Shahid Chamran University of Ahvaz

Irrigation Sciences and Engineering (JISE)
Vol. 48, No. 3, Fall 2025, p. 41-53

Research Paper

Journal homepage: https://jise.scu.ac.ir

EXTENDED ABSTRACT

Investigation DEA (Data Envelopment Analysis) Window application in the management processes of agricultural water consumptions (case study: Khozestan province)

D. Modhej[1*] and A. Dahimavi[2]

1-Corresponding Author Assistant Professor, Departments of Mathematics, Sosangerd Branch, Islamic Azad University, Sosangerd, Iran (modhej83@gmail.com)*
2-Postdoctoral graduate of Water Resources, Khozestan Water and Power Organization.

ARTICLE INFO

Artlcle history:
Received: 20 June 2024
Revised: 27 October 2024
Accepted: 29 October 2024
Available online: 05 November 2025

Keywords:
Efficiency, Agricultural Water Exploitation Systems, Irrigation Networks.

TO CITE THIS ARTICLE:

Modhej, D., Dahimavi, A. 2025. 'Investigation DEA (Data Envelopment Analysis) Window application in the management processes of agricultural water consumptions (case study: Khozestan province)', *Irrigation Sciences and Engineering*, 48(3), pp. 41-53. doi: 10.22055/jise.2024.46611.2123.

Abstract

The agricultural sector in Iran is based on exploitation systems, so analyzing the efficiency of these systems is of particular importance. In the present study, 10 active exploitation systems in Khuzestan during the cropping seasons spanning from 2015 to 2022 are evaluated using the windowed data envelopment analysis (DEA) method. DEA window analysis is based on a dynamic perspective, regarding the same decision-making unit (DMU) in different periods of time as entirely different DMUs. The findings indicate that during the agricultural seasons of 2015 to 2022, the Nahieh Shomal exploitation system achieved the highest average efficiency, recording a value of 0.971. The exploitation system of Mehr Omidgaran Qaleh Madreseh exhibited the lowest average efficiency at 0.423. In addition, the results showed a consistent decrease in the average efficiency of the Ferdos and Keshtgaran exploitation systems each year.

Introduction

Iran is one of the direst areas in the world, and its water deficiency is considered the main obstacle to agricultural development. Khozestan province is located in the southwest of Iran. 33% of the total surface water resources of the country flow in this province from the Karun, Dez, Karkheh, Jarahi, and Hendijan rivers. In this province, 445000 hectares of major irrigation and drainage network and 338000 of subnetwork are operated and managed by a variety of exploitation systems. So Management processes study of water resources in khozestan province is so significant to utilize the optimal of resources and prevent the waste of them.

Methods

Data Envelopment Analysis (DEA) is a management tool employed to estimate the efficiency of number of decision making units (DMU's). DEA can be used to calculate the efficiency measures, and has a wide

applicability in various service and industry sectors. The first model in DEA was presented in the CCR paper (after Charnes, Cooper and Rhodes1978) to produce the efficiency of DMUs under constant returns to scale (CRS) assumption. Subsequently, Banker et al. (1984) proposed a variable returns to scale version of the CCR model which was named BCC model. Since in real situations, variable returns to scale is more flexible, so in this study, the BCC model is used. Suppose there is a set of n peer DMUs, $\{DMU_j : j = 1,K\ ,n\}$ each using m inputs to produce s outputs and also assume $\mathbf{x}_j = (x_{1j}, x_{2j},..., x_{mj})^T$, $\mathbf{y}_j = (y_{1j}, y_{2j},..., y_{sj})^T$ be the input and output vectors for DMU_j, respectively, such that $\mathbf{x}_j \geq 0, \mathbf{x}_j \neq 0$ and $\mathbf{y}_j \geq 0, \mathbf{y}_j \neq 0$. The input-oriented and output-oriented BCC models evaluate the efficiency of DMU_0 by solving the following linear programs respectively:

$$
\begin{aligned}
&\theta^* = \min \theta \\
&\text{s.t.} \quad \sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} \leq \theta x_{io}, \quad i = 1,K\ ,m \\
&\qquad \sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} \geq y_{ro}, \quad r = 1,K\ ,s \qquad (1) \\
&\qquad \sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1 \\
&\qquad \lambda_j \geq 0, \qquad j = 1, 2,..., n
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
&\varphi^* = \max \varphi \\
&\text{s.t.} \quad \sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} \leq x_{io}, \quad i = 1,K\ ,m \\
&\qquad \sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} \geq \varphi y_{ro}, \quad r = 1,K\ ,s \qquad (2) \\
&\qquad \sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1 \\
&\qquad \lambda_j \geq 0, \qquad j = 1, 2,..., n
\end{aligned}
$$

The choice of input- or output-oriented models depends upon the production process characterizing the firm (i.e. minimize the use of inputs to produce a given level of output or maximize the level of output given levels of the inputs). DEA window analysis is based on a dynamic perspective, regarding the same DMU in different periods of time as entirely different DMUs (Charnes et al. (1985)). The benefit of this method is to describe the dynamic change of the efficiency of each DMU comprehensively, both horizontally and vertically. More importantly, the number of DMU is increased in this method; hence, it enhances the discriminating power by increasing the number of DMUs when a limited number of DMUs is available. Consider a set of N $(n = 1, 2,..., N)$ DMUs in $T(t = 1, 2,..., T)$ period of time. Every DMU has m kinds of input and s kinds of output. Let DMU_t^n denotes the level of input or output for DMU n in t period of time, then input vector x_t^n and output vector y_t^n will be presented as: $x_t^n = (x_{1t}^n, x_{2t}^n, ..., x_{mt}^n)^T, y_t^n = (y_{1t}^n, y_{2t}^n, ..., y_{st}^n)^T$ Consider the window starts at the time point of $k(1 \leq k \leq T)$, and the window width is $w(1 \leq k \leq T - k)$, then input X_{kw} and output Y_{kw} of each window kw will be presented as:

$$X_{kw} = \begin{bmatrix} x_k^1 \\ x_k^2 \\ \dots \\ x_k^N \\ x_{k+1}^1 \\ x_{k+1}^2 \\ \dots \\ x_{k+1}^N \\ \dots \\ x_{k+w}^1 \\ x_{k+w}^2 \\ \dots \\ x_{k+w}^N \end{bmatrix}^T , Y_{kw} = \begin{bmatrix} y_k^1 \\ y_k^2 \\ \dots \\ y_k^N \\ y_{k+1}^1 \\ y_{k+1}^2 \\ \dots \\ y_{k+1}^N \\ \dots \\ y_{k+w}^1 \\ y_{k+w}^2 \\ \dots \\ y_{k+w}^N \end{bmatrix}^T$$

The input-oriented BCC model of DEA window problem for DMU_t^k is given by solving the following linear program:

$$\begin{aligned} & \theta^* = \min \theta \\ \text{s.t.} \quad & X_{kw}\lambda \le \theta x_t^n, \quad t = 1,K\ ,T \\ & Y_{kw}\lambda \ge y_t^n, \quad t = 1,K\ ,T \\ & e\lambda = 1 \\ & \lambda \ge \mathbf{0} \end{aligned} \tag{3}$$

Where $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, ..., \lambda_N)$ and $e = (1,1,...,1)$. . And the output-oriented BCC model is as follows:

$$\begin{aligned} & \varphi^* = \max \varphi \\ \text{s.t.} \quad & X_{kw}\lambda \le x_t^n, \quad t = 1,K\ ,T \\ & Y_{kw}\lambda \ge \varphi y_t^n, \quad t = 1,K\ ,T \\ & e\lambda = 1 \\ & \lambda \ge \mathbf{0} \end{aligned} \tag{4}$$

Results

After analyzing 180 models, the derived values concerning the average efficiency of each window and the yearly averages serve as the metrics for evaluating the efficacy of 10 active exploitation systems of Khuzestan during the cropping seasons spanning from 2015 to 2022.

