ساختاری و مزمن است و معمولاً نیازمند اصلاحات عمیق در ساختار هزینه، ترکیب دارایی‌ها و نظام مدیریت ریسک می‌باشد (کوپر و همکاران، ۲۰۱۱).

۳-۴. میانگین پایین همراه با شکاف زیاد

این وضعیت بدترین سناریو از منظر مدیریتی است و نشان‌دهنده عدم ثبات، ضعف مدیریتی و آسیب‌پذیری شدید در برابر شوک‌ها است. چنین بانک‌هایی معمولاً در چندین مرحله از مدل شبکه‌ای با ناکارایی هم‌زمان مواجه‌اند (بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، ۱۴۰۱).

۴. تفسیر شکاف‌ها در چارچوب مدیریت ریسک و کارایی شبکه‌ای؛

در چارچوب نظری، شکاف بین بهترین، ضعیف‌ترین و میانگین کارایی را می‌توان به‌عنوان شاخصی از ریسک عملکردی بانک تفسیر کرد. هرچه دامنه نوسان کارایی بیشتر باشد، سطح عدم‌قطعیت و ریسک در فرآیندهای شبکه‌ای بانک بالاتر است. این دیدگاه با رویکردهای نوین مدیریت ریسک که بر پایداری عملکرد به‌جای حداکثرسازی مقطعی کارایی تأکید دارند، هم‌راستا است (برگر و همکاران، ۲۰۰۹؛ تون، ۲۰۰۱). جدول ۶ ضمائم؛ نتایج حاصل از اجرای مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای برای بانک‌های مورد مطالعه برای شش دوره مالی از ۱۳۹۷ الی ۱۴۰۲ و تفسیر نتایج را نشان می‌دهد.

نتایج نشان می‌دهد که بانک‌هایی مانند آینده و گردشگری از نظر سطح کارایی پیشرو هستند، بانک‌هایی مانند پاسارگاد، ملت و تجارت از پایداری نسبی برخوردارند و بانک‌هایی نظیر سرمایه، پارسیان و خاورمیانه نیازمند اصلاحات اساسی در ساختار و مدیریت منابع می‌باشند. این تفسیر می‌تواند مبنای مناسبی برای تحلیل سیاستی، طراحی برنامه‌های بهبود کارایی و مطالعات پویای آتی قرار گیرد.

نتایج NDEA در سطح مراحل نشان می‌دهد که ناکارایی به‌طور یکنواخت در سراسر عملیات بانکی توزیع نشده است. برای اغلب بانک‌ها، ناکارایی در مراحل خاصی از فرایند واسطه‌گری مالی متمرکز است؛ به‌ویژه در بخش‌هایی که به تخصیص منابع و تبدیل ریسک مربوط می‌شوند. حتی بانک‌هایی که در سطح کل از کارایی نسبتاً بالایی برخوردارند، در برخی زیرفرایندها ناکارایی قابل‌توجهی از خود نشان می‌دهند که ارزش تشخیصی رویکرد شبکه‌ای را آشکار می‌سازد.

۴-۴. نتایج NDEA فازی و حدود کارایی

ارزیابی کارایی بانک‌ها در چارچوب نظام‌های مالی پیچیده، مستلزم نگاهی فراتر از مقایسه‌های ایستا و مقطعی است؛ زیرا عملکرد بانک‌ها به‌شدت تحت تأثیر پویایی‌های زمانی، شوک‌های اقتصاد کلان، تغییرات مقرراتی و کیفیت مدیریت ریسک قرار دارد. در این راستا، ادبیات علمی تأکید دارد که تحلیل کارایی باید قادر باشد سطح کارایی، پایداری عملکرد و دامنه نوسانات کارایی را به‌طور هم‌زمان مورد بررسی قرار دهد (کوپر، سیکورد و تون، ۲۰۰۷). تحلیل FNDEA منجر به استخراج بازه‌های کارایی می‌شود که برای بانک‌های با مواجهه ریسکی بالاتر، به‌طور معناداری گسترده‌تر هستند. فاصله میان حدود پایین و بالای کارایی، درجه عدم‌قطعیت و ظرفیت نهفته موجود در عملیات بانکی را منعکس می‌کند. بانک‌هایی که بازه‌های فازی باریک‌تری دارند، معمولاً از عملکرد باثبات‌تر و قابل پیش‌بینی‌تری برخوردارند؛ در حالی که بازه‌های گسترده‌تر نشان‌دهنده آسیب‌پذیری ساختاری و محدودیت‌های حاکمیتی هستند. جدول ۷ ضمائم؛ نتایج NDEA قطعی و فازی را نشان می‌دهد.

این جدول نتایج میانگین کارایی ۱۶ بانک بورسی و فرابورسی ایران را طی دوره زمانی ۱۳۹۷ الی ۱۴۰۲ بر اساس مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای قطعی و تعمیم فازی آن گزارش می‌کند. برای هر بانک، میانگین حد پایین و حد بالای کارایی فازی به منظور انعکاس عدم‌قطعیت ناشی از نوسانات محیطی و ابهام در داده‌های ورودی و خروجی محاسبه شده است. همچنین، میانگین نمره کارایی NDEA قطعی و میانگین نمره کارایی فازی به عنوان شاخص‌های مکمل عملکرد پایدار بانک‌ها در طول دوره مورد بررسی ارائه شده‌اند. مقدار کارایی فازی درون بازه حد پایین و حد بالای کارایی قرار دارد که این موضوع از منظر نظری، سازگاری درونی مدل فازی و اعتبار بازه‌های کارایی محاسبه‌شده را تأیید می‌کند.

۴-۵. تفسیر شکاف کارایی مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای با داده‌های فازی

۱. تفسیر میانگین حد پایین کارایی فازی (بدبینانه)؛

میانگین حد پایین کارایی فازی بیانگر حداقل سطح کارایی قابل اتکا بانک‌ها در شرایط عدم‌قطعیت است. پایین‌بودن این مقدار نشان می‌دهد که حتی با فرض تحقق بخشی از شرایط مطلوب، برخی بانک‌ها در استفاده بهینه از منابع و مدیریت ریسک با ناکارایی ساختاری مواجه‌اند. از منظر علمی، این شاخص به‌عنوان معیار محافظه‌کارانه کارایی قابل تفسیر بوده و برای ارزیابی تاب‌آوری بانک‌ها در برابر نوسانات محیطی و ریسک‌های عملیاتی و اعتباری اهمیت ویژه‌ای دارد.

۲. تفسیر میانگین حد بالای کارایی فازی (خوش‌بینانه)؛

میانگین حد بالای کارایی فازی نمایانگر حداکثر توان بالقوه عملکردی بانک‌ها در شرایط نسبتاً مساعد است. مقادیر بالاتر این شاخص نشان می‌دهد که بانک‌ها از ظرفیت بالقوه مناسبی برای بهبود عملکرد برخوردارند، اما این ظرفیت به دلایل مدیریتی، ساختاری یا نظارتی به‌طور کامل بالفعل نشده است. فاصله این حد با مرز کارایی کلاسیک می‌تواند نشان‌دهنده وجود ناکارایی پنهان و قابلیت بهبود در سیاست‌های اعتباری و مدیریت ریسک باشد.

۳. تحلیل شکاف بین حد پایین و حد بالای کارایی فازی؛

شکاف کارایی فازی (Efficiency Interval Width) یکی از مهم‌ترین خروجی‌های مدل فازی محسوب می‌شود و نشان‌دهنده درجه عدم‌قطعیت، ناپایداری عملکرد و حساسیت کارایی بانک‌ها نسبت به تغییرات داده‌ها است. تفسیر این شکاف به‌صورت زیر قابل ارائه است:

۳-۱. شکاف بزرگ کارایی: بیانگر آن است که عملکرد بانک به‌شدت به شرایط محیطی، کیفیت داده‌ها یا تصمیمات مدیریتی وابسته بوده و از ثبات عملکردی پایین برخوردار است. این وضعیت معمولاً در بانک‌هایی مشاهده می‌شود که با ریسک‌های اعتباری بالا، ساختار هزینه‌ای نامتوازن یا پرتفوی دارایی پرریسک مواجه‌اند.

