ارزیابی عملکرد گروه‌های علمی دانشگاه علوم انتظامی امین توسط رویکرد وزن‌های مشترک در تحلیل پوششی داده‌ها و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی فازی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۲/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰٤/۲۰

مقصود امیری[۱]، سعید رمضان زاده[۲]، سید محمد خاتمی فیروزآبادی[۳]، جمشید صدقیانی[۴]

از صفحهٔ ۱۱ تا ۳۶

چکیده

زمینه و هدف: ارزیابی عملکرد واحدهای تصمیم‌گیری بر اساس کارایی آن‌ها، یکی از اقدامات مستمر مدیران سازمان‌ها، جهت ارتقای سازمان است. مراکز آموزشی، از جمله دانشگاه علوم انتظامی امین نیز از این مقوله مستثنا نبوده‌اند. در این مقاله، الگوی ریاضی برای ارزیابی و رتبه‌بندی گروه‌های دانشگاه علوم انتظامی امین بکار گرفته شده است.

روش‌شناسی: در این مقاله، با هدف بهبود نتایج حاصل از حل الگوی تحلیل پوششی داده‌ها، از رویکرد تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و وزن‌های مشترک استفاده و الگویی برای تحلیل پوششی داده‌ها ارائه شده است. ابتدا نسبت هر خروجی به هر ورودی برای تمامی واحدها، با در نظر گرفتن عملگرهای فازی محاسبه شده است. با به‌کارگیری تجزیه به عامل‌های اصلی فازی، وابستگی احتمالی بین متغیرها از بین رفته و مؤلفه‌های اصلی ایجاد شده به عنوان ورودی‌ها یا خروجی‌های الگوی تحلیل پوششی داده‌ها استفاده شده است. در انتها، از برنامه‌ریزی چند هدفه مین-ماکس برای پیدا کردن وزن‌های مشترک استفاده شده است.

یافته‌ها: تحلیل‌های انجام شده، حاکی از آن است که گروه‌های عملیات ترافیک و علوم دریایی به ترتیب در رتبه‌های نخست و انتهایی قرار دارند.

نتیجه‌گیری: الگوی تلفیقی تحلیل پوششی داده‌ها و تجزیه به عامل‌های اصلی فازی، الگوی مناسبی برای ارزیابی عملکرد با متغیرهای وابسته و فازی است که با محاسبه وزن‌های مشترک و با استفاده از تکنیک‌های برنامه‌ریزی چند هدفه، می‌تواند در تعیین کارایی واحدها مورد استفاده قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها

تحلیل پوششی داده‌ها، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی فازی، اعداد فازی ذوزنقه‌ای، وزن‌های مشترک، برنامه‌ریزی چندهدفه.

۱.استاد دانشکده مدیریت و حسابداری دانشگاه علامه طباطبایی(نویسنده مسئول)، mg_amiri@yahoo.com

۲.دانشجوی دکتری، دانشکده مدیریت و حسابداری دانشگاه علامه طباطبایی، مربی دانشگاه علوم انتظامی امین، ramezan.s@gmail.com

۳.دانشیار دانشکده مدیریت و حسابداری دانشگاه علامه طباطبایی

۴.استاد دانشکده مدیریت و حسابداری دانشگاه علامه طباطبایی

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

یکی از وظایف مدیریت دانشگاه علوم انتظامی امین، ارزیابی واحدهای تصمیم‌گیری از جمله گروه‌های علمی است. از آنجا که این دانشگاه در مسیر پیشرفت و ترقی قرار دارد؛ مشخص شدن میزان توانمندی هر واحد و ظرفیت‌هایی که در آن وجود دارد و اینکه آیا گروه‌ها از تمام توانمندی خود در راستای رسیدن به کارایی بالا استفاده می‌کنند یا نه، دارای ضرورت غیرقابل‌انکاری است. در ارزیابی گروه‌ها، شاخص‌هایی کیفی و یا نادقیق نیز مورد نظر تصمیم‌گیران قرار گرفته است که لزوم استفاده از متغیرهای فازی در الگوهای ارزیابی را اجتناب‌ناپذیر می‌گرداند. با توجه به اینکه مقایسه گروه‌ها در دانشگاه علوم انتظامی امین با روش‌هایی سنتی صورت گرفته است؛ لذا عملاً درست بودن رتبه‌بندی آن‌ها در این وضعیت دارای ابهام می‌باشد. این تحقیق بر آن است تا با طراحی الگوی تلفیقی تحلیل پوششی داده‌ها و تجزیه به عامل‌های اصلی فازی؛ اقدام به رتبه‌بندی گروه‌های علمی دانشگاه علوم انتظامی امین کند.

از زمان ارائه روش تحلیل پوششی داده‌ها *(DEA)* توسط چارنز[1] و همکاران (۱۹۷۸)، این روش به عنوان ابزاری مؤثر برای ارزیابی و الگوبرداری بکار گرفته شده است. ضعف این روش در این است که تعداد واحدهای مورد ارزیابی، به تعداد متغیرهای ورودی و خروجی مرتبط است (سینکا[2] و همکاران، ۲۰۰۴)؛ بنابراین لازم است که در چنین حالتی، تعداد متغیرها را برای استفاده در الگوی *DEA* کاهش داد. بدیهی است؛ چنین کاهشی باید به ترتیبی باشد که کمترین تأثیر را بر تمایز واحدهای کارا و ناکارا داشته باشد. همچنین ارزیابی انجام شده توسط *DEA*، در صورت وجود همبستگی بین ورودی‌ها و خروجی‌ها از اعتبار لازم برخوردار نیست. برای رفع چنین مشکلی، آلدر[3] و گلانی[4] (۲۰۰۲) و برخی محققان دیگر به جای خروجی‌ها یا ورودی‌های اصلی که به الگوی *DEA* وارد می‌شوند از روش *PCA* استفاده کرده و مؤلفه‌های اصلی ورودی‌گرا و خروجی گرا را جایگزین متغیرهای اصلی کرده‌اند. از آن زمان تاکنون، در

1. Charns
2. Cinca
3. Alder
4. Gelani

Archive of SID

www.SID.ir

ارزیابی‌های بسیاری از روش‌های تلفیقی *PCA-DEA* استفاده شده است. از طرفی یکی از مهم‌ترین مسائل در *DEA*، تحلیل و رتبه‌بندی واحدهای کارا است. اگرچه اندرسن و پیترسن[1] (۱۹۹۳) روش *AP* را برای این منظور ارائه کردند ولی روش‌های دیگری نیز بر مبنای محدود کردن وزن‌ها بکار گرفته شد که اولین آن‌ها توسط رول[2] و همکارانش (۱۹۹۱) مطرح شد. همچنین کائو و هونگ[3] (۲۰۰۵) و ساعتی[4] (۲۰۰۸) با ارائه الگوهای غیرخطی و چند هدفه به ارائه وزن‌های مشترک پرداختند. اساساً گروهی از محققان معتقدند؛ محاسبه اوزان مختلف برای شاخص‌های یکسان در مجموعه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیری مشابه، منطقی به نظر نمی‌رسد؛ از این رو، در جستجوی الگوهایی برای محاسبه اوزان مشترک شاخص‌های ورودی و خروجی الگو برآمدند. اخیراً دونگ[5] و همکاران (۲۰۱۵)، از روش *PCA* برای از بین بردن وابستگی بین ورودی‌ها و خروجی‌ها در *DEA* استفاده کرده و واحدهای کارای به دست آمده را با روش وزن‌های مشترک رتبه‌بندی کرده‌اند.

در سال‌های اخیر، برای ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم‌گیری- به کمک تکنیک وزن‌های مشترک-الگوهایی با ورودی و خروجی‌های فازی و یا بازه‌ای مورد توجه قرار گرفته است (عمرانی[6]، ۲۰۱۳) و (قریب و جهرمی، ۲۰۱۳). برخی از محققان از روش *PCA* فازی برای تجزیه متغیرها به مؤلفه‌های اصلی استفاده‌کرده‌اند (چن و ژانگ، ۲۰۰۹)؛ ولی از بین بردن وابستگی بین ورودی‌ها و خروجی‌های فازی در *DEA*، تاکنون مورد توجه قرار نگرفته است.

در الگوهایی که محققان درصدد تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بوده‌اند؛ پارامترها، اعدادی قطعی در نظر گرفته شده است؛ در حالی که بیشتر مسائل جهان واقعی، در محیطی غیرقطعی رخ می‌دهد. عدم قطعیت در اطلاعات، می‌تواند ناشی از ذهنیت تصمیم‌گیرنده و ابهام در اندازه‌گیری باشد که این‌گونه از عدم قطعیت با مجموعه‌ها و

1.Anderson & Peterson
2.Roll
3.Kao & Hung
4.Saati
5.Dong
6.Omrani

Archive of SID

www.SID.ir

اعداد فازی الگوسازی می‌شوند. پس از اینکه سنها[1] (۱۹۹۳) با پی بردن به اهمیت موضوع، اقدام به معرفی و حل یکی از الگوهای *DEA* فازی کرد؛ پژوهش‌های بسیاری در خصوص حل انواع الگوهای *DEA* انجام یافته است. ولی کماکان مشکل استقلال ورودی‌ها و خروجی‌های فازی الگوی *DEA* باقیمانده است و این مسئله اعتبار رتبه‌بندی انجام شده برای واحدهای تصمیم‌گیری توسط این الگو را به چالش می‌کشد. این موضوع، علت اصلی پیشنهاد الگوی تلفیقی *PCA-DEA* فازی در این طرح نامه است. از سوی دیگر، همان‌گونه که در پاراگراف قبل گفته شد؛ رتبه‌بندی واحدهای کارا در الگوی پیشنهادی نیز بسیار اهمیت دارد؛ به همین دلیل، روش وزن‌های مشترک برای رتبه‌بندی واحدها استفاده شد.

