

Exploring the optimum pattern for knowledge workers selection using DEA and CART compilation approach

Maryam Akhavan Kharazian*

Department Of Business Administration, Faculty of Management, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran, m_akhavan@sbu.ac.ir

Mohammad Mahdi Shahbazi

Hedayat-e Farhikhtegan-e Javan Institute, Tehran, Iran, shahbazi.mm@ut.ac.ir

Mohammad Fatehi

Hedayat-e Farhikhtegan-e Javan Institute, Tehran, Iran, m.fatehi.p@gmail.com

Abstract: The success or failure of any organization is directly linked to the quality of its human resources selection (recruitment, measurement, and selection). By reviewing the data of a knowledge job, this paper aims to help improve the selection process of that job. Consequently, the selection of appropriate employees' rate will increase, and the rate of human resource turnover will decrease. The approach of this paper is Applied Research and the strategy is Case Study. This paper combines two computational techniques (DEA and CART). Data Envelopment Analysis (DEA) is a non-parametric technique that determines the efficiency of individuals, but it does not provide information on the details of factors affecting performance (especially non-numerical factors). In the present study, this deficiency has been resolved using the Classification and Regression Tree (CART) (as a data mining technique). The result of this study has provided a framework for combining DEA and CART in order to discover rules on the recruitment of knowledge workers in a specific job (a knowledge job) and in a specific organization (HFJ Institute). The results indicate that 'work experience', 'average score in the last degree' and 'age' are related to the employee performance, and therefore it is necessary to be considered in the process of future recruitment of that job.

Keywords: Employee Selection (Personnel Selection), Data Envelopment Analysis, Data Mining, Classification and Regression Tree, Human Resource Management

Introduction: By reviewing the data of a knowledge job, this paper aims to help improve the selection process of that job. Consequently, the selection of appropriate employees' rate will increase, and the rate of human resource turnover will decrease. The approach of this paper is Applied Research and the strategy is Case Study. In the literature review section, the definition of recruitment and selection (Azar et al. 2013), the definition of knowledge workers (Drucker 1994; Horwitz et al. 2006; Li et al. 2015), tasks of human resource management (Osman et al. 2011) and a background of the use of data mining in the field of human resources (Hajiheydari et al. 2017) have been reviewed.

Materials and Methods: This paper combines two computational techniques (DEA and CART). Data Envelopment Analysis (DEA) is a non-parametric technique that determines the efficiency of individuals, but it does not provide information on the details of factors affecting performance (especially non-numerical factors). In the present study, this deficiency has been resolved using the Classification and Regression Tree (CART) (as a data mining technique).

Results and Discussion: In this research, we tried to develop the previous models and present a new model. The result of this study has provided a framework for combining DEA and CART in order to discover rules on the recruitment of knowledge workers in a specific job (knowledge job) and in a specific organization (Hedayat-e Farhikhtegan-e Javan (HFJ) Institute). The combination of data envelopment analysis and data mining approaches (and considering qualitative and implicit variables in the estimation of efficiency) is one of the most important innovations in this research.

* Corresponding author

Copyright © 2019, University of Isfahan. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>), which permits others to download this work and share it with others as long as they credit it, but they cannot change it in any way or use it commercially.

In the proposed framework, organizations can identify and recruit talents and appropriate individuals in a short time based on data mining and discovery of success patterns (resulted from their past experiences). This action avoids costs of frequent recruitment, and decreases turnover rate and improves performance.

By analyzing the outputs of the designed model for the stage of recruitment and selection in this specific job (a knowledge job) and specific organization (HFJ Institute), six rules were extracted, and based on that, suggestions were given.

At the stage of recruitment, it is better for this organization to take into consideration these rules (the status of jobseekers in 'work experience', 'average score in the last degree', and 'age') and then to decrease costs and failure rate of the recruitment process.

Conclusion: The results are somewhat consistent with the results of previous studies. The proposed approach can be planned and implemented in various jobs and organizations to extract specific rules for these jobs and organizations in order to increase productivity in the process of human resource selection and recruitment.

References

- Zhu, X., Seaver, W., Sawhney, R., Ji, S., Holt, B., Sanil, G. B., & Upreti, G. (2017). Employee turnover forecasting for human resource management based on time series analysis. *Journal of Applied Statistics*, 44 (8), 1421-1440.
- Lukovac, V., Pamučar, D., Popović, M., & Đorović, B. (2017). Portfolio model for analyzing human resources: An approach based on neuro-fuzzy modeling and the simulated annealing algorithm. *Expert Systems with Applications*, 90, 318-331.
- Osman, I. H., Berbary, L. N., Sidani, Y., Al-Ayoubi, B., & Emrouznejad, A. (2011). Data envelopment analysis model for the appraisal and relative performance evaluation of nurses at an intensive care unit. *Journal of medical systems*, 35 (5), 1039-1062.

مدیریت تولید و عملیات، دوره ۱۰، پیاپی ۱۸، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۸

دریافت: ۱۳۹۶/۰۸/۲۲ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۰۱

صص: ۶۵-۸۲

کشف الگوی بهینه استخدام کارکنان دانشی با استفاده از رویکرد تلفیقی CART و DEA

مریم اخوان خرازیان^{۱*}، محمدمهدی شهبازی^۲، محمد فاتحی^۳

۱- استادیار گروه مدیریت بازرگانی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران، m_akhavan@sbu.ac.ir

۲- معاون تحقیق و توسعه موسسه هدایت فرهیختگان جوان، تهران، ایران، shahbazi.mm@ut.ac.ir

۳- پژوهشگر معاونت تحقیق و توسعه موسسه هدایت فرهیختگان جوان، تهران، ایران، m.fatehi.p@gmail.com

چکیده: موفقیت یا شکست هر سازمان ارتباط مستقیمی با کیفیت استخدام یا به عبارت دیگر نیرویابی، سنجش و جذب منابع انسانی آن دارد. این مقاله قصد دارد ضمن بررسی داده‌های یکی از مشاغل دانشی، به بهبود فرآیند استخدام آن شغل کمک کند؛ به این واسطه نرخ جذب نیروهای متناسب افزایش و نرخ جابه‌جایی منابع انسانی کاهش خواهد یافت. این پژوهش از نظر هدف، کاربردی و از جنبه ماهیت، مطالعه موردی محسوب می‌شود. رویکرد این پژوهش، ترکیبی از دو روش محاسباتی DEA و CART است. DEA روشی غیرپارامتریک است که امتیاز کارایی افراد را تعیین می‌کند؛ اما اطلاعاتی درخصوص جزئیات عوامل مؤثر در کارایی (به‌ویژه عوامل غیر عددی) ارائه نمی‌دهد. در پژوهش حاضر، این خلأ با استفاده از روش CART (یک روش داده‌کاوی) رفع شده است. نتیجه این پژوهش چارچوبی برای ترکیب DEA و CART برای کشف قوانینی در حوزه استخدام کارکنان دانشی، در شغلی خاص و در سازمانی خاص (مؤسسه هدایت فرهیختگان جوان) ارائه کرده است. نتایج نشان می‌دهد در رابطه با شغل مدنظر، متغیرهای سابقه کار، معدل آخرین مقطع تحصیلی و سن با عملکرد افراد مرتبط‌اند و در نتیجه ضروری است در فرآیند استخدام‌های آتی مدنظر قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: استخدام، تحلیل پوششی داده‌ها، داده‌کاوی، درخت طبقه‌بندی و رگرسیون، مدیریت منابع انسانی

مقدمه

محیط رقابتی کسب و کار نیاز سازمان‌ها را به نسلی ارزشمند از کارکنان دانشی^۱ آشکار می‌کند. جذب و گزینش نیروی انسانی روشی برای جایگزینی مهارت‌ها و قابلیت‌های ازدست‌رفته سازمان و ایجاد مهارت‌ها و قابلیت‌های لازم برای دستیابی به اهداف پیشروی سازمان است (اخوان خرازیان و همکاران، ۱۳۹۶).

مهم‌ترین سرمایه سازمان، نیروی انسانی آن است. در سال‌های اخیر توجه به نیروی انسانی در سازمان‌ها بخش عظیمی از زمان و سرمایه این سازمان‌ها را به خود اختصاص داده است (آذر و همکاران، ۲۰۱۳).

نیروی انسانی کارآمد مزیت رقابتی سازمان محسوب شود و می‌تواند فقدان یا نقص دیگر منابع را جبران کند. در وضعیت رقابتی موجود و در محیطی که تغییرات پی‌درپی و نوآوری‌های مداوم اصلی‌ترین ویژگی آن است، تنها سازمان‌هایی موفق به کسب سرآمدی می‌شوند که نقش استراتژیک منابع انسانی خود را درک کنند و منابع انسانی ماهر، دانش‌محور، شایسته، نخبه و توانمند داشته باشند. موفقیت یا شکست سازمان، بستگی به چگونگی جذب و نگهداری منابع انسانی دارد.

انتخاب و به‌کارگیری شایسته‌ترین افراد در هر شغل یکی از مهم‌ترین مسائل و تصمیم‌های مدیریتی محسوب می‌شود (چپمن^۲ و همکاران، ۲۰۰۵).

