



Semnan University of Medical Sciences

# KOOMESH

Journal of Semnan University of Medical Sciences

**Volume 20, Issue 3 (Summer 2018), 417-602**

**ISSN: 1608-7046**

**Full text of all articles indexed in:**

*Scopus, Index Copernicus, SID, CABI (UK), EMRO, Iranmedex, Magiran, ISC, Embase*

---

## ارائه مدلی پویا به منظور ارزیابی دوره‌های از بیمارستان‌ها با استفاده تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها: مطالعه موردی ۳ بیمارستان استان سمنان

محمدعلی خاتمی فیروزآبادی<sup>\*۱</sup> (Ph.D)، محسن شفیعی نیک، آبادی<sup>۲</sup> (Ph.D)، حسن تیبانیان<sup>۲</sup> (Ph.D Student)  
نقی شجاع<sup>۳</sup> (Ph.D)

۱- گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی تهران، تهران، ایران

۲- گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و علوم اداری، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

۳- گروه ریاضی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رودهن، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۵/۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۱۸

نویسنده مسئول، تلفن: ۰۲۳۳۳۶۵۴۱۷۰ a.khatami@atu.ac.ir

### چکیده

هدف: هدف این مطالعه، استفاده از روش DEA (Data envelopment analysis) برای ارزیابی عملکرد و اندازه‌گیری کارایی ۱۳ بیمارستان استان سمنان بود.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش برای اندازه‌گیری کارایی بیمارستان‌ها و مراکز خدمات درمانی از مسایل برنامه‌ریزی خطی پویا استفاده شده است. برای ارزیابی عملکرد بیمارستان‌های استان سمنان از شاخص‌های ورودی و خروجی هر بیمارستان که مقادیر آن‌ها در مرکز آمار و اطلاعات هر بیمارستان موجود بوده استفاده شد. همچنین برای حل مدل پویا به دست آمده در این مقاله از نرم‌افزار GAMS استفاده شده است.

یافته‌ها: با حل مدل‌های ریاضی برای هر بیمارستان، اندازه کارایی بیمارستان‌ها به دست آمده است و سپس واحدهای کارا و ناکارا مشخص گردیده‌اند و در صورت ناکارا بودن هر بیمارستان الگوی مناسب به آن بیمارستان داده شده است. بیمارستان‌های ۲، ۳، ۶، ۷، ۸، ۱۲ و ۱۳ به عنوان واحدهای کارا شناخته شده‌اند و بیمارستان‌های ۱، ۴، ۵، ۹، ۱۰ و ۱۱ به عنوان واحدهای ناکارا شناخته شده‌اند.

نتیجه‌گیری: نتایج این تحقیق، ضمن معرفی الگوهای عملکردی به مدیران عالی بخش سلامت، امکان برنامه‌ریزی دقیق‌تر برای توسعه ظرفیت خدمات بهداشتی درمانی و صرفه‌جویی در منابع را فراهم کرد.

واژه‌های کلیدی: کارایی بیمارستان، ارزیابی عملکرد، تحلیل پوششی داده‌ها، ناکارایی

### مقدمه

در این راستا می‌توان توجه خاصی که در برنامه‌های توسعه کشور آمده است اشاره کرد [۲]. بنابراین برای ارائه خدمات بهداشتی درمانی لازم است مدیران حوزه سلامت یک برنامه دقیق جهت استفاده بهینه از منابع موجود به منظور بالا بردن سطح کیفی کار خود و همچنین بالا بردن سطح عملکرد خود داشته باشند.

سرمایه‌گذاری در بخش بهداشت و درمان و توسعه نظام سلامت به دلیل افزایش بهره‌وری و تخصیص منابع و به‌کارگیری درست و مطلوب منابع در این بخش از اهمیت خاصی برخوردار است [۳].

از طرفی بررسی‌ها حاکی از این قضیه است که بیش از نیمی از منابع ملی بهداشت در کشورهای مختلف هدر می‌رود و در کشورهای توسعه‌یافته منابع محدود به صورت ناکارآمد

مساله بهداشت و سلامت در هر کشور یکی از مهم‌ترین اهداف اصلی هر کشور محسوب می‌شود و در اثبات این گفته می‌توان به قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران اشاره کرد. بخش سلامت و بهداشت جامعه، همواره به دنبال این هدف هستند تا از حداقل منابع به بهترین شکل استفاده نموده تا به بهترین نحو، خدمات بهداشتی و درمانی را ارائه نمایند [۱]. از آنجا که سلامت محور توسعه پایدار اجتماعی، اقتصادی، سیاسی و فرهنگی کلیه حکومت‌هاست و این موضوع از اهمیت خاصی در ساختار جامعه برخوردار است لذا بهبود وضعیت بهداشت و سلامت افراد علاوه بر این که یک موضوع اخلاقی بوده از منظر دیگر، موضوع اجتماعی و اقتصادی نیز محسوب می‌شود.

آورده شده‌اند بیش از همه در مطالعات مربوط به ارزیابی کارایی واحدهای بیمارستانی، بر آن‌ها تأکید شده است.

