

ارزیابی کارایی شعب بانک توسعه صادرات ایران

ابوالفضل شاه‌آبادی*

محمد صالحیان بهروز**

چکیده

در اندازه‌گیری کارایی، ترکیب روش شبکه عصبی مصنوعی و روش تحلیل سلسله مراتبی یکی از بهترین روش‌هایی است که مشکلات مربوط به روش‌های سنتی و شبکه عصبی مصنوعی از قبیل: عدم توانایی آنها برای در نظر گرفتن شاخص‌های ورودی و خروجی چندگانه، ادغام نمرات کارایی و حصول رتبه‌بندی جامع شعب در ارزیابی کارایی واحدهای دارای چند خروجی و... را ندارد. لذا پژوهش حاضر با ترکیب روش شبکه عصبی مصنوعی و روش تحلیل سلسله مراتبی با بکارگیری دیدگاه واسطه‌گری، متغیرهای کل سپرده‌ها، هزینه‌های جذب منابع، هزینه‌های عملیاتی به عنوان ورودی و کل تسهیلات، سود ناشی از تسهیلات و درآمدهای غیرتسهیلاتی (کارمزد) به عنوان متغیرهای خروجی به اندازه‌گیری، ارزیابی و مقایسه کارایی شعب بانک توسعه صادرات ایران طی سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۳ می‌پردازد. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد، از بین شعب مورد ارزیابی بر اساس معیار کارایی جامع در سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۷ شعبه مرکزی و از سال ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۳ شعبه زنجان کاراترین شعبه محسوب گردیده‌اند.

کلیدواژه‌ها: کارایی، شبکه‌های عصبی مصنوعی، روش تحلیل سلسله مراتب، شعب بانک توسعه صادرات.

طبقه‌بندی JEL: G21, C45

* دانشیار گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی، دانشگاه بوعلی سینا همدان (نویسنده مسئول)
Shahabadia@gmail.com

** دانشجوی دکتری اقتصاد دانشگاه سمنان و کارشناس بانک توسعه صادرات ایران
mohammadsalehianbehrooz@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱/۲۵، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۴/۱۴

۱. مقدمه

علیرغم اهمیت فعالیت بانکها و موسسات مالی در جهت رشد اقتصادی مستمر و باثبات کشورها و نیاز به ارزیابی کارایی آنها، بنظر می‌رسد حرکت منسجم و سازمان یافته‌ای برای ایجاد مدل‌های مناسب در راستای ارزیابی کارایی بانکهای کشور صورت نگرفته است. اگر چه شاخص‌هایی برای ارزیابی کارایی شعب بانکی در نظر گرفته شده است اما این شاخص‌ها براساس نظر کارشناسان و کمیته‌های اعتباری بوده و به صورت شفاف ارائه نشده است. لذا تدوین و تنظیم نظامی جامع جهت ارزیابی کارایی شعب بانکی، یکی از ارکان اصلی و مهم بانکهای تخصصی و از ضروریات نظام بانکی در جهت تعیین رشد اقتصادی مستمر و باثبات کشورها به حساب می‌آید، در نخستین گام برای دستیابی به هدف مذکور می‌بایست با توجه به مدل‌های مختلف ارزیابی کارایی شعب بانکی و سپس مقایسه این مدل‌ها در مطالعات مختلف اقدام به انتخاب مدل مناسب در این راستا نمود (نظری و الیدادی^۱، ۲۰۱۳).

روش‌های مطرح شده در ارزیابی کارایی شعب بانکی را می‌توان به دو دسته روش‌های سنتی و روش‌های نوین تقسیم نمود که در روش‌های سنتی از نسبت‌های مالی مختلف، مانند بازده نسبت به دارایی (Return on Asset (ROA)) و بازده نسبت به سرمایه (Return on Equity (ROE)) برای ارزیابی کارایی استفاده می‌شود و به روش تحلیل نسبت (Ratio Analysis) نیز مشهور است. بکارگیری نسبت‌های چندگانه برای ارزیابی جنبه‌های مختلف عملیات، عموماً اطلاعات ناچیزی را برای ارزیابی کارایی شعب بانکی در اختیار قرار می‌دهد (ویو و همکاران^۲، ۲۰۰۶). در حقیقت مشکل اصلی این روش‌ها عدم توانایی آنها برای در نظر گرفتن شاخص‌های ورودی و خروجی چندگانه (Multiple Input-Output Indices) است، به عبارت دیگر زمانی که واحدهای تصمیم‌گیری (Decision Making Unit (DMU)) ورودی‌های چندگانه‌ای را برای تولید خروجی‌های چندگانه به کار می‌برند، این روش‌ها قادر به تخمین یک مقدار جامع به عنوان ارزیابی کارایی نمی‌باشند (مولایی، ۱۳۸۵).

بنابراین جهت رفع مشکلات موجود، روش‌های تحلیل مرزی (Frontier Techniques) که در مقایسه با روش‌های سنتی موجود آمد، به مدیران اجازه داد تا بهترین عملیات ممکن (مقدار مرزی) را تعیین نموده و به مقایسه عملکرد خود با آن پردازند. در این راستا روش‌های (Data Envelopment Analysis) DEA، (Free Disposal Hull) FDH،

SFA (Stochastic Frontier Approach) یا EFA (Econometric Frontier Approach)، TFA (Thick Frontier Approach) و DFA (Distribution Free Approach) به نام روش‌های مرزی ارزیابی کارایی بانک‌ها معرفی شده است (چانگ و همکاران^۳، ۲۰۱۱ و اکن و کال^۴، ۲۰۱۱). تفاوت این روش‌ها در میزان محدودیت‌هایی است که در تعیین بهترین مرز عملکرد اعمال می‌شود (ویو و همکاران، ۲۰۰۶). بدین ترتیب محققان همواره به دنبال روشی بوده‌اند که علاوه بر انعطاف‌پذیری بالای روش‌های مرزی، ضعف‌های موجود در آنها را نیز جبران نماید. دیدگاهی که در این راستا پیشنهاد شده، بکارگیری شبکه‌های عصبی مصنوعی (Artificial Neural Networks (ANN)) است (کوستا^۵، ۱۹۹۷). لیکن، بررسی مطالعات انجام گرفته در زمینه ارزیابی واحدها، با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی نشان می‌دهد در همه این مطالعات یا واحدهایی با یک خروجی وجود دارند و یا در مواردی واحدها دارای چندین خروجی می‌باشند. بنابراین محققین با این شرایط قادر به ارائه یک رتبه‌بندی کامل از واحدهای مورد مطالعه نبوده‌اند که بدان دلیل است، شبکه‌های عصبی، نمرات کارایی هر خروجی را به طور جدا محاسبه می‌نموند. بدین ترتیب در پایان برای هر خروجی یک واحد تصمیم‌گیری و یک نمره کارایی به دست می‌آید و به دنبال آن مسئله ادغام نمرات به دست آمده به میان می‌آید.

بنابراین در مطالعه حاضر، محققین جهت رفع مشکلات مذکور، درصدد ارائه و بکارگیری روش ترکیبی شبکه عصبی مصنوعی و روش تحلیل سلسله مراتبی (Analytic Hierarchy Process (AHP)) جهت ارزیابی و مقایسه کارایی شعب بانک توسعه صادرات طی سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۳ برآمده‌اند. بانک توسعه صادرات ایران در سال ۱۳۷۰ تاسیس شد و فعالیت خود را در زمینه اعطای انواع تسهیلات اعتباری به صادرکنندگان، اعطای تسهیلات ارزی از محل منابع بانک و از محل حساب ذخیره ارزی، تأمین مالی صادرات کالا و خدمات از محل منابع بانک توسعه اسلامی، تأمین مالی صادرات کالا و خدمات در قالب اعتبار خریدار، اعطای تسهیلات برای گسترش صنعت گردشگری، اعطای تسهیلات به شرکتهای کوچک و متوسط تسهیلاتی و ارائه انواع خدمات ارزی آغاز نمود. لیکن با توجه به اهمیت این بانک به عنوان بانک تخصصی و دولتی صادرات- واردات (Export Import Bank (EXIM)) در جهت گسترش صادرات غیرنفتی و مبادلات تجاری و اقتصادی با دیگر کشورها و نیز فقدان مطالعات در زمینه مدلسازی ارزیابی کارایی برای این بانک با

استفاده از روش ترکیبی شبکه عصبی مصنوعی و روش تحلیل سلسله مراتبی، پژوهش حاضر به ارزیابی کارایی شعب این بانک توسط مدل پیشنهادی می‌پردازد. مقاله حاضر، به طور کلی در شش بخش تدوین گردیده است. در بخش دوم مروری اجمالی بر مفاهیم و دیدگاه‌های مطرح شده در ارزیابی کارایی شعب بانکی پرداخته و سپس برخی از پژوهش‌های تجربی در حوزه تحقیق را مورد ملاحظه قرار داده و در بخش چهارم به معرفی روش شبکه عصبی مصنوعی، روش تحلیل سلسله مراتبی و روش ترکیبی پیشنهادی پرداخته می‌شود و در نهایت پس از معرفی داده‌ها در بخش پنجم، به تحلیل نتایج در بخش ششم و جمع‌بندی و ارائه پیشنهادها در راستای این تحقیق پرداخته می‌شود.

