مجله
پژوهش های مدیریت
شماره ۸۵ - تابستان ۱۳۸۹

بکارگیری الگوریتم تدوین شده با استفاده از تحلیل پوششی داده ها برای رتبه بندی امور پژوهشی دانشکده های دانشگاه آزاد اسلامی

دکتر میربهادرقلی آریانژاد *
دکتر فرهاد حسین زاده لطفی **
پونه حمزه ***

چکیده

روش تجزیه و تحلیل پوشش داده‌ها روش مبتنی بر برنامه‌ریزی جهت برآورد کارایی است. این روش بدون تعیین فرضی از شکل تابع تولید با حل مدلهای ریاضی برای مجموعه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیر با استفاده از اطلاعات مربوط به میزان نهاده‌ها و ستاده‌های واقعی آن واحدها تابع تولید یا تابع هزینه را بصورت یک پوش قطعه‌ای برآورد می‌کند. در تحلیل پوششی داده‌ها واحدهای تصمیم‌گیر صرفاً به دو گروه کارا و ناکارا افراز می‌شوند. در مدل پایه‌ای تجزیه و تحلیل پوششی داده‌ها، براساس نتایج حاصل از مدل، مدلهای تصمیم‌گیرنده ناکارا رتبه‌بندی می‌شوند ولی واحدهای تصمیم‌گیرنده کارا رتبه‌بندی نمی‌گردند. به عبارت دیگر در این حالت کلیه واحدهای تصمیم‌گیر کارا دارای عدد کارایی برابر ۱ شده و لذا امکان اولویت قائل شدن بین این واحدهای تصمیم‌گیر وجود ندارد. براساس الگوریتم استفاده شده در این پژوهش، یک واحد تصمیم‌گیرنده بهینه مجازی تعریف شده و در آخرین مرحله این الگوریتم پس از حل مدل عدد کارایی واحد تصمیم‌گیرنده بهینه مجازی برابر ۱ می‌شود و سپس مقدار تابع هدف سایر واحدهای تصمیم‌گیرنده که نسبت به واحد تصمیم‌گیرنده بهینه مجازی ارزیابی شده‌اند برابر اعدادی کوچکتر از ۱ خواهد بود و به این ترتیب واحدهای تصمیم‌گیرنده کارا نیز رتبه‌بندی می‌گردند.

واژگان کلیدی :

تحلیل پوششی داده‌ها، ارزیابی عملکرد دانشگاه ، رتبه بندی، کارایی، کنترل وزنی

* استاد، عضو هیات علمی نیمه وقت دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران (Mirarya@iust.ac.ir)
تهران- بزرگراه اشرفی اصفهانی- به سمت حصارک- دانشکده مدیریت و اقتصاد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران
** دانشیار، عضو هیات علمی تمام وقت دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران (hosseinzadeh lotfi@srbiau.ac.ir)
تهران- بزرگراه اشرفی اصفهانی- به سمت حصارک- دانشکده مدیریت و اقتصاد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران
*** دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران جنوب (Pouneh_Hamzeh@yahoo.com)
تهران- ونک - ملاصدرا – خیابان شیراز جنوبی - ک. سرو - پ. ۳۴

نویسنده مسئول یا طرف مکاتبه : پونه حمزه

تاریخ دریافت مقاله : ۸۷/۹/۲۸ تاریخ اصلاحات مقاله : ۸۷/۱۰/۲۲ تاریخ پذیرش مقاله : ۸۷/۱۱/۱۴

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

انسان در طول قرون و اعصار همیشه با مشکلی به نام محدودیت و کمیابی مواجه بوده است. لذا کوششهای انسان همواره معطوف به آن بوده که حداکثر نتیجه را با کمترین امکانات و عوامل موجود بدست آورد. این تمایل را می‌توان دستیابی به کارایی بالاتر نامید. اندازه‌گیری کارایی و اطلاع از کم و کیف آن از نیازهای اساسی برای شناخت نقاط ضعف و قوت عملکرد قلمداد می‌شود. فارل نخستین کسی بود که در سال ۱۹۵۷ توسط روشهای غیرپارامتریک به تعیین کارایی پرداخت. وی اندازه‌گیری کارایی را براساس مباحث اقتصاد تولید یک محصول با دو داده (کار و سرمایه) انجام داد مدل توسعه یافته فارل در سال ۱۹۷۸ بصورت روش تحلیل پوشش داده‌ها (DEA) در پایان‌نامه دکتری ادوارد رودس در دانشگاه کارنگی ملن ارائه شد. وی با راهنمای استادان پژوهش علمیاتی (چارنز و کوپر) توسعه و پیشرفت تحصیلی مدارس ملی آمریکا را مورد ارزیابی قرار داد. در زمینه اندازه‌گیری کارایی واحدهای آکادمیک می‌توان از ون دی پن و بیزلی و سیفورد به عنوان پیشروان ارزیابی کارایی دانشگاهها در جهان نام برد. از طرف دیگر با توجه به بکارگیری وسیع روش تجزیه و تحلیل پوشش داده‌ها در سرتاسر دنیا و زمینه‌های متنوع کاربرد آن از یک سو و نقطه ضعف روشهای پایه‌ای تجزیه و تحلیل پوشش داده‌ها در رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیر کارا از سوی دیگر سبب شده است که انجام پژوهش درخصوص رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیر کارا از اهمیت ویژه‌ای برخوردار باشد. شایان ذکر است که روشهای کارایی برتر و از جمله آنها مدل آندرسون ـ پیترسون که به منظور رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیر کارا بکار می‌رود دارای ایراد غیرعملی شدن در پاره‌ای از شرایط می‌باشند.

در این مقاله به عنوان مطالعه موردی بررسی و مقایسه وضعیت عملکرد دانشکده‌های دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات نسبت به یکدیگر آمده است که این امر توسط توسعه مدلهای برنامه‌ریزی ریاضی (تحلیل پوششی داده‌ها) DEA تحقق یافته است. مزیت عمده مدل توسعه داده شده در این مقاله رتبه‌بندی کامل واحدهای مورد ارزیابی می‌باشد. این مدل می‌تواند در ارزیابی عملکرد واحدهای مشابه (مانند دانشگاهها، بانکها، بیمارستانها و...) بطور کارا به کار گرفته شود.

