

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده مهندسی صنایع و مدیریت

پایان نامه کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی

# ارائه یک مدل ارزیابی عملکرد ترکیبی مبتنی بر تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و تحلیل پوششی داده‌ها (نمونه موردی: مراکز درمانی)

نگارنده: محمد قهرمانلو

استاد راهنما

دکتر علی‌اکبر حسنی

استاد مشاور

دکتر محمد فتاحی

شهریور ۱۳۹۷



مدیریت تحصیلات تکمیلی

شماره:

تاریخ:

ویرایش:

### باسمه تعالی

فرم شماره ۶: صورت جلسه نهایی دفاع از پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

با تأییدات خداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج) ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد آقای محمد قهرمانلو به شماره دانشجویی ۹۵۱۱۹۲۴ رشته مدیریت صنعتی، گرایش تولید و عملیات تحت عنوان ارائه یک مدل ارزیابی عملکرد ترکیبی مبتنی بر تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و تحلیل پوششی داده‌ها (نمونه موردی: مراکز درمانی)، با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح ذیل اعلام می‌گردد:

قبول ( با درجه : ..... امتیاز : ..... ) ☐ دفاع مجدد ☐ مردود ☐  
نوع تحقیق: نظری ☐ عملی ☐

۳- خوب (

۲- بسیار خوب ( ۱۸/۹۹ - ۱۸ )

۱- عالی ( ۲۰ - ۱۹ )

( ۱۶ - ۱۷/۹۹ )

۵- نمره کمتر از ۱۴ غیر قابل قبول

۴- قابل قبول ( ۱۵/۹۹ - ۱۴ )

| عضو هیأت داوران                 | نام و نام خانوادگی | مرتبه علمی | امضاء |
|---------------------------------|--------------------|------------|-------|
| ۱- استاد راهنمای اول            | علی اکبر حسنی      | استادیار   |       |
| ۲- استاد راهنمای دوم            |                    |            |       |
| ۳- استاد مشاور                  | محمد فتاحی         | استادیار   |       |
| ۴- نماینده شورای تحصیلات تکمیلی |                    |            |       |
| ۵- استاد ممتحن اول              | رضا شیخ            | دانشیار    |       |
| ۶- استاد ممتحن دوم              | سید محمد حسن حسینی | استادیار   |       |

نام و نام خانوادگی رئیس دانشکده:

تاریخ و امضاء و مهر دانشکده:

تقدیم به سه وجود مقدس:

آنان که ناتوان شدند تا ما به توانایی برسیم...

موباشان سپید شد تا ما رو سفید شویم...

وحاشا نه سوختند تا کرم نخش وجود ما و رو همسگر را همان باشند...

پدرانمان

مادرانمان

استادانمان

## شکر و قدردانی

شکر شایان نثار ایندمنان که توفیق را رفیق را هم ساخت تا این پایان نامه را به پایان برسانم.

از استاد دانشمند و پرمایه ام جناب آقای دکتر حسنی که به عنوان استاد راهنما همواره محارذه را مورد لطف و محبت خود قرار

داده اند کمال شکر را دارم. همچنین از جناب آقای دکتر قاجاری که زحمات مشاوری این پایان نامه را بر عهده داشتند

قدردانی نموده و موفقیت بختان را از درگاه احدیت خواهانم.

## تهدنامه

اینجانب **محمد قهرمانلو** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مدیریت صنعتی دانشکده مهندسی صنایع و مدیریت دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه «ارائه یک مدل ارزیابی عملکرد ترکیبی مبتنی بر تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و تحلیل پوششی داده‌ها (نمونه موردی: مراکز درمانی)» تحت راهنمایی جناب آقای دکتر حسنی و مشاوره جناب آقای دکتر فتاحی متعهد می‌شوم.

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است .
- در استفاده از نتایج پژوهش‌های محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است .
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است .
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید .
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده ( یا بافتهای آنها ) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است .
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

## تاریخ

### امضای دانشجو

#### مالکیت نتایج و حق نشر

کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج ، کتاب ، برنامه های رایانه ای ، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است ) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد . این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود . استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد.

## چکیده

نظام سلامت امروزه نقش مهمی در بهبود و افزایش امید به زندگی دارد. با این وجود، شکاف‌های بزرگی بین توان بالقوه نظام سلامت و عملکرد کنونی آن وجود دارد. این امر ضرورت ارزیابی عملکرد بخش بهداشت و درمان را توجیه می‌کند. هدف این تحقیق ارائه یک مدل ارزیابی عملکرد جامع مبتنی بر تکنیک‌های کارای تحلیل پوششی داده‌ها و روش بهترین-بدترین فازی جهت ارزیابی عملکرد مراکز درمانی است. برای این منظور، مجموعه بیمارستان‌های تحت نظارت دانشگاه علوم پزشکی تهران به عنوان نمونه موردی تحقیق انتخاب شده است. روش بهترین-بدترین فازی جهت شناسایی معیارهای تأثیرگذار بر ارزیابی عملکرد بیمارستان مبتنی بر نظرات کارشناسان به کار گرفته شد و معیارهای تعداد کارکنان بهداشتی و درمانی، تعداد سایر کارکنان، تعداد تخت‌های فعال و فعال ویژه، درصد اشغال تخت و نسبت پذیرش به ازای هر تخت انتخاب شدند؛ سپس با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها بهره‌وری هر واحد بیمارستانی با استفاده از معیارهای تعیین‌شده محاسبه شده است. در این پژوهش یکبار به وسیله مدل تحلیل پوششی داده‌های موجود در ادبیات و یکبار نیز به وسیله مدل تحلیل پوششی داده‌ها توسعه داده‌شده تحلیل بهره‌وری انجام شده است. مزیت مدل توسعه داده‌شده برای سنجش بهره‌وری در این است که مدل بر اساس مسئله دوگان و با اضافه کردن متغیرهای کمکی برای ورودی‌ها، خروجی‌ها و همچنین اهداف سعی در آن دارد که پیشنهادهایی را برای بهبود و رسیدن به مرز کارایی و اثربخشی برای واحدهای تصمیم‌گیری ارائه دهد، برای مثال متغیر کمکی در بخش ورودی‌ها میزان هدر رفت واحدهای تصمیم‌گیری، متغیر کمکی در بخش خروجی‌ها میزان کمبود در خروجی واحدهای تصمیم‌گیری نسبت به ورودی و هدف را نشان می‌دهد و متغیر کمکی در بخش اهداف میزان کمبود در هدف را برای واحدهای تصمیم‌گیری نشان می‌دهد و به علت اینکه فرض بر آنست که اهداف غیرقابل تغییرند و به صورت مطلوب تعریف شده‌اند، مدل طوری طراحی شده است که مقدار این متغیر همواره صفر است.

**کلمات کلیدی:** ارزیابی عملکرد، بهره‌وری، کارایی، اثربخشی، تحلیل پوششی داده‌ها، بهترین-بدترین فازی.

## لیست مقالات مستخرج از پایان نامه

- ۱- قهرمانلو م. حسنی ا. فتاحی م. اسعدی م. (۱۳۹۷) "ارائه مدلی جهت ارزیابی عملکرد بهره‌وری واحدهای بیمارستانی مبتنی بر تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها و بهترین-بدترین فازی (مطالعه موردی: بیمارستان‌های تحت نظارت دانشگاه علوم پزشکی تهران)" مجله مدیریت سلامت، (در حال داوری)



## فهرست مطالب

|    |                                                 |
|----|-------------------------------------------------|
| ر  | فهرست جداول                                     |
| ز  | فهرست اشکال                                     |
| ۱  | فصل ۱: کلیات پژوهش                              |
| ۲  | ۱-۱ مقدمه .....                                 |
| ۴  | ۲-۱ اهمیت و ضرورت تحقیق .....                   |
| ۴  | ۳-۱ نوآوری تحقیق .....                          |
| ۴  | ۴-۱ سؤالات پژوهش .....                          |
| ۵  | ۵-۱ تعریف نظری و عملیاتی مفاهیم و متغیرها ..... |
| ۷  | فصل ۲: مبانی نظری و ادبیات پژوهش                |
| ۸  | ۱-۲ پیشینه پژوهش .....                          |
| ۱۰ | ۲-۲ روش بهترین-بدترین .....                     |
| ۱۳ | ۳-۲ تحلیل پوششی داده‌ها .....                   |
| ۱۳ | ۱-۳-۲ بازده به مقیاس ثابت .....                 |
| ۱۵ | ۲-۳-۲ بازده به مقیاس متغیر .....                |
| ۱۷ | ۳-۳-۲ مدل جمعی .....                            |
| ۱۹ | ۴-۲ منطق فازی مثلثی .....                       |
| ۲۰ | ۵-۲ جمع‌بندی .....                              |
| ۲۱ | فصل ۳: روش‌شناسی پژوهش                          |
| ۲۲ | ۱-۳ روش‌شناسی پژوهش .....                       |
| ۲۳ | ۲-۳ روش بهترین-بدترین فازی .....                |

۳-۳ روش تحلیل پوششی داده‌ها برای سنجش بهره‌وری ..... ۲۷

۳-۴ سنجش بهره‌وری با استفاده از متغیرهای کمکی ..... ۲۹

فصل ۴: تجزیه و تحلیل داده‌ها ..... ۳۱

۴-۱ شناسایی اولیه معیارهای ارزیابی عملکرد ..... ۳۲

۴-۲ مقایسات زوجی کارشناسان ..... ۳۲

۴-۳ انتخاب شاخص‌های ارزیابی عملکرد ..... ۳۳

۴-۴ رتبه‌بندی بیمارستان‌ها از منظر کارایی، اثربخشی و بهره‌وری ..... ۳۷

۴-۵ رتبه‌بندی بیمارستان‌ها با استفاده از مدل توسعه یافته ..... ۴۱

فصل ۵: نتیجه‌گیری ..... ۴۹

۵-۱ پیشنهادات کاربردی ..... ۵۱

پیوست ..... ۵۲

مراجع ..... ۵۷

## فهرست جداول

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| جدول ۱-۲: شاخص‌های ناسازگاری با استفاده از روش BWM                        | ۱۳ |
| جدول ۱-۳: تبدیل اصطلاحات زبانی به اعداد فازی                              | ۲۴ |
| جدول ۲-۳: شاخص‌های ناسازگاری با استفاده از روش BWM                        | ۲۶ |
| جدول ۱-۴: شاخص‌های اولیه ارزیابی عملکرد                                   | ۳۲ |
| جدول ۲-۴: مقایسات زوجی کارشناسان برای ورودی‌ها                            | ۳۳ |
| جدول ۳-۴: مقایسات زوجی کارشناسان برای خروجی‌ها                            | ۳۳ |
| جدول ۴-۴: وزن فازی معیارهای ورودی                                         | ۳۵ |
| جدول ۵-۴: وزن فازی معیارهای خروجی                                         | ۳۶ |
| جدول ۶-۴: وزن معیارهای ورودی پس از فازی زدایی                             | ۳۶ |
| جدول ۷-۴: وزن معیارهای خروجی پس از فازی زدایی                             | ۳۷ |
| جدول ۸-۴: نتایج کارایی، اثربخشی و بهره‌وری بیمارستان‌ها                   | ۳۸ |
| جدول ۹-۴: نتایج تحلیل بهره‌وری با استفاده از مدل توسعه‌یافته برای سال ۹۱  | ۴۲ |
| جدول ۱۰-۴: نتایج تحلیل بهره‌وری با استفاده از مدل توسعه‌یافته برای سال ۹۲ | ۴۳ |
| جدول ۱۱-۴: نتایج تحلیل بهره‌وری با استفاده از مدل توسعه‌یافته برای سال ۹۳ | ۴۴ |
| جدول ۱۲-۴: نتایج تحلیل بهره‌وری با استفاده از مدل توسعه‌یافته برای سال ۹۴ | ۴۵ |
| جدول ۱۳-۴: نتایج تحلیل بهره‌وری با استفاده از مدل توسعه‌یافته برای سال ۹۵ | ۴۶ |

## فهرست اشکال

- شکل ۴-۱: میزان کارایی بیمارستان‌ها ..... ۳۹
- شکل ۴-۲: میزان اثربخشی بیمارستان‌ها ..... ۴۰
- شکل ۴-۳: میزان بهره‌وری بیمارستان‌ها ..... ۴۰
- شکل ۴-۴: میزان کارایی بیمارستان‌ها با استفاده از مدل توسعه یافته ..... ۴۷
- شکل ۴-۵: میزان اثربخشی بیمارستان‌ها با استفاده از مدل توسعه یافته ..... ۴۷
- شکل ۴-۶: میزان کارایی بیمارستان‌ها با استفاده از مدل توسعه یافته ..... ۴۸

# فصل ۱: کلیات پژوهش

## ۱-۱ مقدمه

حوزه ارائه خدمات بهداشتی و درمانی با توجه به نیاز روزافزون جوامع به ارتقای سطح بهداشت در طی سال‌های اخیر با سرعت قابل‌توجهی رشد نموده است؛ این در حالی است که مأموریت محوری بخش سلامت و درمان شامل ارائه خدمات درمانی با قیمت مناسب، ارتقاء سطح خدمات، بیمار محوری و غیره با مدیریت اثربخش و کارا ارائه خدمات می‌تواند نقش به‌سزایی در تعالی این حوزه و درنهایت سلامت جامعه داشته باشد. برای نمونه، مدیریت هزینه‌های ارائه خدمات با توجه به محدود بودن منابع در اختیار کشورها از یک‌سو و رشد تقاضا از سوی دیگر، تبدیل به یکی از دغدغه‌های اصلی برنامه‌ریزان و مدیران حوزه بهداشت و درمان شده است (احمدی‌زاد و همکاران، ۲۰۱۷). از این‌رو بهره‌وری از جمله مسائلی است که امروزه موردتوجه محققان و مدیران در صنایع مختلف از جمله بخش بهداشت و درمان شده است. محدودیت منابع در اقتصاد بهداشت و درمان، مهم‌ترین دلیل برای توجه به بهره‌وری است و لزوم استفاده صحیح همراه با بازدهی مطلوب از امکانات موجود در تمامی حوزه‌های مدیریتی بهداشت و درمان را می‌طلبد. در این میان، بیمارستان‌ها به‌عنوان پرهزینه‌ترین بخش نظام بهداشت و درمان هستند که سهم عمده‌ای از تولید ناخالص ملی را به خود اختصاص داده و نیازمند توجه ویژه‌ای هستند (دو و همکاران، ۲۰۱۴).

بررسی‌ها نشان می‌دهد که بیش از نیمی از منابع ملی بهداشتی در کشورهای مختلف به هدر می‌روند و منابع محدود در کشورهای توسعه‌نیافته به‌صورت ناکارآمد مورداستفاده قرار گرفته و اعتبارات عمومی نیز صرف خدماتی شده است که فاقد تناسب و اثربخشی لازم هستند (عادل‌آذر و همکاران، ۲۰۱۳). بنابراین وجود نظام ارزیابی عملکرد در بخش بهداشت و درمان از اهمیت و ضرورت ویژه‌ای برخوردار است. در این زمینه اگر معیارها و اهداف بخش سلامت به‌درستی تعریف شوند، می‌توان به مقایسه سطح تحقق اهداف در نظام‌های مختلف سلامت پرداخت. عملکرد نظام سلامت شامل نسبت تحقق هدف به آنچه می‌توانست محقق شود می‌باشد. مراکز درمانی نقش مهمی در سلامت جامعه ایفا می‌کنند؛ ارزیابی عملکرد مراکز بهداشتی و درمانی و به‌طور خاص بیمارستان‌ها مبین این نکته است که فعالیت‌ها و به‌کارگیری منابع به چه نحو صورت پذیرفته است و اطلاعات موردنیاز مدیران را در خصوص ارزشیابی و پایش وضعیت و فعالیت‌های جاری بیمارستان فراهم می‌کند (ظهیری و کلیدر، ۲۰۱۲).

در ادبیات حوزه سلامت، مطالعات کاربردی متعددی در زمینه ارزیابی عملکرد بخش بهداشت و درمان صورت گرفته است. برای ارزیابی عملکرد واحدهای بیمارستانی استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی<sup>۱</sup>، مدل تعالی سازمانی<sup>۲</sup>، مدل کارت امتیازی متوازن<sup>۳</sup> و سایر تکنیک‌های تصمیم‌گیری

<sup>۱</sup>. Fuzzy multi-criteria decision-making (FMCDM)

<sup>۲</sup>. European Foundation for Quality Management (EFQM)

مورد استفاده قرار گرفته است (کونتودایموپلاس و همکاران، ۲۰۰۶). روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره به برنامه‌ریزی و اتخاذ تصمیم در حوزه مسائلی که شامل چندین معیار مختلف و یا متضاد هستند می‌پردازد. هدف ایجاد ابزاری مناسب برای یاری‌رسانی به افراد، سازمان‌ها یا مراکزی است که در مواجهه با مسائل مختلف نیاز به تصمیم‌گیری یا انتخاب دارند. از جمله روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌توان به تکنیک‌های تاپسیس، ویکور، پرامتی، آراس و غیره اشاره کرد. ساختار کلی مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره سلسله‌مراتبی و به صورت اهداف، معیارها و گزینه‌ها است (کوکسالن و همکاران، ۲۰۱۱).

همچنین استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی کارایی بیمارستان‌ها و بخش بهداشت و درمان، بسیار مورد توجه محققان بوده است. مطالعات کاربردی متعددی در خصوص کاربرد تحلیل پوششی داده‌ها در بیمارستان‌ها، اهمیت ارزیابی کارایی و استفاده از این تکنیک را نشان می‌دهد.

مدل تحلیل پوششی داده‌ها روشی مبتنی بر برنامه‌ریزی ریاضی است که به‌طور فراوان در ارزیابی کارایی نسبی واحدهای تصمیم‌گیری مشابه به‌کاررفته است. علاوه بر آن، تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از تحلیل پوششی داده‌ها باعث شده است که همواره بر میزان کاربردپذیری روش مذکور در زمینه‌های کاری گوناگون افزوده شود (نصیری و سینگ، ۲۰۰۹).

در این تحقیق کارایی، اثربخشی و بهره‌وری بیمارستان‌های زیرمجموعه دانشگاه علوم پزشکی تهران طی سال‌های ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۵ مبتنی بر داده‌های انتشاریافته در سالنامه آماری دانشگاه علوم پزشکی تهران مورد بررسی قرار گرفته است. برای مقایسه و انتخاب معیارهای تأثیرگذار در عملکرد بیمارستان‌ها از یک روش جدید به نام روش بهترین-بدترین فازی<sup>۵</sup> بر اساس مقاله جاثو و ژائو (۲۰۱۷) استفاده شده است. روش بهترین بدترین یکی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است که توسط رضایی (۲۰۱۵) ارائه شده است. در این پژوهش این روش برای انتخاب شاخص‌های تصمیم‌گیری در قالب یک تصمیم‌گیری گروهی توسعه داده شده است. مدل تحلیل پوششی داده‌ها ارائه شده در این تحقیق نیز بر اساس مقاله آزادی و همکاران (۲۰۱۵) است که توانایی اندازه‌گیری کارایی، اثربخشی و بهره‌وری را به‌طور هم‌زمان برای واحدهای مختلف بیمارستانی دارد. این مدل به‌وسیله متغیرهای کمکی توسعه داده شد تا قابلیت ارائه پیشنهاد برای واحدهای ناکارا را داشته باشد تا بتوانند خود را به مرز کارا برسانند. درنهایت با استفاده از روش آزادی و همکاران (۲۰۱۵) و روش توسعه‌یافته به محاسبه کارایی، اثربخشی و بهره‌وری بیمارستان‌های دانشگاه علوم پزشکی تهران پرداخته شده و عملکرد هر یک از آن‌ها مقایسه شده است.

---

<sup>۲</sup>. Balanced Scorecard (BSC)

<sup>۴</sup>. Data envelopment analysis (DEA)

<sup>۵</sup>. Fuzzy best-worst method (FBWM)

## ۱-۲ اهمیت و ضرورت تحقیق

موضوع کارایی از موضوعات مهمی است که علاوه بر سازمان‌های تولیدی، سازمان‌های خدماتی نیز علاقه‌مند به اندازه‌گیری آن هستند. مدیران به‌منظور دستیابی به سطح بالاتری از کارایی و همچنین انتخاب مقیاس مناسبی برای فعالیت‌های خود و افزایش توانایی رقابت با رقبای علاقه‌مند و مجبور به حداکثر تلاش جهت دستیابی به بالاترین سطح کارایی است. با توجه به اهمیت بخش درمان در کشور ضرورت دارد تا نسبت به سنجش سطح عملکرد بیمارستان‌ها و ارتقای کیفی آن‌ها اقدام شود. (عادل آذر و همکاران، ۱۳۹۳).

در گزارش جهانی سلامت سال ۲۰۰۰، عملکرد تقریباً معادل اثربخشی در نظر گرفته شده است. از این رو ارائه یک مدل ارزیابی عملکرد متناسب با فضای مدیریت بیمارستان‌ها در کشور ایران که علاوه بر کارایی، اثربخشی (میزان دسترسی به اهداف) و به‌طور کلی، شاخص بهره‌وری کل را اندازه‌گیری کند حائز اهمیت است.

