چهارمین کارگاه فنی ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری و زهکشی
۲۸ آبان ماه ۱۳۸۳

ارزیابی، رتبه‌بندی و ارائه راهکارهای کمی بهبود عملکرد شبکه‌های آبیاری با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها [1] (*DEA*)

محمدجواد منعم [2] و حسام قدوسی [3]

چکیده

روش‌هـای معمـول ارزیابی عملکرد شبکه‌های آبیاری به علت عدم ارائه استانداردهای کمی عملکرد، چندان موجب بهبود عملکرد شبکه‌ها نشده‌اند. در این تحقیق با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها به ارزیابی و تعییـن اسـتانداردهای عملکرد هشت شبکه آبیاری پرداخته شده و کارائی آنها نسبت به استاندارد بدست آمده است. این ارزیابی برای مجموعه کل سیستم (شامل شرکت بهره‌برداری وشبکه آبیاری) و شرکت‌های بهره‌برداری آن‌ها به تفکیک از دیدگاه‌های مختلف نهاده‌ای، ستاده‌ای، اشتغال‌زائی و درآمدزائی انجام گرفته است. سپس برای تعیین راهکارهای بهبود عملکرد، با انجام تحلیل حساسیت روی عوامل ورودی سیستم‌ها مـیزان تأثـیر هر یک روی بهبود کارائی به صورت کمی مشخص شده است. از نتایج حاصله میتوان نتیجه گرفـت کـه شـبکه F و شـرکت بهـره‌بـرداری مـربوطه دارای بیشـترین کارایی بوده و شبکه‌های E و H و شـرکت‌هـای بهره‌برداری مربوطه دارای کمترین کارائی می‌باشند. همچنین نتیجه کلی حاصله از این تحقیق حاکـی از آنسـت که برای ارتقاء عملکرد در اغلب شبکه‌ها اولویت سرمایه‌گذاری روی کل سیستم می‌باشد. نـتایج تحلیل حساسیت روی شبکه E نشان می‌دهد که کاهش هیچکدام از شاخص‌های ورودی به تنهائی تا مقـدار متـناظرش در واحـد مـرجع، باعـث کـارا شـدن کـامل واحـد E نمـی‌گـردد، ولی کاهش شاخص‌های ماشین‌آلات، شبکه، پرسنل و هزینه تا مقادیر متناظرشان در واحد مرجع، به ترتیب با میزان کارائی ۰/۵۶۱، ۰/۵۴۸،۰/۴۷۲ و ۰/۲۷۸بیشـترین تأثیر را بر بهبود عملکرد سیستم نشان داده اند. بدین ترتیب با استفاده از روش *DEA* و تحلیل حساسیت روی آن میتوان علاوه بر رتبه‌بندی واحدها و تعیین اولویت‌های کلی بهبود عملکرد، راه کارهای جزئی و تأثیر کمی آنها را بر ارتقاء عملکرد مشخص کرد.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی‌عملکرد، شبکه‌های آبیاری، تحلیل‌پوششی‌داده‌ها، تحلیل‌حساسیت.

1-Data Envelopment Analysis

۲- استادیار گروه سازه‌های آبی،دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس تهران

۳- دانشجوی دکتری سازه‌های آبی،دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس تهران

