مدیریت صنعتی
دانشکدهٔ مدیریت دانشگاه تهران
دورهٔ ۶، شمارهٔ ۴
زمستان ۱۳۹۳
ص. ۸۰۷- ۷۹۱

ارائهٔ مدل ترکیبی برای ارزیابی عملکرد و رتبه‌بندی شرکت‌های بیمهٔ ایران با استفاده از نظر خبرگان

هاشم عمرانی [۱]، رامین قاری‌زاده بیرق [۲]، سعید شفیعی کلیبری [۳]

چکیده: در این مقاله، مدلی ترکیبی مبتنی بر روش‌های تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)- تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA)- تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) برای ارزیابی عملکرد شرکت‌های بیمه در ایران ارائه می‌شود و با استفاده از آن، چهارده شرکت بیمه با سیزده شاخص استاندارد، رتبه‌بندی می‌شوند. با توجه به ضعف مدل DEA، در مسائلی با متغیرهای زیاد و واحدهای تصمیم کم، از روش PCA برای کاهش بعد مسئله استفاده می‌شود. از طرفی، نتایج رتبه بندی به‌دست‌آمده از روش PCA-DEA، کاملاً عینی و تنها بر مبنای الگوی داده‌هاست؛ بنابراین، با استفاده از مدل AHP، نظرهای کارشناسی را در رتبه‌بندی وارد می‌کنیم. در انتها، رتبه‌بندی، یک‌بار به‌وسیلهٔ مدل پیشنهادی و یک‌بار با مدل PCA-DEA انجام و نتایج این دو روش، با هم مقایسه می‌شوند و دربارهٔ آنها بحث می‌شود. نتایج مدل ارائه‌شده نشان می‌دهد که سه شرکت بیمهٔ دانا، رازی و دی، رتبه‌های اول تا سوم را به‌دست می‌آورند.

واژه‌های کلیدی: *تحلیل پوششی داده‌ها، تحلیل سلسله‌مراتبی، تحلیل مؤلفه‌های اصلی، شرکت‌های بیمهٔ ایرانی.*

۱. استادیار مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی ارومیه، ارومیه، ایران
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی ارومیه، ارومیه، ایران
۳. کارشناس مهندسی صنایع، دانشگاه پیام نور تبریز، تبریز، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۲/۰۷/۱۷
تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۱۳۹۳/۰۳/۰۶
نویسندهٔ مسئول مقاله: هاشم عمرانی
Email: h.omrani@uut.ac.ir

مقدمه

سازمان‌های بیمه‌ای برای بقا و نیل به اهداف خود باید به مدیریت، ارزیابی عملکرد و در صورت لزوم، اصلاح عملکرد خود اقدام کنند. ارزیابی عملکرد و رتبه‌بندی مؤسسه‌های بیمه که اغلب یک ارزیابی مالی از مؤسسه‌های بیمه است، موجب شفاف‌سازی، افزایش کارایی و ایجاد رقابت غیر قیمتی در بازار می‌شود. اطلاعات رتبه‌بندی، برای ذی‌نفعان بسیاری، از جمله مصرف‌کنندگان، نهاد ناظر بر شرکت‌های بیمه، سرمایه‌گذاران و بانک‌ها کاربرد دارد.

هدف اساسی از ارزیابی عملکرد و رتبه‌بندی، ارزیابی قابلیت اعتماد شرکت‌های بیمه است. موقعیت و وضعیت فعلی و آتی شرکت‌های بیمه در بازار، از نظر ابعاد مختلف، به ویژه ابعاد مالی و مدیریتی روشن می‌شود. این امر به شفافیت بیشتر و حتی افزایش رقابت در بازار می‌انجامد. درنتیجه، شرکت‌های بیمه برای ارتقای رتبهٔ خود، از طریق ارائهٔ خدمات با کیفیت بالاتر و قیمت پایین‌تر، مشتریان بیشتری جذب خواهند کرد.

روش‌های متعددی برای ارزیابی عملکرد سازمانی وجود دارد که از آن جمله می‌توان به روش‌های تحلیل مؤلفه‌های اصلی، تحلیل سلسله‌مراتبی، تحلیل پوششی داده‌ها و... اشاره کرد. در ادامه، به بررسی کوتاه روش‌های ذکرشده می‌پردازیم.

تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)، یک روش برنامه‌ریزی خطی غیر آماری برای اندازه‌گیری کارایی نسبی واحدهای تصمیم‌گیری (DMUs) است که شامل چندین ورودی و خروجی می‌شود. چارنز و همکاران (۱۹۷۸) اولین کسانی بودند که این روش را ابداع کردند. سپس این روش برای محاسبهٔ کارایی نسبی انواع مختلف DMUها همچون مدارس، بیمارستان‌ها، بانک‌ها و... به‌کار گرفته شد. براساس تئوری این روش، کارایی نسبی هر DMU، به‌صورت نسبت مجموعهٔ وزنی از خروجی‌ها به مجموع وزنی ورودی‌ها تعریف می‌شود. دربارهٔ جزئیات این روش، ر.ک: چارنز و همکاران ؛۱۹۹۴ و گانلی و کوبین ؛۱۹۹۲).

وجود تعداد زیاد متغیرهای ورودی و خروجی، موجب کاهش تفکیک‌پذیری روش DEA در به‌دست‌آوردن کارایی خواهد شد. این مشکل زمانی اتفاق می‌افتد که تعداد DMUهای مورد ارزیابی، در مقایسه با تعداد متغیرها کمتر باشد. در این شرایط، مدل کلاسیک DEA اغلب نتایجی را به‌دست می‌دهد که در آن، اکثر واحدها به‌عنوان واحد کارا معرفی می‌شوند. از این‌رو، برای بهبود قدرت تفکیک‌پذیری DEA در چنین شرایطی، محققان روش‌های گوناگونی ارائه کرده‌اند که در ادامه و در قسمت اول پیشینهٔ تحقیق، به بررسی بعضی از آنها می‌پردازیم. در این مقاله، برای غلبه بر ضعف ذکرشده، از روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی برای کاهش تعداد شاخص‌ها استفاده می‌شود.

روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA)، نوعی روش آماری است که برای رتبه‌بندی و کاهش بعد داده‌ها استفاده می‌شود. کاهش داده با تبدیل داده‌های اولیه به مجموعه‌ای جدید از متغیرها– که مؤلفه‌های اصلی نامیده می‌شوند– انجام می‌شود. به‌طوری‌که این مؤلفه‌های اصلی، از هم مستقل‌اند. اجزای اصلی، براساس درجهٔ اهمیتشان به‌صورت نزولی رتبه‌بندی می‌شوند. سپس تنها چند جزء مهم اول انتخاب می‌شوند و به مرحلهٔ بعدی راه می‌یابند. بدین‌وسیله، ابعاد داده‌ها کاهش می‌یابد و هم‌خطی بین متغیرهای مستقل حذف می‌شود (فان، ۲۰۰۶). درنتیجه، می‌توان گفت تحلیل انجام‌شده در این روش، به‌دور از نظرهای کارشناسی و فقط براساس الگوی توزیع داده‌هاست؛ بنابراین، برای استفاده از نظرهای کارشناسی در روش PCA و تعیین اهمیت هریک از شاخص‌ها برای کاهش بعد آنها، از روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی استفاده می‌شود.

تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)، یک روش کیفی و کمی از روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه است که از سوی ساعتی معرفی شد (ساعتی، ۱۹۸۰، ۱۹۸۵و۱۹۹۰).

AHP روشی تحلیلی است که امکان واردکردن نظرهای کارشناسی را به‌صورت اصولی میسر می‌سازد. در مواقعی که لازم است هردو بعد تحلیلی کیفی و کمی درنظر گرفته شوند، AHP روشی بسیار مؤثر است.

پیشینهٔ پژوهش

پژوهش‌های فراوانی برای غلبه بر ضعف‌های روش تحلیل پوششی داده‌ها انجام شده است. بعضی از آنها عبارتند از:

بیان (۲۰۱۲) روش حداکثر واریانس را برای کاهش ابعاد داده ها معرفی کرد. سپس متغیرهای انتخاب‌شده را به‌عنوان خروجی در روش DEA توسعه‌یافته با تضمین یک ناحیهٔ اطمینان به‌کار گرفت.

جنکینز و اندرسون (۲۰۰۳) یک روش آماری چندمتغیره پیشنهاد کردند که در آن، بعضی از ورودی‌ها یا خروجی‌هایی که وابستگی بالایی به یکی از متغیرها داشته باشند، حذف می‌شوند. آنها به این نتیجه رسیدند که حذف متغیرهایی با وابستگی بالا، بر مقادیر کارایی تأثیر می‌گذارد. آدلر و گولانی (۲۰۰۲) پیشنهاد استفاده از روش PCA برای افزایش تفکیک‌پذیری DEA را دادند. روش پیشنهادی، یک ترکیب خطی مستقل از داده‌های اولیه را ارائه می‌دهد. به‌طوری‌که ازدست‌دادن اطلاعات، در کمترین حد ممکن است. آنها برای استفاده از PCA، یک مدل DEA ورودی‌گرا یا خروجی‌گرا را برای واردکردن مؤلفه‌های اصلی، به‌جای ورودی و خروجی‌های اولیه به‌کار برده‌اند.

ژو (۱۹۹۸) از مدل‌های DEA و PCA به‌طور جداگانه برای ارزیابی عملکرد اقتصادی ۱۸ شهر چین استفاده کرد و نشان داد که رتبه‌های حاصل از دو مدل فوق، هنگامی‌که با تعداد زیادی واحد سروکار داشته باشیم، چندان با یکدیگر متفاوت نخواهند بود. پرماچاندرا (۲۰۰۱) پژوهش‌های ژو را توسعه داد و از روش DEA براساس مؤلفه‌های اصلی به‌دست‌آمده از روش PCA استفاده کرد.

لیانگ و همکاران (۲۰۰۹) با استفاده از مدل PCA، مجموعهٔ داده‌ها را کاهش دادند. سپس خروجی‌های نامطلوب را به مطلوب، تبدیل و وارد مدل DEA کردند. در پژوهش خزایی و ایزدبخش (۱۳۸۸) از مدل تلفیقی تحلیل پوششی داده‌ها و تحلیل مؤلفه‌های اصلی، برای رتبه‌بندی عملکرد شعبه‌های یکی از بانک‌های ایران استفاده شده است. عالم تبریز و همکاران (۱۳۸۸) آثار لحاظ‌کردن میزان اهمیت داده‌ها (نهاده‌ها و ستاده‌ها) در مدل تحلیل پوششی داده‌ها را بررسی کردند. براین‌اساس، ابتدا سیستم مفهومی ارزیابی کارایی شعب بانک را تعریف کردند. سپس میزان اهمیت ورودی‌ها و خروجی‌ها را با استفاده از تکنیک تاپسیس فازی محاسبه کردند و در تکنیک DEA به‌کار گرفتند. شهریاری و همکاران (۱۳۹۲) در پژوهشی برای ارزیابی کارایی دانشکده‌های علوم انسانی دانشگاه تهران با دو ورودی و دو خروجی فازی، از مدل غیرشعاعی پروفایل فازی استفاده کردند.

از آنجا که در این مطالعه، تعداد متغیرهای ورودی و خروجی از تعداد DMU بیشتر است، برای بهبود قدرت تفکیک‌پذیری DEA، از روش PCA استفاده شده است. ابتدا داده‌ها با کمک روش PCA کاهش یافتند و سپس داده‌های کاهش‌یافته به‌عنوان خروجی، وارد مدل اصلاح‌شدهٔ DEA شدند. از طرفی، برای دستیابی به نتایج واقعی‌تر، بهتر است در نتایج رتبه‌بندی، نظر کارشناسی نیز دخیل باشد. این کار، نتایج عینی، یعنی از روی الگوی داده‌ها و درعین حال عقلانی، یعنی براساس نظر فردی را به ما خواهد داد.

روش PCA، کلاسیک وزن‌ها را فقط برحسب الگو و توزیع داده‌ها محاسبه می‌کند که درحقیقت، این وزن‌ها بسار عینی و به‌دور از تمایل‌های فردی هستند، اما روش PCA وزین (WPCA) ابتدا با استفاده از روش AHP، وزن هر شاخص را از دید تصمیم‌گیرنده تعیین می‌کند و با وزن حاصل از روش PCA، ترکیب و وزن نهایی را به‌دست می‌آورد؛ بنابراین، WPCA، روشی سازمان‌یافته برای ترکیب تحلیل عینی و عقلانی محسوب می‌شود که قادر است نتایج علمی‌تر، ساده‌تر و نزدیک‌تر به واقعیت را به‌دست آورد. در مقایسه با دیگر روش‌های جامع ارزیابی، روش WPCA نقش معنی‌داری در کاهش بعد داده‌ها، استفادهٔ مطلوب از نظرهای کارشناسی و درنتیجه، نتایج قابل اعتمادتر، کاهش حجم محاسبه‌ها و حفظ اطلاعات اصلی ایفا می‌کند. ژو و

هونگنگ (۲۰۱۱) از AHP برای به‌دست‌آوردن وزن اولیهٔ شاخص‌ها استفاده کردند. سپس این وزن‌ها را با وزن‌های به‌دست‌آمده از PCA ترکیب کردند و درنهایت، با استفاده از روش PCA، رتبه‌بندی را انجام دادند.

