Archive of SID

مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی
سال دوازدهم ـ شماره اول ـ فروردین- اردیبهشت ۱۳۸٤
www.magiran.com/jasnr

مدول ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری با بکارگیری روش فازی

سید احمد حیدریان[۱]، محمد جواد منعم[۲]، حسین فرداد[۳]، عباس قاهری[۴]، عبدالمجید لیاقت[۳]، محمد تشنه‌لب[۵]

[۱]مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، [۲]گروه مهندسی آبیاری دانشکده کشاورزی تربیت مدرس، [۳]گروه مهندسی آبیاری دانشگاه تهران، [۴]گروه عمران، دانشگاه علم و صنعت، [۵]گروه برق دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی

تاریخ دریافت: ۸۲/۵/۲۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۳/۵/۵

چکیده

مدول پیشنهادی ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری با تعریف و بکارگیری گروه‌های شاخص در زمینهٔ عملکرد مدیریتی سیستم، انتقال مدیریت و دیگر زمینه‌ها، و با تفکیک سطوح ارزیابی، با تعداد محدودی شاخص عمل می‌نماید. در این مدول با ابداع روشی برای تعیین استاندارد نسبی داخلی، و با تعریف شاخص‌های توصیفی در یک مدل ترکیبی کمی ـ کیفی، و با استفاده از روش فازی امکان ارزیابی عملکرد بهتر از گذشته فراهم شده است. بررسی حساسیت مدل در عملکرد موتور استنتاج فازی در دوحالت استلزام حاصل‌ضرب و مینیمم، تا میزان ۹۹ درصد همخوانی داشته، و آزمون F مقدار ۰/۹۸ را نشان می‌دهد. بنابراین این مدل به نوع موتور استنتاج حساسیت نداشته، اما استلزام حاصل‌ضرب نتایج بهتری را نشان داده است. مدول پیشنهادی در شبکه آبیاری قزوین بکار رفته، و نتایج آن با روش استاندارد مقایسه شده است. تفکیک ارزیابی شرایط اولیه سیستم از فرآیند بهره‌برداری، نشان داده که نقصان عملکرد در این شبکه به میزان ۱۲ درصد، ناشی از شرایط اولیه فیزیکی ـ اجتماعی می‌باشد. تفاوت مقادیر ارزیابی مدیریت تحویل از نگاه قضاوت کشاورزان به میزان ۰/۳۹ و از نگاه کارشناسی به میزان ۰/۵۸ نیز بدلیل عدم تناسب برنامه بهره‌برداری با نیاز واقعی کشاورزان می‌باشد. این نتایج، کارآیی این مدل را در جهت دستیابی به راه‌کارهای کاربردی به‌خوبی نشان می‌دهد. مدول پیشنهادی براحتی در سیستم‌های مختلف مدیریتی در زمینه کشاورزی و منابع طبیعی قابل توسعه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: سیستم فازی، ارزیابی عملکرد، شبکه آبیاری

مقدمه

ارزیابی عملکرد سیستم‌های مدیریتی از مباحث پیچیده در مدیریت سیستم‌های آبیاری می‌باشد. عملکرد یک سیستم آبیاری با توجه به مسائل متنوع فنی و شرایط گوناگون فیزیکی، و مدیریتی- اجتماعی سیستم‌ها موضوع این تحقیق و مصداق روشنی از این پیچیده‌گی‌ها می‌باشد. محدودیت‌های زمانی و مالی برای اندازه‌گیری و جمع‌آوری حدود ٦۰۰ فاکتور از دیگر مشکلات روش‌های پیشنهادی ارزیابی می‌باشد (بورت و استیلز[۱]، ۱۹۹۹). دستیابی به ارتقا عملکرد، نیازمند رویکردی راهبردی در ارزیابی و تغییر در نگرش برنامه‌ریزی و

1 -Burt & Styles

www.SID.ir

Archive of SID

مدیریت می‌باشد. در این رویکرد ارزیابی، افرادی که خدمات برای آنها برنامه‌ریزی شده مورد توجه قرار می گیرند (گاوینگ و همکاران[1]، ۱۹۹۶).

بطور کلی روش‌های ارزیابی را می‌توان به دو دسته، نظری و کمی تقسیم نمود. از روش‌های نظری، روش تحلیل تشخیصی، روش ارزیابی سریع و روش چارچوبی را می‌توان نام برد. روش تحلیل تشخیصی[2] در سال ۱۹۸۳ برای توسعه بهبود فرآیند مدیریت شبکه‌های آبیاری توسعه یافته است. در این روش با رویکردی سیستمی جمع‌آوری کلیه اطلاعات در تمامی مراحل با مشارکت زارعین صورت می‌گیرد. حجم اطلاعات، صرف وقت، هزینه زیاد و دخالت قضاوت کارشناسی از مشکلات این روش می‌باشد. روش ارزیابی سریع (RA)[3] که در دهه ۱۹۷۰ ارائه شده، با نگاه فرصت‌گرا در مقابل مسئله‌گرا، برای مقایسه چند پروژه با یکدیگر کاربرد دارد (منعم، ۱۳۷۸). روش‌های نظری پاسخگوی کامل نیاز ارزیابی عملکرد نبوده، ولی تلاش‌هایی در زمینهٔ توسعه روش‌های کمی ارزیابی نیز صورت گرفته است (قاهری و همکاران، ۱۳۷۸). روش کلاسیک از قدیمی‌ترین روش‌های کمی بوده که با طبقه‌بندی، امتیازدهی و جمع وزنی شاخص‌ها امتیاز کل عملکرد به‌دست می‌آید. روش تحلیل پوششی داده‌ها[4] از دیگر روش‌های کمی بوده که جهت ارزیابی اقتصادی- فنی واحدهای صنعتی و تولیدی، و جهت تعیین کارآیی واحدهای خدماتی که نسبت به یکدیگر دارای ورودی‌ها و خروجی‌های مشابه بوده، بکار می‌رود.

