

کاربرد شبکه‌های حسگر بی‌سیم به جهت تشخیص نشت و هدررفت آب در خطوط انتقال

¹ محمد حسین همایی، ² بهنام فرهادی، ³ ایرن کهوازاده

¹ Homaei@wsnlab.ir، لابراتوار شبکه حسگر بی‌سیم ایران،

² Farhadi@wsnlab.ir، لابراتوار شبکه حسگر بی‌سیم ایران،

³ I.Kahvazadeh@wsnlab.ir، لابراتوار شبکه حسگر بی‌سیم ایران،

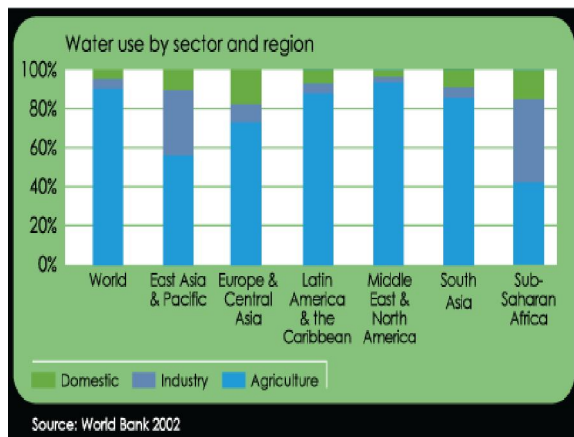
چکیده

بحث اهمیت مصرف آب و بهبود روش‌های استفاده از این ماده حیاتی از سال 1950 مورد توجه قرار گرفت. در سال 2006 میزان تصفیه و بازآوری آب تا حدود 4300 KM³ بود که برابر 30 درصد از میزان مصرف آب در حوزه مصرف شرب می‌باشد. این آمارها مصرف بهینه آب را در صدر موضوعات مهم آینده قرار می‌دهد. اکثر شهرهای دنیا پدیده نشت آب در خطوط آبرسانی امری طبیعی است. عملکرد مدیریتی در این حوزه می‌تواند بهتر انجام گردد زیرا حجم بسیار بالایی از آب در طی نشت آب به هدر می‌رود. کنترل و مانیتورینگ خطوط انتقال آب به بهبود دسترسی شهروندان و صنعت می‌انجامد که خود باعث کاهش هزینه‌ها و کاسته شدن از نرخ آب بها می‌باشد. ما با مشکل آب، نه تنها در شهرها بلکه در خانه‌ها نیز مواجه هستیم، چون که هر قطره آب شمرده خواهد شد. ما در این مقاله با استفاده از شبکه‌های حسگر بی‌سیم، تکنولوژی‌هایی برای نظارت دقیق‌تر شهرها بر سیستم‌های لوله‌کشی آب آشامیدنی و شناسایی خطرات هدر رفتن آب ارائه خواهیم داد.

واژه‌های کلیدی: تشخیص نشت در خطوط لوله آب، شبکه‌های حسگر بی‌سیم، مانیتورینگ، شهر هوشمند

1- مقدمه

موضوعات مهم آینده قرار می‌دهد. با توجه به نمودار شکل 1-1، حتی ۲۰ درصد جمعیت کل کره‌ی زمین دسترسی به آب آشامیدنی ندارند پس در این نمودار درج نگردیده‌اند. نکته اینک بیش از ۳/۴ حجم (مساحت) کره زمین را آب شامل شده است [1]. اما حدود ۳ درصد آن قابل شرب می‌باشد. بر اساس آمارهای منتشر شده در مجلات معتبر علمی بطور میانگین بیش از 80 درصد از آب مصرفی به بخش کشاورزی اختصاص دارد که این آمار شامل بخش انتقال آب نیز می‌گردد.



شکل 1-1 نمودار جهانی میزان مصرف آب در بخش‌های مختلف

در سالهای اخیر کاهش میزان بارش بویژه در کشورهای خاورمیانه که در آنجا اقلیم خشک و نیمه خشک حاکم است، موجب بروز مشکل در منابع آب، مخصوصاً به لحاظ مقدار آن شده و این وضعیت بر سیاست‌های موجود آب کشورها تاثیر می‌گذارد. ایران که جغرافیای وسیعی دارد، اخیراً با مسائل عدیده‌ای در زمینه‌های مقدار و کیفیت منابع آب مواجه شده است. مدیریت نامناسب منابع آب، اصراف بخشی از آب مصرفی، کاهش میزان بارش، بالا بودن میزان تبخیر، طوفان‌های شن، استفاده بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی و آلودگی، علل و مشکلات مسائل مربوط به منابع آب ایران را تشکیل می‌دهند.

