

توزیع منصفانه پاداش مشترک میان واحدهای تصمیم‌گیری

با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها

اسفندیار لشنی^۱، کوروش آریاوش^{۱*}

۱. استادیار دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دورود

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۱/۲۲، تاریخ دریافت روایت اصلاح‌شده: ۹۵/۰۹/۸، تاریخ تصویب: ۹۶/۵/۱۰)

چکیده

برای پیشرفت یک سازمان باید کارایی واحدهای تصمیم‌گیری آن به صورت مستمر ارزیابی، و هر واحد متناسب با کارایی خود تشویق شود. در غیر این صورت، واحدهای ناکارا در حاشیه امنیت قرار می‌گیرند و واحدهای کارا دلسرد می‌شوند. در این پژوهش، روشی برای توزیع منصفانه پاداش ثابت میان واحدهای یک سازمان ارائه می‌شود. این روش با استفاده از فن تحلیل پوششی داده‌ها سهم هر واحد را متناسب با کارایی آن تعیین می‌کند. برای این کار ابتدا کمترین و بیشترین پاداش ممکن هر واحد تعیین، سپس تلفیقی از آن‌ها به عنوان سهم پایانی آن واحد در نظر گرفته می‌شود. در این روش، سلیقه شخصی انسان در تعیین پاداش واحدها دخالتی ندارد.

واژه‌های کلیدی: تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی، توزیع پاداش

مقدمه

گفت ورودی عاملی است که با افزایش آن و حفظ تمام عوامل دیگر، کارایی را کاهش می‌یابد. در واقع، بین میزان ورودی‌ها و کارایی رابطه معکوس وجود دارد، همچنین خروجی عاملی است که با افزایش آن و حفظ تمام عوامل دیگر، کارایی را افزایش می‌یابد؛ یعنی بین میزان خروجی‌ها و کارایی رابطه مستقیم وجود دارد.

تحلیل پوششی داده‌ها^۱ (DEA) روشی ریاضی برای ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم‌گیری است که در سال ۱۹۷۸، چارلز، کوپر و رودز^۲ برای ارزیابی کارایی تعدادی از مدارس ایالات متحده آمریکا معرفی کردند [۲]. انعطاف‌پذیری و قدرت این روش سبب به‌کارگیری آن در بخش‌های گوناگون شد؛ به گونه‌ای که امروزه مهم‌ترین روش ارزیابی کارایی تلقی می‌شود. اگرچه این فن برای ارزیابی کارایی طراحی شده است، آن را برای حل مسائل تصمیم‌گیری دیگری نیز می‌توان به‌کار برد. یکی از این مسائل، تقسیم عادلانه یک پاداش مشترک میان شعب یک سازمان است که در این پژوهش بررسی می‌شود. این مسئله در مواردی مانند توزیع هزینه بالاسری میان بخش‌های مختلف یک سازمان، توزیع هزینه پاداش ثابت میان واحدهای یک سازمان و تقسیم هزینه تبلیغات یک کالا میان فروشندگان آن رخ می‌دهد.

در سال ۱۹۹۹، کوک و کریس^۳ مسئله تخصیص هزینه

تصمیم‌گیری^۱ را می‌توان فرایند انتخاب یک گزینه از میان گزینه‌های موجود تعریف کرد. در عمل معیارهای فراوان و متناقضی برای انتخاب بهترین گزینه وجود دارد که سبب پیچیده‌شدن تصمیم‌گیری می‌شود. اهمیت تصمیم‌گیری مدیران سازمان‌ها تا جایی است که می‌توان آن‌ها را واحدهای تصمیم‌گیری^۲ (DMU) نامید. این عنوان آن‌چنان کلی است که شامل هرگونه شرکت، سازمان و بنگاه اقتصادی تولیدی یا خدماتی می‌شود؛ بنابراین، مدارس، مزارع، کارخانه‌ها، جاده‌ها، بیمارستان‌ها و امثال آن‌ها را می‌توان واحدهای تصمیم‌گیری به‌شمار آورد.