ارزیابی عملکرد یک سیستم موضوع‌های متنوعی از مدیریت، بهره‌برداری و شرایط فیزیکی یک سیستم را در برگرفته، و این فرآیند با آنچه که معمولاً طراحان و مدیران به آن توجه داشته، بسیار متفاوت می‌باشد (ساروواتاری و یوموتا[5]، ۱۹۹۵). محققین ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری، تاکنون شاخص‌های بسیاری ارائه نموده‌اند، اما هنوز زمینه‌های بسیاری برای تعریف شاخص‌های جدید وجود دارد (IPTRID[6]، ۲۰۰۲). دستیابی به تعداد قابل توجهی داده از وضعیت گذشته و حال، مستلزم صرف وقت و هزینه بسیار و اندازه‌گیری در شرایط خاص و غیرواقعی بوده، که با شرایط واقعی و تنوع شرایط در برنامه آبیاری بسیار متفاوت می‌باشد. در شرایطی که برای شکل‌گیری یک نتیجه چندین عامل بطور همزمان ایفای نقش نموده، تعیین دقیق نقش هر کدام از عوامل به دلایل مختلف علمی و اقتصادی امکان پذیر نبوده، و برخورد قطعی با اینگونه مسائل با خطا توام می‌باشد. از سوی دیگر، بدلیل تفاوت نگاه کشاورزان و مدیران سیستم به عملکرد شبکه، این دو گروه قضاوت متفاوتی از سیستم دارند، بطوریکه کشاورزان به "سودمندی آب"، کفایت و عدالت در توزیع آن بیشتر توجه داشته، و مدیران و کارشناسان به "مطلوبیت سیستم" از نظر فنی و سهولت کارکرد توجه دارند. موفقیت نظریه سیستم‌های فازی در مدل‌سازی کمی پدیده‌ها، دردهه ۶۰ محققان را به گسترش این دیدگاه در کلیه زمینه‌ها و از جمله حوزه‌های اجتماعی و اقتصادی برای رفع محدودیت‌های مذکور متمایل ساخت (لوکس،۱۳۸۱). این روش در کشاورزی، در شبیه‌سازی حرکت آب در محیط غیراشباع(باردوسی و مارکوس[7]، ۱۹۹۳) و در محاسبهٔ تنش آبی (الفرج و همکاران[8]، ۲۰۰۱) با موفقیت بکار رفته است. انگیزه بکارگیری تئوری فازی در ارزیابی، ارائه راهکاری روشمند و جایگزین برای فرآیند ارزیابی توصیفی می‌باشد.

اگرچه برای طبقه‌بندی بیان توصیفی معنای دقیقی وجود ندارد، اما این نتایج در حد اهداف مورد نظر ما بخوبی کفایت می‌نماید (بورت و استیاز، ۱۹۹۹). برای اولین بار تئوری مجموعه‌های فازی در طبقه‌بندی و امتیازدهی عملکرد سیستم‌های آبیاری در سال ۱۹۹۲ بکار

1- Gowing et al.
2 -Diagnostic Analysis
3 -Rapid Appraisal
4 -Data Envelopment Analysis
5- Saruwatari&Yomota

6 -International Programme on Technology and Research for Irrigation and Drainage
7- Bardossy&Markus
8- A1- Faraj et al

www.SID.ir

Archive of SID

گرفته شد (مالانو و گائو[1]، ۱۹۹۲). در سال ۱۹۹۶ جهت ارزیابی عملکرد شبکه آبیاری در سطح مزرعه، توجه ویژه به ارزیابی از دیدگاه کشاورزان گردید و با استفاده از روش فازی، سه شاخص قابل پیش‌بینی بودن، مناسب بودن و قابل پی‌گیری بودن بکار رفته است (گاونیگ[2]، ۱۹۹۶). پنج سال بعد کار مشابهی با این تحقیق انجام شد است (سام آموح[3]، ۲۰۰۱). بررسی منابع علمی نشان می‌دهد، مدلی که کاستی‌های ذکر شده را پوشش داده و بصورت گسترده شاخص‌های غیرقطعی را در کنار مقادیر قطعی و با اعمال اثرات متقابل بصورت غیرقطعی بکار گیرد، در هیچیک از منابع علمی مشاهده نمی‌شود.

مواد و روش‌ها

روش کار در این تحقیق به شرح زیر می باشد:

- روش‌ها و چارچوب‌های تعیین شاخص‌های ارزیابی در منابع علمی بررسی گردید و پس از تعیین مقدماتی شاخص‌ها، جنبه‌ها و سطوح مختلف ارزیابی تفکیک شد و شرایط فیزیکی، وضعیت طبیعی، و دیگر عوامل تأثیرگذار بر عملکرد، مقادیر ارزیابی تعیین شده است.

- داده‌های مربوط به شاخص‌های عملکردی با استفاده از گزارش‌های موجود، تهیه پرسشنامه، و استفاده از روش‌های ارزیابی سریع[4] (RRA)، و ارزیابی مشارکت مدار روستایی[5] (PRA) در شبکه آبیاری قزوین جمع‌آوری گردید، و بیش از ۲۰ مورد مصاحبه به انجام رسید.

- با استفاده از بررسی‌های مذکور و استفاده از نرم‌افزار " مطلب[6] "، نرم‌افزار فازی و برنامه‌نویسی رایانه‌ای در محیط "مطلب" مدول نظری- رایانه‌ای ارزیابی تهیه و تدوین شد.

- نتایج ارزیابی با روش استاندارد مقایسه شد و حساسیت‌سنجی مدل به نوع موتور استنتاج فازی صورت گرفت.