## ۱-۳ نوآوری تحقیق

یکی از چالش‌های پیش رو برای ارزیابی عملکرد انتخاب شاخص‌های مهم جهت ارزیابی است. در این تحقیق با استفاده از روش بهترین-بدترین فازی که یکی از روش‌های جدید تصمیم‌گیری چندمعیاره است، شاخص‌های مهم جهت ارزیابی مراکز درمانی انتخاب شده است.

با توجه به جامع بودن تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها در ارزیابی چندبعدی عملکرد، این پژوهش درصدد است تا با ترکیب رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها و روش بهترین-بدترین فازی عملکرد مراکز درمانی را مورد ارزیابی قرار دهد. اندازه‌گیری هم‌زمان کارایی، اثربخشی و شاخص بهره‌وری کل مزیت مدل تحلیل پوششی داده‌های ارائه شده است که برای ارزیابی عملکرد مراکز درمانی در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته است. در ادبیات موضوع کارایی نسبت مقدار منابع مصرف‌شده یک سازمان به مقدار خروجی آن و اثربخشی نسبت تحقق اهداف از پیش تعیین‌شده یک سازمان را نشان می‌دهد. شاخص بهره‌وری کل به جمع کارایی و اثربخشی اطلاق می‌شود.

## ۱-۴ سؤالات پژوهش



## هدف

- ایجاد الگویی مناسب مبتنی بر ابزارهای کمی با در نظر گرفتن ترکیب روش‌های تصمیم‌گیری برای ارزیابی عملکرد مراکز درمانی به‌عنوان یک سازمان خدماتی.
- توسعه مدل تحلیل پوششی داده‌ها برای سنجش بهره‌وری که توانایی این را داشته باشد با پیشنهاد برای کاهش یا افزایش ورودی‌ها و خروجی‌ها به واحدهای ناکارا، آن‌ها را به مرز کارایی و اثربخشی برساند.

## سؤال

- کدام معیارها در ارزیابی عملکرد مراکز درمانی مؤثر خواهند بود؟
- چگونه می‌توان با استفاده از ابزارهای تحلیل پوششی داده‌ها و تصمیم‌گیری چندمعیاره یک مدل ترکیبی برای ارزیابی عملکرد مراکز درمانی ایجاد نمود؟
- اولویت معیارهای ارزیابی عملکرد مراکز درمانی چگونه است؟
- رتبه‌بندی مراکز درمانی تحت بررسی با توجه به شاخص بهره‌وری کل چگونه است؟

## ۵-۱ تعریف نظری و عملیاتی مفاهیم و متغیرها

تصمیم‌گیری چندمعیاره: در روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره تعدادی گزینه وجود دارند که باید با توجه به تعدادی معیار مورد ارزیابی قرار گیرند. اهداف و معیارهای متفاوت ممکن است دارای مقیاس‌های اندازه‌گیری متفاوت و یا یکسان باشند (ترینتاپیولا، ۲۰۰۰).

بهترین-بدترین فازی: روش بهترین-بدترین یکی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است. در این روش دو معیار بهترین و بدترین انتخاب شده و بقیه گزینه در یک مقایسه زوجی با آن‌ها مقایسه می‌شوند. در روش بهترین-بدترین فازی برای مقایسات زوجی از اعداد فازی استفاده می‌شود، سپس برای به دست آمدن وزن معیارها یک مسئله حداکثر-حداقل فرموله و حل می‌شود (جائو و ژائو، ۲۰۱۷).

تحلیل پوششی داده‌ها: در تحلیل پوششی داده‌ها، یک واحد تصمیم‌گیری به‌عنوان واحدی که ورودی‌ها را به خروجی‌ها تبدیل می‌کند، مدل‌سازی می‌شود. تابع ریاضی این واحد تبدیل، ناشناخته است و کارایی نسبی واحدهای تصمیم‌گیری، تنها بر اساس داده‌های ورودی و خروجی مشاهده‌شده ارزیابی می‌شود (آدنسو و همکاران، ۲۰۱۲).

کارایی: کارایی نسبت مقدار منابع مصرف‌شده یک سازمان به مقدار خروجی آن را نمایش می‌دهد و سازمانی که با مصرف منابع کمتر خروجی مشابه و یا بیشتر بدهد و باینکه با مصرف منابع مشابه خروجی بیشتری نسبت به دیگر سازمان‌ها بدهد دارای کارایی بیشتری است (آزادی و همکاران، ۲۰۱۵).

اثربخشی: اثربخشی نشان می‌دهد که یک سازمان به چه میزان اهداف از پیش تعیین شده خود را محقق کرده است (آزادی و همکاران، ۲۰۱۵).

بهره‌وری: به جمع دو شاخص کارایی و اثربخشی، بهره‌وری گفته می‌شود و هرچقدر میزان آن بیشتر باشد نشان می‌دهد که یک سازمان هم کارایی و هم اثربخشی لازم را دارد (آزادی و همکاران، ۲۰۱۵).

## فصل ۲ : مبانی نظری و ادبیات پژوهش

## ۱-۲ پیشینه پژوهش

ازجمله مطالعاتی که به ارزیابی کارایی و عملکرد مراکز بهداشتی و درمانی پرداخته‌اند، مطالعه بینیک و اوزکانف (۱۹۹۵) است که مدل تحلیل پوششی داده‌ها را به‌منظور مقایسه عملکرد بیمارستان‌های تحت نظر وزارت بهداشت و وزارت دفاع در آمریکا به‌کار گرفتند؛ این مدل شش ورودی و دو خروجی داشت. مطالعات آن‌ها نشان داد که بیمارستان‌های وزارت دفاع به مقدار قابل‌توجهی کارا تر هستند. ارسوی و همکاران (۱۹۹۷) کارایی فنی بیمارستان‌های ترکیه را با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها مورد بررسی قرار داد. نتایج آن‌ها حاکی از آن بود که کمتر از ۱۰ درصد بیمارستان‌ها در مقایسه با همتایان خود کارایی دارند. همچنین کولته و ویرس‌تریت (۲۰۰۴) در تحقیق خود تأثیر ورودی‌های نیمه ثابت را برای نشان دادن اندازه‌گیری کارایی و تغییرات تکنولوژی در بخش اورژانس یک بیمارستان در شهر مونترال نشان دادند؛ آن‌ها یک روش تحلیل پوششی داده‌های اصلاح‌شده با ورودی‌های نیمه ثابت ارائه دادند. در یک مطالعه دیگر یک الگوی ارزیابی عملکرد بر اساس روش تحلیل پوششی داده‌ها ارائه شد که در آن طبقه‌بندی ورودی‌ها و خروجی‌ها با جزئیات بیشتر و محیط محلی در انتخاب آن‌ها تأثیرگذار بود (نیل و همکاران، ۲۰۰۸).

همچنین در مطالعه دیگری از تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی کارایی بیمارستان‌های تحت پوشش دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی استفاده شد که نتایج این ارزیابی نشان داد ارسال ۱۳۸۴، ۴۳/۷ درصد؛ در سال ۱۳۸۵، ۳۱/۲ درصد، و در سال ۱۳۸۶، ۳۷/۵ درصد از بیمارستان‌ها کارا بوده‌اند (عالم‌تبریز و ایمانی‌پور، ۲۰۱۱). آکداگ و همکاران (۲۰۱۴) در تحقیق خود از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره ترکیبی فازی برای ارزیابی کیفیت خدمات بیمارستان‌های ترکیه بهره گرفتند. آن‌ها از روش‌های فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی<sup>۶</sup> و روش تاپسیس<sup>۷</sup> استفاده کردند. چانگ (۲۰۱۴) از روش تصمیم‌گیری چند معیاره ویکور برای ارزیابی کیفیت خدمات بیمارستان‌های خصوصی و دولتی تایوان تحت یک محیط فازی با متغیرهای فازی مثلثی استفاده نمود. او در پژوهش خود به این نتیجه رسید که کیفیت خدمات بیمارستان‌های خصوصی بهتر از بیمارستان‌های دولتی است چراکه بیمارستان‌های خصوصی به‌ندرت توسط دولت یارانه دریافت می‌کنند و برای حفظ و بقای خود باید بیماران موجود را حفظ کنند و یا بیماران جدید را جذب کنند تا بقای پایدار داشته باشند.

در پژوهشی دیگر تأثیر عوامل انسانی، سازمانی، تکنولوژی و محیطی را در انتخاب سیستم اطلاعات بیمارستان‌ها در مالزی بررسی شد. سیزده زیر معیار برای چهار عامل اصلی انتخاب شد و با استفاده از یک روش ترکیبی تصمیم‌گیری چندمعیاره مبتنی بر ANP و DEMATEL میزان تأثیرگذاری آن‌ها اندازه‌گیری

<sup>۶</sup> Analytical Hierarchy process (AHP)

<sup>۷</sup> The Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)

شد. آن‌ها نشان دادند که طبق قضاوت کارشناسان که صلاحیت فنی ادراک‌شده مهم‌ترین عامل در ابعاد انسانی است، همچنین در زمینه فناوری، مزیت نسبی در مقایسه با سایر عوامل مهم‌تر است. در ابعاد سازمان، اندازه بیمارستان مهم‌تر از دیگر عوامل و در مورد ابعاد محیطی سیاست دولت مهم‌ترین عامل است (احمدی و همکاران، ۲۰۱۵).

غلامی و همکاران (۲۰۱۵) تأثیر سرمایه‌گذاری در بخش فناوری اطلاعات را بر کارایی و کیفیت بیمارستان‌ها بررسی کردند. آن‌ها با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌های دومرحله‌ای بوت‌استرپ و اطلاعات دوساله ۱۸۷ بیمارستان در ایالت متحده آمریکا میزان تأثیرگذاری سرمایه‌گذاری فناوری اطلاعات بر کیفیت و میزان تأثیر کیفیت بر کارایی عملیاتی را نشان دادند. روینده و همکاران (۲۰۱۶) نیز در تحقیق خود یک مدل ترکیبی مبتنی بر تحلیل پوششی داده‌ها و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی<sup>۸</sup> برای ارزیابی عملکرد بیمارستان‌ها ارائه دادند. آن‌ها از مزایای این مدل به توانایی تصمیم‌گیری مناسب با توجه به وزن‌های تعیین‌شده توسط داده‌های مدل ترکیبی اشاره کردند. چادهوری و زیلینیو (۲۰۱۶) به ارزیابی عملکرد خدمات بیمارستانی در انتاریو کانادا به روش تحلیل پوششی داده‌ها با رویکرد بوت‌استرپ و رگرسیون پرداختند. آن‌ها در قدم اول با روش DEA میزان کارایی را برآورد کردند، سپس با استفاده از روش بوت‌استرپ دومرحله‌ای توزیع میزان کارایی را در موقعیت‌های مختلف جغرافیایی، آموزشی و در اندازه‌های مختلف محاسبه کردند. آن‌ها دریافتند که عوامل متعدد سازمانی مانند میزان اشتغال، نرخ تولید پرسنل واحد، بستری سرپایی، مکان جغرافیایی، اندازه و وضعیت آموزش از عوامل تعیین‌کننده کارایی هستند.

سوپیکت و همکاران (۲۰۱۶) روش DEMATEL-ANP اصلاح‌شده را برای ارزیابی زنجیره تأمین داخلی بیمارستان ارائه دادند. آن‌ها از این روش استفاده کردند تا رابطه بین گروه‌های عملکرد را بررسی و وزن را برای جنبه‌های عملکرد محاسبه کنند. روش<sup>۹</sup> DEMATEL برای بررسی روابط علی بین گروه‌های عملکرد و جنبه‌های عملکرد در هر گروه مورد استفاده قرار می‌گیرد. سپس با استفاده از روابط علی بین جنبه‌های عملکرد به تعیین وزن آن‌ها به روش<sup>۱</sup> ANP اصلاح‌شده پرداخته شده است.

نیلاشی و همکاران (۲۰۱۶) اهمیت عوامل تأثیرگذار در سیستم اطلاعات بیمارستان به روش فرایند تحلیل شبکه‌ای را مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها چهار بعد اصلی (فناوری، محیط‌زیست، انسان، سازمان) را با ۱۷ زیر معیار موجود در ادبیات گذشته مورد بررسی قرار داده و از تکنیک فرایند تحلیل شبکه‌ای برای تعیین عوامل مهم در بین این چهار طبقه استفاده نمودند. این تصمیم‌گیری توسط ۲۰ کارشناس که از سیستم

<sup>۸</sup>. Fuzzy Analytical Hierarchy process (FAHP)

<sup>۹</sup>. Decision Making Trial and Evaluation

<sup>۱</sup>. Analytic Network Process

اطلاعات بیمارستان و فرایند تصمیم‌گیری در بیمارستان مطلع بودند، انجام شد. نتایج آن‌ها نشان داد که بیمارستان‌هایی که به دنبال سازگاری، کاهش پیچیدگی و حمایت از مشتریان هستند بیشتر به دنبال سیستم اطلاعات بیمارستان می‌روند. لوبو و همکاران (۲۰۱۶) از روش تحلیل پوششی داده‌های پویا برای ارزیابی عملکرد بیمارستان‌های دانشگاهی استفاده کردند. تحلیل پوششی داده‌های پویا با استفاده از متغیر انتقال تغییر مرز کارایی را در سال‌های مختلف مورد بررسی قرار می‌دهد. آن‌ها مزیت‌هایی برای مدل خود برشمردند که از جمله وجود نمرات کارایی و نظارت بر تغییرات عملکرد سالانه، به‌طور کلی و برای هر بعد و تعریف مشخص از اهداف برای بهبود عملکرد را می‌توان نام برد. پاسکویلانی و همکاران (۲۰۱۷) با یک رویکرد علمی به اندازه‌گیری عملکرد محیطی در بیمارستان‌ها پرداختند. آن‌ها به این موضوع اشاره کردند که اندازه‌گیری عملکرد محیطی منجر به کاهش اثرات زیست‌محیطی و بهبود کیفیت فرایندها و نتایج می‌شود. آن‌ها با مطالعات میدانی که در منطقه جنوبی برزیل بر روی ۱۰ بیمارستان انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که یک چارچوب برای اندازه‌گیری، نظارت، بهبود و گزارش عملکرد محیطی وجود ندارد. چارچوب و فرایند آن‌ها یک رویکرد سیستماتیک برای نظارت و گزارش عملکرد بیمارستان‌ها را فراهم می‌کند.

وی و وانگ (۲۰۱۷) یک مدل مبتنی بر تحلیل پوششی داده‌ها و آنالیز کارایی پایدار در حضور داده‌های نامطلوب ارائه دادند. آنالیز کارایی رویکردی است که عملکرد سازمان را در سطح اطمینان خاصی در سناریوهای چندگانه نشان می‌دهد. مدل آن‌ها دارای دو مرز کارا بالا و پایین برای تعیین نمرات کارایی پایدار است، درحالی‌که برخی ورودی‌ها و خروجی‌ها نامشخص است. جانسون و همکاران (۲۰۱۷) به ارزیابی پزشکان به روش تحلیل پوششی داده‌ها در یک بیمارستان نروژی پرداختند. مطالعه آن‌ها به لزوم توجه به کارکنان چندکاره اشاره داشت. چن و همکاران (۲۰۱۷) تأثیر یک رکود بزرگ را در عملکرد بیمارستان‌ها با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها مورد بررسی قرارداد. آن‌ها به این موضوع اشاره کردند که هزینه مراقبت‌های پزشکی معمولاً بخش بزرگی از اقتصاد کشورهای پیشرفته را شامل می‌شود، در نتیجه زمانی که رکود اقتصادی رخ می‌دهد عملکرد بیمارستان‌ها نیز دچار تغییر می‌شود. نتایج مطالعات آن‌ها کاهش کارایی بیمارستان‌ها پس از رکود را نشان می‌داد.

## ۲-۲ روش بهترین-بدترین

در روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره تعدادی گزینه وجود دارد که با توجه به معیارها باید بهترین آن‌ها را انتخاب کنیم. روش بهترین-بدترین یکی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است که توسط رضایی (۲۰۱۵) ارائه شد. در این روش دو شاخص بهترین و بدترین انتخاب شده و بقیه گزینه در یک مقایسه زوجی با آن‌ها مقایسه می‌شوند. سپس برای به دست آمدن وزن شاخص‌ها یک مسئله حداکثر-

حداقل فرموله و حل می‌شود. در این روش می‌توان میزان ناسازگاری تصمیمات را با یک فرمول مشخص شده محاسبه کرد. از مزایای استفاده از روش بهترین-بدترین می‌توان موارد زیر را نام برد:

- به داده‌های مقایسه‌ای کمتری نیاز دارد.
- دارای جواب‌های قابل اعتمادتری است و به مقایسه استوارتری می‌انجامد.

#### گام‌های روش BWM

گام ۱: مشخص کردن معیارهای تصمیم‌گیری: در این گام شاخص‌های موردنیاز تصمیم‌گیری به صورت  $\{c_1, c_2, \dots, c_n\}$  تعریف می‌شود.

گام ۲: مشخص کردن بهترین (مهم‌تر، مطلوب‌تر) و بدترین (کمترین اهمیت و کمترین مطلوبیت) شاخص: بهترین و بدترین شاخص در این مرحله انتخاب می‌شود. در این مرحله مقایسه صورت نمی‌گیرد. گام ۳: در این مرحله ارجحیت بهترین شاخص نسبت به بقیه شاخص‌ها با اعداد ۱ تا ۹ مشخص شده و به صورت  $A_B = (a_{B1}, a_{B2}, \dots, a_{Bn})$  نمایش داده می‌شود که در آن میزان ارجحیت بهترین شاخص را نسبت به شاخص  $j$  نشان می‌دهد و  $a_{BB} = 1$  می‌باشد.

گام ۴: در این مرحله ارجحیت همه شاخص‌ها نسبت به بدترین شاخص با اعداد ۱ تا ۹ مشخص شده و به صورت  $A_W = (a_{1W}, a_{2W}, \dots, a_{nW})$  نمایش داده می‌شود که در آن میزان ارجحیت شاخص  $j$  ام نسبت به شاخص  $w$  می‌باشد و  $a_{wW} = 1$  است.

گام ۵: به دست آوردن وزن بهینه شاخص‌ها  $(w_1^*, w_2^*, \dots, w_n^*)$ : برای به دست آوردن وزن بهینه هر یک از شاخص‌ها، زوج‌های  $\frac{w_j}{w_w} = a_{jw}$  و  $\frac{w_B}{w_j} = a_{Bj}$  تشکیل می‌شود؛ سپس برای برآورده کردن این شرایط در همه  $j$  ها، باید راه‌حلی پیدا شود تا عبارات  $\left| \frac{w_j}{w_w} - a_{jw} \right|$  و  $\left| \frac{w_B}{w_j} - a_{Bj} \right|$  را برای همه  $j$  هایی که حداقل شده است، حداکثر کند. با توجه به غیر منفی بودن وزن‌ها و مجموع اوزان می‌توان مدل را به صورت مدل (۱-۲) نوشت:

$$\begin{aligned} \min \max_j & \left\{ \left| \frac{w_B}{w_j} - a_{Bj} \right|, \left| \frac{w_j}{w_w} - a_{jw} \right| \right\} \\ \text{s.t.} & \\ \sum_j w_j &= 1 \\ w_j &\geq 0, \text{ for all } j \end{aligned} \quad (1-2)$$

همچنین می‌توان مدل بالا را به صورت مدل (۲-۲) زیر نوشت:

$$\begin{aligned}
 & \min \xi \\
 & s.t. \\
 & \left| \frac{w_B}{w_j} - a_{Bj} \right| \leq \xi, \text{ for all } j \\
 & \left| \frac{w_j}{w_w} - a_{jw} \right| \leq \xi, \text{ for all } j \\
 & \sum_j w_j = 1 \\
 & w_j \geq 0, \text{ for all } j
 \end{aligned} \tag{۲-۲}$$

مدل خطی روش بهترین-بدترین در مقاله رضایی (۲۰۱۶) ارائه شده است که به صورت مدل (۳-۲) هست:

$$\begin{aligned}
 & \min \xi \\
 & s.t. \\
 & \left| w_B - a_{Bj} w_j \right| \leq \xi, \text{ for all } j \\
 & \left| w_j - a_{jw} w_w \right| \leq \xi, \text{ for all } j \\
 & \sum_j w_j = 1 \\
 & w_j \geq 0, \text{ for all } j
 \end{aligned} \tag{۳-۲}$$

به دست آوردن نرخ ناسازگاری در روش BWM: با استفاده از  $\xi^*$  به دست آمده در مرحله قبل و شاخص ناسازگاری ارائه شده در جدول (۱-۲) که به ازای تعداد معیارهای مقایسه شده ارائه شده است به دست می‌آید و میزان بیشتر  $\xi^*$ ، باعث بیشتر شدن نرخ ناسازگاری می‌شود.

