

ارزیابی کارایی دانشکده‌های دانشگاه یزد با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها و ارزیابی متقاطع آرمانی

سید حیدر میرفخرالدینی*

نگار جلیلیان**

هادی خاکی اردکانی***

چکیده

با توجه به اهمیت ارزیابی کارایی در مراکز آموزشی و دانشگاه‌ها، هدف از اجرای این پژوهش، ارزیابی کارایی دانشکده‌های دوازده‌گانه دانشگاه یزد بود که در این مطالعه، رویکرد نوین ارزیابی کارایی متقاطع آرمانی ارائه شد. جامعه پژوهش، شامل دانشکده‌های دوازده‌گانه دانشگاه یزد بود و برای بررسی از اطلاعات حاصل از فرایند مصاحبه و داده‌های مربوط به متغیرهای همه دانشکده‌ها بهره گرفته شد؛ از این رو حجم جامعه و نمونه پژوهش برابر است. نتایج ارزیابی کارایی متقاطع آرمانی دانشکده‌های دانشگاه یزد، نشان‌دهنده آن بود که دانشکده مدیریت دانشگاه یزد با بیشترین امتیاز کارایی، از نظر کارایی در رتبه اول قرار گرفته است. دانشکده‌های ادبیات، علوم اجتماعی و ریاضیات به ترتیب رتبه‌های دوم تا چهارم کارایی را کسب کردند.

واژگان کلیدی: تحلیل پوششی داده‌ها، ارزیابی کارایی متقاطع آرمانی، دانشگاه یزد

* دانشیار دانشگاه یزد، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری

** دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی، گرایش تولید و عملیات، دانشگاه یزد (نویسنده مسئول):

(Negar.jalilian@stu.yazd.ac.ir)

*** دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی گرایش تولید، دانشگاه یزد

مقدمه

در دنیای پرتلاطم امروز که اقتصاد کشورها بر محور دانش استوار است، دانشگاه‌ها نقش مهمی را در توسعه جوامع انسانی ایفا می‌کنند. می‌توان اذعان داشت که مأموریت دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی، بیشتر بر امر پژوهش و آموزش تمرکز دارد که پژوهش به‌واسطه مطالعه و آموزش از طریق تدریس و انتقال دانش محقق می‌شود (دوتولی و همکاران^۱، ۲۰۱۵). روشن است که موفقیت دانشگاه‌ها در عرصه آموزش و پژوهش در گرو استفاده مطلوب از منابعی است که در اختیار آنها قرار داده می‌شود که توجه به این مهم، اهمیت مفهوم کارایی را بیش از پیش افزایش می‌دهد. به نظر شرمن و همکاران (۲۰۰۱)^۲ کارایی، توانایی تولید کالا و خدمات با کمترین سطح از منابع مورد نیاز است. فارل^۳ نیز که پیشگام در اندازه‌گیری کارایی است، بیان کرده که ستانده فرایند می‌تواند با بهبود کارایی افزایش یابد بدون آنکه نیاز باشد تا نهادها و منابع مازاد به خدمت گرفته شود (آوکیران^۴، ۲۰۱۵).

تاکنون، برای ارزیابی عملکرد و اندازه‌گیری کارایی دانشگاه‌ها روش‌های متعددی به کار گرفته شده است که رایج‌ترین آنها روش تحلیل مرزی احتمالی و روش تحلیل پوششی داده‌ها^۵ است. هرچند روش تحلیل مرزی برای سطوح معینی از نبود اطمینان مناسب است، اما نمی‌توان از این روش در موقعیت‌هایی که پژوهشگر با نهاد و ستانده‌های چندگانه روبه‌روست، به‌آسانی استفاده کرد. با توجه به این مهم، برای ارزیابی عملکرد و اندازه‌گیری میزان کارایی واحدهای فعال در حوزه خدمات مانند دانشگاه‌ها، بیمارستان‌ها و مدرسه‌ها از روش تحلیل پوششی داده‌ها بهره گرفته می‌شود، زیرا با این روش می‌توان برای ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم‌گیری، از نهاد و ستانده‌های چندگانه به‌خوبی استفاده کرد (کواه و وانگ^۶، ۲۰۱۱ و آوکیران، ۲۰۰۱). تحلیل پوششی داده‌ها، روشی توانمند در محاسبه میزان کارایی واحدهای تصمیم‌گیری است که در سال ۱۹۷۸ ارائه شد. در این روش، کارایی واحدهای تصمیم‌گیری با استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی محاسبه می‌شود. بدین ترتیب که برای مجموعه واحدهای تصمیم

1. Dotili et al

2. Sherman et al

3. Farrell

4. Avkiran

5. Data Envelopment Analysis

6. Kuah & Wong

تصمیم‌گیری موجود چند ورودی و چند خروجی تعریف شده و مقادیر آنها برای هر واحد تصمیم‌گیری محاسبه می‌شود. سپس مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها با ایجاد یک فضای مقایسه‌ای بین واحدهای تصمیم‌مرز کارا را تشکیل می‌دهند. هر واحد تصمیم‌گیری که روی مرز قرار داشته باشد به‌عنوان واحد تصمیم‌گیری کارا شناخته شده و هر کدام که زیر مرز قرار داشته باشد واحد ناکارا بوده و میزان ناکارایی آنها بر اساس فاصله تا مرز محاسبه می‌شود (رویز و سیرونت^۱، ۲۰۱۵، باستانی و همکاران، ۱۳۹۳، کاریلو و جورج^۲، ۲۰۱۶). به‌طور کلی در ارزیابی کارایی به روش تحلیل پوششی داده‌ها، دو مدل معرفی می‌شود. اولین مدل تحلیل پوششی داده‌ها، مدل CCR است که هدف آن اندازه‌گیری و مقایسه کارایی نسبی واحدهای سازمانی است که دارای چندین نهاد و ستانده نزدیک به هم هستند و از جمله مدل‌های بازده ثابت نسبت به مقیاس است؛ زیرا افزایش در مقدار نهاد، افزایش مقدار ستانده به همان نسبت را به همراه خواهد داشت (دوتولی و همکاران، ۲۰۱۵ و چارنر و همکاران^۳، ۱۹۷۸). یکی دیگر از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها، مدل BCC برای ارزیابی نسبی کارایی واحدهایی است که بازده متغیر نسبت به مقیاس دارند زیرا افزایش ستانده، بیشتر یا کمتر از نسبت افزایش در نهاد است (بانکر و چارنر^۴، ۱۹۸۴). لازم به ذکر است که مدل‌های بازده ثابت نسبت به مقیاس زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرند که همه واحدها در مقیاس بهینه عمل کنند. این مدل‌ها واحدهای کارایی کمتری را در بر گرفته و مقدار کارایی کمتری را محاسبه می‌کنند (مهرگان، ۱۳۹۱، ۷۷). بنابراین، با توجه به روند رو به رشد تعداد دانشگاه‌ها، دانشجویان و نیز سیاست‌هایی که مبتنی بر افزایش کارایی دانشکده‌ها است، کاملاً روشن است که باید به فکر افزایش در مقدار کارایی بود و بنابراین می‌توان گفت که مدل به‌کار رفته در این پژوهش، به‌صورت نهاد محور است. مدل CCR خطی مضربی نهاد محور به شکل زیر است:

1. Ruiz & Sirvent

2. Carrilo & Jorge

3. Charnes et al

4. Banker & Charnes

مدل (۱)

$$\text{Max } Z_0 = \sum_{r=1}^s yr_0ur$$

St:

$$\sum_{i=1}^m xi_0vi = 1$$

$$\sum_{r=1}^s yr_0ur - \sum_{i=1}^m xi_0vi \leq 0$$

$$ur, vi \geq \varepsilon$$

در این مدل، مقادیر X_i و Y_r ارزش‌های نهاد و ستانده هر واحد تصمیم، u_r و v_i اوزان هر یک از نهاده‌ها و ستانده‌ها، m تعداد نهاده‌ها و s بیانگر تعداد ستانده‌های مدل است. این روش، با هدف شناسایی واحدهای ناکارا، رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیری، ارزیابی میزان اثربخشی برنامه‌ها یا سیاست‌ها، ایجاد پایه‌های کمی برای تخصیص منابع به واحدها، ارزیابی شیوه‌های مدیریت و ... به کار گرفته می‌شود و در میان کاربرد گسترده آن در صنایع مختلف، در پنج صنعت بانکداری، سلامت و درمان، کشاورزی، حمل و نقل و آموزش بیشتر مورد توجه قرار گرفته است (لیو و همکاران^۱، ۲۰۱۳). روش تحلیل پوششی داده‌ها روشی توانمند در محاسبه میزان کارایی واحدهای تصمیم‌گیری است ولی باید توجه داشت که واحدهای غیر کارا با کسب امتیاز کارایی قابل رتبه‌بندی هستند اما واحدهای کارا با استفاده از مدل‌های کلاسیک تحلیل پوششی داده‌ها قابل رتبه‌بندی نبوده و این امر ناشی از ضعف قدرت مدل تحلیل پوششی داده‌های کلاسیک در تفکیک واحدهای کارا است (اورکو و بال^۲، ۲۰۱۱). همچنین در مدل مذکور ممکن است مسئله توزیع غیر واقعی وزن به نهاده‌ها و ستانده‌های مدل ظهور کند یعنی مدل وزن‌های بزرگ را به یک ستانده و یا وزن‌های کوچک را به یک نهاد نسبت دهد که در این صورت مدل تحلیل پوششی داده‌ها، بر اساس برنامه‌ریزی آرمانی متقاطع نسبت به مدل کلاسیک توانایی بیشتری در تمایز واحدهای کارا و تخصیص وزن‌های واقعی به نهاده‌ها و ستانده‌های مدل خواهد داشت (مهرگان، ۱۳۹۱، ۱۴۱).

با توجه به محبوبیت روش تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی کارایی واحدهای سازمانی (آوکایران، ۲۰۱۵؛ کاریلو و جورج، ۲۰۱۶؛ لیم^۳، ۲۰۱۲ و لی و ورتینگتون^۴،

1. Liu et al

2. Orchu & Bal

3. Lim

4. Lee & Worthington

عالم تبریز و همکاران (۱۳۸۹) با توجه به اهمیت دانشگاه‌ها به‌عنوان بزرگ‌ترین مراکز آموزش عالی در کشور، کارایی دانشکده‌های دانشگاه شهید بهشتی را با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها در دو حالت ساده و مبتنی بر برنامه‌ریزی آرمانی اندازه‌گیری و با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی، به رتبه‌بندی دانشکده‌ها اقدام کردند. یافته‌های پژوهش آنها نشان داد که طی دوره مورد بررسی، دانشکده‌های علوم، ادبیات و علوم انسانی، مدیریت و حسابداری بر اساس شاخص‌های در نظر گرفته شده، جز دانشکده‌های برتر هستند. عظیمیان و همکاران (۱۳۹۲) نیز برای ارزیابی عملکرد پروژه‌های پژوهشکده علوم و فناوری زیر دریا، رویکرد تلفیقی از تحلیل پوششی داده‌ها و شاخص بهره‌وری مالم کوئیست را ارائه کردند. نتایج این پژوهش امکان استفاده از رویکرد پیشنهادی را برای تعیین عملکرد پروژه‌ها در سازمان‌های پروژه محور نشان داد. صفدری رنجبر و همکارانش (۱۳۹۲) در مطالعه خود تلاش کردند تا بر پایه دانش و بهره‌گیری از رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها، ارزیابی دانشگاه‌ها و دانشکده‌ها را ارزیابی کنند. یافته‌های پژوهش علاوه بر رتبه‌های کارایی دانشکده‌های دانشگاه امیرکبیر، به پتانسیل توسعه دانشکده‌ها برای رسیدن به مرز کارایی نیز اشاره داشت. همچنین، سید نقوی و همکاران (۱۳۹۵) پژوهشی را با هدف ارزیابی عملکرد دانشگاه‌های نظامی مبتنی بر چارچوب تعالی و بالندگی سازمانی اجرا کردند. این پژوهش از جنبه هدف، توسعه‌ای و از جنبه روش، توصیفی - پیمایشی بود. داده‌های لازم با استفاده از ابزار پرسشنامه گردآوری و داده‌ها با بهره‌گیری از آزمون تی تک تک‌نمونه‌ای و ضریب همبستگی پیرسون تحلیل شد. نتایج پژوهش، نشان‌دهنده آن بود که با توجه به همبستگی مثبت بین حوزه توانمندسازها و نتایج، می‌توان انتظار داشت که با بهبود و اصلاح حوزه توانمندسازها، حوزه نتایج به‌مرور بهبود یابد. از دیدگاه کواه و وانگ (۲۰۱۱) ارزیابی کارایی دانشگاه‌ها امری حیاتی در جهت تخصیص اثربخش منابع و استفاده از منابع آموزشی است. با توجه به این مهم، آنها در پژوهش خود از مدل تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی کارایی آموزشی و پژوهشی دانشگاه‌ها استفاده کردند. در این پژوهش، ۱۶ معیار به‌عنوان نهاده‌ها و ستانده‌های مدل در نظر گرفته شد. پژوهشگران در این مطالعه بیان داشتند که کاربرد مدل تحلیل پوششی داده‌ها می‌تواند مدیران دانشگاه‌ها و مراکز آموزشی را در شناسایی فعالیت‌های ناکارا یاری رسانده و آنها را به انجام اقدامات مناسب برای بهبود فعالیت‌ها