مدول ارزیابی پیشنهادی: این مدول در چهار مرحله به شرح زیر عمل می نماید (شکل ۱):

۱)تعیین کیفیت ارزیابی: در این مرحله تعیین تعداد شاخص‌های ارزیابی از دو بعد مختصر و کلی (ارزیابی سریع) و کامل و جزئی (ارزیابی کامل) به شرح زیر مورد توجه می‌باشد، به‌طوریکه ضمن پرهیز از اطلاعات اضافی و پرهزینه، ارزیابی کننده به هدف مورد نظر برسد.

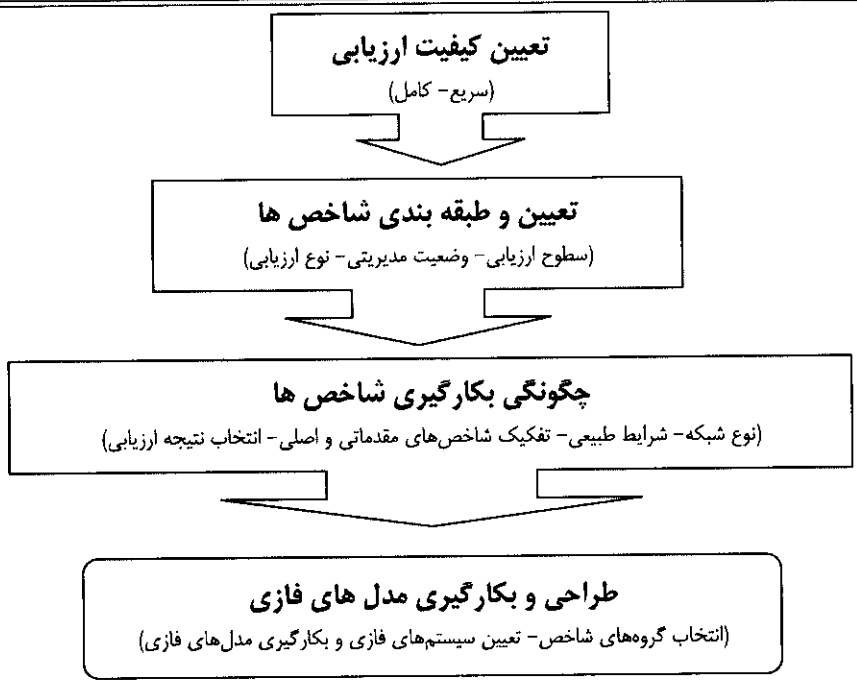
ارزیابی سریع: منظور از ارزیابی سریع در این تحقیق، دستیابی به مقادیر ارزیابی یک سیستم، در چند مقوله محدود، به‌طوریکه قابلیت‌ها و محدودیت‌های بهبود عملکرد، وحدود میزان آن، با توجه به نوع ارزیابی و سطح ارزیابی بروز نماید. در این شکل ارزیابی معمولاً نیاز مدیران و آب‌بران، در زمان کوتاه، و با نتایج واقعی‌تر، اقتصادی‌تر و کاربردی‌تر برآورده می‌شود. در ارزیابی سریع در مدل حاضر، حداقل شش و حداکثر ۶۲ شاخص بکار گرفته شده است.

ارزیابی کامل: در این شکل ارزیابی، شاخص‌های بسیاری برای بررسی جزئیات عملکرد بکار گرفته می‌شود. این شکل ارزیابی که معمولاً مورد توجه محققین بوده، در صورتی که در سطح کوچک و با صرف زمان طولانی همراه باشد، با نتایج علمی مثبتی همراه می‌باشد. این روش برای سطوح بزرگ به‌دلیل وارد کردن فرضیات، با حذف شرایط واقعی روبرو بوده، بنابراین از ارزش کاربردی کمتری برخوردار می‌باشد. بنابراین در این تحقیق روش اول مورد توجه بوده است.

1- Malano & Gao
2- Gowing
3- Sam- Amoah
4- Rapid Rural Appraisal
5- Participatory Rural Appraisal
6- Matlab

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱ـ مراحل انجام ارزیابی.

۲)تعیین و طبقه بندی شاخص‌های ارزیابی: با توجه به هدف مورد نظر در ارزیابی، و پس از تعیین روش ارزیابی، شاخص‌ها متناسب با نوع کاربرد آنها به گروه‌ها و طبقاتی به شرح زیر تقسیم شده‌اند:

سطوح ارزیابی: علاوه‌بر جنبه‌های هدف‌گذاری در ارزیابی، به لحاظ اقتصادی لازمست متناسب با نیاز سطوح مختلف، تعداد محدودی از شاخص‌ها به کار گرفته شوند. در این رابطه ارزیابی در چهار سطح سیاستگزاران، مدیران، آب‌بران و محققین تفکیک شده است. در صورتیکه هدف از ارزیابی میزان دستیابی به شرایط پایدار و تولید محصول مناسب با توجه به منابع محیطی باشد، در این حالت اهداف راهبردی مورد توجه سیاستگزاران مد نظر می‌باشد. مدیران در ارزیابی بهره‌برداری و نگهداری سیستم، بطور عمده اهداف عملیاتی و مطلوبیت سیستم را مورد توجه دارند. آب‌بران اهداف عملیاتی و سودمندی سیستم را دنبال می‌کنند. محققین جزئیات عملکرد را مورد توجه قرار داده و برای دستیابی به علل، نیازمند جمع‌آوری و یا اندازه‌گیری فاکتورهای متنوعی می‌باشند.

وضعیت مدیریتی: مدیریت یک شبکه آبیاری و زهکشی می‌تواند کاملاً دولتی، نیمه دولتی، خصوصی و یا مشارکتی بوده، و متناسب با شرایط مختلف مدیریتی شاخص‌هایی متناسب با آن اختیار می‌گردد.

