

## ارائه مدل ارزیابی عملکرد شعب بانک با استفاده از رویکرد ترکیبی تحلیل مؤلفه‌های اصلی و تحلیل پوششی داده‌ها PCA-DEA

عادل آذر<sup>1\*</sup>، عماد نوبهار<sup>2</sup>

- 1- استاد گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
- 2- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

پذیرش: 1394/11/20

دریافت: 1392/12/26

### چکیده

همواره ارزیابی عملکرد به عنوان یکی از مسائل حیاتی سازمان‌ها مطرح بوده است. هر سازمان نیاز دارد تا برای تعیین، تعدیل و ایجاد تغییرات در اهداف بلندمدت و کوتاه‌مدت خود، عملکرد خود را مورد ارزیابی مستمر قرار دهد. با توجه به نقش کلیدی بانک‌ها به عنوان یکی از مهم‌ترین ارکان مالی و اقتصادی در جامعه، ارزیابی عملکرد در این نهاد مالی از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. در این پژوهش 100 شعبه درجه سه بانک کشاورزی به وسیله 36 زیرشاخص (7 زیرشاخص نهاده‌ای و 29 زیر شاخص ستانده‌ای) مورد ارزیابی قرار گرفتند که این زیرشاخص‌ها در قالب 3 نهاده اصلی و 7 ستانده اصلی دسته‌بندی شدند. در این پژوهش از مدل CCR خروجی محور به عنوان مدل اصلی استفاده شده است و برای کاهش تعداد زیرشاخص‌ها و دست پیدا کردن به شاخص‌های اصلی، سه سناریوی میانگین ساده، میانگین موزون با استفاده از اوزان حاصل از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و تحلیل مؤلفه‌های اصلی اجرا شده‌اند و خروجی‌های این سه سناریو به عنوان ورودی‌های مدل CCR خروجی محور قرار گرفتند. در انتها با استفاده از ضریب



پراکندگی، افزایش قدرت تمییزمدل تحلیل پوششی داده‌ها هر سه سناریو مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که سناریوی PCA-DEA موجب افزایش بیشتر قدرت تمییز نسبت به دو سناریوی دیگر می‌شود.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی عملکرد، تحلیل پوششی داده‌ها، تحلیل مؤلفه‌های اصلی.

## 1- مقدمه

به دلیل افزایش رقابت در بین بانک‌های خصوصی و دولتی که ناشی از ورود بانک‌های خصوصی به صنعت بانکداری است، نیاز به ارزیابی مجدد کارایی شعب، برای دستیابی به عملکرد بهتر، بیش از پیش احساس می‌شود. از طرفی توجه به کارایی برای کشورهای در حال توسعه بسیار حایز اهمیت است، زیرا این کشورها با کمبود نهاده‌ها، عوامل تولید و تکنولوژی مواجه هستند، لذا استفاده کارآ از منابع موجود برای این کشورها بسیار حیاتی است. بانک‌ها به عنوان یکی از مهم‌ترین نهادهای هر نظام اقتصادی دانسته شده‌اند، به طوری که در جامعه و اقتصاد امروز همه به کارایی و خدماتی که بانک‌ها فراهم می‌کنند، وابسته هستند. از این رو ارزیابی عملکرد شعب بانک همواره از اهمیت بالایی برخوردار بوده است [1، ص 112].

هم اکنون بانک کشاورزی ارزیابی عملکرد خود را به وسیله روش تاکسونومی انجام می‌دهد و از شاخص‌های مصارف، وصول مطالبات، خدمات و سودآوری برای رتبه‌بندی شعب خود استفاده می‌کند. به طور کلی در حال حاضر درجه‌بندی شعب بانک، بیشتر براساس خروجی‌ها انجام می‌شود ولی در سنجش کارایی (رتبه‌بندی) هم ورودی‌ها و هم خروجی‌های یک شعبه ملاک ارزیابی‌اند. در واقع سنجش کارایی، ضریب مدیریتی شعبه را مورد سنجش قرار می‌دهد. از سوی دیگر ضرایب اهمیت شاخص‌ها در سیستم ارزیابی عملکرد فعلی بانک کشاورزی تنها مبتنی بر نظر خبرگان است.

یکی از روش‌هایی که برای ارزیابی عملکرد واحدها همواره مورد توجه محققان بوده است، روش تحلیل پوششی داده‌ها<sup>1</sup> (DEA) است. یکی از محدودیت‌های عمده این روش وابسته



بودن تعداد متغیرها به تعداد واحدها می‌باشد، به این مفهوم که هرچه تعداد متغیرها نسبت به تعداد واحدهای تصمیم‌گیری بیشتر باشد، قدرت تمییز مدل DEA کاهش یافته و در نتیجه تعداد واحدهای بیشتری بر مرز کارایی قرار می‌گیرند.

هدف اصلی این مقاله برطرف کردن این محدودیت در DEA است. تحلیل مؤلفه اصلی (PCA)<sup>1</sup> نیز یکی از روش‌های مورد استفاده تحلیل چند متغیرهاست که برای تقلیل داده‌های مورد بررسی کاربرد دارد. با استفاده از تحلیل مؤلفه اصلی می‌توان ابعاد متغیرها را با از دست دادن کمترین میزان اطلاعات کاهش داد. به همین جهت برای کاهش تعداد شاخص‌ها می‌توان از این روش استفاده کرد.

## 2- پیشینه پژوهش

به دلیل ضعف‌هایی که به روش تحلیل پوششی داده‌ها می‌توان گرفت، در سال‌های اخیر تلاش شده است تا با ارائه رویکردهای متفاوت از این مدل، نقاط ضعف این روش برطرف شوند. همان‌طور که اشاره شد، یکی از نقاط ضعف این روش مرتبط بودن تعداد واحدهای ارزیابی شده به تعداد متغیرهای ورودی و خروجی است [2، ص 115]. هرچه تعداد متغیرهای ورودی و خروجی در یک مدل تحلیل پوششی داده‌ها بیشتر باشد، میزان فضای لازم برای حل مسئله برنامه‌ریزی خطی مربوط به آن بیشتر خواهد بود و قدرت تشخیص و تمایز آن کمتر خواهد شد [3، ص 525]. تعداد زیاد متغیرها در یک تحلیل منجر می‌شود تعداد واحدهای بیشتری به سمت مرکز کارآ انتقال یافته و در نتیجه به تعداد نسبتاً زیادی از واحدها، نمره کارایی بالایی اختصاص داده شود [4، ص 54]، از این رومجموعه واحدهای تصمیم‌گیرنده کارآ افزایش پیدا می‌کند. اگرچه محدود کردن تعداد متغیرها مفید است، اما در مورد بهترین شیوه انجام این کار هیچ توافقی وجود ندارد. برای این منظور چندین روش پیشنهاد شده است؛ یکی از این روش‌ها، مستلزم بررسی و آزمون قضاوتی فهرست متغیرها به وسیله تصمیم‌گیرندگان متخصص است. بررسی و آزمون به معنای تعیین متغیرهایی است که به اهداف کاربرد تحلیل پوششی داده‌ها کمک می‌کنند و دربرگیرنده اطلاعاتی هستند که در سایر متغیرها وجود ندارند.



