

## یک گام فراتر در راه توسعه پس از سرمایه گذاری اقتصادی از طریق طراحی و مهندسی سامانه های هوشمند مدیریت مصرف و بهره برداری از شبکه های آبرسانی در بخش های شرب، صنعت، فضای سبز و کشاورزی

مهدی قیصری\*، دانشیار دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده کشاورزی، گروه مهندسی آب

\*پست الکترونیکی: gheysari@cc.iut.ac.ir

### چکیده

در شرایط کنونی پس از انجام سرمایه گذاری اقتصادی تنها راه حل برای مدیریت بحران کمبود آب، افزایش بهره وری مصرف آب و مدیریت آب از منبع تا مصرف در تمام بخش های صنعت، کشاورزی، فضای سبز و شرب می باشد. خوشبختانه در کشور سرمایه گذاری اقتصادی خوبی برای زیرساخت های مرتبط با مسائل آب انجام شده است. اما در زمینه مدیریت و بهره برداری اقدامات اساسی انجام نشده است. سامانه مدیریت هوشمند آب یک راه حل جامع برای نظارت و کنترل بر مصرف آب در بخش های مختلف ارائه می دهد.

کلید واژه‌ها: سامانه پایش، مدیریت آب، هوشمندسازی

### ۱- مقدمه

بر اساس شاخص های معتبر بین المللی، کشور ایران از نظر منابع آب در شرایط تنش آبی و بحران شدید آب قرار دارد. در حال حاضر بسیاری از مناطق کشور با کمبود شدید منابع آب روبرو هستند و از طرفی منابع آب موجود به دلیل اضافه برداشت، تغییرات اقلیمی و بارگزارای زیاد، شدیداً تحت تاثیر قرار گرفته اند. در شرایط کنونی تنها راه حل برای مدیریت بحران کمبود آب، افزایش بهره وری مصرف آب و مدیریت آب از منبع تا مصرف در تمام بخش های صنعت، کشاورزی، فضای سبز و شرب می باشد. خوشبختانه در کشور سرمایه گذاری اقتصادی خوبی برای زیرساخت های مرتبط با مسائل آب انجام شده است. اما در زمینه مدیریت و بهره برداری اقدامات اساسی انجام نشده است. زمانی توسعه به معنای واقعی در بخش آب تحقق می یابد که به تمام جنبه های توسعه مخصوصاً مدیریت و بهره برداری توجه شود.

در حال حاضر مدیریت شبکه آبرسانی و آبیاری در عرصه های فضای سبز توسط پیمانکاران انجام می شود و ابزار نظارتی کارآمدی نیز برای کنترل فعالیت های پیمانکاران وجود ندارد. مجموعه پیمانکاران به روش های سنتی و بدون جامع نگری به کل سیستم، بهره برداری از شبکه آبرسانی و آبیاری فضای سبز را انجام می دهند. هر پیمانکار به طور مستقل، برنامه های خود را برای بهره برداری از سیستم پیاده می نماید. این مسئله در شبکه های گسترده و مشترک در چند منطقه، مشکلات زیادی ایجاد می نماید از جمله برداشت آب در ابتدای خط توسط یک پیمانکار و کاهش شدید فشار سیستم در پایین دست و عدم عملکرد سیستم های آبیاری تحت فشار. از طرفی شبکه های آبرسانی یک مجموعه در هم تنیده و بزرگ می باشد که نحوه بهره برداری در هر منطقه بر روی سایر مناطق تأثیر گذار می باشد که در روش های جاری این برهمکنش ها نادیده گرفته شده و مدیریت سیستم به صورت منطقه ای انجام می گردد. به علاوه روش های غرقابی

به عنوان روش آبیاری سریع در انواع عرصه‌های فضای سبز توسط پیمانکاران اجرا می‌شود. در این شرایط آبیاری با راندمان بسیار پایین و هدر رفت بالای آب انجام می‌شود. در مناطق با دسترسی مطلوب به منابع آب جریان‌های رواناب در فضای سبز، نفوذ عمقی و بیش آبیاری در حالی اتفاق می‌افتد که در برخی مناطق دیگر با وجود کاربرد روش‌های نوین آبیاری، فضای سبز با بحران کمبود آب و تنش خشکی روبروست.

