تعیین کارایی مصرف آب آبیاری حوضه آبریز قره قوم با تاکید بر محدودیت های وزنی

سمیه خنجری* [۱]، محمود صبوحی [۲]

تاریخ دریافت:۸۹/۱۰/۱۹ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۲/۱۳

چکیده

با توجه به نیاز روزافزون جوامع بشری به تولیدات کشاورزی، افزایش کارایی مصرف آب آبیاری علاوه بر افزایش تولید به ازای هر واحد آب مصرفی باعث استفاده پایدار از منابع محدود آب می شود. در پژوهش حاضر، با استفاده از مدل های CCR و BCC کارایی نسبی واحد های تصمیم گیرنده حوضه آبریز قره قوم(استان خراسان رضوی) تعیین شد. با استفاده از مدل BCC با محدودیت های وزنی، کارایی مصرف آب آبیاری براساس قضاوت های ارزشی واحدهای تصمیم گیرنده بررسی شد. نتایج نشان داد کارایی واحدها در مدل CCR و BCC درحالت بدون محدودیت وزنی به طور قابل توجهی پایین می باشد. براساس نتایج مدل BCC با محدودیت های وزنی، اکثر واحدهای تصمیم گیرنده کارا بودند. مقادیر هدف نهاده ها و محصول برای واحدهای ناکارا تعیین شد. با توجه به یافته ها، یک سیاست قیمتی مناسب برای نهاده آب و دوره های آموزشی و ترویجی در بهبود کارایی واحدهای مورد مطالعه می تواند موثر می باشد.

واژه‌های کلیدی : تحلیل پوششی داده ها، حوضه آبریز قره قوم، محدودیت های وزنی.

طبقه بندی *JEL* : C02, Q25

۱- به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد و دانشیار اقتصاد کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل،
* نویسنده مسئول مقاله : somayehkhanjari@gmail.com

پیشگفتار

بخش کشاورزی عمده ترین مصرف کننده منابع آب کشور می‌باشد و این در حالی است که آب به عنوان محدود کننده ترین عامل توسعه بخش کشاورزی ایران شناخته شده است. هر چند کشاورزی بزرگترین بخش مصرف کننده آب است، اما تولید این بخش، کل تقاضای کشور برای موادغذایی را برآورده نمی کند. پیش بینی می شود که در سال ۱۳۹۱ تقریبا ۱۰۰ میلیون تن موادغذایی برای تغذیه جمعیت ایران مورد نیاز است. برای تامین این نیاز، مصرف آب باید به ۱۲۶ میلیارد مترمکعب افزایش پیدا کند و تا سال ۱۴۰۰ این مقدار از ۱۵۰ میلیارد مترمکعب فراتر خواهد رفت که ۱۵ درصد بیشتر از کل منابع آب شیرین تجدیدپذیر بالقوه در کشور است؛ دهقانپور (۱۳۸۶). روند افزایش جمعیت و گسترش شهرنشینی موجب افزایش بیش از پیش تقاضا برای آب شده است. به دلیل محدود بودن مقدار آب تجدید شونده، رقابت بین مصرف کنندگان آب از یک سو و رقابت در سطح حوضه های آبریز از سوی دیگر در آینده می تواند تشدید و یا چالش های جدیدی را موجب شود؛ کشاورز و حیدری(۱۳۸۷). بخش کشاورزی نقش حیاتی در اقتصاد ملی ایران دارد به طوری که حدود ۱۸ درصد تولید ناخالص ملی، ۲۵ درصد اشتغال، تامین بیش از ۸۵ درصد غذای جامعه، ۲۵ درصد صادرات غیرنفتی و ۹۰ درصد مواد اولیه مورد مصرف در صنعت را فراهم می‌نماید؛ کشاورز و حیدری(۱۳۸۷). نتایج تحقیقات و مطالعات مختلف بیانگر آن است که در بخش کشاورزی کشور، آب به شکل های مختلف و به میزان زیادی تلف می شود به نحوی که بازده کل آبیاری در کشور بین ۳۳ تا ۳۷ درصد تغییر می نماید؛کشاورز و حیدری(۱۳۸۷). از آنجایی که قسمت عمده آب مصرفی بخش کشاورزی تحت تأثیر استفاده از شیوه‌های سنتی بهره‌برداری، عدم انتقال صحیح آب از سد به شبکه ها و سپس آبیاری در مزارع، عدم بهره گیری کشاورزان از روش های مدرن آبیاری و عدم استفاده از سیستم های آبیاری مناسب هدر می‌رود، توجه به افزایش راندمان آبیاری می‌تواند علاوه بر کاهش فشار بر منابع آب و جلوگیری از افت بیشترسطح منابع آب‌های زیرزمینی، زمینه نگهداشت جمعیت روستایی و جلوگیری از مهاجرت های روستا- شهری را فراهم نماید؛ حیدری(۱۳۸۸). افزایش کارایی مصرف آب در اراضی کشاورزی تحت آبیاری باعث افزایش تولید به ازای هر واحد آب مصرفی و افزایش کلی سود کشاورزی می شود. اهمیت این موضوع زمانی بیشتر روشن می گردد که به ازای هر ۵ درصد افزایش در راندمان آبیاری در حدود ۴ میلیارد متر مکعب آب در سال صرفه جویی می شود و این معادل اضافه شدن ۴۰۰ هزار هکتار به جمع اراضی آبی کشور است؛ موسوی و همکاران(۱۳۸۶). بنابراین شایسته است کارایی مصرف آب به عنوان یکی از شاخص های مهم سنجش مصرف و بهره وری آب مورد توجه بیشتر واقع شده و در تصمیم گیری ها و برنامه ریزی ها مورد استفاده قرار