۲. ادبیات تحقیق

۱.۲ ارزیابی عملکرد و کارایی

ارزیابی عملکرد فرایندی است که طی آن، میزان تحقق اهداف اقتصادی، اندازه‌گیری می‌شود. در حقیقت با استفاده از ارزیابی می‌توان به شکاف بین عملکرد و هدف دست یافت (غلامی و نورعلیزاده، ۱۳۸۲) که دست کم هفت معیار مجزا از قبیل: کارایی، اثربخشی، کیفیت، سود و سودآوری، بهره و بهره‌وری، کیفیت زندگی شغلی و در نهایت خلاقیت و نوآوری، برای ارزیابی عملکرد یک سازمان وجود دارد (ایمانی‌پور، ۱۳۸۵)، هر چند این معیارها لزوماً متمایز از یکدیگر نیستند. اما مطابق نظر ساهو و راویسانکار^۱ (۲۰۰۰) عملکرد هر سازمان اغلب بر حسب کارایی آن سازمان در استفاده از منابعش، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. لذا با پیروی از این نگرش، در این پژوهش تمرکز بر معیار کارایی، به عنوان معیار ارزیابی عملکرد قرار گرفته است.

کارایی بیانگر این مفهوم است که یک سازمان به چه خوبی از منابع خود در راستای تولید نسبت به بهترین عملکرد در مقطعی از زمان استفاده نموده است. به بیان دیگر کارایی میزان مصرف منابع برای تولید مقدار معینی محصول است (چانگ و همکاران، ۲۰۱۱، اکن و کال، ۲۰۱۱، مصطفی^۲، ۲۰۰۹ و مهرگان، ۱۳۸۳).

در ادبیات ارزیابی عملکرد بانک‌ها، انواع مختلفی از کارایی همچون کارایی فنی، کارایی تخصیصی، کارایی اقتصادی، کارایی مقیاسی و... پیشنهاد شده است. آنچه در ادامه تحت عنوان کارایی، از آن نام برده می‌شود بر پایه مفهوم کارایی فنی (Technical Efficiency) قرار

دارد. کارایی فنی نشان‌دهنده میزان توانایی یک بنگاه برای حداکثرسازی میزان تولید با توجه به منابع و عوامل تولید مشخص است. به عبارت دیگر میزان توانایی تبدیل ورودی‌هایی مانند نیروی انسانی، ماشین‌آلات و... به خروجی‌ها، در مقایسه با بهترین عملکرد، توسط کارایی فنی سنجیده می‌شود.

۲.۲ دیدگاه‌های مطرح در ارزیابی کارایی بانک‌ها

در مجموع، در ادبیات دو دیدگاه زیر برای ارزیابی کارایی بانک‌ها مطرح شده است. برای انتخاب یکی از این دو دیدگاه، می‌توان به عواملی همچون نقش بانک در کشور مورد مطالعه، وضعیت دسترسی به داده‌ها، بررسی ادبیات تحقیق و... توجه داشت (داس و رای^۱، ۲۰۰۹).

۱.۲.۲ دیدگاه تولیدی

در این دیدگاه بانک به عنوان یک سازمان تولیدکننده محصولات و خدمات است که از منابعی چون نیروی کار، سرمایه و تجهیزات، برای تولید خروجی‌هایی چون پرداخت‌ها، وام‌ها، سپرده‌ها و دیگر خدمات مالی استفاده می‌نماید. همچنین در این دیدگاه به درآمد به عنوان یک خروجی توجهی نمی‌شود و خروجی‌ها معمولاً به شکل تعداد حساب‌ها، معاملات مختلف در واحد تعداد یا زمان، تعداد درخواست‌های وام و نرخ خدمات به مشتری و ورودی‌های بانک به شکل اجاره، سرمایه و هزینه‌های عملیاتی، تعداد ترمینال‌ها، تعداد کارکنان یا هزینه حقوق آنها و... ظاهر شده و هزینه‌های سود در این دیدگاه نیز جز ورودی‌ها محسوب نمی‌شود.

۲.۲.۲ دیدگاه واسطه‌گری

این دیدگاه بانک را به عنوان یک واسطه‌گر خدمات مالی که وظیفه اولیه آن قرض گرفتن اعتبارات مالی از سپرده‌گذاران و سپس قرض دادن این اعتبارات به متقاضیان، برای کسب سود است که در آن هدف ارزیابی کارایی واسطه‌گری بانک‌ها است. در این دیدگاه معمولاً خروجی‌ها به صورت کل وام و سود ناشی از تسهیلات و درآمدهای غیرتسهیلاتی و ورودی‌ها به صورت هزینه‌های مختلف و کل سپرده‌ها تعریف می‌شوند. هزینه‌های مختلف شامل هزینه‌های جذب منابع، هزینه کارکنان و هزینه‌های عملیاتی است.

۳. پیشینه تحقیق

در این بخش از پژوهش به بررسی مطالعات تجربی پیرامون ارزیابی کارایی شعب بانکی با استفاده از مدل ترکیبی شبکه‌های عصبی مصنوعی و تحلیل سلسله مراتبی پرداخته می‌شود. کریمی^۹ (۲۰۱۴) با استفاده از دو مدل ریسک اعتباری ((Credit Risk Modeling (CRM)، رگرسیون لجستیک ((Logistic Regression Model (LRM) و شبکه‌های عصبی مصنوعی ((Artificial Neural Networks (ANNs)) به بررسی و پیش‌بینی ریسک اعتباری بانک‌های تجاری ایران و عملکرد آنها طی دوره ۲۰۱۳-۲۰۰۰ می‌پردازد. نتایج نشان می‌دهد، مدل‌های مناسب بانک‌های تجاری برای شناسایی مشتریان خوش حساب و بدحساب به ترتیب شبکه‌های عصبی مصنوعی و رگرسیون لجستیک است.

نظری و الیدادی (۲۰۱۳) به بررسی ریسک اعتباری مشتریان یک بانک تجاری ایران طی دوره ۲۰۱۱-۲۰۰۶ پرداختند و برای شناسایی معیارهای طبقه‌بندی برای مشتریان خوش حساب و بدحساب با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی به اندازه‌گیری ریسک اعتباری تسهیلات مالی متقاضیان اقدام نموده‌اند. نتایج نشان می‌دهد، فرکانس وام فردی و میزان وام اثر مهم و همچنین وضعیت حساب بانکی مشتری، سابقه ارتباط مشتری با بانک و خدمات دریافت اثر کم اهمیت در شناسایی معیارهای طبقه‌بندی مشتریان خوب و بد دارند.

چانگ و همکاران (۲۰۱۱) در پژوهشی با عنوان ارزیابی کارایی شعب یک بانک تایوانی با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها در سال ۲۰۰۵ به ارائه یک مدل ارزیابی جدید برای شناسایی میزان استفاده از منابع بانک مورد نظر به منظور افزایش عملیات شعب پرداختند. در این تحقیق ضمن مقایسه میان روش سنتی تحلیل پوششی داده‌ها و روش ارائه شده در این تحقیق براساس مدل جدید مورد نظر، در نهایت نشان داده شد که رتبه کارایی (براساس استفاده از هر یک از این دو روش) متفاوت خواهد بود.

اکن و کال (۲۰۱۱) به ارزیابی عملکرد شعبه بانک ترکیه با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) طی دوره زمانی ۲۰۱۰-۲۰۰۰ در جهت توسعه یک مدل عملکرد برای اندازه‌گیری کارایی نسبی و قابلیت‌های بهبود بالقوه شعب بانک با شناسایی نقاط قوت و ضعف آن پرداختند. نتایج پژوهش نشان می‌دهد، با افزایش اندازه شعبه، "ضریب کارایی" نیز افزایش خواهد یافت.

مصطفی (۲۰۰۹) به ارزیابی کارایی ۸۵ بانک برتر عربی در سال ۲۰۰۵ توسط مدل ترکیبی شبکه عصبی مصنوعی و تحلیل پوششی داده‌ها پرداخته است. در این مطالعه از متغیرهای دارایی و سرمایه به عنوان ورودی و خروجی‌هایی چون سود خالص، نسبت ROA و نسبت ROE استفاده گردیده است. بررسی نتایج به دست آمده نشان داد ۹۴ درصد رتبه‌بندی‌های انجام شده توسط DEA-ANNs صحیح بوده است.

مصطفی (۲۰۰۹)، در مطالعه‌ای دیگر، برای مدل‌سازی و طبقه‌بندی کارایی نسبی بانک‌های شورای همکاری خلیج (GCC) از ترکیب دو شبکه عصبی مصنوعی و یک روش طبقه‌بندی سنتی استفاده نمود که متغیرهای ورودی این تحقیق شامل دارایی‌های ثابت، نیروی کار، سپرده‌ها و هزینه‌های عملیاتی و غیرعملیاتی و متغیرهای خروجی شامل وام‌ها، سرمایه‌گذاری‌ها، کارمزد و سود ناشی از تسهیلات است. نتایج پژوهش حاکی است، دقت مدل ترکیبی حاصل از آمیختن دو شبکه عصبی به خوبی روش‌های سنتی است و استواری (Robustness) و انعطاف‌پذیری (Flexibility) الگوریتم‌های شبکه عصبی، آنرا به یک روش مناسب در ارزیابی کارایی نسبی شعب بانک تبدیل نموده است.

معظمی‌گودرزی و همکاران (۱۳۹۳) با ارزیابی کارایی نسبی و رتبه‌بندی ۱۷ شعب بانک رفاه استان لرستان به روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) و مقایسه نتایج آن با روش TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) در سال ۱۳۸۹ بیان داشتند، از بین ۱۷ شعبه بانک رفاه استان لرستان تعداد ۱۱ شعبه کارا (۶۵ درصد شعب) و ۶ شعبه ناکارا تشخیص داده شده‌اند که رتبه‌بندی شعب ناکارا نیز با توجه به اندازه کارایی آنان صورت پذیرفته است.

مسگرپور امیری و یدالله‌زاده طبری (۱۳۹۳) با استفاده از تحلیل پوششی داده و بررسی ارتباط آن با نسبت‌های مالی به ارزیابی کارایی ۲۰ بانک دولتی و خصوصی در سال ۱۳۹۰ پرداخته‌اند. نتایج یافته‌ها نشان می‌دهد، تعداد ۹ واحد از ۲۰ واحد کارا و مابقی ناکارا شناخته شده‌اند. از بین ۸ نسبت مالی مطرح شده، نسبت کفایت سرمایه، نسبت سودآوری، نسبت مدیریت و نسبت کیفیت دارایی رابطه مستقیمی با کارایی دارند.