نوع ارزیابی: این جنبهٔ تفکیک شاخص‌ها که با عنوان "نوع ارزیابی" شناخته شده، در بسیاری از منابع بکار رفته است. در این طبقه‌بندی، شاخص‌های ارزیابی در پنج گروه شامل: ۱) شاخص‌های ارزیابی عملکرد مدیریتی، ۲)فنی، ۳)اقتصادی، ٤) زیست‌محیطی، ۵) اجتماعی تفکیک شده‌اند. جهت کاربردی‌تر کردن نتایج، و همچنین امکان بکارگیری سیستم کنترل فازی، این گروه‌ها خود به گروه‌های کوچک‌تر تقسیم شده‌اند. بخشی از این تقسیمات جهت اعمال اثرات متقابل شاخص‌ها، و بخشی دیگر برای شناخت بیشتر ابعاد مدیریتی صورت گرفته است. برای مثال، می‌توان گروه‌هایی نظیر: اعتمادپذیری، کفایت آب آبیاری، مناسب بودن آب آبیاری و عدالت در توزیع آب آبیاری را در ارزیابی مدیریتی، و در سطح آب‌بران ذکر کرد.

www.SID.ir

Archive of SID

۳) چگونگی بکارگیری شاخص‌ها در مدل: در گام سوم شاخص‌ها براساس نوع شبکه و شرایط طبیعی بکار گرفته می‌شوند. در این بخش بکارگیری شاخص‌ها در زیر بخش‌های ۱) نوع شبکه، ۲) شرایط طبیعی، ۳) تفکیک شاخص‌های مقدماتی و اصلی، ٤) انتخاب نتیجهٔ ارزیابی تشریح می‌گردد.

نوع شبکه: در این رابطه شبکه‌های آبیاری و زهکشی از نظرمدیریت ساخت، شیوهٔ بهره‌برداری وضعیت فیزیکی به سه گروه شامل: ۱) مدرن، ۲) سنتی و ۳) تلفیقی، تقسیم می‌گردند.

شرایط طبیعی: تغییرات در میزان حجم آب قابل تحویل، در برنامه‌های تحویل آب تأثیر بسیاری گذاشته، به‌طوریکه مقدار ارزشی برخی از شاخص‌ها در شرایط کمبود آب و خشکسالی نسبت به شرایط عادی یکسان نمی‌باشد. در شرایط عادی دستیابی به منافع حداکثر از تولید محصول، و انگیزه جلب منافع حداکثر از فروش آب مهم است، اما در شرایط کمبود آب و خشکسالی، ماندگاری سیستم، دریافت بخشی از آب مورد نیاز و قبول افت محصول اهمیت می‌یابد. در این تحقیق شاخص‌ها در دو حالت طبیعی و اضطراری، به دو صورت اعداد قطعی با ارزش متفاوت، و در شرایط میانی به صورت فازی بکار رفته است.

تفکیک شاخص‌های مقدماتی و اصلی: در این تحقیق با استفاده از دو نظریهٔ فازی و تصمیم‌گیری بیز[1] در استفاده از تجربیات و وضعیت پیشین، امکان اعمال اثرات شرایط اولیه در نتایج ارزیابی فراهم گردیده است. همانطوری که در فرمول یک مشاهده می‌شود، در نظریه تصمیم‌گیری بیز احتمال پسین $F(\theta_i/obs)$، متأثر از مشاهده‌ها $f(obs/\theta_i)$ و احتمال پیشین $\pi(\theta_i)$ به صورت زیر می‌باشد:

$$F(\theta_i/obs) = [f(obs/\theta_i) \cdot \pi(\theta_i)] / \sum [f(obs/\theta_i) \cdot \pi(\theta_i)]$$

با استفاده از این نظریه، شاخص‌هایی که بیان کنندهٔ وضعیت اولیه سیستم بوده با نام شاخص‌های مقدماتی، و شاخص‌هایی که بیان‌کنندهٔ وضعیت فعلی بوده با نام شاخص‌های اصلی، با ویژگی‌های زیر تفکیک شده‌اند:

شاخص‌های مقدماتی: این شاخص‌ها بیان کننده وضعیت اولیه و شرایط طبیعی، فیزیکی، اداری، اقتصادی و اجتماعی شبکه می‌باشند. برخی از این شرایط نظیر شرایط طبیعی، از هدایت و کنترل مجموعهٔ مدیریتی و بهره‌برداران خارج بوده و صرفاً در نتیجه ارزیابی اثرگذار می‌باشند، برخی دیگر حاصل عملکرد دوره قبل مدیریت طراحی، اجرا و بهره‌برداری بوده و امکانات و اختیارات فعلی برای اصلاح آن در نظر گرفته نشده است. بنابراین، این بخش از شاخص‌ها جهت ارزیابی وضعیت شبکه از گذشته دور تا مقطع مورد نظر شامل: طراحی، اجرا و نگهداری شبکه، و میزان تأثیرات آن بر عملکرد مدیریت بهره برداری فعلی، به‌عنوان یک " استاندارد نسبیِ داخلی" مورد استفاده قرار می‌گیرد.

شاخص‌های اصلی: شاخص‌های اصلی بیان کنندهٔ عملکرد شبکه‌های آبیاری و زهکشی در یک مقطع خاص می‌باشند. بخش زیادی از این شاخص‌ها از شاخص‌های مقدماتی تأثیر می‌پذیرند. در نتیجه لازم است که جهت دستیابی به نتیجهٔ هدفمند در ارزیابی عملکرد، ابتدا شرایط و وضعیت محیطی با استفاده از شاخص‌های مقدماتی بررسی گردیده و سپس و متناسب با آن شاخص‌های اصلی جهت ارزیابی عملکرد شبکه مورد استفاده قرار گیرد. برای مثال، وضعیت پوشش کانال‌ها و پرسنل تخصصی به‌عنوان بخشی از شاخص‌های مقدماتی، در شبکهٔ آبیاری قزوین در مقایسه با شبکه آبیاری و زهکشی مغان، وضعیت فیزیکی و اداری اولیهٔ متفاوتی را برای ارزیابی مدیریتی سیستم در اختیار قرار می‌دهد.