بهره‌وری و کارایی

کارایی، معیار عملکرد یک سیستم سازمانی بوده که بر میزان منابع (ورودی‌ها) استوار گردیده است. به عبارت دیگر، کارایی میزان مصرف منابع برای تولید مقدار معینی محصول است.مفهوم کارایی معمولاً با دو واژه «اثربخشی» و «بهره‌وری» اشتباه می‌شود. اثربخشی میزان هم جهت بودن انجام فعالیت‌های یک سازمان را با اهداف تعیین شده برای آن نشان می‌دهد به عبارت دیگر اثربخشی درجه دستیابی (تکمیل) هدف را بیان می‌دارد، اما بهره‌وری ترکیبی از اثربخشی و کارایی است. زیرا اثربخشی با عملکرد و کارایی با استفاده از منابع در ارتباط است و به عنوان معیاری کلی باید از ترکیب ورودی ها و خروجی حاصل گردد.(مهرگان،۱۳۸۳،۴۴)

کارایی به عنوان یک نسبت عموماً از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$\text{کارایی} = \frac{\text{ستاده}}{\text{نهاده}}$$

DEA بهینه‌سازی را بر روی تک‌تک مشاهدات عملکرد بهینه هر DMU اندازه‌گیری می‌نماید. به عبارت دیگر توجه DEA بر روی بهینه‌سازی تک‌تک مشاهدات است و وضعیت هر یک از n مشاهده را بررسی می‌کند. DEA اندازه کارایی را برای هر یک از DMU های مشاهده شده محاسبه می‌کند که ممکن است بر روی مرز و یا زیر مرز کارایی قرار گیرند.

Archive of SID

www.SID.ir

مقایسه DEA و رگرسیون

چارنز، کوپر و رودس در سال ۱۹۷۸ نظریه فارل را کـه در سـال ۱۹۵۷ دربـاره ارزیـابی کـارایی تکنیکـی واحـدهای تولیدی ارائه نموده بود گسترش دادند. مقاله CCR ایشان به اندازه کارایی یک واحد DMU که همـان نـسبت یـک ستاده به یک نهاده بود حالت عمومیت بخشید و در حالت کسری آن را برای حالت چندین ستاده بـه چنـدین نهـاده بررسی نمود. ارزیـابی کـارایی تکنیکـی بـرای هـر یـک از واحـدهای تـصمیم‌گیـری بـا اسـتفاده از شـکل نـسبت ستاده‌های موزن به نهادهـای مـوزن بـه شـرطی کـه ایـن نسبت برای هیچ یـک از DMUهـا بیـشتر از یـک نـشود انجام می‌گیرد. نکته قابل اهمیت این اسـت کـه بـه دلیـل اینکـه محاسـبات DEA بـر روی مـشاهدات واقعـی هـر DMU بنا شده است، فقط اندازه‌های نسبی کارایی را بـه ما می‌دهد. کارایی نسبی هر DMU نیز در ارتباط با سایر DMU ها و با استفاده از ارزشهای مـشاهده شـده واقعـی برای نهـاده‌هـا و سـتاده‌هـای DMU انـدازه‌گیـری شـده محاسبه می‌گردد. قصد DEA و محاسبات آن ایـن اسـت که کارایی نـسبی هـر DMU را افـزایش داده و حـداکثر نماید، به شرط اینکـه مجمـوع اوزان بدسـت آمـده از ایـن طریق برای این DMU و نیـز سـایر DMU هـا در ایـن محاسبات موجـه باشـد. DEA در ایـن راه سـطح حـدی تجربی شکسته تولید می‌کند، که بهترین حد تولید شده از مشاهدات است و حداکثر ستانده تجربی بدست آمده از هر جمعیت DMU مشاهده شده است.

برای هر DMU غیر کارا نیز «هر کدام کـه در زیـر خـط معادله حدی قرار گرفته باشـند» DEA منـابع و سـطوح عدم کارایی را برای هر یک از ستاده‌ها و نهاده‌ها مـشخص می‌نماید. سطح غیر کارایی یک DMU در مقایسه با یـک DMU مـورد اشـاره و یـا یـک ترکیـب محـدب از سـایر DMU های مورد نظر که در سطح کـارا قـرار دارنـد و بـا استفاده از همان مقدار نهاده، ستاده‌های بیشتری را تولیـد می‌کنند، بدست می‌آیـد. همچنـین ایـن ترکیـب محـدب ممکن است که با مقدار نهـاده کمتـری بـه همـان میـزان ستاده تولید نماید، که در این حالت DMU مـورد اشـاره نسبت بـه ایـن ترکیـب دارای کـارایی کمتـری مـی‌باشـد. (فتحی هفشجانی،۱۳۸۲، ۸۴-۸۳)

مدل CCR

اگر اطلاعات در مورد m عامل تولید و s محصول برای هر کدام از N بنگاه وجود داشته باشـد، فرآینـد محاسـبه بـه صورت زیر خواهد بود:

Max	$U Y_P$		
	$V X_P$		

ST:

$U Y_J$	≤ 1	$j = 1, \ldots, N$
$V X_i$		$u \geq 0 \quad v \geq 0$

U یک بردار، s×1 شـامل وزن‌هـای محـصولات و V یـک بـردار m×1 شـامل وزن‌هـای عوامـل تولیـدمی باشـند. بردارهای $X_i \; Y_J$, به ترتیـب بردارهـای عوامـل تولیـد و محصولات واحد jام می باشد درمدل فـوق، هـدف بدسـت آوردن مقادیر بهینه V و U می‌باشد به گونه‌ای که نـسبت کل مجموع وزنی محصولات به مجموع وزنی عوامل تولیـد (میزان کارایی هر بنگاه) حداکثر گردد، مشروط بـر اینکـه اندازه کارایی هر بنگاه بایستی کوچکتر و یا مـساوی واحـد باشد.

رابطه کسری بالا بیشتر از یک جواب بهینه دارد برای مثال اگر v^* ، u^* مقادیر بهینـه باشـند آنگـاه $a\,v^*$ ، $a\,u^*$ نیز برای مقادیر $a > 0$ بهینه خواهـد بـود. همچنـین ایـن مدل غیر خطی و غیر محدب می‌باشد. ایـن مـشکل بـدین صورت برطرف شد که با قرار دادن مخرج کسر مـساوی ۱ به مدل برنامه‌ریزی خطی تبدیل گردیـد و در ضـمن ایـن محدودیت اخیر ($v'x_i = ۱$) نیز به عنوان قیـد دیگـری بـه مدل اضافه شد. این تبدیل، ابتکار عمل روش CCR بـود. در این روش مسئله بـه صـورت حـداکثر نمـودن مجمـوع وزنهای محصول در شـرایط نرمـالیزه شـدن کـل مجمـوع وزنهای عوامل تولید و حفظ سایر قیود تبدیل می‌شـود بـه مسئله زیر:

Archive of SID

www.SID.ir

$$\text{Max } UY_P$$
$$\text{ST:}$$
$$UY_j - UY_i \le 0 \qquad j = 1, \ldots, n$$
$$VY_P = 1$$
$$u >= \varepsilon$$
$$v >= \varepsilon$$

در این مدل واحد o زمانی کارا خواهد بود که متغیرهای لنگی برابر صفر و ۱ = y باشد. (حسینی ناجی‌زاده،۱۳۸۲،۲۰)

مدل CCR با تمرکز روی ورودی

مدل CCR با تمرکز روی ورودی، مدلی با بازگشت به مقیاس ثابت است که سعی دارد با حفظ سطح خروجی‌ها و کاهش میزان ورودی‌ها، کارایی واحد تصمیم‌گیر را افزایش دهد. مسئله اخیر را می‌توان با استفاده از تکنیک‌های رایج برنامه‌ریزی خطی حل نمود.