هادی‌نژاد دارسرا و همکاران (۱۳۹۲) با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)، به ارزیابی عملکرد ۱۸ بانک دولتی و خصوصی طی دوره ۱۳۸۸-۱۳۸۹ براساس شاخص‌های خدمات الکترونیکی پرداختند. نتایج بررسی کارایی مقیاس و محاسبات آن در پایان سال

مالی ۱۳۸۹ حاکی از آن است، بانک‌های رفاه، سامان، ملی ایران، پاسارگاد، سینا، سرمایه، صادرات، تجارت، سپه، پارسیان، ملت، مسکن، کشاورزی و اقتصاد نوین فاقد کارایی مقیاس بوده‌اند. همچنین بانک‌های توسعه صادرات، کارآفرین، پست‌بانک و صنعت و معدن به عنوان بانک‌های کارا شناسایی گردیدند و در بین این چهار بانک کارا با استفاده از روش اندرسون-پیترسون بانک توسعه صادرات به عنوان بانک ممتاز در ارائه خدمات الکترونیکی در سال ۸۹ شناسایی گردیده است.

قلیچی و همکاران (۱۳۹۱) با توجه به لزوم و اهمیت مطالعه کارایی (عملکرد) بانک‌ها، جهت شناسایی واحدهای ناکارا و برنامه‌ریزی برای بهبود عملکرد بانک‌ها، سعی بر آن داشته‌اند تا کارایی فنی ۲۱ شعبه از شعب بانک پارسیان را با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها تحت فرض‌های بازده ثابت و متغیر نسبت به مقیاس تحت بررسی قرار دهند. نتایج به دست آمده حاکی از آن است که در حالت بازده ثابت نسبت به مقیاس، یک شعبه از شعب بانک پارسیان (بلوار کشاورز و مرکزی) و در حالت بازده متغیر نسبت به مقیاس، شش شعبه از شعب موجود (بلوار کشاورز، مرکزی، ساپکو، ایران زمین، الهیه و نازی آباد) دارای کارایی فنی صد در صد شناخته شده و کارایی فنی سایر شعب کمتر از صد در صد است. همچنین نتایج بیانگر آن است، میانگین کارایی فنی شعب در حالت بازده ثابت نسبت به مقیاس ۰/۷۲ درصد و در حالت بازده متغیر نسبت به مقیاس ۰/۹۴ درصد است.

محریبان و همکاران (۱۳۹۰) به ارزیابی کارایی ۴۰ شعبه بانک اقتصاد نوین با استفاده از مدل شبکه عصبی و تحلیل پوششی داده‌ها در سال‌های ۸۶ و ۸۷ پرداختند. در این پژوهش متغیرهای ورودی شامل میزان سپرده‌ها و سود سپرده‌ها، هزینه سرمایه ثابت شامل انواع منقول و غیرمنقول، تعداد پرسنل، هزینه‌های عملیاتی (هزینه‌ها منهای هزینه نیروی انسانی) و متغیرهای خروجی به شکل تسهیلات اعطایی و سود آنها، سرمایه‌گذاری و سود آنها و کارمزد دریافتی در نظر گرفته شده و واحدها را به شعب با کارایی قوی، شعب با کارایی نسبتاً قوی، شعب با کارایی متوسط و شعب با کارایی ضعیف تقسیم‌بندی نموده که نتایج به دست آمده از روش شبکه عصبی و تحلیل پوششی داده‌ها نشان می‌دهد شعب ۳۵،۲۷،۵ بالاترین کارایی در هر دو سال ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ می‌باشند.

افشار کاظمی و همکاران (۱۳۸۵) برای ارزیابی کارایی نسبی شعب‌های بانک توسعه صادرات ایران از دو مدل پایه‌ای تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها (مدل CCR) Cooper Charnes

پس از مشخص کردن شعبه‌های ناکارا راهکارهایی نیز در زمینه کارا کردن شعبه‌های ناکارا ارائه داده‌اند.

در مجموع براساس نتایج مطالعات خارجی و داخلی نشان می‌دهد، در این حوزه مدل‌های منفرد شبکه‌های عصبی، رگرسیون لجستیک و تحلیل پوشش داده‌ها (DEA) در ارزیابی کارایی بانک‌ها مورد توجه قرار گرفته و از مدل ترکیبی متناسب با محدودیت هر کدام از مدل‌های منفرد صرف‌نظر شده است، در حقیقت با توجه به مزایای مدل ترکیبی شبکه‌های عصبی مصنوعی و تحلیل سلسله مراتبی، این خلاء در مطالعات مورد بررسی دیده شده و این نکته در مطالعات مورد بررسی نادیده گرفته شده است. همچنین با مرور بر نتایج مطالعات تجربی انجام گرفته نیز می‌توان دریافت، روش‌های منفرد و ترکیبی شبکه عصبی مصنوعی در ارزیابی کارایی در مقایسه با سایر روش‌ها ارجعیت دارد همچنین شایان ذکر است، روش‌های ترکیبی شبکه عصبی مصنوعی و سلسله مراتبی نسبت به روش‌های منفرد شبکه عصبی مصنوعی و... متناسب با معایب آن از ارجعیت برخوردار است، چرا که از مزایای مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی استفاده از ورودی‌ها و خروجی‌های چندگانه است، اما با دستیابی به کارایی براساس هر یک از خروجی‌ها سودمند، محققین را قادر به ارائه یک رتبه‌بندی جامع از واحدهای مورد مطالعه نمی‌نماید. این امر بدان دلیل است که شبکه‌های عصبی، نمرات کارایی هر خروجی را به طور جداگانه محاسبه می‌نماید. بدین ترتیب برای هر خروجی یک واحد تصمیم‌گیری، یک نمره کارایی به دست می‌آید و مسئله ادغام نمرات به دست آمده بوجود می‌آید. براین اساس مطالعه حاضر برای حل مشکل مذکور، برای ترکیب نمرات کارایی خروجی‌ها و حصول کارایی جامع از روش ترکیبی شبکه عصبی مصنوعی و تحلیل سلسله مراتبی جهت ارزیابی و رتبه‌بندی کارایی براساس هر ستاده و نیز کارایی جامع شعب مختلف بانک توسعه صادرات ایران استفاده می‌نماید. لذا در بخش بعد به معرفی دقیق‌تر شبکه عصبی مصنوعی و روش تحلیل سلسله مراتبی داده‌ها، معایب و مزایای آن در راستای ارائه مدل ترکیبی پیشنهادی پرداخته شده تا ارجعیت این روش در مقایسه با سایر مطالعات مورد بررسی به وضوح مشاهده گردد.

۴. مدل ترکیبی شبکه عصبی مصنوعی و تحلیل سلسله مراتبی (ANN-AHP)

در اندازه‌گیری کارایی، ترکیب روش شبکه عصبی مصنوعی (Artificial Neural Network) و روش تحلیل سلسله مراتبی (Analytical Hierarchy Process) یکی از بهترین روش‌هایی است که مشکلات مربوط به روش‌های سنتی و شبکه عصبی مصنوعی از قبیل: عدم توانایی آنها برای در نظر گرفتن شاخص‌های ورودی و خروجی چندگانه، ادغام نمرات کارایی و حصول رتبه‌بندی جامع شعب در ارزیابی کارایی واحدهای دارای چند خروجی و... را ندارد. لذا براساس اهمیت شبکه عصبی و سلسله مراتب و نقاط ضعف هر کدام به تنهایی، محققین در این مطالعه، الگوریتمی را به شکل زیر شامل برای دو گام، برای مدل ترکیبی شبکه عصبی و تحلیل سلسله مراتبی پیشنهاد داده‌اند:

در گام اول، با استفاده از روش شبکه‌های عصبی مصنوعی رابطه بین متغیرهای ورودی و خروجی تعیین و کارایی هر خروجی محاسبه می‌گردد.

در این گام برای حصول مرز کارا و مقایسه آن با تولید واقعی به پیروی از ساتن (۲۰۰۸) از دیدگاه مرز ضخیم استفاده می‌شود. ایشان بیان می‌دارد، نتایج ارائه شده توسط این دیدگاه در مقایسه با مدل‌های موجود، همبستگی بالاتری با کارایی واقعی دارد. این دیدگاه دارای رویه‌ای به این شکل است:

۱ - N واحد تصمیم‌گیری، براساس خروجی‌های تخمینی توسط شبکه مرتب‌سازی شود.

$$DMU \in [1; N] | DMU_1, \dots, DMU_N \quad (2)$$

و رتبه‌بندی بدین گونه است که DMU_1 دارای کمترین خروجی و DMU_N دارای بزرگترین خروجی تخمین زده شده باشد.

۲- به دنبال این رتبه‌بندی، خطای مثبت ε_1 متعلق به DMU_i محاسبه گردد.

۳- پس از یافتن خطای مثبت ε_1 ، خروجی‌های کمتر از خروجی DMU_i (واحدهای ۱ تا i) را با ε_1 جمع می‌نماییم، به بیان دیگر با این عمل مرز برای آنها به اندازه ε_1 بالا برده می‌شود.

۴- دومین خطای مثبت ε_2 ، برای DMU_j با شرط زیر محاسبه می‌گردد:

$$\varepsilon_2 > \varepsilon_1 > 0 \quad (3)$$

۵- ε_2 ، با خروجی‌های تخمین زده شده برای واحدهای بین DMU_i تا DMU_j جمع می‌گردد.