۳-۲. شکاف کوچک کارایی: نشان‌دهنده پایداری نسبی عملکرد بانک و مدیریت مناسب منابع و ریسک‌ها حتی در شرایط عدم‌قطعیت است. این بانک‌ها از منظر نظارتی و سرمایه‌گذاری، ریسک سیستماتیک کمتری ایجاد می‌کنند.

۴. مقایسه بانک‌ها بر اساس سطح و شکاف کارایی فازی؛

با ترکیب میانگین حد پایین، حد بالا و شکاف کارایی، می‌توان بانک‌ها را در چهار طبقه تحلیلی قرار داد:

۴-۱. کارایی بالا – شکاف کم: بانک‌های پایدار، کم‌ریسک و دارای مدیریت کارای منابع و ریسک

۴-۲. کارایی بالا – شکاف زیاد: بانک‌های دارای ظرفیت بالا اما با ناپایداری عملکرد

۴-۳. کارایی پایین – شکاف کم: بانک‌های ناکارای ساختاری با ثبات عملکرد ضعیف

۴-۴. کارایی پایین – شکاف زیاد: بانک‌های پرریسک با عملکرد ناپایدار و نیازمند مداخله فوری

این طبقه‌بندی از منظر مدیریتی و نظارتی ارزش افزوده‌ای فراتر از رتبه‌بندی کلاسیک کارایی ایجاد می‌کند.

۵. دلالت‌های مقایسه‌ای با نتایج مدل غیرفازی؛

مقایسه نتایج میانگین کارایی فازی در $\alpha = 0.5$ با نتایج مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای غیرفازی نشان می‌دهد که مدل غیرفازی تمایل به برآورد خوش‌بینانه‌تر کارایی دارد. مدل فازی با ارائه بازه کارایی، تصویر واقع‌بینانه‌تر و محتاطانه‌تری از عملکرد بانک‌ها در شرایط عدم‌قطعیت ارائه می‌دهد و بانک‌هایی که در هر دو رویکرد دارای کارایی بالا هستند، به‌عنوان بانک‌های مرجع پایدار قابل شناسایی‌اند.

۶. پیامدهای سیاستی و مدیریتی نتایج

نتایج حاصل از تحلیل میانگین حدود کارایی و شکاف فازی می‌تواند به‌طور مستقیم در طراحی سیاست‌های اصلاحی هدفمند برای بانک‌های ناکارا، پایش ریسک سیستم بانکی توسط نهادهای ناظر، تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران در بازار سرمایه، ارزیابی اثربخشی سیاست‌های مدیریت ریسک در بانک‌ها مورد استفاده قرار گیرد.

در ادبیات علمی، تأکید شده است که مدل‌های تحلیل کارایی زمانی بیشترین ارزش تحلیلی و کاربردی را دارند که نتایج آن‌ها به راهبردهای اجرایی مشخص برای کاهش ناکارایی و ارتقای عملکرد واحدهای تصمیم‌گیر منجر شود (تون، ۲۰۰۱؛ کوپر و همکاران، ۲۰۱۱). هدف اصلی از تدوین اقدامات اصلاحی در این بخش، کاهش ناکارایی‌های شناسایی‌شده در ساختار

شبکه‌ای فعالیت بانک‌ها و هدایت آن‌ها به سمت استفاده بهینه‌تر از منابع، کنترل مؤثرتر ریسک‌ها و بهبود هماهنگی میان مراحل مختلف فرآیند بانکی است. برخلاف رویکردهای سنتی که ناکارایی را به‌صورت کلی و تجمیعی تحلیل می‌کنند، مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای این امکان را فراهم می‌سازد که منشأ ناکارایی به‌صورت مرحله‌محور شناسایی شود؛ ازاین‌رو، اقدامات اصلاحی پیشنهادی نیز متناسب با نتایج هر مرحله از مدل طراحی شده‌اند. اقدامات اصلاحی ارائه‌شده در این بخش، مستقیماً بر پایه تحلیل شکاف میان بهترین عملکرد، ضعیف‌ترین عملکرد و میانگین کارایی هر بانک استخراج شده‌اند. این شکاف‌ها، از منظر نظری، نشان‌دهنده میزان پایداری یا ناپایداری عملکرد و کیفیت مدیریت منابع و ریسک در بانک‌ها هستند (برگر و همکاران، ۲۰۰۹). بنابراین، پیشنهادهای اصلاحی نه‌تنها به ارتقای سطح کارایی، بلکه به کاهش نوسانات عملکرد و افزایش پایداری کارایی در طول زمان نیز معطوف شده‌اند. از منظر کاربردی، هدف اقدامات اصلاحی پیشنهادی عبارت است از:

- شناسایی دقیق مراحل منشأ ناکارایی در زنجیره فعالیت بانکی
- ارائه مسیرهای عملی کاهش شکاف کارایی با اتکا به عملکرد بانک‌های مرجع کارا
- بهبود تخصیص منابع و کنترل هزینه‌ها در مراحل اولیه فرآیند بانکی
- ارتقای کیفیت مدیریت ریسک اعتباری و عملیاتی در مراحل میانی
- افزایش کارایی درآمدزایی و سرمایه‌گذاری در مراحل نهایی شبکه بانکی

این اقدامات اصلاحی با در نظر گرفتن ویژگی‌های ساختاری بانک‌داری ایران، الزامات نظارتی و محدودیت‌های نهادی موجود تدوین شده‌اند و از این رو، قابلیت به‌کارگیری عملی برای مدیران بانک‌ها و نهادهای ناظر را دارا هستند. بدین ترتیب، نتایج پژوهش حاضر فراتر از یک تحلیل توصیفی صرف، به‌عنوان ابزار تصمیم‌یار علمی برای بهبود عملکرد بانک‌های بورسی و فرابورسی ایران قابل استفاده خواهد بود. جدول ۸ ضمائم؛ برخی نتایج ترکیب کارایی در مدل قطعی و فازی و برخی اقدامات اصلاحی پیشنهادی را بیان می‌کند.

۵. بحث

تحلیل ما نشان می‌دهد که ساختارهای شبکه‌ای درونی نقشی تعیین‌کننده در شکل‌دهی به کارایی بانک‌ها ایفا می‌کنند. برخلاف متعارف با رویکرد جعبه‌سیاه، چارچوب تحلیل پوششی

داده‌های شبکه‌ای آشکار می‌سازد که ناکارایی‌ها چگونه در مراحل مشخصی، به‌ویژه در تخصیص منابع و تبدیل ریسک، انباشته می‌شوند. این دیدگاه بانک‌محور نشان می‌دهد که عملکرد کلی صرفاً تابعی از ورودی‌ها و خروجی‌ها نیست، بلکه به‌طور ذاتی با کیفیت حاکمیت شرکتی، تصمیم‌گیری‌های درونی و مدیریت ریسک پیوند خورده است؛ امری که بینش‌های مستقیم و کاربردی برای سیاست‌گذاری و ارزیابی نظارتی فراهم می‌کند.

پژوهش حاضر یک ارزیابی تجربی جامع از کارایی بانک‌ها ارائه می‌دهد که در آن به‌صورت هم‌زمان از تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای قطعی (NDEA) و نسخه فازی آن استفاده شده است. بحث نتایج بر سه محور اصلی استوار است: (۱) نقش ساختار شبکه‌ای داخلی در شکل‌دهی به نتایج کارایی، (۲) اثر عدم‌قطعیت داده‌ها بر پایداری برآوردهای کارایی و (۳) ماهیت ناکارایی‌های مشاهده‌شده در میان بانک‌های بورسی و فرابورسی.

