کارگاه فنی مدیریت، بهره‌برداری و نگهداری
شبکه‌های آبیاری و زهکشی
۱۴ دی ماه ۱۳۸۵

معرفی مدل پشتیبانی تصمیم ارزیابی و بهبود عملکرد شبکه‌های آبیاری و زهکشی

معصومه خلخالی[۱]، محمدجواد منعم[۲]، کیومرث ابراهیمی[۳]

۱- چکیده:

نیازهای معیشتی جمعیت رو به رشد کره زمین و محدودیت منابع آب و خاک، ضرورت بهره‌وری و استفاده بهینه از منابع مذکور را گوشزد می‌نماید. بررسی عملکرد شبکه‌های آبیاری و زهکشی در نقاط مختلف دنیا، حاکی از فاصله اکثر این پروژه‌ها از شرایط مطلوب می‌باشد. علاوه بر مشکلات فیزیکی و بهره‌برداری شبکه‌ها که موجب ضعف عملکرد آنها شده است، محدودیت‌های روش‌شناسی ارزیابی عملکرد نیز مزید بر علت شده و موجب شده است که روش‌های معمول ارزیابی عملاً در بهبود عملکرد شبکه‌ها تاثیر قابل توجهی نداشته باشند. علی‌رغم تحقیقات زیادی که در جهت ارائه روش‌های ارزیابی عملکرد شبکه‌ها صورت گرفته، مدیران و تصمیم‌گیران به دلیل پیچیدگی و تعدد متغیرهای مؤثر در عملکرد و محدودیت روش‌های ارزیابی، همچنان در انتخاب بهترین گزینه‌های بهبود عملکرد با مشکل مواجه هستند. بنابراین بررسی میزان بهبود عملکرد شبکه‌ها نسبت به تغییر پارامترهای متعدد تصمیم‌گیری، به منظور انتخاب بهترین گزینه‌های بهبود عملکرد حائز اهمیت است. در این تحقیق بر اساس روش تحلیل پوششی داده‌ها مدل پشتیبانی تصمیمی‌ارائه شده است که می‌تواند در این زمینه کارآمد باشد.

روش تحلیل پوششی داده‌ها بر اساس بهینه‌سازی و کاربرد برنامه‌ریزی خطی بنا شده است. این روش برای ارزیابی عملکرد نسبی واحدهای تصمیم‌گیری با نهاده‌ها و ستاده‌های مشابه به کار گرفته شده است.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشگاه تهران، پردیس ابوریحان ۰۹۱۲۲۶۳۸۳۹۹
Email:khalkhali_m@yahoo.com
۲- دانشیار دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده کشاورزی، گروه سازه‌های آبی ۰۹۱۲۲۰۴۷۲۶۷
Email:monem_mj@modares.ac.ir
۳- استادیار دانشگاه تهران، پردیس ابوریحان، گروه آبیاری و زهکشی ۰۹۱۲۲۵۷۶۶۵۷
Email:ebrahimik@ut.ac.ir

این روش اولین بار برای ارزیابی اقتصادی- فنی واحدهای صنعتی ارائه شد و سپس در سایر بخش‌ها از جمله ارزیابی عملکرد شبکه‌های آبیاری و زهکشی مورد استفاده قرار گرفت. از آنجایی که این روش ارزیابی به حل معادلات برنامه‌ریزی خطی منجر می‌شود، تحلیل حساسیت نتایج حاصل از ارزیابی در این روش بصورت تحلیلی امکان‌پذیر می‌باشد. با استفاده از این قابلیت می‌توان میزان تاثیر تغییر هر یک از متغیرهای تصمیم را بر بهبود عملکرد بصورت کمی تعیین نمود و با توجه به آن گزینه‌های بهبود را رتبه‌بندی نموده، مناسب‌ترین آنها را با توجه به امکانات موجود انتخاب کرد. در این تحقیق مدل پشتیبانی تصمیم ارزیابی و بهبود عملکرد شبکه‌های آبیاری و زهکشی به روش تحلیل پوششی داده‌ها و با قابلیت تحلیل حساسیت برای انتخاب گزینه‌های بهبود تهیه شده است. مدل پشتیبانی تصمیم تهیه شده با استفاده از اطلاعات هشت شبکه مورد آزمون قرار گرفته و قابلیت آن در ارائه راهکارهای بهبود عملکرد و کمک به انتخاب مناسب‌ترین راهکار بهبود در این مقاله نمایش داده شده است.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی عملکرد، شبکه‌های آبیاری و زهکشی، برنامه‌ریزی خطی، تحلیل حساسیت، تحلیل پوششی داده‌ها، سیستم پشتیبانی تصمیم.

