

## مدل جدید تحلیل پوششی داده‌ها برای سنجش کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده با ساختار شبکه‌ای موازی

علی محقر<sup>۱</sup>، حسین صفری<sup>۲</sup>، علیرضا امیر تیموری<sup>۳</sup>، منصور صوفی<sup>۴\*</sup>

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

۲- دانشیار، دانشگاه تهران، دانشکده مدیریت و حسابداری، گروه مدیریت صنعتی، تهران، ایران

۳- استاد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رشت، دانشکده علوم پایه، گروه ریاضی، رشت، ایران

۴- دانشجوی دکتری، دانشگاه تهران، دانشکده مدیریت و حسابداری، گروه مدیریت صنعتی، تهران، ایران

رسید مقاله: ۱۷ اسفند ۱۳۹۴

پذیرش مقاله: ۷ مرداد ۱۳۹۵

### چکیده

دانشگاه آزاد اسلامی یک سیستم دانشگاهی خصوصی با ساختار تصمیم‌گیری متمرکز در ایران است که در دو سال اخیر به گونه‌ای در حال مهندسی مجدد ساختار خود است که کارایی واحدهای استانی و در نتیجه کل دانشگاه افزایش یابد. این تحقیق به دنبال توسعه‌ی مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها برای سنجش کارایی واحدهای استانی این دانشگاه به عنوان واحدهای تصمیم‌گیرنده در سیستم‌های چند مرحله‌ای با ساختار شبکه‌ای موازی در یک مطالعه‌ی موردی است. علی‌رغم توسعه‌ی مدل‌های DEA در دهه‌ی اخیر، هنوز مدلی برای سنجش کارایی ساختار شبکه‌ای موازی با در نظر گرفتن همزمان خروجی‌های نامطلوب و ورودی‌های غیر قابل کنترل طراحی نشده است. برای طراحی چنین مدلی واحدهای استانی دانشگاه آزاد اسلامی در افق ۱۴۰۴ مورد مطالعه قرار گرفتند و با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها بدون گرایش به ورودی یا خروجی با ساختار ترجیحی، مدل سنجش کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده و در نهایت کل دانشگاه طراحی گردید.

**کلمات کلیدی:** کارایی، تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)، واحد تصمیم‌گیرنده (DMU)، محیط تصمیم‌گیری متمرکز، کارایی، سیستم‌های چند مرحله‌ای، سیستم‌های موازی.

### ۱ مقدمه

در ادبیات مدیریت، کارایی به "انجام درست کار" اشاره دارد، در حالی که اثربخشی معادل با انتخاب صحیح فعالیت‌ها و یا "انجام کار درست" است؛ بنابراین یک سازمان یا واحد تصمیم‌گیرنده به اندازه‌ای که به اهداف خود دست پیدا می‌کند، اثربخش است و چنانچه به نحو قابل قبولی به این اهداف دست یابد، کارا نامیده می‌شود. اندازه‌گیری و ارزیابی بهره‌وری (کارایی و اثربخشی)، از اصول فعالیت‌های کنترل و برنامه‌ریزی مدیریت است که در سال‌های اخیر توجه محققان و نظریه‌پردازان مدیریت را به خود جلب کرده است. تحلیل پوششی داده‌ها

\*عهده‌دار مکاتبات

آدرس الکترونیکی: msoufi@ut.ac.ir

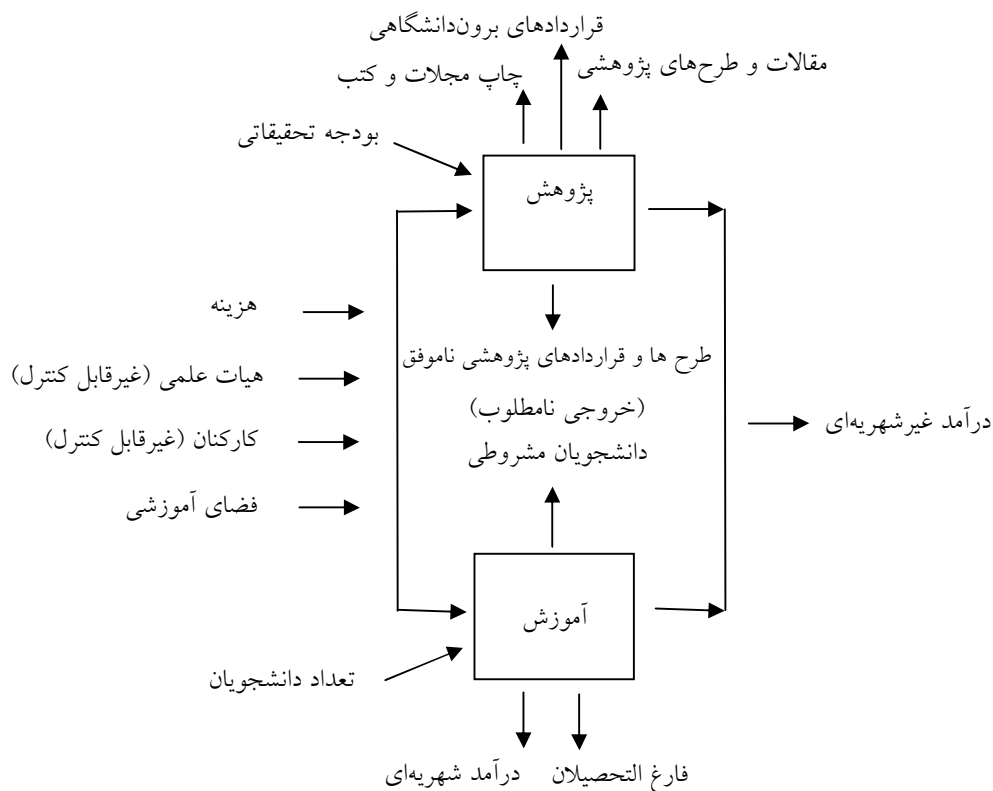
(DEA)، به عنوان یک چارچوب تئوریک جهت تجزیه و تحلیل کارایی مطرح گردیده و کاربرد آن توسط محققان، در موارد متعددی به بهبود قابل ملاحظه عملکرد منجر شده است. به دلیل کاربرد و مطالعات موردی موفق، تحلیل پوششی داده‌ها مورد توجه زیاد و استفاده گسترده محققان کسب و کار و دانشگاهیان قرار گرفته است. بررسی عملیات انبار داده [۱]، انتخاب سیستم‌های تولید انعطاف‌پذیر [۲]، ارزیابی عملکرد شعب بانک [۳]، تجزیه و تحلیل اظهارات مالی موسسات [۴]، سنجش کارایی موسسات آموزش عالی [۵]، حل مساله طراحی نحوه استقرار امکانات [۶] و اندازه‌گیری کارایی سرمایه‌گذاری‌های سازمانی در فناوری اطلاعات [۷] نمونه‌هایی از استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها در زمینه‌های مختلف می‌باشد. تحلیل پوششی داده‌ها از این بابت که ارزیابی کارایی بدون در نظر گرفتن ترجیحات تصمیم‌گیرنده و بر اساس داده‌های موجود است، عاری از قضاوت است [۸]. در حالی که تحلیل پوششی داده‌های استاندارد، یک فرایند ساده را مورد توجه قرار می‌دهد که در آن مصرف ورودی‌ها باعث تولید خروجی‌ها می‌شود، تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای یک توالی از فرایندها را مورد توجه قرار می‌دهد که هر کدام از آن‌ها مجموعه ورودی‌های خود را مصرف می‌نمایند تا مجموعه خروجی‌های خود را تولید کنند. خروجی‌های یک مرحله از فرایند که به عنوان ورودی‌های مرحله بعد مورد استفاده قرار می‌گیرند، واسطه نامیده می‌شود [۹]. برای اندازه‌گیری کارایی چنین سیستم‌های به هم وابسته‌ای، مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای ارایه شده توسط فار و گروسکوف [۱۰]، دسترسی کاملی به اطلاعات اساسی جعبه سیاه و اندازه‌گیری عملکرد کلی و عملکرد زیر فرایندهای DMU ها را فراهم می‌سازد [۱۱]. لیو و لو [۱۲] از مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای برای ارزیابی و رتبه‌بندی عملکرد بخش R&D موسسات تحقیقاتی تحت حمایت دولت تایوان استفاده کردند. مدل دو مرحله‌ای ارزیابی کارایی آن‌ها، فرایند R&D را به دو مرحله توسعه تکنولوژی و مرحله انتشار تفکیک کرده است. لو و همکاران [۱۳] از تحلیل پوششی داده‌های دو مرحله‌ای برای ارزیابی کارایی تولید و کارایی بازاریابی خطوط هوایی ایالات متحده استفاده نمودند. آگرل و حاتمی [۱۴] به بررسی مفاهیم تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای، خصوصاً مدل‌های دو مرحله‌ای و کاربردهای جدید آن در مدیریت زنجیره تامین پرداختند. کائو و لیو [۱۵] مدل تحلیل پوششی داده‌ها را برای محاسبه کارایی سیستم‌های دو مرحله‌ای، در محیط فازی توسعه دادند. یانگ و لیو [۱۱] مدل سری دو مرحله‌ای و مدل چند هدفه فازی را برای یک ارزیابی معتبر، عادلانه و قابل اتکا در شعب بانک تایوان ادغام نمودند. اختر و همکاران [۱۶] عملکرد ۲۱ بانک در بنگلادش را مطالعه نموده و از رویکرد شبکه‌ای دو مرحله‌ای برای حداکثرسازی خروجی‌های مطلوب و به حداقل رساندن خروجی‌های نامطلوب استفاده کردند. دی‌یو و همکاران [۱۷] یک مدل بازی چانه‌زنی نش را برای اندازه‌گیری عملکرد DMU های دارای ساختار دو مرحله‌ای ارایه نمودند. لی و همکاران [۱۸] با این فرض که ورودی‌های مرحله دوم، شامل خروجی‌های مرحله اول و ورودی‌های اضافی مرحله دوم هستند، مدل لیانگ و همکاران [۱۹] را توسعه دادند. همایون‌فر و امیر تیموری [۲۰] در مطالعه خود، از یک رویکرد مبتنی بر DEA شبکه‌ای فازی برای هدف‌گذاری در یک محیط تصمیم‌گیری متمرکز استفاده نمودند که به طور همزمان خروجی‌های مطلوب و نامطلوب را در برنامه ریزی مورد ملاحظه قرار می‌دهد. علاوه بر انواع مدل‌هایی که به نمونه‌ای

