Archive of SID

مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی
سال یازدهم ـ شماره اول ـ بهار ۱۳۸۳
www.magiran.com/jasnr

# ارزیابی و بهبود عملکرد هشت شبکه آبیاری کشور با انجام تحلیل حساسیت در مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها

**محمد جواد منعم و حسام قدوسی**
گروه سازه‌های آبی،دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس تهران

تاریخ دریافت: ۸۱/۳/۲۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۲/۹/۱۲

## چکیده

روش‌های معمول ارزیابی عملکرد شبکه‌های آبیاری بعلت عدم ارائه استانداردهای کمی عملکرد، چندان موجب بهبود عملکرد شبکه‌ها نشده‌اند. در این تحقیق با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها به ارزیابی و تعیین استانداردهای عملکرد هشت شبکه آبیاری پرداخته شده و کارآیی آنها نسبت به استاندارد به‌دست آمده است. این ارزیابی برای مجموعه کل سیستم (شامل شرکت بهره‌برداری و شبکه آبیاری) و شرکت‌های بهره‌برداری آن‌ها به تفکیک از دیدگاه‌های مختلف نهاده‌ای، ستاده‌ای، اشتغال‌زایی و درآمدزایی انجام گرفته است. سپس برای تعیین راه‌کارهای بهبود عملکرد، با انجام تحلیل حساسیت روی عوامل ورودی سیستم‌ها میزان تأثیر هر یک روی بهبود کارآیی بصورت کمی مشخص شده است. از نتایج حاصله می‌توان نتیجه گرفت که شبکه زاینده‌رود و شرکت بهره‌برداری مربوطه دارای بیشترین کارآیی بوده و شبکه‌های میناب و ورامین و شرکت‌های بهره‌برداری مربوطه دارای کمترین کارآیی می‌باشند. همچنین نتیجه کلی حاصله از این تحقیق حاکی از آنست که برای ارتقاء عملکرد در اغلب شبکه‌ها اولویت سرمایه‌گذاری روی کل سیستم می‌باشد. نتایج تحلیل حساسیت روی شبکه میناب نشان می‌دهد که کاهش هیچکدام از شاخص‌های ورودی به تنهایی تا مقدار متناظر آن در واحد مرجع، باعث کارا شدن کامل واحد میناب نمی‌گردد، ولی کاهش شاخص‌های ماشین‌آلات، شبکه، پرسنل و هزینه تا مقادیر متناظر آنها در واحد مرجع، بترتیب با میزان کارآیی ۰/۵۶۱، ۰/۵۴۸، ۰/۴۷۲ و ۰/۲۷۸ بیشترین تأثیر را بر بهبود عملکرد سیستم نشان داده‌اند. بدین ترتیب با استفاده از روش *DEA* و تحلیل حساسیت روی آن می‌توان علاوه بر رتبه‌بندی واحدها و تعیین اولویت‌های کلی بهبود عملکرد، راه‌کارهای جزئی و تأثیر کمی آنها را بر ارتقاء عملکرد مشخص کرد.

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

## 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 پروژه‌های 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



www.SID.ir

Archive of SID



عملکرد شبکه‌ها، 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 قضاوت‌های کارشناسی در ارزیابی عملکرد شبکه‌ها با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها[1] ۲- تعیین استاندارد کمی عملکرد شبکه‌های آبیاری مورد ارزیابی ۳- تعیین پتانسیل بهبود عملکرد و ارائه راه‌کارهای کلی تحقق آن ٤ـ تعیین نقش تفکیکی عوامل ورودی و خروجی روی بهبود عملکرد با انجام تحلیل حساسیت ۵ـ 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) مدل *BCC* را برای انواع دیگر بازده به مقیاس تعمیم دادند. در این مدل‌ها تمامی واحدهایی که بر روی مرز کارائی قرار می‌گیرند دارای حداکثر کارآیی 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 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 داده‌ها:** *DEA* یک روش برنامه‌ریزی ریاضی برای ارزیابی مقایسه‌ای واحدهای تصمیم‌گیرنده با نهاده‌ها و ستاده‌های مشابه می‌باشد. برای ارزیابی واحدهای تصمیم‌گیری، نهاده‌ها و ستاده‌های این واحد ها مقایسه می شوند. برای سیستم‌هایی که دارای یک نهاده و یک ستاده هستند از میان واحدهایی که یک مقدار مساوی نهاده مصرف می‌کنند واحدی دارای کارآیی بیشتری 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 کارآیی بیشتری است که نهاده کمتری مصرف نماید. این حالت را نیز مدل با ماهیت نهاده‌ای گویند. لازم به ذکر است که هر کدام از مدل‌های مختلف *DEA* دارای یک ماهیت ستاده‌ای و یک ماهیت نهاده‌ای می‌باشند و تفاوت این دو مدل در ارایه 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 کارآیی به‌عنوان 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 ( $X_P$ ) کارآیی واحد مورد ارزیابی میباشد که با $\theta_p$ نشان داده می‌شود.

