



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

دکتر میربهدادرقلی آریانزاد\*  
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 افزایش 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 اشرافی 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 اشرافی 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 علوم و تحقیقات (Pouneh\_Hamzeh@yahoo.com)  
تهران- بزرگراه اشرافی اصفهانی- به سمت حصارک دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

نویسنده مسئول یا طرف مکاتبه : پونه حمزه

## مقدمه

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 ورودی‌ها و خروجی حاصل گردد. (مهرگان، ۱۳۸۳، ۴۴)

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

= کارایی	ستاده
	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.

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 پژوهش‌های علمی (چارلز 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 در خصوص رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیر کارا از اهمیت ویژه‌ای برخوردار باشد. شایان ذکر است که روشهای کارایی برتر و از جمله آنها مدل آندرسون - پیترسون که به منظور رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیر کارا 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

### مقایسه DEA و رگرسیون

چارنز، کوپر و رودس در سال ۱۹۷۸ نظریه فارل را که در سال ۱۹۵۷ درباره ارزیابی کارایی تکنیکی واحدهای تولیدی ارائه نموده بود گسترش دادند. مقاله CCR ایشان به اندازه کارایی یک واحد DMU که همان نسبت یک ستاده به یک نهاده بود حالت عمومیت بخشید و در حالت کسری آن را برای حالت چندین ستاده به چندین نهاده بررسی نمود. ارزیابی کارایی تکنیکی برای هر یک از واحدهای تصمیم گیری با استفاده از شکل نسبت ستاده های موزن به نهادهای موزن به شرطی که این نسبت برای هیچ یک از DMUها بیشتر از یک نشود انجام می گیرد. نکته قابل اهمیت این است که به دلیل اینکه محاسبات DEA بر روی مشاهدات واقعی هر DMU بنا شده است، فقط اندازه های نسبی کارایی را به ما می دهد. کارایی نسبی هر DMU نیز در ارتباط با سایر DMU ها و با استفاده از ارزشهای مشاهده شده واقعی برای نهاده ها و ستاده های DMU اندازه گیری شده محاسبه می گردد. قصد DEA و محاسبات آن این است که کارایی نسبی هر DMU را افزایش داده و حداکثر نماید، به شرط اینکه مجموع اوزان بدست آمده از این طریق برای این DMU و نیز سایر DMU ها در این محاسبات موجه باشد. DEA در این راه سطح حدی تجربی شکسته تولید می کند، 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 که در زیر خط معادله حدی قرار گرفته باشند» DEA منابع و سطوح عدم کارایی را برای هر یک از ستاده ها و نهاده ها مشخص می نماید. سطح غیر کارایی یک DMU در مقایسه با یک DMU مورد اشاره و یا یک ترکیب محدب از سایر DMU های مورد نظر که در سطح کارا قرار دارند و با استفاده از همان مقدار نهاده، ستاده های بیشتری را تولید می کنند، بدست می آید. همچنین این ترکیب محدب ممکن است که با مقدار نهاده کمتری به همان میزان ستاده تولید نماید، که در این حالت DMU مورد اشاره نسبت به این ترکیب دارای کارایی کمتری می باشد.

(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 باشد، فرآیند محاسبه به صورت زیر خواهد بود:

Max	$U Y_p$		
	$V X_p$		

ST:

$U Y_j$	$\leq 1$	$j = 1, \dots, N$ $u \geq 0 \quad v \geq 0$
$V X_i$		

$U$  یک بردار،  $1 \times s$  شامل وزن های محصولات و  $V$  یک بردار  $1 \times m$  شامل وزن های عوامل تولیدی باشند. بردارهای  $Y_j, X_i$  به ترتیب بردارهای عوامل تولید و محصولات واحد  $j$ ام می باشد در مدل فوق، هدف بدست آوردن مقادیر بهینه  $U$  و  $V$  می باشد به گونه ای که نسبت کل مجموع وزنی محصولات به مجموع وزنی عوامل تولید (میزان کارایی هر بنگاه) حداکثر گردد، مشروط بر اینکه اندازه کارایی هر بنگاه بایستی کوچکتر و یا مساوی واحد باشد.

