

بررسی عملکرد بانکداری الکترونیکی در بانک‌های ایران با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها و تحلیل مؤلفه‌های اصلی

دکتر محمدرضا عباس زاده،* حسن کوهی،** حسین دستجردی***

چکیده

هدف اصلی این پژوهش، بررسی و تحلیل عملکرد ۱۸ بانک کشور در به‌کارگیری فناوری‌های مطرح در بانکداری الکترونیکی است. در این راستا، روشی ترکیبی از دو روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) و تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) معرفی شده، بر مبنای آن متغیرهای مؤثر در تعیین کارایی بانک‌های مورد مطالعه شناسایی و با توجه به آن بانک‌ها رتبه‌بندی می‌شوند. یافته‌ها نشان می‌دهد از بین ۶ متغیر ورودی و خروجی، ترکیب حاصل از ۲ متغیر ورودی "هزینه‌های عملیاتی" و "تعداد کارکنان بانک" به همراه ۲ متغیر خروجی "درآمد عملیاتی" و "تعداد مجموع تراکنش‌های دستگاه‌های ATM، پایانه فروش و شعب" به عنوان مناسب‌ترین ترکیب از متغیرها برای بررسی کارایی بانک‌های مورد مطالعه هستند. همچنین، بانک‌های ملی ایران و پارسیان به ترتیب به عنوان کاراترین بانک دولتی و خصوصی معرفی شدند. افزون بر این، بانک‌های مورد مطالعه در دو گروه بانک‌های دارای عملکرد مثبتی بر درآمد و مثبتی بر به‌کارگیری بانکداری الکترونیک دسته‌بندی شدند.

واژگان کلیدی: تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)، تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA)، بانکداری الکترونیکی، ارزیابی عملکرد.

طبقه‌بندی: C52, C44, E58, C88: JEL

*استادیار دانشگاه فردوسی مشهد

hasan_kouhi@ibi.ac.ir

**عضو هیأت علمی مؤسسه عالی آموزش بانکداری ایران

hosseindastjerdy@yahoo.com

***کارشناس ارشد حسابداری بانکی

****مطالب مندرج در این مقاله نظرات نویسندگان بوده و لزوماً دیدگاه بانک مرکزی ج.ا.ا. نیست.

۱. مقدمه

توسعه شگفت‌انگیز فن‌آوری اطلاعات و گسترش آن به بازارهای پولی و بانکی جهان علاوه بر تسهیل امور مشتریان بانک‌ها، روش‌های جاری بانکداری را متحول ساخته است. امروزه قضاوت مشتری در امور بانکی بر اساس میزان توانمندی بانک در کمک به حل معضلات و توسعه تجارت استوار است. امنیت، سرعت تراکنش، راحتی، سهولت استفاده و اعتماد به مسائل مربوط به حریم خصوصی، از مهم‌ترین عوامل در انتخاب بانک از سوی مشتری است. از این رو، پذیرش بانکداری الکترونیکی در بیشتر کشورهای جهان رو به افزایش است. در نظام بانکی، انجام سریع امور و عدم اتلاف زمان به‌عنوان مهم‌ترین عنصر موفقیت در رقابت بانک‌ها محسوب می‌شود و مشتریان به‌عنوان رکن اصلی تعیین‌کننده این رقابت، ارزش بسیار زیادی برای این موضوع و نحوه عملکرد بانک در برخورد با آن قائل هستند. در بانکداری نوین، تشریح خدمات بانک به‌ویژه خدمات بانکداری الکترونیکی الزامی است و از این رو بانک‌ها برای کارآمد شدن نیاز به کسب اطلاعات کافی از مشتری، درک علایق و خواسته‌ها و توسعه روابط با او هستند. بنابراین، شایسته است در بازار رقابتی کنونی که با خصوصی شدن تعداد زیادی از بانک‌های دولتی همراه است، بانک‌ها هر چه سریع‌تر برای حفظ مشتریان خود چاره‌اندیشی کنند.

بانکداری امروز شیوه‌های نوآورانه، مشتری مدار، مبتنی بر فن‌آوری‌های کارآمد، خدمت‌دهی مناسب و مورد نظر مشتری را طلب می‌کند. هر بانکی در این امور موفق‌تر عمل کند، در بازار رقابت نیز موفق به جذب منابع بیشتر و در نتیجه دوام، بقای دائمی و بهره‌وری بالاتر خواهد شد و این در حالی است که بانکداری الکترونیکی بهترین و اثربخش‌ترین گزینه فراروی بانک‌ها برای دستیابی به این اهداف است. استقرار نظام بانکداری الکترونیکی علاوه بر بروز تأثیرات مثبت در زمینه اقتصادی، در ابعاد دیگر اجتماعی نیز اثرات مثبت و قابل توجهی دارد. بر این اساس و با توجه به روند رو به رشد خصوصی‌سازی در کشور در زمینه تحقق اصل ۴۴ قانون اساسی و به دنبال آن، خصوصی‌سازی بانک‌های دولتی از یک سوی و نقش رو به گسترش آنها در نظام پولی و بانکی کشور از سوی دیگر و نیز گسترش روز افزون فن‌آوری‌های اطلاعات و رقابت شدید بانک‌ها برای به دست آوردن بازار

بانکداری اینترنتی، هدف اصلی این مقاله بررسی عملکرد بانک‌های کشور در به‌کارگیری بانکداری الکترونیکی و مقایسه تفاوت‌های بین آنها از این منظر است. نتایج پژوهش می‌تواند در بهبود عملکرد بانک‌ها و کل سیستم بانکی کشور در زمینه به‌کارگیری بانکداری الکترونیکی بسیار ارزنده و مفید باشد.

در ادامه، ابتدا به تعدادی از مطالعات مرتبط با موضوع اشاره می‌شود. در بخش ۳ روش پژوهش معرفی و کاربرد آن در رابطه با بانک‌های منتخب ارائه خواهد شد. در بخش ۴ نیز نتیجه‌گیری و پیشنهادها بیان می‌شود.

۲. پیشینه پژوهش

از اواسط دهه ۱۹۹۰ کاربرد روش تحلیل پوششی داده‌ها^۱ (DEA) در بانکداری و واحدهای مالی و اقتصادی گسترش زیادی داشته است. در مطالعه‌ای که در رابطه با ارزیابی کارایی واحدهای بانکی به روش تحلیل پوششی داده‌ها توسط شرمین و گلد^۲ (۱۹۸۵) روی ۱۴ شعبه از بانک‌های آمریکا انجام شد، روش DEA به‌عنوان یک روش کارآمد برای ارزیابی کارایی واحدهای بانکی معرفی شد. سوتیرو و زنیوز^۳ (۱۹۹۹) ۱۴۴ شعبه از بانک‌های تجاری قبرس را مورد مطالعه قرار دادند. شعب مورد بررسی با توجه به موقعیت مکانی به سه دسته، شعب شهری، شعب روستایی و شعب توریستی تقسیم و با توجه به اندازه آنها به دسته‌های بزرگ، متوسط و کوچک طبقه‌بندی شدند. آنها کارایی کیفیت خدمات بانکی، کارایی سودآوری و کارایی تولید واحدها را به کمک سه مدل متفاوت مورد ارزیابی قرار دادند. در خصوص استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها در بررسی کارایی بانکداری الکترونیک و تجارت الکترونیک نیز مطالعات متعددی صورت گرفته است. سرانوسینکا و همکاران^۴ (۲۰۰۴) با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها به بررسی بنگاه‌هایی که خدمات خود را از طریق اینترنت و سایت‌های خود ارائه می‌نمودند، پرداختند. بدین‌روی، از ترکیب‌های مختلفی از متغیرهای ورودی و خروجی استفاده کرده و در نهایت نیز بر اساس نمرات کارایی محاسبه شده، بنگاه‌های مورد بررسی را رتبه‌بندی

1. Data Envelopment Analysis (DEA)

2. Sherman & Gold

3. Soteriou & Zenios

4. Serrano-Cinca, et al

کردند. همچنین، از یک روش تحلیلی چند متغیره برای تحلیل نقاط قوت و ضعف بنگاه‌های مورد مطالعه، استفاده شد. ادلر و گولانی^۱ (۲۰۰۲)، از روش تحلیل مؤلفه اصلی (PCA) برای تفکیک و تمیز نمرات کارایی حاصل از به‌کارگیری روش تحلیل پوششی داده‌ها با ترکیب‌های مختلف از متغیرهای ورودی و خروجی بهره بردند. ون و همکاران^۲ (۲۰۰۳) از متغیرهای مالی، عملیاتی و نیز متغیرهای منعکس‌کننده فعالیت‌های بنگاه در حوزه تجارت الکترونیک به‌عنوان متغیرهای ورودی و خروجی در روش تحلیل پوششی داده‌ها برای تعیین سطح کارایی بنگاه‌های مورد مطالعه در به‌کارگیری تجارت الکترونیک بهره بردند. سرانوسینکا و همکاران^۳ (۲۰۰۴) با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها و استفاده از تکنیک‌های چند متغیره روشی برای رتبه‌بندی واحدهای مورد ارزیابی ارائه کردند. سرانوسینکا و همکاران^۴ در مطالعه خود به اهمیت اطلاعات غیر مالی در ارزیابی عملکرد در صورت استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها اشاره دارند. بروس و وو^۵ (۲۰۰۸) در پژوهشی به بررسی عملکرد بانکداری برخط در بانک‌های تایوان با استفاده از تکنیک DEA و PCA پرداخته و عملکرد بانک‌های تایوان را در به‌کارگیری بانکداری برخط مورد ارزیابی قرار دادند. آنها برای محاسبه امتیاز کارایی از داده‌های مالی و غیرمالی (مرتبط با تجارت الکترونیک) استفاده کردند. همچنین، با استفاده از دو روش پیش‌گفته، بانک‌های مورد بررسی را از نظر عملیاتی در دو گروه مبتنی بر بانکداری برخط و مبتنی بر هزینه، طبقه‌بندی کردند. وو دیکسینگ و وو^۶ (۲۰۱۰) عملکرد بانکداری برخط بین بانک‌های آمریکا و انگلیس را با استفاده از مدل PCA و DEA مورد ارزیابی قرار دادند. در مطالعه آنها همزمان با تحلیل و بررسی کارایی بانک‌ها به تجزیه و تحلیل ریسک نیز پرداخته شده است. داده‌های آنها از صورت‌های مالی بانک‌های آمریکا و انگلیس گردآوری و از متغیرهای مالی و غیرمالی استفاده شده است.