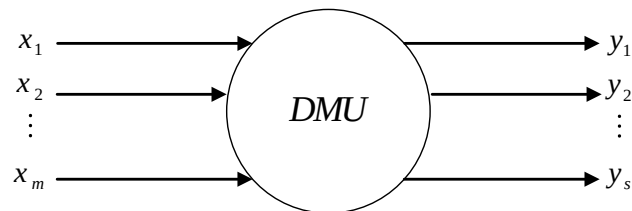


جدول ۱-۲: شاخص‌های ناسازگاری با استفاده از روش BWM

| ۹                                                     | ۸    | ۷    | ۶    | ۵    | ۴    | ۳    | ۲    | ۱    | $a_{BW}$       |
|-------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|
| ۵/۲۳                                                  | ۴/۴۷ | ۳/۷۳ | ۳/۰۰ | ۲/۳۰ | ۱/۶۳ | ۱/۰۰ | ۰/۴۴ | ۰/۰۰ | شاخص ناسازگاری |
| $\xi^*$                                               |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| نرخ ناسازگاری = $\frac{\xi^*}{\text{شاخص ناسازگاری}}$ |      |      |      |      |      |      |      |      |                |

## ۳-۲ تحلیل پوششی داده‌ها

تحلیل پوششی داده‌ها توسط چارلز و همکارانش (۱۹۷۸) معرفی شد و یک رویکرد کمی غیر پارامتری برای ارزیابی عملکرد مجموعه‌ای از واحدهای مشابه به نام واحد تصمیم‌گیری (DMU) است که از طریق به‌کارگیری یک مدل برنامه‌ریزی خطی ورودی‌ها را به خروجی‌ها تبدیل می‌کند. منظور از واحدهای تصمیم‌گیری مشابه واحدهایی است که عمل مشابه دارند و با دریافت ورودی یکسان، خروجی یکسان تولید می‌نمایند. در تحلیل پوششی داده‌ها ارزیابی یک سیستم تحت بررسی شامل  $n$  واحد تصمیم‌گیری  $DMU_j, j=1, \dots, n$  می‌باشد و هر  $DMU$ ،  $m$  ورودی را برای تولید  $s$  خروجی مصرف می‌نماید و تمامی ورودی‌ها و خروجی‌ها نامنفی هستند. در شکل (۱-۲) یک واحد تصمیم‌گیری نمایش داده شده است.



شکل ۱-۲: واحد تصمیم‌گیری در تحلیل پوششی داده‌ها

در مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها اگر با تغییر در ورودی‌ها به همان نسبت تغییر در خروجی صورت پذیرد به آن بازده به مقیاس ثابت و اگر با تغییر در ورودی‌ها به همان نسبت تغییر در خروجی صورت نپذیرد به آن مدل بازده به مقیاس متغیر گفته می‌شود.

## ۱-۳-۲ بازده به مقیاس ثابت

نخستین مدل ارائه‌شده در تحلیل پوششی داده‌ها CCR نام دارد که مدل برنامه‌ریزی خطی آن به شکل زیر است:

$$\begin{aligned}
& \max \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} \\
& st : \\
& \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \\
& \sum_{i=1}^m v_i x_{io} = 1 \\
& u_r, v_i \geq \varepsilon > 0
\end{aligned} \tag{۴-۲}$$

پارامترهای این مدل عبارت‌اند از:

$x_{ij}$  ورودی  $i$ ام از واحد تصمیم  $j$ ام  
 $x_{io}$  ورودی  $i$ ام از واحد تصمیم مقایسه شده  
 $y_{rj}$  خروجی  $r$ ام از واحد تصمیم  $j$ ام  
 $y_{ro}$  خروجی  $r$ ام از واحد تصمیم مقایسه شده  
 $v_i$  وزن بهینه به دست آمده برای ورودی  $i$ ام  
 $u_r$  وزن بهینه به دست آمده برای خروجی  $r$ ام  
و متغیرهای آن عبارت‌اند از:

در جواب بهینه مدل (۴-۲) اگر مقدار جواب تابع هدف برابر با عدد ۱ شود  $DMU_0$  روی مرز کارا قرار دارد. این مدل ورودی محور است، بدین معنی که فرض بر این است که تغییر در ورودی‌ها امکان‌پذیر نمی‌باشد.

دوگان مدل (۴-۲) با اضافه کردن متغیرهای کمکی به صورت زیر می‌باشد. متغیر کمکی  $s_i^-$  ماکزیمم مجموع ورودی‌های هدررفته و  $s_r^+$  ماکزیمم مجموع خروجی‌های که باید تولید می‌شدند ولی نشده‌اند را نشان می‌دهد.

$$\begin{aligned}
& \min \theta - \varepsilon \left( \sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right) \\
& st : \\
& \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = \theta x_{io} \quad i=1, 2, \dots, m; \\
& \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = y_{ro} \quad r=1, 2, \dots, s; \\
& \lambda_j \geq 0 \quad j=1, 2, \dots, n.
\end{aligned} \tag{۵-۲}$$

مدل تحلیل پوششی داده‌ها در حالت خروجی محور با بازده به مقیاس ثابت به صورت مدل (۶-۲) نوشته می‌شود. فرض بر این است که تغییر در خروجی‌ها امکان‌پذیر نمی‌باشد.

$$\min \sum_{i=1}^m v_i x_{io}$$

st :

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \geq 0 \quad (6-2)$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{ro} = 1$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon > 0$$

دوگان مدل (۶-۲) با اضافه کردن متغیرهای کمکی به صورت زیر می باشد.

$$\max \varphi + \varepsilon \left( \sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right)$$

st :

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = x_{io} \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad (6-2)$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = \varphi y_{ro} \quad r = 1, 2, \dots, s;$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n.$$

## ۲-۳-۲ بازده به مقیاس متغیر

اگر با تغییر در ورودی‌ها به همان نسبت تغییر در خروجی صورت نپذیرد به آن مدل بازده به مقیاس متغیر گفته می‌شود. مدل تحلیل پوششی داده‌ها در حالت خروجی محور با بازده به مقیاس متغیر به شکل زیر است:

$$\max \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} + u_o$$

st :

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + u_o \leq 0 \quad (7-2)$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{io} = 1$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon > 0$$

$$u_o \text{ free}$$

دوگان مدل (۲-۷) با اضافه کردن متغیرهای کمکی به صورت رابطه زیر نوشته می شود:

$$\begin{aligned} \min \theta - \varepsilon \left( \sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right) \\ \text{st :} \\ \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = \theta x_{io} \quad i=1,2,\dots,m; \\ \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = y_{ro} \quad r=1,2,\dots,s; \\ \lambda_j = 1 \quad j=1,2,\dots,n. \end{aligned} \quad (۸-۲)$$

مدل تحلیل پوششی داده ها در حالت خروجی محور با بازده به مقیاس متغیر به صورت مدل (۲-۹) نوشته می شود:

$$\begin{aligned} \min \sum_{i=1}^m v_i x_{io} + v_o \\ \text{st :} \\ \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} + v_o \geq 0 \\ \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} = 1 \\ u_r, v_i \geq \varepsilon > 0 \\ v_o \text{ free} \end{aligned} \quad (۹-۲)$$

دوگان مدل (۲-۹) با اضافه کردن متغیرهای کمکی به صورت مدل (۲-۱۰) نوشته می شود:

$$\begin{aligned} \max \varphi + \varepsilon \left( \sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right) \\ \text{st :} \\ \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = x_{io} \quad i=1,2,\dots,m; \\ \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = \varphi y_{ro} \quad r=1,2,\dots,s; \\ \lambda_j = 1 \quad j=1,2,\dots,n. \end{aligned} \quad (۱۰-۲)$$

### ۳-۳-۲ مدل جمعی

در مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های ارائه شده در بخش قبل کارایی به صورت شعاعی در نظر گرفته می‌شد، بدین معنی که ورودی‌ها و خروجی‌ها به یک نسبت منقبض و منبسط می‌گردند اما در این بخش تعدادی از مدل‌های غیر شعاعی تحلیل پوششی داده‌ها بررسی می‌شوند. در ادبیات موضوع به اندازه‌گیری کارایی حاصل از مدل‌های غیر شعاعی اندازه‌گیری راسل گفته می‌شود. پاستور و همکاران (۱۹۹۹) مدل (۱۱-۲) را برای اندازه‌گیری کارایی ارائه دادند. در این مدل هر ورودی به اندازه  $\theta_i$  منقبض و هر خروجی به اندازه  $\phi_r$  منبسط می‌گردد و نسبت میانگین کارایی ورودی‌ها به نسبت میانگین کارایی خروجی‌ها محاسبه می‌شود.

$$\begin{aligned} & \text{Min} \frac{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \theta_i}{\frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \phi_r} \\ & \text{st.} \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta_i x_{i0} \quad i = 1, \dots, m \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq \phi_r y_{r0} \quad r = 1, \dots, s \\ & \lambda_j \geq 0 \quad j = 1, \dots, n \\ & \theta_i \leq 1 \quad i = 1, \dots, m \\ & \phi_r \geq 1 \quad r = 1, \dots, s \end{aligned} \quad (11-2)$$

اسماعیلی (۲۰۱۲) دوگان مدل (۱۱-۲) را به صورت زیر ارائه داد:

$$\begin{aligned} & \max \alpha - \beta \\ & \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0, \quad j \in \mathbb{N}_n \\ & v_i x_{i0} - \mu_i \leq \frac{1}{m}, \quad i \in \mathbb{N}_m \\ & \frac{\alpha}{s} - u_r y_{r0} + \omega_r \leq 0, \quad r \in \mathbb{N}_s \\ & \sum_{i=1}^m \mu_i - \sum_{r=1}^s \omega_r - \beta \leq 0 \end{aligned} \quad (12-2)$$

اگر بخواهیم مدل (۱۱-۲) را بر اساس متغیرهای کمکی بنویسیم باید تبدیلات زیر را در نظر بگیریم:

$$\theta_i = \frac{x_{io} - s_i^-}{x_{io}} = 1 - \frac{s_i^-}{x_{io}}, i = 1, \dots, m \quad (13-2)$$

$$\varphi_r = \frac{y_{ro} - s_r^+}{y_{ro}} = 1 + \frac{s_r^+}{y_{ro}}, r = 1, \dots, s$$

با انجام این تبدیلات مدلی به دست می‌آید که همان مدل SBM است. مدل راسل (۲-۱۱) برحسب متغیرهای کمکی به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$\begin{aligned} \text{Min} \quad & \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_i^-}{x_{io}}}{1 + \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \frac{s_r^+}{y_{ro}}} \\ \text{st.} \quad & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} = x_{io} - s_i^- \quad i = 1, \dots, m \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} = y_{ro} + s_r^+ \quad r = 1, \dots, s \\ & \lambda_j \geq 0 \quad j = 1, \dots, n \\ & s_i^- \geq 0 \quad i = 1, \dots, m \\ & s_r^+ \geq 0 \quad r = 1, \dots, s \end{aligned} \quad (14-2)$$

با اضافه کردن  $\lambda_j = 1$  به جای  $\lambda_j \geq 0$  مدل (۲-۱۴) دارای بازده به مقیاس ثابت می‌شود. مدل بالا یک مسئله برنامه‌ریزی غیرخطی است که با انجام تبدیلات زیر به یک مسئله برنامه‌ریزی خطی تبدیل می‌شود.

$$\begin{aligned} \beta &= \left( 1 + \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \frac{s_r^+}{y_{ro}} \right)^{-1} \\ t_i^- &= \beta s_i^- \quad i = 1, \dots, m \\ t_r^+ &= \beta s_r^+ \quad r = 1, \dots, s \\ \mu_j &= \beta \lambda_j \quad j = 1, \dots, n \end{aligned} \quad (15-2)$$

مدل برنامه‌ریزی خطی (۲-۱۴) با انجام تبدیلات به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$\begin{aligned}
& \text{Min } \beta - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{t_i^-}{x_{io}} \\
& \text{st} \\
& \beta + \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \frac{t_r^+}{y_{ro}} = 1 \\
& \sum_{j=1}^n \mu_j x_{ij} = \beta x_{io} - t_i^- \quad i = 1, \dots, m \\
& \sum_{j=1}^n \mu_j y_{rj} = \beta y_{ro} + t_r^+ \quad r = 1, \dots, s \\
& \beta, \mu_j, t_i^-, t_r^+ \geq 0
\end{aligned} \tag{۱۶-۲}$$

## ۲-۴ منطق فازی مثلثی

تئوری مجموعه‌های فازی در سال ۱۹۶۵ توسط پروفسور لطفی زاده ارائه شد (لطفی‌زاده، ۱۹۶۵). این تئوری به منظور ارائه راه‌حلی برای مشکلات عملی در محیط عدم قطعیت ارائه شد. اگر یک مجموعه فازی را  $\tilde{a}$  در نظر بگیریم یک جفت  $(U, m)$  دارد که در آن  $U$  یک مجموعه است و تابع عضویت آن  $m: U \rightarrow [0, 1]$  است که توسط  $\mu_{\tilde{a}}(x)$  مشخص می‌شود و در آن هر عنصر  $x$  به  $X$  تعلق دارد و در بازه  $[0, 1]$  قرار دارد.

تعریف ۱:  $\tilde{a} \in F(R)$  یک عدد فازی است اگر:

$$(۱) \text{ وجود داشته باشد } x_0 \in R \text{ به طوری که } \mu_{\tilde{a}}(x_0) = 1.$$

$$(۲) \text{ برای هر } \alpha \in [0, 1], \tilde{a}_\alpha = [x, \mu_{\tilde{a}_\alpha}(x) \geq \alpha] \text{ یک بازه بسته است.}$$

در اینجا  $R$  نشان‌دهنده مجموعه اعداد واقعی و  $F(R)$  نشان‌دهنده مجموعه اعداد فازی است.

تعریف ۲: عدد فازی  $\tilde{a}$  در  $R$  به عنوان یک عدد فازی مثلثی شناخته می‌شود اگر تابع عضویت آن به صورت  $\mu_{\tilde{a}}(x): R \rightarrow [0, 1]$  باشد (رابطه ۲-۱۷).

$$\mu_{\tilde{a}}(x) = \begin{cases} 0, & x < l \\ \frac{x-l}{m-l}, & l \leq x < m \\ \frac{u-x}{u-m}, & m \leq x \leq u \\ 0, & x > u \end{cases} \tag{۱۷-۲}$$

در رابطه بالا  $l$ ،  $m$  و  $u$  به ترتیب نشان‌دهنده‌ی حد پایین، متوسط و بالای اعداد فازی مثلثی هستند.

در بعضی مسائل نیاز به یک عدد قطعی به جای عدد فازی داریم، برای این کاری می‌توانیم وزن‌های فازی به دست آمده را با استفاده از رابطه (۱۸-۲) فازی زدایی کرد.

$$R(\tilde{a}_i) = \frac{l_i + 4m_i + u_i}{6} \quad (18-2)$$

## ۵-۲ جمع بندی

از مزیت‌های این پژوهش می‌توان به به کارگیری روش بهترین-بدترین برای انتخاب شاخص‌ها تأثیرگذار در ارزیابی عملکرد است. روش بهترین-بدترین یکی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است که توسط رضایی (۲۰۱۵) ارائه شد. این مدل در چند سال گذشته به طور گسترده برای وزن‌دهی و رتبه‌بندی توسط محققان مورد استفاده قرار گرفته و به داده‌های مقایسه‌ای کمتری نیاز دارد و به جواب‌های استوارتری نسبت به روش‌های پیشین تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌انجامد. همچنین در بخش سنجش بهره‌وری مدل تحلیل پوششی داده‌ها توسعه داده شده نسبت به مدل موجود در ادبیات بر اساس مسئله دوگان و با اضافه کردن متغیرهای کمکی برای نسبت ورودی‌ها و خروجی‌ها و همچنین خروجی‌ها و اهداف سعی در آن دارد که پیشنهادهایی را برای بهبود و رسیدن به مرز کارایی و اثربخشی برای واحدهای تصمیم‌گیری ارائه دهد، برای مثال متغیر کمکی برای ورودی‌ها میزان هدررفت واحدهای تصمیم‌گیری، متغیر کمکی برای خروجی‌ها میزان کمبود در خروجی واحدهای تصمیم‌گیری نسبت به ورودی و هدف را نشان می‌دهد و متغیر کمکی در بخش اهداف میزان کمبود در هدف را برای واحدهای تصمیم‌گیری نشان می‌دهد و به علت اینکه فرض بر است که اهداف غیرقابل تغییرند و به صورت مطلوب تعریف شده‌اند، مدل طوری طراحی شده است که مقدار این متغیر همواره صفر است.



## فصل ۳ : روش شناسی پژوهش

### ۱-۳ روش‌شناسی پژوهش

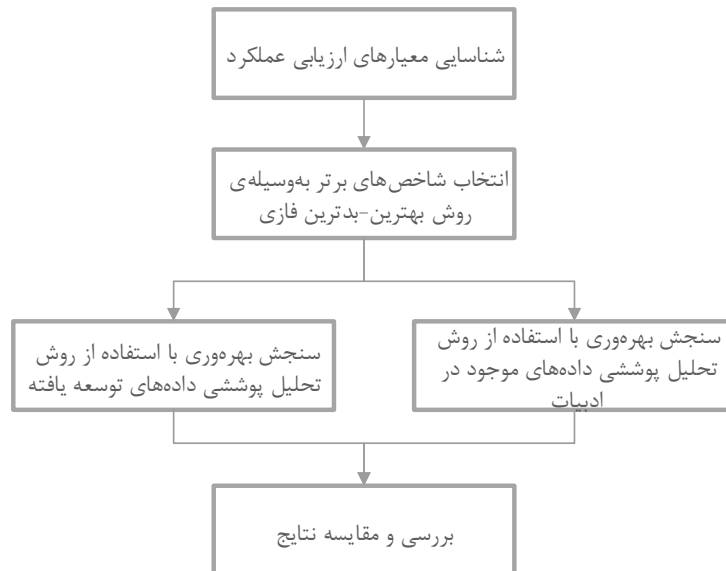
پژوهش حاضر از نظر رویکرد کاربردی و از نظر استراتژی تحقیق، تحلیلی-پیمایشی و از نظر مقطع، چند دوره‌ای می‌باشد. در این پژوهش بیمارستان‌های تحت نظر دانشگاه علوم پزشکی تهران به‌منظور ارزیابی عملکرد موردبررسی قرار گرفته‌اند تا از منظر سه شاخص کارایی، اثربخشی و بهره‌وری موردبررسی قرار گیرند. مدل تحلیل پوششی داده‌ها استفاده‌شده بر مبنای متغیرهای کمکی توسعه داده شد تا قدرت مدل در تصمیم‌گیری افزایش یابد.

در فاز نخست درمجموع تعداد نه شاخص در اختیار کارشناسان قرار گرفت و با توجه به نظر کارشناسان برای شناسایی شاخص‌های مهم تأثیرگذار بر عملکرد بیمارستان‌ها با استفاده از روش بهترین - بدترین فازی تعداد سه ورودی و دو خروجی شناسایی شده است. در فاز دوم پژوهش، اطلاعات و داده‌های موردنیاز دوازده بیمارستان تحت نظر دانشگاه علوم پزشکی تهران طی دوره زمانی سال ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۵ احصاء گردید. داده‌های آماری مورداستفاده در این پژوهش در پیوست ۱ تا ۵ قابل‌مشاهده است. داده‌های به‌دست‌آمده از این بخش به‌منظور رتبه‌بندی واحدهای بیمارستانی از منظر سه عامل کارایی، اثربخشی و بهره‌وری به کمک مدل تحلیل پوششی داده‌ها مورداستفاده قرار گرفته است.

در مدل تحلیل پوششی داده‌های مورداستفاده در این پژوهش علاوه بر ورودی و خروجی، برای هر خروجی یک هدف تعیین‌شده تا میزان اثربخشی واحدهای مختلف در رسیدن به اهداف نیز موردبررسی قرار گیرد. از طرفی این مدل با لحاظ کردن کارایی و اثربخشی، بهره‌وری هریک از واحدها را مشخص می‌کند. بهره‌وری در ادبیات موضوع به جمع کارایی و اثربخشی اطلاق می‌گردد. همچنین شاخص‌های اولیه ارزیابی عملکرد توسط کارشناسان تعیین شده‌اند. کارشناسان به‌دنبال انتخاب شاخص‌های مهم و تأثیرگذار در عملکرد بیمارستان‌ها با استفاده از روش بهترین - بدترین فازی هستند تا در مرحله حل مدل تحلیل پوششی داده‌ها مورداستفاده قرار گیرد. شاخص‌های ارزیابی عملکرد به دودسته ورودی‌ها و خروجی‌ها تقسیم شده است.

شکل ۱-۳ مراحل انجام این پژوهش را نشان می‌دهد:

### شکل ۳-۱: مراحل انجام پژوهش



## ۳-۲ روش بهترین - بدترین فازی

در این پژوهش روش بهترین- بدترین فازی (جائو و ژائو، ۲۰۱۷)، برای یک تصمیم‌گیری گروهی توسعه داده‌شده و با استفاده از نظر چهار کارشناس به انتخاب و وزن دهی شاخص‌ها پرداخته شده است. گام‌های روش ارائه‌شده به شرح زیر است:

گام ۱: مشخص کردن معیارهای تصمیم‌گیری: در این گام شاخص‌های موردنیاز تصمیم‌گیری به صورت  $\{c_1, c_2, \dots, c_n\}$  توسط کارشناسان تعریف می‌شود.