رابطه کسری بالا بیشتر از یک جواب بهینه دارد برای مثال اگر  $u^*, v^*$  مقادیر بهینه باشند آنگاه  $a^* u^*, a^* v^*$  نیز برای مقادیر  $a < 0$  بهینه خواهد بود. همچنین این مدل غیر خطی و غیر محدب می باشد. این مشکل بدین صورت برطرف شد که با قرار دادن مخرج کسر مساوی ۱ به مدل برنامه ریزی خطی تبدیل گردید و در ضمن این محدودیت اخیر ( $v^* X_i = 1$ ) نیز به عنوان قید دیگری به مدل اضافه شد. این تبدیل، ابتکار عمل روش CCR بود. در این روش مسئله به صورت حداکثر نمودن مجموع وزن های محصول در شرایط نرمالیزه شدن کل مجموع وزن های عوامل تولید و حفظ سایر قیود تبدیل می شود به مسئله زیر:

### 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:

$$\text{Max } UY_p$$

ST:

$$UY_j - UY_i \leq 0 \quad j = 1, \dots, n$$

$$VY_p = 1$$

$$u \geq \varepsilon$$

$$v \geq \varepsilon$$

در این مدل واحد 0 زمانی کارا خواهد بود که متغیرهای لنگی برابر صفر و  $y = 1$  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:

$$\text{Min } z = \sum_{i=1}^m v_i x_i$$

ST :

$$\sum_{r=1}^s u_r y_r = 1$$

$$\sum_{r=1}^s v_i x_{ij} - \sum_{i=1}^m \mu_r y_{rj} \leq 0 \quad (j = 1, 2, 3, \dots, n)$$

$$u_r \geq \varepsilon \quad r = 1, 2, 3, \dots, s$$

$$v_i \geq \varepsilon \quad i = 1, 2, 3, \dots, m$$

یک عدد مثبت بسیار کوچک  $\varepsilon$

در این مدل واحد 0 زمانی کارا خواهد بود که متغیرهای لنگی برابر صفر و  $Z = 1$  باشد. (Charnes & et al 1978, 429-441)

کاملتر شدن رتبه بندی مجموعه مشترک وزنها را مطرح نموده و این مجموعه محاسبه می شود.

این الگوریتم انعطاف پذیری تحلیل پوششی داده ها را با اعمال کرانهایی روی وزنها عوامل ورودی و خروجی کاهش می دهد بطوریکه تخصیص مقادیر به وزنها عوامل ورودی و خروجی یک تصمیم گیرنده محدود می شود. اعمال کرانها روی وزنها باعث می شود که در این حالت عملهای ورودی و خروجی هر یک از واحدهای تصمیم گیرنده وزنی مخصوص بدست می آید. در نتیجه هر یک از ورودی ها و خروجی ها با وزنها متفاوت در هر یک از واحدهای تصمیم گیرنده شرکت می کنند.

برای بدست آوردن وزنها به نسبت اهمیت شاخص ها می توان از پرسشنامه ای که توسط خبرگان و صاحب نظران در رابطه با شاخص ها تکمیل گردیده استفاده نمود.

#### ۴. توضیح نارسایی مدل آندرسون - پیترسون

در این پژوهش از الگوریتمی استفاده می شود که بتواند واحدهای کارا را رتبه بندی کند از جمله در حالتی که مدل آندرسون - پیترسون با نارسایی مواجه شده است.

در حالتیکه مقادیر صفر در داده های مربوط به ورودی های واحدهای تصمیم گیر کارا وجود داشته باشد مدل آندرسون - پیترسون با تمرکز روی ورودی و با بازگشت به مقیاس ثابت مواجه با حالت نشدنی می گردد و نمی تواند رتبه بندی واحدهای تصمیم گیر کارا را به طور کامل انجام دهد. (حسینی ناجی زاده، ۱۳۸۲، ۴۶)

#### ۵. توضیح نارسایی مدل رتبه بندی با استفاده از

##### DEA/AHP

مزیت مدل DEA/AHP این است که مقایسه های زوجی AHP توسط مقایسات زوجی مدل ریاضی DEA ایجاد می شوند و بنابراین ارزیابی ذهنی صورت نمی گیرد. هر دو روش DEA و AHP در عمل بسیار مورد استفاده قرار می گیرند و هر دو دارای محدودیتهایی می باشند ولی مدل DEA/AHP مزایای هر دو روش را دارا می باشد این مدل مانند AHP از ارزیابی ذهنی استفاده نمی کند و همچنین مانند DEA فقط واحدها را به دو دسته تقسیم نمی کند بلکه رتبه بندی انجام می دهد.