$$\theta_p = \frac{X_R}{X_P} \qquad (1)$$

با یافتن حداقل $\theta_p$ 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 بصورت یک مسئله بهینه سازی بصورت رابطه ۲ بیان نمود:

1- Data Envelopment Analysis



www.SID.ir

Archive of SID

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

که در آن : $\lambda_j$ ضرائب یکه واحدهای تشکیل دهنده واحد مرجع، $X_j$ و $y_j$ به‌ترتیب بردار نهاده و ستاده واحدهای تشکیل دهنده واحد مرجع، $X_p$ و $y_p$ به‌ترتیب 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 به‌منظور رتبه‌بندی واحدهای کارا که بر روی مرز کارآیی قرار می‌گیرند واحد مرجع به‌عنوان واحدی تعریف می‌گردد که از ترکیب خطی کلیه واحدها بجز واحد مورد ارزیابی بدست می‌آید و لذا رابطه ریاضی آن بصورت رابطه ۳ بیان می‌گردد:

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

با حل معادله‌های ۲ و۳ بصورت یک مسئله برنامه‌ریزی خطی برای هر یک از واحدهای مورد ارزیابی در هر کدام از دیدگاه‌ها، واحدهای مرجع و کارآیی واحدهای مورد ارزیابی به‌دست می‌آید. معرفی کاملتر روش $DEA$ در منابع مختلف از جمله علیرضائی(۱۹۹۶)، صالحی طالشی(۱۳۷۹) و منعم و همکاران (۱۳۸۱) ارائه شده است.

**معرفی شبکه‌های آبیاری مورد ارزیابی:** در این تحقیق واحدهای تصمیم‌گیری مورد ارزیابی هشت شبکه آبیاری می‌باشند. اطلاعات مربوط به این شبکه‌ها که بطورعمده از صالحی طالشی (۱۳۷۹) اقتباس شده است در جدول ۱ خلاصه شده است.

**جدول۱ـ شبکه‌های آبیاری و زهکشی مورد استفاده در این تحقیق.**

| شبکه | هزینه‌های سالانه (میلیون ریال) | تعداد ماشین آلات | سطح زیر کشت(هکتار) | درآمد سالانه (میلیون ریال) | تعداد پرسنل |
|---|---|---|---|---|---|
| بهبهان | ۱۳۱۳ | ٦۳ | ۱۰۰٦۲ | ۱۱۳۰ | ٦۰ |
| قزوین | ۱۳۱٤,۹ | ۱٤ | ٤۰۰۰۰ | ۱۹٤٥,۹ | ۳۳ |
| گرمسار | ۱٤۰٤ | ۱۷ | ۳۳۰۰۰ | ۱٥٥۸ | ۳۹ |
| گلستان | ۳۰۲۰ | ۳۰ | ۳۷۰۰۰ | ۲٤٦۰ | ۱۲۹ |
| میناب | ۱۲۷۳ | ۲٤ | ۸۳٦٤ | ۳۸۲ | ٤۸ |
| زاینده رود | ۲٤٥۳ | ٦۰ | ٥۷٦۰۰ | ۳۱۳۱۰ | ۹٦ |
| مغان | ۸۸٥۷ | ٥٦ | ٦۱۷۱٦ | ۱۰٥۷۳ | ۳۳۰ |
| ورامین | ۲۹٤۰ | ۹۳ | ٦٦۳٤۰ | ۳۰۹۷ | ۱۱٥ |

**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


www.SID.ir

Archive of SID



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:

**۱ـ دیدگاه ارزیابی شرکت بهره‌برداری(شرکت):** در این دیدگاه شاخص شبکه به‌عنوان مجموعه‌ای که سرویس گیرنده از شرکت بهره‌برداری می‌باشد و شرکت بهره‌برداری مسئولیت نگهداری آنرا به‌عهده دارد به‌عنوان ستاده یا خروجی در نظر گرفته شده است.