تشویق کند. کونگ و فو^۱ (۲۰۱۲) نیز از رویکرد تلفیقی تحلیل پوششی داده‌ها و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، برای ارزیابی عملکرد دانشکده‌های کسب و کار در تایوان استفاده کرده و مدل را بر پایه معیارهای مرتبط با دانشجویان، ارزیابی و اجرا کردند. نتایج این بررسی، برتری مدل پیشنهادی را نسبت به مدل تحلیل پوششی داده‌ها کلاسیک روشن ساخت. در جهت برنامه‌تعالی پژوهشی در استرالیا، لی و همکارانش تلاش کردند تا کیفیت پژوهشی در کشور استرالیا را ارزیابی کنند. از این‌رو، به توسعه مدلی اقدام کردند که به نحوی مطلوب، پایه‌های تولید محصولات پژوهشی در مقاطع تحصیلات تکمیلی استرالیا را نشان دهد. با در نظر داشتن ویژگی‌های کیفی ژورنال‌ها و نیز کمیت و کیفیت مقاله‌های پژوهشی و تحلیل داده‌های مربوط و نیز با بهره‌مندی از روش تحلیل پوششی شبکه‌ای، مدل تحقیق توسعه داده شد. یافته‌های پژوهش، نشان‌دهنده آن بود که مدل تحلیل پوششی استاندارد در بیان میزان کارایی فعالیت‌های پژوهشی دانشگاه‌های استرالیا اغراق کرده و نتایج به دست آمده از تحلیل پوششی شبکه‌ای قابلیت بیشتری برای بسط و تفسیر دارد (لی و وارینگتون، ۲۰۱۶).

در دیدگاه سنتی، هدف از ارزیابی عملکرد و سنجش میزان کارایی صرفاً قضاوت و کنترل واحد ارزیابی‌شونده است در صورتی که امروزه از دیدگاه مدرن، هدف از ارزیابی، رشد و توسعه واحدهای ارزیابی‌شونده و بهبود و بهسازی عملکرد واحدها است تا فعالیت‌های خود را به شیوه‌ای مطلوب دنبال کنند (احمدی و نورا، ۱۳۹۰). دانشگاه، مهد پرورش سرمایه فکری و نیروی جوان و متخصص جامعه است و تحقق چشم‌انداز، آرمان‌ها و هدف‌های کلیدی در نظام‌های آموزشی، مستلزم بهره‌گیری از ابزارهایی برای ارزیابی عملکرد و سنجش کارایی واحدهای تصمیم است. در سال‌های اخیر، دانشگاه یزد در تلاش بوده تا با سنجش برنامه‌ریزی شده عملکرد، فضای رقابتی میان واحدهای آموزشی و پژوهشی حاکم سازد و از این طریق در راستای رسیدن به چشم‌انداز «قرار گرفتن در بین ۱۰ دانشگاه برتر کشور» گام بردارد. از این‌رو، با عنایت به اهمیت ارزیابی کارایی در مراکز آموزشی و دانشگاه‌ها، در پژوهش حاضر تلاش شد تا کارایی دانشکده‌های دانشگاه یزد ارزیابی شده و در این راستا به پرسش‌های پژوهشی زیر پاسخ داده شود:

۱- امتیاز ارزیابی دانشکده‌های دانشگاه یزد به چه میزان است؟

¹. Kong & Fu

۲- کدام یک از دانشکده‌ها، از نظر کارایی در اولویت‌های اول تا سوم قرار می‌می‌گیرند؟

به‌منظور پاسخ به پرسش‌های فوق، در این پژوهش، رویکرد نوین ارزیابی کارایی متقاطع آرمانی ارائه شده است که با این رویکرد می‌توان با برطرف کردن نقاط ضعف مدل تحلیل پوششی داده‌های کلاسیک، به بهترین نحو کارایی دانشکده‌ها را ارزیابی کرد. در برخی از پژوهش‌های صورت گرفته در زمینه ارزیابی کارایی واحدهای سازمانی، هدف، تمرکز بر ضعف مدل تحلیل پوششی داده‌ها مبنی بر نداشتن قدرت تمایز در شناسایی واحدهای ناکارا و نیز تخصیص وزن‌های غیرواقعی به شاخص‌ها بوده است. با عنایت به این مهم، در پژوهش حاضر با معرفی رویکرد تلفیقی ارزیابی کارایی متقاطع و برنامه‌ریزی آرمانی، تلاش شده تا با فائق آمدن بر ضعف روش تحلیل پوششی کلاسیک، کارایی دانشکده‌های دانشگاه یزد به بهترین نحو، ارزیابی و بررسی شود. در بخش پایانی پژوهش نیز برای ارتقای هرچه بهتر کارایی دانشکده‌ها پیشنهادهایی به مدیران ارائه شده است.

ارزیابی کارایی متقاطع

به دلیل آنکه احتمال دارد خروجی مدل تحلیل پوششی داده‌ها دربرگیرنده چندین واحد کارا باشد، رتبه‌بندی واحدهای کارا به‌عنوان یکی از محدودیت‌های مدل تحلیل پوششی شناخته شده است که روش ارزیابی کارایی متقاطع برای رفع این محدودیت معرفی می‌شود (صفایی قادیکلایی، یحیی‌زاده‌فر و شکوهی، ۱۳۸۶). روش ارزیابی کارایی متقاطع یک واحد تصمیم‌گیری، با شکل‌دهی ماتریس کارایی متقاطع و استفاده از وزن بهینه واحدهای تصمیم‌گیری دیگر محاسبه می‌شود و به‌واسطه آن واحدهای تصمیم‌گیری کارا نیز رتبه‌بندی شده و کاراترین واحد معرفی می‌شود (اورکو و بال، ۲۰۱۱، لیم، ۲۰۱۲).

برنامه‌ریزی آرمانی

برنامه‌ریزی آرمانی از مهم‌ترین مدل‌های برنامه‌ریزی چندهدفه است و از جمله مدل‌های اساسی است که تصمیم‌گیرنده، هم‌زمان درصدد دستیابی به آرمان‌هایی برای چندین هدف است. فرم کلی مدل برنامه‌ریزی آرمانی به‌صورت زیر است:

مدل (۲)

$$\text{Min } z = \sum_{k=1}^q \sum_{i=1}^m p_k (d_i^- + d_i^+)$$

St:

$$\sum_{j=1}^n c_{ij} x_j + d_i^- - d_i^+ = b_i, \quad i = 1, 2, \dots, m,$$

$$\sum_{j=1}^n a_{rj} x_j \leq b_r, \quad i = 0, 1, 2, \dots, s,$$

$$x_j, d_i^+, d_i^- \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, n.$$

در این مدل:

x_j : بیانگر متغیرهای تصمیم مدل بوده که می‌تواند هر عدد حقیقی غیر منفی را در برگیرد.

d_i^- و d_i^+ : متغیرهای انحراف مثبت و منفی از آرمان i ام را نشان می‌دهد.

b_i : عدد سمت راست یا سطح تمایل آرمان i ام را بیان می‌دارد.