۲- مقدمه

تعدد عوامل مؤثر در عملکرد شبکه‌های آبیاری و زهکشی و همچنین پیچیدگی ارتباط این عوامل مسئله ارزیابی و بهبود عملکرد شبکه‌ها را پیچیده کرده است. محققان تلاش‌های زیادی برای ارائه روش‌های کاربردی در این زمینه انجام داده‌اند و روش‌های متعددی نیز ارائه شده است. اما روش‌های ارائه شده تأثیر چشمگیری بر بهبود عملکرد نداشته است. لازم است که روش‌های ارزیابی ارائه شده علاوه بر گزارش وضع موجود، قادر به تعیین راه‌کارهای بهبود و میزان اثربخشی آنها باشد.

۳- روش تحقیق

۳-۱- معرفی روش تحلیل پوششی داده‌ها

روش تحلیل پوششی داده‌ها بر اساس نظریه تولید در علم اقتصاد شکل گرفته است. این نظریه در مورد ترکیب بهینه مقادیر مختلف عوامل تولید (نهاده)، برای دست یافتن به مقادیر مختلف محصول (ستاده) صحبت می‌کند. ایده اولیه این روش به فارل[1] (۱۹۵۷) باز می‌گردد. در حالیکه بررسی‌های بیشتر چارنز (۱۹۷۸) و سایر محققین موجب توسعه این ایده و ارائه مدل‌های CCR[2] و AP[3] در این روش گردیده است. این روش که در آغاز برای ارزیابی واحدهای تصمیم‌گیریی چون مدارس، بیمارستان‌ها و بانک‌ها به کار

1- Farrel
2- Charnes, Cooper, Rhodes (CCR)
3- Anderson peterson

رفت، هم اکنون در سطح دنیا و در زمینه‌های مختلفی به کار می‌رود. در اینجا اشاره مختصری به این روش می‌شود، جزئیات بیشتر در مورد این روش را می‌توان در مرجع (۲) یافت.

در روش تحلیل پوششی داده‌ها ارزیابی n واحد تصمیم‌گیری مشابه که i نهاده را به j ستاده تبدیل می‌کنند امکان‌پذیر است. اگر واحد P نهاده X_p را برای تولید ستاده Y_p مصرف کند مجموعه امکان تولید[1] این واحد و واحدهای مشابه آن عبارت خواهد بود از مجموعه‌ای از (X_t, Y_t)ها که Y_t می‌تواند توسط X_t تولید شود، یعنی:

$$T=\{(X_t,Y_t) \mid \text{تولید شود } X_t>0 \text{ می‌تواند از } Y_t>0 \text{ و } t=1,2,\ldots,n\} \qquad (۱)$$

در شکل (۱) مجموعه امکان تولید چهار واحد مشابه که یک نهاده و یک ستاده دارند مشخص شده است. در ارزیابی واحد P در دیدگاه ستاده‌ای مدل CCR که در این تحقیق به کار گرفته شده است، برای تعیین واحد مرجع، از میان واحدهایی که نهاده‌ای برابر نهاده واحد P دارند واحدی که بیشترین ستاده را تولید نماید واحد مرجع خواهد بود. برای این کار X_p را ثابت در نظر گرفته، با ضرب Y_p در $\phi_p (\phi_p \geq 1)$ مقدار ستاده را افزایش داده و بیشینه مقدار ϕ_p که نشانگر ستاده مرجع است، تعیین می‌گردد. نسبت ستاده واحد مرجع به ستاده واحد مورد ارزیابی کارایی واحد P خواهد بود. مسئله فوق در قالب یک مسئله بهینه‌سازی به صورت رابطه (۲) بیان می‌گردد.

$$\phi^*_p = \max \phi_p \qquad (۲)$$

مشروط بر اینکه:

$$(X_p, \phi_p Y_p) \in T_{CCR}$$

با توجه به تعریف مجموعه امکان تولید رابطه (۲) را می‌توان به صورت رابطه (۳) بسط داد. این رابطه با توجه به خطی بودن تابع هدف و قیود آن از طریق برنامه‌ریزی خطی قابل حل می‌باشد.

