



Paper Type: Original Article



Evaluation of Efficiency and Productivity of University Units in the Country Using DEA and SFA Methods

Fatemeh Ordoo^{1,*} , Bahareh Mahbanooi¹¹ School of Governance, University of Tehran, Tehran, Iran; F.ordoo@ut.ac.ir; b.mahbanooi@ut.ac.ir.

Citation:



Ordoo, F., & Mahbanooi, B. (2024). Evaluation of efficiency and productivity of university units in the country using DEA and SFA methods. *Applied studies in educational management and e-learning*, 1(1), 1-14.

Received: 12/09/2024 Reviewed: 23/10/2024 Revised: 23/11/2024 Accepted: 14/12/2024

Abstract

Purpose: This research evaluates the efficiency and productivity of university units nationwide, and its goal is to identify existing capacities and weaknesses in the educational performance of these units.

Methodology: Using quantitative and descriptive methods, 15 university units, as a sample of 31 units, were analyzed with STATA and DEA SOLVER software. Data on students, graduates, and faculty members were collected from available sources, and by precisely defining inputs and outputs, the efficiency and productivity of these units were measured.

Findings: The results indicated the overall efficiency of some units and the need for reforms in other inefficient units. These inefficient units, due to the significant distance from ideal standards, need to design and implement performance improvement programs. Based on the findings, suggestions were made including updating curricula, investing in educational technologies, paying attention to the quality of teaching, and establishing close cooperation with the labor market.

Originality/Value: Overall, this research shows that improving the efficiency and productivity of university units can help improve the quality of education and reduce graduate unemployment, and ultimately lead to the sustainable development of the country's education system.

Keywords: Data envelopment analysis, Efficiency, Higher education, Productivity, Stochastic functional analysis, University units.



Corresponding Author: F.ordoo@ut.ac.ir

<https://doi.org/10.48313/asemel.v1i1.78>

Licensee. **Applied Studies in Educational Management and E-Learning**. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>).



ارزیابی کارایی و بهره‌وری واحدهای دانشگاهی کشور با استفاده از روش‌های تحلیل پوششی داده‌ها و تحلیل تابعی استوکاستیک

فاطمه اردو^۱، بهاره مابانویی^۱

^۱ دانشکده حکمرانی دانشگاه تهران، تهران، ایران.

چکیده

هدف: این پژوهش به ارزیابی کارایی و بهره‌وری واحدهای دانشگاهی در سطح کشور پرداخته و هدف آن شناخت ظرفیت‌های موجود و شناسایی نقاط ضعف در عملکرد آموزشی این واحدها است.

روش‌شناسی پژوهش: با استفاده از روش‌های کمی و توصیفی، ۱۵ واحد دانشگاهی به‌عنوان نمونه‌ای از ۳۱ واحد، تحت تجزیه و تحلیل با نرم‌افزار *DEA SOLVER* و *STATA* قرار گرفتند. داده‌های مربوط به دانشجویان، فارغ‌التحصیلان و اعضای هیات علمی از منابع موجود گردآوری شده و با تعریف دقیق ورودی‌ها و خروجی‌ها، میزان کارایی و بهره‌وری این واحدها مورد سنجش قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان‌دهنده کارایی کلی برخی واحدها و نیاز به اصلاحات در دیگر واحدهای ناکارا بود. این واحدهای ناکارا، به واسطه وجود فاصله معنادار از استانداردهای ایده‌آل، نیاز به طراحی و اجرای برنامه‌های بهبود عملکرد دارند. بر اساس یافته‌ها، پیشنهاداتی شامل به‌روزرسانی برنامه‌های درسی، سرمایه‌گذاری در فناوری‌های آموزشی، توجه به کیفیت تدریس و برقراری همکاری‌های نزدیک با بازار کار ارائه شد.

اصالت/ارزش افزوده علمی: به‌طور کلی، این تحقیق نشان می‌دهد که بهبود کارایی و بهره‌وری واحدهای دانشگاهی می‌تواند به ارتقا کیفیت آموزش و کاهش بیکاری فارغ‌التحصیلان کمک نماید و درنهایت، به توسعه پایدار نظام آموزشی کشور منجر شود.

کلیدواژه‌ها: تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی، آموزش عالی، بهره‌وری، تحلیل تابعی تصادفی، واحدهای دانشگاهی.

۱- مقدمه

دانشگاه‌ها به‌عنوان نهادهای کلیدی در تامین نیروی انسانی و توسعه اقتصادی و اجتماعی، بهبود کارایی و بهره‌وری دانشجویان را در کانون توجه خود قرار داده‌اند. سنجش کارایی و بهره‌وری دانشجویان تنها به محاسبه عملکرد تحصیلی محدود نمی‌شود، بلکه به درک عواملی نظیر سلامت روانی و استرس‌های ناشی از فناوری اطلاعات نیز تعلق دارد. چالش‌هایی مانند تنش‌های ناشی از فناوری و همچنین رضایت دانشجویان از بسترهای یادگیری دیجیتال، بر بهره‌وری تحصیلی تاثیر گذارند و نیاز به تحلیل دقیق‌تری در این حوزه‌ها را نمایان می‌سازند [1]، [2].

عوامل متعددی نظیر رفتار تحصیلی و رضایت از محیط یادگیری، از جمله عناصر موثری هستند که می‌توانند به کارایی دانشجویان کمک کنند و عملکرد تحصیلی آن‌ها را تحت تاثیر قرار دهند [3]. همچنین، واریانس قابل توجهی در میزان کارایی و بهره‌وری بین نهادهای آموزشی وجود دارد که با استفاده از متدولوژی‌های سنجش بهره‌وری و کارایی می‌توان به تحلیل منصفانه‌تری از این نهادها دست یافت [4].

این پژوهش با هدف بررسی مولفه‌های کارایی و بهره‌وری دانشجویان در دانشگاه‌های ایران طراحی شده و سعی دارد به شناسایی عوامل موثر بر این مقولات بپردازد. تحقیق بر اساس مدل‌های غیر پارامتری و ابزارهای سنجش پیشرفته، درصدد کشف نقاط ضعف و قوت در برنامه‌های آموزشی و ساختارهای یادگیری است که می‌تواند به بهبود عملکرد تحصیلی دانشجویان منجر شود. نتایج این تحقیق به تحلیل بهتر تعامل دانشجویان با ابزارهای آموزشی و تاثیر استرس‌های تکنولوژیک بر تجربه تحصیلی آن‌ها کمک خواهد کرد. در این راستا، درک و سنجش مولفه‌های کارایی و بهره‌وری دانشجویان به‌عنوان ابزاری برای ارتقا کیفیت آموزشی و یادگیری، به ویژه در بستر دانشگاه‌های ایران، به شدت مورد نیاز است. این مطالعه می‌تواند تاثیر قابل توجهی بر اصلاحات آموزشی و بهینه‌سازی محیط‌های یادگیری داشته باشد و به تحقق اهداف توسعه پایدار در حوزه آموزش عالی منجر شود.