مبانی نظری: یکی از تکنیک‌های ناپارامتریک ارزیابی عملکرد، تحلیل پوششی داده‌ها است که به طور گسترده در تحقیقات گوناگون از جمله ارزیابی کارایی مراکز آموزشی و ... مورد استفاده قرار گرفته است. هدف این تکنیک، دستیابی به کارایی نسبی واحدهای تصمیم‌گیری مشابه که دارای چندین ورودی (نهاده) و چندین خروجی (ستاده) مشابه هستند، است. چارنز[2]، کوپر[3] و رودز[4] الگویی را ارائه کردند که توانایی اندازه‌گیری کارایی با چندین ورودی و خروجی را داشت. این الگو با نام اختصاری *CCR* معروف شد (مهرگان، ۱۳۸۳).

در صورتی که هدف بررسی کارایی n واحد هر کدام با m ورودی و S خروجی باشد، الگوی *CCR* به صورت زیر خواهد بود:

$$Max \quad E_{\circ} = \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{r\circ}}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{i\circ}}$$

1.Senha
2. Charnes
3.Cooper
4. Rhodes

Archive of SID

www.SID.ir

$$s.t: \quad \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij}} \le 1, \qquad j = 1,2,...,n$$
$$v_i \ge \varepsilon, \qquad i = 1,2,...,m$$
$$u_r \ge \varepsilon, \qquad r = 1,2,...,s$$

که در آن E_0 کارایی واحد، x_{ij} میزان ورودی i اُم برای واحد jاُم، y_{rj} میزان خروجی r اُم برای واحد jاُم، u_r وزن داده شده به خروجی r اُم، v_i وزن داده شده به ورودی i اُم و ε یک مقدار مثبت بسیار کوچک است.

وزن‌های مشترک: واحدهای کارا با استفاده از الگوهای کلاسیک تحلیل پوششی داده‌ها، قابل رتبه‌بندی نیستند. اندرسون و پیترسون[1] (۱۹۹۳)، روش AP و برخی دیگر از محققان، روش‌های دیگری را برای رتبه‌بندی واحدهای کارا پیشنهاد کردند. کوک[2] و همکارانش (۱۹۹۰)، روش CSW را برای یافتن وزن‌های مشترک برای تمامی ورودی‌ها و خروجی‌ها پیشنهاد دادند که این روش، توسط رل[3] و همکارانش (۱۹۹۱) تکمیل شد. ماکویی[4] (۲۰۰۸) و صدقیانی و همکاران (۱۳۸۸) برای پیدا کردن وزن‌های مشترک، الگوی برنامه‌ریزی آرمانی را بکار برده‌اند. الگوی آن‌ها، به دنبال حداقل ساختن انحراف اوزان مشترک از مقادیر محاسبه شده توسط الگوی اولیه تحلیل پوششی داده‌ها است.

پیشینه تحقیق: بسیاری از محققان، از این روش در ارزیابی مراکز آموزشی و پژوهشی استفاده کرده‌اند. جدول زیر پژوهش‌هایی در این زمینه را به طور مختصر ارائه کرده است.

1.Anderson & Peterson
2.Cook
3.Roll
4.Makui

Archive of SID

www.SID.ir

برخی از تحقیقات کاربردی انجام شده با استفاده از DEA

محقق/محققان	موضوع	رویکرد حل مسئله	ورودی‌ها	خروجی‌ها
(سلطانی و همکاران، ۱۳۹۲)	رتبه‌بندی بندی دانشکده‌های علوم انسانی دانشگاه تهران توسط DEA	FIEP/AHP	۱-ارزش کادر اداری، اعضای هیئت‌علمی و رتبه علمی آنان ۲-بودجه	۱-ارزش فارغ‌التحصیلان مقاطع مختلف با توجه به معدل ۲-ارزش طرح‌های پژوهش، کتب و مقالات
(شرعی، ۱۳۹۰)	ارزیابی عملکرد مراکز دانشگاه پیام نور	CCR	۱-تعداد دانشجویان ۲-ساعات تدریس	۱-تعداد فارغ‌التحصیلان ۲-تعداد کتب و مقالات منتشر شده
(عالم تبریز و همکاران، ۱۳۸۹)	ارزیابی کارایی دانشکده‌های دانشگاه شهید بهشتی با رویکرد تلفیقی تحلیل پوششی داده‌ها و الگوی برنامه‌ریزی آرمانی	FDEA-GP	۱-تعداد دانشجویان موجود ۲-تعداد اعضای هیئت‌علمی ۳-میزان ساعات تدریس ۴-تعداد کتب کتابخانه ۵-تعداد کارمندان	۱-تعداد فارغ‌التحصیلان ۲-تعداد کتب منتشر شده ۳-تعداد سمینارها و همایش‌ها ۴-تعداد مقالات منتشر شده
(اسدی و اصلانی، ۱۳۸۸)	ارزیابی کارایی پژوهشی گروه‌های آموزشی	CCR	۱- ترکیب و تعداد اعضای هیئت‌علمی	۱-تعداد کتب تألیفی ۲-تعداد مقالات ISI و علمی-پژوهش ۳-تعداد مقالات علمی-ترویجی، تخصصی و کنفرانسی ۴-تعداد طرح‌های تحقیقاتی
(هاشمی و همکاران ۱۳۸۸)	ارزیابی عملکرد گروه‌های آموزشی	CCR-BCC	۱-تعداد استادان ۲-ساعت کار استادان ۳-تعداد دانشجویان ۴-کیفیت دانشجویان ۵-امکانات گروه	۱-تعداد فارغ‌التحصیلان ۲-تعداد دانشجویان مشروطی و اخراجی ۳-تعداد کتاب و مقالات ۴-میزان رضایت دانشجویان.
(خدایاری و همکاران، ۱۳۸۸)	تعیین بهره‌وری و رتبه‌بندی دانشکده و گروه‌های آموزشی تربیت‌بدنی و علوم ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی	BCC	۱-بودجه ۲-هیئت‌علمی ۳- کارکنان	۱-آموزش ۲-پژوهش ۳- خدمات تخصصی
(حیدری نژاد و همکاران، ۱۳۸۷)	ارزیابی کارایی دانشکده‌های علوم انسانی دانشگاه شهید چمران اهواز با استفاده از DEA	CCR-BCC	۱-ارزش اعضای هیئت‌علمی و کارکنان ۲-بودجه	۱-ارزش فارغ‌التحصیلان ۲-ارزش فعالیت‌های پژوهش ۳-ارزش خدمات تخصصی
(محبی و همکاران، ۱۳۸۷)	کارایی پژوهشی اندازه‌گیری دانشکده‌های دانشگاه علوم انتظامی امین در سال ۱۳۸۷	DEA	۱-بودجه پژوهشی ۲-تعداد کارکنان پژوهش ۳-تعداد دانشجوی کارشناسی ارشد ۴-تعداد استاد	۱-تعداد پایان‌نامه‌ها ۲-تعداد همایش‌ها ۳-تعداد سخنرانی و میزگردها ۴-تعداد کارگاه‌ها ۵-تعداد طرح‌ها ۶-تعداد مقالات ترویجی، تخصصی و همایش‌ها ۷-تعداد مقالات ISI و پژوهشی ۸-تعداد اختراعات و اکتشافات ۹-تعداد کتب ترجمه شده ۱۰-تعداد کتب تألیف شده
(قادیکلائی و میزانی، ۱۳۸۷)	طراحی نه طرح برای ارزیابی عملکرد گروه آموزشی مدیریت در دانشگاه‌های دولتی کشور	BCC	۱-تعداد دانشجویان ورودی در سه مقطع ۲-هیئت‌علمی تمام وقت	۱-کمّیت آموزشی ۲-کیفیت آموزشی ۳-فعالیت پژوهشی ۴-خدمات علمی

Archive of SID

www.SID.ir

تجزیه به عامل‌های اصلی: این روش (*PCA*)، در تحلیل جامعه‌های چند متغیره به منظور کاهش تعداد متغیرها به تعداد کمتری شاخص، در جهت خلاصه کردن و منسجم کردن اطلاعات و تعبیر و تفسیر آن‌ها بکار می‌رود. هدف دیگر این روش، رسیدن به شاخص‌هایی مستقل است. این روش برای اولین بار توسط پیرسن در سال ۱۹۰۱ پیشنهاد شد و در سال ۱۹۳۳ توسط هاتلینگ بسط داده شد. با وجود اینکه الگوریتم *PCA*، مختص داده‌های معمولی طراحی شده است ولی در این زمینه تحقیقاتی نیز وقتی داده‌ها نادقیق باشند صورت گرفته است. کازس[1] و همکاران (۱۹۹۷)، دو الگوی *C-PCA* و *V-PCA* را برای *PCA* با داده‌های بازه‌ای ارائه کردند. آن‌ها همچنین در سال ۲۰۰۰ الگوی *SPCA* را برای داده‌های رتبه‌ای توسعه دادند. دارسو و جیوردانیا[2] (۲۰۰۴)، با رویکرد حداقل مربعات، *PCA* را برای داده‌های بازه‌ای بکار بردند. همچنین جیوردانیا (۲۰۰۶)، سه روش برای *PCA* فازی مطرح و آن‌ها را مقایسه کرد.