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

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

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

$$u_r \geq 0, r=1,2,\dots,s$$

$$v_i \geq 0, i=1,2,\dots,m$$

همانطوری که در مدل دیده می شود وزنها  $v_i$  و  $u_r$  فقط به نامنفی بودن محدود است. در این مدل کارایی نسبی واحدهای تصمیم گیرنده مورد نظر با تخصیص وزنها به ورودی ها و خروجی ها محاسبه می شود، به طوری که با تخصیص مقادیر مناسب به  $v_i$  و  $u_r$  بیشینه کارایی بدست آید. از طرف دیگر وزنها طوری محاسبه می شوند که کارایی هر واحد تصمیم گیرنده فقط زیرمجموعه کوچکی از ورودی ها و خروجی هایش را در تعیین کارایی دخالت داده و بقیه ورودی ها و خروجی ها را حذف کند. بنابراین با وجود چنین انعطافی برای تعیین وزنها نمی توان اطمینان کرد که مقادیر  $v_i$  و  $u_r$  مناسب هستند. از طرف دیگر مدل ارزیابی کننده در ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم گیرنده 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 تصمیم گیرنده مطرح می شود. بنابراین با محدود کردن تعیین محدوده تغییرات وزنها در ارزیابی واحدهای تصمیم گیرنده مطمئن می شویم که نه تنها هیچ یک از عامل های ورودی و خروجی حذف نمی شوند، بلکه هر یک از عاملها به نسبت اهمیتشان در ترکیب شرکت می کند. در نتیجه با محدود کردن تغییرات وزنها و به دست آوردن مجموعه مشترک وزنها رتبه بندی واحدهای تصمیم گیرنده صورت می گیرد. (فتحی هفشجانی، ۱۳۸۲، ۱۵۶)

#### ۳. رتبه بندی واحدهای تصمیم گیرنده

برای رتبه بندی واحدهای تصمیم گیرنده ابتدا باید انعطاف پذیری تحلیل پوششی داده ها کمتر شده تا مشکلات بیان شده در بخش قبلی پیش نیاید برای این منظور الگوریتمی برای کنترل وزنها ارائه می شود پس برای

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

### ۳- 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) به همراه 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 - 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.

### داده‌ها

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

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)

#### ۱- 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.

#### ۲- 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.

$$X_i = \text{Min} \{x_{ij} : E_{(DMU)_j} = 1\}, \quad i=1, \dots, m$$

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.