از سوی دیگر، یکی از دغدغه‌های آموزش عالی، تصمیم‌گیری بر مبنای نتایج واقعی واحدهای دانشگاهی است. استفاده از شاخص‌های بهره‌وری و کارایی به مدیران آموزش عالی کمک می‌کند تا منابع را به شکل بهینه‌تری به کار گیرند. بنابراین، ضروری است که با بررسی مقاطع تحصیلی کاردانی، کارشناسی ارشد و دکتری به بررسی میزان کارایی واحدهای دانشگاهی در سراسر کشور پرداخته شود. به همین منظور، نگارنده در این پژوهش سوالات تحقیق زیر را بررسی و به پاسخ آن‌ها پرداخته است:

۱. آیا عملکرد واحدهای دانشگاهی منتخب در مقطع کاردانی (با اندازه‌گیری تحلیل پوششی داده‌ها^۱ "SFA") در جهت مطلوب و کارایی کامل است؟
۲. آیا عملکرد ۳۱ واحد دانشگاهی کشور در مقطع کاردانی (با در نظر گرفتن شاخص بهره‌وری مالم کوپست) کارآمد است؟
۳. تخصیص منابع مجدد ۱۰ واحد دانشگاهی از استان‌های منتخب کشور در مقاطع ارشد و دکتری جهت کارایی به چه صورت است؟

با توجه به اهمیت این سوالات، پژوهش حاضر می‌تواند چراغی فرا روی مدیران آموزش عالی بگشاید تا بر اساس داده‌های واقعی، اصلاحات لازم را در زمینه بهینه‌سازی منابع و بهبود کیفیت آموزش انجام دهند.

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

بهره‌وری و کارایی دانشجویان در دانشگاه‌ها به عنوان یکی از عوامل کلیدی در تحقق اهداف آموزشی و توسعه نظام‌های آموزش عالی شناخته می‌شود. در دنیای متغیر و پیچیده امروز، نهادهای آموزش عالی لازم است تا با استفاده از ابزارها و تکنیک‌های نوین، میزان بهره‌وری و کارایی خود را ارزیابی و بهبود بخشند. مطالعات اخیر تلاش کرده‌اند تا با شناسایی عوامل موثر بر کارایی و بهره‌وری دانشجویان، به ارایه راهکارهایی برای ارتقای کیفیت آموزش و یادگیری بپردازند.

۱-۲- مفهوم بهره‌وری و کارایی در آموزش عالی

بهره‌وری به طور کلی به نسبت خروجی‌ها به ورودی‌ها در یک سیستم اشاره دارد. در زمینه آموزش عالی، این مفهوم به کارایی نظام آموزشی و عملکرد دانشجویان نسبت به منابع و امکانات موجود مرتبط است [4]. سنجش کارایی و بهره‌وری دانشجویان می‌تواند شامل ارزیابی رفتار تحصیلی، نتایج آکادمیک و رضایت دانشجویان از محیط یادگیری باشد [5].

۲-۲- عوامل موثر بر بهره‌وری و کارایی دانشجویان

از جمله عوامل کلیدی موثر بر بهره‌وری دانشجویان می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. استرس و فشارهای تکنولوژیک^۲: مطالعات اخیر نشان می‌دهند که فشارهای روانی ناشی از استفاده از فناوری‌های آموزشی می‌تواند تاثیر منفی بر بهره‌وری تحصیلی دانشجویان داشته باشد. این نوع استرس منجر به کاهش توانایی تمرکز و یادگیری موثر می‌شود [1].

¹ Data Envelopment Analysis (DEA)

² Technostress

۲. رضایت از سیستم‌های مدیریت یادگیری: رضایت دانشجویان از بسترهای دیجیتال آموزشی یکی دیگر از مولفه‌های مهم است که می‌تواند بر عملکرد تحصیلی آن‌ها تاثیرگذار باشد. بهبود قابلیت‌های این سیستم‌ها می‌تواند به افزایش کارایی و بهره‌وری کمک کند [2].
۳. شیوه‌های یادگیری و رفتار تحصیلی: نوع و شیوه‌های یادگیری نیز نقش مهمی در بهبود کارایی و بهره‌وری دارند. رویکردهای فعال یادگیری، مانند کار گروهی و یادگیری مبتنی بر پروژه، می‌توانند تاثیر مثبتی بر نتایج تحصیلی داشته باشند [3].

۳-۲- رویکردهای سنجش کارایی

برای ارزیابی بهره‌وری و کارایی در حوزه آموزش، روش‌های مختلفی وجود دارد؛ از جمله این روش‌ها می‌توان به سنجش‌های غیرپارامتری اشاره کرد که در مقالات مختلف مورد بررسی قرار گرفته‌اند [4]، [5]. استفاده از این روش‌ها به محققان این امکان را می‌دهد که به نقاط قوت و ضعف نظام‌های آموزشی پرداخته و راهکارهای بهبود را شناسایی کنند.

۳-۳- پیشینه پژوهش

تحقیقات پیشین در زمینه سنجش کارایی و بهره‌وری دانشجویان به بررسی تاثیر متغیرهای مختلف بر روی عملکرد تحصیلی پرداخته‌اند. مثلاً، مطالعه‌ای که توسط آپایا و ویندا [1] انجام شده، نشان می‌دهد که تکنولوژی می‌تواند هم‌زمان عاملی برای افزایش بهره‌وری و منبعی برای ایجاد استرس باشد. همچنین، تحقیقات الیاتی و عباس [2] بر اهمیت رضایت دانشجویان از سیستم‌های آموزش دیجیتال تاکید دارند و نشان می‌دهند که سطح رضایت به‌طور مستقیم با نتایج تحصیلی مرتبط است.

به‌طور کلی، سنجش و آنالیز کارایی و بهره‌وری دانشجویان به عنوان ابزاری برای بهبود کیفیت آموزش در نهادهای دانشگاهی ضروری است. درک عمیق از عوامل تاثیرگذار می‌تواند به سیاست‌گذاران و مدیران آموزشی کمک کند تا استراتژی‌های موثرتری را در راستای ارتقای نظام‌های آموزشی اتخاذ کنند؛ لذا، در این مطالعه به بررسی دقیق‌تر این مولفه‌ها و تاثیرات آن‌ها بر عملکرد تحصیلی دانشجویان در دانشگاه‌های ایران پرداخته خواهد شد.

