Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 10:09 IRDT on Sunday May 6th 2018

دوماهنامه سلامت کار ایران دوره ۱۴، شماره ۵، آذر و دی ۱۳۹۶

# ارزیابی عملکرد بیمارستان‌های دانشگاه علوم پزشکی تهران با استفاده از مدل ترکیبی تحلیل پوششی داده‌ها و روش پرومته

فرزاد فیروزی جهانتیغ*[۱]، مریم استواره[۲]

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۹/۱۲ تاریخ ویرایش: ۹۶/۰۵/۰۵ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۷/۱۶


## چکیده

**زمینه و هدف:** محدود بودن منابع اقتصادی و سرمایه‌گذاری در بیمارستان‌های آموزشی دانشگاهی، مسئله‌ای مهم به شمار می‌رود. بنابراین تخصیص بهینه بودجه و منابع موجود، تأثیر زیادی در ارائه خدمات مناسب درمانی و افزایش کارایی بیمارستان‌ها دارد. هدف از این پژوهش ارزیابی عملکرد و تعیین کارایی بیمارستان‌های دانشگاه علوم پزشکی تهران می‌باشد.

**روش بررسی:** در این مطالعه، با به‌کارگیری تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی ۴۰ بیمارستان دانشگاه علوم پزشکی تهران با فرض بازدهی متغیر نسبت به مقیاس و با رویکرد ورودی و خروجی محور، توسط پنج ورودی و هشت خروجی مورد ارزیابی قرارگرفته است. درنهایت رتبه‌بندی واحدهای کارا با استفاده از روش پرومته صورت گرفته است.

**یافته‌ها:** نتایج حاصل از روش تحلیل پوششی داده‌ها نشان می‌دهد که ۱۳ بیمارستان از مجموع ۴۰ بیمارستان دارای کارایی کمتر از یک بوده و ناکارا محسوب می‌شوند. روش رتبه‌بندی پرومته، بیمارستان ۲۰ را با مقدار جریان خالص ۰/۷۴۵۲ به‌عنوان بهترین بیمارستان در بین بیمارستان‌های کارا تعیین کرده است.

**نتیجه‌گیری:** تحلیل حساسیت صورت گرفته روی اوزان، نشان می‌دهد که نتایج حاصل از مدل قابل‌اطمینان بوده و از کارایی بالایی برخوردار است و مدیران ارشد مراکز درمانی می‌توانند با استفاده از نتایج این رویکرد، برنامه‌ریزی لازم را جهت استفاده بهینه از منابع خود به‌کارگیرند.


**کلیدواژه‌ها:** کارایی بیمارستان، تحلیل پوششی داده‌ها، بازده به مقیاس، روش پرومته، تحلیل حساسیت.

## مقدمه

ارزیابی بهره‌وری سیستم‌های سلامت و مراکز درمانی در دو سطح خرد و کلان حائز اهمیت است. در سال‌های اخیر مدیران این مراکز تمایل زیادی به برآورد نیازهای متفاوت بیماران باکیفیت خدمات بالا داشته‌اند. لازمه دستیابی به این هدف، سنجش عملکرد و کارایی هر بخش مراکز بهداشتی درمانی می‌باشد. یکی از تکنیک‌هایی که به‌منظور سنجش کارایی استفاده می‌شود، روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) است [۱]. تحلیل پوششی داده‌ها روشی مبتنی بر برنامه‌ریزی خطی کسری می‌باشد که اولین بار توسط چارنز و همکاران (۱۹۷۸) معرفی شد [۲]. علت مقبولیت گسترده این روش نسبت به سایر روش‌ها، امکان بررسی روابط پیچیده و گاها نامعلوم بین چند ورودی و چند خروجی است [۳].

مطالعات بسیاری به ارزیابی کارایی و عملکرد سیستم‌های سلامت و مراکز درمانی پرداخته است که ازجمله آن می‌توان به مقاله سان و همکاران اشاره کرد که بر اساس گزارش‌های سلامت از سوی وزارت بهداشت و درمان چین، ارزیابی کارایی بیمارستان‌های عمومی را محاسبه کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که بیش از نیمی از بیمارستان‌های موردبررسی، با کارایی فنی خوبی عمل می‌کنند [۴]. همچنین نیار و ازکان با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها به مقایسه کارایی بیمارستان و کیفیت عملکرد آن دریکی از بیمارستان‌های ویرجینیا پرداختند. آن‌ها متوجه شدند که بیمارستان‌هایی که ازلحاظ فنی کارا هستند، در سنجش کیفیت نیز به‌خوبی عمل نموده‌اند [۵]. جهانگیری، بعد از انجام مطالعات گسترده، ۴۷ مقاله‌ای را که در زمینه ارزیابی کارایی نسبی بیمارستان‌ها پرداخته بودند، با در نظر گرفتن ورودی‌ها، خروجی‌ها، نوع مدل به‌کاررفته و دیگر عوامل، موردبررسی قرارداد و دریافت که در هفت

۱- (نویسنده مسئول) استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران. firouzi@eng.usb.ac.ir
۲- کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.

www.SID.ir

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 10:09 IRDT on Sunday May 6th 2018

سال اخیر علاقه محققان ایرانی به کاربرد تحلیل پوششی داده‌ها در ارزیابی بیمارستان‌ها افزایش‌یافته است [۶].

گاهی به‌منظور توانمندتر کردن روش تحلیل پوششی داده‌ها، از روش‌های دیگری به همراه روش DEA استفاده می‌شود که باعث ارائه مدلی مطمئن و کارا جهت ارزیابی بیمارستان‌ها است. ازجمله این روش‌ها می‌توان به استفاده همزمان شبیه‌سازی و تحلیل پوششی داده‌ها در بخش اورژانس بیمارستانی که در آن ازدحام و انتظار طولانی بیماران از شایع‌ترین مشکلات می‌باشد، اشاره کرد [۷]. از انواع دیگر آن می‌توان به استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها به همراه روش گسترش کارکرد کیفی [۸] (QFD)، مدل تقویت‌شده تحلیل پوششی داده‌ها توسط رگرسیون درختی و طبقه‌بندی به همراه شبکه عصبی [۹]، به‌کارگیری همزمان روش‌های DEA و تجزیه‌وتحلیل مرزی تصادفی [۱۰]، روش تحلیل پوششی داده‌های شبکه دینامیکی [۱۱]، مدل ترکیبی تحلیل پوششی داده‌ها و رگرسیون بریده [۱۲] اشاره نمود.

علاوه بر روش‌های ذکرشده، استفاده از مدل ترکیبی تحلیل پوششی داده‌ها و روش‌های تصمیم‌گیری می‌تواند به ایجاد مدلی مطمئن و انعطاف‌پذیر بپردازد [۱۳]. یکی از ابزارهای مناسب جهت رتبه‌بندی و تصمیم‌گیری در مورد کارایی بیمارستان‌ها، مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره می‌باشد. مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مختلفی وجود دارد که خانواده پرومته (PROMETHEE) یکی از مدل‌های کاربردی آن‌ها است. پرومته به معنی روش سازمان‌دهی و رتبه‌بندی ترجیحی جهت ارزیابی بهتر می‌باشد که توسط برنز و وینک [۱۴] ایجادشده است. درروش پرومته، اطلاعات بین معیارها (درباره اهمیت نسبی معیارها در مقایسه با یکدیگر یا وزن معیارها) و اطلاعات درون هر معیار (نشان‌دهنده ترجیح تصمیم‌گیرنده یا تابع ترجیح) توسط تصمیم‌گیرنده در نظر گرفته می‌شود. همچنین به دلیل اینکه درروش پرومته وزن شاخص‌ها، لازم می‌باشد، بنابراین هنگام استفاده از این روش می‌بایست از یکی از روش‌های وزن دهی، جهت تعیین وزن معیارها استفاده نمود [۱۵].

ازآنجایی‌که بیمارستان‌ها به‌عنوان واحدهایی اقتصادی با محدودیت منابع و بودجه به شمار می‌روند، هدف از این پژوهش ارزیابی عملکرد و رتبه‌بندی بیمارستان‌های دانشگاه علوم پزشکی تهران از طریق یک مدل ترکیبی DEA-PROMETHEE، با در نظر گرفتن ۱۳ معیار می‌باشد. ابتدا از مدل BCC ورودی محور و خروجی محور، به ارزیابی عملکرد بیمارستان‌ها پرداخته می‌شود و آن‌ها را به دودسته کارا و ناکارا تقسیم‌بندی می‌کند. سپس از روش پرومته، رتبه‌بندی بیمارستان‌های کارا صورت می‌گیرد. در این تحقیق برای محاسبه وزن معیارها به‌منظور رتبه‌بندی، از روش آنتروپی شانون [۱۶] استفاده‌شده است. درنهایت آنالیز حساسیت اوزان به‌منظور اطمینان از نتیجه به‌دست‌آمده انجام می‌شود.

