

Efficiency Analysis and Hospital Resource Allocation Using Centralized Data Envelopment Analysis

(Document Type: Research Paper)

Saeedeh Ketabi*

Department of Management, Faculty of Administrative Sciences and Economics,
University of Isfahan, Isfahan, Iran, sketabi@ase.ui.ac.ir

Mahsa Ghandehari

Department of Management, Faculty of Administrative Sciences and Economics,
University of Isfahan, Isfahan, Iran, m.ghandehari@ase.ui.ac.ir

Dina Bolandi

Department of Management, Faculty of Administrative Sciences and Economics,
University of Isfahan, Isfahan, Iran, dina_acute@yahoo.com

Purpose: This paper aims to illustrate the use of centralized data envelopment analysis with the variable return to scale in resource allocation at different wards of hospitals based on efficiency.

Design/methodology/approach: Data were collected from the statistics unit, accounting unit and the hospital infection unit for 31 clinical wards in Alzahra hospital, Isfahan, Iran, in the last quarter of 2011. The input sets represented by the number of beds, number of physicians, number of nurses and the physical space allocated to the ward, are used in the analysis. Three output sets consisted of the number of inpatients, beds turnover, beds occupancy ratio, and the number of consultants provided by the ward to represent the performance and activity of the ward. The radial centralized DEA based on the input-oriented and variable return to scale model was applied using MatLab software, to find out how to reallocate the hospital resources to the wards.

Findings: The values of inputs and outputs obtained from the centralized DEA model helps the centralized decision-maker to take the right remedial actions for continuous improvement. The findings indicated that in this study the total number of active beds is proposed to be decreased from 739 to 343.99, the total number of physicians from 399 to 391.51, the total number of nurses from 1258 to 1239.21, and the total allocation of space to the wards from 19010 to 15668.69 square meters.

Research limitations/implications: The proposed approach is rather simple and it can easily be extended in different directions, allowing, for example, the consideration of joint constraints, goals, bounds on the changes of inputs and outputs, or on the allocated resources, but then one must be aware that such constraints are specifically defined for the case study and may be different in other hospitals. In this study, two constraints were considered to control the number of allocated nurses to two wards: ED and ICU, based on the current standards. Also, the proposed model was based on the criteria for which the data was available. It is clear that a centralized resource allocation approach implies a subordination of the behaviour of individual units to the goals of the system as a whole.

* Corresponding author

Practical implications: The results of the proposed centralized DEA model based on the performance criteria provide useful managerial implications for the resource allocation of hospital wards. The study proves the usefulness of centralized DEA as a decision-making tool in the health sector. Also, instead of reducing the inputs of any ward, the total input consumption of the wards is reduced, and as it is guaranteed, the total output production does not decrease.

Social implications: Public health and way to provide health care is an important issue in all countries, and health care providers trying within an existing resource, to provide the highest quality care. Allocating the resources in hospital wards based on the proper criteria increases the quality of the care and the efficiency of the healthcare sector.

Originality/ value: Many prior DEA studies have focused on health care efficiency. This paper is probably one of the first attempts that use a centralized model to analysis different hospital wards efficiency. Since resource allocation mechanisms can be influenced by the behaviour of the organization, the optimal allocation of a resource based on the needs is an important task of the health system. Furthermore, selecting the most appropriate set of input and output criteria is an important step in any efficiency measurement study.

Keywords: Efficiency, Hospital wards, Resource Allocation, Centralized DEA

مدیریت تولید و عملیات، دوره ۱۱، شماره ۳، پیاپی ۲۲، پاییز ۱۳۹۹
دریافت: ۱۳۹۹/۰۲/۱۹ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۸/۰۷
صص: ۱۶-۱ (نوع مقاله: پژوهشی)

تحلیل کارایی و تخصیص منابع بیمارستانی با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌های متمرکز

سعیده کتابی^{۱*}، مهسا قندهاری^۲، دینا بلندی^۳

۱- دانشیار گروه مدیریت، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران، sketabi@ase.ui.ac.ir
۲- دانشیار گروه مدیریت، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران، m.ghandehari@ase.ui.ac.ir
۳- کارشناس ارشد گروه مدیریت، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران، dina_acute@yahoo.com

چکیده: این مقاله، کارایی و تخصیص منابع به بخش‌های مختلف بیمارستانی را با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌های متمرکز با فرض بازده متغیر با استفاده از نرم‌افزار متلب تحلیل کرده است. داده‌های مدنظر از واحد آمار، واحد حسابداری و واحد کنترل عفونت بیمارستان الزهرای اصفهان، برای تخصیص تخت به ۳۱ بخش درمانی در سال ۱۳۹۰ جمع‌آوری شد. شاخص‌های ورودی، دربردارنده تعداد تخت، تعداد پزشکان، تعداد پرستاران، فضای اختصاص داده‌شده به هر بخش و شاخص‌های خروجی، دربردارنده تعداد بیمار پذیرش‌شده، چرخش تخت، درصد اشغال تخت و تعداد مشاوره‌های انجام‌شده است. یافته‌ها نشان داد مجموع تعداد تخت فعال از ۷۳۹ به ۳۴۳/۹۹، مجموع تعداد پزشکان از ۳۹۹ به ۳۹۱/۵۱، مجموع تعداد پرستاران از ۱۲۵۸ به ۱۲۳۹/۲۱ و مجموع فضای تخصیصی به بخش‌ها از ۱۹۰۱۰ به ۱۵۶۶۸/۶۹ متر مربع تغییر پیدا کرده است. همچنین، میزان مجموع کاهش ورودی‌های به‌دست‌آمده از مدل متمرکز، بیشتر از میزان کاهش مجموع ورودی‌های به‌دست‌آمده از مدل‌های کلاسیک بود. محدودیت‌های اضافه‌شده به مدل مربوط به منابع نیز تحقق یافت. مطابق این نتایج، مجموع مصارف ورودی بخش‌ها کاهش یافته است؛ در حالی که مجموع تولیدات خروجی کاهش نیافته است.

واژه‌های کلیدی: کارایی، بخش‌های بیمارستانی، تخصیص منابع، تحلیل پوششی داده‌های متمرکز

امروزه، به علت پیچیدگی‌های فزاینده محیطی و وجود متغیرهای بی‌شمار مؤثر در فرایند تصمیم‌گیری مدیران و همچنین نیاز به کاهش هزینه‌های جاری سازمان‌ها، مدیران به موضوع افزایش کارایی و بهره‌وری کلیه مؤسسات و به‌ویژه، سازمان‌های بهداشتی و درمانی توجه کرده‌اند. برای کاهش این پیچیدگی‌ها، استفاده از ابزارهای مناسب برای تحلیل هزینه‌ها و بهبود کارایی و تخصیص بهینه منابع، اهمیت ویژه‌ای دارد. تخصیص بهینه منابع، مهم‌ترین ابزار اجرای استراتژی و برنامه‌های بلندمدت هر سازمان است که به علت محدودیت منابع و نامحدود بودن نیازهای جامعه مطرح می‌شود و سیاست‌ها و هدف‌های برنامه هر سازمان در تخصیص بهینه منابع به فعالیت‌ها انعکاس می‌یابد (آزاد و همکاران، ۲۰۱۱).

سلامت، محور توسعه پایدار اجتماعی، اقتصادی، سیاسی و فرهنگی کلیه جوامع بشری است و اهمیت ویژه‌ای در زیرساخت بخش‌های مختلف جامعه دارد. مراکز بهداشتی و درمانی از یک‌سو، پاسخگوی سیر صعودی و فزاینده بیماران برای دریافت خدمات مطلوب هستند و از سوی دیگر، همواره با محدودیت منابع مواجه بوده‌اند. استفاده بهینه از امکانات و منابع در دسترس و ارتقای کارایی برای دستیابی به رفاه و پاسخگویی به نیازهای روبه‌رشد به مسئله بسیار مهمی تبدیل شده است. از آنجا که وجود تفاوت‌هایی در چگونگی عملکرد و کارایی بیمارستان‌ها انکارنشده است، روش مهم و مؤثری برای بهبود و بازسازی آنها، مشخص کردن ابعادی است که کارا نبودن نسبی عملکرد را نشان می‌دهد تا از این طریق برای ارتقای سطح کارایی بیمارستان بتوان اقدام کرد. با جلوگیری یا کاهش اتلاف منابع، می‌توان منابع در دسترس را برای ارائه خدمات بیشتر یا توسعه دسترسی و بهبود کیفیت خدمات بیمارستانی به کار گرفت (حاتم و نورانی، ۲۰۰۵).