از آن ها اشاره شد، جدول ۱، برخی از مطالعات اخیر (۲۰۱۴-۲۰۱۶) در رابطه با شبکه‌های دو مرحله‌ای را نشان می‌دهد:

جدول ۱. مطالعات اخیر در زمینه شبکه‌های دو مرحله‌ای

منبع	حوزه کاربرد	نوع داده	خروجی بد	$I_p = O_1$
[۲۱]	شرکت‌های انرژی در هند	قطعی	خیر	بله
[۲۲]	صنعت بانکداری اسلامی پاکستان	قطعی	خیر	بله
[۲۳]	بانکداری و ارز در استرالیا	قطعی	خیر	بله
[۲۴]	صنعت بانکداری و سهام چین	قطعی	خیر	بله
[۲۵]	صنعت هتل داری ایران	قطعی	خیر	بله
[۲۶]	صنعت خدمات بهداشتی ترکیه	قطعی	خیر	بله
[۲۷]	توسعه مدل DEA دو مرحله‌ای فازی	فازی	خیر	بله
[۲۸]	صنعت الکترونیک ژاپن	قطعی	خیر	بله
[۲۹]	شرکت‌های انرژی در امریکا	قطعی	بله	خیر
[۳۰]	زنجیره تأمین سبز	قطعی	خیر	بله
[۳۱]	بخش بانکداری اسپانیا	قطعی	بله	خیر
[۳۲]	بانک‌های امریکا	قطعی	خیر	بله
[۳۳]	شبکه‌های پویا	قطعی	بله	خیر
[۳۴]	فناوری آلودگی مولد اسپانیا	قطعی	خیر	بله
[۳۵]	مدل SBM جایگزین DEA شبکه‌ای	قطعی	خیر	بله
[۳۶]	فرایندهای توزیع برق در ایران	قطعی	خیر	بله
[۳۷]	ارزیابی عملکرد زنجیره تامین	قطعی	خیر	بله
[۳۸]	شبکه‌ی پویا در بانکداری استرالیا	قطعی	خیر	بله
[۳۹]	تجزیه و تحلیل اولویت‌های مشتری	قطعی	بله	خیر
[۴۰]	محیط زیست محصولات چین	قطعی	خیر	بله

این مقاله به قسمت اول از مدل‌سازی نحوه‌ی تخصیص منابع و تعیین اهداف (برنامه‌ریزی تولید) به واحدهای استانی (DMUها) دانشگاه آزاد اسلامی که دارای ساختار مدیریتی تصمیم‌گیری متمرکز است، می‌پردازد. این دانشگاه دارای ساختار شبکه‌ای موازی با ورودی‌ها و خروجی‌های مشترک است که در شکل ۱ مشاهده می‌شود. در این قسمت، مساله مورد مطالعه طراحی مدلی برای محاسبه‌ی کارایی هر یک از DMUها با استفاده از تحلیل پوششی داده‌هاست که در آن علاوه بر موازی بودن شبکه، خروجی‌های نامطلوب و ورودی‌های غیر قابل کنترل نیز مورد توجه قرار می‌گیرد. هر یک از DMUها از ساختار زیر پیروی می‌نمایند:



شکل ۱. شاخص‌های ورودی و خروجی همراه با خروجی‌های نامطلوب و ورودی‌های غیر قابل کنترل

## ۲ ورودی‌های غیر قابل کنترل و خروجی‌های نامطلوب

یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های روش‌های رایج DEA آن است که ورودی‌ها و خروجی‌ها قابل کنترل باشند، ولی در واقعیت ممکن است ورودی‌ها و یا خروجی‌های سیستم به عوامل محیطی و یا عواملی که خارج از کنترل آن است وابسته باشند. این نوع داده‌ها را داده‌های غیر قابل کنترل می‌نامند. اولین مقاله‌ای که به‌طور مستقیم به بررسی داده‌های غیر قابل کنترل پرداخته است، مقاله بنکر و موری [۴۱] است. مدل بنکر و موری طوری ارائه شده است که عملکرد واحدها را از مقایسه آن‌ها با محیط‌هایی تعیین می‌کند که از دیدگاه عوامل غیر قابل کنترل، می‌توانند محیط‌های سختگیرانه‌تری باشند یا نباشند. همچنین بنکر و موری مدل جدیدی برای ارزیابی عملکرد با شرط قابل کنترل یا غیرقابل کنترل بودن داده‌های قطعی ارائه کردند که در حال حاضر از پرکاربردترین مدل‌ها در این رابطه به شمار می‌رود. روجرو [۴۲] مدلی را ارائه داد که مجموعه مرجع واحد تحت بررسی را از واحدهایی با محیط سخت‌گیرانه‌تر و یا حداقل محیط مشابه انتخاب می‌کند.

به علاوه، یکی از محدودیت‌های اصلی مدل تحلیل پوششی داده‌ها استاندارد، حالتی است که در آن فرایند تولید محصولات نامطلوبی مانند ضایعات و آلاینده‌ها تولید می‌کند. تحقیق در مورد خروجی‌های نامطلوب اولین بار توسط فار و گروسکوف [۴۳] مطرح گردید و در چند سال گذشته تا حد زیادی افزایش یافته است. مطالعات متعددی برای بررسی این نوع خروجی‌ها انجام شده است. به عنوان مثال، شل [۴۴] از یک رویکرد تبدیل داده‌ها برای تبدیل عوامل نامطلوب به مطلوب استفاده کرده است. با استفاده از طبقه‌بندی خاصیت نامتغیر سیفورد و ژو

[۴۵] از مدل تحلیل پوششی داده‌ها استاندارد برای بهبود عملکرد از طریق افزایش خروجی مطلوب و کاهش خروجی‌های نامطلوب استفاده کرده‌اند. فار و گروسکف [۴۶] با توجه به مطالعه سیفورد و ژو رویکردی مبتنی بر تابع فاصله مستقیم<sup>۱</sup>، جهت افزایش خروجی‌های مطلوب و کاهش خروجی‌های نامطلوب ارائه نمودند. کورهونن و لوپتاسیک [۴۷] از تحلیل پوششی داده‌ها برای اندازه‌گیری کارایی زیست محیطی ۲۴ نیروگاه دارای سوخت زغال سنگ در حضور خروجی‌های نامطلوب استفاده کردند. جهانشاهلو و همکاران [۴۸] رویکردی مبتنی بر مدل‌های DEA غیرشعاعی برای بررسی همزمان ورودی‌ها و خروجی‌های نامطلوب ارائه کردند. امیرتیموری و کردرستمی [۴۹] ارزیابی کارایی مجموعه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیری به هم وابسته را که تشکیل یک DMU بزرگ‌تر با عوامل مطلوب و نامطلوب می‌دادند، مورد بررسی قرار دادند. امیرتیموری و همکاران [۵۰] یک مدل تحلیل پوششی داده‌ها ارائه نمودند که از طریق افزایش ورودی‌های نامطلوب و کاهش خروجی‌های نامطلوب، برای بهبود عملکرد نسبی مورد استفاده قرار می‌گرفت. لیانگ و همکاران [۵۱] یک رویکرد اثربخش برای برخورد با خروجی‌های نامطلوب و به طور همزمان کاهش ابعاد مجموعه داده‌ها ارائه کردند. در چند سال اخیر وانگ و همکاران [۵۲]، وو و همکاران [۵۳] و پژوهشگران دیگر نیز مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها را برای اندازه‌گیری کارایی در فرایندهای تولیدی دارای عوامل نامطلوب ارائه داده‌اند.

### ۳ مدل اندازه‌گیری کارایی با ورودی‌های غیر قابل کنترل و خروجی‌های نامطلوب

همان‌طور که در شکل (۱) ملاحظه می‌شود، ۳۱ واحد دو مولفه‌ای موازی در شبکه‌ی دانشگاه آزاد استقرار دارند. کارایی کل واحد k ام از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$E_k^{(a)} = \frac{\sum_{i=1}^b u^{(i)} y_k^{(i)} + \sum_{i=1}^b u^{(si)} (\beta_i y_k^{(si)}) - \sum_{i=1}^b \rho^{(si)} (\gamma_i \bar{x}_k^{(si)})}{\sum_{i=1}^b v^{(i)} x_k^{(i)} + \sum_{i=1}^b v^{(si)} (\alpha_i x_k^{(si)}) + \sum_{i=1}^b w^{(i)} \bar{y}_k^{(i)}} \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^b \alpha_i = 1$$

$$\sum_{i=1}^b \beta_i = 1$$

$$\sum_{i=1}^b \gamma_i = 1$$

در این رابطه  $\bar{x}_k^{(si)}$  ورودی غیر قابل کنترل مشترک واحد k،  $\bar{y}_k^{(i)}$  خروجی نامطلوب مستقل واحد k،  $y_k^{(i)}$  خروجی مستقل واحد k،  $y_k^{(si)}$  خروجی مشترک واحد k،  $x_k^{(i)}$  ورودی مستقل واحد k و  $y_k^{(si)}$  ورودی مشترک واحد k می‌باشد.  $\alpha_i$ ،  $\beta_i$  و  $\gamma_i$  به ترتیب اوزان ورودی مشترک، خروجی مشترک و ورودی‌های غیر قابل کنترل مشترک واحد k می‌باشند که به صورت متغیر در نظر گرفته می‌شود. به علاوه، کارایی مولفه‌ی I از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

<sup>1</sup> Directional distance function

$$E_k^{(i)} = \frac{u^{(i)} y_k^{(i)} + u^{(si)} (\beta_i y_k^{(si)}) - \rho^{(si)} (\gamma_i \bar{x}_k^{(si)})}{v^{(i)} x_k^{(i)} + v^{(si)} (\alpha_i x_k^{(si)}) + w^{(i)} \bar{y}_k^{(i)}} \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^b \alpha_i = 1$$

$$\sum_{i=1}^b \beta_i = 1$$

$$\sum_{i=1}^b \gamma_i = 1$$

در نتیجه کارایی کل از حل مدل زیر به دست می‌آید:

$$\begin{aligned} & \text{Max } E_k^a \\ & \text{s.t.} \\ & E_j^{(a)} \leq 1 \quad j = 1, 2, \dots, n, \\ & E_j^{(i)} \leq 1 \quad j = 1, 2, \dots, n \quad ; \quad i = 1, 2, \dots, b, \\ & \sum_{i=1}^b \alpha_i = 1, \\ & \sum_{i=1}^b \beta_i = 1, \\ & \sum_{i=1}^b \gamma_i = 1, \\ & u^{(i)}, u^{(si)}, \rho^{(si)}, v^{(i)}, v^{(si)}, w^{(i)} \geq \varepsilon. \end{aligned} \quad (3)$$