1. Adler & Golany.

2. Wen, et al

3. Serrano-Cinca, et al. (2004).

4. Serrano-Cinca, et al. (2005).

5. Bruce & Wu

6. Wu Dexiang & Wu D.D

متحدین (۱۳۹۱) تأثیر خدمات بانکداری مبتنی بر IT بر کارایی سود و عملیاتی شعبه‌های بانک اقتصاد نوین در شهر تهران را مورد بررسی قرار داده است. روش مورد استفاده وی، روش تحلیل پوششی داده‌های دو مرحله‌ای است که در مرحله اول تعداد کارکنان، جمع هزینه‌های بهره‌ای و غیربهره‌ای، کیفیت سرویس‌دهی به کارکنان به‌عنوان ورودی و سپرده‌ها، وام‌ها، تعداد اسناد بانکداری مجازی به‌عنوان خروجی و در مرحله دوم سپرده‌ها، وام‌ها، تعداد اسناد بانکداری مجازی و کیفیت سرویس‌دهی به مشتریان به‌عنوان ورودی و جمع درآمدهای بهره‌ای و غیر بهره‌ای به‌عنوان خروجی لحاظ شدند. بر اساس یافته‌های پژوهش وی، ارتباط معناداری بین تعداد اسناد بانکداری مجازی با کارایی عملیاتی و سود شعب گزارش شده است. محسنی (۱۳۸۶) نقش بانکداری الکترونیک در کارایی عملیاتی شعب بانک ملی را مورد بررسی قرار داد. روش پژوهش مورد استفاده وی، توصیفی-پیمایشی بوده و نتیجه آن نشان می‌دهد بانکداری الکترونیک بر میزان رضایت مشتریان، سرعت و تنوع بخشیدن به عملیات بانکی و کاهش هزینه‌ها مؤثر بوده و در نهایت، باعث افزایش کارایی عملیاتی بانک می‌شود. گودرزی و زبیدی (۱۳۸۷) تأثیر ماشین‌های خودپرداز بر سودآوری بانک‌های تجاری ایران را مورد مطالعه قرار دادند. یافته‌های آنها نشان می‌دهد که افزایش تعداد ماشین‌های خودپرداز از طریق افزایش کارایی، سودآوری بیشتری برای بانک به همراه خواهد داشت که این افزایش در سودآوری می‌تواند ناشی از عواملی همچون کاهش هزینه‌ها، کاهش عملیات شعبه‌ای، نبود محدودیت زمانی در استفاده از خدمات بانکی و جلوگیری از اتلاف وقت کارکنان بانک‌ها باشد. معمار (۱۳۹۰) در پژوهش خود به بررسی تأثیر نسبت دستگاه‌های خودپرداز به‌عنوان یکی از فن‌آوری‌های مورد استفاده در بانکداری الکترونیک بر بهبود کارایی هزینه بانک‌ها در سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۷ در ۱۴ بانک کشور پرداخت. وی تأثیر متغیر نسبت دستگاه‌های خودپرداز به کارکنان و ۵ متغیر کنترلی دیگر شامل اندازه بانک، اندازه شعبه، متوسط هزینه‌های کارکنان، نسبت وام‌های معوق و مالکیت بانک بر کارایی هزینه بر اساس دو دیدگاه مدیریت هزینه‌ها و مدیریت دارایی‌ها را مورد بررسی قرار داد. نتایج پژوهش وی نشان می‌دهد که افزایش نسبت دستگاه‌های خودپرداز به کارکنان موجب کاهش نسبت هزینه به درآمد می‌شود، اما بین نسبت دستگاه‌های خودپرداز به کارکنان با نسبت هزینه به دارایی رابطه معناداری وجود ندارد.

خرم‌زاد (۱۳۸۶) به منظور ارزیابی کارایی سرمایه‌گذاری در بخش فناوری اطلاعات در بانک‌ها با استفاده از رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها، یک فرایند دو مرحله‌ای را در نظر گرفته است. در مرحله اول از دارایی‌های ثابت، تعداد کارکنان و سرمایه‌گذاری در بخش فناوری اطلاعات (IT)^۱ به‌عنوان نهاده در ایجاد مبالغ سپرده به‌عنوان یک متغیر میانی و در مرحله دوم از مبالغ سپرده به‌عنوان یک منبع وجوه به منظور سرمایه‌گذاری در اوراق بهادار و عرضه وام استفاده شده است. نمازی و ابراهیمی (۱۳۸۹) در مطالعه خود بر نحوه انتخاب متغیرهای ورودی و خروجی برای استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها در برآورد کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده تمرکز داشتند. آنها از یک روش قانونمند با عنوان روش پله‌ای^۲ برای برآورد کارایی فنی ۱۰ بانک تجاری و تخصصی ایران در سال ۱۳۸۷ استفاده نمودند. نتایج مدل سه متغیر دارایی‌های ثابت، تعداد کارکنان و مشارکت‌ها و سرمایه‌گذاری‌های مستقیم را به‌عنوان مؤثرترین متغیرها در تعیین کارایی بانک‌ها ایران مشخص نمود و بر اساس این متغیرها سه بانک کارا نیز مشخص شدند. جوانمردی (۱۳۸۶) با معرفی یک الگوریتم هوشمند، چگونگی ساخت یک سیستم خبره را با شناسایی مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده بررسی نمود. برای کشف الگوهای پنهان و غیربدیهی موجود بین وضعیت‌های مختلف شاخص‌های کارکنان با کارایی، از دو ابزار داده‌کاوی و تحلیل پوششی داده‌ها استفاده شده است. با استفاده از این اطلاعات به‌دست آمده، سیستم‌های پشتیبانی تصمیم مبتنی بر مدل‌های شبکه عصبی برای پیش‌بینی کارایی شعب در حالات مختلف، ارائه شده است.

از آنجا که در این پژوهش به دنبال رد یا پذیرش یک ادعا نبوده و در واقع، هدف اصلی بررسی عملکرد بانک‌های منتخب در به‌کارگیری بانکداری الکترونیکی است، بنابراین، تلاش شده پرسش‌های زیر پاسخ داده شود:

۱. در ارزیابی عملکرد به‌کارگیری بانکداری الکترونیکی در صنعت بانکداری ایران کدامیک از متغیرها و چه ترکیبی از آنها به مناسب‌ترین شکل ممکن کارایی بانک‌ها را منعکس می‌کند؟

1. Information Technology (IT)
2. Stepwise

۲. جهت‌گیری عملیاتی بانک‌ها در بانک‌های مورد مطالعه چگونه است؟

۳. کدام یک از بانک‌های مورد مطالعه در به‌کارگیری بانکداری الکترونیکی عملکرد بهتری داشته و یا دارای کارایی بالاتری دارند. به بیان دیگر، با توجه به نتایج پژوهش هر یک از بانک‌ها در چه رتبه‌ای از نظر کارایی قرار دارند؟

بانک‌های مورد مطالعه در این پژوهش، ۱۸ بانک خصوصی و دولتی ایران شامل بانک‌های تجارت، ملت، ملی ایران، صادرات ایران، توسعه صادرات، صنعت و معدن، پست بانک، پارسیان، اقتصاد نوین، پاسارگاد، کشاورزی، رفاه کارگران، مسکن، سپه، سینا، سرمایه، کارآفرین و سامان است. قلمرو زمانی سال ۱۳۸۹ و قلمرو مکانی نیز کل کشور ایران در نظر گرفته شده است.

۳. روش پژوهش

به طور کلی، در حوزه ارزیابی عملکرد بانک‌های هر کشور یا هر منطقه، پنج نگرش عمومی وجود دارد که عبارت است از روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)، روش پوسته دسترسی آزاد^۱ (FDH)، روش تحلیل مرز تصادفی^۲ (SFA)، روش تحلیل مرزی دقیق^۳ (TFA) و روش توزیع آزاد^۴. مهم‌ترین تفاوت‌های بین روش‌های یادشده در محدودیت‌های مطرح در به‌کارگیری آنها به منظور تعیین بهترین مرز کارایی و نیز تعیین توزیع احتمال جزئی خطا و کارایی برای آنهاست. روش تحلیل پوششی داده‌ها به علت اینکه محدودیت‌های کمتری نسبت به روش‌های دیگر دارد، همچنین، نیازی به هیچ‌گونه پیش‌فرضی در خصوص مرز کارایی ندارد، از مطلوبیت قابل توجهی در تحلیل کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده برخوردار است؛ به همین دلیل در تحلیل کارایی عملکرد بانک‌ها در صنعت بانکداری نیز استفاده از این روش از اقبال خوبی برخوردار بوده است. با استفاده از این روش می‌توان نمره کارایی هر یک از بانک‌ها را در مجموعه مورد نظر و در مقایسه با بانک‌های دیگر محاسبه نمود.