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

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

۱ـ **دیدگاه اشتغال‌زایی:** 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.

۲ـ **دیدگاه درآمدزایی:** 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 ضرایب وزنی مختلفی در عوامل تشکیل دهنده شاخص کشاورزی صورت می‌گیرد که ضرائب مربوطه از دیدگاه اشتغال‌زایی با روش مقایسات زوجی تعیین شده و در جدول ۲ ارائه گردیده است. از دیدگاه درآمدزایی این ضرائب یکسان و برابر ۱ می‌باشند. لازم به ذکر است که منعم و همکاران (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 براساس قضاوت کارشناسی تعیین گردید، و برای حل مدل ها، نرم‌افزار *GAMS/MINOS* مورد استفاده قرار گرفت. در تحقیق حاضر از مدل‌های *CCR* و *AP* هر یک با ماهیت نهاده‌ای و ستاده‌ای به‌طور جداگانه استفاده شده است تا بتوان راه‌کارهای بهبود را به تفکیک ستاده‌ها و نهاده‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. همچنین برای جامع‌تر نمودن دیدگاه‌های ارزیابی در ارائه راه کارهای بهبود، دیدگاه اشتغال‌زایی و درآمدزایی بصورت جداگانه مورد بررسی قرار گرفته است. ارزیابی برای مجموعه کل سیستم و شرکت بهره‌برداری بطور جداگانه انجام شده است. برای سهولت برنامه‌نویسی و حل مدل‌ها از برنامه *LINDO* استفاده شده است. بنابراین برای هر یک از گزینه‌های موجود (۱۶ گزینه) به تعداد شبکه‌های مورد ارزیابی (۸ شبکه) در مجموع ۱۲۸ مدل برنامه‌ریزی خطی مربوطه تعریف و با نرم‌افزار *LINDO* حل شده‌اند. به‌منظور کاهش قضاوت‌های شخصی و کارشناسی در امر ارزیابی، ضرایب وزنی اجزاء شاخص‌های شبکه، پرسنل، ماشین آلات و کشاورزی با استفاده از روش مقایسات زوجی به‌دست آمده است. با توجه به اینکه تعداد عوامل تشکیل دهنده سایر شاخص‌ها حداکثر ۲ عدد بوده‌است ضرایب 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 شبکه‌های آبیاری:** با استفاده از نتایج به‌دست آمده می‌توان شبکه‌های مختلف را از دیدگاه‌های متفاوت و مدل‌های مختلف بکار گرفته شده رتبه‌بندی نمود و وضعیت عملکرد هر یک را نسبت به یکدیگر تعیین کرد. نمونه‌ای از نتایج ارزیابی کارآیی واحدهای



www.SID.ir

Archive of SID



مختلف، با استفاده از مدل $CCR$ و $AP$ با ماهیت نهاده‌ای به‌ترتیب در جدولهای ۳ و ٤ ارائه شده است که خلاصه آن را می‌توان به شرح زیر بیان نمود:

**الف**ـ رتبه‌بندی کل سیستم از دیدگاه اشتغال‌زایی به‌ترتیب از بیشترین کارآیی تا کمترین کارآیی عبارتست از میراب زاینده رود، گلستان، بهبهان، قزوین، گرمسار، مغان، میناب و ورامین.

**ب**ـ سیستم آبیاری میراب زاینده رود از هر دو جنبه کل سیستم و شرکت بهره‌برداری هم از لحاظ درآمدزایی و هم از نظر اشتغال‌زایی بالاترین کارآیی را نشان داده است.

**ج** ـ سیستم‌های آبیاری میناب و ورامین از هر دو جنبه کل سیستم و شرکت بهره‌برداری هم از لحاظ درآمدزایی و هم از نظر اشتغال‌زایی دارای کمترین کارآیی هستند.

