



شرکت آب و فاضلاب شهری گیلان
Guilan Province
Water and Wastewater Company



شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
National Water and Wastewater
Engineering Company



آب بدون درآمد و مدیریت مصرف

فصلنامه تخصصی-پژوهشی شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

ناشر: شرکت آب و فاضلاب شهری گیلان

سال چهارم / شماره ۴ / زمستان / ۱۳۹۷

**Non-Revenue Water Journal
(NRWJ)**

Issue No.1
Feb-Mar 2019



عید نوروز باستانی و فرا رسیدن سال ۱۳۹۸ را تبریک عرض نموده، سالی توأم با سلامتی، نشاط و کامیابی برایتان آرزو مندیم. هیئت تحریریه فصلنامه آب بدون درآمد و مدیریت مصرف

فراخوان مقاله:

مقالات با ساختار عنوان، چکیده و واژه های کلیدی به زبان فارسی و انگلیسی، مقدمه، مواد و روشها، نتایج و بحث، نتیجه گیری و منابع به همراه آخرین پیش نویس مقاله جهت بررسی و داوری ارسال می شوند. فایل "راهنمای تهیه مقاله" از طریق ایمیل آدرس maghale@nww.ir در دسترس است.

-در حال حاضر و تا زمان راه اندازی سایت فصلنامه، نویسندگان محترم مقاله می توانند فایل WORD مقالات خود را پس از انطباق با راهنمای تهیه مقاله به همراه pdf آن، به ایمیل maghale@nww.ir ارسال نمایند.

-بخش معرفی کتاب، مقاله، نشریه و مطالب کاربردی فصلنامه آب بدون درآمد و مدیریت مصرف به معرفی آثار علمی و پژوهشی همکاران محترم صنعت آبفا و آبفاراختصاص یافته است. لذا در صورت تمایل به معرفی آثار، همکاران محترم می توانند صفحه روی جلد اثر (کتاب-ژورنال) را بصورت فایل JPEG و چکیده اثر (کتاب-ژورنال) را در قالب فایل WORD (حداکثر در ۱۵۰ کلمه) به ایمیل maghale@nww.ir ارسال فرمایند.



هیئت تحریریه فصلنامه آب بدون درآمد و مدیریت مصرف
Editorial Board of Non-Revenue Water Journal (NRWJ)



سید حمیدرضا کشفی Seyed Hamid reza kashfi

مدیر مسئول Editor-in-Chief

کارشناسی ارشد/ کارآفرینی MSc, Entrepreneurship

kashfi@nww.ir

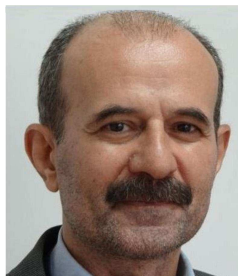


سید علی سیدزاده Seyed Ali Seyedzadeh

دبیر اجرایی Associate Editor

کارشناسی ارشد/ مدیریت صنایع MSc, Industrial Management

seyedzadeh@nww.ir



کاوه حریری اصلی Kaveh Hariri Asli

دبیر علمی Associate Editor

دکتری/مهندسی مکانیک/تبدیل انرژی PhD, Mechanical engineering, energy conversion

maghale@nww.ir



علی اکبر غزلی

عضو Editorial Board
کارشناسی ارشد / مهندسی عمران / مهندسی آب
MSc., Civil engineering, water



ستار صالحی

عضو Editorial Board
دکتری / مهندسی عمران / مهندسی آب
PhD, Civil engineering, water



محسن داوودی سرشت

عضو Editorial Board
کارشناسی ارشد / مهندسی عمران / مهندسی آب و فاضلاب
MSc., Civil engineering, water & wastewater



اردوان نیکنام

عضو Editorial Board
کارشناسی ارشد / مهندسی محیط زیست / مهندسی آب و فاضلاب
MSc., Environmental engineering, water & wastewater



محمد فدوی انبیایی

عضو Editorial Board
کارشناسی ارشد / مهندسی عمران / سازه
MSc., Civil engineering, structure



سیاوش پاکدل

عضو Editorial Board
کارشناسی / مهندسی عمران / آب و فاضلاب
BSc., Civil engineering, water & wastewater



فخرالدین آزاد شهرکی

عضو Editorial Board
کارشناسی ارشد / GIS
MSc., GIS engineering,



سید فرید موسوی

عضو Editorial Board
کارشناسی / مهندسی کشاورزی
BSc., Agricultural Engineering



فریدون عباسپور

عضو Editorial Board
کارشناس / مهندسی مکانیک / سیالات
BSc., Mechanical engineering, fluid mechanic



سعید آزاده مافی

عضو Editorial Board
کارشناسی ارشد / مهندسی صنایع
MSc., Industrial engineering



هادی جعفری

عضو Editorial Board
کارشناسی ارشد / GIS
MSc., GIS engineering,



محرم حیدر زاده

عضو Editorial Board
کارشناسی ارشد / مهندسی مکانیک / تبدیل انرژی
MSc., Mechanical engineering energy conversion

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
پیشگفتار مهندس سید حمیدرضا کشفی معاون راهبری و نظارت بر بهره برداری شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور	۶
مقالات تخصصی و پژوهشی	۷
مناطق مستقل اندازه گیری و الگوریتم مرحله به مرحله اصلاح و توسعه شبکه آب/نویسنده: دکتر کاوه حریری اصلی	۷
تأثیرات کنترل هوشمند فشار در شبکه توزیع آب شهر همدان در راستای مقابله با بحران کم آبی/نویسنده:مهندس هادی جعفری	۲۰
کاهش مصرف آب و آب بدون درآمد در واحدهای مسکونی/نویسنده: مهندس ارسلان قربانی واجارگاه	۲۵
شبیه سازی رفتار مشترکین در مصارف آب با استفاده از مدل عامل بنیان/ نویسنده: مهندس علی عسگر سبحانی	۳۰
معرفی کتاب،مقاله،نشریه و مطالب کاربردی مرتبط	۳۶

*آدرس: تهران، بلوار کشاورز، خ شهید برادران عبدالله زاده(دهکده)، پ ۸ساختمان آبی، دبیرخانه مرکزی، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور. پست الکترونیک: maghale@nww.ir

*با هدف انعکاس دیدگاهها و نظرات مدیریتی در حوزه مدیریت تقاضای آب، پیشگفتار فصلنامه آب بدون درآمد و مدیریت مصرف در هر شماره توسط یکی از مدیران صنعت آب و فاضلاب کشور تهیه میشود.

*مسئولیت آرا و نظرات ارائه شده در فصلنامه بر عهده نویسنده یا نویسندگان است و چاپ مطالب به معنای تأیید از سوی فصلنامه نیست.

*فصلنامه در انتخاب و ویرایش و تلخیص مطالب دریافتی آزاد است.

*نقل مطالب با ذکر مأخذ مجاز است.

پیشگفتار

صنعت آب و فاضلاب کشور ایران با دوچالش عمده و اساسی روبرو می باشد:

۱. کمبود منابع آبی

۲. کمبود منابع مالی

در گذشته به دلیل در اختیار بودن منابع فراوان آبی و بارندگی های مناسب متأسفانه بیشتر توجه متولیان صنعت آب به مقوله تامین آب بوده است و مدیریت تقاضای آب به عنوان یک راه کار اساسی در حفظ منابع ارزشمند آبی کمتر مورد توجه قرار گرفته است.

امروزه به دلیل تغییرات اقلیمی، افزایش جمعیت، توسعه شهرها، ارتقاء سطح بهداشت، افزایش میزان مصرف آب، افت سطح آب منابع زیر زمینی یکی از مهمترین موضوعات در این صنعت بزرگ تغییر نگرش از مدیریت تامین، به مدیریت تقاضای آب می باشد. در این زمینه کاهش آب بدون درآمد و مدیریت مصرف آب از مهمترین اقداماتی می باشد که می بایست در شرکت های آب و فاضلاب در سرلوحه فعالیت های جاری قرار گیرد.

کاهش آب بدون درآمد به عنوان یکی از شاخص های سنجش بهره وری دارای ۲ اثر مهم می باشد:
الف- حفظ منابع ارزشمند آب.

ب- افزایش درآمد شرکت ها جهت ارائه مطلوب.

در این جا ذکر این نکته ضروری است که با توجه به هزینه بر بودن فعالیت های مرتبط با کاهش آب بدون درآمد موضوعی که بیش از گذشته در این زمینه باید مورد توجه و اقدام قرار گیرد استفاده از پتانسیل مشارکت بخش خصوصی-عمومی (PPP) در فعالیت های مرتبط می باشد. تجربه صنعت آب و فاضلاب کشور ایران در استفاده از پتانسیل بخش خصوصی در ساخت و بهره برداری آب شیرین کن ها تاکنون تجربه بسیار موفقی بوده است، امید است در فعالیت های مرتبط با کاهش آب بدون درآمد نیز با تدوین دستورالعمل ها و استانداردهای مرتبط زمینه موثر مشارکت بخش خصوصی درانجام فعالیت ها، فراهم گردد.

سید حمیدرضا کشفی

مدیر مسئول

مقالات تخصصی و پژوهشی

District Metering Area "DMA" & step-by-step algorithm for reclamation & development of water distribution network

Abstract

In the distribution network analysis, a step-by-step algorithm based on flow and pressure equations is used. In this method, solving energy and continuity equations in each repetition is used to analyze the branch and loop networks in separate network segments. In this way, numerically, the network was maintained by one-way pressure regulating valves with an independent function. The present work examines the baseline reclamation and development model in the District Metering Area's "DMA" and in Independent Districts and the separate sections of the network that are separated from the permanent boundaries of the network while analyzing the flow and pressure parameters. The results of this work show that the intelligence of the facility in the DMA of Sowme'eh Sara City will ensure the realization of the objectives of the model of reclamation and development.

Keywords: Intelligent facilities, District Metering Area, step-by-step algorithm, reclamation and development model.

مناطق مستقل اندازه گیری و الگوریتم مرحله به مرحله اصلاح و توسعه شبکه آب

سید محسن حسینی سالکده^۱، کاوه حریری اصلی^{۲*}، علی روح الامین کسمائی^۳، سیده فاطمه موسوی^۴، سعید بازیار^۵، افشین رستگار^۶، احمد حضوری علی پور^۷

^۱ فوق لیسانس مدیریت اجرایی، مدیرعامل و رئیس هیئت مدیره آبفای شهری گیلان، رشت،

m.hosseini@gpww.ir

^۲ دکترای مهندسی مکانیک (تبدیل انرژی)، مشاور مدیر عامل، آبفای شهری گیلان، رشت،

hariri_k@yahoo.com

^۳ لیسانس مهندسی عمران (نقشه برداری)، مدیر آبفای شهری صومعه سرا،

RooholaminAli@ymail

^۴ فوق لیسانس مهندسی محیط زیست (آب و فاضلاب)، رئیس اداره شبکه و تاسیسات آبفای شهری صومعه سرا،

fmosavi.abfa@gmail.com

^۵ لیسانس مهندسی مکانیک (نیروگاه)، کارشناس مسئول مطالعات آب بدون درآمد،

sbazyar5150@yahoo.com

^۶ فوق لیسانس مهندسی عمران (آب)، کارشناس طراحی تاسیسات آب و فاضلاب،

rastgarafshin@gmail.com

^۷ فوق لیسانس ژئومورفولوژی در برنامه ریزی محیطی، کارشناس سیستمهای اطلاعات جغرافیایی،

ahmadhozouri@yahoo.com

(*نویسنده مسئول: hariri_k@yahoo.com)

چکیده

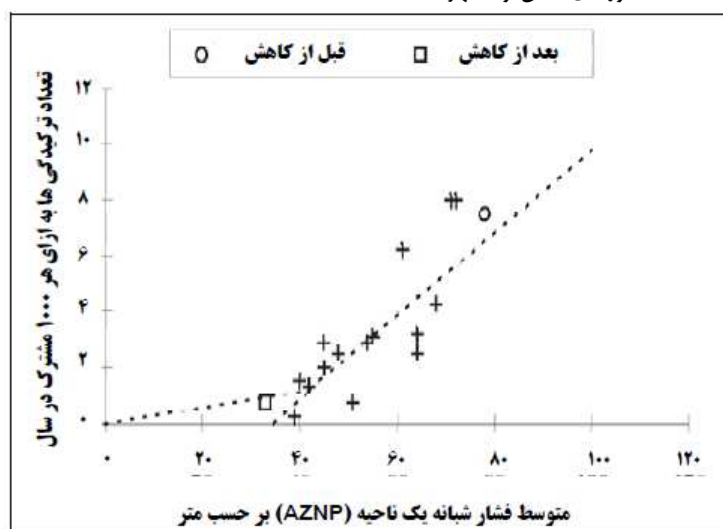
در تحلیل شبکه توزیع از الگوریتم مرحله به مرحله مبتنی بر معادلات جریان و فشار استفاده می گردد. در این روش با حل معادلات پیوستگی و انرژی در هر تکرار، برای تحلیل شبکه های شاخه ای و حلقه ای در بخش های مجزای شبکه اقدام می شود. بدین ترتیب از نظر عددی، شبکه بوسیله شیرهای تنظیم کننده فشار یکطرفه با عملکرد مستقل، پایدار می ماند. تحقیق حاضر مدل اصلاح و توسعه مکان مبنا را در نواحی مستقل اندازه گیری "DMA" District Metering Area و بخش های مجزای شبکه که با مرزهای دائمی از شبکه جدا شده اند ضمن قرائت از راه دور پارامترهای فشار و دبی بررسی می نماید. نتایج این تحقیق نشان می دهد که هوشمندسازی تاسیسات در DMA شهر صومعه سرا، ضامن تحقق اهداف مدل اصلاح و توسعه خواهد بود.

کلمات کلیدی: هوشمندسازی تاسیسات، نواحی مستقل اندازه گیری، الگوریتم مرحله به مرحله، مدل اصلاح و توسعه.

۱-مقدمه

دیتالاگردد در نقاط خاصی از شبکه است. هر کنتور جریان ورودی به مناطق جداگانه DMA را اندازه می‌گیرد. در گام بعدی جریان شبانه به هر منطقه به طور منظم کنترل می‌شود تا شکستگی‌های گزارش نشده و میزان نشت شناسایی و تعیین شوند. در این راستا جهت بررسی حوادث و مدیریت فشار در هر منطقه (شکل ۱) امکان مقایسه بین مناطقی که جریان در آن‌ها توسط دی‌سنج‌های دائمی اندازه‌گیری می‌شود را فراهم می‌گردد. یک DMA از یک یا چند محل تامین آب شده و منطقه‌ای مجزا است، یعنی تبادل جریان با DMA مجاور نداشته و یا در صورت وجود، این جریان توسط کنتور اندازه‌گیری شده و بصورت سرریز از یک DMA به DMA دیگر صورت می‌گیرد.

صومعه سرا شهری در ۲۵ کیلومتری غرب شهرستان رشت است. از شمال به تالاب انزلی، از شرق به رشت و شفت، از غرب به رضوانشهر و ماسال و از جنوب به فومن مرتبط است. هدف تحقیق حاضر، هوشمندسازی تاسیسات در مناطق مستقل اندازه‌گیری آب شهر صومعه‌سرا و ارائه مدل اصلاح و توسعه شبکه توزیع آب است. مناطق مستقل اندازه‌گیری DMA بخش‌های مجزایی از شبکه است که با مرزهای دائمی از شبکه توزیع جدا شده‌اند. به طور مثال می‌توان به منظور پایش نشت در شبکه و کاهش میزان هدر رفت واقعی آب و در نتیجه کاهش مقدار آب بدون درآمد در این بخش‌ها عمل نمود. در آغاز، این فرآیند شامل اندازه‌گیری و ثبت مقادیر فشار و جریان آب در مناطق مجزای اندازه‌گیری DMA است. به منظور پایش نشت در شبکه‌های توزیع آب نیاز به نصب کنتورهای دقیق و مجهز به



شکل (۱): رابطه فشار و حوادث شبکه توزیع آب در مناطق مستقل اندازه‌گیری "DMA"

و معیارهای فنی صنعت آب کشور) و مطالعات تعیین مصرف سرانه آب شهر صومعه‌سرا، حداقل و حداکثر سرانه مصرف مطابق نشریه ۳۰۸ بین ۱۰۰ الی ۱۳۰ لیتر نفر بر روز است [۸]. نتایج حاصل از نمونه‌گیری‌های صورت گرفته و همچنین دستورالعمل تعدیل وزارت نیرو نشان می‌دهد که مصرف سرانه این شهر تا افق طرح در سال ۱۴۲۵ معادل ۲۱۵ لیتر بر شبانه‌روز به ازاء هر نفر بوده که بیانگر فاصله بین مصرف فعلی و استاندارد توصیه شده است. تحقیق حاضر، بخش‌های مجزایی از شبکه که با مرزهای دائمی از شبکه توزیع جدا شده‌اند را تحت عنوان نواحی مستقل اندازه‌گیری DMA جهت تهیه مدل اصلاح و توسعه مبتنی بر فن‌آوری قرائت از راه دور و گردش سریع اطلاعات منطبق بر GIS را مد نظر قرار داد.

