مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مقاله شماره ۲۵

موضوع:

اندازه‌گیری حجمی آب - جزء لاینفک مدیریت بهینه شبکه‌های آبیاری

تألیف:

شهریار افتخارزاده[۱] و محسن مسعودیان[۲]

چکیده

اصولاً مدیریت هر مجموعه مستلزم دسترسی به اطلاعات صحیح و بموقع، در خصوص پارامترهای مشخص و تعیین کننده، بانضمام دراختیار داشتن نظام پردازش اطلاعات و تصمیم‌گیری اجرائی براساس آن است.

در این مقاله ضمن مرور پارامترهای مهم و تعیین کننده در مدیریت اصولی بهره‌برداری شبکه‌های آبیاری، نظام اطلاعاتی، نظارتی و کنترلی لازم با تکیه بر نیازهای سخت‌افزاری و نرم‌افزاری مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین، با عنایت به لزوم مبرم به تعیین مقدار مصرف آب در کشاورزی، چگونگی دست‌یابی به یک سیستم تحویل حجمی آب آبیاری، که حاصل یک تحقیق چندین ساله بر روی ادوات و سیستم‌های مربوطه می‌باشد، ارائه شده است.

هدف از این مقاله، ایجاد حرکت در جهت استفاده بهتر با راندمان بیشتر از منابع آب و خاک کشور در راستای تولید کشاورزی است.از طریق پیاده‌سازی نتایج تحقیقات و تجارب ارائه شده در این مقاله و استفاده از رهنمودهای پیشنهادی، علی‌الخصوص با پیاده‌سازی سیستم نسبتاً ساده و سهل‌الوصول اندازه‌گیری حجمی آب، که توسط مؤلفین این مقاله توسعه یافته، می‌توان در جهت ارتقاء راندمان استفاده از آب آبیاری قدمی مثبت برداشت.

---

۱ - دکتری هیدرولیک،مسئول کمیته مدیریت سیستمهای هیدرولیکی انجمن هیدرولیک ایران

۲ - فوق لیسانس تاسیسات آبیاری، عضو هیئت علمی دانشگاه مازندران

مقدمه

امروزه مدیریت بهره‌برداری به معنی اتخاذ تصمیم براساس اطلاعات پردازش شده مستمر و بهنگام راجع به پارامترهای معرف مجموعه و توانائی اعمال کنترل (به اجراء گذاردن تصمیمات اتخاذ شده) در یک مدت زمان مشخص است. دست‌یابی به این اطلاعات از طریق پیاده‌سازی یک سامانه سنجش، ارسال، پایش و پردازش اطلاعات کلیدی امکان‌پذیر است، و اعمال کنترل به معنی بکارگماردن تجهیزات و عوامل مربوطه است. هریک از این مراحل (سنجش، ارسال، پایش، پردازش و کنترل) بعنوان یک زیرسامانه مجموعه مطرح است و تنها از طریق ایجاد و بهینه‌سازی این زیرسامانه‌ها می‌توان به مدیریت بهره‌برداری بهینه دست یافت.

پارامترهای معرف در مدیریت بهره‌برداری شبکه‌های آبیاری مربوط به وضعیت و مقدار جریان در نقاط مختلف انحراف، انتقال، توزیع و بازگشت آب، به عبارت دیگر رقوم سطح آب و دبی جریان در سد انحرافی و تاسیسات مربوطه، کانالهای اصلی، درجه یک و درجه دو، بانضمام زه‌کشهای شبکه برگشت آب می‌باشند که عمدتاً از طریق میزان بازشدگی و یا نقطه تنظیم دریچه‌ها و نقاط کنترل مختلف شبکه قابل کنترل و تغیر می‌باشند.