انتخاب و استخدام کارکنان^۳ یکی از مهم‌ترین کارکردهای سیستم مدیریت منابع انسانی است. امروزه تنها تعداد کمی از کارفرمایان، فرآیند استخدامی خود را مثبت و موفقیت‌آمیز ارزیابی می‌کنند (به‌نقل از حاجی‌حیدری و همکاران، ۱۳۹۶)؛ از همین رو بازنگری اساسی در استخدام و گزینش نیروی انسانی اجتناب‌ناپذیر است (ملک‌زاده و صادقی، ۱۳۹۶).

یکی از دلایل ناکارآمد بودن روش‌های سنتی در شناسایی افراد مناسب در فرآیند استخدام توجه نکردن به داده‌های جمع‌آوری شده از متقاضیان و روابط پنهان موجود در آنها است. این مسئله سبب شده است اطلاعات کافی برای قضاوت و تصمیم‌گیری در مسئله گزینش نیروی انسانی در اختیار مدیران قرار نگیرد (تای و هسو، ۲۰۰۶؛ به نقل از حاجی‌حیدری و همکاران، ۱۳۹۶).

داده‌کاوی رویکردی جدید در مسئله استخدام و گزینش کارمندان است که به بخش عظیمی از نواقص و دغدغه‌های مربوط به سازوکارهای سنتی استفاده‌شده در این مسئله پاسخ داده است. در داده‌کاوی برخی اطلاعات مهم و قوانین نهفته در داده‌های مربوط به استخدام شناسایی می‌شود و بدین ترتیب از تصمیمات مدیران در خصوص مسئله انتخاب نیروی انسانی پشتیبانی می‌کند (به نقل از حاجی‌حیدری و همکاران، ۱۳۹۶).

هدف اصلی این پژوهش، کشف و درک الگوی استخدام کارکنان دانشی است. به عبارت دیگر، هدف این پژوهش تعیین مهم‌ترین ویژگی‌های کارکنان دانشی در حین ورود به سازمان است؛ به گونه‌ای که سازمان با تمرکز روی آنها گزینش بهتری در خصوص کارکنان دانشی انجام می‌دهد.

برای این منظور روی یک شغل دانشی خاص و در یک سازمان خاص (مؤسسه هدایت فرهیختگان جوان) تمرکز شده است. بر همین اساس عملکرد ۲۵ نفر از کارکنان دانشی برون‌سپار با استفاده از مدل‌های غیرشعاعی تحلیل پوششی داده‌ها^۴ ارزیابی شده است. در ادامه برای بررسی سایر عوامل مؤثر طبقه‌ای و عددی بر میزان عملکرد افراد، از درخت طبقه‌بندی و رگرسیون^۵ استفاده شده است.

توجه به موضوع کشف الگوی استخدامی کارکنان دانشی، بررسی آن از جوانب مختلف، سنجش عملی میزان کارایی افراد و ترکیب آن با داده کاوی برای کشف دانش، همگی از ویژگی‌های منحصر به فرد این پژوهش است.

رویکردهای متفاوتی در رابطه با کارایی در ادبیات وجود دارد؛ یکی از بهترین و شناخته شده‌ترین رویکردها، تحلیل پوششی داده‌ها است که براساس برنامه‌ریزی خطی عمل می‌کند. در این رویکرد با تشکیل الگوی بهینه از واحدهای تصمیم‌گیرنده (در اینجا کارکنان دانشی) کارایی محاسبه می‌شود.

تحلیل پوششی داده‌ها در حوزه‌های مختلفی مانند صنعت انرژی (ژانگ و چوی^۶، ۲۰۱۳؛ ازکارا و اتک^۷، ۲۰۱۵)، صنعت گردشگری (دبستانی و همکاران، ۲۰۱۶)، مدیریت بهداشت عمومی (سلجاک و واز^۸، ۲۰۱۵)، مدیریت منابع انسانی (اخوان خرازیان و همکاران، ۱۳۹۶؛ عثمان^۹ و همکاران، ۲۰۱۱؛ کتری^{۱۰} و همکاران، ۲۰۱۱)، صنعت حمل و نقل (لیو^{۱۱}، ۲۰۱۶)، صنعت بانک‌داری (کفاش و مارا^{۱۲}، ۲۰۱۷)، مدیریت زنجیره تأمین (پورنادر و همکاران، ۲۰۱۶) و مدیریت ریسک (محللاتی رائینی و حسین‌زاده سلجوقی، ۲۰۱۶) استفاده شده است. به‌طور مشابه، روش درخت طبقه‌بندی و رگرسیون در پژوهش‌های زیادی از جمله در حوزه‌های علوم رفتاری (جانگ^{۱۳} و همکاران، ۲۰۱۵) و مدیریت منابع طبیعی (یانگ^{۱۴} و همکاران، ۲۰۱۶) به کار رفته است.

ساختار کلی مقاله به‌صورت زیر سازماندهی شده است: در بخش دوم ادبیات موضوع بررسی شده قرار می‌گیرد. در بخش سوم مدل‌های بررسی شده در مقاله ارائه می‌شود. بخش چهارم مربوط به بیان مسئله، معرفی معیارها و متغیرهای مختلف است. نتایج محاسباتی حاصل از اجرای هرکدام از مدل‌ها در بخش نتایج محاسباتی آورده شده است. نتیجه‌گیری نیز در بخش پایانی ارائه می‌شود.

دراکر^{۱۵} (۱۹۹۴) کارکنان دانشی را کارکنانی با رتبه بالا معرفی کرده است که نظریه‌ها و دانش آموخته شده در آموزش رسمی را برای توسعه خدمات و محصولات جدید به کار می‌گیرند. پژوهشگران دیگری تأکید دراکر بر آموزش رسمی را نادیده گرفته‌اند. فعالیت‌های کارکنان دانشی به سه دسته نوآوری، توانمندی گسترده و سریع و تخصص عمیق و محدود تقسیم‌بندی شده است (علیدادی تلخستانی و همکاران، ۱۳۹۳).

هورویتز^{۱۶} و همکاران (۲۰۰۶) کارکنان دانشی را افرادی با تحصیلات یا مهارت زیاد، سواد فنی، قدرت شناخت و استدلال زیاد معرفی می‌کند. این افراد توانایی مشاهده، ترکیب و تفسیر داده‌ها و اطلاعات برای تصمیم‌گیری بهتر و ارائه راه‌حل‌های مناسب‌تر را برای سازمان دارند (میرباقری و همکاران، ۱۳۸۹).

لی^{۱۷} و همکاران (۲۰۱۵) کارکنان دانشی را پژوهشگران انفرادی در یک مؤسسه یا دانشجویان درحال فارغ‌التحصیلی در دانشگاه معرفی می‌کنند. آنها تأکید می‌کنند که این افراد در حال کار بر علایق پژوهشی خودند. اشتراک فعالیت‌های این افراد، کلاس دانشی را تشکیل می‌دهد.

امروزه این اصطلاح به افرادی اطلاق می‌شود که در فرایند ایجاد، گسترش و کاربرد دانش فعالیت دارند (یائو و فن^{۱۸}، ۲۰۱۵).

دهویی و ارسلان (۲۰۱۳) نتیجه گرفتند که تعریف واحدی درباره کارکنان دانشی وجود ندارد. آنها با در نظر گرفتن دو مدل تعاریف شغل محور (شامل سه دسته ویژگی، حرفه و فعالیت شغلی) و تعاریف شاغل محور (شامل دسته ویژگی‌های شاغل) یافته‌های خود را جمع‌آوری کرده‌اند.

مدیریت منابع انسانی شامل مجموعه سیاست‌ها، اقدامات و نظام‌هایی است که رفتار کارکنان و حالات و عملکرد آنان را متأثر می‌کند (عثمان و همکاران، ۲۰۱۱). در این میان، استخدام و گزینش از مباحث مهم در مدیریت منابع انسانی برای وارد کردن کارکنان به درون سازمان است؛ به عبارت دیگر، شناسایی کارکنان بالقوه فعال و با صلاحیت و تشویق آنها به ارائه درخواست برای مشاغل موجود سازمان است (تی‌سنگ و لی^۹، ۲۰۰۹).

اهداف اساسی مدیریت منابع انسانی حصول نتایج مطلوب از تلاش‌های جمعی کارکنان سازمان است که به صورت زیر بیان می‌شود:

- تأمین نیروی انسانی با حداقل هزینه؛
 - پرورش و توسعه استعدادها و مهارت‌های افراد؛
 - حفظ و نگهداری نیروهای لایق و ایجاد روابط مطلوب بین آنان؛
 - تأمین احتیاجات مادی و معنوی و جلب رضایت پرسنل، به طوری که همسویی لازم بین اهداف شخصی آنها و هدف‌های سازمان ایجاد شود (دعایی، ۱۳۷۷).
- به گفته اولسن^{۲۰} و همکاران (۲۰۱۵)، به طور خلاصه وظایف کلی مدیریت منابع انسانی عبارتند از جذب، توسعه، ایجاد انگیزش و نگهداشت نیروی انسانی.

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود تأمین نیروی انسانی نخستین وظیفه مدیریت منابع انسانی است که به آن جذب نیروی انسانی نیز می‌گویند. منظور از وظیفه جذب منابع انسانی یعنی:

- برنامه‌ریزی؛
- کارمندیابی؛
- انتخاب؛
- استخدام.

معمولاً این مراحل فرایند استخدام‌اند (اولسن و همکاران، ۲۰۱۵).

