

## ارایه مدلی برای ارزیابی کیفیت عملکرد مراکز آموزش عالی

احسان منصوری<sup>۱</sup>، لیلا فضلی<sup>۲\*</sup>

۱- استادیار، دانشگاه اراک، گروه مهندسی صنایع، اراک، ایران

۲- دانشجوی دکتری، دانشگاه فردوسی مشهد، گروه مهندسی صنایع، مشهد، ایران

رسید مقاله: ۱۳۹۸ مهر

پذیرش مقاله: ۲۰ اردیبهشت ۱۳۹۹

### چکیده

امروزه مهم‌ترین و اساسی‌ترین مراکز امر آموزش عالی دانشگاه‌ها و زیرمجموعه‌های آن‌ها می‌باشند. این مراکز آموزش عالی نهادهایی با رسالت مشخص هستند که سنجش کیفیت عملکرد آنها در خصوص استفاده بهینه از منابع و برآوردن هرچه بیشتر اهداف، ضرورت دارد. همچنین ارزشیابی کیفیت عملکرد این مراکز یکی از ضروریات پویایی آنها می‌باشد؛ به طوری که عدم وجود فرآیند ارزشیابی مستمر سبب رکود آنها می‌گردد. از طریق سنجش و ارزیابی کیفیت عملکرد می‌توان ضمن شناسایی نقاط قوت و ضعف و حداقل‌سازی منابع ورودی، وضعیت موجود و کنونی را بهبود بخشد. از این‌رو در این پژوهش با توجه به اهمیت ارزشیابی کیفیت عملکرد دانشگاه‌ها و زیرمجموعه‌های آن، یک مدل ارزشیابی جدید به نام تکنیک پروفایل کارایی ورودی بهبود یافته که عملکرد تکنیک پروفایل کارایی ورودی کلاسیک را بهبود می‌دهد، پیشنهاد گردید. همچنین با ارایه‌ی یک مثال عددی به همراه تحلیل نتایج و اعتبارسنجی، نشان داده شده است که این مدل پیشنهادی از اعتبار لازم برخوردار می‌باشد.

**کلمات کلیدی:** مراکز امر آموزش عالی، ارزشیابی کیفیت عملکرد، تکنیک پروفایل کارایی ورودی، تکنیک پروفایل کارایی ورودی بهبود یافته.

### ۱ مقدمه

نقش و اهمیت آموزش عالی در تربیت و آماده‌سازی نیروی انسانی برای سازمان‌ها بر کسی پوشیده نیست. بنابراین افزایش کیفیت نظام آموزش عالی می‌تواند تأثیر به سزایی در افزایش کیفیت نیروی انسانی توانمند داشته باشد. نظام آموزش عالی در شرایط موجود و کنونی رابطه مستقیمی با توسعه همه جانبه جوامع دارد؛ و به عبارتی رشد و گسترش جوامع به رشد و گسترش نظام آموزش عالی آنها وابسته می‌باشد [۱].

دانشگاه‌ها و زیرمجموعه‌های آن‌ها به عنوان مراکز اصلی و اساسی نظام آموزش عالی، منبع مهم و با ارزش تأمین نیروی انسانی متخصص، ماهر، متفکر و کارآمد می‌باشند. آنها از یک سو حافظ و ناقل میراث فرهنگی و

\* عهده‌دار مکاتبات

آدرس الکترونیکی: leyla.fazli@yahoo.com

ارزش‌های حاکم بر جامعه‌اند و از سوی دیگر پاسخگوی نیازهای اجتماعی برای کسب، اشاعه و گسترش علم و فناوری می‌باشد [۲]. از این‌رو مرکز نظام آموزش عالی نقش بسیار مهم و تعیین‌کننده‌ای در رشد و گسترش اقتصادی، فرهنگی و اجتماعی هرجامعه‌ای دارند و بعضاً به عنوان محور اصلی رشد و توسعه نیز معرفی می‌گردند. دانشگاه‌ها و زیرمجموعه‌های آنها در صورتی که همواره دغدغه بهبود کیفیت عملکرد خود را داشته باشند می‌توانند بهترین خدمات را به جامعه ارایه نمایند.

راه حل بهبود و ارتقا کیفیت عملکرد در هر سازمانی ایجاد ساز و کار مناسب و کارآمد سنجش و ارزیابی می‌باشد. سنجش و ارزیابی از آن جهت حائز اهمیت است که واقعیت آنچه می‌خواهد محقق شود را مشخص می‌سازد. بنابراین ضرورت استقرار نظام ارزیابی کیفیت نظام‌های دانشگاهی عبارت است از:

- از آنجایی که هزینه و بهره‌وری تحت تأثیر کیفیت قرار دارد و لذا ارتقا کیفیت موجب کاهش هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری می‌گردد [۳، ۴].

○ در صورت عدم مطلوبیت کیفیت مرکز دانشگاهی، آینده‌ی علمی و فنی کشور تحت تأثیر قرار گرفته و به کمبود و فقر نیروی انسانی متخصص و کارآمد منجر می‌گردد و در نتیجه اهداف برنامه‌های رشد و گسترش اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی کشور با مشکلات متعددی مواجه خواهد شد [۵].

○ عدم وجود فرآیند ارزیابی در نظام‌های دانشگاهی، موجب رکود آنها می‌گردد. بنابراین، ارزیابی عملکرد مرکز دانشگاهی سبب می‌گردد تا نقاط قوت و ضعف و نیز فرصت‌ها و عوامل بازدارنده‌ی توسعه مشخص گردد و امکان برنامه‌ریزی‌های مناسب جهت بهبود و ارتقا وضعیت فراهم گردد.

○ جهانی شدن، توجه به اقتصاد دانایی محور در برنامه‌های رشد و توسعه پایدار و نیز لزوم گسترش فرصت‌های آموزش عالی برای تعداد بیشتری از داوطلبان امری اجتناب ناپذیر می‌باشد.

○ کیفیت تمام سازمان‌ها به صورت مستقیم و غیرمستقیم به کیفیت نظام آموزش عالی وابسته است. مسئله سنجش کیفیت عملکرد دانشگاه و زیرمجموعه‌های آن شامل دو مرحله اساسی و اصلی زیر می‌باشد:

**مرحله ۱** - شناسایی معیارهایی که بتوان به وسیله آن کیفیت عملکرد را به صورت مناسب مورد قضاوت قرارداد.

**مرحله ۲** - ارایه یک مدل مناسب ارزیابی به منظور تحلیل و ارزیابی عواملی که بر کیفیت عملکرد تأثیرگذار می‌باشد.

با آن‌که هریک از روش‌های سنجش و ارزیابی کارایی و کیفیت عملکرد مزایا و معایب خاص خود را دارند، لکن تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها<sup>۱</sup> و مشتقات آن با عنایت بر ویژگی‌ها و مزایای خاص از کاربردی‌ترین و مؤقت‌ترین روش‌ها در مقایسه با سایر تکنیک‌های سنجش عملکرد هستند. همچنین متداول‌تری DEA و مشتقات آن به موجب توسعه و نفوذ چشمگیرشان، تاکنون کارکردهای متعددی در حوزه‌های مختلف علوم داشته‌اند؛ در حالی که سایر روش‌های مطرح در حوزه سنجش کارایی این چنین کارکردهای متنوعی را ارایه ننموده‌اند. از

<sup>۱</sup> Data Envelopment Analysis (DEA)

این روش تحقیقات بسیاری برروی ارزیابی کیفیت عملکرد مؤسسات آموزش عالی با استفاده از مدل‌های DEA در سرتا سر جهان صورت گرفته است که برخی از آنها به شرح ذیل بیان می‌گردند:

لوپز و لانزر [۷] عملکرد ۵۸ گروه آموزشی یک دانشگاه بزرگ را با استفاده از مدل DEA فازی ارزیابی نمودند.

کاتاراکی و کاتاراکیس [۸] در تحقیقاتشان به برآورد بهره‌وری ۲۰ دانشگاه ملی یونان با استفاده از شاخص‌های عملکرد، مدل DEA بازده به مقیاس ثابت ورودی محور و روش‌های اقتصادسنجی پرداختند. یافته‌های پژوهش عدم کارایی در خصوص مدیریت منابع انسانی و درآمد تحقیقات را نشان می‌دهد. همچنین فعالیت‌های پژوهشی و درآمد پژوهش به عنوان عوامل تعیین‌کننده در بهره‌وری دانشگاه‌ها شناسایی گردیدند. به منظور تعیین کارایی فنی ۳۷ دانشگاه استرالیا از دیدگاه پژوهش، لی [۹] از مدل بوت استرپ تحلیل پوششی داده‌ها<sup>۱</sup> که توسط سیمار و ویلسون [۱۰] ارایه گردیده است، استفاده نمود. به منظور آنالیز محرك‌های کارایی، یک معادله رگرسیون بر حسب امتیازات به دست آمده از مدل DEAB (به عنوان متغیر پاسخ) و ظرفیت واقعی دانشجویان، محل دانشگاه‌ها، نسبت اساتید دانشیار و بالاتر و طرح گرنت‌های سازمانی (به عنوان متغیرهای مستقل) برآورد می‌گردد. یافته‌ها نشان داد که ظرفیت واقعی دانشجویان تأثیر منفی و محل دانشگاه‌ها، نسبت اساتید دانشیار و بالاتر و مبلغ طرح گرنت‌های سازمانی تأثیر مثبت بر روی کارایی پژوهشی دارند.

همچنین در سوئنیز اندرسون و همکاران [۱۱] با استفاده از مدل DEAB به بررسی کارایی فنی و بهره‌وری مؤسسات آموزش عالی پرداختند.

ذریه حیب و مقبولی [۱۲] در تحقیقاتشان با بهره‌گیری از برخی مدل‌های DEA (۱. مدل چارنز، کوپر و رودز<sup>۲</sup> ورودی و خروجی محور؛ ۲. مدل بنکر، چارنز و کوپر<sup>۳</sup> ورودی و خروجی محور؛ ۳. مدل معیارمبتنی بر کمکی‌ها<sup>۴</sup> با محدودیت‌های وزنی؛ ۴. مدل جمعی<sup>۵</sup>) به بررسی کارایی گروه‌های آموزشی دانشگاه آزاد واحد صوفیان پرداختند؛ سپس با استفاده از مدل ابرکارایی<sup>۶</sup>، به رتبه‌بندی هر یک از این گروه‌ها پرداختند.