گام ۲: مشخص کردن بهترین (مهم‌تر، مطلوب‌تر) و بدترین (دارای کمترین اهمیت و کمترین مطلوبیت) شاخص: در این مرحله برای ورودی‌ها و خروجی‌ها، بهترین و بدترین شاخص توسط کارشناسان انتخاب می‌شود. در این مرحله مقایسه صورت نمی‌گیرد.

گام ۳: در این مرحله ارجحیت بهترین شاخص نسبت به بقیه شاخص‌ها توسط کارشناسان با اعداد فازی مثلثی ارائه‌شده در جدول (۳-۱) مشخص شده و به صورت  $\tilde{A}_B = (\tilde{a}_{B1}, \tilde{a}_{B2}, \dots, \tilde{a}_{Bn})$  نمایش داده می‌شود که در آن  $\tilde{a}_{Bj}$  میزان ارجحیت بهترین شاخص را نسبت به شاخص  $j$  ام نشان می‌دهد و  $\tilde{a}_{BB} = (1, 1, 1)$  می‌باشد.

جدول ۱-۳: تبدیل اصطلاحات زبانی به اعداد فازی (حافظ الکتوب و حافظ الکتوب، ۲۰۱۷)

| اصطلاحات زبانی      | تابع عضویت فازی |
|---------------------|-----------------|
| اهمیت برابر         | (۱,۱,۱)         |
| اهمیت تقریباً برابر | (۱,۱,۳)         |
| اهمیت متوسط         | (۱,۳,۵)         |
| اهمیت زیاد          | (۳,۵,۷)         |
| اهمیت بسیار زیاد    | (۵,۷,۹)         |
| کاملاً بااهمیت      | (۷,۹,۹)         |

گام ۴: در این مرحله ارجحیت همه شاخص‌ها نسبت به بدترین شاخص توسط کارشناسان با اعداد فازی ارائه شده در جدول مشخص شده و به صورت  $\tilde{A}_w = (\tilde{a}_{1w}, \tilde{a}_{2w}, \dots, \tilde{a}_{nw})$  نمایش داده می‌شود که در آن میزان ارجحیت شاخص  $j$  ام نسبت به شاخص  $w$  می‌باشد و  $\tilde{a}_{ww} = (1,1,1)$  است.

گام ۵: به دست آوردن وزن بهینه شاخص‌ها  $(\tilde{w}_1^*, \tilde{w}_2^*, \dots, \tilde{w}_n^*)$ : برای به دست آوردن وزن بهینه هر یک از شاخص‌ها، زوج‌های  $\frac{\tilde{w}_j}{\tilde{w}_w} = \tilde{a}_{jw}$  و  $\frac{\tilde{w}_B}{\tilde{w}_j} = \tilde{a}_{Bj}$  تشکیل می‌شود؛ سپس برای برآورده کردن این شرایط در همه  $j$  ها، باید راه‌حلی پیدا شود تا عبارات  $\left| \frac{\tilde{w}_j}{\tilde{w}_w} - \tilde{a}_{jw} \right|$  و  $\left| \frac{\tilde{w}_B}{\tilde{w}_j} - \tilde{a}_{Bj} \right|$  را برای همه  $j$  هایی که حداقل شده است، حداکثر کند. با توجه به غیر منفی بودن وزن‌ها و مجموع اوزان می‌توان مدل را به صورت رابطه (۱-۳) نوشت:

$$\begin{aligned} \min \max_j & \left\{ \left| \frac{\tilde{w}_B}{\tilde{w}_j} - \tilde{a}_{Bj} \right|, \left| \frac{\tilde{w}_j}{\tilde{w}_w} - \tilde{a}_{jw} \right| \right\} \\ \text{s.t.} & \\ \sum_j \tilde{w}_j &= 1 \\ \tilde{w}_j &\geq 0, \text{ for all } j \end{aligned} \quad (1-3)$$

همچنین می‌توان مدل بالا را به صورت رابطه (۲-۳) نوشت:

$$\min \xi$$

s.t.

$$\left| \frac{\tilde{w}_B}{\tilde{w}_j} - \tilde{a}_{Bj} \right| \leq \xi, \text{ for all } j$$

$$\left| \frac{\tilde{w}_j}{\tilde{w}_W} - \tilde{a}_{jW} \right| \leq \xi, \text{ for all } j \quad (2-3)$$

$$\sum_j \tilde{w}_j = 1$$

$$\tilde{w}_j \geq 0, \text{ for all } j$$

اگر  $\tilde{w}_W = (l_W^w, m_W^w, u_W^w)$ ،  $\tilde{w}_j = (l_j^w, m_j^w, u_j^w)$ ،  $\tilde{w}_B = (l_B^w, m_B^w, u_B^w)$  به ترتیب نشان‌دهنده‌ی وزن فازی بهترین گزینه، گزینه  $j$  ام و بدترین گزینه باشد و  $\tilde{a}_{Bj} = (l_{Bj}, m_{Bj}, u_{Bj})$  ارجحیت بهترین گزینه نسبت به گزینه  $j$  ام،  $\tilde{a}_{jW} = (l_{jW}, m_{jW}, u_{jW})$  ارجحیت گزینه  $j$  ام به بدترین گزینه باشد و  $\tilde{\xi}^* = (k^*, k^*, k^*)$  باشد، رابطه (۲-۳) را می‌توان به صورت رابطه (۳-۳) بازنویسی کرد.

$$\min \tilde{\xi}^*$$

$$\left| \frac{(l_B^w, m_B^w, u_B^w)}{(l_j^w, m_j^w, u_j^w)} - (l_{Bj}, m_{Bj}, u_{Bj}) \right| \leq (k^*, k^*, k^*)$$

$$\left| \frac{(l_j^w, m_j^w, u_j^w)}{(l_W^w, m_W^w, u_W^w)} - (l_{jW}, m_{jW}, u_{jW}) \right| \leq (k^*, k^*, k^*) \quad (3-3)$$

$$\sum_{i=1}^n R(\tilde{w}_j) = 1$$

$$l_j^w \leq m_j^w \leq u_j^w$$

$$l_j^w \geq 0$$

$$j = 1, 2, \dots, n$$

به دست آوردن نرخ ناسازگاری<sup>۱</sup> در روش بهترین - بدترین: با استفاده از  $\tilde{\xi}^*$  به دست آمده در مرحله قبل و شاخص ناسازگاری که به ازای تعداد شاخص‌ها در جدول (۲-۳) ارائه شده است، نرخ ناسازگاری برای هر کارشناس یک‌بار محاسبه می‌شود. مقادیر نزدیک‌تر به صفر نشان‌دهنده تصمیم سازگارتر کارشناس می‌باشد.

---

<sup>۱</sup> Consistency Ratio

جدول ۳-۲: شاخص‌های ناسازگاری با استفاده از روش BWM

| ۹                                                            | ۸    | ۷    | ۶    | ۵    | ۴    | ۳    | ۲    | ۱    | $a_{BW}$                     |
|--------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------------------------|
| ۵/۲۳                                                         | ۴/۴۷ | ۳/۷۳ | ۳/۰۰ | ۲/۳۰ | ۱/۶۳ | ۱/۰۰ | ۰/۴۴ | ۰/۰۰ | شاخص ناسازگاری <sup>۱۲</sup> |
| $\text{نرخ ناسازگاری} = \frac{\xi^*}{\text{شاخص ناسازگاری}}$ |      |      |      |      |      |      |      |      |                              |

وزن‌های فازی برای هر شاخص در این پژوهش با استفاده از رابطه (۳-۳) به دست می‌آید و این مدل به ازای هر کارشناس یک‌بار برای ورودی‌ها و یک‌بار برای خروجی‌ها بر اساس داده‌های جدول (۳) و (۴) حل می‌شود.

گام ۶: وزن‌های به دست آمده به وسیله مدل به منظور رسیدن به یک وزن واحد برای تصمیم‌گیری در مورد انتخاب شاخص‌ها، فازی زدایی می‌شوند. اگر  $\tilde{a}_i = (l_i, m_i, u_i)$  باشد برای فازی زدایی عدد فازی مثلثی<sup>۱۳</sup> می‌توان از رابطه (۴-۳) استفاده کرد.

$$R(\tilde{a}_i) = \frac{l_i + 4m_i + u_i}{6} \quad (۴-۳)$$

<sup>۱۲</sup>Consistency Index

<sup>۱۳</sup>Triangular fuzzy number (TFN)

### ۳-۳ روش تحلیل پوششی داده‌ها برای سنجش بهره‌وری

مدل‌های سنتی تحلیل پوششی داده‌ها به اندازه‌گیری کارایی واحدهای تصمیم‌گیری می‌پردازند اما در بسیاری از موارد اندازه‌گیری اثربخشی نیز به‌اندازه کارایی مهم است. اثربخشی معمولاً به این که یک سازمان به چه مقدار اهداف از پیش تعیین‌شده خود را محقق کرده است اطلاق می‌شود. در این پژوهش به دلیل اینکه اکثر بیمارستان در شاخص‌های خروجی مقدار بالاتری نسبت به استانداردهای وزارت بهداشت کسب کرده‌اند به جای این استاندارد، برای اهداف تعیین‌شده بیمارستان‌ها، میانگین خروجی کلیه بیمارستان‌ها در طول هر دوره در نظر گرفته شد تا مدل قابلیت تفکیک بهتری را میان بیمارستان‌ها از منظر اندازه‌گیری اثربخشی داشته باشد. اگر بیمارستانی از میانگین خروجی کلیه بیمارستان‌ها بازده بیشتری داشته باشد طبیعتاً نمره اثربخشی بالاتری را به دست می‌آورد. مدل تحلیل پوششی داده‌ها ارائه‌شده این پژوهش بر اساس مقاله (آزادی و همکاران، ۲۰۱۵) ارائه‌شده که همان‌طور که پیش‌تر بیان شد توانایی اندازه‌گیری هم‌زمان کارایی، اثربخشی و بهره‌وری را دارد؛ مدل ارائه‌شده در رابطه (۳-۵) آمده است.

مجموعه‌ها:

|     |                                 |
|-----|---------------------------------|
| $i$ | مجموعه ورودی‌ها                 |
| $r$ | مجموعه خروجی‌ها                 |
| $t$ | مجموعه هدف‌ها                   |
| $j$ | مجموعه واحدهای تصمیم‌گیری (DMU) |

پارامترها:

|          |                                             |
|----------|---------------------------------------------|
| $DMU_0$  | واحد تصمیم‌گیری تحت بررسی                   |
| $x_{ij}$ | $i$ امین ورودی از $j$ امین واحد تصمیم‌گیری  |
| $y_{rj}$ | $r$ امین خروجی از $j$ امین واحد تصمیم‌گیری  |
| $x_{io}$ | $i$ امین ورودی از واحد تصمیم‌گیری تحت بررسی |
| $y_{ro}$ | $r$ امین خروجی از واحد تصمیم‌گیری تحت بررسی |
| $g_{to}$ | $t$ امین هدف از واحد تصمیم‌گیری تحت بررسی   |

متغیرها:

|       |                    |
|-------|--------------------|
| $u_r$ | وزن $r$ امین خروجی |
| $v_i$ | وزن $i$ امین ورودی |

<sup>۱</sup>Decision making unit

|                             |                                    |
|-----------------------------|------------------------------------|
| $\eta_t$                    | وزن $t$ امین هدف                   |
| $\alpha, \beta, \mu_i, f_r$ | متغیرهای دوگان مسئله               |
| $\Theta$                    | حداکثر اثربخشی یک واحد تصمیم‌گیری  |
| $\Gamma$                    | حداکثر بهره‌وری یک واحد تصمیم‌گیری |

$$\max P = \Theta + \Gamma$$

$$\sum_{i=1}^n \eta_t g_{to} (\alpha - \beta) \geq \Theta$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{ro} \geq \Gamma$$

$$\sum_{t=1}^T \eta_t g_{to} = 1$$

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

(۵-۳)

$$v_i x_{i0} - \mu_i \leq \frac{1}{m}, \quad i=1, \dots, m$$

$$\frac{\alpha}{s} - u_r y_{ro} + f_r \leq 0, \quad r=1, \dots, s$$

$$\sum_{i=1}^m \mu_i - \sum_{r=1}^s f_r - \beta \leq 0$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{t=1}^T \eta_t g_{tj} \leq 0, \quad j=1, \dots, n$$

$$\alpha, \beta, \mu_i, f_r, u_r, v_i, \eta_t \geq 0, \quad \forall i, r, t.$$

این مدل به ازای هر بیمارستان و برای هر سال یکبار حل می‌شود؛ مقدار بهره‌وری برای هر واحد بیمارستانی در بازه  $P \in [0, 2]$  قرار دارد. اگر مقدار آن برای یک واحد بیمارستانی عدد ۲ شود، آن واحد نسبتاً بهره‌ور و در غیر آن صورت واحد بیمارستانی نسبتاً غیر بهره‌ور است. همچنین این مدل مقدار کارایی را در بازه  $\Gamma \in [0, 1]$  و مقدار اثربخشی را در بازه  $\Theta \in [0, 1]$  نشان می‌دهد.



### ۳-۴ سنجش بهره‌وری با استفاده از متغیرهای کمکی

یکی از معایب مدل موجود در ادبیات (۳-۵) این است که توانایی ارائه پیشنهاد برای بهبود واحدهای ناکارا را ندارد، از این رو در این پژوهش با نوشتن مسئله دوگان مدل (۳-۵) و اضافه کردن متغیرهای کمکی به دنبال افزایش قدرت مدل در مسائل ارزیابی عملکرد هستیم. مسئله دوگان در تحلیل پوششی داده‌ها توانایی ارائه واحدهای مرجع برای واحدهای ناکارا و همچنین میزان هدر رفت در ورودی‌ها و میزان کمبود خروجی را نشان می‌دهد. با اضافه شدن متغیر کمکی  $t_i^-$  می‌توان میزان هدر رفت ورودی‌ها را فهمید و اگر مقدار آن به صفر برسد واحد ناکارا به مرز کارا می‌رسد. همچنین متغیر کمکی  $t_r^+$  میزان کمبود در هر خروجی را به ازای مقادیر ورودی برای واحدهای تصمیم‌گیری ارائه می‌دهد و اگر مقدار مثبت داشته باشد بدین معنی است که واحد تصمیم‌گیری ناکارا با افزایش خروجی خود به همان مقدار به مرز کارا انتقال می‌یابد. متغیر کمکی  $s_i^-$  کمبود در هدف را نشان می‌دهد و چون فرض بر این است که هدف غیرقابل تغییر است و به میزان مطلوب انتخاب شده است مدل طوری طراحی شده است که همواره مقدار آن صفر است. متغیر کمکی  $s_r^+$  کمبود در خروجی واحدهای تصمیم‌گیری را نسبت به هدف نشان می‌دهد و اگر دارای مقدار مثبت شود باید به همان مقدار خروجی واحد تصمیم مدنظر افزایش یابد تا آن واحد به مرز اثربخشی برسد.

مسئله برنامه‌ریزی خطی دوگان مدل (۳-۵) برای سنجش بهره‌وری به صورت زیر است:

پارامترهای این مدل عبارت‌اند از:

|                                            |                                                |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------|
| $X_{ij}$ ورودی $i$ ام از واحد تصمیم $j$ ام | $X_{i0}$ ورودی $i$ ام از واحد تصمیم مقایسه شده |
| $Y_{rj}$ خروجی $r$ ام از واحد تصمیم $j$ ام | $Y_{r0}$ خروجی $r$ ام از واحد تصمیم مقایسه شده |
| $g_{ij}$ هدف $t$ ام از واحد تصمیم $j$ ام   | $g_{i0}$ هدف $t$ ام از واحد تصمیم مقایسه شده   |
| و متغیرهای آن عبارت‌اند از:                |                                                |

|                    |                                                            |
|--------------------|------------------------------------------------------------|
| $\lambda_j, \mu_j$ | متغیرهای دوگان مسئله                                       |
| $\beta$            | متغیر اضافه‌شده برای خطی سازی                              |
| $t_i^-$            | ماکزیمم مجموع ورودی‌های هدررفته                            |
| $t_r^+$            | ماکزیمم مجموع خروجی‌های که باید تولید می‌شدند ولی نشده‌اند |
| $s_i^-$            | ماکزیمم مجموع کمبود در هدف                                 |
| $s_r^+$            | ماکزیمم مجموع خروجی‌های که باید تولید می‌شدند ولی نشده‌اند |

$$\text{Min } \beta - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{t_i^-}{x_{io}} + \theta$$

st.

$$\beta + \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \frac{t_r^+}{y_{ro}} = 1$$

$$\sum_{j=1}^n \mu_j x_{ij} = \beta x_{io} - t_i^- \quad i \in \mathbb{N}_m$$

$$\sum_{j=1}^n \mu_j y_{rj} = \beta y_{ro} + t_r^+ \quad r \in \mathbb{N}_s$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j g_{tj} + s_t^- = \theta g_{to} \quad t \in \mathbb{N}_T$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{ro} \quad r \in \mathbb{N}_s$$

$$\beta, \mu_j, t_i^-, t_r^+, \lambda_j, s_t^-, s_r^+ \geq 0$$

(۶-۳)

این مدل به ازای هر بیمارستان و برای هر سال یکبار حل می‌شود؛ مقدار بهره‌وری برای هر واحد بیمارستانی در بازه  $P \in [0, 2]$  قرار دارد. اگر مقدار آن برای یک واحد بیمارستانی عدد ۲ شود، آن واحد نسبتاً بهره‌ور و در غیر آن صورت واحد بیمارستانی نسبتاً غیر بهره‌ور است. همچنین مقدار کارایی و اثربخشی در بازه  $P \in [0, 2]$  قرار می‌گیرد.

## فصل ۴ : تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این بخش به ارزیابی عملکرد بیمارستان‌های تحت نظارت دانشگاه علوم پزشکی تهران پرداخته شده است، درمجموع نه شاخص برای ارزیابی توسط کارشناسان شناسایی شده است که پنج شاخص مربوط به ورودی‌ها و چهار شاخص مربوط به خروجی‌ها است که کارشناسان به دنبال انتخاب سه شاخص برای ورودی‌ها و دو شاخص برای خروجی‌ها با استفاده از روش بهترین - بدترین فازی هستند تا آن شاخص‌ها را ملاک ارزیابی عملکرد قرار دهند، اطلاعات مربوط به شاخص‌های انتخاب شده ملاک ارزیابی عملکرد قرار گرفته و از سالنامه آماری دانشگاه علوم پزشکی تهران استخراج شد و ورودی مدل تحلیل پوششی داده‌ها قرار گرفت و بیمارستان‌های مختلف از منظر سه شاخص بهره‌وری، کارایی و اثربخشی با استفاده از مدل موجود در ادبیات و مدل توسعه یافته رتبه‌بندی می‌شوند.

## ۱-۴ شناسایی اولیه معیارهای ارزیابی عملکرد

جدول (۱-۴) تعداد پنج ورودی و چهار خروجی را نشان می‌دهند که توسط کارشناسان شناسایی شده‌اند و کارشناسان به دنبال انتخاب سه ورودی و دو خروجی به وسیله روش بهترین - بدترین فازی هستند تا از آن‌ها برای مدل تحلیل پوششی داده‌ها استفاده شود. اعضای هیئت علمی و کارکنان دانشگاه‌های علوم پزشکی کارشناسان همکاری کننده این پژوهش را تشکیل داده‌اند.

جدول ۱-۴: شاخص‌های اولیه ارزیابی عملکرد

| علائم    | معیارهای ورودی                  | علائم    | معیارهای خروجی                 |
|----------|---------------------------------|----------|--------------------------------|
| $C_{11}$ | کارکنان بهداشتی و درمانی        | $C_{12}$ | تعداد بستری‌شدگان              |
| $C_{21}$ | سایر کارکنان                    | $C_{22}$ | درصد اشغال تخت                 |
| $C_{31}$ | تجهیزات بیمارستانی              | $C_{32}$ | نسبت پذیرش به ازای هر تخت      |
| $C_{41}$ | متوسط هزینه ویزیت و یک شب بستری | $C_{42}$ | نسبت عمل جراحی به تخت اتاق عمل |
| $C_{51}$ | تعداد تخت‌های فعال و فعال ویژه  | ---      | -----                          |

## ۲-۴ مقایسات زوجی کارشناسان

جدول (۲-۴) نشان‌دهنده مقایسات زوجی کارشناسان برای ورودی‌ها و جدول (۳-۴) نشان‌دهنده مقایسات زوجی کارشناسان برای خروجی‌ها می‌باشد. به ازای هر کارشناس سطر اول جدول نشان‌دهنده

ارجحیت بهترین شاخص نسبت به بقیه شاخص‌ها و سطر دوم نشان‌دهنده‌ی ارجحیت همه‌ی شاخص‌ها به بدترین شاخص است.