بحث اهمیت مصرف آب و بهبود روش‌های استفاده از این ماده حیاتی از سال ۱۹۵۰ مورد توجه قرار گرفت. در سال ۲۰۰۶ میزان تصفیه و بازآوری آب تا حدود ۴۳۰۰ KM³ که برابر ۳۰ درصد از میزان مصرف آب در حوزه مصرف شرب می‌باشد، صورت پذیرفت. در قرن بیستم میزان مصرف آب در بین سال‌های ۱۹۹۵ - ۱۹۰۰ بیش از ۶۰ درصد رشد داشته است و در برابر رشد جمعیت این میزان دو برابر گردیده است. در روند رو به رشد که افزایش ۷۵ درصدی از ۱۹۶۰ و تخمین ۳۰ الی ۲۰ درصدی را شامل می‌شود، مصرف بهینه آب را در صدر

1-1 وضعیت موجود آب در ایران

ایران که تحت تاثیر اقلیم نیمه خشک خاورمیانه است، با مساحت ۱۷۵ میلیون کیلومتر مربع، جغرافیای وسیعی را به خود اختصاص می‌دهد. ایران در یکی از خشک‌ترین مناطق جهان واقع شده است. میانگین میزان بارش سالانه ۲۵۲mm است. این رقم یک سوم میانگین بارش جهانی است. در شرایط جوی موجود، ۱۷۹mm از این میزان بارش یعنی ۷۱ درصد تبخیر می‌شود. میانگین سالانه میزان تبخیر ۱۵۰۰ الی ۲۰۰۰mm می‌باشد.

این رقم، یک سوم میانگین جهانی است. در حالیکه رقم مزبور در مناطق کوهستانی شمال کشور ۲۰mm در سال می‌باشد، در صحراها ۲۰۰۰mm در سال است. دو سوم از جغرافیای ایران کمتر از رقم میانگین، بارندگی دارند. میزان آب شرب ایران ۱۳۰ میلیارد متر مکعب تخمین زده می‌شود. در روند طبیعی، ۲۹ میلیارد مترمکعب از آب مصرفی مجدداً به ذخایر زیرزمینی و روی زمین باز می‌گردد. با افزوده شدن این آب به میزان آب موجود در ایران، مقدار آب بدست آمده در ایران به ۱۵۹ میلیارد متر مکعب می‌رسد. ۸۲ درصد از کل آب را آب قابل شرب و ۱۸ درصد را آب در چرخش تشکیل می‌دهد [2].

نرخ افزایش جمعیت در ایران بالاست، بر این اساس جمعیت ایران در سال ۲۰۰۹ میلادی حدوداً ۷۳ میلیون نفر بود. در ۲۰ سال اخیر افزایش سریع جمعیت، موجب تغییر بافت جمعیت شهرها و روستاها شده است. در حالیکه قبل از انقلاب، نسبت جمعیت روستاها به شهرها ۶۰/۴۰ بود، امروز این نسبت کاملاً برعکس شده است [4].

در سال ۲۰۰۶ میلادی ۳۹ درصد از جمعیت کشور در روستاها و ۶۱ درصد در شهرها زندگی می‌کردند. نسبت جمعیت شهرنشین در سال ۱۹۸۶ میلادی ۴۷ درصد بود و بالا بودن میزان مهاجرت به شهرستان‌های کوچک و روستاها جلب توجه می‌کرد. آبهایی که در گذشته بمنظور آبیاری استفاده می‌شدند، اکنون برای تامین آب شرب مورد نیاز شهرها بکار برده می‌شوند. افزایش جمعیت، شهرنشینی، فعالیت‌ها در بخش صنعت و توسعه بخش کشاورزی، نیاز به آب در ایران را افزایش داده است [3].

2- معرفی شبکه‌های حسگر بی‌سیم

شبکه حسگر شبکه‌ای متشکل از تعداد زیادی گره کوچک است. در هر شبکه تعدادی حسگر و/یا کارانداز وجود دارد. شبکه حسگر بشدت با محیط فیزیکی تعامل دارد. از طریق حسگرها اطلاعات محیط را گرفته و از طریق کار اندازها واکنش نشان می‌دهد. ارتباط بین گره‌ها بصورت بی‌سیم است. هرگره بطور مستقل و بدون دخالت انسان کار می‌کند و

نوعاً از لحاظ فیزیکی بسیار کوچک است. این مقاله ضمن معرفی شبکه-ی حسگر بی‌سیم کاربردها و ایده‌های مرتبط با این شبکه‌ها جهت استفاده در سیستم‌های هوشمند را نیز معرفی می‌نماید.