از سوی دیگر میزان خروج و ورود کارکنان در بازه زمانی مشخص را نرخ جابه‌جایی کارکنان می‌نامند. بدیهی است که هر چقدر این نرخ بیشتر باشد یعنی سازمان توانایی نگهداری کارکنان خود را ندارد و باتوجه به علت‌های گوناگونی از جمله نارضایتی، جو نامطمئن، عدم اعتماد، نبود امنیت شغلی و... کارکنان از سازمان خارج می‌شوند. نرخ بالای جابه‌جایی علاوه بر کاهش بهره‌وری و اثربخشی، آثار سوء زیادی را نیز با خود به همراه دارد (اولسن و همکاران، ۲۰۱۵).

استخدام عملی هزینه‌بر است و در عصر جنگ برای جذب افراد با استعداد، تلاش‌های استخدام بر باهوش‌ترین و بهترین جویندگان کار (کسانی که به راحتی با قالب یک سازمان سازگار می‌شوند) تأثیر می‌گذارد و آنها را جذب می‌کند. استخدام مؤثر در به دست آوردن مزیت رقابتی از طریق جذب و حفظ بهترین استعدادها از دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی به سازمان‌ها کمک می‌کند.

بسیاری از دانشجویان جوینای کار ممکن است هیچ تجربه کاریایی نداشته باشند؛ درحالی که برخی دیگر ممکن است چندین سال تجربه کاری داشته باشند؛ از این رو دستیابی به مجموعه‌ای از قواعد در زمینه گزینش و جذب نیروی انسانی راه‌گشا است (نجات و علیزاده ثانی، ۱۳۹۵).

استخدام و گزینش، فرآیندهایی معطوف به شناسایی، جذب و ایمن‌سازی افراد مناسب برای رویارویی با نیازهای منابع انسانی یک سازمان است. در ادبیات، استخدام و گزینش معادل یکدیگر در نظر گرفته می‌شود. استخدام معطوف به شناسایی و جذب داوطلبان مدنظر و گزینش معطوف به انتخاب مناسب‌ترین افراد است. گزینش نمایانگر مرحله نهایی تصمیم‌سازی در فرآیند استخدام است (آذر و همکاران، ۲۰۱۳).

در حالی که فرآیندهای کاری در صنایع با تکنولوژی پیشرفته، متنوع و پیچیده شده است، نیاز به کارکنان با کیفیت در این سازمان‌ها رشد فزاینده‌ای یافته است؛ بدین معنی که رویکرد متداول گزینش کارکنان بر مبنای ویژگی‌های ایستا بیش از این کفایت نمی‌کند؛ از همین رو طراحی نظام یکپارچه ارزیابی و جذب و گزینش کارکنان و کشف الگوهای رفتاری راه‌گشا است.

مطالعات مختلفی در زمینه به‌کارگیری فن‌های هوشمند در حوزه منابع انسانی انجام شده است. حاجی‌حیدری و همکاران (۱۳۹۶) با بررسی ۸۹ پژوهش داخلی و خارجی چارچوبی برای به‌کارگیری داده‌کاوی در حوزه منابع انسانی ارائه داده‌اند. نویسندگان بر فقر منابع داخلی در این زمینه صحنه گذاشتند (حاجی‌حیدری و همکاران، ۱۳۹۶).

در جدول (۱) برخی مطالعات داخلی و خارجی ارائه شده است. در این پژوهش برای هوشمندسازی مدل، با توجه به مزایای متنوع فن درخت تصمیم^{۲۱}، از ترکیب رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره (به‌طور خاص تحلیل پوششی داده‌ها) و درخت تصمیم در انتخاب و گزینش نیروی انسانی استفاده شده است.

جدول ۱- پژوهش‌های پیشین در حوزه کاربرد داده‌کاوی در مدیریت منابع انسانی

نام پژوهشگر	موضوع پژوهش	فن هوشمند استفاده‌شده در پژوهش
آذر و همکاران (۱۳۹۵)	تناسب شغل و شاغل	فن هوشمند استفاده‌شده در پژوهش
بازبور ^{۲۲} و همکاران (۲۰۰۷)	اولویت‌بندی سرمایه‌های انسانی	منطق فازی
چین ^{۲۳} و همکاران (۲۰۰۸)	انتخاب پرسنل، استخدام و نگهداری استعدادها	نظریه مجموعه‌های راف ^{۲۴}
اشترومیبر و پیزا ^{۲۵} (۲۰۱۳)	انتخاب نیروی انسانی	درخت تصمیم
کاراتوپ ^{۲۶} و همکاران (۲۰۱۵)	مدیریت استعداد	منطق فازی
بهلولی و همکاران (۲۰۱۶)	انتخاب نیروی انسانی	سیستم خبره
ژو ^{۲۷} و همکاران (۲۰۱۷)	گردش شغلی	سری‌های زمانی
لکوواک ^{۲۸} و همکاران (۲۰۱۷)	مدیریت منابع انسانی	شبکه عصبی فازی ^{۲۹}

روش پژوهش

تحلیل پوششی داده‌ها

تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) روشی توانمند در محاسبه میزان کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده (DMU) است که آن را در سال ۱۹۷۸ چارنز و همکاران ارائه کرده‌اند. مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها با ایجاد فضای مقایسه‌ای بین واحدهای تصمیم‌گیری مرز کارا را تشکیل می‌دهند (تاجمیر ریاحی و همکاران، ۱۳۹۵). هر واحد تصمیم‌گیری که روی مرز قرار داشته باشد واحد تصمیم‌گیری کارا است و هر کدام که زیر مرز قرار داشته باشد واحد ناکارا است و میزان ناکارایی آنها بر اساس فاصله تا مرز محاسبه می‌شود (عزیزی و همکاران، ۱۳۹۴).

مدل CCR نخستین مدل تحلیل پوششی داده‌هاست که برای اندازه‌گیری کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده ارائه شد. پس از مدل CCR مدل‌های زیادی ارائه شد که مهم‌ترین آنها مدل BCC است و تنها تفاوت آن با مدل CCR این است که در CCR در ساختن مجموعه امکان تولید^{۳۲}، بازده به مقیاس ثابت^{۳۳} در نظر گرفته شده است؛ ولی در BCC بازده به مقیاس متغیر^{۳۴} است (دبستانی و همکاران، ۲۰۱۶).

در مدل‌های کلاسیک DEA، ورودی‌ها (خروجی‌ها) به صورت متناسب کاهش (افزایش) می‌یابند؛ از این رو به این مدل‌ها، شعاعی^{۳۵} نیز گفته می‌شود. در این گونه مدل‌ها ممکن است یک واحد تصمیم‌گیرنده^{۳۶} (DMU) کارا، به دلیل وجود متغیرهای کمبود^{۳۷} با مازاد ورودی و یا خروجی مواجه شود؛ به عبارت دیگر متناسب بودن تغییرات ورودی‌ها (خروجی‌ها) باعث می‌شود که در بعضی حالات، امکان بهبود در جواب بهینه وجود داشته باشد (تن، ۲۰۰۱). برای رفع مشکل مذکور فعالیت‌های مختلفی انجام شده است که یکی از متداول‌ترین آنها مدل‌های غیرشعاعی^{۳۸} هستند. در نتیجه در این پژوهش از این مدل‌ها استفاده شده است. از میان مدل‌های غیرشعاعی تحلیل پوششی داده‌ها، مدل اندازه‌گیری مبتنی بر متغیرهای کمکی^{۳۹} (SBM)، مدل پایه‌ای در نظر گرفته شده است.

SBM مدلی غیرشعاعی است؛ به این معنی که کاهش ورودی و یا افزایش خروجی به‌طور همگن و در دو مدل مختلف بررسی نمی‌شود؛ بلکه به‌طور هم‌زمان امکان کاهش ورودی و افزایش خروجی به‌صورت غیرهمگن در نظر گرفته می‌شود (ژو و همکاران^{۴۰}، ۲۰۱۲).

ماهیت مسئله پژوهش حاضر به گونه‌ای است که سازمان و کارکنان روی خروجی‌ها و ورودی‌ها کنترل دارند و قادر به افزایش و یا کاهش هرکدام از آنها هستند؛ در نتیجه باید روش‌هایی را به کار برد که ورودی‌ها را منقبض و خروجی‌ها را منبسط کند؛ بنابراین نمی‌توان از روش‌هایی استفاده کرد که فقط ورودی محور^{۴۱} و یا خروجی محور^{۴۲} هستند. با دقت در ماهیت مسئله، مدل بازده به مقیاس متغیر در نظر گرفته شده است؛ به همین منظور در این پژوهش از SBM-NON-V استفاده شده است.

مدل غیرشعاعی SBM-NON-V در رابطه (۱) نمایش داده شده است.

$$\min \theta = \frac{(1 - 1/m (\sum_{i=1}^m (s_i^-) / x_{io}))}{(1 + 1/s (\sum_{r=1}^s (s_r^+) / y_{ro}))} \quad s.t. \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = x_{io} \quad i = 1, \dots, m \quad (1)$$

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

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \quad \forall j, i, r$$

x_{ij} : مقدار معیار ورودی i ام برای کارمند دانشی j ام

y_{rj} : مقدار معیار خروجی r ام برای کارمند دانشی j ام

s_i^- : متغیر مازاد ورودی

s_r^+ : متغیر کمبود خروجی

$\lambda_j \in R_+^n$: بردار کشش^{۴۱}

m : تعداد معیارهای ورودی

s : تعداد معیارهای خروجی

n : تعداد کارکنان دانشی درحال ارزیابی

مدل SBM، قدرت تفکیک پذیری بیشتری نسبت به مدل‌های کلاسیک دارد.