جدول ۴-۲: مقایسات زوجی کارشناسان برای ورودی‌ها

| شماره کارشناس | بهترین معیار | بدترین معیار | معیارهای ورودی |          |          |          |          |
|---------------|--------------|--------------|----------------|----------|----------|----------|----------|
|               |              |              | $C_{51}$       | $C_{41}$ | $C_{31}$ | $C_{21}$ | $C_{11}$ |
| ۱             | $C_{21}$     | ---          | (۱،۳،۵)        | (۱،۱،۱)  | (۷،۹،۹)  | (۱،۳،۵)  | (۳،۵،۷)  |
|               | ---          | $C_{31}$     | (۱،۳،۵)        | (۱،۳،۵)  | (۱،۱،۱)  | (۷،۹،۹)  | (۱،۳،۵)  |
| ۲             | $C_{51}$     | ---          | (۱،۳،۵)        | (۱،۱،۱)  | (۳،۵،۷)  | (۱،۱،۱)  | (۵،۷،۹)  |
|               | ---          | $C_{41}$     | (۱،۳،۵)        | (۱،۱،۱)  | (۱،۱،۳)  | (۳،۵،۷)  | (۵،۷،۹)  |
| ۳             | $C_{11}$     | ---          | (۱،۳،۵)        | (۷،۹،۹)  | (۳،۵،۷)  | (۱،۳،۵)  | (۱،۱،۱)  |
|               | ---          | $C_{41}$     | (۱،۳،۵)        | (۱،۱،۱)  | (۱،۳،۵)  | (۷،۹،۹)  | (۱،۳،۵)  |
| ۴             | $C_{51}$     | ---          | (۱،۳،۵)        | (۳،۵،۷)  | (۳،۵،۷)  | (۵،۷،۹)  | (۱،۱،۱)  |
|               | ---          | $C_{21}$     | (۱،۳،۵)        | (۱،۱،۳)  | (۱،۱،۳)  | (۱،۱،۱)  | (۵،۷،۹)  |

جدول ۴-۳: مقایسات زوجی کارشناسان برای خروجی‌ها

| شماره کارشناس | بهترین معیار | بدترین معیار | معیارهای خروجی |          |          |          |
|---------------|--------------|--------------|----------------|----------|----------|----------|
|               |              |              | $C_{42}$       | $C_{32}$ | $C_{22}$ | $C_{12}$ |
| ۱             | $C_{22}$     | ---          | (۳،۵،۷)        | (۱،۱،۱)  | (۷،۹،۹)  | (۱،۳،۵)  |
|               | ---          | $C_{42}$     | (۱،۱،۳)        | (۷،۹،۹)  | (۱،۳،۵)  | (۱،۱،۱)  |
| ۲             | $C_{32}$     | ---          | (۵،۷،۹)        | (۱،۳،۵)  | (۱،۱،۱)  | (۱،۳،۵)  |
|               | ---          | $C_{12}$     | (۱،۱،۱)        | (۳،۵،۷)  | (۵،۷،۹)  | (۳،۵،۷)  |
| ۳             | $C_{42}$     | ---          | (۵،۷،۹)        | (۳،۵،۷)  | (۳،۵،۷)  | (۱،۱،۱)  |
|               | ---          | $C_{12}$     | (۱،۱،۱)        | (۱،۱،۳)  | (۱،۱،۳)  | (۵،۷،۹)  |
| ۴             | $C_{32}$     | ---          | (۱،۳،۵)        | (۱،۱،۱)  | (۳،۵،۷)  | (۷،۹،۹)  |
|               | ---          | $C_{42}$     | (۱،۳،۵)        | (۷،۹،۹)  | (۱،۱،۳)  | (۱،۱،۱)  |

### ۳-۴ انتخاب شاخص‌های ارزیابی عملکرد

همان‌طور که در بخش قبل اشاره شد برای به دست آوردن وزن فازی معیارهای ورودی و خروجی جهت تعیین شاخص دارای ارجحیت بیشتر برای ورود به مدل تحلیل پوششی داده‌ها از روش بهترین - بدترین فازی استفاده شده است. این مدل به وسیله نرم‌افزار لینگو کد نویسی و حل شد و نتایج وزن‌های فازی

به‌دست‌آمده از رابطه (۳-۳) توسط کارشناسان برای شاخص‌های ورودی و خروجی در جدول (۴-۴) و (۵-۴) به نمایش درآمده است. همچنین نرخ ناسازگاری به ازای هر کارشناس یک‌بار محاسبه شده است. مقدار نرخ ناسازگاری محاسبه‌شده برای هر کارشناس نسبتاً مطلوب ارزیابی شد.

وزن‌های فازی به‌دست‌آمده با استفاده از رابطه (۴-۳) فازی زدایی شده و نتایج آن در جدول (۴-۶) و (۷-۴) ارائه‌شده است. از وزن‌های به‌دست‌آمده کارشناسان میانگین گرفته‌شده و از آن برای انتخاب شاخص‌های برتر استفاده شده است. با توجه به اینکه کارشناسان از ابتدا به‌دنبال انتخاب سه شاخص ورودی و دو شاخص خروجی بودند، در بخش شاخص‌های ورودی، کارکنان بهداشتی و درمانی، سایر کارکنان و تعداد تخت‌های فعال و ویژه انتخاب و در بخش شاخص‌های خروجی، درصد اشغال تخت و نسبت پذیرش به ازای هر تخت انتخاب شده است. اطلاعات مربوط به این شاخص‌ها برای بیمارستان‌های تحت بررسی، جمع‌آوری شده و در مدل تحلیل پوششی داده‌ها مورد استفاده قرار گرفته است.

جدول ۴-۴: وزن فازی معیارهای ورودی

| شماره معیار       | کارشناس ۱             | کارشناس ۲             | کارشناس ۳             | کارشناس ۴             |
|-------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| $C_{11}$          | (۰/۱۰۵، ۰/۱۷۸، ۰/۲۷۴) | (۰/۰۸۵، ۰/۱۵۶، ۰/۲۵۲) | (۰/۴۸۶، ۰/۴۸۶، ۰/۴۸۶) | (۰/۱۳۲، ۰/۱۸۴، ۰/۳۵۲) |
| $C_{21}$          | (۰/۴۶۶، ۰/۴۶۶، ۰/۴۶۶) | (۰/۱۶۸، ۰/۳۱۰، ۰/۳۱۹) | (۰/۱۰۸، ۰/۱۳۰، ۰/۲۸۲) | (۰/۰۶۰، ۰/۰۶۹، ۰/۱۰۰) |
| $C_{31}$          | (۰/۰۴۷، ۰/۰۴۷، ۰/۰۶۱) | (۰/۰۶۷، ۰/۰۷۷، ۰/۱۲۷) | (۰/۰۶۸، ۰/۱۱۳، ۰/۲۱۴) | (۰/۰۹۲، ۰/۰۹۲، ۰/۱۷۶) |
| $C_{41}$          | (۰/۱۰۵، ۰/۱۷۸، ۰/۲۷۴) | (۰/۰۴۸، ۰/۰۵۸، ۰/۰۶۳) | (۰/۰۵۰، ۰/۰۵۰، ۰/۰۶۳) | (۰/۰۹۲، ۰/۰۹۲، ۰/۱۷۶) |
| $C_{51}$          | (۰/۰۷۴، ۰/۱۰۹، ۰/۲۰۴) | (۰/۳۳۹، ۰/۴۱۶، ۰/۴۴۸) | (۰/۰۸۵، ۰/۱۸۶، ۰/۲۸۲) | (۰/۴۶۹، ۰/۴۹۲، ۰/۶۱۶) |
| مقدار $\gamma^*$  | ۰/۷۲۵                 | ۰/۳۴۲                 | ۰/۷۲۵                 | ۰/۳۳۳                 |
| شاخص<br>ناسازگاری | ۲/۳۰                  | ۲/۳۰                  | ۲/۳۰                  | ۲/۳۰                  |
| نرخ ناسازگاری     | ۰/۳۱۵                 | ۰/۱۴۸                 | ۰/۳۱۵                 | ۰/۱۴۴                 |

جدول ۴-۵: وزن فازی معیارهای خروجی

| شماره معیار       | کارشناس ۱             | کارشناس ۲             | کارشناس ۳             | کارشناس ۴             |
|-------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| $C_{12}$          | (۰/۰۹۳، ۰/۱۰۶، ۰/۲۰۰) | (۰/۰۶۰، ۰/۰۷۴، ۰/۰۷۸) | (۰/۰۷۱، ۰/۰۹۵، ۰/۱۲۱) | (۰/۱۲۶، ۰/۲۳۴، ۰/۳۵۴) |
| $C_{22}$          | (۰/۵۳۵، ۰/۵۶۸، ۰/۶۲۱) | (۰/۱۰۲، ۰/۲۰۰، ۰/۳۲۰) | (۰/۰۹۹، ۰/۱۲۱، ۰/۱۹۵) | (۰/۰۹۵، ۰/۱۰۵، ۰/۱۶۰) |
| $C_{32}$          | (۰/۱۱۶، ۰/۲۱۳، ۰/۴۰۱) | (۰/۴۱۶، ۰/۵۴۰، ۰/۵۴۰) | (۰/۰۹۹، ۰/۱۲۱، ۰/۱۹۵) | (۰/۵۴۰، ۰/۵۸۱، ۰/۶۱۵) |
| $C_{42}$          | (۰/۰۷۵، ۰/۰۷۹، ۰/۰۸۷) | (۰/۱۰۲، ۰/۲۰۰، ۰/۳۲۰) | (۰/۶۳۹، ۰/۶۳۹، ۰/۶۶۶) | (۰/۰۶۴، ۰/۰۶۸، ۰/۰۸۳) |
| مقدار $\xi^*$     | ۰/۳۳۳                 | ۰/۲۹۸                 | ۰/۲۷۴                 | ۰/۵۳۱                 |
| شاخص<br>ناسازگاری | ۱/۶۳                  | ۱/۶۳                  | ۱/۶۳                  | ۱/۶۳                  |
| نرخ ناسازگاری     | ۰/۲۰۴                 | ۰/۱۸۲                 | ۰/۱۶۸                 | ۰/۳۲۵                 |

جدول ۴-۶: وزن معیارهای ورودی پس از فازی زدایی

| شماره معیار | کارشناس ۱ | کارشناس ۲ | کارشناس ۳ | کارشناس ۴ | میانگین |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|
| $C_{11}$    | ۰/۱۸۱     | ۰/۱۶۰     | ۰/۴۸۶     | ۰/۲۰۳     | ۰/۲۵۷   |
| $C_{21}$    | ۰/۴۶۶     | ۰/۲۸۷     | ۰/۱۵۱     | ۰/۰۷۲     | ۰/۲۴۴   |
| $C_{31}$    | ۰/۰۴۹     | ۰/۰۸۳     | ۰/۱۲۲     | ۰/۱۰۶     | ۰/۰۹۰   |
| $C_{41}$    | ۰/۱۸۱     | ۰/۰۵۷     | ۰/۰۵۲     | ۰/۱۰۶     | ۰/۰۹۹   |
| $C_{51}$    | ۰/۱۱۹     | ۰/۴۰۸     | ۰/۱۸۵     | ۰/۵۰۸     | ۰/۳۰۵   |



جدول ۴-۷: وزن معیارهای خروجی پس از فازی زدایی

| شماره معیار     | کارشناس ۱ | کارشناس ۲ | کارشناس ۳ | کارشناس ۴ | میانگین |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|
| C <sub>12</sub> | ۰/۱۱۹     | ۰/۰۷۲     | ۰/۰۹۵     | ۰/۲۳۶     | ۰/۱۳۰   |
| C <sub>22</sub> | ۰/۵۷۱     | ۰/۲۰۳     | ۰/۱۲۹     | ۰/۱۱۲     | ۰/۲۵۳   |
| C <sub>32</sub> | ۰/۲۲۸     | ۰/۵۱۹     | ۰/۱۲۹     | ۰/۵۷۹     | ۰/۳۶۳   |
| C <sub>42</sub> | ۰/۰۷۹     | ۰/۲۰۳     | ۰/۶۴۳     | ۰/۰۶۹     | ۰/۲۴۸   |

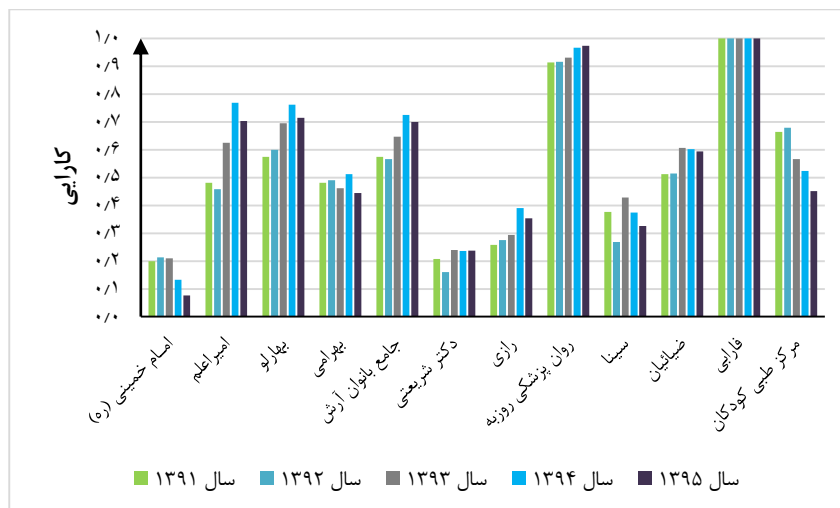
#### ۴-۴ رتبه‌بندی بیمارستان‌ها از منظر کارایی، اثربخشی و بهره‌وری

شاخص‌های ورودی و خروجی انتخاب‌شده جهت ورود به مدل تحلیل پوششی داده‌ها با استفاده از رابطه (۵-۳) در نرم‌افزار گمز کد نویسی و کارایی، اثربخشی و بهره‌وری هر بیمارستان طی پنج سال در جدول (۸-۴) ارائه شده است؛ همچنین برای هر بیمارستان، سالی که بیشترین و کمترین میزان بهره‌وری را در طی دوره موردبررسی داشته در جدول (۸-۴) مشخص شده است. نتایج به‌دست‌آمده نشان این پژوهش نشان می‌دهد با توجه به شاخص‌های موردبررسی، بیمارستان فارابی، روان‌پزشکی روزبه و بیمارستان بهارلو به ترتیب دارای بیشترین کارایی و بیمارستان جامع بانوان آرش، فارابی و بیمارستان ضیائیان به ترتیب دارای بیشترین میزان اثربخشی و بیمارستان فارابی، جامع بانوان آرش و بیمارستان ضیائیان به ترتیب دارای بیشترین میزان بهره‌وری طی دوره بررسی شده می‌باشند.

جدول ۴-۸: نتایج کارایی، اثربخشی و بهره‌وری بیمارستان‌ها

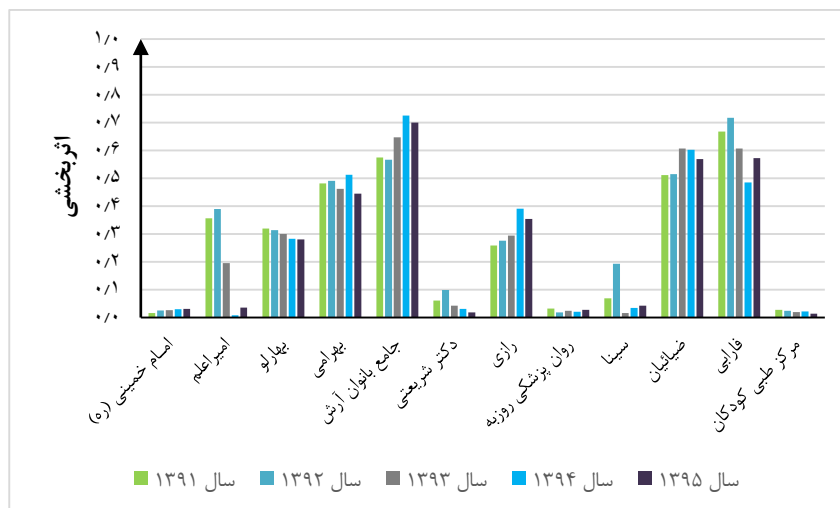
| نام بیمارستان                                   | سال ۱۳۹۱ |         |          | سال ۱۳۹۲ |         |          | سال ۱۳۹۳ |         |          | سال ۱۳۹۴ |         |          | سال ۱۳۹۵ |         |          |
|-------------------------------------------------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|
|                                                 | کارایی   | اثربخشی | بهره‌وری | کارایی   | اثربخشی | بهره‌وری | کارایی   | اثربخشی | بهره‌وری | کارایی   | اثربخشی | بهره‌وری | کارایی   | اثربخشی | بهره‌وری |
| امام خمینی                                      | ۰/۲      | ۰/۰۱۶   | ۰/۲۱۶    | ۰/۲۱۳    | ۰/۰۲۵   | ۰/۲۳۸    | ۰/۲۱۰    | ۰/۰۲۶   | ۰/۲۳۶    | ۰/۱۳۳    | ۰/۰۲۹   | ۰/۱۶۲    | ۰/۰۷۷    | ۰/۰۳۰   | ۰/۱۰۷    |
| امیر اعلم                                       | ۰/۴۸۲    | ۰/۳۵۶   | ۰/۸۳۸    | ۰/۴۵۹    | ۰/۳۹۰   | ۰/۸۴۹    | ۰/۶۲۵    | ۰/۱۹۵   | ۰/۸۲۰    | ۰/۷۶۹    | ۰/۰۰۸   | ۰/۷۷۶    | ۰/۷۰۳    | ۰/۰۳۵   | ۰/۷۳۸    |
| بهارلو                                          | ۰/۵۷۵    | ۰/۳۱۹   | ۰/۸۹۳    | ۰/۶۰۰    | ۰/۳۱۴   | ۰/۹۱۴    | ۰/۶۹۶    | ۰/۳۰۰   | ۰/۹۹۶    | ۰/۷۶۲    | ۰/۲۸۳   | ۱/۰۴۵    | ۰/۷۱۵    | ۰/۲۸۰   | ۰/۹۹۵    |
| بهرامی                                          | ۰/۴۸۲    | ۰/۴۸۲   | ۰/۹۶۵    | ۰/۴۹۱    | ۰/۴۹۱   | ۰/۹۸۲    | ۰/۴۶۲    | ۰/۴۶۲   | ۰/۹۲۳    | ۰/۵۱۳    | ۰/۵۱۳   | ۱/۰۲۵    | ۰/۴۴۵    | ۰/۴۴۵   | ۰/۸۹۰    |
| جامع بانوان<br>آرش                              | ۰/۵۷۵    | ۰/۵۷۵   | ۱/۱۵۱    | ۰/۵۶۷    | ۰/۵۶۷   | ۱/۱۳۴    | ۰/۶۴۷    | ۰/۶۴۷   | ۱/۲۹۴    | ۰/۷۲۵    | ۰/۷۲۵   | ۱/۴۵۱    | ۰/۷۰۰    | ۰/۷۰۰   | ۱/۴۰۰    |
| دکتر شریعتی                                     | ۰/۲۰۸    | ۰/۰۶۰   | ۰/۲۶۸    | ۰/۱۶۱    | ۰/۰۹۸   | ۰/۲۵۹    | ۰/۲۴۰    | ۰/۰۴۲   | ۰/۲۸۲    | ۰/۲۳۶    | ۰/۰۳۱   | ۰/۲۶۷    | ۰/۲۳۸    | ۰/۰۱۸   | ۰/۲۵۷    |
| رازی                                            | ۰/۲۵۸    | ۰/۲۵۸   | ۰/۵۱۷    | ۰/۲۷۶    | ۰/۲۷۶   | ۰/۵۵۳    | ۰/۲۹۴    | ۰/۲۹۴   | ۰/۵۸۸    | ۰/۳۹۱    | ۰/۳۹۱   | ۰/۷۸۱    | ۰/۳۵۴    | ۰/۳۵۴   | ۰/۷۰۸    |
| روان‌پزشکی<br>روزبه                             | ۰/۹۱۴    | ۰/۰۳۲   | ۰/۹۴۶    | ۰/۹۱۶    | ۰/۰۱۸   | ۰/۹۳۴    | ۰/۹۳۱    | ۰/۰۲۴   | ۰/۹۵۵    | ۰/۹۶۷    | ۰/۰۲۰   | ۰/۹۸۷    | ۰/۹۷۴    | ۰/۰۲۷   | ۱/۰۰۱    |
| سینا                                            | ۰/۳۷۷    | ۰/۰۶۹   | ۰/۴۴۶    | ۰/۲۶۹    | ۰/۱۹۳   | ۰/۴۶۲    | ۰/۴۲۸    | ۰/۰۱۶   | ۰/۴۴۴    | ۰/۳۷۵    | ۰/۰۳۴   | ۰/۴۰۹    | ۰/۳۲۶    | ۰/۰۴۲   | ۰/۳۶۸    |
| ضیائی‌ان                                        | ۰/۵۱۲    | ۰/۵۱۲   | ۱/۰۲۳    | ۰/۵۱۵    | ۰/۵۱۵   | ۱/۰۳۱    | ۰/۶۰۷    | ۰/۶۰۷   | ۱/۲۱۴    | ۰/۶۰۲    | ۰/۶۰۲   | ۱/۲۰۵    | ۰/۵۹۴    | ۰/۵۶۹   | ۱/۱۶۳    |
| فارابی                                          | ۱        | ۰/۶۶۸   | ۱/۶۶۸    | ۱        | ۰/۷۱۷   | ۱/۷۱۷    | ۱        | ۰/۶۰۷   | ۱/۶۰۷    | ۱        | ۰/۴۸۵   | ۱/۴۸۵    | ۱        | ۰/۵۷۲   | ۱/۵۷۲    |
| مرکز طبی<br>کودکان                              | ۰/۶۶۴    | ۰/۰۲۷   | ۰/۶۹۱    | ۰/۶۷۹    | ۰/۰۲۴   | ۰/۷۰۳    | ۰/۵۶۷    | ۰/۰۱۹   | ۰/۵۸۶    | ۰/۵۲۴    | ۰/۰۲۱   | ۰/۵۴۵    | ۰/۴۵۲    | ۰/۰۱۳   | ۰/۴۶۵    |
| میانگین                                         | ۰/۵۲۰    | ۰/۲۸۱   | ۰/۸۰۱    | ۰/۵۱۲    | ۰/۳۰۲   | ۰/۸۱۴    | ۰/۵۵۸    | ۰/۲۶۹   | ۰/۸۲۸    | ۰/۵۸۳    | ۰/۲۶۱   | ۰/۸۴۴    | ۰/۵۴۸    | ۰/۲۵۷   | ۰/۸۰۵    |
| بیشترین بهره‌وری یک بیمارستان طی دوره موردبررسی |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |
| کمترین بهره‌وری یک بیمارستان طی دوره موردبررسی  |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |

شکل (۱-۴) میزان کارایی بیمارستان‌ها را طی دوره زمانی سال ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۵ نشان می‌دهد. واحدهای بیمارستانی فارابی، روان‌پزشکی روزبه و بهارلو که در این دوره توانسته‌اند کارایی بیشتری داشته باشند در حقیقت نسبت به واحدهای دیگر با صرف ورودی‌ها، خروجی بهتری را ثبت کرده‌اند؛ این واحدها می‌توانند به‌عنوان الگوی واحدهای ناکارا معرفی شوند. واحدهای بیمارستانی امام خمینی، دکتر شریعتی و رازی به ترتیب دارای کمترین میزان کارایی در طول دوره بوده‌اند و به نسبت ورودی‌های مناسبی که صرف کرده‌اند نتوانسته‌اند خروجی مناسبی را داشته باشند.