نخست، نتایج مبتنی بر ساختار شبکه‌ای نشان می‌دهد که مدل‌سازی صریح ساختار تولید داخلی بانک‌ها نقش تعیین‌کننده‌ای در ارزیابی کارایی دارد. برخلاف مدل‌های سنتی تحلیل پوششی داده‌ها که بانک را به‌صورت یک «جعبه سیاه» در نظر می‌گیرند، چارچوب NDEA آشکار می‌سازد که سطوح کارایی کلی صرفاً ناشی از روابط تجمیعی ورودی-خروجی نیست، بلکه به‌شدت تحت تأثیر عملکرد مراحل میانی در فرآیند بانک‌داری قرار دارد. تفاوت‌های مشاهده‌شده در کارایی مراحل مختلف نشان می‌دهد که ناکارایی‌ها غالباً در طول شبکه داخلی انباشته می‌شوند، نه اینکه از یک منبع عملیاتی منفرد ناشی شوند. این یافته محدودیت رویکردهای سنتی DEA در مطالعات بانکی را برجسته کرده و از دیدگاه‌هایی حمایت می‌کند که بر ضرورت استفاده از مدل‌های کارایی با ساختار صریح در تحلیل واسطه‌گری مالی تأکید دارند. پراکندگی کارایی مشاهده شده در شکل ۱ این استدلال را تقویت می‌کند که ناکارایی در بانک‌های ایران عمدتاً ماهیتی ساختاری دارد، نه چرخه‌ای.

دوم، مقایسه نتایج NDEA قطعی و NDEA فازی بینش‌های مهمی درباره پایداری کارایی در شرایط عدم‌قطعیت داده‌ها فراهم می‌کند. بازه‌های کارایی فازی نشان می‌دهد که اگرچه برآوردهای نقطه‌ای حاصل از مدل‌های قطعی می‌توانند به‌عنوان معیارهای اولیه مفید باشند، اما این برآوردها ممکن است عدم‌قطعیت قابل‌توجهی را که پیرامون سطح واقعی عملکرد بانک‌ها وجود دارد، پنهان کنند. در برخی موارد، بانک‌هایی که از کارایی نسبتاً بالایی در

چارچوب قطعی برخوردارند، دارای بازه‌های فازی گسترده‌ای هستند که بیانگر حساسیت آن‌ها نسبت به عدم‌دقت داده‌ها و عدم‌قطعیت محیطی است. در مقابل، بانک‌هایی با کارایی متوسط اما بازه‌های فازی باثبات‌تر، از منظر ساختاری مقاوم‌تر به نظر می‌رسند. این تمایز به‌ویژه در نظام‌های بانکی مواجه با نوسانات شدید اقتصاد کلان و محدودیت‌های گزارشگری، اهمیت ویژه‌ای دارد؛ چراکه اتکای صرف به برآوردهای نقطه‌ای می‌تواند به برداشت‌های سیاستی نادرست منجر شود.

سوم، نتایج حاکی از آن است که ناکارایی‌های مشاهده‌شده عمدتاً ماهیتی ساختاری و نهادی دارند و کمتر ناشی از عوامل گذرا هستند. تداوم شکاف‌های کارایی در هر دو چارچوب قطعی و فازی نشان می‌دهد که ضعف عملکرد بانک‌ها بیش از آنکه به نوسانات کوتاه‌مدت اقتصادی مرتبط باشد، ریشه در کیفیت حاکمیت شرکتی، فرآیندهای تصمیم‌گیری داخلی و چارچوب‌های مدیریت ریسک دارد. تحلیل ساختار شبکه‌ای نشان می‌دهد که ضعف در برخی مراحل داخلی نظیر فرآیندهای واسطه‌گری یا مدیریت ریسک می‌تواند حتی در صورت عملکرد مناسب سایر مراحل، کارایی کل بانک را به‌طور معناداری محدود کند. این یافته با دیدگاهی هم‌راستا است که بهبود کارایی بانک‌ها را مستلزم اصلاحات هدفمند درون‌سازمانی، و نه صرفاً کاهش کلی هزینه‌ها، می‌داند.

از منظر نظارتی و سیاست‌گذاری، نتایج این پژوهش پیامدهای مستقیمی به همراه دارد. شناسایی ناکارایی‌های ساختاری پایدار نشان می‌دهد که نظارت احتیاطی باید فراتر از شاخص‌های عملکرد تجمیعی حرکت کرده و از ابزارهای تشخیصی مبتنی بر ساختار شبکه‌ای بهره‌گیرد. افزون بر این، نتایج NDEA فازی بر ضرورت لحاظ‌کردن عدم‌قطعیت در ارزیابی عملکرد بانک‌ها تأکید دارد، به‌ویژه در بازارهای مالی نوظهور و در حال توسعه. چارچوب‌های نظارتی که عدم‌قطعیت کارایی را نادیده می‌گیرند، ممکن است آسیب‌پذیری‌های سیستماتیک را دست‌کم بگیرند یا اثربخشی ترتیبات حاکمیتی موجود را بیش‌برآورد کنند.

در مجموع، بخش بحث تأیید می‌کند که ترکیب NDEA با نسخه فازی آن، درک عمیق‌تر و سیاست‌محورتری از کارایی بانک‌ها ارائه می‌دهد. شواهد تجربی نشان می‌دهد که تحلیل کارایی در صنعت بانکداری باید به‌طور هم‌زمان ساختار داخلی و عدم‌قطعیت داده‌ها را در نظر بگیرد تا از ارزیابی‌های ساده‌انگارانه و گمراه‌کننده اجتناب شود.

۶. نتیجه‌گیری و پیامدهای سیاستی

این مقاله شواهد تجربی مستحکمی ارائه می‌دهد که نشان می‌دهد کارایی بانک‌ها تحت شرایط عدم‌قطعیت، تا حد زیادی تحت تأثیر عوامل ساختاری، نهادی و حاکمیتی قرار دارد. تحلیل‌های شبکه‌ای قطعی و فازی نشان می‌دهند که در صورت نادیده‌گرفتن عدم‌قطعیت داده‌ها، مزیت‌های عملکردی ظاهری ممکن است بیش‌برآورد شوند. از منظر سیاست‌گذاری، یافته‌ها حاکی از آن است که نهادهای ناظر و بانک‌های مرکزی باید در کنار شاخص‌های تجمیعی کارایی، از ابزارهای تشخیصی مبتنی بر شبکه و ارزیابی‌های حساس به عدم‌قطعیت استفاده کنند تا نظارت آگاهانه‌تر، ارزیابی دقیق‌تر ریسک و راهبردهای تقویت تاب‌آوری در نظام‌های بانکی مدرن امکان‌پذیر شود.

این مطالعه یک ارزیابی تجربی جامع از کارایی بانک‌ها تحت شرایط ریسک و عدم‌قطعیت ارائه می‌دهد که در آن تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای قطعی با چارچوب فازی شبکه‌ای تلفیق شده است. با مدل‌سازی صریح ساختارهای درونی عملیات بانکی و لحاظ‌کردن عدم‌قطعیت داده‌ها، پژوهش حاضر فراتر از رویکردهای متعارف «جعبه سیاه» حرکت کرده و شواهدی دقیق‌تر درباره منشأ تفاوت‌های عملکردی بانک‌ها فراهم می‌آورد. نتایج نشان می‌دهد که ناهمگنی کارایی میان بانک‌ها عمدتاً ریشه در عوامل ساختاری، نهادی و حاکمیتی نهفته در شبکه‌های تولید داخلی دارد، نه در نوسانات کوتاه‌مدت یا شرایط صرفاً برون‌زا.