شاخص‌های ورودی: ۱- تعداد تخت فعال ۲- تعداد پزشکان ۳- تعداد پیراپزشکان ۴- تعداد پزشکان انترن ۵- تعداد پزشکان رزیدنت ۶- تعداد پرستاران ۷- تعداد سایر کارکنان

شاخص‌های خروجی: ۱- درصد اشغال تخت ۲- تعداد پذیرش و ویزیت بیماران سرپایی ۳- تعداد پذیرش و ویزیت بیماران بستری ۴- تعداد عمل جراحی ۵- مشاوره‌های ارایه‌شده به بیماران ۶- میزان چرخش تخت.

این شاخص‌ها در قالب یک چک‌لیست در اختیار مدیران بیمارستان‌ها قرار گرفت و بر اساس امتیاز داده شده به این شاخص‌ها بالاترین نمره اخذ شده توسط شاخص‌ها انتخاب و معیار ارزیابی برای واحدهای تصمیم‌گیرنده قرار گرفتند. با عنایت به مطالب بیان‌شده، مدل پیشنهادی برای  $n$  واحد تصمیم‌گیرنده که مطالعه موردی آن بر روی بیمارستان‌ها در نظر گرفته شده و در  $T$  دوره زمانی می‌باشد به شکل زیر می‌باشد:

$x_{ij}$ : مولفه  $i$  ام ورودی  $DMU_j$  در دوره زمانی  $t$  ام می‌باشد که امکان افزایش یا کاهش آن وجود دارد. فرض کنید تعداد شاخص‌های ورودی که امکان افزایش یا کاهش آن وجود دارد  $m_1$  باشد.

$x_{ij}^{Fix}$ : مولفه  $i$  ام ورودی  $DMU_j$  در دوره زمانی  $t$  ام می‌باشد که ثابت بوده و امکان افزایش یا کاهش آن وجود ندارد. فرض کنید تعداد شاخص‌های ورودی که ثابت بوده و امکان افزایش یا کاهش آن وجود ندارد برابر  $m_2$  می‌باشد.

$x_{ij}^{Fix}$ :  $i=1, \dots, m_2, t=1, \dots, T, j=1, \dots, n$   
 $y_{rj}^{good}$ : مولفه  $r$  ام خروجی  $DMU_j$  در دوره زمانی  $t$  ام است که مطلوب بوده و امکان افزایش آن می‌باشد که در دوره زمانی  $t$  ام خارج شده و مورد استفاده در دوره بعد یعنی دوره  $t+1$  نمی‌باشد. به عبارت دیگر اندیس شاخص خروجی مطلوب  $y_{rj}^{good}$  به صورت زیر است.

$y_{rj}^{good}$ :  $r=1, \dots, s_1, j=1, \dots, n, t=1, \dots, T$   
 $y_{rj}^{bad}$ : مولفه  $r$  ام خروجی  $DMU_j$  در دوره زمانی  $t$  ام است که نامطلوب بوده و امکان کاهش آن می‌باشد که در دوره  $t$  ام خارج شده است و مورد استفاده در دوره  $t+1$  ام نمی‌باشد. فرض می‌کنیم تعداد اندیس شاخص خروجی نامطلوب  $S_2$  است.

$y_{rj}^{bad}$ :  $r=1, \dots, S_2, j=1, \dots, n, t=1, \dots, T$

مصرف می‌شود که بهره‌وری و تناسب و اثربخشی لازم را ندارد [۴].

بنابراین با حداقل‌سازی اتلاف منابع، دولت مشکل چندانی در اداره سلامت جامعه نخواهد داشت [۵]. در این بین مساله اندازه‌گیری کارایی و ارزیابی عمل‌کرد می‌تواند کمک زیادی جهت ارتقا و توسعه به مدیران این حوزه داشته باشد. یکی از تکنیک‌های اندازه‌گیری و ارزیابی عمل‌کرد، تکنیک تحلیل پوششی داده‌هاست که اولین بار توسط چارلز کوپر رودز معرفی گردید [۵، ۶]. که یک روش غیر پارامتریک بر پایه برنامه‌ریزی ریاضی برای اندازه‌گیری کارایی و ارزیابی کارایی نسبی مجموعه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیرنده از قبیل بیمارستان‌ها با ورودی و خروجی چندگانه است [۸، ۷]. امروزه در دنیا از این روش برای سنجش کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده استفاده می‌شود. مطالعات گسترده‌ای در مورد سنجش کارایی و ارزیابی عمل‌کرد بیمارستان‌ها در داخل و خارج کشور صورت گرفته است. در این پژوهش منظور از کارایی کلی بدین معنی است که کل دوره هر بیمارستان یک واحد تصمیم‌گیرنده در نظر گرفته شده است [۹-۱۱].

## مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر را می‌توان از لحاظ هدف از نوع پژوهشی- کاربردی دانست، از نظر ماهیت و روش تحقیق می‌توان آن را در زمره تحقیقات توصیفی تحلیلی (غیر آزمایشی) دانست زیرا که به مطالعه متغیرها آن‌گونه که هست می‌پردازد بدین صورت که با تبیین شاخص‌ها، رتبه‌بندی گزینه‌ها بر اساس تحلیل‌های منطقی و ریاضی انجام می‌شود.