**د** ـ سیستم آبیاری گلستان از نظر کل سیستم کارآیی بیشتری نسبت به شرکت بهره‌برداری دارد. در حالیکه کارآیی سیستم میراب زاینده‌رود از این دو دیدگاه تقریباً برابر است. در مورد سایر سیستم‌ها عملکرد شرکت بهره‌برداری بهتر از عملکرد کل سیستم است.

**جدول۲ـ 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 | ۰/۳۰٤ | |
| | طول وظرفیت کانال درجه۱ | ۰/۱۱۳ | |
| | طول وظرفیت کانال درجه۲ | ۰/۰٦۸ | |
| | سازه های آب بند | ۰/۲۰۱ | |
| | سازه های آبگیر ۱و۲ | ۰/۱٥٤ | |
| | سیفون | ۰/۰٤ | |
| | دراپ | ۰/۰٤ | |
| هزینه | هزینه تعمیر و نگهداری | ۰/۷ | نظرات کارشناسی |
| | هزینه پرسنلی | ۰/۳ | |
| پرسنل | نوع کار | ۰/۳۱۹٦ | روش مقایسات زوجی |
| | تخصص | ۰/٥٥۸٤ | |
| | هزینه | ۰/۱۲۲ | |
| ماشین آلات | سنگین | ۰/٦۲۲٤ | روش مقایسات زوجی |
| | سبک | ۰/۱۹۷۸ | |
| | ترددی | ۰/۰۷٦٦ | |
| | موتور سیکلت | ۰/۱۰۳۲ | |
| کشاورزی | سطح زیر کشت | ۰/۳۱ | روش مقایسات زوجی |
| | متوسط عملکرد | ۰/۱۹٥ | |
| | ارزش محصول | ۰/٤۹۳ | |
| در آمد | در آمد حاصل از فروش آب | ۱ | نظرات کارشناسی |
| مشترکین | گسترش نقاط تحویل | ۰/۳ | نظرات کارشناسی |
| | گسترش تشکل | ۰/۷ | |

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



www.SID.ir

Archive of SID



جدول۳ ـ کارآیی واحدهای مختلف با استفاده از مدل CCR با ماهیت نهاده‌ای.

| واحد / دیدگاه | شرکت- درآمدزایی | شرکت- اشتغال‌زایی | کل سیستم-درآمدزایی | کل سیستم- اشتغال زایی |
|---|---|---|---|---|
| بهبهان | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ |
| قزوین | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ |
| گرمسار | ۰/۷۳۲٤ | ۰/۹۰٦۹ | ۰/۷۰٤۱ | ۱ |
| گلستان | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ |
| میناب | ۰/٤٦۲۱ | ۰/٤٦۲۰ | ۰/۳٤۲۹ | ۰/۳٤٦۲ |
| میراب | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ |
| مغان | ۰/۷۰٤۰ | ۰/۷۰٤۹ | ۰/۵۸۷۵ | ۰/۵۸۷٤ |
| ورامین | ۰/۲۱۸۰ | ۰/۲۱۸۱ | ۰/۱٦۲٦ | ۰/۱٦۲۳ |

جدول ٤ ـ کارائی واحدهای مختلف با استفاده از مدل AP با ماهیت نهاده‌ای.

| واحد / دیدگاه | شرکت- درآمدزایی | شرکت- اشتغال‌زایی | کل سیستم - درآمدزایی | کل سیستم- اشتغال‌زایی |
|---|---|---|---|---|
| بهبهان | ۱/۷۹۳۸ | ۱/۷۹۳۸ | ۱/۵٦٦٤ | ۱/۵۷٦۲ |
| قزوین | ۲/۵۸۸۸ | ۳ | ۱/۰۹٤۰ | ۱/۵۱۱۹ |
| گرمسار | ۰/۷۳۲٤ | ۰/۹۰٦۹ | ۰/۷۰٤۱ | ۰/٦۱۹٤ |
| گلستان | ۲/۹۰۳۲ | ۰/۹۰۳۱ | ۹/۵٦۱۸ | ۸/۲۳۹۰ |
| میناب | ۰/٤٦۲۱ | ۰/٤٦۲۰ | ۰/۳٤۲۹ | ۰/۳٤٦۲ |
| میراب | ۱۵/۷۸۰۱ | ۱۵/۸۵۲۱ | ۱۵/۵٦۳۲ | ۱۵/۸۵۹۸ |
| مغان | ۰/۷۰٤۰ | ۰/۷۰٤۹ | ۰/۵۸۷۵ | ۰/۵۸۷٤ |
| ورامین | ۰/۲۱۸۰ | ۰/۲۱۸۱ | ۰/۱٦۲٦ | ۰/۱٦۲۳ |