عدد فازی: اساس منطق فازی را متغیرهای زبانی تشکیل می‌دهد. متغیرهایی که مقادیر آن‌ها را به جای اعداد، کلمات تشکیل می‌دهند. با توجه به روش پیشنهادی- برای الگوسازی مقادیر- از اعداد فازی ذوزنقه‌ای استفاده شده است. یک عدد فازی ذوزنقه‌ای با چهارتایی $\widetilde{a} = (a^{\underline{m}}, a^{\overline{m}}, a^{l}, a^{u})$ نمایش داده می‌شود. فرض کنید $\widetilde{a} = (a^{\underline{m}}, a^{\overline{m}}, a^{l}, a^{u})$ و $\widetilde{b} = (b^{\underline{m}}, b^{\overline{m}}, b^{l}, b^{u})$ دو عدد فازی ذوزنقه‌ای و w عددی حقیقی باشد؛ در این صورت جمع، ضرب و تقسیم دو عدد فازی ذوزنقه‌ای و ضرب یک عدد حقیقی در عدد فازی ذوزنقه‌ای به صورت زیر تعریف می‌شود (زیمرمن[3]، ۱۹۹۶):

$$\widetilde{a} + \widetilde{b} = (a^{\underline{m}} + b^{\underline{m}}, a^{\overline{m}} + b^{\overline{m}}, a^{l} + b^{l}, a^{u} + b^{u}) \quad (۱)$$

$$\widetilde{a} \times \widetilde{b} = (a^{\underline{m}} b^{\underline{m}}, a^{\overline{m}} b^{\overline{m}}, a^{l} b^{l}, a^{u} b^{u}) \quad (۲)$$

$$\frac{\widetilde{a}}{\widetilde{b}} \approx \left(\frac{a^{\underline{m}}}{b^{\overline{m}}}, \frac{a^{\overline{m}}}{b^{\underline{m}}}, \frac{a^{l}}{b^{u}}, \frac{a^{u}}{b^{l}}\right), \quad a^{i} \geq 0; b^{i} > 0, i = \underline{m}, \overline{m}, l, u \quad (۳)$$

1.Cazes
2.Durso&Giordania
3.Zimmerman

Archive of SID

www.SID.ir

$$w\tilde{a} = \begin{cases} (wa^{\underline{m}}, wa^{\overline{m}}, wa^{l}, wa^{u}) & w \geq 0 \\ (wa^{\overline{m}}, wa^{\underline{m}}, wa^{u}, wa^{l}) & w < 0 \end{cases} \qquad (۴)$$

در بسیاری از کاربردهای عملی، نهایتاً ناچار به تبدیل عدد فازی به مقداری غیرفازی و قطعی هستیم. پیشنهادهای زیادی بدین منظور ارائه شده است. از جمله این روش‌ها، استفاده از رابطه (۵) برای عدد فازی ذوزنقه‌ای $\tilde{a} = (a^{\underline{m}}, a^{\overline{m}}, a^{l}, a^{u})$ تحت عنوان «مرکز ثقل»[1] عدد فازی است که در این مقاله از آن استفاده شده است (زیمرمن، ۱۹۹۶).

$$\overline{\tilde{a}} = \frac{\int_{a^l}^{a^u} x\tilde{a}(x)dx}{\int_{a^l}^{a^u} \tilde{a}(x)dx}$$

البته با اندک محاسبه‌ای، می‌توان به رابطه زیر در خصوص مرکز ثقل عدد فازی ذوزنقه‌ای دست یافت:

$$\overline{\tilde{a}} = \frac{(a^{\underline{m}})^2 - (a^{\overline{m}})^2 + (a^{l})^2 - (a^{u})^2 + a^{\underline{m}}a^{l} - a^{\overline{m}}a^{u}}{3(a^{\underline{m}} - a^{\overline{m}} + a^{l} - a^{u})} \qquad (۵)$$

پهنای عدد فازی $\tilde{a}$ عبارت است از تفاضل کران بالا از کران پایین (زیمرمن، ۱۹۹۶) یعنی:

$$l = a^{u} - a^{l} \qquad (۶)$$

روش‌شناسی تحقیق

این تحقیق از حیث هدف، از نوع تحقیقات توسعه ای-کاربردی است که به دنبال توسعه یک الگوی ارزیابی عملکرد بهبودیافته با برخورداری از مزایای روش‌های ناپارامتریک و داده‌های فازی، با تکیه بر کاربرد آن در یک مرکز آموزشی است. همچنین با توجه به اینکه در این تحقیق، وضع موجود بررسی می‌شود و محقق به توصیف منظم و نظام‌دار وضعیت فعلی موضوع می‌پردازد و ویژگی‌ها و صفات آن را مطالعه و اقدام به مقایسه واحدهای تصمیم‌گیری می‌کند؛ تحقیق حاضر از لحاظ

1.Centroid

Archive of SID

www.SID.ir

ماهیت و روش، توصیفی-مقایسه ای است. در این پژوهش، دو جامعه آماری متناسب با هدف انجام تحقیق وجود دارد. جامعه اول، عبارت است از کلیه ۳۲ گروه علمی دانشگاه علوم انتظامی امین که در راستای هدف تحقیق ارزیابی شده‌اند و جامعه دوم که برای تعیین شاخص‌های ارزیابی گروه‌ها، از رؤسای دانشکده‌های دانشگاه علوم انتظامی امین تشکیل شده‌است.

متغیرهای تحقیق: برای تعیین متغیرهای ورودی و خروجی، متغیرهای مورد استفاده در اغلب تحقیقات پیشین در مورد کاربرد *DEA* برای ارزیابی گروه‌ها و دانشکده‌ها، گردآوری شد. در هر یک از تحقیقات صورت گرفته، تنها چند ورودی و خروجی انگشت‌شمار بکار رفته است. علت این امر، رعایت اصل بزرگ‌تر یا مساوی بودن تعداد واحدهای تصمیم‌گیری از سه یا دو برابر مجموع تعداد ورودی‌ها و خروجی‌ها است (مؤمنی، ۱۳۹۲)؛ بنابراین تصمیم بر اخذ نظر خبرگان دانشگاه شامل رؤسای گروه‌ها و دانشکده‌های دانشگاه علوم انتظامی امین گرفته شد.

در ارزیابی گروه‌های علمی دانشگاه علوم انتظامی امین، توجه به مطالعات صورت گرفته در پیشینه تحقیق و با نظرسنجی از خبرگان دانشگاه، شامل رؤسای و معاونان آموزش و پژوهش دانشکده‌ها، متغیرهای ورودی و خروجی در ارزیابی گروه‌ها طبق جدول (۱) ارائه شده است.

جدول ۱: متغیرهای ورودی و خروجی ارزیابی گروه‌ها

ورودی‌ها	منبع	خروجی‌ها	منبع
ترکیب و تعداد اساتید	(اسدی و اصلانی، ۱۳۸۸)، (هاشمی و همکاران ۱۳۸۸)، (خدایاری و همکاران، ۱۳۸۸)، (قادیکلائی و میزانی، ۱۳۸۷)، (آذر و ترکاشوند، ۱۳۸۵)	فعالیت‌های پژوهشی و علمی-اجرایی	(اسدی و اصلانی، ۱۳۸۸)، (هاشمی و همکاران ۱۳۸۸)، (خدایاری و همکاران، ۱۳۸۸)، (قادیکلائی و میزانی، ۱۳۸۷)
ترکیب و تعداد دانشجویان	(هاشمی و همکاران ۱۳۸۸)، (قادیکلائی و میزانی، ۱۳۸۷)	فوق‌برنامه ترکیب و تعداد دانشجویان فارغ‌التحصیل	(هاشمی و همکاران ۱۳۸۸)
ساعت کار اساتید	(هاشمی و همکاران ۱۳۸۸)		
امکانات گروه	(هاشمی و همکاران ۱۳۸۸)		

Archive of SID

www.SID.ir

ورودی‌ها:

• ترکیب و تعداد اساتید: عبارت است از تعداد استادان عضو هر گروه در مرتبه‌های مختلف. وزن هر استاد بر اساس مرتبه طبق (آذر، ۱۳۸۵) در نظر گرفته شده است.

جدول ۲: اوزان مرتبه اساتید

مرتبه	وزن	وزن نرمال
مربی	۵	۰.۱
استادیار	۱۰	۰.۲
دانشیار	۱۵	۰.۳
استاد	۲۰	۰.۴

• ترکیب و تعداد دانشجویان: تعداد دانشجویان هر دانشکده در هر مقطع که با اختصاص وزن‌های جدول ۳ معین می‌شود. این وزن‌ها با استفاده از تکنیک فرایند تحلیل سلسله مراتبی (*AHP*) به کمک نرم‌افزار Expert Choice محاسبه شده است.