به عبارت دیگر خواهیم داشت:

$$\begin{aligned} \text{Max } E_k^{(a)} &= \frac{\sum_{i=1}^b u^{(i)} y_k^{(i)} + \sum_{i=1}^b u^{(si)} (\beta_i y_k^{(si)}) - \sum_{i=1}^b \rho^{(si)} (\gamma_i \bar{x}_k^{(si)})}{\sum_{i=1}^b v^{(i)} x_k^{(i)} + \sum_{i=1}^b v^{(si)} (\alpha_i x_k^{(si)}) + \sum_{i=1}^b w^{(i)} \bar{y}_k^{(i)}} \\ & \text{s.t.} \\ & \frac{\sum_{i=1}^b u^{(i)} y_j^{(i)} + \sum_{i=1}^b u^{(si)} (\beta_i y_j^{(si)}) - \sum_{i=1}^b \rho^{(si)} (\gamma_i \bar{x}_j^{(si)})}{\sum_{i=1}^b v^{(i)} x_j^{(i)} + \sum_{i=1}^b v^{(si)} (\alpha_i x_j^{(si)}) + \sum_{i=1}^b w^{(i)} \bar{y}_j^{(i)}} \leq 1 \\ & \frac{u^{(i)} y_j^{(i)} + u^{(si)} (\beta_i y_j^{(si)}) - \rho^{(si)} (\gamma_i \bar{x}_j^{(si)})}{v^{(i)} x_k^{(i)} + v^{(si)} (\alpha_i x_k^{(si)}) + w^{(i)} \bar{y}_k^{(i)}} \leq 1 \\ & \sum_{i=1}^b \alpha_i = 1, \\ & \sum_{i=1}^b \beta_i = 1, \\ & \sum_{i=1}^b \gamma_i = 1, \\ & u^{(i)}, u^{(si)}, \rho^{(si)}, v^{(i)}, v^{(si)}, w^{(i)} \geq \varepsilon. \end{aligned} \quad (4)$$

با تغییر متغیر چارنز-کوپر، مدل غیرخطی زیر را خواهیم داشت:

$$\text{Max } E_k^{(a)} = \sum_{i=1}^b u^{(i)} y_k^{(i)} + \sum_{i=1}^b u^{(si)} (\beta_i y_k^{(si)}) - \sum_{i=1}^b \rho^{(si)} (\gamma_i \bar{x}_k^{(si)})$$

s.t.

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^b v^{(i)} x_k^{(i)} + \sum_{i=1}^b v^{(si)} (\alpha_i x_k^{(si)}) + \sum_{i=1}^b w^{(i)} \bar{y}_k^{(i)} &= 1, \\ \sum_{i=1}^b u^{(i)} y_j^{(i)} + \sum_{i=1}^b u^{(si)} (\beta_i y_j^{(si)}) - \sum_{i=1}^b \rho^{(si)} (\gamma_i \bar{x}_j^{(si)}) - \\ \sum_{i=1}^b v^{(i)} x_j^{(i)} - \sum_{i=1}^b v^{(si)} (\alpha_i x_j^{(si)}) - \sum_{i=1}^b w^{(i)} \bar{y}_j^{(i)} &\leq 0 \quad \forall j, \\ u^{(i)} y_j^{(i)} + u^{(si)} (\beta_i y_j^{(si)}) - \rho^{(si)} (\gamma_i \bar{x}_j^{(si)}) - \\ v^{(i)} x_j^{(i)} - v^{(si)} (\alpha_i x_j^{(si)}) - w^{(i)} \bar{y}_j^{(i)} &\leq 0 \quad \forall j, \\ \sum_{i=1}^b \alpha_i &= 1, \\ \sum_{i=1}^b \beta_i &= 1, \\ \sum_{i=1}^b \gamma_i &= 1, \\ u^{(i)}, u^{(si)}, \rho^{(si)}, v^{(i)}, v^{(si)}, w^{(i)} &\geq \varepsilon. \end{aligned} \tag{5}$$

اکنون مدل غیرخطی فوق را به کمک تغییر متغیرهای  $\beta_i v^{(si)} = \bar{u}^{(si)}$  و  $\gamma_i \rho^{(si)} = \bar{\rho}^{(si)}$ ،  $\alpha_i v^{(si)} = \bar{v}^{(si)}$  مدل خطی زیر تبدیل می‌کنیم:

$$\text{Max } E_k^{(a)} = \sum_{i=1}^b u^{(i)} y_k^{(i)} + \sum_{i=1}^b \bar{u}^{(si)} y_k^{(si)} - \sum_{i=1}^b \bar{\rho}^{(si)} \bar{x}_k^{(si)}$$

s.t.

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^b v^{(i)} x_k^{(i)} + \sum_{i=1}^b \bar{v}^{(si)} x_k^{(si)} + \sum_{i=1}^b w^{(i)} \bar{y}_k^{(i)} &= 1, \\ \sum_{i=1}^b u^{(i)} y_j^{(i)} + \sum_{i=1}^b \bar{u}^{(si)} y_j^{(si)} - \sum_{i=1}^b \bar{\rho}^{(si)} \bar{x}_j^{(si)} - \sum_{i=1}^b v^{(i)} x_j^{(i)} - \sum_{i=1}^b \bar{v}^{(si)} x_j^{(si)} - \sum_{i=1}^b w^{(i)} \bar{y}_j^{(i)} &\leq 0 \quad \forall j, \\ u^{(i)} y_j^{(i)} + \bar{u}^{(si)} y_j^{(si)} - \bar{\rho}^{(si)} \bar{x}_j^{(si)} - v^{(i)} x_j^{(i)} - \bar{v}^{(si)} x_j^{(si)} - w^{(i)} \bar{y}_j^{(i)} &\leq 0 \quad \forall j, i, \\ u^{(i)} &\geq \varepsilon \\ \bar{u}^{(si)} &\geq \beta_i \varepsilon, \\ \bar{\rho}^{(si)} &\geq \gamma_i \varepsilon, \\ v^{(i)} &\geq \varepsilon, \\ \bar{v}^{(si)} &\geq \alpha_i \varepsilon, \\ w^{(i)} &\geq \varepsilon. \end{aligned} \tag{6}$$

## ۴ مورد مطالعه

همان‌طور که در مقدمه مقاله بیان گردید، هدف از این تحقیق در گام اول محاسبه‌ی کارایی ۳۱ واحد استانی دانشگاه آزاد اسلامی است که در آن، هر واحد تصمیم‌گیرنده دارای دو ورودی مشترک قابل کنترل، دو ورودی مشترک غیر قابل کنترل، یک ورودی قابل کنترل اختصاصی برای مولفه پژوهشی و یک ورودی قابل کنترل اختصاصی برای مولفه آموزشی، سه خروجی مطلوب پژوهشی، دو خروجی مطلوب آموزشی، یک خروجی مشترک مطلوب، یک خروجی نامطلوب آموزشی و یک خروجی نامطلوب پژوهشی می‌باشد. جدول‌های ۲، ۳ و ۴ اطلاعات دریافتی ۳۱ واحد استانی تحت ارزیابی را در سال‌های ۱۳۹۴، ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ نشان می‌دهند.

جدول ۲. ورودی‌ها و خروجی‌های ۳۱ واحد استانی دانشگاه آزاد در سال ۱۳۹۴

واحد	ورودی مشترک		ورودی مستقل		خروجی مستقل		خروجی نامطلوب	
	قابل کنترل	غیر قابل کنترل	پژوهشی	آموزشی	آموزشی	پژوهشی	پژوهشی	آموزشی
۱	۲۶۶۷	۵۴۶۵۴۹	۲۲۱۲	۱۹۵۷	۲۶۳	۲۲۱۲	۱۷۵	۱۶۳۰۷
۲	۱۰۳۸	۲۳۰۸۷۳	۸۷۱	۸۸۷	۱۱۴	۸۷۱	۷۹	۸۳۸۸
۳	۶۴۴	۱۳۶۱۵۹	۶۰۳	۴۷۹	۶۶	۶۰۳	۳۱	۴۲۹۸
۴	۲۹۵۳	۱۱۵۰۴۲۱	۲۲۹۵	۱۹۵۸	۲۷۴	۲۲۹۵	۲۶۰	۱۷۰۰۳
۵	۹۵۸	۱۶۸۰۸۸	۶۹۵	۷۵۹	۹۷	۶۹۵	۴۴	۷۱۴۵
۶	۲۸۴	۵۰۱۷۷	۲۳۵	۲۴۹	۳۶	۲۳۵	۵	۱۷۱۵
۷	۶۴۷	۱۴۶۵۲۷	۳۴۶	۴۶۴	۶۷	۳۴۶	۷۷	۵۲۴۱
۸	۱۰۲۷۱	۱۴۵۱۰۷۷	۶۷۹۴	۸۶۰۷	۱۱۰۵	۶۷۹۴	۹۸۷	۷۱۰۲۰
۹	۳۴۷	۱۲۲۵۲۷	۳۲۵	۲۳۲	۳۴	۳۲۵	۴۳	۲۲۱۱
۱۰	۳۲۰	۱۳۵۷۶۶	۲۰۱	۲۶۸	۲۹	۲۰۱	۳۱	۱۹۵۱
۱۱	۱۹۳۷	۵۷۱۴۹۵	۱۳۸۰	۱۷۰۷	۱۹۲	۱۳۸۰	۱۵۶	۱۱۹۷۰
۱۲	۲۷۶	۸۴۵۷۵	۲۴۷	۲۵۸	۲۵	۲۴۷	۲۴	۱۵۶۱
۱۳	۳۰۱۷	۷۸۰۴۵۳	۲۱۰۵	۲۶۰۶	۲۹۶	۲۱۰۵	۲۱۸	۱۹۸۵۹
۱۴	۶۴۸	۲۱۸۳۶۸	۶۴۴	۵۹۳	۶۲	۶۴۴	۴۷	۳۷۹۵



