نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۵، جلد ۱۲، آذر - دی ۱۳۹۷، ص. ۱۳۰۳-۱۲۹۲

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 5, Vol. 12, Des.-Jan. 2018, p. 1292-1303

دسته‌بندی شبکه‌های آبیاری کشور براساس مسایل سازه‌های تنظیم و تحویل و ارایه راه‌کارهای مشترک بهبود عملکرد آن‌ها

فرشید کریمی[۱]، محمدجواد منعم[۱*]، سیدمهدی هاشمی شاهدانی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۲/۳۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۴/۱۰

چکیده

مشکل کمبود و محدودیت منابع، اهمیت بهره‌برداری بهینه از آب را در شبکه‌های آبیاری بیش‌تر از گذشته نمایان ساخته است. در اکثر مطالعات انجام شده راه‌کارهای بهبود عملکرد در یک شبکه و به صورت موردی برای شبکه‌ها بیان شده‌اند و نتایج به صورت عام بین شبکه‌ها به اشتراک گذاشته نشده است. این تحقیق، در گام اول به دسته‌بندی شبکه‌های آبیاری کشور بر اساس مشکلات سازه‌های کنترل و تنظیم سطح آب در کانال‌های اصلی پرداخته و در ادامه اقدام به ارایه راهکارهای مشترک بهبود عملکرد پرداخته است. برای دسته‌بندی شبکه‌های مشابه کشور از دیدگاه مسایل و مشکلات سازه‌های کنترل و تنظیم از روش خوشه‌بندی کلاسیک K-Means استفاده شد. برای این منظور ابتدا معیارهای موثر گردآوری و با تکنیک AHP اولویت‌بندی شدند. معیارهای با وزن بالای ۷ درصد که بهترین نتایج را داشتند، جهت تهیه ماتریس خوشه‌بندی و ادامه کار استفاده شدند. ۳۲ شبکه کشور در این تحقیق در ۷ خوشه دسته‌بندی شدند. معیارهای وسعت شبکه، قدمت و ظرفیت و تعداد سازه‌ها تاثیرگذارترین عوامل در ایجاد خوشه‌ها بودند. ۳۸ پرسش‌نامه از شبکه‌ها از کمیته ملی آبیاری و زهکشی دریافت و در تجزیه و تحلیل بکار گرفته شد. پس از بررسی پرسش‌نامه‌ها، مشکلات مشترک بین شبکه‌های واقع در هر خوشه مشخص شدند. بیش‌ترین مشکلات مشترک بین همه شبکه‌ها، آسیب‌های ضمن بهره‌برداری، نیاز به مرمت یا بازسازی، رسیدگی پی در پی و دست‌کاری مصرف‌کنندگان عنوان‌شده‌اند. شایان ذکر است که عمده مشکلات بدست آمده در شبکه‌های بزرگ و قدیمی کشور مربوط به فرسودگی و خطای بیش از حد سازه‌های تنظیم‌کننده و آب‌گیر بوده در حالی‌که شبکه‌های جوان مواردی از قبیل مشکلات فرهنگی، مدیریتی و عدم دقت اپراتورها بدست آمده است. در ادامه راهکارهای مشترک برای برطرف نمودن مشکلات مذکور و به‌تفکیک هر خوشه ارایه گردید. برای کاهش مشکلات مذکور راه‌کارهای عامی از جمله ارتقا سطح دانش و فرهنگ مصرف‌کنندگان جهت آشنایی با کارکرد تجهیزات، انجام بازدیدهای مستمر و دوره‌ای، کالیبراسیون دوره‌ای ضریب دبی دریچه‌ها، و به‌سازی رقوم تاج سرریزها ارایه گردید.

واژه‌های کلیدی: خوشه‌بندی کلاسیک، راهکار های بهبود عملکرد، سازه‌های کنترل و تنظیم، شبکه‌های آبیاری

مقدمه

مطالعات انجام شده در اکثر شبکه‌های آبیاری حاکی از عدم برآورد مطلوبیت عملکرد مورد انتظار آن‌ها است که عمدتا ناشی از ضعف عملیات بهره‌برداری، نگهداری و مدیریت غیرموثر حاکم بر این سامانه‌ها تشخیص داده شده (منعم و همکاران، ۱۳۹۶). از سوی دیگر با جدی شدن مشکل کمبود و ناکارآمدی رویکرد تامین محور آب در شبکه‌های آبیاری، اهمیت به‌کارگیری بهینه منابع محدود موجود با اعمال شیوه‌های مدیریتی نوین در شبکه‌های آبیاری و زهکشی بیش‌تر از گذشته نمایان شده است. از عوامل تاثیرگذار در ایجاد عملکرد مطلوب شبکه‌های آبیاری، ارایه راهکارهای بهبود عملکرد سازه‌های تنظیم سطح آب است که وظیفه تامین رقوم مناسب آب‌گیری برای آب‌گیرها را فراهم می‌سازد. مطالعات انجام شده حاکی از عملکرد نامناسب سازه‌های تنظیم است که اغلب ناشی از انتخاب نامناسب، مشکلات طراحی و اجرا، عملیات بهره‌برداری نامطلوب، عدم نگهداری کافی و دست‌کاری کشاورزان می‌باشد (بی‌نام، ۱۳۹۲).

دامنه وسیعی از مشکلات، با ماهیت سازه‌ای، بهره‌برداری، اجتماعی و اقتصادی، در به‌کارگیری سازه‌های تنظیم در شبکه‌های آبیاری مختلف وجود دارد. دلیل این امر را می‌توان در تفاوت در ویژگی‌های شبکه (از قبیل موقعیت جغرافیایی و اقلیم، وسعت، تنوع در الگوی کشت، و منابع آب موجود)، تفاوت در نوع سازه‌های تنظیم (که

۱- دانش آموخته کارشناس ارشد گروه مهندسی سازه‌های، آبی دانشگاه تربیت مدرس
۲- دانشیار گروه مهندسی سازه‌های آبی دانشگاه تربیت مدرس
۳- استادیار گروه مهندسی آبیاری، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران
(*- نویسنده مسئول: (Email: monem_mj@modares.ac.ir

سبب تنوع به‌کارگیری تجهیزات، شیوه‌های کالیبراسیون و فرآیند خاص بهره‌برداری، تعمیرات و نگهداری شده)، تفاوت وضعیت اپراتورها (از لحاظ دانش و تجربه)، وجود مدیریت متفاوت بر شبکه‌های مختلف و سطح توانایی مدیران (دولتی، تعاونی، خصوصی)، و نیز تفاوت دانش، تجربه و مهارت کشاورزان در مناطق مختلف جستجو نمود.