مدل CCR با تمرکز روی خروجی

در این مدل هدف افزایش خروجی‌هاست به گونه‌ای که میزان ورودی‌ها ثابت بمانند. مدل برنامه‌ریزی خطی این حالت به شکل زیر خواهد بود:

$$\text{Min } z = \sum_{i=1}^{m} v_i x_i$$
$$\text{ST :}$$
$$\sum_{r=1}^{s} u_r y_r = 1$$
$$\sum_{r=1}^{s} v_i x_{ij} - \sum_{i=1}^{m} \mu_r y_{rj} \le 0 \qquad (j = 1,2,3,\ldots, n)$$
$$u_r \rangle = \varepsilon \qquad r = 1,2,3,\ldots, s$$
$$v_i \rangle = \varepsilon \qquad i = 1, 2, 3, \ldots, m$$

ε یک عدد مثبت بسیار کوچک

در این مدل واحد O زمانی کارا خواهد بود که متغیرهای لنگی برابر صفر و ۱= Z باشد.
(Charnes & et al 1978, 429-441)

رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیرنده

تحلیل پوششی داده‌ها واحدهای تحت بررسی را به دو گروه «واحدهای کارا» و «غیرکارا» تقسیم می‌کند. واحدهای کارا واحدهایی هستند که امتیاز کارایی آنها برابر با «یک» است.

واحدهای غیرکارا با کسب امتیاز کارایی قابل رتبه‌بندی هستند اما واحدهایی که امتیاز کارایی آنها برابر یک می‌باشد با استفاده از مدلهای کلاسیک تحلیل پوششی داده‌ها قابل رتبه‌بندی نیستند.

۱. رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیرنده با اعمال کنترل بر وزنها

تحلیل پوششی داده‌ها روشی است برای تعیین کارایی نسبی واحدهای تصمیم‌گیرنده که در حالت کلی ورودی‌های چندگانه‌ای را برای تولید خروجی‌های چندگانه به کار می‌برند. در این روش، کارایی نسبی یک واحد تصمیم‌گیرنده به عوامل متعددی بستگی دارد، از جمله به وزنهای u و v که به خروجی‌ها و ورودی‌های واحد تصمیم‌گیرنده داده می‌شود. تحلیل پوششی داده‌ها به دنبال وزنهایی است که با این وزنها واحد بیشترین مقدار کارایی را داشته باشد.

در این بحث ابتدا نشان داده می‌شود تحلیل پوششی داده‌ها در انتخاب وزنها برای واحدهای تصمیم‌گیرنده انعطاف زیادی از خود نشان می‌دهد. به خاطر انعطاف‌پذیری تحلیل پوششی داده‌ها در انتخاب وزنها بعضی واحدهای تصمیم‌گیرنده به سطح کارایی مشابهی رسیده و در بین واحدهای کارا نمی‌توان تمایزی قائل شد.

در سال ۱۹۹۱، رول، کوک و گولانی بر لزوم کراندار کردن وزنها در تحلیل پوششی داده‌ها اشاره کرده و روشهای تجربی برای کراندار کردن وزنها ارائه کردند. (فتحی هفشجانی،۱۳۸۲،۱۵۵)

۲. انعطاف‌پذیری وزنها در تحلیل پوششی داده‌ها و محدود کردن آنها

برای ارزیابی واحدهای تصمیم‌گیرنده در جوامعی که دارای بازده به مقیاس متغیر است، معمولاً از مدل استاندارد BCC استفاده می‌شود که به صورت زیر است:

Archive of SID
www.SID.ir

$$\text{Max} \quad z_p = \sum_{r=1}^{s} u_r.y_{rp}$$

$$\text{ST:} \sum_{i=1}^{m} v_i.x_i = 1$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} \le 0 \qquad ;j=1,2,...n$$

$$u_r \ge 0, r=1,2,.....,s$$

$$v_i \ge 0, i=1,2,.....,m$$

همانطوری که در مدل دیده می‌شود وزنهای v_i و u_r فقط به نامنفی بودن محدود است. در این مدل کارایی نسبی واحدهای تصمیم‌گیرنده مورد نظر با تخصیص وزنها به ورودی‌ها و خروجی‌ها محاسبه می‌شود، به طوری که با تخصیص مقادیر مناسب به v_i و u_r بیشینه کارایی بدست آید. از طرف دیگر وزنها طوری محاسبه می‌شوند که کارایی هر واحد تصمیم‌گیرنده فقط زیرمجموعه کوچکی از ورودی‌ها و خروجی‌هایش را در تعیین کارایی دخالت داده و بقیه ورودی‌ها و خروجی‌ها را حذف کند. بنابراین با وجود چنین انعطافی برای تعیین وزنها نمی‌توان اطمینان کرد که مقادیر v_i و u_r مناسب هستند. از طرف دیگر مدل ارزیابی کننده در ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده مقادیر مختلفی از وزنها را برای هر یک از عاملها بدست آورده تا بیشینه کارایی را داشته باشند. برای رفع این مشکل، مجموعه مشترکی از وزنها در بین واحدهای تصمیم‌گیرنده مطرح می‌شود. بنابراین با محدود کردن تعیین محدوده تغییرات وزنها در ارزیابی واحدهای تصمیم‌گیرنده مطمئن می‌شویم که نه تنها هیچ یک از عامل های ورودی و خروجی حذف نمی‌شوند، بلکه هر یک از عاملها به نسبت اهمیتشان در ترکیب شرکت می‌کند. در نتیجه با محدود کردن تغییرات وزنها و به دست آوردن مجموعه مشترک وزنها رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیرنده صورت می‌گیرد. .(فتحی هفشجانی،۱۵۶،۱۳۸۲)

۳. رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیرنده

برای رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیرنده ابتدا باید انعطاف‌پذیری تحلیل پوششی داده‌ها کمتر شده تا مشکلات بیان شده در بخش قبلی پیش نیاید برای این منظور الگوریتمی برای کنترل وزنها ارائه می‌شود پس برای کاملتر شدن رتبه‌بندی مجموعه مشترک وزنها را مطرح نموده و این مجموعه محاسبه می‌شود.