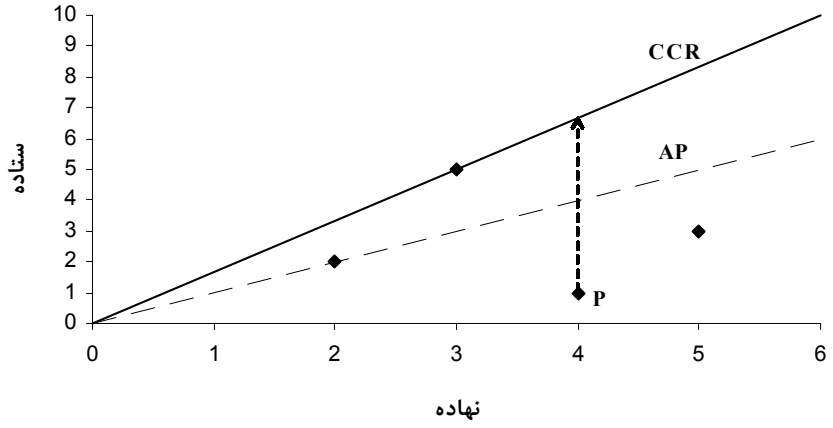
$$\phi^*_p = \max \phi_p \qquad (۳)$$

مشروط بر اینکه:

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j X_j \leq X_p$$
$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j Y_j \geq \phi_p Y_p$$
$$\lambda_j \geq 0,\ j = 1,\ldots,n$$

1- Production Possibility Set

که در آن ϕ کارایی، Y, X بردار نهاده‌ها و ستاده‌ها، Y_P, X_P بردار نهاده و ستاده واحد تحت بررسی و λ ضرائب وزنی برای تشکیل واحد مرجع می‌باشد. ϕ^*_p (که جواب بهینه معادله فوق می‌باشد) میزان کارایی واحد P را در دیدگاه ستاده‌ای نشان می‌دهد.



شکل (۱) مرز کارایی در ماهیت ستاده‌ای مدل CCR و AP

در مدل CCR کارایی کلیه واحدهایی که روی مرز کارایی قرار می‌گیرند برابر یک به دست می‌آید که امکان مقایسه و رتبه‌بندی آنها نسبت به یکدیگر را سلب می‌کند. برای پرهیز از این مشکل مدل AP به کار گرفته می‌شود. در این مدل برای ارزیابی این واحدها و تعیین مرز کارایی آنها فقط از اطلاعات سایر واحدها استفاده می‌شود و اطلاعات خود واحد به‌کار گرفته نمی‌شود. بدین ترتیب واحدهای کارا فراتر از مرز کارایی قرار گرفته و کارایی آنها را می‌توان با یکدیگر مقایسه کرد.

در ارزیابی‌هایی که به وسیله مدل‌های استاندارد DEA انجام می‌شود، در صورتی که تعداد واحدهای تصمیم‌گیری در مقایسه با تعداد نهاده‌ها و ستاده‌ها کم باشد، نتایج حاصل از ارزیابی اطلاعات مفیدی در اختیار قرار نمی‌دهد و اغلب واحدها کارا معرفی می‌شوند. به این دلیل توصیه شده است که در مدل‌های DEA تعداد واحدهای تصمیم گیرنده‌ای که مورد ارزیابی قرار می‌گیرند، در مقایسه با تعداد عوامل نهاده‌ای و ستاده‌ای بزرگتر باشد.

۳-۲- سیستم پشتیبانی تصمیم

پس از آنکه یک مسئله بهینه‌سازی با استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی خطی حل شد، جواب بهینه مسئله به دست خواهد آمد که این جواب تصویری از مسئله در شرایط فرمول‌بندی مدل ارائه می‌دهد. در دنیای واقعی، محیط‌های تصمیم‌گیری به‌ندرت ایستاست، لذا ضروری است که از قابلیت تحلیل حساسیت جواب

بهینه در اثر تغییر عوامل مؤثر در عملکرد شبکه استفاده نمود تا رفتار پویای جواب بهینه قابل بررسی باشد.

تحلیل حساسیت مدل‌های برنامه‌ریزی خطی در این تحقیق به دو صورت امکان‌پذیر است. نخست می‌توان تأثیر یک واحد تغییر در میزان هر یک از نهاده‌های واحد مورد ارزیابی را بر بهبود کارایی آن واحد تعیین کرد. بدین ترتیب میزان اثربخشی تغییر نهاده‌ها بر میزان بهبود کارایی واحد مورد ارزیابی قابل تعیین خواهد بود. همچنین می‌توان میزان تغییر نهاده‌ها را تا حدی که پاسخ بهینه مسئله تغییر نکند تعیین نمود. بدین ترتیب با حفظ سطح کارایی واحد مورد نظر میزان امکان کاهش (صرفه‌جویی) در نهاده‌های آن مشخص می‌گردد.

برای کسب اطلاعات بیشتر در زمینه سیستم پشتیبانی تصمیم مدل ارائه شده که براساس مطالعات تحلیل حساسیت بر روی معادلات برنامه‌ریزی خطی تهیه شده‌است می‌توان به مرجع (۱) مراجعه کرد.