$$Y_r = \text{Max} \{y_{rj} : E_{(DMU)_j} = 1\}, \quad r=1, \dots, s$$

- (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

دانشکده‌ها	دانشجویان			هیأت علمی			پژوهشی			
	ارشد	دکتری	کل	تمام وقت	نیمه وقت	مدعو	سفر	کتاب	مجلات	مبلغ تشویقی
دانشکده شماره ۱	۷۴۹	۳۳۹	۱۵۶۰	۴۱	۲۷	۹۱	۱۴	۱۲	۱	۳۸۹۰۰۰۰
دانشکده شماره ۲	۲۲۲	۱۷۰	۳۹۲	۸	۱۸	۱۷	۳		۱	۸۷۰۰۰۰
دانشکده شماره ۳	۰	۱۶۶	۳۴۶	۲۲	۳۲	۲۴	۱۸		۱	۱۰۱۵۰۰۰
دانشکده شماره ۴	۷۰۳	۴۸۳	۱۴۲۲	۳۳	۳۰	۱۳۶	۲۲	۲	۲	۲۳۳۲۲۵۰۰
دانشکده شماره ۵	۶۵۵	۴۱۹	۱۳۲۸	۵۱	۳۹	۹۰	۴۵	۳	۱	۹۶۸۵۰۰۰
دانشکده شماره ۶	۰	۰	۱۷۹۱	۲۴	۲۱	۶۹	۴		۱	۶۹۶۵۰۰۰
دانشکده شماره ۷	۶۳۹	۳۹۴	۱۰۳۳	۱۷	۲۸	۶۱	۱	۱	۱	۵۹۰۰۰۰
دانشکده شماره ۸	۲۷۳	۱۳۰	۱۳۲۵	۱۷	۱۶	۷۴				۵۰۰۰۰۰
دانشکده شماره ۹	۳۵۱	۹۱	۴۴۲	۱۱	۱۷	۱۷	۵		۲	۱۵۷۵۰۰۰
دانشکده شماره ۱۰	۲۲۴	۱۷۷	۴۶۴	۱۴	۱۸	۴۸	۳		۲	۱۴۵۰۰۰۰
دانشکده شماره ۱۱	۷۲	۱۲	۶۷۹	۱۲	۱۲	۳۲	۷			۸۴۵۰۰۰
دانشکده شماره ۱۲	۹۵۱	۲۴۷	۲۹۵۷	۸۷	۷۹	۱۷۶	۳۹	۳		۵۴۳۴۰۰۰
دانشکده شماره ۱۳	۳۹	۴۶	۳۶۰	۱۲	۶	۱۵	۲۹	۲		۳۹۷۰۰۰۰

## تحلیل نتایج

به این علت که در برخی از دانشکده‌ها در مقاطع تحصیلات تکمیلی دانشجویی پذیرفته نمی‌شود و در برخی از دانشکده‌ها فقط در مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری تخصصی دارای دانشجو می‌باشند که این امر در سایر موارد همچون تعداد اعضای هیأت علمی و غیره تأثیر بسزایی دارند و اگر قرار بر این بود که فقط دانشکده‌های همسان با یکدیگر ارزیابی می‌شوند به ناچار بایستی تعدادی از واحدها (DMU ها) حذف می‌گردیدند برای جلوگیری از این امر تعداد دانشجویان و اعضای هیأت

علمی معادل‌سازی گردیده است تا ارزیابی بین تمام دانشکده‌ها صورت پذیرد. پس از تعیین شاخص‌ها تصمیم بر آن شد که شاخص‌ها در دو امور «آموزشی» و «پژوهشی» اختصاص داده شده و دانشکده‌ها در این زمینه‌ها بطور مجزا مورد ارزیابی قرار گیرند. همانطور که پیشتر اشاره گردید، برای تعیین وزن هر شاخص از پرسشنامه استفاده شده است که سنجش اعتبار آن از طریق آلفای کرونباخ بدست آمده که دامنه اعتبار آن  $0.7535$  Alpha می‌باشد که بالاتر از مقدار  $0.7$  بوده که 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	ورودی‌ها		خروجی‌ها			
	تعداد هیأت علمی	تعداد دانشجویان تحصیلات 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



$$n_{ij} = \begin{cases} r_{ij} \\ r^*_j \end{cases}$$

به منظور قابل مقایسه شدن مقیاسهای مختلف اندازه گیری (به ازای شاخصهای گوناگون) باید از بی مقیاس کردن<sup>۱</sup> استفاده نمود که بدان طریق عناصر شاخص های تبدیل شده  $n_{ij}$  بدون بعد<sup>۲</sup> اندازه گیری می شوند. طرق مختلف بی مقیاس کردن بدین قرار است:

الف) بی مقیاس کردن با استفاده از نرم

ب) بی مقیاس کردن خطی

ج) بی مقیاسی فازی

در اینجا از بی مقیاس کردن خطی استفاده می کنیم یعنی هر ارزش  $r_{ij}$  را به ماکزیمم موجود از ستون  $j$  ام (به ازای جنبه مثبت برای کلیه شاخص ها) تقسیم می کنیم.

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

در این مرحله جدول شاخص های ورودی و خروجی مربوط به قسمت پژوهشی را بی مقیاس می کنیم.