این الگوریتم انعطاف‌پذیری تحلیل پوششی داده‌ها را با اعمال کرانهایی روی وزنهای عوامل ورودی و خروجی کاهش می‌دهد بطوریکه تخصیص مقادیر به وزنهای عوامل ورودی و خروجی یک تصمیم‌گیرنده محدود می‌شود. اعمال کرانها روی وزنها باعث می‌شود که در این حالت عاملهای ورودی و خروجی هر یک از واحدهای تصمیم‌گیرنده وزنی مخصوص بدست می‌آید. در نتیجه هر یک از ورودی‌ها و خروجی‌ها با وزنهای متفاوت در هر یک از واحدهای تصمیم‌گیرنده شرکت می‌کنند.

برای بدست آوردن وزنها به نسبت اهمیت شاخص‌ها می‌توان از پرسشنامه‌ای که توسط خبرگان و صاحب‌نظران در رابطه با شاخص‌ها تکمیل گردیده استفاده نمود.

۴. توضیح نارسایی مدل آندرسون ـ پیترسون

در این پژوهش از الگوریتمی استفاده می‌شود که بتواند واحدهای کارا را رتبه‌بندی کند از جمله در حالتی که مدل آندرسون ـ پیترسون با نارسایی مواجه شده است.

در حالتیکه مقادیر صفر در داده‌های مربوط به ورودی‌های واحدهای تصمیم‌گیر کارا وجود داشته باشد مدل آندرسون ـ پیترسون با تمرکز روی ورودی و با بازگشت به مقیاس ثابت مواجه با حالت نشدنی می‌گردد و نمی‌تواند رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیر کارا را به طور کامل انجام دهد. (حسینی ناجی‌زاده،۴۶،۱۳۸۲)

۵. توضیح نارسایی مدل رتبه‌بندی با استفاده از DEA/AHP

مزیت مدل DEA/AHP این است که مقایسه‌های زوجی AHP توسط مقایسات زوجی مدل ریاضی DEA ایجاد می‌شوند و بنابراین ارزیابی ذهنی صورت نمی‌گیرد. هر دو روش DEA و AHP در عمل بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرند و هر دو دارای محدودیتهایی می‌باشند ولی مدل DEA/AHP مزایای هر دو روش را دارا می‌باشد این مدل مانند AHP از ارزیابی ذهنی استفاده نمی‌کند و همچنین مانند DEA فقط واحدها را به دو دسته تقسیم نمی‌کند بلکه رتبه‌بندی انجام می‌دهد.

Archive of SID

www.SID.ir

محدودیتی که این روش دارد جهت دستیابی به جدال واقعی بهتر است تعداد شاخص‌ها از ۷ عدد تجاوز نکند. در این مدل هرچه تعداد شاخص‌ها کمتر باشد جواب به واقعیت نزدیکتر است و می‌بایستی تا جایی که امکان دارد شاخص‌ها با یکدیگر ترکیب شده شاخص‌های کلی‌تری به کار گرفته شوند. (فتحی،۱۳۸۷،۵۳-۵۲)

۶. الگوریتم پیشنهادی جهت رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیر کارا در روش تجزیه و تحلیل پوشش داده‌ها

به منظور به کارگیری این الگوریتم، مراحل زیر انجام می‌پذیرد: (حسینی ناجی‌زاده،۱۳۸۲،۴۷)

۱ـ ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم‌گیر با استفاده از روش معمول تجزیه و تحلیل پوشش داده‌ها

در این مرحله با استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی، کارایی واحدهای تصمیم‌گیر در مجموعه مورد نظر مورد ارزیابی قرار گرفته و مجموعه به دو دسته واحدهای تصمیم‌گیر کارا و ناکارا افراز می‌گردد.

۲ـ تعریف واحد تصمیم‌گیر بهینه مجازی

در این مرحله با توجه به واحدهای تصمیم‌گیر کارا شناسایی شده در مرحله قبل، اقدام به تعریف واحد تصمیم‌گیر بهینه مجازی می‌نماییم. به این منظور برای هر ورودی تعریف شده در مجموعه واحدهای تصمیم‌گیر مورد بررسی، کمترین مقدار این ورودی با در نظر گرفتن مقادیر این ورودی برای واحدهای تصمیم‌گیر کارای شناسایی شده، انتخاب می‌گردد.

$$X_i = \text{Min}\{x_{ij} : E_{(DMU)j} = 1\}, \qquad i=1,...,m$$

همچنین برای هر خروجی تعریف شده در مجموعه واحدهای تصمیم‌گیر مورد بررسی، بیشترین مقدار این خروجی با در نظر گرفتن مقادیر این خروجی برای واحدهای تصمیم‌گیر کارای شناسایی شده، انتخاب می‌گردد.

$$Y_r = \text{Max}\{y_{rj} : E_{(DMU)j} = 1\}, \qquad r=1,...,s$$

به این ترتیب واحد تصمیم‌گیر بهینه مجازی برای مجموعه متشکل از واحدهای تصمیم‌گیر کارا شناسایی شده در مرحله دوم، تعریف می‌گردد.

۳ـ مقایسه واحدهای تصمیم‌گیرنده کارا و واحد تصمیم‌گیرنده بهینه مجازی با استفاده از تحلیل پوشش داده

در این مرحله واحدهای تصمیم‌گیر کارا (که در مرحله دوم این الگوریتم شناسایی شده‌اند) بهمراه واحد تصمیم‌گیر بهینه مجازی مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. به دیگر سخن در این مرحله، کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده ای که در مرحله دوم این الگوریتم به عنوان واحدهای کارا شناسایی شده‌اند نسبت به کارایی واحد تصمیم‌گیر بهینه مجازی، مورد مقایسه قرار می‌گیرند و نسبت به آن رتبه‌بندی می‌گردند.

در این حالت عدد کارایی واحد تصمیم‌گیرنده بهینه مجازی برابر ۱ شده و فقط برای این واحد تصمیم‌گیرنده کلیه متغیرهای لنگی نیز برابر صفر می‌گردد. بنابراین واحد تصمیم‌گیرنده بهینه مجازی پارتو کاراتلقی می‌گردد و مقدار تابع هدف سایر واحدهای تصمیم‌گیرنده که نسبت به آن ارزیابی شده‌اند، برابر اعدادی کوچکتر از ۱ خواهد بود و به این ترتیب واحدهای تصمیم‌گیرنده کارا نیز رتبه‌بندی می‌گردند. شایان ذکر است در این حالت تنها واحد تصمیم‌گیرنده مجازی، پارتوکارا خواهد بود.وجه تمایز اصلی این الگوریتم با مدل آندرسون ـ پیترسون در این است که این الگوریتم برخلاف آن مدل، براساس منطق مدل‌های کارایی برتر نبوده و لذا واحد تصمیم‌گیر مورد ارزیابی از مجموعه مورد نظر خارج نمی‌گردد.