۶- مراحل فوق تکرار گردیده، تا DMU_k با بالاترین مقدار خطا پیدا گردد به طوری که:

$$\varepsilon_k > \varepsilon_{k-1} > \varepsilon_2 > 0 \quad (4)$$

۷- در ادامه ε_k را به خروجی‌های تخمین زده شده برای واحدهای بین واحد k و واحدهای با خطای $\varepsilon_k - 1$ اضافه می‌گردد.

۸- ε_k به واحدهای تصمیم‌گیری باقیمانده بین واحد K و N نیز اضافه می‌گردد.

پس از حصول مرزهای کارا براساس هر خروجی با محاسبه نسبت تولید واقعی به تولید مرزی، مقدار کارایی بر اساس هر خروجی به دست می‌آید. سپس در گام دوم، نمرات کارایی هر یک از خروجی‌های واحد مورد مطالعه را با استفاده از روش AHP ترکیب نموده تا کارایی جامع شعب حاصل گردد. بدین ترتیب که در ابتدا کارایی هر خروجی به عنوان یک معیار و هر واحد تصمیم‌گیری، به عنوان یک گزینه، در نظر گرفته می‌شود. سپس یک ساختار سلسله مراتبی برای مسئله طراحی و میانگین هندسی کارایی هر خروجی محاسبه می‌گردد. در این مرحله ماتریس مقایسه زوجی برای معیارها و گزینه‌ها آماده می‌گردد و در پایان، دو ماتریس بدست آمده از مراحل قبل تلفیق و رتبه‌بندی نهایی برای هر واحد تصمیم‌گیری به دست می‌آید (سلمانی و همکاران، ۱۳۹۳ و رضایار و علی‌نژاد، ۱۳۹۲).

۵. داده‌های تحقیق

انتخاب صحیح هر یک از متغیرهای ورودی و خروجی، یکی از مهمترین مباحث در ارزیابی کارایی سازمان‌ها محسوب می‌شود. در مجموع، همانطور که پیش‌تر بیان گردید، از دو دیدگاه تولیدی و واسطه‌گری برای انتخاب متغیرها استفاده می‌گردد. براساس ماده یک قانون عملیات بانکی بدون ربا، بانک‌ها موظفند تا تسهیلات لازم را جهت گسترش تعاون و قرض الحسنه از طریق جذب و جلب وجوه آزاد و اندوخته‌ها و پس‌اندازها و سپرده‌ها و بسیج و تجهیز آنها در جهت تامین شرایط و امکانات کار و سرمایه‌گذاری به منظور اجرای بند ۲ و ۹ اصل چهل و سوم قانون اساسی فراهم نمایند^{۱۱}. براساس این قانون، بانک‌ها در ایران یک نقش واسطه‌گری دارند و هدف نظام بانکداری در جمهوری اسلامی ایران، بسیج سپرده‌ها و خرج کردن آنها در بخش‌های اقتصادی مورد نیاز است. بدین ترتیب در این مطالعه از یک دیدگاه واسطه‌گری برای ارزیابی کارایی بانک‌ها استفاده شده است. نتیجه‌گیری فوق در مورد وضعیت بانکداری در ایران، با دیدگاه‌های نظری و الی‌دادی (۲۰۱۳)، مصطفی (۲۰۰۹)، محرابیان و همکاران (۱۳۹۰) و ابریشمی و

- همکاران (۱۳۸۷) نیز مطابقت دارد که با توجه به محدودیت بانکها، سه متغیر به عنوان ورودی و سه متغیر به عنوان خروجی در سالهای ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۳ در نظر گرفته شده است: ورودی‌های مدل شامل کل سپرده‌ها، هزینه‌های جذب منابع و هزینه‌های عملیاتی است:
- کل سپرده‌ها: این متغیر، بیانگر ارزش پولی همه انواع سپرده‌ها در بانک است که شامل سپرده‌گذاری‌های انجام شده توسط افراد، بانک‌های دیگر، بنگاه‌های تجاری و دولت است.
 - هزینه‌های جذب منابع: این متغیر، بیان‌کننده مقادیری است که بانک‌ها باید در ازای قرض کردن اعتباراتی چون سپرده‌ها و دیگر اشکال سرمایه‌های قرض گرفته شده پرداخت نمایند.
 - هزینه‌های عملیاتی: بانک‌ها برای تولید خدمات خود، علاوه بر هزینه جذب منابع پرداخت شده برای سپرده‌ها، هزینه‌های دیگری را نیز متحمل می‌شوند. این هزینه‌ها تحت عنوان هزینه‌های عملیاتی است که شامل هزینه‌های مختلفی چون هزینه حقوق کارکنان، هزینه روابط عمومی و تبلیغات، کمیسیون و دیگر هزینه‌های عملیاتی است. متغیرهای خروجی در مدل مورد استفاده شامل کل وام‌ها، سود ناشی از تسهیلات و درآمدهای غیرتسهیلاتی (کارمزد) است:
 - کل تسهیلات: کل تسهیلات بیانگر ارزش ریالی انواع مختلف تسهیلات پرداخت شده به اشخاص حقیقی و حقوقی اعم از دولتی و غیر دولتی در قالب عقود اسلامی است.
 - سود ناشی از تسهیلات: کل درآمدهای بانک در دو حوزه سود ناشی از تسهیلات و درآمد غیرتسهیلاتی (کارمزد) قرار می‌گیرند. سود ناشی از تسهیلات شامل سود دریافتی تسهیلات، سایر درآمدهای تسهیلاتی (اعم از وجه التزام) است.
 - درآمدهای غیرتسهیلاتی (کارمزد): درآمدهای غیرتسهیلاتی شامل تمامی درآمدهای بدست آمده توسط بانک‌ها به غیر از انواع مختلف سود ناشی از تسهیلات است که شامل کارمزدهایی بابت انجام خدمات عملیاتی قابل دریافت می‌باشد.
- در این مطالعه به منظور رتبه‌بندی کارایی مربوط به ۲۸ شعبه بانک توسعه صادرات در سراسر کشور از داده‌های سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۳ استفاده شده است.

۶. تحلیل نتایج مدل پیشنهادی

داده‌های مورد استفاده در این تحقیق، در بازه صفر تا یک نگاشته (نرمال) شده‌اند. در ادامه جهت طراحی مدل از تلفیق کل داده‌های سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۳ به منظور آموزش، آزمایش و اعتباردهی شبکه استفاده می‌شود. اندازه این مجموعه‌ها به ترتیب ۸۰، ۱۰ و ۱۰ درصد داده‌ها در نظر گرفته شده است. همچنین به منظور تعیین تعداد نرون‌های (Neuron) مورد نیاز در لایه پنهان از ترکیب روش‌های موجود استفاده گردیده است. بدین ترتیب، ابتدا با استفاده از معادله (۵) تعداد نرون‌ها برابر ۱۸ تعیین می‌گردد:

$$m = \frac{1}{2}(\text{inputs} + \text{outputs}) + \sqrt{\text{number of the training patterns}} \quad (5)$$

$$18 = \frac{1}{2}(3 + 3)\sqrt{224}$$

سپس از روش تنظیم خودکار برای تعیین تعداد پارامترهای موثر شبکه استفاده می‌گردد. برای این منظور تابع یادگیری پس انتشار بازگشتی لونبرگ-مارکوات^{۱۲} با تعداد اولیه نرون-های لایه پنهان برابر ۱۸، در نظر گرفته می‌شود. سپس در یک حلقه بسته (Close Loop)، با بررسی عملکرد شبکه‌هایی با توابع تحریک لگاریتمی هلالی (Log - Sigmoid) و تانژانت هایپربولیک هلالی برای ساختارهای مختلف در بازه ۱۰-۸، براساس دو معیار همبستگی خروجی‌های واقعی با خروجی‌های تخمینی و میزان (Mean-Square Error) MSE، پس از مقایسه کلیه مدل‌های برآورد شده، در حلقه‌ی تکراری مدلی با تابع لگاریتمی هلالی و ساختار سه نرون در لایه ورودی، هجده نرون در لایه پنهان و سه نرون در لایه خروجی به عنوان بهترین مدل برگزیده شده است.

برای بررسی روند آموزشی این شبکه، خطای مجموعه‌های آموزش، آزمایش و اعتباردهی در نمودار (۱) پیوست نشان داده شده است. با توجه به نمودار مذکور، تغییرات خطاها در کلیه مجموعه‌های آموزش، آزمایش و اعتباردهی مشابه هستند و نتیجه مطلوب و امکان بیش‌برازش شبکه متفی است.

همچنین به منظور بررسی دقت و صحت نتایج شبکه عصبی از معیار میانگین مجذور خطاها (MSE) استفاده شده که نتایج آن در جدول (۱) قابل مشاهده است.