۳-۳- معرفی شاخص‌ها و زیرشاخص‌های ارزیابی عملکرد[1]

همانطور که پیش از این نیز اشاره شد روش تحلیل پوششی داده‌ها توان ارزیابی واحدهای تصمیم‌گیرنده پیچیده و با نهاده و ستاده‌های مختلف را دارد. در این روش با استفاده از تعریف شاخص‌های ترکیبی امکان ارزیابی شبکه‌ها ایجاد شده است. از آنجایی که ترکیب وزنی، معمول‌ترین روش ترکیب عوامل است، در تهیه یک شاخص ترکیبی به هر عامل، ضریبی متناسب با اهمیتش نسبت داده می‌شود که برای به دست آوردن این ضرایب دو راه وجود دارد: الف) قضاوت کارشناسی ب) روش‌های تحلیلی.

استفاده از قضاوت کارشناسی اگرچه با توجه به تجربیات کارشناسان و شرایط محلی خاص هر منطقه اهمیت بالایی دارد، اما در صورتی که به تنهایی به کار رود تابع سلیقه افراد نیز خواهد بود. در روش‌های تحلیلی سعی شده علاوه بر بهره‌گیری از قضاوت کارشناسان با تجربه، به کمک روش‌های ریاضی تاثیر سلیقه‌ها کاهش یابد. ضرایبی که در این تحقیق برای شاخص‌های ترکیبی به کار رفته، از طریق مشاوره با کارشناسان صاحب تجربه و ذیصلاح و روش مقایسات زوجی به دست آمده است. شاخص‌ها و زیرشاخص‌های به کار گرفته شده و ضرایب اهمیت آنها در جدول (۱) آورده شده است.

1- Performance Indicators

جدول (۱) شاخص‌ها و زیرشاخص‌های ارزیابی عملکرد و ضرایب وزنی آنها

نوع شاخص	شاخص	ضریب وزنی	زیرشاخص	ضریب وزنی
نهاده‌ای				
	فنی	۰/۴۱۵	سطح تحت پوشش	۰/۰۸۱
			حجم آب ورودی	۰/۳۰۴
			طول و ظرفیت کانال درجه۱	۰/۱۱۴
			طول و ظرفیت کانال درجه۲	۰/۰۶۸
			سازه‌های آب بند	۰/۲۰۱
			سازه‌های آبگیر۱و۲	۰/۱۵۴
			سیفون	۰/۰۴
			دراپ	۰/۰۴
	هزینه	۰/۰۵۳	هزینه تعمیر و نگهداری	۱
	پرسنل	۰/۰۸۹	نوع کار	۰/۵۵۸
			تخصص	۰/۳۲
			هزینه	۰/۱۲۲
	ماشین‌آلات	۰/۰۳۵	سنگین	۰/۵۶۱
			سبک	۰/۰۸۵
			تردد	۰/۲۷۵
			موتورسیکلت	۰/۰۸
ستاده‌ای				
	سطح سرویس دهی	۰/۱۵۲	حجم آب تحویلی به سیستم توزیع	۰/۳۱۱
			سطح اراضی قابل آبیاری	۰/۱۹۶
			تعداد مشترکین	۰/۴۹۳
	درآمد	۰/۲۵۶	درآمد حاصل از فروش آب	۱

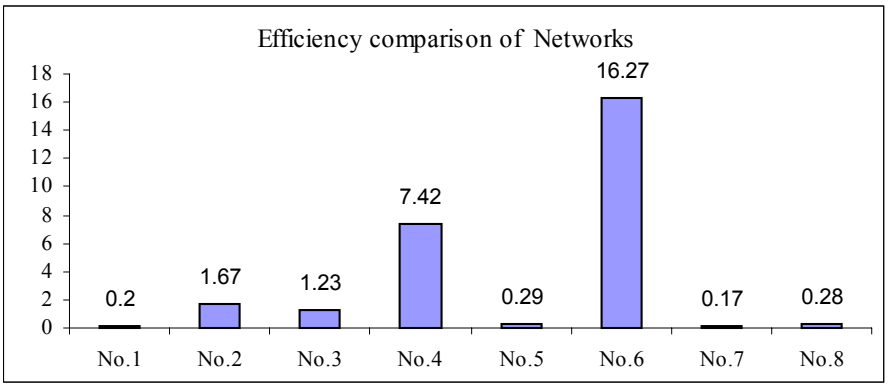
۴- ارائه نتایج و بحث

از میان شبکه‌های موجود در کشور، اطلاعات هشت شبکه به کار گرفته شد و ارزیابی و تحلیل حساسیت کارایی شبکه‌ها نسبت به تغییر عوامل مختلف آن انجام گردید. در این مقاله برخی نتایج حاصل از تحقیق و چگونگی کاربرد مدل ارائه می‌گردد.