یکی از نیازهای اساسی و بنیادی، که اخیراً بصورت دستور کار به کلیه نظامهای مدیریت بهره‌برداری از شبکه‌های آبیاری در سطح کشور ابلاغ گردیده، ایجاد قابلیت تحویل حجمی آب به مصرف کننده‌گان شبکه است که به عنوان رکن اصلی نظام جدید مدیریت شبکه‌های آبیاری، مطرح است. لذا، مدیریت مترقی بهره‌برداری شبکه‌های آبیاری مستلزم پیاده‌سازی یک سیستم سنجش، ارسال، ثبت، نمایش و پردازش رقوم و دبی آب در نقاط کلیدی، شامل بند انحرافی (بالادست و حوضچه‌ها)، ورودی به کانالهای اصلی، ورودی به کانالهای درجه یک، درجه دو و درجه سه، و شبکهٔ برگشت آب (زه‌کش‌های سطحی و زیرزمینی)، بانضمام ایجاد قابلیت اعمال کنترل سریع برروی دریچه‌های مختلف شبکه به منظور تنظیم توزیع (رقوم و دبی) آب، می‌باشد. درصورت پیاده‌سازی یک چنین سیستمی قابلیت تعیین حجم آب عبوری از هر نقطه مدنظر، به عبارت دیگر قابلیت تحویل حجمی آب در شبکه، از طریق پردازش اطلاعات در دسترس ایجاد خواهد گردید.

با عنایت به تکنولوژی‌های امروزی و عصر اطلاعات، لازم است که اطلاعات پایه مربوط به رقوم و دبی آب بصورت الکترونیک و دیجیتال، در قالب سازگار با سخت‌افزارهای رایانه‌ای متداول گردآوری و در اختیار قرارگیرند، تا بتوان نسبت به پردازش آنها مطابق با نیاز و ویژگیهای شبکه و مدیریت مربوطه اقدام نمود.

زیرسامانه‌های مدیریت بهینه شبکه

با عنایت با مطالب مذکور، مدیریت بهینه شبکه‌های آبیاری مستلزم پیاده‌سازی زیرسامانه‌های سنجش،

ارسال، پایش و پردازش اطلاعات مستمر در خصوص رقوم و دبی آب در نقاط مختلف شبکه، بانضمام ایجاد قابلیت کنترل برروی این پارامترها (رقوم و دبی آب) به منظور اصلاح هریک است.

سامانه سنجش

سنجش به معنی برداشت (وبعضاً ذخیره) اطلاعات معنی‌دار درخصوص پارامترهای مورد نظر است، بطورکلی، اهداف ذیل در پیاده‌سازی یک سامانهٔ سنجش در شبکه‌های آبیاری، مدنظر می‌باشند:

۱- مهیا نمودن اطلاعات مستمر جهت پایش (Monitoring) عملکرد شبکه، انجام پردازش‌های مختلف و اعمال کنترل به منظور اصلاح و بهبود عملکرد شبکه

۲- آماربرداری از عملکرد شبکه به منظور انجام تحلیل‌های مختلف در مراحل بعدی

امروزه، با در دسترس بودن تکنولوژی کامپیوتری، مطلوب‌ترین و موثرترین سیستم‌های سنجش بصورت زمان واقعی عمل می‌نماید، به طریقی که اطلاعات مورد نظر با فواصل زمانی کوتاه و عملاً بدون وقفه در اختیار قرار گیرد.

با توجه به موارد فوق، یک سیستم سنجش مناسب در شبکه‌های آبیاری، عمدتاً متشکل است از:

۱. شبکه رقوم سنج‌های مستقر در نقاط استراتژیک شبکه- وظیفه این سیستم، سنجش رقوم سطح آب در نقاط استراتژیک شبکه، به منظور تعیین پروفیل سطح آب در امتداد کانالها و محاسبه دبی جریان، است. بدین منظور، لازم است که اطلاعات حاصل از رقوم سنجها از دقت کافی با عنایت به ابعاد هندسی کانال و محدودهٔ تغییرات سطح آب در آن، برخوردار باشند. در مقاطع کنترل هیدرولیکی (دراپها، شوت‌ها، دریچه‌ها) امکان تبدیل اطلاعات رقوم آب به دبی جریان، بواسطه ارتباط هیدرولیکی بین رقوم و دبی آب (منحنی سنجه)، وجود دارد. با توسل به این ارتباط می‌توان با سنجش رقوم آب در بالادست ابنیه‌های موجود که باعث ایجاد «کنترل هیدرولیکی» می‌گردند، و یا احداث ابنیه‌های جدید (۴) که بعضاً به سادگی قابل احداث می‌باشند ، سنجش رقوم آب و دبی را تواماً انجام داد. براساس مطالعات و کارهای پیشین انجام یافته توسط مؤلفین این مقاله (۱)، سیستمهای رقوم سنج آلتراسونیک مناسبترین روش برای اهداف فوق‌الذکر تعیین شده‌اند. در حال حاضر کلیه امکانات تکنولوژیک مربوط به رقوم سنج‌های التراسونیک مورد نیاز در داخل کشور موجود است و نمونه ثبات آن مناسب برای اندازه‌گیری و تحویل حجمی آب، توسط متخصصان داخلی ساخته شده و در دسترس است.