The average window efficiency values for each operational system throughout the assessment period serve as the foundation for analyzing and evaluating system performance.

The findings indicate that during the agricultural seasons of 2015 to 2022, the exploitation system of Nahieh Shomal achieved the highest average efficiency, recording a value of 0.971. The exploitation system of Mehr Omidgaran Qaleh Madreseh, exhibited the lowest average efficiency at 0.423.

Examining the annual average efficiency reveals that only the exploitation system of Nahieh Shomal attained full efficiency in 2018. Conversely, the exploitation system of Mehr Omidgaran of Qaleh Madreseh in 2017 registered the lowest average efficiency at 0.370. The highest and lowest average efficiency values for each year for Karkheh & Shavoor exploitation system were 0.960 and 0.723, respectively. For the Goor sephid exploitation system, these values were 0.973 and 0.740, and for the Karoon Bozorg exploitation system, they were 0.963 and 0.740.

Results showed a consistent decrease in the average efficiency of Ferdos and Keshtgaran exploitation systems each year. This decline can be attributed to factors such as inadequate production efficiency, delayed agricultural water supply, improper irrigation cycles, and network inefficiencies.

Conclusion

The primary factor contributing to the lowest average efficiency in production cooperatives' exploitation systems is their reliance on government support and a government-oriented structure.
The substantial disparity between the highest and the lowest average efficiencies of these systems each year underscores an imbalance in resource allocation, such as annual budget distribution, for exploitation, maintenance, and repairs of irrigation networks.

Acknowledgment
The authors would like to thank the cooperation of the Khuzestan Water and Power Authority Co.

Conflict of Interest
The authors declared no potential conflicts of interest concerning the research, authorship, and publication of this article. Confirmation.

Funding
The authors received no financial support for the research, authorship, and publication of this article.

Data Availability Statements
The datasets generated and/or analyzed during the current study are available from the corresponding author on reasonable request.

Authors' contribution
First Author: Dalal Modhej, Data analysis and writing the article
Second Author: Adel Dahimavi, Checking the results

References
1- Banker, R.D., Charnes, A. and Cooper, W.W. 1984. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis, *Management Science*, 30:pp.1078–1092. DOI:10.1287/mnsc.30.9.1078.

2- Charnes, A., Cooper, W.W. and Rhodes, E. 1978. Measuring the efficiency of decision making units, *European Journal of Operational Research*, 2:pp.429–444.DOI:10.1016/0377-2217(78)90138-8.

3- Charnes, A., Clark C.T., Cooper W.W., and Golany B. 1985. A developmental study of data envelopment analysis in measuring the efficiency of maintenance units in the U.S. Air Forces. *Annals of Operations Research*, 2(1), pp.95–112. DOI:10.1007/BF0187.

© 2025 The Author(s). Published by Shahid Chamran University of Ahvaz. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

علوم و مهندسی آبیاری جلد ۴۸، شماره‌ی۳، پاییز ۱٤۰٤، مقاله پژوهشی، ص. ۵۳-٤۱

بررسی کاربرد تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای در فرایندهای مدیریتی مصارف آب کشاورزی (مطالعه موردی: استان خوزستان)

دلال مدحج[۱*] و عادل دحیماوی[۲]

۱*- نویسنده مسئول، استادیار ،گروه ریاضی، واحد سوسنگرد، دانشگاه آزاد اسلامی، سوسنگرد، ایران modhej83@gmail.com

۲-دانش آموخته پسا دکتری منابع آب، سازمان آب و برق خوزستان.

دریافت: ۱۴۰۳/۰/۳۱ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۸/۰۶ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۰۸ انتشار: ۱۴۰۴/۰۸/۱۴

چکیده

بخش کشاورزی در ایران، مبتنی بر نظام‌های بهره‌برداری است. سنجش عملکرد و تحلیل کارایی نظام‌های بهره‌برداری برای شناسایی نقاط ضعف و قوت، استفاده بهینه از منابع و عوامل تولید و جلوگیری از هدر رفتن منابع از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در پژوهش حاضر، ۱۰ نوع نظام بهره‌برداری فعال در محدوده شبکه‌های آبیاری خوزستان در بازه زمانی ۱٤۰۱-۱۳۹٤ با روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای مورد ارزیابی قرار گرفتند. روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای روشی است که امکان ارزیابی در طول زمان را فراهم می‌آورد. نتایج نشان داد بالاترین میانگین کارایی برای نظام بهره‌برداری ناحیه شمال مربوط به شرکت‌های بهره‌برداری شبکه‌های آبیاری و زهکشی با مقدار ۰/۹۷۱ و کمترین میانگین کارایی مربوط به نظام بهره‌برداری مهر امیدگران قلعه مدرسه از تعاونی‌های تولید با مقدار ۰/٤۲۳ می‌باشد. از سوی یگر میانگین کارایی هر سال نظام‌های بهره‌برداری فردوس و کشتگران روند کاهشی داشتند.

کلید واژه‌ها: کارایی، نظام‌های بهره‌برداری آب، شبکه‌های آبیاری.