تحلیل کارایی فازی آشکار می‌سازد که مزیت‌های عملکردی مبتنی بر برآوردهای قطعی ممکن است در مواجهه با عدم‌قطعیت داده‌ها بیش‌برآورد شده و از پایداری لازم برخوردار نباشند. این یافته بر ضرورت ارزیابی کارایی با تأکید بر ثبات و تاب‌آوری، به‌ویژه در نظام‌های بانکی مواجه با بی‌ثباتی کلان‌اقتصادی و محدودیت‌های اطلاعاتی، دلالت دارد. از این منظر، اتکای صرف به شاخص‌های تجمیعی کارایی می‌تواند به استنباط‌های سیاستی گمراه‌کننده منجر شود.

پیامدهای سیاستی این نتایج قابل توجه است. شواهد تجربی نشان می‌دهد که بهبود کارایی بانکی مستلزم اصلاحات هدفمند در فرآیندهای داخلی، ارتقای کیفیت حاکمیت شرکتی و تقویت سازوکارهای مدیریت ریسک است، نه صرفاً اقدامات کلی کاهش هزینه. ابزارهای

تشخیصی مبتنی بر ساختار شبکه‌ای امکان شناسایی گلوگاه‌های بحرانی در مراحل خاص واسطه‌گری و تبدیل ریسک را فراهم می‌کنند، در حالی‌که بازه‌های کارایی فازی سیگنال‌های معناداری درباره قابلیت اتکای ارزیابی‌های عملکرد در اختیار نهادهای ناظر و بانک‌های مرکزی قرار می‌دهند. از این رو، چارچوب‌های نظارتی می‌توانند با ترکیب ارزیابی‌های شبکه‌ای و حساس به عدم‌قطعیت، به نظارت آگاهانه‌تر، سنجش دقیق‌تر ریسک و تقویت تاب‌آوری سیستم بانکی دست یابند.

اگرچه بستر تجربی این پژوهش کشور ایران است - اقتصادی با نوسانات بالا و سطح قابل‌توجهی از عدم‌قطعیت - سهم اصلی مطالعه بر تعمیم مبتنی بر سازوکارها استوار است، نه تعمیم آماری صرف. ساختارهای شبکه‌ای درونی بانک‌ها، ترتیبات حاکمیتی و فرآیندهای تبدیل ریسک بررسی‌شده در این پژوهش از ویژگی‌های بنیادین نظام‌های بانکی مدرن محسوب می‌شوند. از این رو، بخش بانکی ایران به‌عنوان یک محیط «آزمون‌شده تحت فشار» عمل می‌کند که در آن ناکارایی‌های ساختاری و پویایی‌های عملکرد حساس به ریسک با وضوح بیشتری قابل مشاهده است. در نتیجه، هرچند شدت اثرات کارایی ممکن است در بسترهای نهادی مختلف متفاوت باشد، سازوکارهای شناسایی‌شده در این مطالعه برای سایر اقتصادهای نوظهور و به‌طور کلی برای بانک‌هایی که در شرایط عدم‌قطعیت بالا فعالیت می‌کنند، مرتبط و قابل اتکا هستند.

در مجموع، یافته‌های این پژوهش شواهد تجربی معتبری ارائه می‌دهد که نشان می‌دهد ارزیابی دقیق عملکرد بانکی در نظام‌های مالی معاصر مستلزم به‌کارگیری مدل‌های کارایی مبتنی بر ساختار و آگاه از عدم‌قطعیت است. این چارچوب تحلیلی می‌تواند مبنای مناسبی برای پژوهش‌های آتی در زمینه شبکه‌های پویا، پیوند کارایی با ثبات مالی و طراحی ابزارهای نظارتی پیشرفته‌تر فراهم آورد.

در نهایت این مقاله به یکی از پرسش‌های محوری در بانکداری می‌پردازد: ساختارهای شبکه‌ای درونی، سازوکارهای حاکمیتی و شیوه‌های مدیریت ریسک چگونه بر کارایی عملیاتی بانک‌ها تحت شرایط عدم‌قطعیت اثر می‌گذارند؟ با به‌کارگیری هم‌زمان مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای قطعی و فازی، نه‌تنها کارایی تحقق‌یافته، بلکه ظرفیت نهفته کارایی نیز ارزیابی می‌شود و در نتیجه، بینش‌های دقیق‌تری از عوامل شکل‌دهنده تاب‌آوری در نظام‌های بانکی

مواجه با نوسانات کلان‌اقتصادی و محدودیت‌های نظارتی ارائه می‌گردد. رویکرد پیشنهادی، به‌طور صریح نتایج کارایی را به رفتار بانکی پیوند می‌دهد و شواهدی فراهم می‌کند که هم از نظر تجربی مستحکم است و هم برای سیاست‌های ثبات مالی و نظارت بانکی اهمیت عملی دارد.

منابع

همت‌آبیری، احسان؛ دستوری، مجتبی؛ مرادپور، سعید. (۱۴۰۴). طراحی مدل نوین جهت ارزیابی کیفیت مدیریت ریسک بانک‌ها و تحلیل نقش آن در کاهش هزینه سرمایه. فصلنامه حسابداری، امور مالی و هوش محاسباتی.

نجفی، سید اسماعیل؛ بخشی‌فرکوش، سودابه. (۱۴۰۴). تعیین کارایی و رتبه‌بندی شعب بانک با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها با رویکرد کارت امتیازی متوازن. فصلنامه مدیریت: مدلسازی، تحلیل‌ها و کاربرد، ۲(۱)، ۵۴–۴۱.

حمیدی‌هه، علیرضا؛ رامزانی، علی؛ اخگری، بهاره. (۱۴۰۳). ارزیابی تأثیر عدم‌قطعیت و ریسک بر کارایی عملیاتی بانک با استفاده از تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای پویا.

اکبری، احمد؛ قلی‌زاده، محمدرضا. (۱۴۰۰). ارزیابی همزمان کارایی و ریسک بانک های تجاری ایران با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها. فصلنامه مدیریت مالی.

موسوی، سیدرضا؛ نظری، مهدی. (۱۳۹۹). ارزیابی کارایی بانک‌ها با استفاده از تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای. فصلنامه تحقیقات عملیاتی و کاربردهای آن.

ابراهیمی، رضا؛ کریمی، محمد. (۱۳۹۹). مقایسه کارایی بانک‌های دولتی و خصوصی ایران با استفاده از تحلیل پوششی داده‌های فازی. فصلنامه پژوهش‌های مالی.

رحمانی، فاطمه. (۱۳۹۸). ارزیابی کارایی بانک‌های بورسی ایران با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران.

زارع، علی؛ حسینی، سیدجواد. (۱۳۹۷). تحلیل کارایی نظام بانکی ایران با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها. فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران.

Recent Banking Efficiency & Risk (2020–2۰۲۵)

Fang, Y., Yu, M., & Li, Z. (2025). Bank financial sustainability evaluation: Data envelopment analysis with random forest and Shapley additive explanations. European Journal of Operational Research, 321(2), 614–630.

Zhang, D., Wang, J., & Chen, X. (2025). Bank efficiency estimation considering enterprise risk: Entropy meta two-parallel three-stage dynamic DDF model. Humanities and Social Sciences Communications, 12, 91.

Li, H., Sun, L., & Wang, Q. (2025). An efficiency score unification method in data envelopment analysis using slack-based models with application in banking. Decision Analytics Journal, 14, 100541.

Chen, Y., Liang, L., & Yang, F. (2024). Evaluating the resource management and profitability efficiencies of U.S. commercial banks from a dynamic network perspective. Financial Innovation, 10, 19.

Wu, J., Li, X., & Yang, C. (2024). Improving technical efficiency in data envelopment analysis for efficient firms: Evidence from Chinese banks. Information Sciences, 681, 120–1۳۸.