در این مقاله از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) و تحلیل مؤلفه اصلی (PCA) به صورت ترکیبی و در راستای تحلیل کارایی بانک‌های مورد مطالعه در زمینه به‌کارگیری بانکداری الکترونیکی

-
1. Free Disposal Hull (FDH)
 2. Stochastic Frontier Approach (SFA)
 3. Thick Frontier Approach (TFA)
 4. Distribution Free Approach (DFA)

استفاده شده است. مدل تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) یکی از بهترین و کامل‌ترین روش‌های ارزیابی کارایی است و در بیشتر پژوهش‌هایی که در این زمینه صورت گرفته، استفاده شده است؛ اما باید توجه داشت که این مدل تنها نمره کارایی هر یک از واحدهای تصمیم‌گیر مورد مطالعه را به دست می‌دهد و در خصوص نحوه و چگونگی دستیابی به این سطح از کارایی از توضیح‌دهندگی کافی برخوردار نیست. به منظور رفع این نقیصه از روش تحلیل مؤلفه اصلی (PCA) استفاده می‌شود. روش تحلیل مؤلفه اصلی از روش‌های آماری چند متغیره است که از آن برای کاهش تعداد متغیرها و تفسیر بهتر اطلاعات استفاده می‌شود. با اعمال این روش متغیرهای ورودی اولیه به مؤلفه‌های جدید بدون همبستگی تبدیل می‌شوند، به طوری که مؤلفه‌های ایجادشده، ترکیب خطی از متغیرهای ورودی هستند. با استفاده از این روش ترکیب مناسب متغیرهای تأثیرگذار در تعیین سطح و میزان کارایی در به‌کارگیری بانکداری الکترونیکی و نیز جهت‌گیری عملیاتی^۱ و در نتیجه تفاوت‌های بین بانک‌های کشور در این خصوص مشخص می‌شود. افزون بر این، در محاسبه سطح کارایی بانک‌ها با روش تحلیل پوششی داده‌ها از متغیرهای مالی و غیر مالی استفاده می‌شود.

۳-۱. محاسبه کارایی بانک‌ها در به‌کارگیری بانکداری الکترونیک

در این پژوهش به منظور محاسبه سطح کارایی بانک‌های کشور در به‌کارگیری بانکداری الکترونیک، از روش تحلیل پوششی داده‌ها استفاده شده است. با توجه به پژوهش‌های پیشین متغیرهای "مانده کل سپرده‌ها"، "تعداد کارکنان"، "هزینه تجهیزات" و "هزینه عملیاتی" به‌عنوان متغیرهای ورودی و متغیرهای "درآمد عملیاتی" و "تعداد مجموع تراکنش‌های دستگاه‌های ATM"، "پایانه‌های فروش و پایانه‌های شعب" به‌عنوان متغیرهای خروجی در نظر گرفته شد. در بین متغیرهای خروجی متغیر تعداد مجموع تراکنش‌های دستگاه‌های ATM، پایانه‌های فروش و پایانه‌های شعب در واقع، به‌عنوان شاخصی از سطح فعالیت بانک در زمینه بانکداری الکترونیک در نظر گرفته شده و با توجه به اینکه تمرکز و توجه این پژوهش به بررسی عملکرد بانک‌ها در زمینه بانکداری الکترونیک است، همچنین، با توجه به انعطاف‌پذیری بیشتر مدل‌های با بازدهی متغیر نسبت به مقیاس در مقایسه با مدل‌های با

بازدهی ثابت به مقیاس، از بین مدل‌های مختلف تحلیل پوششی داده‌ها از مدل خروجی محور با بازده متغیر نسبت به مقیاس برای محاسبه کارایی استفاده شد. همچنین در محاسبه کارایی، بانک‌های مورد مطالعه به‌عنوان واسطه خدمات مالی در نظر گرفته شده‌اند. بر اساس این نگرش بانک‌ها به صورت ارائه‌دهندگان خدمات واسطه‌ای از طریق گردآوری سپرده‌ها و تبدیل آنها به خروجی‌هایی از قبیل دارایی‌های بهره‌دار و فعالیت‌های دیگر و سرمایه‌گذاری‌ها عمل می‌کنند. در این نگرش، سپرده مشتریان به‌عنوان یک نهاده تلقی می‌شود.

به منظور سهولت در استفاده‌های بعدی متغیرهای مورد استفاده در مدل تحلیلی پوششی داده‌ها به صورت زیر نام‌گذاری می‌شود:

○ متغیرهای ورودی

- A: مانده کل سپرده‌های بانک‌های مورد بررسی،
- B: هزینه‌های عملیاتی،
- C: تعداد کارکنان بانک،
- D: هزینه تجهیزات شامل: سرمایه‌گذاری‌ها و تجهیزات تجارت الکترونیک، هزینه‌ها و مخارج در فن‌آوری اطلاعات (IT)، هزینه‌ها و مخارج نرم‌افزاری و هزینه‌ها و مخارج سخت‌افزاری برگرفته از صورت‌های مالی.

○ متغیرهای خروجی

- درآمد عملیاتی،
- تعداد مجموع تراکنش‌های دستگاه‌های ATM، پایانه فروش و شعب.

اطلاعات مربوط به تراکنش‌های دستگاه‌های ATM، پایانه فروش و شعب از طریق آمار ارائه‌شده توسط اداره نظام‌های پرداخت بانک مرکزی و اطلاعات دیگر نیز با مراجعه به سایت بانک مربوطه استخراج شد. برای محاسبه کارایی با استفاده از روش تحلیلی پوششی داده‌ها بهتر است تعداد بنگاه‌های موجود در نمونه مورد بررسی حداقل سه برابر مجموع تعداد ورودی و خروجی‌های انتخابی باشد. از آنجا که مجموع تعداد ورودی و خروجی در مدل مورد استفاده ۶ عدد است، بنابراین، تعداد

بانک‌های مورد مطالعه باید بیشتر یا مساوی ۱۸ باشد. تعداد بانک‌های مورد مطالعه در این پژوهش تعدادی از بانک‌های خصوصی و دولتی ایران هستند و مجموعه مورد بررسی شامل ۱۸ بانک بوده، بنابراین، حتی اگر تمام متغیرها نیز در محاسبه کارایی به کار گرفته شوند، مدل مورد استفاده با محدودیت یادشده مواجه نخواهد بود.

برای محاسبه کارایی بانک‌ها می‌توان از ترکیب‌های مختلفی از متغیرهای ورودی و خروجی استفاده کرد. به‌عنوان مثال، می‌توان از چهار متغیر ورودی و دو متغیر خروجی برای محاسبه کارایی با روش تحلیل پوششی داده‌های استفاده کرد. این مدل را ABCD12 می‌نامیم و این نام‌گذاری به این معناست که هر چهار ورودی A، B، C و D و هر دو خروجی ۱ و ۲ برای محاسبه کارایی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. ترکیب دیگر از ورودی‌ها و خروجی‌ها می‌تواند به صورت BCD1 باشد که در آن از سه ورودی B، C و D و یک خروجی ۱ برای محاسبه کارایی بانک‌ها استفاده شده است. با توجه به تعداد متغیرهای ورودی و خروجی، ۴۵ ترکیب مختلف برای محاسبه کارایی بانک‌های مورد مطالعه می‌توان تصور بود که با استفاده از نرم‌افزار DEA-SOLVER نمره کارایی تمام ترکیب‌های ممکن از متغیرهای ورودی و خروجی به دست آمد. استفاده از ترکیب‌های مختلف ورودی و خروجی برای محاسبه نمره کارایی از دو جنبه اهمیت دارد: اول، تمام ترکیب‌های ممکن از ورودی و خروجی‌ها بدون هیچ‌گونه تبعیضی در معرض تحلیل، بررسی و مقایسه قرار می‌گیرند. دوم، از آنجا که نمره کارایی تابعی از ترکیب متغیرهای ورودی و خروجی است، بنابراین، نمره کارایی هر یک از بانک‌ها با هر ترکیبی از ورودی و خروجی‌هایی که مناسب آن است، به دست می‌آید.

در جدول ۱، نمره کارایی بر حسب درصد و همچنین، مقادیر بیشینه، کمینه، میانگین و انحراف معیار این متغیر برای هر یک از ۴۵ ترکیب از متغیرهای ورودی و خروجی ارائه شده است که بر اساس آن می‌توان به تحلیل‌هایی در خصوص نمرات کارایی بانک‌ها پرداخت. به‌عنوان مثال، در ترکیب حاصل از ۶ متغیر (ABCD12) تعداد ۱۳ بانک دارای نمره کارایی ۱۰۰ درصد هستند. همچنین، در ترکیباتی که از متغیر خروجی دوم (تعداد تراکنش) به‌صورت مجزا استفاده شده است، شامل ترکیب‌های A2, B2, C2, D2, AB2, AD2, AC2, ABD2, ACD2 ملاحظه می‌شود بانک‌های کمتری به نمره

کامل کارایی دست یافته‌اند. افزون بر این، با استفاده از نمرات کارایی به دست آمده می‌توان بانک‌های مورد نظر را رتبه‌بندی نمود. همچنین، می‌توان بر اساس اطلاعات این جدول به برخی از ویژگی‌های بانک‌ها در نحوه و چگونگی به‌کارگیری ورودی‌ها برای دستیابی به خروجی‌ها پی برد. به‌عنوان مثال، در بانک تجارت ملاحظه می‌شود، نمره کارایی چنانچه هر ۶ متغیر ورودی و خروجی در نظر گرفته شود، برابر ۱۰۰ درصد است. حال، اگر نمره کارایی ترکیب‌های دیگر از ورودی و خروجی‌ها در نظر بگیریم، ملاحظه می‌شود ۷ ترکیب $BD1$ ، $BCD1$ ، $ABD1$ ، $ABCD1$ ، $BD12$ ، $BCD12$ و $ABD12$ دارای امتیاز کارایی ۱۰۰ درصد بوده و ترکیب‌های دیگر از سطح و امتیاز کارایی کمتری برخوردارند. همچنین، ملاحظه می‌شود ترکیب‌های $D1$ ، $AD1$ ، $ACD1$ ، $D12$ ، $AD12$ ، $CD12$ و $ACD12$ دارای کمترین مقدار امتیاز کارایی در بین دیگر مدل‌ها هستند. از آنجا که بانک تجارت هنگامی که تمام متغیرهای ورودی و خروجی در محاسبه امتیاز کارایی در نظر گرفته شود، دارای کارایی ۱۰۰ درصد است، می‌توان گفت این بانک از ورودی‌های A (مانده کل سپرده‌ها)، B (هزینه‌های عملیاتی) و C (تعداد کارکنان بانک)، به نحو مطلوب و مناسبی استفاده کرده و ناکارایی در به‌کارگیری ورودی D (هزینه تجهیزات) را جبران می‌کند.