داده ها

شاخص‌هایی که در ارزیابی عملکرد پژوهشی دانشکده‌های یک دانشگاه مورد ارزیابی قرار گرفته، به قرار زیر می‌باشند، که در روش ارزشیابی مورد بحث در این مقاله به دو امور عمده شاخص‌های ورودی و شاخص‌های خروجی هر دانشکده تقسیم می‌شوند.

شاخص‌های ورودی هر دانشکده

(۱) تعداد هیأت علمی تمام وقت در سال مورد نظر

Archive of SID

www.SID.ir

(۲) تعداد هیأت علمی نیمه وقت در سال مورد نظر
(۳) تعداد هیأت علمی مدعو در سال مورد نظر
(۴) تعداد دانشجویان مقطع دکتری تخصصی در سال مورد نظر
(۵) تعداد دانشجویان مقطع کارشناسی ارشد در سال مورد نظر

شاخص‌های خروجی هر دانشکده

(۱) تعداد دانشجویان مشروطی در مقطع کارشناسی ارشد در سال مورد نظر
(۲) تعداد کتابهای انتشار یافته توسط دانشکده در سال مورد نظر
(۳) تعداد سفرهای علمی (با مقاله) به خارج کشور در سال مورد نظر
(۴) تعداد مجلات تخصصی هر دانشکده در سال مورد نظر
تعداد مقالات چاپ شده در مجلات داخلی و خارجی در سال مورد نظر با توجه به مجله (براساس رتبه مجله اعم از ISI ، علمی - پژوهشی، علمی- ترویجی، علمی - تخصصی و سایر که براساس رتبه مجله براساس بخشنامه سازمان مرکزی به جای تعداد از مبلغ تشویقی تخصیص یافته استفاده گردیده است).

جدول شماره (۱) داده‌های اولیه شاخص‌های ورودی و خروجی دانشکده‌ها

پژوهشی				هیأت علمی			دانشجویان			
مبلغ تشویقی	مجلات	کتاب	سفر	مدعو	نیمه وقت	تمام وقت	کل	دکتری	ارشد	دانشکده‌ها
۳۸۹۰۰۰۰	۱	۱۲	۱۴	۹۱	۲۷	۴۱	۱۵۶۰	۳۳۹	۷۴۹	دانشکده شماره ۱
۸۷۰۰۰۰	۱		۳	۱۷	۱۸	۸	۳۹۲	۱۷۰	۲۲۲	دانشکده شماره ۲
۱۰۱۵۰۰۰	۱		۱۸	۲۴	۳۲	۲۲	۳۴۶	۱۶۶	۰	دانشکده شماره ۳
۲۳۳۳۲۵۰۰	۲	۲	۲۲	۱۳۶	۳۰	۳۳	۱۴۲۲	۴۸۳	۷۰۳	دانشکده شماره ۴
۹۶۸۵۰۰۰	۱	۳	۴۵	۹۰	۳۹	۵۱	۱۳۲۸	۴۱۹	۶۵۵	دانشکده شماره ۵
۶۹۶۵۰۰۰	۱		۴	۶۹	۲۱	۲۴	۱۷۹۱	۰	۰	دانشکده شماره ۶
۵۹۰۰۰۰	۱	۱	۱	۶۱	۲۸	۱۷	۱۰۳۳	۳۹۴	۶۳۹	دانشکده شماره ۷
۵۰۰۰۰۰				۷۴	۱۶	۱۷	۱۳۲۵	۱۳۰	۲۷۳	دانشکده شماره ۸
۱۵۷۵۰۰۰	۲		۵	۱۷	۱۷	۱۱	۴۴۲	۹۱	۳۵۱	دانشکده شماره ۹
۱۴۵۰۰۰۰	۲		۳	۴۸	۱۸	۱۴	۴۶۴	۱۷۷	۲۲۴	دانشکده شماره ۱۰
۸۴۵۰۰۰			۷	۳۲	۱۲	۱۲	۶۷۹	۱۲	۷۲	دانشکده شماره ۱۱
۵۴۳۴۰۰۰		۳	۳۹	۱۷۶	۷۹	۸۷	۲۹۵۷	۲۴۷	۹۵۱	دانشکده شماره ۱۲
۳۹۷۰۰۰۰		۲	۲۹	۱۵	۶	۱۲	۳۶۰	۴۶	۳۹	دانشکده شماره ۱۳

www.SID.ir

تحلیل نتایج

بـه ایـن علـت کـه در برخـی از دانـشکده‌هـا در مقـاطع تحصیلات تکمیلی دانشجویی پذیرفته نمی‌شود و در برخی از دانشکده‌ها فقط در مقاطع کارشناسـی ارشـد و دکتـری تخصصی دارای دانشجو می‌باشـند کـه ایـن امـر در سـایر موارد همچون تعداد اعـضای هیـأت علمـی و غیـره تـأثیر بسزایی دارند و اگر قرار بر این بود که فقط دانـشکده‌هـای همسان با یکـدیگر ارزیـابی مـی‌شـوند بـه ناچـار بایـستی تعدادی از واحدها (DMU ها) حذف مـی‌گردیدنـد بـرای جلوگیری از این امر تعداد دانشجویان و اعضای هیأت علمی معادل‌سـازی گردیـده اسـت تـا ارزیـابی بـین تمـام دانشکده‌ها صورت پذیرد. پس از تعیین شاخص‌ها تـصمیم بـر آن شـد کـه شـاخص‌هـا در دو امـور «آموزشـی» و «پژوهـشی» اختـصاص داده شـده و دانـشکده‌هـا در ایـن زمینه‌ها بطور مجزا مورد ارزیابی قرار گیرند.

همانطور که پیشتر اشـاره گردیـد، بـرای تعیـین وزن هـر شاخص از پرسشنامه استفاده شده است که سنجش اعتبار آن از طریق آلفای کرونباخ بدست آمده که دامنه اعتبار آن Alpha ۰/۷۵۳۵ می‌باشد که بالاتر از مقدار ۰/۷ بوده کـه نشان‌دهنده اعتبار قابل قبول است.