## روش بررسی

روش تحقیق حاضر ازنظر هدف کاربردی و ازلحاظ زمانی به‌صورت تک مقطعی می‌باشد. ماهیت این روش به‌صورت توصیفی پیمایشی است. مدل ارائه‌شده در مقاله، بعد از مراحل جمع‌آوری اطلاعات و تشکیل ماتریس مقایسات زوجی، به سه مرحله محاسبه کارایی واحدها، رتبه‌بندی واحدهای کارا و آنالیز حساسیت تقسیم می‌شود. در شکل (۱)، روند کلی مقاله به تصویر کشیده شده است.

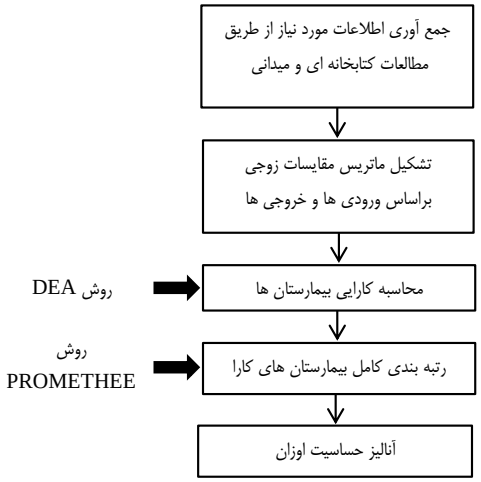
**روش تحلیل پوششی داده‌ها:** تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) یک تکنیک برنامه‌ریزی خطی و مدلی مناسب برای ارزیابی کارایی واحدهایی با چند ورودی و خروجی می‌باشد. در این روش، برای هر واحد تصمیم‌گیری (DMU)[1]، یک نمره کارایی تعیین می‌گردد. این مقدار می‌تواند عددی در بازه صفر و یک باشد. اگر واحدی نمره یک گرفت، واحد کارا و واحدی که نمره آن از یک کمتر شود، واحد ناکارا نامیده می‌شود. در استفاده از روش DEA، دو مشخصه اساسی بازده به الگوی

[1] Decision making unit



Archive of SID
www.SID.ir

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 10:09 IRDT on Sunday May 6th 2018




شکل ۱- فرآیند کلی تحقیق

مورداستفاده و ماهیت الگو می‌بایست تعیین گردد. بازده به مقیاس الگو می‌تواند به‌صورت ثابت و یا متغیر باشد. ماهیت الگو نیز می‌تواند با دو رویکرد ورودی محور و خروجی محور ظاهر گردد [۳].

در این مطالعه، از مدل ثانویه بازده به مقیاس متغیر (BCC) استفاده‌شده است. بنابراین هدف مسئله بررسی هر دو حالت حداقل نمودن ورودی‌ها با فرض ثابت بودن خروجی‌ها و حداکثر نمودن خروجی‌ها با فرض ثابت بودن ورودی‌ها می‌باشد. مدل ثانویه (مدل پوششی) روی روابط میان DMU مورد ارزیابی و دیگر واحدهای تصمیم‌گیری تأکید دارد. در مدل پوششی روش DEA، نتیجه حاصل زمانی قابل‌اطمینان خواهد بود که تعداد واحدهای تصمیم‌گیرنده، از رابطه (۱) پیروی کند. زیرا در غیر این صورت اغلب واحدها بر روی مرز کارایی قرارگرفته و امتیاز کارایی یک را اختیار می‌کنند. با این کار قدرت تفکیک مدل کاهش می‌یابد.

$$n \geq 3(m+s) \qquad (1)$$

رابطه (۲)، بیانگر مدل ثانویه BCC با رویکرد ورودی محور و رابطه (۳)، بیانگر مدل ثانویه BCC با رویکرد خروجی محور می‌باشد. $m$ تعداد ورودی، $s$ تعداد خروجی و $n$ تعداد واحد است [۱۷].

$$Min\ Y_0 = \theta$$

*St:*

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} \geq y_{r0} \qquad (r = 1,2,\dots,s)$$
$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} \leq \theta x_{i0} \qquad (i = 1,2,\dots,m)$$
$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1 \qquad (j = 1,2,\dots,n)$$
$$\lambda_j \geq 0\ ,\ \theta \text{ آزاد در علامت} \quad (j = 1,2,\dots,n) \qquad (2)$$

در رابطه (۲)، $\theta$ نسبت کاهش ورودی‌های واحد تحت بررسی جهت بهبود کارایی نشان می‌دهد. در این مدل یک واحد را کارا گویند اگر و تنها اگر دو شرط زیر برقرار باشد [۱۸]:

- $\theta^* = 1$ شود.
- تمامی متغیرهای کمکی مقدار صفر داشته باشند.

*St:*

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} \geq \theta y_{r0} \qquad (r = 1,2,\dots,s)$$
$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} \leq x_{i0} \qquad (i = 1,2,\dots,m)$$
$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1 \qquad (j = 1,2,\dots,n)$$
$$\lambda_j \geq 0\ ,\ \theta \text{ آزاد در علامت} \quad (j = 1,2,\dots,n) \qquad (3)$$

در رابطه (۳)، $\theta$ جهت رسیدن به بیشترین سطح خروجی، حداکثر می‌شود.

در رابطه (۲) و (۳)، $x_{ij}$ میزان ورودی $i$ ام برای واحد تصمیم‌گیرنده $j$ ام و $y_{rj}$ میزان خروجی $r$ ام برای واحد تصمیم‌گیرنده $j$ ام می‌باشد. به‌علاوه، $\theta$ و $\lambda_j$ به ترتیب متغیرهای متناظر با محدودیت (۴) و (۵) را نمایش داده می دهند.

$$\sum_{i=1}^{m} v_i x_{i0} = 1 \qquad (4)$$

$$\sum_{r=1}^{m} y_{rj} u_r - \sum_{i=1}^{n} x_{ij} v_i \leq 0 \qquad (5)$$

که در آن $u_r$ وزن تخصیص داده‌شده به خروجی $r$ ام



Archive of SID
www.SID.ir

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 10:09 IRDT on Sunday May 6th 2018

و $v_i$، وزن تخصیص داده شده به ورودی $i$ ام می باشد [۱۹].

**روش پرومته:** روش پرومته شکل اصلاح‌شده، ساده و قابل‌درک روش الکتره[2] می‌باشد. موفقیت روش پرومته به دلیل ویژگی‌های ریاضیاتی به‌کاررفته در آن است. برای تصمیم‌گیری بر اساس روش پرومته، چهار گام اصلی می‌بایست طی شود (۲۰). این چهار گام عبارت‌اند از:

۱) تشکیل جدول تصمیم‌گیری برای محاسبه انحراف گزینه‌ها نسبت به معیارهای مختلف
۲) محاسبه وزن معیارها
۳) محاسبه مدل ترجیح
۴) محاسبه جریان ترجیح

**گام ۱) تشکیل جدول تصمیم‌گیری:** روش پرومته با جدول تصمیم‌گیری، مسئله را آنالیز می‌کند. این جدول شامل گزینه‌ها و معیارها می‌باشد. شکل ریاضی جدول تصمیم‌گیری به‌صورت روابط (۶) و (۷) می‌باشد.

$$A = \{a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_n\} \qquad (6)$$

$$\max \{f_1(a_1), f_2(a_2), \dots, f_j(a_i), \dots, f_k(a_n)\} \qquad (7)$$

رابطه (۶)، مجموعه متناهی A است که شامل مجموعه گزینه‌های ممکن و رابطه (۷)، معیارهای ارزیابی نامیده می‌شود. شخص تصمیم‌گیرنده به دنبال گزینه‌ای است که تمامی معیارها را بهینه کند [۱۵].