شایان ذکر است که کار یک واحد تصمیم‌گیری تبدیل نهاده‌ها (ورودی^۳) به ستاده‌ها (خروجی^۴) است، همچنین در صورتی که نوع ورودی‌ها و خروجی‌های تعدادی واحد تصمیم‌گیری یکسان باشد، آن‌ها را همگن می‌گویند، برای مثال، شعب بانک کشاورزی در سراسر کشور از واحدهای همگن به‌شمار می‌آیند. باید توجه داشت که کارایی^۵ یکی از مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی عملکرد واحدهای تصمیم‌گیری است. هرچند تعاریف متعددی از آن ارائه شده، وجه اشتراک همه آن‌ها این است که واحدهایی کارا محسوب می‌شوند که بیشترین خروجی ممکن را از ترکیب ورودی‌های معین به‌دست آورده باشند؛ بنابراین می‌توان

را با متغیر نامنفی f_0 نشان می‌دهیم؛ بنابراین:

$$\sum_{j=1}^n f_j = F \quad (1)$$

برای مؤثر واقع شدن تشویق، باید سهم هر واحد با کارایی آن متناسب باشد؛ از این رو، مقادیر f_j باید با خروجی‌های واحدها ارتباط مستقیم، و با ورودی آن‌ها ارتباط عکس داشته باشد. با توجه به اینکه شاخص‌های ورودی و خروجی در مقایسه با یکدیگر اهمیت متفاوتی دارند، وزن‌های نامنفی v_i و u_r به ترتیب به ورودی‌ها و خروجی‌ها نسبت داده و بنابراین مقدار f_j به کمک فرمول‌های زیر تعیین می‌شود:

$$f_j = \frac{\sum_{r=1}^s y_{rj} u_r}{\sum_{i=1}^m x_{ij} v_i} \quad j = 1, \dots, n$$

$$\sum_{j=1}^n f_j = F$$

$$f_j, u_r, v_i \geq 0. \quad (2)$$

در هر واحد قرار است وزن‌های شاخص‌ها به گونه‌ای تعیین شود که بیشترین سهم ممکن را از F ببرند. این موضوع تعیین وزن‌ها را با مشکل مواجه می‌کند؛ بنابراین، به روشی نیاز است که وزن‌ها را به گونه‌ای عادلانه تعیین کند تا در همه واحدها پذیرفته شود، برای این کار از فن DEA استفاده می‌شود. وزن‌های هر واحد را در دو حالت خوش‌بینانه و بدبینانه تعیین می‌کنیم. در حالت خوش‌بینانه تعیین وزن‌ها به گونه‌ای است که بیشترین سهم ممکن نصیب DMU_0 شود و در حالت بدبینانه با این تعیین وزن‌ها کمترین سهم ممکن نصیب DMU_0 می‌شود. با به کارگیری مدل زیر، کمترین مقدار ممکن f_0 به دست می‌آید که آن را با f_0^L نشان می‌دهیم:

$$\text{Min } f_0$$

$$\text{s.t. } f_j = \frac{\sum_{r=1}^s y_{rj} u_r}{\sum_{i=1}^m x_{ij} v_i} \quad j = 1, \dots, n$$

$$\sum_{j=1}^n f_j = F$$

$$f_j, u_r, v_i \geq 0. \quad (3)$$

برای خطی کردن مدل کسری ۳، ابتدا آن را به صورت زیر بازنویسی می‌کنیم:

ثابت را از دیدگاه تحلیل پوششی داده‌ها بررسی کردند [۷] و [۸]. روش آن‌ها براساس این ایده است که اگر هزینه ثابت به عنوان ورودی در نظر گرفته شود، باید پس از تخصیص هزینه، نمرات کارایی ثابت بماند. در سال ۲۰۰۳، بیزلی^۹ روش دیگری برای تخصیص هزینه ثابت معرفی کرد که براساس بیشینه‌سازی میانگین نمرات کارایی پس از تخصیص بود [۶]. در این روش، نمرات کارایی ممکن است پس از تخصیص تغییر کند. این روش، شامل چندین معادله و مدل غیرخطی است که حل کردن آن‌ها وقت‌گیر است. در سال ۲۰۰۴، جهانشاه‌لو و همکاران چند روش دیگر برای تخصیص هزینه و درآمد مشترک ارائه کردند [۹] که در آن‌ها هزینه مشترک تنها براساس ورودی‌ها، و درآمد مشترک فقط براساس خروجی‌ها تقسیم می‌شود. در سال ۲۰۰۹، لی^{۱۰} و همکاران به در نظر گرفتن هزینه مشترک به عنوان ورودی جدید انتقاد کردند. در این بین، لی روش دیگری را برای تخصیص هزینه مشترک ارائه کرد که در آن هزینه جدید با هزینه‌های قبلی جمع می‌شود و تعداد ورودی‌ها تغییر نمی‌کند [۱۰]. در سال ۲۰۱۲ نیز خدابخشی و آریاوش رویکردی خوشبینانه-بدبینانه برای ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم‌گیری ارائه کردند [۳ و ۴ و ۵].