روش‌های ممکن برای انجام این قضاوت‌ها عبارتند از: روش دلفی یا انواع گوناگونی از فرایند تحلیل سلسله مراتبی. روش دیگری که برای کاهش تعداد متغیرهای DEA به کاررفته است، استفاده از تحلیل همبستگی و رگرسیون است [5، ص 256]. در این روش متغیرهایی که بامتغیرهای موجود در مدل همبستگی بالایی دارند، زاید در نظر گرفته می‌شوند و باید از تحلیل‌های بعدی حذف شوند. به بیان دیگر هدف انتخاب مجموعه‌ای از متغیرها است که همبستگی زیادی با یکدیگر ندارند. همچنین در پژوهشی از ماتریس کوواریانس جزئی برای حذف متغیرهایی که با یکدیگر همبستگی زیادی دارند، استفاده شده است [3، ص 526]. در این مقاله روش آماری متفاوتی به منظور تعیین کامل متغیرهایی که می‌توانند از تجزیه و تحلیل (ضمن کمینه‌سازی میزان کاهش اطلاعات) حذف شوند، پیشنهاد شده است. در این پژوهش پژوهشگران نتیجه گرفتند که حذف متغیرها با همبستگی بالا می‌تواند تأثیر به‌سزایی در میزان کارایی محاسبه شده داشته باشد، بنابراین آنالیز ساده همبستگی برای انتخاب درست متغیرهایی که باید حذف شوند، ناکارآمد خواهد بود. از این رو کاربرد تجزیه و تحلیل کواریانس جزئی را برای انتخاب زیرمجموعه‌ای از متغیرهایی که بیشترین اطلاعات را در ماتریس داده‌ها ایجاد می‌کنند، ارائه نمودند.

ژو (1998) در مقاله‌ای با عنوان «تحلیل پوششی داده‌ها در مقایسه با تحلیل مؤلفه‌های اصلی» به مقایسه نتایج حاصل از دو رهیافت تحلیل پوششی داده‌ها و تحلیل مؤلفه‌های اصلی در ارزیابی و رتبه‌بندی واحدها پرداخت. وی هر یک از رهیافت‌های مزبور را برای سه مجموعه داده واقعی که عملکرد واقعی شهرهای چین را توصیف می‌کردند، به کار برد و از آزمون‌های آماری ناپارامتریک برای اعتبارسنجی رتبه‌بندی‌های حاصل از روش‌های تحلیل پوششی داده‌ها و تحلیل مؤلفه اصلی استفاده کرد. او نشان داد که هر دو روش نتایج سازگار و به طور متقابل مکمل می‌دهند. گفتنی است با توجه به رتبه‌بندی نشدن واحدهای کارا به وسیله روش DEA، ژو برای امکان مقایسه یافته‌های حاصل از دو روش، از واریانس شعاعی نهاده‌ها برای رتبه‌بندی واحدها در تحلیل پوششی داده‌ها استفاده کرده است [6]. آدلر و گولانی (2002) از دو روش تحلیل پوششی داده‌ها و تحلیل مؤلفه‌های اصلی برای انتخاب کارآترین پیکربندی خطوط هوایی غرب اروپا استفاده نمودند. آنان برای غلبه بر مشکل تعداد عوامل موجود در تحلیل پوششی داده‌ها، تحلیل مؤلفه‌های اصلی را به منظور کاهش نهاده‌ها به کار بردند.



داده‌های ستانده را نیز به صورت دست نخورده وارد مدل کرده و در نهایت ثابت کردند که وارد کردن تمامی مؤلفه‌های اصلی به مدل تحلیل پوششی داده‌ها یافته‌های مشابهی را در مقایسه با مدل تحلیل پوششی داده‌ها اصلی می‌دهد و کاهش مؤلفه‌های اصلی نیز یافته‌هایی نزدیک به مدل اصلی دارد [7]. آدلر و برچمن (2001) رویکرد مشابهی برای ارزیابی شبکه‌های هواپیمایی خصوصی شده به منظور اندازه‌گیری کیفیت فرودگاه و برای انتخاب متغیرها به کار گرفتند [8]. بروس و همکاران (2008) نیز با رویکرد مشابهی از روش‌های DEA و تحلیل مؤلفه‌های اصلی در صنعت بانکداری اینترنتی استفاده کردند [9].

آدلر و یازمسکی (2010) در پژوهشی دو روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی و کاهش متغیرها بر پایه کواریانس جزئی را برای افزایش قدرت تشخیص مدل تحلیل پوششی داده‌ها با یکدیگر مقایسه کردند. این پژوهشگران از شبیه‌سازی برای اثبات تعمیم‌پذیری یافته‌های خود به این شکل که کدام روش تحت چه شرایطی اهمیت دارد، استفاده کردند. در نهایت مشخص شد زمانی که مشکل تعداد عوامل وجود دارد، تحلیل مؤلفه‌های اصلی در کنار تحلیل پوششی داده‌ها، به دلیل سازگاری دقیق‌تر در نتایج، ابزار تشخیص قدرتمندتری نسبت به روش کاهش متغیرهاست [10، ص 279].

در مقاله‌ای دیگر شنماگم و جانسون (2007) بیان کردند فقط زمانی که داده‌های نهاده و ستانده احتمالی بوده و به طور ترجیحی از توزیع نرمال تبعیت می‌نمایند، روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی می‌تواند به عنوان جایگزین تحلیل پوششی داده‌ها با هدف رتبه‌بندی واحدها استفاده شود. آنها نخست مشکلات ناشی از نرمال نبودن توزیع نسبت‌های محاسبه شده و لزوم کنترل آن را مورد بحث قرار دادند و برای ارزیابی و رتبه‌بندی 45 کشور دنیادر زمینه نرخ نجات مبتلایان به نوعی سرطان پوست از 2 ستانده و 4 نهاده استفاده کردند. در ادامه نخست مدل تحلیل پوششی داده‌ها، سپس مدل تحلیل مؤلفه‌های اصلی و در نهایت مدل تلفیقی خود را با داده‌های عددی، مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند [11، ص 360]. سینسا و همکاران (2004) نیز از روش ترکیبی PCA-DEA برای ارزیابی 18 شهر چین از نظر سرمایه‌گذاری و ارزش خروجی‌های صنعتی و خرده‌فروشی استفاده کردند [3].