پیشرفتهای اخیر در فناوری ساخت مدارات مجتمع در اندازه‌های کوچک از یک سو و توسعه فناوری ارتباطات بی‌سیم از سوی دیگر زمینه ساز طراحی شبکه‌های حسگر بی‌سیم شده است. تفاوت اساسی این شبکه‌ها ارتباط آن با محیط و پدیده‌های فیزیکی است. شبکه‌های سنتی ارتباط بین انسان‌ها و پایگاه‌های اطلاعاتی را فراهم می‌کند در حالی که شبکه‌ی حسگر مستقیماً با جهان فیزیکی در ارتباط است و با استفاده از حسگرها محیط فیزیکی را احساس کرده، بر اساس مشاهدات خود تصمیم‌گیری نموده و عملیات مناسب را انجام می‌دهند. شبکه حسگر بی‌سیم یک نام عمومی برای انواع مختلف است که به منظوره‌ای خاص طراحی می‌شود. برخلاف شبکه‌های سنتی که همه منظوره‌اند شبکه‌های حسگر نوعاً تک منظوره هستند.

3- مزایای مانیتورینگ منابع آب در شهرهای هوشمند

کنترل و مانیتورینگ خطوط جریان آب به بهبود دسترسی شهروندان و صنعت می‌انجامد که خود باعث کاهش هزینه‌ها و کاسته شدن از نرخ آب‌بها می‌باشد. اما این عمل مانیتورینگ تاثیرات زیادی را می‌تواند حاصل کند که در اینجا به اختصار برخی از آن‌ها عنوان می‌نماییم:

- افزایش دسترسی جامعه شهری به آب آشامیدنی
- کاهش تاثیرات آب و هوایی در دسترسی به آب آشامیدنی
- قابلیت توسعه روش‌های سنتی آب رسانی در اکثر مکان‌ها امکان پذیر می‌باشد.

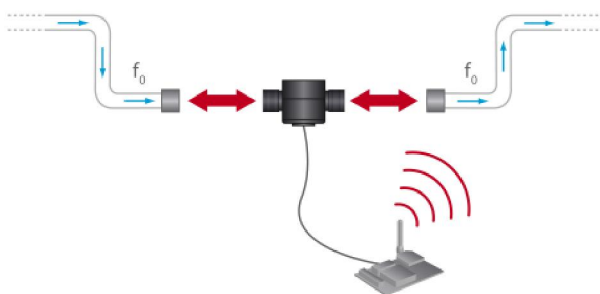
4- مدیریت عملکرد و کاهش نشت آب

مدیریت منابع آب بدین معناست که مدیریت عملکرد و کاهش کلیه راه‌های نشت آب صورت پذیرد. در دنیا، در اکثر شهرها پدیده نشت آب در خطوط آبرسانی امری طبیعی است. عملکرد مدیریتی در این حوزه می‌تواند بهتر انجام گردد زیرا حجم بسیار بالایی از آب در طی نشت آب به هدر می‌رود.

برای مثال: میزان هدر رفت آب در سیستم آبرسانی شهرها بیش از آمارهای زیر است:

- بیش از ۲۰ درصد در کانادا و ایالات تابعه
- بیش از ۲۰ درصد در انگلستان، اسپانیا، مالت و جمهوری چک
- بیش از ۲۵ درصد در رم
- نزدیک به ۵۰ درصد در لندن و ویتنام

حسگرها در نقاط استراتژیک می‌توانند پوشش تمام شهر را تضمین کنند. داده‌های این حسگرها را می‌توان در فواصل منظم جمع‌آوری نمود و توسط شبکه‌های بی‌سیم برای تجزیه و تحلیل و اقدام‌های پیشگیرانه به مرکز کنترل در شهر فرستاد. داده‌ها همچنین می‌توانند به طور مستقیم بر روی اینترنت با جامعه محلی و صنعت به اشتراک گذاشته شوند، به طوری که هر کس می‌تواند بفهمد و درک کند که در مدیریت آب شهر مسئول است.