شجاع و همکاران [۱۳] در تحقیقاتشان با تعمیم و گسترش مدل‌های چند مؤلفه‌ای، مدل DEA چند مؤلفه‌ای را ارایه نمودند. این مدل جهت ارزیابی عملکرد ۱۴ واحد دانشگاهی منطقه ۱۲ دانشگاه آزاد اسلامی طی یک دوره چهار ساله به کار گرفته شده است که نتایج با واقعیت‌های موجود کاملاً منطبق می‌باشد. همچنین نشان داده شد که این واحدها طی سالیان مورد بحث در مؤلفه پژوهشی مؤقت‌تر عمل نموده‌اند و رشد مناسبی داشتند در حالی که عملکردشان در حوزه آموزشی با ضعف بیشتری رو به رو بوده است.

عالم تبریزی، سعیدی و معزی [۱۴] به ارزیابی ۱۱ دانشکده در دانشگاه شهید بهشتی پرداختند. آنها با استفاده از مدل‌های DEA – CCR مضری خروجی محور، مدل DEA بر اساس برنامه‌ریزی آرمانی و تحلیل پوششی

<sup>1</sup>. Data Envelopment Analysis Bootstrap (DEAB)

<sup>2</sup>. Charnes, Cooper, and Rhodes (DEA – CCR)

<sup>3</sup>. Banker, Charnes, and Cooper (DEA – BCC)

<sup>4</sup>. Slacks - Based Measure (SBM)

<sup>5</sup>. Additive (DEA – ADD)

<sup>6</sup>. Super Efficiency (DEA – SE)

داده‌ها / فرآیند تحلیل سلسله مراتبی<sup>۱</sup> به ارزیابی کارایی در دانشکده‌های مورد نظر پرداختند. سرانجام رتبه‌بندی نهایی با استفاده از مدل SE – DEA صورت گرفت.

پاکزاد [۱۵] با تلفیق مدل تحلیل پوششی داده‌های توأم<sup>۲</sup>، مدل تحلیل پوششی داده‌های چند لایه‌ای<sup>۳</sup>، تکنیک AHP و رویکرد ناحیه اطمینان<sup>۴</sup>، یک مدل ترکیبی به نام AHP – AR – Joint MLDEA را جهت ارزیابی عملکرد گروه‌های آموزشی دانشگاه شهید باهنر کرمان از نظر کارایی آموزشی و پژوهشی ارایه نموده است.

یک رویکرد شبکه‌ای به نام تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای<sup>۵</sup> توسط جونز [۱۶] به منظور سنجش کیفیت دانشگاه‌های انگلستان استفاده گردید. به منظور مقایسه نتایج حاصل از مدل NDEA، از مدل DEA بازده به مقیاس ثابت کمک گرفته شد. یافته‌های پژوهش نشان داد که کارایی کل به دست آمده توسط مدل NDEA، پایین‌تر از مدل DEA بازده به مقیاس ثابت است.

همچنین صنیعی منفرد و صافی [۱۷] نیز به منظور ارزیابی ۹ دانشکده‌ی دانشگاه الزهرا یک مدل NDEA دو مرحله‌ای جدید را ارایه نمودند. یافته‌های پژوهش نشان داد که مدل NDEA دو مرحله‌ای پیشنهادی، قدرت تشخیص قوی‌تری نسبت به مدل‌های NDEA یک مرحله‌ای دارد.

خدابخشی و خیرالله [۱۸] با ارایه‌ی یک مدل SE – DEA و رودی محور احتمالی به ارزیابی و رتبه‌بندی ۳۳ دانشگاه ایران پرداختند.

سینار [۱۹] با بهره‌گیری از مدل DEA چندبخشی ارایه شده توسط بیسلی [۲۰] و مدل ارایه شده توسط آلسکروف و پتروش چنکو [۲۱]، کارایی آموزشی و پژوهشی ۴۵ دانشگاه ترکیه را مورد ارزیابی قرار می‌دهد. نتایج پژوهش نشان داد، تفاوت‌های مهمی بین دانشگاه‌ها با توجه به کارایی فعالیت‌های آموزشی و پژوهشی وجود دارد.

هدف از پژوهش صورت گرفته توسط آفاق جانی، کیاکجوری و یحیی تبار [۲۲] ارزیابی عملکرد ۱۲ واحد دانشگاه آزاد اسلامی استان مازندران، تعیین واحدهای الگو و مرجع برای واحدهای ناکارا با استفاده از مدل ADD – ADD – DEA مضری و پوششی و رتبه‌بندی واحدها با استفاده از مدل SE – DEA می‌باشد.

ابزری و همکاران [۲۳] با استفاده از تکنیک BCC – DEA خروجی محور کارایی گروه‌های آموزشی یک دانشگاه دولتی را ارزیابی و با استفاده از مدل SE – DEA آنها را رتبه‌بندی نمودند. در این پژوهش با طراحی سناریوهایی، دلایل اصلی و منشأ کارآمدی و ناکارآمدی هریک از گروه‌ها و میزان تأثیر این عوامل، مورد ارزیابی قرار گرفت. سپس با بهره‌گیری از تکنیک قوت‌ها ضعف‌ها فرصت‌ها تهدیدها<sup>۶</sup>، نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدها بررسی و در قالب آن استراتژی‌ها و راهکارهایی به منظور ارتقای کارایی گروه‌ها ارایه گردید.

<sup>۱</sup>. Analytical Hierarchy Process (AHP)

<sup>۲</sup>. Joint Data Envelopment Analysis (Joint DEA)

<sup>۳</sup>. Multiple Layer Data Envelopment Analysis (MLDEA)

<sup>۴</sup>. Assurance Region (AR)

<sup>۵</sup>. Network Data Envelopment Analysis (NDEA)

<sup>۶</sup>. Strengths Weaknesses Opportunities Threats (SWOT)

و در نهایت با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری، میزان تأثیر استراتژی‌های استخراج شده از SWOT مورد بررسی قرار گرفت. یافته‌های پژوهش حاکی از آن است که با ترکیب دو مدل DEA و SWOT، ضمن کاهش معایب دو مدل، محسن آن دو تقویت و مدلی جامع برای سنجش و ارتقای کیفیت عملکرد گروه‌های آموزشی ارایه می‌گردد و همچنین تعیین میزان تأثیرگذاری و اولویت‌بندی هریک از استراتژی‌ها، قابلیت اطمینان تصمیم-گیری مدیران را افزایش می‌دهد.

اسماعیل و همکاران [۲۴] به ارزیابی عملکرد ۲۰ دانشگاه ملی در مالزی با استفاده از برخی از مدل‌های DEA – CCR ورودی و خروجی محور؛ ۲.  $DEA - BCC$  ورودی و خروجی محور؛<sup>۳</sup> ۱.  $DEA - ADD$  بازده به مقیاس ثابت و متغیر؛ ۴. مدل کوروش و آرش بازده به مقیاس ثابت و متغیر). پرداختند. پایان و رحمانی پارچی کولاپی [۲۵] یک ساختار جدید به منظور ارزیابی کیفیت عملکرد ۷ واحد دانشگاه آزاد اسلامی ایران پیشنهاد نمودند. آنها یک تکنیک بر پایه مجموعه اوزان مشترک در DEA را با یک ساختار جدید پیشنهاد نمودند. با استفاده از این مدل پیشنهادی، علاوه بر ارزیابی عملکرد نسبی دانشگاه‌های مورد ارزیابی، عملکرد دفاتر مختلف دانشگاه‌ها را نیز ارزیابی نمودند. یکی از قابلیت‌های مدل پیشنهادی، تخمین گسترش کارایی می‌باشد.

در پژوهش صورت گرفته توسط شهریاری، رضوی و اصغرزاده [۲۶] برای ارزیابی کارایی ۹ دانشکده‌ی علوم انسانی دانشگاه تهران، از یک مدل پیشنهادی به نام پروفایل کارایی ورودی<sup>۱</sup> AHP استفاده شد. هدف از پژوهش انجام شده توسط صفردری رنجبر و همکاران [۲۷] آن است که با استفاده از مدل DEA روشی برای ارزیابی ۱۵ دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه امیرکبیر از دیدگاه تولید دانش ارایه گردد. در این پژوهش، با کمک نظرسنجی از سه نفر از خبرگان دانشگاهی و به کارگیری تکنیک AHP، ضرایب اهمیت هر یک از زیر شاخص‌ها مشخص گردید و از مدل DEA بازده به مقیاس ثابت خروجی محور با محدودیت‌های وزنی نسبی به منظور سنجش کارایی دانشکده‌ها بهره گرفته شد. از نتایج به دست آمده در این پژوهش می‌توان به رتبه‌بندی دانشکده‌ها از دیدگاه کارایی در تولید دانش، نمودار توزیع فراوانی کارایی دانشکده‌ها و پتانسیل توسعه برای رسیدن به مرز کارایی برای هر دانشکده اشاره نمود.

یک مدل در شرایط عدم قطعیت توسط هانگ دو و چن [۲۸] پیشنهاد گردید؛ به طوری که این مدل با استفاده از تکنیک AHP و مدل  $CCR - DEA$  با رویکرد ناحیه اطمینان، عملکرد ۱۸ دانشگاه ملی ویتنام را ارزیابی می‌نماید. یافته‌های پژوهش نشان داد، با توجه به سهم هریک از معیارهای خروجی در امتیاز کارایی، ابتدا معیار کل ساعات تدریس و سپس به ترتیب گرفته از تعداد انتشارات بیشترین سهم را در امتیاز کارایی دارند. همچنین با استفاده از یافته‌های پژوهش، هر مدیر دانشگاه می‌تواند نقاط ضعف را شناسایی و بهبودهای لازم را ایجاد نماید. رویز و همکاران [۲۹] در تحقیق خود یک مدل جدید DEA را ارایه نمودند. تحلیل کارایی صورت گرفته در این پژوهش به‌طور خاص بر تعیین مقادیر هدف برای خروجی‌ها و ورودی‌ها و الگوبرداری برای واحدهای

<sup>۱</sup>. Input Efficiency Profile (DEA – IEP)

ناکارا با استفاده از مدل DEA پیشنهادی تمرکز می‌نماید. در این پژوهش ۴۲ دانشگاه ملی اسپانیا مورد بررسی قرار گرفت.