با توجه به مثال یادشده و با دنبال کردن نمره کارایی ترکیب‌های مختلف از ورودی و خروجی‌ها برای هر یک از بانک‌ها این امکان وجود دارد که بتوان به برخی از ویژگی‌های عملکردی آن بانک پی برد؛ اما همیشه این امر به سادگی و سهولت قابل انجام نیست و باید از روشی مطمئن و مناسب برای تحلیل نمرات کارایی به‌دست آمده استفاده نمود.

۳-۲. تحلیل چندمتغیره نمرات کارایی

همان‌طور که پیشتر اشاره شد، برای تحلیل صحیح و مناسب نمرات کارایی به‌دست آمده باید از روشی مطمئن برای تحلیل نمرات کارایی استفاده کرد. بدین‌رو، از روش تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی^۱ (PCA) برای بررسی تفاوت‌ها و تشابهات بانک‌های مورد مطالعه در به‌کارگیری بانکداری الکترونیک استفاده می‌شود. روش تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA)، یک روش استاندارد و

1. Principal Component Analysis (PCA)

شناخته شده برای کاهش ابعاد داده‌های مورد بررسی است و با استفاده از آن می‌توان اطلاعات اضافه در داده‌های موجود را حذف، ویژگی‌های پنهان در داده‌ها را کشف و ارتباط اصلی و اساسی بین مشاهدات را مشخص نمود.

(درصد)

جدول ۱. کارایی ترکیب‌های مختلف از متغیرها

ترکیب	نام بانک					ترکیب	نام بانک				
	تجارت	ملی ایران	مسکن	ملت	رفاه کارگران		تجارت	ملی ایران	مسکن	ملت	رفاه کارگران
A1	۱۴,۳	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۶۴,۸	۳۷,۶	AD2	۲۵,۰	۱۰۰,۰	۱۷,۶	۸۳,۵	۲,۴
A12	۱۴,۳	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۶۴,۸	۱۶,۷	B1	۴۹,۴	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۸۸,۲	۲۹,۶
A2	۹۲,۵	۱۰۰,۰	۴۷,۷	۶۴,۸	۱۹,۱	B12	۴۹,۴	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۸۸,۲	۵۸,۶
AB1	۳۸,۶	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۷۹,۲	۳۰,۳	B2	۵۲,۶	۱۰۰,۰	۶,۴	۸۸,۹	۵۸,۶
AB12	۳۸,۶	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۷۹,۲	۲,۵	BC1	۱۷,۸	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۲۹,۶
AB2	۵۵,۱	۱۰۰,۰	۸,۴	۸۶,۲	۲,۵	BC12	۱۷,۸	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۰,۱
ABC1	۲۷,۸	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۳۰,۳	BC2	۴۸,۱	۱۰۰,۰	۱۰,۵	۵۲,۹	۰,۱
ABC12	۲۷,۸	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۲,۵	BCD1	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۲۹,۶
ABC2	۴۸,۱	۱۰۰,۰	۱۰,۵	۵۲,۹	۲,۵	BCD12	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱,۳
ABCD1	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۳۰,۳	BCD2	۲۵,۰	۱۰۰,۰	۱۰,۵	۵۲,۹	۱,۳
ABCD12	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۲,۵	BD1	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۴,۴	۲۹,۶
ABCD2	۲۵,۰	۱۰۰,۰	۱۰,۵	۵۲,۹	۲,۵	BD12	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۴,۴	۱,۳
ABD1	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۷۹,۶	۳۰,۳	BD2	۲۵,۰	۱۰۰,۰	۸,۹	۸۹,۵	۱,۳
ABD12	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۷۹,۶	۲,۵	C1	۸۵,۴	۱۰۰,۰	۳۳,۸	۱۰۰,۰	۳۳,۶
ABD2	۲۵,۰	۱۰۰,۰	۸,۹	۸۶,۲	۲,۵	C12	۸۵,۴	۱۰۰,۰	۳۳,۸	۱۰۰,۰	۸,۱
AC1	۱۵,۴	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۳۷,۶	C2	۴۴,۸	۱۰۰,۰	۱۷,۷	۵۲,۴	۱۷,۶
AC12	۱۵,۴	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۶,۷	CD1	۱۰,۵	۱۰۰,۰	۳۳,۸	۱۰۰,۰	۱۶,۹
AC2	۴۶,۵	۱۰۰,۰	۲۲,۶	۵۲,۴	۱۹,۱	CD12	۱۰,۵	۱۰۰,۰	۳۳,۸	۱۰۰,۰	۱۶,۹
ACD1	۱۰,۵	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۳۷,۶	CD2	۲۵,۰	۱۰۰,۰	۱۷,۷	۵۲,۴	۱۸,۲
ACD12	۱۰,۵	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۶,۷	D1	۱۰,۵	۱۰۰,۰	۳۸,۳	۹۰,۲	۱۶,۹
ACD2	۲۵,۰	۱۰۰,۰	۲۲,۶	۵۲,۴	۲,۴	D12	۱۰,۵	۱۰۰,۰	۳۸,۳	۹۰,۲	۱۶,۹
AD1	۱۰,۵	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۷۲,۹	۳۷,۶	D2	۲۵,۰	۱۰۰,۰	۴۸,۲	۹۱,۷	۳۰,۳
AD12	۱۰,۵	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۷۲,۹	۱۶,۷						

(درصد)

ادامه جدول ۱. کارایی ترکیب‌های مختلف از متغیرها

ترکیب	نام بانک					ترکیب	نام بانک				
	سپه	کشاورزی	صنعت و معدن	توسعه صادرات	صادرات ایران		سپه	کشاورزی	صنعت و معدن	توسعه صادرات	صادرات ایران
A1	۹۰,۰	۷۳,۱	۱۰۰,۰	۳,۴	۱۰۰,۰	AD2	۵۲,۹	۳۵,۴	۱۰۰,۰	۰,۳	۱۰۰,۰
A12	۷۲,۳	۰,۴	۱۰۰,۰	۳,۴	۱۰۰,۰	B1	۵۱,۹	۵۷,۵	۱۶,۴	۹۷,۳	۱۰۰,۰
A2	۵۲,۹	۳۵,۴	۱,۹	۳,۵	۱۰۰,۰	B12	۱۰۰,۰	۵۷,۵	۱۶,۴	۹۷,۳	۱۰۰,۰
AB1	۵۱,۹	۷۳,۱	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	B2	۱۰۰,۰	۶۰,۲	۳۳,۹	۰,۱	۱۰۰,۰
AB12	۱۰۰,۰	۰,۴	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	BC1	۵۱,۹	۳۵,۲	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۳۰,۷
AB2	۱۰۰,۰	۳۵,۴	۰,۴	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	BC12	۱۰۰,۰	۳۶,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۶۳,۲
ABC1	۵۱,۹	۷۳,۱	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	BC2	۱۰۰,۰	۳۶,۳	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۶۷,۱
ABC12	۱۰۰,۰	۰,۴	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	BCD1	۵۱,۹	۳۵,۲	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۳۰,۷
ABC2	۱۰۰,۰	۳۵,۴	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	BCD12	۱۰۰,۰	۳۶,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۶۳,۲
ABCD1	۵۱,۹	۷۳,۱	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	BCD2	۱۰۰,۰	۳۶,۳	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۶۷,۱
ABCD12	۱۰۰,۰	۰,۴	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	BD1	۵۱,۹	۵۷,۵	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰
ABCD2	۱۰۰,۰	۳۵,۴	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	BD12	۱۰۰,۰	۵۷,۵	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰
ABD1	۵۱,۹	۷۳,۱	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	BD2	۱۰۰,۰	۶۰,۸	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰
ABD12	۱۰۰,۰	۰,۴	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	C1	۶۹,۴	۶۴,۷	۱۰۰,۰	۹۵,۵	۳۰,۷
ABD2	۱۰۰,۰	۳۵,۴	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	C12	۶,۶	۳۳,۹	۱۰۰,۰	۹۵,۵	۶۳,۲
AC1	۹۰,۰	۷۳,۱	۱۰۰,۰	۹۵,۵	۱۰۰,۰	C2	۳۶,۴	۳۳,۹	۱۰۰,۰	۸۸,۷	۶۷,۱
AC12	۷۲,۳	۰,۴	۱۰۰,۰	۹۵,۵	۱۰۰,۰	CD1	۱,۹	۶۴,۷	۱۰۰,۰	۹۸,۱	۳۰,۷
AC2	۵۲,۹	۳۵,۴	۱۰۰,۰	۸۸,۷	۱۰۰,۰	CD12	۶,۶	۳۳,۹	۱۰۰,۰	۹۸,۱	۶۳,۲
ACD1	۹۰,۰	۷۳,۱	۱۰۰,۰	۹۸,۱	۱۰۰,۰	CD2	۳۶,۴	۳۳,۹	۱۰۰,۰	۹۸,۰	۶۷,۱
ACD12	۷۲,۳	۰,۴	۱۰۰,۰	۹۸,۱	۱۰۰,۰	D1	۶۱,۳	۷۹,۵	۱۰۰,۰	۹۸,۰	۱۰۰,۰
ACD2	۵۲,۹	۳۵,۴	۱۰۰,۰	۹۸,۰	۱۰۰,۰	D12	۶۱,۳	۷۹,۵	۱۰۰,۰	۹۸,۰	۱۰۰,۰
AD1	۹۰,۰	۷۳,۱	۱۰۰,۰	۹۸,۰	۱۰۰,۰	D2	۶۷,۵	۸۲,۸	۱۰۰,۰	۰,۳	۱۰۰,۰
AD12	۷۲,۳	۰,۴	۱۰۰,۰	۹۸,۰	۱۰۰,۰						