Liu, S., Zhou, Y., & Chen, L. (2024). Comprehensive intuitionistic fuzzy network data envelopment analysis incorporating undesirable outputs and shared resources. Applied Soft Computing, 145, 110486.

Azadi, M., Saen, R. F., & Zohrevand, A. (2024). Fuzzy cross-efficiency measurement for two-stage network data envelopment analysis. International Journal of Mathematical Modelling and Computations, 14(4), 277–316.

Emrouznejad, A., & Yang, G. L. (2023). A survey and analysis of the first 40 years of scholarly literature in DEA. Socio-Economic Planning Sciences, 85, 101457.

Nguyen, M., Skully, M., & Perera, S. (2022). Bank market power, ownership, and risk-taking: Evidence from Asia. Journal of Banking & Finance, 134, 106308.

Altunbas, Y., Manganelli, S., & Marques-Ibanez, D. (2۰۲۱). □□□□ risk during the financial crisis: Do business models matter? Journal of Banking & Finance, 133, 106259.

Network DEA & Dynamic Structures

Chen, F. (2024). Benchmarking bank branch efficiency through a new dynamic network DEA model. Science Journal of Business and Management, 12(1), 1–11.

Tone, K., & Tsutsui, M. (2014). Network DEA: A slacks-based measure approach. European Journal of Operational Research, ۲۳۷(۱), ۲۴۳□۲۵۲.

Kao, C. (2014). Network data envelopment analysis: A review. European Journal of Operational Research, 239(1), 1–1۶.

Fukuyama, H., & Weber, W. L. (2002). Evaluating bank performance using DEA and risk measures. European Journal of Operational Research, 136(1), 143–159.

Färe, R., & Grosskopf, S. (2000). Network data envelopment analysis. Socio-Economic Planning Sciences, 34(1), 35–4۹.

Fuzzy DEA & Uncertainty Modeling

Hatami-Marbini, A., & Tavana, M. (2021). Data envelopment analysis with fuzzy parameters: A comprehensive review. Applied Soft Computing, 108, 107460.

Saen, R. F., Azadi, M., & Zohrevand, A. (2022). Network DEA models with fuzzy data and shared resources. Expert Systems with Applications, 197, 116741.

Liu, S. T. (2008). Fuzzy DEA for performance evaluation. Computers & Operations Research, 35(10), 3152–3۱۶۶.

Kao, C., & Liu, S. T. (2000). Fuzzy efficiency measures in DEA. Fuzzy Sets and Systems, 113(3), 427–4۳۷.

Efficiency, Governance & Financial Stability

Koutsomanoli-Filippaki, A., Mamatzakis, E., & Staikouras, C. (2020). Performance and risk in banking: A DEA approach. Journal of Banking & Finance, 112, 105215.
Tan, Y., Floros, C., & Anchor, J. (2020). Risk-adjusted efficiency of banks. Journal of International Financial Markets, Institutions & Money, 65, 101197.

Beck, T., & Keil, J. (2022). Financial structure and banking efficiency. Journal of Banking & Finance, 136, 106362.
Demirgüç-Kunt, A., & Martínez Pería, M. S. (2020). Bank competition and financial stability. Annual Review of Financial Economics, 12, 153–171.

Foundational DEA
Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K. (2007). Data Envelopment Analysis. Springer.
Seiford, L. M., & Zhu, J. (1999). Profitability and marketability of banks. Management Science, 45(9), 1270–1۲۸۸.

Berger, A. N., & Humphrey, D. B. (1997). Efficiency of financial institutions. European Journal of Operational Research, 98(2), 175-۲۱۲

Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Estimating technical and scale inefficiencies. Management Science, 30(9), ۱۰۷۸–۱۰۹۲.

Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring efficiency of DMUs. European Journal of Operational Research, ۲(۶), ۴۲۹–۴۴۴.

ضمائم

جدول ۱. برخی ویژگی‌های مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای

ویژگی‌ها	توضیحات	محقق/ محققین
ارزیابی کارایی در سطح کل شبکه	استفاده از این مدل به ویژه در سیستم‌هایی که به طور شبکه‌ای کار می‌کنند و درآنها هر بخش تاثیرگذار بر کل سیستم است بسیار موثر است این مدل به تحلیلگران این امکان را می‌دهد که بطور جامع‌تری کارایی کل شبکه را ارزیابی کنند نه تنها هر بخش بطور جداگانه.	چارنز و همکاران (۱۹۷۸)
پوشش‌دهی به تعاملات داخلی سیستمی	این مدل می‌تواند تعاملات بین واحدها و بخش‌های مختلف یک سیستم را در نظر بگیرد به این معنا که تاثیرات متقابل و وابستگی موجود در عملکرد یک سیستم در تحلیل لحاظ شود.	تونی(۲۰۰۱)
قابلیت تجزیه و تحلیل ریسک سیستماتیک و غیر سیستماتیک مدل تحلیل پوششی‌داده‌های شبکه‌ای	این مدل به واسطه ساختار شبکه‌ای خود می‌تواند تفاوت‌های میان ریسک های سیستماتیک (عوامل کلان اقتصادی) و غیر سیستماتیک(مدیریت داخلی و سیاست‌های بانک) را مدل سازی کند.	سیفورد و ژو (۲۰۰۲)
وجود سیستم چند مرحله‌ای	بسیاری از سیستم‌ها مانند فرایندهای تولید، شامل چندین مرحله هستند که در هر مرحله ورودی‌ها و خروجی‌ها بطور مستقیم و غیر مستقیم به هم مرتبط هستند در این سیستم ها برای ارزیابی دقیق کارایی مدل سنتی تحلیل پوششی داده‌های قادر به تحلیل روابط پیچیده میان بخش‌ها نیستند و بنابراین مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای به کار می آید.	کوک و سیفور(۲۰۰۹)
انعطاف پذیری در مدل سازی و تخصیص منابع در مدل تحلیل پوششی‌داده‌های شبکه‌ای	این مدل قابلیت ارزیابی تخصیصی منابع در سطوح مختلف فرایندهای بانک را از جمله وام دهی، پذیرش سپرده‌ها و سرمایه‌گذاری‌ها را دارد و	آفونسو و لوپز(۲۰۱۳)

	میتواند اثرات آن ها بر کارایی و ریسک را تحلیل کند.	
سازگاری با مدل‌های دیگر	مدل تحلیل پوششی‌داده‌های شبکه‌ای قابلیت ترکیب با سایر مدل‌های ارزیابی کارایی و مدیریت ریسک مانند مدل مارکوف و شبیه سازی ریسک را دارد که به تحلیل جامع تر و دقیق تر کمک می‌کند.	افونسو و لوپز(۲۰۱۳)
بهینه‌سازی همزمان چند بخش	در سیستم پیچیده برای بهینه سازی عملکرد کل سیستم باید به بهبود عملکرد تمامی فرایندها توجه کرد مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای این امکان را فراهم می‌کند که چندین بخش به طور همزمان بهینه سازی شوند به ویژه زمانی که ورودی‌ها و خروجی‌های در یک شبکه به طور مستقیم بر هم تاثیر می‌گذارند.	ژو(۲۰۱۴)
مدیریت پیچیدگی‌های شبکه‌ای فرایند در مدل تحلیل پوششی‌داده‌های شبکه‌ای	مدل تحلیل پوششی‌داده‌های شبکه‌ای توانایی تحلیل روابط پیچیده و وابسته بین اجزای مختلف یک سازمان مانند بانک‌ها را دارد و این امکان را فراهم می‌کند که تاثیرات شبکه‌ای بر کارایی و ریسک مورد بررسی قرار گیرد.	وو و لیانگ (۲۰۱۷)
بهبود دقت در ارزیابی و تصمیم‌گیری در مدل تحلیل پوششی‌داده‌های شبکه‌ای	این مدل به تحلیلگران این امکان را می‌دهد که با دقت بیشتری فرایندهای مختلف بانک‌ها را ارزیابی کرده و استراتژی بهینه برای کاهش اتلاف منابع و مدیریت ریسک ارائه دهند.	وو و لیونگ (۲۰۱۷)
ارزیابی هم زمان کارایی و ریسک توسط مدل تحلیل پوششی‌داده‌های شبکه‌ای	مدل تحلیل پوششی‌داده‌های شبکه‌ای می‌تواند بطور هم‌زمان کارایی و ریسک‌های مختلف (اعتباری، نقدینگی و بازار) را ارزیابی کرده و تاثیرات آنها را بر کارایی کلی بانک‌ها تحلیل کند.	چنگ و همکاران(۲۰۱۹)
شبیه سازی شرایط مختلف ریسک و تغییرات محیطی در مدل تحلیل پوششی‌داده‌های شبکه‌ای	این مدل این امکان را می‌دهد که سناریوهای مختلف تغییرات اقتصادی یا بازار را شبیه سازی کرده و ربسک را در سیستم بررسی کند این ویژگی‌ها برای دورهای بی‌ثبات اقتصادی مفید است.	چنگ و همکاران(۲۰۱۹)