ژانگ و لو [۳۰] با استفاده از مدل‌های CCR – DEA و BCC – DEA و تکنیک آنالیز اجزای اصلی<sup>۱</sup> کارایی فنی و مقیاس ۱۰ کالج ایالت سیچوان چین را ارزیابی نمودند.

ساحنی و تاکار [۳۱] با استفاده از تکنیک AHP – DEA به سنجش عملکرد ۴ مؤسسه آموزش عالی فنی هند پرداختند.

در یک طرح پژوهشی صورت گرفته توسط دی. گرموف [۳۲]، بهره‌وری ۱۲۰ مؤسسه آموزش عالی روسیه با استفاده از مدل DEA بازده به مقیاس متغیرخروجی محور ارزیابی گردید.

با توجه به مطالب ییان شده، سنجش کیفیت عملکرد دانشگاه و زیر مجموعه‌های آن یک ضرورت انکارناپذیر است و آنچه در پژوهش‌های حوزه‌ی سنجش کیفیت عملکرد این مرکز باید دعده‌ی اصلی قرار گیرد، یافتن چارچوب و الگویی جامع است که مجریان و مدیران دانشگاهی بتوانند با استناد به آن، وضعیت کیفی دانشگاه خود را با توجه به یک دیدگاه همه جانبه محک بزنند و راهکارهایی را نیز به منظور رفع نواقص ارایه دهند. بنابراین پژوهش حاضر در صدد است؛ با عنایت بر ویژگی‌ها و مزایای خاص مدل IEP – DEA ارایه شده توسط توفالیس [۳۳]، یک مدل ارزیابی جدید مبتنی بر آن ارایه نماید. این مدل پیشنهادی که مدل پروفایل کارایی ورودی بهبودیافته<sup>۲</sup> نام نهاده شده است، مدل IEP – DEA کلاسیک را گسترش داده و به رفع نواقص آن پرداخته است. همچنین با بهره گیری از مطالعه موردنی ارایه شده در پژوهش صورت گرفته توسط عالم تبریزی، سعیدی و دیلی معزی [۱۴] به بررسی عملکرد این تکنیک پیشنهادی پرداخته می‌شود.

در ادامه، در بخش ۲ معرفی مدل‌های IEP – DEA و IIEP صورت می‌پذیرد. در بخش ۳ و ۴ به ترتیب، یک مثال عددی به همراه تحلیل نتایج و اعتبارسنجی مدل پیشنهادی و جمع‌بندی و نتیجه گیری ارایه می‌گردد.

## ۲ مدل DEA – IIEP پیشنهادی

انسان همواره خواستار کارایی بیشتر است و آن را ابزار رسیدن به سود و مطلوبیت بیشتر می‌داند. کارایی مفهومی است که سابقه طولانی در علوم مختلف دارد. کارایی در مفهوم عام آن به معنای درجه و کیفیت رسیدن به مجموعه اهداف مطلوب است. اندازه گیری کارایی و روش‌های محاسباتی آن از اواخر قرن بیستم توجه بیشتر اقتصاددانان را برانگیخته است به طوری که در سال ۱۹۷۸ چارنزا، کوپر و رودز مدل DEA را ارایه نمودند [۳۴]. این مدل به حداقل‌سازی نسبت موزون خروجی‌ها (معیارهای خروجی) به ورودی‌ها (معیارهای ورودی) با شرط آن که همان ضرایب، کارایی سایر بنگاه‌ها را بیشتر از واحد نکند، می‌پردازد. بنابراین اندازه گیری کارایی نسبی در مدل DEA برای واحد تصمیم گیری<sup>۳</sup> با استفاده از مدل زیر صورت می‌گیرد [۳۵]:

<sup>1</sup>. Principal Component Analysis (PCA)

<sup>2</sup>. Improved Input Efficiency Profiling (DEA – IIEP )

<sup>3</sup>. Decision Making Unit (DMU)

مدل (۱)

$$\max E_o = \frac{\sum u_r y_{ro}}{\sum_i v_i x_{io}} \quad (1)$$

s.t.

$$\frac{\sum u_r y_{rj}}{\sum_i v_i x_{ij}} \leq 1, \quad \forall j, \quad (2)$$

$$u_r \geq 0, \quad v_i \geq 0, \quad \forall r, i. \quad (3)$$

که در آن  $u_r$  و  $v_i$  به ترتیب وزن خروجی  $r$  ام و ورودی  $i$  ام و  $y_{rj}$  و  $x_{ij}$  نیز به ترتیب بیانگر مقدار خروجی  $r$  ام برای DMU  $j$  ام و مقدار ورودی  $i$  ام برای DMU  $j$  ام می‌باشند.

مدل DEA فوق یک مدل برنامه‌ریزی ناپارامتری است که از عمدترين مزاياي آن می‌توان به: تميز گزینه‌های کارا و ناکارا، تعیین نمره‌ی کارايی، مقایسه و الگوبرداری، عدم حساسیت به واحد اندازه‌گیری، قابلیت تعیین پذیری و گسترش بیش از سایر روش‌ها، ارزیابی واقع‌بینانه‌تر، محاسبات آسان، کاهش خطأ، خاصیت جبرانی بودن، انعطاف‌پذیری و برخورداری از قدرت تطبیق‌پذیری بالا جهت به کارگیری در مسایل مختلف، ارزیابی عملکرد تمامی گزینه‌ها با بهترین عملکرد ممکن در آن سیستم، ارایه نتایج نسبتاً خوب در هنگام استفاده از نمونه‌های کوچک و ... اشاره نمود [۳۶-۳۸]. اما لازم به ذکر است در به کارگیری این مدل سه مشکل زیر می‌تواند رخ می‌دهد: ۱. ضعف قدرت تفکیک؛ ۲. ناتوانی در رتبه‌بندی کامل ( قادر به تمایز میان کارایی گزینه‌های دارای کارایی واحد نمی‌باشد)؛ ۳. مدل DEA فوق یک معیار شعاعی سنجش کارایی است که فرض می‌نماید یک واحد ناکارا جهت کارا شدن باید تمام ورودی‌هایش (خروچی‌هایش) را به یک نسبت کاهش (افزایش) دهد یا به عبارتی دیگر، در یک واحد ناکارا تمام ورودی‌ها به یک واحد ناکارا هستند که فرضی غیرواقعي و غیرضروري است. بنابراین به نظر می‌رسد انتظار این که ورودی‌های مختلف دارای کارایی‌های متفاوتی باشند، واقعی‌تر است [۳۸، ۳۹]. به منظور رفع این مشکلات، در سال ۱۹۹۶ توفالیس تکنیک IEP - DEA را ارایه داد. در این مدل برای هر منبع (ورودی) یک مقدار کارایی با توجه به این که این منبع صرف چه خروجی‌هایی می‌شود، به دست آورد. برای مثال کارایی نسبی منبع  $i$  ام از  $k$  DMU (  $E_{ik}$  ) با استفاده از برنامه‌ریزی خطی زیر به دست می‌آید:

مدل (۲)

$$\max E_{ik} = \frac{\sum u_r y_{rk}}{x_{ik}} \quad (4)$$

s.t.

$$\frac{\sum u_r y_{rj}}{x_{ij}} \leq 1, \quad \forall j, \quad (5)$$

$$u_r \geq \varepsilon, \quad \forall r (r \in t, r \leq t). \quad (6)$$

که در آن  $r$  خروجی‌هایی است که ورودی  $t$  ام صرف تولید آن‌ها می‌گردد و  $t$  کل خروجی‌ها می‌باشد ( $r$  زیرمجموعه‌ای از  $t$  می‌باشد).  $\epsilon$  یک مقدار مثبت بسیار کوچک است. بنابراین، روش IEP به حدآکثرسازی نسبت موزون خروجی‌ها به هر ورودی با شرط آن که همان ضرایب، کارایی ورودی سایر گزینه‌ها را بیشتر از واحد نکند، می‌پردازد. اکنون با توجه به ورودی موردنظر یک گزینه کارا است؛ اگر  $E=1$ .

با به کارگیری این مدل، بهبود قابل ملاحظه‌ای در قدرت تشخیص نتایج مدل DEA حاصل می‌شود. از سوی دیگر، با ارزیابی استفاده از هر ورودی به تنها، قادر به شناسایی بهترین شیوه‌ی کار در هر زمینه خواهیم بود؛ کاملاً مشخص است که ممکن است که هیچ گزینه‌ای در تمامی زمینه‌ها دارای بهترین شیوه کار نباشد و بنابراین، هر گزینه‌ای اهدافی خواهد داشت که برای رسیدن به آن‌ها فعالیت نماید. بنابراین قادر به شناسایی نقاط قوت و ضعف هر گزینه نیز هستیم. بنابراین مشکل اول و سوم مدل DEA در این مدل رفع گردید.