۲. سنسورهای ویژه در نقاط مشخص- این سنسورها وضعیت بازشدگی برخی از دریچه‌ها را، مانند دریچه‌های سرریز و انحراف در سد انحرافی، رگولاتورها، دریچه‌های تحویل آب به مناطق و دریچه‌های تخلیه را سنجش می‌نمایند. مضافاً می‌توان به منظور تعیین وضعیت میکرواقلیم (هواشناسی در سطح مزارع) و تعیین وضعیت رطوبت خاک (به منظور برنامه‌ریزی بهتر زمان آبیاری) نسبت به کارگذاری سنسورهای ویژه در مناطق شاخص اقدام نمود. در خصوص اینگونه سنسورها، اکثر تکنولوژی‌های مورد نیاز در داخل کشور موجود است.

سامانه ارسال اطلاعات

لازم است که اطلاعات خام سنجش شده، درموعدهای مقرر در اختیار سامانهٔ پایش، پردازش و کنترل قرار گیرند. هرچه فواصل زمانی بین موعدهای مقرر کوتاه‌تر باشد، تصویر دقیق‌تری از وضعیت و عملکرد شبکه حاصل می‌گردد. حد فوقانی وضعیت ارسال اطلاعات شبکه بصورت «زمان واقعی» است. که در این صورت لازم است که سنجنده‌ها از طریق فرستنده‌ها (رادیوئی VHF یا ماهواره‌ای) و یا کابل به مرکز شبکه متصل باشد، امروزه امکان استفاده از انرژی خورشید بعنوان منبع تغذیه اینگونه فرستنده‌ها وجود دارد.

درصورتیکه اطلاعات سنجش شده (که با عنایت به روند متداول و همگانی در عصر حاضر در فرمت دیجیتالی است) بصورت زمان واقعی ارسال نگردد، یکی از قابلیتهای بنیادی سامانه اطلاعات، قابلیت ذخیره‌سازی اطلاعات است. دراینصورت لازم است که کلیه سنسورهای سنجش مجهز به واحدهای ذخیره اطلاعات (موسوم به دیتالاگر) باشند، به طریقی که بتوان اطلاعات هریک را در موعدهای زمانی مشخص به مرکز مدیریت شبکه ارسال (منتقل) نمود. میزان اطلاعات ذخیره شده (قابلیت ذخیره دیتالاگرها) بستی به فواصل زمانی انتقال داده‌ها (تخلیه حافظه دیتالاگر) دارد.

نحوهٔ ارسال (انتقال) داده‌ها می‌تواند توسط مخابره (رادیوئی یا ماهواره‌ای) و یا از طریق مراجعه مامور به هریک از سنسورها باشد.

اطلاعات حاصل از شبکهٔ سنجش به سامانه «پایش، پردازش و کنترل» شبکه منتقل می‌گردد، که شرح آن ذیلاً آمده است.

سامانه پایش، پردازش و کنترل

نقش این سامانه، دریافت و نمایش مستمر اطلاعات واصله از شبکهٔ سنجش، تحلیل اطلاعات بصورت سیستماتیک و اصولی، و تبدیل نتایج مربوطه به یک سری دستور کارهای مشخص و معین، به منظور بهینه‌سازی عملکرد شبکهٔ آبیاری است. درصورتیکه شبکهٔ سنجش بصورت زمان واقعی عمل نماید، سیستم پایش، پردازش و کنترل شبکه نیز می‌تواند بصورت زمان واقعی و بعضاً اتوماتیک عمل نموده، به طریقی که بتوان تاثیرات ناشی از اقدامات اصلاحی را برروی عملکرد شبکه در کوتاهترین مدت مشاهده و ارزیابی نموده، نسبت به اقدامات بعدی تصمیمات بهینه اتخاذ نمود.