تعریف عملیاتی کارایی در مرکز آموزشی درمانی الزهرا (س) عبارت است از اینکه این مرکز با کمترین منابع و هزینه‌های ممکن، به حد معینی از ستانده‌ها و خدمات دست یابد و یا به تعریف دیگر با سطح معینی از منابع و هزینه‌ها به بیشترین حد ممکن ستانده و خدمات دسترسی پیدا کند. یکی از مسائلی که در برنامه‌ریزی سالیانه مرکز آموزشی درمانی الزهرا وجود دارد، چگونگی تخصیص کادر پرستاری به بخش‌های مختلف کلینیکی با توجه به انواع معیارها و داده‌های عملکردی است. تنوع معیارها برای توزیع پرستاران از یک‌سو و دسترسی نداشتن به اندازه‌گیری کمی تأثیر سیاست‌های مختلف در این زمینه، توجه را به تصمیم‌گیری بر مبنای کارایی معطوف کرده است. در این پژوهش، چگونگی استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها برای افزایش کارایی بیمارستان و تخصیص منابع به بخش‌ها بررسی می‌شود. برای این منظور، شاخص‌های کارایی در بیمارستان، شناسایی و سپس با شناسایی شاخص‌های مناسب و جمع‌آوری آمار مربوط، کارایی بخش‌های منتخب با مدل مناسب تحلیل پوششی داده‌ها تعیین می‌شود. شاخص‌ها به‌گونه‌ای تعریف می‌شود که به صورت یکنواخت، عملکرد بخش‌های کلینیکی بیمارستان را ارزیابی کند. درنهایت، با توجه به نتایج حاصل از تحلیل پوششی داده‌ها، چگونگی تخصیص منابع و به‌طور خاص، تعیین تعداد پرستاران برای هر بخش با تعمیم مدل به بخش‌های مختلف اختصاص داده می‌شود.

۲- پیشینه پژوهش

به‌طور کلی، روش‌های ارزیابی کارایی به دو دسته روش‌های پارامتری و روش‌های ناپارامتری تقسیم‌بندی می‌شوند. روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)، یکی از روش‌های ناپارامتری است که در آن با استفاده از تکنیک‌های برنامه‌ریزی ریاضی به ارزیابی واحدهای مدنظر توجه می‌شود. در این روش، با استفاده از چندین متغیر ورودی و خروجی، میزان کارایی شرکت‌هایی محاسبه می‌شود که اطلاعات آنها در دست است و شرکت‌های کارا از ناکارا جدا می‌شود. همچنین می‌توان علت ناکارآمدی شرکت‌ها را با تحلیل حساسیت، تعیین و از اطلاعات به‌دست‌آمده برای انتخاب مورد بهینه از این شرکت‌های کارا استفاده کرد.

در سال‌های اخیر، در بیشتر کشورهای جهان برای ارزیابی عملکرد نهادها و دیگر فعالیت‌های رایج در زمینه‌های مختلف، کاربردهای متفاوتی از تحلیل پوششی داده‌ها دیده شده است. علت مقبولیت گسترده این روش نسبت به سایر روش‌ها، امکان بررسی روابط پیچیده و اغلب نامعلوم بین چند ورودی و چند خروجی است که در این فعالیت‌ها وجود دارد (میرحسینی^۱، ۲۰۰۸). گلانی و تمیر، مدلی را با نام تخصیص منابع متمرکز پایه‌ای در ماهیت ورودی ارائه کردند. در این مدل، صرف نظر از ابتکاری بودن تابع هدف و اینکه اهداف خروجی بررسی نمی‌شود، مدل می‌تواند همه مقادیر موجود یک ورودی را فقط به یک واحد تصمیم‌گیرنده، بدون محدودیتی روی تغییرات مصرف منبع هر واحد اختصاص دهد (گلانی^۲ و تمیر^۳، ۱۹۹۵). لوزانو^۴ و ویلا^۵ (۲۰۰۴)، مدلی را با نام تخصیص ورودی متمرکز ارائه کرده‌اند که در این مدل، تصمیم‌گیرنده متمرکز به بهینه‌سازی مجموع مصرف ورودی توجه می‌کند. در این مدل تضمین می‌شود مجموع تولید خروجی‌ها کاهش نیابد. در تحلیل تخصیص ورودی متمرکز، همه واحدها روی مرز کارا به همان شکلی تصویر می‌شود که در مدل‌های متداول تحلیل پوششی داده‌ها معمول است؛ اما این روند به جای شیوه‌های مجزا، در یک روش یکپارچه انجام می‌شود؛ به عبارت دیگر، در مدل متمرکز، فقط از یک مدل برنامه‌ریزی خطی برای تصویرکردن همه واحدها روی مرز کارا استفاده می‌شود؛ در صورتی که در مدل‌های متداول تحلیل پوششی داده‌ها برای هر واحد، مدل جداگانه‌ای به کار می‌رود و هر واحد به‌طور جداگانه‌ای بر مرز کارا تصویر می‌شود (چارنرز و همکاران^۶، ۱۹۷۸). دیگر تفاوت اساسی مدل متمرکز ورودی محور این است که هدف آن به جای کاهش ورودی‌های هر واحد، کاهش مجموع مصارف ورودی تمام واحدهاست. مدل تخصیص ورودی متمرکز شعاعی، دربردارنده دو فاز است. در اولین فاز، کاهش متناسبی برای همه ورودی‌ها جست‌وجو می‌شود. در فاز دوم، کاهش بیشتر هر ورودی یا افزایش هر خروجی دنبال می‌شود. در قسمت روش پژوهش، این مدل به‌طور کامل تشریح می‌شود.

کاربرد رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها در حوزه‌های مختلف خدماتی در ۲۵ سال اخیر، بسیار گسترده بوده است. در حوزه سلامت و خدمات درمانی، مطالعات گوناگونی انجام شده است. کابالر و همکاران^۷ (۲۰۱۰) با ارائه مدلی برای اندازه‌گیری عملکرد و کارایی بیمارستان‌ها به کمک DEA، ناکارایی بیمارستان‌های ایالت والنسیا (شرق اسپانیا) را بررسی کردند. آنها با در نظر گرفتن سه حوزه خدمات درمانی (جراحی عمومی، چشم‌پزشکی و جراحی ارتوپدی) - که در لیست انتظار، بیشتر از حد متوسط شد - کارایی ۲۲ بیمارستان ایالت والنسیا را بررسی کردند. تعداد پزشک و تخت، متغیرهای ورودی و میزان پذیرش، مشاوره و جراحی، متغیرهای خروجی در نظر گرفته شده بودند.

اوزگن^۸ و ساهین^۹ (۲۰۱۰)، کارایی فنی تسهیلات دیالیزی بخش‌های دیالیز در بیمارستان‌های ترکیه را با استفاده از داده‌های مقطعی در ۸۳۰ بخش دیالیز با استفاده از رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها تعیین کردند. آنها مبنای پژوهش خود را نوع تسهیلات دیالیزی، مالکیت عمومی (دولتی) یا خصوصی، وابستگی به زنجیره جهانی یا مستقل از آن، عمر تسهیلات دیالیزی و مناطق جغرافیایی ترکیه در نظر گرفتند که با استفاده از رویکرد DEA، میزان کارایی این تسهیلات را مشخص کردند. آنها متغیرهای تعداد دستگاه‌های دیالیز و تعداد پرستاران در هر بخش دیالیز را متغیرهای ورودی و تعداد دیالیز در ماه را متغیر خروجی مدل در نظر گرفتند. نتایج پژوهش آنها نشان‌دهنده اهمیت توجه به ارزیابی عملکرد واحدهای خدمات سلامت و در اولویت قراردادن ارزیابی عملکرد آنها به‌طور مدون است. در ایران نیز مطالعات بسیاری در این زمینه انجام شده است؛ از جمله، آزاد و همکاران (۲۰۱۱)، کارایی بخش‌های کلینیکی بیمارستان شریعتی اصفهان (۱۵ بخش) را با استفاده از مدل ورودی-محور روش تحلیل پوششی داده‌ها، با فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس مطالعه کردند. آنها برای شاخص‌های ارزیابی از دو ورودی، یعنی تعداد تخت و تعداد کارمندان و سه خروجی، یعنی درصد اشغال تخت، فعال‌بودن بخش و عملکرد بخش استفاده کردند.

ینگ‌جو^{۱۰} (۲۰۱۲)، بهره‌وری بیمارستان‌های چین را با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها بررسی و تحلیل کرد. وی در پژوهش خود، ابتدا فهرستی از عوامل ناکارا را تعیین و سپس آنها را در مدت‌زمان چهار سال تحلیل کرد. وی عامل رفتاری بیمارستان‌ها نسبت به سه عامل استفاده از فناوری پیشرفته مطابق با اصول درمانی، تجویز صحیح داروها و مراقبت‌های غیرضروری را مبنای نرخ رشد بهره‌وری در بیمارستان‌های چین می‌دانست. محدوده مکانی پژوهش او به چهار حوزه تقسیم شد و متغیرهای تعداد پزشک، پرستار، داروخانه، نیروی کار و تعداد تخت، ورودی‌ها و تعداد بیماران بستری‌شده و بیماران سرپایی، خروجی‌های مدل DEA در نظر گرفته شد. نتایج پژوهش وی، نشان‌دهنده اهمیت توجه به توسعه اقتصاد سلامت در زمینه فناوری‌های درمانی و ارزیابی عملکرد بخش‌های خدمات درمانی بیمارستان‌ها به‌صورت مدون است.