با توجه به گستردگی و تعدد قطعات فضای سبز در شهرها، شهرداری جهت نگهداری از فضای سبز ناگزیر به استفاده از پیمانکاران و آبیاران فضای سبز است و تنها راه مدیریت این مجموعه نظارت واقعی بر فعالیت‌های آنان می‌باشد. نظارت بر فعالیت پیمانکاران با استفاده از کارشناسان و نیروی انسانی عملاً غیر ممکن است. نمی‌توان به ازای هر آبیاری یک نفر کارشناس یا پلیس را مأمور نظارت بر نحوه آبیاری نمود.

لذا در شرایط فعلی بهره‌برداری از شبکه‌های آبرسانی ناکارآمد و کم بازده و میزان آب بدون درآمد در شهرها و استان‌های مختلف کشور بالا می‌باشد. با کاربرد تکنیک‌های مدیریت هوشمند در شبکه‌های آبرسانی مدیریت سیستم به صورت یکپارچه و برخط انجام می‌گردد و تغییرات در ابزارهای کنترلی مانند وضعیت روشن و خاموش بودن پمپ‌ها، وضعیت شیرهای فشارشکن و شیرهای کنترلی به صورت لحظه‌ای متناسب با تغییرات در مصارف و حجم آب در دسترس انجام می‌گردد. در شبکه‌های آبرسانی متوسط ۱۰ الی ۳۰ درصد از مصارف مربوط به نشت از شبکه می‌باشد که رابطه مستقیم با فشار در شبکه دارد. با مدیریت فشار در ساعات مختلف شبانه روز و ایام سال متناسب با تغییرات مصرف میتوان به میزان قابل توجهی آب بدون درآمد مربوط به نشت از شبکه را کاهش داد. شبکه‌های آبرسانی از یک طرف از گران‌قیمت‌ترین زیرساخت‌های شهری به شمار می‌روند و از طرف دیگر به دلیل جریان یافتن آب در این شبکه‌ها عمر مفید کوتاهتری نسبت به سایر تأسیسات دارند. مدیریت فشار یک ابزار کارآمد برای کاهش آب بدون درآمد و بهره‌وری بیشتر از شبکه می‌باشد. مدیریت فشار منجر به کاهش میزان نشت و باعث افزایش عمر تأسیسات و تجهیزات شبکه، کاهش تعداد حوادث و اتفاقات و همچنین کاهش آب مصرفی می‌گردد. با استفاده از مدیریت فشار در شبکه می‌توان در زمان کم‌آبی و بحران با کنترل فشار حجم آب در دسترس را به صورت یکسان در شبکه توزیع نمود و از جیره‌بندی و قطع آب خودداری نمود.

لازم به ذکر است که برنامه‌های علمی و عملی آبیاری عرصه‌های فضای سبز با توجه به مطالعات و پژوهش‌های متعدد انجام شده قابل تدوین و ارائه می‌باشند. این برنامه دقیق و مدون، قابل ارائه به پیمانکاران و آبیاران فضای سبز در هر بخش و منطقه می‌باشد ولیکن ضمانت اجرای آن منوط به دسترسی به ابزارهای نظارتی کارآمد است. سامانه پایش می‌تواند نقش نظارتی، مانیتورینگ و کنترلی در سطح شبکه آبرسانی فضای سبز شهر را داشته باشد.

سامانه پایش مجموعه‌ای از سخت‌افزارها و نرم‌افزارها است که امکان مشاهده وضعیت جاری و تغییرات سیستم در طول زمان را فراهم می‌کند. به عبارت ساده‌تر سامانه پایش در یک شبکه آبرسانی به ما این امکان را می‌دهد تا بدانیم در زمان حال یا در گذشته آب به چه مقدار و چه مدت از کجا برداشت شده و چه مقدار و چه مدت به کجا تحویل داده شده است. با پاسخگویی به این دو سوال می‌توان بر روند اجرای برنامه‌های آبیاری و فعالیت پیمانکاران نظارت نمود و در صورت تخطی از برنامه‌های تعیین شده تذکرات و اقدامات لازم را انجام داد. پیاده‌سازی یک سامانه پایش با نصب تجهیزاتی همراه خواهد بود تا در نتیجه آن بتوان مواردی همچون میزان آب برداشت شده از چاه‌ها، آب عبوری از لوله‌ها، آب تحویل داده شده به گره‌های مصرف، فشار در نقاط مختلف شبکه، سطح آب داخل مخازن،