مقدمه

امروزه در مباحث پایداری منابع طبیعی، موضوعات مرتبط با منابع آب و چالش‌هایی که در زمینه مدیریت آن‌ها وجود دارد، از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. در بسیاری از نقاط جهان، بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب، پایداری اجتماعی و اکولوژیکی را تهدید می‌کند. ایران در یکی از خشک‌ترین مناطق جهان است و کمبود آب در آن، مهم‌ترین تنگنای توسعه کشاورزی محسوب می‌شود. از حدود ۳۷ میلیون هکتار از اراضی مستعد کشاورزی به‌دلیل محدودیت منابع آب فقط ۱۹/۵میلیون هکتار از اراضی تحت کشت آبی است. از این رو بهبود مدیریت مصرف منابع آب سطحی و زیرزمینی، گامی مهم و مؤثر در مصرف بهینه آب و افزایش راندمان در آبیاری و تولید محصولات کشاورزی به‌شمار می‌آید (Keshavarz and Dehghani Sanij, 2011). نظام‌های بهره‌برداری آب کشاورزی شامل مجموعه‌ای از فنون و رویه‌های قانونی یا عرفی در زمینه‌های تأمین، انتقال و توزیع آب و ساماندهی مناسب عوامل انسانی و نیروی کار در این حوزه است. در این نظام‌ها ، بهره‌برداری از منابع آب کشاورزی شامل برنامه‌ریزی برای احداث سازه‌های انتقال آب تا نقطه مصرف و سطح مدیریت مصرف برای استفاده بهینه آب در سطح مزارع می‌باشد. نظام بهره‌برداری آب کشاورزی هم منافع دولت و هم منافع کشاورزان را در پی دارد. وجود این نظام برای دولت منجر به کاهش پرداخت یارانه برای آبیاری شده و برای کشاورزان نیز باعث افزایش حس مالکیت و بهبود خدمات آبیاری می‌شود. در حقیقت هدف نهایی از ایجاد نظام بهره‌برداری آب کشاورزی دستیابی به بهره‌وری، عدالت و پایداری است. در این نظام‌ها، بهره‌وری زمانی حاصل می‌شود که منابع آب بدون هیچ‌گونه اتلافی به درستی مورد استفاده قرار گیرد و عدالت بدان معناست که آب به نسبت بین مصرف‌کنندگان توزیع شود. بررسی‌های انجام شده در زمینه تاریخ تحولات کشاورزی ایران، این واقعیت را نشان می‌دهد که نقش نظام‌های بهره‌برداری در توسعه کشاورزی کشور از اهمیت بالایی برخوردار است و همواره یکی از مسائل بنیادین کشاورزی ایران در به‌کارگیری منابع آب و خاک به شمار می‌آید (Alizadeh and Hatami Nezhad,2015).

استان خوزستان با برخورداری از جریان پنج رودخانه بزرگ و پرآب کارون، دز، کرخه، جراحی و هندیجان حدود ۳۳ درصد کل منابع آب سطحی کشور را به خود اختصاص داده است. علاوه بر آن، نزدیک به ۴/۳ میلیون هکتار اراضی قابل کشت کشور در این استان قرار دارد. این موارد، استان خوزستان را به‌عنوان یک قطب مهم کشاورزی در تولید محصولات زراعی و اقتصادی کشور مطرح کرده و در این خصوص نقش و جایگاه ویژه‌ای دارد. از سوی دیگر، در کنار گسترش روز افزون فعالیت‌های زراعی در خوزستان، بهره‌برداری از منابع آب از تنوع مختلفی برخوردار بوده و نظام‌های بهره‌برداری متنوعی را در این استان به وجود آورده (Dahimavi et al., 2021). بررسی‌های به‌عمل آمده، نشان می‌دهد که عملکرد این نظام‌ها بنا به دلایلی مانند نقص در طراحی و اجرا و نبود مدیریت

DOI: 10.22055/jise.2024.46611.2123

مناسب، کمتر از حد انتظار می‌باشد (Dahimavi et al., 2018a). ارزیابی کارایی نظام‌های بهره‌برداری این امکان را فراهم می‌سازد که نقاط ضعف و قوت این نظام‌ها در به‌کارگیری و تحقیق منابع و امکانات شناسائی و در ادامه با اتخاذ سیاست مناسب وضعیت موجود نظام‌های بهره‌برداری را بهبود بخشید.

Ul Hassan (2011) در تحقیقی با عنوان تجزیه و تحلیل دستاوردهای به‌دست آمده از تجارب حکمرانی آب در مرکز، جنوب و غرب آسیا، با به‌کارگیری یک مدل مفهومی و استفاده از مدل‌های تحقیق در عملیات، به بررسی رابطه بین مفهوم حکمرانی و مدیریت آبیاری پرداخت و نتیجه‌گیری نمود که حکمرانی ضعیف آب، نتیجه طراحی ضعیف فرآیندهاست. Narayan (1995) با بررسی ۱۲۱ نظام‌بهرهبرداری آب بران در آسیا، آفریقا و آمریکای لاتین دریافت که افزایش مهارت‌ها و آگاهی‌های گروه‌های بهره‌بردار و توجه به ویژگی‌های اقتصادی- اجتماعی کشاورزان و تقویت سازمان‌ها و رهبران محلی در شکل‌گیری و تداوم مدیریت مشارکتی آبیاری تأثیرگذار است. Rogers و Hall (2003) در مقاله‌ای تحت عنوان حکمرانی آب در کشورهای امریکای لاتین و حوزه دریای کارائیپ با یک برش عرضی به بررسی مبانی نظری و تجربی همچنین وضعیت کلی حکمرانی آب در پنج کشور از کشورهای آمریکای لاتین پرداخته و ضمن بررسی میزان همبستگی بین شاخص‌های تأثیرگذار در طراحی نهادهای محلی مدیریت منابع آب در آن کشورها، نتیجه گرفتند که اصلاحات نهادی در قالب تدوین قوانین مناسب، از اصلاحات اقتصادی و تأمین سرمایه مهم‌تر است. Huang et al (2010) در مطالعه‌ای در استان‌های شمالی چین و در حوزه آبخور رود زرد، عملکرد سه نظام بهره‌برداری از منابع آب شامل نظام بهره‌برداری آب‌بران، پیمانکاری‌های آبیاری و نظام- بهره‌برداری آب‌بران سنتی آبیاری را با استفاده از پنج شاخص شامل نگهداری کانال، بهره‌برداری از دریچه‌ها، هماهنگی تحویل آب، جمع‌آوری آب‌بهاء و حل منازعات مقایسه نموده و عملکرد اصلاحات نهادی و پایداری مالی و فیزیکی سیستم‌های آبیاری را مورد بررسی و ارزیابی قرار دادند. آن‌ها روستاها را بر حسب میزان کمبود آب، نوع منبع آب، ویژگی سیستم کانال، خصوصیات مصرف‌کنندگان آب و ویژگی‌های اجتماعی و اقتصادی آن به طبقات مختلف تقسیم کردند و با استفاده از روش نمونه‌گیری طبقه‌بندی تصادفی به انتخاب روستاهای نمونه در هر استان پرداختند. نتایج نشان داد که نظام بهره‌برداری آب‌بران از لحاظ هزینه‌های نگهداری، تحویل به موقع آب و نرخ جمع‌آوری آب‌بهاء، نسبت به تشکل سنتی آبیاری و شیوه پیمانکاری آبیاری بهتر بوده و پایداری بیشتری داشته‌اند. Dahimavi et al. (2018b) با استفاده از نظرات کارگروه تخصصی ۳۲ نفره کارشناسان آب و خاک و به‌کارگیری روش دلفی، شاخص‌های معرف اصول حکمرانی آب کشاورزی در شبکه‌های آبیاری و زهکشی استان خوزستان را توسعه دادند. بر اساس نتایج تحقیق، شاخص مدیریت منابع آب، شاخص دریافت آب بهای زراعی ، شاخص راندمان آبیاری، شاخص آماده به کار بودن دریچه‌ها ، شاخص اراضی زهکشی نشده و شاخص رضایتمندی از مدیریت توزیع آب، از درجه اهمیت بیشتری نسبت به سایر شاخص‌ها، برخوردار بودند. Dahimavi et al. (2021) در تحقیقی تحت عنوان سنجش میزان تاب آوری نظام‌های بهره‌برداری از آب کشاورزی به موضوع تأثیر پذیری عملکرد این نظام‌ها تحت شرایط خاص اقلیمی پرداخته و نتیجه‌گیری کردند که مدیریت مطلوب و علمی، عاملی اساسی در ارتقای تاب آوری هر یک از نظام‌ها در برابر شرایط خاص محسوب می‌گردد.Modhej و Dahimavi (2021) کارایی ۳۳ نظام بهره‌برداری را با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها طی فصل زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷در محدوده شبکه های آبیاری خوزستان مورد بررسی قرار دادند. روش جمع آوری اطلاعات به‌صورت تمام شماری، بهره‌گیری از نظرات متخصصین حوزه آب و استفاده از اطلاعات دسته دوم (اطلاعات سازمانی) انجام گرفت.آن‌ها به‌واسطه تعدد عوامل مؤثر بر عملکرد نظام‌های بهره- برداری، از شاخص‌های ترکیبی استفاده کردند. بر پایه نتایج حاصله، از بین نظام‌های آب کشاورزی مورد ارزیابی، تمام شرکت‌های زیرمجموعه نظام بهره‌برداری از منابع آب کشاورزی شرکت‌های خصوصی کارا می‌باشند. از سویی دیگر، نظام بهره‌برداری مارون از شرکت‌های بهره‌برداری از شبکه‌های آبیاری و زهکشی، و نظام بهره‌برداری کشتگران از تعاونی‌های تولید با مقدار ۰/۷۳ پایین‌ترین سطح کارایی را به‌دست آوردند.