لذا تحقیق حاضر از نظر زمان انجام تحقیق مقطعی (سال‌های ۹۳-۹۵)، از نظر نتایج کاربردی، از نظر منطق اجرای تحقیق استقرایی، از نظر هدف توصیفی- تحلیلی به صورت مطالعه موردی و از نظر فرآیند اجرای تحقیق کمی می‌باشد. لذا نوع روش تحقیق، روش غیر آزمایشی است، که برای به‌دست آوردن ضرایب کارایی از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها استفاده می‌شود. جامعه آماری این تحقیق ۱۳ بیمارستان استان سمنان می‌باشند. با توجه به این‌که تمامی جامعه آماری در این پژوهش مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌گیرند، لذا در این پژوهش نمونه‌گیری (به معنای انتخاب برخی از عناصر جامعه آماری) مبنای تحقیق نخواهد بود. در این پژوهش به منظور تعیین شاخص‌های تأثیرگذار بر کارایی بیمارستان‌ها، تحقیقات پیشین در این زمینه، اعم از داخلی و خارجی، مورد بررسی قرار گرفتند. شاخص‌هایی که در ادامه

اکنون برای ارزیابی DMUp در کل T دوره زمانی مدل زیر پیشنهاد می‌گردد.

$$z^* = \min \frac{T+1}{2T-1} \left\{ \sum_{t=1}^T \left( \frac{1}{m_1 + o_1 + s_2} \left( \sum_{i=1}^{m_1} \theta_i^1 + \sum_{r=1}^{o_1} \theta_r^2 + \sum_{n=1}^{s_2} \theta_n^3 \right) + \sum_{t=1}^{T-1} \frac{1}{o_2 + o_3} \left( \sum_{r=1}^{o_2} \theta_r^4 + \sum_{n=1}^{o_3} \theta_n^5 \right) \right) \right\}$$

$$\sum_{t=1}^T \left( \frac{1}{s_1} \sum_{n=1}^{s_1} \phi_n^2 \right) + \frac{1}{o_2} \sum_{r=1}^{o_2} \phi_r^1 = \frac{1}{T} \quad (1) \text{ MODEL(1)}$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j^i x_{ijt}^{Fix} = x_{it}^{Fix} \quad i=1, \dots, m_2 \quad t=1, \dots, T \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j^i z_{rtj}^{good} \geq \theta_r^1 z_{rt}^{good} \quad i=1, \dots, o_1 \quad t=1, \dots, T \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j^i z_{rtj}^{bad} \leq \theta_r^2 z_{rt}^{bad} \quad r=1, \dots, o_2 \quad t=1, \dots, T \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j^i z_{rtj}^{good} \geq \theta_r^2 z_{rt}^{good} \quad r=1, \dots, s_1 \quad t=1, \dots, T \quad (5)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j^i z_{rtj}^{bad} \leq \theta_r^3 z_{rt}^{bad} \quad r=1, \dots, s_2 \quad t=1, \dots, T \quad (6)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j^{t+1} z_{rtj}^{good} \leq \theta_r^4 z_{rt}^{good} \quad r=1, \dots, o_2 \quad t=1, \dots, T-1 \quad (7)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j^{t+1} z_{rtj}^{bad} \leq \theta_r^5 z_{rt}^{bad} \quad r=1, \dots, o_3 \quad t=1, \dots, T-1 \quad (8)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j^i = 1 \quad i=1, \dots, T \quad (9)$$

$$0 \leq \theta_r^i \leq \phi_r^i \quad r=1, \dots, o_2 \quad t=1, \dots, T-1 \quad (10)$$

$$0 \leq \theta_r^i \leq \theta_n^i \quad r=1, \dots, o_1 \quad t=1, \dots, T-1 \quad (11)$$

$$\theta_n^i \in [0, 1], \theta_r^i \in [0, 1], \theta_n^3 \in [0, 1], \theta_n^4 \in [0, 1], \theta_n^5 \in [0, 1] \quad \forall i, r, t$$

$$\phi_n^i \geq 1 \quad \forall r$$

$$\phi_n^2 \geq 1 \quad \forall r, t$$

$$\phi_n^i \geq 0, \lambda_j^i \geq 0 \quad \forall r, t, j$$

تعریف ۱: DMUp در تمام T دوره زمانی پاراتو کاراست اگر و فقط اگر در جواب بهینه مدل داشته باشیم.  $Z^*=1$   
 تعریف ۲: DMUp در تمام T دوره زمانی پاراتو کاراست اگر و فقط اگر در جواب بهینه مدل ۱ داشته باشیم.  
 $\theta^{*1} = 1, \theta^{*2} = 1, \theta^{*3} = 1, \theta^{*4} = 1, \theta^{*5} = 1, \phi^{*1} = 1, \phi^{*2} = 1$   
 که در آن ۱ برداری است که تمام مولفه‌های یک است.

### نتایج

داده‌های مربوط به ۱۳ بیمارستان از سال ۹۴ تا ۹۶ در جداول ۱ تا ۳ آمده است. در مثال عددی زیر شاخص‌ها عبارتند از:

- متوسط تعداد تخت: شاخص ورودی می‌باشد که ثابت است و امکان افزایش یا کاهش آن در آن سال وجود ندارد.
- شاخص‌های متوسط تعداد پرستار، متوسط تعداد پزشک عمومی و متوسط تعداد پزشکان متخصص و فوق تخصص: ورودی‌های متغیر هر دوره می‌باشند.
- شاخص درآمد: خروجی مطلوب است که در دوره بعد به عنوان ورودی مصرف می‌شود.
- شاخص بدهی: به عنوان خروجی نامطلوب است که در دوره بعد به عنوان ورودی مصرف می‌شود.