جدول ۱- بررسی معیار خطای شبیه‌سازی و پیش‌بینی شبکه عصبی
براساس معیار میانگین مجذور خطاها

سال	خطای شبیه‌سازی و پیش‌بینی درآمدهای غیر تسهیلاتی	خطای شبیه‌سازی و پیش‌بینی سود ناشی از تسهیلات	خطای شبیه‌سازی و پیش‌بینی کل تسهیلات
۱۳۸۳	۲۳۳۹۵۴۳۹۰۴۴	۲۰۶۹۹۴۶۰۷	۱۳۹۴۹۹۰۹
۱۳۸۴	۴۱۵۹۱۸۹۱۶۳۳	۳۶۷۹۹۰۴۱۲	۲۴۷۹۹۱۳۹
۱۳۸۵	۷۳۹۴۱۱۴۰۶۸۱	۶۵۴۲۰۵۱۷۷	۴۴۰۸۸۶۰۲
۱۳۸۶	۱۳۱۴۵۰۹۱۶۷۶۶	۱۱۶۳۰۳۱۴۲۶	۷۸۳۷۹۷۳۸
۱۳۸۷	۲۳۳۶۹۰۵۱۸۶۹۷	۲۰۶۷۶۱۱۴۲۴	۱۳۹۳۴۱۷۵۶
۱۳۸۸	۷۷۹۹۸۵۸۸۴۵۴	۲۴۴۳۹۳۹۰۲۷	۲۱۵۶۷۹۸۷۴
۱۳۸۹	۳۱۱۹۹۴۳۵۳۸۱۴	۱۴۰۶۵۴۵۳۱۶	۳۶۴۴۹۸۹۸۷
۱۳۹۰	۵۶۸۶۰۹۷۰۹۸۲۶	۲۵۶۳۴۲۸۸۳۸	۶۶۴۲۹۹۴۰۴
۱۳۹۱	۸۵۲۹۱۴۵۶۴۷۳۹	۳۳۳۲۴۵۷۴۸۹	۹۳۰۰۱۹۱۶۶
۱۳۹۲	۱۲۷۹۳۷۱۸۴۷۱۰۹	۴۶۶۵۴۴۰۴۸۵	۱۳۶۷۱۲۸۱۷۳
۱۳۹۳	۱۹۱۹۰۵۷۷۷۰۶۶۳	۶۵۳۱۶۱۶۶۷۹	۲۰۰۹۶۷۸۴۱۵

منبع: یافته‌های تحقیق

همانطور که نتایج جدول فوق نشان می‌دهد، شبکه طراحی شده بخوبی توانسته، روند متغیرهای هدف در هر شعبه را بخوبی شبیه‌سازی نماید و نتایج مطلوبی را کسب نماید. از این رو می‌توان با اطمینان بالایی کارایی کل شعب را بررسی نمود. شایان ذکر است نتایج فوق پس از برآورد و بررسی شبکه‌های عصبی مختلف حاصل شده است و کمترین میزان معیار خطای ممکن در شبیه‌سازی و پیش‌بینی مدل است.

در ادامه با استفاده از شبکه طراحی شده، کارایی هر یک از خروجی‌های شعب، مورد محاسبه قرار می‌گیرد. مقادیر مرزی در این جداول، بیانگر مقادیری هستند که شعب برای رسیدن به کارایی صد درصد باید به آن دست یابند. مقدار تغییر مورد نیاز در هر یک از بخش‌ها برای هر یک از شعب برای دستیابی به کارایی صد درصد، به تفکیک براساس فاصله تولید واقعی و مرزی قابل محاسبه است. در جدول (۲) مقادیر شعب کارا، درصد کارایی کل شعب و مجموع هزینه لازم برای دستیابی به مرز کارا نشان داده شده است.

جدول ۲- شعب کارا، درصد متوسط کارایی کل شعب و مبلغ لازم جهت دستیابی به کارایی کامل کل شعب بر اساس کل ارائه وام و تسهیلات

سال	شعب کارا	درصد متوسط کارایی کل شعب	مبلغ لازم برای دستیابی به کارایی کامل کل شعب
۱۳۸۳	۶۸.۹.۱۱.۱۸.۱۹.۲۳	۰/۳۹۰۴	۷۲۹۱۴۶۷
۱۳۸۴	۶۸.۹.۱۱.۱۸.۱۹.۲۳	۰/۳۹۰۴	۹۷۲۱۹۵۶
۱۳۸۵	۶۸.۹.۱۱.۱۸.۱۹.۲۳	۰/۳۹۰۴	۱۲۹۶۲۶۰۸
۱۳۸۶	۶۸.۹.۱۱.۱۸.۱۹.۲۳	۰/۳۹۰۴	۱۷۲۸۳۴۷۷
۱۳۸۷	۶۸.۹.۱۱.۱۸.۱۹.۲۳	۰/۳۹۰۴	۲۳۰۴۴۶۳۶
۱۳۸۸	۵.۶.۷.۱۱.۱۸.۲۳	۰/۴۸۵۶	۱۲۲۳۳۸۸۴
۱۳۸۹	۵.۶.۷.۱۱.۱۸.۲۳	۰/۴۸۵۶	۲۴۴۶۷۷۶۹
۱۳۹۰	۵.۶.۷.۱۱.۱۸.۲۳	۰/۴۸۵۶	۳۳۰۳۱۴۸۹
۱۳۹۱	۶.۷.۱۱.۱۸	۰/۴۵۲۱	۴۲۹۴۰۹۳۶
۱۳۹۲	۶.۷.۱۱.۱۸.۲۸	۰/۴۶۹۳	۵۵۸۲۳۲۱۶
۱۳۹۳	۶.۹.۱۱.۱۸	۰/۴۴۱	۷۲۵۷۰۱۸۱

منبع: یافته‌های تحقیق

همانگونه که در جدول (۲) قابل مشاهده است، از میان کل شعب در طی سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۷ شعبه‌های تبریز، گرگان، بلوار، آستارا، زنجان، کرمانشاه و بندرعباس در تولید وام‌ها و تسهیلات، کارا^{۱۳} عمل نموده و درصد متوسط کارایی کل شعب در طی این دوره با توجه به مقادیر خروجی تقریباً ۳۹ درصد بوده است. همچنین در طی سال‌های ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۰ شعبه‌های مشهد(خیام)، تبریز، اصفهان، آستارا، زنجان و بندرعباس در تولید وام‌ها و تسهیلات کارا عمل نموده و درصد متوسط کارایی کل شعب در طی این دوره با توجه به این خروجی تقریباً ۴۸/۵ درصد بوده است. بررسی فاصله بین خروجی‌های واقعی و مرزی نشان می‌دهد در طی سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۳ به منظور دستیابی به کارایی کامل کل شعب، میزان تولید وام و تسهیلات شعب ناکارا(شعبه‌هایی غیر از مشهد(خیام)، تبریز، اصفهان، آستارا، زنجان و بندرعباس) باید به ترتیب در حدود ۷۲۹۱۴۶۷، ۹۷۲۱۹۵۶، ۱۲۹۶۲۶۰۸، ۱۷۲۸۳۴۷۷، ۲۳۰۴۴۶۳۶، ۱۲۲۳۳۸۸۴، ۲۴۴۶۷۷۶۹، ۳۳۰۳۱۴۸۹، ۴۲۹۴۰۹۳۶، ۵۵۸۲۳۲۱۶ و ۷۲۵۷۰۱۸۱ میلیون ریال افزایش یابد.

همچنین بررسی کارایی شعب براساس سود ناشی از تسهیلات که بصورت خلاصه‌ای از جداول پیوست در جدول (۳) ارائه شده است، مشاهدات نشان می‌دهد، طی سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۷، تنها شعبه میرداماد، در تولید سود ناشی از تسهیلات کارا عمل نموده و درصد متوسط کارایی کل شعب در این دوره تقریباً ۱۳ درصد بوده است. همچنین طی دوره ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۰ شعبه‌های آستارا، زنجان، کرمانشاه و اراک در تولید سود ناشی از تسهیلات، کارا عمل نموده‌اند و درصد متوسط کارایی کل شعب در سال ۱۳۸۸ تقریباً ۳۱ درصد و در سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ تقریباً ۳۴ درصد بوده است. طی دوره ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۳ شعبه‌های آستارا، کرمانشاه و اراک در تولید سود ناشی از تسهیلات، کارا عمل نموده‌اند و درصد متوسط کارایی کل شعب در سال‌های ۱۳۹۱، ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ به ترتیب تقریباً ۳۸، ۳۴ و ۳۸ درصد بوده است. ارقام این جدول همچنین نشان می‌دهد، طی سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۳ به منظور دستیابی به کارایی کامل کل شعب، میزان تولید سود ناشی از تسهیلات شعب ناکارا (شعبه‌هایی غیر از شعبه میرداماد طی سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۷ و شعبه‌هایی غیر از آستارا، زنجان، کرمانشاه و اراک در سال‌های ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۳) باید به ترتیب در حدود ۱۹۲۳۳۸۲، ۲۵۶۴۹۱۰، ۳۴۱۹۸۸۰، ۴۵۵۹۸۴۰، ۶۰۷۹۷۸۷، ۴۴۸۷۳۵۵، ۲۸۶۰۳۹۳، ۳۸۶۱۵۳۱، ۵۰۱۹۹۹۰ و ۶۵۲۵۹۸۷ و ۸۴۸۳۷۸۴ میلیون ریال افزایش یابد.