جدول شماره (۳) بی مقیاس سازی شاخص های ورودی و خروجی مربوط به امور پژوهش

دانشکده ها	ورودی ها		خروجی ها			
	تعداد هیات علمی	تعداد دانشجویان تحصیلات 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

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

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

حل مدل های برنامه ریزی خطی ارائه شده در جدول نشان می دهد که دانشکده های شماره ۴، ۶، ۹ و ۱۳ کارا و بقیه دانشکده ها ناکارا برای امور پژوهش می باشند.

جدول شماره (۵) شاخص های ورودی - خروجی مربوط به واحدهای کارای امور پژوهش برای رتبه بندی با استفاده از الگوریتم

تدوین شده

وزن شاخص ها	۰/۸۲۴	۰/۶۸۵	۰/۹۱۷	۰/۸۶۸	۰/۹۰۶	۰/۸۵۱
دانشکده ها / شاخص های پژوهشی	ورودی ها			خروجی ها		
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 داده های جدول، رتبه بندی واحدهای کارا با استفاده از الگوریتم تدوین شده انجام داده می شود.

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 می‌بینید 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 وزنه‌های 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:

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.

۲- 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.

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

تعداد واحدهای تصمیم‌گیرنده  $\leq$  (مجموع ورودی و خروجی)  $\times 3$  کنترل وزنی که روی وزنه‌های 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. روش‌های 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 فعالیت‌های آموزشی - پژوهشی دانشکده‌ها استفاده نمود.

۱- 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

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

#### منابع و مأخذ :

۱. آریانزاد، میربهادرقلی و سیدجعفر سجادی، « برنامه ریزی خطی»، انتشارات دانشگاه علم و صنعت، ۱۳۸۱.
  ۲. اصغرپور، محمدجواد، « تصمیم گیریهای چندمعیاره»، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۷.
  ۳. بودجازیف، « منطق فازی و کاربردهای آن در مدیریت»، ترجمه سیدمحمد حسینی، انتشارات ایشیق، ۱۳۸۱.
  ۴. حسینی ناجی زاده، رامین محمد، رساله دکتری: «تدوین الگوریتمی جهت رتبه بندی واحدهای کارا در روش تجزیه و تحلیل پوشش داده ها DEA»، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، ۱۳۸۲.
  ۵. جهانشاهلو، غلامرضا و فرهاد حسین زاده لطفی، «مقدمه ای بر تحلیل پوششی داده ها»، دانشگاه آزاد اسلامی، ۱۳۸۲.
  ۶. علیرضایی، محمدرضا و سعید جعفری، «ارزیابی عملکرد دستگاه های اجرایی و ارائه الگوهای بهینه عملکرد آنها به کمک تحلیل پوششی داده ها»، مؤسسه بین المللی تحقیق در عملیات بهین کارا، ۱۳۷۹.
  ۷. علیرضایی، محمدرضا، «تحلیل پوششی داده ها»، کارگاه مؤسسه بین المللی تحقیق در عملیات بهین کارا، ۱۳۷۹.
  ۸. علیرضایی، محمدرضا، رساله دکتری: «ارزیابی کارایی واحدهای دانشگاه آزاد اسلامی با استفاده از تحلیل پوششی داده ها توسعه مدل پویا»، دانشگاه آزاد اسلامی، ۱۳۸۲.
  ۹. فتحی، امیرافشین، رساله کارشناسی ارشد: «بررسی و مقایسه وضعیت عملکرد دانشکده های دانشگاه علم و صنعت»، دانشگاه علم و صنعت، ۱۳۷۸.
  ۱۰. فتحی هفشجانی، کیومرث، رساله دکتری: «ارزیابی کارایی واحدهای دانشگاه آزاد اسلامی با استفاده از تحیل پوششی داده ها 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: برنامه ریزی خطی و کاربردهای آن»، نشر کتاب دانشگاهی، ۱۳۷۸.
  ۱۳. مهرگان، محمدرضا، «مدلهای کمی در ارزیابی عملکرد سازمانها و تحلیل پوششی داده ها»، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، ۱۳۸۳.
14. Alirezaee, M.R., S.Mehrabian, 1376, "Tutarial on Data Envelopent 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 Envelopent 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 Envelopent 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 Envelopent 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 Envelopent 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 Envelopent 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 Envelopent Analysis. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.