در گذشته نیز شاهد پژوهش‌هایی در زمینهٔ ارزیابی عملکرد شرکت‌های بیمه‌ای بوده‌ایم که بررسی بعضی از آنها، تصور خوبی از فرایند کلی ارزیابی و هدف این تحقیق می‌دهد.

در پژوهش یائو و همکاران (۲۰۰۷) با تکیه بر داده‌های ۲۲ شرکت بیمهٔ فعال در کشور چین در دورهٔ ۱۹۹۹–۲۰۰۴، کارایی تکنیکی با استفاده از روش DEA محاسبه و سپس یک مدل اقتصادسنجی برای شناسایی عوامل اصلی بهره‌وری به‌کار گرفته شده است. باروس و همکاران (۲۰۱۰) روش دومرحله‌ای سیمار و ویلسون (۲۰۰۷) را برای ارزیابی آثار خصوصی‌سازی در کارایی صنعت بیمهٔ یونان به‌کار برده‌اند. در این پژوهش، کارایی با استفاده از DEA و با فرض بازدهی ثابت به مقیاس، در سال‌های ۱۹۹۴ تا ۲۰۰۳ محاسبه شده و برحسب کارایی آنها رتبه‌بندی صورت گرفته است. کائو و هوانگ (۲۰۰۸) با استفاده از روش دومرحله‌ای DEA، ۲۴ شرکت بیمهٔ غیر زندگی تایوان را ارزیابی کرده‌اند. این تحقیق، مدل DEA معمولی را با واردکردن رابطهٔ بین دو زیرفرایند با فرایند کلی تعدیل کرده است که در این چارچوب، کارایی کل فرایند به کارایی‌های دو زیرفرایند شکسته و جداگانه محاسبه می‌شود. الینگ و لوهنن (۲۰۱۰) در پژوهش خود به ارائهٔ شواهد جدید تجربی در اندازه‌گیری مرز کارایی در صنعت بیمهٔ بین‌المللی پرداخته‌اند. در این پژوهش، مقایسهٔ بهره‌وری ۶،۴۶۲ شرکت بیمه، برای ۳۶ کشور جهان انجام شده است.

این مقاله، روشی ترکیبی با استفاده از مدل تلفیقی AHP-PCA-DEA برای رتبه‌بندی شرکت‌های بیمه‌ای ایران ارائه می‌کند که در قسمت‌های بعدی به مدل‌سازی و توضیح آن خواهیم پرداخت. بقیهٔ مطالب این مقاله، به‌صورت زیر، بخش‌بندی و ارائه خواهند شد: پس از ارائهٔ الگوی پیشنهادی تحقیق، به معرفی مطالعهٔ موردی و تحلیل آن می‌پردازیم.

الگوی پیشنهادی

تلفیق AHP و PCA

تحلیل مؤلفه‌های اصلی، روشی آماری است که به‌طور گسترده، برای رتبه‌بندی و ارزیابی عملکرد دانشگاه‌ها، بیمارستان‌ها، بانک‌ها و... به‌کار می‌رود. هدف اصلی PCA، کاهش شاخص‌ها و تعریف و شناسایی مجموعه‌ای از شاخص‌های جدید است که به آنها مؤلفه‌های اصلی می‌گویند (یائو و همکاران، ۲۰۰۷).

براساس تعاریف ارائه‌شده برای روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی، فرض کنید برای ارزیابی و رتبه‌بندی n واحد تصمیم‌گیری $(j = ۱, ۲, \dots, n)$ براساس m ورودی $(i = ۱, ۲, \dots, m)$ و s خروجی $(r = ۱, ۲, \dots, s)$، نسبت هر خروجی به هریک از ورودی‌ها برای DMU_j $(j = ۱, ۲, \dots, n)$ به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$d_{ir}^{j} = \frac{y_{rj}}{x_{ij}} \qquad r = ۱, ۲, \dots, s \qquad i = ۱, ۲, \dots, m \qquad (۱$$

بزرگی d_{ir}^{j}، نشان‌دهندهٔ عملکرد بهتر DMU_j برحسب rامین خروجی و iامین وروی است. در ادامه قرار می‌دهیم $d_k{}^j = d_{ir}{}^j$؛ به‌طوری‌که $k = ۱$ متناظر با $i = ۱, r = ۱$ و $k = ۲$ متناظر با $i = ۱, r = ۲$ و... است. اگر $k = ۱, ۲, \dots, p$ و $P = m \times s$ باشد، ماتریس $n \times p$ زیر را در نظر بگیرید:

$$D = [d_۱, d_۲, \dots d_p]_{n \times p} \qquad (۲$$

در این ماتریس، هر سطر شامل p نسبت تکی $d_k{}^j$ برای هر DMU و هر ستون، بیانگر نسبت ورودی/ خروجی است. به‌طوری‌که $d_k = [d_۱^۱, d_۲^۲, \dots d_k^n]^T$. ادامهٔ مراحل روش PCA با توجه به ماتریس D به‌صورت زیر است:

۱. استانداردسازی ماتریس D

$$\tilde{D} = [\tilde{d}_۱, \dots, \tilde{d}_p]_{n \times p} = [\tilde{d}_k^{\,j}]_{n \times p} \qquad (۳$$

به‌طوری‌که $\tilde{d}_k^{j} = (d_k^{j} - \overline{d_k}) / \sqrt{s_{kk}}$، میانگین و واریانس نمونه‌ای، به‌ترتیب برابر $\overline{d}_k = \frac{۱}{n} \sum_{j=۱}^{n} d_k^{j}$ و $s_{kk} = \sum_{j=۱}^{n} (d_k^{j} - \overline{d_k})^۲ / (n - ۱)$ است.

۲. محاسبهٔ ماتریس همبستگی نمونه‌ای با استفاده از ماتریس $\tilde{D}$

$$R = [r_{ki}]_{p \times p} \qquad (۴$$

که در آن، $r_{ki} = (n-1)s_{ki} / \sqrt{s_{kk} s_{ii}}$ و $s_{ki} = \frac{۱}{n-۱} \sum_{j=۱}^{n} (d_k^{j} - \overline{d_k})(d_k^{j} - \overline{d_i})$.