با این حال تجربیات موجود در شناسایی مسایل و مشکلات شبکه‌های آبیاری محدود می‌شود به تحقیقات ارزیابی عملکرد که غالبا به صورت موردی برای یک شبکه خاص انجام شده و برای سایر شبکه‌ها به اشتراک گذاشته نشده است. از جمله روش‌های کیفی و کمی ارزیابی می‌توان به روش‌های تحلیل تشخیصی، ارزیابی سریع، روش مرجع، روش چارچوبی، روش کلاسیک، روش تحلیل پوششی و به‌کارگیری شاخص های ارزیابی عملکرد اشاره نمود ((حیدریان و همکاران، ۱۳۸۲)، (Renault et Al., 2007)، (Oad and Mc Cornick., 1989)، (Molden and Gates., 1990)). ارزیابی کمی معمولا با به‌کارگیری مدل‌های شبیه‌ساز هیدرودینامیک جریان همراه بوده‌اند. مدل هیدرودینامیک ICSS برای ارزیابی عملکرد سامانه انتقال تحت تاثیر برنامه‌های مختلف توزیع آب استفاده شد (Monem and Schurmans., 1992). هم‌چنین سیستم کنترل تناسبی- انتگرالی- دیفرانسیلی کنترل از بالادست و کنترل از پایین‌دست برای سازه تنظیم دریچه کشویی در مدل هیدرودینامیک ICSS توسعه داده شد. برای تنظیم ضرایب این سیستم‌های کنترل، از الگوریتم بهینه‌سازی تکامل تصادفی تدریجی در گزینه بهره‌برداری افزایشی و کاهشی در مدت زمان بهره‌برداری ۵ ساعت در کانال اصلی شبکه آبیاری البرز به‌طول ۱۲/۶ کیلومتر استفاده شده است. برای ارزیابی ضرایب کنترل‌گرها، تابع هدف شامل شاخص‌های حداکثر قدرمطلق خطا، انتگرال قدرمطلق بزرگی خطا و زمان پاسخ‌گویی سیستم در نظر گرفته شد (کاکویی و همکاران، ۱۳۹۶). در تحقیق دیگری از مدل هیدرولیکی MIKE11 جهت ارزیابی و ارایه راهکار بهبود بهره‌برداری در کانال اصلی یک شبکه آبیاری در هند استفاده شد (Mishra et Al., 2001). از مدل HEC-RAS برای بررسی بازشدگی بهینه دریچه آب‌گیر (Shahrokhnia and Javan., 2005) و ارزیابی عملکرد تاسیسات تنظیم سطح آب و آب‌گیری (سالمی و جوان، ۱۳۸۳) استفاده شد. ازشبیه‌ساز SOBEK جهت بررسی و ارایه راه-کارهایی مدیریتی بهبود شرایط فعلی توزیع آب استفاده شده است. هم‌چنین از تئوری فازی به منظور ارزیابی عملکرد سیستم انتقال و توزیع آب، به علت در دسترس نبودن و قابل‌اعتماد نبودن داده‌های مربوط به شاخص‌های کمی در نقاط و سطوح مختلف شبکه و هم‌چنین استفاده از اطلاعات توصیفی کشاورزان در فرآیند ارزیابی استفاده شد (Sam-Amoah and Gowing., 2001). در تحقیق دیگری، عملکرد کانال اصلی شبکه آبیاری تجن با استفاده از شاخص‌های راندمان، کفایت، عدالت و پایداری مورد ارزیابی قرار گرفت. برای اندازه‌گیری شاخص‌ها ابتدا روابط دبی- اشل برای هر یک از کانال‌های فرعی و مقطع ورودی و خروجی کانال اصلی با استفاده از اندازه‌گیری‌های صحرایی به‌دست آمد. هم‌چنین نیاز آبی هریک از آب‌گیرها با استفاده از برنامه کامپیوتری NETWAT محاسبه شد (مددی و همکاران، ۱۳۹۳). با توجه به این‌که بسیاری از مسایل و مشکلات سازه‌های کنترل و تنظیم در شبکه‌های آبیاری مشابه مشترک است، راهکارهای بهبود عملکرد می‌تواند به صورت عام برای شبکه‌های مشابه ارایه شود. این امر مستلزم شناسایی وجوه اشتراک شبکه‌های مختلف و دسته‌بندی آن‌ها در طبقات مشابه است. شایان ذکر است که شناسایی مشابهت‌های مذکور، به سبب تنوع زیاد اطلاعات شبکه، به راحتی امکان‌پذیر نیست. بنابراین، در این تحقیق از روش خوشه‌بندی کلاسیک به عنوان یکی از روش‌های تشخیص الگوی غیرنظارتی[1] جهت تشخیص و خوشه‌بندی شبکه‌های مشابه استفاده شده است. پیشینه کاربرد خوشه‌بندی در مطالعات ارزیابی عملکرد شبکه‌های آبیاری مربوط می‌شود به توسعه و کاربرد تئوری فازی جهت رتبه‌گذاری و خوشه‌بندی عملکرد شبکه‌های آبیاری در یک دوره زمانی خاص (Malano anf Gao., 1992). در تحقیق دیگری از روش خوشه‌بندی K-Means جهت تجزیه و تحلیل بهبود بهره‌وری و عملکرد مناطق آبیاری در اسپانیا استفاده شد (Rodriguez, et al., 2008). هم‌چنین با استفاده از تکنیک خوشه‌بندی، مناطق فیزیکی و فنی همگن در سطح شبکه آبیاری زهکشی و بازه‌های زمانی مشابه برای تعیین نقاط عطف تاریخی اثرگذار در عملکرد شبکه استفاده شد (Monem and Hashemy., 2011) . هم‌چنین روش خوشه‌بندی کلاسیک جهت مشخص نمودن ارتباط ویژگی‌های سازه‌ای و بهره‌برداری شبکه استفاده شد (قدبیگی و همکاران، ۱۳۹۲).

آن‌چه تا به حال صورت پذیرفته، آن است که فرآیند ارزیابی عملکرد و سپس ارایه راهکارهای بهبود تنها محدود به یک یا چند شبکه آبیاری خاص شده است. در این تحقیق، با استفاده از ۳۸ پرسش‌نامه تکمیل شده توسط کمیته ملی آبیاری و زهکشی در ۳۲ شبکه کشور، ابتدا مسایل و مشکلات سازه‌های کنترل و تنظیم، تحویل و اندازه‌گیری شناسایی گردید. سپس با استفاده از روش خوشه‌بندی، اقدام به دسته‌بندی شبکه‌های آبیاری از دیدگاه مسایل و مشکلات سازه‌ها شده است. به‌دنبال آن مشکلات و کاستی‌های شبکه‌های مشابه واقع در هر خوشه شناسایی و راهکار عام بهبود عملکرد برای خوشه‌ها ارایه شده است. نتایج خوشه‌بندی به عنوان یک بانک اطلاعاتی جامع از مشکلات و راهکارهای بهبود عملکرد، برای شبکه‌های دیگر قابل استفاده است که باعث صرفه‌جویی

1 - unsupervised Pattern Recognition

چشم‌گیر در هزینه و زمان می‌گردد. هم‌چنین نتایج می‌تواند به عنوان تجربه‌های شکست عملکرد سازه‌های تنظیم برای شبکه‌های جدید مورد استفاده قرار گیرد که در نتیجه مشکلات آتی سازه‌های تنظیم را به حداقل برساند.

مواد و روش‌ها

روش خوشه‌بندی کلاسیک K-means

هدف از آنالیز خوشه‌بندی، دسته‌بندی اشیا براساس میزان مشابهت بین آن‌ها و سازماندهی گروهی داده‌ها می‌باشد. روش خوشه بندی در دسته روش‌های غیرنظارتی قرار می‌گیرد. روش‌های غیرنظارتی از شناسنده‌های ۱ از پیش تعریف شده جهت انجام عملیات کلاسه‌بندی استفاده نمی‌کنند. اصلی‌ترین پتانسیل خوشه‌بندی، شناسایی ساختار اصلی نهفته در داده‌ها می‌باشد. روش خوشه‌بندی برای داده‌های کمی (عددی)، کیفی و یا ترکیب این دو می‌تواند به کار بسته شود. روش K-means آسان‌ترین و پرکاربردترین الگوریتم استاندارد خطای مربع می‌باشد. تابع هدف الگوریتم خطای مربع عبارت است (رابطه ۱) (Hashemy and Monem., 2012)

$$J(X;V) = \sum_{i=1}^{c} \sum_{k \in i} \| X_k^{(i)} - v_i \|^2 \qquad (۱)$$

که $X_k^{(i)}$، فاصله شی kام از خوشه i از مبدا مختصات می‌باشد و v_i فاصله مرکز جرم خوشه i از مبدا مختصات به‌شمار می‌رود. مرکز خوشه از رابطه ۲ بدست می‌آید.

$$V_i = \frac{\sum_{k=1}^{N_i} X_k}{N_i} \, , X_k \in A_i \qquad (۲)$$

که در آن N_i تعداد اعضای مجموعه A_i و A_i مجموعه اعضای خوشه i ام می‌باشد. این روش با یک تقسیم‌بندی تصادفی اشیا شروع به کار می‌کند و در ادامه براساس میزان مشابهت اشیا و اصلاح تقسیم‌بندی قبلی ادامه پیدا می‌کند. این الگوریتم براساس مشابهت اشیا با مراکز خوشه‌ها، کار تخصیص اشیا به خوشه‌ها را اصلاح می‌کند. این حلقه تا زمانی انجام می‌گیرد که شرط همگرایی محقق شود. شرط همگرایی معمولا رسیدن به میزان حداقل خطای مجذور می‌باشد. دراین زمان تابع هدف خطای مربع (رابطه ۱) بعد از تعدادی تکرار به میزان چشم‌گیری کاهش یافته است وجابه‌جایی دیگری از اشیا بین خوشه‌ها صورت نمی‌گیرد. به منظور ارزیابی تعداد بهینه خوشه‌ها برای مجموعه ای از داد ها در این‌جا از شاخص دیویس- بولدین استفاده شد (Hashemy and Monem., 2012).

پیش‌پردازش[۲] خوشه‌بندی

فرآیند پیش‌پردازش داده‌ها عبارتند از حذف داده‌های غیرواقعی و داده‌های پرت، نرمال‌سازی داده‌ها، کاهش تعداد ویژگی‌ها و انتخاب ویژگی‌های مناسب می‌باشد. در این مطالعه دو پیش‌پردازش تعیین ویژگی‌های مناسب برای تشکیل ماتریس داده‌های خوشه‌بندی و نرمال‌سازی داده‌ها انجام گرفت. ضرورت انجام نرمال‌سازی آن است که تفاوت مقیاس‌ها در متغیرهای مختلف، نتایج خوشه‌بندی را از جوانب متعددی تحت تاثیر قرار خواهد داد. در این تحقیق از روش نرمال کردن کمینه - بیشینه استفاده شده است.