P_k : اولویت k ام ($k = 1, 2, \dots, q$) آرمان را مشخص می‌کند.

ar_j : ضرایب فنی مدل را ارائه می‌کند.

C_{ij} : ضرایب متغیرهای تصمیم j ام در آرمان i ام را نشان می‌دهد.

br : اعداد سمت راست محدودیت‌های کارکردی.

این مدل دارای n متغیر تصمیم، m آرمان، k اولویت و S محدودیت کارکردی است. روابط ریاضی موجود در مدل خطی و از درجه یک است (باستانی و همکاران، ۱۳۹۳).

مدل ارزیابی کارایی متقاطع آرمانی

عدم توانایی روش تحلیل پوششی داده‌های کلاسیک در تفاوت قائل شدن بین واحدهای تصمیم‌گیری با امتیاز کارایی یک و استفاده از تنها یک تابع هدف از نقاط ضعف این روش است. از همین رو، برای فائق آمدن بر نقاط ضعف روش، لازم است تا مدل تحلیل پوششی داده‌های چند معیاره طراحی شود و به واسطه‌ی معیارهای MINMAX

و MINSUM، به جای حداکثر ساختن امتیاز کارایی واحد، متغیر انحراف از هدف را حداقل سازد. در همین رابطه، اورکو و بال در سال ۲۰۱۱ مدل زیر را برای ارزیابی کارایی متقاطع آرمانی پیشنهاد دادند.

مدل (۳)

$$\text{Min } \alpha = \left\{ \sum_{j=1}^n n_j + \sum_{j=1}^n \alpha_j \right\}$$

St:

$$\sum_{i=1}^m x_{ip} v_{ip} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s y_{rp} 0_{urp} - \theta p p \sum_{i=1}^m x_{ip} 0_{vip} = 0$$

$$\sum_{r=1}^s y_{rj} 0_{urp} - \sum_{i=1}^m x_{ij} 0_{vip} + \alpha = 0 \quad j=1,2,\dots,n$$

$$M - \alpha_j + n_j - p_j \geq 0 \quad j=1,2,\dots,n$$

$$u_{rp} \geq 0 \quad r=1,2,\dots,s$$

$$v_{ip} \geq 0 \quad i=1,2,\dots,m.$$

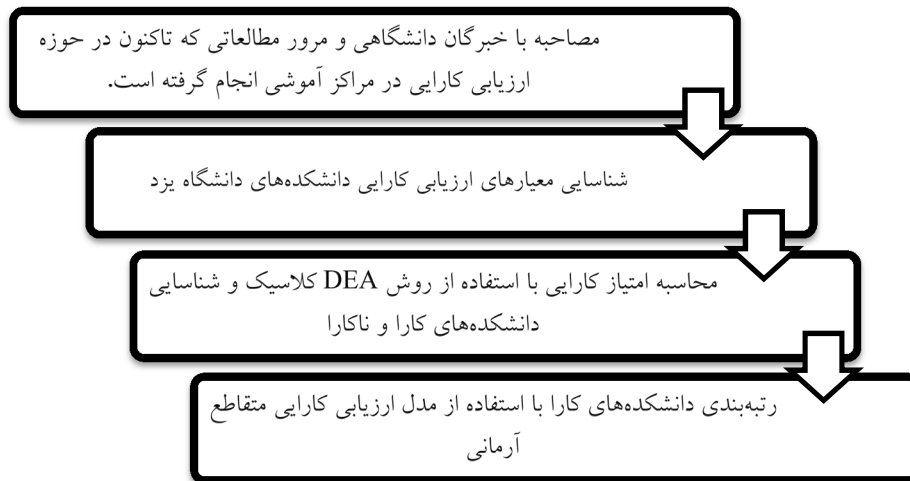
$$X_j \geq 0, \quad j=1,2,\dots,n.$$

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

لازم به ذکر است که α متغیر انحراف از واحد تحت ارزیابی است، M ماکزیمم متغیر انحراف است. $\theta p p$ مقدار کارایی برای واحد تحت ارزیابی است که از روش تحلیل پوششی کلاسیک داده‌ها حاصل می‌شود. مقادیر n_j میزان انحرافات ناخواسته را نشان می‌دهد و مقادیر p_j میزان انحرافات مثبت و مطلوب است. بنابراین در پژوهش حاضر برای ارزیابی کارایی دانشکده‌های دوازده‌گانه دانشگاه یزد، از روش ارزیابی کارایی متقاطع آرمانی ارائه شده توسط اورکو و بال بهره گرفته می‌شود.

روش‌شناسی پژوهش

با توجه به ماهیت موضوع، روش پژوهش حاضر از نوع توصیفی است، اطلاعات به صورت میدانی گردآوری شده و تحقیق از نوع مطالعه گذشته‌نگر به شمار می‌رود. در این بخش از پژوهش حاضر پس از تبیین مراحل اجرای پژوهش، معیارهای ارزیابی کارایی دانشکده‌های دانشگاه یزد معرفی می‌شود. برای پاسخ به پرسش پژوهش و تحقق هدف پژوهش، مراحل به شرح شکل (۱) دنبال شد.



شکل (۱) مراحل اجرای پژوهش

در این پژوهش، کارایی ۱۲ دانشکده دانشگاه یزد بررسی شده است. با عنایت به آنکه رکن اساسی مدل‌های ارزیابی کارایی، نهاده‌ها و ستانده‌های واحدهای تحت ارزیابی هستند، در پژوهش حاضر نیز لازم بود تا ابتدا نهاده‌ها و ستانده‌های مورد نظر برای ارزیابی کارایی دانشکده‌های دانشگاه یزد، مشخص شود. از این‌رو، ضمن بررسی مطالعاتی که در حوزه ارزیابی کارایی مراکز آموزشی صورت گرفته بود، از نظر خبرگان دانشگاهی نیز بهره گرفته شد. تیم خبره این پژوهش، استادان رشته مدیریت بودند که در زمینه ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم، بنیه علمی لازم را داشتند. در فرایندهای مصاحبه با خبرگان که با روش نمونه‌گیری قضاوتی انتخاب شدند، پرسش‌هایی مبنی بر تعیین مناسب‌ترین متغیرها برای ارزیابی کارایی دانشکده‌های دانشگاه مطرح شد. درنهایت با توجه به اجماع نظر خبرگان سه نهاده مقدار بودجه سالیانه تخصیص داده شده به دانشکده‌ها در سال ۱۳۹۴، تعداد دانشجویان ورودی به تفکیک مقطع تحصیلی (کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری) و تعداد اعضای هیئت علمی دانشکده‌ها در سال مورد نظر و دو خروجی تعداد دانشجویان فارغ‌التحصیل به تفکیک مقطع تحصیلی و تعداد کارهای پژوهشی (مقاله‌های ISI، ISC، علمی-پژوهشی، علمی-ترویجی، مقاله‌های کنفرانسی بین‌المللی و ملی، کتاب‌های منتشر شده، پایان‌نامه‌های ارشد و رساله‌های دکتری) دانشکده‌ها در سال مورد نظر برای ورود به مدل پژوهش، مناسب