مدل کاربردی	مطالعات تحقیقات بسیاری نشان داده‌اند که مدل مدل تحلیل پوششی‌داده‌های شبکه‌ای در ارزیابی کارایی و مدیریت ریسک در بانک‌ها و دیگر موسسات مالی کاربرد و نتایج مثبتی داشته است.	افونزو و لوپز(۲۰۱۳)، وو و لانگ(۲۰۱۷) و چنگ و همکاران(۲۰۱۹)

جدول۲. فهرست بانک‌های بورسی و فرابورسی مورد بررسی و نماد بورسی آنها

ردیف	نام بانک	نماد بورس
۱	پست بانک ایران	وپست
۲	بانک ملت	وبملت
۳	بانک تجارت	وتجارت
۴	بانک صادرات	وبصادر
۵	بانک شهر	وشهر
۶	بانک اقتصاد نوین	ونوین
۷	بانک سرمایه	سمایه
۸	بانک خاورمیانه	وخاور
۹	بانک پاسارگاد	وپاسار
۱۰	بانک پارسیان	وپارس
۱۱	بانک سینا	وسینا
۱۲	بانک ایران زمین	وزمین
۱۳	بانک کارآفرین	وکار
۱۴	بانک رفاه کارگران	ورفاه
۱۵	بانک گردشگری	وگردش
۱۶	بانک سامان	سامان

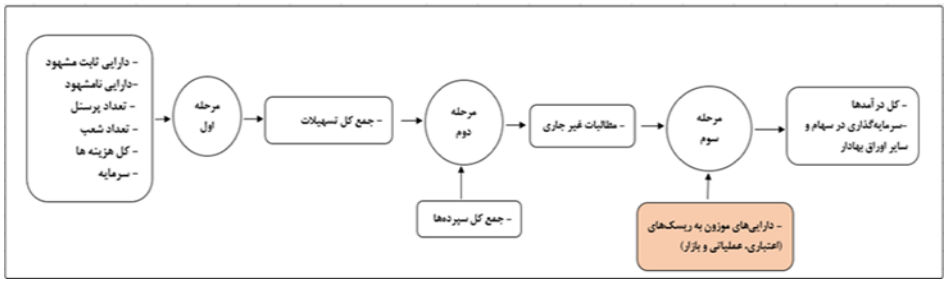
جدول ۳. گروه‌بندی متغییرها و شاخص‌های ورودی-میانی- خروجی در مدل NDEA

توضیحات	نام شاخص	گروه متغیر

شامل بهای تمام‌شده و استهلاک دارایی‌هایی است که بانک قصد نگهداری و استفاده بلندمدت از آن‌ها را دارد؛ از جمله زمین، ساختمان، تأسیسات، وسایل نقلیه، اثاثیه و منصوبات، بهسازی و نوسازی املاک استیجاری، دارایی‌های در دست تکمیل، سفارشات و پیش‌پرداخت‌های سرمایه‌ای، اقلام سرمایه‌ای در انبار و سایر موارد مشابه.(ورودی مرحله اول).	بهای تمام‌شده و استهلاک دارایی‌های ثابت مشهود	ورودی‌ها
دارایی‌هایی با ماهیت فیزیکی که در عملیات بانکی مورد استفاده قرار می‌گیرند.(ورودی مرحله اول).	دارایی‌های ثابت مشهود	ورودی‌ها
شامل دارایی‌هایی بدون ماهیت فیزیکی نظیر سرقفلی و حق کسب و پیشه، نرم‌افزار، توسعه نرم‌افزار، حق امتیاز استفاده از خدمات عمومی و سایر دارایی‌های نامشهود.(ورودی مرحله اول).	دارایی‌های نامشهود	ورودی‌ها
تعداد کارکنان بانک‌های مورد مطالعه که به‌عنوان سرمایه انسانی در فرآیند تولید خدمات بانکی ایفای نقش می‌کنند.(ورودی مرحله اول).	تعداد پرسنل	ورودی‌ها
تعداد شعب فعال بانک‌های مورد مطالعه به‌عنوان زیرساخت فیزیکی ارائه خدمات بانکی.(ورودی مرحله اول).	تعداد شعب	ورودی‌ها
شامل سرمایه بانک در زمان تأسیس و افزایش سرمایه طی دوره مورد بررسی که به‌صورت تعداد مشخصی از سهام با ارزش اسمی معین تعریف می‌شود.(ورودی مرحله اول).	سرمایه	ورودی‌ها
شامل مجموع هزینه‌های اداری و عمومی، هزینه‌های مالی و سایر هزینه‌های بانک.(ورودی مرحله اول).	کل هزینه‌ها	ورودی‌ها
شامل تسهیلات اعطایی و مطالبات از اشخاص دولتی و غیردولتی در قالب فروش اقساطی، جعاله، اجاره به شرط تملیک، سلف، مضاربه، مشارکت مدنی، خرید دین، مرابحه، استصناع، قرض‌الحسنه، تسهیلات ریالی و ارزی، بدهکاران بابت اعتبارات اسنادی،	جمع کل تسهیلات اعطایی	خروجی مرحله اول و ورودی مرحله دوم

ضمانت‌نامه‌ها، اوراق مشارکت و صکوک، کارت‌های اعتباری و سایر موارد.(خروجی مرحله اول و ورودی مرحله دوم).		
شامل مجموع سپرده‌های دیداری، سپرده‌های سرمایه‌گذاری مدت‌دار، سپرده‌های قرض‌الحسنه، پس‌انداز و سایر انواع سپرده‌ها.(ورودی میانی مرحله دوم).	جمع کل سپرده‌های مشتریان	متغیرهای میانی
شامل مطالبات سررسیدگذشته، معوق و مشکوک‌الوصول بانک‌ها.(خروجی مرحله دوم و ورودی مرحله سوم).	مطالبات غیرجاری	متغیرهای ریسک (Risk Variables)
شامل مجموع دارایی‌های موزون‌شده بر اساس ریسک‌های اعتباری، عملیاتی و بازار، به‌همراه سرمایه موردنیاز برای پوشش این ریسک‌ها با ضریب ۱۲,۵ درصد.(ورودی میانی مرحله سوم).	دارایی‌های موزون به ریسک	متغیرهای ریسک (Risk Variables)
شامل مجموع کل درآمدهای عملیاتی و غیرعملیاتی بانک.(خروجی مرحله سوم).	کل درآمدها	خروجی‌ها (Outputs)
شامل سرمایه‌گذاری در سهام سریع‌المعامله بازار، سرمایه‌گذاری در سهام و سایر اوراق بهادار.(خروجی مرحله سوم).	سرمایه‌گذاری در سهام و سایر اوراق بهادار	خروجی‌ها