برای تحقیق در عملیات تاریخ مشخصی را نمی‌توان مشخص کرد، اما شهرت آن از طریق ارتش انگلستان در طول جنگ جهانی دوم حاصل و در آن زمان، نام "تحقیق در عملیات" برای آن انتخاب شد [6]، [7]. در ایام جنگ جهانی دوم، مدیریت ارتش بریتانیا، با دعوت جمعی از دانشمندان مختلف علوم خواست تا روش علمی را به منظور تعیین بهترین راه‌های تخصیص مواد و نیروی انسانی یافته و به‌کار گیرند [8]. همکاری جمعی دانشمندان از حوزه‌های علمی مختلف و به‌کارگیری فنون ریاضی توانست توان دفاعی ارتش بریتانیا را تا حدود ۱۰ برابر افزایش داده و این موفقیت منجر به تشکیل و بهره‌گیری از این‌گونه گروه‌ها در بررسی مسایل مختلف مبتلا به نظامی شد.

آثار مثبت گروه‌هایی از این قبیل، موجب ایجاد گروه‌های مشابهی در ارتش آمریکا شد. بعد از جنگ، تاسیسات جنگی افزایش یافت و در کارهای تحقیقاتی از برخی از این گروه‌ها بهره گرفته شد، اما در صنایع غیرنظامی مورد توجه چندانی قرار نگرفت تا اینکه دو عامل موجب ورود *OR* به صنایع غیرنظامی شد. روش سیمپلکس [9] برای حل مسایل برنامه‌ریزی خطی به‌طور قابل ملاحظه‌ای قابل استفاده در حل مسایل بازرگانی می‌باشد و از توانایی زیادی در این راستا برخوردار است. دومین و مهم‌ترین عامل، ساخت کامپیوترهای با سرعت بسیار بالا است [10].

به‌طور کلی، انجام یک پژوهش در خصوص اموری که می‌توان نام تحقیق در عملیات بر آن نهاد شامل گام‌های زیر است [6]، [11]. فرموله کردن مسایل، ساخت مدل، انتخاب و جمع‌آوری داده‌ها، حل مدل، تعیین اعتبار مدل و در مرحله آخر اجرای مدل.

۴- روش پژوهش

این پژوهش به‌منظور ارزیابی کارایی و بهره‌وری واحدهای دانشگاهی در سطح کشور به روش‌های کمی و توصیفی انجام شده است. ساختار این تحقیق به‌گونه‌ای طراحی شده که شامل مراحل مختلفی از سنجش و تحلیل داده‌ها می‌شود.

۱-۴- رویکرد و نوع پژوهش

پژوهش حاضر از نظر ماهیت، یک مطالعه کمی و از نظر مساله پژوهش، توصیفی و همبستگی است. هدف اصلی این تحقیق اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری واحدهای دانشگاهی از طریق استفاده از روش‌های تحلیل پوششی داده‌ها و تجزیه و تحلیل تابعی استوکاستیک^۱ می‌باشد.

۲-۴- جامعه آماری و نمونه‌گیری

جامعه آماری این پروژه شامل تمامی دانشجویان، فارغ‌التحصیلان در مقاطع کاردانی، کارشناسی ارشد و دکتری و اعضای هیات علمی در ۳۱ استان کشور است. از این جامعه، به‌عنوان نمونه‌های آماری، تعداد ۱۵ واحد دانشگاهی برای ارزیابی کارایی با استفاده از نرم‌افزار *STATA* انتخاب شده است. همچنین برای اندازه‌گیری بهره‌وری و تخصیص مجدد منابع با استفاده از نرم‌افزار *DEA Solver*، به ترتیب از ۳۱ و ۱۰ واحد دانشگاهی استفاده شده است.

۳-۴- مراحل جمع‌آوری داده‌ها

داده‌های موردنیاز برای این تحقیق با استفاده از منابع موجود در حوزه آموزش عالی جمع‌آوری شده است. این اطلاعات شامل آمار و اطلاعات مربوط به دانشجویان، فارغ‌التحصیلان و هیات علمی دانشگاه‌ها می‌باشد.

۴-۴- تعریف ورودی‌ها و خروجی‌ها

ورودی‌ها و خروجی‌های سنجش کارایی و بهره‌وری به شرح زیر تعریف شده است که شامل تحلیل تابعی استوکاستیک می‌باشد:

ورودی‌ها

۱. تعداد دانشجویان مقطع کاردانی در سال تحصیلی ۸۹-۹۰.
۲. تعداد اعضای هیات علمی تمام‌وقت.

خروجی

۱. تعداد فارغ‌التحصیلان مقطع کاردانی در سال تحصیلی ۹۱-۹۲.
۲. شاخص بهره‌وری با روش مالم کوپست:

ورودی‌ها

- تعداد دانشجویان در سال‌های تحصیلی ۸۹-۹۰ و ۹۰-۹۱.

خروجی‌ها

- تعداد فارغ‌التحصیلان در سال‌های تحصیلی ۹۱-۹۲ و ۹۳-۹۴.

تحلیل پوششی داده‌ها (*CCR-I*) به شرح زیر می‌باشد:

¹ Stochastic Functional Analysis (SFA)

ورودی‌ها

- تعداد دانشجویان مقطع ارشد و دکتری در سال تحصیلی ۹۰-۹۱.

خروجی‌ها

- تعداد فارغ‌التحصیلان در این مقطع در سال تحصیلی ۹۳-۹۴.

۵-۴- ابزارهای تحلیلی

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از دو نرم‌افزار تخصصی بهره‌برداری شده است:

۱. *DEA SOLVER* این نرم‌افزار برای محاسبه کارایی و تخصیص مجدد منابع به کار رفته است.
۲. *STATA*: این نرم‌افزار برای سنجش کارایی واحدها با استفاده از روش *SFA* مورد استفاده قرار گرفته است.

۵- یافته‌ها

روش تحلیل پوششی داده‌ها به عنوان یک *técnica* غیرپارامتری و بر پایه برنامه‌ریزی ریاضی، زمینه‌ساز ارزیابی موثر کارایی واحدهای تصمیم‌گیری^۱ است. این روش به ویژه برای تحلیل واحدهایی با ورودی‌ها و خروجی‌های چندگانه بسیار کارآمد است و به محققان این امکان را می‌دهد که مقایسه و ارزیابی دقیقی از عملکرد واحدها انجام دهند [12]. در این روش، مرز کارایی به عنوان معیاری از کارایی تعریف می‌شود و معمولاً به گونه‌ای تعیین می‌شود که واحدهای کارا در این مرز قرار دارند و بقیه واحدها بسته به عملکرد خود، فاصله‌ای از این مرز خواهند داشت.