جدول شماره (۲) شاخص‌های ورودی و خروجی مربوط به امور پژوهش و وزن تخصیص یافته

وزن شاخص‌ها	۰/۸۲۴	۰/۶۸۵	۰/۹۱۷	۰/۸۶۸	۰/۹۰۶	۰/۸۵۱
دانشکده‌ها / شاخص های پژوهشی	ورودی‌ها		خروجی‌ها			
	تعداد هیأت علمی	تعداد دانشجویان تحصلات تکمیلی	مبلغ تشویقی پرداخت شده برای چاپ مقالات علمی	تعداد مجلات تخصصی	تعداد کتابهای انتشار یافته	تعداد سفرهای علمی به خارج از کشور
دانشکده شماره ۱	۸۴/۸۳۳	۴۱۵/۵۲۹	۳/۸۹۰/۰۰۰	۱	۱۲	۱۴
دانشکده شماره ۲	۲۲/۶۶۷	۱۷۲/۲۳۵	۸۷۰/۰۰۰	۱	۰	۳
دانشکده شماره ۳	۴۶	۱۱۷/۱۷۶	۱/۰۱۵/۰۰۰	۱	۰	۱۸
دانشکده شماره ۴	۹۳/۳۳۳	۵۰۶/۳۵۳	۲۳/۳۳۲/۵۰۰	۲	۲	۲۲
دانشکده شماره ۵	۱۰۰/۵	۴۴۹/۸۸۲	۹/۶۸۵/۰۰۰	۱	۳	۴۵
دانشکده شماره ۶	۵۷/۵	۰	۶/۹۶۵/۰۰۰	۱	۰	۴
دانشکده شماره ۷	۵۱/۳۳۳	۴۲۸/۴۷۱	۵۹۰/۰۰۰	۱	۱	۱
دانشکده شماره ۸	۴۹/۶۶۷	۱۵۶	۵۰۰/۰۰۰	۰	۰	۰
دانشکده شماره ۹	۲۵/۱۶۷	۱۴۶/۸۲۴	۱/۵۷۵/۰۰۰	۲	۰	۵
دانشکده شماره ۱۰	۳۹	۱۷۷/۶۴۷	۱/۴۵۰/۰۰۰	۲	۰	۳
دانشکده شماره ۱۱	۲۸/۶۶۷	۲۵/۴۱۲	۸۴۵/۰۰۰	۰	۰	۷
دانشکده شماره ۱۲	۱۸۵/۱۶۷	۳۹۸/۱۱۸	۵/۴۳۴/۰۰۰	۰	۳	۳۹
دانشکده شماره ۱۳	۲۰	۴۱/۶۴۷	۳/۹۷۰/۰۰۰	۰	۲	۲۹

www.SID.ir

به منظور قابل مقایسه شدن مقیاسهای مختلف اندازه‌گیری (به ازای شاخصهای گوناگون) باید از بی‌مقیاس کردن[1] استفاده نمود که بدان طریق عناصر شاخص‌های تبدیل شده n_{ij} بدون بعد[2] اندازه‌گیری می‌شوند. طرق مختلف بی‌مقیاس کردن بدین قرار است:

الف) بی‌مقیاس کردن با استفاده از نرم

ب) بی‌مقیاس کردن خطی

ج) بی‌مقیاسی فازی

در اینجا از بی‌مقیاس کردن خطی استفاده می‌کنیم یعنی هر ارزش r_{ij} را به ماکزیمم موجود از ستون j ام (به ازای جنبه مثبت برای کلیه شاخص‌ها) تقسیم می‌کنیم.

$$n_{ij} = \frac{r_{ij}}{r^*_j}$$

که در آن $r^*_j = \max r_{ij}$ واضح است که $0 \le n_{ij} \le 1$ بوده و مزیت این بی‌مقیاسی آن است که خطی بوده و کلیه نتایج تبدیل به یک نسبت خطی می‌شوند. نتیجتاً ترتیب نسبی از نتایج موجود یکسان باقی می‌ماند. (اصغرپور، ۱۳۷۷،۱۹۵-۱۹۴).

در این مرحله جدول شاخص‌های ورودی و خروجی مربوط به قسمت پژوهشی را بی‌مقیاس می‌کنیم.

جدول شماره (۳) بی‌مقیاس‌سازی شاخص‌های ورودی و خروجی مربوط به امور پژوهش

دانشکده ها / شاخص‌های پژوهشی	ورودی‌ها		خروجی‌ها			
	تعداد هیأت علمی	تعداد دانشجویان تحصلات تکمیلی	مبلغ تشویقی پرداخت شده برای چاپ مقالات علمی	تعداد مجلات تخصصی	تعداد کتابهای انتشار یافته	تعداد سفرهای علمی به خارج از کشور
دانشکده شماره ۱	۰/۴۵۸۱	۰/۸۲۰۶	۰/۱۶۶۷	۰/۵	۱	۰/۳۱۱۱
دانشکده شماره ۲	۰/۱۲۲۴	۰/۳۴۰۱	۰/۰۳۷۳	۰/۵	۰	۰/۰۶۶۷
دانشکده شماره ۳	۰/۲۴۸۴	۰/۲۳۱۴	۰/۰۴۳۵	۰/۵	۰	۰/۴
دانشکده شماره ۴	۰/۵۰۴۰	۱	۱	۱	۰/۱۶۶۷	۰/۴۸۸۹
دانشکده شماره ۵	۰/۵۴۲۸	۰/۸۸۸۵	۰/۴۱۵۱	۰/۵	۰/۲۵	۱
دانشکده شماره ۶	۰/۳۱۰۵	۰	۰/۲۹۸۵	۰/۵	۰	۰/۰۸۸۹
دانشکده شماره ۷	۰/۲۷۷۲	۰/۸۴۶۲	۰/۰۲۵۳	۰/۵	۰/۰۸۳۳	۰/۰۲۲۲
دانشکده شماره ۸	۰/۲۶۸۲	۰/۳۰۸۱	۰/۰۲۱۴	۰	۰	۰
دانشکده شماره ۹	۰/۱۳۵۹	۰/۲۹	۰/۰۶۷۵	۱	۰	۰/۱۱۱۱
دانشکده شماره ۱۰	۰/۲۱۰۶	۰/۳۵۰۸	۰/۰۶۲۱	۱	۰	۰/۰۶۶۷
دانشکده شماره ۱۱	۰/۱۵۴۸	۰/۰۵۰۲	۰/۰۳۶۲	۰	۰	۰/۱۵۵۶
دانشکده شماره ۱۲	۱	۰/۷۸۶۲	۰/۲۳۲۹	۰	۰/۲۵	۰/۸۶۶۷
دانشکده شماره ۱۳	۰/۱۰۸۰	۰/۰۸۲۲	۰/۱۷۰۱	۰	۰/۱۶۶۷	۰/۶۴۴۴

1 . Dimensionless

2 . Dimension

www.SID.ir

جدول شماره (۴) نتایج حاصل از ارزیابی کارایی دانشکده‌های واحد علوم و تحقیقات برای امور پژوهش

عدد کارایی	DMU
۰/۹۳۸	دانشکده شماره ۱
۰/۵۷۰	دانشکده شماره ۲
۰/۵۰۸	دانشکده شماره ۳
۱	دانشکده شماره ۴
۰/۵۰۵	دانشکده شماره ۵
۱	دانشکده شماره ۶
۰/۳۳۱	دانشکده شماره ۷
۰/۰۴۷	دانشکده شماره ۸
۱	دانشکده شماره ۹
۰/۷۵۲	دانشکده شماره ۱۰
۰/۲۲۲	دانشکده شماره ۱۱
۰/۱۵۵	دانشکده شماره ۱۲
۱	دانشکده شماره ۱۳

حل مدل های برنامه‌ریزی خطی ارائه شده در جدول نشان می‌دهد که دانشکده‌های شماره ۴، ۶، ۹ و ۱۳ کارا و بقیه دانشکده‌ها ناکارا برای امور پژوهش می‌باشند.