پژوهشی	خروجی نامطلوب		خروجی مستقل				ورودی مستقل		ورودی مشترک		قابل کنترل	غیر قابل کنترل	و ا ج ل	
	پژوهشی	آموزشی	آموزشی	پژوهشی	آموزشی	پژوهشی	آموزشی	قابل کنترل	غیر قابل کنترل					
طرح های ناموفق			فارغ التحصیلان	شهریه (میلیارد ریال)	تعداد مقالات پژوهشی	طرح های تحقیقاتی برون دانشگاهی	عنوان کتاب تألیف شده (در سال)	کل دانشجو (تجمعی)	بودجه پژوهشی (میلیارد ریال)	تعداد کارکنان	کل هیات علمی تمام وقت و نیمه وقت (تجمعی)	مساحت کل ساختمان ها (متر مربع) (تجمعی)	هزینه جاری (میلیارد ریال)	
۱۰	۵۶۶۸	۱۵۴	۵۹۳۷	۱۰۰۴	۷۲۸	۳۰	۳	۲۹۹۹۰	۱۰۰	۱۰۱۸	۸۷۸	۳۳۹۱۰۵	۱۲۸۲	۱۵
۷	۵۵۱۱	۵۲	۴۸۷۵	۶۶۳	۱۹۹	۱۸	۳	۲۹۱۵۹	۶۶	۶۱۴	۳۵۹	۱۶۳۰۰۳	۵۹۳	۱۶
۳۱	۱۹۰۰۴	۱۸۴	۱۷۲۹۷	۲۶۳۷	۹۳۱	۱۸	۲۹	۱۰۰۵۵۲	۲۶۴	۲۲۸۳	۲۲۴۸	۸۶۱۶۰۲	۲۶۵۳	۱۷
۱۷	۷۲۳۲	۱۳۷	۶۹۸۲	۱۲۱۷	۶۰۵	۲	۳	۳۸۲۶۵	۱۲۲	۹۹۹	۷۴۲	۲۴۳۲۱۰	۱۲۱۱	۱۸
۶	۲۰۰۵	۲۵	۱۹۹۰	۲۹۶	۳۵۹	۵	۳	۱۰۶۰۸	۳۰	۲۵۷	۲۰۹	۶۲۰۵۰	۳۲۰	۱۹
۱۲	۳۷۵۴	۶۱	۳۴۴۲	۶۱۲	۲۰۳	۷	۲	۱۹۸۶۳	۶۱	۴۲۷	۵۲۸	۱۱۱۵۴۰	۶۱۹	۲۰
۱۶	۸۱۴۵	۱۱۳	۸۹۱۳	۱۴۳۸	۷۰۰	۹	۷	۴۶۷۹۸	۱۴۴	۱۲۹۲	۸۶۶	۴۱۲۳۵۸	۱۲۷۹	۲۱
۱۷	۵۷۸۹	۶۹	۵۳۷۷	۸۶۳	۳۵۹	۶	۲	۳۰۶۲۸	۸۶	۴۸۳	۵۶۵	۱۳۸۹۷۴	۸۲۹	۲۲
۸	۳۴۰۰	۴۳	۳۳۳۴	۶۰۱	۲۴۸	۱۲	۲	۱۷۹۹۲	۶۰	۴۰۷	۳۱۴	۷۹۹۷۹	۴۹۶	۲۳
۱۰	۵۷۶۸	۲۷	۵۵۲۲	۸۷۵	۴۲۵	۹	۶	۳۰۵۱۶	۸۷	۵۷۶	۷۰۰	۱۹۸۸۶۵	۷۷۶	۲۴
۲۱	۸۵۶۰	۵۸	۸۰۴۴	۱۳۳۳	۵۲۴	۱۸	۶	۴۵۲۸۹	۱۳۳	۱۰۳۱	۹۸۴	۱۹۰۳۷۴	۱۲۵۹	۲۵
۲۳	۶۳۱۳	۸۱	۵۹۳۷	۸۷۶	۳۵۴	۹	۱	۳۳۴۰۴	۸۸	۶۹۷	۵۴۴	۲۶۶۷۰۷	۸۳۶	۲۶
۶۴	۱۲۰۳۳	۱۷۳	۱۲۳۴۹	۲۲۴۹	۱۱۸۸	۱۶	۵	۶۳۶۶۵	۲۲۵	۱۹۲۶	۱۷۸۴	۴۸۰۰۳۶	۲۳۵۳	۲۷
۱۸	۸۱۲۶	۱۳۱	۸۵۷۳	۱۴۸۲	۱۱۳۹	۱۳	۹	۴۲۹۹۳	۱۴۸	۱۴۰۱	۱۰۰۸	۵۱۲۰۵۰	۱۵۹۸	۲۸
۸	۷۱۱۴	۱۵۶	۷۰۰۷	۱۱۹۴	۵۳۲	۱۱	۳	۳۷۶۳۹	۱۱۹	۶۱۷	۳۴۱	۱۴۶۴۰۰	۷۹۸	۲۹
۱۳	۴۶۴۵	۴۲	۴۴۹۰	۷۵۴	۳۳۰	۴	۶	۲۴۵۷۵	۷۵	۶۱۵	۷۱۶	۲۰۰۵۵۱	۷۶۰	۳۰
۹	۴۴۲۵	۹۳	۴۹۲۸	۷۸۵	۵۲۱	۱۶	۱۲	۲۳۴۱۲	۷۹	۸۸۹	۴۷۲	۳۲۰۱۴۱	۸۳۳	۳۱

جدول ۳. ورودی‌ها و خروجی‌های ۳۱ واحد استانی دانشگاه آزاد در سال ۱۳۹۵

واحد	ورودی مشترک		خروجی مستقل		خروجی مستقل		خروجی نامطلوب	
	قابل کنترل	غیر قابل کنترل	آموزشی	پژوهشی	آموزشی	پژوهشی	آموزشی	پژوهشی
۱	۳۶۵۷	۵۶۵۸۸۳	۲۱۵۱	۲۰۰۷	۳۴۸	۲۰۰۷	۲۱۵۱	۲۰۰۷
۲	۱۴۶۶	۲۳۵۸۹۱	۹۷۵	۷۹۴	۱۵۱	۷۹۴	۸۳۱۹	۳۱۷
۳	۹۲۷	۱۵۱۱۵۲	۵۱۵	۵۵۰	۸۹	۵۵۰	۴۴۵۷	۱۸۷
۴	۴۰۶۲	۱۱۷۱۱۰۳	۲۶۹۵	۱۷۰۴	۳۶۰	۱۷۰۴	۱۷۳۵۰	۶۸۳
۵	۱۳۰۵	۱۸۳۵۰۵	۷۹۲	۷۱۵	۱۲۸	۷۱۵	۷۲۴۸	۲۸۱
۶	۴۳۸	۵۱۶۹۹	۳۰۲	۲۲۷	۴۸	۲۲۷	۱۸۳۹	۱۰۹
۷	۹۴۴	۱۵۷۰۶۷	۴۸۵	۴۳۴	۹۵	۴۳۴	۵۳۲۰	۱۹۱
۸	۱۳۹۳۳	۱۷۱۵۶۹۴	۸۲۵۰	۷۸۳۹	۱۵۱۵	۷۸۳۹	۷۴۰۶۱	۳۳۳۲
۹	۴۹۳	۱۲۱۵۸۳	۴۶۹	۲۱۳	۴۴	۲۱۳	۲۴۴۸	۸۹
۱۰	۴۷۰	۱۳۵۷۶۶	۲۹۸	۲۳۸	۴۲	۲۳۸	۲۱۲۵	۸۳
۱۱	۲۷۴۰	۵۹۵۵۱۵	۱۵۱۱	۱۵۳۶	۲۶۴	۱۵۳۶	۱۲۲۸۳	۵۲۷
۱۲	۴۰۶	۸۹۳۰۰	۳۴۸	۲۳۱	۳۷	۲۳۱	۱۶۹۴	۷۴
۱۳	۴۲۱۴	۷۸۶۷۳۲	۲۳۲۱	۲۲۶۶	۳۸۰	۲۲۶۶	۲۰۸۰۲	۷۵۹
۱۴	۹۲۱	۲۲۴۵۵۷	۷۲۱	۴۸۵	۸۱	۴۸۵	۳۸۹۲	۱۶۲
۱۵	۱۶۸۰	۳۵۱۴۷۸	۹۷۰	۹۲۰	۱۴۴	۹۲۰	۵۶۶۵	۲۷۳
۱۶	۸۶۶	۱۶۵۲۹۹	۵۰۴	۵۶۴	۸۸	۵۶۴	۵۵۵۰	۱۷۵
۱۷	۳۵۸۴	۸۹۱۵۴۸	۲۴۰۸	۲۰۴۲	۳۴۵	۲۰۴۲	۱۸۷۱۶	۶۸۹
۱۸	۱۶۲۶	۲۴۵۷۷۰	۸۷۸	۷۹۱	۱۵۲	۷۹۱	۶۹۵۸	۳۱۹
۱۹	۴۰۵	۶۱۴۴۶	۲۵۸	۲۲۹	۴۱	۲۲۹	۲۰۷۵	۷۸
۲۰	۸۷۸	۱۱۳۸۶۹	۶۰۷	۳۸۶	۸۴	۳۸۶	۴۰۲۳	۱۷۶
۲۱	۱۸۸۷	۴۴۴۰۲۱	۱۱۷۷	۹۷۲	۱۸۷	۹۷۲	۸۸۹۷	۳۷۴
۲۲	۱۰۳۷	۱۳۷۶۷۳	۶۶۶	۴۴۵	۱۰۶	۴۴۵	۵۷۲۸	۲۲۲
۲۳	۷۳۱	۸۴۷۳۸	۴۲۶	۳۴۳	۷۴	۳۴۳	۳۵۰۵	۱۵۵
۲۴	۱۱۱۱	۲۰۶۰۳۱	۷۹۰	۵۲۷	۱۱۷	۵۲۷	۵۸۹۳	۲۳۴
۲۵	۱۷۳۳	۱۹۹۴۷۵	۱۱۳۳	۹۲۵	۱۷۵	۹۲۵	۸۵۵۱	۳۳۳
۲۶	۱۱۷۶	۲۷۹۸۱۸	۸۰۳	۶۲۹	۱۱۶	۶۲۹	۶۳۱۳	۲۴۴
۲۷	۳۳۵۳	۴۸۳۳۳۱	۱۹۱۰	۱۷۴۸	۲۹۷	۱۷۴۸	۱۱۸۹۴	۵۶۴
۲۸	۲۲۲۲	۵۱۸۹۹۰	۱۱۸۱	۱۲۴۲	۲۰۲	۱۲۴۲	۸۲۳۷	۳۸۴
۲۹	۱۱۴۵	۱۶۷۷۲۰	۴۷۲	۵۶۴	۱۵۷	۵۶۴	۷۰۵۱	۳۱۴
۳۰	۱۰۲۳	۲۰۴۹۲۴	۸۲۰	۵۲۷	۸۸	۵۲۷	۴۶۴۰	۲۱۲
۳۱	۱۰۹۹	۳۳۱۵۶۹	۵۲۵	۷۷۸	۱۰۷	۷۷۸	۴۵۵۳	۲۰۳