۲-مواد و روش تحقیق

این تحقیق مدل کامپیوتری WATERGEMS را به منظور حل سیستم شبکه‌های آبرسانی از الگوریتم مرحله به مرحله مبتنی بر معادلات جریان و فشارمورد استفاده قرار داده است. لذا معادلات

مدل اصلاح و توسعه شبکه توزیع، متعاقب کالیبراسیون مدل تحلیلی مبتنی بر الگوریتم مرحله به مرحله و بررسی حداکثر مصرف روزانه تاسیسات آبرسانی تعریف می‌گردد. حداکثر مصرف روزانه عبارتست از میزان مصرف کل به ازاء هر نفر از جمعیت در روزی از سال که به علت شرایط آب و هوایی و غیره مقدار آن به حداکثر می‌رسد. یکی از عوامل موثر و مهم در تعیین حداکثر مصرف روزانه عامل جمعیت است. در مناطق شهری معمولاً مقدار سرانه مصرف آب بیش‌تر و ضریب حداکثر ساعتی کم‌تر و در مناطق روستایی، مقدار سرانه مصرف آب کم‌تر و ضریب حداکثر ساعتی بیش‌تر است. در این راستا پس از زون‌بندی جمعیت تحت پوشش وبا توجه به مقدار حداکثر مصرف روزانه، مقدار حداکثر مصرف ساعتی تعیین می‌شود. برای شهر صومعه‌سرا جمعیت افق طرح در سال ۱۴۲۵ حدود ۷۰,۳۸۴ نفر و مصرف سرانه ۲۳۰ لیتر نفر بر روز و متوسط آب مصرفی ۱۸۸ لیتر بر ثانیه پیش‌بینی

شده است. از این‌رو حداکثر مصرف روزانه ۲۵۳ لیتر بر ثانیه و حداکثر مصرف ساعتی ۳۹۰ لیتر بر ثانیه بوده و براساس راهکارهای اجرایی کاهش آب به حساب نیامده (مندرج در نشریه ۳۰۸ طرح تهیه ضوابط

گیری DMA ضمن تحلیل هیدرولیکی و کالیبراسیون مدل جهت شناخت وضع موجود ارائه می نماید.

۲-۱- طراحی منطقه مستقل اندازه گیری

DMA Design

برای طراحی DMA در ابتدا شبکه به صورت مناطق مجزا تقسیم می شود، سپس برای ورودی و خروجی هر منطقه کنتور و شیر کنترلی نصب شده به صورتی که دبی ورودی و خروجی به طور مستمر در هر منطقه اندازه گیری شود. پس از اندازه گیری به مدت حدود یک ماه نمودار دبی ورودی و خروجی به طور مستمر در هر منطقه اندازه گیری می شود. پس از اندازه گیری دبی ورودی و خروجی هر منطقه به مدت یک ماه نمودار مصرف در ساعات مختلف ترسیم شده و در صورتی که مشکلی در شبکه به وجود آید به دلیل تغییر در نمودار مصرف ترسیم شده به سرعت این مشکل قابل تشخیص و رفع است.

۲-۲- ابزار تحقیق

ابزار تحقیق شامل فلومتر ها و فشار سنج های لاگدراقرانت از راه دور است. نتایج تحلیل در محیط نرم افزار WATERGEMS8.2 تحت مدیریت نرم افزار ArcGIS9-ArcMap9.3 قرار داشته و با توجه به داده های دریافتی از فلومتر ها و فشار سنج های لاگدراقرانت از راه دور در این تحقیق، مدل واقعا موجود شبکه های توزیع آب با مدل تحلیل شبکه کالیبره گردید. به منظور انجام کالیبراسیون شبکه توزیع آب شهر صومعه سرا، از اطلاعات مربوط به فشارسنج ها که با توجه به زمان نمونه برداری از تطابق بهتری برخوردار بودند، استفاده گردید.

۲-۳- فرمولاسیون تحقیق

مدل هیدرولیکی تحقیق حاضر بمنظور دستیابی به اهداف ذیل طرحریزی شد:

- برآورد و ارزیابی سیستم توزیع آب.
- اصلاح و توسعه سیستم توزیع آب.
- به روز کردن تاسیسات موجود.

این مدل در انطباق با GIS و در محیط نرم افزاری WATERGEMS8.2 در قالب اصلاح و توسعه شبکه و تحت مدیریت نرم افزار ArcGIS9-ArcMap9.3 با فرمولاسیون ذیل تعریف گردید (۱-۱۰):

$$-\frac{1}{\partial} \cdot \frac{\partial P}{\partial S} - \frac{\partial Z}{\partial S} - \frac{4\tau}{\gamma D} = \frac{1}{g} \cdot \frac{dV}{dt}, \quad (1)$$

$$\Delta A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

پیوستگی و انرژی در هر تکرار حل شده و این روش می تواند مستقیما برای حل شبکه های شاخه ای و حلقه ای استفاده شود. همچنین از نظر عددی در حالتی که سیستم بوسیله شیرهای تنظیم کننده فشار یکطرفه بصورت مستقل عمل نماید، حالت پایداری خود را حفظ خواهد نمود. از اینرو در این تحقیق بهره گیری از فن آوری قرائت از راه دور پارامترهای مکان مبنای هیدرولیکی شامل فشار و دبی در بخش های مجزایی از شبکه که با مرزهای دائمی از شبکه توزیع جدا شده اند تحت عنوان نواحی مستقل اندازه گیری DMA و منطبق بر سیستم اطلاعات جغرافیایی Geospatial Information System "GIS" و گردش سریع اطلاعات مد نظر بوده و از جمله منابع خطا در تهیه مدل شبکه می توان به موارد ذیل اشاره نمود :

- خطای مربوط به اتصال لوله ها و قطر و جنس و یا بطور کلی توپولوژی شبکه.
 - خطای مربوط به ایزوله نبودن شبکه.
 - وجود نشت زیاد در برخی مناطق که باعث عدم تطبیق نتایج مدل و پارامترهای اندازه گیری شده می گردد.
 - خطای ناشی از وجود شیرهای با وضعیت نامعلوم در شبکه نظیر شیرهای نیمه باز یا شیرهای بسته شده بر روی برخی لوله های یک حلقه (Loop)
 - وجود حوادث و اتفاقات در شبکه که باعث بروز خطا در پارامترهای اندازه گیری شده است و در برخی از مناطق باعث عدم تطبیق محاسبات مدل با اطلاعات فیلد گردیده است.
 - خطای مربوط به نقشه های توپوگرافی منطقه که باعث ایجاد خطا در رقوم گره های شبکه و محاسبه طول لوله ها و ... می گردد.
 - عدم وجود نقشه دقیق مشترکین (و در نتیجه تهیه مدل بر مبنای اتصال تمام مشترکین به شبکه و در نظر گرفتن الگوی مصرفی مربوط به کاربری های مختلف نظیر مسکونی، تجاری و صنعتی و در نظر گرفتن قطر.
 - لوله های اصلی و فرعی و انشعابات در شبکه انجام نشده است.
 - خطاهای مربوط به ضریب زبری لوله ها که بدلیل عدم وجود اطلاعات مربوط به قدمت لوله ها و جنس لوله ها ایجاد می گردد.
- برای ارتقای دقت مدل بایستی تا حد ممکن در جهت رفع خطاهای فوق اقدام نمود. این کار در حین مراحل مختلف بهره برداری بایستی انجام می پذیرد. از جمله نکات مهمی که بایستی در رابطه با مدل هیدرولیکی مد نظر قرارداد به روز نمودن مدل است که بایستی ضمن دریافت آخرین اطلاعات مربوط به وضعیت شبکه مدل را کاملاً بهنگام نموده و جهت بهینه نمودن اصلاحات شبکه از نتایج مدل استفاده نمود. بطور کلی می توان گفت مدل در صورتی کارایی لازم را خواهد داشت که همواره به روز بوده و از آن در مراحل مختلف اصلاح، طراحی و بهره برداری شبکه استفاده گردد. تحقیق حاضر مدل اصلاح و توسعه مکان مبنای را در نواحی مستقل اندازه

$$\rho \frac{\partial V}{\partial S} + \frac{d\rho}{dt} \rho \left[\frac{1}{k} + \frac{1}{A} \cdot \frac{dA}{d\rho} + \frac{1}{dS} \cdot \frac{d}{d\rho} (dS) \right] = 0, \quad (9)$$

$$\rho \left[\frac{1}{k} + \frac{1}{A} \cdot \frac{dA}{dt} + \frac{1}{dS} \cdot \frac{d}{d\rho} (dS) \right] = \frac{1}{C^2}$$

$$\frac{2}{C} \frac{\partial V}{\partial S} + \frac{1}{\rho} \cdot \frac{d\rho}{dt} = 0, \quad (10)$$

(معادله پیوستگی)

۴-۲- فرضیه های تحقیق

۴-۲-۱- فرضیه اول تحقیق - اصلاح شبکه و

استاندارد سازی انشعابات در "DMA"

تحقیق حاضر، بخش های مجزایی از شبکه که با مرزهای دائمی از شبکه توزیع جدا شده اند را تحت عنوان نواحی مستقل اندازه گیری DMA جهت تهیه مدل اصلاح و توسعه مبتنی بر فن آوری قرائت از راه دور و گردش سریع اطلاعات منطبق بر GIS را مد نظر قرار داد. در این راستا جهت اصلاح مدل شبکه توزیع آب و باستاند مطالعات مهندسی مشاور آب شهر صومعه سرا شهر صومعه سرا به دو بخش ایزوله و مناطق مستقل اندازه گیری "DMA" با استفاده از شیرهای کنترلی به تعداد ۱۳ عدد شیر ایزوله تقسیم شده است.

۴-۲-۲- فرضیه دوم تحقیق - مانیتورینگ دبی و

فشار و هوشمند سازی تاسیسات

هوشمند سازی تاسیسات آب از اهمیت زیادی برخوردار است بگونه ای که پایش پارامترهای جریان آب امکان واکنش های آنی به حوادث را ضمن تشخیص نشت در تاسیسات توزیع فراهم می نماید. امروزه در صنعت آب به دلیل وجود مسافت های طولانی و صعب العبور، هزینه های کابل و کابل کشی، آسیب پذیری کابل ها، زمان اجرای طولانی و مشکل در تغییرات مسیر کابل ها، استفاده از کابل در مدارات فرمان مقرون به صرفه نیست. لذا نیاز به راه حل بهتری در این زمینه احساس می گردد. طی چند سال اخیر سیستم های تله متری به عنوان راه حلی کاملاً کارآمد و مناسب حل مشکل فوق مطرح شده و باعث ایجاد تحول عظیم در صنایع مختلف بویژه همین سیستم های آبرسانی شده است. بدین ترتیب که اطلاعات مانند فرامین قطع و وصل پمپ ها و مقادیر آنالوگی چون سطح مخازن، فلوی مسیرها و غیره از طریق امواج رادیویی در مسافت های طولانی بدون نیاز به سیم، انتقال می یابند. این امر کنترل و مانیتورینگ منطقه وسیعی را به راحتی امکان پذیر می سازد.

$$\frac{-1}{\gamma} \cdot \frac{\partial P}{\partial S} - \frac{\partial Z}{\partial S} - \frac{4\tau_0}{\gamma D}, \quad (2)$$

$$\tau_0 = \frac{1}{8} \rho \cdot f \cdot V^2,$$

$$-\frac{1}{\gamma} \cdot \frac{\partial P}{\partial S} - \frac{\partial Z}{\partial S} - \frac{f}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} = \frac{1}{g} \cdot \frac{dV}{dt}, \quad (3)$$

$$V^2 = V |V|,$$

$$\frac{dV}{dt} + \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial P}{\partial S} + g \frac{dZ}{dS} + \frac{f}{2D} V |V| = 0, \quad (4)$$

(معادله اولر)

$$\rho AV - \left[\rho AV - \frac{\partial}{\partial S} (\rho AV) dS \right] = \frac{\partial}{\partial t} (\rho A dS) - \frac{\partial}{\partial S} (\rho AV) dS = \frac{\partial}{\partial t} (\rho A dS)$$

$$- \left(\rho A \frac{\partial V}{\partial S} dS + \rho V \frac{\partial A}{\partial S} dS + AV \frac{\partial \rho}{\partial S} dS \right) = \rho A \frac{\partial}{\partial t} (dS) + \rho dS \frac{\partial A}{\partial t} + A dS \frac{\partial \rho}{\partial t}, \quad (6)$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + V \frac{\partial \rho}{\partial S} = \frac{d\rho}{dt} \quad \&$$

$$\frac{\partial A}{\partial t} + V \frac{\partial A}{\partial S} = \frac{dA}{dt}$$

$$\frac{1}{\rho} \cdot \frac{d\rho}{dt} + \frac{1}{A} \cdot \frac{dA}{dt} + \frac{\partial V}{\partial S} + \frac{1}{dS} \cdot \frac{d}{dt} (dS) = 0, \quad (7)$$

$$K = \left(\frac{d\rho}{\left(\frac{d\rho}{\rho} \right)} \right) \quad (\text{ضریب الایسیسته سیال})$$

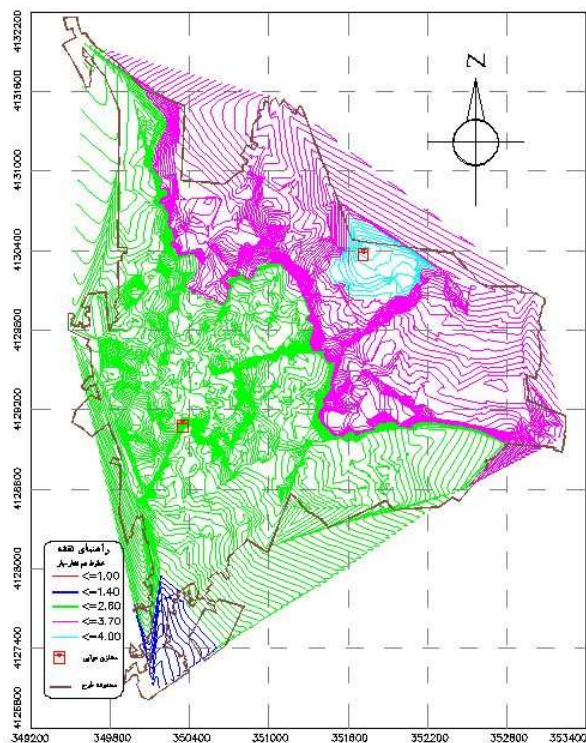
$$\frac{1}{\rho} \cdot \frac{d\rho}{dt} = \frac{1}{k} \cdot \frac{d\rho}{dt}, \quad (8)$$

$$\frac{\partial V}{\partial S} + \frac{1}{k} \cdot \frac{d\rho}{dt} + \frac{1}{A} \cdot \frac{dA}{dt} + \frac{1}{dS} \cdot \frac{d}{dt} (dS) = 0$$

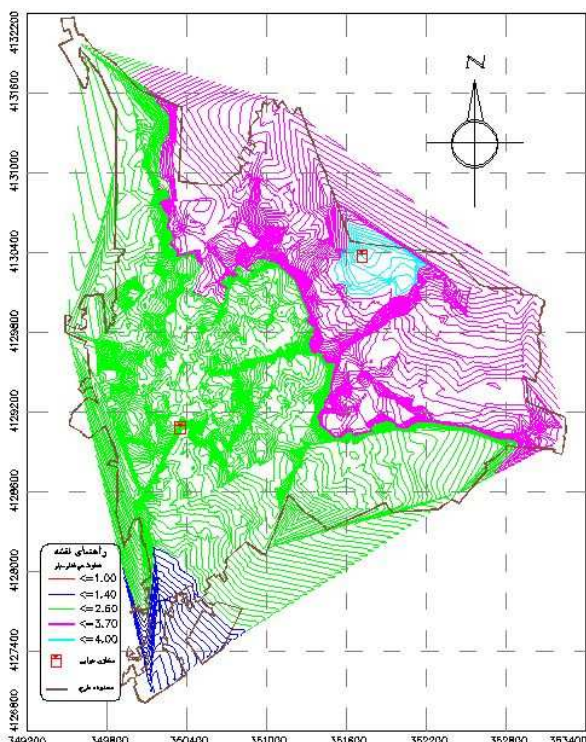
۳- نتایج

تحقیق حاضر نشان می دهد که هوشمند سازی مکان مبنا از طریق قرائت از راه دور فشار و دبی (جدول ۴-۱) در راستای اصلاح شبکه و استاندارد سازی انشعابات در محدوده DMA ضامن کارایی مدل اصلاح و توسعه خواهد بود. تحلیل شبکه شهر صومعه سرا و نمودارهای توزیع آماری فشار در گره های شبکه و مدل اصلاح و توسعه به منظور حصول اطمینان از طراحی شبکه توزیع آب منطقه مورد مطالعه، با افزایش ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصدی دبی حداکثر ساعتی، انعطاف پذیری شبکه از نقطه نظر عدم وجود گرادین های فشار منفی در نقاط مصرف، کنترل گردید (شکل ۴-۲).