جدول شماره (۵) شاخص‌های ورودی ـ خروجی مربوط به واحدهای کارای امور پژوهش برای رتبه‌بندی با استفاده از الگوریتم تدوین شده

وزن شاخص‌ها	۰/۸۲۴	۰/۶۸۵	۰/۹۱۷	۰/۸۶۸	۰/۹۰۶	۰/۸۵۱
دانشکده‌ها / شاخص‌های پژوهشی	ورودی‌ها		خروجی‌ها			
دانشکده شماره ۱	۰/۵۰۴۰	۱	۱	۱	۰/۱۶۶۷	۰/۴۸۸۹
دانشکده شماره ۲	۰/۳۱۰۵	۰	۰/۲۹۸۵	۰/۵	۰	۰/۰۸۸۹
دانشکده شماره ۳	۰/۱۳۵۹	۰/۲۹	۰/۰۶۷۵	۱	۰	۰/۱۱۱۱
دانشکده شماره ۴	۰/۱۰۸۰	۰/۰۸۲۲	۰/۱۷۰۱	۰	۰/۱۶۶۷	۰/۶۴۴۴
دانشکده بهینه مجازی	۰/۱۰۸۰	۰	۱	۱	۱	۱

حال با استفاده از داده‌های جدول، رتبه‌بندی واحدهای کارا با استفاده از الگوریتم تدوین شده انجام داده می‌شود.

www.SID.ir

جدول شماره (۶) رتبه‌بندی واحدهای کارا برای امور پژوهش

رتبه	عدد کارایی	DMU
۳	۰/۲۱۴	دانشکده شماره ۴
۴	۰/۱۰۴	دانشکده شماره ۶
۱	۰/۲۷۵	دانشکده شماره ۹
۲	۰/۲۴۲	دانشکده شماره ۱۳

جدول شماره (۷) رتبه‌بندی واحدهای ناکارا برای امور پژوهش

رتبه	عدد کارایی	DMU
۱	۰/۹۳۸	دانشکده شماره ۱
۳	۰/۵۷۰	دانشکده شماره ۲
۴	۰/۵۰۸	دانشکده شماره ۳
۵	۰/۵۰۵	دانشکده شماره ۵
۶	۰/۳۳۱	دانشکده شماره ۷
۸	۰/۰۴۷	دانشکده شماره ۸
۲	۰/۷۵۲	دانشکده شماره ۱۰
۹	۰/۲۲۲	دانشکده شماره ۱۱
۷	۰/۱۵۵	دانشکده شماره ۱۲

همانطور که در جداول می بینید امور پژوهش دانشکده شماره ۹ بالاترین رتبه را دارا می‌باشد.

در این جا الگوریتم تدوین شده جهت رتبه‌بندی واحدهای کارا به منظور رتبه‌بندی دانشکده‌های کارا مورد استفاده قرار گرفت.

همانگونه که پیشتر اشاره گردید این الگوریتم می‌تواند حتی در زمانی که مقادیر صفر در ورودیهای بعضی از واحدهای تصمیم‌گیر کارا وجود دارد و مدل برنامه‌ریزی خطی بصورت تمرکز روی ورودی و بازگشت به مقیاس ثابت می‌باشد مورد استفاده قرار گیرد.

بحث و نتیجه‌گیری

در مورد نارسایی و محدودیت مدل DEA/AHP این است که برای دستیابی به نتیجه بهتر، نبایستی تعداد شاخصها از ۷ بیشتر باشد.

الگوریتم مورد استفاده می‌تواند بدون مواجه شدن با مشکل غیرعملی شدن، رتبه‌بندی کامل واحدهای تصمیم‌گیر کارا را انجام دهد و کنترل وزن روی وزنهای ورودی و خروجی که اعمال می‌گردد دارای مزایای زیر می‌باشد:

۱. قرار دادن اهمیت نسبی بین شاخص‌ها توسط مدیر
۲. جلوگیری از بوجود آمدن واریانس زیاد بین یک وزن در جوابهای واحدهای تصمیم‌گیرنده مختلف
۳. جلوگیری از صفر یا خیلی بزرگ شدن یک وزن نسبت به سایر وزنها
۴. برای جلوگیری از افزایش زیاد واحدهای تصمیم‌گیرنده کارا و یا از بین بردن محدودیت زیر:

www.SID.ir

تعداد واحدهای تصمیم‌گیرنده ≤ (مجموع ورودی و خروجی) × ۳

کنترل وزنی که روی وزنهای ورودی و خروجی از طریق پرسشنامه و تبدیل گزینه‌های کیفی به کمی از طریق منطق فازی صورت گرفته است در صورت بالا بودن تعداد شاخص‌ها برای پاسخ دهندگان خبرگان مطلوب نمی‌باشد.

روش های ارزیابی و مقایسه عملکرد قسمتی از برنامه‌ریزی و مدیریت استراتژیک می‌باشد که می‌توان آن را بسط داده و برای دستیابی به اهداف دانشگاه پیاده‌سازی کرد. همچنین می‌توان در بودجه‌بندی به نسبت فعالیت های آموزشی ـ پژوهشی دانشکده‌ها استفاده نمود.

۱ـ نظر به اهمیت شناخت شاخصها، دسته‌بندی آنها، طبقه‌بندی شاخصهای کمی و کیفی و تبدیل شاخصهای کیفی به کمی باید تحقیقات لازم در این زمینه صورت گرفته و سپس شاخصها را با توجه به نظریات تصمیم‌گیرندگان از طریق یک تکنیک مناسب در تصمیم‌گیری گروهی الویت‌بندی و نهایتاً اوزان کمی این شاخصها را تعیین نمود.