روش ارزیابی فرایند تحلیل سلسله مراتبی که بر اساس شناسایی و مقایسات زوجی عناصر تصمیم‌گیری عمل می‌کند، برای اولویت‌بندی اهمیت معیارهای قابل استفاده در خوشه‌بندی شبکه‌های آبیاری مورد استفاده قرار گرفت. مطابق این روش، عناصر و گزینه‌های تصمیم شامل: هدف‌ها، معیارها یا مشخصه‌ها و گزینه‌های احتمالی می‌شود که در اولویت‌بندی بکار گرفته می‌شوند. بنابراین با استفاده از این تکنیک و مشخص شدن اولویت و وزن معیارها می‌توان تاثیر معیارهای مهم‌تر را در مشکلات سازه‌های تنظیم شبکه‌ها مشخص نمود. برای تعیین کاربردی‌ترین معیارهای مرتبط با مشکلات سازه‌های تنظیم لازم بود که اهمیت و اولویت آن‌ها از نقطه‌نظر کارشناسان و صاحب‌نظران بدست آید. به عنوان یکی از نوآوری‌های این تحقیق می‌توان به استفاده از روش ارزیابی سلسله مراتبی به‌منظور به‌کارگیری استراتژی مبتنی بر قضاوت مهندسی در انتخاب معیارهای خوشه‌بندی اشاره نمود. دلیل انتخاب پیش‌پردازش آن بود که این معیارها باید به گونه‌ای انتخاب شوند که در کلیه شبکه‌ها موجود بوده و در عین حال ساده و قابل‌فهم بودن، مورد تایید متخصصان بهره‌برداری شبکه و آب‌بران باشند. با تعیین معیارهای انتخاب شبکه‌ها مشابهت بین آن‌ها به تفکیک شاخص‌های فیزیکی و فنی، مدیریتی و بهره‌برداری صورت گرفت.

جمع‌آوری اطلاعات و بررسی مشکلات موجود در شبکه‌های آبیاری مورد مطالعه

برای جمع‌آوری اطلاعات موردنیاز در خوشه‌بندی، با مراجعه به دفتر بهره‌برداری شرکت مدیریت منابع آب ایران، اطلاعات شبکه‌های کشور و معیارهای مربوط به آن‌ها دریافت شد. اطلاعات مربوط به الگوی کشت غالب نیز از سازمان جهاد کشاورزی تهیه شد. در ابتدا ۴۷ شبکه مهم و حیاتی کشور انتخاب شد اما با توجه به کامل نبودن اطلاعات معیارهای در نظر گرفته شده این تعداد به ۳۲ شبکه آبیاری کشور برای ادامه روند تقلیل داده شد. اطلاعات تکمیلی مورد استفاده در این تحقیق به صورت موردی برای هر شبکه و بر اساس پرسش‌نامه استاندارد تهیه شده توسط کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران گردآوری شد. با بررسی اولیه مشکلات مطرح شده توسط خبرگان بهره‌برداری و بر اساس تقسیم‌بندی ارایه شده در مطالعات پیشین در این زمینه ((حیدریان و همکاران، ۱۳۸۲)، (Hashemy and

1- Identifiers
2-Pre-processing

(Monem., 2012))، پیرامون شبکه‌های مذکور، این مشکلات به چهار دسته کلی مشکلات فنی (۱۸ مورد)، اقتصادی (۵ مورد)، بهره‌برداری و نگهداری (۲۰ مورد)، فرهنگی و اجتماعی (۹ مورد) تقسیم شدند. به جهت خوشه‌بندی شبکه‌های با مشکلات مشابه، تعیین معیارهای استفاده شده در شبکه‌های آبیاری بر اساس چهار دسته مشکلات مذکور و با مصاحبه از کارشناسان و نیز جمع‌آوری یافته‌های تحقیقات گذشته از مرجع (مهسا واعظ تهرانی،۱۳۹۱) انجام گرفت. بر این اساس معیارهای وسعت شبکه، نوع سیستم کنترل، تنوع سازه‌ها، اقلیم، الگوی کشت، منابع تامین آب، قدمت شبکه، تعداد سازه‌ها، ظرفیت ورودی، طول کانال درجه یک و دو و وجود تجهیزات اندازه‌گیری دبی در نظر گرفته شدند. شکل ۱ معیارهای انتخابی خوشه‌بندی شبکه‌های آبیاری مورد انتخاب در این تحقیق را برحسب مقادیر وزنی معیارها نشان می‌دهد.

نتایج و بحث

بررسی اطلاعات جمع‌آوری شده

با بررسی اولیه اطلاعات جمع‌آوری شده، مشخص گردید بیش‌تر مشکلات گزارش شده توسط کارشناسان بهره‌برداری همه شبکه‌های مورد مطالعه از جنس مشکلات بهره‌برداری و نگهداری و سپس مسایل اجتماعی و اقتصادی بوده‌اند. هم‌چنین بررسی اولیه حاکی از این واقعیت بوده است که در شبکه‌های قدیمی‌تر نظیر سفیدرود، مغان، درودزن و قزوین تعداد مشکلات بیش‌تری گزارش شده است.

نتایج مقایسات زوجی معیارها و روش تحلیل سلسله مراتبی

همان‌گونه که پیش‌تر ذکر شد، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به‌منظور اولویت‌بندی معیارها و به‌عنوان روش پیش‌پردازش خوشه‌بندی مورد استفاده قرار گرفت. در این مرحله یازده معیاری که از مرور سابقه تحقیق و نیز با نظر کارشناسان مشخص شده بودند، در قالب یک پرسش‌نامه تهیه شد و جهت نظرسنجی به هشت فرد خبره در زمینه مدیریت شبکه‌های آبیاری ارایه گردیدند. سپس با مقایسات زوجی معیارها توسط کارشناسان خبره و تشکیل ماتریس مقایسات و با استفاده از بردار ویژه ماتریس مقایسات، وزن معیارها محاسبه شد. برای این امر از نرم‌افزار Expert Choice استفاده شد. این نرم‌افزار جهت تحلیل مسایل تصمیم‌گیری چندمعیاره با استفاده از تکنیک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی طراحی شده و قابل اجرا بر روی رایانه‌های شخصی است. این نرم‌افزار علاوه بر امکان طراحی نمودار سلسله مراتبی (Hierarchy) تصمیم‌گیری و طراحی سوالات مقایسات زوجی و تعیین ترجیحات و اولویت‌ها و محاسبه وزن نهایی، قابلیت تحلیل حساسیت تصمیم‌گیری نسبت به پارامترهای مسئله را داراست. اعتبار نتایج به دست آمده با توجه به ضریب ناسازگاری تعیین می‌شود. این ضریب توسط نرم‌افزار محاسبه شده که در محدوده قابل‌قبول است جدول ۱ معیارها و وزن آن‌ها را برحسب اولویت نشان می‌دهد.

جدول ۱- معیارهای خوشه‌بندی و وزن آن‌ها برحسب اولویت

معیارها	وسعت شبکه	منابع تامین آب	نوع سیستم کنترل	طول کانال درجه ۱ و ۲	اقلیم	تعداد سازه‌ها	تنوع سازه‌ها	قدمت	ظرفیت	تجهیزات اندازه‌گیری	الگوی کشت
وزن	٪۲۲	٪۱۲	٪۱۲	٪۱۰	٪۹	٪۸	٪۸	٪۷	٪۵	٪۴	٪۳

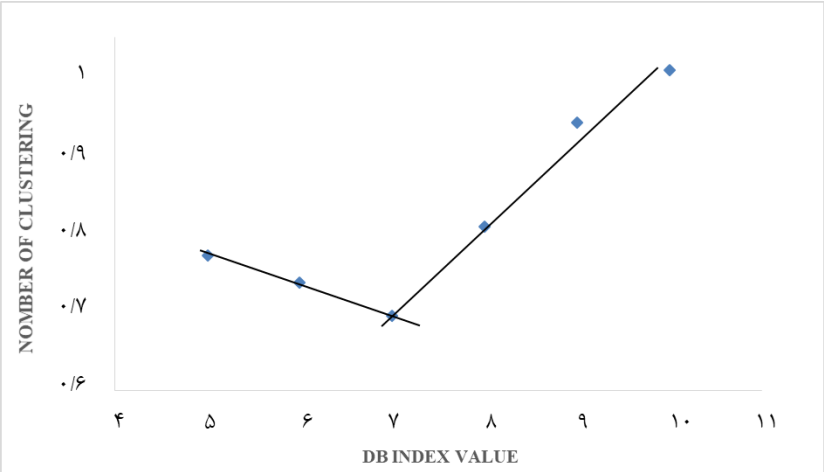
خوشه‌بندی داده‌ها

جهت انجام خوشه‌بندی کلاسیک از جعبه ابزار آماری نرم‌افزار Matlab استفاده شد. ارزیابی خوشه‌بندی کلاسیک انجام شده با استفاده از شاخص صحت‌سنجی دیوید- بولدین (DB) انجام گردید. شاخص ارزیابی خوشه‌بندی DB در جعبه‌ابزار آماری Matlab موجود نیست که برای محاسبه آن کد موردنیاز در محیط Matlab نوشته شد. لازم به ذکر است که روش حداقل‌سازی تابع هدف در الگوریتم K-Means، بر اساس روش بهینه‌سازی متناوب و با استفاده از روش تکراری پیکارد می‌باشد.