در این پژوهش از رویکرد خوشبینانه-بدبینانه برای توزیع پاداش مشترکی میان چند شرکت توزیع برق استفاده می‌شود که در آن مقدار پاداش هر شرکت براساس نقاط ضعف و قوت آن تعیین می‌شود.

در بخش بعد این پژوهش، روش توزیع عادلانه پاداش معرفی می‌شود. در بخش سوم، روش پیشنهادی برای توزیع عادلانه یک پاداش ثابت میان شرکت‌های توزیع برق به کار برده می‌شود و بخش پایانی به نتیجه‌گیری و مشخص کردن مسیرهای تحقیقات بیشتر می‌پردازد.

کاربرد DEA در تقسیم منصفانه پاداش

فرض کنید در یک سازمان، n واحد تصمیم‌گیری (شعبه) وجود دارد که m ورودی $x_j = (x_{1j}, \dots, x_{mj})$ را به s خروجی $y_j = (y_{1j}, \dots, y_{sj})$ تبدیل می‌کند، همچنین، تصور کنید این سازمان می‌خواهد برای تشویق این شعب پاداش مشترکی به مقدار نامنفی F بین آن‌ها توزیع کند. در این پژوهش، سهم واحد تصمیم‌گیری تحت بررسی DMU_0

به صورت مساوی تعیین شود؛ بنابراین: $\lambda_1 = \dots = \lambda_n$
این درجه خوش‌بینی مشترک را با λ نشان می‌دهیم؛
پس رابطه γ به صورت زیر تبدیل می‌شود:

$$f_j = (1 - \lambda) f_j^L + \lambda f_j^U, \forall j \quad (۸)$$

از سوی دیگر، براساس فرض داریم: $\sum_{j=1}^n f_j = F$ ؛
بنابراین، سهم هر واحد با حل دستگاه $n + 1$ معادله خطی
 $n + 1$ مجهول زیر مشخص می‌شود:

$$\begin{cases} f_j = (1 - \lambda) f_j^L + \lambda f_j^U, \forall j \\ \sum_{j=1}^n f_j = F \end{cases} \quad (۹)$$

این دستگاه سهم DMU_j را از پاداش مشترک به صورت
قطعی معین می‌کند که آن را با f_j^M نشان می‌دهیم.

تشویق متناسب شرکت‌های توزیع برق

در این بخش، روش معرفی شده با استفاده از مثالی کاربردی
شرح داده می‌شود. هدفه شرکت توزیع برق در ایران وجود
دارد که دو خروجی را با استفاده از سه ورودی تولید
می‌کنند [۱]. شاخص‌های ورودی انتخاب شده عبارت‌اند از
طول شبکه بر حسب کیلومتر (x_1)، ظرفیت انتقال بر حسب
MVA (x_2) و تعداد کارکنان بر حسب نفر (x_3)، و
شاخص‌های خروجی عبارت‌اند از برق تحویل داده شده بر
حسب MWh (y_1) و مساحت منطقه خدمات‌رسانی بر
حسب کیلومتر مربع (y_2). در ستون‌های دوم تا ششم
جدول زیر، داده‌ها نشان داده شده است.

اکنون، فرض کنید وزارت نیرو تصمیم گرفته است مبلغ
 $F=100$ میلیون تومان را به‌عنوان تشویقی بین این $n=17$
شرکت توزیع کند. روشن است این پاداش در صورتی مؤثر
است و سبب بهبود عملکرد شرکت‌ها می‌شود که به صورت
هدفمند توزیع شود. در صورتی که همه شرکت‌ها سهم
یکسان از تشویقی داشته باشند، نه تنها انگیزه لازم برای
بهبود عملکرد شرکت‌ها به وجود نمی‌آید، بلکه شرکت‌های
ضعیف را در حاشیه امنیت قرار می‌دهد و شرکت‌های قوی
را دلسرد می‌کند؛ بنابراین، برای ایجاد رقابت سالم میان
شرکت‌ها باید سهم هر شرکت با کارایی آن متناسب باشد.