۳. محاسبهٔ مقادیر ویژه و بردار ویژه با استفاده از حل معادلهٔ $|R - \lambda I_p| = ۰$

که در آن، I_p یک ماتریس همانی $P\times P$ است. P مقدار ویژهٔ مرتب‌شده را با $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq ... \geq \lambda_p$ به‌طوری‌که $\sum_{k=1}^{p}\lambda_k = p$ و P بردار ویژهٔ مربوطه را با $(l_1^k,...,l_p^k)$ $(k = 1,...,p)$ نشان می‌دهیم. این بردارهای ویژه، سازندهٔ مؤلفه‌های اصلی PC_k هستند.

$$PC_k = \tilde{D}[l_1,...,l_p] = [PC_1,...,PC_p]_{n\times p} \quad (۵$$

۴. انتخاب مؤلفه‌های اصلی با تعریف $\rho = \sum_{k=1}^{M}\lambda_k \Big/ \sum_{k=1}^{p}\lambda_k = \sum_{k=1}^{M}\lambda_k \Big/ p$

انتخاب M مؤلفهٔ اول به‌طوری‌که عبارت $\rho > ۹۰٪$ تأمین شود، مناسب به‌نظر می‌رسد (پیشنهاد دیگر، انتخاب مؤلفه‌های اصلی با $\lambda > 1$ است).

۵. مفهوم روش تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی وزن‌دار (WPCA)

با تعریف ماتریس استانداردشدهٔ وزن‌دار D_k^* به‌صورت زیر، داریم:

$$D_k^* = w_k \tilde{D} \quad (۶$$

که در آن، ماتریس w_k، وزن k شاخص است که این اوزان، با استفاده از روش AHP استخراج شده‌اند؛ بنابراین، مؤلفه‌های اصلی جدید به‌صورت زیر به‌دست می‌آیند (هویی و هونگنگ، ۲۰۱۱):

$$PC_M = D_k^*[l_1,...,l_p]$$

شانموگام و جانسون (۲۰۰۷) نشان داده‌اند که اگر رتبه‌های به‌دست‌آمده از روش PCA قابل اعتماد نباشند، مؤلفه‌های اصلی انتخاب‌شده را می‌توان به‌عنوان خروجی برای مدل DEA درنظر گرفت. از طرفی، خروجی مدل DEA باید مثبت باشد؛ درحالی‌که بعضی از مقادیر مؤلفه‌های اصلی ممکن است منفی باشند. شل (۲۰۰۱) و سیفورد و ژو (۲۰۰۲) نشان دادند که معادلهٔ زیر مشکل موجود را حل می‌کند؛ بنابراین، معادلهٔ زیر برای دستیابی به مؤلفه‌های مثبت به‌کار می‌رود.

$$z_{jk} = c_k^j + q$$
$$Q = -\min_{1\leq k\leq M,\,1\leq j\leq n}\{PC_k^j\} + 1$$

تلفیق DEA با مدل پیشنهادی

براساس مؤلفه‌های اصلی به‌دست‌آمده از روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی، برای ارزیابی کارایی مدل Super efficiency- CCR بدون ورودی یا مدل DEA رتبه‌بندی کامل زیر پیشنهاد می‌شود:

$$MAX \quad w_o = \sum_{k=1}^{M} p_k z_{ko} \qquad (۷$$

$$s.t.$$

$$\sum_{k=1}^{M} p_k z_{kj} \le 1 \qquad j = 1,2,...,n \qquad j \ne o$$

$$p_k \ge 0 \qquad k = 1,....,M$$

که در آن، z_{kj} مؤلفه‌های اصلی مثبت به‌دست‌آمده از روش PCA است. در این مجموعه، تمامی ورودی‌ها برابر با یک است که به‌علت زایدبودن محدودیت، از رابطهٔ ۷ حذف شده است. در این رابطه، مؤلفه‌های اصلی که از جنس نسبت خروجی به ورودی هستند، به‌عنوان خروجی استفاده می‌شوند. در تابع هدف مسئله، به‌دنبال حداکثری‌کردن خروجی‌ها هستیم.

اما به‌نظر می‌رسد نتایج حاصل از مدل ۷ برای تفکیک بین واحدهای تصمیم‌گیرنده کارا نباشد. با توجه به اینکه در روش PCA، مؤلفهٔ اصلی kام از $k+1$ ام بزرگ‌تر است، باید این محدودیت را نیز در مدل ۷ درنظر گرفت؛ بنابراین، استفاده از ناحیهٔ اطمینان (AR) برای اوزان شاخص‌ها در مدل، ضروری به‌نظر می‌رسد. در این مقاله، از مدل پیشنهادی لیانگ و همکاران (۲۰۰۹) برای تعریف محدودیت اوزان p_k به‌صورت زیر استفاده می‌شود:

$$MAX \quad w_o = \sum_{k=1}^{M} p_k z_{ko} \qquad (۸$$

$$s.t.$$

$$\sum_{k=1}^{M} p_k z_{kj} \le 1 \qquad j = 1,2,...,n \qquad j \ne o$$

$$p_k - p_{k+1} \ge \varepsilon_k \qquad k = 1,2,...,M-1$$

$$\varepsilon = \begin{cases} 0 & \lambda_k = \lambda_{k+1} \\ \varepsilon > 0 & \lambda_k > \lambda_{k+1} \end{cases}$$

$$p_k \ge 0 \qquad k = 1,....,M$$

در این مدل، p_k وزن منتسب به خروجی z_{kj} , $j = 1,2,...,n$ است و دلیل وجود محدودیت وزنی $p_k - p_{k+1} \ge \varepsilon_k$ این است که سهم kامین مؤلفهٔ اصلی از پراکندگی کل، بیشتر از سهم $k+1$امین مؤلفهٔ اصلی است (باروس و همکاران، ۲۰۱۰).