درخت طبقه‌بندی و رگرسیون

روش‌های داده‌کاوی باعث شناخت هرچه بیشتر ویژگی‌های واحدهای تصمیم‌گیرنده می‌شوند که در حجم بزرگی از پایگاه داده پنهان شده است.

مدل درخت طبقه‌بندی و رگرسیون یکی از این روش‌ها است. این روش ناپارامتری الگوریتمی است که قادر به پیش‌بینی متغیرهای کمی یا متغیرهای طبقه‌بندی شده براساس مجموعه‌ای از متغیرهای پیش‌بینی‌کننده کمی و کیفی است. درخت طبقه‌بندی و رگرسیون یکی از روش‌های طبقه‌بندی است که نخستین بار برایمن و همکاران^{۲۲} (۱۹۸۴) آن را ابداع کردند و توسعه دادند (گلشنی و همکاران، ۱۳۹۳). این الگوریتم در سال ۱۹۹۶ به‌وسیله ریپلی^{۲۳} توسعه پیدا کرد (یانگ و همکاران، ۲۰۱۶).

درخت‌های تصمیم ابزار قدرتمند و در عین حال رایجی برای دسته‌بندی و پیش‌بینی‌اند. از آنجایی که درخت تصمیم بررسی داده و مدل‌سازی را با هم ترکیب می‌کند، گام نخست قدرتمندی در فرآیند مدل‌سازی به‌شمار می‌رود؛ حتی هنگامی که برای تهیه مدل نهایی از برخی روش‌های دیگر استفاده شود. مدل درخت تصمیم از مجموعه‌ای از قوانین برای تقسیم جمعیتی ناهمگن و وسیع به گروه‌های کوچک‌تر و همگن‌تر براساس یک متغیر هدف خاص تشکیل شده است. این متغیر هدف معمولاً به‌صورت دسته‌ای است. درخت تصمیم تا زمانی به رشد خود ادامه می‌دهد که تقسیمات جدیدی پیدا شود که باعث بهبود توان درخت در جداسازی اطلاعات به زیرمجموعه‌های هرچه خالص‌تر شوند.

در این روش، مجموعه‌ای از شرط‌های منطقی به‌صورت الگوریتمی با ساختار درختی برای طبقه‌بندی یا پیش‌بینی کمی یک متغیر به کار می‌رود. ایجاد درخت تصمیم شامل دو مرحله است. مرحله نخست ایجاد و رشد درخت است. این مرحله شامل پیوند و انشعاب است. مرحله دوم، مرحله توقف و هرس است. هدف از این مرحله به حداقل رساندن خطای پیش‌بینی است (تقی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳).

در ساختار درخت، هر گره داخلی آزمونی را روی یک ویژگی مشخص می‌کند. گره‌های برگ (انتهای‌ترین گره‌ها) کلاس‌ها یا توزیع کلاس‌ها را ارائه می‌کنند. بالاترین گره در درخت، ریشه نامیده می‌شود.

درخت طبقه‌بندی و رگرسیون داده‌ها را به زیرگروه‌های یکنواخت مرتب می‌کند. در هر مرحله این الگوریتم مشاهدات را با استفاده از قوانین تصمیم‌گیری به زیرگروه‌های یکنواخت تقسیم می‌کند.

این قوانین تصمیم‌گیری با هدف کاهش انحراف‌ها در طرفین گره‌ها عمل می‌کنند. این روند تا زمانی ادامه می‌یابد که شرط توقف برقرار باشد (امروزنژاد و آنوز^{۲۴}، ۲۰۱۰).

ترکیب DEA و CART

تلاش‌های پژوهشگران در زمینه تحلیل پوششی داده‌ها بیشتر معطوف به ارزیابی و بررسی عملکرد گذشته واحدهای تصمیم‌گیرنده بوده است. در ادبیات، به ترکیب تحلیل پوششی داده‌ها و روش‌های داده‌کاوی کمتر توجه شده است (امروزنژاد و آنوز، ۲۰۱۰).

سان و مون^{۴۵} (۲۰۰۴) رویکردی را ارائه دادند که با استفاده از ترکیب نتایج حاصل از تحلیل پوششی داده‌ها و درخت تصمیم در خصوص توسعه و انتقال پروژه‌های تجاری فناوری‌های جدید تصمیم‌گیری شده است (سان و مون، ۲۰۰۴).

پارک^{۴۶} و همکاران (۲۰۰۷) رویکرد یکپارچه تحلیل پوششی داده‌ها و درخت تصمیم را ارائه کردند. این رویکرد به مدیران شرکت‌ها در زمینه تشخیص واحدهای خدماتی ناکارا در سطح شرکت و تشخیص فرآیندهای ناکارا در سطح واحد کمک می‌کند (پارک و همکاران، ۲۰۰۷).

امروزنژاد و آنوز (۲۰۱۰) قوانین مالی را در صنعت بانک‌داری کشورهای عربی حوزه خلیج فارس کشف کرده‌اند. در این روش ابتدا با استفاده از مدل‌های کلاسیک تحلیل پوششی داده‌ها، واحدهای کارا و ناکارا تعیین شد. در ادامه با استفاده از روش درخت طبقه‌بندی و رگرسیون، قوانین استخراج شد. در ادامه میزان وام داده‌شده، سود متغیرهای خروجی و میزان دارایی، سپرده و سهام متغیرهای ورودی در تحلیل پوششی داده‌ها معرفی شد. سپس با استفاده از روش درخت طبقه‌بندی و رگرسیون ارتباط بین کارایی به‌عنوان متغیر وابسته و متغیرهای طبقه‌ای کشور، سبک عملیاتی و تاریخ تأسیس و متغیرهای عددی سهم بازار، اندازه، تعداد شعب، شاخص قیمت به درآمد، ساختار سرمایه، جمعیت به‌عنوان متغیر مستقل بررسی شد. نتایج نشان داد بانک‌های کارا دارای ۱۵ شعبه‌اند و سهم بازار بین (۲،۲۵ و ۰،۶۱) است (امروزنژاد و آنوز، ۲۰۱۰).

لیو^{۴۷} و همکاران (۲۰۱۶) ترکیب مدل‌های کلاسیک تحلیل پوششی داده‌ها با درخت تصمیم را در ارزیابی و شناسایی نقاط ضعف و قوت شرکت‌های تایوانی فعال در حوزه اطلاعات و فناوری ارتباطات به کار بردند. در ادامه با استفاده از درخت طبقه‌بندی و رگرسیون، قوانینی در خصوص کارایی شرکت‌ها و شرایط مالی کشف شد (لیو و همکاران، ۲۰۱۶).

دینیکولا^{۴۸} و همکاران (۲۰۱۳) این رویکرد ترکیبی را در بخش مراقبت‌های بهداشتی ایتالیا به کار گرفتند. نتایج نشان می‌دهد روند کاهش تعداد تخت‌های بیمارستانی موجب کاهش بهره‌وری نظام مراقبت‌های بهداشتی می‌شود. در این پژوهش صرفاً ارتباط بین کارایی به‌عنوان متغیر وابسته و سه ورودی تعداد پزشکان، تعداد پرستاران و تعداد تخت‌ها و یک خروجی تعداد ترخیص‌ها به‌عنوان متغیرهای مستقل در درخت تصمیم بررسی شده است (دینیکولا و همکاران، ۲۰۱۳).

نوآوری این پژوهش استفاده از مدل‌های غیرشعاعی تحلیل پوششی داده‌ها و ترکیب این مدل با درخت طبقه‌بندی و رگرسیون است. کاربرد این رویکرد ترکیبی در مدیریت منابع انسانی از دیگر نوآوری‌های این پژوهش است.

بحث

هدف این پژوهش کشف قوانین و استخراج الگوهای درزمینه استخدام کارکنان دانشی است. از همین رو ابتدا شاخصی برای ارزیابی موفقیت استخدام در نظر گرفته شد و سپس با استفاده از روش‌های داده‌کاوی ارتباط بین داده‌های خام موجود در مجموعه داده‌های مربوط به استخدام و شاخص مدنظر بررسی شد. ارزیابی عملکرد کارکنان پس از استخدام، شاخص مناسبی در این خصوص است (حاجی‌حیدری و همکاران، ۱۳۹۶).