$Z_{rtj}^{good}$ : مولفه r ام خروجی DMUp در دوره زمانی t ام که مطلوب بوده و امکان افزایش آن می‌باشد که در دوره زمانی t ام خارج شده و مورد استفاده در دوره بعد یعنی دوره t+1 می‌باشد. به عبارت دیگر  $Z_{rtj}^{good}$  خروجی زمانی t ام است که به دوره t+1 ام منتقل می‌گردد و لذا در زمانی t ام زیاد بودن آن مد نظر است و در دوره t+1 کم شدن آن مد نظر می‌باشد. فرض می‌کنیم تعداد اندیس شاخص انتقالی مطلوب  $O_1$  می‌باشد.

$Z_{rtj}^{bad}$ : مولفه r ام خروجی DMUp در دوره زمانی t ام می‌باشد که نامطلوب بوده و در زمانی t ام خارج شده و مورد استفاده در دوره بعد یعنی دوره t+1 می‌باشد. به عبارت دیگر خروجی دوره زمانی t ام است که به دوره t+1 ام منتقل می‌گردد لذا هم در زمانی t ام و هم در دوره t+1 ام کم شدن آن مد نظر می‌باشد. فرض کنید تعداد اندیس شاخص انتقالی نامطلوب  $O_2$  می‌باشد.

$Z_{rtj}^{bad} = z_{rtj}^b \quad r=1, \dots, o_2 \quad j=1, \dots, n \quad t=1, \dots, T$   
 $Z_{rt}^g$ : مولفه r ام خروجی DMU در دوره زمانی t ام است که برای دوره t+1 ام به عنوان شاخص ورودی به‌کار می‌رود. بنابراین در دوره زمانی t ام زیاد شدن آن بهتر است و در دوره t+1 ام کم شدن آن بهتر است برای رفع این مشکل  $Z_{rt}^g$  در مدل به گونه‌ای در نظر گرفته می‌شود که خود مدل مقدار کم یا زیاد شدن آن را مشخص کند. معمولاً در مدل‌های شعاعی  $Z_{rt}^g$  را به عنوان متغیر در نظر می‌گیریم و در مدل‌های غیر شعاعی slack آن را به صورت آزاد در علامت قرار می‌دهند از طرفی با توجه به این‌که خروجی‌های دوره t ام به صورت  $(z_{rtj}^{good}, z_{rtj}^{bad}) \quad \forall r, t, j$  به عنوان شاخص ورودی برای دوره t+1 ام به‌کار می‌رود بنابراین لازم است که روابط زیر برقرار باشد:

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j^t z_{rtj}^{good} \geq z_{rt}^{good} \quad t=1, \dots, T \quad r=1, \dots, o_1$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j^{t+1} z_{rtj}^{good} \leq z_{rt}^{good} \quad t=1, \dots, T-1 \quad r=1, \dots, o_1$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j^t z_{rtj}^{bad} \leq z_{rt}^{bad} \quad t=1, \dots, T \quad r=1, \dots, o_2$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j^{t+1} z_{rtj}^{bad} \leq z_{rt}^{bad} \quad t=1, \dots, T-1 \quad r=1, \dots, o_2$$

با توجه به جواب بهینه به دست آمده نتایج زیر حاصل می‌گردد. چون مقدار سطر تابع هدف در بیمارستان‌های ۱۲، ۸، ۷، ۶، ۳، ۲ و ۱۳ برابر یک است بنابراین این بیمارستان‌ها کارا بوده و به‌طور مشابه از آن‌جایی که مقدار کارایی در بیمارستان‌های ۱۰، ۹، ۵، ۴، ۱ و ۱۱ زیر یک می‌باشد. بنابراین این بیمارستان‌ها واحدهای ناکارا تلقی می‌شوند (جدول ۴).

بیمارستان‌ها در ارائه خدمات بهداشتی و درمانی نقش بسزایی در نظام سلامت کشور دارند با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها و با ارائه مدل پیشنهادی و الگویی می‌توان گامی مهم برای بهبود مستمر عمل‌کرد بیمارستان‌ها به‌خصوص در بخش بهداشت کشور برداشت در این پژوهش از ۱۳ بیمارستان مورد مطالعه ۷ بیمارستان در ۳ سال متوالی ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۶ از کارایی یک برخوردار بودند و به عنوان واحدهای کارا و همچنین ۶ بیمارستان که از کارایی یک برخوردار نبودند به عنوان واحدهای ناکارا شناخته شده‌اند. با اجرای این تکنیک در مورد سایر مراکز بخش سلامت کشور می‌توان، ضمن معرفی الگوهای عمل‌کردی و تعیین میزان صرفه‌جویی در منابع، امکان برنامه‌ریزی دقیق‌تر را برای توسعه خدمات بهداشتی درمانی، با هدف حداقل‌سازی در مصرف منابع، فراهم کرد. در پایان، ضمن اشاره به محدودیت عدم وجود سیستم یکپارچه اطلاعاتی در مورد بیمارستان‌ها که ناگزیر به انجام مکاتبات جداگانه با بیمارستان‌ها نمود، پیشنهاد می‌شود جهت شناسایی دقیق‌تر واحدهای کارا و ناکارا در بیمارستان‌ها از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی کارایی بخش‌های مختلف بیمارستان‌ها استفاده شود.