بن‌اریه^{۱۱} و گالیپالی^{۱۲} (۲۰۱۲) از منطق فازی و DEA برای ارزیابی بهره‌وری ۲۲ کلینیک درمانی در ایالت کانزاس استفاده کردند. آنها به‌علت پراکندگی و کامل‌نبودن اطلاعات از منطق فازی استفاده کردند. هدف اصلی آنها، پوشش دادن اطلاعات با استفاده از منطق فازی برای نشان‌دادن میزان کارایی واحدهای درمانی است. آنها در پژوهش خود، شاخص‌های هزینه کادر پزشکی، هزینه تسهیلات، تعداد کارمندان و پرستاران تمام‌وقت را به‌عنوان ورودی و شاخص‌های تعداد بازدیدهای پزشکان از بیماران و کل پرداخت‌های بیماران را شاخص‌های خروجی در نظر گرفتند. پژوهش آنها نشان داد منطق فازی بر میزان نرخ کارایی به‌دست‌آمده از مدل DEA اثرگذار است.

سیک و همکاران^{۱۳} (۲۰۱۳)، در پژوهشی، کشورهای اروپایی را از منظر توسعه پایدار و سلامت عمومی، طبقه‌بندی و مدلی از وضعیت کنونی سلامت در اروپا ارائه کردند. آنها یک مجموعه داده برای توسعه پایدار و سلامت عمومی در ۳۱ کشور منطقه اروپا (که کمیسیون اتحادیه اروپا پیشنهاد کرده بود) برای ارزیابی وضعیت سلامت عمومی کشورها به کار گرفتند. آنها چندین شاخص را با یک شاخص کمی تلفیق کردند. نتایج مطالعه آنها نشان داد نروژ و ایسلند، بیشترین اهمیت را به سیستم سلامت عمومی می‌دهند و کشورهای رومانی، لیتوانی و برخی از کشورهایی که به‌تازگی به عضویت اتحادیه اروپا درآمده‌اند، توجه کمتری به سلامت عمومی دارند. درنهایت، آنها به این نتیجه رسیدند که توسعه پایدار، زمانی شکل می‌گیرد که کشورها به سلامت عمومی اهمیت دهند و به توسعه پایدار در حوزه سلامت عمومی به‌طور مستمر توجه شود.

کاوهارا و همکاران^{۱۴} (۲۰۱۳)، کارایی حاصل از مراقبت‌های درمانی پرستاران را در حوزه خدمات سلامت کشور ژاپن با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها تحلیل و اندازه‌گیری کردند. آنها رابطه کارایی حاصل از مراقبت‌های درمانی پرستاران و شناسایی عوامل مؤثر بر آن را بررسی و با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی ۱۰۸ واحد خدمات پرستاری ارزیابی کردند. در این پژوهش، چگونگی استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها برای افزایش کارایی بیمارستان و تخصیص منابع به بخش‌ها بررسی شده است. به این منظور، شاخص‌های کارایی در بیمارستان، شناسایی و سپس با شناسایی شاخص‌های مناسب و جمع‌آوری آمار مربوط، کارایی بخش‌های منتخب با تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها تعیین شد. در نهایت، با توجه به نتایج حاصل از تحلیل پوششی داده‌ها، منابع به بخش‌های مختلف تخصیص داده می‌شود. نمونه شاخص‌های کارایی مدنظر، شامل عوامل ورودی، از جمله تعداد پزشکان، تعداد پرستاران، تعداد سایر کارکنان و هزینه‌های هر بخش و عوامل خروجی، از جمله تعداد بیماران پذیرش شده، تعداد بیماران مرخص شده، درصد اشغال تخت، میزان چرخش تخت، نسبت چرخش تخت، فاصله عملکرد تخت، شاخص‌های مرتبط به ارزیابی عوامل کیفی مراقبت و میزان عوارض ایجاد شده است. شاخص‌ها به گونه‌ای تعریف شد که به طور یکنواخت، عملکرد بخش‌های کلینیکی بیمارستان را ارزیابی کند. مدل پایه برای تخصیص منابع به کمک روش تحلیل پوششی داده‌ها، مدل متمرکز تخصیص ورودی شعاعی است که بعد از شناسایی محدودیت‌های حاکم بر منابع در بخش‌ها، توسعه داده می‌شود.

شفیعی و انگاشته (۲۰۱۶)، مسئله تخصیص بهینه منابع انسانی به پایگاه‌های اورژانس را با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌های متمرکز بررسی کردند. بهادری و همکاران (۲۰۱۷)، مدلی ریاضی را برای تعیین تعداد بهینه تخت بخش‌های مختلف یک بیمارستان نظامی توسعه دادند. همچنین، آنها تفاوت معنادار تعداد تخت‌های کنونی بیمارستان با تعداد بهینه تخت را براساس بیشتر بودن ظرفیت بیمارستان از حالت بهینه توجیه کردند که هزینه‌هایی همچون هزینه نگهداری بیشتری را به سیستم تحمیل می‌کند. قاضی و همکاران (۲۰۱۹)، یک مدل تحلیل پوششی داده‌ها را برپایه یک مدل برنامه‌ریزی چندهدفه برای تخصیص بودجه بین بیمارستان‌های مراکز استانی شمال غرب ایران طراحی کردند؛ به گونه‌ای که عملکرد کل سیستم بهبود یابد. نتایج نشان داد بعد از بودجه‌ریزی، نمره کارایی هیچ یک از بیمارستان‌ها کاهش پیدا نکرده و کارایی کل سیستم بهبود یافته است.

جدول شماره ۱، تعدادی از شاخص‌های ارزیابی کارایی بیمارستان و بخش‌های کلینیکی را نشان می‌دهد که در منتخبی از مطالعات پیشین به کار رفته است.

جدول ۱- شاخص‌های ارزیابی کارایی بخش‌های بیمارستانی در منتخبی از مطالعات پیشین

شاخص	آزاد و همکاران (۲۰۱۱)	امینیان (۲۰۱۳)	ابوطالبی جزی (۲۰۱۴)	عطاءاللهی و همکاران (۲۰۱۴)
تعداد کل تخت‌های فعال	√	√	√	√
میزان ساعت-پرستار موجود	√			√
تعداد پزشکان و متخصصان	√	√	√	
متوسط زمان انتظار بیمار				√
تعداد بیماران (پذیرش شده یا ترخیصی)		√	√	
درصد اشغال تخت	√	√	√	
میزان عفونت بیمارستانی		√		
میزان فعال بودن یا عملکرد	√			
متوسط مراقبت				√

۳- روش‌شناسی پژوهش

پرسش اصلی این پژوهش این است که «چگونه با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی هر یک از واحدهای مختلف مرکز آموزشی درمانی الزهرا (س) را می‌توان تعیین کرد و منابع را به‌طور بهینه برای به حداکثر رساندن کارایی کل مرکز آموزشی درمانی بین بخش‌های مختلف تخصیص داد». نکته مهم این است که در بسیاری از سازمان‌ها همچون بیمارستان‌ها تمام واحدها تحت نظارت تصمیم‌گیرنده متمرکز قرار دارد و این تصمیم‌گیرنده، واحدها را با منابع لازم برای تأمین ورودی‌هایشان پشتیبانی می‌کند و در هنگام تخصیص منابع، همانند رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها، این واحدها به‌طور متمرکز روی مرز کارا طرح‌ریزی می‌شود. چنین رویکردی، تخصیص منابع متمرکز یا سازمانی نامیده می‌شود. تفاوت اصلی این پژوهش با بیشتر مطالعات پیشین (از جمله مطالعه آزاد و همکاران (۲۰۱۱)) به کاربرد مدل متمرکز و استفاده از محدودیت منبع بیمارستانی در توسعه مدل برنامه‌ریزی خطی مربوط است.

با توجه به آنچه بیان شد، هدف این مطالعه، تخصیص بهینه منابع با بررسی عملکرد واحدهای مختلف بیمارستان و مطالعه تطبیقی کارایی است. به این منظور، ابتدا شاخص‌های مؤثر بر کارایی بخش‌ها در مرکز آموزشی درمانی الزهرا (س) تعیین و اندازه‌گیری و سپس مدل مناسب تخصیص منابع در بخش‌های مرکز به‌صورت متمرکز انتخاب و پیاده‌سازی شد. برای جمع‌آوری اطلاعات درباره مؤلفه‌ها و ابعاد مختلف مدل، مطالعات به‌صورت نظری-میدانی، انجام و اطلاعات مربوط به هر یک از بخش‌های مدنظر، از گزارش‌های رسمی و مستندات موجود در واحدهای آمار، مرکز کامپیوتر و اطلاعات موجود در سایت مرکز آموزشی درمانی الزهرا (س) جمع‌آوری شده است. در پژوهش حاضر برای تجزیه و تحلیل اطلاعات جمع‌آوری شده از جامعه آماری، روش تحلیل پوششی داده‌های متمرکز شعاعی ورودی-محور و مدل با بازده متغیر ورودی-محور به کار رفته و برای حل این روش از نرم‌افزارهای متلب^{۱۵} و دی-ای-ای-سالور اکسل^{۱۶} استفاده شده است.