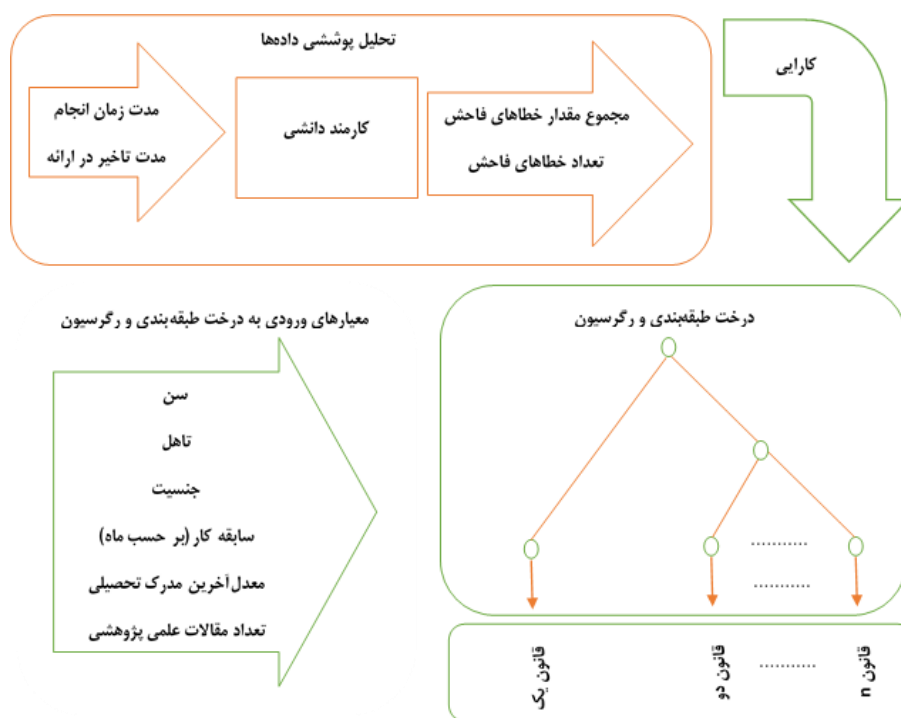
رویکرد پیشنهادی در این پژوهش شامل چند مرحله است. در مرحله نخست، با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها، عملکرد ۲۵ نفر از کارکنان دانشی مؤسسه هدایت فرهیختگان در یک شغل خاص ارزیابی شد. در ادامه با استفاده از درخت طبقه‌بندی و رگرسیون، قوانین استخراج و الگو درخصوص نحوه استخدام کارکنان در این شغل و در این مؤسسه کشف شد.

در مرحله بعد مقادیر کارایی محاسبه شده در تحلیل پوششی داده‌ها به‌عنوان متغیر وابسته تعیین شد. لازم به ذکر است که متغیر کارایی به‌صورت دودویی تبدیل شد؛ به این صورت که مقادیر بیشتر از $0/62$ (متوسط کارایی) به ۱ و کمتر از آن به صفر کدگذاری می‌شود. در مرحله بعدی متغیرهای پیش‌بینی‌کننده مشخص شد. این متغیرها با مشورت خبرگان سازمان (همچنین براساس محدودیت اطلاعات مستندسازی شده در سازمان) به دست آمده و در جدول ۲ نشان داده شده است. در ادامه درخت طبقه‌بندی و رگرسیون شرح داده شد. در این مرحله ۷۰ درصد داده‌ها برای آموزش درخت و از ۳۰ درصد داده‌ها برای آزمون استفاده شد. در مرحله آخر نتایج پیاده‌سازی و قوانین کشف و الگوها استخراج شد. فرآیند و توالی مراحل انجام پژوهش در شکل (۱ و ۲) نمایش داده شده است. باتوجه به اینکه داده‌های در دسترس به‌لحاظ تعداد مناسب نبوده است، براساس اطلاعات موجود تا ۹۰ نمونه شبیه‌سازی شدند. ساختار داده‌ها شامل متغیرهای زیر است:

- جنسیت؛
- وضعیت تاهل؛
- تجربه کاری؛
- سن؛
- معدل آخرین مقطع تحصیلی؛
- تعداد مقالات علمی پژوهشی.

درخت تصمیم تشکیل شده براساس داده‌های در دسترس شامل ۳۹ گره بود که در اینجا مهم‌ترین (معنی‌دارها) آنها در نمودار و جداول زیر منعکس شده‌اند. درخت شامل ۱۱ گره است که در هر گره احتمال رخداد کارایی با عملکرد قابل قبول و غیرقابل قبول منعکس شده است.

در ادامه سه نوع نمودار برای درخت طبقه‌بندی و رگرسیون ترسیم شده است که هر سه به یک مفهوم است و هر کدام نوعی از تفسیر را ارائه می‌دهد؛ برای مثال شکل (۲) بیان‌کننده نمودار درختی مبتنی بر تعداد نمونه‌های کارآمد و ناکارآمد است. در نمودار زیر اعداد سمت راست بیانگر تعداد نمونه‌های ناکارآمد (با عملکرد غیرقابل قبول) و اعداد سمت چپ بیانگر تعداد نمونه‌های کارآمد (با عملکرد قابل قبول) است.



شکل ۱- ارتباط بین متغیرها و استفاده از روش‌ها

جدول ۲- شاخص‌های مرکزی و پراکندگی متغیرهای ورودی و خروجی در تحلیل پوششی داده‌ها

انحراف معیار	میانگین	بیشینه	کمینه	ورودی
۳/۴۷۵	۵/۶۳۴	۱۷	۱/۵۳	مدت زمان انجام کار
۳/۵۱۹	۳/۸۴	۱۳	۲	مدت تأخیر در ارائه
انحراف معیار	میانگین	بیشینه	کمینه	خروجی
۰/۱۴	۰/۵۷	۰/۷۳	۰/۲۱	مجموع مقدار خطاهای فاحش
۰/۰۶	۰/۸۳	۰/۹۱	۰/۶۹	تعداد خطاهای فاحش

جدول ۳- شرح دقیق فرآیند پژوهش

ردیف	گام	توضیحات
۱	تعیین شاخصی برای ارزیابی موفقیت استخدام در شغل مدنظر	ارزیابی عملکرد کارکنان با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها
۲	تعیین مقادیر کارایی محاسبه شده در تحلیل پوششی داده‌ها به عنوان متغیر وابسته	---
۳	تعیین متغیرهای پیش‌بینی‌کننده با مشورت خبرگان سازمان (و همچنین براساس محدودیت اطلاعات مستندسازی شده در سازمان)	جنسیت؛ وضعیت تاهل؛ تجربه کاری؛ سن؛ معدل آخرین مقطع تحصیلی؛ تعداد مقالات علمی پژوهشی.
۴	آموزش درخت طبقه‌بندی و رگرسیون	۷۰ درصد داده‌ها برای آموزش درخت و ۳۰ درصد داده‌ها برای آزمون
۵	استخراج قوانین و کشف الگو در خصوص نحوه استخدام کارکنان در این شغل	---
۶	جمع‌بندی و تفسیر نتایج	---

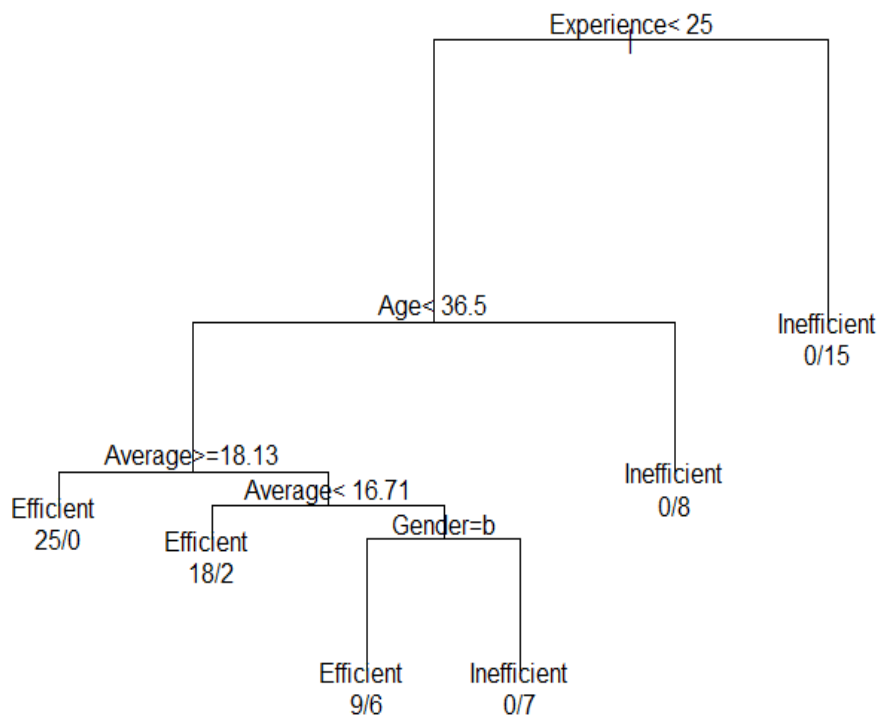
جدول ۴- شاخص‌های مرکزی و پراکندگی نمونه‌های بررسی شده

شاخص	کارایی	سن	تجربه کاری	معدل	تعداد مقالات
میانگین	۰/۶۷	۲۶/۸۴	۲۱/۴۲	۱۷/۵۵	۲/۴
میانه	۰/۶۳	۲۶	۱۹/۵۰	۱۷/۶۰	۲
انحراف استاندارد	۰/۲۶	۶/۵۷	۷/۹۳	۰/۸۰	۱/۹۱
چولگی	-۰/۰۳	۱/۷۵	۱/۷۹	۰/۱۶	۰/۶۶
کشیدگی	-۱/۲۵	۳/۷۵	۳/۸۵	-۱/۳۲	-۰/۴۴
کمینه	۰/۲۵	۱۵	۱۲	۱۶/۳۵	۰
بیشینه	۱	۴۷	۴۸	۱۸/۸۴	۷