نمودارگروه‌بندی متغییرها و شاخص‌های ورودی-میانی- خروجی در مدل NDEA



جدول ۴. رتبه بندی سالانه کارایی بانک‌ها بر اساس NDEA (۱۴۰۲-۱۳۹۷) برای تک تک سال‌ها

	۱۳۹۷		۱۳۹۸		۱۳۹۹		۱۴۰۰		۱۴۰۱		۱۴۰۲	
نام بانک	رتبه	نمره	رتبه	نمره	رتبه	نمره	رتبه	نمره	رتبه	نمره	رتبه	نمره
اقتصاد نوین	۲	۰.۸۸۹۰	۵	۰.۷۱۹۹	۱۰	۰.۴۹۴۴	۹	۰.۴۰۳۰	۵	۰.۶۵۷۶	۹	۰.۵۲۷۱
ایران زمین	۱۱	۰.۵۹۱۰	۱۶	۰.۳۶۴۰	۱۶	۰.۲۵۸۱	۱۶	۰.۱۶۳۰	۱۶	۰.۳۰۶۴	۱۱	۰.۴۷۵۰
پارسیان	۱۲	۰.۵۷۳۷	۱۴	۰.۴۸۳۳	۱۴	۰.۳۸۶۰	۱۳	۰.۲۹۸۰	۱۳	۰.۵۱۸۳	۱۵	۰.۴۰۵۹
پاسارگاد	۴	۰.۸۲۲۸	۳	۰.۷۹۲۰	۳	۰.۶۰۶۲	۴	۰.۴۴۳۲	۶	۰.۶۴۴۷	۷	۰.۵۸۳۵
پست بانک ایران	۱۴	۰.۵۰۶۲	۱۰	۰.۵۳۴۸	۱۵	۰.۳۷۵۸	۱۱	۰.۳۷۳۱	۱۰	۰.۵۹۰۳	۸	۰.۵۸۱۹
تجارت	۱	۱.۰۰۰۰	۷	۰.۶۹۷۰	۲	۰.۶۵۶۴	۱۴	۰.۲۹۰۴	۱۲	۰.۵۲۲۱	۱۴	۰.۴۴۱۱
خاورمیانه	۱۰	۰.۵۹۳۲	۸	۰.۶۵۷۲	۸	۰.۵۱۰۴	۸	۰.۴۰۶۶	۷	۰.۶۱۵۳	۱۲	۰.۴۶۲۲
رفاه کارگران	۶	۰.۷۳۱۹	۱۵	۰.۴۶۷۱	۶	۰.۵۵۱۱	۵	۰.۴۳۰۷	۹	۰.۵۹۱۴	۶	۰.۶۰۹۲
سامان	۵	۰.۷۳۳۹	۶	۰.۶۹۷۹	۱۱	۰.۴۸۶۳	۶	۰.۴۲۵۶	۴	۰.۹۰۴۲	۲	۰.۸۸۶۰
سرمایه	۱	۱.۰۰۰۰	۱۳	۰.۵۲۰۲	۷	۰.۵۱۱۷	۱۵	۰.۲۴۱۷	۱۵	۰.۳۶۱۴	۳	۰.۸۵۰۶
سینا	۱	۱.۰۰۰۰	۱	۱.۰۰۰۰	۱	۰.۷۶۰۵	۲	۰.۵۰۲۰	۲	۰.۹۶۶۷	۴	۰.۶۹۸۴
شهر	۷	۰.۶۹۴۴	۴	۰.۷۸۸۹	۵	۰.۵۶۷۱	۳	۰.۴۵۱۷	۱۴	۰.۴۹۲۵	۱۳	۰.۴۵۶۵
صادرات	۸	۰.۶۱۶۵	۱۱	۰.۵۳۴۵	۱۳	۰.۴۵۲۶	۱۲	۰.۳۲۴۰	۸	۰.۵۹۵۶	۱۶	۰.۳۷۲۴
کارآفرین	۱۳	۰.۵۲۹۸	۹	۰.۶۰۶۸	۱۲	۰.۴۵۸۰	۷	۰.۴۲۴۵	۳	۰.۹۰۸۱	۵	۰.۶۱۲۳
گردشگری	۳	۰.۸۸۷۲	۲	۰.۹۶۵۰	۴	۰.۵۸۳۹	۱	۰.۵۲۲۳	۱	۱.۰۰۰۰	۱	۱.۰۰۰۰
ملت	۹	۰.۵۹۴۹	۱۲	۰.۵۲۴۵	۹	۰.۴۹۵۴	۱۰	۰.۳۷۶۸	۱۱	۰.۵۶۵۳	۱۰	۰.۵۰۴۸

جدول ۵. مقایسه میانگین و دامنه کارایی بانک‌ها بر اساس NDEA (۱۴۰۲-۱۳۹۷) برای کل دوره

رتبه	نام بانک	میانگین نمره کارایی	بهترین عملکرد	ضعیف‌ترین عملکرد
۱	گردشگری	۰.۴۸۰۸	۰.۶۹۶۲	۰.۳۵۲۴
۲	سینا	۰.۴۱۱۴	۰.۵۱۱۵	۰.۰۰۶۲
۳	پاسارگاد	۰.۳۸۱۳	۰.۴۱۳۱	۰.۳۴۴۲

٤	سامان	۰.۳۵۶۰	۰.۶۱۷۶	۰.۰۰۸۰
٥	کارآفرین	۰.۳۴۶۶	۰.۴۶۲۵	۰.۲۶۱۷
٦	تجارت	۰.۳۱۸۹	۰.۴۳۷۸	۰.۲۲۶۶
۷	ملت	۰.۳۱۰۷	۰.۳۸۳۳	۰.۲۷۵۷
۸	شهر	۰.۲۹۱۴	۰.۴۱۱۷	۰.۰۰۶۸
۹	اقتصاد نوین	۰.۲۸۹۶	۰.۳۶۴۳	۰.۰۰۵۸
۱۰	صادرات	۰.۲۷۲۱	۰.۳۰۲۶	۰.۲۵۵۸
۱۱	رفاه کارگران	۰.۲۶۳۳	۰.۳۷۵۸	۰.۰۱۱۰
۱۲	خاورمیانه	۰.۲۵۳۹	۰.۳۳۲۹	۰.۰۰۵۰
۱۳	پست بانک ایران	۰.۲۴۶۸	۰.۳۳۹۴	۰.۰۰۵۷
۱٤	پارسیان	۰.۲۱۱۲	۰.۲۷۵۴	۰.۰۱۴۰
۱٥	ایران زمین	۰.۲۰۶۷	۰.۳۱۶۰	۰.۱۳۷۳
۱٦	سرمایه	۰.۱۴۹۲	۰.۳۴۴۰	۰.۰۰۳۱

جدول ۶. نتایج اجرای مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای (NDEA) با داده‌های قطعی

رتبه	نام بانک	نتایج
۱	گردشگری	این بانک عملکرد نسبتاً باثباتی داشته و فاصله محدود بین بهترین و ضعیف‌ترین عملکرد بیانگر مدیریت یکنواخت منابع و کنترل مناسب ناکارایی است.
۲	سینا	بانک سینا علی‌رغم دستیابی به کارایی متوسط در برخی سال‌ها، در دوره‌هایی با ناکارایی شدید مواجه بوده که بیانگر ضعف ساختاری در برخی مقاطع زمانی است
۳	پاسارگاد	این بانک دارای ثبات بالای عملکرد است، اختلاف اندک بین حداقل و حداکثر کارایی نشان‌دهنده پایداری مدیریتی و کنترل مناسب فرآیندهاست.
۴	سامان	وجود بهترین عملکرد نسبتاً بالا در کنار حداقل بسیار پایین، بیانگر نوسان شدید عملکرد و حساسیت بانک به شرایط محیطی و مدیریتی است.
۵	کارآفرین	بانک کارآفرین عملکردی متوسط با دامنه نوسان محدود داشته و نشان‌دهنده بهبود تدریجی بدون جهش‌های شدید است.
۶	تجارت	این بانک از نظر کارایی در سطح متوسط قرار دارد و فاصله نه‌چندان زیاد بین بهترین و ضعیف‌ترین عملکرد نشان‌دهنده ثبات نسبی است