(درصد)

ادامه جدول ۱. کارایی ترکیب‌های مختلف از متغیرها

ترکیب	نام بانک					ترکیب	نام بانک				
	پارسیان	سامان	کارآفرین	اقتصاد نوین	پاسارگاد		پارسیان	سامان	کارآفرین	اقتصاد نوین	پاسارگاد
A1	۷۴,۲	۲۲,۳	۷,۵	۵۹,۸	۷۴,۸	AD2	۱۶,۱	۷,۸	۲,۴	۱۹,۰	۱۷,۵
A12	۷۴,۲	۸,۱	۷,۵	۵۱,۳	۶۶,۱	B1	۹۱,۶	۱۷,۲	۱۰۰,۰	۱۴,۰	۲۴,۶
A2	۶۱,۲	۱۲,۱	۵,۴	۲۹,۳	۳۶,۲	B12	۹۱,۶	۱۷,۲	۱۰۰,۰	۱۴,۰	۲۴,۶
AB1	۷۴,۲	۲۲,۳	۱۰۰,۰	۵۹,۸	۷۴,۸	B2	۹۲,۱	۲۲,۵	۱۰۰,۰	۱۹,۴	۲۹,۴
AB12	۷۴,۲	۸,۱	۱۰۰,۰	۵۱,۳	۶۶,۱	BC1	۱۰۰,۰	۵۹,۸	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰
AB2	۶۱,۲	۱۲,۱	۱۰۰,۰	۱۵,۹	۱۶,۴	BC12	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰
ABC1	۱۰۰,۰	۶۵,۶	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	BC2	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱,۰
ABC12	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	BCD1	۱۰۰,۰	۵۹,۸	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰
ABC2	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱,۰	BCD12	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰
ABCD1	۱۰۰,۰	۶۵,۶	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	BCD2	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۲,۷
ABCD12	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	BD1	۱۰۰,۰	۴۴,۰	۱۰۰,۰	۳۳,۵	۵۸,۳
ABCD2	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۲,۷	BD12	۱۰۰,۰	۳۳,۱	۱۰۰,۰	۳۰,۳	۵۷,۳
ABD1	۱۰۰,۰	۲۲,۳	۱۰۰,۰	۵۹,۸	۱۰۰,۰	BD2	۱۶,۱	۱۹,۶	۱۰۰,۰	۲۴,۶	۱۷,۵
ABD12	۱۰۰,۰	۸,۱	۱۰۰,۰	۵۱,۳	۱۰۰,۰	C1	۱۰۰,۰	۵۹,۸	۷۸,۴	۱۰۰,۰	۲۳,۸
ABD2	۱۶,۱	۷,۸	۱۰۰,۰	۱۹,۰	۱۷,۵	C12	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۷۸,۴	۱۰۰,۰	۲۳,۸
AC1	۱۰۰,۰	۶۵,۶	۱,۱	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	C2	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۴۶,۴	۲۸,۵	۵۲,۶
AC12	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱,۱	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	CD1	۱۰۰,۰	۵۹,۸	۸۳,۹	۱۰۰,۰	۱۹,۸
AC2	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۰,۳	۲۸,۵	۰,۳	CD12	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۸۳,۹	۱۰۰,۰	۱۹,۸
ACD1	۱۰۰,۰	۶۵,۶	۱,۱	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	CD2	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۷۷,۱	۲۸,۵	۱,۴
ACD12	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱,۱	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	D1	۱۰۰,۰	۴,۲	۷۳,۳	۱۶,۵	۱,۶
ACD2	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۰,۳	۲۸,۵	۰,۳	D12	۱۰۰,۰	۴,۹	۷۳,۳	۱۶,۵	۱,۶
AD1	۱۰۰,۰	۲۲,۳	۷,۵	۵۹,۸	۱۰۰,۰	D2	۱۶,۱	۱۹,۶	۴,۳	۲۹,۹	۱۷,۵
AD12	۱۰۰,۰	۸,۱	۷,۵	۵۱,۳	۱۰۰,۰						

ادامه جدول ۱. کارایی ترکیب‌های مختلف از متغیرها (درصد)

ترکیب	نام بانک			ترکیب	نام بانک		
	سینا	پست بانک	سرمایه		سینا	پست بانک	سرمایه
A1	۱۳,۹	۱۰۰,۰	۶,۵	AD2	۵,۰	۱۰۰,۰	۳,۴
A12	۱۳,۹	۱۰۰,۰	۶,۵	B1	۱۰۰,۰	۱۸,۵	۶۰,۳
A2	۸,۳	۱۰۰,۰	۴,۹	B12	۱۰۰,۰	۳۶,۹	۰,۳
AB1	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	B2	۳,۳	۳۷,۹	۱,۳
AB12	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	BC1	۱۰۰,۰	۱۵,۸	۰,۳
AB2	۳,۳	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	BC12	۱۰۰,۰	۲,۳	۰,۳
ABC1	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	BC2	۳,۳	۲,۳	۰,۱
ABC12	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	BCD1	۱۰۰,۰	۱۵,۸	۰,۳
ABC2	۳,۳	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	BCD12	۱۰۰,۰	۲,۳	۰,۳
ABCD1	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	BCD2	۳,۳	۲,۳	۰,۱
ABCD12	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	BD1	۱۰۰,۰	۱۹,۸	۰,۱
ABCD2	۳,۳	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	BD12	۳۳,۱	۱۰۰,۰	۳۰,۳
ABD1	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	BD2	۱۹,۶	۱۰۰,۰	۲۴,۶
ABD12	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	C1	۵۹,۸	۷۸,۴	۱۰۰,۰
ABD2	۳,۳	۱۰۰,۰	۱۰۰,۰	C12	۱۰۰,۰	۷۸,۴	۱۰۰,۰
AC1	۹,۸	۱۰۰,۰	۱,۷	C2	۱۰۰,۰	۴۶,۴	۲۸,۵
AC12	۹,۸	۱۰۰,۰	۱,۷	CD1	۵۹,۸	۸۳,۹	۱۰۰,۰
AC2	۲,۳	۱۰۰,۰	۰,۴	CD12	۱۰۰,۰	۸۳,۹	۱۰۰,۰
ACD1	۹,۸	۱۰۰,۰	۱,۷	CD2	۱۰۰,۰	۷۷,۱	۲۸,۵
ACD12	۹,۸	۱۰۰,۰	۱,۷	D1	۴,۲	۷۳,۳	۱۶,۵
ACD2	۲,۳	۱۰۰,۰	۰,۴	D12	۴,۹	۷۳,۳	۱۶,۵
AD1	۱۳,۹	۱۰۰,۰	۶,۵	D2	۱۹,۶	۴,۳	۲۹,۹
AD12	۱۳,۹	۱۰۰,۰	۶,۵				

(درصد)