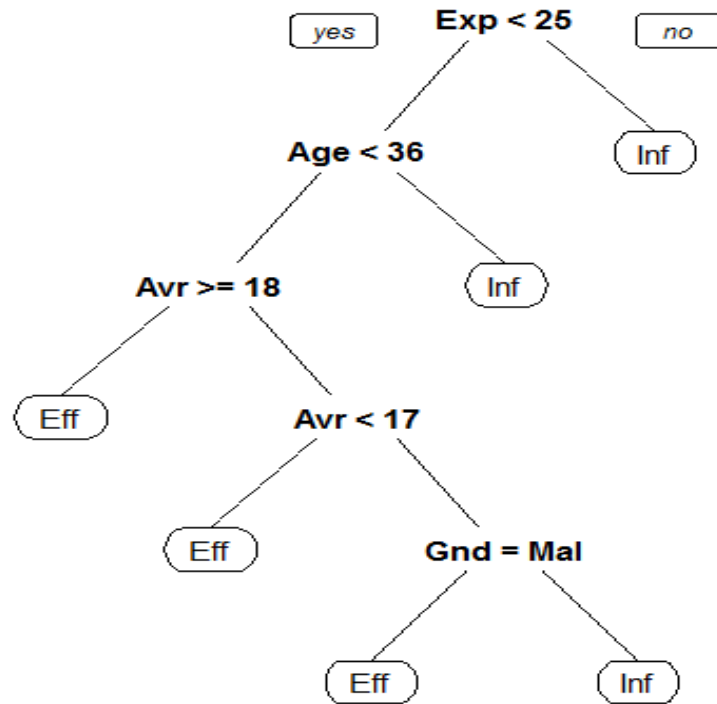
شکل (۳) نمودار درختی مبتنی بر روش تقسیم‌بندی و تصمیم‌گیری را تشریح می‌کند. همان‌طور که در شکل (۳) ملاحظه می‌شود سمت چپ نمودار به معنی برقرار نشدن شرط روی گره‌ها و سمت راست نمودار به معنی برقراری شرط روی گره‌ها است.

شکل (۴) نمودار درختی مبتنی بر روش تقسیم‌بندی و درصد افراد را تشریح می‌کند. همان‌طور که در شکل (۴) ملاحظه می‌شود گره‌ها با دو رنگ مشخص شده‌اند. گره‌های به رنگ آبی به معنی کارایی با عملکرد غیرقابل قبول است و گره‌های به رنگ سبز به معنی غالب بودن کارایی با عملکرد قابل قبول است. همان‌طور که مشاهده می‌شود نمودار زیر ترکیبی از دو نمودار قبل است.

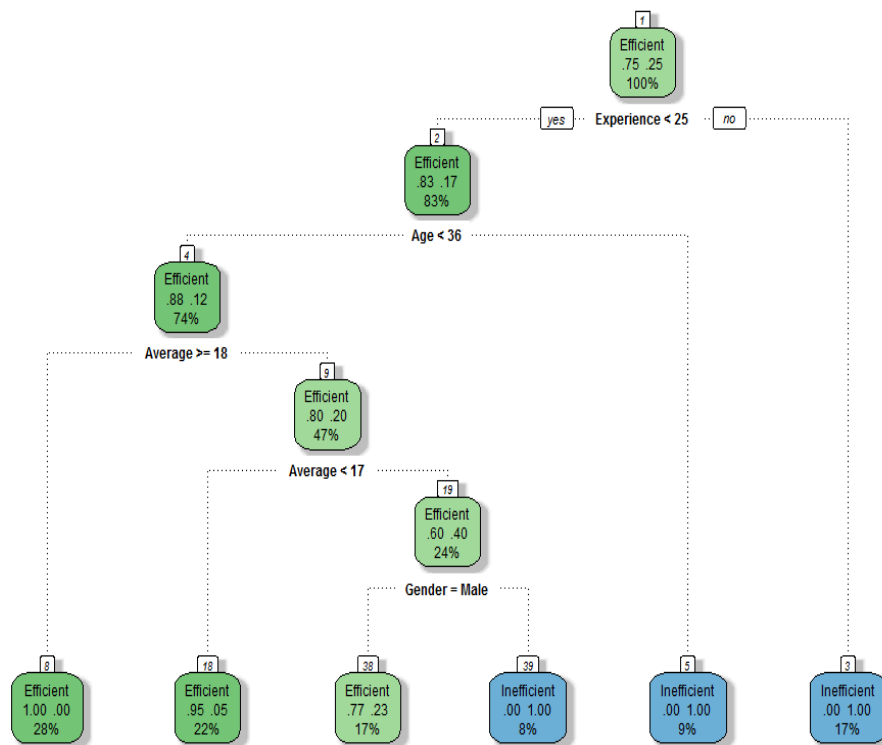
لازم به توضیح است که برای بررسی اعتبار پژوهش، از روش اعتبار صوری بهره گرفته شده است. به این منظور فرآیند کار با ۳ نفر از خبرگان مرور و به این ترتیب اعتبار صوری پژوهش تأیید شده است.



شکل ۲- درخت تصمیم براساس تعداد نمونه‌های کارآمد



شکل ۳- درخت تصمیم بر اساس نحوه تصمیم‌گیری و تقسیم‌بندی



شکل ۴- درخت تصمیم براساس نحوه تصمیم‌گیری و درصد افراد

در نهایت نتایج حاصل از الگوریتم اجرا شده باعث نتایج و قواعدی می‌شوند که دانش حاصله از داده‌کاوی است. در نهایت براساس درخت تصمیم شکل ۴، مسیرها و شاخه‌های ذیل شکل می‌گیرد:

- تجربه بیش از ۲۵ ماه: کارایی با عملکرد غیرقابل قبول.
 - تجربه کمتر از ۲۵ ماه، سن بیش از ۳۶ سال: کارایی یا عملکرد غیرقابل قبول.
 - تجربه کمتر از ۲۵ ماه، سن کمتر از ۳۶ سال، معدل آخرین مقطع تحصیلی بیش از ۱۸: کارایی یا عملکرد پذیرفتنی.
 - تجربه کمتر از ۲۵ ماه، سن کمتر از ۳۶ سال، معدل آخرین مقطع تحصیلی کمتر از ۱۸، معدل آخرین مقطع تحصیلی کمتر از ۱۷ (بیش از ۱۶/۳۵): کارایی یا عملکرد قابل قبول.
 - تجربه کمتر از ۲۵ ماه، سن کمتر از ۳۶ سال، معدل آخرین مقطع تحصیلی کمتر از ۱۸، معدل آخرین مقطع تحصیلی بیش از ۱۷، جنسیت مرد: کارایی یا عملکرد پذیرفتنی.
 - تجربه کمتر از ۲۵ ماه، سن کمتر از ۳۶ سال، معدل آخرین مقطع تحصیلی کمتر از ۱۸، معدل آخرین مقطع تحصیلی بیش از ۱۷، جنسیت زن: کارایی یا عملکرد غیرقابل قبول.
- به طور کلی براساس مسیرهای مشخص شده در بالا، می توان برای شغل مدنظر قواعد کلی خاصی را استخراج کرد. قواعد مستخرج از مسیرهای فوق در بخش نتیجه گیری و پیشنهادها تبیین شده است.
- این نتایج در قالب دستورالعمل های مدون و گویا تهیه می شود تا براساس قوانین استخراجی، سیاست گذاری های لازم برای نیروی انسانی انجام شود و در مراحل مختلف نیروی انسانی، جذب و استخدام در تحلیل ها و تصمیم ها لحاظ شود. به عبارت دیگر از این نتایج می توان در تعیین استراتژی های جذب برای تسریع در تصمیم گیری ها استفاده کرد؛ برای نمونه مواردی همچون میزان تجربه کاری، معدل، سن و جنسیت می توانند به عنوان استراتژی های صفر و یکی (رد یا پذیرش کارجوینان) استفاده شوند.

نتیجه گیری

- در یک فرایند مؤثر نیروی انسانی و استخدام کارکنان، سازمان ها می توانند براساس داده کاوی و کشف الگوهای موفقیت (براساس تجربیات گذشته خود)، افراد با استعداد و مناسب را در کوتاه ترین زمان شناسایی و استخدام کنند و ضمن پرهیز از هزینه های مکرر استخدام، نرخ ماندگاری را بهبود و عملکرد را افزایش دهند. در این پژوهش ضمن بیان رویکردهای پیشین در انتخاب و گزینش نیروی انسانی تلاش شد تا مدل های پیشین توسعه داده و مدل جدیدی ارائه شود. ترکیب تحلیل پوششی داده ها با رویکردهای داده کاوی و وارد کردن متغیرهای کیفی و ضمنی در برآورد کارایی از مهم ترین نوآوری این پژوهش است.
- در همین رابطه برای مرحله نیروی انسانی و استخدام، قواعدی استخراج و پیشنهادهایی درخصوص شغل درحال مطالعه به سازمان مدنظر ارائه شد که نتیجه تجزیه و تحلیل خروجی های مدل طراحی شده است. برخی از این قواعد در زیر اشاره شده است:
- در شغل مدنظر افراد دارای تجربه کاری بیش از ۲۵ ماه (در بدو ورود) ناکارا هستند (براساس تجربیات گذشته، ۱۷ درصد افراد چنین وضعیتی دارند).
 - در شغل مدنظر افراد دارای تجربه کاری کمتر از ۲۵ ماه (در بدو ورود) و سن بیش از ۳۶ سال ناکارا

هستند (براساس تجربیات گذشته، ۹ درصد افراد چنین وضعیتی دارند).