**گام ۲) محاسبه وزن معیارها:** وزن هر معیار، شاخص مناسبی برای بیان اولویت معیارها نسبت به یکدیگر و بیانگر اهمیت نسبی آن معیار است. هر چه وزن معیار بیشتر باشد، معیار از اهمیت بیشتری نسبت به سایر معیارها برخوردار است [۲۱]. وزن‌ها، اعدادی غیر منفی هستند که جمع آن‌ها برابر ۱ می‌شود.

در این گام از روش آنتروپی شانون به‌منظور وزن دهی معیارها، استفاده‌شده است. این روش براساس پراکندگی معیارها، اوزان مربوط به هر معیار را محاسبه می‌کند. هرچه پراکندگی در یک معیار بیشتر باشد، آن معیار از اهمیت بیشتری برخوردار است [۱۶].

**گام ۳) محاسبه مدل ترجیح:** در این گام انحراف میان معیارهای ارزیابی‌شده مربوط به گزینه‌ها براساس مقایسات زوجی با کمک رابطه (۸) محاسبه می‌شود که در آن $d_j$ اختلاف دو معیار ارزیابی‌شده j برحسب دو گزینه a و b می‌باشد.

$$d_j(a,b) = f_j(a) - f_j(b) \qquad (8)$$

سپس تابع ترجیح برحسب اختلاف موجود بین دو گزینه مفروض، با استفاده از رابطه (۹) تشکیل می‌شود.

$$\mathrm{P_j(a,b)} = \mathrm{F_j}\left[\mathrm{d_j(a,b)}\right]$$
$$\forall a, b \epsilon A \ \text{ و } \ j = 1,2,\dots,k \qquad (9)$$

درواقع برای استفاده از این اطلاعات، تصمیم‌گیرنده یک تابع ترجیح انتخاب می‌کند. برای تسهیل موضوع، شش نوع تابع ترجیح برای تصمیم‌گیری ارائه‌شده است که در این مطالعه از تابع نوع پنج روش پرومته استفاده‌شده است. در شکل (۲)، تابع ریاضی و نمودار آن آورده شده است. در این تابع، پارامترهای ترجیحی p و q، می‌بایست تعیین شوند. q آستانه بی‌تفاوتی (بزرگ‌ترین تفاوت قابل‌اغماض) و p آستانه ترجیح (کوچک‌ترین تفاوتی که نشان‌دهنده ترجیح قطعی یک گزینه بر گزینه دیگر) می‌باشد. با توجه به شکل (۲)، چنانچه تفاوت امتیاز دو آلترناتیو در فاصله $d \le q$ باشد، هیچ تفاوتی وجود بین دو گزینه وجود ندارد. درصورتی‌که تفاوت بین دو مقدار در فاصله $q < d \le p$ باشد، میزان اولویت به‌صورت خطی تغییر می‌کند. اگر میزان تفاوت در فاصله $d > p$ باشد، اولویت کامل وجود دارد [۲۲].

در بخش انتهایی این گام، شاخص‌های ارجحیت، به‌منظور تعیین ترجیح گزینه a و b، بر اساس تمام معیارها و با اعمال وزن شاخص‌های محاسبه‌شده از گام ۲ ($w_j$)، از رابطه (۱۰) به دست می‌آید.

[2] ELECTRE



Archive of SID
www.SID.ir

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 10:09 IRDT on Sunday May 6th 2018

$$\pi(a,b) = \sum_{j=1}^{k} w_j p_j(a,b) \quad \forall a,b \in A \qquad (10)$$

$\pi(a,b)$ ترجیح گزینه a بر گزینه b بر اساس مجموع معیارها می‌باشد و به این معنی است که گزینه a در بعضی معیارها بر گزینه b برتری دارد. اگر $\pi(a,b) \simeq 0$ باشد، به معنی ارجحیت کم گزینه a نسبت به گزینه b است و چنان چه $\pi(a,b) = 1$ به معنی ارجحیت زیاد(کامل) گزینه a نسبت به گزینه b می‌باشد [۲۳].

**گام ٤) محاسبه جریان ترجیح:** جریان ترجیح به‌منظور منظم کردن مقایسه‌های زوجی و رتبه‌بندی گزینه‌ها می‌باشد. سه نوع مختلف جریان ترجیحات درروش پرومته وجود دارد.

- $\emptyset^-(a)$ جریان منفی
- $\emptyset^+(a)$ جریان مثبت
- $\emptyset(a)$ جریان خالص

برای محاسبه جریان مثبت، منفی و خالص، به ترتیب از روابط (۱۱)، (۱۲) و (۱۳) استفاده می‌شود.

$$\emptyset^+(a) = \frac{1}{n-1}\sum_{x\in A}\pi(a,x) \qquad (11)$$

$$\emptyset^-(a) = \frac{1}{n-1}\sum_{x\in A}\pi(x,a) \qquad (12)$$

$$\emptyset(a) = \emptyset^+(a) - \emptyset^-(a) \qquad (13)$$

$\emptyset^+(a)$جریان مثبت یا خروجی گزینه $a$ (میزان اولویت گزینه $a$ بر سایر گزینه‌ها)، $\emptyset^-(a)$ جریان منفی یا ورودی گزینه $a$ (میزان مغلوب بودن گزینه $a$ در برابر سایر گزینه‌ها) و $\emptyset(a)$ جریان خالص رتبه‌بندی می‌باشد. تصمیم‌گیرنده همیشه خواهان رتبه‌بندی کامل است؛ زیرا تصمیم‌گیری را آسان‌تر و قابل‌فهم‌تر می‌سازد. گزینه‌ای که بیشترین مقدار $\emptyset(a)$ را داشته باشد، رتبه بهتری را به خود اختصاص می‌دهد [۱۵].

**رتبه‌بندی نسبی بر اساس پرومته I:** رتبه‌بندی بر اساس دو جریان $\emptyset^+(a)$ و $\emptyset^-(a)$ می‌باشد و بدان معناست که لزومی به مقایسه تمام گزینه‌ها نیست. در رتبه‌بندی نسبی پرومته I، سه حالت مقایسه‌ای وجود دارد که جزییات آن در رابطه (۱۴) مطرح‌شده است.

$$\begin{cases} \emptyset^+(a) > \emptyset^+(b) \; and \; \emptyset^-(a) < \emptyset^-(b) \; or \\ \emptyset^+(a) > \emptyset^+(b) \; and \; \emptyset^-(a) = \emptyset^-(b) \; or \\ \emptyset^+(a) = \emptyset^+(b) \; and \; \emptyset^-(a) < \emptyset^-(b) \end{cases} \Leftrightarrow aP^I b$$

$$\emptyset^+(a) = \emptyset^+(b) \; and \; \emptyset^-(a) = \emptyset^-(b) \quad \Leftrightarrow aI^I b$$

$$\begin{cases} \emptyset^+(a) > \emptyset^+(b) \; and \; \emptyset^-(a) > \emptyset^-(b) or \\ \emptyset^+(a) < \emptyset^+(b) \; and \; \emptyset^-(a) < \emptyset^-(b) \end{cases} \Leftrightarrow aR^I b \qquad (14)$$

علائم $P^I$ ، $I^I$ و $R^I$ به ترتیب نشان‌دهنده «ترجیح»، «بی‌تفاوتی» و «غیرقابل مقایسه بودن» گزینه‌ها بر اساس رتبه‌بندی پرومته I می‌باشد [۲۴].

**رتبه‌بندی کامل بر اساس پرومته II:** در این نوع رتبه‌بندی تمام گزینه‌ها با یکدیگر مقایسه می‌شوند و در آن گزینه‌ای که غیرقابل مقایسه باشد، وجود ندارد. این رتبه‌بندی بر اساس جریان خالص است که در روابط (۱۵) آورده شده است.

$$\emptyset(a) > \emptyset(b) \quad \Leftrightarrow \quad aP^{II}b \qquad (15)$$

علائم $P^{II}$ و $I^{II}$ به ترتیب عبارت‌اند از "ترجیح" و "یکسان بودن" گزینه‌ها بر اساس پرومته II می‌باشد [۲۳].