$$\begin{aligned} \text{Min } f_o &= \sum_{r=1}^s y_{ro} u_r \\ \text{s.t. } \sum_{i=1}^m x_{ij} (v_i f_j) - \sum_{r=1}^s y_{rj} u_r &= 0, \forall j \\ \sum_{i=1}^m x_{io} v_i &= 1 \\ \sum_{j=1}^n f_j &= F \\ f_j, u_r, v_i &\geq 0. \end{aligned} \quad (۴)$$

با تغییر متغیر $w_{ij} = v_i u_r$ به صورت زیر درمی‌آید [۳ و ۴ و ۵]:

$$\begin{aligned} \text{Min } f_o &= \sum_{r=1}^s y_{ro} u_r \\ \text{s.t. } \sum_{i=1}^m x_{ij} w_{ij} - \sum_{r=1}^s y_{rj} u_r &= 0, \forall j \\ \sum_{i=1}^m x_{io} v_i &= 1 \\ \sum_{j=1}^n w_{ij} &= F v_i, i = 1, \dots, m \\ w_{ij}, u_r, v_i &\geq 0. \end{aligned} \quad (۵)$$

همچنین، با بیشینه‌سازی تابع هدف سه مدل بالا،
بیشترین مقدار ممکن f_o نیز به دست می‌آید که آن را با f_o^U
نشان می‌دهیم. درواقع، f_o^L و f_o^U به ترتیب از دیدگاه‌های
بدبینانه و خوش‌بینانه به دست می‌آید.

باید توجه داشت که با استفاده از کمترین و بیشترین
مقدار ممکن f_o ، می‌توان بازه‌های زیر را برای سهم واحدها
تعیین کرد:

$$f_j^L \leq f_j \leq f_j^U, \forall j \quad (۶)$$

درواقع، می‌توان گفت سهم DMU_j از F قطعاً یکی از
مقادیر بازه $[f_j^L, f_j^U]$ است. این بازه‌ها را می‌توان به صورت
ترکیب‌های خطی زیر نیز نوشت:

$$f_j = (1 - \lambda_j) f_j^L + \lambda_j f_j^U, \forall j \quad (۷)$$

برای ادغام f_j^L و f_j^U و تبدیل آن به یک عدد واحد، باید
مقداری از بازه $[0, 1]$ برای پارامتر λ_j در نظر گرفته شود.
درواقع، این پارامتر نشان‌دهنده درجه خوش‌بینی است که
در تعیین سهم DMU_j به کار می‌رود. هرچه مقدار این
پارامتر به یک نزدیک‌تر باشد، درجه خوش‌بینی به کاررفته
نیز بیشتر است؛ به عبارت دیگر مقدار متغیر f_j به f_j^U
نزدیک‌تر می‌شود. برای تعیین عادلانه سهم واحدها از
پاداش مشترک باید درجه‌های خوش‌بینی یکسانی برای
تعیین سهم آن‌ها به کار رود؛ به این صورت که مقادیر λ_j