در اینجا لازم است که اتوماسیون هریک از قابلیت‌های «پایش و پردازش» و «کنترل شبکه» بصورت منفک مد توجه قرار گیرند. امروزه قابلیت پایش و پردازش اطلاعات با سهولت کافی توسط ابزار کامپیوتری صورت می‌گیرند و می‌توان جهت پیاده‌سازی اینگونه امکانات بصورت کاملاً اتوماتیک در شبکه‌های آبیاری اقدام نمود. از طرف دیگر، پیاده‌سازی قابلیت کنترل شبکه بصورت ا توماتیک امری است که باید بصورت تدریجی و مرحله‌ای صورت گیرد و تنها در این صورت است که اینگونه اتوماسیون با موفقیت انجام می‌گیرد. باتوجه به موارد فوق، سیستم «پایش، پردازش و کنترل» شبکه‌های آبیاری، متشکل است از:

۱. واحد مرکزی مدیریت شبکه- وظیفه این واحد دریافت اطلاعات حاصل از شبکه سنجش (بصورت مستمر یا توسط پرسنل شبکه در قالب یک نظام مشخص)، نمایش اطلاعات (در قالب گرافها، نمودارها، جداول، و یا بصورت زمان واقعی برروی مانیتور کامپیوتر)، پردازش و تحلیل اطلاعات (براساس الگوریتمهای مشخص با مقاصد معین) و تعیین دستور کار و اقدامات مدیریتی لازم، در راستای بهینه‌سازی عملکرد شبکه

آبیاری و مدیریت آن (بصورت زمان واقعی، روزمره، میان مدت و دراز مدت) است. امکانات این مرکز شامل یک یا چند کامپیوتر مدرن و تجهیزات مرتبط، نرم‌افزارهای ویژه (مختص نیازهای هر شبکه)، بانضمام امکانات ارتباط با شبکهٔ سنجش و نظام کنترل شبکه (شامل گیرنده و فرستنده رادیوئی)، می‌گردد.

۲. امکانات اعمال کنترل برروی عملکرد شبکه – وظیفه این امکانات پیاده‌سازی دستورکارهای تعیین شده توسط واحد مرکزی است. این دستورکارها عمدتاً در قالب میزان بازشدگی دریچه‌های مختلف در موعدهای مشخص اعلام می‌گردند. ایجاد امکانات اعمال کنترل می‌تواند بصورت دستورکار به پرسنل مسئول دریچه‌های دستی، یا فرمان کنترل به دیچه‌های برقی یا پنوماتیک، و یا با توسل به ترکیبی از این دو مورد صورت گیرد. درهر صورت پیاده‌سازی یک چنین امکاناتی بصورت موفق، در قالب یک نظام اصولی و سیستماتیک حاصل از مطالعات جامع امکان‌پذیر است.

سامانه تحویل حجمی آب

قابلیت تحویل حجمی آب به واحدهای مصرف کننده و زارعین، بعنوان یک اقدام مدیریتی موثر و لازم، در راستای بهینه‌سازی مصرف آب، مطرح است و بصورت آئین‌نامه مصرف بهینه آب به شرکتهای مدیریت بهره‌برداری از شبکه‌ها ابلاغ گردیده است. یکی از عوامل موثر در موفقیت یک سامانه تحویل حجمی آب، جلب اعتماد مسئولین شبکه و مصرف‌کنندگان در دقت عملکرد آن است. در غیر این صورت اقدامات مدیریت مبتنی بر آن با شک و تردید توام بوده و زیر سوال قرار خواهند گرفت.