جدول ۳: اوزان مقاطع

مقطع تحصیلی	وزن
کاردانی	۰.۰۴۵
کارشناسی	۰.۱۰۹
کارشناسی ناپیوسته	۰.۰۴۹
کارشناسی ارشد	۰.۲۳۲
دکتری	۰.۵۶۵

• ساعت کار استادان: شامل ساعاتی که اساتید عضو هیئت‌علمی به تدریس، مشاوره دانشجویی و شرکت در جلسات و اساتید مدعو به تدریس می‌پردازند. با توجه به مقطعی و نامنظم بودن جلسات و مشاوره و امکان تعطیلی رده‌ها در برخی مراسم‌ها و مأموریت‌ها؛ ترجیح داده شد که این متغیر، به صورت عدد فازی ذوزنقه‌ای ارائه شود.

• امکانات گروه: شامل فضای اداری، منشی و تجهیزات اداری نظیر ویدئو پروژکتور، پرینتر و دستگاه کپی که با اختصاص وزنی برای هر یک توسط *AHP* و طبق جدول ۴، گروه‌ها نمره‌دهی شده‌اند.

جدول ۴: اوزان امکانات

مرتبه	حداکثر امتیاز
منشی	۰.۳۹۷
فضای اداری (مترمربع)	۰.۳۸۴
ویدئو پروژکتور	۰.۱۲۰
پرینتر	۰.۰۶۷
دستگاه کپی	۰.۰۳۲

Archive of SID

www.SID.ir

خروجی‌ها:

ترکیب و تعداد دانشجویان فارغ‌التحصیل: شامل تعداد دانشجویان فارغ‌التحصیل مقاطع مختلف تحصیلی در دو سال تحصیلی ۹۳-۹۲ و ۹۴-۹۳ با همان اوزان جدول ۲.

• فعالیت‌های پژوهشی و علمی- اجرایی: شامل تعداد کتب، مقالات *ISI*، علمی- پژوهشی، علمی- ترویجی و کنفرانسی که توسط استادان هر دانشکده چاپ شده است و طرح‌های پژوهشی با احتساب وزن مربوطه. برای محاسبه امتیاز هر گروه، از شاخص‌های تعریف شده در وزارت استفاده شده است که در جدول ۵ ارائه شده است. این امتیازات توسط کمیته‌ای از معاونت پژوهش دانشگاه علوم انتظامی امین، به هریک از اساتید اختصاص یافته است. ضمناً فعالیت‌های علمی-اجرایی دانشکده‌ها، در قالب برگزاری همایش‌ها و چاپ نشریه‌های علمی-ترویجی و علمی-پژوهشی ارائه می‌شود که برای این‌گونه از فعالیت‌ها نیز از امتیازات در نظر گرفته توسط دفتر هیئت‌علمی دانشگاه استفاده شده است.

جدول ۵: امتیازات پژوهشی و علمی–اجرایی

مرتبه	حداکثر امتیاز
تألیف کتاب	۱۵
ترجمه کتاب	۵
مقاله *ISI* یا علمی-پژوهشی	۷
مقاله علمی-ترویجی	۳
مقاله کنفرانسی	۲
طرح پژوهشی	۴
برگزاری همایش	۱۰
چاپ نشریه علمی-ترویجی	۳ (به ازای هر شماره)
چاپ نشریه علمی-پژوهشی	۷ (به ازای هر شماره)

• فعالیت‌های فوق‌برنامه: شامل بازدید دانشجویان، بازدید اساتید، برگزاری کارگاه برای اساتید و دانشجویان، سخنرانی، اتاق فکر و میزگرد علمی که وزن آن‌ها توسط *AHP* در جدول ۶ محاسبه شده است.

جدول ۶: امتیازات فوق‌برنامه

مرتبه	حداکثر امتیاز
کارگاه	۰.۶۵۹
میزگرد علمی	۰.۱۳۵
اتاق فکر	۰.۱۰۹
بازدید علمی	۰.۰۵۴
سخنرانی	۰.۰۴۴

Archive of SID

www.SID.ir

الگوی تلفیقی *DEA* و *PCA* با داده‌های فازی: شانموگان و جانسون[1] در سال ۲۰۰۷ و لیانگ[2] و همکارانش در سال ۲۰۰۹، روشی برای استفاده از *PCA* در حالت وجود خروجی‌های نامطلوب در *DEA* ارائه داده و آن را برای رتبه‌بندی ۱۷ شهر چین از لحاظ عملکرد زیست محیطی بکار بردند. با رویکردی مشابه، خزایی و ایزدبخش در سال ۱۳۸۸، الگویی برای رتبه‌بندی واحدها با ترکیب *DEA* چندهدفه و *PCA* ارائه کرده و آن را برای رتبه‌بندی عملکرد شعبه‌های یکی از بانک‌های ایران استفاده کرد. در بسیاری از تحقیقات صورت گرفته و در هر دو الگوی اخیر، مؤلفه‌های اصلی انتخاب شده به روش *PCA*، به عنوان ورودی‌های *DEA* استفاده شده‌اند. جهت توسعه الگوهای اشاره شده در فضای فازی، از اعداد فازی ذوزنقه‌ای استفاده شده است. در دنیای واقعی ممکن است شاخص‌هایی که حاوی مقادیری مبهم هستند، برای اندازه‌گیری ورودی‌ها و خروجی‌های یک الگوی *DEA* مورد استفاده قرار گیرند. این مقادیر مبهم را می‌توان توسط اعداد فازی الگوسازی کرد. اعداد فازی ذوزنقه‌ای، یکی از پرکاربردترین اعداد فازی است؛ بنابراین لزوم ارائه الگوی تلفیقی *DEA* و *PCA* با داده‌های فازی مشهود است و بر همین اساس در این مقاله ارائه شده است.

فرض کنید واحد تصمیم‌گیری ام j $(j=1,...,n)$ دارای m ورودی فازی $\widetilde{X}_j=(\widetilde{x}_{1j},\widetilde{x}_{2j}...,\widetilde{x}_{mj})^T$ و s خروجی $\widetilde{Y}_j=(\widetilde{y}_{1j},\widetilde{y}_{2j},...,\widetilde{y}_{sj})^T$ است به‌طوری‌که $\widetilde{x}_{ij}=(x_{ij}^{\underline{m}},x_{ij}^{\overline{m}}x_{ij}^{l},x_{ij}^{u})$ و $\widetilde{y}_{rj}=(y_{rj}^{\underline{m}},y_{rj}^{\overline{m}},y_{rj}^{l},y_{rj}^{u})$ $(i=1,...,m;r=1,...,s)$ متغیرهای فازی ذوزنقه‌ای می‌باشند.

گام اول: محاسبه نسبت خروجی‌ها به ورودی‌ها

با محاسبه نسبت هر یک از خروجی‌های فازی به هر یک از ورودی‌های فازی، ماتریس نسبت $\widetilde{D}=[\widetilde{d}_1,\widetilde{d}_2,...,\widetilde{d}_p]=[\widetilde{d}_t^{\,j}]_{n\times p}$ تشکیل داده می‌شود؛ که در آن $\widetilde{d}_t^{\,j}$ به صورت (۸) تعریف شده است.

$$\widetilde{d}_t^{\,j}=\frac{\widetilde{y}_{rj}}{\widetilde{x}_{ij}}=\frac{(y_{rj}^{\underline{m}},y_{rj}^{\overline{m}},y_{rj}^{l},y_{rj}^{u})}{(x_{ij}^{\underline{m}},x_{ij}^{\overline{m}}x_{ij}^{l},x_{ij}^{u})},\ t=1,...,m\times s=p \qquad (۸)$$

1.Shanmugam & Johnson
2.Liang

www.SID.ir

و با توجه به تعریف (۳) تقسیم اعداد فازی ذوزنقه‌ای، رابطه (۹) حاصل خواهد شد:

$$\widetilde{d}_t^{\,j} \approx \left(\frac{y_{rj}^{\underline{m}}}{x_{ij}^{\overline{m}}}, \frac{y_{rj}^{\overline{m}}}{x_{ij}^{\underline{m}}}, \frac{y_{rj}^{l}}{x_{ij}^{u}}, \frac{y_{rj}^{u}}{x_{ij}^{l}} \right) = (d_t^{j\underline{m}}, d_t^{j\overline{m}}, d_t^{jl}, d_t^{ju}) \qquad (۹)$$

برای درک بهتر، اگر قرار دهیم $\widetilde{d}_t^{\,j} = \widetilde{d}_{ir}^{\,j}$، آنگاه برای $t=1$ متناظر با $i=1$ و $r=1$ و یا $t=2$ متناظر با $i=1$ و $r=2$ و به همین ترتیب تا جایی که $t=1,...,p$ به‌طوری‌که $p = m \times s$. واضح است که مقدار بزرگ‌تر برای هر $\widetilde{d}_t^{\,j}$، عملکرد بهتر واحد j ام را از لحاظ r اُمین خروجی و i اُمین ورودی نشان می‌دهد.

گام دوم: غیرفازی نمودن ماتریس اطلاعات $\widetilde{D}$

این عمل با محاسبه مرکز ثقل و طول مقادیر فازی درایه‌های ماتریس اطلاعات یعنی $\widetilde{d}_t^{\,j}$ با استفاده از روابط (۵) و (۶) انجام می‌شود. حاصل رابطه (۱۰) و (۱۱) خواهد شد.

$$\overline{\widetilde{d}}_t^{\,j} \qquad (۱۰)$$

$$l_t'^{\,j} = d_t^{ju} - d_t^{jl} \qquad (۱۱)$$

با این تبدیلات، برای غیر فازی کردن عدد فازی، صرفاً به مرکز ثقل بسنده نشده است و با لحاظ کردن پهنای عدد فازی نیز سعی شده است که اطلاعات کمتری از دست برود.