در داخل کشور نیز خزایی و ایزدبخش (1388) در مقاله خود مدلی تلفیقی از تحلیل پوششی داده‌ها و تحلیل مؤلفه‌های اصلی در جهت کاهش ابعادی مجموعه داده‌ها ارائه دادند. آنها برای



رفع محدودیت وابسته بودن تعداد متغیرها به تعداد واحدهای تصمیم‌گیری در تحلیل پوششی داده‌ها نخست به جای متغیرهای اصلی از نسبت تک خروجی به تک ورودی استفاده کردند و با استفاده از روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی کاهش بعد را انجام دادند. سپس مؤلفه‌های اصلی انتخاب شده به عنوان ورودی‌های مدل تحلیل پوششی داده‌ها مورد استفاده قرار گرفتند. تفاوت اصلی روش ارائه شده مقاله آنها به کارگیری برخی نقاط قوت مدل‌های ارائه شده این حوزه در قالب یک روش و چند هدفه ساختن مدل تحلیل پوششی داده‌ها برای تسهیل در محاسبات است. این روش برای رتبه‌بندی عملکرد شعب یکی از بانک‌های ایران استفاده شده است [12]. به طور کلی روش مورد استفاده در مقاله خزایی و ایزدبخش مانند روش ژو می‌باشد با این تفاوت که این پژوهشگران مدل ژو را به صورت چند هدفه تبدیل کرده‌اند. اما به طور کلی چندان نمی‌توان مدل ژو را ترکیبی از تحلیل پوششی داده‌ها و تحلیل مؤلفه‌های اصلی دانست، زیرا این مدل بیشتر همان روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی با به کارگیری منطق DEA در آن است.

### 3- تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)

یکی از روش‌های ارزیابی کارایی که همواره مورد توجه بوده است، روش تحلیل پوششی داده‌هاست. این تکنیک به عنوان یک روش مناسب برای ارزیابی عملکرد و الگوبرداری مطرح بوده است. تحلیل پوششی داده‌ها پس از تعیین مرکز کارآ، مشخص می‌کند که واحدهای تصمیم‌گیرنده<sup>1</sup> (DMU) در کجای این مرز قرار دارند و برای رسیدن به مرکز کارآ چه ترکیبی از نهاده‌ها و ستانده‌ها را باید انتخاب نمود [13، ص 95].

در روش DEA، با توجه به ماهیت ناپارامتریک آن، نیازهی هیچ‌گونه فرض یا فرم ریاضی خاص نمی‌باشد. کارایی به دست آمده در روش تحلیل پوششی داده‌ها کارایی نسبی است و مرکز کارایی به وسیله ترکیب محدبی از واحدهای کارآ ایجاد می‌شود. از این رو هر واحد تصمیم‌گیری که بر مرز فوق قرار داشته باشد، کارآ است و در غیر این صورت، ناکارآ خواهد بود. از این رو برای کارآکردن یک واحد ناکارآ باید تغییراتی در نهاده‌ها و ستانده‌های آن واحد انجام شود. شایان ذکر است که پس از اجرای مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها مجموعه‌ای با



عنوان مجموعه مرجع ارائه می شود. در این مجموعه مشخص شده است که هر واحد ناکاراً برای رسیدن به مرز کارایی باید با کدام یک از واحدهای کاراً مقایسه شود [14، ص 102]. روش تحلیل پوششی داده‌ها بر فرض انبوه تعداد واحدهای تصمیم‌گیری نسبت به مجموع ورودی‌ها و خروجی‌ها اجرا می‌شود. چارنر، کوپروروودزیه یک رابطه تجربی در ارتباط با تعداد واحدهای ارزیابی شده و تعداد ورودی‌ها و خروجی‌ها به نتیجه زیر رسیده‌اند [13، ص 106]:

$$\text{تعداد واحدهای مورد ارزیابی} \geq (\text{تعداد ورودی‌ها} + \text{تعداد خروجی‌ها}) \times 3$$

به کار نگرفتن رابطه فوق در عمل موجب می‌شود که تعداد زیادی از واحدها بر مرز کاراً قرار گرفته و به عبارت دیگر دارای امتیاز کارایی یک شوند. از این رو قدرت تفکیک مدل به این ترتیب کاهش پیدا می‌کند. در این پژوهش تلاش می‌شود تا این مشکل با استفاده از PCA و سایر روش‌های استفاده شده حل شود.

#### 4- تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA)

تحلیل عامل تکنیکی است که کاهش تعداد زیادی از متغیرهای وابسته به هم را به صورت تعداد کوچک‌تری از ابعاد پنهان یا مکنون امکان‌پذیر می‌سازد. هدف عمده آن رعایت اصل اقتصادی و صرفه‌جویی از راه کاربرد کوچک‌ترین مفاهیم تبیین‌کننده به منظور تبیین بیشینه مقدار واریانس مشترک در ماتریس همبستگی (کواریانس) است. مفروضه اساسی تحلیل عاملی این است که عامل‌های زیربنایی متغیرها را می‌توان برای تبیین پدیده‌های پیچیده به کار برد و همبستگی‌های مشاهده شده بین متغیرها حاصل اشتراک آنها در این عامل‌هاست. هدف تحلیل عاملی تشخیص این عامل‌های مشاهده‌ناپذیر بر پایه‌های مجموعه‌ای از متغیرهای مشاهده‌پذیر است. عامل متغیر جدیدی است که از راه ترکیب خطی نمره‌های اصلی متغیرهای مشاهده شده برپایه فرمول زیر برآورد می‌شود:

$$Y_j = \sum W_{ji} X_i = W_{j1} X_1 + W_{j2} X_2 + \dots + W_{jp} X_p$$



که در آن Wها بیانگر ضرایب نمره‌های عاملی و P معرف تعداد متغیرهاست [15]، ص 152]. به‌طور اساسی عامل بعد یا سازه‌ای است که روابط بین مجموعه از متغیرها را به صورت خلاصه مطرح می‌کند. رویس عامل را دقیق‌تر تعریف کرده است و او معتقد است که عامل سازه‌ای است که به‌طور عملی از روی (یا به‌وسیله) بارهای عاملی‌اش تعریف می‌شود [16، ص 245].

تحلیل مؤلفه‌های اصلی، یکی از انواع روش‌های تحلیل عاملی است که هدف اصلی آن تقلیل بعد مسئله مورد مطالعه است. با استفاده از این تکنیک می‌توان تعداد زیادی متغیر توضیحی (متغیر مستقل) همبسته را با تعداد محدودی متغیر وابسته جدید که مؤلفه‌های اصلی (عامل‌ها) معرفی می‌شوند و ناهمبسته‌اند، جایگزین کرد [15، ص 161].

اصلی اساسی در تحلیل مؤلفه‌های اصلی عبارت است از:

- 1- یافتن یک ترکیب خطی برای متغیرها با واریانس بیشینه؛
- 2- یافتن یک ترکیب خطی دوم از متغیرها، مستقل از نخستین ترکیب با بیشینه ساختن واریانس باقیمانده و همین‌طور تا آخر [23، ص 193].