مقدمه

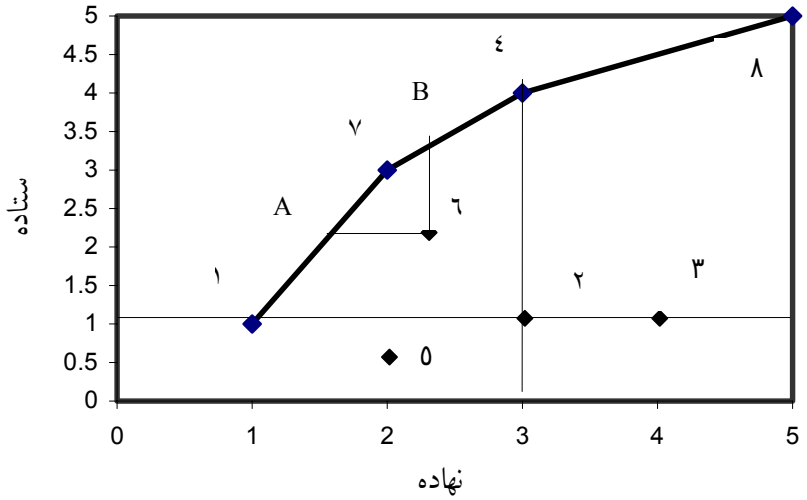
با توجه به حجم عظیم سرمایه‌گذاری انجام شده در طرح‌های آبیاری و زهکشی و همچنین محدودیت منابع آب موجود جهت احداث پروژه‌های جدید، توجه به رفع مشکلات پروژه های موجود و بهبود عملکرد آنها یک ضرورت اجتناب ناپذیر است که مورد توجه مؤسسات بین المللی و مراکز تحقیقات آبیاری و محققین از جمله داگلاس (۱۹۹۷) قرار گرفته است. اولین قدم برای بهبود عملکرد شبکه ها، ارزیابی عملکرد آن‌ها می‌باشد. منعم (۱۳۸۱) اعلام نمود که روش‌های معمول ارزیابی عملکرد شبکه‌ها قادر به ارائه استانداردهای عملکرد و راهکارهای موثر بهبود آن نبوده‌اند و نتوانسته‌اند موجب بهبود قابل توجه عملکرد شوند. اهداف مورد نظر از این تحقیق عبارتند از: ۱- به حداقل رساندن قضاوت های کارشناسی در ارزیابی عملکرد شبکه ها با استفاده از روش تحلیل پوششی داده ها ۲- تعیین استاندارد کمی عملکرد شبکه های آبیاری مورد ارزیابی ۳- تعیین پتانسیل بهبود عملکرد و ارائه راه کارهای کلی تحقق آن ۴- تعیین نقش تفکیکی عوامل ورودی و خروجی روی بهبود عملکرد با انجام تحلیل حساسیت ۵- تعیین اولویت عوامل تأثیر گذار بر بهبود عملکرد. اساس روش DEA را که مبتنی بر بهینه‌سازی بر اساس برنامه‌ریزی خطی است فارل در سال ۱۹۵۷ بنا نهاد و سپس چارنز، کوپر و رودز (۱۹۷۸) آنرا توسعه دادند و با فرض بازده به مقیاس ثابت مدل CCR را معرفی کردند. بنکر، چارنز و کوپر (۱۹۷۸) مدلBCC را برای انواع دیگر بازده به مقیاس تعمیم دادند. در این مدل ها تمامی واحدهائی که بر روی مرز کارائی قرار میگیرند دارای حداکثر کارائی برابر ۱ می‌باشند که برای مقایسه این واحدها و رتبه‌بندی آنها مدل AP توسط اندرسون و پیترسون (۱۹۸۳) توسعه یافت. در این پژوهش با استفاده از مدل و ۸ شبکه آبیاری مورد ارزیابی قرار گرفته و علاوه بر تعیین استاندارد عملکرد آنها، با تحلیل حساسیت راه‌کارهای بهبود و میزان بهبود قابل حصول تعیین شده است.

مواد و روشها

معرفی روش تحلیل پوششی داده ها:

یکی از روش‌های کمی ارزیابی عملکرد که توانائی قابل توجهی در ارزیابی عملکرد، ارائه استانداردهای واقع بینانه و راهکارهای بهبود عملکرد از خود نشان داده است، روش تحلیل پوششی داده‌ها است. این روش که در ابتدا برای ارزیابی اقتصادی-فنی واحدهای صنعتی، تولیدی و ارائه استانداردهای آنها بکار رفت به سرعت در ارزیابی واحدهای خدماتی نیز با موفقیت مورد استفاده قرار گرفت و امید می‌رود در رفع مشکلات ارزیابی و بهبود عملکرد شبکه‌های آبیاری نیز مؤثر واقع گردد. DEA یک روش برنامه ریزی ریاضی برای ارزیابی مقایسه‌ای واحدهای تصمیم‌گیرنده با نهاده‌ها و ستاده‌های مشابه میباشد. برای ارزیابی واحدهای تصمیم‌گیری، نهاده‌ها و ستاده‌های این واحدها مقایسه می‌شوند. برای سیستم‌هائی که دارای یک نهاده و یک ستاده هستند از میان واحدهایی که یک مقدار مساوی نهاده مصرف می‌کنند

واحـدی دارای کارایـی بیشـتری است که ستاده بیشتری تولید می‌کند، این حالت را مدل با ماهیت ستاده‌ای می‌نامند. همچنین از بین واحدهایی که یک مقدار مساوی ستاده تولید میکنند واحدی دارای کارایی بیشتری اسـت کـه نهاده کمتری مصرف نماید. این حالت را نیز مدل با ماهیت نهاده‌ای گویند. برای آشنایی بیشتر با DEA یـک مـثال با ساده‌ترین حالت که متشکل از ۸ واحد خدماتی با یک ورودی و یک خروجی است ارائه شده است (شکل ۱).