مطالعهٔ موردی: شرکت‌های بیمه در ایران

در این مقاله، رتبه‌بندی و ارزیابی عملکرد شرکت‌های بیمهٔ ایران با استفاده از داده‌های سال ۱۳۹۰ انجام می‌شود. به‌همین‌منظور، شاخص‌های استاندارد و تعریف‌شده و صورت‌های مالی مصوب شورای عالی بیمه، زیر نظر بیمهٔ مرکزی ایران به‌کار گرفته می‌شوند. با توجه به خصوصی‌سازی بعضی شرکت‌ها در اواخر سال ۱۳۸۹، استفاده از داده‌های سال‌های گذشته برای ارزیابی، میسر نشد. در سال مورد بررسی، بخش غیر دولتی در صنعت بیمه، مشتمل بر شرکت‌های بیمهٔ دانا، آسیا، البرز، معلم، پارسیان، توسعه، رازی، کارآفرین، سینا، ملت، دی، سامان، نوین و پاسارگاد و بخش دولتی، منحصر به بیمهٔ ایران است. در ایران، شرکت‌های بیمه، اجازهٔ صدور هردو نوع بیمهٔ زندگی و غیر زندگی را دارند. از این‌رو در این تحقیق، شاخص‌ها با درنظرگرفتن هر دو نوع بیمه، بررسی خواهند شد. مؤلفه‌های اصلی هر سیستم، ارزیابی عملکرد، شاخص‌ها و معیارهای آن سیستم‌اند؛ زیرا ارتباط میان مدل ارزیابی عملکرد با محیط بیرونی و درونی سازمان، از طریق شاخص‌ها و معیارها برقرار می‌شود. شاخص‌های مورد بررسی در این تحقیق، به دو بخش کلی تقسیم می‌شوند: شاخص‌هایی که در آن، ملاک رتبه‌بندی، صاحبان حقوق سرمایه است که عملکرد شرکت‌ها را به‌لحاظ مالی ارزیابی می‌کند که عبارتند از: هزینه‌های عملیاتی عمومی یا کل (هزینه‌های بیمه‌ای)، هزینه‌های سرمایه‌گذاری (بلندمدت و کوتاه‌مدت)، مجموع دارایی‌ها، حقوق صاحبان سهام، حق بیمهٔ صادرشده (حق بیمهٔ تولیدی)، سود خالص، درآمد سرمایه‌گذاری و مجموع بدهی‌ها و شاخص‌هایی که شرکت‌ها را به‌لحاظ عملکرد مدیریتی ارزیابی می‌کنند که عبارتند از: تعداد شعب، تعداد نمایندگی‌ها، تعداد نیروی انسانی، تعداد بیمه‌نامهٔ صادره، تعداد خسارت پرداختی. با توجه به مفاهیم و ماهیت شاخص‌های ذکرشده برای رتبه‌بندی و ارزیابی شرکت‌های بیمه، بعضی از این شاخص‌ها به‌عنوان ورودی و بعضی به‌عنوان خروجی درنظر گرفته شده است.

ورودی‌ها

تعداد نمایندگی‌ها (I_1): نمایندگان، افراد حقیقی یا حقوقی‌اند که به نمایندگی از جانب شرکت‌های بیمه، مجاز به عرضهٔ خدمات بیمه‌ای هستند.

تعداد شعب (I_2): فروش خدمات بیمه‌ای، نظارت، کنترل و پشتیبانی نمایندگان بیمه‌ای و کارگزاران، در شعب انجام می‌گیرد.

تعداد نیروی انسانی (I_3): مجموع پرسنل تمام‌وقت در مراکز، شعب و سرپرستی شرکت‌های بیمه، اعم از رسمی، پیمانی، قراردادی و ساعتی است. این تعداد پرسنل پاره‌وقت و شاغلان در نمایندگی‌ها و کارگزاری‌های بیمه را شامل نمی‌شود.

هزینه‌های عملیاتی عمومی یا کل (هزینه‌های بیمه‌ای) (I_4): شامل هزینه‌های اداری، پرسنلی، عمومی و کارمزد می‌شود. درواقع، هزینه‌هایی است که صرف پرداخت به کارکنان، شبکهٔ فروش بیمه (نمایندگان و کارگزاران بیمه) و عوامل مرتبط با تولید حق بیمه می‌شود.

هزینه‌های سرمایه‌گذاری (بلندمدت و کوتاه‌مدت) (I_5): حق بیمه‌های دریافتی از بیمه‌گران، بلافاصله صرف خسارت‌ها نمی‌شود و بسته به نوع بیمه، برای مدت زمانی نزد شرکت‌های بیمه باقی می‌ماند. مجموع این حق بیمه‌ها به مبالغ کلانی تبدیل می‌شوند که همراه با ذخایر جمع‌آوری‌شده و دیگر منابع مالی شرکت‌های بیمه، سرمایه‌گذاری می‌شوند. این مبالغ، به‌عنوان شاخص هزینه‌های سرمایه‌گذاری درنظر گرفته شده است.

مجموع دارایی‌ها (I_6): این دارایی‌ها شامل دارایی‌های ثابت مشهود و دارایی‌های نامشهود می‌شود. همچنین مجموع مطالبه‌های شرکت‌ها را به‌عنوان دارایی شرکت بیمه درنظر گرفته‌ایم.

حقوق صاحبان سهام (I_7): سهامداران به‌عنوان هستهٔ اصلی شرکت‌های بیمه، اهمیت فراوانی دارند که خواستار افزایش حقوق دریافتی از عملکرد شرکت‌های بیمه‌اند. مدیران نیز درصدد برآوردن انتظارهای سهامداران هستند.

خروجی‌ها

حق بیمهٔ صادرشده (حق بیمهٔ تولیدی) (O_1): شامل حق بیمهٔ مستقیم و غیر مستقیم است. حق بیمهٔ مستقیم توسط شرکت بیمه یا شعب مربوطه دریافت می‌شود و حق بیمهٔ غیر مستقیم، مربوط به بیمه‌نامه‌هایی است که از سوی نمایندگان شرکت و کارگزاران بیمه‌ای عرضه شده است.

سود خالص (O_2): مقدار حاصل از تفاضل درآمدها از هزینه‌های عملیاتی با کسر مالیات، به‌عنوان سود خالص مطرح است.

درآمد سرمایه‌گذاری (O_3): درآمد سرمایه‌گذاری، عامل مهمی در موفقیت شرکت‌های بیمه است و مجموع درآمدهای حاصل از سرمایه‌گذاری‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت را شامل می‌شود.

مجموع بدهی‌ها (O_4): مجموع بدهی شرکت‌ها به نمایندگان، کارگزاران و سایر شرکت‌ها و افراد اعم از حقیقی یا حقوقی را شامل می‌شود.

تعداد بیمه‌نامهٔ صادره (O_5): میزان بیمه‌نامهٔ صادره به‌عنوان نفوذ بیمه‌ای قلمداد می‌شود و تمامی انواع بیمه را شامل می‌شود. درواقع، کل تعداد بیمه‌نامه‌هایی است که از سوی شرکت‌های بیمه، اعم از انفرادی و گروهی در هر رشتهٔ بیمه صادر می‌شود. این تعداد الحاقیه، شامل بیمه‌نامه‌هایی که قبلاً صادر شده است، نمی‌شود.