انتخاب نتیجهٔ ارزیابی: چهار نتیجه ارزیابی شامل: ۱) ارزیابی کامل عملکرد سیستم آبیاری (در بر گیرندهٔ وضعیت سیستم شامل ساخت و بهره‌برداری ونگهداری)، ۲) ارزیابی کلی عملکرد (در برگیرندهٔ وضعیت سیستم بهره‌برداری و نگهداری در مقطع مورد نظر)، ۳) ارزیابی مطلق عملکرد (در برگیرندهٔ وضعیت سیستم بهره‌برداری و

1 - Bayes

www.SID.ir

Archive of SID

نگهداری در مقطع مورد نظر، با حذف اثرات وضعیت اولیه سیستم)، ٤) ارزیابی نسبی عملکرد (در برگیرندهٔ وضعیت سیستم بهره برداری ونگهداری در مقطع مورد نظر، با اعمال اثرات نسبی وضعیت اولیه سیستم بر عملکرد)، در خروجی مدل خواهیم داشت.

٤)طراحی وبکارگیری مدل های فازی: در این گام موارد: ۱) انتخاب گروه‌های شاخص، ۲) تعیین سیستم‌های فازی و بکارگیری مدل های فازی انجام می‌گیرد.

انتخاب گروه های شاخص: در ارزیابی مطلق و یا نسبی عملکرد، گروه‌های شاخص از مجموعهٔ شاخص‌های مقدماتی با قواعد فازی همراه می‌شود، و براساس قواعد فازی، مقادیر شاخص‌های اصلی بکار گرفته می‌شود. در این حالت گروه‌های شاخص‌های اصلی از شرایط نسبی و با مرزی مغشوش از شاخص‌های مقدماتی تأثیر می‌پذیرند. برای مثال، در شرایط خشکسالی شاخص راندمان انتقال و توزیع آب آبیاری در کانال‌های نیمه‌پری که دریچه‌ها به‌خوبی عمل نکرده، از ارزش نسبی پایینی برخوردار بوده، و همچنین موضوع شاخص کفایت آب آبیاری از نگاه آب بران منتفی می‌باشد.

تعیین سیستم‌های فازی و بکارگیری مدل های فازی: جهت تعیین سیستم و طراحی مدل فازی مناسب، نیاز به شناخت ویژگی فاکتورهای ارزیابی می‌باشد. در این تحقیق، ۱۲ مدل فازی با۲۹۰ قاعده جهت بکارگیری در ۱۱٤ گروه متفاوت از ۱۵۳ شاخص با استفاده از نگارش ٦/۱ نرم‌افزار "مطلب" و بکارگیری سیستم فازی با استلزام حاصل‌ضرب و مینیمم ممدانی، توابع تعلق و قواعد برای موتور استنتاج فازی طراحی گردیده است. داده‌های اولیه شامل دو گروه دادهٔ فازی و غیرفازی، با فازی ساز منفرد بکار رفته است. صحت قواعد با توجه به داده‌های ورودی و خروجی و امکانات بررسی گرافیکی موجود در جعبه ابزار فازی، کنترل و مطابقت داده شد و سپس در مدل اصلی بکار رفته است. توابع تعلق مورد نظر با توجه به طبیعت داده‌ها و بکارگیری جعبه ابزار فازی تعریف گردیده است.

سیستم فازی: با توجه به اینکه استنتاج فازی نیازمند چند قاعده بوده، در نتیجه استفاده از مجموعه قواعد با موتور استنتاج در یک سیستم فازی ضروری می‌باشد. نمونه قواعد بکار رفته در هر یک از مدل‌های فازی به شرح جدول ۱ می‌باشد.

معیار انتخاب چگونگی عملکرد موتور استنتاج فازی با توجه به معنای شهودی که استقلال و یا وابستگی قواعد آن، توسط افراد خبره تأیید شده، صورت می‌گیرد. در این تحقیق با تعریف مستقل قواعد امکان استنتاج مبتنی بر قواعد جداگانه و در ترکیب با تعریف وابستگی قواعد، امکان استنتاج مبتنی بر ترکیب استنتاج ممدانی با استلزام مینیمم و حاصل‌ضرب فراهم شده است. متناسب با گروه‌های شاخص‌های مقدماتی به‌عنوان ورودی، و تعیین و پنج تابع تعلق ورودی و طراحی مدل فازی، مراحل فازی‌سازی، اعمال قواعد، غیرفازی‌سازی و ارائه خروجی به‌ترتیب مطابق با شکل۲ اجرا می‌شود.

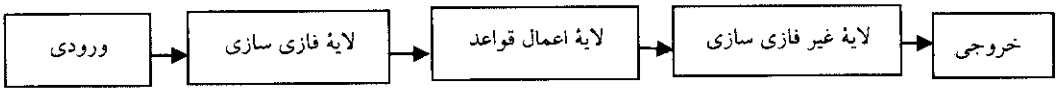
جدول ۱ـ نمونه قواعد برای ارزیابی مطلق در سطح مدیران.