التهایه قابل ذکر است با توجه به تعهد نویسنده مبنی بر محفوظ ماندن اطلاعات بیمارستان‌ها، واحدهای مذکور با کدهای ۱ تا ۱۳ معرفی شده‌اند.

- شاخص‌های متوسط تعداد بیماران سرپایی و میانگین بستری در روز: به عنوان خروجی‌های مطلوب هستند که در هر دوره تولید شده و در دوره بعدی مصرف نمی‌شوند. شاخص تعداد مرگ و میر: به عنوان خروجی نامطلوب می‌باشد.

$x_{it}^F$  متوسط تعداد تخت مربوط به بیمارستان‌ها در سال‌های اول و دوم و سوم می‌باشد.  $T=1,2,3$

$x_{it}$  متوسط تعداد پرستار، متوسط تعداد پزشک عمومی و متوسط تعداد پزشکان متخصص و فوق تخصص در سال‌های اول و دوم و سوم می‌باشد.  $T=1,2,3$

$y_{it}^g$  متوسط تعداد بیماران سرپایی و میانگین بستری در روز می‌باشد که به عنوان شاخص مطلوب در نظر گرفته شده و در دوره جاری خارج شده و وارد مرحله بعدی نمی‌شود.  $T=1,2,3$

$y_{it}^b$  متوسط تعداد مرگ و میر بیمارستانی می‌باشد که به عنوان شاخص نامطلوب در نظر گرفته شده و در دوره جاری خارج شده و وارد مرحله بعدی نمی‌شود.  $T=1,2,3$

$z_{it}^g$  شاخص درآمد بیمارستان‌ها در دو دوره متوالی می‌باشد.  $T=1,2,3$

$z_{it}^b$  شاخص بدهی بیمارستان‌ها در دو دوره متوالی می‌باشد به عنوان شاخص نامطلوب در نظر گرفته شده است.  $T=1,2,3$

برای ۱۳ واحد تصمیم‌گیرنده (بیمارستان) در سه دوره مدل فوق حل گردید. جواب بهینه به صورت زیر حاصل گردید واحدهایی که برای آن‌ها مقدار  $Z^*=1$  شد به عنوان بیمارستان‌های کارا معرفی گردید و واحدهایی که مقدار  $Z^* < 1$  است به عنوان واحد ناکارا معرفی گردید.

جدول ۱. اطلاعات مربوط به شاخص‌ها در هر بیمارستان در سال اول (۱۳۹۴)

بیمارستان	تعداد تخت	تعداد پرستار	تعداد پزشک	تعداد پزشک متخصص	درآمد (بر حسب میلیارد تومان)	بدهی (بر حسب میلیارد تومان)	تعداد بیماران سرپایی در سال	تعداد مرگ و میر در سال	میانگین بستری در روز
بیمارستان ۱	۷۲	۱۰۹	۸	۵۱	۶۹,۱۳	۲۱,۴۴۸	۱۰۱۳۱	۱۰۱	۱۳
بیمارستان ۲	۴۲	۴۰	۹	۱۲	۳۰,۷۷۲	۲۰,۸۱۱	۵۷۱۶۰	۴۶	۲۳
بیمارستان ۳	۸۵	۱۳۰	۱۰	۶۱	۱۰۷,۷۵۴	۶۴,۷۴۱	۱۲۳۵۴۹	۱۱۳	۱۹
بیمارستان ۴	۱۲۰	۱۲۰	۱۵	۵۳	۸۹,۱۰۸	۲۵,۲۳	۱۰۷۲۱	۱۰۹	۱۶
بیمارستان ۵	۱۱۳	۱۱۳	۱۱	۴۹	۷۱,۱۲۵	۲۴,۵۱۸	۱۰۰۲۱	۱۰۷	۱۴
بیمارستان ۶	۲۶۰	۲۳۳	۷	۷۰	۳۳۹,۰۰۸	۱۳۶,۶۵۲	۴۹۷۱۸	۳۶۸	۴۵
بیمارستان ۷	۱۸	۱۱	۴	۱۰	۸۲۶	۵۴۳	۳۴۲۲۰	۳۵	۵
بیمارستان ۸	۱۸۰	۲۰۱	۸	۵۰	۲۷۲,۵۱	۱۲۲,۱۰۲	۴۰۷۱۲	۳۰۱	۳۴
بیمارستان ۹	۷۲	۱۰۵	۱۰	۵۳	۷۳,۲۰	۲۴,۱۷	۱۰۴۸۰	۱۰۸	۱۴
بیمارستان ۱۰	۷۵	۱۰۷	۹	۵۲	۷۰,۴	۲۴,۲	۱۰۳۸۲	۱۰۴	۱۵
بیمارستان ۱۱	۷۸	۱۱۰	۷	۵۴	۸۳	۲۵,۸۳	۱۰۴۲۱	۱۰۳	۱۴
بیمارستان ۱۲	۱۳۰	۱۰۷	۸	۴۴	۱۴۳,۹۲۹	۲۲,۱۱۴	۷۰۴۰۰	۱۹۹	۹۷
بیمارستان ۱۳	۸۲	۱۱۹	۳	۲۲	۶۱۰۴۵	۱۱,۱۴۵	۴۹۷۱۲	۴۲	۷۲