ادامه جدول ۱. کارایی ترکیب‌های مختلف از متغیرها

ترکیب	نام بانک				ترکیب	نام بانک			
	انحراف معیار	میانگین	پیشینه	کمینه		انحراف معیار	میانگین	پیشینه	کمینه
A1	۳۷,۹	۵۷,۹	۱۰۰,۰	۳,۴	AD2	۳۹,۷	۳۸,۲	۱۰۰,۰	۰,۳
A12	۴۰,۵	۵۰,۰	۱۰۰,۰	۰,۴	B1	۳۵,۲	۶۲,۰	۱۰۰,۰	۱۴,۰
A2	۳۶,۲	۴۳,۱	۱۰۰,۰	۱,۹	B12	۳۷,۴	۶۴,۰	۱۰۰,۰	۰,۲
AB1	۳۷,۰	۷۸,۰	۱۰۰,۰	۲۲,۳	B2	۳۸,۳	۵۰,۴	۱۰۰,۰	۰,۱
AB12	۳۷,۲	۷۳,۴	۱۰۰,۰	۰,۴	BC1	۳۷,۸	۶۸,۹	۱۰۰,۰	۰,۳
AB2	۴۲,۷	۵۵,۴	۱۰۰,۰	۰,۴	BC12	۴۱,۲	۷۳,۳	۱۰۰,۰	۰,۱
ABC1	۲۵,۲	۸۶,۰	۱۰۰,۰	۲۷,۸	BC2	۴۴,۱	۵۶,۸	۱۰۰,۰	۰,۱
ABC12	۳۴,۸	۸۵,۰	۱۰۰,۰	۰,۴	BCD1	۳۶,۲	۷۳,۵	۱۰۰,۰	۰,۲
ABC2	۴۱,۴	۶۹,۷	۱۰۰,۰	۱,۰	BCD12	۳۹,۱	۷۷,۹	۱۰۰,۰	۰,۲
ABCD1	۲۰,۷	۹۰,۱	۱۰۰,۰	۳۰,۳	BCD2	۴۴,۵	۵۵,۶	۱۰۰,۰	۰,۱
ABCD12	۳۱,۹	۸۹,۰	۱۰۰,۰	۰,۴	BD1	۳۷,۵	۶۶,۶	۱۰۰,۰	۰,۱
ABCD2	۴۲,۳	۶۸,۵	۱۰۰,۰	۲,۵	BD12	۴۲,۴	۶۵,۹	۱۰۰,۰	۰,۲
ABD1	۲۶,۰	۸۴,۳	۱۰۰,۰	۲۲,۳	BD2	۴۳,۲	۴۸,۳	۱۰۰,۰	۱,۰
ABD12	۳۷,۲	۸۰,۱	۱۰۰,۰	۰,۴	C1	۳۰,۴	۶۷,۰	۱۰۰,۰	۱۴,۰
ABD2	۴۲,۷	۵۶,۸	۱۰۰,۰	۲,۵	C12	۳۶,۳	۶۴,۴	۱۰۰,۰	۶,۶
AC1	۳۹,۳	۷۱,۷	۱۰۰,۰	۱,۱	C2	۲۹,۸	۵۵,۶	۱۰۰,۰	۱۷,۶
AC12	۴۴,۲	۶۷,۴	۱۰۰,۰	۰,۴	CD1	۳۶,۲	۵۹,۶	۱۰۰,۰	۱,۹
AC2	۴۰,۹	۵۲,۷	۱۰۰,۰	۰,۳	CD12	۳۶,۸	۶۲,۲	۱۰۰,۰	۶,۶
ACD1	۳۹,۸	۷۱,۵	۱۰۰,۰	۱,۱	CD2	۳۴,۹	۵۳,۴	۱۰۰,۰	۱,۴
ACD12	۴۴,۷	۶۷,۳	۱۰۰,۰	۰,۴	D1	۳۹,۲	۵۳,۹	۱۰۰,۰	۱,۶
ACD2	۴۲,۹	۵۱,۱	۱۰۰,۰	۰,۳	D12	۳۹,۱	۵۴,۰	۱۰۰,۰	۱,۶
AD1	۳۸,۶	۶۶,۲	۱۰۰,۰	۶,۵	D2	۳۶,۹	۴۲,۷	۱۰۰,۰	۰,۳
AD12	۴۲,۹	۵۸,۸	۱۰۰,۰	۰,۴					

مأخذ: محاسبات این پژوهش.

نتایج به دست آمده از مدل PCA با استفاده از نرم افزار SPSS دو مؤلفه اصلی را برای نمرات کارایی بانک‌های مورد نظر معرفی می‌نماید. نخستین مؤلفه اصلی ۴۷/۲۹ درصد و دومین مؤلفه اصلی ۱۲/۷۶ درصد و در مجموع، مؤلفه‌های ۱ و ۲، حدود ۶۰ درصد تغییرات کل را تبیین می‌نمایند. به منظور تفسیر و تحلیل نتایج PCA ماتریس بارگذاری مؤلفه‌های اصلی در جدول ۲ ارائه شده است.

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، برای تمام ترکیب‌ها مؤلفه اول با علامت مثبت ظاهر شده و در بیشتر موارد وزن و اهمیت بیشتری نیز نسبت به مؤلفه دوم داشته و به همین دلیل مؤلفه اول را "معیار کارایی کل" می‌نامیم. بیشترین وزن در مؤلفه اول مربوط به مدل BC12 با مقدار ۰/۸۶۳۰ است و مدل‌های ABCD2، ABC2، BC2 و BCD2 به ترتیب با بارهای کمتر از مدل BC12 در رتبه‌های بعدی قرار گرفته‌اند.

جدول ۲. ماتریس بارگذاری مؤلفه‌های اصلی

مؤلفه		ترکیبات	مؤلفه		ترکیبات	مؤلفه		ترکیبات
Pc2	Pc1		Pc2	Pc1		Pc2	Pc1	
۰,۲۱۶	۰,۷۰۴	BCD1	-۰,۲۳۱	۰,۸۱۱	AC1	-۰,۵۰۸	۰,۶۲۵	A1
۰,۰۵۲	۰,۸۲۵	BCD12	-۰,۰۴۸	۰,۷۱۲	AC12	-۰,۳۹۲	۰,۵۸۹	A12
۰,۱۸۷	۰,۸۵۵	BCD2	۰,۱۷۹	۰,۸۰۷	AC2	-۰,۴۳۴	۰,۴۷۸	A2
۰,۱۰۲	۰,۷۱۳	BD1	-۰,۲۲۵	۰,۸۰۷	ACD1	-۰,۳۹۷	۰,۶۳۱	AB1
-۰,۱۳۵	۰,۸۲۸	BD12	-۰,۰۴۴	۰,۷۱۱	ACD12	-۰,۳۹	۰,۶۳۹	AB12
-۰,۲۵۶	۰,۷۸۶	BD2	۰,۱۹۲	۰,۸۲۵	ACD2	-۰,۴۰۱	۰,۶۵۵	AB2
۰,۷۱۷	۰,۳۴۸	C1	-۰,۳۸۳	۰,۸	AD1	۰,۰۰۱	۰,۸۰۱	ABC1
۰,۷۹۷	۰,۴۴۲	C12	-۰,۲۸۳	۰,۷۲۲	AD12	۰,۰۷۴	۰,۷۸۶	ABC12
۰,۵۲۱	۰,۶۷۴	C2	-۰,۲۳۱	۰,۶۶۲	AD2	۰,۱۷	۰,۸۴۱	ABC2
۰,۷۵۲	۰,۳۷۴	CD1	-۰,۱۰۴	۰,۲۳۳	B1	-۰,۰۳۹	۰,۷۹۱	ABCD1
۰,۸۰۴	۰,۳۹۱	CD12	-۰,۴۰۲	۰,۳۵۸	B12	۰,۰۴۱	۰,۷۸	ABCD12
۰,۷۳۷	۰,۴۶۷	CD2	-۰,۴۰۴	۰,۳۶۲	B2	۰,۱۸۳	۰,۸۵۶	ABCD2
۰,۳۴	۰,۵۹۶	D1	۰,۲۱	۰,۷۴	BC1	-۰,۲۱۵	۰,۶۹۴	ABD1
۰,۳۴۲	۰,۵۹۶	D12	۰,۰۴۱	۰,۸۶۳	BC12	-۰,۲۰۶	۰,۷۰۵	ABD12
-۰,۱۰۶	۰,۵۳۷	D2	۰,۱۹۹	۰,۸۳۳	BC2	-۰,۱۹۴	۰,۷۸۶	ABD2

مأخذ: محاسبات این پژوهش.

ملاحظه می‌شود مدل کامل یا همان ABCD12 در مؤلفه اول دارای وزنی کمتر از مدل BC12 است، بنابراین، می‌توان ادعا کرد در شرایطی که ورودی‌های B (هزینه‌های عملیاتی)، C (تعداد کارکنان بانک)، و خروجی‌های ۱ (درآمد عملیاتی) و ۲ (تعداد مجموع تراکنش‌های دستگاه‌های ATM، پایانه

فروش و شعب) در دسترس باشند، احتساب و به کارگیری متغیرهای A (مانده کل سپرده‌ها) و D (هزینه تجهیزات) از اهمیت چندانی برخوردار نبوده و نقش این دو متغیر در برآورد کارایی ناچیز است. بنابراین، در پاسخ به پرسش ۱، مجموعه متغیرهای مرکب از متغیرهای ورودی B (هزینه‌های عملیاتی)، C (تعداد کارکنان بانک)، و خروجی ۱ (درآمد عملیاتی) و ۲ (تعداد مجموع تراکنش‌های دستگاه‌های ATM، پایانه فروش و شعب) به‌عنوان مؤثرترین ترکیب در بین ۴۵ ترکیب معرفی می‌شوند.

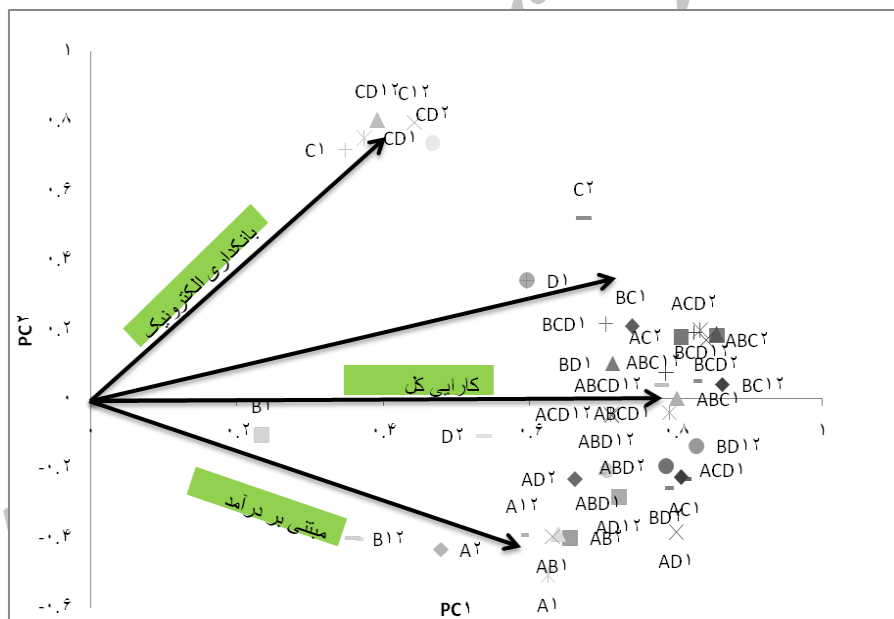
با توجه به بیشتر بودن وزن مؤلفه اول در مدل BCD12 (۰/۸۲۵) نسبت به ترکیب کامل ABCD12 می‌توان نتیجه‌گیری کرد که ورودی D (هزینه تجهیزات) نسبت به ورودی A (مانده کل سپرده‌ها) اهمیت و تأثیر بیشتری بر معیار کارایی کل دارد. با وجود این، نمی‌توان به‌طور کلی نتیجه‌گیری کرد که تمام مدل‌های با ورودی A موجب کاهش اهمیت مؤلفه اول می‌شوند و تنها در صورتی که مدل شامل دو متغیر خروجی ۱ (درآمد عملیاتی) و ۲ (تعداد مجموع تراکنش‌های دستگاه‌های ATM، پایانه فروش و شعب) به همراه متغیر ورودی A باشد، تأثیر ناهنده بر کارایی کل خواهد داشت. در موارد دیگر از جمله ترکیب ABCD2 (۰/۸۵۶) که پس از ترکیب BC12 (۰/۸۶۳) در ردیف دوم و بالاتر از ترکیب BCD2 (۰/۸۵۵) قرار گرفته، مشاهده می‌شود که متغیر ورودی A در این ترکیب تأثیر بیشتری در PC1 داشته است.

