بررسی کارایی نسبی و رتبه‌بندی بیمارستان‌های آموزشی دانشگاه‌های علوم پزشکی در بخش تشخیصی با استفاده از رویکرد DEA/AHP

دکترمحمدصادق حرّی[۱]
دکتر محمدعلی سعیدی‌نیا[۲]

از صفحه: ۱۳۵ تا ۱۵۳
تاریخ ارایه: ۸۶/۱۱/۲۰
تاریخ پذیرش: ۸۷/۴/۲

چکیده

در این مقاله با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) کارایی نسبی۲۵ بیمارستان آموزشی در بخش تشخیصی مورد ارزیابی قرار گرفته است. جهت رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیری (DMUs) تاکنون روش‌های مختلفی توسعه داده شده است. دراین مقاله از تلفیق تحلیل پوششی داده‌ها و تحلیل فرآیند سلسله مراتبی (AHP/DEA) رتبه‌بندی کامل این ۲۵ بیمارستان صورت پذیرفته است.

داده‌های ورودی در این تحقیق عبارتند از: تعداد پزشکان متخصص، تعداد کارشناسان، تعداد تکنسین‌ها تعداد سایر کارکنان شاغل در بخش‌های رادیولوژی و آزمایشگاه و خروجی‌ها نیز تعداد گرافی‌ها (رنگی و ساده)، تعداد آزمایشات و تعداد سونوگرافی‌ها در نظرگرفته شده است..

واژگان کلیدی: کارایی، رتبه‌بندی، تحلیل پوششی داده‌ها، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، واحدهای تصمیم‌گیرنده (DMU).

۱- عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک Ms-horri@iau-arak.Ac.ir
۲- عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک M.A.Saeidynia@iau-arak.Ac.ir

مقدمه

امروزه تحقیقات گسترده‌ای در زمینه سنجش کارایی سازمان‌ها صورت می‌پذیرد و تاکنون روش‌های متعددی نیز برای تخمین و اندازه‌گیری کارایی سازمان ها ارایه شده است که می‌توان آنها را در دو دسته مهم پارامتری و ناپارامتری تقسیم‌بندی نمود مهم‌ترین تحقیقات در این زمینه از تکنیک DEA بهره برده است که روشی ناپارمتری و از نوع برنامه‌ریزی ریاضی است. این تکنیک توانسته است درمدت زمان بسیار کمی توسعه قابل ملاحظه‌ای پیدا نماید. به‌طوری‌که تاکنون مقالات بسیار متنوعی در زمینه ارزیابی کارایی سازمان‌ها از جمله بانک‌ها، هتل‌ها، دانشگاه‌ها، و بیمارستانها و... به رشته تحریر در آمده است.

سنگ بنای اولیه تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها، توسط فارل، در حدود ۵۰ سال قبل گذاشته شده است. این تکنیک که چارنز[1]،کوپر[2]، و رودز[3]،طراح آن هستند رویکردی علمی است که از طریق محاسبه کارایی نسبی واحدهای تصمیم‌گیری به ارزیابی عملکرد سازمان‌ها و بخش‌های مختلف اقتصادی و خدماتی می‌پردازد، این تکنیک یک مدل ریاضی کارا در قلمرو تحقیق در عملیات برای ارزیابی کارایی سازمان‌های همگن مطرح است. متاسفانه در سطح بیمارستان‌های دولتی ایران معیارهای مناسب علمی جهت سنجش کارایی آنان مطرح نبوده است، و همین مساله می‌تواند منجربه نتایجی گردد که واحدهای کارا آهسته آهسته تبدیل به واحدهای ناکارا و مسایل نیروی انسانی را به همراه داشته باشند. در این مقاله سعی شده است با استفاده از تکنیک ریاضی تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) کارایی نسبی بخش‌های تشخیصی ۲۵ بیمارستان آموزشی مورد ارزیابی قرار گیرد و جهت رتبه‌بندی کامل آنها روش تلفیقی AHP/DEA ارایه شده است.

تاریخچه مطالعاتی

در سال ۱۹۵۷ فارل با استفاده از روشی مانند اندازه‌گیری کارایی در مباحث مهندسی، اقدام به اندازه‌گیری کارایی برای واحد تولیدی نمود، چارنز، کوپر، رودز، دیدگاه فارل را توسعه داده و مدلی را ارایه کردند که توانایی اندازه‌گیری کارایی با چندین ورودی و چندین خروجی را داشت از آنجا که این مدل توسط چانز، کوپر، ورودز ارایه گردیده به مدل CCR (که از حروف اول نام این سه فرد تشکیل شده است) معروف گردیده است. هدف در این مدل، اندازه‌گیری و مقایسه کارایی نسبی واحدهایی مانند مدارس، بیمارستان‌ها، شعب بانک‌ها، شهرداری‌ها و... است که دارای چندین ورودی

1- charnos
2- cooper
3- Rohdes

و خروجی شبیه به هم می‌باشند (مهرگان، ۱۳۸۳:۶۳). تاکنون صدها مقاله در این خصوص در جهان ارایه شده است و مدل‌های مختلف و متنوعی برای اندازه‌گیری کارایی واحدهای تصمیم‌گیری (DMU)[1] به‌وجود آمده است. جزییات توصیف مدل DEA را در چندین منبع می‌توان یافت (چانز ۱۹۷۸، چارنز ۱۹۷۷، گانلی و کوبین[2] ۱۹۹۲،کوپر ۲۰۰۰)، همچنین باید از پرفسور ون دی پن[3] و پروفسور بیزلی[4] و پروفسور سیفورد[5] به‌عنوان پیشروان ارزیابی کارایی در جهان نام برد. در حال حاضر بیش از دو هزار و پانصد مقاله در خصوص مدلهای متنوع DEA ارایه شده است، ده‌ها کتاب در این خصوص نوشته شده، چندین نرم افزار مرتبط طراحی گردیده، و سمینارهای متعدد جهانی، منطقه‌ای و ملی در زمینه تحلیل پوشش داده ها برگزار گردیده است (فتحی،۱۳۸۱:۱).

مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها DEA

اندازه‌گیری کارایی به خاطر اهمیت آن در ارزیابی عملکرد یک شرکت یا سازمان همواره مورد توجه محققین قرار گرفته است. چارنز، کوپر، رودز مدلی را ارایه کردند که توانایی اندازه‌گیری کارایی، چندین ورودی و چندین خروجی را داشت، که تحت عنوان تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) نام گرفت و اول بار در رساله دکتری ادوارد رودز و به راهنمایی کوپر تحت عنوان ارزیابی پیشرفت تحصیلی دانش آموزان مدارس ملّی آمریکا در سال ۱۹۷۶ در دانشگاه کارنگی مورد استفاده قرار گرفت (مهرگان،۱۳۸۳:۶۳).

مدل نسبت CCR

در صورتی‌که هدف بررسی کارایی N واحد که هر کدام دارای M ورودی و N خروجی است مدنظر باشد، کارایی واحد J ام (j=۱و۲....n) بوسیله رابطه (۱) محاسبه می‌گردد.

$$Ej = \frac{\sum_{r=1}^{s} U_r Y_{rj}}{\sum_{r=1}^{m} ViXij}$$

رابطه (۱)

که درآن: X_{ij} میزان ورودی I ام برای واحد jام (i = ۱و۲....m)وY_{rj}: میزان خروجی r ام برای واحد jام (r= ۱و۲....s) است.

1- Decision Making units
2- Ganely cobin
3- Vande Panne
4- Baseley
5- Seiford

برای ساختن مدل، فرض می‌شود N واحد موجود است و هدف نیز ارزیابی کارایی واحد تحت بررسی(واحد تصمیم گیرنده DMU) است که ورودی های X_m....وX_2وX_1 برای تولید خروجی‌های Y_S....وY_2وY_1 مصرف می‌کند. چنانچه وزن خروجی‌ها (قیمت خروجی‌ها) با U_S....وU_2وU_1 و وزن ورودی‌ها (هزینه خرید ورودی‌ها) با V_m ....وV_2وV_1 در نظر گرفته شود آنگاه این روش را برای سایر واحدها نیز باید به ترتیب رابطه (۲) انجام داد.

رابطه (۲) Max y = (کارایی واحد)

St:

کارایی تمامی واحدها ≤ ۱

متغیرهای مساله فوق، وزنها بوده و جواب مساله مناسب‌ترین و مساعدترین مقادیر را برای وزن‌های واحد صفر ارایه، و کارایی آن را اندازه‌گیری می‌کند.که مدل ریاضی آن به‌صورت رابطه (۳) می‌باشد.

رابطه (۳)

$$Max \quad Z_0 = \frac{\sum_{r=1}^{s} U_r Y_{r0}}{\sum_{r=1}^{m} V_i X_{r0}}$$

$$St : \frac{\sum_{r=1}^{s} U_r Y_{ry}}{\sum_{r=1}^{m} V_i X_{ij}} \le 1$$

$U_r, V_i \ge 0$ برای هر واحد (j =۲،۱،۰،.....n)

لازم به توضیح است در محدودیت‌ها به جای عدد یک هر عدد مثبت دلخواه دیگری را مانند K می‌توان قرار داد در این صورت کارایی واحدها نسبت به سطح آن سنجیده می‌شود (مهرگان ۱۳۸۳: ٦٥).

مدل BCC

مدل‌های CCR از جمله مدل‌های بازده ثابت نسبت به مقیاس است. مدل‌های بازده ثابت نسبت به مقیاس، زمانی مناسب است که همه واحدها در مقیاس بهینه عمل کنند. در سال ۱۹۸٤ بنکر، چارنز و کوپر با تغییر در مدل CCR مدل جدیدی را عرضه کردند که با توجه به حروف اول نام آنان به مدل BCC [1] شهرت یافت. و در ارزیابی کارایی نسبی واحدهایی با بازده متغیر نسبت به مقیاس(برخلاف مدل‌های CCR) مورد استفاده قرارمی‌گیرند. این مدل (BCC) بر مبنای ورودی برنامه‌ریزی کسری، و مساله اولیه مدل (BCC) با ماهیت ورودی به ترتیب به صورت رابطه (٤) توسعه داده شده است.

1- Banker , charnes , cooper

رابطه (٤) مدل نسبت BCC ورودی محور

$$Max \quad Z_0 = \frac{\sum_{r=1}^{s} U_r Y_{r0} + W}{\sum_{r=1}^{m} V_i X_{r0}}$$

$$St: \frac{\sum_{r=1}^{s} U_r Y_{rj} + W}{\sum_{r=1}^{m} V_i X_{ij}} \le 1 \quad (j = ۱و۲و....m)$$

U_r و$V_i \ge 0$ w آزاد درعلامت

مدل غیر خطی رابطه (٤) با مساوی یک قرار دادن مخرج کسر تابع هدف، به یک مدل خطی تبدیل می شود، مدل اولیه BCC ورودی محور به صورت رابطه (٥) استخراج می‌شود.
رابطه (٥) مدل مضربی (اولیه) BCC ورودی محور (چارنز،۱۹۹۵)

$$Max \quad Z_0 = \sum_{r=1}^{s} U_r Y_{r0} + W$$

$$St: \sum_{r=1}^{m} V_i X_{i0} = 1$$

$$\sum_{r=1}^{s} U_r Y_{rj} - \sum_{r=1}^{m} V_i X_{ij} + W \le 0$$

U_r و$V_i \ge 0$ (j = 1،....،n)

تفاوت این مدل با مدل CCR در وجود متغیر آزاد در علامت W می‌باشد .در مدل BCC علامت متغیر W،بازده به مقیاس را می‌تواند برای هر واحد مشخص کند:

الف: هرگاه W<۰ باشد نوع بازده به مقیاس، کاهشی است.

