Doi: 10.22034/IAES.2021.527188.1832

اقتصاد کشاورزی/جلد ۱۵/شماره۱/صفحه های ۵۳-۲۹

کاربرد روش تحلیل پوششی داده‌ها در ارزیابی کارایی نظام‌های بهره‌برداری از آب کشاورزی استان خوزستان

دلال مدحج، عادل دحیماوی[۱]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۱۹

چکیده

آب به عنوان یکی از عوامل تشکیل و بقای محیط‌زیست بیش از هر زمان دیگر مورد توجه می‌باشد، به‌گونه‌ای که حفظ و صیانت از منابع آب و بهره‌برداری بهینه و اقتصادی از آب یک مسئله جهانی است. بررسی‌های انجام شده در زمینه تاریخ تحولات کشاورزی ایران، نشان از اهمیت نقش نظام‌های بهره‌برداری از آب کشاورزی در توسعه کشاورزی کشور است به‌گونه‌ای که نظام‌های بهره‌برداری همواره یکی از مسائل بنیادین کشاورزی ایران در به-کارگیری منابع آب و خاک به شمار می‌آیند. لذا 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 ویژه-ای برخوردار است. در این پژوهش کارایی ۳۳ نظام بهره‌برداری طی فصل زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ در محدوده شبکه‌های آبیاری خوزستان مورد بررسی قرار گرفت. روش جمع آوری اطلاعات بصورت تمام شماری، بهره‌گیری از نظرات متخصصین حوزه آب و استفاده از اطلاعات دسته دوم (اطلاعات سازمانی) و به‌کارگیری نرم افزار GAMS انجام گرفت. 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.

طبقه‌بندی JEL: C44,H21,Q14,Q15

واژه‌گان کلیدی: : تحلیل پوششی داده‌ها ،شبکه‌های آبیاری، کارایی، نظام‌های بهره‌برداری آب

[۱]به ترتیب استادیار (نویسنده مسئول)گروه ریاضی، واحد سوسنگرد، دانشگاه آزاد اسلامی، سوسنگرد، ایران. دانش آموخته پسا دکتری منابع آب، سازمان آب و برق خوزستان

Email: modhej83@gmail.com

مقدمه

امروزه در مباحث پایداری منابع طبیعی، موضوعات مرتبط با منابع آب و چالش‌هایی که در زمینه مدیریت آن‌ها وجود دارد، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در بسیاری از نقاط جهان بهره‌برداری زیاد از منابع آب ، پایداری اجتماعی و اکولوژیکی را تهدید می‌نماید. 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 به دلیل محدودیت منابع آب فقط ۱۹/۵ میلیون هکتار از اراضی تحت کشت آبی است Keshavarz &Dehghani (Sanij, 2011). 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. 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 جهت احداث سازه‌های انتقال آب تا نقطه مصرف و سطح مدیریت مصرف جهت مصرف 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. همچنین منظور از پایداری در این نظام‌ها این است که مصرف‌کنندگان امروز منابع آب، ضمن تأمین نیاز آبی برای مزرعه و محصولات خود، به کیفیت و کمّیت آن برای نسل‌های آینده نیز توجه داشته باشند. بررسی‌های انجام شده در زمینه تاریخ تحولات کشاورزی ایران، این واقعیت را نشان می دهد 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 &Hatami Nezhad,2015).

در ایران، 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 به عنوان 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 است(Dahimavi et al., 2021) .

بررسی‌های به عمل آمده، نشان می‌دهد که عملکرد این نظام‌ها بنا به دلایلی مانند نقص در طراحی و اجرا و نبود مدیریت مناسب، کمتر از حد انتظار می‌باشد(Dahimavi et al.,2018a). در این راستا، ارزیابی کارایی نظام‌ها این امکان را فراهم می‌سازد که نقاط ضعف و قوت نظام‌ها در بکارگیری و تحقیق منابع و امکانات شناسائی و در ادامه با اتخاذ سیاست مناسب وضعیت موجود نظام‌های بهره‌برداری را بهبود بخشید.

در این تحقیق، پنج نظام بهره‌برداری از منابع آب کشاورزی شرکت‌های بهره‌برداری از شبکه-های آبیاری و زهکشی، چهارده نظام بهره‌برداری از منابع آب کشاورزی تعاونی‌های تولید، ده نظام بهره‌برداری از منابع آب کشاورزی تعاونی‌های آب‌بران، یک نظام بهره‌برداری از منابع آب کشاورزی شرکت‌های سهامی‌زراعی و سه نظام بهره‌برداری از منابع آب کشاورزی شرکت‌های خصوصی، در محدوده شبکه‌های آبیاری و زهکشی شهرستان‌های دزفول، شوشتر، بهبهان، هندیجان، رامشیر، شادگان، خرمشهر، هویزه و دشت آزادگان با انجام پایش‌های میدانی محدوده مطالعاتی مورد بررسی قرار گرفت.

در بین نظام‌های یاد شده، نظام بهره‌برداری شرکت‌های بهره‌برداری، یک نوع نظام بهره‌برداری دولتی محسوب شده در حالی‌که سه نظام بهره‌برداری تعاونی‌های تولید، آب‌بران و سهامی زراعی در ردیف نظام‌های بهره‌برداری تعاونی قرار می‌گیرند. پنجمین نظام بهره‌برداری، یک نظام کاملا خصوصی است.

در ادامه شرح مختصری از مطالعات خارجی و داخلی در زمینه مدیریت منابع آب و بهبود بهره-وری آن فهرست وار ارائه می‌شود.

Small and Sevendsen(1990) شبکه‌های آبیاری را با دقت تعریف و روابط آن‌ها را با سیستم-های کشاورزی، اجتماعی و اقتصادی (از نظر ورودی و خروجی) مشخص کردند. آن‌ها ۳ دسته

از معیارهای عملکرد شبکه‌های آبیاری را شناسایی و در نهایت روش ارزیابی چارچوبی(AP[۱]) را برای ارزیابی شبکه‌های انتخاب کردند.(1987) Chambers اقدامات لازم را برای بهبود عملکرد سیستم‌های آبیاری ارائه داد. او بصورت روشمند و سریع شاخص‌های کلیدی شبکه‌های آبیاری و زهکشی را مشخص و روش ارزیابی سریع را برای سنجش شبکه‌ها ارائه کرد. روش ارزیابی سریع، بر اساس برنامه کوتاه مدت و تجزیه و تحلیل اطلاعات ستادی و میدانی می‌باشد. Monem et al (2003) با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها، هشت شبکه آبیاری کشور را ارزیابی و کارایی آن‌ها تعیین کردند. در این تحقیق با معرفی شاخص‌های مختلف فنی و مدیریتی بصورت ورودی و خروجی ارزیابی مجموعه کل سیستم شبکه و شرکت‌های بهره برداری فراهم گردید. Ganji et al (2018) کارایی آب مصرفی تولید کنندگان گندم استان البرز را با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها و همچنین عوامل موثر بر کارایی مصرف آب را با استفاده از الگوی رگرسیون توبیت مورد بررسی قرار دادند. بر اساس نتایج تحقیق، تولید کنندگان مورد مطالعه می‌توانند با کاهش استفاده از ورودی‌ها، بدون کاهش در محصول معین، کارایی فنی شان را افزایش دهند. در مقابل، بررسی وضعیت کارایی مصرف ورودی آب، نشان دهندهٔ مدیریت صحیح و درست آب در استان البرز است.(2018b) Dahimavi et al با استفاده از نظرات کارگروه تخصصی ۳۲ نفره کارشناسان آب و خاک و بکارگیری 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. Asad Falsafi Zadeh et al (2014) برای بررسی عامل‌های مؤثر بر اضافه برداشت منابع آب زیر زمینی شهرستان مرودشت از مدل لوجیت استفاده کردند. بر اساس نتایج پژوهش، متغیرهای سطح درآمد و نوع کانال انتقال آب زیرزمینی دارای اثر مثبت و متغیرهای مجوز بهره برداری از منبع آب زیرزمینی، کارایی زیربرداری آب، بازده آب، شرکت در کلاس‌های آموزشی، فاصله مزرعه تا منبع و سطح تحصیلات دارای اثر منفی و معناداری بر متغیر اضافه برداشت منابع آب زیرزمینی داشته است.(2021) Dahimavi et al در تحقیقی تحت عنوان سنجش میزان تاب آوری نظام‌های بهره‌برداری از آب کشاورزی به موضوع تأثیر

[۱] Framework Appraisal

پذیری عملکرد این نظام‌ها تحت شرایط خاص اقلیمی پرداخته و نتیجه گیری کردند که مدیریت مطلوب و علمی، عاملی اساسی در ارتقای تاب آوری هر یک از نظام‌ها در برابر شرایط خاص محسوب می‌گردد.

هدف از انجام این پژوهش، ارزیابی کارایی نظام‌های بهره برداری استان خوزستان طی سال‌های ۱۳۹۸-۱۳۹۷ می‌باشد.در ادامه ابتدا روش مورد استفاده و آن‌گاه نتایج ارائه می‌شوند.

مواد و وروش

یکی از کاربردی‌ترین تکنیک‌های بررسی کارایی، تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها(DEA[۱]) می-باشد. در سال ۱۹۵۷، فارل[۲] با استفاده از روش اندازه‌گیری کارایی در مباحث مهندسی، اقدام به اندازه‌گیری کارایی برای یک واحد تولیدی نمود. موردی که فارل برای اندازه‌گیری کارایی مدنظر 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. چارنز[۳]، کوپر[۴] و رودز[۵] در سال ۱۹۷۸، دیدگاه فارل را توسعه دادند و الگویی خلاقانه را ارائه کردند که توانائی اندازه-گیری کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده با ورودی‌ها و خروجی‌های متعدد را داشت. این مدل به CCR[۶] که از حروف نام سه فرد یاد شده تشکیل شده است، معروف گردید. در سال ۱۹۸۴ نیز مدل BCC[۷] توسط بنکر، چارنز و کوپر ارائه شد. مدل‌های CCRو BCCمدل‌های اساسی درتحلیل پوششی داده‌ها است،تفاوت این دومدل درنوع بازده به مقیاس آن‌هااست. از آنجا که تحلیل پوششی داده‌ها یک روش مدیریتی است که علاوه بر سنجش کارایی نسبی، راهکارهای مدیریتی نیز ارائه می‌دهد لذا این تکنیک به یکی از حوزه‌های فعال تحقیقاتی در اندازه‌گیری کارایی تبدیل شده است. در ادامه رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها شرح داده می‌شود.

---

[۱] Data Envelopment Analysis
[۲] Farell
[۳] Charnes
[۴] Cooper
[۵] Rhodes
[۶] Charns, Cooper and Rhodes (CCR)
[۷] Banker, Charns and Cooper (BCC)

روش تحلیل پوششی داده‌ها

تحلیل پوششی داده‌ها یک تکنیک ریاضی برای ارزیابی کارایی مجموعه ای از واحدهای تصمیم گیرنده (DMU[۱]) است. در این روش واحدهای تصمیم گیری به واحدهای کارا و ناکارا دسته بندی می‌شوند و منبع و مقدار ناکارایی برای هر واحد مشخص می‌گردد. تحلیل پوششی داده‌ها از جمله تکنیک‌هایی است که علاوه بر سنجش وارزیابی کارایی واحدهای تصمیم گیرنده، راه-های 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، به کارگیری 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 به علت خاص بودن در بسیاری از واحدهای تصمیم گیری قابل اتکاء نمی‌باشد، در ضمن استفاده از بازده به مقیاس متغیر موجب ،تحلیل بسیار دقیق تری نسبت به بازده به مقیاس ثابت می‌شود. لذا در پژوهش حاضر از مدل BCC برای ارائه تحلیل دقیق استفاده می‌شود.

فرض کنیم n واحد تصمیم گیرنده موجود باشد که با $\{DMU_j = (x_j, y_j) : j = 1, 2, ..., n\}$ نشان خواهیم داد. به‌طوری‌که $x_j = (x_{1j}, x_{2j}, ..., x_{mj})^T$ نشان دهنده بردار ورودی و $y_j = (y_{1j}, y_{2j}, ..., y_{sj})^T$, نشان دهنده بردار خروجی DMU_j است. در ضمن $x_j \geq 0, x_j \neq 0$ و $y_j \geq 0, y_j \neq 0$. مدل BCC با ماهیت ورودی، کارایی واحد تصمیم گیرنده تحت بررسی، DMU_o ، را با حل مدل زیر ارزیابی می‌کند.

---

[۱] Decision Making Unit

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

با افزودن متغیرهای کمکی به مدل فوق، مدل زیر به‌دست می‌آید

$$
\begin{aligned}
&\theta^{*} = \min \theta \\
&\text{s.t.} \quad \sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} + s_i^{-} = \theta x_{io}, \quad i = 1,\ldots,m \\
&\qquad \sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} - s_r^{+} = y_{ro}, \quad r = 1,\ldots,s \\
&\qquad \sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1 \\
&\qquad \lambda_j \ge 0, \qquad j = 1,2,...,n \\
&\qquad s_i^{-} \ge 0, \qquad i = 1,\ldots,m \\
&\qquad s_r^{+} \ge 0, \qquad r = 1,\ldots,s
\end{aligned}
\tag{2}
$$

DMU_O تحت مدل (۲) کارای قوی در ماهیت ورودی نامیده می‌شود هرگاه ۲ شرط زیر برقرار باشند

الف: $\theta^{*} = 1$

ب: $s_i^{-*} = 0, s_r^{+*} = 0$ (در هر جواب بهینه متغیرهای کمکی صفر هستند)

اگر $\theta^{*} = 1$ ولی در بعضی جواب‌های بهینه حداقل یکی از متغیرهای کمکی مخالف صفر باشد آنگاه DMU_O کارای ضعیف در ماهیت ورودی خوانده می‌شود.

کارایی واحد DMU_O تحت مدل BCC با ماهیت خروجی ازحل مدل زیر به‌دست می‌آید.

$$
\begin{aligned}
&\varphi^{*} = \max \varphi \\
&\text{s.t.} \quad \sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} \le x_{io}, \quad i = 1,\ldots,m \\
&\qquad \sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} \ge \varphi y_{ro}, \quad r = 1,\ldots,s \\
&\qquad \sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1 \\
&\qquad \lambda_j \ge 0, \qquad j = 1,2,...,n
\end{aligned}
\tag{3}
$$

پس از افزودن متغیرهای کمکی به مدل فوق، مدل زیر حاصل می‌گردد.

$$
\begin{aligned}
&\varphi^{*} = \max \varphi \\
&\text{s.t.} \quad \sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} + t_i^{-} = x_{io}, \quad i = 1,\ldots,m \\
&\qquad \sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} - t_r^{+} = \varphi y_{ro}, \quad r = 1,\ldots,s \\
&\qquad \sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1 \\
&\qquad \lambda_j \ge 0, \qquad j = 1,2,...,n \\
&\qquad t_i^{-} \ge 0, \qquad i = 1,\ldots,m \\
&\qquad t_r^{+} \ge 0, \qquad r = 1,\ldots,s
\end{aligned}
\tag{4}
$$

DMU_O تحت مدل (۴) کارای قوی در ماهیت خروجی نامیده می‌شود هرگاه ۲ شرط زیر برقرار باشند

الف: $\varphi^{*} = 1$

ب: $t_i^{-*} = 0, t_r^{+*} = 0$ (در هر جواب بهینه متغیرهای کمکی صفر هستند)

اگر $\varphi^{*} = 1$ ولی در بعضی جواب‌های بهینه حداقل یکی از متغیرهای کمکی مخالف صفر باشد آنگاه DMU_O کارای ضعیف در ماهیت خروجی خوانده می‌شود

دراین مدل‌ها $\theta^{*} < 1 (\varphi^{*} > 1)$ بدین مفهوم است که DMU_O ناکارا در ماهیت ورودی (خروجی)است و $1-\theta^{*}$ $(\varphi^{*}-1)$ مقدار ناکارایی در ماهیت ورودی(خروجی) است.

نظام‌های مورد ارزیابی و شاخص‌های ارزیابی عملکرد

در طراحی نظام‌های بهره‌برداری، بکارگیری 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، نظام‌های بهره‌برداری در محدوده شبکه‌های آبیاری و زهکشی شهرستان‌های دزفول، شوشتر، بهبهان، هندیجان، رامشیر، شادگان، خرمشهر، هویزه و دشت آزادگان به شرح جدول (۱) برای ارزیابی انتخاب شدند.

جدول(۱) نظام های بهره برداری از آب منتخب استان خوزستان برای ارزیابی کارایی

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

نظام بهره‌برداری آب کشاورزی شرکت‌های بهره‌برداری از شبکه‌های آبیاری و زهکشی Agricultural water exploitation systems of exploitation companies of irrigation and drainage networks	زهره و جراحی(Zohreh & Jarrahi) ناحیه شمال(Nahieh Shomal) مارون(Maroon) کارون بزرگ(Karoon Bozorg) کرخه و شاوور(Karkheh & Shavoor)
نظام‌های بهره‌برداری از آب کشاورزی تعاونی‌های تولید Agricultural water exploitation systems of production cooperatives	فردوس(Ferdos) اخوت (okhovat) کشتگران(Keshtgaran) نصر(Nasr) بعثت(Beasat) ولایت(Velayat) نبوت(Nabovat) هجرت(Hejrat) آب بران(Aab Baran) یاسمین(Yasamin) خوشه کشت(Khosheh Kesht) غلات طلایی(Ghalaat Thalaei) میلاد شرق(Milad Shargh) گندم‌زار کوثران(Gandomzar Kusaran)

ادامه جدول(۱) نظام های بهره برداری از آب منتخب استان خوزستان برای ارزیابی کارایی
Table (1)Selected water exploitation systems of Khozestan Province for efficiency evaluation

نظام‌های بهره‌برداری از آب کشاورزی تعاونی‌های آب‌بران Agricultural water exploitation systems of water users cooperatives	کشاورزان گتوند(Keshavarzan Gotvand) کوثر عقیلی(Kusar Aghili) دیمچه(Dimcheh) وحدت میاناب(Vahdat Miyanab) نیکوکاران سرسبز(Nikokaran Sarsabz) کوثر داریون(Kosar Darion) کارون داریون(Karoon Darion) ساقی(Saghi) صداقت فجر(Sedaghat Fagr) آبران(Abran)
نظام بهره‌برداری از آب کشاورزی شرکت‌های سهامی-زراعی Agricultural water exploitation systems of Farming joint stock	یزد نو(Yazd nwo)
نظام‌های بهره‌برداری از آب کشاورزی شرکت‌های خصوصی Agricultural water exploitation systems of private companies	عجیروب(Agayroob) دامغانی(Damghani) توسعه پردازان عقیلی(Tosea pardazan Aghili)

معیارهای انتخاب نظام‌های بهره‌برداری فوق از استان خوزستان در این پژوهش به صورت زیر می‌باشند

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

ب- کلیات عامل‌های مؤثر بر عملکرد، یکسان باشند.

ارزیابی عملکرد نظام‌های بهره‌برداری را می‌توان از دیدگاه‌های متفاوتی از قبیل مدیریتی، اجتماعی، اقتصادی،فنی، کشاورزی و زیست محیطی بررسی کرد (Shabanali Fami et al., 2011). در هر یک از این دیدگاه‌ها از تعدادی از شاخص‌های مربوط به آن دیدگاه استفاده می‌شود. Bos et al (2005) عامل‌های موثر بر عملکرد نظام‌های بهره‌برداری را برای هر یک از دیدگاه‌های فوق ارائه دادند. این پژوهش پایه بسیاری از مطالعات بعدی شد. در ارزیابی کارایی به روش تحلیل پوششی داده‌ها اگر تعداد واحدهای تصمیم گیرنده کمتر از مجموع تعداد ورودی‌ها و تعداد خروجی‌ها باشد، واحدهای تصمیم گیری کارا ارزیابی شده و تفکیک کارایی به درستی انجام نخواهد پذیرفت(Cooper et al., 2007). در این بخش از تحقیق، بواسطه تعدد

عامل‌های مؤثر بر عملکرد و محدود بودن تعداد واحدهای تصمیم‌گیری، از شاخص‌های ترکیبی استفاده گردید. شیوه ترکیب وزنی، معمول‌ترین شیوه در ترکیب عامل‌ها با همدیگر می‌باشد، بدین منظور در تحقیق حاضر 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 شد و سپس عامل‌های ساده مؤثر در عملکرد نظام‌های بهره‌برداری، به صورت وزنی باهم ترکیب شدند. گرچه روش تحلیلی بکار رفته در تحقیق جهت ارزیابی، یک روش کمی است اما برای تعیین ضریب اهمیت این شاخص‌ها که منعکس کننده سیاست‌ها و استراتژی مدیریت است نظریات کارشناسی خبرگان (مدیران ارشد بهره‌برداری و توسعه شبکه‌های آبیاری، مدیران آب و خاک جهادکشاورزی،اساتید بخش آب دانشگاه‌ها و بهره‌برداران باسواد فعال در محدوده شبکه-های آبیاری و زهکشی به تعداد ۳۲ نفر) لحاظ شده است. در راستای محاسبه کارایی نظام‌های بهره‌برداری ، ورودی‌های مورد استفاده در تحقیق پیش رو شبکه آبیاری، ماشین آلات، کارکنان، هزینه، بهره‌برداران، محصولات ، قراردادها و خروجی‌ها بهره‌وری آب، کشاورزی و سازگاری تعیین شدند .معرفی شاخص‌های ورودی و خروجی در جداول ۲و۳ و عامل‌های جزئی تشکیل دهنده آن‌ها در جداول ۴و۵ آورده شده است.

جدول (۲) شاخص‌های ورودی برای ارزیابی عملکرد

Table(2):Input indicator for efficiency evaluation

عنوان شاخص Indicator title	علامت مشخصه Token	تعریف Definition
شبکه آبیاری Irrigation network	N	$N = n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5 + n_6$
ماشین آلات Machinery	M	$M = \frac{40m_1 + 60m_2}{100}$
کارکنان Personnel	I	$I = \frac{i_1 + i_2}{2}$
هزینه Cost	C	$C = \frac{65c_1 + 35c_2}{100}$
بهره‌برداران Beneficiaries	O	تعداد اعضای نظام بهره‌برداری آب کشاورزی Number of members of agricultural water exploitation systems

ادامه جدول (۲) شاخص‌های ورودی برای ارزیابی عملکرد

Table(2):Input indicator for efficiency evaluation

محصولات Products	p	شمار محصولات بر اساس الگوی کشت منطقه Number of crops according to crop pattern
قراردادها Contracts	S	تعداد قراردادهای منعقده تأمین آب Number of signed water supply contracts

جدول (۳) شاخص‌های خروجی برای ارزیابی عملکرد

Table(3):Output indicator for efficiency evaluation

عنوان شاخص Indicator title	علامت مشخصه Token	تعریف Definition
بهره‌وری آب Water' productivity	E	$E = \frac{p_t}{v_t}$
کشاورزی Agriculture	A	$A = \frac{70a_1 + 15a_2 + 15a_3}{100}$
سازگاری Compatibility	R	$R = \frac{50r_1 + 20r_2 + 30r_3}{100}$

جدول (۴) عامل‌های جزئی شاخص‌های ورودی

Table(4) Minor factors of input indicators

عامل جزئی Minor factor	عامل جزئی مشخصه Characteristic minor factor	تعریف عامل جزئی Definition of minor factor	تعریف پارامترهای عامل‌های جزیی Definition of minor factor parameters
n_1	سطح تحت پوشش Covered Surface	$n_1 = 0.25A$	A :سطح شبکه تحت اختیار نظام بهره‌برداری : network's surface of the under A authority exploitation systems
n_2	حجم آب ورودی Inlet water volume	$n_2 = 0.23V$	V :حجم آب ورودی شبکه تحت اختیار نظام بهره‌برداری :Inlet water volume of the under V authority exploitation systems
n_3	طول و ظرفیت کانال درجه ۱	$n_3 = 0.18(\sum Q_i L_i)_1$	مجموع حاصلضرب طول در ظرفیت مقاطع مختلف کانال درجه ۱ Sum of the multiplication of the lengths by the capacitance of different junctions of channel grade 1

ادامه جدول (۴) عامل‌های جزئی شاخص‌های ورودی

Table(4) Minor factors of input indicators

عامل جزئی Minor factor	عامل جزئی مشخصه Characteristic minor factor	تعریف عامل جزئی Definition of minor factor	تعریف پارامترهای عامل‌های جزئی Dfinition of minor factor parameters
n_4	طول و ظرفیت کانال درجه ۲ Length and capacity of channel grade 2	$n_4 = 0.16(\sum Q_i L_i)_2$	مجموع حاصلضرب طول در ظرفیت مقاطع مختلف کانال درجه ۲ Sum of the multiplication of the lengths by the capacitance of different junctions of channel grade 2
n_5	سازه آبگیر ۱ Intake structure 1	$n_5 = 0.09(\sum nQ)_1$	مجموع حاصل ضرب تعداد در ظرفیت دریچه-های کانال درجه ۱ sum of the multiplication of the numbers by the capacitance of channel valves grade 1
n_6	سازه آبگیر۲ Intake structure 2	$n_6 = 0.09(\sum nQ)_2$	مجموع حاصل ضرب تعداد در ظرفیت دریچه-های کانال درجه دو sum of the multiplication of the numbers by the capacitance of channel valves grade 2
m_1	تعداد ماشین آلات سبک Number of lightweight machineries	ماشین آلات سبک Lightweight machinery	
m_2	تعداد ماشین آلات سنگین Number of heavy machineries	ماشین آلات سنگین Heavy machinery	
i_1	شاخص تخصص کارکنان Personnel specialty index	$i_1 = (40D_1 + 25D_2 + 20D_3 + 10D_4 + 5D_5) / 100$	D_1, D_2, D_3, D_4, D_5 به‌ترتیب شمار کارکنان دکتری، کارشناسی ارشد، کارشناسی، کاردانی، دیپلم و زیر دیپلم Number of doctorals, masters, bachelors, associates, diplomas and sub diplomas respectively D_1, D_2, D_3, D_4, D_5
i_2	شاخص مسئولیت Liability index	$i_2 = \frac{80D_6 + 20D_7}{100}$	D_6, D_7 به ترتیب کارکنان اجرایی و کارکنان مدیریتی Executive and management personnel, respectively D_6, D_7

ادامه جدول (۴) عامل‌های جزئی شاخص‌های ورودی

Table(4) Minor factors of input indicators

عامل جزئی Minor factor	عامل جزئی مشخصه Characteristic minor factor	تعریف عامل جزئی Definition of minor factor	تعریف پارامترهای عامل‌های جزئی Dfinition of minor factor parameters
c_1	هزینه‌های بهره‌برداری exploitation costs	هزینه‌های کارکنان(حقوق و دستمزد) شبکه‌های آبیاری Personnel costs (salary) of irrigation networks	
c_2	هزینه‌های تعمیر و نگهداری Maintenance costs	هزینه‌های سالیانه تعمیرات و نگهداری شبکه‌های آبیاری Annual Maintenance costs of irrigation networks	

جدول (۵) عامل‌های جزئی شاخص‌های خروجی

Table(5) Minor factors of output indicators

عامل جزئی Minor factor	عامل جزئی مشخصه Characteristic minor factor	تعریف عامل جزئی Definition of minor factor	تعریف پارامترهای عامل‌های جزئی Dfinition of minor factor parameters
p_t	میزان کل تولید Total production rate	-	میزان کل محصولات تولیدی شبکه آبیاری Total production of irrigation network products
v_t	کل حجم آب ورودی Total volume of entry water	-	میزان کل حجم آب ورودی شبکه آبیاری Total volume of inlet water of irrigation network
a_1	سطح زیر کشت در اختیار نظام بهره‌برداری The area under cultivation at the disposal of the exploitation systems	-	سطح واقعی کشت شده توسط اعضای نظام بهره‌برداری آب کشاورزی The actual level cultivated by members of the agricultural water exploitation systems
a_2	میانگین عملکرد محصولات Average of products performance	$a_2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} A_i P_i}{\sum_{i=1}^{n} A_i}$	n : تعداد محصولات، A_i : سطح زیر کشت محصول i P_i : میانگین عملکرد محصول , : Number of products n : The area under cultivation of the ith crop A_i : Average of product performance P_i

ادامه جدول (۵) عامل‌های جزئی شاخص‌های خروجی

Table(5) Minor factors of output indicators

عامل جزئی Minor factor	عامل جزئی مشخصه Characteristic minor factor	تعریف عامل جزئی Definition of minor factor	تعریف پارامترهای عامل‌های جزئی Dfinition of minor factor parameters
a_3	ارزش محصولات شبکه The value of network products	$a_3 = \sum_{i=1}^{n} A_i P_i C_i(y)$	n : تعداد محصولات، A_i : سطح زیر کشت محصول i P_i : میانگین عملکرد محصول $C_i(y)$:ارزش محصول i , : Number of products n : The area under cultivation of the ith crop A_i : Average of product performance P_i $C_i(y)$: The first product' value
r_1	رضایت‌مندی از عملکرد خدمات نظام بهره‌برداری Satisfaction with the agricultural water exploitation systems	$r_1 = \frac{\sum_{i=1}^{n} DEG_i}{AG_{all}}$	n :تعدادکشاورزان، DEG_i : نمره رضایتمندی AG_{all} :تعداد کل کشاورزان n : Number of agriculturists : Satisfaction score DEG_i AG_{all} :Total number of agriculturists
r_2	رفع تعارضات Conflict resolution	$r_2 = 1 - \frac{N_{qur}}{N_{ag}}$	N_{qur} :تعداد نزاع آبیاری، N_{ag} : تعداد کشاورزان نظام بهره برداری ,: Number of irrigation disputes N_{qur} :Number of agriculturists of the N_{ag} exploitation systems faction score
r_3	پرداخت آب بهاء Paying water price	$r_3 = \frac{w_a}{\sum_{i=1}^{n} a_i p_i}$	n : تعداد قراردادها، w_a : میزان پرداخت آب بهاء توسط کشاورزان، a_i : سطح زیر کشت p_i : نرخ آب بهاء محصول : Number of contracts n : The payment amount of water price by w_a agriculturists : The area under cultivation a_i : The rate of water price'product p_i

به منظور ارزیابی کارایی نظام‌های بهره‌برداری از آب کشاورزی خوزستان، فهرستی مشتمل بر ۷۵۹ عنوان اطلاعاتی عامل‌های جزئی شاخص‌های ورودی و خروجی از سطح شبکه‌های تحت پوشش نظام‌ها به شرح جدول ۶، جمع‌آوری گردید.

جدول (۶) تعداد اطلاعات ثبت شده عامل‌های جزئی شاخص‌های ورودی و خروجی نظام‌های بهره‌برداری از آب کشاورزی خوزستان

Table(6) Number of recorded data of minor factors of input and output indicators for exploitation systems of Khozestan province

نظام‌های بهره‌برداری از آب کشاورزی Agriculture water exploitation systems	تعداد اطلاعات عامل‌های جزئی شاخص‌های عملکردی Number of data for minor factors of operation indicators
شرکت‌های بهره‌برداری Exploitation companies	115
تعاونی‌های تولید Production cooperatives	322
تعاونی‌های آب‌بران Water users cooperatives	230
شرکت‌های سهامی‌زراعی Farming joint stock	23
شرکت‌های خصوصی Private companies	69
جمع Total	759

نتایج و بحث

اطلاعات مورد نیاز ورودی و خروجی‌های نظام‌های بهره‌برداری، از ترکیب و تلفیق عامل‌های بر اساس روابط مندرج در جداول ۴و ۵ قابل محاسبه بوده ، نتایج به دست آمده جهت ارزیابی کارایی نظام ها به روش تحلیل پوششی داده‌ها، مورد استفاده قرار می‌گیرند. از آن‌جا که در نظام‌های بهره‌برداری کنترل بیشتری بر روی ورودی‌ها نسبت به خروجی‌ها وجود دارد ، مدل (۱)، مدل BCC با ماهیت ورودی برای ارزیابی بکار می‌رود. نتایج مربوط به ارزیابی کارایی ۳۳ نظام بهره‌برداری در جداول گزارش شده است.

جدول (۷) کارایی نظام‌های بهره‌برداری آب کشاورزی شرکت‌های بهره برداری ازشبکه‌های آبیاری و زهکشی

Table(7):Agricultural water exploitation systems of exploitation companies of irrigation and drainage networks' efficiency scores

کارون بزرگ Karoon Bozorg	کارون بزرگ Karoon Bozorg	مارون Maroon	ناحیه شمال Nahieh Shomal	زهره و جراحی Zohreh & Jarrahi	
1/00	0/91	0/73	1/00	0/89	کارایی Efficiency
0/00	0/00	483/27	0/00	301/32	
0/00	7/50	5/58	0/00	0/00	
0/00	0/00	48/26	0/00	412/87	
0/00	18239/01	24394/63	0/00	83636/72	مازاد ورودی‌ها
0/00	749/06	18/71	0/00	9301/29	Input Excesses
0/00	0/00	0.00	0/00	4/05	
0/00	2746/79	358/91	0/00	1815/21	
0/00	0/14	0/47	0/00	0/00	کمبود خروجی‌ها
0/00	0.00	0.03	0/00	0/00	Output Shortfalls
0/00	0.00	0.00	0/00	0/02	

جدول (۸)مقادیرکارایی نظام‌های بهره‌برداری نظام‌های بهره‌برداری از آب کشاورزی تعاونی‌های تولید

Table(8): Agricultural water exploitation systems of production cooperatives' efficiency scores

نبوت Nabovat	ولایت Velayat	بعثت Beasat	نصر Nasr	کشتگران Keshtgaran	اخوت Okhovat	فردوس Ferdos	
1/00	1/00	0/89	1/00	0/73	1/00	1/00	کارایی Efficiency
0/00	0/00	37/26	0/00	0/00	0/00	0/00	
0/00	0/00	0/00	0/00	3/23	0/00	0/00	
0/00	0/00	0/00	0/00	0/12	0/00	0/00	مازاد ورودی‌ها
0/00	0/00	56/47	0/00	0/00	0/00	0/00	Input Excesses
0/00	0/00	8/04	0/00	6770/46	0/00	0/00	
0/00	0/00	2/08	0/00	2/41	0/00	0/00	
0/00	0/00	0/00	0/00	168/47	0/00	0/00	
0/00	0/00	0/18 452/98	0/00	0/00	0/00	0/00	کمبود خروجی‌ها
0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	Output Shortfalls
0/00	0/00		0/00	0/00	0/00	0/00	

ادامه جدول (۸)مقادیرکارایی نظام‌های بهره‌برداری نظام‌های بهره‌برداری از آب کشاورزی تعاونی‌های تولید

Table(8): Agricultural water exploitation systems of production cooperatives' efficiency scores

گندم‌زار کوثران Gandomzar Kusaran	میلاد شرق Milad Shargh	غلات طلایی Ghalaat Thalaei	خوشه کشت Khosheh Kesht	یاسمین Yasamin	آب بران Aab Baran	هجرت Hejrat	
0/99	1/00	0/97	0/91	1/00	1/00	0/99	کارایی Efficiency
0/00	0/00	379/33	249/85	0/00	0/00	0/00	
0/12	0/00	9/30	0/43	0/00	0/00	0/07	
0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	مازاد ورودی‌ها Input Excesses
0/00	0/00	0/00	381/89	0/00	0/00	0/00	
121/20	0/00	244/38	189/07	0/00	0/00	38/36	
0/00	0/00	3/08	2/35	0/00	0/00	0/00	
83/47	0/00	85/94	35/85	0/00	0/00	45/57	
0/23	0/00	0/00	0/17	0/00	0/00	0/24	کمبود خروجی‌ها Output Shortfalls
0/00	0/00	306/50	197/00	0/00	0/00	437/38	
0/00	0/00	0/00	0/02	0/00	0/00	0/00	

جدول (۹) مقادیر کارایی نظام‌های بهره‌برداری از آب کشاورزی تعاونی‌های آب‌بران خوزستان

Table (9) Agricultural water exploitation systems of of water users cooperatives' efficiency scores

نیکوکاران سرسبز Nikokaran Sarsabz	وحدت میاناب Vahdat Miyanab	دیمچه Dimcheh	کوثر عقیلی Kusar Aghili	کشاورزان گتوند Keshavarzan Gotvand	
0/90	0/74	0/89	1/00	0/82	کارایی Efficiency
0/00	128/49	191/37	0/00	677/82	
8/79	6/56	7/92	0/00	0/21	
0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	مازاد ورودی‌ها Input Excesses
0/00	0/00	0/00	0/00	29/12	
0/00	0/00	157/23	0/00	0/00	
0/77	0/93	1/80	0/00	0/00	
634/82	304/32	274/19	0/00	2/31	
0/20	0/37	0/00	0/00	0/09	کمبود خروجی‌ها Output Shortfalls
0/00	0/00	0/00	0/00	1181/23	
0/17	0/00	0/29	0/00	0/06	

ادامه جدول (۹) مقادیر کارایی نظام‌های بهره‌برداری از آب کشاورزی تعاونی‌های آب‌بران خوزستان

Table (9) Agricultural water exploitation systems of of water users cooperatives' efficiency scores

آبران Abran	صداقت فجر Sedaghat Fagr	ساقی Saghi	کارون داریون Karoon Darion	کوثر داریون Kosar Darion	
1/00	1/00	1/00	0/82	0/78	کارایی Efficiency
0/00	0/00	0/00	0/00	273/46	
0/00	0/00	0/00	7/30	7/12	
0/00	0/00	0/00	0/00	0/00	مازاد ورودی‌ها
227/59	0/00	0/00	0/00	0/00	Input Excesses
276/09	0/00	0/00	48/50	62/18	
2/90	0/00	0/00	0/60	1/05	
123/78	0/00	0/00	0/00	476/01	
0/13	0/00	0/00	0/12	0/28	کمبود خروجی‌ها
648/33	0/00	0/00	55/06	689/05	Output Shortfalls
0/00	0/00	0/00	0/23	0/43	

جدول (۱۰) کارایی نظام بهره‌برداری از آب کشاورزی شرکت‌های سهامی‌زراعی خوزستان

Table (10) Agricultural water exploitation systems of Farming joint stock's efficiency scores

یزد نو Yazd now	
0/95	کارایی Efficiency
205/15	
1/27	
0/00	مازاد ورودی‌ها
0/00	Input Excesses
157/31	
0/00	
106/37	
0/01	کمبود خروجی‌ها
0/00	
0/00	Output Shortfalls

جدول (۱۱) کارایی نظام‌های بهره‌برداری از آب کشاورزی شرکت‌های خصوصی خوزستان

Table (11)Agricultural water exploitation systems of private companies' efficiency scores

توسعه پردازان عقیلی Tosea pardazan Aghili	دامغانی Damghani	عجیروب Agayroob	
1/00	1/00	1/00	کارایی Efficiency
0/00	0/00	0/00	
0/00	0/00	0/00	
0/00	0/00	0/00	مازاد ورودی‌ها
0/00	0/00	0/00	Input Excesses
0/00	0/00	0/00	
0/00	0/00	0/00	
0/00	0/00	0/00	
0/00	0/00	0/00	کمبود خروجی‌ها
0/00	0/00	0/00	Output Shortfalls
0/00	0/00	0/00	

نتایج به‌دست آمده در جداول ۱۱-۷، نشان می‌دهد که در نظام بهره برداری از شرکت‌های آبیاری و زهکشی ، ناحیه شمال و کرخه و شاوور کارا و زهره و جراحی، مارون و کارون بزرگ به ترتیب با مقادیر کارایی ۰,۸۹، ۰,۷۳ و۰,۹۱ ناکارا می‌باشند. ورودی هزینه بیشترین میزان ناکارایی را به نظام‌های بهره‌برداری از این شرکت تحمیل کرده است.

از ۱۴ نظام بهره‌برداری آب کشاورزی تعاونی‌های تولید، ۸ نظام بهره‌برداری فردوس، اخوت، نصر،ولایت، نبوت، میلاد شرق، آب بران و یاسمین کارا ، و نظام‌های کشتگران، بعثت، هجرت، خوشه کشت، غلات طلایی، گندم‌زاران کوثر به ترتیب با مقادیر کارایی ۰,۷۳، ۰,۸۹، ۰,۹۹، ۰,۹۱، ۰,۹۷، ۰,۹۹ ناکارا می‌باشند. در نظام بهره‌برداری کشتگران با کمترین مقدار کارایی ورودی بهره‌برداران بیشترین مازاد ورودی را داشته است.

در نظام‌های بهره‌برداری آب‌بران، تعاونی‌های کوثر عقیلی، ساقی و صداقت فجر کارا می‌باشند. بر پایه نتایج جدول ۹، نظام تعاونی آبران کارای ضعیف است و برای رسیدن به کارایی در سطح کامل باید استفاده از ورودی‌های هزینه، بهره‌برداران، محصولات و قراردادها را کاهش داد. از سویی دیگر، تعاونی‌های آب‌بران گتوند، دیمچه، وحدت میاناب، نیکوکاران سرسبز، کوثر داریون و کارون داریون به ترتیب با مقادیر کارایی ۰,۸۲، ۰,۸۹، ۰,۷۴، ۰,۹۰، ۰,۷۸، ۰,۸۲ ناکارا می-باشند.

در نظام شرکت‌های سهامی‌زراعی خوزستان، تنها نظام شرکت یزد نو فعال بوده که مقدار کارایی آن ۰,۹۵بنابراین یک نظام ناکارا محسوب می‌شود. بر اساس نتایج جدول ۱۰، استفاده بهینه‌ای از ورودی‌های شبکه آبیاری، ماشین آلات، بهره‌بردارن و قراردادها در این نظام بهره-برداری به عمل نیامده است.

بر پایه نتایج جدول ۱۱هر سه نظام بهره‌برداری شرکت‌های خصوصی خوزستان شامل عجیروب، دامغانی و توسعه پردازان عقیلی کارا هستند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

این مطالعه با هدف تحلیل کارایی نظام‌های بهره‌برداری آب کشاورزی استان خوزستان با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها طی سالهای ۱۳۹۸-۱۳۹۷ انجام شده است. در این راستا، ۳۳ نظام بهره‌برداری از شرکت‌های بهره‌برداری از شبکه‌های آبیاری و زهکشی، تعاونی‌های تولید، تعاونی‌های آب‌بران، شرکت‌های سهامی‌زراعی و شرکت‌های خصوصی در محدوده شبکه‌های آبیاری و زهکشی شهرستان‌های دزفول، شوشتر، بهبهان، هندیجان، رامشیر، شادگان، خرمشهر، هویزه و دشت آزادگان برای ارزیابی انتخاب شدند. از آن‌جا که استفاده از مدل بازده به مقیاس متغیر موجب تحلیل بسیار دقیق‌تری نسبت به بازده به مقیاس ثابت می‌شود، در این پژوهش، از مدل BCC برای ارائه تحلیل دقیق استفاده شد. از سویی دیگر، در نظام‌های بهره‌برداری کنترل بیشتری بر روی ورودی‌ها نسبت به خروجی‌ها وجود دارد بنابراین مدل BCC با ماهیت ورودی برای ارزیابی مورد استفاده قرار گرفت. به دلیل تعدد عامل‌های مؤثر بر عملکرد نظام‌های بهره‌برداری و محدود بودن تعداد نظام‌های بهره‌برداری مورد ارزیابی، به هر عامل ضریبی متناسب با آن، با استفاده از نظرات کارشناسان و خبرگان اختصاص داده شد در نتیجه، با استفاده از شیوه ترکیب وزنی، مقادیر عددی شاخص‌های ورودی و خروجی جهت محاسبه کارایی نظام‌های بهره‌برداری از آب کشاورزی به‌دست آمد. بر اساس نتایج به‌دست آمده، میانگین مقادیر کارایی نظام‌های بهره‌برداری شرکت‌های بهره‌برداری، تعاونی‌های تولید، تعاونی-های آب‌بران، شرکت‌های سهامی‌زراعی و شرکت‌های خصوصی به ترتیب ۰,۹۰۶، ۰,۹۶۲، ۰,۸۹۵، ۰,۹۵۰، ۱,۰۰ است. در نظام‌های تعاونی‌های آب‌بران با کمترین میانگین کارایی، ورودی‌های شبکه آبیاری و قراردادها بالاترین مازاد ورودی را به خود اختصاص دادند. 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. در بالا

بردن سطح کارایی نظام‌های بهره‌برداری مارون و کشتگران، ورودی‌های هزینه و بهره‌بردارن، بیشترین نقش را داشتند.

بر اساس یافته‌های به‌دست آمده، پیشنهادهای زیر ارائه می‌گردد:

الف: با توجه به اینکه عامل‌های غیر سازه‌ای نقش اساسی در مدیریت بهینه شبکه‌های آبیاری ایفا می‌کنند، تاکید می‌شود وزن این عامل‌ها بیشتر در نظر گرفته شود

ب: علیرغم اینکه شرکت‌های خصوصی خوزستان، بالاترین میزان کارایی را نسبت به سایر نظام-ها کسب نموده، ضرورت دارد دست اندرکاران مدیریت منابع آب کشور، در خصوص افزایش بهره‌وری آب کشاورزی در این نظام‌ها، تمهیدات بیشتر در قالب حمایت و پشتیبانی را اتخاذ نمایند.

پ: با توجه به اهمیت شرکت‌های بهره برداری از شبکه‌های آبیاری و زهکشی خوزستان و نقش محوری آن‌ها به عنوان بخشی از بدنه اجرایی وزارت نیرو، بایستی راهکاری اساسی(حمایت‌های سخت افزاری،نرم افزاری، آموزشی و توسعه فرآیند مشارکت بهره‌برداران در مدیریت شبکه‌ها) با هدف کار آمد نمودن این نظام‌ها طبق نتایج پژوهش، از سوی دولت در دستور کار قرار گیرد.

ت: ارزیابی کارایی در هریک از نظام‌های بهره‌برداری از آب کشاورزی به تفکیک استان‌ها به منظور تدوین نظام جامع کارایی مدیریت منابع آب کشور در برنامه متولیان بخش آب کشور قرار گیرد.

ث: تقویت، برطرف‌سازی موانع اجرایی و انجام حمایت‌های قانونی لازم از نظام بهره‌برداری شرکت‌های خصوصی به عنوان یک نظام کارآمد از سوی دولت مورد توجه قرار گیرد.

منبع‌ها

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*.22:71-87. (In Farsi)

Asad Falsafi Zadeh, N., Sabouhi, M. and Mosannan Mozaffari, M. (2014) Determination of Effective Factors Share on Groundwater Overdraft (Case Study: Marvdasht District), *Agricultural Economics*. 8(3): 103-116. (In Farsi)

Banker, R.D., Charnes, A. and Cooper, W.W. (1984) Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis, *Management Science*. 30:1078–1092.

Bos, M.G., Burton, M.A. and D.J. Molden. (2005) Irrigation and drainage performance assessment: practical guidelines. Wallingford, UK: CABI. viii, 158p.

Chambers, R (1987) Rapid appraisal for existing canal irrigation systems, J. Int. Water Res. Dev. 3:37-87.

Charnes, A., Cooper, W.W. and Rhodes, E. (1978) Measuring the efficiency of decision making units, *European Journal of Operational Research*. 2:429–444.

Cooper, W. W., Seiford, L. M. and Tone, K. (2007) *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA*–Solver Software, 2nd ed. New York: Springer.

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 Farsi)

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): 919-929. (In Farsi)

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): 437-453.

Ganji,N., Yazdani, S. and Saleh, I. (2018) Identifying factor affecting efficiency of water use in wheat production, Alborz province (Data Envelopment Analysis Approach), *Iranian journal of Agricultural Economics and Development Research*. 49(1):13-22. (In Farsi)

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

Monem, M.J., Alirezaee, M. R. and Salehi, E. (2003) Performance Evaluation of Irrigation Networks Using Data Envelopment Analysis, *Journal of Agricultural and Natural Resources Science and Technology*.6 (4):11-25. (In Farsi)

Shabanali Fami, H., Gharoun, Z. and Ghasemi, J (2011) *Farming Systems Management in Iran, Tehran,*Iran.(In Farsi)

Small, L.E. and Svendsen, M. (1990) A framework for assessing irrigation performance, *Irrigation and Drainage Systems*. 4:283-312.

Doi: 10.22034/IAES.2021.527188.1832

Agricultural Economics/Volume 15/Issue 1/1400

Application of Data Envelopment Analysis in Efficiency Evaluation of Agricultural Water Exploitation Systems in Khozestan province

Dalal Modhej, Adel Dahimavi[1]

Received: 25 March.2021 **Accepted:10 July.2021**

Abstract Extended

Introduction

Efficiency evaluation and performance analysis of agricultural water exploitation systems is so significant to utilize the optimal of resources and prevent the waste of them. In this respect, this paper is aimed to evaluate the efficiency of exploitation systems within the irrigation and drainage networks of Khuzestan province by applying Data Envelopment Analysis (DEA) method.

Material and Methods

DEA is concerned with assessing the productive efficiency for a set of homogenous DMUs in the sense that each consumes multiple inputs (resources) to produce multiple outputs (outcomes). On the basis of DMUs' input-output vectors, DEA establishes envelopment surface that represents best practice. Accordingly, DMUs that make up the surface are considered as efficient DMUs and the remaining are named inefficient DMUs. The magnitude of inefficiency is measured by distance from the best practice surface.

The CCR model (after Charnes, Cooper and Rhodes in 1978) is the first DEA model which measures the relative efficiency of DMUs under the assumption of constant returns to scale (CRS) whereupon the change of inputs results to the same proportional change in outputs. The CRS assumption can be valid when all DMUs are operating under the condition of an optimal scale. However, in reality imperfect competition, constraints of finance and other factors can cause DMUs not to operate at their optimal scale. To overcome this limitation, the BCC model (after Banker, Charnes,

[1] Respectively: Assistant Professor, Departments of Mathematics, Sosangerd Branch, Islamic Azad University, Sosangerd, Iran. Postdoctoral graduate of Water Resources, Khozestan Water and Power Organization.
Email: modhej83@gmail.com

and Cooper in 1984) has been introduced to evaluate DMUs under variable returns to scale (VRS) assumption. In this study, the BCC model is used since it includes almost all of the attributes of the CCR model. In particular, the BCC model is more flexible than the CCR model.

Results and discussion

Based on the results, average efficiency scores of exploitation systems of exploitation companies of irrigation and drainage networks, production cooperatives, water users cooperatives, Farming joint stock and private companies are 0.906, 0.962,0.895.0.950 and 1.00, respectively. In water users cooperatives system with the lowest average efficiency, the irrigation network and contracts as inputs have the highest consumption. The efficiency of Maroon exploitation system and Keshtgaran exploitation system with 0.73 value was obtained as the lowest among all of exploitation systems. Cost and Beneficiaries have caused the highest rate of inefficiency on Maroon exploitation system and Keshtgaran exploitation system, respectively. According to the results, among exploitation systems which are under evaluation, all systems of private companies are efficient.

Suggestion

Although private companies in Khuzestan have obtained the full efficiency compared to other systems, it is suggested that those involved in managing the country's water resources take more precautions to increase the productivity of agricultural water in these systems.

JEL Classification: C44, H21, Q14, Q15
Keywords: Data Envelopment Analysis, Irrigation Networks, Efficiency, Agricultural Water Exploitation Systems