به عبارت دیگر، تمامی واحدها با مرز بهینه‌ای^۲ که در تحلیل مشخص شده، سنجیده می‌شوند. در این تحقیق، واحد ۱۶ به عنوان تنها واحد کارا شناسایی شده است و واحدهای ۲۶، ۲۸، ۱۷، ۲، ۴ و ۱۱ که دقت آن‌ها نزدیک به ۱ است، به عنوان واحدهای تقریباً کارا معرفی می‌شوند. با توجه به این داده‌ها، واحدهای دیگر باید تدابیری برای افزایش کارایی خود اتخاذ کنند تا به مرز کارایی برسند.

بر اساس اطلاعات ارائه شده در جدول نتایج بهره‌وری واحدهای دانشگاهی کشور، شاخص‌های مختلفی برای ارزیابی کارایی شامل شاخص بهره‌وری، شاخص مال‌م کویست و شاخص کارایی فنی محاسبه شده است. از نتایج مشاهده می‌شود که برخی از واحدها، مانند واحد ۱۶ که از شاخص کارایی فنی ۱ برخوردار است، نشان‌دهنده بهترین عملکرد هستند و به دلیل برخورداری از ورودی‌ها و خروجی‌های بهینه، در مرز کارایی قرار دارند. در مقابل، واحدهای با شاخص‌های کمتر از ۱ به ویژه واحدهای کاهشی، نشان‌دهنده کارایی پایین‌تر هستند و نیاز به بازنگری در ورودی‌ها و خروجی‌ها دارند. مرز کارایی در این پروژه با مقدار $\frac{1}{30}$ تعیین شده است و ورودی‌های ناکارا اجازه دارند با استفاده از ورودی‌هایی که دارند، ضعف‌های خود را جبران کنند. به عنوان مثال، واحد ناکارا می‌تواند با صرفه‌جویی در ورودی‌ها یا اصلاحات در فرآیندها به مرز بهینه نزدیک‌تر شود.

بر اساس نتایج ارائه شده، تقسیم‌بندی واحدها به گروه‌های کاهشی و افزایشی مشخص می‌کند که چه واحدهایی نیاز به بهبود دارند و کدام‌ها می‌توانند از عملکرد مطلوب‌تری برخوردار شوند. این تقسیم‌بندی می‌تواند به مدیران آموزش عالی کمک کند تا برنامه‌های اصلاحی هدفمندی را برای واحدهای غیرکارا طراحی کنند. همچنین، استفاده از داده‌های واقعی برای مقایسه کارایی به مدیران این امکان را می‌دهد که تصمیمات بهتری در زمینه تخصیص منابع، طراحی برنامه‌های آموزشی و بهبود محیط‌های یادگیری اتخاذ کنند. این نوع تحلیل می‌تواند به شفاف‌سازی و ارتقا کیفیت در آموزش عالی منجر شود.

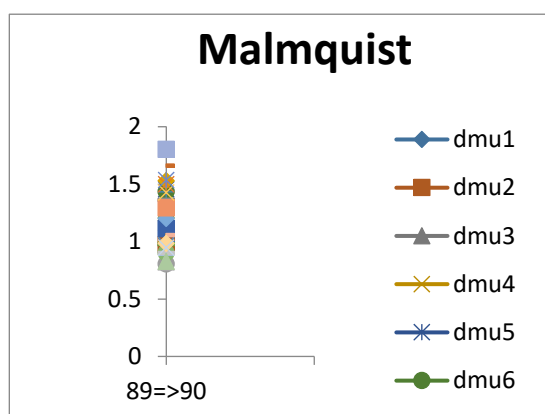
¹ Decision-Making Units (DMUs)

² Frontier

جدول ۱- نتایج بهره‌وری واحدهای دانشگاهی کشور.

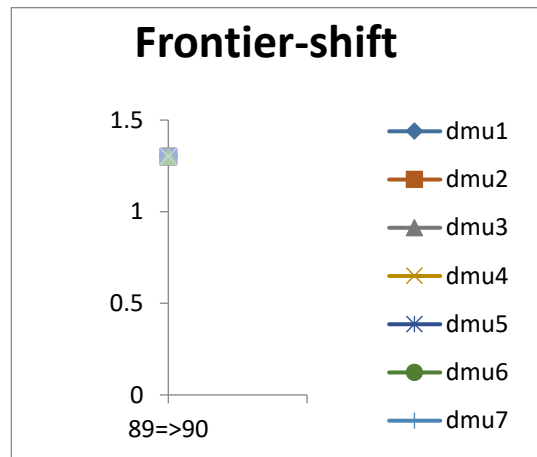
Table 1- Productivity results of the country's academic units.

واحد دانشگاهی	شاخص کارایی فنی	شاخص مالِم کوپيست	شاخص بهره‌وری
1	0.74	0.96	کاهشی
2	0.74	0.97	کاهشی
3	0.96	1.25	افزایشی
4	0.79	1.03	افزایشی
5	1.11	1.45	افزایشی
6	1.10	1.43	افزایشی
7	1.09	1.43	افزایشی
8	1.27	1.66	افزایشی
9	1.04	1.36	افزایشی
10	1.17	1.53	افزایشی
11	0.85	1.11	افزایشی
12	0.96	1.27	افزایشی
13	0.74	0.96	کاهشی
14	1.15	1.49	افزایشی
15	0.62	0.80	کاهشی
16	0.77	1.004	افزایشی
17	0.75	0.98	کاهشی
18	0.75	0.97	کاهشی
19	0.92	1.20	افزایشی
20	0.99	1.29	افزایشی
21	0.63	0.82	کاهشی
22	1.09	1.42	افزایشی
23	1.17	1.53	افزایشی
24	0.69	0.90	کاهشی
25	0.67	0.88	کاهشی
26	0.81	1.05	افزایشی
27	0.69	0.90	کاهشی
28	0.75	0.98	کاهشی
29	1.38	1.80	افزایشی
30	0.63	0.82	کاهشی
مرز بهینه	1/30		



شکل ۱- شاخص مالِم کوپيست واحدهای دانشگاهی کشور.

Figure 1- Malmquist Index of academic units in the country.



شکل ۲- مرز بهینه واحدهای دانشگاهی کشور.
Figure 2- Optimal frontier of university units in the country.