ب: هرگاه W=۰ باشد نوع بازده به مقیاس، ثابت است.

ج: هرگاه W>۰ باشد نوع بازده به مقیاس، افزایش است (مهرگان ۸۵:۱۳۸۳).

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

یکی از کارآمدترین تکنیک‌های تصمیم‌سازی وتصمیم‌گیری تکنیک فرآیند تحلیل سلسله مراتب (AHP) است. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی از نوع مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM[1]) است که برای اولین بار توسط توماس ال ساعتی[2] در سال ۱۹۸۰ مطرح شد. این تکنیک (AHP) بر

1. Multi-criteria decision making
2- Saaty, T.L

اساس مقایسه‌های زوجی بنا نهاده شده و امکان بررسی سناریوهای مختلف را به مدیران می‌دهد. همچنین این تکنیک بر اساس اصول بدیهی بنا نهاده، و مبتنی برسه اصل استوار است:

۱ـ تشکیل یک ساختار سلسله مراتبی.

۲ـ محاسبه وزن‌ها از روش مقایسه‌های زوجی.

۳ـ کنترل سازگاری تصمیم، محاسبه میزان سازگاری تصمیم.

روش تلفیقی AHP/DEA برای رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیری

در روش تلفیقی AHP/DEA یک مدل دو مرحله‌ای معرفی می‌شودکه برای طبقه‌بندی کامل واحدهای سازمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد، به‌طوری‌که هر واحد دارای ورودی ها و خروجی‌های چندگانه هستند. در مرحله اول تحلیل پوششی داده ها برای هرجفت از واحدها به‌صورت جداگانه اجرا می‌شود، و در مرحله دوم ماتریس مقایسات زوجی ایجاد شده در مرحله اول برای درجه بندی رتبه واحدها از طریق فرآیند تجزیه تحلیل سلسله مراتبی (AHP) مورد استفاده قرار می‌گیرد. هر دومدل DEA و AHP به‌طور مجزا در عمل مورد استفاده قرار می‌گیرند. اما مدل ترکیبی AHP/DEA نتایج بهتری را ارایه خواهد نمود که موضوع اصلی این مقاله است.

مرحله اول- مقایسه های زوجی DEA

اگر فرض شود که تعداد n واحد سازمانی (DMU) وجودداشته باشد به‌طوری‌که هر واحد m ورودی وS خروجی را در برگیرد (Xi ورودی I از واحد j و Yr خروجی r از واحد j). آنگاه برای هر زوج از واحدهای A,B می‌توان مراحل DEA را اجرا نمود به‌طوری‌که سایر واحدهای فعال نادیده گرفته می‌شوند (رابطه ٦).

مساله AA

رابطه (٦)

$$E_{AA} = Max \sum_{r=1}^{S} U_r Y_{rA}$$

$$St \sum_{r=۱}^{m} V_i X_{iA} = ۱$$

$$\sum_{r=۱}^{s} U_r Y_{rA} \le ۱$$

$$\sum_{r=۱}^{s} U_r Y_r \beta - \sum_{i=۱}^{m} V_i X_{iB} \le ۰$$

$$V_i \ge ۰ \qquad U_r \ge ۰ \qquad r=۱ \text{و...و} s \qquad i=۱ \text{و...و} m$$

در رابطه (٦) برنامه ریزی خطی برای دو واحد فرمول بندی شده است. دراینجا E_{AA} کارایی

بهینه ارزش Z در مسئله AA می‌باشد. طبق رابطه فوق برای این مساله تعداد (S + m)متغیر و تنها سه محدودیت وجود دارد. در گام بعدی جهت تضمین بهترین ارزیابی واحد، مدل (۷) را بر طبق مثال اورال (۱۹۹۱) می‌بایست حل نمود.

مساله BA

رابطه (۷)

$$E_{BA} = Max \sum_{r=1}^{S} U_r Y_{rB}$$

$$St: \sum_{r=1}^{m} V_i X_{iB} = 1$$

$$\sum_{r=1}^{s} U_r Y_{rB} \le 1$$

$$\sum_{r=1}^{s} U_r Y_{rB} - E_{AA} \sum_{i=1}^{m} V_i X_{iA} = 0$$

$$U_r \ge \varepsilon \quad و \quad V_i \ge \varepsilon$$

Y_{rB}: خروجی واحد B ، U_r: وزن خروجی ها X_{Ib}: ورودی واحد B ، و V_i : وزن ورودی

در واقع،E_{BA} ارزیابی متقاطع بهینه واحد B می‌باشد بطور قرینه مساله‌های BB و AB و E_{BB} و E_{AB} را می‌توان محاسبه نمود (مشابه مساله AA,BA با این تفاوت که کارایی B نسبت به A سنجیده می‌شود).

به این ترتیب چهار مساله حل شده ومقادیر E_{AA},E_{BB} ,E_{BA} ,E_{AB} بدست می‌آیند. با به‌کارگیری نتایج مدل‌های فوق و با استفاده از رابطه (۸) ماتریس مقایسات زوجی که شامل هر عنصر a_{ij} بدست خواهد آمد.

رابطه (۸)

$$ajk = \frac{E_{jj} + E_{jk}}{E_{kk} + E_{kj}}, \qquad a_{jj} = ۱$$

بنابراین در AHP ماتریس مقایسات در روی قطر رتبه یک وعناصر α_{jk} انعکاس ارزیابی واحد j نسبت به واحد k است. اگر $\alpha j_k \rangle ۱$ باشد معنی آن این است که واحد j کمتر از واحد K ارزیابی شده است. ماتریس مقایسات زوجی برای هر دو واحد به شیوه‌ای که برای دو واحد A و B گفته شد تشکیل می‌شود ودراین ماتریس خواهیم داشت:

$$\alpha_{kj} = \frac{۱}{\alpha jk}$$

مرحله دوم- رتبه‌بندی با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی(AHP)

ابتدا با توجه به مطالب مطروحه مرحله اول ماتریس مقایسات زوجی را به‌صورت جدول شماره (۱) تشکیل می‌دهیم.