۳-۱ تعیین شاخص‌های مناسب کارایی در مرکز آموزشی درمانی الزهرا (س)

از مهم‌ترین اجزای مراحل این مطالعه، تصمیم‌گیری درباره تعریف شاخص‌های مناسب کارایی است. با مطالعه کتابخانه‌ای و اینترنتی پژوهش‌های کاربردی (جدول شماره ۱) و مصاحبه با استادان و کارشناسان آشنا به بیمارستان، عوامل ذیل به‌عنوان مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر کارایی بخش‌های کلینیکی مرکز آموزشی درمانی الزهرا (س) انتخاب شد. گفتنی است، فقط شاخص‌هایی انتخاب شد که اطلاعات مربوط به آنها در دسترس بود. ورودی‌های استفاده‌شده در مدل عبارت است از:

۱. تعداد تخت فعال: شامل تعداد تخت در دسترس در هر بخش بیمارستان (پر یا خالی) در دوره مدنظر است؛
۲. تعداد پزشکان: هم پزشکان عمومی و هم پزشکان متخصص هر بخش را در برمی‌گیرد؛
۳. تعداد پرستاران و
۴. فضای اختصاص داده‌شده به هر بخش (برحسب متر مربع).

و شاخص‌های خروجی عبارت است از:

۱. درصد اشغال تخت: این شاخص با استفاده از ضرب نسبت میزان تخت روز اشغالی به میزان تخت روز کل در ۱۰۰ به دست می‌آید؛
 ۲. تعداد بیمار پذیرش شده: قبول رسمی یک بیمار توسط بیمارستان که برای وی، اتاق، غذا و خدمات پرستاری مستمر در نظر گرفته شده باشد، پذیرش بیمار محسوب می‌شود؛
 ۳. چرخش تخت: تعداد دفعاتی که یک تخت بیمارستانی به‌طور متوسط، بیماران بستری را در طول یک دوره زمانی معین تغییر می‌دهد؛
 ۴. میزان مشاوره ارائه شده به بیماران یا سایر بخش‌ها و
 ۵. میزان عفونت مشاهده شده که ممکن است به علت عملکرد نامناسب بخش و یا جزء جدانشدنی بیماری‌های مورد درمان در بخش باشد که به هر حال، یک شاخص خروجی نامطلوب است و کم‌تر بودن آن باعث بهبود کارایی می‌شود. اندازه این شاخص، که برحسب درصد است، از صددرصد کسر می‌شود تا جنبه مطلوب بیابد.
- مقدار هر یک از شاخص‌های کارایی انتخاب شده با استفاده از گزارش‌های رسمی و مستندات موجود در واحدهای آمار، مرکز کامپیوتر و همچنین اطلاعات موجود در سایت مرکز به دست آمد.

۲-۳ مدل تحلیل پوششی داده‌های متمرکز شعاعی

یکی از گام‌های بسیار مهم، پیش از ارزیابی واحدهای مورد مطالعه، انتخاب مدل یا مدل‌های متناسب با آن است. در انتخاب، دو نکته، یعنی نوع بازده به مقیاس و ورودی و خروجی محور بودن مسئله اهمیت دارد. انتخاب بازده به مقیاس در مدل، یعنی تعیین اینکه باید از مدل با بازده ثابت نسبت به مقیاس یا بازده متغیر نسبت به مقیاس استفاده شود. بازده ثابت نسبت به مقیاس، زمانی مناسب است که تغییر در اندازه شاخص‌های ورودی باعث همان نسبت تغییر در اندازه شاخص‌های خروجی است. انتخاب مدل ورودی محور یا خروجی محور براساس میزان کنترل پذیر بودن ورودی‌ها یا خروجی‌ها انجام می‌شود. مدل طراحی شده نهایی با فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس و ورودی محور متمرکز مطابق با الگوی لوزانو و ویلا (۲۰۰۴) طراحی شده است. در این مدل با هدف بهینه‌سازی مجموع مصرف ورودی، تضمین می‌شود مجموع تولید خروجی‌ها کاهش نیابد. در تحلیل تخصیص ورودی متمرکز، همه واحدها روی مرز کارا به همان شکلی تصویر می‌شود که در مدل‌های متداول DEA معمول است؛ اما این روند به جای شیوه‌های مجزا در یک روش یکپارچه انجام می‌شود؛ به عبارت دیگر، در مدل متمرکز، فقط از یک مدل برنامه‌ریزی خطی برای به تصویر کشیدن همه DMUها روی مرز کارا استفاده می‌شود؛ در صورتی که در مدل‌های متداول DEA برای هر DMU، مدل جداگانه‌ای به کار می‌رود و هر DMU به‌طور جداگانه‌ای روی مرز کارا تصویر می‌شود.

اگر فرض شود $r, j = 1, \dots, 31$ اندیس واحدها، $i = 1, \dots, 4$ اندیس ورودی‌ها، $k = 1, \dots, 5$ اندیس خروجی‌ها، x_{ij} مقدار ورودی نام مصرف شده و y_{kj} مقدار خروجی نام تولید شده توسط واحد j ، نسبت کاهش ورودی‌ها برای بهبود کارایی، s_i متغیر کمبود ورودی نام، t_k متغیر مازاد خروجی نام و $(\lambda_{1r}^*, \lambda_{2r}^*, \dots, \lambda_{31r}^*)$ بردار مربوط به تصویر کردن واحد r باشد، مدل فاز اول تخصیص ورودی متمرکز شعاعی استفاده شده در این پژوهش به صورت مدل ارائه شده در شکل شماره ۱ است:

$$\begin{aligned} \min \quad & \theta \\ \text{s. t.} \quad & \sum_{r=1}^{31} \sum_{j=1}^{31} \lambda_{jr} x_{ij} \leq \theta \sum_{j=1}^{31} x_{ij}, \quad i = 1, 2, 3, 4 \\ & \sum_{r=1}^{31} \sum_{j=1}^{31} \lambda_{jr} y_{kj} \geq \sum_{j=1}^{31} y_{kj}, \quad k = 1, 2, 3, 4, 5 \\ & \sum_{j=1}^{31} \lambda_{jr} = 1, \quad r = 1, 2, \dots, 31 \\ & \lambda_{jr} \geq 0, \end{aligned}$$

شکل ۱- مدل فاز اول تخصیص ورودی متمرکز

با حل مدل فاز اول، θ^* به عنوان مقدار بهینه هدف به دست می آید. فاز دوم مدل تخصیص ورودی متمرکز شعاعی به صورت مدل ارائه شده در شکل شماره ۲ است. مدل فاز ۱، $31 * 31 = 961$ متغیر نامنفی، یک متغیر آزاد در علامت و $31 + 5 + 4 = 40$ محدودیت اصلی دارد. مدل فاز ۲ نیز $31 * 31 + 9 = 970$ متغیر نامنفی و $31 + 5 + 4 = 40$ محدودیت اصلی دارد. هر دو مدل برنامه ریزی خطی از نظر پیچیدگی از مرتبه درجه دو تعداد واحدها و از نظر حل ساده است.

$$\begin{aligned} \max \quad & \sum_{i=1}^4 s_i + \sum_{k=1}^5 t_k \\ \text{s. t.} \quad & \sum_{r=1}^{31} \sum_{j=1}^{31} \lambda_{jr} x_{ij} = \theta^* \sum_{j=1}^{31} x_{ij} - s_i, \quad i = 1, 2, 3, 4 \\ & \sum_{r=1}^{31} \sum_{j=1}^{31} \lambda_{jr} y_{kj} = \sum_{j=1}^{31} y_{kj} + t_k, \quad k = 1, 2, 3, 4, 5 \\ & \sum_{j=1}^{31} \lambda_{jr} = 1, \quad r = 1, \dots, 31 \\ & \lambda_{jr}, s_i, t_k \geq 0. \end{aligned}$$

شکل ۲- مدل فاز دوم تخصیص ورودی متمرکز

منابع بیمارستانی براساس استانداردهایی که برای اطمینان از مراقبت با کیفیت و امن برای بیماران و استخدام و حفظ پرستاران، برای کارکنان تدوین شده است، باید به گونه ای به بخش های مختلف تخصیص یابد که کارایی کل بیمارستان به حداکثر برسد. به این منظور، دو محدودیت به مدل تحلیل پوششی داده های متمرکز شعاعی مذکور افزوده می شود:

- محدودیت کارکنان سی سی یو: براساس یافته های پژوهشی شورای بین المللی پرستاری، تعداد پرستار به بیمار در بخش سی سی یو، یک پرستار به دو بیمار در هر شیفت بیمارستانی است. بر این اساس، n تعداد پرستاران لازم در چهار شیفت برابر حاصل تقسیم تعداد بیماران پذیرش شده بخش بر $2 * 365$ ضربدر ۴؛ بنابراین، کافی است محدودیت $\sum_{r=1}^{31} \lambda_{rj} x_{3j} \geq n$ به فاز دوم افزوده شود. در محدودیت مذکور، j^* اندیس مربوط به بخش کلینیکی سی سی یو را نشان می دهد و اندیس ۳ به شاخص ورودی تعداد پرستاران آن بخش مربوط است.