اما همچنان مشکل دوم مدل DEA نیز در مدل IEP – DEA برطرف نگردیده است؛ زیرا مدل IEP ارایه شده توسط توفالیس تنها با توجه به هر ورودی توانایی شناسایی بدترین گزینه را دارد؛ اما ممکن است نتواند بهترین گزینه را شناسایی نماید ( قادر به تمایز گزینه‌های دارای کارایی ورودی واحد نمی‌باشد). در واقع با توجه به هر ورودی، DMUs که کارا نیستند قابل رتبه‌بندی می‌باشند؛ اما DMUs که کارا می‌باشند قابل رتبه‌بندی نمی‌باشند. در نتیجه این مدل نمی‌تواند رتبه‌بندی جامعی با توجه به هر ورودی ارایه دهد. همچنین، لازم به ذکر است که با وجود همه نقاط قوت مشخص مدل IEP – DEA، باز هم این مدل رتبه‌بندی کاملی با توجه به تمامی ابعاد را ارایه نمی‌نماید. توفالیس خود نیز به طور غیرمستقیم به این اشکال اساسی مدل IEP – DEA این چنین اشاره می‌نماید: ”مدل پروفایل مطرح شده ممکن است منجر به یک برنده مشخص نشود“. سپس جهت رفع این مشکل بیان می‌دارد که هنوز هم قضایت‌های ارزشی ضروری است. اکنون این سؤوال مطرح می‌گردد که اگر بیش از یک DMU در تمامی ابعاد دارای کارایی بیش از شرط تعیین شده بود، چه باید کرد؟ از این‌رو به‌منظور رفع این نقص، این مدل باید با تکنیک‌های دیگر ترکیب گردد. در نتیجه برای رتبه‌بندی با توجه به تمامی ابعاد، نتایج نهایی مدل IEP – DEA داده‌های ورودی برای تکنیک ترکیب شده با آن می‌باشد. بنابراین، یک رتبه‌بندی نادرست ممکن است حاصل گردد. از آنجایی که با استفاده از این تکنیک یک امتیاز یک، برای همه DMU‌های کارا از نقطه نظر هر ورودی به دست می‌آید؛ در حالی که در واقعیت عملکردشان متفاوت بوده و در نتیجه امتیازشان یک نمی‌باشد. از این‌رو به‌منظور رفع این نواقص، تکنیک IEP – DEA پیشنهاد می‌گردد.

محققان مدل‌های بسیاری را به‌منظور رفع نواقص ذکر شده‌ی مدل کلاسیک DEA ارایه داده‌اند. از آنجایی که مدل IEP – DEA حالت خاصی از مدل کلاسیک DEA می‌باشد، می‌توان با بهره گیری از یکی از این مدل‌های ارایه شده و تعمیم آن در مدل IEP – DEA مشکل عدم رتبه‌بندی جامع مدل IEP – DEA را بر طرف نمود. بنابراین با استفاده از مدل ارایه شده توسط پایان، نورا و لطفی [۴۰] و تعمیم آن در مدل IEP – DEA، مدلی به نام مدل IIEP – DEA را ارایه می‌نماییم که الگوریتم آن به صورت زیر بیان می‌گردد:

**گام ۱:** ابتدا یک DMU مجازی به نام واحد تصمیم‌گیری ایده‌آل<sup>۱</sup> معرفی می‌گردد که می‌تواند با حداقل ورودی‌ها، بیشترین خروجی‌ها را تولید نماید بنابراین:

$$x_{iIDMU} = \text{Min}_j \{x_{ij}\} \quad \forall i, \quad y_{rIDMU} = \text{Max}_j \{y_{rj}\} \quad \forall r \quad (7)$$

**گام ۲:** محاسبه کارایی ورودی IDMU با استفاده از مدل زیر:

مدل (۳)

$$\max E_{iIDMU} = \frac{\sum_r u_r y_{rIDMU}}{x_{iIDMU}} \quad (8)$$

s.t.

$$\frac{\sum_r u_r y_{rj}}{x_{ij}} \leq 1, \quad \forall j, \quad (9)$$

$$u_r \geq \varepsilon, \quad \forall r \quad (r \in t, r \leq t). \quad (10)$$

**گام ۳:** محاسبه کارایی ورودی DMUs با استفاده از مدل زیر:

مدل (۴)

$$\max E_i = \frac{\sum_j \sum_r u_r y_{rj}}{\sum_j x_{ij}} \quad (11)$$

s.t.

$$\frac{\sum_r u_r y_{rIDMU}}{x_{iIDMU}} \leq E_{iIDMU}^*, \quad (12)$$

$$u_r \geq \varepsilon, \quad \forall r \quad (r \in t, r \leq t). \quad (13)$$

کارایی ورودی بهینه IDMU حاصله از مدل (۳) می‌باشد. همچنین،  $u_r^*$  وزن به دست آمده از مدل بالا می‌باشد. اکنون می‌توانیم کارایی ورودی هر DMU را با استفاده از رابطه (۱۴) محاسبه نماییم:

$$E_{ik} = \frac{\sum_r u_r^* y_{rj}}{x_{ij}} \quad (14)$$

با استفاده از گام‌های ارایه شده در بالا قدرت تشخیص بهبود قابل ملاحظه‌ای می‌یابد و قادر به تمایز دارای کارایی ورودی واحد می‌باشیم. در واقع با توجه به هر ورودی، قادر به رتبه‌بندی DMUs ناکارا و کارا می‌گردیم و در نتیجه این مدل می‌تواند رتبه‌بندی جامعی با توجه به هر ورودی ارایه دهد. همچنین، با توجه به اینکه برای رتبه‌بندی با توجه به تمامی ابعاد، مدل DEA – IEP باید با تکنیک دیگری ترکیب گردد، در

<sup>1</sup>. Ideal Decision Making Unit (IDMU)

نتیجه نتایج نهایی (امتیازات کارایی ( $E$ )) داده‌های ورودی برای تکنیک ترکیب شده با آن می‌باشد. بنابراین، از نقطه نظر هر ورودی یک رتبه‌بندی صحیح‌تر و واقعی‌تر به دست می‌آید؛ از آنجایی‌که با استفاده از مدل IIEP – DEA امتیاز متفاوتی برای همه DMU‌های کارا که عملکردشان متفاوت است، حاصل شده است. لازم به ذکر است که با وجود این نقاط قوت بیان شده، هنوز رتبه‌بندی کاملی با توجه به همه‌ی ابعاد ارایه نمی‌گردد. بنابراین جهت رتبه‌بندی کامل گزینه‌ها سه گام زیر پیشنهاد می‌گردد.

**گام ۴:** ابتدا براساس امتیازات کارایی به دست آمده در گام‌های قبل، یک DMU مجازی به نام واحد تصمیم‌گیری ایده‌آل به صورت زیر معرفی می‌گردد:

$$\bar{E}_{ilDMU} = \text{Max}_j\{E_{ij}\} \quad \forall i \quad (15)$$

**گام ۵:** محاسبه کارایی ورودی IDMU با استفاده از مدل زیر: مدل (۵)

$$\max E'_{iIDMU} = \sum_i u_i \bar{E}_{iIDMU} \quad (16)$$

$$s.t. \quad \sum_i u_i E_{ij} \leq 1, \quad \forall j, \quad (17)$$

$$u_i \geq \varepsilon, \quad \forall i. \quad (18)$$

**گام ۳:** محاسبه کارایی ورودی DMU‌ها با استفاده از مدل زیر: مدل (۶)

$$\max E'_i = \sum_j \sum_i u_i E_{ij} \quad (19)$$

$$s.t. \quad \sum_i u_i E_{iIDMU} \leq E'^*_{iIDMU}, \quad (20)$$

$$u_i \geq \varepsilon, \quad \forall i. \quad (21)$$

کارایی ورودی بهینه  $E'^*_{iIDMU}$  حاصله از مدل (۵) می‌باشد. همچنین،  $u^*_i$  وزن به دست آمده از مدل بالا می‌باشد. اکنون می‌توانیم کارایی نهایی هر DMU را با استفاده از رابطه (۲۲) محاسبه نماییم:

$$E'_j = \sum_i u^*_i E_{ij} \quad (22)$$

### ۳ مثال عددی

به منظور بررسی مدل پیشنهادی، از مطالعه موردنی ارایه شده در پژوهش صورت گرفته توسط عالم تبریزی، سعیدی و دیلی معزی [۱۴] بهره گرفته می‌شود. در این تحقیق کارایی نسبی ۱۱ دانشکده دانشگاه شهید بهشتی مورد بررسی قرار گرفته است. آنها معیارهای ارزیابی و مقادیرشان برای هر کدام از دانشکده‌ها را به صورت

جدول ۱ ارایه نمودند. در این پژوهش از نرم افزارهای Microsoft Excel 2010 و SPSS 16.0 بر روی سیستمی با سخت افزار Windows 7 Ultimate و نرم افزار CPU=2.53GHz RAM = 2GB برای انجام محاسبات، حل مدل های برنامه ریزی ریاضی مورد نیاز برای مدل، تحلیل نتایج و اعتبارسنجی مدل پیشنهادی استفاده می گردد.