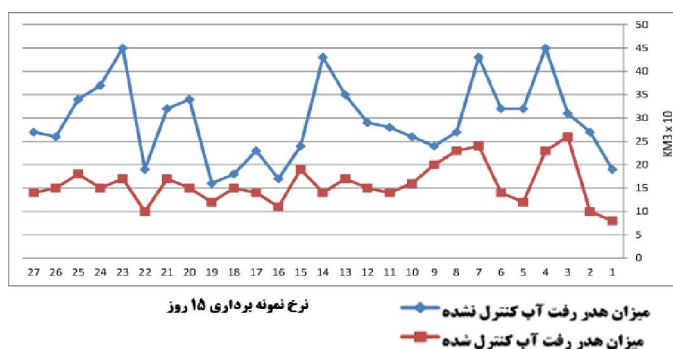


شکل 5-1 نحوه جاگذاری حسگرهای بی‌سیم در مسیر خطوط انتقال

با توجه به اینکه اکثر موارد نشتی خطوط لوله آب در محل‌های تقاطع و یا اتصال آن‌ها می‌باشد، لذا محاسبه میزان دبی آب در مسیر خط لوله می‌تواند موجب تشخیص و در نتیجه اثبات یک نشتی و هدر رفت آب را داشته باشد (شکل 5-1). این تکنولوژی در قالب یک طرح پژوهشی توسط نویسندگان این مقاله، کلیه مراحل تست و دریافت اطلاعات ناشی از کاهش فشار آب را در خطوط لوله به ثبت رسانده است [9]. پکیج حسگر فوق قابلیت تشخیص ۱۲.۰ تا ۸۰ لیتر در هر دقیقه را دارد که به نوبه خود یک نوآوری در صنایع خطوط انتقال آب محسوب می‌شود [8].

6- نتایج شبیه‌سازی

با توجه به آمارهای موجود، پیاده‌سازی سیستم و نتایج شبیه‌سازی و داده‌های آماری موجود نتایج حاصل با شبیه‌ساز متلب بدست آمده است.



شکل 6-1 تاثیرات کنترل و رسیدگی به موقع تشخیص

اوضاع وخیم‌تر اینکه، در آمارهای سازمان‌های محیط زیستی در اروپا و تخمین‌ها در ۲۰۳۰، که کمتر از ۲۰ سال به آن مانده است، میزان مصرف آب به بیش از ۴۰ درصد خواهد رسید [5]. متأسفانه در کشور ایران بدلیل عدم استفاده از روش‌های سیستماتیک و حتی نبود اطلاعات دقیق از میزان هدر رفت آب در بخش‌های مختلف اعم از مصارف شهری، صنعتی و کشاورزی نمی‌توان عدد خاصی را عنوان نمود. اما می‌توان با بهره‌گیری از الگوها و آمارهای جهانی تا حدود زیادی این مقادیر را از کشورهای در حال توسعه الهام گرفت.

5- مشکلات نشت آب و راهکارهای تکنولوژی حسگرها

ما با مشکل آب، نه تنها در شهرها بلکه در خانه‌ها نیز مواجه هستیم، چون که هر قطره آب شمرده خواهد شد. شبکه‌های حسگر بی‌سیم تکنولوژی‌هایی برای نظارت دقیق‌تر شهرها بر سیستم‌های لوله‌کشی آب آشامیدنی و شناسایی خطرات هدر رفتن آب ارائه خواهند داد. شهرهایی که با تکنولوژی شبکه‌های حسگر بی‌سیم به مشکل نشتی آب خود پرداخته‌اند صرفه جویی بالایی در سرمایه‌گذاری خود خواهند داشت.

به عنوان مثال در کشور ژاپن محاسبه شده است که ۱۷۰ میلیون دلار (USD) صرفه جویی سالانه به علت تشخیص سریع مشکلات نشت آب داشته صورت خواهد پذیرفت. در طرح تحقیقاتی ما حسگر اندازه‌گیری هوشمند شامل یک حسگر جریان آب است که می‌تواند نرخ جریان آب لوله در محدوده‌ی ۰.۱۲ تا ۸۰ لیتر/دقیقه را تشخیص دهد. سیستم می‌تواند داده‌های اندازه‌گیری شده‌ی جریان آب لوله را به طور منظم گزارش کند و با ارسال هشدار به صورت خودکار برای مرکز کنترل در صورتی که استفاده از آب در خارج از محدوده طبیعی باشد را داشته باشد [6].