جدول ۲. اطلاعات مربوط به شاخص‌ها در هر بیمارستان در سال دوم (۱۳۹۵)

بیمارستان	تعداد تخت	تعداد پرستار	تعداد پزشک	تعداد پزشک متخصص	درآمد(بر حسب میلیارد تومان)	بدهی(بر حسب میلیارد تومان)	تعداد بیماران سرپایی در سال	تعداد مرگ و میر در سال	میانگین بستری در روز
بیمارستان ۱	۷۹	۱۲۲	۷	۶۲	۱۰۳.۵۱	۲۹.۵۴۳	۱۳۲۴۱	۱۱۷	۱۷
بیمارستان ۲	۴۰	۴۸	۸	۱۶	۴۴.۷۷۸	۲۹.۷۱	۵۷۸۶۸	۴۵	۲۶
بیمارستان ۳	۸۵	۱۳۵	۱۰	۵۱	۱۶۵.۱۱۳	۱۱۳.۹۵۷	۱۴۴۹۸۳	۱۶۲	۲۰
بیمارستان ۴	۱۲۱	۱۲۱	۱۳	۵۸	۱۰۵.۱۳۳	۲۷.۱۹۳	۱۱۳۳۲	۱۲۵	۱۶
بیمارستان ۵	۱۰۸	۱۰۸	۱۳	۵۵	۱۰۸.۲۰۸	۲۹.۱۸۶	۱۱۳۸۰	۱۱۸	۱۶
بیمارستان ۶	۲۶۰	۲۳۴	۹	۸۰	۵۵۳.۵۵۴	۲۹۵.۸۳۴	۵۷۵۹۹	۴۱۷	۵۸
بیمارستان ۷	۱۸	۱۴	۵	۸	۹۷۰	۶۸۰	۲۲۵۴۴	۲۸	۴
بیمارستان ۸	۲۰۱	۲۰۸	۸	۶۳	۳۸۴.۵۵۵	۱۹۸.۰۱۸	۴۷۳۱۲	۳۶۲	۴۲
بیمارستان ۹	۷۸	۱۱۶	۸	۶۷	۹۰.۸۰	۳۲.۴۵	۱۲۰۱۶	۱۱۸	۱۵
بیمارستان ۱۰	۷۷	۱۱۸	۸	۶۸	۱۰۸.۳	۳۰.۸	۱۳۵۰۷	۱۲۰	۱۸
بیمارستان ۱۱	۸۰	۱۴۰	۱۰	۶۴	۱۱۰.۴۴۷	۳۱.۳۵	۱۳۶۱۲	۱۱۹	۱۷
بیمارستان ۱۲	۱۲۰	۱۱۰	۸	۴۴	۲۵۶.۲۲	۳۵	۸۲۶۹۰	۲۰۱	۱۱۳
بیمارستان ۱۳	۸۶	۱۲۳	۵	۲۳	۱۰۰.۲۸۵	۵۳.۲۴۹	۵۱۳۷۴	۲۷	۸۳

جدول ۳. اطلاعات مربوط به شاخص‌ها در هر بیمارستان در سال سوم (۱۳۹۶)

بیمارستان	تعداد تخت	تعداد پرستار	تعداد پزشک	تعداد پزشک متخصص	درآمد(بر حسب میلیارد تومان)	بدهی(بر حسب میلیارد تومان)	تعداد بیماران سرپایی در سال	تعداد مرگ و میر در سال	میانگین بستری در روز
بیمارستان ۱	۸۴	۱۳۱	۱۱	۶۶	۱۰۷.۱۴	۸۳.۵۶۹	۱۳۳۰۱	۱۲۱	۱۸
بیمارستان ۲	۴۱	۴۷	۱۰	۱۳	۴۷.۷۱	۳۰.۵۲۸	۶۱۲۰۶	۵۱	۲۷
بیمارستان ۳	۹۹	۱۴۰	۱۰	۵۱	۲۰۰.۰۰۳	۱۴۲.۴۸	۱۲۶۹۲۷	۱۲۵	۲۳
بیمارستان ۴	۱۲۴	۱۲۴	۱۴	۵۹	۱۰۷.۷۲۹	۸۱.۳۳۱	۱۳۱۷۳	۱۳۸	۱۸
بیمارستان ۵	۱۱۳	۱۱۳	۱۰	۶۶	۱۰۹.۳۸۱	۸۵.۹۱	۱۲۷۱۷	۱۱۳	۱۷
بیمارستان ۶	۲۶۰	۲۴۲	۱۳	۸۳	۶۴۲.۷۱۸	۴۲۷.۸۱۲	۶۳۶۱۲	۴۵۰	۶۵
بیمارستان ۷	۱۸	۱۳	۵	۷	۹۰۱	۷۵۷	۲۴۲۹۰	۲۱	۶
بیمارستان ۸	۲۲۱	۲۱۰	۱۱	۷۲	۴۱۶.۳۷۸	۲۳۰.۹۵	۵۳۴۱۲	۵۱۱	۴۹
بیمارستان ۹	۸۸	۱۲۹	۱۴	۷۴	۱۰۹.۳	۸۵.۶۰۱	۱۳۷۱۴	۱۲۰	۱۹
بیمارستان ۱۰	۹۴	۱۲۸	۱۲	۶۹	۱۱۱.۸	۸۵.۱۷	۱۳۶۲۰	۱۲۳	۱۹
بیمارستان ۱۱	۹۰	۱۴۲	۱۳	۷۳	۱۰۹.۲۹	۸۴.۴۲	۱۳۵۷۱	۱۲۵	۱۸
بیمارستان ۱۲	۱۲۰	۱۱۸	۹	۵۱	۲۸۷.۰۸۳	۱۴۰	۹۳۷۹۱	۲۰۱	۱۱۰
بیمارستان ۱۳	۸۸	۱۲۵	۸	۲۷	۱۳۰.۴۲۹	۴۶.۷۷۴	۵۷۶۰۲	۴۲	۹۶