جدول ۱. ارزیابی عملکرد دانشکده ها

خروجی ها				ورودی ها															
تعداد سینیار، کنفرانس ها و همایش ها	تعداد کتب $(O_3)$	تعداد $(O_2)$	تعداد فارغ مقالات منتشر شده متشر شده	تعداد $(O_1)$	تعداد $(I_5)$	تعداد $(I_4)$	تعداد $(I_3)$	تعداد $(I_2)$	تعداد $(I_1)$	دانشکده	دانشجویان	اعضای موجود	میزان	تعداد	تعداد ساعت	تعداد کتب	تعداد	تعداد	تعداد
۰/۰۳۳	۰/۰۱۶	۰/۰۸۹	۰/۱۱۲	۰/۰۲۶	۰/۰۱۶	۰/۰۶۱	۰/۰۸۷	۰/۰۷۷	۰/۰۷۷	ادبیات و علوم انسانی									
۰/۰۰۸	۰/۰۰۹	۰/۰۳۰	۰/۰۱۸	۰/۰۰۷	۰/۰۱۰	۰/۰۱۶	۰/۰۲۳	۰/۰۱۸	۰/۰۲۳	تریبیت بدنسی و علوم ورزشی									
۰/۰۳۷	۰/۰۵۲	۰/۰۳۲	۰/۰۴۵	۰/۰۱۹	۰/۰۸۷	۰/۰۲۹	۰/۰۴۴	۰/۰۴۸	۰/۰۴۸	حقوق									
۰/۱۲۵	۰/۰۲۶	۰/۱۲۹	۰/۰۵۹	۰/۰۳۶	۰/۰۴۰	۰/۰۳۷	۰/۰۷۷	۰/۰۵۳	۰/۰۵۳	علوم									
۰/۰۳۱	۰/۰۷۴	۰/۰۸۰	۰/۰۶۰	۰/۰۲۰	۰/۰۷۳	۰/۰۳۰	۰/۰۴۰	۰/۰۵۳	۰/۰۵۳	علوم اقتصادی و سیاسی									
۰/۰۳۳	۰/۰۸۷	۰/۰۵۶	۰/۰۶۲	۰/۰۲۴	۰/۰۷۸	۰/۰۳۲	۰/۰۳۷	۰/۰۳۸	۰/۰۳۸	علوم تربیتی									
۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۳۴	۰/۰۴۵	۰/۰۲۲	۰/۰۲۰	۰/۰۸۰	۰/۰۴۹	۰/۰۴۵	۰/۰۴۵	علوم ریاضی									
۰/۱۰۳	۰/۰۳۰	۰/۱۱۱	۰/۰۴۰	۰/۰۲۸	۰/۰۶۵	۰/۰۲۳	۰/۰۴۴	۰/۰۳۲	۰/۰۳۲	علوم زمین									
۰/۰۲۲	۰/۱۱۱	۰/۰۲۸	۰/۰۷۳	۰/۰۱۸	۰/۰۳۷	۰/۰۳۵	۰/۰۴۳	۰/۰۵۲	۰/۰۵۲	مدیریت و حسابداری									
۰/۱۱۵	۰/۰۶۷	۰/۱۲۰	۰/۰۲۰	۰/۰۳۰	۰/۰۴۶	۰/۰۳۸	۰/۰۶۸	۰/۰۲۵	۰/۰۲۵	معماری و شهرسازی									
۰/۰۸۶	۰/۰۳۴	۰/۰۲۸	۰/۰۵۲	۰/۰۳۶	۰/۰۲۷	۰/۰۲۸	۰/۰۳۳	۰/۰۴۲	۰/۰۴۲	برق و کامپیوتر									

اکنون با استفاده از مدل DEA – IIEP به ارزیابی و رتبه بندی دانشکده ها می پردازیم. نتایج حاصل از این ارزیابی در جدول ۲ ارایه می گردد. همچنین به منظور مقایسه عملکرد مدل DEA – IIEP با مدل DEA – IEP، این مثال عددی با استفاده از مدل DEA – IEP نیز ارزیابی می گردد و نتایج آن در جدول ۳ ارایه می شود. با مقایسه نتایج ارایه شده در جداول ۲ و ۳، مطالب بیان شده در توضیح مدل DEA – IIEP به وضوح قابل مشاهده می باشد و به صورت خلاصه در زیر بیان می گردد:

- در مدل DEA – IEP از دیدگاه هر ورودی، گروه با بهترین کیفیت عملکرد قابل شناسایی نیست؛ زیرا در این مدل کارایی ورودی دانشکده های کارا یک می باشد و قادر به تمایز بین دانشکده های کارا نمی باشد.

جدول ۲. نتایج مدل DEA – IIEP

ردیه دانشکده	<i>E</i>	<i>E</i>				
		ورودی ۵	ورودی ۴	ورودی ۳	ورودی ۲	ورودی ۱
ادبیات و علوم انسانی	۵/۷۸ E-۰۶	۱/۲۰۸۵۴	۲/۶۴۳۳۵	۰/۶۵۰۷۱	۰/۶۱۳۲۰	۰/۶۶۸۷۲
تریتی بدنه و علوم ورزشی	۵/۵۲ E-۰۶	۱/۵۱۳۰۹	۱/۴۲۵۶۳	۰/۸۳۶۲۴	۰/۷۸۱۸۵	۰/۹۶۴۲۶
حقوق	۲/۰۸ E-۰۶	۰/۵۹۴۶۲	۰/۱۷۴۷۹	۰/۴۹۲۱۳	۰/۴۳۵۹۴	۰/۳۸۵۷۱
علوم	۶/۷۷ E-۰۶	۱/۲۶۵۱۲	۱/۵۳۲۵۵	۱/۵۵۴۹۵	۱/۰۰۴۲۲	۱/۴۰۸۱۹
علوم اقتصادی و سیاسی	۵/۱۹ E-۰۶	۱/۴۱۲۲۲	۰/۵۲۰۷۸	۱/۱۸۹۳۲	۱/۱۹۸۸۴	۰/۸۷۳۲۹
علوم تربیتی	۳/۷۱ E-۰۶	۰/۸۲۳۸	۰/۳۴۱۱۸	۰/۷۸۰۴۹	۰/۹۰۷۲۳	۰/۸۵۲۶۱
علوم ریاضی	۲/۴ E-۰۶	۰/۵۴۵۶۳	۰/۸۰۷۸۵	۰/۱۸۹۵۵	۰/۴۱۵۹۲	۰/۴۳۷۱۳
علوم زمین	۷/۸۸ E-۰۶	۱/۳۹۹۶۱	۰/۸۱۱۵۰۹	۲/۱۵۲۴۰	۱/۵۱۲۱۷	۲/۰۰۶۸۷
مدیریت و حسابداری	۱/۹۷ E-۰۶	۰/۵۴۹۲۱	۰/۳۵۹۶۲	۰/۳۵۶۸۰	۰/۳۹۰۳۲	۰/۳۱۱۵۳
معماری و شهرسازی	۷/۹ E-۰۶	۱/۴۱۲۲۲	۱/۲۳۹۶۷	۱/۴۰۸۴۰	۱/۰۵۷۸۰	۲/۷۷۷۰۷
برق و کامپیوتر	۲/۱۱ E-۰۶	۰/۲۷۴۶۰	۰/۴۹۲۸۱	۰/۴۶۶۰۰	۰/۵۰۸۶۰	۰/۳۸۵۷۱

جدول ۳. نتایج مدل DEA – IEP

ردیه دانشکده	ورودی ۵	ورودی ۴	ورودی ۳	ورودی ۲	ورودی ۱
ادبیات و علوم انسانی	۱	۱	۰/۸۹۶۶۳	۰/۷۶۶۱۸	۰/۸۹۱۴۹
تریتی بدنه و علوم ورزشی	۱	۰/۶۴۸۱۳	۰/۵۸۲۰۱	۰/۶۰۰۱۵	۰/۶۸۹۲۱
حقوق	۰/۸۲۵۷۷	۰/۲۶۷۳۳	۰/۷۷۷۹۴	۰/۶۲۰۳۴	۰/۵۹۹۴۹
علوم	۰/۹۹۳۷۷	۱	۰/۸۸۶۳۱	۰/۷۳۴۰۹	۰/۸۴۴۰۴
علوم اقتصادی و سیاسی	۱	۰/۴۴۳۳۸	۱	۱	۰/۷۴۲۵۲
علوم تربیتی	۰/۸۰۴۵۵	۰/۴۳۴۵۸	۰/۹۷۹۸۵	۱	۱
علوم ریاضی	۰/۵۱۳۸۶	۰/۴۹۸۲۶	۰/۲۷۴۲۲	۰/۵۴۶۰۴	۰/۶۱۲۹۰
علوم زمین	۱	۰/۵۱۴۲۴	۱	۱	۱
مدیریت و حسابداری	۱	۱	۱	۱	۰/۹۱۴۳۲
معماری و شهرسازی	۱	۱	۰/۹۲۹۴۱	۰/۸۵۰۳۶	۱
برق و کامپیوتر	۰/۷۴۰۱۶	۱	۰/۹۹۵۹۶	۱	۰/۸۸۶۰۲

به عنوان مثال در جدول ۳ با توجه به ورودی یک، دانشکده‌های علوم تربیتی، علوم زمینی و معماری و شهرسازی دارای امتیاز کارایی یک می‌باشد؛ بنابراین قادر به تشخیص بهترین دانشکده نمی‌باشیم. بنابراین در DEA – IEP قادر به ارایه‌ی رتبه‌بندی جامعی با توجه به هر ورودی نمی‌باشیم؛ در حالی که در مدل DEA – IIEP – پیشنهادی از آنجایی که قادر به تمایز بین دانشکده‌های کارا می‌باشد، دانشکده با بهترین و بدترین کیفیت عملکرد با توجه به هر ورودی قابل شناسایی می‌باشد؛ بنابراین با توجه به هر ورودی قادر به ارایه یک رتبه‌بندی جامع می‌گردد. در نتیجه قدرت تشخیص در مدل DEA – IIEP پیشنهادی بهبود قابل توجهی

می نماید. به عنوان مثال در جدول ۲ با توجه به ورودی یک، هر کدام از دانشکده‌ها دارای امتیاز کارایی متفاوت می‌باشند؛ بنابراین قادر به تشخیص بهترین دانشکده می‌باشیم.

○ برخلاف مدل IEP – DEA، مدل IIEP – DEA پیشنهادی امکان رتبه‌بندی جامع دانشکده‌ها با توجه به تمامی ورودی‌ها میسر گردید (آخرین ستون جدول ۲ را مشاهده نمایید).

### ۱-۱ اعتبار سنجی مدل DEA – IIEP

به منظور بررسی اعتبار این مدل پیشنهادی و ارزیابی عملکرد آن، می‌توان از برخی مدل‌های DEA به همراه برخی آزمون‌های آماری ناپارامتری بهره گرفت.

۱-۱-۱ اعتبار سنجی با استفاده از برخی مدل‌های DEA به همراه برخی آزمون‌های آماری ناپارامتری به منظور ارزیابی بیشتر عملکرد مدل پیشنهادی و بررسی تفاوت آن با سایر مدل‌های DEA، از ۸ مدل دیگر که در جدول ۴ ارایه شده‌اند جهت ارزیابی دانشکده‌ها استفاده می‌گردد. این ۸ مدل به ترتیب عبارتند از: مدل بزرگ‌تر نژاد، جهانشاهلو و رستمی مال خلیفه [۴۱]، مدل SEM – DEA، مدل ساعتی مهندسی، پایان و کرد [۴۲]، مدل شایسته و ساعتی مهندسی [۴۳]، مدل برنامه‌ریزی آرمانی (Min Sum)، مدل برنامه‌ریزی آرمانی (Min Max)، مدل عالم تبریزی و همکاران [۱۴] و مدل پایان و همکاران [۴۰].