وضعیت روشن و خاموش بودن پمپ‌ها، وضعیت باز و بسته بودن شیرها و ... را در مرکز پایش و در یک نقطه مشاهده کرد. در سامانه پایش دو موضوع اصلی دنبال می‌شود

### ۱- شناخت و ثبت اطلاعات

رفتارها و عکس‌العمل‌های بوجود آمده در سیستم با استفاده از سامانه پایش دریافت و ثبت می‌شود که این مقوله کمک بسیاری را در تدوین دستورالعمل‌های اجرایی یک سیستم خواهد نمود. در حوضه منابع آب و شبکه‌های هیدرولیکی اطلاعات ثبت شده توسط سامانه‌های پایش اساس ایجاد مدل‌ها و ابزارهای مدیریتی را تشکیل می‌دهند.

### ۲- نظارت و کنترل

نظارت و کشف رفتارها، واکنش‌ها و اختلالات یک مجموعه با استفاده از سامانه پایش امکان پذیر خواهد بود. به عنوان مثال در یک شبکه هیدرولیکی افت ناگهانی فشار در یک نقطه یا منطقه توسط سامانه پایش ثبت و نمایش داده می‌شود. این مسئله می‌تواند ناشی از عواملی همچون افزایش مصرف در آن قسمت، شکستگی لوله، تخلیه ناگهانی آب از شبکه و اتفاقاتی از این نظیر باشد که با وجود سامانه پایش مجموعه بهره‌بردار به سرعت از رخداد اطلاع حاصل نموده و عکس‌العمل مناسب را انجام خواهد داد.

سامانه هوشمند بهره‌برداری از شبکه آبرسانی، قابلیت کاربرد در شبکه‌های آب شرب، صنعت و فضای سبز شهری را دارد. در این سامانه‌ها، پارامتر فشار و مصرف به عنوان مهمترین پارامترها در بهره‌برداری از شبکه‌های آبرسانی به صورت هوشمند تحت وب مدیریت می‌شوند، به نحوی که در تمام دوره بهره‌برداری از شبکه آبرسانی با توجه به ظرفیت هیدرولیکی سیستم، فشار بهینه تعیین و توسط ابزارهای کنترلی بر روی شبکه اعمال می‌گردد. از مزیت‌های این سیستم می‌توان به کاهش مصرف انرژی، کاهش نشت از شبکه آبرسانی، کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری شبکه آبرسانی، کاهش هزینه‌های نیروی انسانی، افزایش عمر مفید تاسیسات، مدیریت توزیع عادلانه آب شرب در شرایط کمبود آب و حذف جیره‌بندی در شهر، افزایش رضایت مندی مشتریان، و در بخش فضای سبز شهری و صنعتی تخصیص آب به عرصه‌های فضای سبز بر اساس نیاز آبی، نظارت بر اجرای برنامه‌های آبیاری تدوین شده در هر عرصه، اعمال نقطه نظرات کارشناسی و افزایش بهره‌وری مصرف آب در فضای سبز شهری و صنعتی اشاره نمود.

سامانه مدیریت هوشمند توزیع آب یک راه حل جامع برای نظارت و کنترل بر مصرف آب در بخش‌های مختلف را ارائه می‌دهد. بنابراین با توجه به بحران کمبود آب کشور و با توجه به سیاست‌های اقتصاد مقاومتی مبنی بر مدیریت مصرف با تأکید بر اجرای سیاست‌های کلی اصلاح الگوی مصرف و سیاست‌های مدیران و بخصوص مدیریت شهری باید در جهت افزایش بهره‌وری مصرف آب و مدیریت آب از منبع تا مصرف در تمام بخش‌های صنعت، کشاورزی، فضای سبز و شرب و مدیریت توزیع عادلانه آب در شرایط کمبود آب باشد.