این تحقیق با هدف کاربرد تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای در ارزیابی کارایی ۱۰ نوع نظام بهره‌برداری آب کشاورزی فعال در استان خوزستان طی سال‌های زراعی ۱۴۰۱-۱۳۹۴ در دستور کار قرار گرفته است. در این روش هر نظام بهره‌برداری در هر دوره زمانی به‌عنوان یک واحد تصمیم گیرنده مستقل در نظر گرفته می‌شود و عملکرد هر نظام در یک دوره خاص با عملکرد خود آن نظام در سایر دوره‌ها و عملکرد نظام‌های دیگر در دوره زمانی معین، مورد مقایسه قرار می‌گیرد. در ادامه ابتدا روش مورد استفاده و سپس نتایج ارائه می‌شوند.

مواد و روش‌ها

به منظور اندازه‌گیری درجه کارایی از دو روش پارامتریک و غیر پارامتریک استفاده می‌شود. روش پارامتریک بیشتر بر پایه اصول اقتصاد سنجی است و در اقتصاد مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این روش یک تابع ریاضی برای تولید (هزینه) در نظر گرفته می‌شود که بر اساس آن با به‌کارگیری متغیرهای مستقل، متغیر وابسته تخمین زده می‌شود. برای تخمین پارامترهای تابع تولید از مشاهدات تجربی یا روش‌های برآورد توابع در آمار و اقتصاد سنجی استفاده می‌شود. در نهایت، با توجه به تابع مذکور کارایی محاسبه می‌گردد. در روش غیر پارامتریک، بهترین عملکرد در یک نمونه با استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی شناسایی می‌شود و کارایی بر اساس تفاوت‌های میان مقادیر مشاهده شده و بهترین عملکرد اندازه گیری می‌گردد. روش غیر پارامتریک را می‌توان ساده‌ترین روش تخمین کارایی تلقی

نمود زیرا در این روش نیاز به تصریح تابع نبوده و اندازه‌گیری کارایی با اطلاعات اندک امکان پذیر است. روش غیرپارامتریک برای تخمین کارایی اولین بار توسط Farrell (1957) مطرح شد. موردی که فارل برای اندازه‌گیری کارایی مد نظر قرار داده بود، شامل یک ورودی و یک خروجی بود. او با استفاده از روش غیرپارامتری، کارایی بخش کشاورزی آمریکا نسبت به سایر کشورها را به‌دست آورد. با این وجود، او در ارائه روشی که دربرگیرنده ورودی‌ها و خروجی‌های متعدد باشد، موفق نبود.

Charnes et al. (1978) دیدگاه فارل را توسعه دادند و الگویی خلاقانه را ارائه کردند که توانائی اندازه‌گیری کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده با ورودی‌ها و خروجی‌های متعدد را داشت. این مدل به CCRکه از حروف نام سه فرد Charnes، Cooper و Rhodes ،تشکیل شده است، معروف گردید.

Banker et al. (1984) مدل BCC را ارائه کردند. مدل BCC، از حروف نام سه فرد Banker، Charnes و Cooper تشکیل شده است.

مدل‌های CCR و BCC مدل‌های اساسی درتحلیل پوششی داده‌ها است، تفاوت این دومدل درنوع بازده به مقیاس آن‌ها است. از آن‌جا که تحلیل پوششی داده‌ها یک روش مدیریتی است که علاوه بر سنجش کارایی نسبی، راهکارهای مدیریتی نیز ارائه می‌دهد لذا این روش به یکی از حوزه‌های فعال تحقیقاتی در اندازه‌گیری کارایی تبدیل شده است. در ادامه رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها شرح داده می‌شود.

روش تحلیل پوششی داده‌ها

تحلیل پوششی داده‌ها یک روش ریاضی برای ارزیابی کارایی مجموعه ای از واحدهای تصمیم گیرنده Decision Making Unit (DMU) است. در این روش واحدهای تصمیم‌گیری به واحدهای کارا و ناکارا دسته‌بندی می‌شوند و منبع و مقدار ناکارایی برای هر واحد مشخص می‌گردد. تحلیل پوششی داده‌ها از جمله روش‌هایی است که علاوه بر سنجش وارزیابی کارایی واحدهای تصمیم گیرنده، راه‌های افزایش آن‌ها را نیز ارائه می‌دهد. مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی کارایی واحدهای تحت بررسی از دو رویکرد مجزا ماهیت ورودی و خروجی استفاده می‌کنند. مدل با ماهیت ورودی، با ثابت نگه داشتن سطح خروجی‌ها، ورودی‌ها را تا حد امکان کاهش می‌دهد. حال آن‌که در مدل با ماهیت خروجی، بدون تغییر در میزان ورودی‌ها، خروجی‌ها به حداکثر مقدار ممکن می‌رسند. انتخاب ماهیت ورودی و خروجی بر اساس میزان کنترل مدیریت بر هر یک از ورودی‌ها و خروجی‌ها تعیین می‌شود. یکی از توانایی‌های تحلیل پوششی داده‌ها، به‌کارگیری مدل‌های مختلف متناظر با بازده به مقیاس‌های متفاوت است. مدل CCR بازده به مقیاس واحدهای تصمیم گیرنده را ثابت فرض می‌کند. در بازده به مقیاس متغیر افزایش در ورودی‌ها به افزایش نامتناسب در خروجی‌ها منجر می‌شود. مدل BCC بازده به مقیاس‌های واحدهای تصمیم گیرنده را متغیر فرض می‌کند. در عمل فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس به‌علت خاص بودن در بسیاری از واحدهای تصمیم‌گیری قابل اتکاء نمی‌باشد، در ضمن استفاده از بازده به مقیاس متغیر موجب ،تحلیل بسیار دقیق‌تری نسبت به بازده به مقیاس ثابت می‌شود. لذا در پژوهش حاضر از مدل BCC برای ارائه تحلیل دقیق استفاده می شود. فرض کنیم n واحد تصمیم گیرنده موجود باشد که با $\{DMU_j : j=1,\dots,n\}$ نشان خواهیم داد .به‌طوری‌که $\mathbf{x}_j=(x_{1j},x_{2j},\dots,x_{mj})^T$ نشان دهنده بردار ورودی و $\mathbf{y}_j=(y_{1j},y_{2j},\dots,y_{sj})^T$، نشان دهنده بردار خروجی است. در ضمن $\mathbf{x}_j\geq 0,\mathbf{x}_j\neq 0$ و $\mathbf{y}_j\geq 0,\mathbf{y}_j\neq 0$. مدل BCC با ماهیت ورودی، کارایی واحد تصمیم گیرنده تحت بررسی، DMU_o، را با حل مدل زیر ارزیابی می‌کند.

$$\begin{aligned}&\theta^*=min\,\theta\\&\text{s.t.}\sum_{j=1}^{n}\lambda_j x_{ij}\leq\theta x_{io},i=1,\dots,m\\&\sum_{j=1}^{n}\lambda_j y_{rj}\geq y_{ro},r=1,\dots,s\\&\sum_{j=1}^{n}\lambda_j=1\\&\lambda_j\geq 0,j=1,2,\dots,n\end{aligned}\qquad(۱)$$

کارایی واحد DMU_o تحت مدل BCC با ماهیت خروجی از حل مدل زیر به‌دست می‌آید:

$$\begin{aligned}&\varphi^*=max\,\varphi\\&\text{s.t.}\sum_{j=1}^{n}\lambda_j x_{ij}\leq x_{io},i=1,\dots,m\\&\sum_{j=1}^{n}\lambda_j y_{rj}\geq\varphi\, y_{ro},r=1,\dots,s\\&\sum_{j=1}^{n}\lambda_j=1\\&\lambda_j\geq 0,j=1,2,\dots,n\end{aligned}\qquad(۲)$$

در این مدل $\varphi^*=1$ $(\theta^*=1)$ بدین مفهوم است که DMU_o کارا است و در صورتی که $\varphi^*>1$ $(\theta^*<1)$ آن‌گاه DMU_o ناکارا است.

DOI: 10.22055/jise.2024.46611.2123

روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای

در مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها میزان کارایی در شرایط ایستا اندازه‌گیری می‌شوند و لذا یک واحد تصمیم گیرنده با همه واحدهای دیگر در یک دوره زمانی یکسان مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در مقابل روش تحلیل پنجره‌ای بر اساس میانگین متحرک، عملکرد و روند تغییرات یک واحد تصمیم گیرنده را در طول زمان مورد بررسی قرار می‌دهد. روش تحلیل پنجره‌ای برای اولین بار توسط Charnes et al (1985) مطرح شد. در این روش هر واحد تصمیم گیرنده در یک دوره زمانی متفاوت به‌عنوان یک واحد تصمیم گیری مستقل با هویتی متفاوت در نظر گرفته می‌شود و عملکرد یک واحد در یک دوره زمانی خاص در مقابل عملکرد خود آن واحد در سایر دوره‌ها علاوه بر عملکرد واحدهای دیگر در دوره‌های زمانی معین مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. این امر سبب افزایش داده‌های مورد بررسی در تجزیه و تحلیل می‌شود و لذا این وضعیت در هنگام مطالعه نمونه‌های با اندازه کوچک مفید است. تغییر عرض پنجره (یعنی تعداد دوره‌های زمانی) نشان دهنده طیفی از تحلیل‌های همزمان (شامل مشاهدات یک دوره زمانی) به تحلیل‌های مقطعی (شامل مشاهدات تمام دوره‌های مورد مطالعه) می‌باشد (Sengupta, 1995). تحلیل پنجره‌ای می‌تواند حالت خاصی از یک تحلیل متوالی باشد. با این حال در تحلیل متوالی فرض می‌شود آن‌چه در گذشته عملی بوده است، عملی باقی می‌ماند و بنابراین تمام مشاهدات قبلی می‌ماند و بنابراین تمام مشاهدات قبلی را شامل می‌شود. باید توجه کرد در این روش عملکرد تمام واحدها در یک پنجره نسبت به همدیگر ارزیابی می‌شوند و لذا به‌طور ضمنی فرض می‌شود که هیچ تغییر فنی در هیچ کدام از پنجره‌ها وجود ندارد. این مطلب یک مسئله کلی در روش تحلیل پنجره‌ای است. با کاهش عرض پنجره این مشکل تا حدی حل می‌شود و جهت اعتبار بخشیدن به تحلیل پنجره‌ای، عرض پنجره باید طوری انتخاب شود که چشم پوشی از تغییرات فنی منطقی باشد. هر چند که در مورد تعریف و اندازه عرض پنجره هیچ نوع نظریه و پشتوانه اساسی وجود ندارد. برای شرح فرمولی این روش، فرض کنید که N واحد تصمیم گیرنده $(n = 1, 2, ..., N)$ در T دوره زمانی $(t = 1, 2, ..., T)$ وجود دارند و همه آن‌ها از m ورودی برای تولید s خروجی استفاده می‌کنند. بنابراین نمونه شامل $T \times N$ مشاهده خواهد بود، و واحد تصمیم گیرنده n در دوره t، یعنی DMU_t^n دارای یک بردار m بعدی از ورودی‌ها $x_t^n = (x_{1t}^n, x_{2t}^n, ..., x_{mt}^n)^T$ و همچنین یک بردار s بعدی از خروجی‌ها $y_t^n = (y_{1t}^n, y_{2t}^n, ..., y_{st}^n)^T$ می‌باشد. پنجره‌ای که از زمان $k(1 \le k \le T)$ شروع می‌شود و دارای عرض $w(1 \le k \le T - k)$ باشد با kw مشخص می‌شود و دارای $w \times N$ مشاهده است. بنابراین ماتریس ورودی و خروجی برای تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای را می‌توان به‌ترتیب به‌صورت زیر مشاهده نمود.

$$X_{kw} = \begin{bmatrix} x_k^1 \\ x_k^2 \\ \dots \\ x_k^N \\ x_{k+1}^1 \\ x_{k+1}^2 \\ \dots \\ x_{k+1}^N \\ \dots \\ x_{k+w}^1 \\ x_{k+w}^2 \\ \dots \\ x_{k+w}^N \end{bmatrix}^T , Y_{kw} = \begin{bmatrix} y_k^1 \\ y_k^2 \\ \dots \\ y_k^N \\ y_{k+1}^1 \\ y_{k+1}^2 \\ \dots \\ y_{k+1}^N \\ \dots \\ y_{k+w}^1 \\ y_{k+w}^2 \\ \dots \\ y_{k+w}^N \end{bmatrix}^T$$

مدل تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای با ماهیت ورودی برای DMU_t^k تحت فرض بازده به مقیاس متغیر به صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$\begin{aligned} &\theta^* = min\,\theta \\ &\text{s.t.} X_{kw}\lambda \le \theta x_t^n, t = 1, \dots, T \\ &Y_{kw}\lambda \ge y_t^n, t = 1, \dots, T \\ &e\lambda = 1 \\ &\lambda \ge \mathbf{0} \end{aligned} \qquad (۳)$$

که در آن $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, ..., \lambda_{Nw})$ و $e = (1,1,...,1)$.

و بر این اساس مدل تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای با ماهیت خروجی محور برای DMU_t^k با فرض بازده به مقیاس متغیر به صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$\begin{aligned} &\varphi^* = \max \varphi \\ &\text{s.t.} \quad X_{kw}\lambda \le x_t^n, \qquad t = 1, \dots, T \\ &\qquad Y_{kw}\lambda \ge \varphi y_t^n, \qquad t = 1, \dots, T \\ &\qquad e\lambda = 1 \\ &\qquad \lambda \ge \mathbf{0} \end{aligned} \qquad (۴)$$

نظام‌های بهره‌برداری و شاخص‌های ارزیابی عملکرد

در طراحی نظام‌های بهره‌برداری، به‌کارگیری منابع و همچنین بهبود عملکرد نظام‌ها مسائل و مشکلات زیادی وجود دارد که نیازمند ارزیابی همه جانبه و ارائه راهکارهای ارتقاء عملکرد نظام‌ها می‌باشد.

در این پژوهش ۱۰ نوع نظام بهره‌برداری آب کشاورزی فعال در محدوده شبکه‌های آبیاری خوزستان شامل نظام‌های بهره برداری زهره و جراحی، ناحیه شمال، مارون، کارون بزرگ و کرخه و شاوور

از زیر مجموعه نظام‌های بهره‌برداری آب کشاورزی شرکت‌های بهره‌برداری از شبکه‌های آبیاری، گورسفید، فردوس، کشتگران، تدبیروامید و مهر امیدگران قلعه مدسه از نظام‌های بهره‌برداری آب کشاورزی تعاونی‌های تولید به شرح جدول (۱)، طی فصل‌های زراعی ۱۴۰۱-۱۳۹۴ با روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای مورد ارزیابی قرار گرفتند.

معیارهای انتخاب نظام‌های بهره‌برداری بالا از استان خوزستان در این پژوهش عبارتند از:

الف- اطلاعات پایه مورد نیاز محاسبات برای ارزیابی، وجود داشته باشد.

ب- کلیات عامل‌های مؤثر بر عملکرد، یکسان باشند.

در راستای محاسبه کارایی نظام‌های بهره‌برداری سازگار با تحقیق انجام شده توسط Modhej و Dahimavi (2021)، ورودی‌های مورد استفاده شبکه آبیاری، ماشین آلات، کارکنان، هزینه، بهره‌برداران، محصولات ، قراردادها و خروجی‌ها بهره‌وری آب، کشاورزی و سازگاری تعیین شدند.

ایشان به‌دلیل تعدد عوامل مؤثر بر عملکرد نظام‌های بهره‌برداری، از شاخص‌های ترکیبی استفاده کردند و با طراحی جداول ماتریس مقایسات زوجی به تعداد اعضاء گروه خبرگان و محاسبه مقدار میانگین هندسی وزنی، به هر عامل ضریبی متناسب با آن داده و سپس عامل‌های ساده مؤثر در عملکرد نظام‌های بهره-برداری، به صورت وزنی باهم ترکیب شدند.

نتایج و بحث

طی سنوات گذشته کشاورزان استان خوزستان به‌دلیل علاقه به کشت محصولات پرمصرف همانند برنج اغلب در مقابل ایده‌های نوین تغییرات الگوی کشت همچنین کاربرد روش‌های نوین آبیاری با هدف ایجاد محدودیت و بهره‌برداری بهینه و صرفه جویی در منابع آب کشاورزی مقاومت نشان می‌دهند، همچنین با عنایت به اینکه اثرات روش‌های نوین مقایسه در دراز مدت مشخص می‌گردد عرض هر پنجره سه در نظر گرفته شده است و لذا تجزیه و تحلیل پنجره‌ای شامل شش پنجره خواهد بود. از آن‌جا که در نظام‌های بهره‌برداری کنترل بیشتری بر روی ورودی‌ها نسبت به خروجی‌ها وجود دارد ، مدل تحلیل پنجره‌ای با ماهیت ورودی برای ارزیابی بکار می‌رود.

پس از حل ۱۸۰ مدل، مقادیر حاصل از میانگین کارایی هر پنجره و میانگین سالانه، مبنایی برای سنجش و کارایی ۱۰ نوع نظام بهره‌برداری فعال در محدوده شبکه‌های آبیاری خوزستان طی فصل‌های زراعی ۱۴۰۱-۱۳۹۴ به‌دست می‌دهد. نتایج حاصل را می‌توان در جداول (۲) و (۳) مشاهده کرد.

مقادیر حاصل از میانگین کارایی پنجره‌ای هر نظام بهره‌برداری طی دوره ارزیابی، مبنایی است که بر اساس آن، سنجش و ارزیابی عملکرد نظام‌ها، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

با توجه به نتایج به‌دست آمده، بالاترین میانگین کارایی طی فصل‌های زراعی ۱۴۰۱-۱۳۹۴ برای نظام بهره‌برداری ناحیه شمال از شرکت‌های بهره‌برداری شبکه‌های آبیاری و زهکشی با مقدار ۰/۹۷۱ ثبت شده است . کمترین میانگین کارایی مربوط به نظام بهره‌برداری مهر امیدگران قلعه مدرسه از تعاونی‌های تولید با مقدار ۰/۴۲۳ می‌باشد. از سویی دیگر بر اساس میانگین کارایی هر سال، فقط نظام بهره‌برداری ناحیه شمال در سال ۱۳۹۷ از سطح کارایی کامل برخوردار بوده، و کمترین میانگین کارایی هر سال به نظام بهره‌برداری مهر امیدگران قلعه مدرسه در سال ۱۳۹۶ با مقدار ۰/۳۷۰ تعلق گرفته است. بیشترین و کمترین میانگین کارایی هر سال برای نظام بهره‌برداری کرخه و شاوور ۰/۹۶۰ و ۰/۷۲۳ به‌دست آمد. این مقادیر برای نظام بهره‌برداری گورسفید ۰/۹۷۳ و ۰/۷۴۰ و برای نظام بهره‌برداری کارون بزرگ ۰/۹۶۳ و ۰/۷۴۰ حاصل گردید. شکاف بالا بین بیشترین و کمترین میانگین کارایی هر سال این نظام‌ها بیان‌گر عدم تناسب در برخورداری از امکاناتی نظیر بودجه‌های سالیانه تخصیصی در زمینه بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات شبکه‌های آبیاری تحت پوشش است. برپایه نتایج جدول (۳) میانگین کارایی هر سال نظام‌های بهره‌برداری فردوس و کشتگران روند کاهشی داشته است.

جدول۱- نظام‌های بهره‌برداری از آب منتخب استان خوزستان برای ارزیابی کارایی

Table 1- Selected water exploitation systems of Khozestan Province for efficiency evaluation

Exploitation system's type	Exploitation system's name	Cities of area activity
Agricultural water exploitation systems of exploitation companies of irrigation and drainage networks	Zohreh & Jarrahi Nahieh Shomal Maroon Karoon Bozorg Karkheh & Shavoor	Ramhormoz,Hendigan,Ramshir,omidieh&Shadegan Dezfol,Shosh,Andimeshk&Karkheh Shomal Behbahan&Gayzan Shoshtar,Gotvand,Miyanab&Shomal Shargh Ahvaz Dasht Azadegan,Hovyzeh,Markazi Ahvaz, Karkheh, Abadan&Khoramshahr
Agricultural water exploitation systems of production cooperatives	Goor sephid Ferdos Keshtgaran Tadbir&Omid Mehr Omidgaran Ghaleh Madreseh	Dezfol Dasht Azadegan Ramshir Shoshtar Behbahan

DOI: 10.22055/jise.2024.46611.2123

جدول۲- اندازه کارایی نظام بهره‌برداری آب کشاورزی شرکت‌های بهره‌برداری از شبکه‌های آبیاری و زهکشی طی سال‌های ۱۴۰۱-۱۳۹۴ با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای

Table 2-Efficiency measurement of Agricultural water exploitation systems of exploitation companies of irrigation and drainage networks during 2015-2022 using DEA windows

Zohreh & Jarrahi	1394	1395	1396	1397	1398	1399	1400	1401	Av. Eff. per window
Window 1	0.67	0.61	0.70						0.660
Window 2		0.64	0.78	0.85					0.756
Window 3			0.73	0.78	0.66				0.723
Window 4				0.83	0.77	0.74			0.780
Window 5					0.66	0.83	0.74		0.743
Window 6						0.89	0.79	0.78	0.820
Av. Eff. Per year	0.670	0.625	0.736	0.820	0.696	0.820	0.765	0.780	0.747
Nahieh Shomal	1394	1395	1396	1397	1398	1399	1400	1401	Av. Eff. per window
Window 1	0.98	0.92	1.00						0.966
Window 2		0.94	0.98	1.00					0.973
Window 3			0.96	1.00	1.00				0.986
Window 4				1.00	0.99	0.97			0.986
Window 5					1.00	0.91	1.00		0.970
Window 6						0.90	0.99	0.95	0.946
Av. Eff. Per year	0.980	0.930	0.980	1.000	0.996	0.926	0.995	0.950	0.971
Maroon	1394	1395	1396	1397	1398	1399	1400	1401	Av. Eff. per window
Window 1	0.75	0.70	0.73						0.726
Window 2		0.71	0.77	0.69					0.723
Window 3			0.78	0.74	0.72				0.746
Window 4				0.71	0.79	0.78			0.760
Window 5					0.81	0.78	0.77		0.786
Window 6						0.75	0.77	0.77	0.763
Av. Eff. Per year	0.750	0.705	0.760	0.713	0.773	0.770	0.770	0.770	0.750
Karoon Bozorg	1394	1395	1396	1397	1398	1399	1400	1401	Av. Eff. per window
Window 1	0.91	0.86	0.90						0.890
Window 2		0.89	0.99	0.84					0.906
Window 3			1.00	0.81	0.90				0.903
Window 4				0.81	1.00	0.86			0.890
Window 5					0.90	0.82	0.74		0.820
Window 6						0.89	0.76	0.74	0.796
Av. Eff. Per year	0.910	0.875	0.963	0.820	0.933	0.856	0.750	0.740	0.867
Karkheh & Shavoor	1394	1395	1396	1397	1398	1399	1400	1401	Av. Eff. per window
Window 1	0.79	0.69	0.72						0.733
Window 2		0.68	0.71	0.82					0.736
Window 3			0.74	0.86	0.83				0.810
Window 4				0.80	0.80	0.97			0.856
Window 5					0.84	0.88	0.95		0.890
Window 6						0.83	0.97	0.88	0.893
Av. Eff. Per year	0.790	0.685	0.723	0.826	0.823	0.893	0.960	0.880	0.819

جدول ۳- اندازه کارایی نظام‌های بهره‌برداری از آب کشاورزی تعاونی‌های تولیدطی سال‌های ۱۴۰۱-۱۳۹۴ با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای

Table 3- DEA windows analysis for efficiency of Agricultural water exploitation systems of production cooperatives during 2015-2022

Goor sephid	1394	1395	1396	1397	1398	1399	1400	1401	Av. Eff. per window
Window 1	0.74	0.79	0.79						0.773
Window 2		0.70	0.81	0.88					0.796
Window 3			0.81	0.85	0.93				0.863
Window 4				0.88	0.89	0.97			0.913
Window 5					0.89	1.00	0.99		0.960
Window 6						0.95	0.90	0.92	0.923
Av. Eff. Per year	0.740	0.745	0.803	0.870	0.903	0.973	0.945	0.920	0.871
Ferdos	1394	1395	1396	1397	1398	1399	1400	1401	Av. Eff. per window
Window 1	0.72	0.68	0.65						0.683
Window 2		0.68	0.71	0.65					0.680
Window 3			0.67	0.66	0.61				0.646
Window 4				0.64	0.60	0.64			0.626
Window 5					0.61	0.59	0.60		0.600
Window 6						0,58	0.58	0.59	0.590
Av. Eff. Per year	0.720	0.685	0.673	0.653	0.606	0.603	0.590	0.590	0.637
Keshtgaran	1394	1395	1396	1397	1398	1399	1400	1401	Av. Eff. per window
Window 1	0.73	0.73	0.69						0.716
Window 2		0.71	0.68	0.69					0.693
Window 3			0.68	0.66	0.60				0.646
Window 4				0.62	0.64	0.59			0.616
Window 5					0.61	0.58	0.55		0.580
Window 6						0.58	0.57	0.55	0.566
Av. Eff. Per year	0.730	0.720	0.683	0.656	0.616	0.583	0.560	0.550	0.636
Tadbir&Omid	1394	1395	1396	1397	1398	1399	1400	1401	Av. Eff. per window
Window 1	0.84	0.88	0.87						0.863
Window 2		0.89	0.84	0.90					0.876
Window 3			0.84	0.89	0.81				0.846
Window 4				0.92	0.80	0.77			0.830
Window 5					0.78	0.78	0.82		0.793
Window 6						0.77	0.79	0.75	0.770
Av. Eff. Per year	0.840	0.885	0.850	0.903	0.796	0.773	0.805	0.750	0.829
Mehr Omidgaran Ghaleh Madreseh	1394	1395	1396	1397	1398	1399	1400	1401	Av. Eff. per window
Window 1	0.42	0.49	0.39						0.433
Window 2		0.48	0.35	0.45					0.426
Window 3			0.37	0.46	0.41				0.413
Window 4				0.46	0.45	0.40			0.436
Window 5					0.44	0.42	0.43		0.430
Window 6						0.40	0.39	0.41	0.400
Av. Eff. Per year	0.420	0.485	0.370	0.456	0.433	0.406	0.410	0.410	0.423

DOI: 10.22055/jise.2024.46611.2123

نتیجه گیری

این مطالعه با هدف برآورد و تحلیل کارایی نظام‌های بهره‌برداری آب کشاورزی فعال در محدوده شبکه‌های آبیاری خوزستان انجام شده است. در این راستا ۱۰ نوع نظام بهره‌برداری طی فصل‌های زراعی ۱۳۹۴-۱۴۰۱ با بهره‌گیری از روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای مورد سنجش و ارزیابی قرار گرفت. در مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها میزان کارایی در شرایط ایستا اندازه‌گیری می‌شوند و لذا یک واحد تصمیم گیرنده با همه واحدهای دیگر در یک دوره زمانی یکسان مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در مقابل روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای بر اساس میانگین متحرک، عملکرد و روند تغییرات، یک واحد تصمیم را در طول زمان مورد بررسی قرار می‌دهد. کارایی نظام‌ها، تحت فرض بازده به مقیاس متغیر و با نگرش ماهیت ورودی بررسی شده است. بر اساس نتایج به‌دست آمده، بیشترین میانگین کارایی برای نظام بهره‌برداری ناحیه شمال از شرکت‌های بهره‌برداری شبکه‌های آبیاری و زهکشی و کمترین میانگین کارایی مربوط به نظام بهره‌برداری مهر امیدگران قلعه مدرسه از تعاونی‌های تولید می‌باشد. عامل اساسی در به‌دست آوردن بیشترین میانگین کارایی در نظام‌های بهره‌برداری شرکت‌های بهره‌برداری شبکه‌های آبیاری و زهکشی ، بهره‌مندی این نظام‌ها از حمایت‌های دولتی و ساختار دولت محور است. در مقابل، نبود ساختار حمایتی منسجم، عدم توانمدسازی اعضاء و عدم توسعه مهارت‌ها در بین اعضاء نظام‌های بهره‌برداری تعاونی‌های تولید از عوامل تأثیر گذار در به‌دست آوردن کمترین میانگین کارایی این نظام‌هاست. برپایه دیگر نتایج به‌دست آمده، میانگین کارایی هر سال نظام‌های بهره‌برداری فردوس و کشتگران از زیر مجموعه نظام‌های بهره‌برداری تعاونی‌های تولید، روند کاهشی داشته، این موضوع ناشی از عواملی همانند راندمان تولیدی پایین و عدم برخورداری از آب کشاورزی بهنگام، دور آبیاری مناسب و راندمان پایین شبکه است.

تقدیر و تشکر

بدینوسیله از سازمان آب و برق استان خوزستان به‌ویژه مدیریت محترم تحقیقات، نوآوری و فناوری اطلاعات، تشکر و قدردانی می‌گردد.

تضاد منافع نویسندگان

نویسندگان این مقاله اعلام می‌دارند که هیچ گونه تضاد منافعی در خصوص نگارش و انتشار مطالب و نتایج این پژوهش ندارند.

منابع مالی

نویسندگان هیچ گونه حمایت مالی برای تحقیق، تالیف و انتشار این مقاله دریافت نکردند.

دسترسی به داده‌ها

مجموعه داده‌های تولید شده و یا تحلیل شده در طول مطالعه حاضر، در صورت درخواست معقول، از نویسنده مسئول در دسترس هستند.

مشارکت نویسندگان

نویسنده اول: دلال مدحج، تجزیه و تحلیل داده ها و نگارش مقاله.

نویسنده دوم: عادل دحیماوی، بررسی نتایج.

References

1- Alizadeh, K. and Hatami Nezhad, H., 2015. The role of exploitation systems in the sustainable development of Iranian agriculture (Case study: Central part of Torbat-e Heydarieh), *Journal of Geographical Sciences*.22, pp.71-87. (In Persain)

2- Banker, R.D., Charnes, A. and Cooper, W.W. 1984. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis, *Management Science*, 30:pp.1078–1092. DOI:10.1287/mnsc.30.9.1078.

3- Charnes, A., Clark C.T., Cooper W.W., and Golany B. 1985. A developmental study of data envelopment analysis in measuring the efficiency of maintenance units in the U.S. Air Forces. *Annals of Operations Research*, 2(1), pp.95–112.

4- Charnes, A., Cooper, W.W. and Rhodes, E. 1978. Measuring the efficiency of decision making units, *European Journal of Operational Research*, 2:pp.429–444. DOI:10.1016/0377-2217(78)90138-8.

5- Dahimavi, A., Akhundali, A., shirvanian, A., Boroomand Nasab, S. (2018a). Extraction and Weighing of Indicators Representing the Principles of Agricultural Water Governance in Irrigation and Drainage Networks of Khuzestan, *Iran-Water Resources Research*. 14(4): 226-238. (In Persain).

6- Dahimavi, A., Akhundali, A., Shirvanian, A. and Boroomand Nasab, S., (2018b). Development of water governance indicators in irrigation and drainage networks of Khuzestan province, *Iranian Journal of Irrigation & Drainage*. 12(4), pp.919-929. (In Persain)

7- Dahimavi, A., Akhoond-Ali, A., Shirvanian, A. and Modhej, D., 2021. Measuring the resilience of exploitation systems from agricultural water based on good governance principles (case study: irrigation networks in Khuzestan Province). *Journal of International Development*, 33(2), pp. 437-453. DOI: 10.1002/jid.3522.

8- Farrell, M.J., 1957. The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, 120, pp. 253-281.

9- Huang, Q., Wang, J., Easter K.W. and S. Rozelle., 2010. Empirical assessment of water management institutions in Northern China. *Agricultural Water Management*, 98, pp.361–369. DOI:10.1016/j.agwat.2010.09.004.

10- Keshavarz, A. and Dehghani Sanij, H., 2011. Water productivity index an solutions for future agricultural activities in Iran, *Economic Strategy*. 1(1), pp.199-233. (In Persain)

11- Modhej, D. and Dahimavi, A., 2021. Application of Data Envelopment Analysis in Efficiency Evaluation of Agricultural Water Exploitation Systems in Khozestan province. *Agricultural Economics*, 15(1), pp. 29-53. Doi: 10.22034/IAES.2021.527188.1832.

12- Narayan, D., 1995. *The contribution of people's participation: Evidence from 121 Rural Water Supply Projects* (No. 1, pp. vii+-108).

13- Rogers, A. and W. Hall, 2003. *Effective Water Governance*. TEC BACKGROUND PAPERS. NO. 7. Global Water Partnership (GWP). Printed by Elanders Novum,

14- Sengupta, J.K., 1995. Dynamics of data envelopment analysis: Theory of systems efficiency. Boston: Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, London.

15- Ul Hassan, M.M., 2011. Analyzing governance reforms in irrigation: Central, South and West Asian experience. *Irrigation and Drainage*, 60(1), pp.151–162. DOI: 10.1002/ird.564.