جدول ۴. جواب بهینه مدل

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳
$Z^*$	۰.۶۶	۱	۱	۰.۵۷	۰.۷۹	۱	۱	۱	۰.۸۴	۰.۷۳	۰.۸۹	۱	۱
$\theta_{11}^{*1}$	۰.۹۲	۱	۱	۰.۸۸	۰.۸۶	۱	۱	۱	۰.۹۰	۰.۹۸	۱	۱	۱
$\theta_{12}^{*1}$	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰.۶۵	۰.۹	۰.۶۸	۱	۱
$\theta_{13}^{*1}$	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰.۹۷	۱	۰.۹-	۱	۱
$\theta_{21}^{*1}$	۱	۱	۱	۰.۲۵	۰.۶۴	۱	۱	۱	۰.۴۷	۰.۴۵	۰.۸	۱	۱
$\theta_{22}^{*1}$	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰.۹۹	۰.۹۷	۰.۷۸	۱	۱
$\theta_{23}^{*1}$	۱	۱	۱	۰.۰۲۵	۱	۱	۱	۱	۰.۵	۱	۰.۷	۱	۱
$\theta_{31}^{*1}$	۰.۶۹	۱	۱	۰.۲۸	۰.۵۱	۱	۱	۱	۰.۳۶	۰.۴۰	۰.۵۶	۱	۱
$\theta_{32}^{*1}$	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰.۴۱	۰.۸۲	۰.۷	۱	۱
$\theta_{33}^{*1}$	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰.۸	۱	۰.۸۸	۱	۱
$\theta_{11}^{*2}$	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰.۸۷	۰.۹۴	۱	۱	۱
$\theta_{12}^{*2}$	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
$\theta_{13}^{*2}$	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰.۹۳	۰.۹۹	۱	۱
$\theta_{11}^{*3}$	۰.۷۵	۱	۱	۰.۳۸	۰.۶۸	۱	۱	۱	۰.۴	۰.۴۱	۰.۶۱	۱	۱
$\theta_{12}^{*3}$	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰.۹۲	۰.۹۶	۰.۹۹	۱	۱

$\theta_{13}^{*3}$	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰.۹۷	۱	۱
$\theta_{11}^{*4}$	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰.۷۹	۰.۸۴	۱
$\theta_{12}^{*4}$	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰.۹۷	۱	۱
$\theta_{11}^{*5}$	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰.۸۷	۰.۹۴	۰.۸۶	۱	۱
$\theta_{12}^{*5}$	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
$\phi_{11}^{*1}$	۱	۱	۱	۲.۸۵	۱	۱	۱	۱	۲.۲۵	۰.۸	۰.۴۸	۱	۱
$\phi_{12}^{*1}$	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱.۴۶	۱.۰۳	۱.۱۵	۱	۱
$\phi_{13}^{*1}$	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱.۰۶	۱	۱	۱	۱
$\phi_{11}^{*2}$	۳.۲۵	۱	۱	۴.۷	۴.۷	۱	۱	۱	۴.۹	۴.۹	۶۶۴.۲	۱	۱
$\phi_{12}^{*2}$	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۵.۶۵	۲.۰۶	۳.۳	۱	۱
$\phi_{13}^{*2}$	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱.۵	۱	۱.۲۰	۱	۱
$\phi_{21}^{*2}$	۱۷.۵	۱	۱	۳۷.۸	۲۳.۴	۱	۱	۱	۳۶.۷۷	۳۹.۷	۳۱	۱	۱
$\phi_{22}^{*2}$	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۵.۲	۱.۶۱	۲.۶۶	۱	۱

پرویز طالبی که در ساختن مدل بویای تحلیل پوششی داده‌ها ما را یاری کردند و در این مطالعه همکاری لازم را داشته‌اند، کمال تشکر و قدردانی را دارند.