۷	ملت	بانک ملت دارای عملکرد یکنواخت با نوسان کم است که بیانگر ساختار عملیاتی پایدار اما بدون جهش کارایی قابل توجه است.
۸	شهر	بانک شهر با وجود دستیابی به کارایی مناسب در برخی سال‌ها، در مقاطعی دچار افت شدید شده که نشانه بی‌ثباتی عملکردی است
۹	اقتصاد نوین	این بانک با میانگین پایین و حداقل بسیار کوچک، نشان‌دهنده ضعف عملکردی در برخی سال‌ها و نیاز به بازنگری ساختار بهره‌وری است.
۱۰	صادرات	اختلاف اندک بین بهترین و ضعیف‌ترین عملکرد نشان‌دهنده ثبات نسبی اما در سطح کارایی پایین است.
۱۱	رفاه کارگران	بانک رفاه کارگران دارای نوسان قابل توجه است؛ برخی سال‌ها عملکرد قابل قبول و در برخی سال‌ها ناکارایی شدید مشاهده می‌شود.
۱۲	خاورمیانه	این بانک با میانگین پایین و حداقل بسیار کوچک، در برخی دوره‌ها با چالش جدی در استفاده بهینه از منابع مواجه بوده است.
۱۳	پست بانک ایران	نوسانات زیاد عملکرد نشان‌دهنده تأثیرپذیری بالا از شرایط محیطی و ساختاری است و نیاز به تثبیت فرآیندها دارد.
۱۴	پارسیان	بانک پارسیان در اکثر سال‌ها کارایی پایینی داشته و فاصله قابل توجه تا کارایی مطلوب مشاهده می‌شود
۱۵	ایران زمین	عملکرد این بانک پایین اما نسبتاً باثبات است و نشان‌دهنده ناکارایی مزمن بدون نوسانات شدید است.
۱۶	سرمایه	پایین‌ترین میانگین کارایی به این بانک تعلق دارد و اختلاف زیاد بین حداقل و حداکثر نشان‌دهنده عدم ثبات و ناکارایی ساختاری جدی است.

جدول ۷. میانگین کارایی بانک‌ها بر اساس NDEA و FNDEA (۱۴۰۲-۱۳۹۷)

ردیف	نام بانک	میانگین حد پایین کارایی	میانگین حد بالای کارایی	میانگین NDEA فازی	میانگین NDEA قطعی
۱	اقتصاد نوین	۰.۳۵۰۰	۰.۲۹۷۸	۰.۳۲۳۹	۰.۲۸۹۶
۲	ایران زمین	۰.۲۰۶۶	۰.۲۰۶۹	۰.۲۰۶۸	۰.۲۰۶۷
۳	تجارت	۰.۳۱۸۸	۰.۳۱۹۰	۰.۳۱۸۹	۰.۳۱۸۹

٤	خاورمیانه	۰.۲۵۳۱	۰.۱۹۹۴	۰.۲۲۶۳	۰.۲۵۳۹
٥	رفاه کارگران	۰.۳۲۱۱	۰.۳۲۱۱	۰.۳۲۱۱	۰.۲۶۳۳
٦	سامان	۰.۴۰۶۴	۰.۴۰۶۷	۰.۴۰۶۶	۰.۳۵۶۰
۷	سرمایه	۰.۲۳۶۸	۰.۰۸۵۳	۰.۱۶۱۱	۰.۱۴۹۲
۸	سینا	۰.۴۹۷۰	۰.۴۹۷۶	۰.۴۹۷۳	۰.۴۱۱۴
۹	شهر	۰.۳۴۴۲	۰.۳۴۴۲	۰.۳۴۴۲	۰.۲۹۱۴
۱۰	صادرات	۰.۲۷۲۱	۰.۲۷۲۷	۰.۲۷۲۴	۰.۲۷۲۱
۱۱	ملت	۰.۳۱۰۵	۰.۳۱۱۱	۰.۳۱۰۸	۰.۳۱۰۷
۱۲	پارسیان	۰.۲۵۳۱	۰.۲۵۳۲	۰.۲۵۳۲	۰.۲۱۱۲
۱۳	پاسارگاد	۰.۳۸۱۲	۰.۳۸۱۸	۰.۳۸۱۵	۰.۳۸۱۳
۱٤	پست بانک ایران	۰.۲۸۴۱	۰.۲۸۴۴	۰.۲۸۴۳	۰.۲۴۶۸
۱٥	کارآفرین	۰.۳۴۶۴	۰.۲۸۰۶	۰.۳۱۳۵	۰.۳۴۶۶
۱٦	گردشگری	۰.۴۸۰۶	۰.۴۸۲۲	۰.۴۸۱۴	۰.۴۸۰۸

جدول ۸. برخی نتایج ترکیب کارایی در مدل قطعی و فازی و برخی اقدامات اصلاحی پیشنهادی

نام بانک	وضعیت کارایی	نتایج و افدامات اصلاحی پیشنهادی
گردشگری	کارای پایدار	ضعف حاکمیت شرکتی در تبدیل ظرفیت بالقوه به عملکرد بالفعل، توسعه کنترل شده شبکه
سینا	کارا اما وابسته	ناکارایی مدیریتی و تخصیص نامناسب منابع، تثبیت فرآیندها و کاهش نوسان داده
پاسارگاد	کارای پایدار	شکاف ساختاری بین ظرفیت بالقوه و عملکرد عملیاتی، حفظ ساختار و توسعه هوشمند
سامان	نیمه کارا	ضعف شدید نظام تصمیم‌گیری و عدم بهره‌برداری از ظرفیت‌ها، بهینه سازی تعامل بین مراحل شبکه
کارآفرین	شکننده	ناپایداری مدیریتی و ریسک عملیاتی،تقویت مدیریت ریسک و داده

محدودیت ساختاری و مقیاس پذیری پایین، افزایش بهره‌وری مراحل میانی شبکه	پایدار اما متوسط	تجارت
ناکارایی ساختاری خفیف و اینرسی سازمانی، ارتقای بهره‌وری بدون تغییر در ساختار	پایدار	ملت
ضعف کنترل های داخلی و حاکمیت شرکتی، افزایش کارایی تخصیص منابع	پایدار متوسط	شهر
شکنندگی عملکرد و ریسک پنهان مدیریتی، باز مهندسی تخصیصی منابع پایدار	ناپایدار	اقتصاد نوین
محدودیت ساختاری مزمن و عدم انعطاف عملیاتی، اصلاح ساختار هزینه-درآمد	پایدار ضعیف	صادرات
ساختار ماموریت محور و غیر رقابتی، استاندارد سازی فرآیندهای ورودی	حساس به عدم قطعیت	رفاه کارگران
ضعف در بهره بردارای از ظرفیت ها و مدیریت منابع، بهبود مدیریت ریسک عملیات شبکه	ریسک پذیر	خاورمیانه
مدل کسب و کار کم بازده و محدودیت ساختاری، افزایش انعطاف پذیری شبکه	محیط محور	پست بانک
ناکارایی مدیریتی متوسط همراه با اینرسی سازمانی	نامتوازن	پارسیان
ضعف ساختاری همراه با ظرفیت بالقوه محدود، بازطراحی کامل شبکه، حذف گلوگاه‌های شبکه	ناکارا	ایران زمین
بحران عمیق حاکمیت شرکتی و ناتوانی در بالفعل سازی ظرفیت، اصلاح ساختار کلان، کنترل شدید ورودی‌ها	بحرانی	سرمایه