در خصوص مؤلفه دوم (PC2) نیز ملاحظه می‌شود، مدل‌های AD1، ACD1، AC1، BD12، A1، AB1، AB12، AB2، AD2، ABD1، ABD12، ACD12، AC12، AD12، BD2، ABD2، ABCD1، A12، D2، A2، B1، B2، B12، بارهایی با علامت منفی داشته و متغیر غالب در این مدل‌ها متغیرهای ورودی A (مانده کل سپرده‌ها) و خروجی ۱ (درآمد عملیاتی) است. از آنجا که دو متغیر A و ۱ با درآمد در عملیات بانکی مرتبط هستند، این مدل‌ها به‌عنوان مدل‌های مبتنی بر درآمد در نظر گرفته می‌شود. همچنین، مدل‌های BC12، ABCD2، BCD2، ABC2، BC2، ACD2، BCD12، AC2، CD2، CD1، C12، CD12، D1، C2، BCD1، BD1، BC1، ABCD12، ABC12، ABC1، ABC1، D12، C1 دارای بارهای با علامت مثبت هستند و از آنجا که متغیر غالب در این مدل‌ها متغیر ورودی C (تعداد کارکنان بانک) و متغیر خروجی ۲ (تعداد مجموع تراکنش‌های دستگاه‌های ATM، پایانه

فروش و شعب) است، این دسته از مدل‌ها به‌عنوان مدل‌های مبتنی بر به‌کارگیری بانکداری الکترونیکی معرفی می‌شوند.

شکل ۱، اطلاعات ارائه شده در جدول ۲ را به تصویر کشیده است. محور افقی در این شکل نمایانگر کارایی کل بوده و از چپ به راست افزایش می‌یابد و در راستای محور افقی اگر به سمت راست حرکت نماییم، بر میزان کارایی کل افزوده می‌شود. بنابراین، مدل‌های دارای کارایی بالاتر در انتهای سمت راست این محور قرار می‌گیرند. به‌طور مشابه، محور عمودی و در قسمت بالای محور عمودی جهت افزایش مثبت و در پایین این محور جهت افزایش منفی را نشان می‌دهد.

شکل ۱. جهت‌گیری عملیاتی ترکیب‌ها



بنابراین، مدل‌های مبتنی بر درآمد در قسمت بالای محور افقی و مدل‌های مبتنی بر بانکداری الکترونیک در قسمت پایین محور افقی قرار می‌گیرند. همچنین، بردارهایی که با نام‌های "بانکداری الکترونیک" و "مبتنی بر درآمد" در شکل نشان داده شده‌اند، به ترتیب برآندهایی از کارایی کل برای

مدل‌های مبتنی بر درآمد و بانکداری الکترونیک هستند و با استفاده از این دو بردار می‌توان به مقایسه‌های کلی بین دو گروه مورد بحث دست یافت.

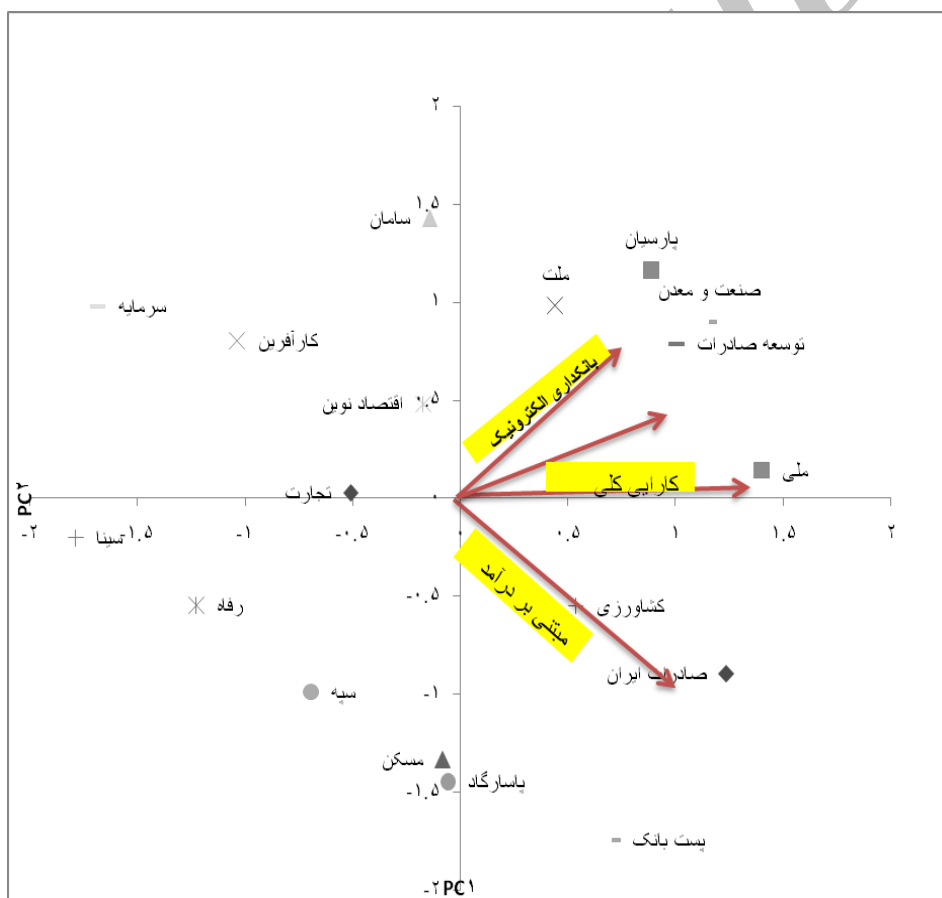
۳-۳. جهت‌گیری کارایی در بانک‌های ایران

به‌منظور پاسخگویی به پرسش دوم باید نمرات کارایی ۴۵ ترکیب از متغیرهای ورودی و خروجی تجزیه و تحلیل شود. شکل ۲، جایگاه هر یک از ۱۸ بانک مورد مطالعه را با توجه به دو مؤلفه اصلی مورد نظر نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده شد، کارایی از سمت چپ به راست افزایش می‌یافت. این ویژگی در مورد شکل ۲ نیز برقرار است و بانک‌هایی که در سمت راست شکل قرار گرفته‌اند، کارایی کلی بالاتری نسبت به بانک‌های واقع در سمت چپ دارند. ملاحظه می‌شود بانک ملی ایران که در اغلب ۴۵ مدل مورد بررسی نمره کامل کارایی را به دست آورده است، در دورترین نقطه سمت راست محور افقی شکل ۲ و بانک سینا که در هیچ یک از ترکیب‌ها نمره کارایی مناسبی را دریافت نکرده، در دورترین نقطه سمت چپ محور افقی در این شکل قرار گرفته‌اند. بنابراین، با حرکت از سمت چپ محور افقی به سمت راست این محور، نمره کارایی افزایش می‌یابد و تعبیر ارائه‌شده از مؤلفه اول به‌عنوان کارایی کل را تصدیق می‌کند. بنابراین، بانک‌های ملی ایران، توسعه صادرات، پارسین، صنعت و معدن، ملت، صادرات ایران، کشاورزی و پست بانک را که در سمت راست شکل قرار گرفته‌اند، می‌توان به‌عنوان ۸ بانک دارای کارایی کل بالاتر نسبت به بانک‌های دیگر مورد مطالعه معرفی نمود.

دومین مؤلفه اصلی در این رابطه که کارایی برای هر بانک مبتنی بر عملکرد آن بانک در حوزه کسب درآمد یا به‌کارگیری بانکداری الکترونیکی است، نقش تمییزدهنده ایفا می‌کند. چنانچه یک بانک در قسمت بالای محور افقی قرار گیرد، کارایی آن بانک مبتنی بر به‌کارگیری بانکداری الکترونیکی است و چنانچه پایین این محور قرار گیرد، کارایی با تمرکز بر کسب درآمد برای بانک محقق شده است. به این ترتیب ملاحظه می‌شود، بانک پارسین که در بالاترین سطح نسبت به بانک‌های دیگر در ربع اول واقع‌شده کارایی خود را با اتکا و مبتنی بر به‌کارگیری بانکداری الکترونیکی به‌دست آورده است. همچنین، ملاحظه می‌شود کارایی بانک‌های ملت، صنعت و معدن، و توسعه

صادرات نیز مشابه بانک پارسیان مبتنی بر به‌کارگیری بانکداری الکترونیکی است. بانک‌های صادرات ایران، کشاورزی و پست بانک در قسمت پایین محور افقی قرار گرفته‌اند، بنابراین، تمرکز فعالیت آنها بر کسب درآمد است. بانک ملی ایران که بسیار نزدیک به محور افقی واقع شده است، در هر دو زمینه به‌کارگیری بانکداری الکترونیکی و کسب درآمد به طور مؤثر عمل می‌کند و به همین دلیل بیشترین کارایی کل را در بین بانک‌های مورد مطالعه به خود اختصاص داده است.