تعداد خسارت پرداختنی (O_6): خسارت‌هایی که در دورهٔ بررسی توسط شرکت‌های بیمه پرداخت شده است، خسارت پرداختنی نامیده می‌شود. آمار تعداد خسارت پرداختنی، بیانگر تعداد مواردی است که شرکت‌های بیمه، خسارت پرداخت کرده‌اند. همچنین نشان می‌دهد که رشته‌های بیمه، طی یک سال، چه حجمی از فعالیت شرکت‌های بیمه را برای پرداخت خسارت به خود اختصاص داده‌اند.

ابتدا برای پیش‌پردازش داده‌های خام و اجرای روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی، باید نسبت تکی خروجی به ورودی‌ها محاسبه شوند (گام ۱) تا بتوان گام‌های روش PCA را اجرا کرد. پس از استانداردکردن این نسبت‌های تکی (گام ۲)، ماتریس همبستگی مقادیر استانداردشده، محاسبه می‌شوند و بردارهای ویژه و مقادیر ویژهٔ متناظر با آن به‌دست می‌آیند (گام ۲ و ۳). با مرتب‌سازی نزولی، اولین ستون بردار ویژه، متناظر با بزرگ‌ترین مقدار ویژه و آخرین بردار، مربوط به کمترین مقدار ویژه است. در PCA معمولی، برای محاسبهٔ مؤلفه‌های اصلی، بردارهای ویژهٔ به‌دست‌آمده در مرحلهٔ قبل را در ماتریس استاندارد، ضرب می‌کنیم، اما برای دخالت‌دادن نظریهٔ کارشناسی در نتایج رتبه‌بندی، وزن‌های حاصل از روشAHP را وارد مدل PCA می‌کنیم. نتایج، پس از انجام آزمون سازگاری، با کمک نرم‌افزار super decision در جدول ۱ قابل مشاهده است. همان‌طور که در مدل PCA توضیح داده شد، طبق معادلهٔ ۱ باید ورودی‌ها و خروجی‌ها به نسبت‌های تکی تبدیل شوند؛ بنابراین، اوزان به‌دست‌آمده از روش AHP برای ورودی‌ها و خروجی‌ها، باید به وزن نسبت‌های تکی (d_k) تبدیل شوند. به‌نظر می‌رسد که وزن خروجی‌ها به ورودی‌ها باید تقسیم شود، ولی با یک مثال ساده، ضعف این رویه را نشان می‌دهیم و پیشنهاد می‌کنیم برای به‌دست‌آوردن وزن واقعی و منطقی نسبت‌های تکی d_k، وزن ورودی‌ها و خروجی‌ها را در هم ضرب کنیم.

$$w_{d_{۱۴}} = \frac{w_{o_۲}}{w_{I_۷}} = \frac{۰/۱۷۳۸}{۰/۲۱۴۷۸} = ۰/۸۰۹۲$$

$$w_{d_{۲۰}} = \frac{w_{o_۵}}{w_{I_۲}} = \frac{۰/۰۱۶۸۹}{۰/۰۲۰۸} = ۰/۸۱۲$$

نسبت تکی d_{14} در مقابل d_{30} برای تصمیم‌گیر (DM)، اهمیت بیشتری دارد؛ چرا که از دو شاخص پراهمیت به‌دست می‌آید، اما $w_{d_{30}}$ بیشتر از $w_{d_{14}}$ به‌دست آمده است که در تناقض با نظر DM است، ولی با ضرب اوزان خروجی‌ها در ورودی‌ها به نتایج واقعی‌تر و منطقی‌تری می‌رسیم.

$$w_{d_{14}} = w_{o_2} \times w_{I_7} = ۰/۱۷۳۸ \times ۰/۲۱۴۷۸ = ۰/۰۳۷۳$$
$$w_{d_{30}} = w_{o_5} \times w_{I_2} = ۰/۰۱۶۸۹ \times ۰/۰۲۰۸ = ۰/۰۰۰۳۵۱$$

بنابراین منطق، برای یافتن وزن نسبت تکی‌ها w_{d_k} از ضرب وزن خروجی در ورودی استفاده می‌کنیم. پس از آن، برای دستیابی به وزن نهایی، با استفاده از رابطهٔ $\tilde{w}_{d_k} = \frac{w_{d_k}}{\sum_{k=1}^{p} w_{d_k}}$ وزن‌های به‌دست‌آمده را نرمالایزه می‌کنیم. حال این وزن‌ها آمادهٔ ترکیب با روشPCA هستند. با توجه به معادلهٔ ۶ برای پیداکردن مؤلفه‌های اصلی، ابتدا ماتریس استاندارد را در وزن‌های هر شاخص و سپس جواب حاصل را در ماتریس شامل بردارهای ویژه ضرب می‌کنیم. ۴۲ مؤلفهٔ اصلی به‌دست آمده- که مهم‌ترین آنها بیشترین درصد از واریانس کل را به خود اختصاص می‌دهند- طوری انتخاب می‌شوند که نامعادلهٔ $\rho > ۹۰\%$ را ارضا کنند. درحقیقت، در این مرحله است که کاهش بعد، انجام شده و زمینه برای اجرای مدل DEA با حصول نتایجی با تفکیک‌پذیری بالا مهیا می‌شود. با انتخاب پنج مؤلفهٔ اصلی اول، نامعادلهٔ $\rho > ۹۰\%$ ارضا می‌شود. این پنج مؤلفهٔ اصلی، به‌عنوان متغیر خروجی برای مدل ۸ درنظر گرفته می‌شوند، اما با توجه به اینکه این مؤلفه‌ها اصلی شامل مقادیر منفی است، نمی‌توان این مقادیر را در DEA به‌کار برد؛ بنابراین، با استناد به معادلهٔ زیر، کلیهٔ مقادیر این پنج مؤلفهٔ اصلی، مثبت می‌شوند و در جدول ۲ قابل مشاهده‌اند .

$$Q = -\min_{1 \le k \le M, 1 \le j \le n} \{PC_k^j\} + 1$$

مقادیر این جدول، وارد مدلDEA شمارهٔ ۸ می‌شوند تا نتایج رتبه‌بندی حاصل شود. برای دستیابی به رتبه‌ها، این مدل در نرم‌افزار Lingo مدل‌سازی شد. نتایج حاصل از اجرای مدل در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۱. اوزان حاصل از روش AHP برای ورودی‌ها و خروجی‌ها

ورودی‌ها							
شاخص‌ها	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6	I_7
اوزان	۰/۰۲۶۰۸	۰/۰۲۰۸	۰/۰۳۳۰۴	۰/۰۸۷۰۵	۰/۰۵۳۶۸	۰/۰۶۸۴۴	۰/۲۱۴۷۸
خروجی‌ها							
شاخص‌ها	O_1	O_2	O_3	O_4	O_5	O_6	
اوزان	۰/۱۱۰۲۹	۰/۱۷۳۸	۰/۱۳۸۹۸	۰/۰۴۲۰۸	۰/۰۱۶۸۹	۰/۰۱۴۰۹	