جدول ۳- شعب کارا، درصد متوسط کارایی کل شعب و مبلغ لازم جهت دستیابی به کارایی کامل کل شعب بر اساس سود ناشی از تسهیلات

سال	شعب کارا	درصد متوسط کارایی کل شعب	مبلغ لازم برای دستیابی به کارایی کامل کل شعب
۱۳۸۳	۲۱	۰/۱۳۰۱	۱۹۲۳۳۸۲
۱۳۸۴	۲۱	۰/۱۳۰۱	۲۵۶۴۹۱۰
۱۳۸۵	۲۱	۰/۱۳۰۱	۳۴۱۹۸۸۰
۱۳۸۶	۲۱	۰/۱۳۰۱	۴۵۵۹۸۴۰
۱۳۸۷	۲۱	۰/۱۳۰۱	۶۰۷۹۷۸۷
۱۳۸۸	۱۱،۱۸،۱۹،۲۸	۰/۳۱۲۳	۴۴۸۷۳۵۵
۱۳۸۹	۱۱،۱۸،۱۹،۲۸	۰/۳۴۸۵	۲۸۶۰۳۹۳
۱۳۹۰	۱۱،۱۸،۱۹،۲۸	۰/۳۴۸۵	۳۸۶۱۵۳۱
۱۳۹۱	۱۱،۱۹،۲۸	۰/۳۸۰۷	۵۰۱۹۹۹۰
۱۳۹۲	۱۱،۲۸	۰/۳۳۹۵	۶۵۲۵۹۸۷

۸۴۸۳۷۸۴	۰/۳۷۵۱	۱۱،۱۹،۲۸	۱۳۹۳
---------	--------	----------	------

منبع: یافته‌های تحقیق

خلاصه‌ای از جداول پیوست در جدول (۴) که بررسی کارایی شعب براساس درآمد غیرتسهیلاتی، طی سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۷ را نشان می‌دهد، بیانگر آن است، تنها شعبه‌های چابهار و کیش، در تولید درآمد غیرتسهیلاتی کارا عمل نموده‌اند، و درصد متوسط کارایی کل شعب در این دوره تقریباً ۲۲ درصد بوده است. همچنین طی دوره ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۳ شعبه زنجان نیز علاوه بر این دو شعبه براساس معیار درآمد غیرتسهیلاتی کارا عمل نموده است، درصد متوسط کارایی کل شعب نیز طی سال‌های ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۳ تقریباً ۲۰ درصد است. همچنین براساس نتایج این جدول طی سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۳ به منظور دستیابی به کارایی کامل کل شعب، میزان تولید درآمد غیرتسهیلاتی شعب ناکارا (شعبه‌هایی غیر از چابهار و کیش در سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۷ و شعبه‌هایی غیر از چابهار و کیش و زنجان طی سال‌های ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۳) باید به ترتیب تقریباً ۲۸۶۷۸۵، ۳۸۲۳۸۰، ۵۰۹۸۴۰، ۶۷۹۷۸۷، ۹۰۶۳۸۳، ۱۳۲۸۸۳۲، ۱۷۲۷۴۸۲، ۲۳۳۲۱۰۱، ۳۰۳۱۷۳۱، ۳۹۴۱۲۵۱ و ۵۱۲۳۶۲۶ میلیون ریال افزایش یابد.

جدول ۴- شعب کارا، درصد متوسط کارایی کل شعب و مبلغ لازم برای دستیابی به کارایی کامل به کارایی کامل کل شعب براساس درآمد غیر تسهیلاتی

سال	شعب کارا	درصد متوسط کارایی کل شعب	مبلغ لازم برای دستیابی به کارایی کامل کل شعب
۱۳۸۳	۲۲،۲۷	۰/۲۲۰۰	۲۸۶۷۸۵
۱۳۸۴	۲۲،۲۷	۰/۲۲۰۰	۳۸۲۳۸۰
۱۳۸۵	۲۲،۲۷	۰/۲۲۰۰	۵۰۹۸۴۰
۱۳۸۶	۲۲،۲۷	۰/۲۲۰۰	۶۷۹۷۸۷
۱۳۸۷	۲۲،۲۷	۰/۲۲۰۰	۹۰۶۳۸۳
۱۳۸۸	۱۸،۲۲،۲۷	۰/۲۰۲۷	۱۳۲۸۸۳۲
۱۳۸۹	۱۸،۲۲،۲۷	۰/۲۰۲۷	۱۷۲۷۴۸۲
۱۳۹۰	۱۸،۲۲،۲۷	۰/۲۰۲۷	۲۳۳۲۱۰۱
۱۳۹۱	۱۸،۲۲	۰/۲۲۲۴۱۴	۳۰۳۱۷۳۱
۱۳۹۲	۱۸،۲۲،۲۷	۰/۲۰۰۳۵۷	۳۹۴۱۲۵۱

۵۱۲۳۶۲۶	۰/۲۱۷۲۲۸۶	۱۸.۲۲.۲۷	۱۳۹۳
---------	-----------	----------	------

منبع: یافته‌های تحقیق

مقایسه میانگین‌های نمرات کارایی خروجی‌ها نشان می‌دهد، میانگین کارایی شعب مورد مطالعه در بخش تولید وام و تسهیلات به طور معناداری بیشتر از میانگین کارایی در بخش‌های درآمد تسهیلاتی و غیرتسهیلاتی است.

در ادامه با استفاده از مدل پیشنهادی (ANN-AHP)، به ادغام نمرات کارایی هر خروجی پرداخته و رتبه‌بندی جامع شعب در جدول ذکر شده در پیوست نشان داده می‌شود.

همان طور که در جدول مذکور قابل مشاهده است از بین ۲۸ شعبه مورد ارزیابی در سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۳ شعبه کیش براساس میزان کارایی برای تولید درآمدهای غیرتسهیلاتی بهترین عملکرد را داشته و تنها در سال ۱۳۸۹ و ۱۳۹۳ پس از شعبه چابهار در جایگاه دوم قرار گرفته است. هم‌چنین نتیجه بررسی‌ها نشان می‌دهد در کلیه سال‌های تحت بررسی شعبه همدان براساس میزان کارایی برای تولید درآمدهای غیرتسهیلاتی بدترین عملکرد را در مقایسه با سایر شعب داشته است. هم‌چنین براساس همین معیار شعبه‌های رشت، گرگان، ارومیه و کرمان همانند شعبه همدان عملکرد نامطلوبی داشته‌اند.

رتبه‌بندی شعب براساس میزان کارایی برای سود ناشی از تسهیلات نشان می‌دهد طی سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۷ شعبه می‌رداماد کاراترین عملکرد را داشته است، در حالی که پس از این دوره، شعبه اراک براساس این معیار رتبه نخست را کسب نموده است. هم‌چنین براساس همین معیار شعب؛ بندرعباس، قشم، کیش، چابهار و بوشهر ضعیف‌ترین عملکرد را طی دوره مورد بررسی دارند. هم‌چنین براساس میزان کارایی برای ارائه وام‌ها و تسهیلات شعبه بندرعباس طی سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۷ رتبه نخست و بهترین عملکرد را داشته و در سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ شعبه آستارا و در سال ۱۳۹۰ و ۱۳۹۳ شعبه اراک از کاراترین شعبه‌ها می‌باشند. هم‌چنین شعب قشم، چابهار و کیش در کلیه سال‌ها ضعیف‌ترین عملکرد را براساس میزان کارایی برای ارائه وام‌ها و تسهیلات دارند.

در نهایت محاسبه رتبه‌بندی جامع با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی معیارهای ارائه شده نشان می‌دهد، در سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۷ شعبه مرکزی رتبه نخست را دارد و از سال ۱۳۸۷ به بعد رتبه دوم را کسب نموده است، در حالی که شعبه زنجان در سال‌های ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۳ رتبه نخست را براساس این معیار کسب نموده است. هم‌چنین براساس

همین معیار در سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۷ شعب ساری، رشت و همدان ضعیف‌ترین عملکرد را دارند و در ادامه برای سال‌های ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۳ شعب بندرعباس، گرگان و همدان ضعیف‌ترین عملکرد را دارا می‌باشند.

براساس تفاسیر فوق و همچنین همانگونه که در جدول اشاره شده، قابل مشاهده است، رتبه‌بندی برخی شعب پس از سال ۱۳۸۷ دچار تغییر شده است، دلایلی همچون تلاش در جذب مشتریان جدید، میزان بازاریابی شعبه، میزان تعامل با سازمان‌های استانی جهت جذب مشتریان، تلاش جهت وصول مطالبات آسیب دیده، سعی در تمرکززدایی از طریق ستاد، میزان تغییر اختیارات خرید و فروش ارز و سطوح وام‌دهی و... موجب حصول سطح متفاوتی از خروجی‌ها در مقایسه با ورودی و یا کاربرد سطح پایین‌تری از ورودی‌ها برای ایجاد سطوح یکسانی از خروجی و در نتیجه تغییرات در رتبه‌بندی کارایی پس از سال ۱۳۸۷ برای این شعب گردیده است.

۷. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

شبکه‌های عصبی مصنوعی، هرچند در مواردی که برای ارزیابی کارایی از ورودی‌ها و خروجی‌های چندگانه استفاده شود، در حصول کارایی براساس هر یک از خروجی‌ها سودمند می‌باشند، لیکن محققین را قادر به ارائه یک رتبه‌بندی جامع از واحدهای مورد مطالعه نمی‌نماید. این امر بدان دلیل است، شبکه‌های عصبی، نمرات کارایی هر خروجی را به طور جداگانه محاسبه می‌نماید. بدین ترتیب در پایان، برای هر خروجی یک واحد تصمیم‌گیری، یک نمره کارایی به دست می‌آید و مسئله ادغام نمرات به دست آمده بوجود می‌آید. بر این اساس مطالعه حاضر، برای ترکیب نمرات کارایی خروجی‌ها و حصول کارایی جامع، روش ادغام شبکه عصبی مصنوعی و تحلیل سلسله مراتبی را پیشنهاد داده و از آن جهت سنجش، ارزیابی و رتبه‌بندی کارایی براساس هر ستاده و نیز کارایی جامع شعب مختلف بانک توسعه صادرات ایران در سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۹۳ بهره‌جسته است. در این مطالعه با توجه به اینکه بانک‌ها در ایران یک نقش واسطه‌گری دارند، در انتخاب متغیرها از یک دیدگاه واسطه‌گری با متغیرهای ورودی کل سپرده‌ها، هزینه‌های جذب منابع و هزینه‌های عملیاتی و متغیرهای خروجی کل وام‌ها، سود ناشی از تسهیلات و درآمدهای غیرتسهیلاتی (کارمزد) استفاده شده است. در ادامه تحقیق، پس از طراحی و تدوین مدل ترکیبی شبکه‌های عصبی و تحلیل سلسله مراتبی، مقدار تولید مرزی شعب حاصل شد.

سپس به اندازه‌گیری کارایی براساس هر یک از خروجی‌ها و نیز کارایی جامع شعب پرداخته شد و رتبه‌بندی واحدهای مورد ارزیابی، ارائه گردید.