براساس تحقیقات انجام یافته توسط مولفین (۱)، و بدنبال بازدیدهای بعمل آمده از شبکه‌های مختلف آبیاری، تحویل حجمی آب در شبکه‌های آبیاری را می‌توان، به دوگونه مختلف و به قرار ذیل میسر نمود:

الف- سنجش و ثبت تغییرات دبی در زمان

حجم آب عبوری (V) از یک مقطع کانال با دبی متغیر(Q) در یک محدوده زمانی مشخص(t1الی t2)، با عنایت به تعریف بنیادی دبی قابل تعیین است.

$$Q = dV/dt$$

$$V = \int_{t1}^{t2} Q.dt$$

چنانچه در یک مقطع کانال،دبی لحظه‌ای Qi، در فاصله‌های زمانی Δt اندازه‌گیری شوند،و تغییرات دبی در فواصل زمانی ناچیز باشند، حجم آب عبوری در n فاصله زمانی با تقریب قابل قبول به قرار ذیل قابل محاسبه است.

$$V = \sum^{n} Q_i . \Delta t$$

معمولا دبی در کانالهای باز بوسیله ایجاد مقطع کنترل، که در آن دبی عبوری تابعی از ارتفاع آب (h) است، اندازه گیری می گردد یعنی

بنابراین، تعیین حجم آب عبوری در این موارد از طریق اندازه‌گیری ارتفاع آب در فواصل زمانی مشخص و با استفاده از رابطه ذیل امکان پذیر است.

$$V = \sum^{n} f(h_i).\Delta t$$

امروزه با استفاده از فن آوری رایانه‌ای، اندازه‌گیری و ثبت ارتفاع آب کانال در فواصل زمانی مشخص براحتی قابل انجام است. براین اساس مولفین این مقاله با توسل به نیروهای متخصص داخلی اقدام به توسعه و ساخت یک نمونه دستگاه رقوم سنج ثبات آلتراسونیک به منظور اندازه‌گیری حجمی آب در کانالهای باز نموده و مراحل آزمایش آنرا پشت سر گذاشته‌اند. طی بررسی های گسترده‌ای که مولفین این مقاله در قالب یک پروژه تحقیقاتی با شورای تحقیقات آب وزارت نیرو انجام داده‌اند، فلوم ریلاگل از نقطه نظر دقت، سادگی ساخت، عدم نیاز به کالیبراسیون، یکی از ساده ترین سازه های ممکن با دقت بالا جهت ایجاد تابع بین دبی و ارتفاع آب در کانالهای روباز است. بدین ترتیب، ترکیب دستگاه رقوم سنج آلتراسونیک و فلوم ریلاگل، اندازه گیری حجمی آب را در کانالهای آبیاری میسر می‌نماید.

ب- ثبت زمان تحویل آب

در صورتیکه تغیرات دبی در مدت زمان تحویل آب ناچیز باشد یعنی دبی را بتوان ثابت فرض نمود، حجم آب عبوری از رابطه ذیل قابل محاسبه است.

$$V=Q.T$$

که در آن، T مدت زمان تحویل آب با دبی ثابت Q است. لذا سامانه تحویل حجمی آب را می‌توان به یک سیستم ساده اندازه‌گیری زمان تحویل آب خلاصه نمود. در اینصورت با توسل به یک تایمر ساده که با فشار یک دگمه زمان شروع و خاتمه آبگیری را ثبت می‌نماید، حجم آب عبوری را می‌توان اندازه‌گیری نمود.

محلهای مناسب جهت استقرار این گونه اندازه گیری در شروع کانالهای درجه ۳، که در آنها امکان تنظیم نمودن دبی تحویل آب با توسل به فلوم‌های باز H و یا دریچه‌های نیرپیک انجام می‌گیرد، مناسب می‌باشند. تایمرهای مورد نظر، قابلیت ثبت مشخصات مصرف کنندگان، مشخصات کانال درجه ۳ مربوطه، و زمان و دبی تحویل به هر مصرف کننده را (با شرط فشار دادن دگمه مربوطه در موقع تغییر مصرف کننده) در هر نوبت آبیاری دارا می‌باشند و قادر به انتقال اطلاعات مربوط به صورت دیجیتال به کامپیوترهای واحد مرکزی می‌باشند× به طریقی که نیازی به وارد نمودن اطلاعات رقومی مربوطه توسط اپراتور نباشد. با این ترتیب این سیستم همخوانی کافی را با سیستم کامپیوتری مورد نظر دارد و تنها عامل تعین کنندهٔ دقت آن، دقت تنظیم دبی آب تحویلی (با توسل به دریچه‌های مربوطه) است که این امر نیاز به دقت میراب‌ها و آموزش، دارد.