- در شغل مدنظر افراد دارای تجربه کاری کمتر از ۲۵ ماه (در بدو ورود) و سن کمتر از ۳۶ سال و معدل بالای ۱۸ کارا هستند (براساس تجربیات گذشته، ۲۸ درصد افراد چنین وضعیتی دارند).
- در شغل مدنظر افراد دارای تجربه کاری کمتر از ۲۵ ماه (در بدو ورود) و سن کمتر از ۳۶ سال و معدل زیر ۱۷ کارا هستند (براساس تجربیات گذشته، ۲۲ درصد افراد چنین وضعیتی دارند).
- در شغل مدنظر کارکنان دارای تجربه کاری کمتر از ۲۵ ماه (در بدو ورود)، سن کمتر از ۳۶ سال و معدل بین ۱۷ و ۱۸ کارا هستند که جنسیت آنها مرد است (براساس تجربیات گذشته، ۱۷ درصد افراد چنین وضعیتی دارند).
- در شغل مدنظر کارکنان دارای تجربه کاری کمتر از ۲۵ ماه (در بدو ورود)، سن کمتر از ۳۶ سال و معدل بین ۱۷ و ۱۸ که جنسیت آنها زن است، ناکارا هستند (براساس تجربیات گذشته، ۸ درصد افراد چنین وضعیتی دارند).

نتایج نشان می‌دهد در رابطه با شغل مدنظر، متغیرهای تجربه کاری، معدل آخرین مقطع تحصیلی و سن با عملکرد افراد مرتبط هستند و در نتیجه ضروری است در فرآیند استخدام‌های آتی مدنظر قرار گیرند. نتایج به دست آمده با نتایج پژوهش‌های گذشته هم‌خوانی دارد. در زیر این موضوع بررسی شده است. در خصوص تأثیر عامل تجربه کاری، نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش مک‌دانیل^۴ و همکاران (۱۹۸۸) مطابقت دارد. نتایج پژوهش مذکور نشان می‌دهد بین متغیر تجربه کاری و عملکرد شغلی رابطه مثبت و معنادار وجود دارد و این رابطه به واسطه دو متغیر دیگر (میزان تجربه کاری و سطح پیچیدگی شغلی) تعدیل می‌شود (مک‌دانیل و همکاران، ۱۹۸۸).

در خصوص تأثیر عامل معدل، پژوهشی یافت نشده است که به صورت مستقیم این موضوع را بررسی کرده باشد؛ اما پژوهش‌های متعددی در خصوص تأیید تأثیرگذاری سطح تحصیلات بر عملکرد شغلی وجود دارد؛ برای نمونه می‌توان به نتایج پژوهش ان‌جی و فیلدمن^۵ (۲۰۰۹) اشاره کرد که با استفاده از روش فراتحلیل این موضوع را بررسی و تأیید کرده‌اند.

در خصوص تأثیر عامل جنسیت، پژوهش‌های متفاوتی انجام شده است؛ برخی از پژوهش‌های گذشته بر عدم تأثیر معنادار جنسیت بر عملکرد شغلی تأکید دارند و یافته‌های برخی دیگر نشانگر تفاوت معنادار عملکرد شغلی در بین زنان و مردان است؛ برای نمونه پژوهش ان‌جی و فیلدمن (۲۰۰۹) تفاوت عملکرد ناشی از جنسیت را بررسی و تأیید کرده است. همچنین نتیجه پژوهش هزارجریبی و ابراهیمی (۱۳۸۹) جنسیت را عاملی اثرگذار در بروز خلاقیت (در محیط کار) شناسایی کرده است. براساس نتایج پژوهش مذکور، مردان نسبت به زنان خلاقیت بیشتری از خود نشان داده‌اند (هزارجریبی و ابراهیمی، ۱۳۸۹).

شاید برخی از قواعد فوق در ظاهر اقناع‌کننده به نظر نرسد، اما باتوجه به آنکه اقتضائات هر شغل پیچیدگی‌های زیادی دارد و مدل‌سازی و تحلیل آن زمان‌بر و پرهزینه است، منطقی است که به اطلاعات به دست آمده از تجربیات گذشته و قواعد استخراج شده برای هر شغل (که ماهیت عینی‌تری دارد) توجه شود.

بدیهی است که قواعد مذکور تابع شرایط شغل مدنظر است و تعمیم‌پذیری به سایر مشاغل سازمان را (و حتی همان شغل در سازمانی دیگر) ندارد؛ در نتیجه بهتر است سازمان در مرحله نیرویابی برای شغل مدنظر در پذیرش و یا عدم پذیرش افراد، ابتدا قواعد فوق (وضعیت کارجویان در شاخص‌های تجربه کاری، معدل آخرین مقطع تحصیلی و سن) را مدنظر قرار دهد تا هزینه‌ها و نرخ شکست در فرآیند استخدام کاهش یابد.

به کارگیری صحیح و علمی قوانین و قواعد فوق در انتخاب کارکنان، به‌ویژه در سازمان‌های دانش‌بنیان، دارای نتایج خاصی در بهبود بهره‌وری فرآیند جذب و استخدام است. این موضوع اهمیت استفاده از علم داده‌کاوی و کشف دانش نهفته در این زمینه را دو برابر می‌کند.

نتیجه نهایی اینکه خروجی این پژوهش چارچوبی ابتکاری برای ترکیب DEA و CART و برای کشف قوانینی در حوزه استخدام کارکنان دانشی در یک شغل خاص و در یک سازمان خاص (مؤسسه هدایت فرهیختگان جوان) ارائه کرده است.

درخصوص تعمیم‌پذیری نتایج، باتوجه به ماهیت مطالعه موردی، تعمیم نتایج امکان‌پذیر نیست و ضروری است مراحل پژوهش برای هر سازمان و هر شغل به‌صورت مجزا دنبال شود.

در این پژوهش صرفاً از اطلاعاتی که در جهت افزایش عملکرد شغلی و ماندگاری کارکنان تأثیر نسبی دارد و همچنین در دسترس پژوهشگران قرار داشت (مانند: سن، جنس، وضعیت تاهل، تحصیلات و سوابق شغلی) برای پیش‌بینی رفتار آینده آنان استفاده شد. یکی از محدودیت‌های این پژوهش، دسترسی به اطلاعات است. برخی از داده‌ها در دسترس نبود (مانند: توانایی‌های عمومی ذهنی، علایق شغلی، ارزش‌های کاری و...). برخی از داده‌ها نیز تنوع محدودی داشت و میان عموم افراد نمونه، نسبتاً مشابه بود (مانند: رشته و مقطع تحصیلی). گردآوری سایر داده‌های مؤثر بر عملکرد (مانند: توانایی‌های عمومی ذهنی، علایق شغلی، ارزش‌های کاری، رشته تحصیلی، مقطع تحصیلی و...) و استفاده از آنها با هدف داده‌کاوی می‌تواند در پژوهش‌های آتی مدنظر قرار گیرد. همچنین استفاده از اطلاعات ناشی از تعاملات کارکنان در شبکه‌های اجتماعی و وب‌سایت‌های مختلف عرضه‌کننده کالا و خدمات در بستر کلان داده می‌تواند تحلیل پیش‌بینانه‌ای نسبت به مشخصات بالقوه کارکنان ارائه دهد.

همچنین استفاده از رویکردهای تلفیقی با داده‌کاوی می‌تواند در مطالعات آینده مدنظر قرارگیرد تا رویکردهای متعددی را مقایسه کند و بدین سان برای استخراج بهتر ارتباطات داخلی پیچیده از میان متغیرهای ورودی کارکنان و رفتارهای کاری آنها را با یکدیگر تلفیق کند.

رویکرد پیشنهادی می‌تواند در انواع مشاغل و سطوح مختلف مدیریتی و همچنین در سایر صنایع برای انطباق معیارهای مناسب با آن صنعت در راستای افزایش بهره‌وری در فرآیند نیرویابی و استخدام سرمایه انسانی به کار رود.

سپاسگزاری

این پژوهش با حمایت و مشارکت مؤسسه هدایت فرهیختگان جوان انجام شده است. نویسندگان بر خود لازم می‌دانند که از همکاری این مؤسسه تشکر و قدردانی کنند.