جهت تعیین تعداد بهینه خوشه‌ها، مدل خوشه‌بندی از تعداد ۵ تا ۱۰ خوشه اجرا شده و مقادیر شاخص‌های صحت‌سنجی خوشه‌بندی توسط شاخص دیویس- بولدین محاسبه شدند. مقادیر محاسبه شده شاخص مذکور در شکل ۱ ترسیم شده است. بر اساس مقدار حداقل به دست آمده شاخص مذکور تعداد بهینه خوشه‌ها برابر ۷ خوشه تعیین شد.

بررسی مسایل و مشکلات شبکه‌های واقع در هر خوشه

پس از مشخص شدن شبکه‌های واقع در هر خوشه، پرسش‌نامه‌های تدوین شده برای هر شبکه و به صورت مجزا برای هر خوشه بصورت بررسی کارشناسی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. دسته‌بندی مسایل سازه‌های تنظیم شبکه‌های آبیاری و ارایه راهکارهای عام بهبود عملکرد آن‌ها با توجه به شبکه‌های موجود در هر خوشه در ادامه ارایه شده است. شایان ذکر است که تعداد ۳۸ پرسش‌نامه برای شبکه‌های کشور از کمیته ملی آبیاری و زهکشی دریافت گردید. متاسفانه برای خوشه‌های شماره ۵ و ۷ همکاری مناسبی توسط مسئولین محلی برای تکمیل اطلاعات درخواستی در پرسش‌نامه انجام نشد. در ادامه نتایج تحلیل پرسش‌نامه‌ها به همراه ارایه راهکارهای عام به تفکیک هر خوشه ارایه شده است:



شکل ۱ - مقادیر محاسبه شده شاخص صحت‌سنجی دیویس- بولدین

الف- خوشه شماره یک

خوشه ۱ شامل پنج شبکه دشت میان‌دوآب، نکوآباد، گتوند، درودزن و قزوین می‌باشد. شبکه‌های واقع در این خوشه با وسعت، قدمت و ظرفیت نسبتا بالا متشکل از شبکه‌های قدیمی و مهم کشور که اکثر آن‌ها در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور قرار گرفته‌اند می باشد. قدمت بالای آن‌ها موجب فرسودگی تجهیزات شده و دقت سازه‌ها را کاهش داده است. ۶۶/۷ درصد از شبکه‌های این خوشه دارای سازه‌های آمیل و دریچه‌های قطاعی به عنوان سازه‌های تنظیم می‌باشند، که در ۵۰ درصد پاسخ‌ها، مشاهده شده که با دبی بیش از حداقل ظرفیت کانال خوب کار می‌کنند. آسیب‌های ضمن بهره‌برداری در سازه‌های کنترل و تنظیم، و تحویل و اندازه‌گیری آب به عنوان مهم‌ترین مشکل با حدود ۸۰ درصد در این خوشه تعیین شده است. که دلیل عمده آن دست‌کاری مصرف‌کنندگان و کم‌توجهی به نگهداری سالیانه و عدم رسیدگی و تعمیر عنوان شده است.

جدول ۲- مسایل و مشکلات و راهکارهای بهبود عملکرد سازه‌های کنترل و تنظیم شبکه¬های واقع در خوشه یک

مسایل و مشکلات مشترک بین شبکه‌ها	راه‌کارهای عام بهبود عملکرد
	نصب آشغال‌گیر بالادست آب‌گیرها و جمع‌آوری روزانه آشغال‌ها به منظور جلوگیری از آتش زدن آشغال‌ها که سبب تخریب درزگیرهای انبساطی شده است.
وجود آسیب‌های ضمن بهره‌برداری به سازه‌ها	برقراری قوانین و مقررات سرسختانه و برخورد جدی با متخلفان
دست‌کاری و تخریب سازه‌ها توسط آب‌بران (از جمله برهم زدن تعادل دریچه‌های آمیل و تنظیم‌کننده‌های سطح آب و شکستن آن‌ها)	اصلاح محل قرارگیری سازه‌های آب‌گیر در مجاورت سازه‌های تنظیم سطح آب
تنظیم غیرصحیح و نادرست سازه‌های تحویل	استفاده از برنامه‌های آموزشی و ارتقا سطح دانش و فرهنگ مصرف‌کنندگان و آشنایی آن‌ها با کارکرد تجهیزات
کم‌توجهی به نگهداری سالیانه و عدم رسیدگی و تعمیر به موقع سازه‌ها	انجام بازدیدهای مستمر و دوره‌ای و یادداشت مشکلات تجهیزات توسط کارشناسان و تنظیم برنامه مدون در خصوص انجام عملیات تعمیراتی
مستهلک شدن سازه‌های کنترل و اندازه‌گیری به دلیل عمر زیاد	تعمیر و بازسازی قسمت‌های تخریب شده و انجام رنگ‌کاری و روغن‌کاری و قرار دادن درزگیرهای انبساطی بر روی دریچه‌ها
عدم آب‌بندی و نشت آب در هنگام بسته بودن دریچه‌ها	استفاده از سازه‌های خودکار الکترونیک جهت تنظیم سطح آب که قابل دست‌کاری نباشند.
از بین رفتن درزگیرها و زنگ‌زدگی و خوردگی قسمت‌های فلزی به دلیل عمر زیاد شبکه	بازرسی دوره‌ای تعادل سازه‌های آمیل و برقراری تعادل آن‌ها به صورت دوره‌ای
در اکثر شبکه‌ها سازه‌های کنترل و اندازه‌گیری پیش‌بینی نشده و یا مستهلک و از بین رفته‌اند و هنوز آب‌بران به اندازه‌گیری میزان آب با این وسایل اعتقادی ندارند.	به‌کارگیری اپراتور باتجربه برای تنظیم دریچه‌ها
	ایجاد حصار اطراف دریچه‌های آمیل جهت عدم دست‌کاری آن‌ها

سازه‌های تنظیم در این شبکه‌ها با برنامه‌های توزیع سازگاری بسیارخوبی دارند اما سازه‌های تحویل با روش‌ها و برنامه‌های توزیع سازگار نیستند. در ۵۰ درصد شبکه‌های این خوشه به منظور افزایش کارایی، تغییراتی در شرایط مختلف در سازه‌ها ایجاد شده است. در ۶۶/۷ درصد از شبکه‌های این خوشه آب‌بها بر اساس سطح کشت محصولات دریافت می‌گردد. دریچه‌های کشویی بیش‌ترین سازه‌های تحویل آب در این خوشه هستند. مسایل و مشکلات و راهکارهای بهبود عملکرد سازه‌های کنترل و تنظیم شبکه‌های خوشه یک، در جدول ۲ ارایه شده است.

ب- خوشه شماره دو

این خوشه متشکل از شبکه های کوچک (اردبیل، جایزان و فجر، کوثر، جیرفت و صوفی‌چای) است که اکثرا در مناطق پرآب واقع‌شده‌اند و جزو شبکه‌های جدید و با قدمت کم می‌باشند. در تمام شبکه های این خوشه دریچه های کشویی به عنوان سازه اصلی تنظیم سطح نام برده شده‌اند. البته سرریزهای ثابت و دریچه های قطاعی نیز در بعضی شبکه‌ها کار می کنند. ۶۶/۷ درصد از پاسخ‌ها نشان می‌دهد این شبکه‌ها با دبی بیش از حداقل ظرفیت کانال خوب کار می‌کنند. این شبکه‌ها چون قدمت کم‌تری دارند و اکثرا جدید می‌باشند در آن‌ها تغییراتی جهت کارایی بیش‌تر انجام نشده است. آب‌بهای ۸۳/۳ درصد از شبکه ها بر اساس سطح زیرکشت محصولات دریافت می گردد. اکثر سازه‌های تحویل آب در این خوشه به ترتیب کشویی و نیرپیک می‌باشند. سازه اندازه‌گیری جریان در ۵۰ درصد شبکه‌ها پارشال فلوم می‌باشد و ۵۰ درصد دیگر پاسخی به این سوال نداده‌اند. ۳۳/۳ درصد مصرف کنندگان این تجهیزات را به عنوان وسیله اندازه گیری مناسب می‌پذیرند. در جدول ۳ مسایل، مشکلات و راهکارهای بهبود عملکرد سازه‌های کنترل و تنظیم شبکه‌های خوشه دو، ارایه شده است.