**جدول ۴.** ورودی‌ها و خروجی‌های ۳۱ واحد استانی دانشگاه آزاد در سال ۱۳۹۶

ردیف	خروجی مشترک			خروجی مستقل			ورودی مستقل			واحد				
	قابل کنترل	غیر قابل کنترل	پژوهشی	آموزشی	پژوهشی	آموزشی	آموزشی	پژوهشی	پژوهشی					
۱	۴۱۷۲	۵۷۷۵۲۳	۲۳۴۹	۱۹۸۳	۴۴۲	۹۳۱۶۶	۱۲	۹۳۱۶۶	۴۴۲	۱۹۸۳	۲۳۴۹	۵۷۷۵۲۳	۴۱۷۲	۱
۲	۱۶۷۲	۲۴۱۷۹۹	۱۱۴۷	۷۸۸	۱۹۲	۵۰۲۳۳	۱۱	۵۰۲۳۳	۱۹۲	۷۸۸	۱۱۴۷	۲۴۱۷۹۹	۱۶۷۲	۲
۳	۱۰۵۷	۱۵۷۰۲۲	۵۷۲	۵۳۸	۱۱۳	۲۳۴۰۰	۸	۲۳۴۰۰	۱۱۳	۵۳۸	۵۷۲	۱۵۷۰۲۲	۱۰۵۷	۳
۴	۴۶۳۴	۱۱۵۵۰۸۸	۲۷۳۳	۱۶۸۱	۴۵۶	۹۱۷۷۲	۲۵	۹۱۷۷۲	۴۵۶	۱۶۸۱	۲۷۳۳	۱۱۵۵۰۸۸	۴۶۳۴	۴
۵	۱۴۸۸	۱۸۸۲۹۶	۸۹۱	۶۹۸	۱۶۲	۳۵۸۰۵	۶	۳۵۸۰۵	۱۶۲	۶۹۸	۸۹۱	۱۸۸۲۹۶	۱۴۸۸	۵
۶	۵۰۰	۵۲۰۳۸	۳۲۰	۲۲۶	۶۰	۹۹۳۰	۳	۹۹۳۰	۶۰	۲۲۶	۳۲۰	۵۲۰۳۸	۵۰۰	۶
۷	۱۰۷۷	۱۶۶۸۳۶	۵۶۹	۴۲۹	۱۲۱	۳۰۵۰۰	۸	۳۰۵۰۰	۱۲۱	۴۲۹	۵۶۹	۱۶۶۸۳۶	۱۰۷۷	۷
۸	۱۵۸۹۵	۱۹۰۷۰۰۸	۹۸۳۵	۷۴۹۸	۱۹۲۱	۳۸۴۶۴۷	۱۰۰	۳۸۴۶۴۷	۱۹۲۱	۷۴۹۸	۹۸۳۵	۱۹۰۷۰۰۸	۱۵۸۹۵	۸
۹	۵۶۲	۱۱۹۱۹۸	۴۷۵	۲۱۱	۵۶	۱۳۲۰۹	۳	۱۳۲۰۹	۵۶	۲۱۱	۴۷۵	۱۱۹۱۹۸	۵۶۲	۹
۱۰	۵۳۶	۱۴۰۸۸۱	۳۴۲	۲۲۵	۵۳	۱۱۳۸۴	۲	۱۱۳۸۴	۵۳	۲۲۵	۳۴۲	۱۴۰۸۸۱	۵۳۶	۱۰
۱۱	۳۱۲۶	۶۱۷۷۳۳	۱۶۴۷	۱۵۰۳	۳۳۴	۶۴۸۸۷	۹	۶۴۸۸۷	۳۳۴	۱۵۰۳	۱۶۴۷	۶۱۷۷۳۳	۳۱۲۶	۱۱
۱۲	۴۶۳	۸۹۳۰۰	۴۱۲	۲۲۱	۴۷	۹۸۰۲	۱	۹۸۰۲	۴۷	۲۲۱	۴۱۲	۸۹۳۰۰	۴۶۳	۱۲
۱۳	۴۸۰۷	۷۸۶۳۰۲	۲۶۲۲	۲۲۴۴	۴۸۱	۱۱۶۰۱۰	۱۶	۱۱۶۰۱۰	۴۸۱	۲۲۴۴	۲۶۲۲	۷۸۶۳۰۲	۴۸۰۷	۱۳
۱۴	۱۰۵۱	۲۲۷۰۵۲	۷۶۶	۴۵۰	۱۰۲	۲۰۳۵۵	۴	۲۰۳۵۵	۱۰۲	۴۵۰	۷۶۶	۲۲۷۰۵۲	۱۰۵۱	۱۴
۱۵	۱۹۱۷	۳۵۳۲۵۳	۱۰۷۵	۹۰۷	۱۸۲	۲۹۳۴۰	۴	۲۹۳۴۰	۱۸۲	۹۰۷	۱۰۷۵	۳۵۳۲۵۳	۱۹۱۷	۱۵
۱۶	۹۸۸	۱۶۵۵۰۶	۶۲۰	۵۵۹	۱۱۱	۳۱۲۹۰	۴	۳۱۲۹۰	۱۱۱	۵۵۹	۶۲۰	۱۶۵۵۰۶	۹۸۸	۱۶
۱۷	۴۰۸۸	۹۷۹۰۱۲	۲۴۵۷	۱۸۹۸	۴۳۷	۱۰۲۸۰۳	۳۲	۱۰۲۸۰۳	۴۳۷	۱۸۹۸	۲۴۵۷	۹۷۹۰۱۲	۴۰۸۸	۱۷
۱۸	۱۸۵۵	۲۴۷۴۱۹	۸۹۷	۷۶۶	۱۹۳	۳۶۰۹۶	۱۶	۳۶۰۹۶	۱۹۳	۷۶۶	۸۹۷	۲۴۷۴۱۹	۱۸۵۵	۱۸
۱۹	۴۶۲	۶۵۷۰۰	۳۰۶	۲۲۰	۵۲	۱۱۷۵۲	۳	۱۱۷۵۲	۵۲	۲۲۰	۳۰۶	۶۵۷۰۰	۴۶۲	۱۹
۲۰	۱۰۰۱	۱۱۵۳۱۴	۶۵۷	۳۸۱	۱۰۶	۲۲۳۶۵	۲	۲۲۳۶۵	۱۰۶	۳۸۱	۶۵۷	۱۱۵۳۱۴	۱۰۰۱	۲۰
۲۱	۲۱۵۲	۴۵۶۳۵۶	۱۲۴۵	۹۳۷	۲۳۷	۴۸۶۴۲	۸	۴۸۶۴۲	۲۳۷	۹۳۷	۱۲۴۵	۴۵۶۳۵۶	۲۱۵۲	۲۱
۲۲	۱۱۸۳	۱۴۱۳۰۹	۶۹۵	۴۴۴	۱۳۴	۳۱۵۴۱	۴	۳۱۵۴۱	۱۳۴	۴۴۴	۶۹۵	۱۴۱۳۰۹	۱۱۸۳	۲۲
۲۳	۸۳۳	۹۳۹۸۰	۴۸۰	۳۰۸	۹۴	۱۸۵۲۵	۴	۱۸۵۲۵	۹۴	۳۰۸	۴۸۰	۹۳۹۸۰	۸۳۳	۲۳
۲۴	۱۲۶۷	۲۰۹۳۲۹	۸۸۲	۵۲۳	۱۴۸	۳۴۵۴۵	۶	۳۴۵۴۵	۱۴۸	۵۲۳	۸۸۲	۲۰۹۳۲۹	۱۲۶۷	۲۴
۲۵	۱۹۷۶	۲۰۰۹۴۰	۱۱۸۱	۸۹۰	۲۲۲	۴۷۱۴۹	۱۰	۴۷۱۴۹	۲۲۲	۸۹۰	۱۱۸۱	۲۰۰۹۴۰	۱۹۷۶	۲۵
۲۶	۱۳۴۱	۲۸۱۲۳۶	۹۳۷	۶۲۷	۱۴۸	۳۲۸۰۳	۴	۳۲۸۰۳	۱۴۸	۶۲۷	۹۳۷	۲۸۱۲۳۶	۱۳۴۱	۲۶
۲۷	۳۸۲۵	۴۸۵۱۰۰	۱۹۳۹	۱۶۹۸	۳۷۶	۵۸۱۷۸۳	۸	۵۸۱۷۸۳	۳۷۶	۱۶۹۸	۱۹۳۹	۴۸۵۱۰۰	۳۸۲۵	۲۷
۲۸	۲۵۳۵	۵۱۸۹۹۰	۱۲۴۹	۱۱۸۴	۲۵۶	۴۴۷۰۸	۸	۴۴۷۰۸	۲۵۶	۱۱۸۴	۱۲۴۹	۵۱۸۹۹۰	۲۵۳۵	۲۸
۲۹	۱۳۰۶	۱۷۰۴۴۰	۵۷۴	۵۶۳	۱۹۹	۳۹۳۲۶	۷	۳۹۳۲۶	۱۹۹	۵۶۳	۵۷۴	۱۷۰۴۴۰	۱۳۰۶	۲۹
۳۰	۱۱۶۷	۲۰۵۱۷۸	۸۴۳	۵۱۳	۱۱۲	۲۵۳۸۵	۶	۲۵۳۸۵	۱۱۲	۵۱۳	۸۴۳	۲۰۵۱۷۸	۱۱۶۷	۳۰
۳۱	۱۲۵۴	۳۳۴۳۴۹	۵۸۹	۷۶۲	۱۳۵	۲۴۳۵۱	۱۲	۲۴۳۵۱	۱۳۵	۷۶۲	۵۸۹	۳۳۴۳۴۹	۱۲۵۴	۳۱

پس از برنامه‌نویسی و ورود اطلاعات در نرم افزار GAMS، کارایی کل، کارایی پژوهشی و کارایی آموزشی هر یک از DMU ها محاسبه شدند که در جداول ۵، ۶ و ۷ ملاحظه می شود.