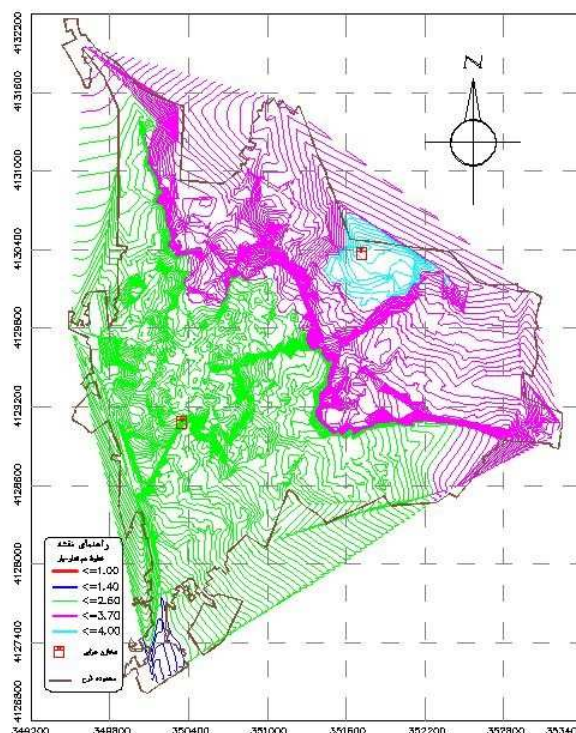
- حدود تغییرات فشار با افزایش ۱۰ درصدی تقاضا در شبکه توزیع آب اصلاحی، بین ۱/۴۵ الی ۳/۹۲ بار می باشد.
- حدود تغییرات فشار با افزایش ۲۰ درصدی تقاضا در شبکه توزیع آب اصلاحی، بین ۱/۳۷ الی ۳/۹۲ بار می باشد.
- حدود تغییرات فشار با افزایش ۳۰ درصدی تقاضا در شبکه توزیع آب اصلاحی، بین ۱/۲۹ الی ۳/۹۱ بار می باشد.



شکل (۳): خطوط هم فشار (۲۰٪ افزایش دبی حداکثر ساعتی)



شکل (۴): خطوط هم فشار (۳۰٪ افزایش دبی حداکثر ساعتی)



شکل (۲): خطوط هم فشار (۱۰٪ افزایش دبی حداکثر ساعتی)

جدول (۱): اطلاعات خروجی فشارسنج‌های

شبکه توزیع آب صومعه سرا

میزان دبی ۳۷۰ لیتر بر ثانیه (در ساعات پیک مصرف ۱۰ تا ۱۴)		
محل فشارسنج ها	خروجی تصفیه خانه	جنب اداره آب و فاضلاب
فشار (بار)	۳/۰۴	۱/۲۲

جدول (۲): اطلاعات خروجی فشارسنج‌های

شبکه توزیع آب صومعه سرا

میزان دبی ۳۷۰ لیتر بر ثانیه (در ساعات پیک مصرف ۱۸ تا ۲۲)		
محل فشارسنج ها	خروجی تصفیه خانه	جنب اداره آب و فاضلاب
فشار (بار)	۲/۸۵	۱/۸

جدول (۳): اطلاعات خروجی فشارسنج‌های

شبکه توزیع آب صومعه سرا

میزان دبی ۱۳۰ لیتر بر ثانیه (در ساعات متوسط مصرف ۱۴ تا ۱۸)		
محل فشارسنج ها	خروجی تصفیه خانه	جنب اداره آب و فاضلاب
فشار (بار)	۳/۰۲	۱/۳۴

جدول (۴): موقعیت فشار سنج های لاگ رد اقرائت از راه دور در تحقیق حاضر

ردیف	شهر	نوع عملکرد	نوع منبع تغذیه (برق/ باتری/ سلول خورشیدی)	فعال یا غیر فعال	محل نصب
۱	صومعه سرا	GPRS	برق	فعال	داخل اداره آب و فاضلاب
۲	صومعه سرا	GPRS	برق	فعال	اداره بهداشت
۳	صومعه سرا	GPRS	برق	فعال	داخل تصفیه خانه

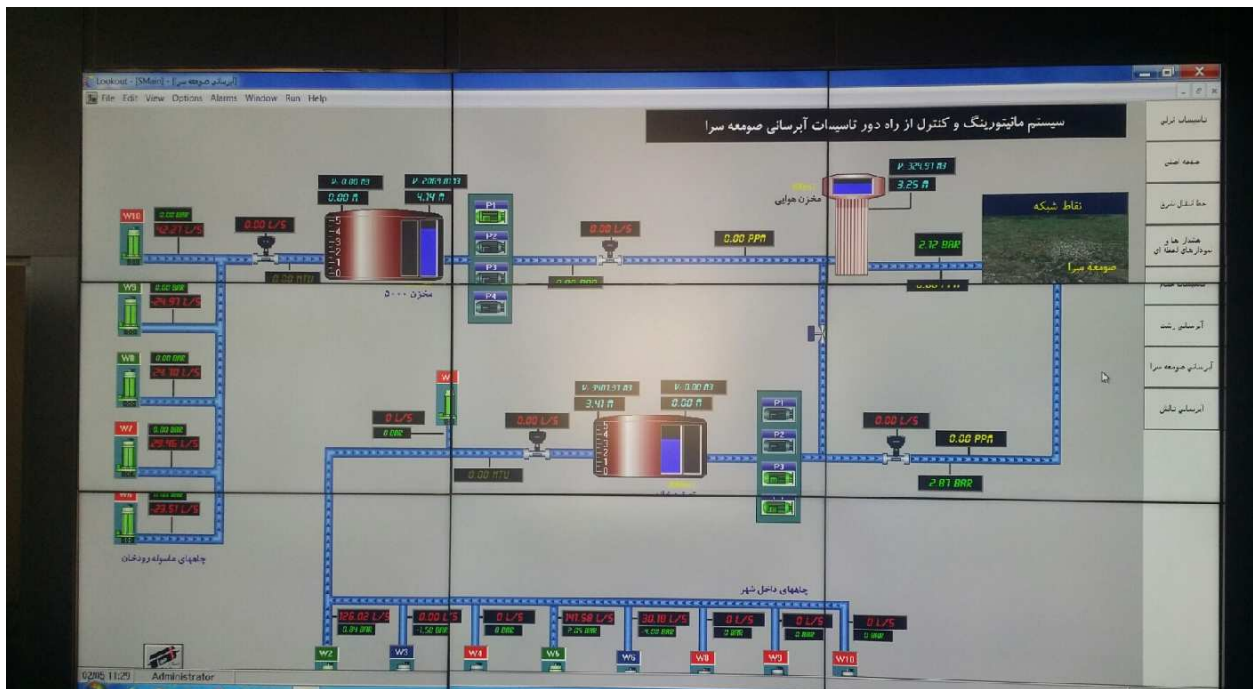
با انجام محاسبات مدل تئوریک به نظر می رسد تنها راه حل اساسی مشکلات شبکه ایزوله نمودن نواحی فشاری و مصرفی تحت پوشش مخازن است که بایستی در قالب طرح اصلاح و بهینه سازی سیستم انتقال و توزیع آب اجرا گردد (شکل ۷-۵).

مقدار مصرف سرانه خانگی در طی سال های اخیر نرخ صعودی داشته و با توجه به استانداردهای موجود در نشریه ۳-۱۱۷ و آمار آب فروش رفته و آب برگشتی به تفکیک کاربری این رقم برای هر نفر برای سرانه خانگی برای شهری مانند صومعه سرا (جدول ۸-۵) با جمعیت ۴۴,۵۲۸ نفر می تواند به دلایل ذیل باشد:

- استفاده بیش از حد مشترکین از آب شرب برای فضای سبز خانگی.
- فرسودگی شبکه توزیع آب.
- مشترکین دارای کنتور خراب.
- استفاده از آب لوله کشی جهت مصارف غیر شرب.

در پیش بینی میزان مصرف سرانه خانگی، جدای از عامل جمعیت، عوامل دیگری نیز موثر می باشند:

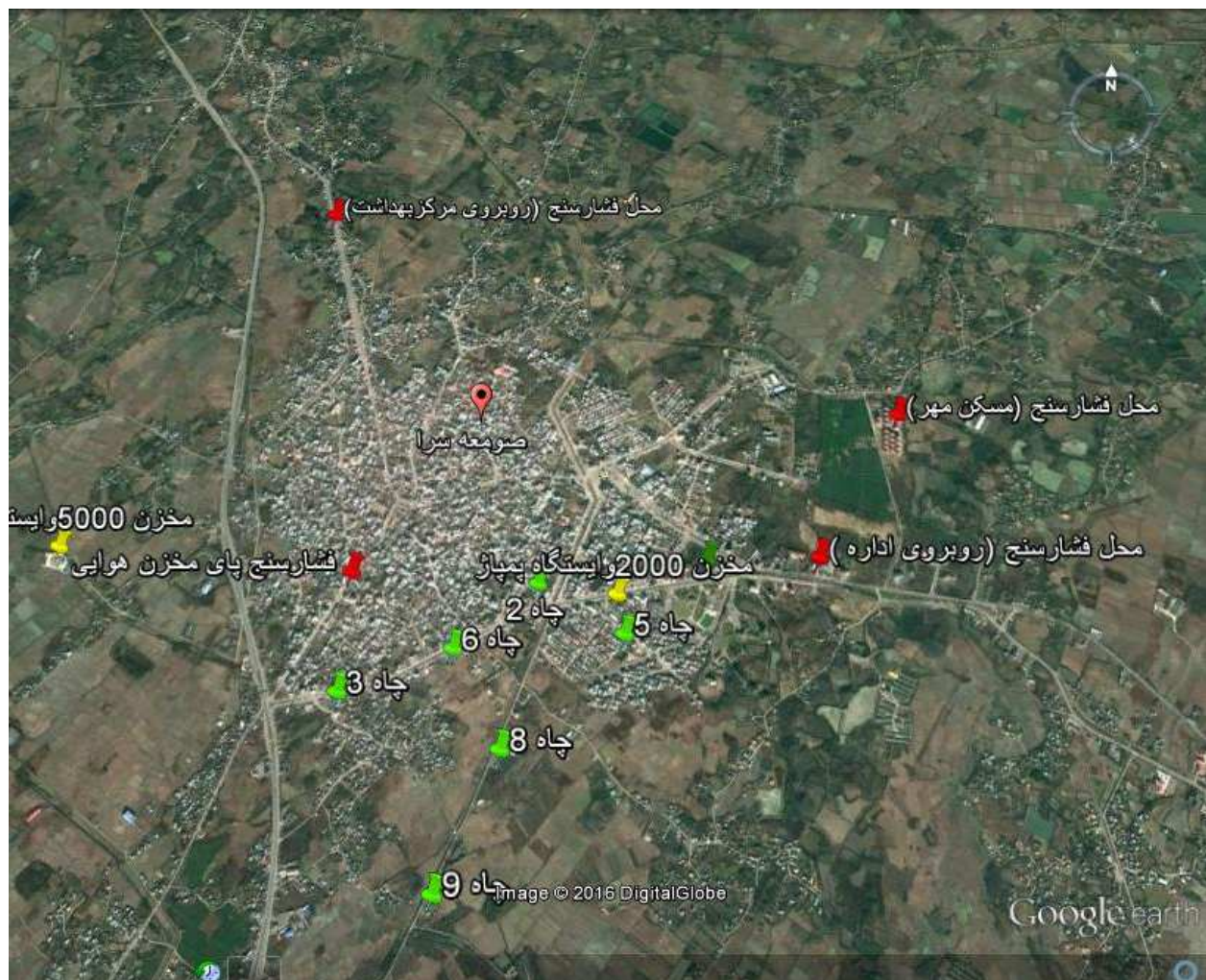
- مقدار مصرف در سال مبدا.
- رشد مصرف در سال مقصد و مبدا.
- منابع آبی.
- شرایط آب و هوایی.
- فشار کار شبکه توزیع.
- اجرای برنامه های مدیریت مصرف و تقاضا.
- آب بها.



شکل (۵): سیستم مانیتورینگ و کنترل از راه دور در تحقیق حاضر



شکل (۶): موقعیت مناطق مسکونی شهر صومعه سرا



شکل (۷): موقعیت فشار سنج های لاگردار قرائت از راه دور در تحقیق حاضر

جدول (۵): متوسط آب مصرفی شهر صومعه سرا برای افق طرح (سال ۱۴۲۵)

سال	جمعیت نفر	مصرف سرانه لیتر نفر بر روز	متوسط آب مصرفی	
			مترمکعب بر روز	لیتر بر ثانیه
۱۳۹۵	۵۰,۴۳۷	۲۲۲	۱۱۲۱۳	۱۳۰
۱۴۰۰	۵۱,۹۸۱	۲۲۴	۱۱۶۵۹	۱۳۵
۱۴۰۵	۵۵,۷۱۹	۲۲۶	۱۲۶۰۷	۱۴۶
۱۴۱۰	۵۸,۸۰۱	۲۲۸	۱۳۴۲۰	۱۵۵
۱۴۱۵	۶۲,۹۹۱	۲۳۰	۱۴۵۰۰	۱۶۸
۱۴۲۰	۶۶,۳۱۵	۲۳۰	۱۵۳۳۱	۱۷۷
۱۴۲۵	۷۰,۳۸۴	۲۳۰	۱۶۲۰۲	۱۸۸

جدول (۶): حداکثر مصرف روزانه و ساعتی شهر صومعه سرا برای افق طرح (سال ۱۴۲۵)

سال	جمعیت نفر	حداکثر مصرف روزانه		حداکثر مصرف ساعتی	
		مترمکعب بر روز	لیتر بر ثانیه	مترمکعب بر روز	لیتر بر ثانیه
۱۳۹۵	۵۰,۴۳۷	۱۵۱۱۴	۱۷۵	۲۳۳۰۴	۲۷۰
۱۴۰۰	۵۱,۹۸۱	۱۵۷۱۴	۱۸۲	۲۴۲۳۰	۲۸۰
۱۴۰۵	۵۵,۷۱۹	۱۶۹۹۲	۱۹۷	۲۶۲۰۰	۳۰۳
۱۴۱۰	۵۸,۸۰۱	۱۸۰۸۸	۲۰۹	۲۷۸۹۰	۳۲۳
۱۴۱۵	۶۲,۹۹۱	۱۹۵۴۴	۲۲۶	۳۰۱۳۵	۳۴۹
۱۴۲۰	۶۶,۳۱۵	۲۰۶۶۳	۲۳۹	۳۱۸۶۱	۳۶۹
۱۴۲۵	۷۰,۳۸۴	۲۱۸۳۷	۲۵۳	۳۳۶۷۲	۳۹۰

جدول (۷): سرانه مصرف آب شهر صومعه سرا (لیتر-نفر-روز)

پارامتر	واحد	دوره های پنج ساله					
		۱۳۹۵	۱۴۰۰	۱۴۰۵	۱۴۱۰	۱۴۱۵	۱۴۲۰
جمعیت	نفر	۵۰,۴۳۷	۵۱,۹۸۱	۵۵,۷۱۹	۵۸,۸۰۱	۶۲,۹۹۱	۶۶,۳۱۵
مصرف سرانه خانگی	لیتر نفر روز	۱۷۱	۱۷۱	۱۷۱	۱۷۱	۱۷۱	۱۷۱
مصرف عمومی	لیتر نفر روز	۱۴	۱۵	۱۷	۱۹	۲۱	۲۱
مصرف تجاری و صنعتی	لیتر نفر روز	۸	۸	۸	۸	۸	۸
سرانه آب به حساب نیامده	لیتر نفر روز	۲۹	۲۹	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰
جمع	لیتر نفر روز	۲۲۲	۲۲۴	۲۲۶	۲۲۸	۲۳۰	۲۳۰