جدول شماره (۱) ماتریس مقایسات زوجی

واحدها	A	B	C	.....	n
A	۱	a_{AB}	a_{AC}	.....	a_{AN}
B	a_{BA}	۱	...	...	...
C	a_{CA}	....	۱	...	...
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
n	A_{nA}	....	....	....	۱

سپس ماتریس بدست آمده را به صورت مراحل زیر نرمالیزه می‌نماییم:

۱- محاسبه مجموع اعدادهر ستون

۲- تقسیم هرعنصر به مجموع آن ستون طبق رابطه $\alpha'_{kk'} = \frac{\alpha_{KK'}}{\sum_{K=1}^{h} \alpha_{KK'}}$ و بدست آوردن عنصر مربوطه؛ در این‌صورت ماتریس بدست آمده بنام ماتریس 'A معرفی می‌شود. پس از بدست آمدن ماتریس نرمال شده 'A مقادیر بردار ستونی "A از رابطه $\alpha" = \sum_{K'=1}^{n} \alpha'_{KK'}$ بدست می‌آید، سپس حاصل جمع هر سطر را در یک ستون قرار می‌دهیم و متوسط آن محاسبه می‌شود که متوسط وزن واحد موردنظر است، و در نهایت رتبه‌بندی واحدها بر اساس مقادیر وزنی بدست آمده، مشخص می‌شوند.

یک تحقیق عملی

در این تحقیق به جهت استفاده از روش تلفیقی AHP/DEA تعداد ۲۵ بیمارستان از نوع آموزشی، از بین بیمارستان‌های عمومی کشور به‌صورت تصادفی انتخاب شده‌اند؛ به‌طوری‌که همه این بیمارستان‌ها زیر نظر وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی فعالیت می‌کنند. هدف مشخص‌نمودن کارایی این بیمارستان‌ها در بخش تشخیصی است. برای تعیین کارایی این بیمارستان‌ها ابتدا معیارهای ورودی وخروجی مورد سنجش وجهت رتبه‌بندی کامل آنها از تکنیک AHP/DEA استفاده شده است. قلمرو زمانی این مطالعه یک سال (سال۱۳۸۳) درنظر گرفته شده

است. در این تحقیق سعی گردیده است به جهت انتخاب بیمارستان‌ها، حداکثر تشابه کاری وجـود داشته باشد، و به این منظور بیمارستان‌های عمومی (جنرال) کشور مورد بررسی قرار گرفته‌اند؛ ایـن بیمارستان‌ها در گروه آموزشی و به صورت جدول شماره ۲ دسته‌بندی شده‌اند:

جدول شماره (۲) فهرست بیمارستان‌های آموزشی

ردیف	بیمارستان‌های آموزشی	علامت اختصاری مورداستفاده درتحقیق
۱	ولی عصر (اراک)	VV
۲	امیر کبیر (اراک)	AA
۳	طالقانی (اراک)	TA
٤	مرکز طبی کودکان	MM
٥	امیرالمومنین	AM
٦	رازی	RA
۷	سینا	SI
۸	امام خمینی (تهران)	EK
۹	دکتر شریعتی	DS
۱۰	حضرت فاطمه (س)	HF
۱۱	علی اصغر	AS
۱۲	لقمان	LL
۱۳	فیروزگر	FF
۱٤	شهید رجایی	SR
۱٥	طالقانی (تهران)	TT
۱٦	امام حسین	EH
۱۷	طرفه	TD
۱۸	بوعلی	AB
۱۹	مفید	MF
۲۰	شفا	SF
۲۱	شهدا تجریش	ST
۲۲	ش. هاشمی نژاد	SH
۲۳	ش. مدرس	SM
۲٤	توحید	TH
۲٥	ش. فهمیده	SF

تعیین ورودی‌ها

از آنجایی‌که این تحقیق در خصوص سنجش کارایی بیمارستان‌های آموزشی و غیرآموزشی در بخش تشخیصی صورت پذیرفته است بر اساس مطالعات انجام شده در ادبیات تحقیق و مصاحبه با خبرگان ورودی‌های تعداد پزشکان متخصص، تعداد کارشناسان در بخش تشخیص، تعداد تکنسین‌ها و سایر کارکنان در بخش‌های رادیولوژی و آزمایشگاه، از جمله کارکنان امور پذیرش (منشی‌ها) و کارکنان خدماتی به‌عنوان درون‌دادهای مدل در نظر گرفته شده‌اند.

تعیین خروجی‌ها

حاصل عملکرد و فعالیت ورودی‌ها می‌تواند باعث تولید محصول یا محصولاتی شود که از واحدها خارج می‌شوند و به‌عنوان خروجی معرفی می‌شوند. با توجه به نوع فعالیت بخش‌های رادیولوژی در بیمارستان ها، اولین خروجی را می‌توان تعداد گرافی ها اعم از رنگی و ساده در نظر گرفت، زیرا ساده ترین درخواست از واحد رادیولوژی درخواست گرافی ساده می‌باشد . با توجه به نقش آزمایشگاه که نقش مکمل با رادیولوژی برای تشخیص نوع بیماری دارد تعداد آزمایش‌ها را می‌توان به‌عنوان دومین خروجی در نظرگرفت. سومین خروجی را تعداد سونوگرافی‌ها تشکیل می‌دهد، البته خروجی‌های دیگری هم وجود دارند، ولی به علت این‌که فصل مشترک کمتری در بیمارستان‌های مختلف وجود دارند، از ارزش کمتری برای تحقیق برخوردارند. بنابراین در این تحقیق از وجود آنها استفاده نشده است (مانند CT scan،MRI و سایر موارد تشخیصی دیگر).