شاخص های مقدماتی (x_i)	شاخص های اصلی (Y_i)			
	گروه یک	گروه دو	گروه سه	گروه چهار
VL	H	VH	VH	VH
L	H	VH	H	H
M	M	M	H	H
H	L	H	M	M
VH	L	L	VL	L

VL = خیلی کم، L=کم، M=متوسط، H=زیاد، VH= خیلی زیاد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- مراحل بکارگیری داده‌ها در سیستم فازی

نتایج و بحث

بکارگیری داده‌های پایلوت در مدل، براساس سطوح مختلف سیاستگزاران، مدیران و آب‌بران در ارزیابی عملکرد مدیریتی در جدول ۲، تفاوت این مقادیر به تفکیک سطوح در جداول‌های ۳ و٤ و نتایج انواع ارزیابی در جدول ۵ آمده است. به رغم تفاوت مقادیر ارزیابی مدیریتی در روش قدیمی (۰/۵۷) و در مدل مرحله‌ای فازی (SWF) برابر ۰/٤۸، نتایج به‌دست آمده صحت کارکرد مدل، و همچنین تأثیر تفکیک سطوح ارزیابی را به‌خوبی نشان می‌دهد. با توجه به شرایط طراحی و اجرای مناسب شبکه آبیاری قزوین (ارزیابی این بخش از عملکرد، بیش از ۸۰ درصد می‌باشد). میزان ارزیابی مطلق شبکه، نسبت به مقادیر ارزیابی نسبی محاسبه شده توسط مدل مرحله‌ای فازی و روش قدیمی به‌ترتیب ۳۵ و۱٤ درصد بیشتر گردیده است. بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که نقصان عملکرد، حدود ۱۵ درصد ناشی از وضعیت فیزیکی- اجتماعی سیستم بوده، و ارتباطی به عملکرد مدیریتی سیستم در مقطع مورد نظر ندارد. این مقایسه کاربرد تفکیک شاخص‌ها و امکان اعمال ارزش نسبی تأثیرات شرایط اولیه را بصورت فازی (غیرقطعی) نشان می‌دهد. این مقایسه در ارزیابی نسبی، همبستگی تا میزان ۹۸درصد و در ارزیابی مطلق ۹۷درصد را نشان می‌دهد (شکل ۳).

بطورکلی شبکه‌هایی که از میزان عملکرد پایین برخوردار بودند، بخش قابل توجهی از این نقصان متوجه وضعیت اولیه سیستم می‌باشد. در این تحقیق با طرح موضوع ارزیابی نسبی و مطلق، ارزیابی سیستم در دو حالت با اعمال اثرات شرایط اولیه و حذف آن مورد توجه بوده است. از این طریق عملکرد یک سیستم با وضعیت نه چندان مناسب که با روندی رو به بهبود بوده، از سیستمی که در وضعیت مناسب بوده اما روندی منفی دارد، متمایز می‌گردد. مقایسه نتایج ارزیابی در این دو روش نشان می‌دهد که عملکرد پایین شبکه با متوسط ۲۲درصد، ناشی از شرایط اولیه شبکه می‌باشد.

در این مدل با تفکیک ارزیابی فرآیند از نتیجه و اثرات عملکرد، مشخص گردید که به رغم وضعیت متوسط فرآیند بهره‌برداری، بدلیل شرایط مناسب اولیه سیستم، ارزیابی نتیجه عملکرد تا میزان ۰/۸۸ و اثرات تا ۰/۷٦ رسیده است (جدول ۵). این موضوع از یک طرف مؤید وجود پتانسیل بهبود در سیستم و از طرف دیگر روند منفی عملکرد سیستم از وضعیت اولیه می‌باشد.

بررسی حساسیت مدل مرحله‌ای فازی با توجه به چگونگی عملکرد موتور استنتاج در دو حالت استلزام حاصلضرب و مینیمم در ارزیابی نسبی و مطلق در جدول‌های ٦ و ۷ و شکل‌های ٤ و ۵ نمایش داده شده است. این جدول‌ها که تفاوت مقادیر ارزیابی را در دو روش در موضوع‌های مختلف نشان می‌دهند از نظر میزان کمی ارزیابی نسبی، این تفاوت حداکثر تا میزان ۸ درصد ملاحظه شده است. مقادیر به‌دست آمده در دو روش تا میزان ۹۹ درصد همخوانی داشته، و آزمون F برای بررسی اختلاف واریانس مقدار ۰/۹۸ را نشان می‌دهد(شکل٤). از نظر تأثیر میزان کمی ارزیابی مطلق، این تفاوت فقط در تعداد معدودی به بیش از ۵ درصد می‌رسد. این مقادیر از همبستگی بیش از ۹۵ درصد برخوردار بوده و آزمون F برای بررسی اختلاف واریانس، مقدار ۰/۹۰ را نشان می‌دهد (شکل ۵). بنابراین، استفاده از هر دو روش در ارزیابی بلامانع بوده، اما در مقایسه این نتایج با داده‌های موجود، استلزام حاصلضرب نتایج بهتری را نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- مقادیر ارزیابی عملکرد مدیریتی سیستم در شبکه آبیاری قزوین.

سطوح ارزیابی	ارزیابی کلی بدون اعمال ضرایب اهمیت	ارزیابی کلی با اعمال ضرایب اهمیت	ارزیابی نسبی	ارزیابی مطلق
سیاستگزاران	۰/۷۳٤	۰/۷۳٤	۰/۷۳٤	۰/۸٦۹۹
مدیران	۰/٦۸۹۲	۰/٦۷۷	۰/۵۷۸۲	۰/۷٦۷۳
آب بران	۰/۵۵۲۱	۰/٤٦٤٤	۰/۳۸۵۷	۰/۵۳۲۸
بدون تفکیک سطوح	۰/٦۲۰۷	۰/۵۷۰۷	۰/٤۸۱۹	۰/٦۵۰۰

جدول ۳- مقادیر ارزیابی عملکرد مدیریتی سیستم (سطح مدیران).