تشخیص داده شد. لازم به ذکر است که جامعه مورد بررسی پژوهش، همه دانشکده‌های دانشگاه یزد است شامل ۱۲ دانشکده بود. برای ارزیابی کارایی دانشکده‌ها، همه دانشکده‌ها به‌عنوان نمونه، بررسی شدند، بنابراین حجم جامعه و نمونه برابر است. گردآوری داده‌ها با روش مصاحبه با افراد خبره و مطالعات کتابخانه‌ای و استفاده از گزارش‌ها و آمار موجود صورت گرفت و روایی داده‌های گردآوری شده با نظرخواهی از خبرگان تأیید شد.

در میان نهاده‌ها و ستانده‌های تعریف‌شده، یک نهاده و دو ستانده وجود دارد که از چند بخش تشکیل می‌شوند. تعداد دانشجویان ورودی که به‌عنوان یک نهاده در نظر گرفته شده بود، از سه مقطع دانشجویان کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری تشکیل شده است که این سه نهاده با وزن ۱ برای دانشجویان کارشناسی، وزن ۲ برای دانشجویان کارشناسی ارشد و وزن ۳ برای دانشجویان دکتری با هم ترکیب شده‌اند و این وضعیت برای ستاده‌ای که مبین تعداد فارغ‌التحصیلان باشد نیز صادق است. در میان ستانده‌ها، ستانده تعداد کارهای پژوهشی از ۹ بخش مقاله‌های ISI، مقاله‌های ISC، مقاله‌های علمی-پژوهشی، مقاله‌های علمی-ترویجی، مقاله‌های کنفرانسی بین‌المللی، مقاله‌های کنفرانسی ملی، کتاب‌های منتشر شده، پایان‌نامه‌های ارشد و رساله‌های دکتری تشکیل می‌شود که این موارد با وزن‌های ۷، ۶، ۵، ۴، ۲، ۱، ۵، ۱۰، ۲، ۵ و ۵ ترکیب شده‌اند. این وزن‌ها از آیین‌نامه هیئت ممیزه که به‌منظور اعطای پایه و ارتقا به استادان استفاده شده است. دلیل بهره گرفتن از آیین‌نامه هیئت ممیزه این است که نتایج پژوهش مورد استفاده مدیران دانشکده‌ها و دانشگاه قرار می‌گیرد؛ بنابراین از معیاری برای ترکیب این موارد استفاده شده است که در نظام دانشگاهی پذیرفته شده است. مقادیر اجزای هر یک از نهاده‌ها و ستانده‌های مدل بعد از موزون کردن آنها با استفاده از وزن‌های در نظر گرفته شده، در جدول (۱) ارائه شده است:

جدول (۱) مقادیر موزون نهاده‌ها و ستانده‌ها

نهاده/ستانده	ادبیات	اقتصاد، مدیریت و حسابداری	مهندسی برق و کامپیوتر	ریاضی	علوم اجتماعی	علوم انسانی
بودجه سالیانه (به میلیارد ریال)	X1	۳۳	۲۱/۵	۲۸/۱	۲۶	۷۸
تعداد دانشجویان ورودی	X2	۶۵/۶۶	۱۶۳/۱۶	۱۰۲/۱۶	۱۱۱/۸۳	۱۷۴/۳۳
تعداد اعضای هیئت علمی	X3	۲۷	۲۸	۳۵	۳۰	۶۱
تعداد دانشجویان فارغ‌التحصیل	Y1	۴۱/۸۳	۶۸	۴۶/۱۶	۵۰/۸۳	۹۸/۶۶
تعداد کارهای پژوهشی	Y2	۱۰/۱۸	۱۹/۲۶	۱۱/۸۷	۲۳/۸۲	۱۳/۵۱
نهاده/ستانده		علوم پایه	فنی و مهندسی	فیزیک	مهندسی معدن و متالورژی	منابع طبیعی و کوشناسی
بودجه سالیانه (به میلیارد ریال)	X1	۷۰/۵۵	۹۳	۲۷	۲۶	۳۱
تعداد دانشجویان ورودی	X2	۹۳/۳۳	۱۹۶/۶۶	۷۳	۶۵/۵	۳۸/۵
تعداد اعضای هیئت علمی	X3	۲۷	۶۷	۲۰	۱۸	۲۲
تعداد دانشجویان فارغ‌التحصیل	Y1	۴۰/۶۶	۹۳	۲۳/۵	۲۶/۳۳	۲۴/۱۶
تعداد کارهای پژوهشی	Y2	۲۰/۸۳	۲۸/۳۱	۱۰/۱۰	۸/۴۴	۲۴/۱۶

تجزیه و تحلیل داده‌ها

به منظور تحلیل داده‌های گردآوری شده برای ارزیابی کارایی دانشکده‌های دانشگاه یزد، نخست لازم بود تا با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌های ورودی‌محور، امتیاز

کارایی هر یک از دانشکده‌ها محاسبه شده و دانشکده‌های کارا و ناکارا تعیین شوند. نتایج به دست آمده از ارزیابی کارایی دانشکده‌های دانشگاه یزد در سال ۱۳۹۴ به شرح جدول (۲) است.