۴-۱- ارزیابی وضعیت عملکرد

با تحلیل عملکرد شبکه‌های مورد ارزیابی کارایی هر یک از شبکه‌ها طبق شکل (۲) به دست آمد. همانطور که در این نمودار مشخص است شبکه شش با کارایی ۱۶/۲۷ بالاترین کارایی را دارد. پس از آن نیز شبکه

چهار با کارایی ۷/۴۲ در رتبه دوم قرار می‌گیرد. علاوه بر این دو شبکه، شبکه‌های دو و سه نیز کارایی بزرگ‌تر از یک دارند.



شکل(۲) مقایسه کارایی شبکه‌های مورد ارزیابی

شبکه‌های ناکارا در این ارزیابی شبکه‌های پنج، هشت، یک و هفت می‌باشند که کارایی کمتر از یک دارند. در بین شبکه‌های ناکارا، شبکه پنج با کارایی ۰/۲۹ بیشترین کارایی و شبکه هفت با کارایی ۰/۱۷ کمترین کارایی را دارد.

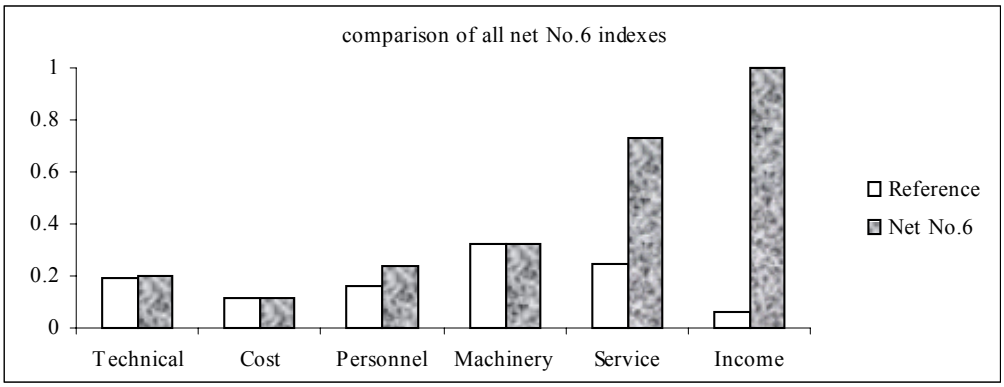
در مدل ارائه شده، علاوه بر مشخص شدن نمره کارایی هر شبکه، مقدار شاخص‌های مختلف شبکه و مرجع آن نیز مشخص می‌شود که امکان مقایسه هر یک از شاخص‌ها به تنهایی را به وجود می‌آورد. جدول (۲) مقدار شاخص‌های شبکه شش را که بهترین شبکه تشخیص داده شده است و شاخص‌های مرجع آن را نشان می‌دهد.

جدول (۲) شاخص‌های شبکه شش و مرجع آن

شاخص / شبکه	فنی	هزینه	پرسنل	ماشین‌آلات	سطح سرویس‌دهی	درآمد
مرجع	۰/۱۹۶	۰/۱۱۲	۰/۱۶۱	۰/۳۲۳	۰/۲۴۸	۰/۰۶۱
۶	۰/۱۹۸	۰/۱۱۲	۰/۲۴۰	۰/۳۲۳	۰/۷۳۱	۱

شکل (۳) مقادیر این جدول را به صورت نمودار نشان می‌دهد. همانطور که در جدول (۲) و شکل (۵) مشهود است بهترین شاخص این شبکه، شاخص «درآمد» است که بیشترین مقدار یعنی یک را دارا می‌باشد. مقدار یک برای هر شاخص بیانگر این مطلب است که این شبکه در بین شبکه‌های مورد ارزیابی دارای بیشترین مقدار برای این شاخص است. بنابراین شاخص «درآمد» شبکه شش در بین شبکه‌های مشابه از همه بیشتر است و از آنجایی که شاخص «درآمد» یک شاخص ستاده‌ای است، مقدار زیاد این شاخص نشان‌دهنده عملکرد بالای شبکه در مورد این شاخص است. کمترین مقدار شاخص‌های این شبکه

را شاخص هزینه به خود اختصاص داده است و از آنجایی که شاخص هزینه یک شاخص نهاده‌ای است می‌توان نتیجه گرفت که عملکرد این شبکه در مورد شاخص هزینه خوب بوده است.