جدول ۴. رتبه‌بندی حاصل از ۸ مدل DEA دیگر

دانشکده	Model 8	Model 7	Model 6	Model 5	Model 4	Model 3	Model 2	Model 1
ادبیات و علوم انسانی	۷	۴	۴	۵	۳	۸	۱	۳
تریبیت بدنسی و علوم ورزشی	۶	۸	۷	۸	۸	۹	۹	۹
حقوق	۹	۱۱	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
علوم	۴	۱	۳	۱	۲	۲	۶	۵
علوم اقتصادی و سیاسی	۲	۹	۵	۷	۵	۷	۷	۷
علوم تربیتی	۵	۷	۹	۴	۷	۶	۸	۲
علوم ریاضی	۱۰	۱۰	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱
علوم زمین	۱	۳	۲	۳	۱	۴	۵	۴
مدیریت و حسابداری	۱۱	۲	۱	۲	۴	۳	۲	۱
معماری و شهرسازی	۳	۶	۸	۹	۶	۱	۳	۶
برق و کامپیوتر	۸	۵	۶	۶	۹	۵	۴	۸

اکنون باید به این سؤال پاسخ داده شود که آیا رتبه به دست آمده برای دانشکده‌ها توسط مدل DEA – IIEP پیشنهادی با رتبه به دست آمده از هر یک از این ۸ تکنیک یکسان است؟ برای پاسخ به این سؤال و بررسی صحت ادعای برابری رتبه‌بندی دانشکده‌ها توسط مدل DEA – IIEP با هر یک از این ۸ مدل، آزمون آماری ناپارامتریک دوچمله‌ای و فریدمن به صورت دوبعد و مجزا انجام می‌گردد.

در آزمون فریدمن فرض آماری زیر مطرح می‌گردد:

- $H_0$ : مدل‌های مورد بررسی از نظر رتبه واحدها با یکدیگر یکسان می‌باشند.  
 $H_1$ : مدل‌های مورد بررسی از نظر رتبه واحدها با یکدیگر یکسان نمی‌باشند.

اکنون به صورت دویه‌دو و مجزا آزمون فریدمن بین مدل  $DEA - IIEP$  و هر یک از این ۸ مدل انجام می‌گردد که نتایج به دست آمده از طریق نرم‌افزار SPSS ۱۶.۰۰ تحت  $\alpha = 0.01$  در جدول ۵ نشان داده می‌شوند. با توجه به نتایج ارایه شده در جدول ۵، تفاوت معناداری میان نتایج حاصل از مدل  $DEA - IIEP$  پیشنهادی با هریک از این ۸ مدل وجود ندارد و فرض یکسان بودن رتبه‌های به دست آمده از مدل پیشنهادی با هریک از ۸ مدل پذیرفته می‌شود.

در آزمون دوچمله‌ای با گروه‌بندی که در آن صورت می‌گیرد بر اساس درصدهای مشاهده شده در هر یک از گروه‌ها در مورد نتیجه آزمون نتیجه گیری می‌گردد. به منظور نمایش تفاضل بین رتبه دانشکده‌ها، آزمون دوچمله‌ای در سطح صفر آزمون شده است. آزمون در سطح صفر بدین معنی است که روش‌هایی که اختلاف رتبه آنها کمتر یا مساوی صفر باشد، با یکدیگر اختلاف ندارند. از آنجا که اختلاف بین دو عدد رتبه‌ای، عدد واقعی است؛ بنابراین برای اجرای آزمون، اختلاف رتبه‌ها در نظر گرفته شده است. بدین صورت که به صورت مجزا رتبه داده شده توسط هر یک از مدل‌ها با مدل پیشنهادی مقایسه شده‌اند و تفاضل رتبه‌ها به دست آمده است. بنابراین فرض آماری در سطح صفر به صورت زیراست:

- $H_0 \leq \mu$  (بین رتبه دو روش، اختلاف معناداری وجود ندارد).  
 $H_1 > \mu$  (بین رتبه دو روش، اختلاف معناداری وجود دارد).

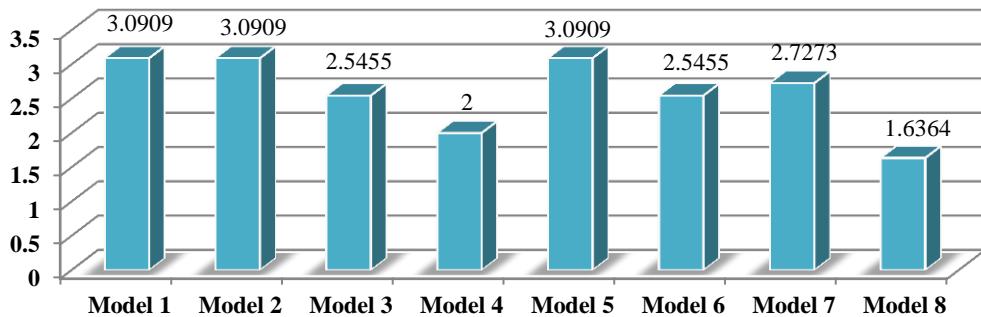
این فرض آماری بدین معنی است که اگر اختلاف بین رتبه روش‌ها کمتر یا مساوی صفر باشد فرض  $H_0$  و گرنه فرض  $H_1$  پذیرفته می‌شود. به بیان دیگر، روش‌هایی که میانگین اختلاف رتبه آنها کمتر یا مساوی صفر است رتبه آنها با یکدیگر اختلاف ندارند. در این سطح و تحت  $\alpha = 0.01$  اختلاف بین رتبه حاصل از مدل  $DEA - IIEP$  با هریک از این ۸ مدل به صورت مجزا کمتر یا مساوی صفر و فرض  $H_0$  تأیید شده است. نتیجه این آزمون در جدول ۶ نشان داده شده است. همچنین میانگین اختلاف بین رتبه حاصل از مدل پیشنهادی با هر یک از این ۸ مدل در شکل ۱ نشان داده شده است.

جدول ۵. نتایج حاصل از تست فریدمن

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6	Model 7	Model 8
P – Value	0.317	0.25	0.165	0.111	0.323	0.285	0.214	0.053

جدول ۶. نتایج حاصل از آزمون دوچمله‌ای

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6	Model 7	Model 8
P – Value	0.012	0.012	0.065	0.277	0.012	0.549	0.065	0.012



شکل ۱. اختلاف رتبه مدل‌ها با روش DEA – IIEP

همچنین به منظور بررسی این موضوع که نتایج حاصله از ۸ مدل مذکور و مدل پیشنهادی با هم همبستگی دارند، ناگزیر از انجام آزمون آماری هستیم. فرضیه پژوهشی این است که آیا همبستگی بین رتبه‌های حاصل از دو مدل پژوهش وجود دارد. بنابراین از آزمون ضریب همبستگی رتبه‌ای با فرض زیر استفاده می‌گردد.

$$\begin{cases} H_0: \rho = 0 \\ H_1: \rho \neq 0 \end{cases}$$

از این رو با عنایت به نتایج ۸ مدل مذکور و مدل پیشنهادی، آزمون همبستگی بین این مدل‌ها و مدل پیشنهادی تحت  $\alpha = 0.01$  صورت گرفت و نتایج به دست آمده از طریق نرم‌افزار SPSS 16.0 برای این آزمون‌های همبستگی در جدول ۷ نشان داده می‌شوند. خانه‌های ستاره‌دار بیان‌گر رد فرض صفر می‌باشد.

جدول ۲. آنالیز همبستگی

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6	Model 7	Model 8	Model 9
Model 1	—	0/019	0/051	0/01	0/002*	0/026	0/011	0/593	0/65
	1	0/691	0/6	0/0736	0/818	0/664	0/727	0/182	0/155
Model 2	—	0/029	0/035	0/089	0/016	0/008*	0/77	0/45	
	1	0/655	0/636	0/536	0/7	0/745	0/1	0/255	
Model 3	—	0/039	0/039	0/06	0/006*	0/201	0/201		
	1	0/627	0/627	0/582	0/764	0/418	0/418		
Model 4	—	0/003*	0/001*	0/003*	0/001*	0/077	0/071		
	1	0/8	0/864	0/8	0/8	0/555	0/564		
Model 5	—	0/002*	0/002*	0/002*	0/002*	0/502	0/502		
	1	0/827	0/882	0/882	0/227	0/145	0/145		
Model 6	—	0/001*	0/001*	0/484	0/484	0/555	0/555		
	1	0/845	0/236	0/236	0/2				
Model 7	—	0/612	0/612	0/34	0/34				
	1	0/173	0/318						
Model 8	—	0/003*	0/003*	0/809	0/809				
	1								
Model 9	—								
	1								

اولین مقدار بانگر Value – P و دومین مقدار بانگر میزان همبستگی ( $\rho$ ) می‌باشد.

### ۳-۲ تعیین واحدهای ناکارا و واحدهای مرجع آنها

با توجه به امتیاز به دست آمده از مدل (۷) (فرم ثانویه مدل CCR) برای هر DMUs، DMU به دو دسته کارا و ناکارا تقسیم می‌شوند. یک DMU در صورتی کارا در نظر گرفته می‌شود که علاوه بر اینکه میزان کارایی مربوط به آن واحد یک ( $\theta = 1$ ) باشد، متغیرهای کمبود خروجی ( $s_j^+$ ) و مازاد ورودی ( $s_j^-$ ) آن نیز صفر باشند. اگر یک واحد دارای امتیاز کارایی یک باشد، اما متغیرهای کمبود و یا مازاد آن مخالف صفر باشد و یا این که دارای امتیاز کارایی مخالف یک باشد، به عنوان واحد ناکارا درنظر گرفته می‌شود.