**بررسی راه‌کارهای بهبود عملکرد:** از نتایج مدلهای *CCR* مشاهده می‌شود که واحدهای میراب زاینده رود، گلستان، قزوین، و بهبهان در همه حالات روی مرز کارآیی قرار دارند و معیاری برای مقایسه بقیه واحدها می‌باشند. واحدهای دیگر برای بهبود عملکرد باید به‌طریقی خود را به مرز کارآیی برسانند و کارآیی۱را به‌دست آورند. از آنجا که متناظر هر واحد با کارآیی کمتر بر روی مرز کارآیی یک واحد مرجع با کارآیی۱ وجود دارد، به دو طریق می‌توان عملکرد را بهبود بخشید. این امر یا از طریق کاهش نهاده‌ها و یا با افزایش ستاده‌ها صورت می‌گیرد. برای تشریح چگونگی ارائه راه‌کارهای بهبود عملکرد، به‌عنوان نمونه مشخصات واحد میناب شامل مقادیر کارآیی، مقادیر شاخص‌ها و ضرائب تشکیل واحد مرجع در دو حالت نهاده‌ای و ستاده‌ای در جدول ۵ خلاصه شده است.



www.SID.ir

Archive of SID



جدول۵ ـ مشخصات واحد میناب در حالتهای مختلف.

| حالت | واحد مورد ارزیابی | کارائی کل | اعضاء واحد مرجع | ضریب اعضاء | پرسنل | ماشین آلات | هزینه | مقادیر شبکه | شاخص‌ها مشترکین | کشاورزی | درآمد |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| نهاده‌ای | میناب | ۰/۳٤٦ | گلستان | ۰/۱۱۵ | ۰/۱۰۹ | ۰/۲٦۷ | ۰/۱٤٤ | ۰/۰٦٦ | - | - | - |
| | واحد مرجع | ۱ | میراب | ۰/۰۳۳ | ۰/۰٤۸ | ۰/۰٤٦ | ۰/۰٤٦ | ۰/۰۰۹ | - | - | - |
| ستاده‌ای | میناب | ۰/۲۸۸ | گلستان | ۰/۳۳۳ | - | - | - | - | ۰/۱۰٦ | ۰/۰۸ | ۰/۰٤۲ |
| | واحد مرجع | ۱ | میراب | ۰/۰۹٤ | - | - | - | - | ۰/۳۰۷ | ۰/۲۳۱ | ۰/۱۲٦ |

با توجه به شاخص‌های موجود در هر حالت ارزیابی و مقدار شاخص‌های واحد مرجع می‌توان راه‌کارهای بهبود عملکرد را ارائه نمود. به‌عنوان مثال واحد میناب در حالت نهاده‌ای کارآیی ۰/۳٤٦ را به‌دست آورده است و از ستون ضرایب اعضاء واحد مرجع در جدول ۵ مشخص می‌گردد که واحد میناب در این حالت با ۰/۱۱۵ از نهاده‌ها و ستاده‌های واحد گلستان به‌علاوه ۰/۰۳۳ از نهاده‌ها و ستاده‌های واحد میراب می‌تواند کارائی ۱ را به‌دست آورد. این امر در حالت نهاده‌ای می‌تواند با حفظ سطح تولید ستاده‌های موجود و با کاهش شاخص‌های 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 درآمد تا مقادیر متناظر واحد مرجع این واحد را به مرز کارآیی رساند. همچنین می‌توان به‌ترتیب با کاهش یا افزایش تک تک ورودی‌ها و خروجی‌ها تأثیر هر یک را بر روی بهبود کارآیی مشخص نمود و بدین ترتیب حساسیت کارآیی را نسبت به تغییر در ورودی‌ها و خروجی‌ها تعیین کرد. این امر در حالت نهاده‌ای برای واحد میناب ارائه می‌شود. تحلیل حساسیت نشان می‌دهد که کاهش هیچکدام از شاخص‌ها به تنهایی تا مقدار متناظر آن در واحد مرجع باعث کارا شدن کامل واحد میناب نمی‌گردد، ولی با کاهش هر کدام از شاخص‌ها تا مقدار متناظرش در واحد مرجع می‌توان میزان بهبود عملکرد را مشخص نمود. ترتیب شاخص‌های نهاده‌ای که کاهش هریک از آنها تا مقدار متناظر آن در واحد مرجع بیشترین تأثیر را بر بهبود عملکرد داشته‌اند عبارتند از: ماشین آلات به میزان ۰/۵٦۱، شبکه به میزان ۰/۵٤۸، پرسنل به میزان ۰/٤۷۲ و هزینه به میزان ۰/۲۷۸.