جدول ۱. داده‌ها و نتایج مثال

DMU	x_1	x_2	x_3	y_1	y_2	f_j^L	f_j^U	f_j^M	λ_j
آذربایجان شرقی	۱۷۱۵۱	۹۹۰	۸۶۷	۱۸۲۵	۴۰۹۶۸	۲/۹۷	۶/۵۶	۴/۵۲	۱۳
آذربایجان غربی	۱۹۶۱۰	۱۳۰۶	۱۰۴۷	۲۵۹۷	۳۷۴۶۳	۲/۹۶	۵/۹۶	۴/۲۵	۱۴
اصفهان	۲۵۵۶۶	۲۷۱۳	۱۰۷۲	۵۸۳۵	۹۷۹۲۳	۵/۵۲	۸/۵۶	۶/۸۴	۴
همدان	۱۲۳۴۰	۱۱۰۱	۵۹۵	۲۳۶۹	۱۹۵۴۷	۲/۵۰	۷/۲۰	۴/۵۳	۱۲
خوزستان	۱۹۳۸۰	۳۹۳۲	۱۴۷۱	۸۰۴۸	۵۳۴۴۲	۲/۱۳	۱۳/۵۱	۷/۰۵	۳
زنجان	۱۰۳۴۷	۷۸۸	۳۵۱	۱۵۲۶	۲۱۸۴۱	۳/۷۳	۶/۸۸	۵/۰۹	۹
کردستان	۱۱۶۹۷	۷۲۵	۴۲۶	۱۱۷۴	۲۸۸۱۷	۳/۲۰	۶/۶۱	۴/۶۸	۱۰
فارس	۲۴۶۳۴	۱۶۱۷	۸۷۲	۴۰۱۵	۸۳۵۷۵	۵/۱۹	۸/۸۷	۶/۷۸	۵
اردبیل	۱۰۱۲۹	۵۰۷	۴۴۱	۹۳۶	۱۷۸۸۱	۲/۸۳	۵/۵۵	۴/۰۰	۱۶
مرکزی	۱۴۵۰۵	۱۴۸۹	۶۰۰	۳۰۶۳	۲۹۴۰۶	۳/۰۰	۸/۰۴	۵/۱۸	۸
لرستان	۱۲۰۷۸	۱۰۰۶	۵۹۴	۱۷۸۴	۲۸۳۹۲	۳/۷۶	۵/۷۳	۴/۶۱	۱۱
قزوین	۸۷۶۶	۹۴۶	۳۰۲	۲۴۱۴	۱۵۴۹۱	۲/۵۳	۱۱/۸۷	۶/۵۷	۶
سمنان	۸۰۶۳	۷۳۰	۳۷۴	۱۴۱۸	۹۶۸۱۶	۴/۸۱	۲۴/۴۴	۱۳/۳۰	۱
کرمانشاه	۱۲۷۹۵	۱۱۴۷	۵۳۸	۱۸۰۶	۲۴۶۴۱	۳/۱۵	۵/۵۷	۴/۲۰	۱۵
گیلان	۲۱۱۸۷	۱۵۳۴	۹۳۸	۲۸۴۸	۱۳۹۵۲	۱/۱۴	۵/۷۷	۳/۱۴	۱۷
هرمزگان	۱۶۱۸۵	۱۷۸۶	۹۳۸	۳۴۱۱	۷۱۱۹۳	۴/۸۳	۸/۴۳	۶/۳۹	۷
یزد	۱۱۹۹۰	۹۶۳	۵۷۶	۲۴۰۰	۷۳۴۶۷	۵/۶۱	۱۳/۱۳	۸/۸۶	۲

برای توزیع عادلانه این پاداش از مدل ۵ استفاده می‌کنیم که کمترین و بیشترین مبلغ تشویقی را مشخص می‌کند که می‌توان برای شرکتی در نظر گرفت؛ بنابراین برای هر واحد تصمیم‌گیری می‌توان به یک بازه توجه کرد که مقادیر حداقلی و حداکثری تشویقی را نشان می‌دهد. در ستون‌های هشتم و نهم، جدول مقادیر بدبینانه و خوش‌بینانه نشان داده شده است؛ برای مثال، با توجه به کارایی شرکت توزیع برق استان سمنان، حداقل و حداکثر پاداشی که می‌توان برای آن در نظر گرفت $f_{13}^L = 4/81$ و $f_{13}^U = 24/44$ میلیون تومان است که به ترتیب از دیدگاه‌های بدبینانه و خوش‌بینانه به دست آمده‌اند. روشن است که نمی‌توان پاداش این شرکت را تنها براساس یکی از این دیدگاه‌ها تعیین کرد، بلکه باید تلفیقی از آن‌ها را به کار برد؛ بنابراین می‌توان گفت مبلغ پاداش این شرکت ممکن است هر عددی از بازه $[4/81, 24/44]$ باشد. به شکلی مشابه مبلغ پاداش شرکت یزد نیز هر عددی از بازه $[5/61, 13/13]$ است. با مقایسه بازه‌های پاداش دو شرکت

سمنان و یزد بیشتر به این نکته پی می‌بریم که برای تعیین پاداش قطعی شرکت‌ها به تلفیقی از هر دو دیدگاه نیاز است؛ زیرا از دیدگاه خوش‌بینانه سهم سمنان، و از دیدگاه بدبینانه سهم یزد بیشتر است. برای تلفیق مقادیر پاداش خوش‌بینانه و بدبینانه از دستگاه معادلات خطی ۹ استفاده می‌کنیم. در واقع، این دستگاه درجه خوش‌بینی یکسان $\lambda = 0/57$ را برای ادغام مقادیر پاداش خوش‌بینانه و بدبینانه همه واحدها تعیین کرده است، با این کار مقادیر پاداش نه از دیدگاهی صرفاً خوش‌بینانه یا بدبینانه به دست می‌آید، بلکه آن‌ها براساس دیدگاهی واقع‌بینانه تعیین می‌شود. با مشاهده نتایج به دست آمده در ستون دهم جدول مشخص می‌شود که مبلغ پاداش قطعی شرکت‌های سمنان و یزد به ترتیب با $f_{13}^M = 13/30$ و $f_{17}^M = 8/86$ میلیون تومان برابر است. روشن است که این مبالغ براساس هر دو نگرش خوش‌بینانه و بدبینانه به دست آمده است؛ بنابراین، در تعیین آن‌ها نقاط ضعف و نقاط قوت واحدهای تصمیم‌گیری در نظر گرفته شده