شکل (۳) مقایسه شاخص‌های شبکه شش و مرجع آن

مقایسه شاخص‌های شبکه مرجع و شبکه شش نشان می‌دهد که شبکه مورد ارزیابی، عملکرد خوبی در زمینه شاخص‌های نهاده‌ای «هزینه» و «ماشین‌آلات» داشته است. و اگر از تفاوت اندک شاخص «فنی» با مقدار آن برای شبکه مرجع صرف نظر کنیم تنها شاخص «پرسنل» این شبکه است که تفاوت زیادی با مقدار استاندارد آن دارد.

بررسی شاخص‌های ستاده‌ای «درآمد» و «سطح سرویس‌دهی» مشخص می‌کند که «سطح سرویس‌دهی» و «درآمد» این شبکه که کارا تشخیص داده شده است بیشتر از مقدار مرجع آن می‌باشد. پس می‌توان نتیجه گرفت که عملکرد شبکه در مورد ستاده‌ها خوب بوده است.

۴-۲- بهبود عملکرد با استفاده از سیستم پشتیبانی تصمیم مدل

در این قسمت نتایج و توانایی‌های مدل ارائه شده در پشتیبانی تصمیم برای بهبود عملکرد شبکه‌ها مورد بحث قرار می‌گیرد. جدول (۳) را که در ارزیابی شبکه یک ارائه شده است در نظر بگیرید. چنانچه شاخص‌های این شبکه به اندازه مقادیر این جدول تغییر یابند، این شبکه کارا خواهد شد.

جدول (۳) راهکار کارا شدن شبکه یک

شاخص / شبکه	فنی	هزینه	پرسنل	ماشین‌آلات	سطح سرویس‌دهی	درآمد
۱	۰	۰	-۰/۰۸۰	-۰/۳۶۴	+۰/۲۰۳	+۰/۲۳۵

همانطور که در این جدول مشهود است شاخص‌های «هزینه» و «فنی» این شبکه در وضعیت خوبی قرار دارند و برای کارا شدن آن شاخص‌های نهاده‌ای «پرسنل» و «ماشین‌آلات» باید ۰/۰۸ و ۰/۳۶۴ کاهش یابند.

شـاخص‌هـای ستاده‌ای یعنی «سطح سرویس‌دهی» و «درآمد» نیز باید ۰/۲۰۳ و ۰/۲۳۵ افزایش یابند تا این شبکه کارا شود.

محدودیت منابع در دسترس، انجام تمامی اصلاحات مورد نظر برای کارا نمودن یک واحد را از مدیریت آن سـلب مـی‌کـند. لـذا لـزوم راهنمایی‌هایی برای انتخاب مؤثرترین عوامل در بهبود عملکرد احساس می‌شود. بنابراین در ادامه سعی شده است تا راهکارهای مناسبی در این زمینه ارائه شود.

به عنوان مثال شبکه سه را در نظر بگیرید که ناکارایی آن ۰/۸۱ به دست آمده است. منظور از ناکارایی، معکوس کارایی شبکه است که در معادلات برنامه‌ریزی خطی به دست آمده از تئوری تحلیل پوششی داده‌ها وارد شده و تحلیل حساسیت روی آن صورت می‌گیرد. مدل ارائه شده میزان کاهش ناکارایی این شبکه را به ازای یک واحد کاهش شاخص‌های نهاده‌ای مشخص می‌کند. این مقادیر که در جدول (۴) آورده شده است، برای شاخص‌های پرسنل و هزینه صفر است. یعنی مقدار مصرف این دو نهاده مناسب بوده است و در حدی نبوده که موجب کاهش کارایی شبکه شود. ولی مصرف زیاد نهاده‌های دیگر یعنی «فنی» و «ماشین‌آلات» این شبکه موجب شده است که کارایی آن کاهش یابد. بنابراین با کاهش این نهاده‌ها می‌توان کارایی شبکه را افزایش و یا ناکارایی آن را کاهش داد.

جدول (۴) راهکار کاهش ناکارایی شبکه سه

شاخص / شبکه	فنی	هزینه	پرسنل	ماشین‌آلات
۳	۳/۴۵۳	۰	۰	۱۶/۸۳۳

طبق جدول (۴) مقدار کاهش ناکارایی در ازای کاهش یک واحدی شاخص «فنی» ۳/۴۵۳ شده است. در حالی که این مقدار برای شاخص «ماشین‌آلات» ۱۶/۸۳۳ می‌باشد که خیلی بیشتر است. بنابراین صرفه‌جویی و مصرف بهینه ماشین‌آلات نسبت به نهاده «فنی» سیستم می‌تواند تاثیر بیشتری در بهبود وضعیت عملکرد آن داشته باشد. ولی چنانچه تغییر در وضعیت شاخص «ماشین‌آلات» شبکه امکان‌پذیر نباشد، راهکار بعدی برای بهبود عملکرد شبکه کاهش شاخص «فنی» می‌باشد.