جدول ۲. مؤلفه‌های اصلی مثبت به‌دست‌آمده از روش WPCA

	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
ایران	۱	۱/۳۴۹۹۷۵	۱/۳۶۲۲۹۲	۱/۳۱۹۵۶۷	۱/۳۹۷۷۷۵
دانا	۱/۳۳۲۴۶۳	۱/۵۰۰۹۴۳	۱/۴۴۴۶۶۷	۱/۲۱۹۵۶۷	۱/۳۰۱۳۷۳
آسیا	۱/۳۱۰۰۸۱	۱/۳۳۶۸۸۸	۱/۳۳۷۰۲۵	۱/۳۶۵۵۳۳	۱/۲۷۸۹۳۷
البرز	۱/۲۵۳۵۲۶	۱/۲۸۷۲۸۹	۱/۳۱۲۹۶۴	۱/۳۱۵۶۲۸	۱/۲۸۶۷۷۹
معلم	۱/۳۵۹۸۷۲	۱/۲۷۵۲۲	۱/۲۳۸۹۴۶	۱/۳۶۷۳۸۵	۱/۲۵۴۷۹۷
پارسیان	۱/۲۴۲۳۷۹	۱/۲۷۰۸۷۸	۱/۲۴۴۵۹	۱/۲۵۰۱۴	۱/۲۴۱۱۳
توسعه	۱/۲۷۲۰۳۲	۱/۲۸۲۱۷۳	۱/۳۱۸۶۴	۱/۲۵۲۳۱۸	۱/۲۸۹۸۹۵
رازی	۱/۳۷۸۸۱۸	۱/۲۷۲۶۵۱	۱/۲۵۱۶۵	۱/۳۷۴۰۹۲	۱/۲۵۸۵۶
کارآفرین	۱/۳۰۴۱۴۷	۱/۲۷۴۶۶۶	۱/۲۹۶۴۸۶	۱/۳۴۹۰۵۸	۱/۲۸۸۴۵۹
سینا	۱/۳۶۹۵۶	۱/۳۱۵۹۹۸	۱/۱۸۷۶۶۹	۱/۳۰۴۶۸۴	۱/۲۴۵۵۳۲
دی	۱/۳۸۱۱۸	۱/۲۳۸۱۴۸	۱/۲۱۸۴۷	۱/۳۳۰۴۴۷	۱/۲۷۶۷۰۹
سامان	۱/۳۱۶۹۰۸	۱/۲۱۵۲۵۶	۱/۲۵۹۸۲۵	۱/۱۷۱۳۳۱	۱/۳۲۳۴۵۷
نوین	۱/۲۶۳۸۳۶	۱/۲۸۲۳۲۶	۱/۳۴۱۸۲۸	۱/۳۰۸۴۵۱	۱/۲۹۲۵۱
پاسارگارد	۱/۲۹۷۰۱۴	۱/۱۷۹۴۰۴	۱/۲۶۶۷۶۱	۱/۱۵۳۶۱۴	۱/۳۴۵۹۰۴
Eigenvalue	۱۵/۳۵۵۶۳	۱۱/۹۳۴۸۹	۴/۵۴۰۱۳۱	۳/۹۰۳۹۶۴	۲/۰۹۰۲۸۱
Variance contribution rate (%)	۳۶/۵۶	۲۸/۴۲	۱۰/۸۱	۹/۳	۴/۹۸
Cumulative variance contribution rate (%)	۳۶/۵۶	۶۴/۹۸	۷۵/۷۹	۸۵/۰۸	۹۰/۰۶

جدول ۳. نتایج نهایی رتبه‌بندی‌شدهٔ شرکت‌های بیمه

PCA-DEA				AHP-PCA-DEA		
DMU	شرکت بیمه	W_O	رتبه	DMU	W_O	رتبه
۱	ایران	۰/۷۳۳۲	۱۳	۱	۰/۹۴۴۶	۱۳
۲	دانا	۱/۲۹۰۵	۱	۲	۱/۰۷۳۲	۱
۳	آسیا	۰/۸۹۶۷	۶	۳	۰/۹۷۹۰	۶
۴	البرز	۰/۸۲۲۰	۱۰	۴	۰/۹۴۹۲	۱۱
۵	معلم	۰/۹۸۲۶	۳	۵	۰/۹۸۹۷	۵
۶	پارسیان	۰/۶۹۰۳	۱۴	۶	۰/۹۲۵۹	۱۴
۷	توسعه	۰/۷۸۲۹	۱۲	۷	۰/۹۴۹۱	۱۰
۸	رازی	۰/۹۴۷۷	۵	۸	۱/۰۰۶۳	۲
۹	کارآفرین	۰/۸۴۷۴	۸	۹	۰/۹۶۸۶	۷
۱۰	سینا	۰/۹۵۸۲	۴	۱۰	۰/۹۹۹۳	۴
۱۱	دی	۱/۰۱۸۹	۲	۱۱	۱/۰۰۱۴	۳
۱۲	سامان	۰/۸۹۲۸	۷	۱۲	۰/۹۵۹۲	۸
۱۳	نوین	۰/۸۳۱۴	۹	۱۳	۰/۹۵۴۰	۹
۱۴	پاسارگارد	۰/۷۹۶۵	۱۱	۱۴	۰/۹۴۷۰	۱۲

جدول ۳ رتبه‌بندی حاصل از دو رویکرد PCA-DEA و AHP-PCA-DEA را نشان می‌دهد. طبق نتایج مدل AHP-PCA-DEA سه شرکت بیمهٔ دانا، رازی و دی، رتبهٔ اول تا سوم را به‌دست آورده‌اند. در هر دو رویکرد، شرکت بیمهٔ دانا رتبهٔ اول را به‌دست آورده که نشان از عملکرد بهتر این شرکت در مقایسه با شرکت‌های دیگر است. این شرکت در دورهٔ مورد بررسی، با افزایش ۷۳/۱ درصد در جذب حق بیمه و به‌دست‌آوردن ۹ درصد از سهم بازار در این شاخص، به رتبهٔ برتر رسیده است. همچنین این شرکت بیمه با افزایش ۵۰ درصد در شاخص‌های حقوق صاحبان سهام و درآمد سرمایه‌گذاری، عملکرد خوبی از خود نشان داده است. تمامی این شاخص‌ها از نظر خبرگان، نقش بسیار مهمی در رتبه‌بندی شرکت‌های بیمه ایفا می‌کنند. نتایج نشان می‌دهد که شرکت رازی (DMU8) در رویکرد PCA-DEA رتبهٔ ۵ را به‌دست آورده است. این در حالی است که در رویکرد AHP-PCA-DEA توانسته رتبهٔ خود را ارتقا دهد و به رتبهٔ ۲ برسد. درواقع، این شرکت بیمه در شاخص‌هایی که از نظر خبرگان، اهمیت فراوانی داشته، عملکرد مطلوبی از خود نشان داده است و توانسته در رویکرد AHP-PCA-DEA به رتبهٔ بهتری دست پیدا کند. نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد که شرکت‌های بیمهٔ ایران و پارسیان، رتبه‌های آخر