از منظر دیگر، امروزه در تمام نقاط کشور شاهد خشک شدن شاخه‌ها و سرشاخه‌های درختان هستیم و درختان کهنسال در شهر به دلیل کمبود آب دچار استرس‌های شدیدی می‌شوند. از طرف دیگر به دلیل مسائل زیست محیطی حفظ درختان کهنسال موجود در مجتمع‌های صنعتی و مادر کشور که سرمایه‌های ملی محسوب می‌شوند از اهمیت بالایی برخوردار است. به طوریکه اگر این درختان در شرایط فعلی آب و هوایی کشور خشک شوند، به دلیل محدودیت‌های آبی، کاشت مجدد نهال این درختان و رسیدن به تاج پوشش و کنوپی مورد نظر غیر ممکن به نظر می‌رسد. در چنین شرایطی تعیین مقدار بهره‌وری مصرف آب در یک منطقه مشخص و ارزیابی

میزان شادابی درختان و فضای سبز، لازم و ضروری می‌باشد. لذا تعیین دقیق نیاز آبی فضای سبز شهری و کشاورزی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. یکی از معتبرترین روش‌های تعیین نیاز آبی گیاهان محاسبه بر اساس گونه، سن گیاه، شرایط میکروکلیم و اقلیمی و با توجه به محدودیت‌های خاک، آب و محدودیت‌های محیطی می‌باشد. پس از تعیین نیاز آبی گونه‌های گیاهی، مهمترین مسئله تدوین بهترین برنامه آبیاری و مدیریت آبیاری بر اساس شرایط خاک و آب منطقه، نوع درختان، سن درختان، سابقه و روش آبیاری قبلی درختان می‌باشد. باید توجه داشت که تا کنون مطالعات جامعی در بیشتر نقاط کشور در زمینه شرایط آب و هوا (دما و بارش)، بافت خاک، توپوگرافی زمین و گونه‌های گیاهی انجام شده است. اما هیچگاه از این داده‌ها به صورت عملیاتی استفاده نشده است و شرایطی جهت کنترل و اعمال برنامه‌های تدوین شده وجود نداشته است. لذا ضروری است که تکنولوژی سامانه هوشمند در کشور بومی سازی گردد و طراحی‌ها، نرم افزارها و برقراری ارتباط بین مدلها و داده‌ها که تا بحال در کشور عملیاتی نشده‌اند، عملیاتی و اجرایی گردند. چراکه داده‌های خروجی آن برای مدیران و تصمیم‌گیران کشور بسیار مهم می‌باشد.

شایان ذکر است که سامانه‌های هوشمند مدیریت منابع آب و شبکه‌های آبرسانی منجر به بهره‌برداری بهینه از منابع آب در دسترس با توجه به شرایط کمی و کیفی منابع، اضافه شدن ارزش افزوده به سرمایه‌گذاری‌های اولیه و هزینه‌های جاری سیستم، نظارت بر فعالیت‌های بهره‌برداران شبکه آبرسانی، افزایش بهره‌وری مصرف آب (کاهش هزینه تامین آب)، شناسایی به موقع اختلالات و خرابی‌ها در شبکه آبرسانی (کاهش هزینه تعمیر و نگهداری)، مدیریت فشار و امکان اجرا و عملکرد دقیق سیستم‌های آبیاری نوین (کاهش هزینه سیستم‌های آبیاری تحت فشار)، استفاده از اطلاعات ثبت شده توسط سامانه پایش در سطح کلان مدیریتی و کاهش ریسک خشکسالی و امکان برنامه‌ریزی در شرایط کمبود آب (حفظ فضای سبز در شرایط بحران) می‌گردند.

## ۲- مراجع

- [1] Samir, N., Kansoh, R., Elbarki, W. and Fleifle, A. (2017) "Pressure control for minimizing leakage in water distribution systems" Alexandria Engineering J., 56, 601-612.
- [2] Lubica, M. and Kelemen, M. (2012) "Design of algorithm of hydraulic control system" Procedia Engineering, 48, 413 - 419.
- [3] Zheng, Y., Wu, and Christopher, C. (2009) "Evolving effective hydraulic model for municipal water systems" Water Resour Manage, 23, 117-136.