در این پژوهش به دلیل مشخص کردن تعداد عامل‌ها از روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی تأییدی استفاده شده است و هدف اصلی استفاده از تحلیل مؤلفه‌های اصلی به عنوان روشی برای کاهش دادن تعداد زیرشاخص‌ها است. در واقع می‌توان گفت تحلیل مؤلفه‌های اصلی تأییدی در این تحقیق همانند اجرای روش میانگین موزون است با این تفاوت که وزن زیرشاخص‌ها از رابطه همبستگی - که زیر شاخص‌ها با هم دارند - به دست آمده است، نه نظر خبرگان. همچنین دسته‌بندی عامل‌ها یک دسته‌بندی نظری و تأییدشده در ادبیات تحقیق است، به‌طوری که هریک از شاخص‌های اصلی به عنوان یک عامل در نظر گرفته شده‌اند و پس از اجرای تحلیل مؤلفه‌های اصلی تأییدی بر زیرشاخص‌های مربوط به هر شاخص اصلی در شعبه زام، از نمره‌های عاملی به دست آمده در شعبه زام در مدل CCR خروجی محور استفاده شده است.





## 5- نهاده‌ها و ستانده‌های پژوهش

قدم اول و بسیار مهم در اجرای ارزیابی عملکرد و به‌ویژه تحلیل پوششی داده‌ها، تعیین ورودی‌ها و خروجی‌هاست. این اهمیت در دو بعد تعداد و چیستی آنها مورد توجه است. همان‌طور که بیان شد، روش تحلیل پوششی داده‌ها به تعداد متغیرها بسیار حساس است و با افزایش تعداد متغیرها، قدرت تمییز این مدل کاهش پیدا می‌کند. از سوی دیگر برای سنجش همه‌جانبه و کامل یک شعبه نیاز به شاخص و زیر شاخص‌های فراوانی است. در این پژوهش برای برطرف کردن محدودیت زیاد بودن زیرشاخص‌ها نسبت به تعداد واحدها در ادامه روش‌هایی آورده شده است. اما از بعد چیستی معیارها در این فرایند باید متغیرهای ورودی و خروجی براساس با نوع کارایی مورد ارزیابی انتخاب شود. کارایی تحلیل پوششی داده‌ها منحصر به نگاه سنتی به کارایی عملیاتی نیست، بلکه می‌تواند برای نشان دادن کارایی نسبی در هر بعد عملکرد تعمیم پیدا کند [17، ص 80]. به‌طور کلی دو دیدگاه برای تعیین شاخص‌های نهاده‌ای و ستانده‌ای در بانک‌ها وجود دارد، رویکرد تولیدی و واسطه‌ای. در رویکرد تولیدی بانک‌ها مؤسسات خدماتی محسوب می‌شوند که با استفاده از سرمایه و نیروی کار خود به تولید انواع مختلفی از تسهیلات و سپرده‌های پردازند. در این روش متغیرهای فیزیکی مانند نیروی انسانی، سرمایه، مواد اولیه و فضا به عنوان نهاده و خدمات ارائه شده به مشتریان به صورت تسهیلات و نگهداری وجوه انواع سپرده‌ها و به‌کارگیری آنها در سرمایه‌گذاری‌های مختلف به عنوان ستانده بانک در نظر گرفته می‌شوند [18، ص 203]. در رویکرد واسطه‌ای بانک‌ها به عنوان جمع‌کننده وجوه محسوب می‌شوند. در این نگرش بانک‌ها با به‌کارگیری سرمایه و نیروی کار خود، سپرده‌های گردآوری شده را به وکالت از مردم در پروژه‌های مختلف سرمایه‌گذاری می‌کنند [19، ص 301]. در واقع بانک‌ها به عنوان یک مؤسسه واسطه خدمات مالی در نظر گرفته می‌شوند. اصلی‌ترین نهاده در رویکرد واسطه‌ای، میزان سپرده‌های جذب شده است، در حالی که در رویکرد تولیدی، میزان سپرده‌ها به عنوان یک ستانده در نظر گرفته می‌شود [20، ص 249].



در این پژوهش تلاش شده است تا یک شعبه از جوانب گوناگون و باشاخص‌های متنوعی بررسی شود. به همین منظور نهاده‌ها و ستانده‌های بیش از 80 مقاله در زمینه ارزیابی عملکرد بانک در داخل و خارج کشور مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت شاخص‌های استفاده شده در این پژوهش در جدول 1 آورده شد. در شاخص‌های نهاده‌ای، سه شاخص اصلی تعداد کارکنان، هزینه‌ها و عوامل مربوط به فضای شعبه در بیشتر پژوهش‌ها به صورت مشابه استفاده شدند، اما ویژگی این تحقیق در زمینه شاخص‌ها استفاده از زیرشاخص‌ها برای تأثیرگذاری آنها در محاسبه ارزیابی عملکرد یک شعبه است؛ برای مثال برای نهاده هزینه، بیشتر پژوهش‌ها فقط از مجموع هزینه‌ها استفاده کردند، در حالی که در پژوهش حاضر این شاخص از سه زیرشاخص تشکیل شده است و به طور قطع اهمیت این سه زیرشاخص در یک شعبه بانک یکسان نمی‌باشد که بتوان آنها را به صورت یکسان در نظر گرفت بلکه این زیرشاخص‌ها ضریب اهمیت متفاوتی دارند. در بخش ستانده‌ها نیز با مطالعه پژوهش‌های مرتبط مشخص شد که شاخص‌های تجهیز منابع (سپرده‌ها)، مصارف (تسهیلات)، سود، وصول و خدمات بانکی در بیشتر پژوهش‌ها مورد استفاده قرار گرفته‌اند که در این بخش نیز به جای شاخص‌های کلی از زیر شاخص‌ها استفاده شده است. در قسمت ستانده‌ها با نظر خبرگان و کارشناسان واحد ارزیابی عملکرد و واحد تحقیق و توسعه بانک کشاورزی دو ستانده عوامل منفی و ضریب خوداتکایی نیز به دلیل اهمیتی که از دید این کارشناسان داشتند، مورد استفاده قرار گرفتند. همچنین در این پژوهش با توجه به نظر کارشناسان از رویکرد تولیدی استفاده شده است و سپرده‌ها به عنوان خروجی در نظر گرفته شده‌اند. به طور کلی در این پژوهش از سه شاخص اصلی نهاده‌ای و هفت شاخص اصلی ستانده‌ای استفاده شده است. هر کدام از شاخص‌های اصلی زیرشاخص‌هایی دارند و تنها شاخص ضریب خوداتکایی به دلیل اهمیت بالا از نظر کارشناسان و خبرگان به عنوان یک شاخص ستانده‌ای مجزا و مستقل در نظر گرفته شده است.

از بین زیر شاخص‌های زیر فقط زیرشاخص میزان خطرپذیری اعتباری شعبه و شاخص اصلی ضریب خوداتکایی ابهاماتی دارند که زیرشاخص خطرپذیری اعتباری از فرمول زیر به دست می‌آید:

$$\text{(کل مانده مطالبات - سود سال‌های آینده)} / \text{مطالبات} = \text{خطرپذیری اعتباری}$$

شاخص اصلی ضریب خوداتکایی نیز به صورت نسبت سپرده‌ها به مانده تسهیلات است.