**آنالیز حساسیت:** رتبه‌بندی پرومته تا حد زیادی توسط وزن اختصاص داده‌شده به معیارها صورت می‌گیرد. گاهی تصمیم‌گیرنده ممکن است نسبت به وزن یک معیار تردید داشته باشد، آنالیز حساسیت اجازه بررسی بیشتر را به او خواهد داد. با تغییر وزن، نتیجه را می‌توان مجددا بررسی نمود. بنابراین پس از تعیین رتبه مربوط به هر گزینه، با تحلیل حساسیت می‌توان میزان مقبولیت نتایج را تعیین نمود. تحلیل حساسیت به چگونگی تغییر در خروجی‌ها نسبت به ورودی‌ها می‌پردازد. اگر تغییرات نتوانند به‌صورت قابل‌توجهی بر روی خروجی‌ها تأثیر بگذارند، گفته می‌شود که رتبه‌بندی استحکام دارد [۲۵].

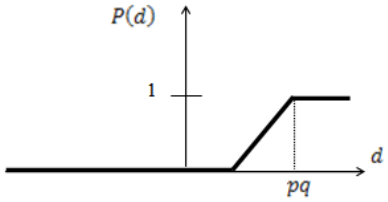


Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 10:09 IRDT on Sunday May 6th 2018

$$P(d)=\begin{cases}0 & d\le q\\ \dfrac{d-q}{p-q} & q<d\le p\\ 1 & d>p\end{cases}$$




شکل ۲- نمودار و تابع ترجیحی پرومته V

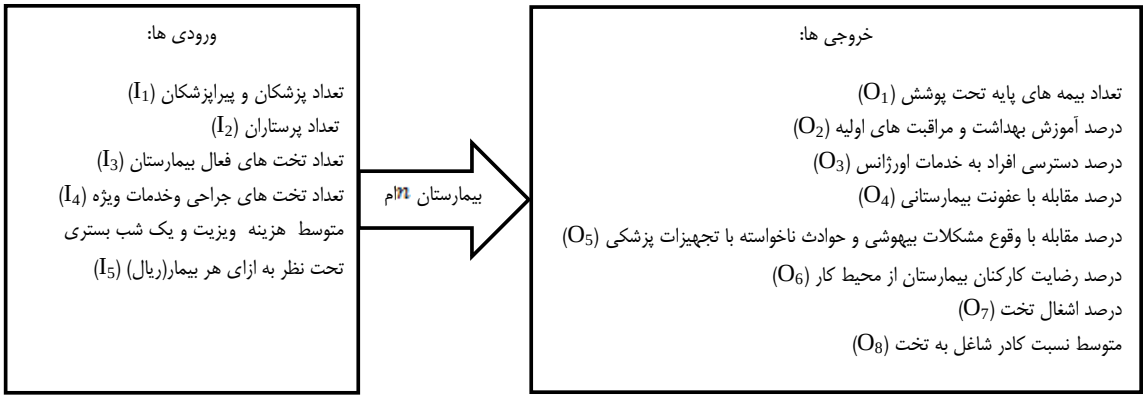
## یافته‌ها

در این پژوهش با توجه به موضوع مسئله و سوابق آن، مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی انجام‌شده است. اطلاعات موردنیاز از طریق پرسشنامه استاندارد توسط مدیران مراکز، پرسنل درمانی و مراجعه‌کنندگان به ۴۰ بیمارستان دانشگاه علوم پزشکی تهران جمع‌آوری‌شده و در قالب ماتریسی با در نظر گرفتن پنج ورودی و هشت خروجی جهت انجام مقایسات زوجی در آمده است. ورودی و خروجی‌های موردبررسی در شکل (۳)، نشان داده‌شده است. نتایج حاصل از این مطالعات در دودسته ورودی‌ها و خروجی‌ها، در جدول (۱) آمده است.

در مرحله بعد، مدل تحلیل پوششی داده‌ها، برای هر بیمارستان، با استفاده از نرم‌افزار Lingo، که نرم‌افزاری جهت حل مدل‌های برنامه‌ریزی خطی است، ارزیابی‌شده‌اند. بیمارستان‌ها از دو جنبه ورودی محور و خروجی محور در مدل ثانویه BCC موردبررسی قرارگرفته‌اند و میزان کارایی آن‌ها به‌دست‌آمده است.

نتایج حاصل از مدل BCC ورودی محور و BCC خروجی محور نشان می‌دهد 13 بیمارستان به‌صورت ناکارا شناخته‌شده و مقدار کارایی آن کمتر از یک است. ۲۷ بیمارستان کارا و دارای میزان کارایی یک می‌باشد. بنابراین رتبه‌بندی واحدهای کارا از طریق روش پرومته II، با استفاده از نرم‌افزار Visual PROMETHEE، محاسبه و ارزیابی‌شده است. وزن موردنظر از طریق روش آنتروپی به‌دست‌آمده است. درروش پرومته، با ارزیابی حاصل از پرسشنامه، بعضی از مقادیر بسیار نزدیک به هم بوده و گاها تفاوت جزیی بین آن‌ها مشاهده می‌شود. بنابراین جهت تعیین تابع ارجحیت، می‌توان این نوسانات و اختلاف‌ها را به‌صورت سلیقه‌ای یا کوتاه‌مدت در نظر گرفت که ممکن است با تکرار دوباره این ارزیابی‌ها، پاسخ‌ها تا حدی تغییر کند. بنابراین برای جلوگیری از این اتفاق، با در نظر گرفتن نظرات کارشناسان، یک آستانه بی‌تفاوتی و برتری را می‌توان برای آن لحاظ نموده که در این پژوهش تابع V استفاده‌شده است.

مقادیر $q$ و $p$ با تصمیم‌گیری تیم کارشناسی به ترتیب مقدار ۱ و ۲ در نظر گرفته شد که این اعداد




شکل ۳- ورودی ها و خروجی های مورد بررسی در هر بیمارستان



www.SID.ir

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 10:09 IRDT on Sunday May 6th 2018