جدول (۲) نتایج به دست آمده از ارزیابی کارایی در تحلیل پوششی داده‌ها کلاسیک

رتبه	امتیاز کارایی	واحد تحت ارزیابی (دانشکده)	رتبه	امتیاز کارایی	واحد تحت ارزیابی (دانشکده)	رتبه
۵	۰/۹۹	علوم پایه	۷	*۱	ادبیات	۱
۶	۰/۸۸۰۹	فنی و مهندسی	۸	*۱	اقتصاد، مدیریت و حسابداری	۲
۱۲	۰/۶۶	فیزیک	۹	۹	مهندسی برق و کامپیوتر	۳
۱۱	۰/۷۵	مهندسی معدن و متالورژی	۱۰	*۱	ریاضی	۴
۸	۰/۸۰۸۹	منابع طبیعی و کورشناسی	۱۱	*۱	علوم اجتماعی	۵
۱۰	۰/۷۷۹	هنر و معماری	۱۲	۷	علوم انسانی	۶

بر اساس یافته‌های مندرج در جدول (۲) امتیاز کارایی چهار دانشکده (مدیریت، ادبیات، علوم اجتماعی و ریاضی) معادل یک بوده و از واحدهای کارا به شمار می‌روند، سایر دانشکده‌ها نیز با امتیاز کارایی کمتر از یک به‌عنوان واحدهای ناکارا شناخته می‌شوند. با توجه به اینکه چهار دانشکده با امتیاز کارایی یک به‌عنوان واحدهای کارا در نظر گرفته شدند، نیاز است تا با استفاده از روش ارزیابی کارایی متقاطع آرمانی، بین واحدهای کارا نیز تمایز قائل شده و کاراترین دانشکده از میان دانشکده‌های مدیریت،

ادبیات، علوم اجتماعی و ریاضی مشخص شود. لازم به ذکر است که مدل اولیه با روش نرم اقلیدسی نرمال شد و مدل نهایی مطالعه برای ارزیابی دانشکده مدیریت، اقتصاد و حسابداری دانشگاه یزد، به شرح زیر در نظر گرفته شد.

مدل (۴)

$$\text{Min} = n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + \alpha^1 + \alpha^2 + \alpha^3 + \alpha^4;$$

St:

$$0.2*v_1 + 0.96*v_2 + 0.22*v_3 = 0.0086;$$

$$(0.45*u_1 + 0.129*u_2) - (0.16*v_1 + 0.78*v_2 + 0.194*v_3) = 0;$$

$$(0.342*u_1 + 0.174*u_2) - (0.195*v_1 + 0.874*v_2 + 0.225*v_3) = 0;$$

$$(0.09*u_1 + 0.56*u_2) - (0.413*v_1 + 0.693*v_2 + 0.154*v_3) = 0;$$

$$(0.339*u_1 + 0.163*u_2) - (0.456*v_1 + 0.774*v_2 + 0.224*v_3) = 0;$$

$$(0.342*u_1 + 0.174*u_2) - (0.195*v_1 + 0.874*v_2 + 0.225*v_3) + d_1 = 0;$$

$$(0.563*u_1 + 0.09*u_2) - (0.413*v_1 + 0.693*v_2 + 0.154*v_3) + d_2 = 0;$$

$$(0.339*u_1 + 0.163*u_2) - (0.456*v_1 + 0.774*v_2 + 0.223*v_3) + d_3 = 0;$$

$$(0.45*u_1 + 0.129*u_2) - (0.16*v_1 + 0.78*v_2 + 0.194*v_3) + d_4 = 0;$$

$$1 - \alpha^1 + n_1 - p_1 = 0;$$

$$1 - \alpha^2 + n_2 - p_2 = 0;$$

$$1 - \alpha^3 + n_3 - p_3 = 0;$$

$$1 - \alpha^4 + n_4 - p_4 = 0;$$

$$u_1, u_2 \geq 0;$$

$$v_1, v_2, v_3 \geq 0;$$

$$d_1, d_2, d_3, d_4 \geq 0;$$

$$n_1, n_2, n_3, n_4 \geq 0;$$

$$p_1, p_2, p_3, p_4 \geq 0;$$

نتایج حاصل از اجرای مدل به شرح جدول (۳) است.

پس از ورود داده‌های پژوهش در قالب مدل (۴) به نرم‌افزار لینگوا ۱۱، مدل ارزیابی کارایی متقاطع آرمانی برای دانشکده‌های مدیریت، علوم اجتماعی، ریاضی و علوم پایه اعمال شد که نتایج آن به شرح جدول (۳) است.

جدول (۳) نتایج نهایی ارزیابی کارایی مقاطع آرمانی دانشکده‌ها

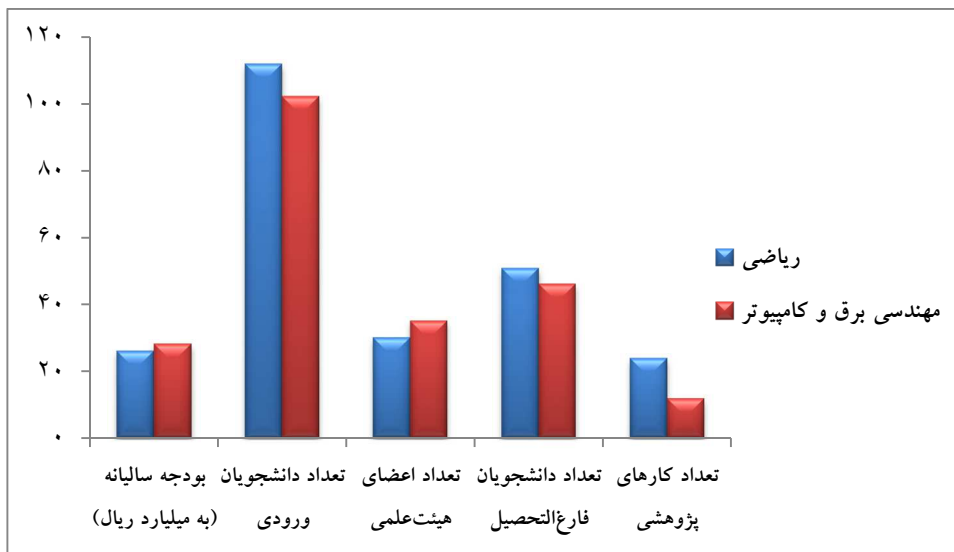
دانشکده	مدیریت، اقتصاد و حسابداری	علوم اجتماعی	ریاضی	ادبیات
امتیاز کارایی	۰/۹	۰/۷۵	۰/۶۹۸	۰/۸۲
رتبه	۱	۳	۴	۲

نتایج موجود در جدول (۳) نشان می‌دهد که دانشکده مدیریت بیشترین میزان از امتیاز کارایی مقاطع آرمانی را به خود اختصاص داده است و دانشکده‌های ادبیات، علوم اجتماعی و ریاضی از نظر امتیاز کارایی به ترتیب در رده‌های دوم تا چهارم قرار گرفته‌اند.