محاسبه کارایی به‌وسیله تکنیک DEA

برای محاسبه کارایی نسبی بیمارستان‌های آموزشی دربخش تشخیصی، داده‌های موردنظر طبق ملاک‌های ورودی و خروجی استخراج گردیده، که در جداول شماره ۳ و ٤ منعکس شده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول شماره (۳) ملاک‌های ورودی بیمارستان‌های آموزشی در سال ۸۳

ردیف	نام بیمارستان	تعداد تکنسین	تعداد کارشناس	تعداد متخصصین	سایر کارکنان
۱	ولی عصر اراک	۱۰	۱۶	۷	۱۵
۲	امیر کبیر	۱۰	۹	۳	۸
۳	طالقانی اراک	٤	۳	۲	٤
٤	مرکز طبی کودکان	۸	۱۲	۱۱	۵
۵	امیرالمومنین	۹	۱۳	٤	۷
٦	رازی	۱٤	۱۷	۱۰	۸
۷	سینا	۱۷	۲۰	۲۲	۷
۸	امام خمینی	۲۷	۳۰	۲۵	۱۳
۹	دکتر شریعتی	۹	۱۰	٤	۵
۱۰	ح. فاطمه	٦	۷	٤	٤
۱۱	علی اصغر	۱۰	۱۵	٦	٤
۱۲	لقمان	۱۵	۲٤	۸	٤
۱۳	فیروزگر	۹	۱۷	٦	۷
۱٤	ش.رجایی	۷	۸	۵	۵
۱۵	طالقانی(تهران)	۱۳	۱۹	۹	۷
۱٦	امام حسین (ع)	۱۵	۲۳	۱۰	۵
۱۷	طرفه	۷	۸	۳	٤
۱۸	بو علی	۹	۸	٤	۵
۱۹	مفید	٦	۱۵	۳	۳
۲۰	شفا	۲۰	۱۰	۸	٦
۲۱	شهدا تجریش	۱۹	۱۱	٤	۵
۲۲	ش. هاشمی نزاد	۷	۱۳	٦	٤
۲۳	ش. مدرس	٦	۲۱	۸	۵
۲٤	توحید	۵	٤	۲	۲
۲۵	ش. فهمیده	۹	٦	۲	۷

پرتال جامع علوم انسانی

جدول شماره (۴) ملاک‌های خروجی بیمارستان‌های آموزش درسال ۸۳

ردیف	نام بیمارستان	تعداد سونوگرافی‌ها	تعداد ازمایشات	تعداد گرافی‌ها
۱	ولی عصر اراک	۱۸۷۵۱	۵۶۰۰۰۰	۸۹۴۰۹
۲	امیر کبیر	۰	۳۵۴۸۰	۲۲۶۰۰
۳	طالقانی اراک	۱۲۵۰	۲۲۴۵۰	۷۲۰
۴	مرکز طبی کودکان	۴۸۳۶	۶۵۳۳۸۸	۲۳۱۳۶
۵	امیرالمومنین	۴۴۶۴	۱۲۴۶۱۴	۲۸۳۵۶
۶	رازی	۵۲۸۰	۶۱۳۳۸۰	۳۵۰۴۰
۷	سینا	۸۱۸۴	۳۴۶۶۷۲	۱۰۸۳۸۴
۸	امام خمینی	۹۲۲	۳۶۳۴۵	۱۴۹۱۳
۹	دکتر شریعتی	۹۲۲	۳۶۳۴۵	۱۴۹۱۳
۱۰	ح.فاطمه	۰	۳۲۰۷۷	۸۰۲۴
۱۱	علی اصغر	۳۲۱۲	۱۸۲۵۸۷	۹۰۶۸
۱۲	لقمان	۷۲۸۴	۵۲۹۶۹۲	۵۹۸۳۳
۱۳	فیروزگر	۳۹۷۹	۲۷۸۹۴۹	۴۱۱۳۱
۱۴	ش.رجایی	۶۷۵۱	۱۵۰۱۱۷	۱۷۱۲۹
۱۵	طالقانی(تهران)	۵۵۲۸	۴۴۴۴۸۶	۵۰۱۶۸
۱۶	امام حسین (ع)	۸۱۴۹	۶۷۰۹۲۱	۸۵۹۷۳
۱۷	طرفه	۲۰۴۸	۱۷۰۲۷۸	۸۸۲۳
۱۸	بوعلی	۵۰۳۳	۲۳۶۳۲۹	۲۰۴۹۳
۱۹	مفید	۵۵۳۵	۳۷۵۳۸۹	۲۴۶۸۶
۲۰	شفا	۰	۸۲۰۱۸	۱۰۰۰۱۲
۲۱	شهدای تجریش	۶۶۵۲	۵۳۳۴۱۷	۴۲۳۸۵
۲۲	ش. هاشمی نژاد	۱۰۲۳	۱۹۸۸۲۴	۱۹۷۱۸
۲۳	ش.مدرس	۶۰۳۲	۵۰۰۳۱۰	۳۰۸۰۰
۲۴	توحید	۰	۲۲۵۳۰۰	۲۰۲۵
۲۵	ش. فهمیده	۱۱۵۶	۶۸۷۴۶	۳۷۹۳

با توجه به داده‌های به‌دست آمده در جداول شماره ۳ و ۴ محاسبه کارایی برای اولین بیمارستان آموزشی طبق الگوریتم معرفی شده (رابطه ۵) به‌صورت زیر نشان داده شده است:

$$MaxZ = ۸۹۴۰۹U_۱ + ۵۶۰۰۰۰U_۲ + ۱۸۷۵۱U_۳$$

ST: ۷ V_1 + ۱۶ V_2 +۱۰V_3 +۱۵V_4 =۱ (محدودیت ۱)