جدول 1 نهاده‌ها و ستانده‌های مورد استفاده در پژوهش

ستاندها		نهاده‌ها		
زیر شاخص‌ها	شاخص اصلی	زیر شاخص‌ها	شاخص اصلی	
1- میانگین روزشمار قرض الحسنه جاری	تعداد تراکنش	1- تعداد کارکنان فوق دیپلم به پایین	تعداد کارکنان	
2- میانگین روزشمار قرض الحسنه پس انداز عادی		2- تعداد کارکنان لیسانس به بالا		
3- میانگین روزشمار سپرده کوتاه مدت عادی		3- تعداد باجه‌ها	تعداد شعبه‌های مرتبط با نقل و انتقالات	
4- میانگین روزشمار سپرده بلندمدت		4- مساحت شعبه		
5- کل تعداد تراکنش‌های نقدی دریافت و پرداخت نقدی	استانده و خدمات بانکی	5- حقوق کارکنان	هزینه‌ها	
6- تعداد کل تراکنش‌های انتقالی شعب اعم از مالی و اعتباری		6- پاداش کارکنان		
7- تراکنش‌های مربوط به سایر شعب		7- هزینه‌های اداری و سایر هزینه‌ها		
8- مبلغ پرداختی توسط ATM				
9- درصد کل سرویس دهی ATM				
10- تعداد انواع کارت‌های صادره				
11- تعداد دستگاه‌های POS متصل به شعبه				
12- مبلغ مانده حساب‌های مرتبط با POS				
13- تعداد تراکنش‌های POS				
14- مبلغ وصول تسهیلات		وصول مطالبات		
15- مبلغ وصول از مطالبات سررسید گذشته				
16- مبلغ وصول از مطالبات معوق و مشکوک‌الوصول				
17- تعداد تراکنش‌های اسناد وصولی				
18- تعداد اسناد مربوط به وصول مطالبات در سیستم سستی				
19- مبلغ تسهیلات اعطایی	مصارف			
20- تعداد کل تسهیلات جاری				
21- تعداد کل تسهیلات سرمایه‌ای				
22- سود یا زیان	سود آوری			
23- میانگین روزشمار منفی یا مثبت مانده حساب مرکز				
24- مبلغ مانده درخواست‌های معوق و مشکوک الوصول	عوامل منفی			
25- مبلغ مانده درخواست‌های سررسید گذشته				
26- تعداد چک‌های برگشتی به تعداد حساب‌های فعال شعبه				
27- میزان خطرپذیری اعتباری شعبه				
28- تعداد دستگاه‌های POS غیر فعال به حساب شعبه				
29- ضریب خوداتکایی				



### جامعه آماری پژوهش

برای اجرای این پژوهش بانک کشاورزی در نظر گرفته شده است. نحوه نمونه‌گیری نیز به صورت خوشه‌ای است، به این صورت که به دلیل اینکه یکی از پیش فرض‌های اساسی در تحلیل پوششی داده‌ها همگن بودن واحدهای مورد بررسی است، تمام شعب بررسی شده از نوع شعب درجه سه انتخاب شده‌اند و به دلیل زیاد بودن تعداد شعب درجه 3، شعب چهار استان فارس، خراسان رضوی، اصفهان و استان تهران در نظر گرفته شده‌اند. در آغاز تعداد این شعب 105 واحد بود که به دلیل نبود اطلاعات مربوط به برخی از واحدها، تعداد این شعب به 100 واحد تقلیل پیدا کرد. در این پژوهش 19 شعبه از استان فارس، 37 شعبه از استان خراسان رضوی، 33 شعبه از استان اصفهان و 11 شعبه نیز مربوط به استان تهران می‌باشند. تمامی اطلاعات استفاده شده در این پژوهش نیز مربوط به سال 91 است.

### 6- نرم‌افزارهای استفاده شده

در این پژوهش از نرم‌افزارهای SPSS، اکسل، لیزرل برای انجام کارهای آماری استفاده شده است و اجرای تحلیل سلسله مراتبی با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice انجام شده است که با استفاده از کدنویسی در Lingo مدل‌های DEA حل شده‌اند.

### 7- روش انجام پژوهش

با توجه به اینکه موضوع این پژوهش از نظر زمانی مربوط به زمان حال است و درصدد هستیم که با گردآوری داده‌ها و اطلاعات درباره شرایط فعلی به شناخت بهتر و کامل‌تری از وضع موجود برسیم، از این رو می‌توان روش انجام این پژوهش را توصیفی و از نوع پیمایشی در نظر گرفت. از نظر هدف از نوع پژوهش کاربردی است و از نظر روش گردآوری اطلاعات نخست متکی بر مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی پژوهش‌های پیشین در زمینه مورد بررسی و سپس تعیین معیارهای نهایی ارزیابی عملکرد و گردآوری داده‌ها به کمک مصاحبه و استفاده از نظرات کارشناسان می‌باشد.



همان طور که اشاره شد، شاخص‌های استفاده شده در مدل DEA، سه شاخص اصلی نهاده‌ای و هفت شاخص اصلی ستانده‌ای می‌باشند. در آغاز پس از جمع‌آوری داده‌های مربوط به زیرشاخص‌های نهاده‌ای و ستانده‌ای، عملیات بی‌مقیاس‌سازی با نرم خطی روی آنها اجرا شد. اجرای عملیات بی‌مقیاس‌سازی به این دلیل است که زیرشاخص‌های مربوط به برخی از شاخص‌های اصلی از نظر واحد یکسان نیستند، برای مثال زیرشاخص‌های مربوط به مصارف هم از نوع عددی هستند و هم از نوع مبلغی. از این رو تجمیع این زیر شاخص‌ها و در نظر گرفتن آنها به عنوان شاخص اصلی مصارف بدون نرمالایز کردن امکان‌پذیر نمی‌باشد. در ادامه سه سناریو برای دست یافتن به مقادیر شاخص‌های اصلی مربوط به شعبه ژام اجرا شده است.

در سناریو اول (DEA-میانگین ساده) روی زیرشاخص‌های نرمالایز شده (نهاده‌ها و ستانده‌ها) مربوط به هر کدام از شاخص‌های اصلی، عملیات میانگین ساده اجرا شد و از این راه به مقدار عددی مربوط به شاخص اصلی مورد نظر در شعبه مربوطه دست پیدا کرده‌ایم؛ برای مثال جهت دست پیدا کردن به شاخص اصلی تجهیز منابع در شعبه ژام که 4 زیرشاخص دارد، باید از این 4 زیرشاخص برای شعبه ژام میانگین ساده گرفت و از آن به عنوان مقدار عددی تجهیز منابع در شعبه ژام استفاده کرد. در این روش اهمیت همه زیرشاخص‌ها یکسان در نظر گرفت می‌شود.

در سناریوی دوم (AHP-DEA میانگین موزون) از نظرات کارشناسان در تعیین اهمیت زیرشاخص‌ها استفاده شده است و با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و مقایسات زوجی زیرشاخص‌های مربوط به هر شاخص اصلی، ضرایب اهمیت زیرشاخص‌ها به دست آمد و با ضرب کردن این ضرایب در داده‌های نرمالایز شده، زیرشاخص‌های مربوط، میانگین موزون مربوط به شاخص اصلی برای شعبه ژام به دست آمده است. در این سناریوی پرسشنامه‌ای تنظیم و به وسیله 8 نفر از کارشناسان واحد ارزیابی عملکرد و واحد تحقیق و توسعه تکمیل شد.