نتیجه‌گیری

از زمان معرفی روش تحلیل پوششی داده‌ها در سال ۱۹۷۸، تحلیل پوششی داده‌ها به‌عنوان یکی از روش‌های ارزیابی کارایی و بهره‌وری واحدهای تصمیم‌گیری، بین پژوهشگران محبوبیت یافت. در سال‌های اخیر نیز از مدل‌های توسعه یافته روش مذکور در حوزه‌هایی مانند بهداشت و درمان، آموزش و پرورش، مراکز آموزش عالی و دانشگاه‌ها، بانکداری و بخش‌های مرتبط با مسائل مالی به فراوانی استفاده شده است. با توجه به آنکه امروزه، اقتصاد کشورها بر محور دانش استوار بوده و دانشگاه‌ها نقش مهمی را در توسعه جوامع انسانی ایفا می‌کنند، پژوهش حاضر با هدف ارزیابی کارایی دانشکده‌های دانشگاه یزد اجرا شد. با توجه به پیشینه پژوهش‌های اجرا شده در زمینه ارزیابی کارایی مراکز آموزشی و دانشگاه‌ها، می‌توان گفت که در برخی از پژوهش‌های انجام گرفته در زمینه ارزیابی کارایی واحدهای سازمانی (دوتولی و همکاران، ۲۰۱۵، عالم تبریز و همکاران، ۱۳۸۹؛ لیم، ۲۰۱۲؛ زارعی محمودآبادی و همکاران، ۱۳۹۳ و کاریلو و جورج، ۲۰۱۶) هدف، تمرکز بر ضعف مدل تحلیل پوششی داده‌ها مبنی بر عدم قدرت تمایز در شناسایی واحدهای ناکارا و نیز تخصیص وزن‌های غیرواقعی به شاخص‌ها بوده است. با عنایت به این مهم، در پژوهش حاضر با معرفی رویکرد تلفیقی ارزیابی کارایی مقاطع و برنامه‌ریزی آرمانی، تلاش شده است تا با فائق آمدن بر ضعف روش تحلیل پوششی کلاسیک، کارایی دانشکده‌های دانشگاه یزد به بهترین نحو ارزیابی

و بررسی شود. لازم به ذکر است که مقادیر نهاده‌ها و ستانده‌ها از قسمت‌های آمار و اطلاعات، روابط عمومی و امور پژوهشی دانشگاه یزد گردآوری شده است. نتایج حاصل از ارزیابی کارایی متقاطع آرمانی دانشکده‌های دانشگاه یزد در سال ۱۳۹۴، نشان‌دهنده آن بود دانشکده مدیریت دانشگاه یزد، با بیشترین امتیاز کارایی، از نظر کارایی در رتبه اول و دانشکده‌های ادبیات، علوم اجتماعی و ریاضیات به ترتیب در رتبه‌های دوم تا چهارم قرار گرفتند. یکی از نتایج روش تحلیل پوششی داده‌ها، معرفی واحد یا واحدهای مرجع برای واحدهای ناکارا است. واحد مرجع یا الگو، واحدی است که با میزان ورودی‌های کمتر یا نزدیک به واحد ناکارا، خروجی‌های بیشتری را تولید کند. در پژوهش حاضر، دانشکده ریاضی با امتیاز کارایی یک و رتبه کارایی ۴ (بر اساس نتایج جدول ۳)، به عنوان مرجع و الگویی برای واحد ناکارای دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر شناخته می‌شود. بر اساس نمودار (۱) دانشکده ریاضی با وجود آنکه در میزان بودجه تخصیص داده شده، دانشجویان ورودی و تعداد اعضای هیئت علمی مقادیر مشابه یا نزدیک به واحد ناکارای مهندسی برق و کامپیوتر دارد، اما میزان خروجی بیشتری تولید کرده و همین امر سبب افزایش سطح کارایی دانشکده ریاضی شده است.



نمودار (۱) مقایسه واحد ناکارا با مدل مرجع

تولید دانش از مهم‌ترین معیارهایی است که دانشکده‌ها می‌توانند برای افزایش سطح کارایی خود به آن توجه داشته باشند. برای مثال در نمودار (۱) دیده می‌شود، با وجود آنکه از نظر مقادیر موزون ورودی میان واحد ناکارا و الگوی آن (دانشکده ریاضی) و همچنین در تعداد اعضای هیئت علمی فعال به‌عنوان ستانده در دو واحد مذکور، تفاوت فاحشی وجود ندارد، اما موفقیت واحد کارا (دانشکده ریاضی) در تولید دانش و فعالیت در اقدامات پژوهشی، سبب شده است تا واحد مذکور از نظر کارایی در رتبه بالاتری نسبت به واحد ناکارا (دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر) قرار گیرد. بنابراین یکی از راهکارهایی که می‌تواند در جهت بهبود و ارتقای هرچه بیشتر کارایی دانشکده‌های دانشگاه یزد مفید واقع شود، تشویق و حمایت دانشکده‌ها از اعضای هیئت علمی و دانشجویان برای ارائه و چاپ نتایج و دستاوردهای پژوهشی آنها در مجلات علمی در پایگاه‌های ISI و ISC دارای IF است و لازم است تا کمک‌های مالی و معنوی لازم در این زمینه مبذول شود. همچنین به دلیل پتانسیل بالای پژوهشی دانشجویان تحصیلات تکمیلی (مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری) مطلوب است تا با ایجاد اتاق فکر، فرصتی برای بحث و تبادل نظر میان دانشجویان تمامی رشته‌ها فراهم شود تا از این طریق ایده‌های پژوهشی بین رشته‌ای مطرح شده و امکان همکاری پژوهشی بین دانشجویان همه دانشکده‌ها برقرار شود. علاوه بر فراهم ساختن زمینه همکاری برای اقدامات پژوهشی میان دانشکده‌ها، لازم است تا به جنبه رقابت نیز توجه شود و با ایجاد فضای رقابتی میان دانشکده‌ها، کارایی آنها و درنهایت کارایی دانشگاه ارتقا یابد. یکی از شاخص‌های عددی که می‌تواند سبب رقابتی شدن فضای علمی دانشکده‌ها و رشد تولیدات علمی شود، شاخص علم‌سنجی اچ ایندکس^۱ است که با در نظر گرفتن تعداد مقاله‌های پر استناد افراد و تعداد دفعات استناد به مقاله‌ها توسط دیگران محاسبه می‌شود. با توجه به ضریب اهمیت مقاله‌های منتشر شده در سطح بین‌المللی در محاسبه امتیاز کارایی، مطلوب است تا دانشکده‌ها برای افزایش شاخص مذکور اقدامات پژوهشی خود را در سطح بین‌المللی نیز توسعه دهند تا علاوه بر بهبود این شاخص، با گسترش تولیدات علمی در سطح جهانی، امتیاز کارایی دانشکده و درنهایت امتیاز کارایی دانشگاه را ارتقا دهند. در دانشکده مدیریت دانشگاه یزد علاوه بر تمرکز بر انتشار دانش و توسعه تولیدات علمی در سطح بین‌الملل تلاش می‌شود تا با برقراری سیاست‌های آموزشی و

^۱. H-index

پژوهشی مناسب، روند تحصیل و فراغت از تحصیل دانشجویان تسهیل شود. بر اساس بخشی از سیاست مذکور، برای دانشجویان مقطع دکتری این امکان وجود دارد که تعداد واحدهای درسی مورد نیاز را در کوتاه‌ترین زمان (حداکثر یک سال) پشت سر گذاشته و با سرعت وارد فرایند پژوهشی مقطع مذکور شود. این امر می‌تواند نقش مؤثری در افزایش فارغ‌التحصیلان و به تبع آن افزایش امتیاز کارایی دانشکده داشته باشد.