۸۹۴۰۹ U_1+۵۶۰۰۰۰ U_2+۱۸۷۵۱ U_3 −۷ V_1−۱۶ V_2−۱۰ V_3−۱۵ V_4 ≤ ۰ (محدودیت ۲)

۲۲۶۰۰ U_1+۳۵۴۸۰ U_2+(۰) U_3−۳ U_1−۹ V_2 −۱۰V_3−۸V_4 ≤۰ (محدودیت۳)

۷۲۰ U_1+۲۲۴۵۰ U_2+۱۲۵۰ U_3−۲ V_1−۳ V_2−۴ V_3−۴V_4 ≤۰ (محدودیت ۴)

⋮

۳۷۹۳ U_1+۶۸۷۴۶ U_2+۱۱۵۶ U_3−۲ V_1−۶ V_2−۹ V_3−۷ V_4≤۰ (محدودیت ۲۶)

U_1 و U_2 و U_3 و V_1 و V_2 و V_3 و V_4 ≥ ۰

برای ارزیابی ۲۴ واحد دیگر باید ۲۴ مدل برنامه‌ریزی خطی دیگر نوشته و حل شوند، که تفاوت آنها با مدل فوق تنها در تابع هدف، و محدودیت اول بوده و سایر محدودیت‌ها بدون تغییر باقی خواهند ماند. جدول (۵) نتیجه حل ۲۵ مدل برنامه‌ریزی خطی را برای ارزیابی و تعیین کارایی ۲۵ واحد بیمارستانی با استفاده از نرم افزار Deap1 نمایش می‌دهد.

جدول شماره (۵) میزان کارایی واحدهای آموزشی

واحد	سمبل	کارایی	واحد	سمبل	کارایی	واحد	سمبل	کارایی
۱	VV	۱	۱۰	HF	۰/۲۰۷	۱۹	MF	۱
۲	AA	۰/۵۹۰	۱۱	AS	۰/٤۸٤	۲۰	SF	۱
۳	TA	۰/۳۵٦	۱۲	LL	۱	۲۱	ST	۱
٤	MM	۱	۱۳	FF	۰/٦٦۰	۲۲	SH	۰/۵۰۲
۵	AM	۰/۵٦۵	۱٤	SR	۱	۲۳	SM	۱
٦	RA	۰/۷۹٦	۱۵	TT	۰/٦۹۹	۲٤	TH	۱
۷	SI	۱	۱٦	EH	۱	۲۵	SF	۰/۳۱۸
۸	EK	۱	۱۷	TO	۰/۵۳۲			
۹	DS	۰/۲۹٦	۱۸	AB	۰/۷۷۱			

نمره واحدهای کارا= ۱ و نمره واحدهای ناکارا <۱

مدل‌های رتبه‌بندی (واحدهای کارا)

بر اساس آنچه مطرح گردید تحلیل پوششی داده‌ها واحدهای تصمیم‌گیرنده (DMU) را به دو دسته کارا و ناکارا تقسیم می‌نماید (واحدهای که نمره کارایی ۱ بدست آورده‌اند کارا و آنهایی که نمره کارایی زیر یک بدست آورده‌اند ناکارا می‌باشند). در روشDEA واحدهای ناکارا به‌صورت

اتوماتیک رتبه‌بندی شده، اما واحدهای کارا تنها عـدد یـک را بدسـت آورده و از واحـدهای ناکـار مجزا شده‌اند؛ بنابراین رتبه‌بندی آنها مشکل است و مـدل‌هـای کلاسـیک تحلیـل پوششـی داده‌هـا نمی‌تواند آنها را رتبه‌بندی نماید بنابراین هدف این تحقیق، رتبه‌بنـدی واحـدهای کـارا و ناکـارا بـا استفاده از رویکرد تلفیقی AHP/DEA می‌باشد.

رتبه‌بندی کامل با استفاده از رویکرد ترکیبی AHP/DEA

همان‌گونه که قبلا نیز توضیح داده شد در مرحلـه اول، مـاتریس مقایسـات زوجـی بـا اسـتفاده ازمدل DEA حل می شود؛ برای این کار می‌بایستی واحدها دو به دو بـا یکـدیگر مقایسـه شـده و مدل‌های آنها حل گردد.

برای هرزوج از واحدهای بیمارستانی (۱ تـا ۲۵) مـدل کلاسـیک CCR بـه‌صـورت زیـر اجـرا می‌گردد:

مساله (۱)

E_{vv}

$Max\ Z = ۸۹۴۰۹U_۱ + ۵۶۰۰۰۰U_۲ + ۱۸۷۵۱U_۳$

(محدودیت ۱) $۷V_۱ + ۱۶V_۲ + ۱۰V_۳ + ۱۵V_۴ = ۱$

(محدودیت ۲) $۸۹۴۰۹U_۱ + ۵۶۰۰۰۰U_۲ + ۱۸۷۵۱U_۳ - ۷V_۱ - ۱۶V_۲ - ۱۰V_۳ - ۱۵V_۴ \leq ۱$

(محدودیت۳) $۲۲۶۰۰U_۱ + ۳۵۴۸۰U_۲ + (۰)U_۳ - ۳U_۱ - ۹V_۲ - ۱۰V_۳ - ۸V_۴ \leq ۰$

$U_۱$ و $U_۲$ و $U_۳$ و $V_۱$ و $V_۲$ و $V_۳$ و $V_۴ \geq ۰$

مساله (۲)

$E_{VV} = Z^*_{VV} = 1$

E_{AA}

$Max\ Z_{AA} = ۲۲۶۰۰U_۱ + ۳۵۴۸۰U_۲$

St.