نوع ارزیابی	عملکرد راندمان آب آبیاری	عملکرد در کفایت آب آبیاری	عملکرد در مدیریت توزیع آب
ارزیابی نسبی	۰/۲۳۰۰	۰/۸۱۷٦	۰/٦٤۹٤
ارزیابی مطلق	۰/٤۵٤۵	۰/۹۳۹۹	۰/۷۸۹۱

جدول ٤- مقادیر ارزیابی عملکرد مدیریتی سیستم (سطح آب بران)

نوع ارزیابی	اعتمادپذیری	مناسب بودن تحویل آب	کفایت آب آبیاری	عدالت در توزیع
ارزیابی نسبی	۰/۵۳٤۷	۰/۷۲٤۸	۰/۳۷٦۲	۰/۲۱۰۲
ارزیابی مطلق	۰/٦۷٤٤	۰/۷۹۰۲	۰/٤٤۱٦	۰/۲۷۵۵

جدول ۵- نتایج ارزیابی به تفکیک " ارزیابی بخشی " .

انواع ارزیابی	شرایط اولیه سیستم	فرآیند بهره بر داری	نتیجه بهره بر داری	اثرات بهره بر داری
نتیجه ارزیابی	۰/۸۰٤۰	۰/۵۷۰۷	۰/۸۸۷۸	۰/۷٦۲۵

جدول ٦- مقایسه مقادیر ارزیابی نسبی در دو سیستم فازی (Prod و Min).

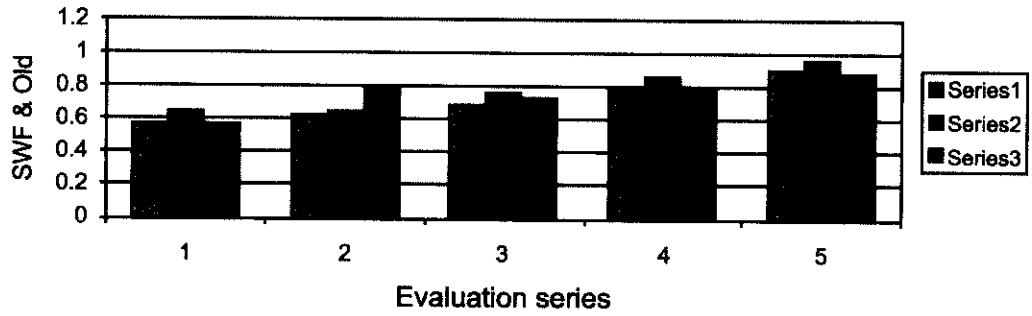
روش‌ها	مقادیر ارزیابی در موضوعات مختلف						
Min	۰/۵۸٤٦	۰/۲۳۰	۰/۸۱۷٦	۰/٦٤۹٤	۰/۳۹۱۳	۰/٦۱	۰/٦۷
Prod	۰/۵۸۵۷	۰/۲۳۰	۰/۸۱۷٦	۰/٦٤۹٤	۰/۳۹۰۲	۰/٦۰	۰/٦۷۰۵
Min	۰/۸۸۷۹	۰/۷۲۷۳	۰/۲۰۹٦	۰/٤۸۸	۰/۷۹۷۳۰	۰/۲۷۵۰	–
Prod	۰/۸۸۷۲	۰/۷۲۷۰	۰/۱۹٤۵	۰/٤۸۸	۰/۷۹۷۲	۰/۳۰	–

جدول ۷ - مقایسه مقادیر ارزیابی مطلق در دو سیستم فازی (Prod و Min).

روش‌ها	مقادیر ارزیابی در موضوعات مختلف						
Min	۰/٦۸۸۲	۰/٤۲۷۵	۰/۸۳۲٦	۰/۷۰٤٤	۰/٤٦۳٦	۰/٦٦۵	۰/٦۸٤۹
Prod	۰/٦۳۸۷	۰/۳۸	۰/۸۱۷٦	۰/٦٤۹٤	۰/٤٤۱۲	۰/٦	۰/٦۷۰۵
Min	۰/۹۵۳۳	۰/۷۳۵٤	۰/۲۱۹٦	۰/۵۷۵۹	۰/۸۳۲۹	۰/۲۸۵	–
Prod	۰/۹۳٦۷	۰/۷۱۲۸	۰/۱۹٤۵	۰/۵٤	۰/۸۲۷۹	۰/۳	–

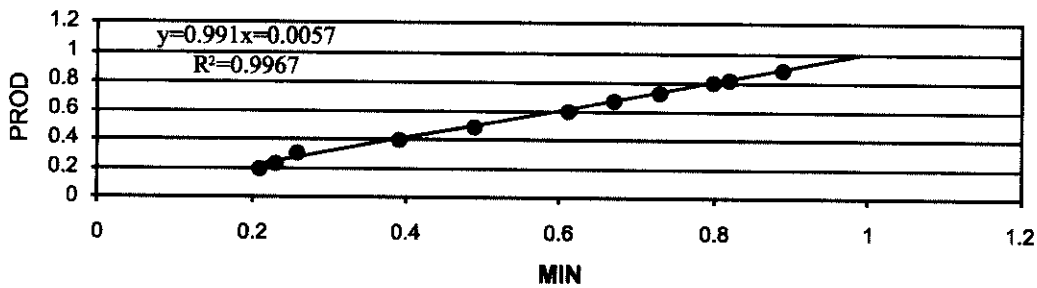
www.SID.ir

Archive of SID

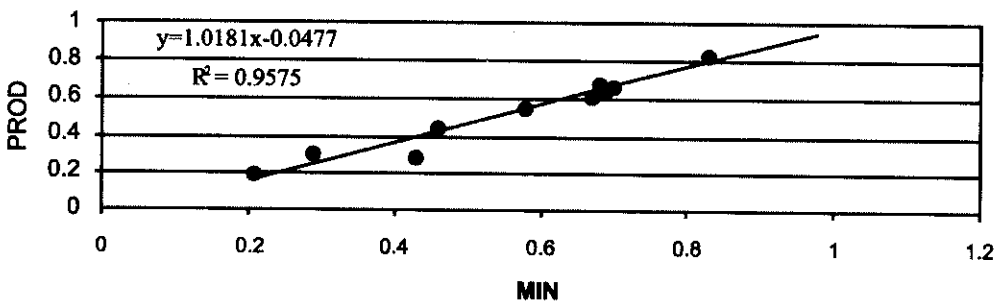


شکل ۳- مقایسه نتایج ارزیابی مدل با روش قدیمی.