References

- Akhavan Kharazian, M., Shahbazi, M., & Fatehi, M. (2017). Performance Evaluation of Knowledge Workers at R&D department in Outsourcing Conditions. *Journal of Production and Operations Management*, 14(1), 139-156.
- Alizade Sani, M., Soheil Nejat, S. (2016). The Impact of employer brand attractiveness on Talent's Intention to recruitment (The case of subordinate companies of Oil ministry), *Journal of Business Management (JBM)*, 8(1), 205-228.
- Azar, A., Sebt, M. V., Ahmadi, P., & Rajaeian, A. (2013). A model for personnel selection with a data mining approach: A case study in a commercial bank. *Journal of Human Resource Management*, 11 (1), 1-10.
- Azizi, H., Jafari Shaerlar, A., & Farzipoor Saen, R. (2016). A new Approach for Considering a Dual-Role Factor in Supplier Selection Problem: DEA with efficient and inefficient frontiers. *Journal of Production and Operations Management*, 6(2), 129-144.
- Chapman, D. S., Uggerslev, K. L., Carroll, S. A., Piasentin, K. A., & Jones, D. A. (2005). Applicant attraction to organizations and job choice: a meta-analytic review of the correlates of recruiting outcomes. *Journal of applied psychology*, 90 (5), 928.
- Chien, C.F. and L.F. Chen, (2008), Data mining to improve personnel selection and enhance human capital: A case study in high-technology industry, *Expert Systems and Applications*, 34 (1): p. 380-290.
- 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*, 33(2), 160-177.
- Dahooie, J & Arsalan, M. (2013). "Applying fuzzy integral for evaluating intensity of knowledge work in jobs". *International Journal of Industrial Engineering Computation*, 4 (4), 517-534.
- De Nicola, A., Gitto, S., & Mancuso, P. (2013). Evaluating Italian public hospital efficiency using bootstrap DEA and CART. *International Journal of Applied Decision Sciences*, 6 (3), 281-292.
- Doaee, H., (1998). *Human Resource Management: Applied Approach*. Tehran.
- Emrouznejad, A., & Anouze, A. L. (2010). Data envelopment analysis with classification and regression tree—a case of banking efficiency. *Expert Systems*, 27 (4), 231-246.
- Golshani, P., Fallah, A., Oladi Ghadikolai, J., & Kalbi, S. (2014). Evaluation of GeoEye-1 Multispectral Imagery Data and Texture Analysis for Urban Scene Classification, Region 3 of Tehran City, *Physical Geography Research*, 46(2), 157-168.
- Hajiheydari, N., Khabiri, H., & Talafi Daryani, M. (2017). A Framework for Data Mining Approach Applications in Human Resource Management, *Iranian Journal of Management*, 12(47), 21-50.
- Hezarjaribi, J. and Ebrahimi, M. (2011). Investigating and Comparing the Relationship between Entrepreneurial Characteristics of Organizational Personnel (Male & Female) and Their Job Satisfaction, *Journal of Applied Sociology*, 21(4), 1-18.
- Azar, A., Sebt, M. V., Ahmadi, P., & Rajaeian, A. (2013). A model for personnel selection with a data mining approach: A case study in a commercial bank. *Journal of Human Resource Management*, 11 (1), 1-10.
- Horwitz, F. M., Heng, C. T., Quazi, H. A., Nonkwelo, C., Roditi, D., & Eck, P. V. (2006). Human resource strategies for managing knowledge workers: an Afro-Asian comparative analysis. *The International Journal of Human Resource Management*, 17(5), 775-811.
- Jung, S.Y., Vitolins, M.Z., Fenton, J., Frazier-Wood, A.C., Hursting, S.D. & Chang, S. (2015). Risk Profiles for Weight Gain among Postmenopausal Women: A Classification and Regression Tree Analysis Approach. *PLoS ONE*, 10 (3), e0121430. doi:10.1371/journal.pone.0121430.
- Kaffash, S., & Marra, M. (2017). Data envelopment analysis in financial services: a citations network analysis of banks, insurance companies and money market funds. *Annals of Operations Research*, 253 (1), 307-344.
- Karatop, B., Kubat, C., & Uygun, Ö. (2015). Talent management in manufacturing system using fuzzy logic approach. *Computers & Industrial Engineering*, 86, 127-136.

- Kthiri, W., Emrouznejad, A., Boujelbène, Y., & Ouertani, M. N. (2011). A framework for performance evaluation of employment offices: a case of Tunisia. *International Journal of Applied Decision Sciences*, 4 (1), 16-33.
- Li, M. L., Yung, D., & Chang, S. (2015). A formal model for intellectual relationships among knowledge workers and knowledge organizations. *Journal of Visual Languages & Computing*, 27, 1-8.
- Lio, D. (2016). Measuring aeronautical service efficiency and commercial service efficiency of East Asia airport companies: An application of Network Data Envelopment Analysis. *Journal of Air Transport Management*, 52, 11-22.
- Lukovac, V., Pamučar, D., Popović, M., & Đorović, B. (2017). Portfolio model for analyzing human resources: An approach based on neuro-fuzzy modeling and the simulated annealing algorithm. *Expert Systems with Applications*, 90, 318-331.
- Mahallati Rayeni, M. & Hosseinzadeh Saljooghi, F. (2016). Examining the effect of risk on bank performance by using data envelopment analysis. *International Journal Services and Operations Management*, 24 (1), 18-32.
- Malekzadeh, G. and Sadeghi, S. (2017). Strategic Human Resource Management in Digital Era Based on Big Data, *Roshd-e-Fanavari*, 13(51), 62-70.
- McDaniel, M. A., Schmidt, F. L., & Hunter, J. E. (1988). Job experience correlates of job performance. *Journal of applied psychology*, 73(2), 327.
- Mirbagheri, A., Tahmasebi, H., & Hashemi, A. (2010). Effective strategies in the maintenance of knowledge-based employees, *Tadbir*, (219), 22-30.
- NG, T. W., & Feldman, D. C. (2009). How broadly does education contribute to job performance?. *Personnel psychology*, 62(1), 89-134.
- Nikokar, Gh.H., Mahdavi Mazdeh, M., Mousavi, J., & Alidadi, Y. (2014). Designing a Native Model for Knowledge Employees Performance Appraisal, *Journal of Research in Human Resources Management*, 6(2), 39-55.
- Osman I, Ho TCF, Galang MC. (2011). The relationship between human resource practices and firm performance: an empirical assessment of firms in Malaysia. *Business Strategy Series*. 12 (1):41-8.
- Osman, I. H., Berbary, L. N., Sidani, Y., Al-Ayoubi, B., & Emrouznejad, A. (2011). Data envelopment analysis model for the appraisal and relative performance evaluation of nurses at an intensive care unit. *Journal of medical systems*, 35 (5), 1039-1062.
- Özkara, Y., & Atak, M. (2015). Regional total-factor energy efficiency and electricity saving potential of manufacturing industry in Turkey. *Energy*, 93, 495-510.
- Seljak, J., & Kvas, A. (2015). Three-stage data envelopment analysis as a tool for nurse leader performance appraisals. *SAGE Open*, 5 (1), 2158244015577666.
- Seol, H., Choi, J., Park, G., & Park, Y. (2007). A framework for benchmarking service process using data envelopment analysis and decision tree. *Expert Systems with Applications*, 32 (2), 432-440.
- Sohn, S. Y., & Moon, T. H. (2004). Decision tree based on data envelopment analysis for effective technology commercialization. *Expert Systems with Applications*, 26 (2), 279-284.
- Strohmeier, S., & Piazza, F. (2013). Domain driven data mining in human resource management: A review of current research. *Expert Systems with Applications*, 40 (7), 2410-2420.
- Tajmir Riyahi, H., Esmaeili, S., & Habibi, M.H. (2016). Evaluating the Efficiency of Mutual Funds Based on DEA Models, *Journal of Production and Operations Management*, 12(1), 83-102.
- Tone, K. (2001). A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis, *European Journal of Operational Research*, 130 (3), 498-509.
- Tseng Y.F & Lee T.Z. (2009). Comparing appropriate decision support of human resource practices on organizational performance with DEA/AHP model. *Expert Systems with Applications*. 36 (3, Part 2): 6548-58.
- Yang, T., Gao, T., Sorooshian, S., & Li, X., (2016), Simulating California reservoir operation using

the classification and regression-tree algorithm combined with a shuffled cross-validation scheme, *Water Resources Research*, 52 (3), 1626-1651.

Yao, J., & Fan, L. (2015). The Performance of Knowledge Workers Based on Behavioral Perspective. *Journal of Human Resource and Sustainability Studies*, 3(01), 21-27.

Zhang, N., & Choi, Y. (2013). Environmental energy efficiency of China's regional economies: A non-oriented slacks-based measure analysis. *The Social Science Journal*, 50 (2), 225-234.

Zhu, X., Seaver, W., Sawhney, R., Ji, S., Holt, B., Sanil, G. B., & Upreti, G. (2017). Employee turnover forecasting for human resource management based on time series analysis. *Journal of Applied Statistics*, 44 (8), 1421-1440.

¹ Knowledge Worker

² Chapman

³ Selection

⁴ Data envelopment analysis

⁵ Classification and regression tree

⁶ Zhang & Choi

⁷ Özkara & Atak

⁸ Seljak & Kvas

⁹ Osman

¹⁰ Kthiri

¹¹ Lio

¹² Kaffash & Marra

¹³ Jung

¹⁴ Yang

¹⁵ Drucker

¹⁶ Horwitz

¹⁷ Li

¹⁸ Yao & Fan

¹⁹ Tseng Y.F & Lee T.Z.

²⁰ Kalleberg, Nesheim & Olsen

²¹ Decision tree

²² Bozbura

²³ Chien

²⁴ Rough set theory

²⁵ Strohmeier & Piazza

²⁶ Karatop

²⁷ Zhu

²⁸ Lukovac

²⁹ Fuzzy neural network

³⁰ Production possibility set

³¹ Constant Return to Scale

³² Variable returns to scale

³³ Radial

³⁴ Decision maker unit

³⁵ Slack

³⁶ Non-radial

³⁷ Slacks-based measure

³⁸ Zhu et al.

³⁹ Input- oriented

⁴⁰ Output-oriented

⁴¹ Intensity Vector

⁴² Breiman

⁴³ Ripley

⁴⁴ Anouze

⁴⁵ Sohn & Moon

⁴⁶ Park

⁴⁷ Lio

⁴⁸ Nicola

⁴⁹ McDaniel

⁵⁰ NG & Feldman