شکل (۱)- نمایش مقادیر یک ستاده در برابر یک نهاده برای هشت واحد مورد ارزیابی

ایـن مـثال بیـن واحدهایـی کـه یک مقدار معین خروجی تولید می‌کنند (واحدهای ۳،۲،۱)، واحدی که کمترین نهـاده را مصـرف مـی‌کـند (واحـد۱)، دارای بیشـترین کارائی است و نیز بین واحدهائی که یک مقدار معین ورودی مصـرف مـی‌کنـند (واحـدهـای ۲و۴)، واحدی که بیشترین خروجی را تولید می‌کند (واحد۴)، دارای بیشـترین کارائـی اسـت. واحدهایـی کـه دارای بیشـترین کارائـی هستند نقاط مرزی بوده و از اتصال آنها منحنـی پوشـش بدسـت مـی‌آید که کارائی واحدهای دیگر با آن سنجیده می‌شود. (هر گاه واحدی یا ترکیب خطـی از بعضی واحدها نتوانند همان مقدار خروجی را با مقدار کمتری از ورودی‌ها تولید کنند، واحد مورد نظر یا ترکیب خطی مورد نظر کارا خواهد بود و بر روی مرز کارائی قرار دارد). حال اگر کارائی واحد ۶ را بخواهـیم بسـنجیم آن را بـا تصاویر افقی و قائم بر روی منحنی پوشش (نقاط A وB) مقایسه خواهیم کرد کـه نقطـه A ترکیـب خطـی از واحدهای ۱و۷ و نقطه B ترکیب خطی از واحدهای ۷و۴ می‌باشند. واحد ۶ از نظر نهاده‌ها با نقطه A و از نظر ستاده‌ها با نقطهB سنجیده می‌شود. حال اگر واحدها دارای M ورودی و N خروجـی باشـند ایـن تحلـیل در فضـای $M \times N$ بعـدی صـورت گرفـته و DEA بـا کمک از روش‌های برنامه‌ریزی خطی مرز کارائی را در فضای $M \times N$ بعدی بدست می‌آورد.

لازم بـه ذکـر اسـت که هر کدام از مدل‌های مختلف DEA دارای یک ماهیت ستاده‌ای و یک ماهیت نهاده‌ای مـی‌باشـند و تفـاوت این دو مدل در ارائه راهکارهای بهبود عملکرد منعکس می‌گردد. یکی از عوامل مهم در

انتخاب مدل‌های DEA مفهوم بازده به مقیاس است. بازده به مقیاس عبارتست از نسبت تغییرات خروجی‌ها به تغییرات ورودی‌های یک واحد تصمیم‌گیری که می‌تواند، افزایشی، ثابت و یا کاهشی باشد. با توجه به بازده به مقیاس در شبکه‌های آبیاری که کاهشی و یا حداکثر ثابت است و ضرورت رتبه‌بندی همه واحدها در این تحقیق از مدل‌های CCR و AP استفاده شده است. در مدل های DEA هر کدام از واحدهای تصمیم‌گیری با واحد نظیر خود بر روی مرز کارائی به عنوان واحد مرجع مورد مقایسه و ارزیابی قرار می‌گیرد. در مدل CCR واحد مرجع واحدی است که از ترکیب خطی کلیه واحدها بگونه‌ای تعیین می‌گردد که نهاده آن کمتر یا مساوی نهاده واحد مورد ارزیابی و ستاده آن بیشتر یا مساوی ستاده واحد مورد ارزیابی می‌باشد. در تحلیل با ماهیت نهاده‌ای نسبت بردار نهاده واحد مرجع (X_R) به بردار نهاده واحد مورد ارزیابی (X_P) کارائی واحد مورد ارزیابی میباشد که با θ_p نشان داده می‌شود.

$$\theta_p = \frac{X_R}{X_P} \qquad (۱)$$

با یافتن حداقل θ_P واحد مرجعی بدست می‌آید که با مصرف حداقل نهاده توانسته است ستاده‌ای برابر یا بیشتر از ستاده واحد مورد ارزیابی تولید نماید. مدل CCR را میتوان به صورت یک مسئله بهینه سازی به صورت رابطه ۲ بیان نمود:

$$\begin{aligned} &\theta_p^* = \min\theta_p \\ &S.T. \\ &\sum_{j=1}^{n}\lambda_j X_j \le \theta_p X_p \\ &\sum_{j=1}^{n}\lambda_j y_j \ge y_p \\ &\lambda_j \ge 0 \qquad j = 1,.....,n \end{aligned} \qquad (۲)$$

که در آن: λ_j ضرائب یکه واحدهای تشکیل دهنده واحد مرجع، X_j و y_j به ترتیب بردار نهاده و ستاده واحدهای تشکیل دهنده واحد مرجع، X_p و y_p به ترتیب بردارد نهاده و ستاده واحد مورد ارزیابی، و n تعداد کل واحدها است. ویژگی‌های مدل AP مشابه ویژگی‌های مدل CCR است با این تفاوت که بمنظور رتبه‌بندی واحدهای کارا که بر روی مرز کارائی قرار می‌گیرند واحد مرجع به عنوان واحدی تعریف میگردد که از ترکیب خطی کلیه واحدها بجز واحد مورد ارزیابی بدست می‌آید و لذا رابطه ریاضی آن به صورت رابطه ۳ بیان می‌گردد:

$$\begin{aligned} &\theta_p^* = \min\theta \\ &S.T. \\ &\sum_{j=1,j\ne p}^{n}\lambda_j X_j \le \theta_p X_p \\ &\sum_{j=1,j\ne p}^{n}\lambda_j y_j \ge y_p \\ &\lambda_j \ge 0 \qquad j = 1,....,n \end{aligned} \qquad (۳)$$