مقادیر $\widetilde{d}_t^{\,j}$ با توجه به ماهیت آن، از جنس کارایی هستند و زیاد بودن آن مطلوب است؛ در حالی که $l_t'^{\,j}$ در زوج $(\overline{\widetilde{d}}_t^{\,j}, l_t'^{\,j})$، این‌گونه نیست و پهنای یک عدد فازی هر چه کمتر باشد مطلوب‌تر است؛ بنابراین در این تحقیق توسط تبدیل (۱۲)، ماهیت آن را از کاهشی به افزایشی تغییر می‌دهیم. پس داریم:

$$l_t^{\,j} = \max_{1 \le j \le n} l_t^{\,j} - l_t'^{\,j} \qquad (۱۲)$$

بدین ترتیب ماتریس اطلاعات فازی $\widetilde{D} = [\widetilde{d}_1,...,\widetilde{d}_p]$ که دارای n سطر و p ستون است، با ماتریس $F = [f_1,...,f_{2p}]$ که n سطر و $2p$ ستون است، جایگزین می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

گام سوم: استانداردسازی ماتریس *F*

مشابه گام سوم الگوی غیرفازی، f_t ها با محاسبه میانگین و واریانس نمونه‌ای آن‌ها استاندارد می‌شود. ماتریس حاصله به صورت $\hat{F} = [\hat{f}_1 ,..., \hat{f}_{2p}] = [\hat{f}_t^{\,j}]_{n\times 2p}$ نشان داده می‌شود؛ به‌طوری‌که مؤلفه‌های آن برابر است با:

$$\hat{f}_t^{\,j} = \frac{(f_t^{\,j} - \bar{f}_t^{\,j})}{\sqrt{s_{tt}}} \qquad (۱۳)$$

که در آن

$$\bar{f}_t^{\,i} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} f_t^{\,j} \qquad (۱۴)$$

$$s_{tt} = \frac{1}{n-1}\sum_{j=1}^{n}(f_t^{\,j} - \bar{f}_t)^2, \quad l = 1,2,..., p$$

گام چهارم: محاسبه ماتریس واریانس-کوواریانس *R*

مؤلفه‌های ماتریس $R = [r_{ti}]_{2p\times 2p}$ عبارت‌اند از:

$$r_{ti} = \mathrm{cov}(\hat{f}_t , \hat{f}_i) \qquad (۱۵)$$

گام پنجم: محاسبه مقادیر ویژه ماتریس *R*

با حل معادله $|R - \lambda I_p| = 0$، $2p$ مقدار ویژه مرتب شده $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq ... \geq \lambda_{2p} \geq 0$ ($\sum_{l=1}^{2p}\lambda_l = 2p$) و $2p$ بردار ویژه مربوط به آن‌ها $l_1, l_2,..., l_{2p}$ به دست می‌آید. ضمناً ماتریس بردارهای ویژه را به صورت $L^T = [l_1, l_2,..., l_{2p}]$ نشان می‌دهیم.

گام ششم: تشکیل مؤلفه‌های اصلی

بردارهای ویژه، تشکیل دهنده مؤلفه‌های اصلی PC_k خواهند بود یعنی:

$$PC = [l_1, l_2,..., l_{2p}]\hat{F} = [PC_1,..., PC_{2p}]_{n\times 2p} \qquad (۱۶)$$

$$PC_i = l_i\hat{F} = \sum_{t=1}^{2p} l_t^i \hat{f}_t^{\,j}$$

$2p$ مؤلفه اصلی فوق دوبه‌دو مستقل هستند. واریانس i اُمین مؤلفه اصلی برابر با λ_i.

Archive of SID

www.SID.ir

گام هفتم: انتخاب مؤلفه‌های اصلی

با محاسبه نسبت $\lambda_i / \sum_{l=1}^{2p} \lambda_l = \frac{\lambda_i}{2p}$ سهم مؤلفه اصلی PC_i از واریانس کل معین می‌شود. با تعریف $C_M = \sum_{i=1}^{M} \lambda_i / 2p$، M تای اول مؤلفه‌های اصلی را می‌توان با مثلاً راضی کردن شرط $C_M > 0.8$ انتخاب کرد. چنین انتخابی بدین معنا است که M تای اول مؤلفه‌های اصلی بیانگر هشتاد درصد واریانس کل نمونه هستند.

گام هشتم: به‌کارگیری *DEA*

با وجود افزایشی بودن ماهیت $\hat{f}_t^j$ در ماتریس $\hat{F}$، مشخص نیست که ماهیت مؤلفه‌های اصلی به دست آمده نیز از نوع افزایشی است یا خیر؛ بنابراین ابتدا ضرایب مربوط به $\hat{f}_t^j$ های مؤلفه jام در رابطه (۱۶) یعنی l_t^j $(t = 1,..., p)$ها را جمع می‌کنیم. در صورتی که حاصل مثبت باشد؛ ماهیت مؤلفهٔ متناظر افزایشی و در غیر این صورت کاهشی خواهد بود.

با ضرب مؤلفه‌های اصلی دارای ماهیت کاهشی در ۱-، تمامی مؤلفه‌های اصلی را می‌توان به عنوان خروجی در نظر گرفت. از آنجا که الگوی CCR ورودی‌گرا با ورودی ثابت با الگوی BCC ورودی‌گرا منطبق است، از ورودی مجازی با مقادیر یک برای همه *DMU* های الگوی *CCR* ورودی‌گرا استفاده می‌شود (ناکس و همکاران، ۱۹۹۹). همچنین در الگوهای *DEA*، نیاز است مقادیر متغیرها مثبت باشند؛ در حالی که مقادیر مؤلفه‌های اصلی ممکن است منفی شوند. لذا برای رفع این مشکل از تبدیل زیر استفاده می‌شود:

$$z_{lj} = PC_l^j + Q_l \qquad (۱۷)$$

که در آن: $Q_l = -\underset{1 \le j \le n}{Min}\{PC_l^j\} + 1$

www.SID.ir

گام نهم: تشکیل الگوی CCR ورودی‌گرا

در این گام از الگوی CCR ورودی‌گرای زیر برای محاسبه کارایی DMU_0 استفاده می‌شود:

$$
\begin{aligned}
Max \quad & w_\circ = \sum_{l=1}^{M} p_l z_{l\circ} \\
s.t. \quad & \sum_{l=1}^{M} p_l z_{lj} \le 1, \quad j = 1,...,n \\
& p_l - p_{l+1} \ge \varepsilon_l, \quad l = 1,...,M\text{-}1 \\
& \varepsilon_l = \begin{cases} \circ & \lambda_l = \lambda_{l+1} \\ \varepsilon > \circ & \lambda_l > \lambda_{l+1} \end{cases} \\
& p_l \ge \circ, \ l = 1,2,...,M
\end{aligned}
\qquad (۱۸)
$$

در این الگو p_l وزن منتسب شده به خروجی $z_{lj}, j = 1,...,n$ است و دلیل وجود محدودیت وزنی $p_l - p_{l+1} \ge \varepsilon_l$ این است که سهم l اُمین مؤلفه اصلی از پراکندگی کل بیشتر از سهم $(l+1)$ اُمین مؤلفه اصلی است.

گام دهم: محاسبه وزن‌های مشترک و حل الگو به روش چندهدفه *MinMax*

در اغلب تحقیقات انجام شده، برای رتبه‌بندی واحدهای کارای این گام، از تکنیک اندسون-پیترسون (AP) استفاده می‌کنند. در این تحقیق از تکنیک وزن‌های مشترک بهره جسته‌ایم. برای محاسبه وزن‌های مشترک از روش چندهدفه *MinMax* استفاده شده است. با تعریف مقادیر $k_j = 1 - w_j$ به عنوان سطح ناکارایی واحد jام، هدف ما حداقل کردن حداکثر سطح ناکارایی واحدها خواهد بود. بر این اساس داریم:

$$
\begin{aligned}
& Min \ \underset{1\le j\le n}{Max} \ k_j \\
s.t. \quad & \sum_{l=1}^{M} p_l z_{lj} + k_j = 1, \quad j = 1,...,n \\
& p_l - p_{l+1} \ge \varepsilon_l, \quad l = 1,...,M\text{-}1 \\
& \varepsilon_l = \begin{cases} \circ & \lambda_l = \lambda_{l+1} \\ \varepsilon > \circ & \lambda_l > \lambda_{l+1} \end{cases} \\
& p_l \ge \circ, \ l = 1,2,...,M \\
& k_j \ge \circ, \ j = 1,...,n
\end{aligned}
\qquad (۱۹)
$$

Archive of SID

www.SID.ir

با فرض $Z = \underset{1\le j\le n}{Max}\, k_j$ الگوی (۱۹) به الگوی (۲۰) تبدیل خواهد شد.

$$
\begin{aligned}
&Min\ \ Z \\
&s.t.\quad Z \ge k_j, && j = 1,...,n \\
&\sum_{l=1}^{M} p_l z_{lj} + k_j = 1, && j = 1,...,n \\
&p_l - p_{l+1} \ge \varepsilon_l, && l = 1,...,M\text{-}1 \\
&\varepsilon_l = \begin{cases} \circ & \lambda_l = \lambda_{l+1} \\ \varepsilon > \circ & \lambda_l > \lambda_{l+1} \end{cases} \\
&p_l \ge \circ, && l = 1,2,...,M \\
&k_j \ge \circ, && j = 1,...,n
\end{aligned}
\qquad (۲۰)
$$

یافته‌های تحقیق

اطلاعات گروه‌ها با توجه به متغیرهای تعریف شده، در جدول ۷ ارائه شده است. با توجه به ماهیت مثبت خروجی‌ها، مستقیماً به محاسبه نسبت خروجی‌ها به ورودی‌ها توسط روابط (۸) و (۹) در گام اول پرداخته می‌شود. با توجه به ۴ پارامتری بودن متغیر فازی ساعت کار اساتید، تعداد نسبت‌ها ۲۱ خواهد بود. در جدول ۸ مقادیر ویژه و نسبت مقادیر ویژه نسبی حاصل از اجرای گام‌های ۱ تا ۵ ارائه شده است.