- محدودیت کارکنان اورژانس: براساس یافته های پژوهشی شورای بین المللی پرستاری، به ازای هر سه بیمار بستری شده در بخش اورژانس در هر شیفت بیمارستان، یک پرستار برای این بخش نیاز است. بر این اساس، n'

تعداد پرستاران لازم در چهار شیفت برابر حاصل تقسیم تعداد بیماران پذیرش شده بخش اورژانس بر $3 \times 65 \times 3$ ضربدر ۴؛ بنابراین، کافی است محدودیت $\sum_{r=1}^{31} \lambda_{rj} x_{3j} \geq n'$ نیز به فاز دوم افزوده شود. در محدودیت مذکور، j^* اندیس مربوط به بخش کلینیکی اورژانس را نشان می‌دهد و اندیس ۳ به شاخص ورودی تعداد پرستاران آن بخش مربوط است.

۳-۳- تعیین مقدار بهینه شاخص‌های ورودی و خروجی

پس از حل فاز یک و دو مدل تحلیل پوششی داده‌های متمرکز شعاعی، که پیش‌تر ارائه شد، بردار $(\lambda_{1r}^*, \lambda_{2r}^*, \dots, \lambda_{31r}^*)$ متناظر با هر واحد r مشخص خواهد شد. با استفاده از بردار به دست آمده برای هر واحد مقدار بهینه ورودی‌ها و خروجی‌ها، یا تصویر هر یک از واحدها، به صورت ذیل محاسبه می‌شود:

$$x_{ir}^* = \sum_{j=1}^{31} \lambda_{jr} x_{ij} \quad i = 1, 2, 3, 4$$

$$y_{kr}^* = \sum_{j=1}^{31} \lambda_{jr} y_{kj} \quad k = 1, 2, 3, 4, 5$$

با توجه به اینکه مدل استفاده شده، تحلیل پوششی داده‌های متمرکز شعاعی است، مقادیر بهینه ورودی‌ها برای هر واحد به صورتی مشخص می‌شود که کارایی کل مرکز آموزشی درمانی الزهرا (س) را افزایش دهد. لوزانو و ویلا (۲۰۰۴) نشان داده‌اند تصاویر واحدها تحت مدل مذکور روی مرز کارایی، بهینه پارتو است و مجموع ورودی‌های واحدها کمتر از مجموع ورودی‌های حاصل از تصاویر مدل‌های معمول DEA است.

۴- مطالعه موردی

در این پژوهش، کارایی بخش‌های کلینیکی مرکز آموزشی درمانی الزهرا (س) برای بیشینه‌شدن کارایی کل مرکز با استفاده از روش DEA متمرکز شعاعی ورودی‌محور و روش BCC ورودی‌محور تحلیل می‌شود. مرکز آموزشی درمانی الزهرا (س) اصفهان، که در سال ۱۳۷۲ افتتاح و بهره‌برداری شد، در حال حاضر، با مساحت عرصه ۲۷ هکتار و مساحت اعیان ۸۰۰۰۰ متر مربع، ۹۵۰ تخت مصوب، ۸۰۰ تخت فعال، ۴۸ بخش و واحد تخصصی و فوق تخصصی و واحدهای پاراکلینیکی، ۴۳ درمانگاه تخصصی و فوق تخصصی، ۲۷ اتاق عمل فعال دارد. بخش‌های کلینیکی مدنظر در این مرکز عبارت است از:

۱. زنان و زایمان	۱۱. پوست	۲۲. ریه
۲. جراحی مغز و اعصاب	۱۲. جراحی زنان	۲۳. نفرولوژی
۳. روان پزشکی	۱۳. جراحی اطفال	۲۴. جراحی ترمیمی
۴. CCU	۱۴. جراحی نوزادان	۲۵. ICU مرکزی ۲
۵. داخلی اعصاب	۱۵. جراحی مردان	۲۶. ICU اطفال
۶. گوارش	۱۶. جراحی توراکس	۲۷. اطفال
۷. قلب و عروق	۱۷. ارتوپدی مردان	۲۸. جراحی عروق
۸. روماتولوژی	۱۸. ارتوپدی زنان	۲۹. اورژانس
۹. عفونی	۱۹. ICU مرکزی	جراحی فک و صورت
۱۰. غدد	۲۰. ICU تروما	
نوزادان	۲۱. گوش و حلق و بینی	

۱-۴ یافته‌ها و تجزیه و تحلیل نتایج تخصیص منابع بین بخش‌های مختلف بیمارستان الزهراء اصفهان

همانگونه که پیش‌تر ذکر شد، اطلاعات مربوط به شاخص‌ها از گزارش‌های رسمی و مستندات موجود در مرکز آموزشی درمانی الزهراء (س) جمع‌آوری شد. جدول شماره ۲، داده‌های خام جمع‌آوری شده مربوط به شاخص‌های ورودی و خروجی را نشان می‌دهد. ستون آخر جدول، میزان کارایی هر یک از بخش‌ها را به کمک مدل معمولی DEA (آزاد و همکاران (۲۰۱۱)) نشان می‌دهد.

پس از جمع‌آوری داده‌های مربوط به شاخص‌های ورودی و خروجی برای هر بخش کلینیکی و بی‌مقیاس‌سازی آنها، مدل فاز اول تخصیص متمرکز ورودی شعاعی، با نرم‌افزار متلب حل شد و مقدار θ^* یا کارایی کل بهینه، برابر ۰/۶۹ به دست آمد؛ سپس مدل فاز دوم با θ^* به دست آمده از فاز اول و به همراه دو محدودیت بیان شده نیز حل شد و بردار $(\lambda_{11}^*, \lambda_{21}^*, \dots, \lambda_{31}^*)$ متناظر با هر واحد i به دست آمد؛ سپس مقادیر بهینه ورودی‌ها و خروجی‌ها محاسبه شد که در جدول شماره ۳ ارائه شده است. گفتنی است، همه محدودیت‌های افزوده شده به مدل تحقق یافت.

همانگونه که اشاره شد، در مدل ورودی محور متمرکز، به جای کاهش ورودی‌های هر واحد، مجموع مصرف ورودی واحدها کاهش می‌یابد؛ در حالی که مجموع تولیدات خروجی کاهش نیافته است. نتایج نشان می‌دهد باید مجموع تعداد تخت فعال از ۷۳۹ به ۳۴۳/۹۹، مجموع تعداد پزشکان از ۳۹۹ به ۳۹۱/۵۱، مجموع تعداد پرستاران از ۱۲۵۸ به ۱۲۳۹/۲۱ و مجموع فضای تخصیص داده شده به بخش‌ها از ۱۹۰۱۰ به ۱۵۶۶۸/۶۹ متر مربع کاهش یابد. همچنین، هر دو محدودیت افزوده شده به مدل مربوط به استاندارد تعداد پرستاران تحقق یافته است. مدل با بازده متغیر ورودی محور ارائه شده با نرم‌افزار دی-ای-ای سالور اکسل نیز حل شد. همانگونه که انتظار می‌رفت، میزان مجموع کاهش ورودی‌های به دست آمده از مدل متمرکز، بیشتر از میزان کاهش مجموع ورودی‌های به دست آمده از مدل با بازده متغیر است؛ زیرا در مدل با بازده متغیر ورودی محور، هیچ محدودیت ممنوع‌کننده‌ای برای کاهش خروجی یک واحد تا زمان کاهش کل مقدار خروجی وجود ندارد.