خوش‌بینانه و بدبینانه ارزیابی می‌کند؛ از این‌رو، نتایج آن پذیرفته‌تر از نتایج مدل‌هایی است که ارزیابی آن‌ها تنها از یکی از دیدگاه‌های خوش‌بینانه و بدبینانه است. از دیگر مزایای مدل معرفی‌شده این است که برخلاف مدل‌های قبلی توانایی ارزیابی آن به تعداد واحدها و شاخص‌های ورودی و خروجی بستگی ندارد. گفتنی است از این مدل تاکنون برای رتبه‌بندی، تخصیص منابع، دسته‌بندی و تعیین بهره‌وری با داده‌های قطعی، فازی و تصادفی استفاده شده است. در پژوهش‌های آینده می‌توان به کاربرد این مدل برای تعیین بازده به مقیاس واحدهای تصمیم‌گیری اندیشید.

است. در ستون آخر جدول واحدها برحسب مبلغ تشویقی آن‌ها رتبه‌بندی شده‌اند.

نتیجه‌گیری

اگر عملکرد شعب سازمانی به‌صورت مستمر ارزیابی شود و براساس نتایج این ارزیابی مدیران آن‌ها تشویق شوند، تلاش‌های بیشتری برای بهبود عملکرد شعب صورت می‌گیرد. یکی از راه‌های ایجاد انگیزه برای بهبود عملکرد واحدها توزیع پاداش میان آن‌هاست. در این پژوهش برای توزیع منصفانه پاداش معین میان شعب یک سازمان، راهکاری علمی براساس فن تحلیل پوششی داده‌ها معرفی شد. روش ارائه‌شده واحدهای تصمیم‌گیری را از دو دیدگاه

منابع

1. Azadeh, A., Ghaderi, S.F. and Omrani, H. (2009). "A deterministic approach for performance assessment and optimization of power distribution units in Iran", *Energy Policy*, Vol. 37, No. 1, PP. 274-280.
2. Charnes, A., Cooper, W.W. and Rhodes, E. (1978). "Measuring the efficiency of DMUs", *European Journal of Operational Research*, Vol. 2, No. 6, PP. 429- 444.
3. Khodabakhshi, M. and Aryavash, K. (2012). "Ranking all units in data envelopment analysis", *Applied Mathematics Letters*, Vol.25, No. 12, PP. 2066- 2070.
4. Khodabakhshi, M. and Aryavash, K., (2014). "The fair allocation of common fixed cost or revenue using DEA concept", *Annals of Operations Research*, Vol. 214, No. 1, PP. 187-194.
5. Khodabakhshi, M. and Aryavash, K., (2015). "Aggregating preference rankings using an optimistic-pessimistic approach", *Computers and Industrial Engineering*, Vol. 85, No. 1, PP. 13-16.
6. Beasley, J.E. (2003). "Allocating fixed costs and resources via DEA", *European Journal of Operational Research*, Vol.147, No. 1, PP. 198-216.
7. Cook, W.D. and Kress, M. (1999). "Characterizing an equitable allocation of shared costs: a DEA approach", *European Journal of Operational Research*, Vol.119, No. 4, PP. 652-661.
8. Cook, W.D. and Zhu, J. (2005). "Allocation of shared costs among decision making units: a DEA approach", *Computers and Operations Research*, Vol. 32, No. 8, PP. 2171-2178.
9. Jahanshahloo, G.R., Hossienzadeh Lotfi, F. and Morady, M. (2005). "A DEA approach for fair allocation of common revenue", *Applied Mathematics and Computation*, Vol. 160, No. 3, PP. 719-724.
10. Li, Y., et al., (2009). "Allocating the fixed cost as a complement of other cost inputs: a DEA approach", *European Journal of Operational Research*, Vol.197 No. 1, PP. 389-401.

واژه‌های انگلیسی به ترتیب استفاده در متن

1. Decision Making
2. Decision Making Unit
3. Input
4. Output
5. Efficiency
6. Data Envelopment Analysis
7. Charnes, Cooper and Rhodes
8. Cook and Kress
9. Beasley
10. Li