**جدول ۵. کارایی کل و مولفه‌های پژوهشی و آموزشی در سال ۱۳۹۴**

واحد	کارایی آموزشی	کارایی پژوهشی	کارایی کل	واحد	کارایی آموزشی	کارایی پژوهشی	کارایی کل
۱	۰/۹۲۷	۰/۱۲۳	۰/۹۲۵	۱۷	۰/۹۴۰	۰/۴۹۳	۰/۹۳۷
۲	۰/۹۳۰	۰/۱۴۵	۰/۹۲۹	۱۸	۱	۰/۵۹۳	۰/۹۹۸
۳	۰/۵۸۹	۱	۱	۱۹	۰/۷۹۰	۱	۱
۴	۰/۴۹۱	۱	۰/۹۹۹	۲۰	۰/۹۷۵	۰/۳۰۹	۰/۹۷۴
۵	۰/۹۱۲	۰/۴۹۷	۰/۹۱۲	۲۱	۱	۰/۶۸۵	۰/۹۹۹
۶	۰/۷۸۷	۱	۱	۲۲	۱	۰/۲۶۴	۰/۹۹۹
۷	۰/۹۸۹	۱	۱	۲۳	۱	۰/۹۶۵	۱
۸	۰/۹۴۰	۰/۴۱۴	۰/۹۳۶	۲۴	۰/۹۹۹	۱	۱
۹	۱	۰/۸۲۳	۱	۲۵	۰/۹۸۲	۰/۴۵۶	۰/۹۸۰
۱۰	۱	۰/۸۸۰	۱	۲۶	۱	۰/۴۶۴	۰/۹۹۹
۱۱	۱	۰/۸۳۸	۰/۹۹۹	۲۷	۰/۹۴۵	۰/۲۴۴	۰/۹۴۱
۱۲	۰/۹۵۴	۰/۲۶۲	۰/۹۵۴	۲۸	۰/۹۳۹	۰/۲۳۹	۰/۹۳۵
۱۳	۰/۹۴۷	۰/۲۳۵	۰/۹۴۴	۲۹	۱	۰/۹۹۸	۱
۱۴	۱	۰/۲۳۹	۰/۹۹۹	۳۰	۰/۹۶۵	۰/۲۹۷	۰/۹۶۱
۱۵	۱	۰/۹۶۲	۱	۳۱	۰/۹۴۰	۰/۴۲۶	۰/۹۳۶
۱۶	۰/۹۷۱	۱	۱	میانگین	۰/۹۳۳	۰/۶۰۸	۰/۹۷۶

**جدول ۶. کارایی کل و مولفه‌های پژوهشی و آموزشی در سال ۱۳۹۵**

واحد	کارایی آموزشی	کارایی پژوهشی	کارایی کل	واحد	کارایی آموزشی	کارایی پژوهشی	کارایی کل
۱	۰/۹۰۴	۰/۵۷۲	۰/۹۰۳	۱۷	۰/۹۴۲	۰/۶۶۱	۰/۹۴۱
۲	۰/۹۰۵	۰/۶۲۹	۰/۹۰۴	۱۸	۰/۹۳۹	۱	۱
۳	۰/۷۸۱	۱	۱	۱۹	۰/۹۶۴	۱	۱
۴	۰/۷۵۷	۱	۰/۹۹۹	۲۰	۰/۹۸۲	۰/۹۳۰	۰/۹۸۲
۵	۰/۸۸۷	۰/۷۲۸	۰/۸۸۶	۲۱	۰/۹۹۶	۱	۱
۶	۱	۰/۲۱۵	۱	۲۲	۱	۰/۹۲۴	۱
۷	۰/۸۴۷	۱	۱	۲۳	۱	۰/۸۸۴	۱
۸	۰/۹۴۲	۰/۷۵۵	۰/۹۴۱	۲۴	۰/۹۹۷	۱	۱
۹	۱	۰/۳۳۸	۱	۲۵	۱	۰/۹۹۹	۱
۱۰	۱	۰/۸۳۱	۱	۲۶	۰/۹۹۳	۰/۹۹۰	۰/۹۹۳
۱۱	۰/۹۸۴	۱	۱	۲۷	۰/۹۵۰	۰/۷۰۸	۰/۹۴۸

واحد	کارایی آموزشی	کارایی پژوهشی	کارایی کل	واحد	کارایی آموزشی	کارایی پژوهشی	کارایی کل
۱۲	۰/۹۷۸	۰/۴۹۹	۰/۹۷۸	۲۸	۰/۹۴۲	۰/۶۹۲	۰/۹۴۰
۱۳	۰/۹۵۵	۰/۷۲۲	۰/۹۵۳	۲۹	۱	۰/۹۶۹	۱
۱۴	۰/۹۹۶	۰/۶۰۸	۰/۹۹۵	۳۰	۰/۹۸۳	۱	۱
۱۵	۱	۰/۹۴۹	۱	۳۱	۰/۷۵۵	۰/۹۴۱	۰/۹۴۱
۱۶	۰/۹۷۹	۱	۱	میانگین	۰/۹۵۳	۰/۸۱۸	۰/۹۷۸

جدول ۷. کارایی کل و مولفه‌های پژوهشی و آموزشی در سال ۱۳۹۶

واحد	کارایی آموزشی	کارایی پژوهشی	کارایی کل	واحد	کارایی آموزشی	کارایی پژوهشی	کارایی کل
۱	۰/۹۹۶	۰/۲۴۷	۰/۹۹۵	۱۷	۰/۹۹۷	۰/۴۹۵	۰/۹۹۵
۲	۰/۹۹۷	۰/۳۶۶	۰/۹۹۷	۱۸	۱	۰/۹۴۲	۱
۳	۰/۴۳۸	۱	۱	۱۹	۰/۸۸۱	۱	۱
۴	۰/۹۸۶	۱	۰/۹۹۹	۲۰	۱	۰/۹۲۹	۱
۵	۰/۹۹۶	۰/۳۴۸	۰/۹۹۶	۲۱	۰/۸۴۰	۱	۰/۹۹۹
۶	۰/۶۵۵	۱	۱	۲۲	۰/۹۴۳	۱	۱
۷	۰/۵۶۲	۱	۱	۲۳	۱	۰/۸۸۷	۱
۸	۰/۹۹۷	۰/۵۱۲	۰/۹۹۵	۲۴	۱	۰/۹۴۷	۱
۹	۱	۰/۲۷۸	۱	۲۵	۰/۹۸۴	۱	۱
۱۰	۰/۹۹۱	۱	۱	۲۶	۰/۹۹۸	۰/۹۱۳	۰/۹۹۸
۱۱	۰/۹۷۶	۱	۱	۲۷	۰/۹۹۷	۰/۴۳۸	۰/۹۹۵
۱۲	۱	۰/۲۹۰	۱	۲۸	۰/۹۹۷	۰/۳۳۲	۰/۹۹۴
۱۳	۰/۹۹۷	۰/۴۴۲	۰/۹۹۵	۲۹	۱	۰/۹۶۸	۱
۱۴	۰/۹۹۹	۰/۶۶۵	۰/۹۹۸	۳۰	۱	۰/۹۹۲	۱
۱۵	۱	۰/۹۷۶	۱	۳۱	۰/۹۹۷	۰/۵۱۲	۰/۹۹۵
۱۶	۰/۷۴۸	۱	۱	میانگین	۰/۹۳۲	۰/۷۵۹	۰/۹۹۸

## ۵ بحث و نتیجه گیری

### ۵-۱ کارایی کل

داده‌های جمع‌آوری شده در سال ۱۳۹۴ مربوط به عملکرد واقعی واحدهای استانی است، در حالی که داده‌های سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ مقادیر پیش‌بینی شده‌ی واحدها می‌باشند. از مقایسه کارایی کل واحدهای استانی در جدول ۸ می‌توان نتیجه گرفت که در سال ۱۳۹۴، تنها ۹ واحد استانی کشور بر روی مرز کارایی قرار دارند که در صورت تحقق برنامه‌ها در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ به ترتیب ۱۱ و ۱۰ واحد استانی بر روی مرز کارایی قرار خواهند گرفت. استان‌های ۶، ۷، ۹ و ۱۶ در سال ۱۳۹۵ از مرز کارایی خارج می‌شوند و برای حفظ موقعیت خود نیاز به بازنگری در برنامه‌های این سال خواهند داشت. واحد استانی ۶ در سال ۱۳۹۶ دوباره به مرز کارایی باز

می‌گردد. در صورت تحقق برنامه‌های واحدهای ۱۱، ۲۲، ۲۵ و ۳۰ در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶، این استان‌ها از ناکارایی به مرز کارایی خواهند رسید. واحدهای ۱، ۲ و ۵ علی‌رغم ناکارای بودن در سال ۱۳۹۴، در سال ۱۳۹۵ عملکرد ضعیف‌تری خواهند داشت؛ ولی سایر واحدها در طی این دو سال اجرای برنامه‌ها، سیر صعودی طی می‌نمایند. تا جایی که در سال ۱۳۹۶ همگی واحدهای استانی از عملکرد بالای ۹۹ درصدی برخوردار خواهند گردید. چهار واحد ۱۵، ۲۳، ۲۴ و ۲۹ در هر سه سال روی مرز کارا باقی خواهند ماند. تحلیل کارایی واحدهای استانی می‌تواند راهنمای خوبی برای برنامه‌ریزان سازمان و واحدها جهت ثبات یا تغییر برنامه‌ها باشد.

### ۵-۲ کارایی مولفه‌ی پژوهشی

عملکرد واحدهای استانی از نظر مولفه‌ی پژوهشی به گونه‌ای است که هیچ کدام از واحدهای استانی روی مرز کارایی قرار نمی‌گیرند و این شاید به دلیل در نظر نگرفتن خریدهای سرمایه‌ای و برگزاری کنفرانس‌های علمی از بودجه‌ی پژوهشی در محاسبه‌ی کارایی نسبی باشد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، کارایی پژوهشی واحدهای استانی (۵) و (۳۰) نزدیک به صفر و واحدهای استانی ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۲۰، ۲۲، ۲۷ و ۲۸ بسیار پایین و بین ۲۰ تا ۳۰ درصد می‌باشد. همچنین ۹ واحد استانی دیگر نیز دارای کارایی پژوهشی بین ۴۰ تا ۵۰ درصد هستند. در مجموع کارایی ۶۴/۵ درصد واحدهای استانی زیر ۵۰ درصد می‌باشند. تنها ۸ واحد استانی با کارایی ۹۹/۹۹ درصد نزدیک به مرز کارا هستند که با تغییر برنامه‌ها می‌توانند به مرز کارایی برسند. البته در صورتی که امکان تغییر در ورودی‌ها وجود داشته باشد، چرا که برخی از ورودی‌ها غیر قابل کنترل می‌باشند و امکان تغییر آن‌ها وجود ندارد. با توجه به اینکه ساختار مدیریتی دانشگاه آزاد اسلامی متمرکز می‌باشد، واحدهای استانی قادر به تغییر برنامه‌های خود نمی‌باشند. به عنوان مثال: در صورتی که یک واحد استانی برای افزایش کارایی پژوهشی نیاز به کاهش بودجه‌ی پژوهشی داشته باشد، باید از سازمان مرکزی مجوز دریافت نماید.