مطابق نتایج آشکار است، درصد متوسط کارایی شعب در تولید وام‌ها به طور معناداری از بخش تولید سود ناشی از تسهیلات و تولید درآمدهای غیرتسهیلاتی بیشتر است. بنابراین، بخش تولید سود ناشی از تسهیلات و درآمدهای غیرتسهیلاتی در شعب بانک توسعه صادرات ایران به توجه ویژه‌ای نیاز دارد.

در نهایت پیشنهاد می‌شود با وجود اهمیت شایان صنعت بانکداری و فقدان سیستم ارزیابی جامع برای سنجش و ارتقاء عملکرد و کارایی شعب، روش‌های متنوع منفرد و ترکیبی از الگوریتم ژنتیک، شبکه عصبی مصنوعی، روش‌های ترکیبی فازی و غیره به طور گسترده-تری در ارزیابی کارایی مورد استفاده قرار گرفته و حساسیت نتایج بدست آمده در سنجش کارایی مورد تحلیل قرار گیرد.

در پایان لازم به ذکر است، جهت ترکیب و بدست آوردن کارایی جامع شعب، نتایج حاصل از شبکه عصبی در روش AHP مورد استفاده قرار گرفته است که به معنای حساسیت نتایج نهایی بر صحت نتایج حاصل از شبکه عصبی است. گرچه، همانطور که در پیشینه تحقیق مطرح گردید روش شبکه عصبی در ارزیابی کارایی بانک روشی مطرح و مناسب است، هم‌چنین با دقت در معماری دقیق شبکه، انتخاب دقیق بهترین مدل با توجه به همبستگی خروجی‌های واقعی با خروجی‌های تخمینی و معیار حداقل MSE در کنار بررسی تغییرات خطاها در مجموعه‌های آزمایش و اعتباردهی که در این مطالعه انجام گرفت، می‌توان میزان اعتماد به نتایج شبکه عصبی را بالا برد.

پی‌نوشت‌ها

1. Nazari & Alidadi
2. Wu and et al.
3. Chang et al
4. Eken & Kale
5. Costa
6. Saha & Ravisankar
7. Mostafa

8. Das & Ray

9. Karimi

10. Santin

۱۱. سازگار بودن به آن معناست که اگر به عنوان مثال آیت i نسبت به آیت J به میزان ۲ برابر ارجحیت داشته باشد و نیز آیت J نسبت به آیت K هم به میزان ۳ برابر ارجحیت داشته باشد آنگاه آیت I نیز نسبت به آیت K به میزان ۶ برابر اهمیت دارد. اما این هم ممکن است که اهمیت نسبی آیت i نسبت به آیت k ۶ برابر دانسته نشود و این رابطه برقرار نباشد. عدم برقراری این رابطه میزانی از ناهمگنی یا ناسازگاری را می‌رساند.

12. Levenberg-Marquardt

۱۳. منظور از "کارا بودن" برابری تولید واقعی و مرزی برای هر یک از خروجی‌ها است.

پیوست

جدول رتبه‌بندی کارایی شعب براساس هر یک از ستاده‌ها و نیز کارایی جامع

سال رتبه استان	۱۳۸۳				۱۳۸۴				۱۳۸۵				۱۳۸۶			
	رتبه بندی				رتبه بندی				رتبه بندی				رتبه بندی			
	R1	R2	R3	Rt	R1	R2	R3	Rt	R1	R2	R3	Rt	R1	R2	R3	Rt
مرکزی	3	2	8	1	3	2	8	1	3	2	8	1	3	2	8	1
یزد	9	15	16	17	9	15	16	17	9	15	16	17	9	15	16	17
ساری	23	21	24	28	23	21	24	28	23	21	24	28	23	21	24	28
شیراز	17	5	12	18	17	5	12	18	17	5	12	18	17	5	12	18
مشهد(خیام)	13	6	13	16	13	6	13	16	13	6	13	16	13	6	13	16
تهران	12	4	7	5	12	4	7	5	12	4	6	5	12	4	7	5
اصفهان	10	7	14	15	10	7	14	15	10	7	14	15	10	7	14	15
گرگان	26	12	6	7	26	12	6	7	26	12	5	7	26	12	6	7
بلوار	8	3	5	3	8	3	5	3	8	3	7	3	8	3	5	3
قشم	5	27	28	13	5	27	28	13	5	27	28	13	5	27	28	13
آستارا	22	22	4	8	22	22	4	8	22	22	4	8	22	22	4	8
ارومیه	25	14	18	23	25	14	18	23	25	14	18	23	25	14	18	23
بوشهر	18	24	21	25	18	24	21	25	18	24	21	25	18	24	21	25

ابوالفضل شاه‌آبادی و محمد صالحیان بهروز ۶۳

کرمان	24	20	9	12	24	20	9	12	24	20	9	12	24	20	9	12
اهواز	14	8	22	20	14	8	22	20	14	8	22	20	14	8	22	20
همدان	28	17	19	26	28	17	19	26	28	17	19	26	28	17	19	26
خرم‌آباد	16	13	15	19	16	13	15	19	16	13	15	19	16	13	15	19
زنجان	7	11	3	4	7	11	3	4	7	11	3	4	7	11	3	4
کرمانشاه	4	9	2	2	4	9	2	2	4	9	2	2	4	9	2	2
رشت	27	23	23	27	27	23	23	27	27	23	23	27	27	23	23	27
میرداماد	6	1	11	6	6	1	11	6	6	1	11	6	6	1	11	6
چابهار	2	26	27	11	2	26	27	11	2	26	27	11	2	26	27	11
بندرعباس	19	28	1	9	19	28	1	9	19	28	1	9	19	28	1	9
تجریش	11	18	25	22	11	18	25	22	11	18	25	22	11	18	25	22
قم	21	16	10	14	21	16	10	14	21	16	10	14	21	16	10	14
پامنار	15	19	20	24	15	19	20	24	15	19	20	24	15	19	20	24
کیش	1	25	26	10	1	25	26	10	1	25	26	10	1	25	26	10
اراک	20	10	17	21	20	10	17	21	20	10	17	21	20	10	17	21

ادامه جدول رتبه‌بندی کارایی شعب براساس هر یک از ستاده‌ها و نیز کارایی جامع

سال	۱۳۸۷				۱۳۸۸				۱۳۸۹				۱۳۹۰			
رتبه استان	رتبه بندی				رتبه بندی				رتبه بندی				رتبه بندی			
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R3	Rt	R1	R2	R3	Rt
مرکزی	3	2	3	2	3	2	3	2	4	5	7	2	4	5	7	2
یزد	9	15	9	15	9	15	9	15	18	12	12	12	18	12	12	12
ساری	23	21	23	21	23	21	23	21	21	21	19	23	21	21	19	23
شیراز	17	5	17	5	17	5	17	5	19	11	14	14	19	11	14	14
مشهد(خیام (13	6	13	6	13	6	13	6	10	7	6	6	10	7	6	6
تبریز	12	4	12	4	12	4	12	4	11	10	2	9	11	10	5	9
اصفهان	10	7	10	7	10	7	10	7	7	8	5	5	7	8	4	5
گرگان	26	12	26	12	26	12	26	12	25	20	24	27	25	20	24	27
بلوار	8	3	8	3	8	3	8	3	8	9	8	10	8	9	8	10
قشم	5	27	5	27	5	27	5	27	5	26	26	22	5	26	26	22
آستارا	22	22	22	22	22	22	22	22	17	4	1	4	17	4	3	4
ارومیه	25	14	25	14	25	14	25	14	24	16	17	19	24	15	17	19
بوشهر	18	24	18	24	18	24	18	24	22	19	16	18	22	19	16	18
کرمان	24	20	24	20	24	20	24	20	27	17	15	17	27	13	15	17
اهواز	14	8	14	8	14	8	14	8	9	12	13	16	9	16	13	16

ابوالفضل شاه آبادی و محمد صالحیان بهروز ۶۵

همدان	28	17	28	17	28	17	28	17	28	23	23	26	28	22	23	26
خرم آباد	16	13	16	13	16	13	16	13	15	14	11	11	15	14	11	11
زنجان	7	11	7	11	7	11	7	11	3	3	3	1	3	3	2	1
کرمانشاه	4	9	4	9	4	9	4	9	13	2	10	7	13	2	10	7
رشت	27	23	27	23	27	23	27	23	26	22	20	24	26	24	20	24
میرداماد	6	1	6	1	6	1	6	1	6	6	9	8	6	6	9	8
چابهار	2	26	2	26	2	26	2	26	1	28	27	15	2	28	27	15
بندرعباس	19	28	19	28	19	28	19	28	14	27	28	28	14	27	28	28
تجریش	11	18	11	18	11	18	11	18	12	15	21	21	112	18	21	21
قم	21	16	21	16	21	16	21	16	23	18	18	20	23	17	18	20
پامنار	15	19	15	19	15	19	15	19	20	24	22	25	20	23	22	25
کیش	1	25	1	25	1	25	1	25	2	25	25	13	1	25	25	13
اراک	20	10	20	10	20	10	20	10	16	1	2	3	16	1	1	3