این کار به یک شهر هوشمند اجازه می‌دهد تا محل نشت لوله‌ها را شناسایی کرده و تعمیرات خودش را بر اساس مقدار از دست دادن آب که می‌تواند جلوگیری نماید را در اولویت قرار دهد. برای سناریوهای خانگی، یک حسگر ساده برای تشخیص آب موجود در طبقات لازم است که می‌تواند نواحی که نیاز به تعمیر و تثبیت دارند را شناسایی کرده و هشدار دهد [7].

در نهایت اینکه حسگرها در کشاورزی نیز استفاده شوند، بدین صورت که می‌توانند رطوبت خاک را به عنوان یک راه برای تعیین اینکه اگر زمین از نشت لوله جذب آب دارد را تخمین بزنند و یا فقط به منظور بهینه‌سازی آب مورد استفاده در آبیاری نظارت داشته باشند. حسگرها به عنوان بخشی از شبکه به منظور نظارت و نشت لوله‌های آب در سراسر منطقه شهری می‌توانند مورد استفاده قرار بگیرند. قرار دادن

7- نتیجه گیری

امروزه استفاده از تکنولوژی‌های نو در جهت استفاده بهینه منابع تجدید ناپذیر از اهمیت فوق العاده‌ای برخوردار گردیده است. یکی از این ابزارهای مفید و ارزان شبکه‌های حسگر بی‌سیم می‌باشند که با کنترل لحظه به لحظه پارامترهای درخواستی کاربر و ارسال گزارشات لازم بهترین جایگزین سیستم‌های آنالوگ می‌باشند. تشخیص میزان نشت آب از خطوط لوله توسط راه‌های مختلفی انجام می‌پذیرد که در این مقاله برخی از اهم آن‌ها را عنوان نمودیم. کاربرد شبکه‌های حسگر بی‌سیم در بحث کاهش مصرف آب به این موارد ختم نمی‌شود. بلکه استفاده از این حسگرها جهت اجرای سیستم کم آبیاری گیاهان که بسته به میزان مکش رطوبتی خاک می‌باشد نیز در دست تحقیق است [3]. این گروه تحقیقاتی مقاله فوق را در قالب طرح پژوهشی با نظارت امور آب استان همدان و بنیاد ملی نخبگان به انجام رسانیده و در فاز بهبود ارتباط پروتکل بین گره‌های حسگر بی‌سیم به سر می‌برد. هدف از این فاز کاهش مصرف انرژی بر اساس نرخ نمونه برداری در این شبکه است.

سپاسگزاری

در اینجا جا دارد از زحمات بی‌دریغ جناب آقای مهندس وحید مغیث کمال تشکر و قدردانی را داشته باشیم.

مراجع

- [1] فهیمی، روشنک، "روش‌های بازبینی و نشت یابی خطوط انتقال و توزیع آب"، اولین همایش ملی بهره‌برداری در بخش آب و فاضلاب، 1385.
- [2] اسکندری سعید، وصالی ناصح محمدرضا، "تعیین نقاط احتمالی نشت در سیستم‌های لوله‌ای تحت فشار به کمک تعادل فشاری و با استفاده از مدل *Water Gems*"، سومین کنگره ملی مهندسی عمران، 1387.
- [3] شعبانی محمدکاظم، هنر تورج، زیبایی منصور، "مدیریت بهینه آب و مطالعه موردی ارزیابی استراتژی کم آبیاری به صورت یکپارچه"، اولین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، 1385.
- [4] نوده فراهانی ابوالفضل، "کاهش تلفات در سیستم‌های انرژی بر تاسیسات آب و فاضلاب"، اولین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، 1385.

[5] جعفری هادی، "مدیریت سیستم‌های حوادث و اتفاقات در شبکه

های توزیع آب شهری با استفاده از سیستم‌های اطلاعات مکانی

(GIS)، اولین همایش ملی بهره‌برداری در بخش آب و فاضلاب، 1385

[6] Tracy Britton, Rodney A. Stewart, "SMART METERING: PROVIDING THE FOUNDATION FOR POST METER LEAKAGE MANAGEMENT", International Water Association (IWA) Efficient 2009.

[7] Totty Michael, "Smart Roads. Smart Bridges. Smart Grids", Wall Street Journal, page R1, 2009.

[8] Metje .N, Chapman. D, John A., "Smart Pipes- Instrumented Water Pipes, Can This Be Made a Reality?", Journal, MDPI, Sensors 2011.

[9] A YF Lin, Chang Liu, "NANOSensors for Monitoring Water Quantity and Quality in Public Water Systems", Book Champaign, Illinois 2009.