بهترین نحوهٔ پیاده‌سازی سیستمهای فوق‌الذکر، بصورت تدریجی و با توسل به واحدهای نمونه و آزمایشی است، که در این راستا توصیه‌های این محققین تحت عنوان «مطالعات موردی شبکه‌های آبیاری» آمده است.

مطالعات و اقدامات موردی در شبکه‌های آبیاری

به منظور پیاده‌سازی زیر سامانه‌های مدیریت تشریح شده در بخش ۲- این مقاله، که به عنوان اجزاء نظام

مدیریت و ابزار دستیابی به اهداف بهینه‌سازی عملکرد شبکه آبیاری عمل می‌نمایند، لازم است که ویژگیها، نیازها و خصوصیات هیدرولیکی شبکهٔ آبیاری مدنظر مورد مطالعه تخصصی قرار گیرد. تنها در این صورت می‌توان زیر سیستمهای فوق‌الذکر را بصورت اصولی طراحی و پیاده‌سازی نمود. اهم سرفصل‌های مطالعات لازم ذیلاً آمده است.

مطالعات تعیین ساختار نظام مدیریت بهره‌برداری بهینه شبکه

هدف از انجام این مطالعات، تعیین نظام و تشکل مدیریتی لازم جهت بهره‌برداری و استفاده بهینه ازمنابع آب و خاک و امکانات در دسترس شبکه آبیاری مدنظر، در قالب یک سیستم جامع با دیدگاه دراز مدت، است. این مطالعات دارای قسمتهای مختلف هیدرولیکی،کشاورزی، آبیاری و زه‌کشی، جامعه‌شناسی،اتوماسیون، و مدیریت سیستمها می‌باشد. یافته‌های این مطالعات ر هنمودهای لازم را درخصوص موارد ذیل مشخص خواهند نمود:

- خصوصیات نظام هیدرولیکی انتقال و توزیع حاکم بر شبکه آبیاری مدنظر از نقطه نظر عملکرد و عکس‌العمل به اقدامات مدیریتی وکنترل
- خصوصیات شبکه سنجش (نقاط سنجش، نوع سنجش، مشخصات فنی و اقتصادی) با اهداف تعیین دقیق راندمان انتقال، توزیع و کاربرد(آبیاری)
- خصوصیات سیستم پایش (پارامترهای قابل پایش، نحوه پایش، امکانات تکنولوژیک و فنی) با اهداف انجام نظارت کافی و مطمئن بر عملکرد شبکه
- خصوصیات سیستم کنترل (نقاط کنترل، نحوه اعمال کنترل و نوع سخت‌افزار لازم، خصوصیات فنی و اقتصادی، تجهیزات مورد نیاز) با اهداف روان‌سازی عملکرد شبکه در انتقال و توزیع آب
- تاثیرات جامع‌شناسی ناشی از اقدامات مدیریتی (مانند اتوماسیون، تحویل حجمی، تغییر آب بها) برروی جوامع وابسته به شبکهٔ آبیاری
- خصوصیات نظام مدیریت نیروی انسانی شاغل در شبکه (در قسمتهای اداری، بهره‌برداری، تعمیرات و نگهداری و ماشین‌آلات و تجهیزات)
- خصوصیات نظام مدیرت روابط عمومی
- جزئیات برنامه‌ها و دستورالعمل‌های بهره‌برداری و راه‌بری نظام مدیریت بهینه.

انجام مطالعات فوق مستلزم همکار تخصصها و تجارب مختلف و متنوع است که لازم است در قالب یک تیم مطالعاتی هماهنگ تحت یک مدیریت واحد همکاری نمایند.