جدول ۲- داده‌های مربوط به شاخص‌های ورودی و خروجی

ردیف	شاخص‌ها	شاخص‌های خروجی				شاخص‌های ورودی				میزان کارایی BCC
		تخت فعال	پزشکان	پرستاران	فضای اشغال شده	بیماران پذیرش شده	درصد اشغال تخت	چرخش تخت	تعداد مشاوره‌های انجام شده به درخواست شده	
۱	زنان و زایمان	۳۳	۱۹	۳۳	۶۰۰	۳۵۸۷	۷۰/۳۷	۱۰۸/۹۷	۱	۰/۶۶
۲	جراحی مغز و اعصاب	۳۱	۲۶	۳۴	۶۰۰	۲۷۷۰	۸۴/۷۳	۹۷/۸	۱	۰/۵۹
۳	روان‌پزشکی	۲۰	۱۴	۲۳	۸۰۰	۴۵۷	۷۱/۸۹	۲۳/۹۵	۰/۹۶	۰/۷۸
۴	CCU	۸	۵	۲۰	۴۰۰	۸۲۵	۷۶/۷۴	۱۰۳/۶۲	۰/۸۵	۱
۵	داخلی اعصاب	۳۴	۱۸	۳۴	۷۰۰	۲۱۶۵	۸۶/۰۷	۶۳/۶۸	۱	۰/۵۹
۶	گوارش	۲۹	۲۸	۳۲	۶۰۰	۲۱۴۳	۹۲/۵۴	۷۵/۶۸	۱	۰/۵۸
۷	قلب و عروق	۳۱	۲۵	۳۳	۶۰۰	۱۳۳۹	۸۵/۱۹	۶۷/۹۵	۰/۹۵	۰/۵۲
۸	روماتولوژی	۲۷	۱۵	۳۵	۶۰۰	۳۵۴	۹۱/۵۱	۵۳/۸۲	۰/۹۱۸	۰/۶۱
۹	عفونی	۲۳	۲۰	۳۰	۶۰۰	۱۱۰۷	۹۱/۱	۴۸/۶۲	۱	۰/۶۳
۱۰	غدد	۳۱	۱۶	۳۳	۶۰۰	۳۱۹	۸۹/۰۵	۵۶/۷۹	۰/۹۶	۰/۶۱
۱۱	نوزادان	۱۰	۳	۲۹	۲۴۰	۷۴۱	۹۰/۸۷	۶۱/۴۷	۱	۰/۹۵۳
۱۲	پوست	۳۱	۱۷	۳۵	۶۰۰	۲۳۸	۸۸/۳	۵۰/۵۲	۱	۰/۵۸
۱۳	جراحی زنان	۲۷	۲۳	۴۱	۶۰۰	۲۵۹۲	۷۳/۰۷	۹۶/۱۱	۱	۰/۵۰
۱۴	جراحی اطفال	۲۷	۱۸	۳۵	۶۵۰	۲۴۲۸	۷۳/۵۷	۹۲/۲۵	۰/۹۳	۰/۵۷
۱۵	جراحی نوزادان	۱۲	۱۴	۴۰	۴۸۰	۲۷۰	۵۵/۳۵	۳۹/۴۳	۰/۹۹	۰/۶۴
۱۶	جراحی مردان	۳۱	۹	۳۸	۵۰۰	۲۷۱۴	۷۸/۳۲	۸۷/۷۷	۰/۹۷۵	۰/۶۴
۱۷	جراحی توراکس	۳۰	۱۶	۴۱	۶۰۰	۲۵۲۴	۷۸/۱۴	۸۴/۳	۱	۰/۵۳
۱۸	ارتوپدی مردان	۳۱	۱۶	۳۸	۶۰۰	۲۲۲۲۳	۸۳/۵۷	۷۱/۷۴	۰/۹۶۸	۰/۹۹۸
۱۹	ارتوپدی زنان	۲۷	۱۶	۴۲	۶۰۰	۱۹۳۱	۶۴/۵۶	۷۴	۰/۹۸۹	۰/۵۰
۲۰	ICU مرکزی	۲۰	۲	۷۹	۱۰۰۰	۱۰۴۹	۹۸/۱۴	۵۸/۴۴	۱	۰/۹۸۵
۲۱	ICU تروما	۸	۷	۳۲	۴۰۰	۳۹	۹۹/۴۸	۲۸/۲۹	۱	۰/۹۸۷
۲۲	گوش و حلق و بینی	۱۶	۴	۴۰	۶۰۰	۱۴۹۴	۷۶/۰۷	۱۵۱/۷۸	۰/۹۴۶	۱
۲۳	ریه	۲۸	۴	۳۷	۶۰۰	۷۴۷	۸۷/۰۱	۴۵/۷۸	۰/۹۳۷	۰/۷۸
۲۴	نفرولوژی	۲۷	۳	۴۰	۶۰۰	۹۳۴	۹۲/۱۹	۴۴/۳۱	۰/۹۱۸	۰/۹۹
۲۵	جراحی ترمیمی	۱۱	۴	۲۳	۳۲۰	۱۵۷۴	۷۱/۹۷	۱۴۹/۹۱	۱	۱
۲۶	ICU مرکزی ۲	۲۱	۷	۱۰۲	۵۹۰	۹۷۲	۹۹/۲۵	۴۲/۹۳	۱	۰/۵۲
۲۷	ICU اطفال	۴	۲۰	۱۴	۱۳۰	۱۵۸	۹۵/۹۷	۴۰	۱	۰/۹۹۱
۲۸	اطفال	۲۳	۹	۴۳	۶۰۰	۱۶۴۴	۷۹/۸۹	۷۷/۸۲	۱	۰/۵۶
۲۹	جراحی عروق	۱۵	۴	۲۱	۶۰۰	۱۶۵۱	۷۶/۴۳	۸۰/۷۷	۰/۹۸	۰/۹۹۷
۳۰	جراحی فک و صورت	۳۰	۶	۲۱	۶۰۰	۷۳۸	۷۳/۶	۱۵۸/۲۴	۰/۹۶۵	۱
۳۱	اورژانس	۴۳	۱۱	۱۶۰	۲۰۰۰	۱۷۷۶۹	۱۰۰	۳۴۰/۸۷	۱	۰/۹۷۹
۳۲	جمع	۷۳۹	۳۹۹	۱۲۵۸	۱۹۰۱۰	۷۹۴۹۶	۲۵۷۴/۹۴	۲۵۷۷/۶۱	۳۰/۲۳۶	۲۶/۷۴۱۹