در سناریوی سوم (PCA-DEA) به جای نظر خبرگان از روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی تأییدی برای رسیدن به شاخص‌های اصلی استفاده شد. در این سناریو روی زیرشاخص‌های مربوط به هر شاخص اصلی روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی تأییدی اجرا شد و عدد به دست آمده به عنوان امتیاز شعبه در عامل (شاخص) مورد نظر در نظر گرفته شد. در واقع در



سناریوی سوم (که سناریو اصلی این پژوهش است) هیچ‌گونه اطلاعات اضافه‌ای استفاده نشد. از طرفی می‌توان این سناریو را همان اجرای میانگین موزون اما بدون توجه به نظرات خبرگان و براساس همبستگی بین زیر شاخص‌ها دانست، برای مثال جهت محاسبه امتیاز شعبه 1 در عامل نهاده‌ای هزینه‌ها، روی سه زیرشاخص مربوط تحلیل مؤلفه‌های اصلی اجرا و عدد به دست آمده به عنوان امتیاز شعبه 1 در عامل هزینه در نظر گرفته شد و به عنوان ورودی تحلیل پوششی داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت.

در مرحله بعد با استفاده از مقادیر به دست آمده از سه سناریوی برای هر شاخص اصلی، از آن در مدل تحلیل پوششی داده‌ها استفاده شد. مدل انتخابی از نوع بازده به مقیاس ثابت و خروجی محور است. به این دلیل مدل CCR از نوع خروجی محور انتخاب شده است که مدیر شعبه بیشتر روی خروجی‌های شعبه کنترل دارد و تمایل دارد که پیشنهادهای ارائه شده برای بهبود بیشتر مربوط به خروجی‌های مدل باشد. دلیل انتخاب مدل بازده به مقیاس ثابت نیز استفاده بیشتر این نوع مدل در پژوهش‌های مرتبط و سخت‌گیرانه‌تر بودن این حالت می‌باشد. در نهایت مدل CCR خروجی محور برای هر سه سناریو اجرا شد.

در نهایت با توجه به اینکه وزن در نظر گرفته شده شاخص‌های اصلی برای تعیین نمره کارایی شعبه 1م مختص به همان شعبه است و به تعداد واحدهای تصمیم‌گیری، ترکیبی از اوزان توسط فرمول تحلیل پوششی داده‌ها تولید می‌شود. در انتها تلاش شده است تا مجموعه وزن مشترک به کار رفته برای هر 10 شاخص اصلی در سناریوی PCA-DEA مشخص شود و تعیین گردد که کدام یک از شاخص‌ها در فرمول‌بندی DEA وزن و اهمیت بیشتری دارند.

## 8- نتایج پژوهش

در این مقاله تلاش شده است تا یک شعبه بانک از نظر ابعاد مختلف و با شاخص‌های متنوعی ارزیابی شود، زیرا در بیشتر پژوهش‌های مشابهی که در این زمینه انجام شده است، شاخص‌های محدودی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. از این رو به دلیل استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها و محدودیت روش ذکر شده در زمان افزایش تعداد شاخص‌ها تلاش شد تا با ارائه سناریوهای متفاوت این مشکل برطرف شود. با توجه به اینکه یکی از اهداف اصلی این



پژوهش افزایش قدرت تمییز روش تحلیل پوششی داده ها است، سناریویی که بالاترین قدرت تمییز را ایجاد کند، به عنوان سناریوی برتر انتخاب می شود. در این پژوهش از سه سناریوی میانگین ساده و DEA، AHP-DEA و PCA-DEA برای تعیین شعب کارا و ناکاراً استفاده شده است. نتایج حاصل از اجرای این سه سناریو به صورت خلاصه در زیر آمده است.

جدول 2 مقایسه تعداد واحدهای کارا و ناکاراً در سه سناریو

شعب ناکاراً		شعب کارا		
تعداد	درصد	تعداد	درصد	
57	57%	43	43%	سناریوی میانگین ساده و DEA
66	66%	34	34%	سناریوی AHP-DEA
79	79%	21	21%	سناریوی PCA-DEA

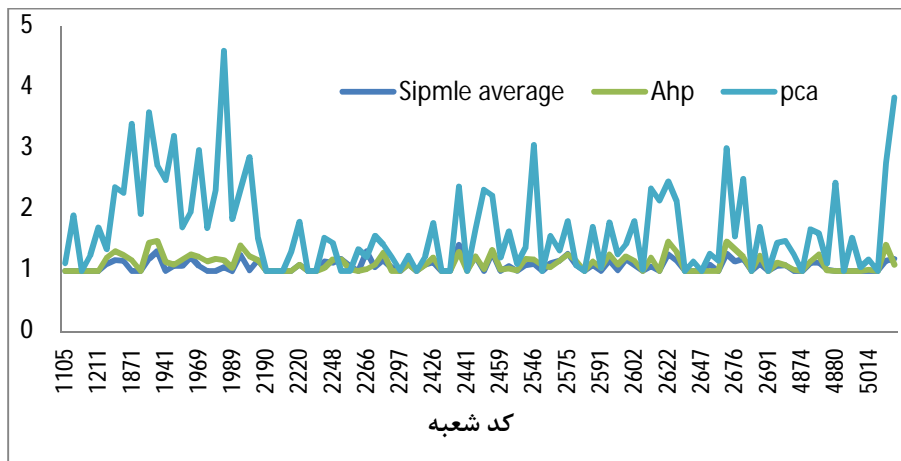
همان طور که ملاحظه می شود در سناریوی سوم (PCA-DEA)، تعداد شعب کارا کاهش پیدا کرده است. در نتیجه می توان به صورت عینی گفت که در این سناریو قدرت تمییز مدل تحلیل پوششی داده ها بالاتر رفته است و تعداد واحدهای کمتری روی مرز کارایی قرار گرفته اند.

همان طور که در جدول 3 نیز مشاهده می شود، ضریب پراکندگی نسبی در سناریوی سوم افزایش پیدا کرده است که این امر نشان دهنده افزایش قدرت تمییز مدل در این سناریو می باشد.

جدول 3 ضریب پراکندگی سه سناریو

	سناریوی میانگین ساده و DEA	سناریوی AHP-DEA	سناریوی PCA-DEA
ضریب پراکندگی	9%	12%	43%

در نمودار زیر نیز نحوه امتیازدهی به شعب در سه سناریو آورده شده است.



نمودار 1 مقایسه نحوه امتیازدهی سه سناریو

همان طور که ملاحظه می‌شود، امتیازها در سناریوی سوم نسبت به دو سناریوی دیگر پراکندگی بیشتری دارد.