پیاده‌سازی زیرسامانه‌ها

اگرچه تعیین خصوصیات کامل زیر سامانه‌ها بصورت تمام و کمال مستلزم انجام مطالعات مذکور در بخش ۳-۱ و به نتیجه رسانیدن آن است، ولیکن در اکثر شبکه‌ها خصوصیات مکانی بخش قابل توجهی از نقاط سنجش رقوم و دبی، بانضمام ماهیت و نوع پایش، پردازش وکنترل و همچنین مکانهای تحویل حجمی آب به

مصرف کنندگان مشخص و معلوم می‌باشد. براساس بازدیدهای بعمل آمده از شبکه‌ها و مذاکرات انجام یافته با مسئولین محترم، همچنین با عنایت به آئین‌نامه مصرف بهینه آب، سنجش رقوم و دبی آب در نقاط ذیل قطعاً لازم ، ضروری است:

- شروع کانال اصلی در محل سد انحرافی
- ورودی به کانالهای درجه یک
- محلهای تحویل به مصرف‌کنندگان عمده و دولتی
- ورودی به کانالهای درجه دو
- ورودی به کانالهای درجه سه (محل تحویل آب به زارعین)
- خروجی زه‌کشهای اصلی

با توجه به تعداد قابل توجه کانالهای درجه ۳، سنجش در ورودی به آنها (که شرط اصلی اجراء آیین‌نامه مصرف بهینه آب است) مستلزم بکارگیری یک روش نسبتاً ارزان و ساده است، که دراین خصوص واحدهای «ثبت زمان تحویل آب» شروط لازم را دارا می‌باشد.

همچنین، با دانش کلی از نیازهای مدیریت شبکه‌ها، می‌توان نسبت به تعیین گزینه‌های مناسب جهت سیستم پایش، چگونگی پردازش اطلاعات، و سیستم کنترل اقدامات معقول نمود، و نمونه‌های آزمایشی مربوطه را به اجراء گذارد.

با توجه به موارد فوق، مولفین این مقاله توصیه می‌نمایند که در مرحله اول نسبت به پیاده‌سازی یک نمونه از هریک از سنجنده‌های مورد نیاز در محل‌های فوق‌الذکر اقدام گردد. مضافاً توصیه می‌گردد که سیستم مخابره اطلاعات به مرکز مدیریت، بانضمام نمایش اطلاعات در مرکز (پایش)، پردازش اطلاعات و تنظیم دستورالعمل‌های اجرائی (کنترل) در مرکز مدیریت بصورت کوچک و آزمایشی پیاده‌سازی شود.

در نهایت، پیاده‌سازی یک سامانه مدیریتی مدرن به معنی انجام اقدامات ذیل است:

- تجهیز محل‌های کلیدی به سنجنده‌های مختلف (شامل رقوم سنج، فلوم ریلاگل، سنسورهای بازشدگی دریچه‌ها، تایمرهای ثبت، رطوبت سنج خاک، و سیستم هواشناسی میکرواقلیم)
- تجهیز سنجنده‌ها به امکانات ذخیره و یا ارسال داده‌ها (موسوم به دیتالاگر) و تجهیزات مخابره اطلاعات در فواصل زمانی مورد نیاز
- تجهیز مرکز مدیریت به سخت‌افزارهای کامپیوتری (شامل تجهیزات دریافت اطلاعات و انتقال داده‌ها به کامپیوتر، تجهیزات پردازش و نمایش اطلاعات، تجهیزات چاپ، گزارش‌گیری و بایگانی اطلاعات، سیستمهای شبکه نمودن اطلاعات و تمهیدات امنیتی اطلاعاتی)
- تجهیز مرکز مدیریت به نرم‌افزارهای کامپیوتری (شامل نرم‌افزارهای مربوط به دریافت و انتقال اطلاعات، نمایش، شبیه‌سازی هیدرولیکی شبکه، پردازش و بایگانی اطلاعات، گزارش‌گیری‌ها و ارتباط‌های شبکه‌ای و سیستم کامپیوتری)
- تجهیز دریچه‌های کنترل به تجهیزات برقی و پنوماتیک جهت بازنمودن یا کنترل از راه دور و یا بصورت اتوماتیک

خلاصه و نتیجه‌گیری

مدیریت هر مجموعه مستلزم دسترسی به اطلاعات صحیح و بموقع، درخصوص پارامترهای مشخص و تعیین کننده، بانضمام در اختیار داشتن نظام پردازش اطلاعات و تصمیم‌گیری اجرائی براساس آن است. این امردرمدیریت بهره‌برداری،که‌با رفتارمجموعه بصورت‌روزمره سروکار دارد، ازاهمیت ویژه‌ای‌برخوردار است.