با حل معادلات ۲و۳ به صورت یک مسئله برنامه‌ریزی خطی برای هر یک از واحدهای مورد ارزیابی در هر کدام از دیدگاه‌ها، واحدهای مرجع و کارائی واحدهای مورد ارزیابی بدست می‌آید. معرفی کاملتر روش DEA در منابع مختلف از جمله علیرضائی (۱۹۹۶)، صالحی طالشی (۱۳۷۹) ومنعم و همکاران (۱۳۸۱) ارائه شده است.

معرفی شبکه های آبیاری مورد ارزیابی: در این تحقیق واحدهای تصمیم‌گیری که مورد ارزیابی قرار گرفتند هشت شبکه آبیاری می‌باشند. اطلاعات مربوط به این شبکه‌ها که عمدتا از صالحی طالشی (۱۳۷۹) اقتباس شده‌است در جدول ۱ خلاصه شده است.

جدول۱:شبکه های آبیاری و زهکشی مورد استفاده در این تحقیق

شبکه	هزینه های سالانه (میلیون ریال)	تعداد ماشین آلات	سطح زیر کشت (هکتار)	درآمد سالانه (میلیون ریال)	تعداد پرسنل
A	۱۳۱۳	۶۳	۱۰۰۶۲	۱۱۳۰	۶۰
B	۱۳۱۴,۹	۱۴	۴۰۰۰۰	۱۹۴۵,۹	۳۳
C	۱۴۰۴	۱۷	۳۳۰۰۰	۱۵۵۸	۳۹
D	۳۰۲۰	۳۰	۳۷۰۰۰	۲۴۶۰	۱۲۹
E	۱۲۷۳	۲۴	۸۳۶۴	۳۸۲	۴۸
F	۲۴۵۳	۶۰	۵۷۶۰۰	۳۱۳۱۰	۹۶
G	۸۸۵۷	۵۶	۶۱۷۱۶	۱۰۵۷۳	۳۳۰
H	۲۹۴۰	۹۳	۶۶۳۴۰	۳۰۹۷	۱۱۵

معرفی شاخص‌ها و گزینه‌های ارزیابی عملکرد: در این پژوهش جهت ارزیابی و بهبود عملکرد شبکه‌های آبیاری از هفت شاخص ترکیبی شبکه، هزینه، پرسنل، ماشین آلات، در آمد، مشترکین و کشاورزی استفاده شده است. هر کدام از این شاخص‌ها ترکیبی از عوامل مختلف می‌باشند که این عوامل و چگونگی ترکیب آنها و ضرائب وزنی مربوطه در جدول ۲ خلاصه شده است. با توجه به تعریف نهاده و ستاده از میان شاخص‌های ذکر شده شاخص هزینه، پرسنل و ماشین آلات در ردیف نهاده‌ها و شاخص‌های کشاورزی، درآمد و مشترکین در ردیف ستاده‌ها قرار می‌گیرند. شاخص شبکه در دو دیدگاه مختلف ارزیابی، به دو صورت نهاده و ستاده قرار می‌گیرد که این دو دیدگاه عبارتند از:

۱-دیدگاه ارزیابی شرکت بهره‌برداری (شرکت): در این دیدگاه شاخص شبکه به عنوان مجموعه‌ای که سرویس گیرنده از شرکت بهره‌برداری می‌باشد و شرکت بهره‌برداری مسئولیت نگهداری آنرا بعهده دارد به عنوان ستاده یا خروجی در نظر گرفته شده است.

۲-دیدگاه ارزیابی کل سیستم (شبکه و شرکت): در این دیدگاه شاخص شبکه به عنوان نهاده یا ورودی در نظر گرفته می‌شود. بعبارت دیگر شاخص شبکه مانند سایر نهاده‌ها به این منظور مورد استفاده قرار می‌گیرد تا خروجی‌های سیستم را تولید نماید.

جهت جامع تر بودن دیدگاه ارزیابی و ارائه راهکارهای بهبود عملکرد از دیدگاه‌های مختلف، برای شاخص کشاورزی دو دیدگاه در نظر گرفته شده است، این دو دیدگاه عبارتند از:

۱- دیدگاه اشتغال زائی: با توجه به سیاست های دولت مبنی بر ایجاد اشتغال، اگر هدف سیستم توسعه اشتغال در منطقه تحت پوشش باشد، افزایش سطح زیر کشت اهمیت بیشتری پیدا می‌کند.

۲- دیدگاه درآمد زائی: اگر هدف سیستم افزایش هر چه بیشتر درآمد باشد، افزایش متوسط عملکرد، یا ارزش محصولات اهمیت بیشتری می‌یابد.