در سال ۱۳۹۵ هر چند که میزان افزایش کارایی پژوهشی در برخی واحدهای استانی به سطح قابل قبولی نمی‌رسد؛ ولی به غیر از واحدهای ۶، ۹ و ۲۳ که با افت کارایی مواجه خواهند بود، سایر واحدها افزایش کارایی خواهند داشت. در سال ۱۳۹۶ واحدهای استانی ۵ و ۱۲ از نظر پژوهشی ناکارا خواهند شد و ۱۱ واحد استانی دیگر با کاهش کارایی پژوهشی مواجه می‌شوند.

### ۵-۳ کارایی مولفه‌ی آموزشی

کارایی مولفه‌ی آموزشی در سال ۱۳۹۴ نسبت به کارایی مولفه‌ی پژوهشی در همین سال مناسب‌تر است. نکته‌ی قابل توجه این است که در واحدهای دارای عملکرد پژوهشی نامناسب، وضعیت کارایی آموزشی مناسب است و در واحدهایی که وضعیت آموزشی مناسبی ندارند، وضعیت پژوهشی مناسب است. در این سال ۱۲ واحد استانی از کارایی ۹۹/۹۹ درصد برخوردارند که نسبت به کارایی کل و کارایی پژوهشی، وضعیت مناسب‌تری است. همچنین به غیر از ۴ واحد استانی، کارایی آموزشی سایر واحدهای استانی بالای ۹۰ درصد می‌باشد.

دانشگاه در سال ۱۳۹۵ با افت کارایی در ۶ واحد استانی مواجه خواهد شد و ۸ واحد در سطح کارایی ۹۹/۹۹ درصدی خواهند بود. در سال ۱۳۹۶ در صورت تحقق برنامه‌ها، ۹ واحد به کارایی آموزشی ۹۹/۹۹ درصدی خواهند رسید و در ۷ واحد استانی، کارایی آموزشی نسبت به سال ۱۳۹۵ به سطح پایین‌تری افت پیدا می‌کند. یکی از دلایل کاهش کارایی می‌تواند کاهش در آمد شهریه‌ای و تعداد دانشجویان در برخی از واحدها نسبت به سال قبل باشد.

**جدول ۸.** کارایی واحدهای استانی دانشگاه آزاد اسلامی در سال های ۹۴ تا ۹۶

DMUs	کارایی کل			کارایی پژوهشی			کارایی آموزشی		
	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶
۱	۰/۹۲۵	۰/۹۰۳	۰/۹۹۵	۰/۱۲۳	۰/۵۷۲	۰/۲۴۷	۰/۹۲۷	۰/۹۰۴	۰/۹۹۶
۲	۰/۹۲۹	۰/۹۰۴	۰/۹۹۷	۰/۱۴۵	۰/۶۲۹	۰/۳۶۶	۰/۹۳۰	۰/۹۰۵	۰/۹۹۷
۳	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰/۵۸۹	۰/۷۸۱	۰/۴۳۸
۴	۰/۹۹۹	۰/۹۹۹	۰/۹۹۹	۱	۱	۱	۰/۴۹۱	۰/۷۵۷	۰/۹۸۶
۵	۰/۹۱۲	۰/۸۸۶	۰/۹۹۶	۰/۴۹۷	۰/۷۲۸	۰/۳۴۸	۰/۹۱۲	۰/۸۸۷	۰/۹۹۶
۶	۱	۱	۱	۱	۰/۲۱۵	۱	۰/۷۸۷	۱	۰/۶۵۵
۷	۱	۱	۱	I	۱	۱	۰/۹۸۹	۰/۸۴۷	۰/۵۶۲
۸	۰/۹۳۶	۰/۹۴۱	۰/۹۹۵	۰/۴۱۴	۰/۷۵۵	۰/۵۱۲	۰/۹۴۰	۰/۹۴۲	۰/۹۹۷
۹	۱	۱	۱	۰/۸۲۳	۰/۳۳۸	۰/۲۷۸	۱	۱	۱
۱۰	۱	۱	۱	۰/۸۸۰	۰/۸۳۱	۱	۱	۱	۰/۹۹۱
۱۱	۰/۹۹۹	۱	۱	۰/۸۳۸	۱	۱	۱	۰/۹۸۴	۰/۹۷۶
۱۲	۰/۹۵۴	۰/۹۷۸	۱	۰/۲۶۲	۰/۴۹۹	۰/۲۹۰	۰/۹۵۴	۰/۹۷۸	۱
۱۳	۰/۹۴۴	۰/۹۵۳	۰/۹۹۵	۰/۲۳۵	۰/۷۲۲	۰/۴۴۲	۰/۹۴۷	۰/۹۵۵	۰/۹۹۷
۱۴	۰/۹۹۹	۰/۹۹۵	۰/۹۹۸	۰/۲۳۹	۰/۶۰۸	۰/۶۶۵	۱	۰/۹۹۶	۰/۹۹۹
۱۵	۱	۱	۱	۰/۹۶۲	۰/۹۴۹	۰/۹۷۶	۱	۱	۱
۱۶	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰/۹۷۱	۰/۹۷۹	۰/۷۴۸
۱۷	۱	۰/۹۴۱	۰/۹۹۵	۰/۴۹۳	۰/۶۶۱	۰/۴۹۵	۰/۹۴۰	۰/۹۴۲	۰/۹۹۷
۱۸	۰/۹۷۴	۱	۱	۰/۵۹۳	۱	۰/۹۴۲	۱	۰/۹۳۹	۱
۱۹	۰/۹۹۹	۱	۱	۱	۱	۱	۰/۷۹۰	۰/۹۶۴	۰/۸۸۱
۲۰	۰/۹۹۹	۰/۹۸۲	۱	۰/۳۰۹	۰/۹۳۰	۰/۹۲۹	۰/۹۷۵	۰/۹۸۲	۱
۲۱	۱	۱	۰/۹۹۹	۰/۶۸۵	۱	۱	۱	۰/۹۹۶	۰/۸۴۰
۲۲	۱	۱	۱	۰/۲۶۴	۰/۹۲۴	۱	۱	۱	۰/۹۴۳
۲۳	۰/۹۸۰	۱	۱	۰/۹۶۵	۰/۸۸۴	۰/۸۸۷	۱	۱	۱
۲۴	۰/۹۹۹	۱	۱	۱	۱	۰/۹۴۷	۰/۹۹۹	۰/۹۹۷	۱
۲۵	۰/۹۴۱	۱	۱	۰/۴۵۶	۰/۹۹۹	۱	۰/۹۸۲	۱	۰/۹۸۴
۲۶	۰/۹۳۵	۰/۹۹۳	۰/۹۹۸	۰/۴۶۴	۰/۹۹۰	۰/۹۱۳	۱	۰/۹۹۳	۰/۹۹۸
۲۷	۱	۰/۹۴۸	۰/۹۹۵	۰/۲۴۴	۰/۷۰۸	۰/۴۳۸	۰/۹۴۵	۰/۹۵۰	۰/۹۹۷
۲۸	۰/۹۶۱	۰/۹۴۰	۰/۹۹۴	۰/۲۳۹	۰/۶۹۲	۰/۳۳۲	۰/۹۳۹	۰/۹۴۲	۰/۹۹۷
۲۹	۰/۹۳۶	۱	۱	۰/۹۹۸	۰/۹۶۹	۰/۹۶۸	۱	۱	۱
۳۰	۱	۱	۱	۰/۲۹۷	۱	۰/۹۹۲	۰/۹۶۵	۰/۹۸۳	۱
۳۱	۰/۹۷۴	۰/۹۴۱	۰/۹۹۵	۰/۴۲۶	۰/۷۵۵	۰/۵۱۲	۰/۹۴۰	۰/۹۴۲	۰/۹۹۷

نهایتاً باید به این نکته اشاره کرد که هدف اصلی تحقیق، تخصیص بهینه‌ی منابع و اهداف به واحدهای استانی دانشگاه آزاد است، به گونه‌ای که کارایی واحدهای استانی و کارایی کل دانشگاه افزایش یابد. طراحی مدل سنجش کارایی اولین مرحله‌ی این تحقیق است. آنچه که در این مقاله ارائه گردیده است، سنجش کارایی واحدها با سه معیار کارایی کل، کارایی پژوهش و کارایی آموزشی با در نظر گرفتن ورودی‌های غیر قابل کنترل و خروجی‌های نامطلوب در یک سیستم شبکه‌ای موازی با ورودی‌ها و خروجی‌های مشترک است. برای رتبه‌بندی استان‌ها می‌توان از روش‌شناسی‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MADM) استفاده نمود. برای پیش‌بینی مولفه‌ها نیز می‌توان از روش‌های پیش‌بینی شبکه عصبی و یا الگوریتم ژنتیک استفاده نمود که در پژوهش‌های مختلف به عنوان بهترین روش‌های موجود معرفی شده‌اند. در این مرحله قادر به تخصیص نمی‌باشیم، چرا که از طرفی با دو هدف متضاد افزایش خروجی‌ها و کاهش ورودی‌ها و از طرف دیگر با واحدهای استانی که از نظر بزرگی و کوچکی متفاوت هستند و در تخصیص باید مدنظر قرار گیرند، مواجهیم؛ بنابراین، برای تخصیص بهینه، باید با استفاده از برنامه‌ریزی چندهدفه و در نظر گرفتن بزرگی و کوچکی واحدها مدل مناسبی طراحی نمود.