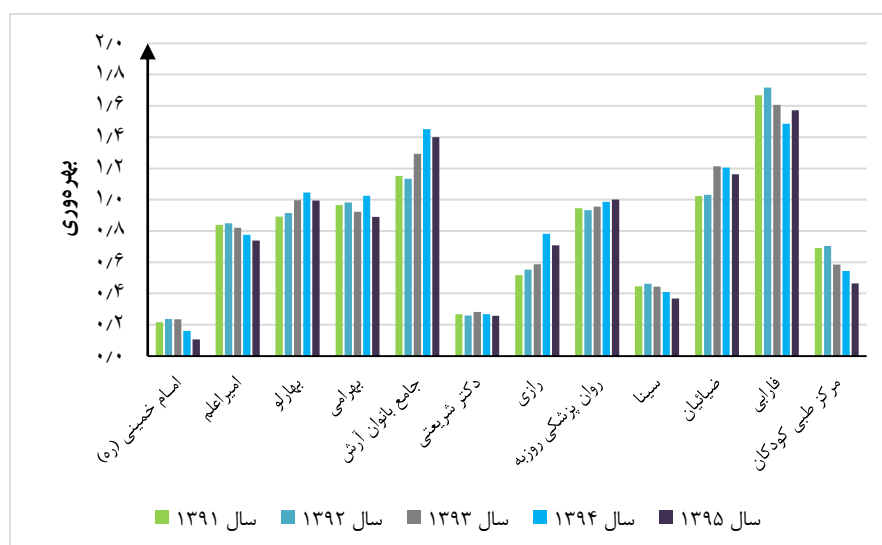
شکل ۱-۴: میزان کارایی بیمارستان‌ها

شکل (۲-۴) میزان اثربخشی بیمارستان‌ها را طی دوره زمانی سال ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۵ نشان می‌دهد. بیمارستان‌های جامع بانوان آرش، فارابی و ضیائیان توانسته‌اند به نسبت دیگر بیمارستان‌ها اثربخشی بیشتری داشته باشند؛ این بیمارستان‌ها در حقیقت توانسته‌اند نسبت به اهداف تعیین‌شده برای خروجی‌ها که همان میانگین کلیه بیمارستان‌ها در طول همان دوره است بهتر عمل کنند و اثربخشی بیشتری را از خود نشان دهند. واحدهای بیمارستانی روان‌پزشکی روزبه، مرکز طبی کودکان و امام خمینی کمترین اثربخشی را نسبت به واحدهای دیگر از خود نشان داده‌اند.



شکل ۴-۲: میزان اثربخشی بیمارستان‌ها

شکل (۴-۳) میزان بهره‌وری واحدهای مختلف بیمارستانی را نشان می‌دهد. واحدهای بیمارستانی که در شاخص بهره‌وری کل نمره بالاتری را کسب نموده‌اند در مجموع کارایی و اثربخشی موفق‌تر عمل کرده‌اند. واحدهای بیمارستانی فارابی، جامع بانوان آرش و ضیائیان به ترتیب به‌عنوان واحدهای برتر از نظر شاخص بهره‌وری کل معرفی می‌شوند.



شکل ۴-۳: میزان بهره‌وری بیمارستان‌ها

## ۴-۵ رتبه‌بندی بیمارستان‌ها با استفاده از مدل توسعه‌یافته

در این بخش به رتبه‌بندی واحدهای بیمارستانی با استفاده از روش توسعه‌یافته تحلیل پوششی داده‌ها پرداخته می‌شود. شاخص‌های ورودی و خروجی انتخاب‌شده جهت ورود به مدل تحلیل پوششی داده‌ها با استفاده از رابطه (۳-۶) در نرم‌افزار گمز کد نویسی و کارایی، اثربخشی و بهره‌وری هر بیمارستان طی پنج سال در جدول (۴-۹) تا (۴-۱۳) ارائه‌شده است.

مزیت مدل توسعه داده‌شده ارائه راه‌کار برای بهبود واحدهای ناکارا و غیر اثربخش است. مدل توسعه داده‌شده تحلیل پوششی داده‌ها باعث می‌شود که هر واحد تصمیم‌بداند که به چه میزان ورودی‌ها و خروجی‌های خود را تغییر دهد تا به مرز کارایی و اثربخشی برسد، همچنین این مدل برای واحدهای ناکارا و غیر اثربخش، واحدهای الگو و مرجع را برای رسیدن به مرز کارایی و اثربخشی را نشان می‌دهد.

برای مثال تحلیل نتایج این مدل بدین‌صورت است که واحد تصمیم ۱ که همان بیمارستان امام خمینی است در سال ۹۱ دارای کارایی ۰/۱۱، اثربخشی ۰/۹۱ و بهره‌وری ۱/۰۲ است.  $\mu_j$  و  $\lambda_j$  به ترتیب نشان‌دهنده‌ی مجموعه مرجع واحد تصمیم در کارایی و اثربخشی است. این واحد باید برای رسیدن به مرز کارایی واحد پنجم و برای رسیدن به مرز اثربخشی واحد یازدهم را به‌عنوان مرجع قرار دهد،  $t_1^-$  ماکزیمم ورودی اول هدررفته که مقدار آن صفر است و نشان می‌دهد که ورودی به‌اندازه مصرف‌شده است،  $t_2^-$  ماکزیمم ورودی دوم هدررفته که نشان می‌دهد ۲۴ واحد ورودی اضافه مصرف‌شده است،  $t_3^-$  ماکزیمم ورودی سوم هدررفته که نشان می‌دهد ۰/۵ واحد ورودی اضافه مصرف‌شده است،  $t_1^+$  کمبود در خروجی اول که نشان می‌دهد ۲۸ واحد خروجی کمتر داشته است،  $t_2^+$  کمبود در خروجی دوم که نشان می‌دهد ۴۹ واحد خروجی کمتر داشته است،  $s_1^-$  و  $s_2^-$  کمبود در هدف اول و دوم است که این مدل آن را همیشه صفر نشان می‌دهد زیرا فرض بر این است که نمی‌توان هدف را تغییر داد و به میزان مطلوب تعیین شده است،  $s_1^+$  مقدار کمبود در خروجی اول نسبت به هدف را نشان می‌دهد که مقدار آن صفر است و  $s_2^+$  مقدار کمبود در خروجی دوم نسبت به هدف را نشان می‌دهد که مقدار آن ۱۵۳ است. واحدی که می‌خواهد به مرز کارایی برسد باید مقدار تمام متغیرهای  $t_i^-$ ،  $t_i^+$ ،  $s_i^-$ ،  $s_i^+$  را به صفر برساند.

جدول ۹-۴: نتایج تحلیل بهره‌وری با استفاده از مدل توسعه یافته برای سال ۹۱

| $s_2^+$ | $s_1^+$ | $s_2^-$ | $s_1^-$ | $\lambda_j$            | $t_2^+$ | $t_1^+$ | $t_3^-$ | $t_2^-$ | $t_1^-$ | $\mu_j$        | <i>pro.</i> | <i>effe.</i> | <i>effi.</i> | <i>DMU</i> |
|---------|---------|---------|---------|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|----------------|-------------|--------------|--------------|------------|
| ۱۵۳     | ۰       | ۰       | ۰       | $\lambda_{11} = 0.915$ | ۴۹      | ۲۸      | ۰/۵     | ۲۴      | ۰       | $\mu_5 = 0.55$ | ۱/۰۲        | ۰/۹۱         | ۰/۱۱         | ۱          |
| ۶۷      | ۰       | ۰       | ۰       | $\lambda_{11} = 0.667$ | ۳۴      | ۱۶      | ۲۶/۷    | ۳۱/۷    | ۰       | $\mu_5 = 0.79$ | ۱/۲۱        | ۰/۶۶         | ۰/۵۴         | ۲          |
| ۱۰۸     | ۰       | ۰       | ۰       | $\lambda_{11} = 0.842$ | ۳۹      | ۷       | ۶۵/۲    | ۰       | ۱۰۵     | $\mu_5 = 0.84$ | ۱/۳۷        | ۰/۸۴         | ۰/۵۲         | ۳          |
| ۹۹      | ۰       | ۰       | ۰       | $\lambda_{11} = 0.826$ | ۰       | ۰       | ۰       | ۰       | ۰       | $\mu_4 = 1$    | ۱/۸۲        | ۰/۸۲         | ۱            | ۴          |
| ۵۵      | ۰       | ۰       | ۰       | $\lambda_{11} = 0.739$ | ۰       | ۰       | ۰       | ۰       | ۰       | $\mu_5 = 1$    | ۱/۷۳        | ۰/۷۳         | ۱            | ۵          |
| ۱۴۶     | ۰       | ۰       | ۰       | $\lambda_{11} = 0.930$ | ۵۷      | ۳۱      | ۱۳/۷    | ۲۴/۸    | ۰       | $\mu_5 = 0.67$ | ۱/۰۹        | ۰/۹۳         | ۰/۱۶         | ۶          |
| ۶۷      | ۰       | ۰       | ۰       | $\lambda_{11} = 0.502$ | ۰       | ۰       | ۰       | ۰       | ۰       | $\mu_7 = 1$    | ۱/۵۰        | ۰/۵۰         | ۱            | ۷          |
| ۱۷۸     | ۰       | ۰       | ۰       | $\lambda_{11} = 0.914$ | ۰       | ۰       | ۰       | ۰       | ۰       | $\mu_8 = 1$    | ۱/۹۱        | ۰/۹۱         | ۱            | ۸          |
| ۱۲۸     | ۰       | ۰       | ۰       | $\lambda_{11} = 0.877$ | ۵۵      | ۲۶      | ۲۰/۲    | ۳۲/۴    | ۰       | $\mu_5 = 0.73$ | ۱/۱۴        | ۰/۸۷         | ۰/۲۷         | ۹          |
| ۶۵      | ۰       | ۰       | ۰       | $\lambda_{11} = 0.716$ | ۰       | ۰       | ۰       | ۰       | ۰       | $\mu_{10} = 1$ | ۱/۷۱        | ۰/۷۱         | ۱            | ۱۰         |
| ۰       | ۰       | ۰       | ۰       | $\lambda_{11} = 1$     | ۰       | ۰       | ۰       | ۰       | ۰       | $\mu_{11} = 1$ | ۲           | ۱            | ۱            | ۱۱         |
| ۱۳۸     | ۰       | ۰       | ۰       | $\lambda_{11} = 0.968$ | ۵۹      | ۲۴      | ۱۸/۷    | ۸/۵     | ۰       | $\mu_5 = 0.85$ | ۱/۳۲        | ۰/۹۶         | ۰/۳۵         | ۱۲         |

جدول ۴-۱۰: نتایج تحلیل بهره‌وری با استفاده از مدل توسعه یافته برای سال ۹۲

| $s_2^+$ | $s_1^+$ | $s_2^-$ | $s_1^-$ | $\lambda_j$            | $t_2^+$ | $t_1^+$ | $t_3^-$ | $t_2^-$ | $t_1^-$ | $\mu_j$                          | <i>pro.</i> | <i>effe.</i> | <i>effi.</i> | <i>DMU</i> |
|---------|---------|---------|---------|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|----------------------------------|-------------|--------------|--------------|------------|
| ۱۵۱     | •       | •       | •       | $\lambda_{11} = 0.914$ | ۵۸      | ۱۷      | ۱۵/۳    | •/۳۷    | •       | $\mu_{11} = 0.30$                | ۱/۰۴        | •/۹۱         | •/۱۳         | ۱          |
| ۶۹      | •       | •       | •       | $\lambda_{11} = 0.677$ | ۳۲      | ۱۷      | ۱۷      | ۳۳/۴    | •       | $\mu_5 = 0.81$                   | ۱/۲۴        | •/۶۷         | •/۵۷         | ۲          |
| ۱۱۰     | •       | •       | •       | $\lambda_{11} = 0.859$ | ۳۸      | ۹/۵     | ۵۵/۸    | •       | ۱۰۰     | $\mu_5 = 0.87$                   | ۱/۴۱        | •/۸۵         | •/۵۵         | ۳          |
| ۱۰۳     | •       | •       | •       | $\lambda_{11} = 0.846$ | •       | •       | •       | •       | •       | $\mu_4 = 1$                      | ۱/۸۴        | •/۸۴         | ۱            | ۴          |
| ۶۲      | •       | •       | •       | $\lambda_{11} = 0.757$ | •       | •       | •       | •       | •       | $\mu_5 = 1$                      | ۱/۷۵        | •/۷۵         | ۱            | ۵          |
| ۱۳۹     | •       | •       | •       | $\lambda_{11} = 0.877$ | ۵۴      | ۳۲      | ۱۴      | ۲۷/۶    | •       | $\mu_5 = 0.66$                   | ۱/۰۵        | •/۸۸         | •/۱۷         | ۶          |
| ۶۰      | •       | •       | •       | $\lambda_{11} = 0.486$ | •       | •       | •       | •       | •       | $\mu_7 = 1$                      | ۱/۴۸        | •/۴۸         | ۱            | ۷          |
| ۱۷۹     | •       | •       | •       | $\lambda_{11} = 0.916$ | •       | •       | •       | •       | •       | $\mu_8 = 1$                      | ۱/۹۱        | •/۹۱         | ۱            | ۸          |
| ۱۲۹     | •       | •       | •       | $\lambda_{11} = 0.896$ | ۵۵      | ۲۸      | ۱۷/۵    | ۳۵/۴    | •       | $\mu_5 = 0.79$                   | ۱/۱۹        | •/۸۹         | •/۳۰         | ۹          |
| ۷۵      | •       | •       | •       | $\lambda_{11} = 0.757$ | •       | ۲/۹     | ۴/۸     | ۷       | •       | $\mu_4 = 0.49$<br>$\mu_5 = 0.46$ | ۱/۷۱        | •/۷۵         | •/۹۵         | ۱۰         |
| •       | •       | •       | •       | $\lambda_{11} = 1$     | •       | •       | •       | •       | •       | $\mu_{11} = 1$                   | ۲           | ۱            | ۱            | ۱۱         |
| ۱۴۴     | •       | •       | •       | $\lambda_{11} = 0.987$ | ۵۷      | ۲۵      | ۸/۵     | ۱۰/۸    | •       | $\mu_5 = 0.85$                   | ۱/۳۵        | •/۹۸         | •/۳۶         | ۱۲         |

جدول ۴-۱۱: نتایج تحلیل بهره‌وری با استفاده از مدل توسعه یافته برای سال ۹۳

| $s_2^+$ | $s_1^+$ | $s_2^-$ | $s_1^-$ | $\lambda_j$            | $t_2^+$ | $t_1^+$ | $t_3^-$ | $t_2^-$ | $t_1^-$ | $\mu_j$                             | <i>pro.</i> | <i>effe.</i> | <i>effi.</i> | <i>DMU</i> |
|---------|---------|---------|---------|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|-------------------------------------|-------------|--------------|--------------|------------|
| ۱۷۸     | •       | •       | •       | $\lambda_{11} = 0.973$ | ۵۴      | ۳۶      | •       | ۳۱/۴    | •       | $\mu_5 = 0.39$<br>$\mu_{10} = 0.16$ | ۱/۰۹        | ۰/۹۷         | ۰/۱۱         | ۱          |
| ۹۱      | •       | •       | •       | $\lambda_{11} = 0.743$ | ۳۶      | ۲۸      | ۱/۵     | ۲۷/۷    | •       | $\mu_{10} = 0.77$                   | ۱/۲۵        | ۰/۷۴         | ۰/۵۱         | ۲          |
| ۱۳۱     | •       | •       | •       | $\lambda_{11} = 0.940$ | ۴۰      | ۱۸      | ۵۸/۹    | •       | ۸۶/۵    | $\mu_5 = 0.83$                      | ۱/۴۸        | ۰/۹۴         | ۰/۵۴         | ۳          |
| ۱۱۷     | •       | •       | •       | $\lambda_{11} = 0.838$ | ۱۹      | ۲       | ۷/۷     | •       | •       | $\mu_5 = 0.07$<br>$\mu_{10} = 0.71$ | ۱/۶۷        | ۰/۸۳         | ۰/۸۳         | ۴          |
| ۱۰۴     | •       | •       | •       | $\lambda_{11} = 0.954$ | •       | •       | •       | •       | •       | $\mu_5 = 1$                         | ۱/۹۵        | ۰/۹۵         | ۱            | ۵          |
| ۱۶۱     | •       | •       | •       | $\lambda_{11} = 0.923$ | ۵۵      | ۳۹      | ۵/۴     | ۲۷/۹    | •       | $\mu_{10} = 0.62$                   | ۱/۰۷        | ۰/۹۲         | ۰/۱۵         | ۶          |
| ۶۸      | •       | •       | •       | $\lambda_{11} = 0.511$ | •       | •       | •       | •       | •       | $\mu_7 = 1$                         | ۱/۵۱        | ۰/۵۱         | ۱            | ۷          |
| ۱۹۹     | •       | •       | •       | $\lambda_{11} = 0.931$ | •       | •       | •       | •       | •       | $\mu_8 = 1$                         | ۱/۹۳        | ۰/۹۳         | ۱            | ۸          |
| ۱۵۳     | •       | •       | •       | $\lambda_{11} = 0.960$ | ۵۹      | ۴۰      | ۱۴/۸    | ۲۲/۱    | •       | $\mu_{10} = 0.77$                   | ۱/۲۳        | ۰/۹۶         | ۰/۲۷         | ۹          |
| ۱۰۸     | •       | •       | •       | $\lambda_{11} = 0.933$ | •       | •       | •       | •       | •       | $\mu_{10} = 1$                      | ۱/۹۳        | ۰/۹۳         | ۱            | ۱۰         |
| •       | •       | •       | •       | $\lambda_{11} = 1$     | •       | •       | •       | •       | •       | $\mu_{11} = 1$                      | ۲           | ۱            | ۱            | ۱۱         |
| ۱۶۳     | •       | •       | •       | $\lambda_{11} = 0.983$ | ۵۷      | ۳۵      |         | ۱۵/۹    |         | $\mu_5 = 0.25$<br>$\mu_{10} = 0.47$ | ۱/۲۷        | ۰/۹۸         | ۰/۲۹         | ۱۲         |