انعکاس این دو دیدگاه با در نظر گرفتن ضرائب وزنی مختلفی در عوامل تشکیل دهنده شاخص کشاورزی صورت میگیرد که ضرائب مربوطه از دیدگاه اشتغال زائی با روش مقایسات زوجی تعیین گردیده و در جدول ۲ ارائه شده است. از دیدگاه در آمد زائی این ضرائب یکسان و برابر ۱ می‌باشند. لازم به ذکر است که منعم وهمکاران (۱۳۸۱) برای اولین بار روش *DEA* را برای ارزیابی هشت شبکه آبیاری کشور مورد استفاده قرار دادند. در مطالعه ایشان صرفاً از مدل ترکیبی *CCR* و*AP* با ماهیت نهاده‌ای استفاده شد و ضرائب وزنی شاخص‌ها بر اساس قضاوت کارشناسی تعیین گردید، و برای حل مدل ها، نرم افزار *GAMS/MINOS* مورد استفاده قرار گرفت. در تحقیق حاضر از مدل‌های *CCR* و *AP* هر یک با ماهیت نهاده‌ای و ستاده‌ای بطور جداگانه استفاده شده است تا بتوان راهکارهای بهبود را به تفکیک ستاده‌ها و نهاده‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. همچنین برای جامع تر نمودن دیدگاه های ارزیابی در ارائه راه کارهای بهبود، دیدگاه اشتغال زائی و درآمد زائی به صورت جداگانه مورد بررسی قرار گرفته است. ارزیابی برای مجموعه کل سیستم و شرکت بهره‌برداری بطور جداگانه انجام شده است. برای سهولت برنامه نویسی و حل مدل ها از برنامه *LINDO* استفاده شده است. بنا براین برای هر یک از گزینه‌های موجود (۱۶ گزینه) به تعداد شبکه‌های مورد ارزیابی (۸ شبکه) جمعا ۱۲۸ مدل برنامه‌ریزی خطی مربوطه تعریف و با نرم‌افزار *LINDO* حل شده‌اند. به منظور کاهش قضاوت های شخصی و کارشناسی در امر ارزیابی ضرائب وزنی اجزاء شاخص های شبکه،پرسنل، ماشین آلات و کشاورزی با استفاده از روش مقایسات زوجی بدست آمده است. با توجه به اینکه تعداد عوامل تشکیل دهنده سایر شاخص‌ها حداکثر ۲ عدد بوده‌است ضرائب وزنی آنها طبق نظرات کارشناسی تعیین گردید. همچنین در این تحقیق با انجام تحلیل حساسیت روی هر کدام از عوامل ورودی سیستم ها میزان بهبود قابل حصول هریک محاسبه و اولویت راه کارهای جزئی بهبود عملکرد نیز تعیین شده است.

نتایج و بحث

نتایج ارزیابی شبکه های آبیاری: با استفاده از نتایج بدست آمده می‌توان شبکه های مختلف را از دیدگاه های متفاوت و مدل های مختلف بکار گرفته شده رتبه‌بندی نمود و وضعیت عملکرد هر یک را نسبت به یکدیگرتعیین کرد. نمونه‌ای از نتایج ارزیابی کارائی واحدهای مختلف، با استفاده از مدل*CCR* و*AP* با ماهیت نهاده‌ای به ترتیب در جداول ۳ و۴ ارائه شده است. و خلاصه آن را می‌توان به شرح زیر بیان نمود:

الف) رتبه‌بندی کل سیستم از دیدگاه اشتغال زائی به ترتیب از بیشترین کارایی تا کمترین کارایی عبارتست از F، D ، A، B، C، G، E و H.

ب) سیستم آبیاری F از هر دو جنبه کل سیستم و شرکت بهره برداری هم از لحاظ درآمد زائی و هم از نظر اشتغال زائی بالاترین کارائی را نشان داده است.

جدول۲:شاخصهای مورد استفاده جهت ارزیابی عملکرد و عوامل تشکیل دهنده آنها

شاخص	عوامل تشکیل دهنده	ضرائب وزنی	روش تعیین ضرائب وزنی
شبکه	سطح تحت پوشش	۰/۰۸۱	روش مقایسات زوجی
	حجم آب ورودی	۰/۳۰۴	
	طول وظرفیت کانال درجه۱	۰/۱۱۳	
	طول وظرفیت کانال درجه۲	۰/۰۶۸	
	سازه های آب بند	۰/۲۰۱	
	سازه های آبگیر ۱و۲	۰/۱۵۴	
	سیفون	۰/۰۴	
	دراپ	۰/۰۴	
هزینه	هزینه تعمیر و نگهداری	۰/۷	نظرات کارشناسی
	هزینه پرسنلی	۰/۳	
پرسنل	نوع کار	۰/۳۱۹۶	روش مقایسات زوجی
	تخصص	۰/۵۵۸۴	
	هزینه	۰/۱۲۲	
ماشین آلات	سنگین	۰/۶۲۲۴	روش مقایسات زوجی
	سبک	۰/۱۹۷۸	
	ترددی	۰/۰۷۶۶	
	موتور سیکلت	۰/۱۰۳۲	
کشاورزی	سطح زیر کشت	۰/۳۱	روش مقایسات زوجی
	متوسط عملکرد	۰/۱۹۵	
	ارزش محصول	۰/۴۹۳	
در آمد	در آمد حاصل از فروش آب	۱	نظرات کارشناسی
مشترکین	گسترش نقاط تحویل	۰/۳	نظرات کارشناسی
	گسترش تشکل	۰/۷	