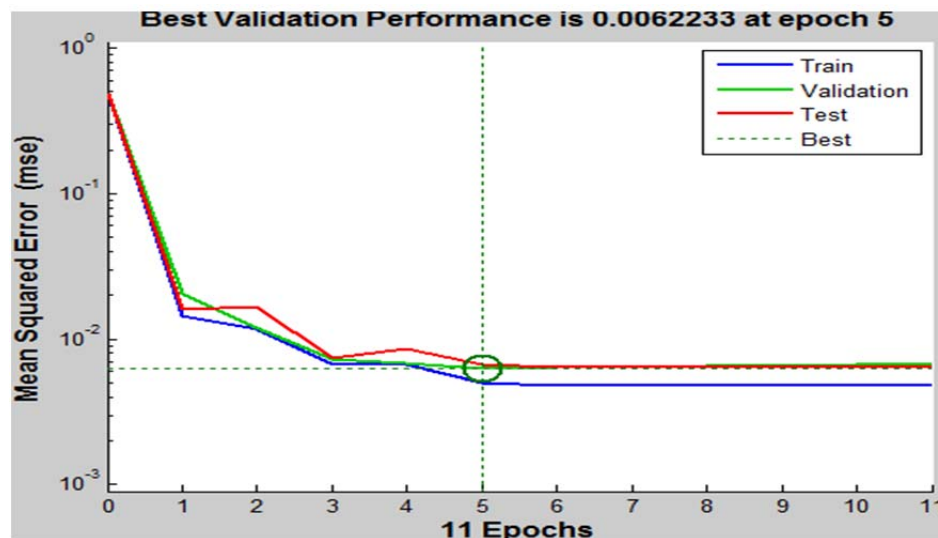
ادامه جدول رتبه‌بندی کارایی شعب براساس هر یک از ستاده‌ها و نیز کارایی جامع

سال	۱۳۹۱				۱۳۹۲				۱۳۹۳			
رتبه استان	رتبه بندی				رتبه بندی				رتبه بندی			
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R3	Rt
مرکزی	4	5	7	3	4	4	7	2	4	5	6	2
یزد	18	14	12	12	19	12	12	12	16	12	12	12
ساری	21	20	19	24	21	21	19	23	21	21	19	22
شیراز	19	11	15	16	18	11	16	14	19	11	14	14
مشهد(خیام)	10	8	6	7	10	7	6	6	11	6	7	6
تبریز	11	10	5	9	13	10	2	9	12	10	4	9
اصفهان	7	9	4	5	7	8	5	5	7	7	5	5
گرگان	23	21	24	27	25	20	24	27	25	20	24	27
بلوار	8	7	9	8	8	9	8	10	8	9	8	10
قشم	5	26	26	21	5	25	26	21	5	27	26	24
آستارا	17	4	1	4	17	3	1	4	18	4	3	4
ارومیه	25	16	17	19	24	15	17	19	24	15	17	17
بوشهر	22	19	14	18	22	19	15	18	22	19	16	18
کرمان	27	17	16	17	27	13	14	17	26	13	15	19

اهواز	9	12	13	13	9	16	13	16	9	16	13	16
همدان	28	24	23	26	28	22	21	26	28	22	23	26
خرم آباد	15	15	11	11	15	14	11	11	15	14	10	11
زنجان	3	3	3	1	3	5	4	1	3	2	2	1
کرمانشاه	13	2	8	6	12	2	10	7	13	3	9	7
رشت	26	22	20	22	26	24	20	24	27	24	20	22
میرداماد	6	6	10	10	6	6	9	8	6	8	11	8
چابهار	2	28	27	15	1	27	27	15	1	26	27	15
بندرعباس	14	27	28	28	14	28	28	28	14	28	28	28
تجریش	12	13	21	20	11	18	22	20	10	18	21	21
قم	23	18	18	23	23	17	18	22	23	17	18	20
پامنار	20	24	22	25	20	23	23	25	20	23	22	25
کیش	1	25	25	14	1	26	25	13	2	25	25	13
اراک	16	1	2	2	16	1	3	3	17	1	1	3

*جهت انطباق با ۲۸ شعبه در سال ۱۳۸۸، از ۲۹ شعبه در سال ۱۳۸۷، شعبه ۲۸ حذف گردیده است.

** R_1 رتبه کسب شده کارایی براساس میزان کارایی برای تولید درآمدهای غیرتسهیلاتی، R_2 رتبه کسب شده کارایی براساس میزان کارایی برای سود ناشی از تسهیلات، R_3 رتبه کسب شده کارایی براساس میزان کارایی برای ارائه وام‌ها و تسهیلات و R_t رتبه‌بندی جامع



نمودار روند تغییرات خطا در مجموعه‌های آموزش، آزمایش و اعتباردهی کل داده‌ها

کتاب‌نامه

- ابریشمی، حمید، مهرآرا، محسن و آجرلو، مریم (۱۳۸۷). بررسی کارایی هزینه‌ها در نظام بانکی: مطالعه موردی بانک ملت. پژوهشنامه اقتصادی، دوره ۸، شماره ۲۸، ۱۹۷-۱۷۳.
- افشار کاظمی، محمدعلی، ستایش، محمدرضا، محرابیان، سعید و انوری، کرملی (۱۳۸۵). ارزیابی کارایی نسبی شعب بانک توسعه صادرات ایران با مدل تحلیلی پوششی داده‌ها. بانک و اقتصاد، شماره ۷۵، ۴-۱.
- ایمانی‌پور، محمدرضا (۱۳۸۵). بررسی عوامل موثر بر بهره‌وری شعب و کارایی نسبی و جامع، پروژه تحقیقاتی بانک صنعت و معدن.
- رضایار، علی و علی‌نژاد، محمود (۱۳۹۲). اقتصاد سنجی مالی با رویکرد مدلسازی، سری‌های زمانی شبکه‌های عصبی و پانل دیتا. نشر ناقوس، تهران.
- سلمانی، یونس، صادقی، حسین و سهرابی، حسین (۱۳۹۳). هوش مصنوعی در اقتصاد. نورعلم، چاپ اول.
- غلامی، حسین و نورعلیزاده، حمیدرضا (۱۳۸۱). مقایسه روش‌های ارزیابی عملکرد. مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی مدیریت عملکرد. تهران: جهاد دانشگاهی، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.
- قلیچی، فائزه، احسانی، فاطمه، مهدی‌زاده، آرزو و قلیچی، ایمان (۱۳۹۱). ارزیابی کارایی شعب بانک پارسیان با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA). چهارمین کنفرانس ملی تحلیل پوششی داده‌ها، بابلسر، دانشگاه مازندران، http://www.civilica.com/Paper-DEA04-DEA04_119.html.
- معظمی‌گودرزی، محمدرضا، جابرائصاری، محمدرضا، معلم، آذر و شکیبیا، محبوبه (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، دوره ۱۴، شماره ۱: ۱۱۵-۱۲۶.
- مسگرپور امیری، فاطمه و یدالله‌زاده طبری، ناصرعلی (۱۳۹۳). ارزیابی کارایی بانکها با استفاده از تحلیل پوششی داده و بررسی ارتباط آن با نسبت‌های مالی. پژوهشنامه اقتصاد و کسب‌وکار، دوره ۵، شماره ۸: ۴۳-۵۱.
- محرابیان، سعید، صابرساعتی، مهدی و علی، هادی (۱۳۹۰). ارزیابی کارایی شعب بانک اقتصاد نوین با ترکیبی از روش شبکه عصبی و تحلیل پوششی داده‌ها. تحقیق در عملیات در کاربردهای آن (ریاضیات کاربردی)، دوره ۸، شماره ۴ (پیاپی ۳۱): ۲۹-۳۹.
- مولایی، حسین (۱۳۸۵). ارزیابی عملکرد شعب بانک رفاه استان تهران با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران.
- مهرگان، محمدرضا (۱۳۸۳). مدل‌های کمی در ارزیابی عملکرد سازمان‌ها (DEA). انتشارات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.

هادی نژاد دارسرا، منیژه، نظریان، رافیک و پیری، فریدون (۱۳۹۲). بررسی کارایی بانک های دولتی و خصوصی بر اساس شاخص های بانکداری الکترونیک با استفاده از روش تحلیل پوششی داده ها (DEA). فصلنامه علوم اقتصادی، دوره ۷، شماره ۲۳: ۱۷۷-۲۰۲.

- Chang, K. C., Lin, C. L., Cao, Y., and Lu, C. F. (2011). Evaluating branch efficiency of a Taiwanese bank using data envelopment analysis with an undesirable factor. *African Journal of Business Management*, vol.5, No.8, pp.3220-3228.
- Costa, A. and Markellos, R. N. (1997). Evaluating public transport efficiency with neural network models. *Transportation Research*, Vol. 5, pp. 5301-312.
- Das, A. and Ray, S.C. (2009). Labor –use efficiency in indianbanking: A branch –level analysis. *Omega*, Vol. 37, pp. 411-425.
- Eken, M. H. and Kale, S. (2011). Measuring bank branch performance using data envelopment analysis (DEA): The case of Turkish bank branches. *African Journal of Business Management*, vol.5, No. 3, pp. 889-901.
- Karimi, A. (2014). Credit risk modeling for commercial banks. *International Journal of Academic Research in Accounting, Finance and Management Sciences*, Vol. 4, No. 3, pp. 187-192.
- Mostafa, M. M. (2009). Modeling the efficiency of top Arab banks: A DEA-neural network approach. *Expert Systems with Applications*, Vol. 36, No.1, PP. 309–320.
- Mostafa, M. M. (2009). A probabilistic neural network approach for modelling and classifying efficiency of GCC banks. *International Journal of Business Performance Management*, Vol. 11, No. 3, PP. 236 - 258.
- Nazari, M. and Alidadi, M. (2013). Measuring credit risk of bank customers using artificial neural network. *Journal of Management Research*, Vol. 5, No. 2, pp. 17-27.
- Saha, A. and Ravisankar, T. S. (2000). Rating of Indian commercial banks: A DEA approach. *European Journal of Operational Research*, Vol. 24, pp. 187-203.
- Santin, D. (2008). On the Approximation of Production Functions: A Comparison of Artificial Neural Networks Frontiers and Efficiency Techniques. *Applied Economics Letters*, Vol. 15, No. 7, pp. 597-600.
- Wu, D., Yang, Z. and Liang, L. (2006). Using DEA-neural network approach to evaluate branch efficiency of a large Canadian bank. *Expert Systems with Applications*, Vol. 31, No. 1, pp. 108-115.