جدول ۷: ماتریس اطلاعات گروه‌ها

	ورودی‌ها							خروجی‌ها		
	ترکیب و تعداد اساتید	تعداد دانشجویان	ساعت کار اساتید (I_3)			اسکانات	بودجه	فعالیت‌های پژوهشی	فارغ‌التحصیلان
	I_1	I_2	$\underline{l}$	$\bar{l}$	L	U	I_4	O_1	O_2	O_3
آماد و پشتیبانی	۰.۷	۸.۵۵۸	۶۵	۷۵	۵۶	۸۴	۱۲.۰۶۹	۱۱۱.۱	۱.۱۲۶	۵.۳۱۶
جغرافیا	۱.۳	۱	۹۵	۱۰۵	۸۰	۱۲۰	۹.۷۳۳	۱۸۵.۱	۱.۲۲۴	۰
حقوق	۵.۴	۱	۴۶۱	۴۷۱	۳۷۲.۸	۵۵۹.۲	۱۱.۶۴	۴۷۱.۹۲	۰.۱۹۷	۰
مبارزه با مواد مخدر	۱.۱	۱۴.۱۸۶	۱۱۳	۱۲۳	۹۴.۴	۱۴۱.۶	۱۵.۹۰۹	۱۲۵.۵	۱.۰۹۹	۱۱.۴۲۹
مدیریت منابع انسانی	۳.۲	۱۶.۴۱۳	۱۹۷	۲۰۷	۱۶۱.۶	۲۴۲.۴	۱۹.۷۸۴	۶۵۴.۷	۱.۴۸۴	۱۱.۰۸
کشف جرائم	۲.۳	۳۹.۲۵۷	۲۴۳	۲۵۳	۱۹۸.۴	۲۹۷.۶	۱۵.۸۷۷	۳۶۰.۳	۰.۱۰۸	۲۲.۱۲۵
انتظامی	۳.۸	۱۰۷.۹۲۲	۳۸۱	۳۹۱	۳۰۸.۸	۴۶۳.۲	۱۸.۵۵۲	۷۰۵.۹	۰.۴۸۵	۴۳.۶۰۲
معارف اسلامی	۳.۶	۸.۲۵۴	۳۰۱	۳۱۱	۲۴۴.۸	۳۶۷.۲	۱۹.۰۴۸	۴۳۰.۷	۰.۵۳۷	۳.۴۸
مالی	۲.۴	۹.۱۵۹	۱۲۹	۱۳۹	۱۰۷.۲	۱۶۰.۸	۱۲.۰۶۹	۱۱۰.۶	۰.۳۱۴	۶.۳۹۱
عملیات ویژه	۰.۶	۵.۸۴۷	۶۷	۷۷	۵۷.۶	۸۶.۴	۱۱.۷۳۹	۴۷.۸	۰.۶۶۴	۵.۲۴۳
امنیت داخلی	۱.۶	۱	۱۰۳	۱۱۳	۸۶.۴	۱۲۹.۶	۱۸.۵۵۲	۷۰.۹	۱.۰۱۹	۰
اطلاعات	۲.۹	۴۲.۲۹	۲۸۷	۲۹۷	۲۳۳.۶	۳۵۰.۴	۱۵.۸۷۷	۳۰۲.۲	۰.۰۹۸	۲۵.۲۱۱

Archive of SID

www.SID.ir

ادامهٔ جدول ۷: ماتریس اطلاعات گروه‌ها

روانشناسی و علوم تربیتی	۱.۶	۳.۰۸۸	۱۱۷	۱۲۷	۹۷.۶	۱۴۶.۴	۱۹.۷۱۷	۳۱۲	۱.۶۷۶	۲.۰۸۸
مهندسی ترافیک	۱.۸	۶۲.۳۸۷	۱۸۳	۱۹۳	۱۵۰.۴	۲۲۵.۶	۱۹.۰۴۸	۱۷۲.۹۵	۳.۷۷۸	۴۵.۴۰۹
نظامی	۱.۲	۱	۱۲۵	۱۳۵	۱۰۴	۱۵۶	۹.۳۳۶	۱۴۱.۵	۰.۲۸۸	۰
حفاظت اطلاعات	۱.۹	۷.۳۸۸	۲۰۹	۲۱۹	۱۷۱.۲	۲۵۶.۸	۱۵.۹۷۶	۳۲۱.۹	۱.۰۲۵	۶.۷۰۸
تربیت‌بدنی	۱.۴	۵.۴۰۸	۱۴۹	۱۵۹	۱۲۳.۲	۱۸۴.۸	۹.۳۳۶	۲۰۹.۵۵	۰.۲۶۷	۰
دفاع مقدس	۰.۸	۱	۴۹	۵۹	۴۳.۲	۶۴.۸	۱۱.۶۴	۱۶	۰.۳۷۶	۰
فرماندهی و مدیریت	۱.۲	۷۸.۰۱۶	۹۷	۱۰۷	۸۱.۶	۱۲۲.۴	۱۹.۰۴۸	۱۴۹	۱.۲۱۳	۳۱.۵۵۲
پزشکی و تشخیص هویت	۲.۱	۱	۱۴۹	۱۵۹	۱۲۳.۲	۱۸۴.۸	۱۵.۴۸	۶۷.۳۵	۰.۸۱۱	۰
جنگ‌افزار شناسی	۰.۶	۱	۶۷	۷۷	۵۷.۶	۸۶.۴	۱۸.۵۵۲	۴۹.۹	۱.۲۸۸	۰
علوم سیاسی	۱.۵	۲.۳۹۲	۱۰۵	۱۱۵	۸۸	۱۳۲	۱۱.۶۴	۱۱۱.۳	۰.۵۳۷	۰
عملیات ترافیک	۰.۲	۱	۵	۱۵	۸	۱۲	۱۸.۵۵۲	۴۷.۲	۱.۲۷۸	۰
علوم اجتماعی	۲.۴	۱	۱۲۹	۱۳۹	۱۰۷.۲	۱۶۰.۸	۱۵.۴۸	۴۱۲.۳	۰.۷۹۴	۰
فاوا	۰.۹	۱۵.۳۲۵	۷۵	۸۵	۶۴	۹۶	۱۱.۶۴	۱۳۸.۶	۰.۴۴۹	۴.۸۱۶
علوم دریایی	۰.۶	۷.۸۶۷	۵۳	۶۳	۴۶.۴	۶۹.۶	۱۱.۶۴	۰	۰.۳۴۲	۵.۸۸۶
مرزبانی	۴	۳۵.۹	۴۰۵	۴۱۵	۳۲۸	۴۹۲	۱۹.۰۴۸	۱۸۹.۱	۰.۴۴	۲۷.۶۷۶
زبان و ادبیات	۱.۷	۱	۱۲۹	۱۳۹	۱۰۷.۲	۱۶۰.۸	۱۸.۵۵۲	۲۱۳.۸	۰.۲۶۲	۰
فتا	۰.۶	۱	۶۷	۷۷	۵۷.۶	۸۶.۴	۱۵.۴۸	۵۷.۳	۱.۸۱۲	۰
پدافند غیرعامل	۰.۷	۱	۶۵	۷۵	۵۶	۸۴	۱۱.۶۴	۳۹	۰.۲۵۱	۰
علوم پایه و مهندسی	۰.۵	۴.۰۵۲	۵۵	۶۵	۴۸	۷۲	۹.۳۳۶	۱۸.۲	۱.۱۹۶	۱.۳۷۲
هنر	۰.۳	۱.۹	۱۷	۲۷	۱۷.۶	۲۶.۴	۱۲.۰۳۷	۱	۰.۳۱۴	۰.۸۱
هوایی	۰.۱	۱.۷۲	۷	۱۷	۹.۶	۱۴.۴	۹.۳۳۶	۲	۰.۰۹۸	۰

جدول ۸: مقادیر ویژه

λ_j	۵.۰۳۰	۴.۲۵۶	۲.۸۰۳	۱.۰۷۲	۰.۷۰۰	۰.۴۱۳	۰.۳۱۱	۰.۲۳۳	۰.۰۹۶	۰.۰۶۴	۰.۰۱۸	۰.۰۰۴	...	...
$\lambda_i / \sum_{l=1}^{p} \lambda_l$	۳۳.۵۳۷	۲۸.۳۷۳	۱۸.۶۱۶	۷.۱۴۶	۴.۶۶۶	۲.۷۵۱	۲.۰۷۴	۱.۵۵۰	۰.۶۴۰	۰.۴۲۸	۰.۱۲۱	۰.۰۲۹	...	...