جدول ۳- مقادیر بهینه مربوط به شاخص‌های ورودی و خروجی

ردیف	شاخص‌ها	شاخص‌های ورودی							شاخص‌های خروجی	
		تخت فعال	پزشکان	پرستاران	فضای اشغال شده	بیماران پذیرش شده	درصد اشغال تخت	چرخش تخت	تعداد مشاوره‌های انجام شده به درخواست شده	میزان عفونت ایجاد شده
۱	زنان و زایمان	۸	۵	۲۰	۴۰۰	۲۲۰/۲۵	۹۴/۱۷	۴۵/۹۳	۰/۹۸۶	۰/۹۹۱۸۴
۲	جراحی مغز و اعصاب	۸	۵	۲۰	۴۰۰	۸۲۵	۷۶/۷۴	۱۰۳/۶۲	۰/۸۵	۱
۳	روان پزشکی	۸	۵	۲۰	۴۰۰	۸۲۵	۷۶/۷۴	۱۰۳/۶۲	۰/۸۵	۱
۴	CCU	۸	۵	۲۰	۴۰۰	۸۲۵	۷۶/۷۴	۱۰۳/۶۲	۰/۸۵	۱
۵	داخلی اعصاب	۸	۷	۳۲	۴۰۰	۸۲۵	۷۶/۷۴	۱۰۳/۶۲	۰/۸۵	۱
۶	گوارش	۸	۵	۲۰	۴۰۰	۳۹	۹۹/۴۸	۲۸/۲۹	۱	۰/۹۸۷
۷	قلب و عروق	۸	۷	۳۲	۴۰۰	۳۹	۹۹/۴۸	۲۸/۲۹	۱	۰/۹۸۷
۸	روماتولوژی	۴	۲۰	۱۴	۱۳۰	۸۲۵	۷۶/۷۴	۱۰۳/۶۲	۰/۸۵	۱
۹	عفونی	۴	۲۰	۱۴	۱۳۰	۱۵۸	۹۵/۹۷	۴۰	۱	۰/۹۹۱
۱۰	غدد	۸	۷	۳۲	۴۰۰	۱۵۸	۹۵/۹۷	۴۰	۱	۰/۹۹۱
۱۱	نوزادان	۴	۲۰	۱۴	۱۳۰	۳۹	۹۹/۴۸	۲۸/۲۹	۱	۰/۹۸۷
۱۲	پوست	۷/۴	۸/۹۳	۲۹/۳۳	۳۵۹/۸۹	۳۹	۹۹/۴۸	۲۸/۲۹	۱	۰/۹۸۷
۱۳	جراحی زنان	۸	۷	۳۲	۴۰۰	۳۹	۹۹/۴۸	۲۸/۲۹	۱	۰/۹۸۷
۱۴	جراحی اطفال	۸	۷	۳۲	۴۰۰	۳۹	۹۹/۴۸	۲۸/۲۹	۱	۰/۹۸۷
۱۵	جراحی نوزادان	۸	۷	۳۲	۴۰۰	۱۵۸	۹۵/۹۷	۴۰	۱	۰/۹۹۱
۱۶	جراحی مردان	۴	۲۰	۱۴	۱۳۰	۱۵۸	۹۵/۹۷	۴۰	۱	۰/۹۹۱
۱۷	جراحی توراکس	۴	۲۰	۱۴	۱۳۰	۶۷/۷۸	۹۸/۶۳	۳۱/۱۲	۱	۰/۹۸۷
۱۸	ارتوپدی مردان	۴	۲۰	۱۴	۱۳۰	۱۵۸	۹۵/۹۷	۴۰	۱	۰/۹۹۱
۱۹	ارتوپدی زنان	۴	۲۰	۱۴	۱۳۰	۱۵۸	۹۵/۹۷	۴۰	۱	۰/۹۹۱
۲۰	ICU مرکزی	۴۳	۱۱	۱۶۰	۲۰۰۰	۱۷۷۶۹	۱۰۰	۳۴۰/۸۷	۱	۰/۹۷۹
۲۱	ICU تروما	۴۳	۱۱	۱۶۰	۲۰۰۰	۱۷۷۶۹	۱۰۰	۳۴۰/۸۷	۱	۰/۹۷۹
۲۲	گوش و حلق و بینی	۴	۲۰	۱۴	۱۳۰	۳۹	۹۹/۴۸	۲۸/۲۹	۱	۰/۹۸۷
۲۳	ریه	۴	۲۰	۱۴	۱۳۰	۱۵۸	۹۵/۹۷	۴۰	۱	۰/۹۹۱
۲۴	نفرولوژی	۴	۲۰	۱۴	۱۳۰	۱۵۸	۹۵/۹۷	۴۰	۱	۰/۹۹۱
۲۵	جراحی ترمیمی	۴	۲۰	۱۴	۱۳۰	۱۵۸	۹۵/۹۷	۴۰	۱	۰/۹۹۱
۲۶	ICU مرکزی ۲	۴۳	۱۱	۱۶۰	۲۰۰۰	۱۷۷۶۹	۱۰۰	۳۴۰/۸۷	۱	۰/۹۷۹
۲۷	ICU اطفال	۴۳	۱۱	۱۶۰	۲۰۰۰	۱۷۷۶۹	۱۰۰	۳۴۰/۸۷	۱	۰/۹۷۹
۲۸	اطفال	۴	۲۰	۱۴	۱۳۰	۱۵۸	۹۵/۹۷	۴۰	۱	۰/۹۹۱
۲۹	جراحی عروق	۸	۶/۸۱	۳۰/۸۸	۴۰۰	۱۵۸	۹۵/۹۷	۴۰	۱	۰/۹۹۱
۳۰	جراحی فک و صورت	۴	۲۰	۱۴	۱۳۰	۱۵۸	۹۵/۹۷	۴۰	۱	۰/۹۹۱
۳۱	اورژانس	۱۶/۵۹	۴/۷۷	۶۵	۸۱۸/۸	۱۸۳۷/۹۶	۹۸/۸۴۲	۶۶/۲۳	۱	۰/۹۸۵
۳۲	جمع	۳۴۳/۹۹	۳۹۱/۵۱	۱۲۳۹/۲۱	۱۵۶۶۸/۶۹	۷۹۴۹۵/۹۹	۲۹۲۳/۳۴۲	۲۷۰۲/۸۹	۳۰/۲۳۶	۳۰/۶۸۰۶

در این پژوهش، کارایی ۳۱ بخش کلینیکی مرکز آموزشی درمانی الزهرا (س) اصفهان با روش DEA متمرکز شعاعی ورودی محور بررسی شد. پس از مصاحبه با کارشناسان، شاخص‌های تعداد تخت، تعداد پزشکان، تعداد پرستاران، فضای اختصاص داده شده به هر بخش، تعداد بیمار پذیرش شده، چرخش تخت، درصد اشغال تخت و تعداد مشاوره‌های انجام شده، به عنوان شاخص‌های مناسب کارایی تعیین شد. اطلاعات مربوط به این شاخص‌ها با استفاده از مستندات موجود به دست آمد. با افزودن محدودیت مربوط به استاندارد تعداد پرستاران بخش اورژانس و CCU مدل DEA متمرکز شعاعی ورودی محور مناسب ارائه شد. در این قسمت، یافته‌های پژوهش، که در بخش پیش آورده شد، بحث و بررسی می‌شود؛ برای نمونه، یافته‌ها نشان می‌دهد در بخش روان پزشکی، تعداد تخت از ۲۰ به ۸، تعداد پزشکان از ۱۴ به ۵، تعداد پرستاران از ۲۳ به ۲۰ و فضای اختصاص داده شده به این بخش از ۸۰۰ به ۴۰۰ متر مربع و در بخش جراحی عروق، تعداد تخت از ۱۵ به ۸، تعداد پزشکان از ۴ به ۶/۸۱، تعداد پرستاران از ۲۱ به ۳۰/۸۸ و فضای اختصاص داده شده به این بخش از ۶۰۰ به ۴۰۰ متر مربع تغییر یافته است. به طور معمول، انتظار می‌رود برای بهبود کارایی، میزان شاخص‌های ورودی کاهش یابد؛ هرچند برای بعضی بخش‌ها، میزان پیشنهادی بعضی شاخص‌ها از جمله تعداد پزشکان و تعداد پرستاران افزایش یافته است؛ اما نکته مهم این است که در مجموع برای کل بخش‌ها میزان شاخص‌های ورودی کاهش پیدا کرده؛ در حالی که مجموع شاخص‌های خروجی کاهش نیافته است.

گفتنی است در مطالعات پیشین، درباره ارزیابی کارایی بخش‌های مختلف در یک سازمان یا به طور خاص در این پژوهش، بیمارستان، به کمک مدل‌های کمی، کمتر بحث شده است. هدف این پژوهش، ارزیابی عملکرد بخش‌ها برای به حداکثر رسانی کارایی کل بیمارستان (و نه کارایی تک تک واحدها) آنگونه که در مدل‌های کلاسیک تحلیل پوششی داده‌ها مدنظر بود) است. همانگونه که اشاره شد، در مدل تخصیص متمرکز ورودی محور، به جای کاهش ورودی هر یک از بخش‌ها، مجموع مصارف ورودی بخش‌ها کاهش پیدا کرد و همچنین محدودیت‌های افزوده شده به مدل تحقق یافت. جدول شماره ۳، میزان بهینه شاخص‌های ورودی و خروجی را نشان می‌دهد. در پژوهش‌های مشابه (آزاد و همکاران، ۲۰۱۱)، معمولاً واحدهای همگون به صورت جداگانه با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها ارزیابی می‌شد. واضح است تخصیص منابع متمرکز بر یک وابستگی رفتاری واحدهای منفرد در مقابل اهداف کل سیستم دلالت دارد. از آنجا که این وابستگی رفتاری بین بخش‌های کلینیکی مرکز آموزشی درمانی وجود دارد، این پژوهش با استفاده از روش متمرکز، تخصیص ورودی را برای تحلیل کارایی بخش‌های کلینیکی در مرکز آموزشی درمانی الزهرا (س) اصفهان پیشنهاد کرده است.

از محدودیت‌های موجود در این پژوهش می‌توان به نبود اطلاعات تعدادی از شاخص‌های انتخاب شده به عنوان شاخص‌های مناسب کارایی و در نظر نگرفتن سایر استانداردهای موجود درباره سایر منابع مصرفی اشاره کرد. همچنین، برای شاخص پزشکان، در صورت دسترسی به داده‌های دقیق انواع کادر پزشکی بهتر است با اختصاص وزن به تعداد پزشکان عمومی و متخصص، تمایز لازم بین این دو دسته از پزشکان ایجاد شود. همچنین، مقادیر پیشنهادی مدل برای یکی از شاخص‌های ورودی، یعنی تخت فعال، به نظر می‌رسد قابل پیاده‌سازی نیست. باید ضمن مشورت با کارشناسان، شرایط حاکم بر تعداد تخت‌های فعال برای هر یک از بخش‌ها به صورت محدودیت به

مدل اضافه شود. در تخصیص منابع به بخش‌های مختلف بیمارستان، به سایر استانداردهای موجود درباره منابع مدنظر باید توجه شود.

پیشنهاد می‌شود پژوهشگران در پژوهش‌های آینده برای ارزیابی کارایی واحدهای مختلف، پیش از کاربرد روش تحلیل پوششی داده‌ها از یکی از روش‌های خوشه‌بندی مثل کی-مینز^{۱۷} استفاده کنند تا واحدهای مدنظر، همگونی مناسب داشته باشد. همچنین، باید برای معناداربودن کاهش‌های پیشنهادی در شاخص‌های ورودی، بنا بر نظر کارشناسان بیمارستان، حد پایین برای این شاخص‌ها به مدل افزوده شود.