جدول ۳- مسایل و مشکلات و راهکارهای بهبود عملکرد سازه‌های کنترل و تنظیم شبکه‌های واقع در خوشه دو

مسایل و مشکلات مشترک بین شبکه‌ها	راه‌کارهای عام بهبود عملکرد
برای دبی‌های حداقل خوب کار نمی‌کنند.	استفاده از برنامه‌های آموزشی و ارتقا سطح دانش و فرهنگ آب‌بران و آشنایی آن‌ها با کارکرد تجهیزات
آسیب‌های ضمن بهره‌برداری و نیاز به مرمت و بازسازی	بررسی دوره‌ای سرریزهای ثابت و نوک اردکی جهت جلوگیری از تغییر رقوم تاج
توقع تامین و تخلیه بیش از حد توسط کشاورزان که منجر به دست‌کاری سازه‌ها و سرقت تجهیزات آن‌ها می‌گردد.	سرریز و به‌سازی رقوم تاج سرریزها و شکستگی روی آن‌ها
کم‌توجهی به نگهداری سالیانه	برقراری قوانین و مقررات سرسختانه و برخورد جدی با متخلفان
مشکلات رسوب و رشد علف‌های هرز در اطراف سازه‌ها و پشت سرریزهای نوک اردکی و کاهش دبی در کانال	تغییر مدیریت تحویل و توزیع کنونی آب با پررنگ کردن مشارکت‌های مردمی در شبکه‌ها و استفاده از کشاورزان و دخالت دادن آن‌ها در مدیریت شبکه
عدم کالیبراسیون سازه‌ها	جایگزینی سرریزهای ثابت برای تنظیم سطح آب
مشکلات عمده طراحی (عدم وجود تعداد دریچه‌های آبگیر کافی، عدم وجود تجهیزات اندازه‌گیری در محل تحویل آب)	کالیبراسیون دوره‌ای دریچه‌ها و بهینه‌سازی ضریب دبی دریچه‌ها
	لایروبی و تخلیه رسوب پشت سرریزهای ثابت با قراردادن دریچه تخلیه رسوب
	به‌کارگیری نیروی متخصص جهت بهره‌برداری و بررسی و اعلام مشکلات حین بهره‌برداری از سازه‌ها
	بررسی وضعیت آبگیرها در شبکه و بهسازی شبکه‌ها با طراحی مجدد قسمت‌هایی که مشکل طراحی دارند.

ج- خوشه شماره سه

این خوشه شامل شبکه‌هایی با مساحت نسبتا زیاد و قدمت بین ۳۵-۱۷ سال می‌باشد که اکثر آن‌ها در مناطق خشک قرار دارند. شبکه‌های آبیاری کرج، گرمسار، تجن، رودشتین و آبشار در این خوشه جای گرفته‌اند. با توجه به پاسخ‌های داده شده در پرسش‌نامه‌ها در ۸۰ درصد شبکه‌ها از سازه آمیل به عنوان تجهیزات تنظیم سطح آب نام برده شده است. هم‌چنین ۶۰ درصد پاسخ‌ها گزینه سرریز ثابت و ۴۰ درصد دریچه‌های کشویی نام برده‌اند. سازه‌های تنظیم سطح آب با دبی بیش از ظرفیت کانال خوب کار می‌کنند. سازه‌های تنظیم و تحویل در اکثر موارد با برنامه و روش تحویل و توزیع آب سازگاری خوبی داشته و در مواردی گزینه با دشواری با برنامه‌ها و روش توزیع آب سازگاری دارند مشاهده می‌گردد. پاسخی که برای کاراتر نمودن کارکرد تجهیزات تنظیم سطح آب و تحویل آب داده شده گزینه انجام تنظیمات گوناگون در شرایط مختلف می‌باشد. اساس دریافت آب‌بها به صورت حجمی می‌باشد. حدود ۸۰ درصد شبکه‌ها سازه‌های تحویل آب را نیرپیک و هم‌چنین ۴۰ درصد دریچه کشویی و در مورد پرسش عملکرد این تجهیزات گزینه نیازمند رسیدگی و تعمیرات پی در پی انتخاب شده است. در اکثر شبکه‌های این خوشه تجهیزات موجود را

به عنوان وسیله اندازه‌گیری مناسب می‌پذیرند و جهت بهبود عملکرد با تغییراتی کارکرد آن‌ها بهتر شده است. جدول ۴ مسایل و مشکلات و راهکارهای بهبود عملکرد سازه‌های کنترل و تنظیم شبکه‌های خوشه سه را نشان می‌دهد.

جدول ٤- مسایل و مشکلات و راهکارهای بهبود عملکرد سازه‌های کنترل و تنظیم شبکه‌های واقع در خوشه سه

مسایل و مشکلات مشترک بین شبکه‌ها	راه‌کارهای عام بهبود عملکرد
سازه‌های تنظیم سطح آب با دبی بیش از ظرفیت کانال خوب کار می‌کنند.	استفاده از برنامه‌های آموزشی و ارتقا سطح دانش و فرهنگ آب‌بران و آشنایی آن‌ها با کارکرد تجهیزات
نقص در طراحی، ساخت و نصب (آمیل، سرریز ثابت و دریچه‌های نیرپیک)	برقراری قوانین و مقررات سرسختانه و برخورد جدی با متخلفان
آسیب‌های ضمن بهره‌برداری	انجام بازدیدهای مستمر و دوره‌ای و یادداشت مشکلات تجهیزات توسط کارشناسان و تنظیم برنامه مدون در خصوص انجام عملیات تعمیراتی
نیاز به مرمت و بازسازی در سازه‌های تحویل آب و رسیدگی و تعمیرات پی در پی	تعمیر و بازسازی قسمت‌های تخریب شده
دست‌کاری مصرف‌کنندگان (خرابکاری، شکستن، تغییر وزنه‌های تنظیم کننده‌ها و ثابت کردن آن‌ها، به هم‌زدن تعادل آمیل‌ها و تغییر رقوم سرریز ثابت)	اندازه‌گیری جریان تحویلی با ادوات مناسب
کم‌توجهی به نگهداری سالیانه و فرسودگی تجهیزات	در ساختار دریچه‌ها و مدول‌ها از نظر هیدرولیکی و مکانیکی دقت بیش‌تری شود تا مطابق استانداردهای بین‌المللی باشند و از نظر کیفیت و آبدهی کنترل و واسنجی شوند.
عدم وجود سیستم اندازه‌گیری جریان مناسب	بررسی سازه‌های آمیل و برقراری تعادل آن‌ها به صورت دوره‌ای

د- خوشه شماره چهار

این خوشه شامل شبکه‌های آبیاری دالکی، گلستان، بهبهان و میناب است که اکثرا در مناطق مرطوب یا گرمسیری با رطوبت بالا (بندرعباس، بوشهر و گلستان) هستند. در شبکه گلستان با قدمت کم-تر و جدیدتر که در خوشه چهار واقع شده نوع سیستم کنترل پایین‌دست هم وجود دارد که نشان از طراحی و اجرای این نوع از سیستم کنترل با عملکرد بهتر دارد که طراحان را به استفاده از این نوع سیستم کنترل تشویق می‌کند.

۸۰ درصد شبکه‌های این خوشه از دریچه‌های کشویی و ۶۰ درصد آن‌ها دریچه‌های قطاعی را به عنوان تجهیزات تنظیم سطح آب استفاده می‌کنند. در ۸۰ درصد شبکه‌ها سازه‌های تنظیم سطح آب با حداکثر دبی و با دبی بیش از حداقل ظرفیت کانال خوب کار می‌کنند که نشان از عملکرد نامناسب آن‌ها دارد. کشاورزان انتظار تامین آب بیش از ظرفیت را دارند که البته نظر کارشناسان این‌گونه نیست. سازگاری این سازه‌ها نیز با برنامه‌های توزیع آب خوب تشخیص داده شده است. در ۶۰ درصد شبکه‌های این خوشه تنظیمات گوناگون در شرایط مختلف برای افزایش کارایی تجهیزات انجام شده است. در مورد اساس دریافت آب‌بها پاسخ‌ها باهم مشابه نیستند. در مناطق جنوبی کشور (شبکه‌های دالکی و میناب) آب‌بها بر اساس تعداد اصله نخیلات و به صورت سالیانه اما در بقیه شبکه‌ها به صورت سطح زیرکشت دریافت می‌گردد.