بر اساس جدول ۱۱، مجموع چهار نسبت نخست برابر با ۸۷.۷۴۲٪ می‌باشد که بیش از ۸۰٪ است و نشان می‌دهد؛ چهار مؤلفه نخست، مؤلفه‌های اصلی خواهند بود. پس از محاسبه بردارهای چهار مؤلفه اصلی، تبدیلات لازم بر اساس رابطه (۱۶) محاسبه و در جدول ۹ ارائه شده است.

Archive

www.SID.ir

جدول ۹: مؤلفه‌های اصلی پس از تغییر متغیر

گروه	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
آماد و پشتیبانی	۹.۶۹۲	۹.۰۹۸	۴.۹۵۵	۲.۹۴۷
جغرافیا	۱۵.۵۵۹	۵.۷۳۵	۶.۳۱۰	۵.۲۹۶
حقوق	۱۲.۳۱۳	۱.۲۳۹	۱۰.۴۰۷	۴.۷۶۹
مبارزه با مواد مخدر	۶.۷۵۱	۸.۰۶۸	۴.۵۳۷	۲.۸۲۴
مدیریت منابع انسانی	۱۱.۳۴۹	۹.۸۴۳	۱۰.۲۸۸	۲.۵۷۱
کشف جرائم	۶.۱۳۳	۷.۴۴۹	۷.۹۳۶	۲.۲۴۷
انتظامی	۵.۴۰۱	۹.۸۶۹	۹.۷۴۸	۲.۸۸۹
معارف اسلامی	۱۰.۲۱۸	۳.۹۸۲	۷.۵۱۵	۲.۳۴۲
مالی	۷.۲۸۶	۳.۹۰۵	۴.۸۶۱	۲.۰۹۱
عملیات ویژه	۶.۸۴۳	۶.۴۸۶	۳.۵۴۰	۲.۴۵۸
امنیت داخلی	۱۲.۵۵۳	۲.۲۲۰	۳.۱۸۰	۳.۸۱۴
اطلاعات	۵.۲۸۷	۶.۴۰۵	۶.۷۴۳	۲.۲۸۳
روانشناسی و علوم تربیتی	۱۳.۷۸۳	۸.۳۲۰	۷.۶۷۱	۳.۲۴۵
مهندسی ترافیک	۱.۸۶۱	۱۵.۶۷۶	۲.۲۵۷	۵.۶۶۶
نظامی	۱۱.۸۳۸	۲.۵۲۲	۶.۷۰۱	۳.۲۰۱
حفاظت اطلاعات	۹.۳۵۸	۶.۷۴۹	۷.۲۹۳	۲.۴۷۷
تربیت‌بدنی	۱۱.۵۳۹	۳.۳۵۵	۷.۶۳۳	۲.۵۴۴
دفاع مقدس	۱۰.۵۵۱	۱.۱۰۸	۲.۸۲۴	۲.۷۷۴
فرماندهی و مدیریت	۱.۰۰۰	۱۴.۴۵۳	۴.۴۵۲	۴.۱۸۲
پزشکی و تشخیص هویت	۱۱.۵۳۰	۱.۴۴۵	۳.۲۵۳	۳.۷۱۰
جنگ‌افزار شناسی	۱۴.۴۰۳	۴.۰۶۴	۲.۲۱۴	۳.۹۷۳
علوم سیاسی	۱۱.۷۱۳	۲.۴۷۲	۵.۰۹۴	۳.۱۸۴
عملیات ترافیک	۲۸.۲۶۵	۱۸.۷۲۸	۲.۴۶۵	۱.۰۰۰
علوم اجتماعی	۱۶.۳۸۱	۵.۵۷۸	۱۰.۹۲۳	۴.۷۳۰
فاوا	۹.۵۰۳	۶.۶۱۲	۶.۵۷۸	۲.۳۶۳
علوم دریایی	۴.۵۹۰	۴.۵۲۷	۲.۱۹۴	۲.۴۹۹
مرزبانی	۴.۹۲۴	۴.۸۸۸	۴.۶۸۷	۲.۳۲۶
زبان و ادبیات	۱۲.۵۸۷	۲.۷۹۴	۷.۵۳۷	۳.۰۹۶
فتا	۱۶.۳۷۵	۵.۷۲۴	۱.۲۶۰	۵.۰۲۴
پدافند غیرعامل	۱۰.۶۴۰	۱.۳۸۲	۴.۰۴۲	۲.۵۹۴
علوم پایه و مهندسی	۱۰.۹۲۴	۵.۳۳۲	۱.۰۰۰	۳.۷۲۵
هنر	۸.۳۰۰	۳.۱۱۲	۱.۸۱۰	۲.۰۷۵
هوایی	۱۰.۲۵۵	۱.۰۰۰	۲.۵۹۶	۲.۱۷۷

www.SID.ir

الگوی (۲۰) در مورد مسئله ارزیابی گروه‌ها به صورت زیر ارائه می‌شود:

$$
\begin{aligned}
&Min \;\; Z \\
&s.t. \quad Z \geq k_j, && j = 1,...,33 \\
&\sum_{l=1}^{4} p_l z_{lj} + k_j = 1, && j = 1,...,33 \\
&p_1 - p_2 \geq \varepsilon \\
&p_2 - p_3 \geq \varepsilon \\
&p_3 - p_4 \geq \varepsilon \\
&p_1, p_2, p_3, p_4, k_j \geq 0, && j = 1,...,33 \\
&\varepsilon = 0.00001
\end{aligned}
\qquad (۲۱)
$$

الگوی (۲۱) در نرم‌افزار *Lingo* برنامه‌نویسی و نتایج در قالب جدول ۱۰ به دست آمد. رتبه‌بندی بر اساس $w_j = 1 - k_j$ صورت می‌گیرد.

جدول ۱۰: رتبه‌بندی گروه‌ها

گروه	k_j	w_j	رتبه	گروه	k_j	w_j	رتبه
آماد و پشتیبانی	۰.۴۷۱	۰.۵۲۹	۹	دفاع مقدس	۰.۶۵۸	۰.۳۴۲	۲۸
جغرافیا	۰.۳۴۸	۰.۶۵۲	۵	فرماندهی و مدیریت	۰.۵۲۳	۰.۴۷۷	۱۷
حقوق	۰.۴۳۱	۰.۵۶۹	۶	پزشکی و تشخیص هویت	۰.۶۰۵	۰.۳۹۵	۲۴
مبارزه با مواد مخدر	۰.۵۶۱	۰.۴۳۹	۲۰	جنگ‌افزار شناسی	۰.۵۱۱	۰.۴۸۹	۱۵
مدیریت منابع انسانی	۰.۳۲۵	۰.۶۷۵	۳	علوم سیاسی	۰.۵۵۵	۰.۴۴۵	۱۹
کشف جرائم	۰.۵۲۹	۰.۴۷۱	۱۸	عملیات ترافیک	۰	۱	۱
انتظامی	۰.۴۴۷	۰.۵۵۳	۸	علوم اجتماعی	۰.۲۵۵	۰.۷۴۵	۲
معارف اسلامی	۰.۵۲۳	۰.۴۷۷	۱۷	فاوا	۰.۵۰۴	۰.۴۹۶	۱۴
مالی	۰.۶۴۱	۰.۳۵۹	۲۷	علوم دریایی	۰.۷۲۶	۰.۲۷۴	۳۲
عملیات ویژه	۰.۶۱۷	۰.۳۸۳	۲۵	مرزبانی	۰.۶۶۷	۰.۳۳۳	۲۹
امنیت داخلی	۰.۵۶۹	۰.۴۳۱	۲۱	زبان و ادبیات	۰.۴۸۵	۰.۵۱۵	۱۰
اطلاعات	۰.۵۹۰	۰.۴۱۰	۲۳	فنا	۰.۴۳۸	۰.۵۶۲	۷
روانشناسی و علوم تربیتی	۰.۳۴۶	۰.۶۵۴	۴	پدافند غیرعامل	۰.۶۳۰	۰.۳۷۰	۲۶
مهندسی ترافیک	۰.۴۹۶	۰.۵۰۴	۱۲	علوم پایه و مهندسی	۰.۵۸۴	۰.۴۱۶	۲۲
نظامی	۰.۵۱۹	۰.۴۸۱	۱۶	هنر	۰.۶۹۷	۰.۳۰۳	۳۱
حفاظت اطلاعات	۰.۴۸۷	۰.۵۱۳	۱۱	هوایی	۰.۶۸۲	۰.۳۱۸	۳۰
تربیت‌بدنی	۰.۵۰۳	۰.۴۹۷	۱۳				

www.SID.ir

نتیجه‌گیری

در این مقاله، الگویی برای ارزیابی عملکرد گروه‌های علمی دانشگاه علوم انتظامی امین، بر اساس الگوی تلفیقی *DEA-PCA* فازی ارائه شد. بر اساس نتایج به دست آمده، گروه عملیات ترافیک در رتبه نخست گروه‌ها قرار گرفت. شاخص‌های در نظر گرفته شده برای ارزیابی، بر اساس پیشینه تحقیقات صورت گرفته در زمینه ارزیابی مراکز آموزشی بوده است و بدون شک می‌تواند با نظر صاحب‌نظران تغییر یابد. در تحقیقات انجام شده روی الگوهای تلفیقی، داده‌ها مقادیر قطعی هستند(شانموگان و جانسون، ۲۰۰۷؛ لیانگ و همکاران، ۲۰۰۹ و خزایی و ایزدبخش، ۱۳۸۸). در برخی دیگر، رتبه‌بندی بر اساس دو روش *DEA* و *PCA* به طور جداگانه انجام و نتایج با همبستگی اسپیرمن مقایسه شده است (آزاده و جبرئیلی، ۲۰۱۳)؛ در حالی که نوآوری این مقاله در استفاده از الگوی تلفیقی با داده‌های فازی و محاسبه اوزان مشترک، به روش چندهدفه *MinMax* بود.