مدل ارائه شده امکان بررسی دقیق‌تر راهکارهای بهبود عملکرد را نیز دارا می‌باشد. بدین ترتیب که پس از اینکه بهترین شاخص برای بهبود کارایی شبکه انتخاب شد، با فرض اینکه تنها کاهش یکی از عوامل شاخص انتخاب شده ممکن باشد، میزان تغییر هر یک از عوامل این شاخص که موجب افزایش مقدار شاخص مربوطه تا حد مورد نظر می‌گردد تعیین می‌شود. این عوامل کارایی شبکه را به اندازه‌ای که در قسمت قبل به آن اشاره شد افزایش خواهد داد.

جدول (۵) راهکار کاهش ناکارایی شبکه پنج از طریق شاخص «پرسنل»

زیرشاخص / شبکه	نوع کار	تخصص	هزینه
۵	۱۷۰۷/۷۸	۲۹۸۳/۸	۷۸۱۶/۵۸

برای درک بهتر این مفاهیم جدول (۵) را که برای شبکه پنج و شاخص «پرسنل» آن ارائه شده است در نظر بگیرید. شاخص «پرسنل» شبکه پنج به عنوان بهترین گزینه برای بهبود عملکرد آن انتخاب شده است. با کاهش یک واحدی مقدار این شاخص مقدار ناکارایی ۳۱/۳۸۵ واحد کاهش می‌یابد. با استفاده از جدول (۵) انتخاب بهترین عامل شاخص «پرسنل» برای بهبود کارایی ساده‌تر خواهد بود. مقایسه مقدار کاهش هر یک از عوامل شاخص «پرسنل» برای کاهش ناکارایی به میزان ۳۱/۳۸۵ نشان می‌دهد که این مقدار در مورد «نوع کار» دارای کمترین مقدار است. بنابراین با صرفه جویی کمتر در زیرشاخص «نوع کار» می‌توان بهبود عملکرد بیشتری انتظار داشت. ولی اگر امکان کاهش زیرشاخص «نوع کار» وجود نداشته باشد انتخاب بعدی در جهت کاهش شاخص «پرسنل»، کاهش زیرشاخص «تخصص» می‌باشد. بنابراین اولویت‌بندی راه‌کارهای بهبود در مورد شاخص پرسنل به این ترتیب خواهد بود: «نوع کار»، «تخصص» و «هزینه».

تحلیل دیگری که جهت پشتیبانی تصمیم در مدل ارائه شده در نظر گرفته شده است به تعیین میزان نهاده‌های به هدر رفته (مازاد) در یک واحد می‌پردازد. جدول (۶) را که برای شبکه شش ارائه شده است را در نظر بگیرید.

جدول (۶) راهکارهای صرفه جویی در نهاده‌های شبکه شش

شاخص / شبکه	فنی	هزینه	پرسنل	ماشین‌آلات
۶	-۰/۰۰۲	۰	-۰/۰۷۹	۰

با بررسی این جدول در مورد شبکه شش می‌توان به این نتیجه رسید که شاخص‌های «هزینه» و «ماشین‌آلات» نقش مؤثری در تعریف واحد مرجع داشته اند. به عبارت دیگر در این شبکه میزان شاخص‌های «هزینه» و «ماشین‌آلات» با مقادیر متناظر برای واحد مرجع برابرند. ولی شاخص‌های نهاده‌ای «فنی» و «پرسنل» تأثیری در انتخاب مرجع نداشته و اندکی نیز بیش از نهاده‌ای هستند که شبکه مرجع به کار گرفته است. بنابراین با کاهش ۰/۰۰۲ در شاخص «فنی» و ۰/۰۷۹ در شاخص «پرسنل» می‌توان نهاده کمتری مصرف کرد بدون اینکه کارایی شبکه تغییر کند.

پس از مشخص شدن شاخصی که مصرف بهینه آن ضروری‌تر است می‌توان میزان صرفه‌جویی لازم در مورد هر یک از عوامل شاخص انتخابی را مشابه جدول (۷) تعیین کرد. در این جدول مقدار زیرشاخصی

که بدون تأثیر در وضعیت کارایی به کار گرفته شده است و قابل صرفه‌جویی است آورده شده است. طبق این جدول اگر شبکه شش، نهاده «نوع کار» را کمتر یا مساوی ۱/۱۵ کاهش دهد تغییری در شبکه مرجع آن ایجاد نمی‌شود و بدین طریق می‌تواند در مورد این نهاده صرفه‌جویی کند. مقایسه مقدار نهاده مازاد مصرف شده در این جدول امکان اولویت‌بندی صرفه‌جویی را به وجود آورده است. اولویت‌بندی صرفه‌جویی در شاخص پرسنل شبکه شش به این ترتیب می‌باشد: «هزینه»، «تخصص» و «نوع‌کار».