مدل (۷)

$$\max \theta \quad (23)$$

s.t.

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = x_{ip}, \quad \forall i, \quad (24)$$

$$\theta y_{rp} - \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} + s_r^+ = 0, \quad \forall r, \quad (25)$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0, \quad \forall j, i, r. \quad (26)$$

واحدهای مرجع هر کدام از واحدهای ناکارا، آن‌هایی هستند که در خروجی مدل (۷) دارای  $\theta > 1$  هستند.

واحدهای مرجع به عنوان الگویی هستند که واحدهای ناکارا باید به آن‌ها اقتدا کرده و متناسبًا ورودی‌های خود را کاهش داده و یا اینکه خروجی‌های خود را افزایش دهند تا بتوانند به مرز کارایی برسند. علت عدم کارایی واحدها را می‌توان چنین استنباط کرد که در بین واحدهای مورد بررسی، واحدی را می‌توان یافت که با داده کمتری خروجی بیشتری را نسبت به آن به دست آورد. برای تبدیل یک واحد ناکارا در ماهیت خروجی به واحد کارا، باید مقادیر ورودی و خروجی مطابق روابط زیر تغییر کنند تا واحد ناکارا روی مرز کارایی قرار بگیرد.

$$x_{ip} = x_{ip} - s_i^- \quad \forall i \quad (27)$$

$$y_{ip} = \theta y_{rp} + s_i^+ \quad \forall r \quad (28)$$

بنابر نتایج به دست آمده از مدل (۷)، واحدهای ناکارا و واحدهای مرجع هر کدام از واحدهای ناکارا در جدول ۸ نشان داده می‌شود. همچنین واحدهای ناکارا به منظور بهبود عملکردشان سعی می‌نمایند مقادیر ورودی‌هایشان را کاهش و خروجی‌هایشان را افزایش دهند. از این‌رو مقادیر ورودی‌ها و خروجی‌هایی که باعث کارایی آن‌ها می‌گردد با استفاده از مدل (۷) و روابط (۲۷) و (۲۸) محاسبه گردیده است که در جدول ۹ ارایه می‌شوند.

جدول ۸. خلاصه خروجی مدل (۷)

ادبیات	تربیت بدنی	حقوق	علوم	علوم علوم	علوم علوم	مدیریت و	معماری و	برق و
دانشکده	و علوم	و علوم	و علوم	و علوم	و علوم	حسابداری	شهرسازی	کامپیوتر
	و سیاسی	ورزشی						
۱	۱	۱	۱	۱	۱/۴۵۹۶	۱	۱	۰
.	.	.	.	.	۰/۴۶۵۶	.	۰	۰/۰۶۶۵
.	.	.	.	.	.	.	۰	۱
.	.	.	.	.	.	.	۰	۰
.	.	.	.	.	.	.	۰	۰
.	.	.	.	.	.	۰	۰	۰
.	.	.	.	.	.	۱	۰	۰
.	.	.	.	.	.	۱	۰	۰
.	.	.	.	.	۰/۱۲۱۵	۱	۰	۰
.	.	.	.	.	.	۰	۰	۰
.	.	.	.	.	.	۰	۰	۰
.	.	.	۱	۰	.	۰	۰/۳۱۲۶	۰
.	.	۱	۰	۰/۰۴۵۴	.	۰	۰/۰۷۳۲	۰
.	۱	۰	.	.	.	۰	۰	۰
۱	.	۰	.	۰/۰۵۱۶	.	۰	۰	۰
.	.	.	.	.	.	۰	۰/۰۰۸۳	۰
.	.	.	.	۰/۰۰۰۳	.	۰	۰/۰۰۴۱	۰
.	.	.	.	۰/۰۴۴۷	.	۰	۰/۰۰۱۲	۰
.	.	.	.	.	.	۰	۰/۰۴۸۱	۰
.	.	.	.	۰/۰۰۴۳	.	۰	۰	۰
.	.	.	.	.	.	۰	۰	۰
.	.	.	.	.	.	۰	۰/۰۱۵۱	۰
.	.	.	.	۰/۰۰۱۳	.	۰	۰	۰
.	.	.	.	.	.	۰	۰	۰
.	.	.	.	.	.	۰	۰	۰
.	.	.	.	.	.	۰	۰	۰
•	•	•	•	•	—	•	•	• واحد کارا
—	—	—	—	—	۱،۶۰۹	—	—	— واحدهای
مراجع								
و ۱۱								

جدول ۹. ورودی‌ها و خروجی‌های اصلاحی برای کارا شدن واحدهای ناکارا

معیارها	$O_4$	$O_3$	$O_2$	$O_1$	$I_5$	$I_4$	$I_3$	$I_2$	$I_1$
حقوق	۰/۰۴۸۱	۰/۰۶۲۹۷	۰/۰۵۳۸۷	۰/۰۵۴۴۹	۰/۰۱۹	۰/۰۳۸۹۰	۰/۰۲۷۸۱	۰/۰۳۹۸۹	۰/۰۳۹۷۳
علوم ریاضی	۰/۰۲۴۸۱	۰/۰۲۴۸۱	۰/۰۵۰۹۶	۰/۰۶۵۶۸	۰/۰۱۷۷۰	۰/۰۲	۰/۰۳۵۳۳	۰/۰۴۸۶۶	۰/۰۴۵

#### ۴ نتیجه‌گیری

کسب فاوری و دانش روز و پیشرفته که می‌تواند نقش مؤثر و کلیدی در تحقق و شتاب حرکت اجتماعی و اقتصادی ملل ایفا نماید، صرفاً با تقویت آموزش عالی و برنامه‌ریزی کمی و کیفی آن میسر می‌گردد. از این‌رو دانشگاه‌ها به عنوان بدنی اصلی آموزش عالی و مرکزی که به تربیت و آماده‌سازی نیروی انسانی کارآمد و ماهر برای پاسخگویی به نیازهای واقعی جامعه در زمینه‌های گوناگون می‌پردازند، نقش حیاتی و تعیین‌کننده‌ای در رشد و گسترش اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور دارند؛ چرا که دانشگاه‌ها با بروندادهای خود به جامعه عملاً در راه توسعه قدم بر می‌دارند و با توجه به جایگاه و نقش دانشگاه‌ها و حساسیت مردم به عملکرد این نهاد، باید در هر دو بعد کیفی و کمی به صورت متعادل رشد نمایند. از سوی دیگر با توجه به محدودیت منابع مادی و انسانی جامعه، بررسی و ارزیابی عملکرد دانشگاه‌ها لازم و ضروری می‌گردد؛ چرا که عملکرد نامناسب دانشگاه‌ها می‌تواند گسترش علمی و سیستم‌های آموزشی و پژوهشی را محدود نماید. از این‌رو به همان نسبت که دانشگاه‌های کارا می‌توانند به رشد علمی و اقتصادی جامعه کمک نمایند عملکرد بد آن‌ها نیز می‌تواند بحران‌های عظیم اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی را در برداشته باشد. بنابراین با توجه به آنچه بیان گردید می‌توان نتیجه گرفت که برای اصلاح و بهبود مستمر نظام دانشگاهی، استقرار یک سازوکار مناسب ارزیابی عملکرد که به واسطه آن بتوان ضمن بهبود و ارتقای کیفیت علمی، بهبود کل نظام دانشگاهی را مدنظر قرار داد؛ در عین اینکه از متن نظام دانشگاهی و ضرورت‌های آن برخاسته و منطبق بر خصوصیات این نظام باشد ضروری می‌نماید. از این‌رو با توجه به اهمیت ارزیابی کیفیت عملکرد دانشگاه‌ها و زیرمجموعه‌های آن، در این پژوهش یک مدل ارزیابی بر پایه‌ی مدل پروفایل کارایی ورودی به نام تکنیک پروفایل کارایی ورودی بهبودیافته پیشنهاد می‌گردد. این مدل پیشنهادی عملکرد مدل پروفایل کارایی ورودی را بهبود داده و برخی نواصص آن را برطرف نمود. نهایتاً به منظور بررسی عملکرد مدل پیشنهادی، یک مثال عددی به همراه تحلیل نتایج و اعتبارسنجی آن ارایه می‌گردد. به منظور اعتبارسنجی مدل از برخی مدل‌های دیگر تحلیل پوششی داده‌ها به همراه آزمون‌های آماری ناپارامتری استفاده گردید که نتایج نشان داد مدل پیشنهادی از کارایی لازم برخوردار می‌باشد.

موارد مطالعاتی آتی که می‌توان در ادامه‌ی کار به آنها پرداخت به صورت ذیل فهرست شده‌اند:

- ارایه یک چارچوب مدون و ساختاریافته به منظور تدوین شاخص‌های ارزیابی عملکرد، چرا که یکی از مراحل اساسی در ارزیابی عملکرد شاخص‌ها می‌باشد.
- دست‌یابی به یک چارچوب و الگویی جامع که مجریان و مدیران دانشگاهی بتوانند با استناد به آن، وضع کفی دانشگاه خود را با توجه به یک دیدگاه همه جانبه محک بزنند.
- در نظر گیری عدم قطعیت و ابهام در مسئله.
- کاربردی نمودن مسئله.
- با توجه به تعدد مدل‌هایی که برای تصمیم‌گیری وجود دارند، پیشنهاد می‌شود فرآیند تحقیق با استفاده از سایر مدل‌ها تکرار گردد و نتایج تحقیقات با یکدیگر مقایسه گردد.