ج) سیستم های آبیاری E و H از هر دو جنبه کل سیستم و شرکت بهره برداری هم از لحاظ درآمدزائی و هم از نظر اشتغال زائی دارای کمترین کارائی هستند.

د) سیستم آبیاری D از نظر کل سیستم کارائی بیشتری نسبت به شرکت بهره برداری دارد. در حالیکه کارآئی سیستم F از این دو دیدگاه تقریبا برابر است. در مورد سایر سیستم‌ها عملکرد شرکت بهره برداری بهتر از عملکرد کل سیستم است.

نتایج ب و ج با نتایج منعم و همکاران (۱۳۸۱) مطابقت دارد.

جدول۳:کارائی واحدهای مختلف با استفاده از مدل CCR با ماهیت نهاده ای

دیدگاه / واحد	شرکت-درآمدزایی	شرکت-اشتغال زایی	کل سیستم-درآمدزایی	کل سیستم-اشتغال زایی
A	۱	۱	۱	۱
B	۱	۱	۱	۱
C	۰/۷۳۲۴	۰/۹۰۶۹	۰/۷۰۴۱	۱
D	۱	۱	۱	۱
E	۰/۴۶۲۱	۰/۴۶۲۰	۰/۳۴۲۹	۰/۳۴۶۲
F	۱	۱	۱	۱
G	۰/۷۰۴۰	۰/۷۰۴۹	۰/۵۸۷۵	۰/۵۸۷۴
H	۰/۲۱۸۰	۰/۲۱۸۱	۰/۱۶۲۶	۰/۱۶۲۳

جدول۴:کارائی واحدهای مختلف با استفاده از مدل AP با ماهیت نهاده ای

دیدگاه / واحد	شرکت-درآمدزایی	شرکت-اشتغال زایی	کل سیستم - درآمدزایی	کل سیستم-اشتغال زایی
A	۱/۷۹۳۸	۱/۷۹۳۸	۱/۵۶۶۴	۱/۵۷۶۲
B	۲/۵۸۸۸	۳	۱/۰۹۴۰	۱/۵۱۱۹
C	۰/۷۳۲۴	۰/۹۰۶۹	۰/۷۰۴۱	۰/۶۱۹۴
D	۲/۹۰۳۲	۰/۹۰۳۱	۹/۵۶۱۸	۸/۲۳۹۰
E	۰/۴۶۲۱	۰/۴۶۲۰	۰/۳۴۲۹	۰/۳۴۶۲
F	۱۵/۷۸۰۱	۱۵/۸۵۲۱	۱۵/۵۶۳۲	۱۵/۸۵۹۸
G	۰/۷۰۴۰	۰/۷۰۴۹	۰/۵۸۷۵	۰/۵۸۷۴
H	۰/۲۱۸۰	۰/۲۱۸۱	۰/۱۶۲۶	۰/۱۶۲۳

بررسی راهکارهای بهبود عملکرد: از نتایج مدلهای *CCR* مشاهده میشود که واحدهای F، D، B، و A در همه حالات روی مرز کارایی قرار دارند و معیاری برای مقایسه بقیه واحدها می‌باشند. واحدهای دیگر برای بهبود عملکرد باید بطریقی خود را به مرز کارایی برسانند و کارایی ۱ را بدست آورند. از آنجا که متناظر هر واحد با کارایی کمتر بر روی مرز کارایی یک واحد مرجع با کارایی ۱ وجود دارد، به دو طریق میتوان عملکرد را بهبود بخشید. این امر یا از طریق کاهش نهاده ها و یا با افزایش ستاده ها صورت میگیرد. برای تشریح چگونگی ارائه راهکارهای بهبود عملکرد، به عنوان نمونه مشخصات واحد E شامل مقادیر کارایی، مقادیر شاخص‌ها و ضرائب تشکیل واحد مرجع در دو حالت نهاده‌ای و ستاده‌ای در جدول ۵ خلاصه شده است.