جدول (۸): پیش بینی مقادیر متوسط آب مصرفی شهر صومعه سرا برای افق طرح

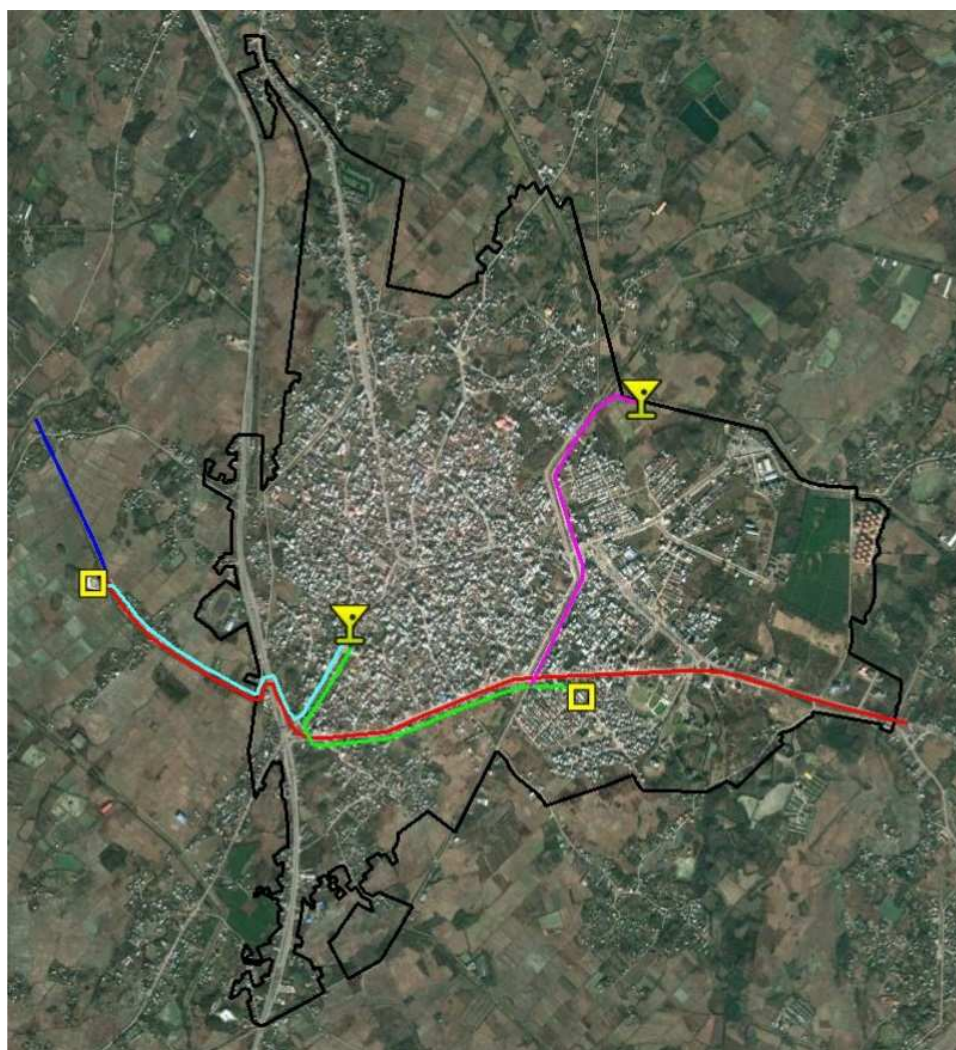
سال	جمعیت نفر	مصرف سرانه لیتر نفر در روز	متوسط آب مصرفی	
			مترمکعب در روز	لیتر بر ثانیه
۱۳۹۵	۵۰,۴۳۷	۲۲۲	۱۱۲۱۳	۱۳۰
۱۴۰۰	۵۱,۹۸۱	۲۲۴	۱۱۶۵۹	۱۳۵
۱۴۰۵	۵۵,۷۱۹	۲۲۶	۱۲۶۰۷	۱۴۶
۱۴۱۰	۵۸,۸۰۱	۲۲۸	۱۳۴۲۰	۱۵۵
۱۴۱۵	۶۲,۹۹۱	۲۳۰	۱۴۵۰۰	۱۶۸
۱۴۲۰	۶۶,۳۱۵	۲۳۰	۱۵۳۳۱	۱۷۷
۱۴۲۵	۷۰,۳۸۴	۲۳۰	۱۶۲۰۲	۱۸۸

۳-۱- کنترل تلفات آب در مناطق

مستقل اندازه گیری "DMA"

به منظور کنترل تلفات آب در شبکه توزیع، مجزاسازی شبکه ضروری است. برای ایجاد منطقه ایزوله، شبکه توزیع آب تحت پوشش هر یک از مخازن به مناطق مجزا با شبکه‌های کوچک‌تر تفکیک می‌شود. به طوریکه ورود و خروج آب به آن از یک یا چند مسیر محدود و مشخص صورت گرفته و از کلیه مناطق مجاور خود به وسیله بستن شیرهای قطع و وصل منطقه‌ای مجزا می‌شود. بر اساس تعریف، هر منطقه ایزوله دارای خصوصیات مشخصی از نظر جمعیت، تعداد انشعاب، تعداد مشترکین،

طول لوله اصلی و فرعی شبکه، نسبت طول لوله به انشعاب، تعداد و نوع مصرف کنندگان عمده شبانه، شرایط زیربنایی، قدمت شبکه، تعداد حوادث بر روی خطوط اصلی و انشعابات می‌باشد. ابعاد ایزوله معمولاً بین ۵۰۰ تا ۵۰۰۰ مشترک متغیر است. جهت اندازه‌گیری جریان حداقل شبانه "MNF" Minimum Night Flow بهترین ابعاد ایزوله بین تعداد ۵۰۰ تا ۱۵۰۰ فقره مشترک است. سهولت جمع‌آوری و پایش داده‌ها و اندازه‌گیری‌های در مناطق مجزا شده در زمان بهره‌برداری، زمینه لازم برای تعیین مقدار نشت در سیستم و برنامه‌ریزی لازم برای کاهش هدر رفت واقعی آب را فراهم می‌نماید (شکل ۸).



شکل (۸): خط انتقال آب تغذیه مخازن شهر صومعه‌سرا

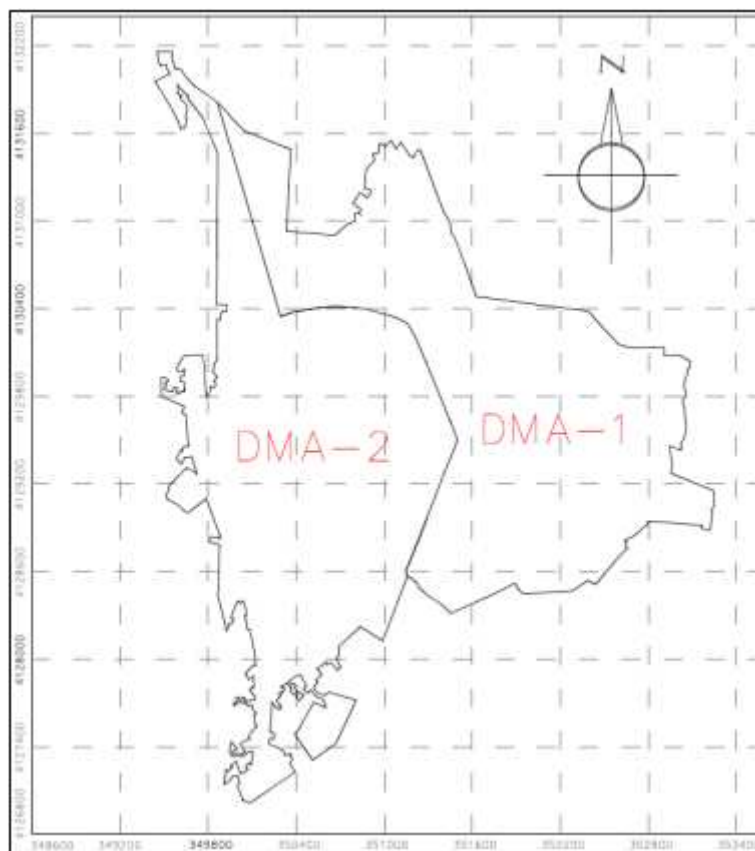
حوضچه‌های نصب‌کننده کنتورهای حجمی در نظر گرفته شوند. همچنین در کلیه نقاط حساس شبکه نیز حوضچه‌ها و تاسیسات لازم برای نصب فشارسنج‌های دائمی پیش‌بینی گردند. به منظور کنترل دائمی بازده حجمی شبکه توزیع آب از کنتورهای جریان سنخ ناحیه‌ای استفاده می‌شود و با برقراری ارتباط بین کنتورهای مذکور و در صورت وجود سیستم تله

در فرآیند طراحی، شبکه به مناطق ایزوله‌های مختلف تقسیم شده و تاسیسات لازم از قبیل حوضچه‌ها، کنتورهای اندازه‌گیری جریان و شیرهای قطع و وصل لازم برای قطع جریان به خارج از منطقه ایزوله پیش‌بینی می‌شوند. برای شناخت و کاهش مقدار آب بدون درآمد، وجود کنتور و اندازه‌گیری دائم جریان و فشار شبکه ضرورت دارد. لذا در مرحله طراحی باید در تمام مبادی تولید آب و خروجی تصفیه‌خانه‌ها و مخازن،

متریک می‌توان وضعیت جریان ورودی و یا خروجی از ناحیه
ایزوله شده را در هر زمان پایش نمود.

۲-۳- گزینه پیشنهادی اصلاح و توسعه در مناطق مستقل اندازه گیری "DMA"

در گزینه پیشنهادی اصلاح و توسعه شبکه فعلی، شهر
صومعه‌سرا به دو DMA مجزا تقسیم شد (شکل ۹). همانند
بخش قبلی در ورودی هر DMA تاسیسات اندازه‌گیری
جریان و فشار، کلرسنج و کدورت سنج در نظر گرفته شده که
از طریق سامانه کنترل از راه دور قابل پایش و دسترسی
است (جدول ۹).



شکل (۹): مناطق ایزوله (DMA) شبکه توزیع آب صومعه‌سرا در گزینه اصلاح و توسعه

جدول (۱۰): مشخصات شیرآلات و تاسیسات در ورودی هر
DMA - گزینه اصلاح و توسعه

شرح	شیرآلات و تاسیسات	سایز شیرآلات (میلیمتر)	تعداد
DMA 1	فلومتر	۴۰۰	۱
	سنسور فشار		۱
DMA 2	فلومتر	۳۱۵ - ۳۵۵ - ۴۵۰	۱
	سنسور فشار		۱

جدول (۹): مشخصات مربوط به هر DMA در
شبکه گزینه برتر

شرح	دبی ورودی (لیتر بر ثانیه)	جمعیت تحت پوشش هر منطقه (نفر)
DMA 1	۱۲۱	۲۲,۰۰۰
DMA 2	۲۶۵	۴۸,۰۰۰

۳-۳- تجهیزات هوشمندسازی

تاسیسات آبرسانی

تجهیزات هوشمندسازی تاسیسات آبرسانی شهر صومعه سرا (جدول ۱۱-۱۰) به تفکیک نوع تاسیسات که شامل ورودی DMA، مخازن و برج هوایی است [۶-۲].

شایان ذکر است که علت اختلاف جمعیت با وجود سطح تحت پوشش به این علت است که طبق گزارش طرح تفصیلی، نواحی مرکزی شهر از نسبت تراکم بالاتری نسبت به نواحی حاشیهای شهر برخوردار است.

جدول (۱۱): مشخصات تجهیزات کنترلی تاسیسات آبرسانی و شبکه توزیع آب صومعه سرا

ردیف	تجهیزات	گزینه اصلاح و توسعه صومعه سرا						
		DMA		تعداد	تعداد	تعداد	تعداد	تعداد
		۱	۲					
۱	Pressure Transmitter	۱۵	۲۵					
۲	Ultrasonic Flowmeter	-	۱					
		-	۱					
		۱	-					
		-	۱					
۳	Residual Chlorine	۱	۱	۱	۱	۱		
۴	Turbidity Measurement	۱	۱	۱	۱	۱		
۵	PH Measurement	-	-	۱	۱	۱		
۶	Electrical Conductivity (EC)	-	-	۱	۱	۱		
۷	Control Flow Valve	۱	۱					
۸	Radio modem	۱	۱		۱			۱
۹	Antenna	۱	۱		۱			۱
۱۰	Tower with Lightning protection & Earthing	۱	۱		۱			۱
۱۱	Security(with IP camera)	۱	۱					۱
۱۲	RTU Panel	۱	۱		۱			۱
۱۳	LED Monitor +PC	-	-					۱
۱۴	UPS Rack Mount + Rack	-	-					۱
۱۵	Industrial PC Rack Mount	-	-					۱
۱۶	Monitoring Soft Ware	-	-					۲

۳-۴- اهداف هوشمندسازی

تاسیسات آبرسانی

از جمله اهداف و قابلیت‌های پیاده سازی سیستم تله متری و کنترل می‌توان موارد زیر را بیان نمود:

- فراهم شدن امکان تسلط نرم افزاری و سخت افزاری بر فرایند تولید، انتقال و توزیع آب از راه دور و بصورت متمرکز.
- افزایش ضریب اطمینان شبکه و تنظیم مناسب فشار در نقاط شبکه و ارتفاع در مخازن آب و در نتیجه تامین بموقع و مناسب آب مصرف کنندگان.
- جلوگیری از سرریز و به هدر رفتن آب مخازن.
- ایجاد انعطاف پذیری لازم در شبکه تولید، انتقال و توزیع آب.
- کاهش قابل توجه استهلاک سرمایه، تجهیزات و تاسیسات زیر بنایی.
- فراهم آمدن امکان مدیریت انرژی و استفاده از منابع استحصال در خارج از ساعات اوج مصرف انرژی و در نتیجه کاهش مصرف انرژی.
- سهولت در بهره برداری از چاهها، مخازن، ایستگاههای پمپاژ و سایر منابع تولید و یا انتقال.
- کاهش هزینه های نیروی انسانی و ترابری در اثر حذف بازدیدهای بی مورد جهت سرکشی به نقاط شبکه.
- کاهش قابل توجه هزینه تعمیرات و اعمال روشهای مهندسی نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه.
- اقتصادی بودن پیاده سازی سیستم تله متری.

برای شهر صومعه سرا با توجه به رشد جمعیت برای افق طرح سال ۱۴۲۵ که حدود ۷۰,۳۸۴ نفر پیش بینی شده، براساس مقادیر متوسط آب مصرفی حداکثر مصرف روزانه و ساعتی (جدول ۶-۴) و ضریب حداکثر مصرف ساعتی ۱/۶ و مصرف سرانه کل این شهر (جدول ۷) هوشمندسازی تاسیسات آبرسانی ضروری به نظر می رسد.

۴- نتیجه گیری نهایی

در تاسیسات شهر صومعه سرا ایزولاسیون نواحی مختلف فشاری و مصرفی و مدیریت بهینه فشار شبکه جهت تامین فشار کافی صورت می گیرد. لذا مجزاسازی شبکه توزیع در قالب مناطق مستقل اندازه

گیری و الگوریتم مرحله به مرحله در اصلاح و توسعه تاسیسات آبرسانی این شهر ضروری است. از اینرو در راستای ایجاد مناطق ایزوله، شبکه توزیع آب به مناطق مجزا شده و شبکه های کوچک تر تفکیک شده و ورود و خروج آب به این مناطق از یک یا چند مسیر محدود و مشخص صورت گرفته و از کلیه مناطق مجاور خود به وسیله بستن شیرهای قطع و وصل منطقه ای مجزا می شوند. در این راستا مانیتور نمودن پارامترهای هیدرولیکی فشار و دبی در زون های مستقل و اجرای عملیات ایزوله سازی، راهکار مدیریت فشار و حوادث در هر منطقه از شبکه است. بنابراین چنین نگرشی عملیات اصلاح شبکه و استاندارد سازی انشعابات از طریق منابع اعتباری زیربط: بند (ج) تبصره (۸) قانون بودجه ۱۳۹۴ (اختصاص مقدار ۵۰ درصد درآمد ناشی از ۲۰ درصد افزایش آب بها) و همچنین تأمین اعتبار از هریک از ۳ محل اعتباری ماده ۱۱، تبصره ۳ و ماده ۷ رادر دستور کار آبفای شهری گیلان قرار داده است.

مراجع

- [۱] نشریه ۳۰۸ طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور.
- [۲] مطالعات مهندسی مشاور سپیدرود گیلان برای شهر صومعه سرا.
- [3] Hariri Asli K., *Advances in Control and Automation of Water Systems*, Published by the Apple Academic Press, Inc., ISBN: 978-1-926895-22-2, 2012, www.AppleAcademicPress.com
- [4] Hariri Asli K., Hozori A., Bazayr S., Nikkar M., *data intercommunication and Non- Revenue Water (NRW) modeling on GIS*, 3rd national conference on application of GIS in the management of water and power industries, 13-14 decmber, 2015, Sari, Iran.
- [5] Hariri Asli K., *Relationship Classes for Non-Revenue Water (NRW) Modeling*, 1rd national conference on consumption management and Non-Revenue Water, 12-13, july, 2016, Hamedan, Iran.
- [6] Hariri Asli K., Hozori A., Bazayr S., Rahmani Rad S., Nazari S., *Smart Pressure Management & hydraulic modeling of Non- Revenue Water (NRW)*, Iran Water & Wastewater science engineering congress, 14-15 February 2017, Tehran, Iran.

Smart Control effects of pressure in the water distribution network of Hamadan in order to deal with water shortage crisis

Abstract

Increasing population, high per capita consumption, high costs of production and distribution of drinking water, on the one hand and limited water resources on the other hand have made optimum use of available resources a vital issue. Pressure management is one of the most effective and most practical methods to reduce losses and non revenue water in water distribution networks. One way to pressure management is installation of modern controls equipment of pressure causing pressure to be controlled smartly based on the proportional of actual consumption leading to reduce the number of incidents and minimum night consumption significantly. In the summer of 1392 in the city of Hamadan according to increase water shortage stress due to 44% reduction in rainfall and raising temperature compared to the same period last year and to prevent water poor service in addition to the rent governmental and private wells, quick actions in demand management and management of water distribution were done. So that ultimately the crisis of water shortage in the summer of 1392 in Hamadan, were spent without water rationing.

Keywords: water shortage crisis management; pressure management; pressure controller; demand management; minimum night flow; water rationing.

تأثیرات کنترل هوشمند فشار در شبکه توزیع آب شهر همدان در راستای مقابله با بحران کم آبی

هادی جعفری

مدیر دفتر مدیریت مصرف و کاهش آب بدون درآمد شرکت آب و فاضلاب شهری استان همدان
پست الکترونیکی: jafari_h47@yahoo.com

چکیده:

افزایش جمعیت، بالا بودن مصرف سرانه و هزینه های فراوان تهیه و توزیع آب آشامیدنی از یک طرف و محدودیت منابع آبی از طرف دیگر باعث شده است تا استفاده بهینه از منابع موجود، به یک موضوع حیاتی و اساسی تبدیل شود. مدیریت فشار یکی از موثرترین و عملی ترین روش های کاهش هدررفت و آب بدون درآمد در شبکه های توزیع آب است. یکی از راههای انجام مدیریت فشار نصب لوازم و تجهیزات مدرن و پیشرفته کنترلگرهای فشار شکن روی فشار شکن ها می باشد که سبب می شود فشار شبکه به صورت هوشمند متناسب با مصرف واقعی کنترل گردد که با انجام اینکار مصرف، تعداد حوادث و حداقل جریان شبانه به میزان قابل توجهی کاهش می یابد. از طرفی در تابستان سال ۱۳۹۲ در شهر همدان با توجه به بوجود آمدن شرایط تنش آبی بدلیل کاهش ۴۴ درصدی بارندگی و افزایش بی سابقه دما نسبت به مدت مشابه سال قبل و بمنظور جلوگیری از قطعی آب در شهر همدان علاوه بر اجاره چاه های دولتی و کشاورزی اقدامات ضربتی مدیریت مصرف و مدیریت شبکه توزیع انجام گردید و نتایج قابل توجهی بدست آمد بنحوی که بحران کم آبی شهر همدان در تابستان سال ۱۳۹۲ بدون انجام جیره بندی آب سپری گردید.

کلمات کلیدی: بحران کم آبی، مدیریت فشار، کنترلگر فشار شکن، مدیریت مصرف، حداقل جریان شبانه، جیره بندی آب.

۱- مقدمه

کمبود آب یکی از دغدغه های جوامع در حال حاضر است. اگر برای مشکل کمبود آب چاره ای اندیشیده نشود، این معضل در آینده تشدید خواهد شد. نکته ی نگران کننده این است که منابع جدید برای تولید و عرضه بیشتر آب، متناسب با افزایش تقاضا، وجود ندارد. بر اساس گزارش های موجود، پیش بینی می شود حدود سال ۱۴۰۰ تمام سدهای اصلی کشور احداث و پرونده سد سازی در کشور بسته شود. در چنین شرایطی تنها گزینه پیش روی مدیران کشور برای حل معضل کمبود آب، روی آوردن به روش های مدیریت تقاضای آب به منظور کنترل و بهینه سازی مصرف آب است [۱].

گزارش های اخیر نشان می دهد که میزان آب بدون درآمد در برخی شهرهای بزرگ کشور حدود ۳۰ درصد است. میزان بالای آب بدون درآمد در کشورهای در حال توسعه و مقایسه آن با کشورهای توسعه یافته نشان می دهد پتانسیل قابل توجهی برای بهینه سازی و کاهش آب بدون درآمد وجود دارد. مدیریت فشار در شبکه های آب رسانی یکی از روش های عملی مدیریت تقاضای آب و کاهش مقدار آب بدون درآمد است. در این مقاله تاثیرات نصب دستگاه های کنترلگر فشار شکن در شبکه توزیع آب شهر همدان در تابستان و پائیز سال ۱۳۹۲ بر روی حداقل جریان شبانه در یکی از زون های شبکه توزیع آب شهر همدان (مخزن آزاد) مورد بررسی قرار گرفته است.

۲- کلیات تحقیق

۱-۲- وضعیت تامین آب شهر همدان

شهر همدان دارای ظرفیت تامین بطور میانگین ۱۰۴ متر مکعب آب در ثانیه می باشد.

۲-۲- منابع تولید

(۱) منابع زیرزمینی: شامل ۹۳ حلقه چاه

(۲) منابع سطحی: دو سد به ظرفیت ۴۵ میلیون متر مکعب

۱-۲-۲- سهم تولید هر یک از منابع

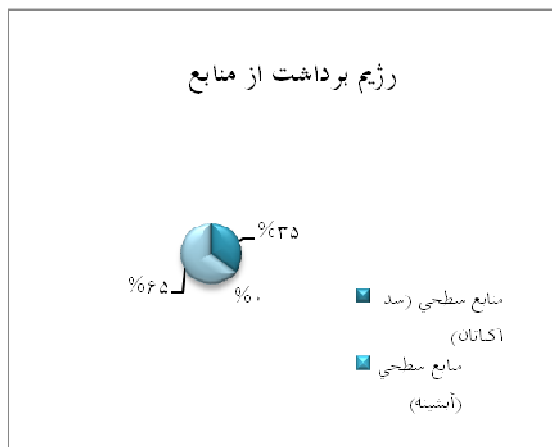
سهم تولید هر یک از منابع در جدول شماره (۱) نشان داده شده است

جدول (۱): سهم تولید منابع (متوسط روزانه)

منابع تولید	تولید متوسط روزانه (لیتر بر ثانیه)	حجم کل تولید در روز (لیتر بر ثانیه)
سطحی	۹۳۷	۱۴۵۸
چاهها	۵۲۱	

۲-۳- وضعیت بحرانی موجود شهر همدان

در سال ۱۳۹۲ شهر همدان با کاهش ۴۴ درصدی نزولات جوی مواجه گردید که این امر باعث شد سطح قابل دسترس منابع زیر زمینی آب به شدت دچار افت گردد. طبق شکل (۱) منابع زیر زمینی مهمترین عامل تولید آب در شهر همدان می باشد که با افت این منابع شهر همدان با بحران کم آبی مواجه گردید.



شکل (۱): رژیم برداشت از منابع آب شهر همدان

با توجه به روند افزایش جمعیت و بالا رفتن سرانه مصرف از طرف دیگر نا مطلوب گردیدن شرایط جوی شهر همدان (کاهش نزولات جوی) مشکل کم آبی و بحران آب کاملاً قابل درک بود. مساله نگران کننده دیگر بالا بودن درصد پرت آب در این شهر می باشد. هدر رفت واقعی آب در همدان حدود ۱۷ درصد می باشد. بطور کلی بدلیل عدم توجه به اصول و مبانی هیدرولیکی جریان آب در لوله ها (کنترل فشار) و فرسودگی شبکه های توزیع آب، شاهد فزونی حوادث و ترکیدگی لوله ها و همچنین بروز نشتی های بزرگ و کوچک در شبکه های توزیع آب در سطح کشور می باشیم که نهایتاً درصد بالایی از حجم آب تامین شده که با صرف هزینه بالایی تولید شده به هدر می رود. بنابراین اساسی ترین و عاجل ترین اقدام موثر بهبود کیفیت نظارت بر بهره برداری از طریق به کارگیری سیستم های مدرن کنترل هوشمند می باشد. یکی از راهکارهای ارایه شده برای مقابله با بحران کم آبی و کاهش آب بدون درآمد در شهر همدان مدیریت فشار می باشد. مدیریت فشار در شبکه های آب رسانی یکی از روش های عملی مدیریت تقاضای آب و کاهش مقدار آب بدون درآمد است [۲].

۲-۴- مدیریت فشار و مزایای آن

فشار زیاد آب در لوله ها و نوسان های مداوم آن، برای شبکه های توزیع بسیار نامطلوب است. از سوی دیگر کمبود و یا عدم تامین کافی آب برای مشترکین نیز قابل قبول نمی باشد. مدیریت فشار مجموعه عملیات کنترل و تنظیم فشار برای رسیدن به فشار بهینه در شبکه توزیع آب است. تنظیم و کاهش فشار شبکه مزایای زیر را به همراه دارد [۳-۱]:

- (۱) قابلیت تنظیم فشار خروجی به تعداد دلخواه در ساعات مختلف شبانه روز
- (۲) امکان ارتباط با سیستم های تله متری به صورت آنلاین
- (۳) امکان ارسال فرمان از مرکز کنترل به شیر جهت تغییر فشار خروجی و ...

- (۱) کاهش نشت آب
- (۲) کاهش حوادث و ترکیدگی در شبکه
- (۳) کاهش مصرف آب
- (۴) افزایش عمر شبکه و تاسیسات آبرسانی

۲-۵- انواع روش های مدیریت فشار

برای اجرای مدیریت فشار لازم است ابتدا دلایل نوسان فشار شناسایی و روش های مقابله با آن طراحی شود. یکی از دلایل یکنواخت نبودن فشار آب در شبکه های توزیع، تغییرات مکانی و وجود پستی و بلندی در محدوده شبکه است. از آنجایی که سامانه های توزیع آب برای تامین فشار مشترکینی که در مرتفع ترین یا دورترین نقطه شبکه قرار گرفته اند طراحی می شوند. سایر نقاط شبکه فشار های بیشتری را خواهند داشت. دلیل دیگر وجود نوسان فشار، تغییرات زمانی مصرف آب مشترکین است. سامانه های توزیع آب برای تامین سطح حداقل فشار، در حالت حداکثر ظرفیتی جمعیتی پروژه و در زمان حداکثر مصرف (زمانی که افت های اصطکاکی در بالاترین حد هستند) طراحی می شوند. در نتیجه در اوایل دوره طرح و زمان های غیر پیک، فشارهای بالاتر از مقدار مورد نیاز در شبکه وجود خواهد داشت. با توجه به این شرایط، روش های مدیریت فشار باید قادر باشند فشارهای شبکه را در محدوده ی بهینه کنترل کنند. عمده ترین روش های مدیریت فشار به شرح زیر است [۱]:

- (۱) مانور شیر آلات
- (۲) استفاده از مخازن با ارتفاع مختلف
- (۳) استفاده از پمپ های دور متغیر
- (۴) استفاده از لوله های موازی
- (۵) استفاده از شیر های فشار شکن هوشمند

با توجه به موارد روش های مدیریت فشار، شهر همدان برای انجام مدیریت فشار روش ۱ و ۵ را اتخاذ کرده است و با نصب سیستم کنترل هوشمند فشار این مهم را انجام می دهد.

۲-۶- معرفی دستگاه های کنترلر فشار شکن

به منظور تنظیم فشار خطوط یا شبکه های آبرسانی معمولاً از شیر های فشار شکن استفاده می شود. مکانیزم کنترل فشار خروجی این شیرها مکانیکی بوده و بستگی به اختلاف فشار آب در ورودی و خروجی شیر دارد. پایلوت تعبیه شده روی این شیرها عمل تنظیم فشار خروجی را انجام می دهد. پس از تنظیم فشار خروجی در یک فشار خاص، شیر در تمام زمان کار خود سعی در حفظ فشار خروجی طبق تنظیم انجام شده دارد، در حالی که نیاز فشار در شبکه های آبرسانی در ساعات مختلف شبانه روز متغیر است. مثلاً در ساعات شب که مصرف مشترکین کم می شود می توان فشار شبکه را کاهش داد. تغییر در تنظیم شیر بدون استفاده از یک سیستم اتوماتیک امکان پذیر نیست. دستگاه کنترلر شیر فشار شکن این توان را دارد که با تغییر در تنظیم فشار خروجی شیر فشار شکن در ساعات مختلف شبانه روز فشار مناسب را برای شبکه های آبرسانی تهیه کند. از قابلیت های این دستگاه ها عبارتند از:

۲-۷- تاثیر عملکرد دستگاه های کنترلر بر

حداقل جریان شبانه

کاهش میزان فشار باید به گونه ای باشد که قابلیت اطمینان سیستم در حد قابل قبولی باقی بماند، به این معنا که کاهش میزان فشار مورد نیاز در گر ه های مصرف صورت پذیرد تا تقاضای مصرف در تمامی زمان ها بر آورده گردد. حالت ایده آل زمانی اتفاق می افتد که میزان فشار در تمامی گر ه ها به حدی باشد که دقیقاً مقدار تقاضا در گر ه مصرف را بر آورده نماید. بطور کلی محاسبات تنظیمات بهینه شیر آلات کار نسبتاً مشکلی است.

۲-۸- روش انجام تحقیق

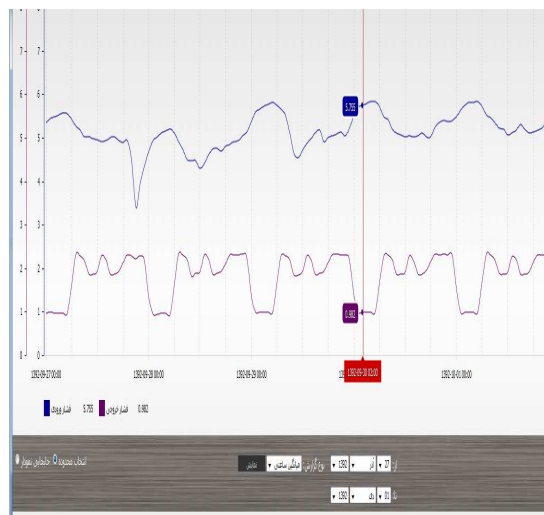
۲-۸-۱- وضعیت توپوگرافی و قرارگیری مخازن

و ایستگاههای پمپاژ شهر همدان

شهر همدان دارای ۱۰ مخزن می باشد (مخازن: مصلی- بهشتی- لوناپارک- آزاد- چهل چمن- امید اکباتان- حاج عنایت- ۶۰۰۰- جهان نما- باغ بهشت). که طرز قرار گیری آنها طبق شکل (۲) می باشد.



شکل (۲): توپوگرافی و محل قرار گیری مخازن شهر همدان



شکل (۳): خروجی فشار شکن محوطه آقاجانی بیگ شهر همدان واقع در زون مخزن آزاد

نتیجه عملکرد دومین دستگاه کنترل گر نصب شده در زون مخزن آزاد (بلوار خواجه رشید شهر همدان) طبق شکل (۴) قابل مشاهده می باشد.



شکل (۴): خروجی فشار شکن بلوار خواجه رشید شهر همدان واقع در زون مخزن آزاد

در نهایت طی ۳ دوره اندازه گیری و بررسی اطلاعات فلومتر خروجی مخزن آزاد، کاهش حداقل جریان شبانه طبق شکل (۵) و جدول شماره (۳) قابل مشاهده می باشد.

با توجه به زون بندی مخازن، ۵۴ عدد شیر فشار شکن در سطح شهر نصب گردیده است. که ۱۷ عدد آنها دارای سیستم کنترل هوشمند می باشند. جدول شماره (۲) نحوه قرار گیری دستگاه های کنترلگر فشار نصب شده بر اساس نقشه زون بندی مخازن را ارائه می نماید. طبق جدول شماره (۲) زون های لوناپارک، آزاد و چهل چمن بیشترین پراکندگی نصب دستگاه هوشمند کنترل فشار را دارا هستند. در این مقاله تأثیرات کنترل هوشمند فشار در منطقه مخزن آزاد شهر همدان از لحاظ تغییرات در حداقل جریان شبانه مورد بررسی قرار گرفته است.

جدول (۲): نحوه پراکندگی نصب دستگاه های کنترلگر فشار در سطح شهر همدان (طبق زون بندی مخازن)

ردیف	نام زون مخزن مربوطه	تعداد دستگاه کنترلگر نصب شده
۱	آزاد	۳
۲	لوناپارک	۴
۳	چهل چمن	۵
۴	حاج عنایت	۱
۵	بهشتی	۱
۶	امید اکباتان	۱
۷	۶۰۰۰	۱
۸	۲۰۰۰	۱
۹	جمع کل	۱۷

۲-۸-۲- زون آزاد شهر همدان

طبق تنظیمات انجام شده بر روی دستگاه کنترل گر فشار نصب شده در منطقه زون مخزن آزاد شهر همدان از تابستان سال ۱۳۹۲، فشار بصورت اتوماتیک از ساعت ۱ شب الی ۶ صبح بنحوی کاهش می یافت که ضمن رسیدن به حداقل فشار، قابلیت اطمینان شبکه توزیع زون مربوطه در حد قابل قبولی باقی بماند. به عنوان نمونه طبق شکل (۳) خروجی فشار شکن محوطه آقاجانی بیگ شهر همدان، در ساعت ۲ صبح روز ۱ دی ماه سال ۱۳۹۲ فشار از ۵.۷۵۵ اتمسفر به ۰.۹۸۲ اتمسفر تقلیل پیدا کرده است.

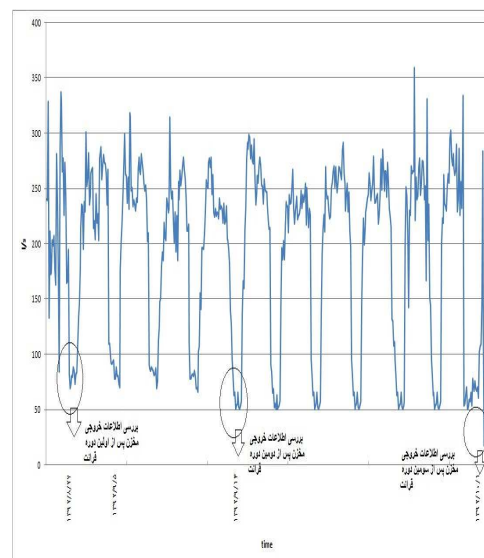
۳- نتیجه

بر اساس نتایج بدست آمده با کاهش فشار خروجی فشار شکن، حداقل جریان شبانه که بر آوردی از میزان نشت در شبکه را بیان می کند نیز کاهش می یابد. طبق جدول شماره ۳ با کاهش فشار در ساعات ۱ شب الی ۶ صبح مخزن آزاد شهر همدان حداقل جریان شبانه در پایان دوره سوم ۴۴ لیتر بر ثانیه نسبت به دوره اول قرائت کاهش یافته است. این کاهش جریان از یک طرف نشت در شبکه را کاهش داده و از طرف دیگر مصرف مشترکین را پایین می آورد. با توجه به عمر بالای شبکه های توزیع آب و همچنین با توجه به توپوگرافی و وجود اختلاف ارتفاع ۲۵۶ متری شهر همدان، انجام مدیریت فشار به عنوان یک روش مفید برای شهر همدان و سایر شهرهای دارای شرایط مشابه در سطح کشور توصیه می شود.

مراجع

- [۱] جلیلی قاضی زاده، محمد رضا، مبانی و کاربردهای مدیریت فشار در شبکه های توزیع آب، مجله تخصصی آب و محیط زیست، شماره ۷۵، صفحات ۵۳-۶۶، پاییز ۱۳۸۸.
- [۲] زارعی، علی، کنترل هوشمند فشار در شبکه توزیع آب شهری، دومین همایش ملی آب و فاضلاب تهران، صفحات ۱-۱۱ مهر ماه ۱۳۸۷.

[3] Pressure management a growing trend in Australia – 2002.



شکل (۵): حداقل جریان شبانه مخزن آزاد شهر همدان طی سه دوره بررسی و قرائت اطلاعات فلومتر خروجی مخزن

جدول (۳): میزان تغییرات حداقل جریان شبانه با کنترل هوشمند فشار در زون مخزن آزاد

شماره دوره بررسی و قرائت	حداقل جریان شبانه (لیتر بر ثانیه)
دوره ی اول	۶۹.۵
دوره ی دوم	۵۰
دوره ی سوم	۲۵.۲

Water saving and Non-Revenue Water in residential units

Abstract

Constraints on water resources, high per capita consumption, and the high costs of supplying and distributing drinking water as well as increasing population growth are among the factors that have led us to look more efficient and specialized in water management. Fundamental structures, including the formulation of a principled water saving plan, along with the identification of individuals or a competent and expert group, can be effective in reducing water consumption and Non-Revenue Water in different sectors. Improvement and proper maintenance of water systems and installations, changes in water supplies and water conservation policies and programs can constitute a general framework for management principles. The purpose of this paper is to find ways to reduce water consumption and Non-Revenue Water in residential units.

Keywords: water saving, consumption management, Non-Revenue Water, water resources, distribution networks.

کاهش مصرف آب و آب بدون درآمد در واحدهای مسکونی

ارسلان قربانی واجارگاه

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران-محیط زیست

مدیر امور آب و فاضلاب شهرستان املش

Ghorbani.arsalan@yahoo.com

چکیده

محدودیت منابع آب، بالا بودن مصرف سرانه و هزینه های فراوان تامین و توزیع آب آشامیدنی و همچنین افزایش روز افزون جمعیت از جمله عواملی هستند که باعث شده اند نگاه ما به مقوله مدیریت مصرف آب نگاه موثر تر و تخصصی تر باشد. ساختار های بنیادی شامل تدوین برنامه اصولی صرفه جویی آب همراه با تعیین افراد یا گروه توانمند و متخصص می تواند در کاهش مصرف آب و آب بدون درآمد در بخش های مختلف اثرگذار باشد. بهبود و نگهداری صحیح سامانه ها و تاسیسات آب، تغییر در وسایل و تجهیزات آب بر و همچنین سیاست ها و برنامه های تشویقی در صرفه جویی آب می توانند چهارچوب کلی اصول مدیریت را تشکیل دهند. هدف از مقاله حاضر، راهکار هایی برای کاهش مصرف آب و آب بدون درآمد در واحد های مسکونی می باشد.

واژه های کلیدی : صرفه جویی آب ، مدیریت مصرف، آب بدون درآمد، منابع آب، شبکه های توزیع.

۱- مقدمه

امروزه آب به دلیل رشد روز افزون جمعیت و توسعه ها شهرها و کشور ها، بعنوان یک کالای استراتژیک مطرح بوده و نیاز و تقاضا برای آن، برای بقا بشر و حفظ محیط زیست بیش از پیش احساس می شود. هم اکنون در کشور ما، ایران، در بسیاری از شهرها و روستاها، کمبود آب، یک مسئله جدی بوده و در بسیاری از مناطق دارای تنش آبی می باشیم.

صرفه جویی از دو دیدگاه اقتصادی و اجتماعی دارای اهمیت است. از دیدگاه اقتصادی، صرفه جویی با کاستن از تقاضا برای آب و تقلیل هزینه های تامین و تصفیه آب و در پی آن، حجم کمتر تولید فاضلاب؛ نیاز به سامانه های تصفیه فاضلاب را کاهش می دهد و از دیدگاه اجتماعی، صرفه جویی ضمن آنکه باید به عنوان یک ارزش تلقی شود سبب صیانت از منابع موجود برای نسل های آینده و تسریع در رشد و تعالی اقتصادی کشور خواهد شد. بسیاری از دست اندرکاران و افراد بر این باورند که صرفه جویی در مصرف آب فقط با تشویق خانواده ها و فرهنگ سازی و آموزش خانواده ها میسر است؛ در

حالی که طرح های صرفه جویی می بایست از جنبه های گوناگون مورد توجه قرار گیرد و عوامل مختلفی در میزان مصرف آب در واحد های مسکونی اثرگذار هستند. هر شخص برای تامین نیازهای فردی و اجتماعی در هریک از کاربری های گوناگون خانگی و غیر خانگی چه در شهر و چه در روستا، برحسب شرایط فیزیولوژیکی و اقلیم حاکم بر محل سکونت خود، مقادیر متنابهی آب مصرف می کند که مجموعه آنها، مصرف سرانه آب را تشکیل می دهد. آنچه که در این مقاله به آنها پرداخت شده است، نقش سیاست های حاکمیتی، عوامل فنی و هیدرولیکی و سیاست های سازمان های متولی تامین و توزیع آب است که در میزان مصرف آب توسط مصرف کنندگان تأثیر گذار است. [۱-۳]

۲- مواد و روشها

در شکل ۱ میزان مصارف آب را می بینیم که در بخش های مختلف به چه گونه است.



شکل ۱- میزان مصارف آب خانگی بخش های مختلف در کشور ایران [۳]

۲- ۱- آموزش

یکی از روش های کاهش مصرف آب در واحد های مسکونی، ترویج فرهنگ صرفه جویی و کاهش مصرف آب از طریق رسانه ها، جراید، گروه های غیر دولتی و دولتی است. اجرای برنامه های هفتگی و آموزشی در میان کودکان و نوجوانان آثار بهتر و نتایج موثر تری خواهد داشت [۲].

در آموزشهای آبی، مخاطبی که انتخاب می شود می تواند از میان اقشار مختلف باشد. اما در این میان، دانش آموزان و نوجوانان جایگاه ویژه ای دارند چرا که از یک سو دانش آموزان تاثیرپذیری و آموزش پذیری بالایی دارند و از دیگر سو میتوانند بر روی افراد دیگر نظیر افراد خانواده و همسالان تاثیرگذار باشند و آموزش ها را منتقل نمایند. همچنین، دانش آموزان، با فاصله زمانی کوتاهی، در جایگاه بهره برداران، تصمیم گیران و تصمیم سازان منطقه و کشور خود قرار میگیرند و از طریق آموزش ایشان، میتوان نسلی با آگاهی و حساسیت نسبت به حفاظت آب داشت [۴].

آموزش های لازم (شکل ۲):

- موقع مسواک زدن شیر آب تصفیه شده را باز نگذارید
- هنگام استحمام در فاصله بین شستن بدن و سرشویی، بهتر است شیر آب بسته باشد.
- برای آبیاری فضای سبز محوطه مسکونی و درختان و بوته ها و گلها از روش آبیاری قطره ای استفاده گردد.
- از جریان آب جهت آب شدن یخ گوشت و مواد غذایی منجمد استفاده نگردهد.
- هنگام استفاده از دستشویی، شیر آب را با حداقل فشار باز کنید.
- از سر دوشهای کاهنده مصرف، در دوش شام استفاده شود.
- از نشستی آب در اتصالات و شیر آلات و شیلنگ ها جلوگیری گردد.
- از نصب سیستم های آبی جهت تزئین نظیر فواره ها اجتناب گردد.
- عایق بندی لوله های آب گرم.
- کاهش حجم آب فلاش تانک.
- جلوگیری از نشستی فلاش تانکها.
- عدم شستشوی اتومبیل، پیاده روی مقابل منزل و مغازه.
- نصب کولر در سایه و با استفاده از پوشش مناسب و جلوگیری از نشست آب آن.
- بستن شیر فلکه بعد از کنتور در زمان مسافرت و ترک منزل و یا مغازه .
- گزارش سریع تلفات آب و شکستگی به مرکز اتفاقات ۱۲۲ و ترمیم هرچه سریع تر آن.



شکل ۲ - اهمیت آموزش به کودکان

۲-۲ - تفکیک کنتور های آب در مجتمع های مسکونی و آپارتمانی

در برنامه های مدیریت مصرف انرژی یکی از راه های مطرح شده برای کنترل مصرف، طرح تفکیک کنتورهای آب است در قانون بودجه هم پیش بینی شده و ما را مکلف کردند که در جاهایی که امکانپذیر است کنتورها را جدا کنیم. جداسازی کنتورهای آب با توجه به اجرای قانون هدفمندی یارانه ها تاثیر زیادی در کاهش مصرف آب خواهد داشت اما پیچیدگی های زیادی دارد.[۴]

برابر گزارش دفتر مشترکین شرکت آب و فاضلاب، میزان مصرف آب انشعابات آب اشتراکی بیش از انشعابات مجزا است .

نکته مطلب بالا مشروط به این است که مشترکین تمامی واحدهای آپارتمانی حضور داشته و در مجتمع مسکونی ساکن باشند .

کم مصرف و اگر کنتورها جدا شود قطعا عدالت برقرار خواهد شد. هرکس که مصرف داخل خانه اش را مدیریت می کند به اقتصاد خانواده و مدیریت مصرف آب کمک خواهد کرد. در این صورت،

از آنجایی که صورتحساب بهای آب مصرفی در مجتمع های تجاری و مسکونی عموماً بتساوی بین واحد هانتقسیم و توسط مصرف کنندگان پرداخت می گردد؛ لذا رقابتی پنهان در مصرف آب بوجود می آید و این تلقی وجود دارد که چه مصرف بکنیم و چه نکنیم می بایست مبلغ صورتحساب را پرداخت کنیم. بنابراین تلاش می کنند سهم بیشتری از آب را مصرف نمایند. این بررسی بر اساس استخراج آمار مصرف مشترکین امور آب و فاضلاب املش در بازه زمانی یکساله ۱۳۳۱ می باشد.[۱]. برای پیشگیری از وقوع این رقابت پنهان و کاهش مصرف آب، بهترین راهکار؛ جداسازی کنتور آب واحدهای مجتمع ها می باشد. این یک قدم است برای عدالت. برچی که ۲۲۲ واحد مسکونی دارد ممکن است یک واحد ۱۲ مترمکعب آب مصرف کند و دیگری ۲ مترمکعب. این که همه قیمت یکسان بپردازند ظلم است به واحدهای

علاوه بر کاهش مصرف آب، هر واحد به اندازه ای که مصرف می کند هزینه پرداخت خواهد نمود.[۱]

۲-۳ - عدم تناسب بهای تمام شده آب و

میزان فروش آن

در کشور ما ایران، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور متولی توزیع آب در شهرها و روستاهاست و در عرضه محصول خود فاقد هرگونه رقیبی می باشد. تعیین تعرفه های آب و قیمت گذاری آن پس از پیشنهاد شرکت مهندسی آب و فاضلاب (وزارت نیرو) توسط شورای اقتصاد به تصویب رسیده و به شرکت ها ابلاغ می گردد؛ به عبارت دیگر دولت در تعیین قیمت و تعرفه آب نقش مستقیم دارد. آنچه که در اقتصاد آب قابل تامل هست نگاه دولتی به مقوله آب و عدم حضور بخش خصوصی و به عبارت بهتر عدم وجود رقابت در توزیع این کالا در سطح کشور هست. آب همانند سایر کالاهای اساسی، کالای اقتصادی بوده و تامین و توزیع آن همانند سایر فعالیت ها، یک فعالیت اقتصادی است. لذا یکی از مهمترین مسائل موثر در اقتصاد آب کشور، تعیین صحیح بهای تمام شده آن می باشد. [۶]

بر اساس توصیه سازمان ملل باید حدود ۱ متر مکعب آب در ماه برای هر فرد به آسانی در اختیار همه مصرف کنندگان قرار گیرد. همچنین توصیه موکد بانک جهانی این است که حداکثر سهم هزینه های آب در سبد خانوار نباید بیش از ۳،۳ درصد بیشتر باشد. [۶]

رقم مذکور سقف قابل تحمل را نشان می دهد که بنا به عرف متداول شامل کلیه هزینه های آب و فاضلاب می باشد. سهم هزینه آب در سبد خانوار کشور ایران بدون اعمال جریمه ۱،۲۱ و با اعمال جریمه ۲،۲۳ می باشد. یکی از اهرم های مناسب جهت کاهش مصرف آب در واحد های مسکونی قیمت گران و یا مناسب کالای آب می تواند باشد.

لذا مادامیکه آب بطور ارزان و کمتر از مقدار واقعی در دسترس خانوارها قرار گیرد میزان مصرف آن نیز بطور معنی داری افزایش یافته و قیمت ارزان و غیر واقعی کالا نمی تواند بعنوان یک اهرم در میزان کاهش مصرف آن نقش ایفا کند. [۶]

۳-نتایج

۱-۳ - تاثیر فشار آب شبکه توزیع در میزان

مصرف آب

یکی از عوامل تاثیرگذار در مصرف آب در واحد های مسکونی میزان فشار هیدرولیکی در شبکه های توزیع آب میباشد. عدم مدیریت صحیح فشار آب و بالانس آن در شبکه های توزیع می تواند اختلاف بین حداقل و حداکثر فشار آب در شبکه های آب را افزایش دهد. در نتیجه در مناطقی از شبکه توزیع، فشار آب همواره بالا و در مناطق دیگر، فشار آب از حداقل مورد نیاز کمتر خواهد بود. در هر دو حالت، هم فشار ماکزیمم و هم فشار مینیمم می توانند در میزان مصرف آب در واحد های مسکونی تاثیر گذار باشند. بدین معنی که در مناطق با افت فشار بالا و کاهش شدید فشار آب، مصرف کنندگان بناچار جهت تامین فشار آب، از پمپ های خانگی بطور مستقیم استفاده می نمایند [۲].

اگرچه مقدار تغییرات فشار با تغییرات مصرف بسیار متفاوت گزارش شده است. در عین حال افزایش مصرف متعاقب افزایش فشار آب مورد توافق تمام محققین میباشد. لذا با عنایت به موارد فوق اجرای عملیات مدیریت فشار و بالانس آن در شبکه توزیع می تواند در کاهش مصرف آب ر واحد های مسکونی اثرات مثبتی داشته باشد.

۲-۳ - تاثیر کاهش فشار شبکه بر میزان

مصرف مشترکان

در بررسی تاثیر مدیریت فشار بر میزان کاهش مصرف مشترکان، کنتور مشترکان داخل پایلوت هم زمان با تغییرات فشار در خروجی شیر فشار شکن به صورت هفتگی قرائت شد. نتایج تغییرات مصرف مشترکان با تغییرات خروجی شیر فشار شکن در هفته های ۳ و ۴ و ۵ در جدول ۱ آمده است [۷].

جدول ۱- تغییرات مصرف مشترکان و فشار خروجی شیر فشار شکن [۷]

شماره هفته	فشار (متر)	میزان مصرف هفتگی مشترکان (متر مکعب)	کاهش مصرف (%)
۳	۵۰ (ثابت)	۱۴۱۹	۰
۴	الگوی اول (میانگین ۳۲)	۱۲۲۲	۱۴
۵	الگوی دوم (میانگین ۲۷)	۹۸۵	۳۱

بر اساس این نتایج، با انجام مدیریت فشار، مصرف مشترکان کاهش یافته است، بدون اینکه نارضایتی از مشترکان گزارش شده باشد [۷].

۳-۳- نقش تجهیزات اندازه گیری

کنترل های آب در میزان مصرف دقت و صحت دستگاه ها و تجهیزات اندازه گیری آب نقش بسیار موثر و تعیین کننده ای در تعیین میزان مصارف خانگی و همچنین مقادیر آب بدون درآمد دارد. بررسی های بعمل آمده نشان می دهد حدود ۱۲ درصد کنترل های آب مشترکان آب و فاضلاب معیوب بوده و عدد واقعی مصرف آب را نشان نمی دهند [۲].

اگرچه شرکت های آب و فاضلاب بر اساس مصارف گذشته مشترکان که در سیستم ثبت شده است میزان مصرف مشترک را مشخص و بر مبنای میزان مصرف در دوره سلامت کنترل، صورتحساب صادر نموده و حجم مصرفی را اعلام می کند؛ لیکن این موضوع می تواند یکی از عوامل مصرف بی رویه مشترک باشد. چرا که مشترک میدانند کنترل نامبرده معیوب بوده و هرچه قدر هم مصرف کند مبلغ بهای آب مصرفی همان مبلغی است که حدود آن از قبل مشخص شده است [۲].

علاوه بر این مهم، بیش از ۱۲ درصد کنترل های آب مشترکان دارای قدمتی بیش از ۱ سال داشته و همین مسئله از میزان دقت تجهیزات اندازه گیری کاسته و لازم است در این خصوص نیز بررسی و تجزیه و تحلیل آماری و دقیقی انجام شود. عدم کفایت دقت تجهیزات اندازه گیری شامل خطای دبی استارت کنترل، دبی متوسط تا حداکثر و مصارف انشعابات دارای کنترل های کم کار یا خراب میباشد. امروزه رشد جمعیت و توسعه اقتصادی سبب افزایش استفاده از آب شده است. این مسئله فشار زیادی را بر منابع آب وارد آورده و پیامد آن مشکلات بی شماری از قبیل افزایش تقاضا، کاهش عرضه، خشکسالی، سیل، آلودگی منابع آب و ... را برای انسان به وجود آورده که هر روز بر بحران آب بیشتر دامن می زنند. که آب شیرین از با ارزش ترین کالاها در قرن بیست و یکم باشد. از طرفی میزان تقاضا برای مصرف آب روز به روز افزایش می باید. دلیل این امر را می توان در دو مورد ذکر کرد، یکی افزایش بی رویه مصرف آب و دیگری تغییرات اقلیمی. برای افزایش تقاضای مصرف آب می توان به کاهش مصرف و افزایش منابع (شیرین کردن آب شور و ذخیره سازی آن) توجه داشت. کاهش مصرف آب نه تنها به بقاء منابع محدود کمک می کند بلکه کاهش میزان نیاز به تصفیه آب را نیز در بر دارد. در این مقاله با توجه به بحران کم آبی در جهان و بحث انرژی پایدار، راهکارهایی جهت صرفه جویی و استفاده بهینه از این عنصر حیاتی در ساختمان ارائه شده است.

براساس نتایج حاصل از این مطالعه استفاده از آموزش جهت بالا بردن آگاهی عمومی مردم نسبت به بحران آب، تفکیک کنتورهای آب در مجتمع مسکونی و آپارتمانی، تناسب بهای تمام شده آب و میزان فروش آن، بالانس فشار آب و نقش تجهیزات اندازه گیری (کنتورهای آب) میتواند در کاهش مصرف آب تاثیر گذاشته و همچنین باعث تغییر رفتار مصرف کنندگان نسبت به مصرف آب و بهینه سازی آن شد.

۴-پیشنهادهای

- کوچک سازی شرکت های آب و فاضلاب و اصلاح ساختار سازمانی آن.
- تعیین قیمت واقعی بهای تمام شده آب.
- تدوین و اجرای برنامه های عملیاتی کاهش تلفات آب و کاهش هزینه های تولید و توزیع متناسب با سیستم و تاسیسات آبرسانی هر استان و منطقه.
- آموزش همگانی به منظور جلب مشارکت مردم و سهیم ساختن جامعه در برنامه های صرفه جویی آبی.
- بهره مندی از نیروهای متخصص و توانمند در راهبری سامانه های آبی.
- بهره مندی از سیستم مانیتورینگ و کنترل از راه دور تاسیسات آبی و تله کنترل (مدیریت هوشمند تولید و توزیع آب).
- مطالعه و مهندسی مجدد شبکه های توزیع آب و اصلاح ساختار هیدرولیکی.

مراجع

- [۱] انجمن وفاق ملی مصرف بهینه آب وابسته به سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا.
- [۲] استفاده از تجربیات شخصی با توجه حیطه کاری.
- [۳] سایت حامیان آب.
- [۴] مجله مهندسی بهداشت محیط، سال چهارم شماره ۱، پاییز ۱۳۹۵.
- [۵] اداره آب و فاضلاب شهرستان املش، استان گیلان.
- [۶] مطالعات تدوین تعرفه آب و فاضلاب شهری و روستایی کشور-۱۳۸۵.
- [۷] قاضی زاده، م / ضیاء الدین ایدی، پاییز ۱۳۹۵، مقاله محیط شناسی، دوره ۴۲- شماره ۳، ص ۵۲۹-۵۱۷.

Simulation of the behavior of subscribers in water use using the baseline model

Abstract

The application of baseline models in simulating stakeholder behavior is a relatively new method for modeling complex systems that involves autonomy factors that interact with one another. The computational advances make it possible to apply the basic operating models in a variety of contexts. These applications have expanded in modeling human behavior in the market and production cycles, modeling the complexity of resource systems and water consumption, and many others. This paper is based on the modeling of the basis for the behavior of subscribers in unauthorized use of water. In this paper, the proposed model for causing agents involved in water resources systems (Akhbari and Grigg, 2015) and application of NetLogo software simulated the behavior of the customers of Rural Water and Wastewater Company of Kermanshah province in water consumption. The statistical population consisted of the subscribers of the rural aquifer of Kermanshah province about 129,000 subscribers in the period of 1394. The results indicate that the causal model can be trusted to simulate the behavior of the subscribers. The results of this study showed that the behavior of the rural area's subscribers in the field of unauthorized uses is dependent on the environmental and conventional factors of the water resources such as household income, water costs Consumption, home appliances technology and consumption culture, etc.

Keywords: baseline model, water resources, subscribers, behavior simulation, unauthorized consumption of water.

شبیه سازی رفتار مشترکین در مصارف آب با استفاده از مدل عامل بنیان

علی عسگر سبحانی، ارشد مدیریت اجرایی

مدیر روابط عمومی و آموزش همگانی شرکت آب و فاضلاب روستایی استان کرمانشاه

aasobhani@yahoo.com

چکیده

کاربرد مدل‌های عامل بنیان در شبیه سازی رفتار ذینفعان یک روش نسبتاً جدید برای مدل‌سازی سیستم‌های پیچیده‌ای است که شامل عوامل خودمختاری هستند که با یکدیگر در تعامل اند. پیشرفت‌های محاسباتی، کاربرد مدل‌های عامل بنیان را در زمینه های مختلف میسر کرده است. این کاربردها در مدل‌سازی رفتار انسان در بازار و چرخه‌های تولید، مدل‌سازی پیچیدگی‌های سیستم‌های منابع و مصارف آب و بسیاری دیگر گسترش یافته‌اند. در این مقاله بر اساس مدل‌سازی عامل بنیان رفتار مشترکین در مصارف غیرمجاز آب مورد تبیین قرار می‌گیرد. در این مقاله با استفاده از مدل‌های عامل بنیان پیشنهاد شده برای عوامل درگیر در سیستم‌های منابع آبی توسط (Akhbari و Grigg ، 2015) و بکارگیری نرم افزار NetLogo ، رفتار مشترکین شرکت آب و فاضلاب روستایی استان کرمانشاه در مصارف آب شبیه سازی گردید. جامعه آماری شامل مشترکین آبفای روستایی استان کرمانشاه به تعداد حدود ۱۲۹۰۰۰ مشترک و در بازه زمانی سال ۱۳۹۴ می‌باشد. نتایج حاصله نشان داد مدل عامل بنیان میتواند در جهت شبیه سازی رفتار مشترکین مورد اعتماد قرار گیرد، نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد رفتار مشترکین حوزه روستایی در زمینه مصارف غیر مجاز تابع عوامل محیطی و متعارف حوزه منابع آب از جمله درآمد خانوار، آب بهاء مصرفی، فناوری تجهیزات خانگی و فرهنگ مصرف و ... میباشد.

واژه های کلیدی: مدل عامل بنیان، منابع آب، مشترکین، شبیه سازی رفتار، مصرف غیر مجاز آب.

۱- مقدمه

مدلسازی عامل بنیان رویکردی نسبتاً جدید برای مدلسازی سامانه هایی است که از عوامل مستقل ولی در تعامل با هم تشکیل شده اند. مدلسازی عامل بنیان یک پارادایم نسبتاً جدید است و از زمان پیدایش پایگاههای داده، یکی از مهمترین پیشرفت ها در مدلسازی محسوب میشود. علوم مهندسی و علوم مدیریت بصورت مشترک برای توصیف، درک و مدیریت پدیده ها به دنبال مدلسازی دنیای واقعی هستند، با این تفاوت که علوم مهندسی پدیده های دنیای طبیعی و علوم مدیریت سامانه های انسانی را مدلسازی مینمایند (Epstein & Axtell، ۱۹۹۶)

از آنجا که دانش مدلسازی در زمینه ی پدیده های طبیعی و قوانین مرتبط با آن بسیار پیشرفت کرده است، مدل های تقریبی زیادی برای اینگونه پدیده ها ساخته شده و اثربخشی این مدل ها با توجه به پیشرفت های مستمر در علوم مهندسی و فیزیک مشهود و قابل اثبات است. اما دنیای واقعی انسانی به دلیل پیچیدگیهای رفتاری انسان کمتر به شکل مدل ارائه شده است و همین امر موجب پیچیدگی و عدم قطعیت هرچه بیشتر مسائل انسانی میشود. برای تصمیم گیری در خصوص اینگونه مسائل باید فاکتورهایی نظیر عوامل کلیدی، قوانین رفتاری عوامل، نحوه ی تعامل عوامل با یکدیگر و با محیط و از این دست مسائل در نظر گرفته شوند (Bonabeau، 2002)

استفاده از مدلسازی عامل بنیان در حوزه مسائل محیط زیست از جمله رفتارهای انسان در ارتباط با عوامل طبیعی از کارکردهای جدید عامل بنیان میباشد. ما در دنیای زندگی میکنیم که به شکل فزایندهای در حال پیچیده تر شدن است. سیستمهایی که نیاز به تحلیل و مدلسازی آنها داریم از لحاظ همبستگی های چندگانه همواره پیچیده تر میشوند. ابزارهای سنتی مدلسازی دیگر مانند گذشته قابل کاربرد نیستند [۱-۲]. برخی از سیستمها همیشه آنقدر پیچیده بوده اند که قادر به مدلسازی آنها نبوده ایم از جمله رفتارهای انسان ها در قبال عوامل محیطی. هدف اصلی این مقاله، بررسی شبیه سازی رفتار مشترکین در مصارف غیر مجاز با استفاده از مدل عامل بنیان است و در واقع به این پرسش جواب خواهد داد که چگونه مدلسازی عامل بنیان برای حل مسائل کاربردی در حوزه رفتار مشترکین در مدیریت مصرف آب مورد استفاده قرار میگیرد؟ و رفتار و الگوی مصرف مشترکین در مصارف آب با استفاده از عامل بنیان تابع چه عواملی میباشد؟

۲- کاربردهای مدلسازی عامل بنیان در علوم

آب و منابع طبیعی

کاربرد مدل های عامل بنیان در علوم منابع طبیعی ابتدا درباره مدیریت منابع تجدیدپذیر توسط Bousquet در سال ۱۹۹۳ مورد مطالعه قرار گرفت. در مطالعه مذکور، یک شبیه ساز چند عاملی برای درک بهتر اندرکنش میان بهره برداران و منابع طبیعی ایجاد گردید. همچنین Balmann در سال ۱۹۹۷ این نوع مدل ها را در زمینه

مدیریت عملیات کشاورزی مورد استفاده قرار داد. تحقیق مذکور بیشتر بر جنبه های اقتصادی کشاورزی تمرکز داشت.

(Becu و همکاران، ۲۰۰۳) در زمینه شبیه سازی عامل بنیان برای مدیریت آب حوضه آبریز در جنوب تایلند مطالعه ای انجام دادند. آنها برای این هدف یک مدل عامل بنیان به نام CATCHSCAPE تهیه کرده، سناریوهای اقتصادی، کاربری اراضی و مدیریت منابع آب را مورد آزمون قرار دادند.

در همین سال (Feuillette و همکاران، ۲۰۰۳) مقاله ای با موضوع حل اختلافات در مدیریت منابع آب زیرزمینی نگاشتند. به گزارش نگارندگان مدل ارائه شده با نام SINUSE قابلیت بالایی در شبیه سازی سیستمهای پیچیده و توزیعی دارد.

نتایج تحقیقات نشان داد با استفاده از مدل های عامل بنیان نتایجی میتوان کسب کرد که با استفاده از روشهایی مانند پویایی سیستمها و سایر مدل ها به سختی قابل دستیابی میباشد. همچنین در زمینه کیفیت آب در سطح حوضه آبریز تحت تأثیر آلودگی کشاورزی در یک منطقه با استفاده از مدل های عامل بنیان مطالعه ای انجام شده است که نتایج آن نشان داد تغییر رفتار کشاورزان بر پیش بینی و تصمیم گیری سایر کشاورزان مؤثر است و نتایج واکنش عوامل بر منابع آب متفاوت است [۳-۵].

۳- عامل چیست؟

هرچند تعاریف گوناگونی برای واژه ی "عامل" ارائه گردیده، اما در همه این تعاریف چند گزینه به صورت مشترک وجود دارد. این گزینه ها شامل خصوصیات، قوانین رفتار، حافظه، منابع در دسترس، اطلاعات مورد نیاز برای تصمیم گیری و قوانین اصلاح کننده ی رفتار عوامل هستند.