چنانچه به‌علت وجود هر گونه محدودیت امکان کاهش همه شاخص‌ها تا مقدار متناظر آنها در واحد مرجع فراهم نباشد و نتوان واحد میناب را کاملاً به مرز کارآیی 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.

## نتیجه‌گیری و پیشنهادات

در این تحقیق براساس داده‌های جمع آوری شده، هشت شبکه آبیاری از لحاظ کارآیی عملکرد، به کمک روش تحلیل پوششی داده‌ها ارزیابی شدند و راه‌کارهای بهبود عملکرد شبکه‌های ناکارا ارائه شد. از نتایج به‌دست آمده می‌توان دریافت که در حال حاضر به جز واحدهای گلستان و میراب زاینده‌رود، برای سایر واحدها الویت سرمایه‌گذاری برای بهبود عملکرد، کل سیستم می‌باشد.



www.SID.ir

Archive of SID



همچنین نتایج تحلیل حساسیت برای شبکه میناب نشانگر آن است که چگونه می‌توان آن واحد را بـه کـارآیی کامـل رسـاند و در صـورت وجـود محـدودیت در ایـن امـر الویت‌های اعمال راه‌کارهای بهبود تعیین شده است. نتایج به‌دست آمده قابلیت و توانایی روش *DEA* را در ارزیـابی عملکرد مقایسه‌ای بصورت کمی نشان می‌دهد به‌طوری‌که رتبـه بنـدی و درجـه کـارآیی سیسـتم‌ای مـورد ارزیـابی اطلاعات لازم را جهت تصمیم‌گیری در مورد سیاست‌های بهبود عملکرد ارائه می‌نماید. با توجه بـه محـدودیت‌هـای روش‌های ارزیـابی موجـود در ارائـه اسـتانداردهای واقـع بینانه و پیشنهاد راه‌کارهـای عملـی بهبـود عملکـرد، روش *DEA* می‌تواند به‌عنوان یک روش کارآمد تلقی گـردد. بـا توجـه بـه اهمیـت اطلاعـات مـورد نیـاز در انجـام ایـن مطالعات، لازم است مسئله سهولت جمع آوری اطلاعـات و دسترسـی بـه آنهـا جهـت اسـتمرار تجزیـه و تحلیـل و ارزیابی‌های ادواری شبکه‌هـا در نظـر گرفتـه شـود. بـدین منظور پیشنهاد می‌شـود سیسـتم‌هـای کـار آمـد اطلاعـات مدیریتی برای کلیه شبکه‌ها در سطح کشور ایجـاد گـردد.

## منابع


۱. منعم، م.ج. ۱۳۷٦. 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 ص۲۰-۷.

۳. منعم، م.ج.، 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.

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

۵. طلوع، م و م. علیرضائی ۱۳۷۸. آشنائی با تحقیق در عملیات. جلد اول، (ترجمه)، چاپ اول، انتشارات آذرخش، ٤۱٤ص.

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




www.SID.ir

Archive of SID

*J. Agric. Sci. Natur. Resour., Vol. 11(1), Spring 2004*
*www.magiran.com/jasnr*

# Performance evaluation and improvement of eight irrigation networks using sensitivity analysis on data envelopment analysis models

**M. J. Monem and H. Ghodosi**
Department of Hydraulic Structures, Faculty of Agriculture, University of Tarbiat Modarres, Iran.

## 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 Zayandeh rood system has the highest and Minab and Varamin 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 Minab 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.

***Keywords***: Performance evaluation; Irrigation networks; Data envelopement analysis; Sensitivity analysis





www.SID.ir