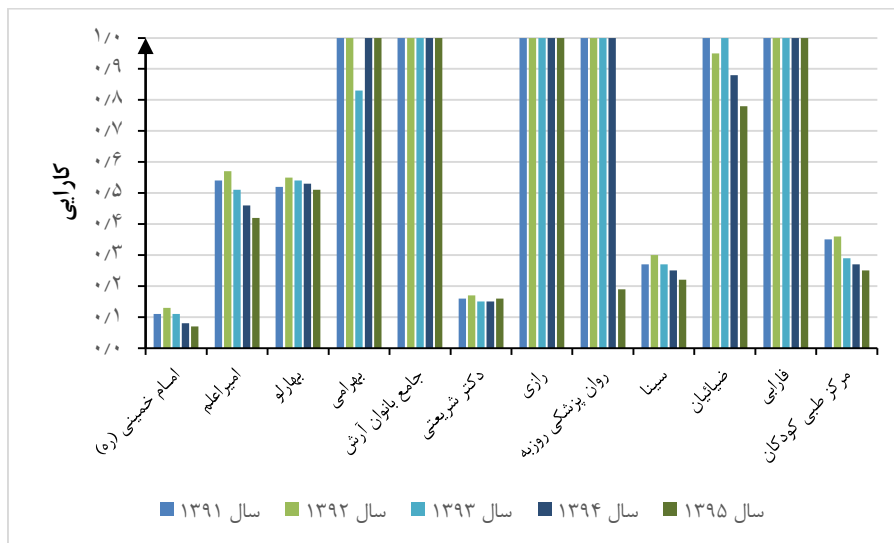
جدول ۴-۱۲: نتایج تحلیل بهره‌وری با استفاده از مدل توسعه یافته برای سال ۹۴

| $s_2^+$ | $s_1^+$ | $s_2^-$ | $s_1^-$ | $\lambda_j$                                   | $t_2^+$ | $t_1^+$ | $t_3^-$ | $t_2^-$ | $t_1^-$ | $\mu_j$                          | <i>pro.</i> | <i>effe.</i> | <i>effi.</i> | <i>DMU</i> |
|---------|---------|---------|---------|-----------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|----------------------------------|-------------|--------------|--------------|------------|
| ۱۴      | •       | •       | •       | $\lambda_{11} = 0.990$                        | ۵۵      | ۴۱      | •       | ۵۰      | ۱۰۳     | $\mu_5 = 0.96$                   | ۱/۰۷        | ۰/۹۹         | ۰/۰۸         | ۱          |
| •       | •       | •       | •       | $\lambda_5 = 0.430$<br>$\lambda_{12} = 0.341$ | ۴۲      | ۳۱      | ۱۸/۷    | •       | •       | $\mu_5 = 0.05$<br>$\mu_7 = 1.13$ | ۱/۲۳        | ۰/۷۷         | ۰/۴۶         | ۲          |
| •       | •       | •       | •       | $\lambda_5 = 0.451$<br>$\lambda_{12} = 0.499$ | ۴۳      | ۱۶      | ۷۳      | •       | ۸۷      | $\mu_5 = 0.79$                   | ۱/۴۸        | ۰/۹۵         | ۰/۵۳         | ۳          |
| •       | •       | •       | •       | $\lambda_5 = 0.398$<br>$\lambda_{12} = 0.497$ | •       | •       | •       | •       | •       | $\mu_4 = 1$                      | ۱/۸۹        | ۰/۸۹         | ۱            | ۴          |
| •       | •       | •       | •       | $\lambda_5 = 1$                               | •       | •       | •       | •       | •       | $\mu_5 = 1$                      | ۲           | ۱            | ۱            | ۵          |
| ۷       | •       | •       | •       | $\lambda_{12} = 0.985$                        | ۵۹      | ۴۳      | ۷/۷     | ۱/۸     | •       | $\mu_7 = 1.06$                   | ۱/۱۳        | ۰/۹۸         | ۰/۱۵         | ۶          |
| •       | •       | •       | •       | $\lambda_5 = 0.457$<br>$\lambda_{12} = 0.126$ | •       | •       | •       | •       | •       | $\mu_7 = 1$                      | ۱/۵۸        | ۰/۵۸         | ۱            | ۷          |
| ۴۴      | •       | •       | •       | $\lambda_{12} = 0.967$                        | •       | •       | •       | •       | •       | $\mu_8 = 1$                      | ۱/۹۶        | ۰/۹۶         | ۱            | ۸          |
| •       | •       | •       | •       | $\lambda_5 = 0.165$<br>$\lambda_{12} = 0.798$ | ۶۴      | ۴۳      | ۳۲/۹    |         |         | $\mu_5 = 0.21$<br>$\mu_7 = 0.89$ | ۱/۲۱        | ۰/۹۶         | ۰/۲۵         | ۹          |
| •       | •       | •       | •       | $\lambda_5 = 0.716$<br>$\lambda_{12} = 0.178$ | ۹       | ۱       | ۴۰/۹    |         |         | $\mu_5 = 0.63$<br>$\mu_7 = 0.37$ | ۱/۷۷        | ۰/۸۹         | ۰/۸۸         | ۱۰         |
| •       | •       | •       | •       | $\lambda_{11} = 1$                            | •       | •       | •       | •       | •       | $\mu_{11} = 1$                   | ۲           | ۱            | ۱            | ۱۱         |
| •       | •       | •       | •       | $\lambda_{12} = 1$                            | ۶۰      | ۳۵      | ۷/۳     | •       | •       | $\mu_5 = 0.29$<br>$\mu_7 = 0.65$ | ۱/۲۷        | ۱            | ۰/۲۷         | ۱۲         |

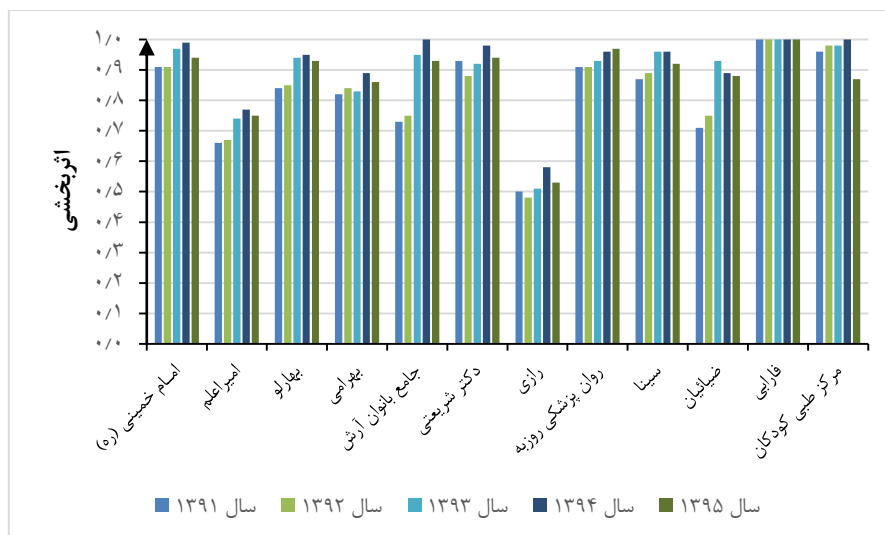
جدول ۴-۱۳: نتایج تحلیل بهره‌وری با استفاده از مدل توسعه یافته برای سال ۹۵

| $s_2^+$ | $s_1^+$ | $s_2^-$ | $s_1^-$ | $\lambda_j$            | $t_2^+$ | $t_1^+$ | $t_3^-$ | $t_2^-$ | $t_1^-$ | $\mu_j$                                            | <i>pro.</i> | <i>effe.</i> | <i>effi.</i> | <i>DMU</i> |
|---------|---------|---------|---------|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|----------------------------------------------------|-------------|--------------|--------------|------------|
| ۱۶۲     | •       | •       | •       | $\lambda_{11} = 0.941$ | ۶۷      | ۴۴      | ۱۲/۴    | ۲۴/۴    | •       | $\mu_5 = 0.56$                                     | ۱/۰۱        | ۰/۹۴         | ۰/۰۷         | ۱          |
| ۱۰۱     | •       | •       | •       | $\lambda_{11} = 0.753$ | ۴۷      | ۳۰      | ۱۷/۱    | •       | •       | $\mu_5 = 0.19$<br>$\mu_7 = 0.89$                   | ۱/۱۷        | ۰/۷۵         | ۰/۴۲         | ۲          |
| ۱۲۷     | •       | •       | •       | $\lambda_{11} = 0.931$ | ۵۰      | ۱۷      | ۶۷      | •       | ۵۴/۴    | $\mu_5 = 0.79$                                     | ۱/۴۴        | ۰/۹۳         | ۰/۵۱         | ۳          |
| ۱۲۶     | •       | •       | •       | $\lambda_{11} = 0.861$ | •       | •       | •       | •       | •       | $\mu_4 = 1$                                        | ۱/۸۶        | ۰/۸۶         | ۱            | ۴          |
| ۸۵      | •       | •       | •       | $\lambda_{11} = 0.937$ | •       | •       | •       | •       | •       | $\mu_5 = 1$                                        | ۱/۹۳        | ۰/۹۳         | ۱            | ۵          |
| ۱۶۱     | •       | •       | •       | $\lambda_{11} = 0.944$ | ۶۳      | ۳۵      | ۱۷/۶    | ۳۵/۷    | •       | $\mu_5 = 0.58$                                     | ۱/۱۰        | ۰/۹۴         | ۰/۱۶         | ۶          |
| ۵۹      | •       | •       | •       | $\lambda_{11} = 0.530$ | •       | •       | •       | •       | •       | $\mu_7 = 1$                                        | ۱/۵۳        | ۰/۵۳         | ۱            | ۷          |
| ۲۰۶     | •       | •       | •       | $\lambda_{11} = 0.974$ | ۲۰      | •       | ۱۴/۲    | •       | •       | $\mu_4 = 0.01$<br>$\mu_5 = 0.05$<br>$\mu_7 = 0.28$ | ۱/۱۶        | ۰/۹۷         | ۰/۱۹         | ۸          |
| ۱۵۰     | •       | •       | •       | $\lambda_{11} = 0.926$ | ۶۳      | ۳۳      | ۳۳/۶    | ۳۰/۳    | •       | $\mu_5 = 0.63$                                     | ۱/۱۵        | ۰/۹۲         | ۰/۲۲         | ۹          |
| ۱۰۲     | •       | •       | •       | $\lambda_{11} = 0.889$ | ۲۲      | ۱۲      | ۱۹      | •       | •       | $\mu_5 = 0.35$<br>$\mu_7 = 0.97$                   | ۱/۶۷        | ۰/۸۸         | ۰/۷۸         | ۱۰         |
| •       | •       | •       | •       | $\lambda_{11} = 1$     | •       | •       | •       | •       | •       | $\mu_{11} = 1$                                     | ۲           | ۱            | ۱            | ۱۱         |
| ۱۴۳     | •       | •       | •       | $\lambda_{11} = 0.875$ | ۵۸      | ۲۹      | ۱۸/۳    | ۱۹/۶    | •       | $\mu_5 = 0.58$                                     | ۱/۱۲        | ۰/۸۷         | ۰/۲۵         | ۱۲         |

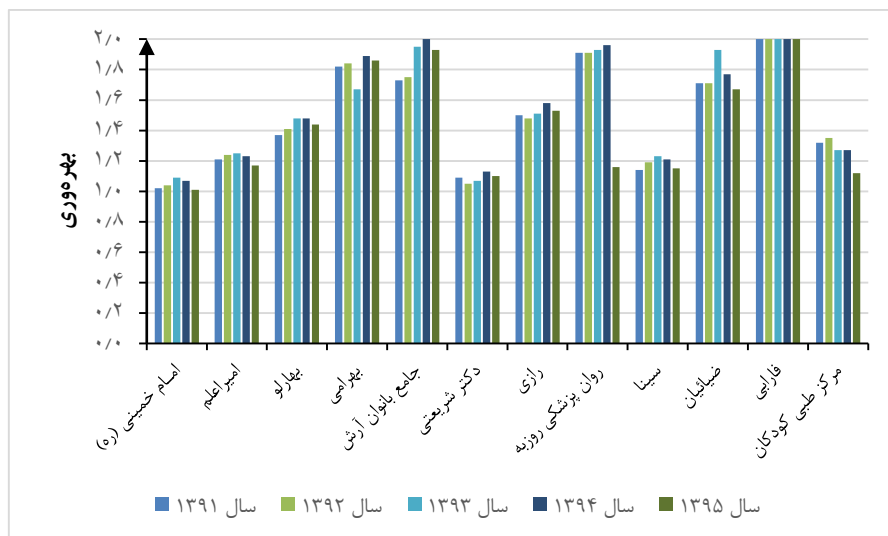
شکل (۴-۴) میزان کارایی بیمارستان‌ها با استفاده از مدل توسعه‌یافته را نشان می‌دهد، بیمارستان‌های فارابی، رازی و جامع بانوان آرش دارای بیشترین میزان کارایی در طی دوره بررسی‌شده می‌باشند. شکل (۴-۵) میزان اثربخشی بیمارستان‌ها با استفاده از مدل توسعه‌یافته را نشان می‌دهد، بیمارستان‌های فارابی، مرکز طبی کودکان و امام خمینی نیز اثربخشی بیشتری داشتند. همچنین شکل (۴-۶) میزان بهره‌وری بیمارستان‌ها با استفاده از مدل توسعه‌یافته را نشان می‌دهد، بیمارستان‌های فارابی جامع بانوان آرش و بهرامی بهره‌وری بیشتری را از خود نشان دادند.



شکل ۴-۴: میزان کارایی بیمارستان‌ها با استفاده از مدل توسعه‌یافته



شکل ۴-۵: میزان اثربخشی بیمارستان‌ها با استفاده از مدل توسعه‌یافته



۴-۶: میزان بهره‌وری بیمارستان‌ها با استفاده از مدل توسعه‌یافته

## ۴-۶ جمع‌بندی

نتایج مقایسات هر دو مدل تحلیل پوششی داده‌ها بررسی شده نشان می‌دهد که مدل توسعه یافته معمولاً کارایی، اثربخشی و بهره‌وری بالاتری نسبت به مدل موجود در ادبیات را منعکس می‌کند و به طور کلی به واقعیت نزدیک‌تر است.

## فصل ۵ : نتیجه گیری

تحلیل بهره‌وری مراکز درمانی بیمارستانی به‌عنوان یک از مهم‌ترین ارکان ارائه‌دهنده خدمات درمانی در سطح کشور با تأکید هم‌زمان بر دو مؤلفه مهم کارایی و اثربخشی می‌تواند تأثیر بسزایی بر ارتقای مدیریت نظام سلامت و درمان کشور داشته باشد. تحلیل مناسب تخصیص منابع، چگونگی صرف منابع، ارائه خدمات، اعمال کنترل صحیح، ارزشیابی‌های دقیق و منظم و غیره همگی می‌توانند ازجمله نتایج پیاده‌سازی یک الگوی موفق ارزیابی عملکرد سازمانی باشند. در این مطالعه، اقدام به بررسی بیمارستان‌های تحت نظر دانشگاه علوم پزشکی تهران شده است. برای این منظور، از یک رویکرد ترکیبی مبتنی بر روش بهترین-بدترین فازی و تحلیل پوششی داده‌ها استفاده شده است.

روش بهترین-بدترین فازی ارائه‌شده، رویکردی جدید در انتخاب معیارهای ارزیابی عملکرد است که می‌تواند توسط پژوهشگران مورد استفاده قرار گیرد. مدل تحلیل پوششی داده‌های این پژوهش نیز بر اساس مقاله (آزادی و همکاران، ۲۰۱۵) است که یک‌بار به‌وسیله این مدل تحلیل کارایی، اثربخشی و بهره‌وری انجام شد، همچنین مدلی برحسب مسئله دوگان توسعه داده شد که علاوه بر توانایی مدل قبل بتواند با ارائه پیشنهاد به واحدهای تصمیم برای کاهش ورودی‌ها و افزایش خروجی‌ها منجر به کارایی و اثربخشی واحدهای ناکارا و اثربخشی شود.

همچنین با توجه به اهمیت موضوع ارزیابی عملکرد مراکز درمانی و بهداشتی و نقش آن در بهبود سلامت جامعه، استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها به‌کاررفته در این مقاله که توانایی اندازه‌گیری هم‌زمان کارایی، اثربخشی و بهره‌وری را دارا می‌باشد و همچنین می‌تواند با ارائه راه‌کار برای کاهش ورودی‌ها و یا افزایش خروجی‌ها به نسبت معین موجبات بهبود مستمر این مراکز و نظام سلامت ایران را فراهم کند از مزیت‌های این مدل است.

این تحقیق نشان داد که با توجه به معیارهای بررسی‌شده کدام بیمارستان‌ها در طول دوره مورد مطالعه نسبت به مابقی واحدهای بیمارستانی کارا تر و اثربخش‌تر عمل کرده‌اند. همچنین می‌توان واحدهای برتر بیمارستانی را در طی دوره مشاهده کرد.

با توجه به نتایج تحقیق، پیشنهاد می‌گردد برنامه‌ریزان نظام سلامت و درمان کشور مرتباً مراکز درمانی و بهداشتی را مورد مقایسه قرار داده و با توجه به اهداف تعیین‌شده برای هر مرکز درمانی میزان دستیابی به این اهداف را موردسنجش قرار دهند. مدل ارائه‌شده در این تحقیق توانایی ارزیابی عملکرد مراکز درمانی را با توجه به شاخص‌های مدنظر پژوهشگران دارا می‌باشد و می‌تواند به‌عنوان ابزاری مناسب مورد استفاده قرار گیرد. جهت افزایش کاربردپذیری الگوی ارزیابی عملکرد پیشنهادی، با توجه به داده‌های موردنیاز برای انجام تحلیل، می‌توان با توسعه یک بستر نرم‌افزاری ساده اقدام به جمع‌آوری داده‌ها به‌صورت منظم و ارائه تحلیل آن‌ها نمود.

## ۱-۵ پیشنهادات پژوهشی

- در مطالعات آتی برای ارزیابی عملکرد مراکز درمانی می‌توان موارد زیر را بررسی کرد.
- (۱) در این مطالعه تمرکز بر مقایسه مراکز درمانی بوده است. این در حالی است که الگوی ارزیابی عملکرد پیشنهادی می‌تواند جهت ارزیابی عملکرد واحدهای درون‌سازمانی برای هر مرکز درمانی نیز در تحقیقات آتی به کار گرفته شود.
- (۲) این امکان وجود دارد که مراکز مورد ارزیابی بنا به نوع مأموریت خود، دارای اهداف متفاوت باشند. از این رو در مطالعات آتی می‌توان اقدام به لحاظ نمودن اهداف متنوع در ارزیابی عملکرد واحدهای تحت ارزیابی نمود.

پیوست ۱: داده‌های آماری مربوط به سال ۹۱

| نام بیمارستان    | ورودی                          |                 |                                         | خروجی             |                                 | هدف                             |                                         |
|------------------|--------------------------------|-----------------|-----------------------------------------|-------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------|
|                  | کارکنان<br>بهداشتی و<br>درمانی | سایر<br>کارکنان | تعداد<br>تخت‌های<br>فعال و فعال<br>ویژه | درصد اشغال<br>تخت | نسبت پذیرش<br>به ازای هر<br>تخت | ایده آل<br>درصد اشغال<br>هر تخت | ایده آل نسبت<br>پذیرش به<br>ازای هر تخت |
| امام خمینی       | ۱۰۴۳                           | ۷۰۵             | ۵۷۸                                     | ۸۷/۱۵             | ۳۴/۷۵                           | ۸۳                              | ۹۴/۴۳                                   |
| امیر اعلم        | ۲۹۸                            | ۱۹۷             | ۲۰۷                                     | ۶۳/۵۱             | ۶۹/۳۵                           | ۸۳                              | ۹۴/۴۳                                   |
| بهارلو           | ۴۶۳                            | ۱۴۷             | ۲۶۶                                     | ۸۰/۲۲             | ۶۴/۵۴                           | ۸۳                              | ۹۴/۴۳                                   |
| بهرامی           | ۲۰۶                            | ۹۸              | ۱۴۰                                     | ۷۸/۷۰             | ۶۹/۹۵                           | ۸۳                              | ۹۴/۴۳                                   |
| جامع بانوان آرش  | ۲۳۱                            | ۱۱۳             | ۱۲۷                                     | ۷۰/۳۹             | ۹۶/۷۲                           | ۸۳                              | ۹۴/۴۳                                   |
| دکتر شریعتی      | ۸۶۳                            | ۵۵۹             | ۵۵۰                                     | ۸۸/۶۳             | ۴۴/۹۵                           | ۸۳                              | ۹۴/۴۳                                   |
| رازی             | ۱۲۱                            | ۹۲              | ۶۹                                      | ۴۷/۸۳             | ۳۵/۷۱                           | ۸۳                              | ۹۴/۴۳                                   |
| روان پزشکی روزبه | ۱۷۴                            | ۱۲۶             | ۱۹۸                                     | ۸۷/۱۱             | ۹/۵۶                            | ۸۳                              | ۹۴/۴۳                                   |
| سینا             | ۵۵۳                            | ۳۷۶             | ۳۷۰                                     | ۸۳/۵۰             | ۵۱/۶۴                           | ۸۳                              | ۹۴/۴۳                                   |
| ضیائیان          | ۲۰۹                            | ۱۰۷             | ۱۱۵                                     | ۶۸/۲۵             | ۸۱/۶۸                           | ۸۳                              | ۹۴/۴۳                                   |
| فارابی           | ۴۴۹                            | ۳۰۴             | ۲۱۸                                     | ۹۵/۲۶             | ۲۰۵/۳۳                          | ۸۳                              | ۹۴/۴۳                                   |
| مرکز طبی کودکان  | ۵۱۶                            | ۲۷۵             | ۳۳۳                                     | ۹۲/۲۴             | ۶۰/۸۴                           | ۸۳                              | ۹۴/۴۳                                   |