سازه‌های تحویل آب در اکثر (۸۰ درصد) شبکه‌ها دریچه‌های کشویی و ۴۰ درصد شبکه‌ها نیز دریچه‌های نیرپیک هستند. که عملکرد خوب این تجهیزات مرهون رسیدگی پی در پی پاسخ داده شده است. از نظر کارشناسان این سازه‌ها کاربرد خوبی دارند اما به اعتقاد کشاورزان آن‌ها درست اندازه‌گیری نمی‌کنند.

مسایل و مشکلات و راهکارهای بهبود عملکرد سازه‌های کنترل و تنظیم این خوشه، در جدول ۵ آمده است.

ه- خوشه شماره پنج

این خوشه شامل ۵ شبکه رامشیر، وشمگیر، مهاباد، ساوه و مهیار می‌باشد که وسعت آن‌ها بین ۱۵ تا ۲۰ هزار هکتار است. بعضی شبکه‌های این خوشه دارای سیستم کنترل پایین‌دست نیز می‌باشند. طول کانال‌های درجه یک و دو در آن‌ها زیاد (۱۳۳ تا ۲۴۰ کیلومتر) می‌باشد. بیش‌تر شبکه‌های این خوشه عمر کم‌تر از ۲۰ سال دارند و می‌توان آن‌ها را جزو شبکه‌های کم قدمت کشور نامید. در ۵۷ درصد از شبکه‌های این گروه سرریز ثابت و در ۴۳ درصد شبکه‌ها نیز دریچه کشویی به عنوان سازه تنظیم سطح آب وجود دارد که اکثر آن‌ها با حداکثر دبی و یا دبی بیش از حداقل کانال خوب کار می‌کنند.

بیش از ۵۰ درصد مشکلات موجود در کارکرد سازه‌های تنظیم و تحویل و اندازه‌گیری آب ناشی از آسیب‌های ضمن بهره‌برداری و نیاز به مرمت یا بازسازی می‌باشد. هم‌چنین بیش از نیمی از پاسخ‌ها نشان می‌دهد کشاورزان توقع تامین آب بیش از ظرفیت را دارند. در بیش‌تر شبکه‌ها گزینه سازگاری خوب سازه‌ها با برنامه و روش توزیع و تحویل آب انتخاب شده است. در بیش از ۷۰ درصد شبکه‌ها جهت افزایش کارایی سازه‌های تنظیم و تحویل آب، تنظیمات گوناگون در شرایط مختلف انجام شده است. آب‌بهای حدود ۶۰ درصد شبکه‌های این خوشه بر اساس سطح کشت محصولات از کشاورزان دریافت می‌گردد و سازه‌های تحویل آب در بیش از ۵۰ درصد آن‌ها به ترتیب دریچه نیرپیک و دریچه کشویی می‌باشد. که پاسخ‌ها نشان می‌دهد این سازه‌ها نیاز ویژه‌ای به رسیدگی و تعمیرات پی در پی دارند.

جدول ۵- مسایل و مشکلات و راهکارهای بهبود عملکرد سازه‌های کنترل و تنظیم شبکه‌های واقع در خوشه چهار

مسایل و مشکلات مشترک بین شبکه‌ها	راه‌کارهای عام بهبود عملکرد
سازه‌های تنظیم با دبی حداکثر و بیش از حداقل خوب کار می‌کنند. آسیب‌های ضمن بهره‌برداری (از کارافتادگی آمیل‌ها، جوشکاری دریچه‌ها جهت تثبیت و جلوگیری از دست‌کاری) نیاز به مرمت و بازسازی (نیاز به تعمیر آمیل‌ها، در بازسازی‌ها فقدان تخصص پیمانکار مشکل‌ساز شده است.) نقص در طراحی، ساخت و اجرا دست‌کاری مصرف‌کنندگان (شکستن دریچه‌ها، قفل و میل و فرمان) کم‌توجهی به نگهداری سالیانه(به دلیل عدم وجود بودجه کافی و عدم وجود نیروی کارآمد و مسئول، عدم سرویس و روغن‌کاری مناسب) رطوبت بالا و وضعیت آب و هوایی (منجر به پوسیدگی، خوردگی و زنگ‌زدن تجهیزات شده است و به دشواری باز و بسته می‌شوند، عدم کیفیت روکش و رنگ‌آمیزی بکار رفته، عدم آب‌بندی کامل)	بررسی سازه‌های آمیل و برقراری تعادل آن‌ها به صورت دوره‌ای ایجاد حصار اطراف دریچه‌های آمیل جهت عدم دست‌کاری آن‌ها افزایش بودجه و هزینه در امر نگهداری و بهره‌برداری استفاده از افراد متخصص در شبکه‌ها جهت بازدیدهای میدانی انجام رنگ‌کاری و پوشش‌دهی مناسب با آب و هوای مرطوب یا استفاده از PVC به جای فولاد و روغن‌کاری تجهیزات و قرار دادن درزگیرهای انبساطی بر روی دریچه‌ها جهت آب‌بندی استفاده از پیمانکاران باتجربه و متعهد در امر بازسازی و مرمت استفاده از برنامه‌های آموزشی و ارتقا سطح دانش و فرهنگ آب‌بران و آشنایی آن‌ها با کارکرد تجهیزات

بیش‌تر شبکه‌های خوشه دارای سازه اندازه‌گیری از نوع پارشال-فلوم و اشل می‌باشد. که با توجه به این‌که بیش‌تر کارشناسان از کارکرد آن‌ها راضی اما کشاورزان اعتقادی به اندازه‌گیری با این وسایل ندارند، بنابراین به نظر می‌رسد آب‌بران با کارکرد آن‌ها آشنا نیستند. از دیگر مشکلات این گروه از شبکه‌ها تفکیک قطعات زراعی و افزایش تعداد بهره‌برداران در یک واحد زراعی می‌باشد که منجر به دست‌کاری فراوان دریچه‌ها و سازه‌ها توسط کشاورزان می‌گردد. مسایل و مشکلات و راهکارهای بهبود عملکرد سازه‌های کنترل و تنظیم شبکه‌های خوشه پنج، در جدول ۶ ارایه شده است.

جدول ٦- مسایل و مشکلات و راهکارهای بهبود عملکرد سازه‌های کنترل و تنظیم شبکه‌های واقع در خوشه پنج

مسایل و مشکلات مشترک بین شبکه‌ها	راه‌کارهای عام بهبود عملکرد
آسیب‌های ضمن بهره‌برداری (عدم کالیبراسیون مناسب و دقیق) نیاز به مرمت یا بازسازی و تعمیرات پی در پی (مقاوم نبودن دریچه‌ها، مشکل در رقوم تاج سرریز نوک اردکی و رنگ‌آمیزی دریچه‌ها) دست‌کاری مصرف‌کنندگان (تفکیک قطعات زراعی و افزایش تعداد بهره‌برداران، ایجاد مانع جلوی تنظیم‌کننده‌ها و به هم‌زدن تعادل آن‌ها در آمیل‌ها و ثابت کردن آن‌ها و سوراخ کردن) کم‌توجهی به نگهداری سالیانه (جمع شدن رسوبات و آشغال پشت سرریز ثابت) عدم آشنایی و اعتقاد کشاورزان به سازه‌های اندازه‌گیری جریان توقع تامین آب بیش از ظرفیت توسط کشاورزان	استفاده از برنامه‌های آموزشی و ارتقا سطح دانش و فرهنگ مصرف‌کنندگان و آشنایی آن‌ها با کارکرد تجهیزات برقراری قوانین و مقررات سرسختانه و برخورد جدی با متخلفان انجام بازدیدهای مستمر و دوره‌ای و یادداشت مشکلات تجهیزات توسط کارشناسان و تنظیم برنامه مدون در خصوص انجام عملیات تعمیراتی کالیبراسیون دوره‌ای دریچه‌ها و بهینه‌سازی ضریب دبی دریچه‌ها ساخت دریچه‌های با جنس مقاوم و ضخیم یکپارچه‌سازی اراضی تحت پوشش شبکه لایروبی و تخلیه رسوب انباشته‌شده پشت سرریزهای ثابت با قراردادن دریچه تخلیه رسوب بررسی رقوم تاج سرریزها جهت تنظیم دقیق سطح آب در امر آبگیری و طراحی و بهسازی رقوم تاج سرریزها استفاده از افراد متخصص در شبکه‌ها جهت بازدیدهای میدانی

و- خوشه شش

در این خوشه سه شبکه بزرگ و وسیع کشور شامل شبکه‌های مغان، دز و سفیدرود، با تعداد مشترکین بسیار زیادی قرار دارند. هم‌چنین تنوع و تعداد سازه‌های بکار رفته، طول کانال‌های درجه یک، دو و دبی ورودی به این شبکه نیز بسیار بیش‌تر از سایر خوشه‌ها می‌باشد. با توجه به پرسش‌نامه‌ها در شبکه‌های فوق دریچه قطاعی به عنوان اصلی‌ترین سازه تنظیم سطح آب و سپس دریچه‌های کشویی و سرریزهای ثابت قرار دارند. ۴۴ درصد پاسخ‌ها نشان می‌دهد که این سازه‌ها با شرایط حداکثر دبی و کم‌تر از ظرفیت حداقل، رقوم آب را به خوبی تنظیم می‌کنند.