شکل ۱ به تحلیل شاخص مالم کوپست واحدهای دانشگاهی کشور اختصاص دارد. این شاخص ابزاری موثر برای ارزیابی تغییرات کارایی و بهره‌وری در طول زمان است و به‌طور خاص نشان می‌دهد که چگونه هر واحد دانشگاهی توانسته است در مقایسه با دیگر واحدها عملکرد خود را حفظ یا بهبود بخشد. محور عمودی این شکل مقادیر شاخص مالم کوپست را از ۰ تا ۲ نشان می‌دهد که مقادیر بالای ۱ به معنای بهبود کارایی و مقادیر زیر این عدد نشان‌دهنده کاهش کارایی واحدهای مورد بررسی هستند. نقاط داده روی محور نشانگر وضعیت عملکرد هر واحد بوده و واحدهایی که نزدیک به ۱ هستند، به عنوان واحدهای مستعد بهبود در نظر گرفته می‌شوند.

شکل ۲ به بررسی مرز بهینه واحدهای دانشگاهی پرداخته و نقاط مختلف را در مقایسه با این مرز نشان می‌دهد. محور عمودی این شکل نشان‌دهنده سطح کارایی به‌عنوان مرزی است که واحدهای کارا در آن قرار دارند. واحدهایی که دقیقاً در این مرز قرار دارند، مانند واحد ۱، به‌طور کامل کارا محسوب می‌شوند. نقاط دیگر فاصله آن‌ها از این مرز را مشخص می‌کند و هر چه این فاصله بیشتر باشد، کارایی واحد کاهش یافته است. این شکل به مدیران و تصمیم‌گیران کمک می‌کند تا واحدهای ناکارا را شناسایی کرده و برنامه‌های بهبود عملکرد طراحی کنند، به‌گونه‌ای که بتوانند با اقداماتی هدفمند، کارایی واحدها را به مرز بهینه نزدیک‌تر کنند. درنهایت، این تحلیل‌ها و داده‌ها نه تنها برای شفاف‌سازی وضعیت کنونی کارایی دانشگاه‌ها مهم است، بلکه می‌تواند به راهبردهای بلندمدت در زمینه بهینه‌سازی منابع و بهبود کیفیت آموزشی نیز کمک نماید.

در خصوص محاسبه کارایی واحدهای دانشگاهی با تحلیل مرز تصادفی ابتدا لازم است تابع لگاریتم برای هر کدام از سه متغیر (x_1, x_2, y_1) تعریف و سپس فرمول رگرسیون را اجرا شود.

خروجی ۱

$$\ln y = \ln(y).$$

$$\ln x_1 = \ln(x_1).$$

$$\ln x_2 = \ln(x_2).$$

$$\text{reg } y \text{ } x_1 \text{ } x_2.$$

Number of obs = 15	Source	SS	df	MS
F (2, 12) = 65.45	-----+-----			
Prob > F = 0.0000	2	7.07045522	Model	14.1409104
R-squared= 0.9160	12	.108023083	Residual	1.29627699

Adj R-squared = 0.9020 -----+-----

Root MSE = 0.32867 Total | 15.4371874 14 1.10265624

ly | Coef. Std. Err. t P>|t| [95% Conf. Interval]

lx1 | .4876975 .1838211 2.65 0.021 .0871859 .8882092

lx2 | .2747754 .0826802 3.32 0.006 .0946308 .45492

_cons | 1.597941 1.353486 1.18 0.261 -1.351052 4.546933

با اجرای رگرسیون، یافته‌ها مقادیر مجموع مجذورات رگرسیون (۱۴/۱۴)، مجموع مجذورات انحرافات (۱/۲۹)، درجه آزادی (۲ و ۱۲)، میانگین مجذورات (۷/۰۷ و ۰/۱۰) را نشان می‌دهند. همچنین در خلاصه محاسبات مقدار آماره f ، مقدار P -value (۰)، نسبت واریانس در متغیر وابسته (۰/۹۱)، تعداد آماره‌ها (۱۵)، انحراف استاندارد خطا و مجموع مربعات میانگین (۰/۳۲) قابل نمایش است.

محاسبه آزمون t بین متغیر x_1 و x_2 نشان می‌دهد که روابط بین آن‌ها در جهت مثبت معنادار بوده است. همچنین تفاوت معناداری بین دو متغیر در آلفای سطح ۰/۰ برابر ۱/۱۸ است.

خروجی ۲

ly | Coef. Std. Err. z P>|z| [95% Conf. Interval]

x1 | .0000745 .0000164 4.54 0.000 .0000424 .0001067

x2 | -.0000279 .0000118 -2.37 0.018 -.0000509 -4.81e-06

_cons | 6.405987 1.248356 5.13 0.000 3.959253 8.85272

/lnsig2v | -1.720913 .3779201 -4.55 0.000 -2.461623 -.9802031

/lnsig2u | -8.343517 200.5899 -0.04 0.967 -401.4926 384.8055

sigma_v | .422969 .0799242 .2920555 .6125642

sigma_u | .0154251 1.547061 6.56e-88 3.63e+83

sigma2 | .1791407 .0720902 .0378464 .320435

lambda | .0364687 1.569424 -3.039545 3.112483

Likelihood-ratio test of sigma_u=0: chibar2(01) = 0.00 Prob>=chibar2 = 1.000

تحلیل کارایی واحدهای دانشگاهی با استفاده از روش تحلیل مرز تصادفی به منظور بررسی روابط بین متغیرهای ورودی و خروجی در این تحقیق انجام شده است. ابتدا به منظور آمادگی برای اجرای رگرسیون، تابع لگاریتم برای هر یک از متغیرهای مستقل (x_1 و x_2) و متغیر وابسته (y_1) تعریف شده است. این فرآیند به دنبال اجرای رگرسیون چندمتغیره انجام گرفت که در آن یکنواختی و عدم وجود تجمع مقادیر تاثیرگذار مورد بررسی قرار گرفت. نتایج رگرسیون به دست آمده، نشان‌دهنده مقدار مجموع مجذورات رگرسیون برابر با $14/14$ و مجموع مجذورات انحرافات $1/29$ است. همچنین، آماره F برابر با $65/45$ و دارای مقدار P -value برابر با $0/0000$ بوده که نشان‌دهنده وجود رابطه معنادار بین متغیرها است.

این تحلیل همچنین نشان می‌دهد که نسبت واریانس در متغیر وابسته $91/0$ و تعداد مشاهدات 15 است. انحراف معیار خطا در برآوردهای به دست آمده برابر با $32867/0$ است که نشان‌دهنده دقت مناسب مدل بوده و به ویژه قدرت توضیح‌دهی آن را تایید می‌کند. در بررسی آزمون t ، رابطه مثبت معناداری بین متغیرهای x_1 و x_2 مشاهده شده است. به علاوه، مقادیر ضریب‌های استاندارد شده برای متغیرها نشان می‌دهد که x_1 با ضریب $0/0000745$ و x_2 با ضریب $0/0000279$ ، در سطح اطمینان 95% دارای معنی‌داری هستند.