### منابع

- [1] Document of national health sector development of the fourth economic, social and cultural. 2005, Tehran: Assistant security of coordination and the ministry of health association. (Persian).
- [2] Management and planning organization. Economic report, Tehran: Publications management and planning organization, Center of scientific information and documentation. 2004 (Persian).
- [3] Alam Tabriz A, Imanipour M. Measurement of partial efficiency health service by DEA. Manag Perspect 2009; 31: 139-157. (Persian).
- [4] Nabarro D, Cassels A. Strengthening health management capacity in developing countries. 1994, London: Overseas Development Administration.
- [5] Abd Elaheian H, Shariaty SH, Shooshtarizadeh E. Measuring the functionality of rural management impact in Iran based on the analysis of factors. J Modares Human Sci 2006; 10: 267-227. (Persian).
- [6] Ghaderi H, Goudarzi G, Gohari MR. Determination technical efficiency of hospitals affiliated with Iran University of medical science by data envelopment analysis (2000- 2004). J Health Admin 2007; 9: 31- 38. (Persian).
- [7] Kontodimopoulos N, Panagiotis N, Dimitris N. Balancing efficiency of health services and equity of access in remote areas in Greece. Health Policy 2006; 76: 49- 57.
- [8] Andersen P, Petersen NC. A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis. Manage Sci 1993; 39: 1261-1264.
- [9] Banker R, Charnes W, Cooper W. Some methods for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis, Management Science 1984.
- [10] Charnes A, Cooper WW. Programming with linear fractional functional. Nav Res Log Quart 1962; 15: 333-334.

### بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت بسیار بالای بیمارستان‌ها در ارائه و سرویس خدمات بهداشتی درمانی و تاثیر غیر قابل انکار آن‌ها در کارایی نظام سلامت [۱-۳] استفاده از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها پویا در طی سه سال متوالی مورد نقد و بررسی قرار گرفت [۴،۵]. مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها با ارائه و امکان مقایسه و رتبه‌بندی و الگوبرداری می‌توانند گام مهمی برای بهبود عمل‌کرد بیمارستان‌ها و به‌خصوص پیشرفت مدیریتی بهداشت کشور داشته باشند. اجرای این پروژه ضمن مشخص کردن کارایی هر یک از بیمارستان‌ها، میزان منابع مورد نیاز برای رسیدن هر یک از واحدهای ناکارا به مرز کارا را مشخص می‌کند. از ۱۳ بیمارستان مورد مطالعه در سه سال متوالی ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۶، تعداد ۷ بیمارستان دارای مقدار کارایی یک بودند و بنابراین کارا تلقی گردیدند و ۶ بیمارستان مقدار کارایی کم‌تر از یک داشتند که ناکارا معرفی شدند. دلایل ناکارآمدی ۶ بیمارستان استان سمنان، نیازمند بررسی و تحقیق بیشتر است.

به طور کلی، نتایج این تحقیق، ضمن معرفی الگوهای عمل‌کردی به مدیران عالی بخش سلامت، امکان برنامه‌ریزی دقیق‌تر برای توسعه ظرفیت خدمات بهداشتی درمانی و صرفه‌جویی در منابع را فراهم کرد.

### تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله از پروفسور غلامرضا جهانشاهلو و هم‌چنین از دانشجویان وی آقایان دکتر امین جباری و دکتر



# Presenting a dynamic model for periodical evaluation of organizations using *data envelopment analysis* technique: Case study of 13 hospitals in Semnan province

Seyed Mohammad Ali Khatami Firouzabadi (Ph.D)<sup>\*1</sup>, Mohsen Shafiei Nikabadi (Ph.D)<sup>2</sup>, Hassan Tebyanian (Ph.D Student)<sup>2</sup>, Naghi Shoji (Ph.D)<sup>3</sup>

1 – Dept. of Industrial Management, Faculty of Management and Accounting, Allamed Tabatabai University, Tehran, Iran

2 - Dept. of Industrial Management, Faculty of Management and Administrative Sciences, Semnan University, Semnan, Iran

3- Dept. of Mathematics, Islamic Azad University, Firukoh Branch, Iran

\* Corresponding author. +98 9122312865 a.khatami@atu.ac.ir

Received: ; Accepted:

**Introduction:** The aim of this study was to investigate and analyze the performance of 13 hospitals in Semnan province using *data envelopment analysis* (DEA) technique.

**Materials and Methods:** In this research, dynamic linear programming was used to measure the performance of units under the supervision of medical sciences, including hospitals and health centers. For evaluating the performance of hospitals in Semnan province, input and output indices of each hospital, their values in the center and the information of each hospital were available. GAMs software was also used to solve the dynamic model obtained in this paper.

**Results:** By solving mathematical models for each hospital, the efficiency of the hospitals has been achieved, and then the efficient and inefficient units have been identified. If each hospital was inadequate, a suitable model was given to the hospital. Finally, a ranking methodology was used to distinguish between efficient hospitals. Hospitals 2, 3, 6, 7, 8, 12 and 13 were known as efficient units for the whole of these three years, and hospitals 1, 4, 5, 9, 10, and 11 were known as inefficient units.

**Conclusion:** With the implementation of this research, it is possible to introduce the functional models to the top managers of the health sector, providing more accurate planning for the development of capacity for health services and saving resources

**Keywords:** Hospital Efficiency, Performance evaluation, DEA, Inefficiency