جدول ۱- میزان ورودی‌ها و خروجی‌های بیمارستان‌های دانشگاه علوم پزشکی

| معیار | ورودی | | | | | | خروجی | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| گزینه | I1 | I2 | I3 | I4 | I5 | O1 | O2 | O3 | O4 | O5 | O6 | O7 | O8 |
| بیمارستان۱ | ۳۲ | ۹۰ | ۱۱۸ | ۳۵ | ۱۱۹۰۰۰۰ | ۷ | ٪۷5 | ٪۴۴ | ٪۷۳ | ٪۷۰ | %۴۷ | %۷۳ | ۱,۹ |
| بیمارستان۲ | ۱۴۵ | ۲۰۰ | ۳۲۰ | ۹۰ | ۱۶۰۰۰۰۰ | ۳ | ٪۵۲ | ٪۳۱ | ٪۸۷ | ٪۷۶ | %۵۶ | %۶۵ | ۲,۰ |
| بیمارستان۳ | ۱۰۸ | ۲۳۰ | ۵۵۲ | ۶۰ | ۱۵۳۰۰۰۰ | ۴ | ٪۲۶ | ٪۴۹ | %۹۱ | ٪۸۱ | %۵۹ | %۵۲ | ۲,۲ |
| بیمارستان۴ | ۷۱ | ۱۳۰ | ۱۰۰ | ۲۰ | ۱۵۵۰۰۰۰ | ۵ | %۳۵ | ٪۶۱ | ٪۸۲ | ٪۹۰ | %۷۱ | %۶۹ | ۲,۸ |
| بیمارستان۵ | ۵۰ | ۱۹۸ | ۱۶۰ | ۵۰ | ۹۱۰۰۰۰ | ۵ | %۴۰ | %۳۵ | %۸۹ | %۹۳ | %۷۶ | %۶۴ | ۲,۳ |
| بیمارستان۶ | ۱۲۳ | ۴۸۵ | ۵۲۱ | ۹۳ | ۱۹۰۰۰۰۰ | ۳ | ٪۱۷ | %۴۹ | %۸۶ | ٪۸۵ | %۴۷ | %۴۷ | ۲,۵ |
| بیمارستان۷ | ۷۵ | ۱۴۰ | ۸۵ | ۶۵ | ۱۴۸۰۰۰۰ | ۲ | %۵۰ | %۳۴ | %۹۰ | %۸۷ | %۸۳ | %۸۲ | ۲,۳ |
| بیمارستان۸ | ۲۶۸ | ۴۳۰ | ۴۷۰ | ۱۶۰ | ۶۶۰۰۰۰ | ۷ | %۳۵ | %۴۷ | ٪۸۱ | %۹۱ | %۴۵ | %۵۶ | ۲,۰ |
| بیمارستان۹ | ۸۰ | ۱۶۵ | ۱۵۳ | ۳۴ | ۱۵۳۰۰۰۰ | ۵ | %۴۹ | ٪۵۸ | ٪۸۵ | %۹۷ | %۷۴ | %۷۰ | ۲,۴ |
| بیمارستان۱۰ | ۱۱۵ | ۱۷۴ | ۱۷۰ | ۶۸ | ۱۴۶۰۰۰۰ | ۳ | %۵۶ | ٪۷۳ | %۹۱ | ٪۸۸ | ٪۸۳ | %۸۷ | ۲,۵ |
| بیمارستان۱۱ | ۱۳۷ | ۲۸۵ | ۳۲۰ | ۱۱۸ | ۱۲۱۰۰۰۰ | ۴ | %۳۵ | ٪۴۱ | %۸۷ | %۲۷ | ٪۶۴ | %۶۳ | ۲,۰ |
| بیمارستان۱۲ | ۸۲ | ۱۴۶ | ۹۵ | ۲۰ | ۵۹۰۰۰۰ | ۶ | ٪۲۵ | ٪۵۵ | ٪۹۳ | ٪۸۴ | ٪۶۹ | %۸۴ | ۲,۸ |
| بیمارستان۱۳ | ۳۵ | ۵۰ | ۶۵ | ۱۵ | ۱۲۸۰۰۰۰ | ۳ | %۱۲ | ٪۳۴ | ٪۸۰ | %۹۸ | %۷۳ | %۷۲ | ۲,۱ |
| بیمارستان۱۴ | ۸۹ | ۱۶۵ | ۱۲۰ | ۱۸ | ۹۸۰۰۰۰ | ۶ | %۲۲ | ٪۴۵ | %۷۲ | %۹۶ | %۳۵ | %۵۵ | ۲,۷ |
| بیمارستان۱۵ | ۳۸۰ | ۲۵۶ | ۵۲۰ | ۱۰۸ | ۴۵۰۰۰۰ | ۸ | %۲۴ | %۳۱ | %۸۴ | %۹۴ | %۵۸ | %۳۹ | ۲,۴ |
| بیمارستان۱۶ | ۱۱۸ | ۷۰۱ | ۱۳۷ | ۳۸ | ۱۲۵۰۰۰۰ | ۶ | %۳۹ | %۵۸ | %۸۷ | %۹۰ | ٪۶۰ | %۶۷ | ۲,۶ |
| بیمارستان۱۷ | ۱۶۵ | ۲۴۰ | ۱۵۵ | ۴۳ | ۱۴۰۰۰۰۰ | ۵ | %۳۱ | %۴۳ | %۹۲ | %۶۸ | %۷۷ | %۷۵ | ۲,۴ |
| بیمارستان۱۸ | ۶۷ | ۲۱۴ | ۱۴۸ | ۵۷ | ۲۲۷۰۰۰۰ | ۳ | %۵۴ | %۶۳ | %۴۷ | ٪۸۰ | ٪۶۴ | %۶۱ | ۲,۱ |
| بیمارستان۱۹ | ۳۲ | ۸۰۲ | ۹۷ | ۲۱ | ۱۱۰۰۰۰ | ۳ | %۳۵ | ٪۷۰ | %۸۹ | %7۸ | ٪۷۹ | %۷۱ | ۲,۹ |
| بیمارستان۲۰ | ۵۹ | ۹۰ | ۵۵ | ۱۴ | ۱۳۳۰۰۰۰ | ۱۱ | %۵۰ | ٪۶۹ | %۹۷ | ٪۷۵ | ٪۹۱ | %۸۷ | ۲,۸ |
| بیمارستان۲۱ | ۶۵ | ۱۳۵ | ۱۷۷ | ۵۲ | ۲۴۱۰۰۰۰ | ۶ | %۴۵ | %۵۰ | %۷۱ | %۳6 | %۵6 | %۵۱ | ۱,۹ |
| بیمارستان۲۲ | ۱۹۵ | ۱۳۰ | ۲۶۵ | ۶۶ | ۲۰۵۰۰۰۰ | ۴ | %۲۰ | %۷۱ | ٪۸۵ | %۹۵ | %۷۲ | %۶۵ | ۲,۴ |
| بیمارستان۲۳ | ۱۶۵ | ۵۰۰ | ۴۱۰ | ۱۰۵ | ۱۸۳۵۰۰۰ | ۷ | %۲۲ | %۶۵ | %۶۴ | %۹۰ | %۶۹ | %۷۶ | ۲,۲ |
| بیمارستان۲۴ | ۷۵ | ۱۶۰ | ۲۰۰ | ۳۲ | ۳۲۶۰۰۰۰ | ۴ | %۴۵ | %۷۳ | %۸۶ | %۹۵ | %۶۷ | %۵۲ | ۲,۱ |
| بیمارستان۲۵ | ۸۰ | ۱۴۰ | ۱۱۴ | ۲۲ | ۸۳۵۰۰۰ | ۴ | %۳۴ | %۴۲ | %۸۷ | %۳۸ | %۶۶ | %۷۳ | ۲,۵ |
| بیمارستان۲۶ | ۶۶ | ۲۹۵ | ۱۶۴ | ۴۰ | ۲۳۵۰۰۰۰ | ۴ | %۳۸ | %۳۵ | %۹۴ | %۸۸ | %۷۴ | %۸۵ | ۲,۸ |
| بیمارستان۲۷ | ۸۵ | ۹۰۲ | ۳۰۰ | ۱۲۰ | ۱۳۳۵۰۰۰ | ۵ | %۵۰ | %۷۴ | %۸۱ | ٪۷۵ | %۶۵ | %۷۸ | ۱,۹ |
| بیمارستان۲۸ | ۱۸۰ | ۲۰۶ | ۲۱۴ | ۹۴ | ۷۸۰۰۰۰ | ۸ | %۱۹ | %۴۰ | %۸۵ | %۹۰ | %۵۵ | %۰.7 | ۲,۳ |
| بیمارستان۲۹ | ۱۰۹ | ۴۱۲ | ۳۱۵ | ۸۰ | ۱۵۰۰۰۰ | ۴ | %۳۴ | %۴۵ | %۷۷ | %۹۶ | %۴۵ | %۵3 | ۲,۱ |
| بیمارستان۳۰ | ۱۳۰ | ۲۵۱ | ۳۹۰ | ۱۱۵ | ۶۵۰۰۰۰ | ۹ | %۱۸ | %۶۷ | %۷۹ | %۹۲ | %۵۱ | %۶۰ | ۱,۹ |
| بیمارستان۳۱ | ۷۱ | ۱۸۴ | ۱۶۳ | ۶۸ | ۷۰۰۰۰۰ | ۱۱ | %۲۲ | %۳۴ | %۸۳ | ٪۸۵ | %۶۰ | %۵۶ | ۲,۲ |
| بیمارستان۳۲ | ۶۷ | ۱۸۰ | ۱۶۵ | ۵۵ | ۱۶۷۰۰۰۰ | ۵ | %۱۵ | %۶۵ | %۸۹ | %۹۱ | %۶۵ | %۴۵ | ۲,۳ |
| بیمارستان۳۳ | ۴۰ | ۷۴ | ۸۵ | ۱۵ | ۱۸۱۰۰۰۰ | ۴ | %۴۶ | %۷۰ | %۸۶ | ٪۸۶ | %۶۹ | %۶۷ | ۲,۳ |
| بیمارستان۳۴ | ۱۴۰ | ۱۶۵ | ۱۴۰ | ۳۰ | ۲۵۹۰۰۰۰ | ۶ | %۵۵ | %۷۱ | ٪۹۰ | ٪۹۳ | %۶۵ | %۵۷ | ۲,۷ |
| بیمارستان۳۵ | ۳۵ | ۱۴۹ | ۹۷ | ۱۵ | ۳۱۵۰۰۰۰ | ۵ | %۶۵ | %۵۹ | %۹۱ | ٪۸۷ | %۷۰ | ٪۴۲ | ۲,۴ |
| بیمارستان۳۶ | ۳۱۵ | ۷۱۵ | ۵۶۰ | ۱۴۱ | ۷۵۰۰۰۰ | ۹ | %۳۲ | %۴۲ | %۸۵ | %۹۱ | %۶۰ | %۶۹ | ۲,۲ |
| بیمارستان۳۷ | ۱۰۴ | ۱۶۶ | ۱۰۸ | ۹۴ | ۹۱۰۰۰۰ | ۶ | %۲۵ | %۶۴ | %۹۴ | %۸۷ | %۶۶ | %۷۰ | ۲,۶ |
| بیمارستان۳۸ | ۸۷ | ۱۵۴ | ۱۹۰ | ۵۰ | ۱۳۴۰۰۰۰ | ۴ | %۱۲ | %۲۳ | %۳۶ | ٪۸۴ | %۴۶ | %۷۹ | ۲,۰ |
| بیمارستان۳۹ | ۸۵ | ۲۳۳ | ۱۷۰ | ۵۴ | ۱۲۶۰۰۰۰ | ۳ | %۴۰ | %۶۷ | %۹۰ | %۹۱ | %۵۰ | %۶۸ | ۲,۴ |
| بیمارستان۴۰ | ۶۴ | ۱۸۶ | ۱۱۰ | ۲۳ | ۲۲۰۰۰۰ | ۱۱ | %۷۰ | %۸۵ | %۹۳ | ٪۸۹ | %۵۹ | %۸۳ | ۲,۹ |