گیرد؛جعفری و همکاران(۱۳۸۶). مطالعات زیادی در زمینه بهره برداری و مصرف کارای آب صورت گرفته است. یلماز و همکاران(۲۰۰۹) با استفاده از روش تحلیل پوششی داده ها[1] کارایی آب مصرفی حوضه آبریز مندراس ترکیه را مورد بررسی قراردادند. در این پژوهش کارایی واحد های تصمیم گیرنده با توجه به محدودیت های وزنی که بر اساس قضاوت های ارزشی مشخص شده بود، مورد ارزیابی قرارگرفت. راجو و کومار(۲۰۰۶) با روش تصمیم گیری چند معیاره و مدل تحلیل پوششی داده ها، رتبه بندی طرح های آبیاری در هند را مورد مطالعه قرار دادند. دیاز و همکاران(۲۰۰۴)، با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده ها، کارایی حوضه های آبیاری در اسپانیا را مورد بررسی قراردادند. تاناسولیس(۲۰۰۰) کارایی تعاونی های آب در انگلیس و همچنین سرجویک و همکاران(۲۰۰۵) کارایی سیستم مخزن حوضه آبریز پاراگوکو در برزیل را با استفاده ازمدل DEA مورد مطالعه قرار دادند. چیذری و قدیمی(۱۳۸۰) با استفاده از مدل های ارزیابی چند ضابطه ای، طرح های آبیاری در حوضه آبریز قره قوم را اولویت بندی نمودند. با توجه به آن چه گفته شد مطالعه هر چه بیشتر و بررسی کارایی مصرف آب آبیاری در سطح یک مزرعه، حوضه و کل کشور ضروری به نظر می رسد. در مطالعه حاضر کارایی مصرف آب در حوضه آبریز قره قوم مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه :

حوزه آبریز قره قوم (حریرود- کشف رود) در استان خراسان با مساحتی برابر با ۴۴۱۲۰ کیلومتر مربع بین مختصات جغرافیایی ۱۲ دقیقه و ۵۸ درجه تا ۱۱ دقیقه و ۶۱ درجه طول شرقی و ۱۹ دقیقه و۳۴ درجه تا ۳۳ دقیقه و ۳۷ درجه عرض شرقی گسترده شده است (چیذری و قدیمی،۱۳۸۰) این حوزه در برگیرنده ۱۳ دشت به نام های درگز، کلات نادری، گنبدلی، سرخس، آق دربند، نریمانی، مشهد، سنگ بست، صالح آباد-جنت آباد، فریمان-تربت جام، تایباد، شهر نو-باخرز و کرات است (شکل شماره ۱). مجموع مصرف آب در بخش کشاورزی حوضه قره‌قوم سالیانه بالغ بر ۲۰۱۲/۲۹ میلیون مترمکعب می باشد که در بین محدوده‌های مختلف مطالعاتی، مشهد با ۷۵۸/۸ میلیون مترمکعب (۳۷/۷٪) و گنبدلی با ۴/۸۳ میلیون متر مکعب (۰/۲۴٪) به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار آب مصرفی بخش کشاورزی را به خود اختصاص داده اند. اراضی زراعی آبی حوضه قره قوم وسعتی معادل ۳۶۴۹۶۹ هکتار (۸/۴۶٪ کل وسعت حوزه) از سطح حوضه را به خود اختصاص داده است. مشهد با ۱۲۶۸۳۳ هکتار (۳۳/۹٪) و گنبدلی با ۹۷۹ هکتار(۰/۲۶٪) به

۱- Data Envelopment Analaysis

ترتیب بیشترین و کمترین سطح اراضی زیر کشت محصولات آبی را دارا می باشند. گندم، جو، چغندر قند، پنبه، ذرت دانه ای، دانه های روغنی، سیب زمینی، زیره، حبوبات، انواع میوه جات، جالیز، گیاهان علوفه ای و زعفران از جمله محصولات عمده کشاورزی منطقه مورد مطالعه می باشد (حیدری، ۱۳۸۸).

اندازه گیری کارایی:

تکنیک های متفاوتی در نیم قرن اخیر برای برآورد مرز کارا جهت بررسی کارایی واحد تولیدی مورد استفاده قرار گرفته اند؛ ولی دو روش عمده برای برآورد کارایی نسبی واحدهای تولیدی روش پارامتریک و ناپارامتریک است(صبوحی و جام نیا،۱۳۸۷). نخستین بار فارل (۱۹۵۷) استفاده از روش های ناپارامتری را برای تعیین کارآیی در یک سیستم معرفی کرد. چارنز و همکاران (۱۹۷۸) با استفاده از برنامه ریزی ریاضی، روش ناپارامتری فارل را به سیستم هایی با نهاده ها و ستاده های چند گانه تعمیم دادند که مدل حاصل به تحلیل پوششی داده ها CCR معروف شد. بانکر و همکاران(۱۹۸۴) روش DEA را برای حالت های دارای بازده مقیاس صعودی، ثابت و نزولی تعمیم دادند که به مدل BCC معروف شد. در روش تحلیل پوششی داده ها، از داده های نهاده و محصول هر واحد تولیدی برای ساخت یک مرز تولید ناپارامتریک استفاده می شود، در چنین حالتی تمام واحدهای مشاهده شده بر یا زیر مرز پوششی قرار می گیرند. با روش DEA ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم گیرنده امکان پذیر است. مدل های تحلیل پوششی داده ها می توانند محصول گرا یا نهاده گرا باشند. در مدل های نهاده گرا و محصول گرا به ترتیب با کاهش نهاده ها و افزایش ستاده ها میزان کارایی افزایش می یابد(صبوحی و جام نیا، ۱۳۸۷). از میان روش های مختلف ارزیابی عملکرد روش تحلیل پوششی داده ها دارای دو مزیت عمده در اندازه گیری کارایی می باشد: اولا نیاز به تصریح یک شکل تابعی میان داده ها و ستانده ها ندارد. ثانیا به مفروض توزیعات آماری برای اجزای کارایی نیز احتیاجی ندارد(کوئلی، ۱۹۹۸). از سوی دیگر با استفاده از روش تحلیل پوششی داده ها می توان برای هریک از واحد های ناکارا واحد یا واحدهایی را به عنوان واحد مرجع پیشنهاد نمود که کارا بوده و می تواند ساختار بهینه نهاده و ستانده ای را جهت هر یک از واحدهای ناکارا به شکل ترکیب خطی نشان دهد. در واقع این روش علاوه بر محاسبه انواع کارایی برنامه ای پیشنهادی برای واحدهای ناکارا ارائه می دهد که بر اساس آن میزان مطلوب هر نهاده و میزان ایده آل قابل دسترس برای ستانده ارائه و کارایی حداکثر می شود(مهرگان،۱۳۸۳). در مطالعه حاضر از مدل های اصلی DEA یعنی CCR با فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس و BCC با فرض بازدهی متغیر نسبت به مقیاس استفاده شده است. مدل های CCR و BCC نهاده گرا می باشند. همچنین مدل BCC برای دو حالت با محدودیت های

وزنی و بدون محدودیت های وزنی مورد بررسی قرار گرفت. در این روش کارایی به صورت نسبت مجموع موزون ستاده ها به مجموع موزون نهاده ها تعریف می شود(یلماز و همکاران، ۲۰۰۹):

مجموع موزون نهاده ها/ مجموع موزون ستاده ها = کارایی

مدل CCR با فرض n واحد تصمیم گیرنده، m نهاده و s ستاده به صورت زیر می باشد (یلماز و همکاران، ۲۰۰۹):

$$\max \frac{\sum_{k=1}^{s} u_k y_{kp}}{\sum_{j=1}^{m} v_j x_{jp}}$$

Subject to:

$$\max \frac{\sum_{k=1}^{s} u_k y_{ki}}{\sum_{j=1}^{m} v_j x_{ji}} \leq 1 \quad i = 1,2,...,n \qquad (۱)$$

$$u_{k,}\ v_j \geq 0 \qquad k = 1,2,...,s \qquad j = 1,2,.....,m$$

در این رابطه y_{ki} ستاده K و x_{ji} نهاده j واحد تصمیم گیرنده i، v_j وزن نهاده j و u_k وزن ستاده K را نشان می دهد. این مدل غیر خطی با مساوی یک قرار دادن مخرج کسر تابع هدف به یک مدل خطی تبدیل می شود (یلماز و همکاران، ۲۰۰۹):

$$\max \sum_{k=1}^{s} u_k y_{kp}$$

Subject to:

$$\sum_{j=1}^{m} v_j x_{jp} = 1 \qquad (۲)$$

$$\sum_{k=1}^{s} u_k y_{ki} - \sum_{j=1}^{m} v_j x_{ji} \leq 0 \quad i = 1,2,...,n$$

$$u_{k,}\ v_j \geq 0 \qquad k = 1,2,...,s \qquad j = 1,2,.....,m$$

مدل برنامه ریزی خطی ۲ بایستی n بار و هر بار برای یکی از واحدهای تصمیم گیرنده حل شود و در نتیجه میزان کارایی برای هر واحد بدست آید. میزان کارایی بین صفر و یک می باشد که

مقدار یک نمایانگر واحد تصمیم گیرنده با کارایی کامل است. در رابطه (۴) ثانویه یـا دوگـان مـدل (۳) نشان داده شده است (یلماز و همکاران، ۲۰۰۹):

$$\begin{aligned} &\text{Min } \theta \\ &\text{Subject to:} \\ &\sum_{i=1}^{n} \lambda_i x_{ji} - \theta x_{jp} \le 0 \quad j = 1,2,.....,m \\ &\sum_{i=1}^{n} \lambda_i y_{ki} - y_{kp} \ge 0 \quad k = 1,2,.....,s \\ &\lambda_i \ge 0 \qquad\qquad i = 1,2,.....,n \end{aligned} \tag{۳}$$

که در این رابطه θ کارایی و λ بردار $N\times 1$ مقادیر ثابت است.

مدل BCC با بازده متغیر نسبت به مقیاس با اضافه کردن μ_p متغیر ثابت به رابطـه (۲) و نیـز افزودن قید تحدب $\sum \lambda_i = 1$ به جای $\lambda_i \ge 0$ در رابطه (۳) بـه دسـت مـی آیـد .پـس از تعیـین کارایی واحدهای تصمیم گیرنده، جهت کارا شدن واحدهای ناکارا مقادیر هدف به صورت زیر انـدازه گیری می شود(یلماز و همکاران، ۲۰۰۹):

$$\begin{aligned} x^*_{jp} &= x_{jp}\,\theta_p - s^-_j \quad j = 1,2,.....,m \\ y^*_{kp} &= y_{kp}\theta_p + s^+_k \quad k = 1,2,.....,s \end{aligned} \tag{۴}$$

در رابطه (۴) x^*_{jp} و y^*_{kp} به ترتیب مقادیر هدف نهاده j و ستاده k واحـد تصـمیم گیرنـده p است. s^-_j و s^+_k به ترتیب مازاد نهاده j و کمبود ستاده k می باشد.

در این مطالعه با استفاده از روش نواحی اطمینان AR[1] ترجیحات واحد هـای تصـمیم گیرنـده مورد بررسی قرار می گیرد. در این روش برای وزن هر نهاده و ستاده حد پایین و بالا ارائه می شود. این حدود بر اساس سوالاتی که توسط وانگ و بسلی(۱۹۹۰) طراحی شده تعیین مـی شـود. قیـود AR به صورت یک محدودیت به رابطه (۴) اضافه می شود. در رابطه (۵) α و β، به ترتیب حـد پایین و بالا برای هر وزن را نشان می دهد(یلماز و همکاران، ۲۰۰۹):

$$v_i \ge \frac{\alpha_i}{\beta_j} v_j \tag{۵}$$

1 -Assurance Regions

$$v_i \le \frac{\beta_i}{\alpha_j} v_j$$

در این تحقیق همچنین کارایی با مدل BCC برای دو حالت با و بدون محدودیت های وزنی با یکدیگر مقایسه شدند. بدین منظور رابطه (۵) برای حالت با محدودیت های وزنی در نظر گرفته شد.

داده های مورد نیاز:

در مطالعه حاضر، ۱۱ دشت به نام های درگز، گنبد لی، سرخس، نریمانی، مشهد، سنگ بست، صالح آباد-جنت آباد، فریمان-تربت جام، تایباد، شهر نو- باخرز و کرات از حوضه های آبریز استان خراسان رضوی حوضه آبریز قره قوم برای مطالعه انتخاب گردید. جدول (۱) محصولات هر واحد تصمیم گیرنده را نشان می دهد. در این پژوهش نهاده ها شامل سطح زیرکشت آبی بر حسب هکتار، آب آبیاری بر حسب متر مکعب و ستاده ها شامل میزان تولید محصولات بر حسب تن می باشد. نرم افزار مورد استفاده برای حل مدل ها EMS [۱] است(اسچیل، ۲۰۰۰).

نتایج و بحث

در این بخش نتایج بدست آمده از مدل های تحلیل پوششی داده ها مورد بحث قرارگرفته است. اگرچه شرایط اقلیمی و الگوی کشت واحدهای تصمیم گیرنده کمی متفاوت است، اما نهاده های مورد استفاده به طور مشابه برای تولید محصولات یکسان در نظرگرفته شد. در جدول (۲) حد پایین و بالا برای وزن نهاده ها مشخص شده است. وزن ها با توجه به تحقیقات و سوالاتی که از کارشناسان منطقه مورد مطالعه به عمل آمد تعیین شد. اهمیت کاهش آب مصرفی بیشتر از کاهش سطح زیر کشت آبی می باشد. همان طور که در جدول (۲) مشاهده می شود بر اساس قضاوت های ارزشی واحدهای تصمیم گیرنده وزن نهاده آب مصرفی (v_1) از وزن نهاده سطح زیر کشت آبی(v_2) بیشتر است.

در جدول (۳) نتایج بدست آمده از مدل CCR با فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس نشان داده شده است. با توجه به جدول ملاحظه می شود که واحدهای D_1 و D_2 روی مرز کارایی قرار دارند و معیاری برای مقایسه بقیه واحدها می باشند. کارایی سایر واحدها به طور قابل توجهی پایین می باشد. کارایی واحدها در مدل CCR کوچکتر یا مساوی از مدلBCCاست. در مدل CCR با

2 Efficiency Measurement System

فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس افزایش در نهاده ها منجر به همان نسبت افـزایش در سـتاده هـا می شود. به طور مثال افزایش در حجم آب مصرفی باعث افزایش تولید به همان نسبت مـی شـود. فرض مدل بازده ثابت نسبت به مقیاس تنها زمانی مناسب است که همه بنگاه ها در مقیاس بهینـه عمل نمایند، اما عواملی همچون رقابت ناقص، محدودیت منابع مالی باعث می شوند که یـک بنگـاه نتواند در مقیاس بهینه عمل کند. بنـابراین از مـدل BCC جهـت انـدازه گیـری کـارایی اسـتفاده می شود.

کارایی واحدهای تصمیم گیرنده با مدل BCC برای دو حالت با و بدون محدودیت هـای وزنـی با یکدیگر مقایسه شـدند. بـا توجـه بـه جـدول (۴) واحـدهای D_1، D_2، D_4، D_5 و D_{11} کـارا هستند. واحد D_1 در حالت با محدودیت وزنی غیر کارا و در حالت بدون محدودیت وزنی کارا است. واحدهای D_3، D_8 و D_9 در حالت با محدودیت وزنی کارا و در حالت بدون محدودیت وزنی غیـر کارا می باشند. این نتایج اهمیت محدودیت های وزنی را نشان می دهد. در جـدول (۴) و (۵) وزن های مجازی و سهم متناسب با وزن نهاده ها مشخص شده، در نتیجه وزن های صـفر نهـاده آب در جدول (۴) نشان می دهد نهاده آب هیچ سهمی در ستاده نداشته در حالی که آب نهـاده اصـلی در کشت آبی است و این کاملا غیر منطقی به نظر می رسد. در حالت بدون محدودیت وزنی بـه دلیـل انعطاف پذیری وزن ها، توزیع وزن ها بین نهاده ها و ستاده ها مناسب نمی باشد. محـدودیت هـای وزنی مانع از وزن بیش از حد نهاده ها و ستاده ها می شود. همان طور که در جـدول (۵) مشـاهده می شـود واحـدهای D_1، D_6، D_7 و D_{10} ناکـارا و کـارایی واحـدهای D_6, D_7 و D_{10} بسـیار پایین می باشد. با توجه به اطلاعات جمع آوری شده این به دلیل سطح زیرکشت بالای چغندرقنـد در واحد های D_6 و D_{10} و سطح زیر کشت بالای پنبه در واحد D_7 است. پنبـه و چغندرقنـد از جمله محصولاتی هستند که آب زیادی مصرف می کنند. با توجه به جدول (۵) جهـت کـارا شـدن واحد های تصمیم گیرنده غیر کارا مقادیر هدف نهاده ها و محصول اندازه گیری شـد. بـرای بهبـود کارایی واحدهای تصمیم گیرنده باید نسبت به تعدیل نهاده ها اقدام کرد تا از این راه افزایش تولیـد و کاهش هزینه های اضافی به دلیل مصرف اضافی نهاده ها بدست آید. به طور مثال واحـد D_{10} از لحاظ کارایی دارای پتانسیل ۶۵ درصد کاهش در مقدار نهاده ها می باشد. بـا توجـه بـه جـدول(۱) میزان آب آبیاری و سطح زیرکشت فعلی واحد D_{10} به ترتیب ۹۹/۸۳ میلیون مترمکعب و ۱۷۲۵۹ هکتار است در حـالی کـه در جـدول (۵) مقـادیر هـدف بـه ترتیـب ۳۴/۹۴ میلیـون مترمکعـب و ۶۰۴۰/۶۵ هکتار بدست آمد. بنابراین واحد تصمیم گیرنده می تواند نهـاده هـای مـورد اسـتفاده را بدون کاهش در تولید محصول کاهش دهد. البته باید توجه داشت کـه مـدل هـای DEA ابـزاری برای تشخیص است و نمی تواند استراتژی های لازم جهت کارا شدن واحـدهای غیرکـارا را تعیـین

کند. بدین منظور باید عملکرد واحدهای کارا مورد بررسی قرار گیرد. بنابراین خصوصیات محصـول، نوع خاک، روش های آبیاری، کیفیت و کمیت آب مصرفی نیز باید ارزیابی شود.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در مطالعه حاضر، کارایی واحدهای تصمیم گیرنده حوضه آبریز قره قوم با استفاده از روش تحلیل پوششی داده ها مورد بررسی قرارگرفت. از مدل های اصلی DEA یعنی CCR با فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس و BCC با فرض بازدهی متغیر نسبت به مقیاس استفاده شد. همچنین مدل BCC برای دو حالت با و بدون محدودیت های وزنی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد کارایی واحدها در مدل CCR و BCC درحالت بدون محدودیت وزنی به طور قابل توجهی پایین می باشد.. بر اساس نتایج مدل BCC برای حالت با محدودیت های وزنی، اکثر واحدهای تصمیم گیرنده کارا هستند. جهت کارا شدن واحد های تصمیم گیرنده غیر کارا مقادیر هدف نهاده ها و محصول اندازه گیری شد. با توجه به مقادیر هدف واحدهای تصمیم گیرنده غیرکارا می توانند آب آبیاری و سطح زیر کشت را بدون کاهش در تولید محصول کاهش دهند. با توجه به نتایج به دست آمده، یک سیاست قیمتی مناسب برای نهاده آب، دوره های آموزشی و ترویجی جهت بهبود تصمیم سازی واحدهای تصمیم گیرنده و بهره گیری کشاورزان از روش های مدرن آبیاری توصیه می شود.

References

1- Banker, R.D., Charnes, A. and Cooper, W.W. 1984. Some Models for Estimating Technical and Scale in Efficiencies in Data Envelopment Analysis. Manage. Sci. 3 (9): 1078–1092.

2- Charnes, A., Cooper, W.W. and Rhodes, E. 1978. Measuring the Efficiency of Decision-Making Units. Eur. J. Oper. Res. 2: 429–444 .

3- Chizari, A.H. and Ghadimi, A. 2001. Comparison of Multi-criteria Evaluation Methods on Sustainable Management of Water Resources of Khorasan"S Qare-Qum Watershed, Iran, Agricultural Economics and Development. 34: 167-206.(in Persian)

4- Coeli, T., Parsada, R. and Battese, E. 1998. An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis, Bostone, Kluwer Academic Pub.

5 - Dehghanpour, H. and Bakhshoudeh, M. 2008. Investigating Virtual Water Trade Limitation, Issues In Marvdasht Region. MS Thesis, Shiraz University of Agricultural Economics.

6 - Diaz, J.A.R, Poyato, E.C. and Luque, R.L. 2004. Application of Data Envelopment Analysis to Studies of Irrigation Efficiency in Andalusia. J. Irrig. Drain. Eng. 130 (3) : 175–183 .
7 -Farrell, M.J. 1957. The Measurement of Productive Efficiency. J. R. Stat. Soc. Ser. A 120 (III), 253–281.
8 - Heydari, H. 2010. Optimal Allocation of Water Resources in Agriculture (Case Study of Mashhad Plain). MS Thesis, Zabol University of Agricultural Economics.
9-Jafari, A., Mahluji, M. and Mamanpush, A. 2002. Estimation the Efficiency of Agricultural Water Use in Esfahan Province. Second Regional Conference on Irrigation and Drainage Committee.
10- Keshavarz, A. and Heydari, N. 2009. Reviewing the Waste and Waste Water Resources in the Country to Make the Production Process and Consumption of Agricultural Products M., Research Institute of Seed and Plant Improvement .www.ias.ac.ir/prevention/seminar/keshavarz.doc.
11- Mehregan, M. 2005. Quantitative Performance Evaluation Model in Organizations, Tehran, Tehran University Press.
12- Mousavi, H., Khalilian, S. and Vakilpour, M.H. 2006. The Effect of Use Pressurize Irrigation System on Technical Efficiency of Potato Farms (Case Study Shahrekord Township). Pajouhesh-and-Sazandegi in Agronomy and Horticulture. 76:171-178.
13- Raju, K.S. and Kumar, D.N. 2006. Ranking Irrigation Planning Alternatives Using Data Envelopment Analysis. Water. Resour. Manage. 20: 553–566. (in Persian)
14- Saboohi, M. and Jamnia, A.R. 2009. Determination of Efficiency in Banana Farms in Sistan and Baluchistan Province. Iranian Journal of Agricultural Economics.2:146-135. (in Persian)
15 - Scheel, H. 2000. EMS: Efficiency Measurement System Users Manual, Version 1.3. University Dortmund, Dortmund .
16 - Srdjevic, B, Medeiros, Y.D.P. and Porto, R.L.L. 2005. Data envelopment Analysis of Reservoir System Performance. Comput. Oper. Res. 32: 3209–3226.
17 - Thanassoulis, E. 2000. DEA and Its Use in the Regulation of Water Companies. Eur. J. Oper. Res. 127(1): 1–13 .
18 - Wong, Y-HB. and Beasley, JE. 1990. Restricting Weight Flexibility in Data Envelopment Analysis. J. Oper. Res. Soc. 41 (9): 829–835..

19 - Yilmaz, B., Yurduse, M. and Harmancioglu, N. 2009. The Assessment of Irrigation Efficiency in Buyuk Menderes Basin. Water. Resour. Manage. 23:1081-1095

پیوست‌ها

شکل شماره ۱ - حوضه آبریز قره قوم، وزارت نیرو، دفتر برنامه ریزی کلان آب و آبفا ۱۳۸۸

منبع: یافته های تحقیق

جدول(۱): محصولات دشت های حوضه آبریز قره قوم

واحدهای تصمیم گیرنده	محصولات	آب آبیاری (میلیون مترمکعب)	سطح زیرکشت آبی(هکتار)	محصول(تن)
D_1 (درگز)	گندم، جو، برنج، ذرت دانه ای، پنبه، حبوبات، دانه های روغنی ، انواع جالیز، سیب زمینی، علوفه کم محصول، علوفه پر محصول، سایر محصولات	۹۲/۰۳	۱۲۶۲	۱۱۷۴۷۶
D_2 (گنبد لی)	گندم، جو، پنبه، حبوبات، انواع جالیز، علوفه کم محصول، علوفه پر محصول، ،سایر محصولات	۴/۸۳	۹۷۹	۱۷۲۶۷
D_3 (سرخس)	گندم، جو، ذرت دانه ای، پنبه، حبوبات، دانه های روغنی، انواع جالیز، ،علوفه کم محصول، علوفه پر محصول، سایر محصولات	۱۰۱/۵۶	۳۳۲۸۵	۹۱۳۹۸
D_4 (نریمانی)	گندم، جو، ذرت دانه ای، چغندرقند، پنبه، حبوبات، زیره، انواع جالیز، علوفه کم محصول، علوفه پر محصول، سایر محصولات	۶۸/۳۵	۱۷۷۶۱	۱۲۷۲۵۰
D_5 (مشهد)	گندم، جو، ذرت دانه ای، چغندرقند، پنبه، حبوبات، دانه های روغنی، انواع جالیز، ،سیب زمینی، علوفه کم محصول، علوفه پر محصول، سایر محصولات	۷۵۸/۸۵	۱۲۶۸۳۳	۱۰۶۸۶۶۰۷
D_6 (سنگ بست)	گندم، جو، چغندرقند، حبوبات، زیره، انواع جالیز، علوفه کم محصول، علوفه پر محصول، سایر محصولات	۳۸/۱	۸۳۱۴	۴۴۶۲۹
D_7 (صالح آباد- جنت آباد)	گندم، جو، ذرت دانه ای، چغندرقند، پنبه، حبوبات، زیره، زعفران، انواع جالیز، علوفه کم محصول، علوفه پر محصول، ،سایر محصولات	۷۲/۴۸	۴۸۸۵	۴۳۷۸۰/۲
D_8 (فریمان-تربت جام)	گندم، جو، ذرت دانه ای، چغندرقند، پنبه، حبوبات، زیره، زعفران، انواع جالیز، سیب زمینی، علوفه کم محصول، علوفه پر محصول، سایر محصولات	۴۹۱/۲	۷۹۲۰۸	۵۵۱۰۶۸/۵
D_9 (تایباد)	گندم، جو، چغندرقند، پنبه، حبوبات، زیره، زعفران، انواع جالیز، علوفه کم محصول، علوفه پر محصول، سایر محصولات	۱۵۰/۷۹	۳۸۳۱۲	۸۹۸۱۵
D_{10} (شهر نو- باخرز)	گندم، جو، چغندرقند، پنبه، حبوبات، زیره، زعفران، دانه های روغنی، انواع جالیز، ،سیب زمینی، علوفه کم محصول، علوفه پر محصول، سایر محصولات	۹۹/۸۳	۱۷۲۵۹	۶۸۱۷۶
D_{11} (کرات)	گندم، جو، برنج، ذرت دانه ای، چغندرقند، پنبه، زیره، زعفران، انواع جالیز، علوفه کم محصول، علوفه پر محصول، سایر محصولات	۲۲/۹۱	۱۶۴۷۲	۵۳۰۲۳/۲

جدول(۲)- حد پایین و بالا برای نهاده ها

نهاده ها	موزون نهاده ها	حد پایین	حد بالا
آب	v_1	/۷	/.۸
زمین	v_2	/۲	/۳

منبع: یافته های تحقیق

جدول(۳)- کارایی واحدهای مختلف با استفاده از مدل CCR

واحدهای تصمیم گیرنده	کارایی	وزن های مجازی		
سطح زیرکشت آبی	محصول	آب آبیاری	سطح زیرکشت آبی	محصول
D_1 (درگز)	۱	۰	۱	۱
D_2 (گنبد لی)	۱	/۷۲	/۲۸	۱
D_3 (سرخس)	/۲۳۹	/۵۰	/۵۰	۱
D_4 (نریمانی)	/۵۲۱	۱	۰	۱
D_5 (مشهد)	.۴۳۶	/۵۰	/۵۰	۱
D_6 (سنگ بست)	/۳۲۸	۱	۰	۱
D_7 (صالح آباد-جنت آباد)	/۳۱۳	/۵۸	/۴۲	۱
D_8 (فریمان-تربت جام)	.۳۵۴	۵۰,	/۵۰	۱
D_9 (تایباد)	/۱۴۹	/۵۰	/۵۰	۱
D_{10} (شهر نو- باخرز)	/۲۱۲	/۳۵	/.۶۵	۱
D_{11} (کرات)	/.۶۴۷	۱	۰	۱

منبع: نتایج تحقیق

جدول(۴)- کارایی واحدهای مختلف با استفاده از مدل BCC بدون محدودیت های وزنی

واحدهای تصمیم گیرنده	کارایی	وزن های مجازی		
سطح زیرکشت آبی	محصول	آب آبیاری	سطح زیرکشت آبی	محصول
D_1 (درگز)	۱	۰	۱	۱
D_2 (گنبد لی)	۱	/۳۹	/.۶۱	۱
D_3 (سرخس)	/۳۵۹	۵,	/۵۰	۱
D_4 (نریمانی)	۱	/۸۵	/۱۵	۱
D_5 (مشهد)	۱	/۵۰	/۵۰	۱
D_6 (سنگ بست)	/۵۶۵	/۷۰	/۳۰	۱
D_7 (صالح آباد-جنت آباد)	/۳۶۵	/۸۸	/۱۲	۱
D_8 (فریمان-تربت جام)	/۷۷۲	/۵۰	/۵۰	۱
D_9 (تایباد)	/۲۴	/۵۰	/۵۰	۱
D_{10} (شهر نو- باخرز)	/۳۸۴	/۷۵	/۲۵	۱
D_{11} (کرات)	۱	۱	۰	۱

منبع: نتایج تحقیق

جدول(۵)-کارایی واحدهای مختلف با استفاده از مدل BCC با محدودیت های وزنی

واحدهای تصمیم گیرنده	کارایی	وزن های مجازی			مقادیر هدف		
		آب آبیاری	سطح زیرکشت آبی	محصول	آب آبیاری (میلیون مترمکعب)	سطح زیرکشت آبی(هکتار)	محصول (تن)
D_1 (درگز)	./۷۲۵	۱	۰	۱	۶۶/۷۲	۹۱۴/۹۵	۱۱۷۴۷۶
D_2 (گنبد لی)	۱	۱	۰	۱	۴/۸۳	۹۷۹	۱۷۲۶۷
D_3 (سرخس)	۱	./۵۰	./۵۰	۱	۱۰۱/۵۶	۳۳۲۸۵	۹۱۳۹۸
D_4 (نریمانی)	۱	./۹۲	./۰۸	۱	۶۸/۳۵	۱۷۷۶۱	۱۲۷۲۵۰
D_5 (مشهد)	۱	./۵۰	./۵۰	۱	۷۵۸/۸۵	۱۲۶۸۳۳	۱۰۶۸۶۶۰۷
D_6 (سنگ بست)	./۵۴۵	./۹۵	./۰۵	۱	۲۰/۷۶	۴۵۳۱/۱۳	۴۴۶۲۹
D_7 (صالح آباد-جنت آباد)	./۲۹۱	./۹۸	./۰۲	۱	۲۱/۰۹	۱۴۲۱/۵۳	۴۳۷۸۰/۲
D_8 (فریمان-تربت جام)	۱	./۵۰	./۵۰	۱	۴۹۱/۲	۷۹۲۰۸	۵۵۱۰۶۸/۵
D_9 (تایباد)	۱	./۵۰	./۵۰	۱	۱۵۰/۷۹	۳۸۳۱۲	۸۹۸۱۵
D_{10} (شهر نو- باخرز)	./۳۵	./۹۶	./۰۴	۱	۳۴/۹۴	۶۰۴۰/۶۵	۶۸۱۷۶
D_{11} (کرات)	۱	۱	۰	۱	۲۲/۹۱	۱۶۴۷۲	۵۳۰۲۳/۲

منبع: نتایج تحقیق