$+ ۲V۱ + ۹V_۲ + ۱۰V_۳ + ۸V_۴ = ۱$

$۲۲۶۰۰U_۱ + ۳۵۷۸۰U_۲ \leq ۱$

$۸۹۴۰۹U_۱ + ۵۶۰۰۰۰U_۲ + ۱۸۷۵۱U_۳ - ۷V۱ - ۱۶V_۲ - ۱۰V_۳ - ۱۵V_۲ \leq ۰$

$U_۱$ و $U_۲$ و $U_۳$ و $V_۱$ و $V_۲$ و $V_۳$ و $V_۴ \geq ۰$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مسئله (۳) E_{VVAA}

$$\text{Max } Z_{vvAA}=۸۹٤۰۹\ U_۱+۵٦۰۰۰۰\ U_۲+۱۸۷۵۱U_۳$$

St.

$$۷\ V_۱ +۱٦\ V_۲ +۱۰\ V_۳ +۱۵\ V_٤ =$$

$$۸۹٤۰۹\ U_۱+۵٦۰۰۰۰\ U_۲+۱۸۷۵۱\ U_۳ \leq$$

$$۲۲٦۰۰\ U_۱+۳۵٤۸۰\ U_۲ \ -۳\ V_۱ \ -۹\ V_۲ -۱۰V_۳ \ -۸\ V_٤ \ \leq$$

$$U_۱ و U_۲ و U_۳ و\ V_۱ و\ V_۲ و\ V_۳ و\ V_٤ \geq$$

$$E_{VVAA}=Z_{VVAA}=۱$$

مسئله(٤) E_{AAVV}:

$$\text{Max } Z_{AAVV} =۲۲٦۰۰\ U_۱+۳۵٤۸۰U_۲$$

St

$$۳\ V۱ +۹\ V_۲ +۱۰\ V_۳ +۸V_٤ =$$

$$۲۲۶۰۰\ U_۱ +۳۵۴۸۰U_۲ \leq$$

$$۸۹٤۰۹\ U_۱+۵٦۰۰۰۰\ U_۲+۱۸۷۵۱\ U_۳ -۷\ V۱ -۱٦\ V_۲ -۱۰\ V_۳ -۱۵\ V_٤ \leq$$

$$U_۱ و U_۲ و U_۳ و V_۱ و V_۲ و V_۳ و V_٤ \geq$$

$$E_{AAvv} = Z_{AAvv}=۰/۸۹۸$$

پس از حل چهار مسئله فوق طبق فرمول معرفی شده (رابطه۸) برای واحدهای یک و دو عناصر ماتریس به‌صورت زیر بدست خواهد آمد:

$$a_{AB} = \frac{E_{AA} + E_{AB}}{E_{BB} + E_{BA}}$$

$$a_{VVAA} = \frac{E_{VV} + E_{VVAA}}{E_{AA} + E_{AAVV}} = \frac{۱+۱}{۰/۵۸۹۸+۰/۵۸۹۸} = ۱/۶۹۵۵$$

$$a_{AAVV} = \frac{E_{AA} + E_{AAVV}}{E_{VV} + E_{VVAA}} = \frac{۰/۵۸۹۸+۰/۵۸۹۸}{۱+۱} = ۰/۵۸۹۸$$

در این مرحله می توان ماتریس مقایسات زوجی را برای ۲۵ بیمارستان،طبق محاسبات صورت پذیرفته تشکیل داد (جدول شماره ٦).

جدول شماره (۶) ماتریس مقایسات زوجی برای گروه بیمارستان‌های آموزشی

بیمارستان		VV	AA	TA	...	...	...	SF
۱	VV	۱	۱/٦۹۵	۲/۸۱۲۹	...	...	...	۲/۳۲۷۲
۲	AA	۰/۵۸۹۸	۱	۱	...	...	...	۰/٦۱٦۹
۳	TA	۰/۳۵۵۵	۱	۱	...	...	...	۱
:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:
۲۵	SF	۰/٤۲۹۷	۱/٦۲۱	۱	...	...	...	۱
جمع		۲۱/۸۹۱۵	۷۷/٦۳٤۸	۲۸/٤٦۷۷	...	...	...	۳۰/۹۸۱۸

پس از تشکیل جدول مقایسات زوجی جدول نرمال شده طبق جدول شماره(۷) خواهد بود:.

جدول شماره (۷) ماتریس نرمال شده حاصل از جدول شماره (۶)

ردیف	نام	جمع سطری	ردیف	نام	جمع سطری
۱	VV	۱/۲۰۳۷	۱٤	SR	۱/۰٤۳٤
۲	AA	۰/٤۲۷۳	۱۵	TT	۱/۰۷۱۵
۳	TA	۰/۸۹۹	۱٦	EH	۱/۱۹٤۳
٤	MM	۰/۹۸۹٤	۱۷	TO	۰/۹۹۳۷
۵	AM	۱/۰۰۸۲	۱۸	AB	۱/۱۱۱۳
٦	RA	۱/۰۲۷۷	۱۹	MF	۱/۱۱٤۲
۷	SI	۱/۰۰۹۲	۲۰	SF	۰/۹٦۹۸
۸	EK	۱/۰۷۱	۲۱	ST	۱/۱۷۲۵
۹	DS	۰/۸۱۷	۲۲	SH	۰/۹۸۳۹
۱۰	HF	۰/٦٦۷۳	۲۳	SM	۱/۰٦۳٦
۱۱	AS	۰/۹۱٦۱	۲٤	TH	۰/۹۷۱۹
۱۲	LL	۱/۱٤۱۹	۲۵	SF	۰/۸۲۹۸
۱۳	FF	۱/۰۵۲۳			

پس از تشکیل ماتریس نرمالیزه جمع سطری ماتریس،محاسبه و به‌صورت ستونی یادداشت می‌شود .پس از آن جمع هر ستون تقسیم بر تعداد اعضاء آن (۲۵عضو) می‌شود. میانگین محاسبه شده از این طریق وزن هر عضو را تشکیل می‌دهد، که بدین ترتیب بر اساس اوزان محاسبه شده، رتبه‌بندی اعضاء صورت می‌گیرد. نتایج در جداول شماره (۸ و۹)آمده است:

جدول شماره (۸) جمع سطری واحدهای بیمارستان‌های آموزشی

بیمارستان		VV	AA	TA	..	...	...	SF
۱	VV	۰/۰٤٥۷	۰/۰۲۱۸	۰/۰۹۸۸	..	...	...	۰/۰۷٥۱
۲	AA	۰/۰۲٦۹	۰/۰۱۲۹	۰/۳٥۱	..	...	...	۰/۰۰۲
۳	TA	۰۱٦۲۰	۰/۰۱۲۹	/۰۳٥۱	..	...	...	۰/۰۳۲۳
۲۲	:	:	:	:	:	:	:	:
۲۳	:	:	:	:	:	:	:	:
۲٤	:	:	:	:	:	:	:	:
۲٥	SF	۰/۰۱۹٦	۰/۰۲۰۹	۰/۰۳٥۱	..	...	...	۰/۰۳۲۳

جدول شماره (۹) رتبه‌بندی کامل بیمارستان‌های آموزشی بر اساس رویکرد تلفیقی AHP/DEA

ردیف	نام	وزن	ردیف	نام	وزن
۱	VV	۰/۰٤۸۱٤۸	۱٤	AM	۰/۰٤۰۳۰۲۸
۲	EH	۰/۰٤۷۷۷۲	۱٥	TO	۰/۰۳۹۷٤۸
۳	ST	۰/۰٤٦۹	۱٦	MM	۰/۰۳۹٥۷٦
٤	LL	۰/۰٤٥٦۷٦	۱۷	TH	۰/۰۳۸۸۷٦
٥	MF	۰/۰٤٤٥٦۸	۱۸	SF	۰/۰۳۸۷۹۲
٦	AB	۰/۰٤٤٤٥۲	۱۹	SH	۰/۰۳۸۱٥٦
۷	TT	۰/٤۲۸٦	۲۰	AS	۰/۰۳٦٦٤٤
۸	EK	۰/۰٤۲۸٤	۲۱	TA	۰/۰۳٥۹٦
۹	SM	۰/۰٤۲٥٤٤	۲۲	SP	۰/۰۳۳۱۹۲
۱۰	FF	۰/۰٤۲۰۹۲	۲۳	DS	۰/۰۳۲٦۸
۱۱	SR	۰/۰٤۱۷۳٦	۲٤	HF	۰/۰۲٦٦۹۲
۱۲	RA	۰/۰٤۱۱۰۸	۲٥	AA	۰/۰۱۷۰۹۲
۱۳	SI	۰/۰٤۰۳٦۸			

نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه تکنیک DEA، تکنیکی فراگیر و همه جانبه است، می‌توان از آن در بررسی واحدهایی که ورودی و خروجی‌های مشابه دارند استفاده کرد؛ اهمیت تکنیک DEA روز افزون است و روز به روز مدل‌های جدیدتری از آن برای بررسی کارایی واحدها از ابعاد گوناگون ابداع و ایجاد می‌شود. با توجه به اینکه تکنیک DEA واحدها را به دوگروه کارا و ناکارا تقسیم می‌کند، بررسی دلایل کارایی واحدهای کارا وهمچنین ناکارایی واحدهای ناکارا توصیه می‌شود. از این تکنیک علاوه به بخش تشخیصی می‌توان در سایر بخش‌های مربوط به درمان از جمله بررسی وضعیت داروخانه، وضعیت بخش‌های درمانی و امور پرستاری و همچنین بررسی بخش‌های اداری بیمارستان‌ها و دانشگاه‌های علوم پزشکی استفاده کرد. در این تحقیق جهت رتبه بندی کامل واحدهای کارا و ناکارا از رویکرد تلفیقی AHP/DEA استفاده گردید و نشان داده شد که تلفیق دو مدل DEA و AHP می‌تواند رویکرد مناسبی جهت رتبه‌بندی بیمارستان‌های آموزشی در بخش تشخیصی بشمار رود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

فهرست منابع

۱- امامی میبدی، ع، ۱۳۸۰، «اصول اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری»، موسسه مطالعات وپژوهش‌های بازرگانی.
۲- پارساییان، ع. اعرابی، محمد، ۱۳۷۹، «فرهنگ مدیریت»، جلد اول ودوم، دفتر پژوهش‌های فرهنگی.
۳- خاکی، غ، ۱۳۷۸، «روش تحقیق با رویکردی به پایان‌نامه‌نویسی»، انتشارات دانشگاه تهران.
٤- علیرضایی، م .جعفری، سعید، ۱۳۷۹، «ارزیابی عملکرد دستگاه‌های اجرایی وارایه الگوهای بهینه عملکرد آنها به کمک تحلیل پوششی داده‌ها»، مؤسسه بین‌المللی تحقیق در عملیات بهین کارا.
۵- قدسی پور، ح، ۱۳۸٤، «فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP»، دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
٦- مهرگان، م، ۱۳۸۳، «ارزیابی عملکرد سازمان‌ها: رویکردی کمی با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها»، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.
۷- مجله دانش مدیریت، شماره ٦٤.

8- Banker, R. D, Charnes,A,Cooper,ww.som models for Estimation Technical and Scale in Efficiencies in Data Envelopment Analysis management science,1984.
9- Charnes, A, Cooper, w, Levin A.Seiford, L, M. Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology, and Application Kluwer Academic publisher,1995.
10- Charnes,A,Cooper,ww.,Rohdes,E.,.Measurring the Efficiency of Decision Making Units. European journal of operational research.2(6).429-444, 1978.
11- Coelli,Tim.,A Guide to DEAP Version 2.1A Data Envelopment Analysis Internet: [http://www.une.edu.au/ecometrics/]
12- Farrell,M.J.,The Measurement of Productive Efficiency.J.R.,Statis,Soc.Series A120,253-281 ,1957.
13- Mali,P.,.Improving Total Productivity, MBO Strategies for Business Government, And Not-for-profit Organization, John wily, 1978.
14- Sinuan-Stern Zilla.,Mehrez, Abraham., Hadad Yossi., An AHP/DEA Methodology for Ranking Decision Making Units, 2000.
15- Piec, Jon., Efficiency Progress in The Newsouthwales Government, Internet: [http://www.treasury.nsw.gov. edu/], 1997.
16- Saaty, T. L. The Analytical Hierarchy Process, Planing,priority, Resource Allocation. RWS Publication,USA, 1986.
17- Zilla Sinuang Abraham Mehraz، Yossi Hadad.An AHP/DEA Medthodoligy for ranking decision Making units, 2004.