بیانگر این می‌باشند که اگر در داده‌های به‌دست‌آمده از طریق پرسشنامه، اختلاف بین اعداد کمتر یا مساوی عدد ۱ بود، این اختلاف نادیده گرفته‌شده و دو گزینه نسبت به هم بی‌تفاوت خواهند بود. چنان چه تفاوت بین مقادیر ارزیابی بیشتر یا مساوی عدد ۲ باشد، بنابراین گزینه‌ای که مقدار بیشتری دارد، اولویت کاملی نسبت به گزینه دیگر دارد

درصورتی‌که تفاوت بین دو مقدار در فاصله (1,2) باشد، یک برتری نسبی بین آن‌ها وجود خواهد داشت. با دانستن این اطلاعات، مقادیر جهت ارزیابی نهایی وارد نرم‌افزار گردید و مقادیر جریان مثبت، جریان منفی و جریان خالص، برای واحدهای کارا باهدف مینیمم



www.SID.ir

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 10:09 IRDT on Sunday May 6th 2018

جدول ۲- نتایج حاصل از روش DEA و PROMETHEE و رتبه‌بندی نهایی بیمارستان

| | میزان کارایی BCC ورودی محور | میزان کارایی BCC خروجی محور | نوع کارایی | $\emptyset^{+}(a)$ | $\emptyset^{-}(a)$ | $\emptyset(a)$ | رتبه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| بیمارستان۱ | 1 | 1 | کارا | 0.6608 | 0.2965 | 0.3644 | 6 |
| بیمارستان۲ | 0.779 | 0.931 | ناکارا | - | - | - | 32 |
| بیمارستان۳ | 0.592 | 0.965 | ناکارا | - | - | - | 39 |
| بیمارستان۴ | 1 | 1 | کارا | 0.6210 | 0.2944 | 0.3266 | 9 |
| بیمارستان۵ | 1 | 1 | کارا | 0.4908 | 0.4470 | 0.0438 | 12 |
| بیمارستان۶ | 0.451 | 0.939 | کارا | - | - | - | 40 |
| بیمارستان۷ | 0.886 | 0.975 | ناکارا | - | - | - | 30 |
| بیمارستان۸ | 1 | 1 | ناکارا | 0.1830 | 0.7773 | -0.5943 | 26 |
| بیمارستان۹ | 0.793 | 0.931 | کارا | - | - | - | 31 |
| بیمارستان۱۰ | 1 | 1 | کارا | 0.3734 | 0.5668 | -0.1934 | 19 |
| بیمارستان۱۱ | 0.639 | 0.841 | ناکارا | - | - | - | 37 |
| بیمارستان۱۲ | 1 | 1 | کارا | 0.6773 | 0.2621 | 0.4152 | 5 |
| بیمارستان۱۳ | 1 | 1 | ناکارا | 0.7170 | 0.2100 | 0.5070 | 3 |
| بیمارستان۱۴ | 1 | 1 | کارا | 0.5553 | 0.3956 | 0.1597 | 11 |
| بیمارستان۱۵ | 1 | 1 | کارا | 0.2011 | 0.7719 | -0.5708 | 25 |
| بیمارستان۱۶ | 0.893 | 0.993 | کارا | - | - | - | 29 |
| بیمارستان۱۷ | 0.722 | 0.993 | کارا | - | - | - | 34 |
| بیمارستان۱۸ | 0.673 | 0.901 | کارا | - | - | - | 36 |
| بیمارستان۱۹ | 1 | 1 | ناکارا | 0.6195 | 0.2879 | 0.3316 | 8 |
| بیمارستان۲۰ | 1 | 1 | ناکارا | 0.8471 | 0.1020 | 0.7452 | 1 |
| بیمارستان۲۱ | 0.614 | 0.795 | ناکارا | - | - | - | 38 |
| بیمارستان۲۲ | 1 | 1 | ناکارا | 0.2254 | 0.7203 | -0.4950 | 23 |
| بیمارستان۲۳ | 0.724 | 0.993 | کارا | - | - | - | 33 |
| بیمارستان۲۴ | 1 | 1 | کارا | 0.4567 | 0.4905 | -0.0338 | 15 |
| بیمارستان۲۵ | 1 | 1 | ناکارا | 0.5700 | 0.3494 | 0.2206 | 10 |
| بیمارستان۲۶ | 1 | 1 | کارا | 0.3988 | 0.5433 | -0.1445 | 17 |
| بیمارستان۲۷ | 1 | 1 | کارا | 0.2750 | 0.6669 | -0.3918 | 21 |
| بیمارستان۲۸ | 1 | 1 | ناکارا | 0.3004 | 0.6716 | -0.3712 | 20 |
| بیمارستان۲۹ | 1 | 1 | کارا | 0.2038 | 0.7363 | -0.5325 | 24 |
| بیمارستان ۳۰ | 1 | 1 | کارا | 0.2727 | 0.7082 | -0.4354 | 22 |
| بیمارستان۳۱ | 1 | 1 | کارا | 0.4538 | 0.5050 | -0.0512 | 16 |
| بیمارستان۳۲ | 0.937 | 0.993 | کارا | - | - | - | 28 |
| بیمارستان ۳۳ | 1 | 1 | کارا | 0.7456 | 0.1695 | 0.5761 | 2 |
| بیمارستان۳۴ | | | کارا | 0.4923 | 0.4558 | 0.0365 | 14 |
| بیمارستان۳۵ | | | کارا | 0.7074 | 0.2017 | 0.5057 | 4 |
| بیمارستان۳۶ | | | کارا | 0.1740 | 0.8076 | -0.6336 | 27 |
| بیمارستان۳۷ | | | کارا | 0.4889 | 0.4466 | 0.0423 | 13 |
| بیمارستان۳۸ | | | ناکارا | - | - | - | 35 |
| بیمارستان۳۹ | | | کارا | 0.3863 | 0.5612 | -0.1749 | 18 |
| بیمارستان۴۰ | | | کارا | 0.6622 | 0.3144 | 0.3478 | 7 |

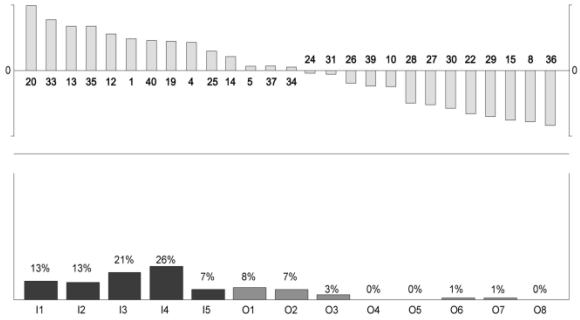
کردن ورودی و ماکزیمم کـردن خروجـی به‌دسـت‌آمده است.

همچنـین رتبه‌بنـدی واحـدهای ناکـارا، از روی میـزان کارایی‌شان در مدل BCC ورودی محور انجام‌شده است. زیرا در مدل BCC خروجی محور، میزان کارایی برخی از واحدها یکسان است و رتبه‌بندی را دشوار می‌کند. نتـایج

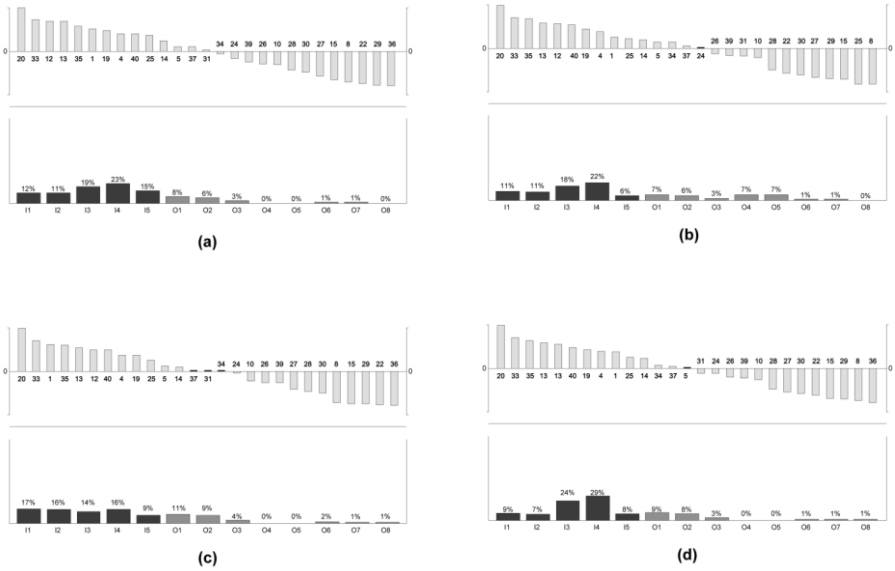


www.SID.ir

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 10:09 IRDT on Sunday May 6th 2018




شکل۳- حالت اولیه




حاصل در جدول (۲) آمده است.

پس از رتبه‌بندی گزینه‌ها، نرم‌افزار Visual PROMETHEE قابلیت آنالیز وزن معیارها را دارد. شکل (۳)، حالت رتبه‌بندی کنونی گزینه‌ها برحسب وزن‌های به‌دست‌آمده از روش آنتروپی می‌باشد. در بخش بالایی شکل، نموداری است که رتبه‌بندی کامل گزینه‌ها را نشان می‌دهد. بخش پایینی شکل، نمودار وزن معیارها برحسب درصد می‌باشد.

شکل(۴)، برخی از نمونه‌های آنالیز حساسیت مهم‌ترین پارامترهای این مطالعه را نشان می‌دهد. به‌عنوان‌مثال در شکل $a$ افزایش وزن هزینه‌ها ($I_5$)، در شکل $b$، افزایش وزن خروجی‌های ۴ و ۵ ($O_4$,$O_5$)، در شکل $c$، کاهش وزن تعداد تخت‌های فعال و جراحی ($I_3$,$I_4$) و در شکل $d$، کاهش وزن تعداد پزشکان، پیراپزشکان و پرستاران ($I_1$,$I_2$) صورت گرفته است. در تمامی حالات، با تغییرات وزن، رتبه بندی گزینه ها به صورت جزیی تغییر کرده و به ندرت در بعضی موارد اولویت آن ها تغییر کرده است. این نتایج، نشان از پایداری مدل به کار رفته دارد.

## بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت چگونگی ارائه خدمات بهداشتی و درمانی و تأثیر مستقیم آن بر سلامت افراد، در این



www.SID.ir

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 10:09 IRDT on Sunday May 6th 2018

پژوهش از مدل تلفیقی تحلیل پوششی داده‌ها و روش پرومته استفاده‌شده است. ترکیب این دو روش باعث ایجاد رویکرد جدیدی در سنجش کارایی بیمارستان‌ها بوده، که باعث می‌شود مدیران ارشد مراکز درمانی و بیمارستان‌ها علاوه بر شناخت وضعیت کارایی مرکز خود، بتوانند عملکرد خود را نسبت به سایر بیمارستان‌ها ارزیابی کنند.

ازآنجایی‌که در اکثر تحقیقات صورت گرفته، بیشترین آمار ورودی‌ها مربوط به دو شاخص تخت و نیروی انسانی است (۶)، ورودی‌های این پژوهش نیز براساس این عوامل و هزینه‌ها در نظر گرفته‌شده است. اما برخی از خروجی‌های به‌کاررفته در این مطالعه، به‌منظور سنجش کارایی بیمارستان‌ها، به‌ندرت در پژوهش‌های دیگر مورداستفاده قرارگرفته است که از مهم‌ترین آن می‌توان به تعداد بیمه‌های طرف قرارداد بیمارستان، میزان آموزش بهداشت و مراقبت‌های اولیه توسط پرسنل بیمارستان به بیماران، میزان دسترسی افراد به خدمات اورژانسی (تخت، دارو، پزشک متخصص و ...)، میزان مقابله با عفونت بیمارستانی و میزان مقابله با وقوع مشکلات بیهوشی و حوادث ناخواسته از طریق تجهیزات پزشکی، اشاره نمود. همچنین بهداشت روانی کارکنان، عامل تعیین‌کننده‌ای در افزایش بهره‌وری و کارایی یک بیمارستان می‌باشد (۲۶)، بنابراین یکی از عواملی که به‌عنوان خروجی در نظر گرفته‌شده است، درصد رضایت کارکنان بیمارستان از محیط کار می‌باشد.

از طرف دیگر تحلیل پوششی داده‌ها می‌تواند به دو شکل بازده به مقیاس ثابت و متغیر مورداستفاده قرار گیرد. منظور از بازده نسبت به مقیاس چگونگی تغییرات خروجی‌ها در اثر تغییرات کلی ورودی‌ها می‌باشد. چنان چه افزایش در ورودی به همان نسبت موجب افزایش خروجی شود، بازده به مقیاس ثابت است و در غیر این صورت، بازده به مقیاس متغیر می‌باشد (۲۷). در این پژوهش از میان مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها، مدل ثانویه BCC با هر دو رویکرد ورودی و خروجی محور در نظر گرفته‌شده است که در آن ضمن مقایسه هر دو حالت مینیمم کردن ورودی‌ها با ثابت نگه‌داشتن سطح خروجی‌ها و ماکزیمم کردن خروجی‌ها با ثابت نگه‌داشتن سطح ورودی‌ها (۲۸)، از روی مرز قرار گرفتن اغلب واحدها جلوگیری شده و قدرت تفکیک مدل افزایش‌یافته است (۱۷). طبق نتایج حاصل از روش تحلیل پوششی داده‌ها، از میان ۴۰ بیمارستان وابسته به دانشگاه‌های علوم پزشکی تهران، ۱۳ بیمارستان ناکارا و ۲۷ بیمارستان کارا شناخته شد. بیمارستان‌های ناکارا شناخته‌شده در هر دو رویکرد ورودی و خروجی محور یکسان می‌باشد ولی میزان کارایی‌شان با یکدیگر متفاوت است. رتبه‌بندی بیمارستان‌های ناکارا براساس مدل BCC ورودی محور صورت گرفته است. سپس رتبه‌بندی بیمارستان‌های کارا، براساس روش پرومته صورت می‌گیرد. درروش پرومته تابع برتری که تصمیم‌گیرنده برای معیارهایش انتخاب می‌کند، می‌تواند متفاوت باشد که در این مطالعه از تابع نوع V و رتبه‌بندی کامل براساس پرومته II صورت گرفته است (۲۹). بهترین بیمارستان، بیمارستان ۲۰ ارزیابی‌شده است. وزن معیارها از روش آنتروپی شانون به‌دست‌آمده است. آنتروپی شانون روش مناسبی برای اندازه‌گیری اهمیت نسبی صفات و انتقال ارزش باطنی داده‌ها به تصمیم‌گیرنده می‌باشد (۳۰). این روش ابزار خوبی برای ارزیابی وزن معیارهای یک مسئله تصمیم‌گیری که اطلاعات آن به‌صورت ماتریس کامل تعریف می‌شود، می‌باشد (۳۱). ازآنجایی‌که نتایج حاصل از روش‌های رتبه‌بندی، تا حد زیادی به وزن معیارها وابسته است، نرم‌افزار پرومته امکان تحلیل حساسیت وزن معیارها را می‌دهد. با تحلیل حساسیت اوزان ۱۳ معیار موردبررسی، تغییرات ناچیزی در رتبه‌بندی گزینه‌ها صورت گرفت که بیانگر پایداری و استحکام مدل می‌باشد. همچنین ارزیابی عملکرد در مراکز موردمطالعه با محدودیت‌هایی ازجمله زمان‌بر بودن جمع‌آوری اطلاعات از ۴۰ بیمارستان آموزشی، دشواری توجیه فرم‌های ارزیابی عملکرد و عدم اشراف پرسنل بر آمار و ارقام واقعی در بیمارستان‌های موردمطالعه مواجه بوده است.