۶- نتیجه‌گیری

در این پژوهش، رویکردی داخل سازمانی مطالعه شد که در آن، تمام واحدها تحت نظارت تصمیم‌گیرنده‌ای متمرکز قرار دارند که علاوه بر اینکه به کارایی واحدها می‌اندیشد، درباره مجموع مصارف ورودی و مجموع تولیدات خروجی نیز نگران است. روش استفاده‌شده، علاوه بر ساده‌بودن، به راحتی در جهت‌های مختلف توسعه پیدا می‌کند؛ برای نمونه، در نظر گرفتن اهداف مشترک، محدودیت‌های مشترک، تغییر در مرزهای ورودی‌ها و خروجی‌ها به صورت مجزا؛ اما باید به این نکته توجه کرد که چنین محدودیت‌هایی ممکن است از تصویرشدن تمام بخش‌ها بر روی مرز کارا، که یکی از مطلوب‌ترین ویژگی‌های این مدل است، جلوگیری کند.

نتایج این پژوهش، به طور خاص برای مدیران مرکز آموزشی درمانی الزهرا (س) اصفهان مفید است. همچنین، به طور عام، بهره‌وران این پژوهش، تمام سازمان‌هایی است که بخش‌های وابسته به یکدیگر دارد که در آن، تصمیم‌گیرنده‌ای مرکزی وجود دارد. این نوع سازمان‌ها می‌توانند از مدل ارائه‌شده برای تحلیل کارایی و تخصیص منابع بین بخش‌های مختلف استفاده کنند.

همانگونه که بیان شد، به علت تازگی موضوع پژوهش، مدل ارائه‌شده در این مقاله، نواقص و محدودیت‌هایی دارد؛ از جمله اینکه تعدادی از شاخص‌های انتخاب‌شده، به عنوان شاخص‌های مناسب کارایی، به علت موجودنبودن اطلاعات از مدل ارائه‌شده حذف شد. درباره شاخص‌های معرفی‌شده، نکاتی وجود دارد که ممکن است کاربرد رویکرد را در بیمارستان‌های دیگر محدود کند؛ به عنوان مثال، معمولاً فضای اختصاص داده‌شده به بخش‌های بیمارستانی را نمی‌توان تغییر داد؛ ولی در مطالعه موردی، بسیاری از بخش‌ها با دیوارک جدا شده است و قابلیت تغییر مساحت دارد. همچنین، در موارد گوناگونی که تخت خالی در یک بخش وجود ندارد، بیمار بخش را با رعایت الزامات بهداشتی، روی تخت خالی از بخشی دیگر (با امکانات مطلوب) بستری می‌کنند. علاوه بر این، تعداد کارمندان یا تخت، با توجه به ساعات کار در یک شیفت، به خوبی با اعداد غیرصحیح بیان می‌شود که معرف کسری از شیفت کاری است و اضافه‌کاری و یا بیکاری کارمندان را نشان می‌دهد. در مواردی که نتوان داده‌های غیرصحیح برای این تعداد در نظر گرفت، به توسعه مدل نیاز است.

همچنین، در این مدل فقط محدودیت‌های مربوط به استاندارد تعداد پرستاران در دو بخش افزوده شد. پیشنهاد می‌شود همسو با این موضوع، پژوهشگران در پژوهش‌های بعدی، به شاخص‌های بیشتری توجه کنند. همچنین، استانداردهای موجود درباره سایر منابع استفاده‌شده، از جمله حداقل کادر درمانی لازم، تعداد تخت، فضای

تخصیص داده‌شده و غیره، در مدل گنجانده شود. مدل ارائه‌شده، بسیار ساده است که امکان در نظر گرفتن شرایط و استانداردهای کیفیتی مختلف، از جمله حداقل یا حداکثر تغییر در شاخص‌ها را دارد.

این پژوهش به مدیران کمک می‌کند تحلیل صحیحی از داده‌ها و ستاده‌ها داشته باشند و بر همین اساس، با به‌کارگیری الگوی علمی و روش درست تخصیص منابع برای افزایش سطح کارایی، مؤثر واقع شوند. شاخص‌های عملکردی مستخرج از این پژوهش، با نام ورودی و خروجی را می‌توان در ارزیابی کارایی هر بیمارستان دیگری نیز به کار برد. مدل ارائه‌شده نیز در هر مرکز درمانی دیگر می‌تواند چگونگی بهبود کارایی کل را پیشنهاد دهد.

References

- Aboutalebi Jazi, H.R. (2014). *Performance Evaluation and resource allocation to hospital wards using Data Envelopment Analysis (Case study: Goldis Hospital in Shahinshahr)*, Master Thesis, Faculty of Humanities, Islamic Azad University, Najafabad Branch. (in Persian).
- Aminian M. (2013). *Efficiency analysis and resource allocation to different wards of Gharazi Hospital in Isfahan using Data Envelopment Analysis*, Master Thesis, Faculty of Humanities, Islamic Azad University, Najafabad Branch. (in Persian).
- Ataullah, F., Bahrami, M.A., Abbasi, M., Mobasheri, F., and Khani, SH. (2014). "Presenting an ideal planning model for allocating hospital beds in Shahid Mohammadi Teaching Hospital in Bandar Abbas". *Health Management Quarterly*, 5(1): 59-68.
- Azad, E., Ketabi, S., Soltani, I., and Bagherzade, M. (2011). "Analysis of Efficiency and resource Allocation at Different Wards in Shariati Hospital, Isfahan, Iran, Using Data Envelopment Analysis", *Health Information Management*, 8(7): 938-947. (in Persian).
- Bahadori, M.K., Teymourzadeh, E., and Kazemi, R. (2017). "Mathematical modeling of bed allocation in a military hospital". *Journal of Military Medicine*, 19(4): 399-390. (in Persian).
- Ben-Arieh, D., and Gullipalli, D.K. (2012). "Data Envelopment Analysis of clinics with sparse data: Fuzzy clustering approach", *Computers and Industrial Engineering*, 63: 13-21.
- Caballer-Tarazona, M., Moya-Clemente, I., Vivas-Consuelo, D., and Barrachina-Martínez, I. (2010). "A model to measure the efficiency of hospital performance", *Mathematical and Computer Modelling*, 52: 1095-1102
- Charnes, A., Cooper, W.W., and Rhodes, E. (1978). "Measuring the efficiency of decision making units", *European Journal of Operations Research*, 2(6): 429-444.
- Cooper, W., and Seiford, L. (2008). *Data Envelopment Analysis, Models and Application*, Translated by Mirhasani, S. Tehran: Amirkabir University of Technology Press. (in Persian).
- Ghazi, A., Hosseinzadeh Lotfi, F., Sanei, M., and Tohidi, Q. (2019). "Providing a budgeting model using Data Envelopment Analysis based on evaluating the performance of decision units". *Accounting Knowledge and Auditing Management*, 8(31): 85-92.
- Golany, B., and Tamir, E. (1995). "Evaluating efficiency- effectiveness-equality trade- offs:A data envelopment analysis approach", *Management Science*, 41(7): 1172-1184.
- Hatam, N., and Nourani, S. (2005). "Application of MCDM in Hospital Efficiency Measurement", *Scientific Journal of Medical University of Qazvin*, 4: 87-93. (in Persian).
- Kuwahara, Y., Nagata, S., Taguchi, A., Naruse, T., Kawaguchi, H., and Murashima, S. (2013). "Measuring the efficiencies of visiting nurse service agencies using data envelopment analysis", *Health Care ManagSci*, 16: 228-235.
- Lozano, S., and Villa, G (2004). "Centralized DEA models with the possibility of downsizing", *Journal of the Operational Research Society*, 56(4): 357-364 .
- Ozgena, H., and Sahin, I. (2010). "Measurement of efficiency of the dialysis sector in Turkey using data envelopment analysis", *Health Policy*, 95: 185-193.

- Seke, K., Petrovic, N., Jeremic, V., Vukmirovic, J., Biljana, K., and Martic, M. (2013). “Sustainable development and public health: rating European countries”. *BMC Public Health*, 2013, pp13-77, <http://www.biomedcentral.com/1471-2458/13/77>.
- Shafiee, M., and Angashteh, B. (2016). “Optimal allocation of human resources to emergency databases using centralized data envelopment analysis model”. *Organizational Resource Management Research*, 6(1): 132-105.
- Ng, Y.C. (2012). “The productive efficiency of Chinese hospitals”, *China Economic Review*, 22: 428–439.

-
1. Mirhasani
 2. Golany
 3. Tamir
 4. Lozano
 5. Villa
 6. Charnes et al
 7. Caballer et al
 8. Ozgen
 9. Sahin
 10. Ying Chu
 11. Ben-Arieh
 12. Gullipalli
 13. Seke et al
 14. Kuwahara et al
 15. Matlab
 16. DEA-Excel-solver
 17. K-means