را به‌دست آورده‌اند. اگرچه شرکت بیمهٔ ایران به‌عنوان شرکتی دولتی، بخش مهمی از بازار بیمه ای کشور را در دست دارد، در این سال، با افزایش هزینه‌های عملیاتی و خسارات پرداختی مواجه بوده که عاملی در به‌دست‌آوردن رتبهٔ نامطلوب برای این شرکت بیمه است.

نتیجه‌گیری

در این مقاله، یک روش جامع ارزیابی با استفاده از مدل تلفیقی AHP-PCA-DEA برای رتبه‌بندی شرکت‌های بیمه‌ای ایران ارائه می‌شود. در این پژوهش، برای غلبه بر مشکل کاهش قدرت تفکیک‌پذیری DEA، به کمک روش PCA، ابعاد داده‌ها را کاهش می‌دهیم. با این روش، قدرت تفکیک‌پذیری DEA افزایش می‌یابد و درنهایت، دستیابی به نتایج، قابل اعتمادتر و واقعی‌تر می‌شود. همچنین با توجه به گام‌های روش PCA و درنظرگرفتن توزیع بین داده‌ها در کاهش بعد ماتریس داده، نظرهای کارشناسی با استفاده از مدل AHP با روش PCA ترکیب می‌شود. بدین‌ترتیب، در کاهش بعد شاخص‌ها، اهمیت و اولویت شاخص‌ها نیز درنظر گرفته می‌شود و مؤلفه‌های اصلی به‌دست‌آمده با درنظرگرفتن نظرهای نخبگان به‌دست می‌آید. از طرفی، برای بررسی مدل پیشنهادی، ۱۴ شرکت بیمه، از طریق ۱۳ ورودی و خروجی، بررسی شدند. این متغیرها با استفاده از روش PCA کاهش بعد داده می‌شوند، مؤلفه‌های اصلی با استفاده از یک معادلهٔ خطی به مقادیر مثبت تبدیل می‌شوند و به‌عنوان خروجی، وارد مدل DEA ورودی‌گرا می‌شوند.

References

Adler, N. & Golany, B. (2002). Including principal component weights to improve discrimination in data envelopment analysis. *Journal of the Operational Research Society*, 53: 985-991.

Alam Tabriz, A., Rajabipoor Meybodi, A. & Zareian, M. (2010). Studying the application of fuzzy topsis in improvement of efficiency measurement of bank branches using DEA, *journal of industrial management*, 1(3): 99-118. *(In Persian)*

Barros, C. P., Nektarios, M. & Assaf, A. (2010). Efficiency in the Greek insurance industry. *European Journal of Operational Research*, 205: 431-436.

Bian, Y. (2012). A Gram–Schmidt process-based approach for improving DEA discrimination in the presence of large dimensionality of data set. *Expert Systems with Applications*, 39: 3793-3799.

Charnes, A., Cooper, W. W. & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2: 429-444.

Charnes, A., Cooper, W. W., Lewin, A. Y. & Seiford, L. M. (1994). *Data envelopment analysis: theory, methodology and applications.* Kluwer Academic, Boston.

Eling, M. & Luhnen, M. (2010). Efficiency in the international insurance industry: A cross-country comparison. *Journal of Banking & Finance*, 34: 1497-1509.

Fan, L. L. (2006). Structural health monitoring base on principal components analysis implemented on a distributed and open system. *Department of Building & Construction, City University of Hong Kong*.

Ganley, J. A. & Cubbin, J. S. (1992). *Public sector efficiency measurement: applications of data envelopment analysis.* Elsevier Science Publishers. Amsterdam, New York.

Hui, Z. & Honggeng, Y. (2011) Application of weighted principal component analysis in comprehensive evaluation for power quality. *IEEE*, 3: 369-372.

Jenkins, L. & Anderson, M. (2003). A multivariate statistical approach to reducing the number of variables in data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 147: 51-61.

Kao, C. & Hwang, S. (2008). Efficiency decomposition in two-stage data envelopment analysis: An application to non-life insurance companies in Taiwan. *European Journal of Operational Research*, 185: 418-429.

Khazaei, M. Izadbakhsh, H. (2009). Combination of DEA and PCA for Full Ranking of Decision Making Units, *journal of industrial management*, 1(2): 55-70. *(In Persian)*

Liang Liang, Yongjun Li, Shibing Li. (2009). Increasing the discriminatory power of DEA in the presence of the undesirable outputs and large dimensionality of data sets with PCA. *Expert Systems with Applications*, 36: 5895-5899.

Premachandra, I.M. (2001). A note on DEA vs. principal component analysis: An improvement to Joe Zhu's approach. *European Journal of Operational Research*, 132: 553-560.

Saaty, T. L. (1980). *The analytic hierarchy process.* McGraw- Hill. New York.

Saaty, T. L. (1985). *Decision making for leaders.* Belmont, Life Time Leaning Publications. California.

Saaty, T. L. (1990). How to make a decision: the analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 48: 9-26.

Scheel, H. (2001). Undesirable outputs in efficiency valuations. *European Journal of Operational Research*, 132: 400-410.

Seiford, L.M. & Zhu, J. (2002). Modeling undesirable factors in efficiency evaluation. *European Journal of Operational Research*, 142: 16-20.

Shahriari, S. Razavi, S. Asgharizadeh, E (2013). Fuzzy data envelopment analysis and a new approach FIEP/AHP for full ranking of decision making units: A case study of humanities faculty of Tehran University, *journal of industrial management*, 5(1): 21-42. *(In Persian)*

Shanmugam, R. & Johnson, C. (2007). At a crossroad of data envelopment and principal component analyses. *Omega*, 35: 351-364.

Yao, S., Han, Z. & Feng, G. (2007). On technical efficiency of China's insurance industry after WTO accession. *China Economic Review*, 18: 66-86.

Zhu, J. (1998). Data envelopment analysis vs. principal component analysis: An illustrative study of economic performance of Chinese cities. *European Journal of Operational Research*, 111: 50-61.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی