دانشکدۀ مدیریت و اقتصاد دانشگاه شهید باهنر کرمان
مجلۀ توسعه و سرمایه
دورۀ چهارم، شمارۀ ۱
بهار و تابستان ۱۳۹۰، پیاپی ۷
صص. ۱۱۹ تا ۱۳۷

بررسی نقش هدفمندی یارانه‌ها بر کارایی مصرف آب در بخش‌های ایران

دکتر علیرضا شکیبایی*

چکیده

اهمیت آب و اقتصاد آب هر روز بیشتر می‌شود. بسیاری از اقتصاددانان مهم‌ترین کالای اقتصادی کمیاب در جهان را آب می‌دانند. این موضوع در ایران از اهمیت بیشتری برخوردار است، چون ایران یک کشور کم آب محسوب می‌شود و متوسط بارش در ایران ۱/۳ متوسط جهانی است، لذا در ایران به مسئلۀ اقتصاد آب باید دو چندان توجه شود. هدفمندی یارانه‌ها و اصلاح قیمت آب یکی از ابزارهای مدیریت آب است. این روش از سال ۱۳۸۸ در ایران زیر عنوان هدفمندی یارانه‌ها در حال اجرا است. هدف این مقاله، مقایسۀ کارایی استان‌های کشور با یکدیگر در مصرف آب در مقطع زمانی قبل و بعد از هدفمند کردن یارانه‌ها است. برای انجام این پژوهش از روش BCC خروجی محور، که یکی از روش‌های ناپارامتریک تحلیل پوششی داده‌ها DEA است، استفاده شده است. کارایی استان‌های کشور به تفکیک روستایی و شهری در دو سال ۸۵ و ۹۰ به دست برآورد می‌شود و به مقایسۀ آن‌ها پرداخته می‌شود که سال ۸۵ به عنوان سال قبل از هدفمند کردن یارانه‌ها و سال ۹۰ به عنوان سال بعد از هدفمند کردن یارانه‌ها در نظر گرفته شده است. نتایج نشان می‌دهد مصرف خانگی روستاهای کشور کاراتر شده است، ولی این

*دانشیار اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.
نویسندۀ مسئول: علیرضا شکیبایی (Email: ashakibai@uk.ac.ir)
تاریخ دریافت: ۹۴/۴/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۱/۵

مسئله در شهرها صادق نیست که نشانگر حساسیت روستاها و عدم حساسیت شهرها به تغییرات قیمت است.

واژه های کلیدی: *کارایی، رویکرد ناپارامتریک، تحلیل پوششی داده‌ها.*

طبقه بندی JEL: D61, Q25, C02, H21.

مقدمه

روند رو به تزاید جمعیت و گسترش شهرنشینی، نیازمند تأمین آب شرب و بهداشت جامعه، امنیت غذایی، محیط زیست افراد، تأمین آب کشاورزی و صنعت که به عنوان ارکان حیات انسان‌ها است، است. لذا به دلیل محدود و ثابت بودن مقدار آب تجدید شونده، رقابت بین مصرف‌کنندگان آب شرب، کشاورزی و صنعتی از یکسو و رقابت در سطح حوضه‌های آبریز از سوی دیگر در آینده می‌تواند تشدید شود و یا چالش‌های جدیدی را موجب شود. از طرفی آلودگی آب گسترش یافته و دوره‌های خشکسالی و توزیع ناهمگون نزولات آسمانی و آثار تخریبی آب‌های جاری ناشی از سیلاب شرایطی را به وجود آورده است که اگر منابع آب مدیریت نشود و کیفیت و کمیت آن ها مورد توجه قرار نگیرد، ممکن است تنش‌های غیرقابل پیش بینی را به وجود آورد.

کوشش‌های اقتصادی انسان همواره معطوف بر آن بوده که حداکثر نتیجه را با کمترین امکانات و عوامل موجود به دست آورد، این تمایل را می‌توان دستیابی به کارایی و بهره‌وری بالاتر نامید. بهره‌وری مفهومی جامع و دربرگیرندهٔ کارایی است که افزایش آن به منظور ارتقای سطح زندگی، رفاه، آرامش و آسایش انسان‌ها، همواره مدنظر دست اندرکاران سیاست و اقتصاد بوده است. مفاهیم کارایی و بهره‌وری در پی تعامل و تکامل دانش بشر در علم اقتصاد تکامل یافته و در دو دههٔ اخیر، اندازه‌گیری آن نیز، مبنای نظریات اقتصادی گردیده است. امروزه رقابت، با کمرنگ شدن مرزهای اقتصادی در صحنهٔ جهانی ابعاد تازه‌ای یافته و تلاش برای بهبود بهره‌وری، پایهٔ اصلی این رقابت را تشکیل می‌دهد. از این روی بسیاری از کشورها

برای اشاعهٔ فرهنگ بهره‌وری و به کارگیری فنون و روش‌های ارتقاء آن، اقدامات زیادی انجام داده‌اند.

بررسی عملکرد کشورهایی که طی سال‌های اخیر رشد اقتصادی چشمگیری داشته‌اند، حکایت از آن دارد که اکثر کشورها این رشد را عمدتاً از طریق افزایش بهره‌وری و نه سرمایه گذاری به دست آورده‌اند به صورتی که نقش سرمایه گذاری جدید در مقایسه با نقش افزایش بهره‌وری در آن اندک بوده است. هدفمندسازی یارانه‌ها به معنی افزایش منافع برنامه‌های حمایتی متناسب با کاهش درآمد واقعی است. به علاوه هدفمندی برنامه‌ها در گرو آن است که گروه‌های کم‌درآمد هر چه بیشتر از منافع آن برخوردار باشند و در تأمین مالی آن کمترین مشارکت را داشته باشند.

اصلاح قیمت‌ها به تفکیک حامل‌های انرژی (بنزین، نفت گاز، نفت کوره، نفت سفید و گاز مایع و سایر مشتقات نفت)، گاز طبیعی، کالاهای اساسی، آب، برق و خدمات و باز توزیع منابع آزادشده بین خانوارها، بنگاه‌ها و دولت از اهداف طرح هدفمندی یارانه‌ها در ایران است؛ لذا در این پژوهش سعی بر این است که کارایی مصرف آب خانگی را قبل و بعد از هدفمند کردن یارانه‌ها با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها مقایسه شود. متغیرهای ورودی عبارتند از: نیروی شاغل در بخش آب و ظرفیت تأمین آب و متغیرهای خروجی عبارتند از: تولید آب و فروش(مصرف) آب و هدر رفت آب. بر این اساس پس از مقدمه، در بخش دوم ادبیات موضوع ارائه و در بخش سوم مبانی نظری بیان شده است؛ پس از آن در بخش چهارم به شرح مراحل تخمین و انتخاب مدل پرداخته و در پایان نتیجه‌گیری مقاله ارائه شده است.

ادبیات موضوع

ریناودو و استراسر و ریو[1] (۱۹۹۷) ، به توسعهٔ بازارهای آب به عنوان یک گزینه جهت افزایش بهره‌وری و کارایی اقتصادی در بخش آبیاری پاکستان اشاره کرده و به بررسی کارکرد

بازارها و ارزیابی تأثیر آن بر تولیدات کشاورزی و محیطی می‌پردازد. این محققین بیان می‌کنند که اولین واکنش کشاورزان به ناکافی بودن عرضهٔ آب، ایجاد چاه‌های آب خصوصی و دومین واکنش آن‌ها توسعه بازارهای آب است.

امزین و زایبت[۲] (۱۹۹۹) در مطالعه‌ای کارایی آبیاری و کارایی تخصیصی، استفاده از آب را در عمان مورد بررسی قرار دادند. کارایی آبیاری به عنوان استاندارد مهندسی غالباً برای اندازه‌گیری مدیریت استفاده از آب به کار رفته است. کارایی تخصیصی نیز به عنوان کاربرد تئوری‌های اقتصادی در تولید، مقیاس دیگری برای عملکرد آبیاری ارائه می‌کند. هر دو پارامتر محاسبه شده یعنی کارایی استفاده از آب و کارایی تخصیصی نشان داده است که وضعیت موجود با عدم کارایی روبرو است. در چند مورد کارایی تخصیصی محاسباتی نشان داده است که بیش از حد آب استفاد گردیده است که این امر نتیجهٔ طبیعی کوچک بودن بعضی از مزارع بوده است لذا در مزارع کوچک به علت استفاده بیش از حد از آب، کارایی استفاده از آب و کارایی تخصیصی در سطح پایینی محاسبه گشته است.

ویکلنز[۳] (۱۹۹۹) در مقالهٔ خود بیان می‌کند که بازاهای آب در بخش کشاورزی یک راه حل امید بخش جهت افزایش کارایی اقتصادی آب است که کشاورزان با فرصت‌های ایجاد شده در آن از طریق بهبود شیوه‌های مدیریت تأمین آب ، برای اجاره و فروش آب اقدام نموده و در جهت تبدیل جریان های سطحی و نفوذهای عمیق آن در راستای تأمین آب قابل فروش در بازار تلاش خواهد نمود که این امر منجر به کاهش فشار کشاورزان به منابع آب‌های زیر زمینی می‌شود.

روزگرانت و کلین[۴] (۲۰۰۲) از یک چارچوب تعادلی ناقص برای مدیریت تولیدات غذایی و عایدات آب استفاده کرده‌اند.آن‌ها سه سیاست مهم را پیشنهاد نمودند: سرمایه-

گذاری در زیرساختارها برای افزایش عرضه، بهبود کارایی در استفاده از اصلاحات موجود در مدیریت و بهبود بهره‌وری محصول حاصل از هر واحد آب.

بیتاز[۵] (۲۰۰۸) در تحقیقش آثار شرایط عملیاتی حاکم بر استفادهٔ پایدار از آب شهرها را نشان می‌دهد. وی کارایی در استفاده از آب را به عنوان یک ابزار اساسی در دستیابی به پایداری پیشنهاد داده است. در این راستا، حالت‌های قیمت‌گذاری متعددی که مانع از کارایی می‌شود مورد بررسی قرار گرفته و اثرات آن‌ها تعریف شده است. وی استفادهٔ پایدار از آب را به عنوان عدم از دست ندادن رفاه اجتماعی تعریف می‌کند. وی بیان می‌کند که قیمت کامل هزینه‌ها یک ابزار لازم برای استفادهٔ پایدار از آب است؛ ابزاری است که باعث ترویج عدالت اجتماعی در دراز مدت می‌شود. پس از آن، استفادهٔ کارا به عنوان ابزاری برای دستیابی به پایداری است. وی همچنین به این نتیجه رسیده است که قیمت‌گذاری هزینهٔ کامل و استفادهٔ کارا شرط لازم برای رسیدن به پایداری آب نیست.

با این حال، سیاست‌های اضافی- فراتر از کارایی- و ابزار مربوطه کاربردی به منظور حصول اطمینان از استفادهٔ پایدار از آب باید توسعه یابد.

استیجن و ماریجک، جرسون و لوک[۶] (۲۰۰۸) در تحقیقشان که بر کارایی فنی تمرکز داشته‌اند، کارایی مصرف آب را با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها در طرح‌های آبیاری کوچک در استان شمال غربی در جنوب آفریقا بررسی کرده‌اند. مطالعهٔ آن‌ها نشان داده است که کشاورزان خرده پا در رابطه با مصرف آب در آبیاری منطقهٔ مورد مطالعه، موفق به رسیدن به سطح کارایی فنی خود در مورد استفاده از آب نشده‌اند و کشاورزان هنگامی که قیمت‌ها مطرح نبوده انگیزهٔ کمی برای استفادهٔ کارا از آب داشتند. از این رو گذاشتن هزینه‌ها در سال‌های آتی باعث افزایش کارایی استفاده از آب می‌شود.

یلماز، یوردوز و هارمانسیوگلو[۷] (۲۰۰۹) با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها کارایی آب مصرفی حوضهٔ آبریز مندرا ترکیه را بررسی کردند. در این پژوهش کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده با توجه به محدودیت‌های وزنی ارزیابی شد که بر اساس قضاوت‌های ارزشی مشخص شده بود.

فریجا، چبیل، اسپیلمن، بایز و وان هایلربک[۸] (۲۰۰۹) کارایی مصرف آب در گلخانه‌های تونس و عوامل مؤثر بر آن را با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها بررسی کردند. نتایج نشان داد که میانگین کارایی آب در شرایط بازدهٔ ثابت و متغیر نسبت به مقیاس به ترتیب ۴۲ و ۵۲ درصد است. همچنین آموزش و سرمایه‌گذاری در استفاده از فن‌آوری‌های آبیاری، اثر مثبت و اندازهٔ زمین اثر منفی بر کارایی آب دارد.

یوان[۹] (۲۰۱۰) از روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) و بر اساس مفهوم کارایی فنی ورودی محور به اندازه‌گیری معیارهای کارایی سطوح مزرعه و کارایی بخش‌های فرعی برای استفاده از آب آبیاری می‌پردازد و از تحلیل رگرسیون Tobit برای شناسایی عواملی که تغییرت کارایی آب آبیاری را تحت کمبود منابع آب تحت تأثیر قرار می‌دهند، استفاده می‌کند.

متوسط کارایی فنی از تجزیه و تحلیل DEA مربوط به ۴۳۲ کشاورز گندم کار در شمال غربی چین ۰/۶۱۵۱ به دست آورده است که نشان می‌دهد گندم کاران می‌توانند تولیدات خود را به اندازهٔ ۳۸/۴۹٪ با استفادهٔ کاراتر از ورودی‌ها افزایش دهند. همچنین متوسط کارایی آب آبیاری ۰/۳۰۶۵ نشان می‌دهد که گندم کاران می‌توانند همان مقدار گندم را با استفاده از همان نهاده اما با ۶۹/۳۵٪ آب کمتر تولید کنند. نتایج تجزیه و تحلیل رگرسیون Tobit نشان داده است که سن کشاورز، درآمد، سطح تحصیلات و اندازهٔ مزرعه بر کارایی آب آبیاری اثر مثبت دارد و شرایط کانال و روش‌های مختلف آبیاری تأثیر قابل توجهی در کارایی مصرف آب

آبیاری دارد. علاوه بر این، حقوق مالکیت آب منحصر به فرد و مکانیزم قیمت آب رقابتی باعث تشویق کشاورزان در صرفه‌جویی آب می‌شود.

ابات، کوهن و وانگ(۲۰۱۲)، به تجزیه و تحلیل عملکرد بخش آب و فاضلاب شهری استرالیا در اواسط دهۀ ۱۹۰ با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها پرداخته‌اند. آن‌ها از شاخص مالمکویست برای تعیین سطوح مختلف بهبود بهره‌وری و کارایی در این دوره استفاده می‌کنند. نتایج حاصل نشان می‌دهد که در مراکز شهری بزرگ مستقل از ساختار صنعتی بهره‌وری مثبت اما نسبتاً کم به دست آمده است.

اواد[10] (۲۰۱۲) در مقاله‌ای به بررسی فراهم کردن شرایطی برای کارایی اقتصادی و توزیع عادلانۀ خدمات آب خانگی در کرانۀ باختری می‌پردازد. وی از روش ارزش گذاری مشروط CVM برای به دست آوردن ترجیحات عمومی و روش تمایل به پرداخت WTP خانواده‌ها استفاده می‌کند. اطلاعات به روش پرسشنامه‌ای جمع آوری شده است. با توجه به نتایج حاصل از بررسی CV خانواده‌ها، معلوم می‌شود که سیاست‌های قیمت‌گذاری تصویب شده در سازمان‌ها در مقایسه با عادت‌های تمایل به پرداخت که بستگی به سطح درآمد و محل سکونت خانوار دارد، بیشتر باعث نابرابری و ناکارایی می‌شود.

زاسکی[11] (۲۰۱۲)، در تحقیقش از دو مدل برای رسیدن به کارایی استفاده می‌شود، مدل نهاده‌ای- آب که چندین بخش را که تولید در آن اتفاق افتاده آزمون می‌کند و یک مدل مخصوص کشاورزی که تولید را در سطح ایالتی تجزیه و تحلیل می‌کند. از یک مدل برنامه‌ریزی اجتماعی سه بخش نئوکلاسیک اقتصاد کلان و یک روش حاشیه‌ای تجزیه و تحلیل تجربی برای رسیدن به عدم رفاه ناشی از عدم کارایی استفاده می‌کند. نتایج نشان می‌دهد برای رسیدن به کارایی استفاده از آب باید به سمت کشاورزی و نهادۀ نیروی کار نیز باید به سمت صنعت انتقال پیدا کند . وی همچنین از یک روش مرز تصادفی با تأثیرات کارایی تکنیکی

برای تخمین تابع تولید کشاورزی در سطح محلی استفاده می‌شود که هم مدل اصلی و هم اثرات ناکارایی از روش حداکثر راست نمایی استفاده می‌کند. با استفاده از مدل حداکثر مربعات هم مدل اصلی و هم اثرات کارایی به حداکثر معناداری می‌رسد. توزیع اندازهٔ مزرعه، یارانه‌های کشاورزی، اندازهٔ خانواده مزرعه؛ همه تأثیرات معناداری دارند به طوری که با مزارع بزرگ‌تر، یارانه‌های کمتر و تعداد بیشتر خانواده‌های کشاورزان، همهٔ ناکارایی تکنیکی را کاهش می‌دهند.

جوان و فال سلیمان (۱۳۸۷)در مطالعهٔ بحران آب و لزوم توجه به بهره‌وری آب کشاورزی در دشت بیرجند به این نتایج دست یافتند که کمبود آب و تکیهٔ صرف بر ذخیرهٔ آب خوان‌ها که به علت وجود خشکسالی‌ها و گسترش نیازهای بخش‌های اقتصادی- اجتماعی مناطق خشک کشور همانند خراسان جنوبی را با بحران جدی در تأمین آب مواجه ساخته است. باید دیدگاه های گوناگون مدیریت آب در بخش کشاورزی این مناطق، با اولویت نگرش اقتصاد زیست محیطی، شاخص‌های بهره‌وری آب کشاورزی را در کنار سایر روش-های مدیریت آب در این بخش مورد توجه جدی قرار داد.

فاضلی(۱۳۹۰) در تحقیقی به اندازه‌گیری بهره‌وری صنعت آب ایران با روش تحلیل پوششی داده‌ها پرداخته است. در این تحقیق پس از تعریف عوامل ورودی و خروجی مؤثر بر صنعت آب، به منظور تدوین مدل پویای بهره‌وری و اندازه‌گیری تغییرات بهره‌وری در طی سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۷ از روش تحلیل پوششی داده‌ای پنجره‌ای استفاده کرده است. سپس به منظور لحاظ نمودن اولویت‌ها و ترجیحات مدیران صنعت، پرسش نامه‌هایی به روش مقایسات زوجی، تهیه و میان کارشناسان صنعت توزیع و نتایج به صورت محدودیت‌های وزنی نسبی، وارد مدل شده است، آن‌گاه محقق به منظور رتبه‌بندی کامل شرکت‌ها، از روش رتبه‌بندی اندرسون-پیترسون استفاده کرد. به طور کلی میانگین کارایی فنی در صنعت از میانگین کارایی

مقیاس کمتر است. پس صنعت باید بیشتر مشکلاتش را در عواملی غیر از عوامل مؤثر بر اندازهٔ صنعت و شرکت‌ها جستجو کند.

مبانی نظری

روش تحلیل پوششی داده‌ها(DEA)

پیشینهٔ DEA به موضوع رسالهٔ دکتری رودز[۱۲] با راهنمایی آقای کوپر[۱۳] بر می‌گردد که عملکرد مدارس ایالات متحدهٔ آمریکا را مورد ارزیابی قرار داد. این مطالعه منجر به چاپ اولین مقاله دربارهٔ معرفی عمومی DEA در سال ۱۹۷۸ شد. این روش که عمدتاً به عنوان یک روش اندازه‌گیری کارایی در جهان شناخته شده است در حین اندازه‌گیری کارایی، نوع بازده به مقیاس را نیز ارائه می‌کند. با پیشرفت و تکامل روش فوق در حال حاضر DEA یکی از حوزه‌های فعال تحقیقاتی در اندازه‌گیری کارایی بوده و به طور چشمگیری مورد استقبال پژوهشگران جهان قرار گرفته است(سوفیان و عبدالمجید[۱۴]، ۲۰۰۷). بیش از ۳۰۰۰ مقاله منتشر شده در مورد استفاده از DEA در بیش از ۳۰ صنعت مختلف موجود است (شانگ مان و جانسون[۱۵]، ۲۰۰۷)

تحلیل پوششی داده‌ها، یک تکنیک برنامه‌ریزی ریاضی است که کارایی نسبی گروهی از واحدهای تصمیم‌گیرنده(DMU) را اندازه‌گیری می‌کند و یا به عبارت دیگر DEA یک تکنیک برنامه‌ریزی ریاضی جهت اندازه‌گیری عملکرد نسبی واحدهای سازمانی است که دارای نهاده‌ها و ستانده‌های مختلف بوده و کار مقایسه و سنجش کارایی مشکل است. (کاردیلو و فورتونا ۲۰۰۰،[۱۶]).

تحلیل پوششی داده‌ها، یک روش غیر پارامتریک بوده و به کمک برنامه‌ریزی ریاضی به تعیین مرز کارایی واحدهای تصمیم گیری (DMU) که دارای ستانده‌ها و نهاده‌های مشابه‌اند، می‌پردازد.

در روش‌های پارامتریک از یک فرم ریاضی مطلوب استفاده می‌شود، در حالی که در روش DEA یک درک مشخص و واضح درباره DMUهای مختلف فراهم می‌آید و برخلاف روش‌های پارامتری که فقط بر روی پارامترهای جامعه توجه و تأکید می‌کند، به مشخصه‌ها و ویژگی‌های تمامی مشاهدات توجه می‌گردد. در روش‌های پارامتریک باید یک معادلهٔ مشخص (معادلهٔ رگرسیون، تابع تولید و غیره) وجود داشته باشند، در حالی که در روش DEA نیاز به هیچ گونه فرض یا فرم ریاضی خاص ناست. کارایی به دست آمده در روش DEA کارایی نسبی است و مرز کارایی توسط ترکیب محدبی از واحدهای کارا ایجاد می‌شود. لذا هر DMU که بر روی مرز فوق قرار داشته باشد کارا است و درغیر این صورت ناکارا خواهد بود. جهت کارا کردن یک واحد ناکارا باید تغییراتی در نهاده‌ها و ستانده‌های آن واحد صورت گیرد. شایان ذکر است که پس از اجرای مدل‌های DEA، مجموعه‌ای تحت عنوان مرجع ارائه می‌گردد. در این مجموعه مشخص شده است که هر واحد ناکارا برای رسیدن به مرز کارایی باید با کدام یک از واحدهای کارا مقایسه گردد(چارنز و همکاران[۱۷]، ۱۹۷۸).

همان طور که قبلاً ذکر شد کارایی یک واحد سازمانی (DMU) حاصل نسبت ستانده به نهاده آن واحد است. اگر یک واحد سازمانی بتواند با نهاده‌های ثابت ستانده‌های بیشتر یا با نهاده‌های کمتر، ستانده‌های ثابت و یا با نهاده‌های کمتر، ستانده‌های بیشتری را تولید کند، آن واحد سازمانی به کارایی بالاتری خواهد رسید(باولین[۱۸]، ۱۹۹۹). اگر واحدهای سازمانی، فقط دارای یک نهاده و یک ستانده باشند: کارایی، حاصل نسبت ستانده به نهاده خواهد بود؛ اما اگر یک واحد سازمانی دارای نهاده‌ها و ستانده‌های مختلف باشد، یافتن وزن مشترک برای ستانده‌ها و نهاده‌های مختلف، مشکل و حتی غیر ممکن است. در این جاست که باید از تکنیک DEA استفاده کرد (آذر، ۱۳۷۹).

در این صورت:

کارایی واحد J = مجموع وزنی ستانده ها / مجموع وزنی نهاده ها $= \frac{W_1 Q_{1J} + W_2 Q_{2J} + \cdots W_s Q_{sJ}}{V_1 I_{1J} + V_2 I_{2J} + \cdots + V_M I_{MJ}} = \frac{\sum_{r-1}^{S} W_r O_{rj}}{\sum_{i=1}^{m} V_i I_{ij}}$

در فرمول فوق، w_r وزن ستانده r ام و v_i وزن نهاده i ام است. جهت استفاده از تکنیک DEA و ارزیابی هر یک از واحدهای تصمیم‌گیرنده باید یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی ساخت و بر اساس آن کارایی نسبی هر یک از DMUها را با یکدیگر مقایسه کرد. بنابراین به تعداد واحدهای تصمیم‌گیرنده باید مدل برنامه‌ریزی ریاضی ساخته شود که از حل آن کارایی نسبی (E_j) هر واحد مشخص می‌شود (آذر، ۱۳۷۹). در قسمت های بعد به شرح کامل برنامه‌ریزی خطی DEA خواهیم پرداخت.

مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها

مدل کلی برنامه‌ریزی خطی DEA به شکل زیر است(کوپر و همکاران[۱۹]، ۲۰۰۲):

$$Max\ E_0 = \frac{\sum_{r=1}^{s} W_r O_{r0}}{\sum_{i=1}^{m} V_i I_{i0}}$$

S.t:

$$\frac{\sum_{r=1}^{s} W_r O_{rj}}{\sum_{i=1}^{m} V_i I_{ij}} \leq 1 \quad (j=1,2,3,\ldots\ldots n)$$

$$W_r \geq o \quad (r = 1,2,\ldots..s) \qquad V_i \geq 0 \quad (i = 1,2,\ldots..m)$$

مدل‌های اصلی DEA به دو دسته تقسیم می شوند: مدل CCR و مدل BCC. هر کدام از مدل‌های فوق را می‌توان از دو رویه مورد بررسی قرار داد. این دو رویه به رویه‌های نهاده گرا[۲۰] و ستانده گرا[۲۱] معروف هستند. هر کدام از این رویه‌ها نیز از دو طریق قابل بیان هستند؛ مدل اولیه که به مدل مضربی معروف است و مدل دوگان که معروف به مدل پوششی است (داناسولیس و همکاران[۲۲]، ۱۹۹۶).

داده‌ها

داده‌های استفاده شده عبارتند از: نیروی شاغل در بخش آب و ظرفیت تأمین آب به عنوان متغیر ورودی تولید آب و فروش(مصرف) آب و هدر رفت آب به عنوان متغیرهای خروجی اطلاعات این متغیرها از سایت مرکز آمار ایران جمع آوری شد ه است.

برآورد مدل

اجرای مدل BCC خروجی محور، شکل ریاضی مدل به صورت زیر است که برای هر یک ازاستان‌های ذکر شده اجرا گردید:

$$Min\ E_o = \sum_{i=1}^{m} V_i I_{i0} + \mu$$

St:

$$\sum_{r=1}^{s} W_r O_{r0} = 1 \quad \sum_{r=1}^{s} W_r O_{rj} - \sum_{i=1}^{m} V_i I_{ij} + \mu \leq 0 \quad W_r, V_i \geq 0$$

μآزاد در علامت

نتایج به دست آمده از اجرای مدل فوق برای آب خانگی روستاهای استان‌های کشور در سال ۸۵ در جدول شمارهٔ ۱ آمده است.

همان طور که در جدول بالا ملاحظه می‌شود استان‌های خراسان جنوبی، زنجان، سمنان، کهکیلویه و بویراحمد و یزد از لحاظ فنی کارا و دیگر استان‌ها با درجات متفاوت ناکارا بوده اند. در کارایی مدیریتی استان‌های اصفهان، تهران، خراسان جنوبی، خراسان رضوی، زنجان، سمنان، فارس، قم، کهکیلویه و بویراحمد، هرمزگان و یزد کارا هستند و استان‌های خراسان جنوبی، زنجان، سمنان، کهکیلویه و بویراحمد و یزد از لحاظ کارایی مقیاس، کارا و دیگر استان‌ها ناکارا هستند.

نتایج به دست آمده از اجرای مدل فوق برای روستاهای استان‌های کشور در سال ۹۰ در جدول شمارهٔ ۲ آمده است.

جدول شمارهٔ ۱. نتایج حاصل از اجرای مدل BCC خروجی محور

شمارهٔ واحد	واحدهای مورد ارزیابی	کارایی فنی	کارایی مدیریتی	کارایی مقیاس	بازده نسبت به مقیاس
۱	آذربایجان شرقی	۰/۴۰۳	۰/۶۸۱	۰/۵۹۲	کاهشی
۲	آذربایجان غربی	۰/۹۵۲	۰/۹۹۵	۰/۹۵۸	کاهشی
۳	اردبیل	۰/۹۹۲	۰/۹۹۶	۰/۹۹۶	افزایشی
۴	اصفهان	۰/۹۷۳	۱	۰/۹۷۳	کاهشی
۵	ایلام	۰/۵۴۴	۰/۹۶۵	۰/۵۶۴	کاهشی
۶	بوشهر	۰/۴۳۴	۰/۷۹۱	۰/۵۴۸	کاهشی
۷	تهران	۰/۸۹۷	۱	۰/۸۹۷	کاهشی
۸	چهارمحال وبختیاری	۰/۷۶۶	۰/۸۲۵	۰/۹۲۸	کاهشی
۹	خراسان جنوبی	۱	۱	۱	ثابت
۱۰	خراسان رضوی	۰/۹۱۳	۱	۰/۹۱۳	کاهشی
۱۱	خراسان شمالی	۰/۴۷۸	۰/۸۱۲	۰/۵۸۹	کاهشی
۱۲	خوزستان	۰/۶۱۲	۰/۹۲۹	۰/۶۵۸	کاهشی
۱۳	زنجان	۱	۱	۱	ثابت
۱۴	سمنان	۱	۱	۱	ثابت
۱۵	سیستان وبلوچستان	۰/۴۶۴	۰/۵۶۸	۰/۸۱۷	کاهشی
۱۶	فارس	۰/۸۶۰	۱	۰/۸۶۰	کاهشی
۱۷	قزوین	۰/۹۰۵	۰/۹۲۵	۰/۹۷۸	کاهشی
۱۸	قم	۰/۴۶۳	۱	۰/۴۶۳	کاهشی
۱۹	کردستان	۰/۸۴۹	۰/۸۸۵	۰/۹۵۹	کاهشی
۲۰	کرمان	۰/۷۹۰	۰/۸۸۹	۰/۸۸۸	کاهشی
۲۱	کرمانشاه	۰/۴۵۲	۰/۵۶۹	۰/۷۹۵	کاهشی
۲۲	کهکیلویه وبویراحمد	۱	۱	۱	ثابت
۲۳	گلستان	۰/۸۲۰	۰/۸۷۲	۰/۹۴۱	کاهشی
۲۴	گیلان	۰/۹۰۶	۰/۹۵۶	۰/۹۴۸	کاهشی
۲۵	لرستان	۰/۷۷۵	۰/۸۴۰	۰/۹۲۳	کاهشی
۲۶	مازندران	۰/۴۲۲	۰/۷۸۸	۰/۵۳۵	کاهشی
۲۷	مرکزی	۰/۳۲۷	۰/۵۸۰	۰/۵۶۴	کاهشی
۲۸	هرمزگان	۰/۹۶۳	۱	۰/۹۶۳	کاهشی
۲۹	همدان	۰/۷۴۴	۰/۸۱۳	۰/۹۱۶	کاهشی
۳۰	یزد	۱	۱	۱	ثابت

مأخذ: محاسبات تحقیق

جدول شمارهٔ ۲. نتایج حاصل از اجرای مدل BCC خروجی محور روستاهای کشور بعد از هدفمند کردن یارانه‌ها

شمارهٔ واحد	واحدهای مورد ارزیابی	کارایی فنی	کارایی مدیریتی	کارایی مقیاس	بازده نسبت به مقیاس
۱	آذربایجان شرقی	۱	۱	۱	ثابت
۲	آذربایجان غربی	۱	۱	۱	ثابت
۳	اردبیل	۱	۱	۱	ثابت
۴	اصفهان	۱	۱	۱	ثابت
۵	ایلام	۰/۹۹۹	۰/۹۹۹	۱	ثابت
۶	بوشهر	۰/۹۹۹	۰/۹۹۹	۰/۹۹۹	ثابت
۷	تهران	۱	۱	۱	ثابت
۸	چهارمحال وبختیاری	۰/۹۹۹	۱	۱	ثابت
۹	خراسان جنوبی	۰/۹۹۹	۱	۱	ثابت
۱۰	خراسان رضوی	۱	۱	۱	ثابت
۱۱	خراسان شمالی	۱	۱	۱	ثابت
۱۲	خوزستان	۰/۹۹۹	۱	۱	ثابت
۱۳	زنجان	۱	۱	۱	ثابا
۱۴	سمنان	۱	۱	۱	ثابت
۱۵	سیستان وبلوچستان	۰/۹۹۹	۱	۱	ثابت
۱۶	فارس	۱	۱	۱	ثابت
۱۷	قزوین	۰/۹۹۹	۰/۹۹۹	۱	ثابت
۱۸	قم	۱	۱	۱	ثابت
۱۹	کردستان	۰/۹۹۹	۱	۱	ثابت
۲۰	کرمان	۱	۱	۱	ثابت
۲۱	کرمانشاه	۱	۱	۱	ثابت
۲۲	کهکیلویه وبویراحمد	۱	۱	۱	ثابت
۲۳	گلستان	۱	۱	۱	ثابت
۲۴	گیلان	۱	۱	۱	ثابت
۲۵	لرستان	۱	۱	۱	ثابت
۲۶	مازندران	۱	۱	۱	ثابت
۲۷	مرکزی	۱	۱	۱	ثابت
۲۸	هرمزگان	۱	۱	۱	ثابت
۲۹	همدان	۱	۱	۱	ثابت
۳۰	یزد	۰/۹۹۹	۰/۹۹۹	۱	ثابت

مأخذ: محاسبات تحقیق

همان گونه که در جدول شمارهٔ ۲ مشاهده می‌شود، همهٔ روستاهای استانی کشور در سال ۸۹ در مصرف آب به صورت کارا و بهینه عمل نموده اند. که نشانگر تغییر اساسی در عملکرد کارایی روستاهای استان‌های کشور است.

جدول شمارهٔ ۳. نتایج حاصل از اجرای مدل BCC خروجی محور

شمارهٔ واحد	واحدهای مورد ارزیابی	کارایی فنی	کارایی مدیریتی	کارایی مقیاس	بازده نسبت به مقیاس
۱	آذربایجان شرقی	۰/۷۲۵	۰/۸۰۲	۰/۹۰۵	کاهشی
۲	آذربایجان غربی	۰/۸۶۵	۰/۸۷۳	۰/۹۹۱	کاهشی
۳	اردبیل	۱	۱	۱	ثابت
۴	اصفهان	۰/۷۹۸	۱	۰/۷۹۸	کاهشی
۵	ایلام	۰/۷۴۵	۰/۷۶۹	۰/۹۶۹	کاهشی
۶	بوشهر	۰/۹۸۸	۱	۰/۹۸۸	کاهشی
۷	تهران	۱	۱	۱	ثابت
۸	چهارمحال وبختیاری	۰/۶۴۶	۰/۶۸۵	۰/۹۴۳	کاهشی
۹	خراسان جنوبی	۰/۷۷۳	۱	۰/۷۷۳	افزایشی
۱۰	خراسان رضوی	۰/۷۸۷	۰/۷۹۱	۰/۹۹۵	کاهشی
۱۱	خراسان شمالی	۱	۱	۱	ثابت
۱۲	خوزستان	۰/۹۳۱	۱	۰/۹۳۱	کاهشی
۱۳	زنجان	۰/۸۲۷	۰/۸۶۷	۰/۹۵۴	افزایشی
۱۴	سمنان	۰/۸۴۴	۰/۸۸۱	۰/۹۵۹	کاهشی
۱۵	سیستان وبلوچستان	۰/۳۴۰	۰/۳۸۴	۰/۸۸۷	کاهشی
۱۶	فارس	۰/۸۶۸	۰/۹۹۳	۰/۸۷۴	کاهشی
۱۷	قزوین	۰/۹۶۴	۰/۹۸۹	۰/۹۷۵	افزایشی
۱۸	قم	۱	۱	۱	ثابت
۱۹	کردستان	۰/۸۵۵	۰/۸۹۹	۰/۹۵۱	کاهشی
۲۰	کرمان	۰/۷۸۸	۰/۸۴۱	۰/۹۳۸	کاهشی
۲۱	کرمانشاه	۰/۸۰۲	۰/۸۴۹	۰/۹۴۴	کاهشی
۲۲	کهکیلویه وبویراحمد	۰/۹۲۶	۰/۹۲۷	۰/۹۹۹	کاهشی
۲۳	گلستان	۰/۷۳۰	۰/۷۳۵	۰/۹۹۲	افزایشی
۲۴	گیلان	۰/۵۴۹	۰/۵۶۲	۰/۹۷۶	کاهشی
۲۵	لرستان	۰/۹۲۰	۰/۹۲۸	۰/۹۹۱	افزایشی
۲۶	مازندران	۱	۱	۱	ثابت
۲۷	مرکزی	۰/۸۱۳	۰/۸۱۳	۰/۹۹۹	ثابت
۲۸	هرمزگان	۰/۷۹۴	۰/۸۱۹	۰/۹۷۰	کاهشی
۲۹	همدان	۰/۷۸۳	۰/۹۰۲	۰۰/۸۰۵	کاهشی
۳۰	یزد	۰/۷۷۵	۰/۹۸۷	۰/۷۸۵	افزایشی

مأخذ: محاسبات تحقیق

نتایج به دست آمده از اجرای مدل فوق برای شهرهای استان‌های کشور در سال ۸۵ در جدول شمارهٔ ۳ آمده است.

همان طور که در جدول بالا ملاحظه می‌شود استان‌های اردبیل، تهران، خراسان شمالی، قم و مازندران کارا و دیگر استان‌ها با درجات متفاوت ناکارا بوده‌اند. در کارایی مدیریتی استان‌های اردبیل، اصفهان، بوشهر، تهران، خراسان شمالی، خوزستان، قم و مازندران کارا و استان‌های اردبیل، تهران، خراسان شمالی، قم و مازندران از لحاظ کارایی مقیاس، کارا و دیگر استان‌ها ناکارا هستند.

همان طور که در جدول بالا ملاحظه می‌شود استان‌های خراسان شمالی و کرمان از لحاظ فنی کارا و دیگر استان‌ها با درجات متفاوت ناکارا بوده‌اند. در کارایی مدیریتی استان‌های آذربایجان شرقی، تهران، خراسان شمالی، قزوین و کرمان کارا هستند. و استان‌های خراسان شمالی و کرمان از لحاظ کارایی مقیاس، کارا و دیگر استان‌ها ناکارا هستند.

نتایج به دست آمده از اجرای مدل فوق برای شهرهای استان‌های کشور در سال ۹۰ در جدول شمارهٔ ۴ آمده است.

نتایج

نتایج نشان می‌دهد بعد از هدفمند کردن یارانه‌ها، مصرف خانگی روستاهای کشور کاراتر شده است، ولی این مسئله در شهرها صادق نیست که نشانگر حساسیت روستاها و عدم حساسیت شهرها به تغییرات قیمت است. این موضوع حاکی از سهم بالاتر هزینهٔ آب در روستاها در سبد هزینهٔ خانوار روستایی در مقایسه با شهرها است. در صورتی که هدف از اجرای هدفمند کردن یارانه‌ها کارایی باشد، باید نسبت تغییرات قیمت در روستاها با شهرها متفاوت باشد. همچنین باید در شهرها در کنار ابزار قیمتی، سایر ابزارهای غیر قیمتی را به عنوان مکمل تأثیر گذار مورد توجه قرار داده شود.

بنابراین قیمت گذاری در کنار دیگر ابزارهای غیر اقتصادی هنوز می‌تواند در کارایی آب و حفظ منابع مؤثر باشند .در واقع ابزارهای اقتصادی، یک ابزار برای بهبودی هزینهٔ منابع آب و یک پیام هشداری مؤثر در رفتار مصرف کننده در کاهش مصرف آب است و سطح قیمت‌ها نیز تأثیر بیشتری بر الگوی مصرف کنندگان می‌گذارد.

جدول شمارهٔ ۴. نتایج حاصل از اجرای مدل BCC خروجی محور

شمارهٔ واحد	واحدهای مورد ارزیابی	کارایی فنی	کارایی مدیریتی	کارایی مقیاس	بازده نسبت به مقیاس
۱	آذربایجان شرقی	۰/۲۸۱	۱	۰/۲۸۱	کاهشی
۲	آذربایجان غربی	۰/۴۰۳	۰/۸۸۱	۰/۴۵۸	کاهشی
۳	اردبیل	۰/۳۱۶	۰/۷۱۶	۰/۴۴۱	کاهشی
۴	اصفهان	۰/۱۷۵	۰/۸۴۲	۰/۲۰۸	کاهشی
۵	ایلام	۰/۷۶۵	۰/۸۲۲	۰/۹۳۰	کاهشی
۶	بوشهر	۰/۵۴۵	۰/۸۶۱	۰/۶۳۳	کاهشی
۷	تهران	۰/۳۷۲	۱	۰/۳۷۲	کاهشی
۸	چهارمحال وبختیاری	۰/۶۰۲	۰/۹۰۵	۰/۶۶۵	کاهشی
۹	خراسان جنوبی	۰/۸۴۶	۰/۸۵۳	۰/۹۹۲	کاهشی
۱۰	خراسان رضوی	۰/۳۰۹	۰/۷۲۰	۰/۴۳۰	کاهشی
۱۱	خراسان شمالی	۱	۱	۱	ثابت
۱۲	خوزستان	۰/۲۰۵	۰/۶۹۰	۰/۲۹۷	کاهشی
۱۳	زنجان	۰/۵۹۳	۰/۷۵۶	۰/۷۸۴	کاهشی
۱۴	سمنان	۰/۶۵۸	۰/۸۴۷	۰/۷۷۶	کاهشی
۱۵	سیستان وبلوچستان	۰/۲۹۱	۰/۶۸۶	۰/۴۲۴	کاهشی
۱۶	فارس	۰/۱۶۲	۰/۶۸۳	۰/۲۳۶	کاهشی
۱۷	قزوین	۰/۷۸۱	۱	۰/۷۸۱	کاهشی
۱۸	قم	۰/۸۲۸	۰/۹۹۸	۰/۸۳۰	کاهشی
۱۹	کردستان	۰/۳۸۸	۰/۶۷۱	۰/۵۷۹	کاهشی
۲۰	کرمان	۱	۱	۱	ثابت
۲۱	کرمانشاه	۰/۲۸۷	۰/۶۶۵	۰/۴۳۱	کاهشی
۲۲	کهکیلویه وبویراحمد	۰/۵۰۱	۰/۶۳۸	۰/۷۸۵	کاهشی
۲۳	گلستان	۰/۵۴۴	۰/۷۵۲	۰/۷۲۴	کاهشی
۲۴	گیلان	۰/۴۰۶	۰/۸۸۸	۰/۴۵۸	کاهشی
۲۵	لرستان	۰/۲۵۶	۰/۶۷۵	۰/۳۸۰	کاهشی
۲۶	مازندران	۰/۳۸۴	۰/۷۵۳	۰/۵۱۰	کاهشی

شمارهٔ واحد	واحدهای مورد ارزیابی	کارایی فنی	کارایی مدیریتی	کارایی مقیاس	بازده نسبت به مقیاس
۲۷	مرکزی	۰/۴۲۵	۰/۷۵۴	۰/۵۶۴	کاهشی
۲۸	هرمزگان	۰/۴۲۴	۰/۷۶۴	۰/۵۵۴	کاهشی
۲۹	همدان	۰/۳۳۸	۰/۶۸۴	۰/۴۹۵	کاهشی
۳۰	یزد	۰/۶۱۲	۰/۹۷۳	۰/۶۳۰	کاهشی

مأخذ: محاسبات تحقیق

یادداشت‌ها

1. Rianaudo , Strosser and Rieu.
2. Omezzin and Zaibet
3. Whichelns.
4. Rosegrant and Cline
5. Bithas
6. Stijn, Marijke, Jerson, and Luc
7. Yilmaz , Yurduse, and Harmancioglu
8. Frija, ChebilSpeelman, Buysseand Van Huylenbroeck
9. Yuan
10. Awad
11. Zaeske
12. Rhodes
13. Cooper
14. Sufian. Abdul Majid
15. Shanmuganand Johnson.
16. Cardillo andFortuna
17. Refrence Set
18. Bowlin
19. Cooper, Deng and Huang.
20. Input- Oriented
21. Output Oriented
22. Thanassoulis, Boussofiane, Dyson

منابع و مآخذ

Abbott, M., Cohen, B., Wang, W.C. (2012). The performance of the urban water and wastewater Sectors in Australia. *Utilities Policy*, 20, 52-63.

Awad, I.M. (2012). Using econometric analysis of willingness-to-pay to investigate economic efficiency and equity of domestic water services in the west bank. *The journal of socio Economic*, 41, 485-494.

Azar, A. (2001). DEA and AHP: A comparative study, *Journal of Management Studies*, 27-28.

Bithas, K. (2008). The sustainable residential water use: Sustainability, efficiency and social equity. *The European experience. Ecological Economic*, 68, 221-229.

Cardillo D,L., Fortuna, T. (2003). A DEA model for efficiency evaluation of nondominanted path on a road netwok. *European Journal of Operational Research*, 121(3), 549-558.

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

Fazeli, A. (2012). Water industry's productivity, measured by the DEA. DEA Branch of the National Conference Dadhha.danshgah Turquoise Mountain.

Frija, A., Chebil, A., Speelman, S., Buysse, J., Van Huylenbroeck, G. (2009). Water use and technical efficiencies in horticultural green houses in Tunisia. AGWAT, 2808:1-8.

Javan, J., Fal Solaiman, M. (2000). The water crisis and the need to consider agricultural water productivity in dry areas, A case study of Birjand plain, Jghrafyavtvsh, 11.

Mehregan, M.R. (2002). Quantitative models to assess organizational performance (DEA). Tehran, Tehran University Management School.

Omezzine, A., Zaibet, L. (1999). Management of modern irrigation systems in Oman: Allocate VS. *Irrigation Efficiency. Agricultural Water management*, 37, 99-107.

Rianaudo, J., Strosser, P., Rieu, T.(1997).Linking water market functioning access to water resource and farm production strategies examples from Pakistan irrigation and Drainage systems, 11,261-280.

Rosegrant, M.W., Cai, X., Cline, S.A. (2002). World water and food to 2025: Dealing with scarcity. *Technical Report, International Food policy Research Institude.*

Shanmugam, R., Johnson, C. (2007). At crossroad of data envelopment and principle component analyses, *The International Journal of Management Science,* 35, 2007 , 351-364.

Statistical Center of Iran. (2007 and 2012), Annals regional statistics.

Stijn, S., Marijke, D.H., Jerson, B., Luc, D.H. (2008). A measure for the efficiency of water use and its determinates, A case study of small-scale irrigation schemes in north-west province, South Africa. *Agriculture Systems*, 98, 31-39.

Thanassoulis, E., Boussofiane A., Dyson R.G.(1996) A comparision of data envelopment analysis and ratio analysis as tools for performance assessment Omega,.24, (3), 229-244.

Whichelns, D. (1999).An economic model of water logging and stalinization in arid regions. *Ecological Economics*, 30,475-491.

Yilmaz, B., Yurduse, M., Harmancioglu, N. (2009). The assessment of irrigation efficiency in Buyuk Menderes basin. *Water. Resour. Manage*, 23: 1081-1095.

Yuan, W.X. (2010). Irrigation water use efficiency of farmers and its determinants: evidence from a survey in northwestern china. *Agricultural Science in China*, 9(9), 1326-1337.

Zaeske, A.L. (2011). Macroeconomic analysis of efficiency and water use in the United States. A dissertation submitted in partial satisfaction of the requirements for the degree doctor of philosophy in economics. *University of California.*