جدول۵: مشخصات واحد E در حالتهای مختلف

حالت	واحد مورد ارزیابی	کارائی کل	اعضاء واحد مرجع	ضریب				مقادیر	شاخص‌ها		
				اعضاء	پرسنل	ماشین آلات	هزینه	شبکه	مشترکین	کشاورزی	درآمد
نهاده‌ای	**E**	۰/۳۴۶	D	۰/۱۱۵	۰/۱۰۹	۰/۲۶۷	۰/۱۴۴	۰/۰۶۶	–	–	–
	واحد مرجع	۱	F	۰/۰۳۳	۰/۰۴۸	۰/۰۴۶	۰/۰۴۶	۰/۰۰۹	–	–	–
ستاده‌ای	**E**	۰/۲۸۸	D	۰/۳۳۳	–	–	–	–	۰/۱۰۶	۰/۰۸	۰/۰۴۲
	واحد مرجع	۱	F	۰/۰۹۴	–	–	–	–	۰/۳۰۷	۰/۲۳۱	۰/۱۲۶

با توجه به شاخص‌های موجود در هر حالت ارزیابی و مقدار شاخص‌های واحد مرجع میتوان راهکارهای بهبود عملکرد را ارائه نمود. به عنوان مثال واحد E در حالت نهاده‌ای کارایی ۰/۳۴۶ را بدست آورده است و از ستون ضرائب اعضاء واحد مرجع درجدول ۵ مشخص میگردد که واحد E در این حالت با ۰/۱۱۵ از نهاده‌ها و ستاده‌های واحد D بعلاوه ۰/۰۳۳ از نهاده‌ها و ستاده‌های واحد F می‌تواند کارائی ۱ را بدست آورد. این امر در حالت نهاده‌ای می‌تواند با حفظ سطح تولید ستاده‌های موجود و با کاهش شاخص های پرسنل، ماشین آلات، هزینه و شبکه تا مقادیر متناظر واحد مرجع صورت گیرد.

همچنین در حالت ستاده‌ای می‌توان با حفظ سطح نهاده های موجود و با افزایش شاخص ستاده‌های مشترکین، کشاورزی، و درآمدتا مقادیر متناظر واحد مرجع این واحد را به مرز کارائی رساند. همچنین میتوان به ترتیب با کاهش یا افزایش تک تک ورودی‌ها و خروجی‌ها تأثیر هر یک را بر روی بهبود کارائی مشخص نمود و بدین ترتیب حساسیت کارائی را نسبت به تغییر در ورودی‌ها و خروجی‌ها تعیین کرد. این امر در حالت نهاده‌ای برای واحد E ارائه می‌شود. تحلیل حساسیت نشان می‌دهد که کاهش هیچکدام از شاخص‌ها به تنهایی تا مقدار متناظرش در واحد مرجع باعث کارا شدن کامل واحد E نمی‌گردد، ولی با کاهش هر کدام از شاخص ها تا مقدار متناظرش در واحد مرجع میتوان میزان بهبود عملکرد را مشخص نمود. ترتیب شاخص‌های نهاده‌ای که کاهش هریک از آنها تا مقدار متناظرش در واحد مرجع بیشترین تأثیر را بر بهبود عملکرد داشته اند و میزان بهبود آن ها به ترتیب عبارتند از: ماشین آلات به میزان ۰/۵۶۱، شبکه به میزان ۰/۵۴۸، پرسنل به میزان ۰/۴۷۲، و هزینه به میزان ۰/۲۷۸.

چنانچه به علت وجود هر گونه محدودیت امکان کاهش همه شاخص‌ها تا مقدار متناظرشان در واحد مرجع فراهم نباشد و لذا نتوان واحد E را کاملاً به مرز کارایی رساند، میتوان با توجه به نتایج فوق و امکانات موجود برای کاهش هریک از شاخص ها مناسبترین گزینه را برای بهبود عملکرد شبکه انتخاب نمود. چنین تحلیلی را میتوان برای بقیه حالات و همچنین در مورد سایر واحدهای ناکارا ارائه نمود و اطلاعات لازم را جهت انتخاب مناسبترین گزینه‌های بهبود عملکرد در اختیار مدیران قرار داد.