بنابراین به‌منظور رفع محدودیت‌ها و مطالعات آینده پیشنهاد می‌شود داده‌ها از حالت قطعی خارج‌شده و



Archive of SID
www.SID.ir

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 10:09 IRDT on Sunday May 6th 2018

به‌صورت فازی در نظر گرفته شود. همچنین می‌توان این مدل را به‌صورت تخصصی‌تر برای یک بخش از بیمارستان مانند بخش اورژانس، موردبررسی قرارداد.

## منابع


1. Al-Shayea AM. Measuring hospital's units efficiency: A data envelopment analysis approach. International Journal of Engineering & Technology. 2011 Dec;11(6):7-19.
2. Charnes A, Cooper WW, Rhodes E. Measuring the efficiency of decision-making units. European journal of operational research. 1979 Jul 31;3(4):339.
3. Cooper WW, Seiford LM, Zhu J, editors. Handbook on data envelopment analysis. Springer Science & Business Media; 2011 Aug 23.
4. Sun B, Zhang L, Yang W, Zhang J, Luo D, Han C. Data envelopment analysis on evaluating the efficiency of public hospitals in Tianjin, China. Transactions of Tianjin University. 2016 Apr;22:182-8.
5. Nayar P, Ozcan YA. Data envelopment analysis comparison of hospital efficiency and quality. Journal of medical systems. 2008 Jun 1;32(3):193-9.
6. Jahangiri A. Application of Data Envelopment Analysis Technique in Iranian hospitals (A Systematic Review). Journal of Hospital. 2016 Aug 15;15(3):103-24 [Persian].
7. Al-Refaie A, Fouad RH, Li MH, Shurrab M. Applying simulation and DEA to improve performance of emergency department in a Jordanian hospital. Simulation Modelling Practice and Theory. 2014 Feb 28;41:59-72.
8. Azadi M, Saen RF. A combination of QFD and imprecise DEA with enhanced Russell graph measure: a case study in healthcare. Socio-Economic Planning Sciences. 2013 Dec 31;47(4):281-91.
9. Chuang CL, Chang PC, Lin RH. An efficiency data envelopment analysis model reinforced by classification and regression tree for hospital performance evaluation. Journal of medical systems. 2011 Oct 1;35(5):1075-83.
10. Nazarko J, Chodakowska E. Labour efficiency in construction industry in Europe based on frontier methods: data envelopment analysis and stochastic frontier analysis. Journal of Civil Engineering and Management. 2017 Aug 18;23(6):787-95.
11. Kawaguchi H, Tone K, Tsutsui M. Estimation of the efficiency of Japanese hospitals using a dynamic and network data envelopment analysis model. Health care management science. 2014 Jun 1;17(2):101-12.
12. Chowdhury H, Zelenyuk V. Performance of hospital services in Ontario: DEA with truncated regression approach. Omega. 2016 Sep 30;63:111-22.
13. Bagherikahvarin M, De Smet Y. A ranking method based on DEA and PROMETHEE II (a rank based on DEA & PR. II). Measurement. 2016 Jul 31;89:333-42.
14. Brans JP, Vincke P. Note—A Preference Ranking Organisation Method: (The PROMETHEE Method for Multiple Criteria Decision-Making). Management science. 1985 Jun;31(6):647-56.
15. Ghasemi P, Komijan AR. Decision making using PROMETHEE method with learning Visual PROMETHEE software. Tehran: Azad Islamic University; 2015. [Persian].
16. Zhao X, Qi Q, Li R. The establishment and application of fuzzy comprehensive model with weight based on entropy technology for air quality assessment. Procedia Engineering. 2010 Dec 31;7:217-22.
17. Mehregan M. Quantitative models in performance evaluation of organizations (Data Envelopment Analysis). Iran: Tehran University. 2004. [Persian].
18. Charnes A, Cooper WW, Lewin AY, Seiford LM, editors. Data envelopment analysis: Theory, methodology, and applications. Springer Science & Business Media; 2013 Dec 1.
19. Vojdanian S, Parsi S. Data envelopment analysis models. Tehran: Nooreelm Publication; 2014. [Persian].
20. Olson DL. Decision aids for selection problems. Springer Science & Business Media; 1996.
21. Jahantigh FF, Malmir B, Avilaq BA. An integrated approach for prioritizing the strategic objectives of balanced scorecard under uncertainty. Neural Computing and Applications. 2016: 1-10.
22. Pedrycz W, Ekel P, Parreiras R. Fuzzy multicriteria decision-making: models, methods and applications. John Wiley & Sons; 2011 Jun 15.
23. Behzadian M, Kazemzadeh RB, Albadvi A, Aghdasi M. PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications. European journal of Operational research. 2010 Jan 1;200(1):198-215.
24. Ishizaka A, Nemery P. Multi-criteria decision analysis: methods and software. John Wiley &




www.SID.ir

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 10:09 IRDT on Sunday May 6th 2018

Sons; 2013 Jun 10.

25. Ranjbar A, Torabi SA, Hakimpur F. Location urban waste landfill based on the Analytic Hierarchy and promethee V with programmable zero & one (Case study: Tabriz city). journal of geomatics science and technology. 2014; 4(2): 217-30 [Persian].

26. Arab M, Rahimi A, Vali L, Ravangard R, Akbari Sari A. Study of the relationship between nurses' work environment indices and their burnout aspects in TUMS teaching hospitals. Iran Occupational Health. 2012 Apr 15;9(3):39-51 [Persian].

27. Ramanathan R. Operations assessment of hospitals in the Sultanate of Oman. International Journal of Operations & Production Management. 2005 Jan 1;25(1):39-54.

28. Asadi MM, Ghafuri SH, Arani ZS, Khosravian HR. Performance Evaluation of Yazd governmental hospitals using a combination of balanced scorecard, DEA and Servqual models. Journal of Shahid Sadoughi university of medical sciences. 2011 Feb; 18:559-69 [Persian].

29. Kabir G, Sumi RS. Power substation location selection using fuzzy analytic hierarchy process and PROMETHEE: A case study from Bangladesh. Energy. 2014 Aug 1;72:717-30.

30. Wang TC, Lee HD. Developing a fuzzy TOPSIS approach based on subjective weights and objective weights. Expert Systems with Applications. 2009 Jul 31;36(5):8980-5.

31. Shanian A, Savadogo O. A material selection model based on the concept of multiple attribute decision making. Materials & Design. 2006 Dec 31;27(4):329-37.

Archive of SID



www.SID.ir

Downloaded from ioh.iums.ac.ir at 10:09 IRDT on Sunday May 6th 2018

# Performance evaluation of hospitals affiliated to Tehran University of Medical Sciences using a hybrid model of data envelopment analysis and PROMETHEE method

Farzad Firouzi Jahantigh*[1], Maryam Ostovare[2]

Received: 2016/12/02 Revised: 2017/07/27 Accepted: 2017/10/08

## Abstract

**Background and aims**: The limited economic resources and investment in university educational hospitals is an important issue. Therefore, the optimal allocation of existing funds and resources has a great impact on providing appropriate medical services and improving the efficiency of hospitals. This study aimed to evaluate the performance and efficiency of hospitals in Tehran University of Medical Sciences.

**Methods**: In this study, by employing data envelopment analysis, the performance of 40 hospitals of Tehran University of Medical Sciences was evaluated through five inputs and eight outputs, by assuming variable return on scale and with an input-and-output-based approach. Finally, the ranking of efficient units was done by PROMETHEE method.

**Results**: The results of DEA method showed that 13 out of 40 hospitals had a performance less than one and they were inefficient. Then, using PROMETHEE ranking method, Hospital 20, with a net flow of 0.7452, was designated as the best hospital among efficient hospitals.

**Conclusion**: The sensitivity analysis on weights was shown that the results of the model were reliable and had high efficiency. Using the results of this approach, top managers of healthcare centers can apply necessary planning to optimally use their resources.

**Keywords**: Hospital performance, Data envelopment analysis, Return on scale, PROMETHEE ranking method, Sensitivity analysis.

1. (**Corresponding author**) Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran. firouzi@eng.usb.ac.ir
2. MSc, Department of Industrial Engineering, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran.



Archive of SID
www.SID.ir