نکته قابل ذکر این است که تعداد 21 شعبه کارا در سناریوی PCA-DEA در دو سناریوی دیگر نیز کارا تشخیص داده شده‌اند و هیچ کدام از این 21 شعبه در سناریوی‌های دیگر ناکاراً نبوده‌اند. با استفاده از مقایسات انجام شده به راحتی می‌توان به این نتیجه رسید که با اجرای روش PCA برای کم کردن تعداد زیر شاخص‌ها، قدرت تمییز مدل تحلیل پوششی داده‌ها و پراکندگی امتیازدهی این روش افزایش پیدا می‌کند و از طرف دیگر با به کارگیری روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی کمترین میزان اطلاعات از دست خواهد رفت.

برای مقایسه امتیازهای شعب در سه سناریو از آزمون ناپارامتریک کروسکال والیس استفاده شده است. نتایج حاصل از اجرای این آزمون به شکل زیر است (جدول 4).

جدول 4 نتایج آزمون کروسکال والیس

امتیاز	
62,671	Chi-Square
2	درجه آزادی
0	آماره آزمون





آماره آزمون کروسکال والیس صفر است پس با توجه به کوچک‌تر بودن این آماره از 0/05 فرض صفر مبنی بر وجود اختلاف معنادار نداشتن در امتیازدهی، سه سناریو رد می‌شود. در زمینه پژوهش‌های مشابه انجام شده در داخل کشور، فقط می‌توان به مقاله آقایان خزایی و ایزدبخش اشاره کرد [12] که در آن مقاله تحلیل مؤلفه‌های اصلی بر نسبت تک خروجی‌ها به تک ورودی‌ها اجرا شده است؛ نه روی خود شاخص‌ها. سپس این مؤلفه‌ها به عنوان ورودی مدل تحلیل پوششی داده‌ها مورد استفاده قرار گرفتند. اما در این پژوهش تلاش شده است که روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی به طور کامل بر تمامی زیرشاخص‌ها اجرا شود. در خارج کشور نیز بروس و وو [9] برای اندازه‌گیری عملکرد آن‌لاین بانک‌ها از روش ترکیبی تحلیل مؤلفه‌های اصلی و تحلیل پوششی داده‌ها استفاده کردند. در آن مقاله نیز تحلیل مؤلفه‌های اصلی فقط روی نهاده‌ها اجرا شده است و ستانده‌ها به صورت دست نخورده وارد مدل تحلیل پوششی داده‌ها شدند، در حالی که - همان‌طور که پیش از این اشاره شد - در مقاله پیش رو تحلیل مؤلفه‌های اصلی روی تمامی شاخص‌های نهاده‌ای و ستانده‌ای اجرا شده است. از سوی دیگر در تمامی پژوهش‌های مشابه در زمینه اجرای PCA-DEA، این روش ترکیبی فقط با روش تحلیل پوششی داده‌ها مقایسه شده است [21]. اما در این پژوهش تلاش شده است تا این روش با دو سناریوی دیگر برای کاهش تعداد شاخص‌ها مقایسه شود و - همان‌طور که نشان داده شد - این روش با بالا بردن غنای اطلاعاتی و کمینه کردن میزان اطلاعات از دست رفته نسبت به دو سناریوی دیگر باعث بالاتر رفتن قدرت تمییز تحلیل پوششی داده‌ها شده است.

## 9- پیشنهادها

### 9-1- پیشنهادهای کاربردی

به کمک روش تحلیل پوششی داده‌ها و تحلیل مؤلفه‌های اصلی، واحدهای کارا شناسایی شدند، بنابراین می‌توان از این واحدهای کارا به عنوان الگوی واحدهای ناکاراً استفاده کرد و آنها را جهت کارایی بیشتر تا رسیدن به مرز کارایی تشویق و سازمان‌دهی کرد و در این راستا مدل تحلیل پوششی داده‌ها پیشنهادهای اجرایی را برای بهبود کارایی ارائه داد. چنان‌چه از مدل ستانده‌گرای تحلیل پوششی داده‌ها استفاده شود، با ضرب کردن مقدار ستانده‌ها در امتیاز محاسبه شده برای آن واحد و پس از آن اضافه نمودن (کم کردن) مقدار نقصان ستانده‌ها (یا سرریز نهاده‌ها) می‌توان به



کارایی قوی دست پیدا کرد. از این رو برای مثال در ادامه مقادیر بهینه شعبه 4875 آورده شده است (واحد هزینه‌ها میلیون ریال است).

جدول 6 مقادیر بهینه شعبه 4875 برای کارا شدن

شعبه 4875	تعداد کارمندان		عوامل فضای شعبه		هزینه‌ها	
	فوق دیپلم به پایین	لیسانس به بالا	تعداد باجه‌ها	مساحت	حقوق	پاداش و مزایا
مقادیر فعلی	2	3	3	641	10154	5405
مقادیر ایده‌آل	2	3	3	641	10154	5405

شعبه 4875	تجهیز منابع						اسناد و خدمات							
	قرض الحسنه جاری	روز شمار	قرض الحسنه عادی	روز شمار	کوتاه مدت	روز شمار سپرده بلند مدت	تراکنش های نقدی	تراکنش های انتقالی	تراکنش های سایر	پرو داختی ATM	سرویس دهی ATM	تعداد کارت‌ها	دستگاه‌های POS	مادله حساب POS
مقادیر فعلی	11962	100371	215952	222735	65936	44369	169026	9705029	95,03	2894	356	848273	218328	
مقادیر ایده‌آل	29810	110239	229597	237809	67235	45326	174859	9723190	96	2933	359	871839	23280	

شعبه 4875	وصول مطالبات			مصارف		سود آوری		عوامل منفی							
	مبلغ وصول	وصول سر رسید گذشته	وصول معوق و مشکوک‌الوصول	تعداد تسهیلات جاری	مبلغ تسهیلات	تعداد تسهیلات سرمایه‌ای	سود یا زیان	مادله حساب مرکز	مادله معوق	مادله سر رسید گذشته	نسبت چک برگشتی به حساب‌ها	خطر پذیری اعتباری	POS غیر فعال	خود اکتامی	
مقادیر فعلی	8747	1449	1	65936	1439	15	119	8074	119	242	21	149	273	98	634%
مقادیر ایده‌آل	10548	2200	451	66742	2936	84	167	16252	167	32	11	136	173	88	733%



با اجرای تحلیل مؤلفه‌های اصلی برای عامل اصلی سودآوری مشاهده شد که دو متغیر سود (زیان) و مانده حساب مرکز همبستگی بیش از 91 درصد دارند، از این رو می‌توان تنها از یکی از این دو متغیر به‌عنوان یک عامل جهت ارزیابی عملکرد شعب استفاده کرد و ضرورتی ندارد که هر دو متغیر در نظر گرفته شوند.