جدول (۷) راهکارهای صرفه‌جویی در نهاده‌های شبکه شش

زیرشاخص / شبکه	نوع کار	تخصص	هزینه
۶	۱/۱۵	۲/۰۲	۵/۲۸

۵- جمع‌بندی

ارزیابی و بهبود عملکرد شبکه‌های آبیاری و زهکشی امر پیچیده‌ای است و بر اساس آگاهی‌ها و دانش منحصر فعلی نمی‌توان روش قطعی و جامعی را برای انجام آن پیشنهاد کرد. با توجه به ضعف‌های روش‌های ارزیابی موجود و عدم توانایی آنها در ارائه استانداردهای واقع‌بینانه و راهکارهای عملی بهبود عملکرد، روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) که می‌تواند اطلاعات لازم جهت تصمیم‌گیری در مورد سیاست‌های بهبود عملکرد را در اختیار مدیران قرار دهد، در این تحقیق به کار گرفته شده است. مدل پشتیبانی تصمیم مدل‌های DEA با استفاده از قابلیت تحلیل حساسیت مدل‌های برنامه‌ریزی خطی تدوین شده است. نتایج به دست آمده قابلیت و توانایی مدل تهیه شده در ارزیابی مقایسه‌ای عملکرد شبکه‌ها و ارائه راهکارهای بهبود عملکرد را با بهره‌گیری از یک سیستم پشتیبانی تصمیم نشان می‌دهد. پیشنهاد می‌شود مطالعات بیشتری با استفاده از مدل ارائه شده صورت گیرد تا بتوان از آن به عنوان روشی کاربردی و در سطح وسیع استفاده نمود. استفاده از تکنولوژی‌های ارتباطی و جمع‌آوری اطلاعات بیشتر در زمینه شبکه‌های آبیاری و زهکشی و به عبارت دیگر تهیه یک سیستم مدیریت داده‌ها می‌تواند در تهیه سیستم پشتیبانی تصمیم قوی‌تر مؤثر واقع شود.

۶- مراجع و مآخذ

۱- طه، ح. ۱۳۷۵. آشنایی با تحقیق در عملیات. برنامه‌ریزی خطی پویا و با اعداد صحیح. جلد اول. ترجمه: محمد باقر بازرگان. مرکز نشر دانشگاهی. چاپ چهارم.

۲- علیرضایی، م. و محرابیان س.۱۳۷۶. Tutorial on Data Envelopment Analysis. مجله علمی‌علوم پایه. دانشگاه آزاد اسلامی. سال هفتم. شماره ۲۳.

۳- قدوسی شهرضایی، ح. ۱۳۷۹. تحلیل حساسیت در برنامه‌ریزیه‌های خطی و کاربرد آن در منابع آب،

سمینار کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.

۴- قدوسی شهرضایی، ح. ۱۳۸۰. بهبود عملکرد شبکه های آبیاری با انجام تحلیل حساسیت در مدل‌های تحلیل پوششی داده ها (DEA) ، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.

۵- منعم، م. ج. ، علیرضایی م.و صالحی تالشی ا. ۱۳۸۱. ارزیابی عملکرد بهره برداری از شبکه‌های آبیاری به روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA). مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. دانشگاه صنعتی اصفهان. جلد ششم. شماره چهارم. ص:۱۱-۲۵.

6- Alirezaee, M. 1996. Evaluation of Efficiency Base in Data Envelopment Analysis. Ph.D Thesis. University of Tarbiat Moallem. Tehran. Iran. pp:101.

7- Anderson, P. and Petersen N.C. 1993. A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis. Management Science. 39:1261-1264.

8- Banker, R. D., Charnes A., and Cooper W.W. 1984. Some Methods for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. Management Science. Vol. 30, No. 9, pp. 1078-1097.

9- Bazzani, G.M., Rosselli Del Turco C. 2002. A Decision Support System for an Economic-Enviromental Assessment of Agricultural Irrigation and Water Policy Design. International Conference on Water and Irrigation development. Cremona, Italy, pp. 485-491.

10- Charnens, A., Cooper W. W. and Rhodes D. 1987. Measuring the Efficiency of decision Making Unit. European Journal of Operational Research. 2:429-444.

11- Douglas and Merrey J. 1997. Expending the Frontiers of Irrigation Management Research. International Irrigation Management Institute, 4:42-53.

12- Ramamathan, R. 2001. Comparative Risk Assessment of Energy Supply Technologies: a Data Envelopment Analysis Approach. Energy 26:197-203.