شکل ۲. جهت‌گیری عملیاتی بانک‌ها



۳-۴. رتبه‌بندی بانک‌های مورد مطالعه

با توجه به نتایج نمرات کارایی و شکل ۲، رتبه‌بندی بانک‌های مورد بررسی در جدول ۳ ارائه شده است. با توجه به جدول ۳ و شکل ۲ در خصوص پاسخ به پرسش سوم می‌توان چنین اظهار نظر کرد که در بین بانک‌های دولتی بانک ملی ایران دارای بالاترین کارایی و در بین بانک‌های خصوصی بانک پارسیان بالاتر از همه قرار گرفته است. در خصوص مقایسه بین بانک‌های خصوصی و دولتی در ایران مشاهده می‌شود که رتبه اول تا چهارم جدول مربوط به بانک‌های دولتی است و بانک پارسیان در رتبه پنجم قرار گرفته است. در بین بانک‌های دولتی بانک رفاه پایین‌ترین رتبه را به خود اختصاص داده و بانک سینا که در زمره بانک‌های خصوصی است پایین‌ترین و آخرین رتبه را کسب کرده است.

جدول ۳. رتبه بندی بانک‌های ایران

رتبه	نام بانک	نوع بانک	رتبه	نام بانک	نوع بانک
۱	ملی ایران	دولتی	۱۰	مسکن	دولتی
۲	صادرات ایران	دولتی	۱۱	سامان	خصوصی
۳	صنعت و معدن	دولتی	۱۲	اقتصاد نوین	خصوصی
۴	توسعه صادرات	دولتی	۱۳	تجارت	دولتی
۵	پارسیان	خصوصی	۱۴	سپه	دولتی
۶	پست بانک	دولتی	۱۵	کارآفرین	خصوصی
۷	کشاورزی	دولتی	۱۶	رفاه	دولتی
۸	ملت	دولتی	۱۷	سرمایه	خصوصی
۹	پاسارگاد	خصوصی	۱۸	سینا	خصوصی

مأخذ: محاسبات این پژوهش.

۴. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این مقاله از یک روش ترکیب‌شده از روش‌های تحلیل پوششی داده‌ها و تحلیل مؤلفه‌های اصلی برای ارزیابی کارایی بانک‌های منتخب و دسته‌بندی آنها از نظر میزان به‌کارگیری بانکداری الکترونیکی در عملکرد استفاده شده است. مهم‌ترین تفاوت این روش با روش‌های دیگر در این رابطه، امکان دسته‌بندی بانک‌های منتخب بر اساس عملکرد علاوه بر رتبه‌بندی آنهاست. همچنین، با استفاده از این روش می‌توان بهترین ترکیب از متغیرها در تعیین کارایی مجموعه‌ای از بانک‌ها و یا به‌طور کل

واحدهای تصمیم‌گیر را شناسایی نمود. در این پژوهش، نمرات کارایی ۴۵ ترکیب از چهار متغیر ورودی و دو متغیر خروجی با استفاده از روش ترکیبی معرفی شده، تحلیل شد. مشاهده شد که ترکیب دو متغیر ورودی "هزینه‌های عملیاتی" و "تعداد کارکنان بانک" به همراه دو متغیر خروجی "درآمد عملیاتی" و "تعداد مجموع تراکنش‌های دستگاه‌های ATM، پایانه فروش و شعب" (BC12) که بالاترین ارزش را در بین عناصر تشکیل دهنده مؤلفه اصلی اول دارند، به‌عنوان مناسب‌ترین ترکیب از متغیرها برای بررسی کارایی بانک‌های مورد مطالعه معرفی شدند. در خصوص رتبه‌بندی بانک‌های مورد مطالعه، در بین بانک‌های دولتی و خصوصی، بانک ملی ایران و در بین بانک‌های خصوصی بانک پارسیان دارای بالاترین رتبه کارایی و بانک سینا که در زمره بانک‌های خصوصی است، پایین‌ترین و آخرین رتبه را کسب کرده است. در بین ۱۸ بانک مورد بررسی فقط ۷ بانک به صورت کارا عمل می‌کنند و از بین این بانک‌ها، بانک ملی از نظر کارایی در هر دو زمینه عملیاتی درآمد و به‌کارگیری بانکداری الکترونیکی به طور کارا عمل می‌کند. بانک‌های ملت، پارسیان، صنعت و معدن و توسعه صادرات دارای کارایی و مزیت در به‌کارگیری بانکداری الکترونیکی بوده و از نظر عملیاتی جزء بانک‌های مبتنی بر بانکداری الکترونیکی طبقه‌بندی می‌شوند. بانک‌های صادرات ایران، کشاورزی و پست بانک دارای کارایی درآمدی هستند، کارآمدی آنها مربوط به فعالیت در این زمینه است و از نظر عملیاتی در گروه بانک‌های مبتنی بر درآمد طبقه‌بندی می‌شوند.

استفاده نکردن از اطلاعات انواع متغیرهای دیگر منعکس‌کننده به‌کارگیری بانکداری الکترونیک مانند میزان استفاده از اینترنت، موبایل بانک، تلفن بانک و موارد مشابه دیگر یکی از نقاط ضعف این پژوهش است که در پژوهش‌های آینده باید به آن توجه شود. استفاده از اطلاعات بیشتر در خصوص به‌کارگیری بانکداری الکترونیکی در بانک‌های ایران موجب دستیابی به نتایج دقیق‌تر و با قابلیت اطمینان بیشتر می‌شود. پژوهش در زمینه مقایسه به‌کارگیری بانکداری الکترونیکی در بانک‌های ایران با کشورهای دیگر، استفاده از مدل ترکیبی پیشنهادی در بررسی عملکرد و کارایی شعب و یا ادارات دیگر یک بانک از موارد دیگر پیشنهادی برای پژوهش‌های آینده در حوزه بررسی عملکرد در سیستم بانکی کشور است.

منابع

- ۱- جوانمردی، لیلی. (۱۳۸۶). ارزیابی کارایی شعب بانک پارسیان با استفاده از روش تلفیقی داده کاوی و تحلیل پوششی داده ها. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه تهران.
- ۲- خرم‌نژاد، مرضیه. (۱۳۸۶). اندازه‌گیری کارایی سرمایه‌گذاری در فناوری اطلاعات در بانک‌ها با استفاده از رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه الزهرا.
- ۳- گودرزی، آتوسا و زبیدی، حیدر. (۱۳۸۷). تأثیر گسترش بانکداری الکترونیکی بر سودآوری بانک‌های تجاری ایران. فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران.
- ۴- متحدین، الهام (۱۳۹۱). ارزیابی کارایی عملیاتی و کارایی سود شعب بانک‌ها با استفاده از تعیین تأثیر خدمات مبتنی بر فناوری اطلاعات (بانکداری مجازی). پایان‌نامه کارشناسی ارشد. مؤسسه عالی آموزش بانکداری ایران.
- ۵- محسنی، شهریار. (۱۳۸۶). بررسی نقش بانکداری الکترونیک در کارایی عملیاتی بانکی، بانک ملی ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مدیریت دولتی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز.
- ۶- معمار، مرضیه. (۱۳۹۰). تأثیر نسبت دستگاه‌های خودپرداز (ATM) بر بهبود کارایی هزینه‌ها. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. مؤسسه عالی آموزش بانکداری ایران.
- ۷- نمازی محمد و ابراهیمی، شهلا. (۱۳۸۹). بررسی کارایی بانک‌های ایران با استفاده از تکنیک DEA به روش پله‌ای. فصلنامه مدیریت صنعتی (دانشگاه تهران) دوره ۲، شماره ۵.
- 8- Adler, N and Golany, B. (2002). Including Principal Component Weights to Improve Discrimination in Data Envelopment Analysis. Journal of the Operation Research Society of Japan. Vol. 53, No. 1.
- 9- Bruce, Ho C-T. and Wu, D. Dash. (2009). Online Banking Performance Evaluation Using Data Envelopment Analysis and Principal Component Analysis. Computers and Operations Research. Vol.36, No 6.
- 10- Dexiang, Wu. and Desheng Dash, Wu. (2010). Performance Evaluation and Risk Analysis of Online Banking Service. Kybernetes, Vol. 39.

- 11- Serrano-Cinca, C and Fuertes-Calle'n, Y. and Mar-Molinero, C. (2005). Measuring DEA Efficiency in Internet Companies . Decision Support System. Vol. 38. No 4.
- 12- Serrano-Cinca, C. and Mar-Molinero, C. (2004). Selecting DEA Specification and Ranking Units Via PCA. Journal of Operation Research Society. Vol. 55, No. 5.
- 13- Sherman, HD and Gold, F. (1985). Bank Branch Operation Efficiency: Evaluation With Data Envelopment Analysis. Journal of Banking and Finance. Vol. 9, No. 2.
- 14- Soteriou A and Zenios, SA . (1999). Operation, Quality and Profitability in the Provision of Banking Services. Management Science. Vol. 9, No. 9.
- 15- Wen, Hj. Lim, B. and Huang, HL. (2003). Measuring E-commerce Efficiency: A Data Envelopment Analysis Approach. Industrial Management and Data System. Vol. 103. No. 9.

Archive of SID