کلیه سازه‌های تنظیم و تحویل آب وجود مشکلات در کارکرد سیستم را ناشی از آسیب‌های ضمن بهره‌برداری می‌دانند. در بیش‌تر از ۸۰ درصد پرسش‌نامه‌ها عامل مشکلات فوق دست‌کاری مصرف‌کنندگان و بیش از ۵۰ درصد پاسخ‌ها کم‌توجهی به نگهداری سالیانه را مدنظر قراردادند. در این شبکه‌ها نیز کشاورزان توقع تامین آب بیش از ظرفیت را دارند. در بیش از ۵۰ درصد پاسخ‌های مربوط به سازگاری سازه‌های تنظیم آب با برنامه‌های توزیع آب، سازگاری خوبی انتخاب شده است. اما مشاهده پرسش‌نامه‌ها نشان می‌دهد که در بیش از ۷۰ درصد پاسخ‌ها سازه‌های تحویل آب سازگاری خوبی با برنامه‌های توزیع آب دارند. در همه شبکه‌های این خوشه آب‌بها بر اساس سطح کشت محصولات دریافت می‌گردد.

در تمام شبکه‌ها جهت تحویل آب دریچه‌های کشویی استفاده می‌شوند. البته این سازه‌ها از دید کارشناسان نیازمند رسیدگی و تعمیرات پی در پی هستند. در این خوشه ۵۵ درصد پاسخ‌ها پارشال‌فلوم را جهت اندازه‌گیری جریان نام برده‌اند، ولی در عین حال که کارکرد خوبی دارند گزینه نیاز به مرمت و بازسازی انتخاب شده است. در جدول ۷ مسایل و مشکلات و راهکارهای بهبود عملکرد سازه‌های کنترل و تنظیم شبکه‌های این خوشه، ارایه شده است.

جدول ۷- مسایل و مشکلات و راهکارهای بهبود عملکرد سازه‌های کنترل و تنظیم شبکه‌های واقع در خوشه شش

مسایل و مشکلات مشترک بین شبکه‌ها	راه‌کارهای عام بهبود عملکرد
آسیب‌های ضمن بهره‌برداری (عدم اختصاص بودجه کافی، پایان عمر سازه‌ها، خطای بیش از حد تجهیزات به دلیل عمر بالا)	استفاده از برنامه‌های آموزشی و ارتقا سطح دانش و فرهنگ مصرف‌کنندگان و آشنایی آن‌ها با کارکرد تجهیزات
نیاز به مرمت یا بازسازی و رسیدگی پی در پی	انجام بازدیدهای مستمر و دوره‌ای و تنظیم برنامه مدون در خصوص انجام عملیات تعمیراتی
دست‌کاری مصرف‌کنندگان (تفکیک قطعات زراعی و افزایش تعداد بهره‌برداران، نبود نگهبان کانال و شبکه، شکستن قفل‌ها و دریچه‌ها، بیش‌ترین میزان تخریب در این شبکه ها است.)	در ساخت دریچه‌ها و مدول‌ها از نظر هیدرولیکی و مکانیکی دقت بیش‌تری شود تا مطابق استانداردهای بین-المللی باشند و خطای کم‌تری داشته باشند از نظر کیفیت و آب‌دهی کنترل و واسنجی شوند
کم‌توجهی به نگهداری سالیانه (فرسودگی شدید تجهیزات)	نصب دریچه‌های تنظیم‌کننده جدید، بهسازی و اجرای صحیح و تکمیل نواقص
عدم کالیبراسیون تجهیزات به صورت دوره‌ای	کالیبراسیون دوره‌ای دریچه‌ها و بهینه‌سازی ضریب دبی دریچه‌ها
	افزایش تعداد میراب‌ها و نگهبان در شبکه‌ها به دلیل عمر زیاد شبکه
	خودکارسازی الکترونیکی سازه‌ها و تجهیزات شبکه
	افزایش بودجه در امر نگهداری و مرمت و بهره‌برداری

نتیجه‌گیری

با توجه به این‌که در اکثر مطالعات انجام شده راه‌کارهای بهبود عملکرد بهره‌برداری به صورت موردی برای یک شبکه تحت مطالعه بیان شده‌اند و نتایج به صورت عام بین شبکه‌ها به اشتراک گذاشته نشده است، لازم است تا مشکلات مشابه موجود در شبکه‌های آبیاری کشورمان تشخیص داده شده تا راهکارهاری عمومی و قابل استفاده برای تمامی آن‌ها ارایه گردد. در این راستا، تحقیق حاضر اقدام به دسته‌بندی شبکه‌های آبیاری کشور بر اساس مشکلات سازه‌های کنترل و تنظیم سطح آب در کانال‌های اصلی نموده تا با استخراج مشکلات مشابه، اقدام به ارایه راهکارهای مشترک بهبود عملکرد نماید. براین اساس، مشکلات مذکور ۳۲ شبکه آبیاری کشور، در قالب چهار دسته کلی مشکلات فنی، اقتصادی، بهره‌برداری - نگهداری و فرهنگی - اجتماعی از پایگاه داده‌های کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران جمع‌آوری شد. با بهره‌گیری از نظرات خبرگان بهره‌برداری شبکه‌های آبیاری و با به‌کارگیری تکنیک AHP، اولویت‌بندی و وزن‌دهی معیارهای موثر در دسته‌بندی شبکه انجام شد. نتایج حاکی از آن بود که معیارهای وسعت شبکه، نوع سیستم کنترل، تنوع سازه‌ها، اقلیم، الگوی کشت، منابع تامین آب، قدمت شبکه، تعداد سازه‌ها، ظرفیت ورودی، طول کانال درجه ۱ و ۲ و نیز معیار وجود تجهیزات اندازه‌گیری دبی به عنوان معیارهای پراهمیت انتخاب شدند. سپس دسته-بندی شبکه‌های آبیاری با استفاده از روش خوشه‌بندی کلاسیک K-Means انجام شد که نتایج به‌دست آمده ازمعیار صحت‌سنجی خوشه‌بندی، نشان داد ۳۲ شبکه مورد مطالعه در ۷ خوشه دسته‌بندی می‌شوند. در ادامه پرسش‌نامه‌های تنظیم شده توسط کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران به تفکیک شبکه‌های واقع در هر خوشه تنظیم و تکمیل شدند و مشکلات سازه‌های کنترل و تنظیم هر خوشه مشخص و تجزیه تحلیل شدند و در نهایت راهکارهای بهبود عملکرد عام به تفکیک خوشه‌ها ارایه گردید. نتایج این تحقیق حاکی از آن بود که بیش‌ترین مشکلات در سازه‌ها، تجهیزات و آسیب‌های ضمن بهره‌برداری، نیاز به مرمت یا بازسازی، و دست‌کاری

مصرف‌کنندگان بدست آمده‌اند که در جزییات، نوع سازه و نحوه آن متفاوت‌اند. مشکلات عمومی شبکه‌های با وسعت، قدمت و ظرفیت بالا اغلب ناشی از استهلاک سازه‌ها و کانال، زنگ‌زدگی و پوسیدگی سازه‌های فلزی، کم‌توجهی به نگهداری سالیانه و تعمیرات دوره‌ای و نیز عدم وجود سازه‌های اندازه‌گیری می‌شد در حالی‌که مشکلات فرهنگی و بهره‌برداری نادرست به سبب خطای انسانی کم‌تری در آن‌ها دیده شده است. در سوی مقابل مشکلاتی از قبیل دست‌کاری سازه‌ها، سرقت تجهیزات، مشکلات فنی بهره‌برداری به سبب دانش و تجربه ناکافی بهره-برداران در کالیبراسیون صحیح سازه‌ها و نیز نقص در طراحی، ساخت و نصب سازه‌ها در شبکه‌های جوان به‌چشم می‌خورد. در مرحله آخر راهکار مشترک بهبود عملکرد در هر خوشه ارایه گردید، که برای شبکه‌های هر خوشه عمومیت دارد. به‌کارگیری راهکارهای عام بهبود عملکرد برای هر دسته از شبکه‌ها که در یک خوشه واقع شده سبب صرفه‌جویی قابل ملاحظه زمانی، به سبب کاهش زمان انجام طرح‌های مستقل ارزیابی عملکرد در هر شبکه، و نیز صرفه‌جویی اقتصادی قابل ملاحظه‌ای خواهد شد.