با توجه به نتایج محاسبات، متغیر x_1 تاثیر مثبت و معناداری بر متغیر وابسته دارد، در حالی که x_2 تاثیر منفی و معنادار را نشان می‌دهد. همچنین نتایج مربوط به آزمون‌های احتمال نشان‌دهنده قابل قبول بودن مدل و عدم وجود مشکل در توزیع خطاها هستند. نتایج این تحلیل می‌تواند به شناسایی و بهبود نقاط قوت در کارایی واحدهای دانشگاهی کمک کند و راهگشای اتخاذ تصمیمات بهتر در راستای تخصیص بهینه منابع و توسعه کیفیت آموزشی باشد.

در این بخش، دستور تحلیل مرز برای ارزیابی کارایی واحدهای دانشگاهی اجرا شده است. نتایج به دست آمده نشان‌دهنده معنی‌داری دو متغیر ورودی x_1 و x_2 در تعیین کارایی واحدها می‌باشد. در اینجا، متغیر x_1 تاثیر مثبت و معناداری بر کارایی داشته و در مقابل، متغیر x_2 تاثیر منفی را نشان می‌دهد. علاوه بر این، مقدار آماره χ^2 (chi-square) برابر با 1 و نسبت ناکارآمدی نیز برابر با صفر به دست آمده است که نشانه‌ای از بهینه بودن مرز کارایی مدل محسوب می‌شود.

خروجی شماره ۳ نتایج مدل نشان‌دهنده دو ستون te_h و u_h است که به ترتیب نشان‌دهنده نسبت کارایی (te_h) و ناکارآمدی (u_h) مربوط به هر واحد است. مقادیر نزدیک به 1 در ستون te_h نشان‌دهنده کارایی بالا و عملکرد مطلوب واحدها هستند. به عنوان مثال، مقادیر کارایی برای واحدها در این تحلیل تقریباً در محدوده $0/988$ تا $0/987$ متغیر است که نشان از عملکرد بهینه در سیستم دارد. در واقع، نسبت ناکارآمدی به گونه‌ای به 0 نزدیک است که می‌تواند بیانگر وجود کمترین میزان ناکارآمدی و همچنین رایج خدمات و نتایج آموزشی با کیفیت مناسب باشد.

این یافته‌ها نشان می‌دهند که واحدهای دانشگاهی در زمینه کارایی عملکرد خوبی دارند و به طور کلی، تحلیل مرز تصادفی به خوبی توانسته است کیفیت عملکرد آن‌ها را ارزیابی کند. این نتایج می‌توانند به مدیران و تصمیم‌گیران در راستای بهبود فرآیندها و تخصیص منابع با هدف ارتقا کیفیت آموزشی و پژوهشی یاری رسانند.

خروجی ۳

+-----+

| te_h u_h |

|-----|

1. | .9880794 .012034 |

2. | .9880188 .0120956 |

3. |.9876045 .012517 |

4. |.9879656 .0121497 |

5. |.9878384 .012279 |

|-----|

6. |.9878129 .012305 |

7. |.9876291 .012492 |

8. |.9878122 .0123058 |

9. |.9881837 .0119279 |

10. |.9877908 .0123275 |

|-----|

11. |.9875515 .0125709 |

12. |.9874346 .0126899 |

13. |.9877657 .0123531 |

14. |.987973 .0121423 |

15. |.9876985 .0124214 |

+-----+

در این بخش، مقادیر کارایی ۱۵ استان بر اساس تحلیل انجام شده نشان می‌دهد که این واحدها در وضعیت کارآمد قرار دارند. جدول ارایه شده شامل ستونی برای کارآمدی و ستونی دیگر برای ناکارآمدی هر واحد است. نتایج به‌دست آمده تایید می‌کند که تمامی واحدهای دانشگاهی در این تحلیل به‌صورت کلی در سمت مثبت و مطلوب قرار دارند.

همچنین، بررسی‌ها در خصوص تخصیص مجدد منابع نشان می‌دهد که هر واحد چقدر باید تغییر کند تا به مقدار مطلوب خود برسد. در واقع، فاصله وضعیت کنونی از وضعیت ایده‌آل برای هر یک از ۱۰ واحد دانشگاهی در جدول مشخص شده است. از تجزیه و تحلیل داده‌ها مشخص است که بیشترین نیاز به تغییر و بهبود عملکرد مربوط به دانشجویان در مقاطع ارشد و دکتری است. در این راستا، اگر تفاوت‌ها منفی باشند، نمایانگر روند کاهشی کارایی است، در حالی که عدد صفر نشان‌دهنده حفظ وضعیت موجود و اعداد مثبت نمایانگر روند افزایشی کارایی هستند. تحلیل‌های بیشتری روی مقادیر به‌دست آمده از این فرآیند در جدول ۳ انجام شده و نتایج نشان می‌دهد که با ادامه محاسبات، واحدهایی که در مرحله اول کارایی کامل (مقدار ۱) داشتند، شامل واحدهای ۷، ۸ و ۹ و همچنین دو واحد دیگر (واحدهای ۴ و ۶) به کارایی کامل رسیده‌اند. این وضعیت حاکی از این است که اکثر واحدها به سطح کارایی مطلوب دست یافته‌اند و منابع خود را به‌طور موثر به‌کار گرفته‌اند.

با این حال، با در نظر گرفتن مقادیر *Projection*، امکان ادامه فرآیند تخصیص منابع تا جایی وجود دارد که تمامی ۱۰ واحد دانشگاهی به کارایی کامل و وضعیت ایده‌آل برسند. این یافته‌ها می‌توانند به مدیران دانشگاه‌ها در تصمیمات مربوط به بهبود عملکرد، تخصیص منابع و به کارگیری راهبردهای آموزشی و پژوهشی موثر یاری رسانند.

جدول ۲- کارایی واحدهای دانشگاهی منتخب.

Table 2- Efficiency of selected academic units.