اطلاعات مورد نیاز درمدیریت بهره‌برداری شبکه‌های آبیاری گویای وضعیت و صحت عملکرد کانالها و ابنیه‌های فنی در مراحل مختلف انحراف، انتقال، توزیع و بازگشت آب، می‌باشند. مضافاً، لازم است که حجم آب تحویل شده به مصرف‌کنندگان با دقت کافی اندازه‌گیری گردد.

تعیین وضعیت عملکرد کانالها و ابنیه‌های فنی به معنی پیاده‌سازی یک سیستم سنجش متشکل از سنسورهای مناسب مستقر در نقاط استراتژیک است، که اطلاعات لازم را ذخیره و بعضاً به مرکز مدیریت شبکه مخابره می‌نمایند. در مرکز مدیریت شبکه کار دریافت، نمایش، پردازش، و تصمیم‌گیری برروی اطلاعات صورت می‌گیردو بدین واسطه لازم است‌که مرکزمدیریت شبکه‌مجهزبه‌سیستمهای کامپیوتری باشد.

در اکثر شبکه‌های آبیاری می‌توان یک سیستم سنجش متشکل از رقوم سنج‌های التراسونیک مستقر در بالادست مقاطع کنترل هیدرولیکی و دیگر نقاط استراتژیک راتوصیه نمود. همچنین لازم است که در برخی از نقاط میزان بازشدگی دریچه‌ها نیز سنجش گردد. مضافاً می‌توان نسبت به سنجش دیگر پارامترهای موثر در برنامه‌ریزی، عملکرد، و راندمان شبکه، مانند رطوبت خاک، و میکرواقلیم اقدام نمود، که قابل توصیه است.

به منظور بهره‌گیری از اطلاعات سنجیده شده، ایجاد یک مرکز مدیریت مجهز به سیستم‌های کامپیوتری در یک ساختمان مرکزی شبکه قابل توصیه است. وظیفه این مرکز دریافت،نمایش، پردازش اطلاعات و تصمیم‌گیری اجرائی براساس آنها است. مضافاً، براساس اطلاعات حاصل از این مرکز، می‌توان میزان حجم آب تحویل شده به زارعین را با دقت کافی مشخص نمود و «قبض آب» را جهت ارسال به زارعین تنظیم نمود.

جهت تعیین خصوصیات مکانی، فنی،اجتماعی و اقتصادی اجزاء مختلف سیستم مدیریت، انجام یک مطالعات اصولی درخصوص هر شبکه مد نظر توصیه می‌گردد.

جهت شروع به پیاده‌سازی سیستم مدیریت بهینه مورد نظر، اجراء سامانه‌های سنجش، ارسال، پایش، پردازش و کنترل را در یک اشل کوچک و بصورت نمونه‌ای و تحقیقاتی (PILOT PROJRCT) راتوصیه می‌نماید. در این راستا مولفین این مقاله آمادگی کامل خود را جهت همکاری با مسئولین محترم در تجهیز و پیاده‌سازی اجزاء مختلف سامانه‌ها اعلام می‌دارد.

منابع و مراجع

۱- افتخارزاده، شهریار، محسن مسعودیان، بهروز صابری فرد و رحمت ا... شفیعی علویجه، ۱۳۷۴، «ادوات مناسب اندازه‌گیری آب در شبکه‌ای مدرن آبیاری» گزارش نهائی تقدیم شده به شورای تحقیقات آب وزارت نیرو،

2- Bos. Marinus G., John A. Replogle, and Albert J. Clemmens, 19 "Flow measuring flumes for open channel systems". American Society of Agricultural Engineers.

3- Clemmens, Albert J., John A. Replogle, Marinus G. Bos, 1987 "Flume: A Computer Model for Estimating Flow through Long- Throated Measuring Flumes", U.S.D.A. Argricultural Research Service, ARS-57.

4- Clemmens, Albert J., John A. Replogle, 1980 "Constructing Simple Measuring Flumes for Irriagation Canals, U>.S.D.A., Farmers "Bulletin No. 2268.

5- U.S.B.R. 1984, "Water Measurement Manual". A Water Resources Manual Publication, Second Edition.