## منابع

- [۱] برینان، ج.، شاه، ت.، (۱۳۹۰). مدیریت کیفیت در آموزش عالی: چشم اندازی بین‌المللی به سنجش و تغییرسازمانی. ترجمه‌ی صالحی، ک.، زین‌آبادی، ح. ر.، پرنده، ک.، تهران: نشر مرکز نشر دانشگاهی.
- [۲] هو، س.، (۱۹۹۵). مدیریت کیفیت جامع: نگرش منسجم. ترجمه‌ی حسین‌زاده، ح.، تهران: بینا.
- [۳] سالیس، ا.، (۱۳۸۰). مدیریت کیفیت فراگیر در آموزش. ترجمه‌ی صدیقی، س. ع.، تهران: نشرهای تازه.
- [۴] اسحاقی، ف.، (۱۳۸۵). ارزیابی درونی کیفیت گروه مدیریت و برنامه‌ریزی آموزشی دانشگاه تهران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه تهران، ایران.
- [۵] ذریه حبیب، م.، مقبولی، م.، (۱۳۹۰). ارزیابی کارایی گروه‌های آموزشی دانشگاه (نمونه موردی: دانشگاه آزاد اسلامی واحد صوفیان). سومین همایش ملی تحلیل پوششی داده‌ها، دانشگاه آزاد اسلامی فیروزکوه، ایران.
- [۶] شجاع، ن.، فلاح جلودار، م.، درویش متولی، م. ح.، (۱۳۹۰). تعیین کارایی واحد‌های منطقه ۱۲ دانشگاه آزاد اسلامی با استفاده از مدل چند مؤلفه‌ای در تحلیل پوششی داده‌ها. ریاضیات کاربردی واحد لاهیجان، ۸(۲)، ۲۸-۱۱.
- [۷] عالم تبریزی، ا.، سعیدی، ح.، دیلی معزی، ص.، (۱۳۹۰). بکارگیری رویکرد تلقیقی تحلیل پوششی داده‌ها و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی برای ارزیابی کارایی دانشکده‌های دانشگاه شهید بهشتی. پژوهش‌های مدیریت، ۸۹(۳۶)-۲۵.
- [۸] پاکزاد، آ.، (۱۳۹۱). تطبیق مدل تحلیل پوششی داده‌ها در ارزیابی عملکرد سیستم آموزشی (مطالعه موردی: گروه‌های آموزشی دانشگاه شهید باهنر کرمان). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شهید باهنر کرمان.
- [۹] آقاماجانی، ح. ع.، کیاکجوری، د.، یحیی تبار، ف.، (۱۳۹۲). ارزیابی عملکرد واحد‌های دانشگاه آزاد اسلامی استان مازندران با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها. تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، ۱۰(۴)، ۱۲۵-۱۱۱.
- [۱۰] ابزری، م.، بالوئی جام خانه، ۵.، خزائی پول، ج.، پورمصطفی خشکرودی، م.، (۱۳۹۲). ارزیابی عملکرد گروه‌های آموزشی دانشگاه دولتی با استفاده از مدل‌های DEA و SWOT و معادلات ساختاری و ارایه استراتژی‌های راهبردی برای ارتقای کارایی. تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، ۱۰(۱)، ۴۱-۳۶.
- [۱۱] شهریاری، س. ع.، رضوی، س. م.، اصغرزاده، ع. ا.، (۱۳۹۲). تحلیل پوششی داده‌های فازی و رویکرد نوین IEP/AHP/HPA جهت رتبه‌بندی کامل واحد‌های تصمیم گیرنده (مطالعه موردی: دانشکده‌های علوم انسانی دانشگاه تهران). مدیریت صنعتی، ۵(۱)، ۴۲-۲۱.
- [۱۲] صدری رنجبر، م.، خلیلی، م.، اعظمی، آ.، سبزه کار، ع.، (۱۳۹۲). ارزیابی کارایی دانشگاه‌ها و دانشکده‌ها از دیدگاه تولید دانش با روش تحلیل پوششی داده‌ها (مطالعه موردی: دانشگاه صنعتی امیرکبیر). مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، ۱۰(۲)، ۷۶-۶۱.
- [۱۳] کاظمی، م.، نیکخواه فرخانی، ز.، (۱۳۸۸). کاربست تحلیل پوششی داده‌ها در اندازه‌گیری و تحلیل کارایی نسبی شهرستان‌های استان خراسان رضوی در کشت گندم دیم. اقتصاد و توسعه کشاورزی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲(۳)، ۸۷-۹۴.
- [۱۴] صفری، س.، ابراهیمی شفاقی، م.، شیخ، م. ج.، (۱۳۸۹). مدیریت ریسک اعتباری مشتریان حقوقی در بانک‌های تجاری با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها (رتبه‌بندی اعتباری). مدرس علوم انسانی-پژوهش‌های مدیریت در ایران، ۴(۱۴)، ۱۶۴-۱۳۷.
- [۱۵] عرب مازار، ف.، (۱۳۹۰). DEA در مقابل سایر تکنیک‌های سنجش کارایی. سومین همایش ملی تحلیل پوششی داده‌ها. دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزکوه، تهران، ایران.
- [۱۶] مؤتمنی، ع. ر.، (۱۳۸۱). طراحی مدل پویایی بهره‌وری با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها (DEA). رساله دکتری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

- [۴۳] شایسته، ع. ر.، ساعتی مهندی، ص.، (۱۳۹۰). چند روش برای رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیری به کمک مجموعه مشترک وزن‌ها در تحلیل پوششی داده‌ها. سومین همایش ملی تحلیل پوششی داده‌ها، دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزکوه، تهران، ایران.
- [2] Fitzpatrick, J. L., Worthen, B. R., Sanders, J. R., (2004). Program evaluation: alternative approaches and practical guidelines. Boston: Pearson / Allyn and Bacon.
- [4] Chung Bing sun. T., (2002). Quality in higher education: Policies and practices. A Hong kong perspective, introduction and research approach. Journal for educational management, 17 (3).
- [7] Lopes, A. L. M., Lanzer, E. A., (2002). Data envelopment analysis – DEA and fuzzy sets to assess the performance of academic departments: A case study at federal university of Santa Catarina – UFSC. Pesquisa Operacional, 22 (2), 217–230.
- [8] Katharaki, M., Katharakis, G., (2010). A comparative assessment of Greek universities' efficiency using quantitative analysis. International Journal of Educational Research, 49, 115–128.
- [9] Lee, B. L., (2011). Efficiency of Research Performance of Australian Universities: A Reappraisal using a Bootstrap Truncated Regression Approach. Economic Analysis & Policy, 41 (3), 195–203.
- [10] Simar, L., Wilson, P. W., (2007). Estimation and inference in two – stage, semi – parametric models of production processes. Journal of Econometrics, 136, 31– 64.
- [11] Andersson, C., Antelius, J., Månnsson, J., Sund, K., (2016). Technical efficiency and productivity for higher education institutions in Sweden. Scandinavian Journal of Educational Research, 1–19, DOI:10.1080/00313831.2015.1120230.
- [16] Johnes, G., (2013). Efficiency in English higher education institutions revisited: a network approach. Economics Bulletin, 33 (4), 2698–2706.
- [17] Sanjee Monfared, M. A., Safi, M., (2013). Network DEA: An application to analysis of academic performance. Journal of Industrial Engineering International, 9 (15), 1–10.
- [18] Khodabakhshi, M., Kheirollahi, H., (2013). Performance evaluation of Iran universities with Stochastic Data Envelopment Analysis (SDEA). Int. J. Data Envelopment Analysis, 1 (1), 7–13.
- [19] Çınar, Y., (2013). Research and teaching efficiencies of Turkish universities with heterogeneity considerations: Application of multi – activity DEA and DEA by sequential exclusion of alternatives methods. Working Paper, Higher School of Economics WP Series, 24 Pages.
- [20] Beasley, J. E., (1995). Determining teaching and research efficiencies. Journal of the Operational Research society, 46, 441–452.
- [21] Aleskerov, F., Petrushchenko, V. V., (2013). DEA by Sequential Exclusion of Alternative. Working Paper, Higher School of Economics WP Series.
- [24] Ismail, I., Ramalingam, S., Husaini Azahan, A., Khezrimotlagh, D., (2014). Relative efficiency of public universities in Malaysia. Scholars Journal of Economics, Business and Management, 1(11), 606–612.
- [25] Payan, A., Rahmani Parchicolaie, B., (2014). Performance evaluation of universities as groups of decision making units. International Journal of Mathematical, Computational, Natural and Physical Engineering, 8 (4), 659–665.
- [28] Hung Do, Q., Chen, J. F., (2014). A hybrid fuzzy AHP – DEA approach for assessing university performance. WSEAS Transactions on Business and Economics, 11, 386–397.
- [29] Ruiz, J. L., Segura, J. V., Sirvent, I., (2015). Benchmarking and target setting with expert preferences: An application to the evaluation of educational performance of Spanish universities. European Journal of Operational Research, 242, 594–605.
- [30] Zhang, L., Luo, Y., (2016). Evaluation of input output efficiency in higher education based on data envelope analysis. International Journal of Database Theory and Application, 9 (5), 221–230.
- [31] Sahney, S., Thakkar, J., (2016). A comparative assessment of performance of select higher education institutes in India. Quality Assurance in Education, 24 (2), 278–302.
- [32] D. Gromov, A., (2017). The efficiency of Russian higher education institutions and its determinants. Working Paper, Higher School of Economics, National Research University, 17 pages.
- [33] Tofallis, C., (1997). Input efficiency profiling: an application to airlines. Computers & Operations Research, 24 (3), 253–258.
- [35] Charnes, A., Cooper, W. W., Rohdes, E., (1978) Measuring the efficiency of decision making units. European Journal of Operational Research, 2 (6), 429–444.
- [39] Adila, A., (2001). Predictors of university academic performance in Colombia instituto colombiano de neuropsicología. bogota, Colombia. International Journal of Educational Research, 35, 411–417.
- [40] Payan, A., Noora, A. A., Lotfi, F. H., (2014). A ranking method based on common weights and benchmark point. Applications and Applied Mathematics: An International Journal (AAM), 9 (1), 318–329.

- [41] Barzegarinejad, A., Jahanshahloo, G., Rostamy – Malkhalifeh, M., (2014). Full ranking for decision making units using ideal and anti – ideal points in DEA. *The Scientific World Journal*, DOI: 10.1155/2014/282939.
- [42] Saati Mohtadi, S., Payan, A., Kord, A., (2012). Ranking alternatives in multi – criteria decision analysis using common weights based on ideal and anti – ideal frontiers. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 6 (8), 285–289.