## منابع

- [۲۰] همایون‌فر، م.، امیر تیموری، ع.ر.، (۱۳۹۵). برنامه‌ریزی تولید شبکه‌ای در حضور عوامل نامطلوب- رویکرد تحلیل پوششی داده‌های فازی. مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، ۱۳(۱)، ۱۲۱-۱۴۱.
- [1] Mannino, M., Hong, S., Choi, I., (2008). Efficiency evaluation of data warehouse operations. *Decision Support Systems*, 44, 883-898.
- [2] Liu, S. T., (2008). A fuzzy DEA/AR approach to the selection of flexible manufacturing systems. *Computers & Industrial Engineering*, 54, 66-79.
- [3] Camanho A. S., Dyson R. G., (2005). Cost efficiency measurement with price uncertainty: a DEA application to bank branch assessments. *EUROPEAN JOURNAL OF OPERATIONAL RESEARCH*, 161(2), 432-446.
- [4] Edirisinghe, N. C. P, Zhang, X., (2007). Generalized DEA model of fundamental analysis and its application to portfolio optimization. *Journal of Banking and Finance*, 31(11), 11-25.
- [5] Johnes, J., (2006). Measuring Teaching Efficiency in Higher Education: An Application of Data Envelopment Analysis to Economics Graduates from UK Universities 1993. *European Journal of Operational Research*, 174(1), 443-456.
- [6] Ertay, T., Ruan, D., Tuzkaya, U. R., (2006). Integrating data envelopment analysis and analytic hierarchy for the facility layout design in manufacturing systems. *Information Sciences*, 176, 237-262.
- [7] Shafer, S. M., Byrd, T. A. A., (2000). framework for measuring the efficiency of organizational investments in information technology using data envelopment analysis. *Omega*, 28, 125-141.
- [8] Korhonen, P. J., Luptacik, M., (2004). Eco-efficiency analysis of power plants: an extension of data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 154, 437-446.
- [9] Lozano, S., Gutiérrez, E., Moreno, P., (2013). Network DEA approach to airports performance assessment considering undesirable outputs. *Applied Mathematical Modelling*, 37, 1665-1676.
- [10] Färe, R., Grosskopf, S., (1996). Productivity and intermediate products: A frontier approach. *Economics Letters*, 50, 65-70.
- [11] Yang, C., Liu, H. M., (2012). Managerial efficiency in Taiwan bank branches: A network DEA. *Economic Modelling*, 29, 450-461.
- [12] Liu, J. S. Lu, W. M., (2010). DEA and ranking with the network-based approach: a case of R&D performance. *Omega*, 38, 453-464.
- [13] Lu, W. M., Wang, W. K. Hung, S. W., Lu, E. T., (2012). The effects of corporate governance on airline performance. *Production and Marketing Efficiency Perspectives, Transportation Research Part E*, 48, 529-544.



- [14] Agrell, P. J., Hatami-Marbini, A., (2013). Frontier-based performance analysis models for supply chain management: State of the art and research directions. *Computers & Industrial Engineering*, 66, 567–583.
- [15] Kao, C., Liu, S. T., (2011). Efficiencies of two stage systems with fuzzy data. *Fuzzy Sets and Systems*, 176(1), 20–35.
- [16] Akther, S., Fukuyama, H., Weber, W., (2013). Estimating two-stage network slacks-based inefficiency: An application to Bangladesh banking. *Omega*, 41, 88–96.
- [17] Du, J., Liang, L., Chen, Y., Cook, W. D., Zhu, J. A., (2011). A bargaining game model for measuring performance of two stage network structures. *European Journal of Operational Research*, 210, 390–397.
- [18] Li, Y., Chen, Y., Liang, L., Xie, J., (2012). DEA models for extended two-stage network structures. *Omega*, 40, 611–618.
- [19] Liang, L., Cook, W. D., Zhu, J., (2008). DEA models for two-stage processes: game approach and efficiency decomposition. *Naval Research Logistics*, 55, 643–653.
- [21] Saxena, P., Saxena, R., Deepak, S., (2016). Benchmarking: An International Journal Efficiency evaluation of the energy companies in CNX 500 Index of the NSE, India using data envelopment analysis. *Benchmarking: An International Journal*, <http://dx.doi.org/10.1108/BIJ-08-2014-0074>, 23(1), 113–126.
- [22] Tariq, M., Zanib, M. A., (2016). Efficiency analysis of Islamic banks in Pakistan Muhammad. *Humanomics*, 32(1), 19–32.
- [23] Langston, C., (2016). The reliability of currency and purchasing power parity conversion for international project cost benchmarking. *Benchmarking: An International Journal*, 23(1), 63–77.
- [24] Zha, Y., Liang, N., Wu, M., Bian, Y., (2016). Efficiency evaluation of banks in China: A dynamic two-stage slacks-based measure approach. *Omega (United Kingdom)*. <http://doi.org/10.1016/j.omega.2014.12.008>
- [25] Dabestani, R., Shahin, A., Saljoughian, M., Shirouyehzad, H., (2016). Importance-performance analysis of service quality dimensions for the customer groups segmented by DEA - the case of four star hotels. *International Journal of Quality & Reliability Management Importance-performance*, 33(2), <http://dx.doi.org/10.1108/IJQRM-02-2014-0022>.
- [26] Aksezer, Ç. S., (2016). A nonparametric approach for optimal reliability allocation in health services. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 33(2), 284–294.
- [27] Hemmati, M., Feiz, D., Jalilvand, M. R., Kholghi, I., (2016). Journal of Modelling in Management Development of fuzzy two-stage DEA model for competitive advantage based on RBV and strategic agility as a dynamic capability. *Journal of Modelling in Management*, 11(1), <http://dx.doi.org/10.1108/JM2-12-2013-0067>.
- [28] Kwon, H. B., James, J. L., Roh, J., (2016). Best performance modeling using complementary DEA-ANN approach: application to Japanese electronics manufacturing firms. *Benchmarking: An International Journal*, 23(3), <http://dx.doi.org/10.1108/BIJ-09-2014-0083>.
- [29] Zografidoua, E., Petridis, K., Arabatzis, G., Dey, P. K., (2016). Optimal design of the renewable energy map of Greece using weighted goal-programming and data envelopment analysis. *Computers & Operations Research*, 66, 313–326.
- [30] Azadi, M., Shabani, A., Khodakarami, M., Farzipoor Saen, R., (2015). Planning in feasible region by two-stage target-setting DEA methods: An application in green supply chain management of public transportation service providers. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. <http://doi.org/10.1016/j.tre.2014.12.009>
- [31] Lozano, S., (2015a). A joint-inputs Network DEA approach to production and pollution-generating technologies. *Expert Systems with Applications*, 42(21), 60–68.
- [32] Kwon, H. B., Lee, J., (2015). Two-stage production modeling of large U.S. banks: A DEA-neural network approach. *Expert Systems with Applications*, 42(19), 6758–6766.
- [33] Herrera-Restrepo, O. T., Trainor, J., Murray-Tuite, P., Edara, P., (2016). A multi-perspective dynamic network performance efficiency measurement of an evacuation: A dynamic network-DEA approach. *Omega*, 60, 45–59.
- [34] Lozano, S., (2016). Slacks-based inefficiency approach for general networks with bad outputs: An application to the banking sector. *Omega*, 60(1), 73–84.
- [35] Lozano, S., (2015b). Alternative SBM Model for Network DEA. *Computers & Industrial Engineering*, 82, 33–40.

- [36] Khalili-Damghani, K., Shahmir, Z., (2015). Uncertain network data envelopment analysis with undesirable outputs to evaluate the efficiency of electricity power production and distribution processes. *Computers & Industrial Engineering*, 88, 131-150.
- [37] Shafiee, M., Hosseinzadeh Lotfi, F., Saleh, H., (2014). Supply chain performance evaluation with data envelopment analysis and balanced scorecard approach. *Applied Mathematical Modelling*, 38(21-22), 5092-5112.
- [38] Avkiran, N. K., (2014). An illustration of dynamic network DEA in commercial banking including robustness tests. *Omega*, 55, 141-150.
- [39] Kumar, A., Shankar, R., Debnath, R., (2015). Analyzing customer preference and measuring relative efficiency in telecom sector: A hybrid fuzzy AHP/DEA study. *Telematics and Informatics*, 32(3), 447-462.
- [40] Zhu, Z., Wang, K., Zhang, B., (2014). Applying a network data envelopment analysis model to quantify the eco-efficiency of products: A case study of pesticides. *Journal of Cleaner Production*, 69, 67-73.
- [41] Banker, R. D., Morey, R. C., (1986). Efficiency Analysis for Exogenously Fixed Inputs and Outputs. *Operations Research*, 34(4), 513-521.
- [42] Ruggiero, V., (1997). Criminals and service providers. *Cross-National Dirty Economies, Crime, Law and Social Change*, 28(1), 27-38.
- [43] Färe, R., Grosskopf, S., Lovell, K., Pasurka, C., (1989). Multilateral productivity comparisons when some outputs are undesirable: A nonparametric approach. *The Review of Economics and Statistics*, 71, 90-98.
- [44] Scheel, H., (2001). Undesirable outputs in efficiency evaluation. *European Journal of Operational Research*, 132, 400-410.
- [45] Seiford, L. M., Zhu, J., (2002). Modeling undesirable factors in efficiency evaluation. *European Journal of Operational Research*, 142, 16-20.
- [46] Färe, R. Grosskopf, S. (2004). Modelling undesirable factors in efficiency evaluation. *European Journal of Operational Research*, 157, 242-245.
- [47] Korhonen, P. J., Luptacik, M., (2004). Eco-efficiency analysis of power plants: an extension of data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 154, 437-446.
- [48] Jahanshahloo, G. R., Hosseinzadeh-Lotfi, F., Moradi, M., (2005). A DEA approach for fair allocation of common revenue. *Applied Mathematics and Computation*, 160, 719-724.
- [49] Amirteimoori, A., Kordrostami, S., (2005). Allocating fixed costs and target setting: A dea-based approach. *Applied Mathematics and Computation*, 171, 136-151.
- [50] Amirteimoori, A., Kordrostami, S., & Sarpasast, M. (2006). Modeling undesirable factors in data envelopment analysis. *Applied Mathematics and Computation*, 180, 444-452.
- [51] Liang, L., Li, Y., Li, S., (2009). Increasing the discriminatory power of DEA in the presence of the undesirable outputs and large dimensionality of data sets with PCA. *Expert Systems with Applications*, 36, 5895-5899.
- [52] Wang, K., Yu, S., Zhang, W., (2013). China's regional energy and environmental efficiency. A DEA Window Analysis Based Dynamic Evaluation, *Mathematical and Computer Modelling*, 58, 1117-1127.
- [53] Wu, J., Lv, L., Sun, J., Ji, X. (2015). A comprehensive analysis of China's regional energy saving and emission reduction efficiency: From production and treatment perspectives. *Energy Policy*, <http://doi.org/10.1016/j.enpol>.