پیوست ۲: داده‌های آماری مربوط به سال ۹۲

| هدف                               |                           | خروجی                     |                | ورودی                     |              |                          | نام بیمارستان    |
|-----------------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------|---------------------------|--------------|--------------------------|------------------|
| ایده آل نسبت پذیرش به ازای هر تخت | ایده آل درصد اشغال هر تخت | نسبت پذیرش به ازای هر تخت | درصد اشغال تخت | تعداد تخت‌های فعال و ویژه | سایر کارکنان | کارکنان بهداشتی و درمانی |                  |
| ۶۰/۲۴                             | ۹۰/۸۱                     | ۳۸/۱۲                     | ۸۶/۱۲          | ۵۹۷                       | ۷۲۲          | ۱۰۶۱                     | امام خمینی       |
| ۶۰/۲۴                             | ۹۰/۸۱                     | ۷۰/۴۶                     | ۶۳/۸۳          | ۲۰۵                       | ۲۰۹          | ۳۱۶                      | امیر اعلم        |
| ۶۰/۲۴                             | ۹۰/۸۱                     | ۶۷/۲۱                     | ۸۰/۹۳          | ۲۷۰                       | ۱۶۲          | ۴۸۱                      | بهارلو           |
| ۶۰/۲۴                             | ۹۰/۸۱                     | ۷۱/۶۷                     | ۷۹/۷۲          | ۱۳۹                       | ۱۰۹          | ۲۲۰                      | بهرامی           |
| ۶۰/۲۴                             | ۹۰/۸۱                     | ۹۳/۹۸                     | ۷۱/۳۲          | ۱۳۸                       | ۱۲۱          | ۲۴۵                      | جامع بانوان آرش  |
| ۶۰/۲۴                             | ۹۰/۸۱                     | ۴۳/۸۶                     | ۸۳/۵۸          | ۵۶۸                       | ۵۸۱          | ۸۷۶                      | دکتر شریعتی      |
| ۶۰/۲۴                             | ۹۰/۸۱                     | ۴۰/۰۳                     | ۴۵/۷۹          | ۶۹                        | ۱۰۱          | ۱۳۲                      | رازی             |
| ۶۰/۲۴                             | ۹۰/۸۱                     | ۱۰/۰۱                     | ۸۶/۳۵          | ۱۹۸                       | ۱۳۴          | ۱۹۸                      | روان پزشکی روزبه |
| ۶۰/۲۴                             | ۹۰/۸۱                     | ۵۶/۱۴                     | ۸۴/۴۱          | ۳۷۷                       | ۳۹۰          | ۵۷۷                      | سینا             |
| ۶۰/۲۴                             | ۹۰/۸۱                     | ۸۱/۰۰                     | ۷۱/۳۶          | ۱۴۱                       | ۱۲۰          | ۲۲۸                      | ضیائیان          |
| ۶۰/۲۴                             | ۹۰/۸۱                     | ۲۰۷/۳۱                    | ۹۴/۲۵          | ۲۱۷                       | ۳۲۲          | ۴۷۵                      | فارابی           |
| ۶۰/۲۴                             | ۹۰/۸۱                     | ۶۰/۰۳                     | ۹۳/۰۷          | ۳۳۱                       | ۲۹۹          | ۵۴۸                      | مرکز طبی کودکان  |

پیوست ۳: داده‌های آماری مربوط به سال ۹۳

| هدف                               |                           | خروجی                     |                | ورودی                     |              |                          | نام بیمارستان    |
|-----------------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------|---------------------------|--------------|--------------------------|------------------|
| ایده آل نسبت پذیرش به ازای هر تخت | ایده آل درصد اشغال هر تخت | نسبت پذیرش به ازای هر تخت | درصد اشغال تخت | تعداد تخت‌های فعال و ویژه | سایر کارکنان | کارکنان بهداشتی و درمانی |                  |
| ۶۵/۶۵                             | ۸۶/۷۱                     | ۴۰/۷۲                     | ۹۰/۳۱          | ۵۹۴                       | ۶۸۵          | ۱۰۵۳                     | امام خمینی       |
| ۶۵/۶۵                             | ۸۶/۷۱                     | ۷۵/۵۵                     | ۶۸/۹۹          | ۲۰۲                       | ۱۹۵          | ۳۱۷                      | امیر اعلم        |
| ۶۵/۶۵                             | ۸۶/۷۱                     | ۸۰/۳۹                     | ۸۷/۲۹          | ۲۷۳                       | ۱۳۷          | ۴۷۰                      | بهارلو           |
| ۶۵/۶۵                             | ۸۶/۷۱                     | ۷۱/۶۵                     | ۷۷/۸۰          | ۱۴۱                       | ۹۶           | ۲۱۳                      | بهرامی           |
| ۶۵/۶۵                             | ۸۶/۷۱                     | ۱۱۰/۱۳                    | ۸۸/۵۳          | ۱۳۹                       | ۱۰۵          | ۲۵۷                      | جامع بانوان آرش  |
| ۶۵/۶۵                             | ۸۶/۷۱                     | ۴۶/۰۷                     | ۸۵/۷۰          | ۵۵۹                       | ۵۴۸          | ۸۳۸                      | دکتر شریعتی      |
| ۶۵/۶۵                             | ۸۶/۷۱                     | ۴۶/۳۹                     | ۴۷/۴۱          | ۶۹                        | ۸۲           | ۱۲۳                      | رازی             |
| ۶۵/۶۵                             | ۸۶/۷۱                     | ۱۰/۱۵                     | ۸۶/۴۰          | ۱۸۹                       | ۱۰۵          | ۱۸۹                      | روان پزشکی روزبه |
| ۶۵/۶۵                             | ۸۶/۷۱                     | ۶۲/۹۲                     | ۸۹/۱۱          | ۴۱۳                       | ۳۳۷          | ۵۷۹                      | سینا             |
| ۶۵/۶۵                             | ۸۶/۷۱                     | ۱۰۱/۲۷                    | ۸۶/۵۶          | ۱۴۲                       | ۱۰۳          | ۲۲۶                      | ضیائیان          |
| ۶۵/۶۵                             | ۸۶/۷۱                     | ۲۲۵/۰۰                    | ۹۲/۸۲          | ۲۲۰                       | ۳۰۰          | ۴۷۰                      | فارابی           |
| ۶۵/۶۵                             | ۸۶/۷۱                     | ۵۷/۹۵                     | ۹۱/۲۳          | ۳۳۱                       | ۲۹۵          | ۵۵۶                      | مرکز طبّی کودکان |

پیوست ۴: داده‌های آماری مربوط به سال ۹۴

| هدف                               |                           | خروجی                     |                | ورودی                     |              |                          | نام بیمارستان    |
|-----------------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------|---------------------------|--------------|--------------------------|------------------|
| ایده آل نسبت پذیرش به ازای هر تخت | ایده آل درصد اشغال هر تخت | نسبت پذیرش به ازای هر تخت | درصد اشغال تخت | تعداد تخت‌های فعال و ویژه | سایر کارکنان | کارکنان بهداشتی و درمانی |                  |
| ۶۶/۹۵                             | ۸۸/۱۵                     | ۴۲/۰۱                     | ۹۱/۵۲          | ۵۹۳                       | ۱۱۰۰         | ۲۰۴۶                     | امام خمینی       |
| ۶۶/۹۵                             | ۸۸/۱۵                     | ۷۱/۷۳                     | ۷۰/۹۳          | ۲۱۵                       | ۱۸۹          | ۳۳۶                      | امیر اعلم        |
| ۶۶/۹۵                             | ۸۸/۱۵                     | ۸۳/۳۱                     | ۸۷/۴۷          | ۲۸۵                       | ۱۳۱          | ۴۷۶                      | بهارلو           |
| ۶۶/۹۵                             | ۸۸/۱۵                     | ۷۶/۸۶                     | ۸۲/۵۰          | ۱۴۵                       | ۹۹           | ۲۱۹                      | بهرامی           |
| ۶۶/۹۵                             | ۸۸/۱۵                     | ۱۲۱/۴۲                    | ۹۱/۷۱          | ۱۳۹                       | ۱۰۶          | ۲۷۶                      | جامع بانوان آرش  |
| ۶۶/۹۵                             | ۸۸/۱۵                     | ۴۸/۷۶                     | ۹۱/۱۱          | ۵۲۶                       | ۵۳۶          | ۹۰۳                      | دکتر شریعتی      |
| ۶۶/۹۵                             | ۸۸/۱۵                     | ۶۲/۷۴                     | ۵۳/۵۸          | ۶۹                        | ۷۶           | ۱۳۱                      | رازی             |
| ۶۶/۹۵                             | ۸۸/۱۵                     | ۱۰/۸۵                     | ۸۹/۴۳          | ۱۹۶                       | ۱۰۶          | ۲۱۱                      | روان پزشکی روزبه |
| ۶۶/۹۵                             | ۸۸/۱۵                     | ۶۵/۷۳                     | ۸۸/۹۰          | ۴۶۳                       | ۳۳۷          | ۶۵۵                      | سینا             |
| ۶۶/۹۵                             | ۸۸/۱۵                     | ۹۷/۰۶                     | ۸۲/۰۴          | ۱۶۵                       | ۱۰۲          | ۲۳۹                      | ضیائیان          |
| ۶۶/۹۵                             | ۸۸/۱۵                     | ۲۱۶/۸۲                    | ۸۹/۰۸          | ۲۲۱                       | ۳۰۱          | ۵۱۸                      | فارابی           |
| ۶۶/۹۵                             | ۸۸/۱۵                     | ۵۷/۳۲                     | ۹۲/۴۷          | ۳۳۳                       | ۲۸۹          | ۵۹۵                      | مرکز طبی کودکان  |

پیوست ۵: داده‌های آماری مربوط به سال ۹۵

| نام بیمارستان    | ورودی                    |              |                           | خروجی             |                           | هدف                       |                                   |
|------------------|--------------------------|--------------|---------------------------|-------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------------|
|                  | کارکنان بهداشتی و درمانی | سایر کارکنان | تعداد تخت‌های فعال و ویژه | درصد اشغال هر تخت | نسبت پذیرش به ازای هر تخت | ایده‌آل درصد اشغال هر تخت | ایده‌آل نسبت پذیرش به ازای هر تخت |
| امام خمینی       | ۲۱۷۲                     | ۱۱۲۸         | ۱۱۷۰                      | ۹۱/۰۲             | ۴۹/۸۵                     | ۸۷/۹۰                     | ۶۶/۵۷                             |
| امیر اعلم        | ۴۰۱                      | ۲۳۲          | ۲۴۰                       | ۷۲/۸۳             | ۶۷/۹۷                     | ۸۷/۹۰                     | ۶۶/۵۷                             |
| بهارلو           | ۵۰۱                      | ۱۵۶          | ۳۰۴                       | ۹۰/۰۵             | ۸۲/۵۲                     | ۸۷/۹۰                     | ۶۶/۵۷                             |
| بهرامی           | ۲۳۱                      | ۱۱۰          | ۱۴۹                       | ۸۳/۳۴             | ۶۷/۶۲                     | ۸۷/۹۰                     | ۶۶/۵۷                             |
| جامع بانوان آرش  | ۳۱۰                      | ۱۱۸          | ۱۴۵                       | ۹۰/۶۰             | ۱۲۵/۹۴                    | ۸۷/۹۰                     | ۶۶/۵۷                             |
| دکتر شریعتی      | ۹۷۲                      | ۵۶۳          | ۵۵۰                       | ۹۱/۳۶             | ۵۱/۲۷                     | ۸۷/۹۰                     | ۶۶/۵۷                             |
| رازی             | ۱۳۳                      | ۹۰           | ۶۹                        | ۵۱/۳۲             | ۵۹/۸۶                     | ۸۷/۹۰                     | ۶۶/۵۷                             |
| روان پزشکی روزبه | ۲۶۳                      | ۱۵۴          | ۲۰۲                       | ۹۴/۲۶             | ۱۳/۲۴                     | ۸۷/۹۰                     | ۶۶/۵۷                             |
| سینا             | ۷۴۲                      | ۳۹۸          | ۴۷۵                       | ۸۹/۵۸             | ۵۸/۱۷                     | ۸۷/۹۰                     | ۶۶/۵۷                             |
| ضیائیان          | ۲۹۴                      | ۱۵۹          | ۱۶۹                       | ۸۶/۰۳             | ۹۸/۳۰                     | ۸۷/۹۰                     | ۶۶/۵۷                             |
| فارابی           | ۵۷۰                      | ۳۱۵          | ۲۲۱                       | ۹۶/۷۴             | ۲۲۵/۲۷                    | ۸۷/۹۰                     | ۶۶/۵۷                             |
| مرکز طبی کودکان  | ۶۵۱                      | ۳۱۸          | ۳۷۰                       | ۸۴/۶۶             | ۵۳/۸۷                     | ۸۷/۹۰                     | ۶۶/۵۷                             |

- Adenso-Díaz, B., Moreno, P., Gutiérrez, E., & Lozano, S. (2012). An analysis of the main factors affecting bullwhip in reverse supply chains. *International Journal of Production Economics*, 135(2), 917–928.
- Ahmadi, H., Nilashi, M., & Ibrahim, O. (2015). Organizational decision to adopt hospital information system: An empirical investigation in the case of Malaysian public hospitals. *International Journal of Medical Informatics*, 84(3), 166–188.
- Ahmadizad, Varmaghani, M., & Varmaghani, S. (2017). Mobile Health Services: Past, Present, Future. *Edu-Str-Med-Sci*, 10(3), 233–246.
- Akdag, H., Kalayci, T., Karagöz, S., Zülfikar, H., & Giz, D. (2014). The evaluation of hospital service quality by fuzzy MCDM. *Applied Soft Computing Journal*, 23, 239–248.
- Alam tabriz, A., & Imanipour, M. (2011). Measuring the Relative Efficiency of Health Care Offered in Hospitals of Shahid Beheshti University of Medical Sciences Using Data Envelopment Analysis (DEA) Technique. *Health Information Management*, 8(3).
- Azadi, M., Jafarian, M., Saen, R. F., & Mirhedayatian, S. M. (2015). A new fuzzy DEA model for evaluation of efficiency and effectiveness of suppliers in sustainable supply chain management context. *Computers and Operations Research*, 54, 274–285.
- Azar, A., Valipour khatir, M., Moghbel baerz, A., & Hasas yeganeh, Y. (2013). Evaluation of Hospital Efficiency by Data Envelopment Analysis: Tehran University of Medical Sciences: 2009-2011). *Jha*, 16(53), 36–46.
- Bannick, R. R., & Ozcan, Y. A. (1995). Efficiency analysis of federally funded hospitals: Comparison of DoD and VA hospitals using data envelopment analysis. *Health Services Management Research*, 8(2), 73–85.
- Chang, T. H. (2014). Fuzzy VIKOR method: A case study of the hospital service evaluation in Taiwan. *Information Sciences*, 271(March), 196–212.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429–444.
- Chen, Y., Wang, J., Zhu, J., Sherman, H. D., & Chou, S. Y. (2017). How the Great Recession affects performance: a case of Pennsylvania hospitals using DEA. *Annals of Operations Research*, 1–23.
- Chowdhury, H., & Zelenyuk, V. (2016). Performance of hospital services in Ontario: DEA with truncated regression approach. *Omega (United Kingdom)*, 63, 111–122.
- Du, J., Wang, J., Chen, Y., Chou, S. Y., & Zhu, J. (2014). Incorporating health outcomes in Pennsylvania hospital efficiency: an additive super-efficiency DEA approach. *Annals of Operations Research*, 221(1), 161–172.
- Ersoy, K., Kavuncubasi, S., Ozcan, Y. A., & Harris, J. M. (1997). Technical efficiencies of Turkish hospitals: DEA approach. *Journal of Medical Systems*, 21(2), 67–74.

- Esmaeili, M. (2012). An Enhanced Russell Measure in DEA with interval data. *Applied Mathematics and Computation*, 219(4), 1589–1593. <https://doi.org/10.1016/j.amc.2012.07.060>
- Gholami, R., Añón Higón, D., & Emrouznejad, A. (2015). Hospital performance: Efficiency or quality? Can we have both with IT? *Expert Systems with Applications*, 42(12), 5390–5400.
- Guo, S., & Zhao, H. (2017). Fuzzy best-worst multi-criteria decision-making method and its applications. *Knowledge-Based Systems*, 121, 23–31.
- Johannessen, K. A., Kittelsen, S. A. C., & Hagen, T. P. (2017). Assessing physician productivity following Norwegian hospital reform: A panel and data envelopment analysis. *Social Science and Medicine*, 175, 117–126.
- Kontodimopoulos, N., Nanos, P., & Niakas, D. (2006). Balancing efficiency of health services and equity of access in remote areas in Greece. *Health Policy*, 76(1), 49–57.
- Lobo, M. S. de C., Rodrigues, H. de C., André, E. C. G., Azeredo, J. A. de, & Lins, M. P. E. (2016). Dynamic network data envelopment analysis for university hospitals evaluation. *Revista de Saúde Pública*, 50(0), 1–11.
- Nassiri, S. M., & Singh, S. (2009). Study on energy use efficiency for paddy crop using data envelopment analysis (DEA) technique. *Applied Energy*, 86(7–8), 1320–1325.
- Nilashi, M., Ahmadi, H., Ahani, A., Ravangard, R., & Ibrahim, O. bin. (2016). Determining the importance of Hospital Information System adoption factors using Fuzzy Analytic Network Process (ANP). *Technological Forecasting and Social Change*, 111, 244–264.
- O'Neill, L., Rauner, M., Heidenberger, K., & Kraus, M. (2008). A cross-national comparison and taxonomy of DEA-based hospital efficiency studies. *Socio-Economic Planning Sciences*, 42(3), 158–189.
- Ouellette, P., & Vierstraete, V. (2004). Technological change and efficiency in the presence of quasi-fixed inputs: A DEA application to the hospital sector. *European Journal of Operational Research*, 154(3), 755–763.
- Pasqualini Blass, A., da Costa, S. E. G., de Lima, E. P., & Borges, L. A. (2017). Measuring environmental performance in hospitals: A practical approach. *Journal of Cleaner Production*, 142, 279–289.
- Pastor, J. T., Ruiz, J. L., & Sirvent, I. (1999). An enhanced DEA Russell graph efficiency measure, 115, 596–607.
- Rezaei, J. (2015). Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega*, 53, 49–57.
- Rouyendegh, B. D., Oztekin, A., Ekong, J., & Dag, A. (2016). Measuring the efficiency of hospitals: a fully-ranking DEA-FAHP approach. *Annals of Operations Research*.
- Supeekit, T., Somboonwiwat, T., & Kritchanai, D. (2016). DEMATEL-modified ANP to evaluate internal hospital supply chain performance. *Computers and Industrial Engineering*, 102, 318–330.
- Triantaphyllou, E. (2000). Multi-criteria decision making methods. In *Multi-criteria decision making methods: A comparative study* (pp. 5–21). Springer.

- Wei, G., & Wang, J. (2017). A comparative study of robust efficiency analysis and Data Envelopment Analysis with imprecise data. *Expert Systems with Applications*, 81, 28–38.
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3), 338–353.
- Zhao, H., Guo, S., & Zhao, H. (2017). Comprehensive benefit evaluation of eco-industrial parks by employing the best-worst method based on circular economy and sustainability. *Environment, Development and Sustainability*, pp. 1–25.

# Abstract

The health system today plays an important role in improving life expectancy. However, there is a huge gap between the potential of the health system and its current performance. This justifies the need to evaluate the performance of the healthcare sector. The purpose of this study is to provide a comprehensive performance evaluation model based on effective data envelopment analysis techniques and the best-worst fuzzy method for assessing the performance of medical centers. For this purpose, a collection of hospitals under the supervision of Tehran University of Medical Sciences has been selected as a case study. The best-worst fuzzy method was used to identify effective measures on hospital performance based on experts' opinions, and the criteria for the number of health care staff, the number of other staff, the number of active and active beds, the percentage of bed occupancy and the per-bed reception rate were chosen. Then, using the data envelopment analysis technique, the efficiency of each unit of the hospital was calculated using determined criteria. In this research, productivity analysis has been developed once by the data envelopment analysis model in literature and once by the data envelopment analysis model. The advantage of the developed model for measuring productivity is that the model is based on the dual problem and by adding the auxiliary variables for inputs, outputs, and also the goals it seeks to offer suggestions for improving and reaching the boundary of efficiency and effectiveness for decision-making units. , For example, the auxiliary variable in the input section, the amount of waste of the decision-making units, the auxiliary variable in the output section, shows the amount of deficit in the output of the decision-making units in relation to the input and the target, and the auxiliary variable in the objectives section shows the amount of deficit in the target for decision-making units, and Because it is supposed to Non-change targets and defined as the optimum model is designed so that the value of this variable is always zero.

**Keywords:** Performance Evaluation, Productivity, Efficiency, Effectiveness, Data Envelopment Analysis, Best-Worst-Fuzzy.





Shahrood University of Technology

Faculty of Industrial Engineering and Management

**MSc Thesis in Industrial Management**

**A Hybrid Performance Assessment  
Model Based on the Data  
Envelopment Analysis and Multi-  
criteria Decision Making (Case study:  
hospitals)**

By: Mohammad Ghahremanloo

Supervisor:  
Dr Aliakbar Hasani

Advisor:  
Dr Mohammad Fattahi

Aug, 2018