پیشنهادها

- از الگوی ارائه شده، می‌توان در ارزیابی عملکرد واحدهای تصمیم‌گیری در هر سازمانی استفاده کرد. همچنین با توجه به توانایی الگو در ارزیابی واحدهای تصمیم‌گیری در محیط نادقیق، پیشنهاد می‌شود؛ از این الگو در ارزیابی عملکرد سایر واحدهای دانشگاه علوم انتظامی امین اعم از دانشکده‌ها و معاونت‌ها نیز استفاده شود.
- در به دست آوردن وزن‌های مشترک الگوی این تحقیق، پیشنهاد می‌شود؛ استفاده از روش‌های دیگری مانند برنامه‌ریزی آرمانی نیز مورد بررسی قرار گیرد.
- پیشنهاد می‌شود؛ الگوی این تحقیق برای زمانی که داده‌ها اعداد فازی *LR* باشند نیز توسعه داده شود.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

- آذر، عادل و علیرضا ترکاشوند (۱۳۸۵). ارزیابی عملکرد آموزشی و پژوهشی با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها: گروه‌های آموزشی دانشکده علوم انسانی دانشگاه تربیت مدرس. **فصلنامه مدرس علوم انسانی**، دوره ۱۰، شماره ۱.

- اسدی، عباس و محمود اصلانی (۱۳۸۸). ارزیابی کارایی پژوهشی گروه‌های آموزشی با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها (مطالعه موردی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر ری). **فصلنامه رهبری و مدیریت آموزشی**، سال سوم، شماره چهارم.

- خدایاری، عباس؛ امیرتاش، علی‌محمد و امیراحمد مظفری (۱۳۸۸). کاربرد روش تحلیل پوششی داده‌ها برای تعیین بهره‌وری و رتبه‌بندی دانشکده و گروه‌های آموزشی تربیت‌بدنی و علوم ورزشی. **نشریه مدیریت ورزشی**، شماره ۲.

- خزایی، مجتبی و حمیدرضا ایزدبخش (۱۳۸۸). رتبه‌بندی کامل واحدهای تصمیم‌گیری با ترکیب *DEA* چندهدفه و *PCA*. **نشریه مدیریت صنعتی**، دوره ۱، شماره ۲، ص ۷۰-۵۵.

- ساعتی، صابر و علیرضا شایسته (۱۳۹۱). چند روش برای رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیری به کمک مجموعه مشترک وزن‌ها در تحلیل پوششی داده‌ها. **مجله تحقیق در عملیات و کاربردهای آن**، شماره ۱، ص ۱۱۷-۱۰۷.

- قادیکلائی صفایی، عبدالحمید و ندا میزانی (۱۳۸۷). طراحی نه طرح برای ارزیابی عملکرد گروه آموزشی مدیریت در دانشگاه‌های دولتی کشور. **پژوهشنامه‌ی علوم انسانی و اجتماعی مدیریت**، سال هشتم، شماره ۴، پیاپی ۳۱، زمستان ۸۷.

- هاشمی نیما، حسین زاده؛ لطفی، فرهاد و سید اسماعیل نجفی (۱۳۸۸). ارزیابی عملکرد گروه‌های آموزشی با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها. **مجله مدیریت توسعه و تحول**، شماره ۲، ص ۹۱-۸۵.

-Adler, N., Golany, B., 2002. Including principal components weights to improve discrimination in data envelopment analysis. J. Oper. Res. Soc. 53: 985-991.

-Ahn T, Seiford LM. (1993). "Sensitivity of DEA models and variable sets in

Archive of SID

www.SID.ir

a hypothesis test seting: the efficiency of university operations." In: Ijiri Y, editor. Creative and innovative approaches to the science of management. Wesport CT: Quorum Books, p. 191±208.

-Andersen, P., & Petersen, N. C. (1993) "A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis". Management Science, Vol. 39, No. 10, pp. 1261-1294.

-Bessent AM, Bessent EW, Charnes A, Cooper WW, Thorogood NC, (1983). "Evaluation of educational program proposals by means of DEA." Educational and Administrative Quarterly; 19(2): 82±107.

-Breu TM, Raab RL. (1994). "Efficiency and perceived Quality of the nation's top 25 national universities and national liberal arts colleges: an application of data envelopment analysis to higher education."Socio-Economic Planing Sciences; 28(1): 33±45.

-Cazes, P., Chouakria, A., Diday, E., Schektman,Y., (1997). Extension de l'analyse encomposantes principales à des données de type intervalle. Revue de Statistique Appliquée 45, 5–24.

-Chen, N.X., Zhang, Y.J. (2009). "Principal Component Analysis of Triangular Fuzzy Number Data" Fuzzy Information and Engineering vol. 2, 2009, pp. 797–808.

-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.

-Cook,W., Roll,Y., Kazakov,A. (1990) "A DEA model for measuring the relative efficiencies of highway maintenance portals". INFOR 28(2) 113-124.

-Dong, F., Mitchell P.D., Colquhoun, J. (2015), Measuring farm sustainability using data envelope analysis with principal components: The case of Wisconsin cranberry, Journal of Environmental Management, Volume 147(1) Pages 175–183.

-Durso, P., Giordania, P.(2004). A least squares approach to principal component analysis for interval valued data. Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems 70(2), 179–192.

-Gharib, A. H., Jahromi, M. S., (2013).Evaluating efficiency using fuzzy DEA by fuzzy constraints for finding a common set of weights. IJETTCS, Vol. 2, Issue 1, January – February.

-Giordania, P., Kiersb, A. L.,(2006). A comparison of three methods for

Archive of SID

www.SID.ir

principal component analysis of fuzzy interval data. Computational Statistics & Data Analysis 51(1), 379-397.

–Golany B. (1988), An interactive MOLP procedure for the extension of DEA to effectiveness analysis; Journal of the Operational Research Society 39(8); 725-734.

–Jahanshahloo, G. R., Junior, H. V., Lotfi, F. H. and Akbarian, D., (2007). "A new DEA ranking system based on changing the reference set," European Journal of Operational Research, vol. 181, no. 1, pp. 331–337.

–Jenkins, L., Anderson, M., 2003. Multivariate statistical approach to reducing the number of variables in data envelopment analysis. Eur. J. Oper. Res.147:51-61.

–Johnes, J., (2006). Measuring teaching efficiency in higher education: An application of data envelopment analysis to economics graduates from UK Universities 1993. European Journal of Operational Research 174, 443-456.

–Kao, C., Liu, S. T., (2005). Data envelopment analysis with imprecise data: Anapplication of Taiwan machinery firms. International Journal of Uncertainty. Fuzziness and Knowledge-Based Systems 13(2), 225–240.

–Knox lovell, C. A. & Pastor, J. T. (1999) "Radial DEA models without inputs or without outputs", European Journal of Operational Research, vol. 118, No. 1, pp. 45-51.

–Liang, L., Yongjun L., Shibing, L.,(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.

–Liu, F.H.F., Peng, H.H., (2008). Ranking of units on the DEA frontier with common weight, Comput. Oper. Res. 35, 1624–1637.

–Makui, A., A. Alinezhad, R. Kiani Mavi, M. Zohrebandian (2008), A Goal Programming Method for Finding Common Weights in DEA with an Improved Discriminating Power for Efficiency, Journal of Industrial and Systems Engineering, Vol. 1, No. 4, 293-303.

–Mehrabian, S., Alirezaee, M. R., Jahanshahloo, G. R., (1999). A complete efficiency ranking decision making units in data envelopment analysis", Computational optimization and applications, 4, 261-266.

–Omrani, H., (2013). Common weights data envelopment analysis with

Archive of SID

www.SID.ir

uncertain data: A robust ptimization approach, Computers & Industrial Engineering 66, 1163–1170

–Ramezani-Tarkhorani, S., Khodabakhshi, M., Mehrabian, S., Nuri-Bahmani, F., (2014). "On ranking decision making units with common weights in DEA", Applied Mathematical Modelling, Vol. 38(1), 3890–3896.

–Roll Y., Cook W.D., Golany B. (1991), "Controlling factor weights in data envelopment analysis," IIE Transactions, 23(1), 2-9.

–Saati, S., (2008). Determining a common set of weights in DEA by Solving a linear programming", Journal of industial engineering international, 4(6), 51-56.

–Shanmugam, R., & Johnson, C. (2007) "At a crossroad of data envelopment and principal component analyses", Omega, Vol. 35, No. 4, pp. 351–364.

–Thursby G., Kemp S.; " Growth and productive of university intellectual property licensing"; Research policy, No.31,2002.

–Zimmerman, H-J., (1996) Fuzzy set theory and its applications, 3rd ed., Boston, Dordrecht, London: Kluwer Academic Publishers, pp. 11-38.

Archive of SID

www.SID.ir