تقدیر و تشکر

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند تا از همکاری کمیته ملی آبیاری و زهکشی برای تهیه و تکمیل پرسش‌نامه‌ها که بانک اطلاعات ارزشمندی محسوب می‌شود و در اختیار قرار دادن آن‌ها تقدیر و تشکر نمایند.

منابع

بی‌نام. ۱۳۹۲. جمع‌بندی و تحلیل پرسش‌نامه‌های مسایل و مشکلات سازه‌های کنترل و توزیع آب سامانه‌های آبیاری. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. شماره انتشار: ۱۶۱.

حیدریان،ا.، فرداد،ح.، منعم،م.ج.، قاهری،ع.، تشنه‌لب،م. ۱۳۸۲. به کارگیری رویکرد فازی در ارزیابی سیستم‌های آبیاری. مجله آب و فاضلاب. ۴۷ . ۱: ۲-۱۱.

سالمی جوان،م. ۱۳۸۳، سیستم مدیریت، بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری شبکه‌های آبیاری زاینده‌رود اصفهان و درودزن فارس، مجله آب و فاضلاب. ۱۵. ۴: ۵۶-۶۳.

قدبیگی،و.، منعم،م.ج.، هاشمی شاهدانی،س.م. ۱۳۹۴. کاربرد قوانین التزامی در استخراج روابط بین عوامل فیزیکی و شاخص‌های بهره‌برداری شبکه‌های آبیاری (مطالعه موردی: شبکه آبیاری قزوین). مجله پژوهش آب. ۹. ۱ : ۴۴-۵۳.

کسب‌دوز،ش.، منعم،م.ج.، کوچک‌زاده،ص. ۱۳۷۷. کاربرد مدل هیدرودینامیک ICSS-POM در تعیین مناسب‌ترین گزینه توزیع آب در شبکه آبیاری، مطالعه موردی قوری‌چای. نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. بهمن‌ماه، دانشگاه تربیت مدرس.

منعم،م.ج.، هاشمی شاهدانی،س.م.، اسلامبولچی‌زاده،ه. ۱۳۹۶. نقش مدیریت بهره‌برداری مخازن درون مسیری در بهبود بهره‌برداری شبکه آبیاری مغان. پژوهش آب در کشاورزی. ۳۱. ۴: ۵۳۵-۵۴۵.

منعم،م.ج.، قدبیگی،و.، هاشمی شاهدانی،س.م. ۱۳۹۲. کاربرد قوانین التزامی در استخراج روابط بین عوامل فیزیکی و شاخص‌های بهره‌برداری شبکه‌های آبیاری (مطالعه موردی: شبکه آبیاری قزوین). چهارمین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، خردادماه، دانشگاه شهید چمران اهواز.

واعظ تهرانی،م. ۱۳۹۱. توسعه مدل به‌سازی شبکه‌های آبیاری با رویکرد دینامیک سیستم‌ها. رساله دکتری سازه‌های آبی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.

کاکویی،س.، عمادی،ع.ر، غلامی سفیدکوهی،م. ۱۳۹۶. کاربرد الگوریتم بهینه سازی SCE در تعیین ضرایب کنترل گر کلاسیک PID. مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، ۲۴. ۲:۲۲۱-۲۳۷.

مددی،س.، عمادی،ع.ر شاه‌نظری،ع. ۱۳۹۳. ارزیابی عملکرد توزیع آب در شبکه آبیاری و زهکشی تجن. مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، ۲۱.

۵:۱۹۳-۲۰۸.

Hashemy,S.M., Monem,M.J. 2012. Facilitation of operation and maintenance activities of irrigation networks using a K-Means clustering method: Case study of the ghazvin irrigation network. Journal of Irrigation and Drainage. 61.3:31-38.

Malano,H.M and Gao,G. 1992. Ranking and classification of irrigation system performance using fuzzy set theory: case study in Australia and China. Irrigation and Drainage Systems. 6.2:129-148.

Mishra,A., Anand,A., Singh,R and Raghuwanshi,N.S. 2001. Hydraulic modeling of Kangsabati main canal for performance assessment. India. Journal of Irrigation and Drainage Engineering. 127.4:27–34.

Molden,D.J and Gates,T.K. 1990. Performance measures for evaluation of irrigation water delivery systems. Journal of Irrigation and Drainage

Renault,D., Facon,T and Wahaj,R. 2007. Modernizing Irrigation Management: The MASSCOTE Approach-Mapping System and Services for Canal Operation Techniques. FAO.

Rodriguez,J.A., Camacho,E., Lopez,R and Perez,L. 2008. Benchmarking and multivariate data analysis techniques for improving the efficiency of irrigation districts: an application in Spain. Agricultural systems. 96.3: 250-259

Sam-Amoah,L.K and Gowing,J.W. 2001. Assessing the performance of irrigation scheme, Irrigation and Power. 46.4:17-31.

Shahrokhnia,M.A and Javan,M. 2005. Performance assessment of Doroodzan irrigation network by steady state hydraulic modeling. Journal of Irrigation and Drainage Systems. 19.3:189–206.

Engineering. American Society of civil Engineers. 116.2:804-822.

Monem,M.J and Hashemy,S.M., 2011. Extracting physical homogeneous regions out of irrigation networks using fuzzy clustering method: a case study for the Ghazvin canal irrigation network. Journal of hydroinformatics 13.4:625-660.

Monem,M.J and Schurmans,W. 1992. Performance of canal delivery strategies and canal system. CEMAGREF-IIMI international workshop on the application of mathematical modeling for the improvement of irrigation canal operation. Montpellier, France.

Oad,R and Mc Cornick,P.G. 1989. Methodology for Assessing the Performance of Irrigation Agriculture. International Commission of Irrigation and Drainage. Bulletin. 38:42-53.

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 5, Vol. 12, Des.-Jan. 2018, p. 1292-1303

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۵، جلد ۱۲، آذر - دی ۱۳۹۷، ص. ۱۳۰۳-۱۲۹۲

Classifying Iranian Irrigation Networks Based on Regulating Structures Problems and Proposing a Common Solution to Enhance Their Performance

F.Karimi[1], M.J. Monem[*2], S.M.Hashemy Shahdany[3]
Recived: May.21, 2018 Accepted: Jul.01, 2018

Abstract

Water shortage and limited water resources, reveals the importance of optimum utilization of irrigation water networks more than ever. In most of the previous studies performance improvement options are given based on individual networks condition, without considerations of providing common solutions for other networks. In this study similar Iranian irrigation networks are classified in different clusters based on the problems of control structures in the main canals, and common improvement options are given. The classical K-Mean clustering method is used for classification. For this purpose the criteria are analyzed using AHP technique. The criteria with more than 7 percent rankings are selected for clustering. The most important criteria are network's covered area, age and capacity of the networks, and No. of structures. 32 of Iranian irrigation networks are clustered in 7 clusters. 38 questionnaires collected by Iranian National Committee of Irrigation and Drainage were analyzed. The common problems of the networks were determined for each cluster. The most common problems are determined to be operational deficiencies, repairmen requirements, and farmers' intervention and manipulation in operation. Furthermore, the results indicated that main problems out of the old and large irrigation districts including main canals with high discharge capacities had been originated from infrastructure exhaustion and poor operation of water level control structures and off-takes as well. However, the source of them in newly established districts are social, managerial, and lack of experienced operators. The common improvement options to resolve the identified problems for each cluster are given. For instance, a couple of general and practical solution proposed for managers are upgrading the technical knowledge of the farmers about instruments and structures; planning a regular inspections program; seasonal calibration of the off-takes and regulators; and rehabilitation and redesigning the weir structures.

Key words: Classical Clustering, Irrigation Network, Performance Improvement Options, Regulating and Control Structures.

1- M.Sc. Graduate, Department of Hydraulic Engineering Structure, Tarbiat Modars University
2-Associate Professor Department of Hydraulic Engineering Structure, Tarbiat Modars University
3- Assistant Professor Department of Irrigation Engineering, Aburaihan Campus, University of Tehran
(*- Corresponding Author Email: monem_mj@modares.ac.ir)