نتیجه گیری و پیشنهادات

در ایـن تحقـیق بـر اسـاس داده‌های جمع آوری شده، هشت شبکه آبیاری از لحاظ کارائی عملکرد، به کمک روش تحلـیل پوششی داده‌ها ارزیابی شدند و راهکارهای بهبود عملکرد شبکه‌های ناکارا ارائه شد. از نتایج بدسـت آمـده میتوان دریافت که در حال حاضر به جز واحدهای D و F، برای سایر واحدها الویت سرمایه گـذاری بـرای بهـبود عملکرد، کل سیستم میباشد. همچنین نتایج تحلیل حساسیت برای شبکه E نشانگر آن اسـت کـه چگونـه میـتوان آن واحـد را بـه کارائـی کـامل رساند و در صورت وجود محدودیت در این امر الویت‌های اعمال راه کارهای بهبود تعیین شده است. نتایج بدست آمده قابلیت و توانایی روش *DEA* را در ارزیابـی عملکـرد مقایسـه ای به صورت کمی نشان میدهد بطوریکه رتبه‌بندی و درجه کارایی سیستم های مـورد ارزیابـی اطلاعات لازم را جهت تصمیم گیری در مورد سیاست های بهبود عملکرد ارائه می‌نماید. با توجه به محدودیت‌های روش‌های ارزیابی موجود در ارائه استانداردهای واقع بینانه و پیشنهاد راهکارهای عملی بهبود عملکرد، روش *DEA* میتواند به عنوان یک روش کارآمد تلقی گردد. با توجه به اهمیت اطلاعات مـورد نـیاز در انجـام این مطالعات، لازم است مسئله سهولت جمع آوری اطلاعات ودسترسی به آنها جهت اسـتمرار تجـزیه وتحلـیل و ارزیابی‌های ادواری شبکه‌ها در نظر گرفته شود. بدین منظور پیشنهاد می‌شود سیستم‌های کار آمد اطلاعات مدیریتی برای کلیه شبکه‌ها در سطح کشور ایجاد گردد.

منابع

۱- منعم، م.ج. ۱۳۷۶. مدل‌های نظری، استانداردها، کمی کردن عملکرد و کاربرد مدل‌های ریاضی در ارزیابی عملکرد طرح‌های آبیاری و زهکشی، مجموعه مقالات کارگاه فنی ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری و زهکشی، ص۲۳-۱۹.

۲- منعم، م.ج. ۱۳۷۸. روش‌های ارزیابی عملکرد پروژه های آبیاری و زهکشی. مجموعه مقالات کارگاه فنی ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری و زهکشی، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران ص ۲۰-۷.

۳- منعم، م.ج. و م. علیرضائی و ا. صالحی طالشی ۱۳۸۱. ارزیابی عملکرد بهره‌برداری از شبکه‌های آبیاری به روش تحلیل پوششی داده‌ها *DEA*، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان جلد ششم، شماره چهارم زمستان۸۱، ص ۲۵-۱۱.

۴- صالحی طالشی، ا. ۱۳۷۹. ارزیابی عملکرد شبکه‌های آبیاری بکمک روش تحلیل پوششی داده‌ها. پایان نامه کارشناسی ارشد، مهندسی آبیاری-تأسیسات آبیاری، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۷۳ص.

۵- طلوع، م و م. علیرضائی ۱۳۷۸. آشنائی با تحقیق در عملیات. جلد اول، (تألیف حمدی طه)، چاپ اول، انتشارات آذرخش، ۴۱۴ص.

6- **Alirezaei, M. R.** 1996. Evaluation of efficiency base in data envelopment analysis. Ph.D. Thesis, University for Teacher Education, pp. 101.

7- **Anderson, P., and N.C. Peterson,** 1983. A procedure for ranking efficient units in data envelopement analysis. Management Scince, 39:1361-1264.

8- **Banker, R.B. and A. Charnes and W.W. Cooper,** 1984. Some methods for estimating technical and inefficiencies in data envelopement analysis. Management Science 30:1078.

9- **Charnes, A., and W.W. Cooper and E. Rod**es, 1987. Measuring the efficiency of decision making units. European Journal of Operation Research 2, 429-444.

10- **Douglas and j. Merrey,** 1997. Expanding the frontiers of irrigation management

11- research. International Irrigation Management Institute, 4: 42-53.

Evaluation, ranking and performance improvement of irrigation networks using Data Envelopment Analysis Models

M. J. Monem[1] and H. Ghodosi[2]

Abstract

In this research Data Envelopment Analysis (DEA) method is used to evaluate the performance of irrigation system and determine their performance standards. In addition, sensitivity analysis is applied to indicate the impact of different alternatives on the performance improvement quantitatively. This technique is applied on eight irrigation system to evaluate the performance from different point of views such as physical system, management system, input, output, monatry view and job creation. Sensitivity analysis is applied on each one of inputs and the impact of their variation on performance improvement is determined. The results of the research could be summerised as F system has the highest and E and H systems have the lowest ranking level from both physical and management point of views. For performance improvement the priority for investment is on both physical and management systems. Sensitivity analysis on E system indicates that reducing non of the input indicators individually, down to the corresponding reference level, would not lead to complete improvement of the system. However reducing the input indicators of machinery, network, personnel and costs will improve the performance up to 0.561, 0.548, 0.472 and 0.278 respectively. Using DEA method and sensitivity analysis it is possible to indicate the ranking of system, priority of performance improvement alternatives and impact of the variation of each input on the performance level.

Key words: Performance evaluation,irrigation networks,data envelopement analysis, sensitivity analysis.

1- Assistant Professor, Department of Hydraulic Structures Faculty of Agriculture, the University of Tarbiat Modarres
2- Ph. D. Student, Department of Hydraulic Structures, Faculty of Agriculture, the University of Tarbiat Modarres