(ارزیابی نسبی= Series1، ارزیابی مطلق= Series2، روش قدیمی= Series3)



شکل ٤- رابطه مقادیر ارزیابی نسبی در دو سیستم فازی.



شکل ٥- رابطه مقادیر ارزیابی مطلق در دو سیستم فازی.

پیشنهاد و توصیه

این روش در اکثر سیستم‌های آبیاری کشور که اندازه‌گیری توزیع آب در آنها معمول نبوده، بدلایل تکرار ناپذیربودن شرایط گذشته و عدم امکان دسترسی به طرح مشابه جهت انتخاب استاندارد نسبی، بخصوص در شرایطی که مدیریت بهره‌برداری سیستم بکلی متحول شده و یا شرایط فیزیکی- اجتماعی سیستم تغییر یافته، توصیه می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

۱.تشنه‌لب، م. و همکاران. ۱۳۷۸. "سیستم‌های فازی و کنترل فازی"، دانشگاه خواجه نصرالدین طوسی، ۵۲٦ صفحه.

۲.قاهری، ع. و همکاران. ۱۳۷۸. "تعیین چارچوب ارزیابی عملکرد پروژه های آبیاری و زهکشی"، معاونت پژوهشی سازمان مدیریت منابع آب ایران، وزارت نیرو، ۱٤۷صفحه.

۳.لوکس، ک. ۱۳۸۱. تصمیم‌گیری عقلانی یا عاطفی به رویکردی جدید به کنترل هوشمند، مجموعه مقالات سومین همایش مجموعه‌های فازی و کاربردهای آن، دانشگاه سیستان و بلوچستان، ص ۲۱-۱۲.

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

5.A1- Faraj A., G.E. Meyer, and G.L. Horst. 2001. A crop water stress index for tall fescue Irrigation decision making (A fuzzy logic method), Computers and electronics in agriculture, 32: 69-84.

6.Bardossy, A., and D. Markus. 1993. Fuzzy Rule-Based models for infiltration, Water resources research, Vol. 29.

7.Burt, C.M. ,and S.W. Styles. 1999. Modern water control and management practices in irrigation, FAO, IPTRID, World Bank, Water report No.19.

8.Gowing J., A. Tarimo, and O. El-Awad. 1996. A rational method for assessing Irrigation performance at farm level with the aid of Fuzzy set theory, Irrigation and Drainage systems, 10:319-330.

9.IPTRID. 2002. Benchmarking performance in the Irrigation and drainage sector, FAO, Italy.

10.Malano, H.M., and G. Gao. 1992. Ranking and classification of Irrigation system performance using fuzzy set theory: case studies in Australia and China, Irrigation and Drainage systems, 6:129-148.

11.Sam-Amoah, L.K. 2001. Assessing the performance of Irrigation schemes with minimum data on water deliveries, Irrigation and Drainage Jornal, 50:31-39.

12.Saruwatari, N., and A. Yomota. 1995. Forecasting system of irrigation water on paddy field by fuzzy, Agricultural water management 28:163-178.

www.SID.ir

Archive of SID

J. Agric. Sci. Natur. Resour., Vol. 12(1), April-May 2005
www.magiran.com/jasnr

Irrigation performance assessment module by using fuzzy method

S.A.Heydarian[1], H. Fardad[2], M. Monam[3], A. Ghahery[4], A. Liaghat[3], M. Teshnehlab[5]
[1]Soil conservation and watershed Research Center, [2]Dept. of Irrigation Engineering, University of Tarbiat Modarres, [3]Dept. of Irrigation Engineering, Tehran University, [4]Dept. of Civil Engineering,University of Science and Technology, [5]Dept. of Electric, University of Khajeh Nosir, Iran

Abstract

The proposed Irrigation Performance Assessment Module has been developed using Irrigation performance indicators of Irrigation system, for different irrigation system conditions and objectives, and conducted for different levels of assessment with limited parameters. An internal-comparative standard has been developed for interaction-influence of indicators. Defined linguistic-expression indicators has been developed the combined qualitative-quantitative model to use "subjective" and "objective" judgment of water users and experts on system "productivity" and "convenience", respectively. The model was tested by Standard method in Ghazvin Irrigation system. The F-TEST for comparison between Mamdani fuzzy Product and Minimum inference is 98%, and correlation coefficient is 0.99. These results indicated that, the selection of fuzzy Product or Minimum inference is not important in this model. Results of comparison to Standard method indicated that product combination gives the better result. The separation of initial condition, process, effect and result of performance is indicated that, 12% of performance deficit is subjected to initial condition of the system. Management Delivery Performance measures from water users and irrigation water supply agency's judgments in this pilot were 39% and 58%, respectively. The results demonstrated that, unfavorite physical and natural conditions are not the main problems of the system. But difference between actual water users needs and unsufficient plan of water delivery, is the main problem of the system. Assessment of Irrigation system with this model is more applicable with limited requirement data, and it can be easily adapted and programmed on different Agricultural and Natural Resource management systems.

Keywords: Fuzzy; Irrigation system; Performance Assessment

www.SID.ir