UNO	DMU	arshad(I) Score	Rank	Data	Projection	phd(I) Diff. (%)	Data	Projection	arshad(O) Diff. (%)	Data	Projection	phd(O) Diff. (%)	Data	Projection	Diff. (%)
1	DMU1	0/9936	6	9929/63	9866/31	-0/638	1277/65	1192/64	-6/653	4395	4395	0	199	199	0
	DMU2	0/9726	9	3496/85	3401/09	-2/739	213/262	207/422	-2/739	1559	1559	0	46	46	0
3	DMU3	0/9556	10	1403/5	1341/18	-4/44	21/4384	17/6471	-17/684	682	682	0	8	8	0
4	DMU4	1	1	11949/6	11949/6	0	1721/44	1721/44	0	4552/41	4552/41	0	312	312	0
5	DMU5	0/9891	7	2470/87	2443/85	-1/094	418/601	414/023	-1/094	1018	1018	0	65	65	0
6	DMU6	1	1	219/518	219/518	0	0/54202	0/54202	0	113	113	0	1	1	0
7	DMU7	1	1	1105	1105	0	1	1	0	574	574	0	2	2	0
8	DMU8	1	1	66650	66650	0	15691	15691	0	25221	25221	0	2351	2351	0
9	DMU9	1	1	1105	1105	0	51	51	0	424	424	0	18	18	0
10		0/9738	8	801/657	780/615	-2/625	29/8441	29/0607	-2/625	353	353	0	9	9	0

جدول ۳- تخصیص منابع مجدد واحدهای دانشگاهی منتخب.

[illegible]

جدول ۳ به بررسی تخصیص منابع مجدد واحدهای دانشگاهی منتخب پرداخته و اطلاعات مهمی درباره عملکرد هر واحد در مقایسه با مقادیر هدف^۱ ارائه می‌دهد. در این جدول، ورودی‌های مربوط به دو مقطع تحصیلی، ارشد و دکتری، برای هر واحد مشخص شده است. نمره کارایی هر واحد نمایش داده شده که به رتبه^۲ هر واحد مرتبط است. همچنین داده‌های ورودی واقعی و مقادیر پیش‌بینی شده *Projection* برای هر واحد قرار داده شده‌اند تا تفاوت درصدی (*Diff. %*) بین این دو برای شناسایی فاصله وضعیت کنونی از وضعیت مطلوب مشخص شود. نتایج نشان می‌دهد که اکثر واحدها در وضعیت کارایی خوبی قرار دارند، به ویژه *DMU1* و *DMU2* که نمرات بالایی دارند؛ اما در برخی موارد، اختلاف‌های منفی مانند *DMU4* و *DMU6* نشان‌دهنده نیاز به بهبود بیشتر است. تمرکز بر دانشجویان مقاطع ارشد و دکتری به عنوان یکی از نیازهای اصلی شناسایی شده است. در انتهای جدول، میانگین نمرات برابر با ۰/۹۸۸۵ به همراه حداکثر و حداقل نمرات و انحراف استاندارد ۰/۱۵۸ به دست آمده که

¹ Projection² Rank

می‌تواند به مدیران دانشگاهی کمک کند تا بر اساس تحلیل‌ها، تخصیص منابع بهینه‌تری داشته و اقدامات لازم را برای بهبود وضعیت واحدهای دانشگاهی انجام دهند.

۶- نتیجه‌گیری

این پژوهش به ارزیابی کارایی و بهره‌وری واحدهای دانشگاهی پرداخته و از دو روش اصلی تحلیل پوششی داده‌ها و تجزیه و تحلیل تابع تولید استوکاستیک استفاده کرده است. نتایج به‌دست آمده نشان‌دهنده کارآمدی کلی ۱۵ واحد دانشگاهی مورد بررسی است که به‌طور موثری منابع انسانی خود را به‌کار می‌برند.

این یافته‌ها با مستندات نادری [13] مبنی بر توانایی روش مرز تصادفی در ارزیابی تصادفی تفاوت‌های کارایی بین واحدها علمی تطابق دارد. علاوه بر این، تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد که در میان ۳۱ واحد دانشگاهی مورد بررسی، برخی واحدها موفق به کسب نمره کارایی نزدیک به حداکثر (۱) شده‌اند، در حالی که تعدادی از واحدها در وضعیت ناکارا قرار دارند. بررسی‌های دقیق‌تر نمایانگر این است که واحدهای *DMU1* و *DMU2* نه‌تنها در مقایسه با سایر واحدها نمرات بالایی کسب کرده‌اند، بلکه همچنین شیوه‌های موثری در بهره‌برداری از منابع را نیز به نمایش گذاشته‌اند. در این راستا، این تحقیق اهمیت تحلیل بهره‌وری و شناسایی منابع موثر بر آن را به‌خوبی تأکید می‌کند. با توجه به نتایج به‌دست آمده، مشخص می‌شود که اکثر واحدهای دانشگاهی نیاز به اصلاحات و بهبود دارند، به ویژه در اصلاح فرآیندها و ارتقا مستمر کیفیت آموزش. وجود تفاوت‌های معنادار در میان نمرات کارایی، لازم است که دانشگاه‌ها به‌دقت عملکرد واحدهای خود را مورد سنجش قرار دهند و برای ارتقای آن‌ها برنامه‌ریزی کنند. این نوع ارزیابی می‌تواند به شناسایی نقاط قوت و ضعف هر واحد کمک کرده و در نتیجه، زمینه‌ساز تصمیمات آگاهانه‌تر در تخصیص منابع شود.

درنهایت، این پژوهش بر این نکته تأکید دارد که اقدامات بهینه در راستای ظرفیت‌سازی و توانمندسازی واحدهای ناکارا نه‌تنها به بهبود کیفیت و کارایی نظام آموزشی کشور کمک خواهد کرد، بلکه به ارتقا سطح سرمایه انسانی و کاهش نرخ بیکاری فارغ‌التحصیلان نیز خواهد انجامید. به‌علاوه، بهبود مستمر در کارایی واحدهای دانشگاهی می‌تواند به توسعه پایدار و اقتصادی کشور کمک شایانی نماید و درنهایت، به عنوان یک مبنای قوی برای تصمیم‌گیری‌های آموزشی در آینده به‌کار رود.

۷- پیشنهادها

با توجه به یافته‌ها و نتیجه‌گیری‌های حاصل از این پژوهش، پیشنهادهای زیر می‌توانند به عنوان راهکارهایی برای بهبود عملکرد واحدهای دانشگاهی موردنظر قرار گیرند:

۱. اولین و مهم‌ترین پیشنهاد، تمرکز بر شناسایی و بهبود واحدهای ناکارا و کم کارآمد است. دانشگاه‌ها باید با تحلیل دقیق و مبتنی بر داده‌ها به شناسایی عواملی که موجب کاهش کارایی می‌شوند، بپردازند. به این منظور، پیشنهاد می‌شود که ابزارهای ارزیابی کارایی به‌طور مرتب مورد استفاده قرار گیرند تا مدیران بتوانند به‌طور مستمر عملکرد واحدهای خود را تحت نظر داشته باشند و به موقع اقدامات لازم را انجام دهند.
۲. دومین پیشنهاد، بهبود و به‌روز رسانی برنامه‌های درسی و آموزشی است. یافته‌ها نشان می‌دهند که بسیاری از واحدها نیاز به توجه ویژه به تغییرات تقاضای بازار کار دارند. بنابراین، دانشگاه‌ها باید با ایجاد تنوع در دوره‌های آموزشی و افزایش تعداد گزینه‌های مهارتی و حرفه‌ای برای دانشجویان، به‌روز رسانی محتوای درسی را در نظر بگیرند. همچنین، ارتقا همکاری با صنایع و بازار کار به جهت فهم بهتر نیازها و مهارت‌های موردنیاز بازار، از اقدامات اساسی است.
۳. سومین پیشنهاد، توجه به کیفیت تدریس و بهبود مهارت‌های آموزشی اساتید است. برگزاری کارگاه‌های آموزشی و برنامه‌های توانمندسازی برای اساتید می‌تواند به افزایش کیفیت آموزشی و در نتیجه کارایی واحدهای دانشگاهی کمک کند. طراحی و اجرای برنامه‌های آموزشی برای اساتید در زمینه‌های جدید و تغییرات فناوری‌های آموزشی می‌تواند تأثیر مثبت بر یادگیری دانشجویان و بهبود نتایج آموزشی داشته باشد.
۴. پیشنهاد دیگری که می‌تواند بر بهبود کیفیت آموزشی موثر باشد، ایجاد سیستم‌های بازخورد و نظارت است. دانشگاه‌ها باید مکانیسم‌هایی را برای جمع‌آوری و تحلیل بازخوردهای دانشجویان و فارغ‌التحصیلان طراحی کنند. این نظرسنجی‌ها می‌توانند شامل ارزیابی‌های دوره‌ای، پرسش‌نامه‌های آنلاین و جلسات گفت‌وگو باشند تا به این وسیله، صدا و نیازهای واقعی دانشجویان بهتر شنیده شود و در فرآیند تصمیم‌گیری به‌کار گرفته شود. همچنین، لازم است که دانشگاه‌ها به سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های آموزشی و فناوری‌های نوین بپردازند. تجهیز واحدها به امکانات و منابع آموزشی جدید نظیر آزمایشگاه‌ها، کتابخانه‌های

دیجیتال و ابزارهای یادگیری الکترونیک می‌تواند تاثیر به سزایی بر کیفیت آموزش و بهبود کارایی داشته باشد. این سرمایه‌گذاری‌ها باید با توجه به نیازهای واقعی و تحلیل‌های داده محور انجام شود تا از هدر رفت منابع جلوگیری شود.

درنهایت، پیشنهاد می‌شود که دانشگاه‌ها به طراحی و اجرای برنامه‌های توانمندسازی حرفه‌ای برای دانشجویان بپردازند. این برنامه‌ها باید به تقویت مهارت‌های عملی، ارتباطی و کار تیمی دانشجویان پرداخته و به آن‌ها کمک کند تا به فارغ‌التحصیلانی با مهارت‌ها و صلاحیت‌های بالا تبدیل شوند. استفاده از دوره‌های کارآموزی، پروژه‌های عملی و برنامه‌های مرکز ارتباط با صنعت برای افزایش تجربه عملی دانشجویان می‌تواند به افزایش اشتغال‌زایی و کاهش بیکاری فارغ‌التحصیلان نیز کمک کند.

در مجموع، اتخاذ این پیشنهادها می‌تواند به بهبود عملکرد واحدهای دانشگاهی کمک کند و درنهایت منجر به ارتقا کیفیت نظام آموزشی و بهره‌وری کلی کشور شود.

منابع

- [1] Upadhyaya, P., & Vrinda. (2021). Impact of technostress on academic productivity of university students. *Education and information technologies*, 26(2), 1647–1664. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10319-9>
- [2] Ohliati, J., & Abbas, B. S. (2019). Measuring students satisfaction in using learning management system. *International journal of emerging technologies in learning (online)*, 14(4), 180. 10.3991/ijet.v14i04.9427
- [3] Nelson, R. (2003). Student efficiency: A study on the behavior and productive efficiency of college students and the determinants of GPA". *Issues in political economy*, 12, 32–43. <https://B2n.ir/bh7355>
- [4] Sickles, R. C., & Zelenyuk, V. (2019). *Measurement of productivity and efficiency*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781139565981.020>
- [5] Johnson, A. L., & Ruggiero, J. (2014). Nonparametric measurement of productivity and efficiency in education. *Annals of operations research*, 221(1), 197–210. <https://doi.org/10.1007/s10479-011-0880-9>
- [6] Hosseinzadeh, M., Mehregan, M. R., & Kiani, M. (n.d.). Operations research: Science or technology? Why is it important? *Journal of science & technology policy*, 5(4), 33-46. **(In Persian)**. <https://ensani.ir/file/download/article/6486bd917ab9c-10675-1400-89.pdf>
- [7] Williams, E. C. (1954). Reflections on operational research. *Journal of the operations research society of america*, 2(4), 441–443. <https://doi.org/10.1287/opre.2.4.441>
- [8] Heyer, R. (2004). *Understanding soft operations research: The methods, their application and its future in the defence setting*. DSTO Information Sciences Laboratory. [https://cmappublic3.ihmc.us/rid=1M8NFCGX6-C75HQS-1F3V/Understanding Soft Operations Research DSTO-GD-0411.pdf](https://cmappublic3.ihmc.us/rid=1M8NFCGX6-C75HQS-1F3V/Understanding%20Soft%20Operations%20Research%20DSTO-GD-0411.pdf)
- [9] Gill, P. E., Murray, W., Saunders, M. A., Tomlin, J. A., & Wright, M. H. (2008). George B. Dantzig and systems optimization. *Discrete optimization*, 5(2), 151–158. <https://doi.org/10.1016/j.disopt.2007.01.002>
- [10] Mehregan, M. R. (2006). *Operational Research, Linear Programming and Its Applications*. Academic Book Publishing, Tehran. **(In Persian)**. <https://B2n.ir/rj3385>
- [11] Carter, M., Price, C. C., & Rabadi, G. (2018). *Operations research: A practical introduction*. Chapman and Hall/CRC. <https://doi.org/10.1201/9781315153223>
- [12] Khajovand Salehi, Z., & Afshin, Z. (2015). Measuring productivity and ranking research units using data envelopment analysis. *Basparesh quarterly*, 4(4), 92–99. **(In Persian)**. <https://doi.org/10.22063/basparesh.2016.1228>
- [13] Naderi, A. (2015). Higher education production function: Applications, challenges, prospects. *Quarterly journal of higher education research and planning*, 21(3), 1–29. **(In Persian)**. https://journal.irphe.ac.ir/article_702875_8ec95a105a7ebfa288cae637fba68c78.pdf