برای تعیین اهمیت شاخص‌های اصلی از ضریب وزنی مشترک استفاده شده است. در بین ستانده‌ها شاخص ضریب خوداتکایی بیشترین ضریب وزنی مشترک را ( $CSW^1$ ) دارد که این امر نشان‌دهنده با اهمیت بودن این ستانده است و مدیران شعب باید مطلع باشند که افزایش این شاخص تأثیر فراوانی بر کارایی شعبه دارد. دومین شاخص ستانده پراهمیت شاخص سودآوری است. کم اهمیت‌ترین شاخص مربوط به مصارف (پرداخت تسهیلات) می‌باشد. این موضوع نشان می‌دهد که تنها پرداخت تسهیلات باعث افزایش کارایی شعبه نمی‌شود و همان‌طور که از نظرات کارشناسان نیز مشخص بود، افزایش مصارف به‌تنهایی برای شعبه هیچ اهمیتی ندارد و زمانی این شاخص دارای اهمیت می‌باشد و باعث سودآوری شعبه می‌شود که در پی آن وصول مطالبات نیز بالا باشد. در بین نهاده‌ها نیز - همان‌طور که انتظار می‌رفت - شاخص هزینه‌ها به‌عنوان پر اهمیت‌ترین عامل می‌باشند و بعد از آن شاخص تعداد کارمندان قرار گرفته است. در جدول 7 نتایج ضریب وزنی مشترک برای شاخص‌های اصلی آورده شده است.

جدول 7 نتایج ضریب وزنی مشترک برای هر شاخص اصلی (عامل)

ستانده‌ها							نهاده‌ها		
ضریب خوداتکایی	عوامل منفی	سود	مصارف	وصول	خدمات	تجهیز منابع	هزینه	فضای شعبه	کارمندان
0/2242	0/04659	0/05847	0/01019	0/03929	0/05258	0/034107	0/3996	0/08435	0/3619

ضریب وزنی مشترک شاخص‌ها در سناریوی PCA-DEA



## 9-2- پیشنهاد‌های پژوهشی

- در نظر نگرفتن درجه‌بندی شعب و انجام ارزیابی کارایی شعب به‌وسیله تحلیل پوششی داده‌های لایه‌ای؛
- استفاده از شاخص‌های کیفی مثل رضایت مشتریان و... در ارزیابی عملکرد؛
- استفاده از سایر روش‌های پارامتریک و مقایسه نتایج آن‌ها با مدل این پژوهش؛
- اجرای DEA پویا برای مقایسه کارایی شعب در چندین سال؛
- استفاده از نتایج مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه در رتبه‌بندی شعب و مقایسه آن با نتایج مدل این پژوهش.

## 10- منابع

- [1] Wu, D., Yang, Z., Liang, L. (2006) "Using DEA-neural network approach to evaluate branch efficiency of a large Canadian bank", *Expert Systems with Applications*. Vol. 31, pp .108-115.
- [2] جانسون و دین دلبو (1379) تحلیل آماری چند متغیره کاربردی، ترجمه حسینیعلی نیرومند، ج. 1، انتشارات دانشگاه فردوسی.
- [3] Cinca, C. Serrano, Molinero, C. M.(2004)"Selecting DEA specifications and ranking units via PCA", *Journal of the Operational Research Society*, Vol. 55, No. 5, pp. 521-528.
- [4] Jenkins, Larry, Anderson, Murray(2003)"A multivariate statistical approach to reducing the number of variables in data envelopment analysis", *European Journal of Operation Research*, Vol. 147, pp. 51-61.
- [5] کلاین، پل، راهنمای آسان تحلیل عاملی، ترجمه سید جلال صدرالسادات و اصغر مینایی، انتشارات سمت، 1380.
- [6] Zhu(1998)"Data envelopment analysis vs principal component analysis: An illustrative study of economic performance of Chinese cities", *European Journal of Operational Research*, Vol. 111, pp. 61-150.



- [7] Adler, N., Golany, B.(2002)"Evaluation of deregulated airline networks using data envelopment analysis combined with principal component analysis with an application to Western Europe", *European Journal of Operational Research*, Vol. 132, pp. 260–273.
- [8] Adler, N., Berechman, J.(2001)"Measuring airport quality from the airlines' viewpoint: An application of data envelopment analysis", *Transport Policy*, Vol. 8, No. 3, pp.171-181, 2001.
- [9] Bruce Ho, C., Wu, D.D.(2008)"Online banking performance evaluation using data envelopment analysis and principal component analysis", *Computers & Operations Research*, Vol. 4, No. 97, pp.83-97.
- [10] Adler, N., Yazhemy, E., (2010), "Improving discrimination in data envelopment analysis: PCA–DEA or variable reduction", *European Journal of Operational Research*, 202 (2010), pp. 273–284.
- [11] Shanmugam, R., Johnson, C., (2007), "At a crossroad of data envelopment and principal component analyses", *Omega*, Vol. 35, No. 4, pp. 351–364.
- [12] خزایی، مجتبی، ایزدبخش، حمیدرضا، «رتبه‌بندی کامل واحدهای تصمیم‌گیری با ترکیب DEA چند هدفه و PCA»، نشریه مدیریت صنعتی، دوره 1، 1388، صص 92-114
- [13] مهرگان، محمدرضا، مدل‌های کمی در ارزیابی عملکرد سازمان‌ها، انتشارات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، 1383.
- [14] Charnes A., Cooper, W. W., Golany, B., Seiford, L. M.(1985)"Foundations of data envelopment analysis for Pareto Koopmans efficient empirical production function", *Journal of Economics* 30, pp. 91-107.
- [15] هومن، حیدر (1385) تحلیل داده‌های چند متغیره در پژوهش رفتاری، انتشارات پیک فرهنگ.
- [16] Golany B., Roll, Y.(1989)"An application procedure for DEA", *Omega*, 1(3), pp. 237-250



- [17] حسین‌زاده بحرینی، محمد حسین، میدانی، علی اکبر، چمانه‌گیر، فرشته (1387) «مقایسه کارآیی اقتصادی بانک‌های خصوصی و دولتی در ایران با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها»، *مجله دانش و توسعه*، س 15، ش 25، ص 74-89
- [18] Berger, A. N., Humphrey D. (1998) "Efficiency and financial institution", *International Survey and Directions for Future Research, European Journal of Operation Research*, Vol. 6, No. 180, pp. 175-212.
- [19] Siriopoulos C., Tziogkidis P., "How do Greek banking institutions react after significant events? A DEA Approach". *Omega*, Vol. 38, pp. 294-308. 2010
- [20] Chin K. S., Wang Y. M., Poon G. K. K., Yang J. B., (2009), "Failure mode and effects analysis by data envelopment analysis", *Decision Support Systems*, Vol. 48, pp. 246-256.
- [21] El-Mashaleh M. S., Rababeh S. M., Hyari K. H. (2010) "Utilizing data envelopment analysis to benchmark safety performance of construction contractors", *International Journal of Project Management*, Vol. 28, pp. 61-67.
- [22] Wongrassamee, S., Gardiner, P. D., Simmons, J. E. L. (2003) "Performance measurement tools, the balanced scorecard and EFQM excellence model", *Measuring Business Excellence*, 7(1), pp. 14-29.
- [23] آذر، عادل، خدیور، آمنه (1393) کاربرد تحلیل آماری چند متغیره در مدیریت، چ. 1، انتشارات نگاه دانش.