۲ـ در زمینه ارزیابی واحدهای دانشگاهی دانشگاه آزاد اسلامی از نقطه نظر کارایی و تعیین ملاکی که بتوان در زمینه‌های آموزشی، پژوهشی، اداری، مالی ... این واحدها را با یکدیگر مقایسه نمود، مطالعات کمی صورت گرفته است.

۳ـ یکی از زمینه‌های تحقیقات آن می‌تواند طراحی نرم‌افزاری باشد که براساس منطق الگوریتم تدوین شده اقدام به ارزیابی و رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیر نماید.

جدول شماره (۸) سنجش اعتبار با استفاده از آلفای کرونباخ

VAR01	VAR02	VAR03	VAR04	VAR05	VAR06	VAR07	VAR08	VAR09	VAR10
7	4	6	5	5	7	5	6	5	6
5	4	3	4	5	6	6	6	5	6
7	4	4	6	7	7	7	7	6	6
4	4	3	5	4	6	7	7	5	5
7	5	6	3	6	7	7	7	7	4
5	4	4	5	4	6	7	7	7	4
7	3	6	4	6	7	7	7	6	5
5	5	2	6	6	7	7	7	6	6
7	4	5	7	7	7	7	7	5	7
7	7	4	7	7	7	7	7	5	7
6	5	5	5	7	7	7	7	7	5
7	4	2	4	6	6	5	6	5	5
6	6	4	3	7	7	5	7	6	3
7	5	3	3	7	7	6	7	3	4
5	4	4	5	7	7	6	7	5	4
6	5	5	4	6	7	7	7	5	5
7	7	5	4	7	7	7	7	6	4
6	5	3	3	7	7	7	7	5	4
7	5	4	4	6	7	7	7	5	5
5	5	3	5	6	6	6	7	4	3
7	5	5	5	7	5	5	6	5	5
6	5	4	5	6	7	5	6	4	4
4	6	4	4	7	6	7	7	4	5
6	4	1	4	7	7	7	7	5	3
5	4	1	1	6	6	5	5	1	1

www.SID.ir

منابع و مآخذ :

۱. آریانژاد، میربهادرقلی و سیدجعفر سجادی، « برنامه‌ریزی خطی »، انتشارات دانشگاه علم و صنعت،۱۳۸۱.

۲. اصغرپور، محمدجواد، « تصمیم‌گیریهای چندمعیاره »، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۷.

۳. بودجازیف، « منطق فازی و کاربردهای آن در مدیریت»، ترجمه سیدمحمد حسینی، انتشارات ایشیق، ۱۳۸۱.

۴. حسینی ناجی‌زاده، رامین محمد، رساله دکتری: «تدوین الگوریتمی جهت رتبه‌بندی واحدهای کارا در روش تجزیه و تحلیل پوشش داده‌ها DEA »، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، ۱۳۸۲.

۵. جهانشاهلو، غلامرضا و فرهاد حسین زاده لطفی،« مقدمه‌ای بر تحلیل پوششی داده‌ها »، دانشگاه آزاد اسلامی،۱۳۸۲.

۶. علیرضایی، محمدرضا و سعید جعفری، « ارزیابی عملکرد دستگاه‌های اجرایی و ارائه الگوهای بهینه عملکرد آنها به کمل تحلیل پوششی داده‌ها »، مؤسسه بین‌المللی تحقیق در عملیات بهین کارا، ۱۳۷۹.

۷. علیرضایی، محمدرضا، «تحلیل پوششی داده‌ها»، کارگاه مؤسسه بین‌المللی تحقیق در عملیات بهین کارا، ۱۳۷۹.

۸. علیرضایی، محمدرضا، رساله دکتری: «ارزیابی کارایی واحدهای دانشگاه آزاد اسلامی با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها توسعه مدل پویا»، دانشگاه آزاد اسلامی، ۱۳۸۲.

۹. فتحی، امیرافشین، رساله کارشناسی ارشد:« بررسی و مقایسه وضعیت عملکرد دانشکده‌های دانشگاه علم و صنعت»، دانشگاه علم و صنعت، ۱۳۷۸.

۱۰. فتحی هفشجانی،کیومرث، رساله دکتری: «ارزیابی کارایی واحدهای دانشگاه آزاد اسلامی بااستفاده از تحیل پوششی داده‌ها توسعه مدل پویا»، مطالعه موردی واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی،۱۳۸۲.

۱۱. قدسی پور، سیدحسن، «فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP» ، انتشارات دانشگاه امیرکبیر، ۱۳۷۹.

۱۲. مهرگان، محمدرضا، «پژوهش عملیاتی: برنامه‌ریزی خطی و کاربردهای آن»، نشر کتاب دانشگاهی، ۱۳۷۸.

۱۳. مهرگان ، محمدرضا، «مدلهای کمی درارزیابی عملکرد سازمانها وتحلیل پوششی داده‌ها »، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، ۱۳۸۳.

14. Alirezaee, M.R., S.Mehrabian, 1376, "Tutarial on Data Envelopment Analysis", Journal of Science, VOL 23, PP 459 – 497.

15. Alirezaee, M.R., Jahan Shahloo, 1993, "Measuring the Efficiency of Academic Units at the Teacher Training University", Institute of Mathematics Teacher Training University, Tehran, Iran.

16. Andersen, P., and N.C. Petersen, 1989. A procedure for Ranking Efficient Units in Date Envelopment Analysis. Department of Management, Working Paper No. 11/1989, Edense University, Denmark.

17. Andersen, P., and N.C. Petersen, 1993. A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis - Management Science, 39, 1261 – 1264.

18. Beasley, J.E, 1990, "Comparing University Department" omega, Vel. 18, No 2.

19. Charnes, A., W.W. Cooper, and E. Rhodes, 1978. Measuring the Efficiency of Decision Making Units. European Journal of Operational Research, 2. 429-441.

20. Charnes, A., W.W. Cooper, and R.M. Thrall, 1986. Classifying and Characterizing Efficiencies and Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. Operations Research Letters, 5. 105 – 110.

21. Charnes, A., S. Haag, P. Jaska and J. Simple, 1992. Sensitivity of Efficiency Classifications in the Additive Model of Data Envelopment Analysis. Int. J. Systems Sci., 23, 789 – 798.

22. Friedman, Lea, Sinuany – Stern, Zilla, 1998. Combining Ranking Scales and Selecting Variables in DEA context: The Case of Industrial Branches. Computers Operations Research, Vol 25, PP. 781 – 791.

23. Jahanshahloo, G.R. and M.R. Alirezaee, 1996, "Tutarial on Data Envelopment analysis", presented at the 28th National Iranian Mathematic.

24. Mehrabian, S., M.R. Alirezaee, and G.R. Jahashahloo, 1999. A Complete Efficiency Ranking of Decision Making Units in Data Envelopment Analysis. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.

Archive of SID

www.SID.ir