با توجه به اهمیت موضوع، برای پژوهش‌های آینده پیشنهاد می‌شود تا کارایی دانشگاه‌های داخل کشور با کارایی دانشگاه‌های خارج از کشور مقایسه شده و شکاف موجود بین آنها تحلیل شود. همچنین مطلوب است تا با توجه به مفهوم استواری، پژوهشگران از روش تحلیل پوششی داده استوار برای ارزیابی کارایی دانشکده‌های دانشگاه‌ها بهره گیرند.

منابع

- احمدی، غلامرضا و نورا، عباسعلی (۱۳۹۰). بررسی کاربرد مدل‌های DEA در ارزیابی عملکرد و سنجش کارایی دانشگاه‌ها. سومین همایش ملی تحلیل پوششی داده‌ها، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد فیروزکوه.
- باستانی، محمد؛ کتابی، سعیده و قندهاری، مهسا (۱۳۹۳). ارائه یک مدل تلفیقی برای تخصیص محصولات به توزیع‌کنندگان در زنجیره تأمین با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها و برنامه‌ریزی آرمانی: مطالعه موردی صنعت خودرو. تحقیق در عملیات و کاربردهای آن، ۴۰، ۱۱۹-۱۳۱.
- زارعی محمودآبادی، محمد؛ طحاری مهرجردی، محمدحسین و مهدویان علیرضا (۱۳۹۳). ارزیابی فعالیت‌های تحقیق و توسعه در ایران: رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها. مدیریت صنعتی، ۶ (۱)، ۵۵-۷۴.
- سیدنقوی، میرعلی؛ صحت، سعید؛ دهقانان، حامد و فرهادی، علی (۱۳۹۵). ارزیابی عملکرد دانشگاه‌های نظامی مبتنی بر چهارچوب تعالی و بالندگی سازمانی. مطالعات اندازه‌گیری و ارزشیابی آموزشی، ۶ (۱۵)، ۳۹-۶۳.
- صفایی قادیکلایی، عبدالحمید؛ یحیی‌زاده‌فر، محمود و شکوهی، بابک (۱۳۸۶). اندازه‌گیری کارایی شرکت‌های سرمایه‌گذاری با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها در سازمان بورس اوراق بهادار تهران. پژوهشنامه مدیریت اجرایی، ۱ (۷)، ۹۷-۱۲۰.
- صفدری رنجبر، مصطفی؛ خلیلی، مسعود؛ اعظمی، آریا و سبزه‌کار، علی (۱۳۹۲). ارزیابی کارایی دانشگاه‌ها و دانشکده‌ها از دیدگاه تولید دانش با روش تحلیل پوششی داده‌ها. تحقیق در عملیات و کاربردهای آن، ۳ (۲)، ۶۱-۷۶.
- عالم‌تبریز، اکبر؛ فرجی، راضیه و سعیدی، حسام (۱۳۸۹). ارزیابی کارایی دانشکده‌های دانشگاه شهید بهشتی با رویکرد تلفیقی تحلیل پوششی داده‌ها و مدل برنامه‌ریزی آرمانی. مطالعات مدیریت صنعتی، ۱۹، ۱-۲۲.
- عظیمیان، میثم؛ شاهین، آرش؛ علینقیان، مهدی و بدری، سید محمدعلی (۱۳۹۲). توسعه رویکردی تلفیقی از تحلیل پوششی داده‌ها و شاخص بهره‌وری مالم کوئیست برای ارزیابی عملکرد پروژه‌ها. مدیریت صنعتی، ۵ (۱)، ۴۳-۶۲.
- مهرگان، محمد (۱۳۹۱). تحلیل پوششی داده‌ها: مدل‌های کمی در ارزیابی عملکرد سازمان‌ها. تهران: نشر دانشگاهی.

- Avkiran, Necmi K. (2001). Investigating technical and scale efficiencies of Australian Universities through data envelopment analysis. *Socio-Economic Planning Sciences*, 35.
- Avkiran, N. K. (2015). An illustration of dynamic network DEA in commercial banking including robustness tests. *Omega*, 55.
- Banker, R.; Charnes, A. & Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30.
- Carrillo, M. & Jorge, J. M. (2016). A multi objective DEA approach to ranking alternatives. *Expert Systems with Applications*, 50.
- Charnes, A.; Cooper, W. W. & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2.
- Dotili, M.; Epicoco, N.; Falagario, M. & Sciancalepore, F. (2015). A Cross-Efficiency Fuzzy Data Envelopment Analysis technique for performance evaluation of Decision Making units under uncertainty. *Computers & Industrial Engineering*, 79.
- Farrell, M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society (A, general)*, 120, 253–281.
- Kao, Ch. & Hung, H. (2008). Efficiency analysis of university departments: An empirical study. *Omega*, 36.
- Kong, W. H. & Fu, T. T. (2012). Assessing the performance of business colleges in Taiwan using data envelopment analysis and student based value-added performance indicators. *Omega*, 40.
- Kuah, C. T. & Wong, K. Y. (2011). Efficiency assessment of universities through data envelopment analysis. *World Conference on Information Technology*.
- Lee, B. L. & Worthington, A. C. (2016). A network DEA quantity and quality-orientated production model: An application to Australian university research services. *Omega*, 60.
- Lim, S. (2012). Minimax and Maxmin formulations of Cross-Efficiency in DEA. *Computers & Industrial Engineering*, 62, 726-731.
- Liu, J. S.; Lu, Y. Y.; Lu, W. M. & Lin, B. (2013). A survey of DEA applications. *Omega*, 41.
- Orcku, H. H. & Bal, H. (2011). Goal programming approaches for Data envelopment analysis cross efficiency evaluation. *Applied Mathematics and Computation*, 218.
- Ruiz, J. L. & Sirvent, I. (2015). Common benchmarking and ranking of units with DEA. *Omega*.
- Sherman, E. et al. (2001). The influence of gender on the new-age elderly's consumption orientation. *Psychology & Marketing*, 18 (10), 1073-1089.