برخی محققان هر نوعی از اجزای مستقل مانند نرم افزار، مدل، افراد و غیره را به عنوان عامل در نظر میگیرند (Bonabeau، ۲۰۰۲). سایر محققین معتقدند که رفتار یک عامل بایستی انطباقی باشد تا بتوان آن را یک عامل در نظر گرفت. در تعریف این گروه از محققین، عنوان عامل برای اجزایی در نظر گرفته میشود که میتوانند از محیط خود یاد بگیرند و رفتار خود را در واکنش به آن تغییر دهند. برخی دانشمندان معتقد هستند که عاملها بایستی هم شامل قوانین رفتاری اساسی باشند هم شامل یک سری قوانین سطح بالاتر باشند که قوانین رفتاری اساسی را تغییر دهند (Casti، ۱۹۹۷).

در کل، عوامل دارای خصوصیات زیر هستند:

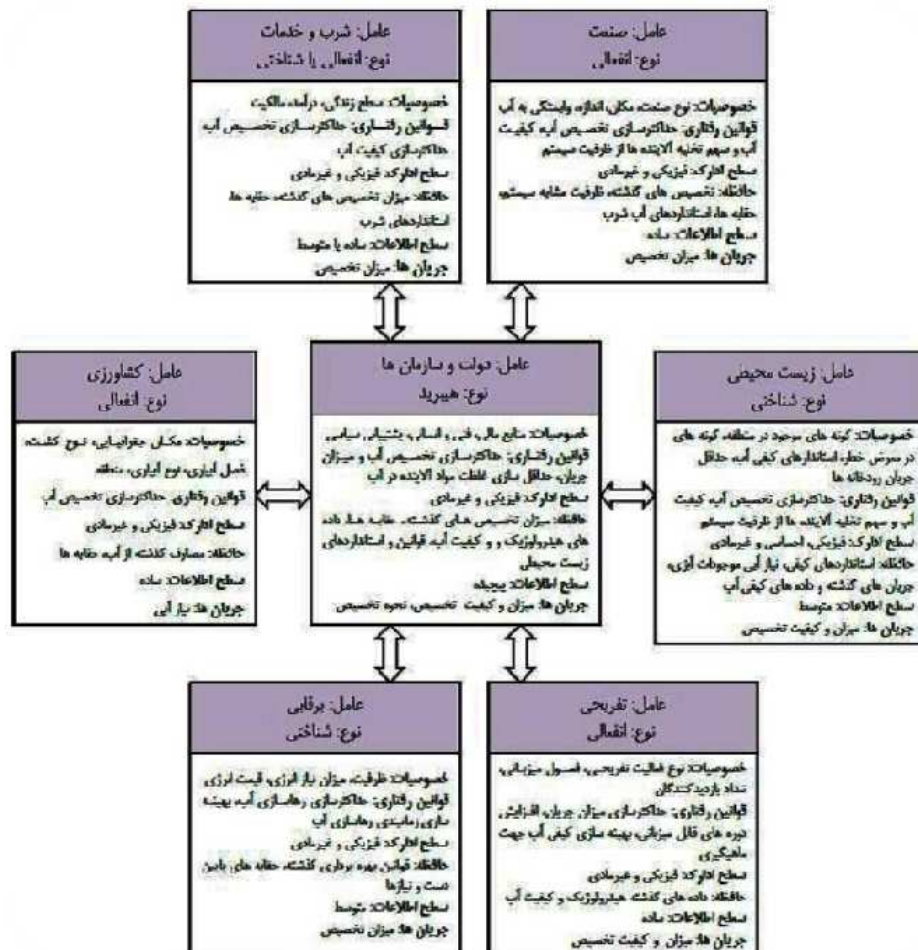
- یک عامل قابل تشخیص میباشد. یک عامل به صورت جداگانه دارای یک سری از خصوصیات و قوانین رفتاری است و شامل قابلیت های تصمیم گیری است. عوامل بر خود متکی هستند. یک عامل دارای رمز است و میتواند به سادگی تشخیص داد که آیا یک جزء، بخشی از یک عامل هست یا خیر، یا حتی یک خصوصیت مشترک است یا خیر.

مورد مطالعه در نظر گرفته میشود. شبکه آبرسانی بطور معمول به عنوان یک زیرمدل برای مدل کلی عامل بنیان در نظر گرفته میشود به عبارت دیگر مدلی که محیط و فرایندهای آن را شبیه سازی میکند، میتواند به شکل جداگانه تهیه شده و به مدل شبیه سازی رفتاری که حاصل تبیین رفتار و اندرکنشهای عوامل است لینک میشود. لینک این دو مدل باید به صورت رفت و برگشتی باشد. بدین ترتیب که بازخوردهای حاصل از مدل شبیه سازی محیط (شامل وضعیت کمی و کیفی منابع آب) بر نوع تصمیم گیری عوامل شبیه سازی شده در مدل رفتاری تأثیر گذاشته و از طرفی، نتایج حاصل از مدل رفتاری بر ورودی مدل شبیه سازی محیط در دور بعدی محاسبات تأثیرگذار خواهند بود [۸-۶].

- یک عامل دارای بعد مکان است، در یک محیط زندگی میکند که با دیگر عوامل در تعامل است عوامل برای اندرکنش با دیگران دارای پروتکل آداب و رسوم هستند .

۴- خصوصیات پیشنهاد شده برای عوامل درگیر در مدیریت منابع آب

خصوصیات پیشنهادی برای عوامل درگیر در منابع آب توسط (Grigg & Akhbari, ۲۰۱۵) در شکل شماره (۱) ارائه می گردد. از جمله عوامل درگیر در سیستمهای مدیریت منابع آب میتوان به عامل صنعت، عامل شرب و خدمات، عامل زیست محیطی، عامل دولت و سازمانها، عامل کشاورزی و عامل تفریحی اشاره نمود. از میان این عوامل، عامل شرب و خدمات را میتوان از جمله عاملهای مرتبط با مصارف آب توسط مشترک تلقی نمود. در این عامل، شبکه آبرسانی مورد استفاده توسط مشترکین به عنوان محیط



شکل (۱): خصوصیات پیشنهادی برای عوامل درگیر در منابع آب توسط (Grigg & Akhbari, 2015)

شناسایی فاکتورهای موثر در مسئله

در این تحقیق فاکتورهای تأثیرگذار در مسئله به چهار دسته فرهنگی - اجتماعی، اقتصادی، فناوری تجهیزات خانگی و زیست محیطی فرض

عوامل اقتصادی مانند قیمت تمام شده آب و درآمد خانوارها (سطح زندگی) در اکثر مطالعات، به عنوان پارامترهای موثر لحاظ شده اند

شده است. بر این مبنا، پارامترهای مهم شناسایی شده در مدل عبارتند از: درآمد خانوار، آب بهاء مصرفی، فناوری تجهیزات خانگی و فرهنگ مصرف.

عنوان عوامل موثر فرض شده اند و سعی شد میزان استعداد مشترکین جهت کاهش مصرف آب در هر سال با استفاده از پارامترهای شناسایی شده و تحلیل نمودار علی و معلولی سیستم سنجیده شود.

۵- شبیه سازی در نرم افزار

مدل پیشنهادی در نرم افزار شبیه ساز Netlogo پیاده سازی شده و در پیاده سازی سعی گردید پارامترهای تاثیرگذار و نیز پارامترهایی که دارای اطلاعات قابل استناد می باشند، به کار گرفته شود. در مدل پیشنهادی، پارامترهای درآمد متوسط خانوار، نسبت هزینه آب مصرفی به کل هزینه های خانوار و فناوری تجهیزات خانگی در هر سال، به

۶- تحلیل آماری نتایج مدلسازی

جهت تحلیل حساسیت پارامترهای به کارگرفته شده در مدل و تاثیر آنها در خروجی مسئله و بر اساس داده های حاصل از مدلسازی، از نرم افزار Netlogo استفاده شده است [۹-۱۱].

جدول (۱): مقادیر برآوردی متوسط مصرف آب و آزمایش ها

آزمایش	نسبت هزینه های آب مصرفی به مصرف کل هزینه ها	درآمد خانوار	تمایل به مصرف صحیح	فناوری تجهیزات مصرفی آب	متوسط مصرف آب (مترمکعب)
۱	1	1	۱	۱	۵۶.۳
۲	1	2	۲	۱	۵۴.۶
۳	1	3	۳	۱	۴۷.۶
۴	1	1	۱	۲	۸۶.۵
۵	2	2	۳	۲	۴۷.۳
۶	1	3	۲	۲	۶۵.۶
۷	1	1	۱	۳	۴۷.۶
۸	2	2	۳	۳	۳۵.۴
۹	1	3	۲	۳	۶۴.۵
۱۰	2	1	۱	۱	۳۴.۲
۱۱	1	2	۲	۱	۴۳.۱
۱۲	1	3	۱	۱	۳۶.۹
۱۳	1	1	۲	۲	۴۸.۳
۱۴	2	2	۳	۲	۶۵.۲
۱۵	1	3	۱	۲	۳۸.۴
۱۶	1	1	۲	۳	۷۴.۶
۱۷	1	2	۳	۳	۳۴.۸
۱۸	2	3	۲	۳	۲۸.۳

برای این منظور از طراحی آزمایش ها با تعیین چهار فاکتور کلیدی تمایل مشترکین جهت مصرف صحیح، متوسط درآمد خانوار و فناوری تجهیزات خانگی در سه سطح پائین، متوسط و بالا و فاکتور متوسط نسبت هزینه آب مصرفی به کل هزینه های خانوار در دو سطح پائین و متوسط، به عنوان پارامترهای ورودی، ۱۸ آزمایش طراحی گردید و با استفاده از رگرسیون چندگانه به روش حداقل مربعات معمولی و در دو مرحله، میزان متوسط مصرف آب برای هر آزمایش، تعیین شد. مقادیر برآوردی متوسط مصرف آب و آزمایش ها در جدول شماره (۱)

نشان داده شده است. برای تعیین متوسط مصرف آب در هر آزمایش، ابتدا با رگرسیون پارامترهای فناوری تجهیزات و تمایل مشترکین جهت مصرف صحیح روی پارامتر متوسط مصرف آب، با توجه به محدوده های موجود در هر آزمایش و مقادیر برآوردی توسط نرم افزار، مقادیر پارامترهای فناوری تجهیزات و تمایل مشترکین جهت مصرف صحیح و نیز متوسط مصرف برآورد شده و در مرحله بعد، با رگرسیون چندگانه پارامترهای هزینه آب به کل هزینه های خانوار و درآمد خانوار روی پارامتر تمایل مشترکین جهت کاهش مصرف و انتخاب این پارامتر به عنوان هدف و با توجه به مقدار آن در مرحله قبل، مقادیر پارامترهای هزینه آب به کل هزینه های خانوار و درآمد خانوار، برآورد می شود. نتایج حاصل از طراحی آزمایش در جدول شماره (۱) آورده شده است [۱۲-۱۳].

شناسایی خصوصیات رفتاری ذینفعان یک مدل عامل بنیان ارائه شده است. در این مدلها تمام جنبه های موثر در مسائل منابع آب (اقتصادی، سیاسی، اجتماعی، اکولوژیک، هیدرولوژیک) میتوانند در نظر گرفته شوند. بنابراین میتوان با استفاده از این ابزار، سیستمهای پشتیبانی تصمیم گیری ایجاد کرد تا از این طریق دیدگاه جامع تری نسبت به مسائل منابع آب حاصل شود. در نتیجه کارشناسان، مدیران، تصمیم گیرندگان و سایر عوامل دخیل در سیستمهای منابع آب قادر خواهند بود تا با اطلاع از نتایج واکنشهای خود بهترین رویکردها را برای رسیدن به اهداف خود با در نظر گرفتن جنبه های بیشتری از این مسائل اتخاذ کنند.

منابع

- [۱] - افشار، عباس؛ محمدرضا جلالی؛ سید محمد قریشی و بهداد ساعد، 1394، مدل های عامل بنیان راهکاری برای مدیریت منابع آب با دیدگاه توسعه پایدار، کنفرانس بین المللی دستاوردهای نوین در مهندسی عمران، معماری، محیط زیست و مدیریت شهری، تهران، موسسه مدیران ایده پرداز پایتخت ویرا،
- [۲] - امید مهرعلیان، محمد سعدی مسگری، رسول جلالی فر. ۱۳۹۳. مدیریت آب های سطحی در مناطق شهری با استفاده از مدل سازی عامل مبنا. مهندسی نقشه برداری و اطلاعات مکانی ۲. ۴۹-۵۸.
- [۳] - بهمن لاهوری، علی ادریسی. ۱۳۹۳. مدل سازی عامل مبنای تخلیه اضطراری ایستگاه مترو و بررسی چگالی مسافران در روند تخلیه. دومین کنگره بین المللی سازه، معماری و توسعه شهری
- [۴] عادل آذر، آرش صادقی، ۱۳۸۶، مدل سازی، عامل بنیان، رویکردی نوین در مدل سازی مسائل پیچیده اخلاقی
- [۵] علیرضا ارشدی خمسه، پرهام عظیمی، احمد مرتضوی. ۱۳۹۲. طراحی و بهینه سازی زنجیره تامین توسط شبیه سازی عامل بنیان. دانشگاه تربیت معلم - تهران - دانشکده صنایع
- [6] -Akhbari M. and Grigg N.S. 2013. A framework for an agent-based model to manage water resources conflicts. Water resources management, 27(11): 4039-4052
- [7] -Akhbari M. and Grigg N.S. 2015. Managing Water Resources Conflicts: Modelling Behavior in a Decision Tool. Water Resources Management, 29(14), 5201-5216.
- [8] -Balmann A. 1997. Farm-based modelling of regional structural change: A cellular automata approach. European review of agricultural economics, 24(1): 85-108.
- [9] -Becu N., Perez P., Walker A., Barreteau O. and Le Page C. 2003. Agent based simulation of a small catchment water management in northern Thailand: description of the CATCHSCAPE model. Ecological Modelling, 170 (2): 319-331.
- [10] -Bonabeau E. 2002. Agent-based modeling: Methods and techniques for simulating human systems. Proceedings of the National Academy of Sciences, 99(suppl 3): 7280-7287.
- [11] -Bousquet F., Cambier C., Mullon C., Morand P., Quensière J. and Pavé A. 1993. Simulating the interaction between a society and a renewable

۷- نتیجه گیری

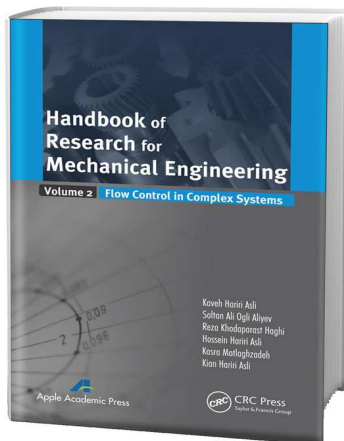
- بر اساس نتایج مدلسازی و طراحی آزمایش ها، پارامترهای تمایل مشترکین جهت مصرف صحیح، تکنولوژی تجهیزات خانگی، درآمد خانوار و نسبت هزینه آب مصرفی به کل هزینه های خانوار، به ترتیب دارای بیشترین تاثیر در مصارف آب در دوره مورد مطالعه بوده اند.
- در خصوص پارامتر تمایل مشترکین جهت کاهش مصرف، از آنجا که اختلاف قابل توجهی بین مقادیر پارامتر خروجی مدل (متوسط مصرف آب) در پائین ترین سطح و سطوح دیگر این پارامتر وجود دارد، پارامتر فوق موثر ترین پارامتر برآورد شده است. محدوده بهینه این پارامتر در بالاترین سطح آن، یعنی زمانی که مشترکین بیشترین تمایل را جهت مصرف صحیح دارند، واقع شده است.
- دومین پارامتر از لحاظ تاثیرگذاری، پارامتر فناوری تجهیزات خانگی بوده است. بر خلاف انتظار، در بالاترین سطح این پارامتر، شاهد بالاترین سطح مصرف هستیم و افزایش سطح فناوری تجهیزات، لزوماً موجب کاهش مصرف مشترکین نگردیده و محدوده بهینه مصرف در سطح متوسط این پارامتر رخ داده است.
- سومین پارامتر از لحاظ تاثیر گذاری، پارامتر متوسط درآمد خانوارها برآورد شده است. مطابق نتایج، حداکثر مصرف مشترکین در سطح درآمدی متوسط خانوارها قرار داشته و محدوده بهینه این پارامتر در پائین ترین سطح این پارامتر رخ داده است.
- با توجه به نرخ آب مصرفی در دوره مورد مطالعه، پارامتر نسبت هزینه آب مصرفی به کل هزینه خانوار، دارای کمترین تاثیر در مصارف آب و با تاثیر معکوس بوده است. به طوری که با افزایش قیمت، مصارف آب نیز افزایش یافته است.

۷- نتیجه گیری نهایی

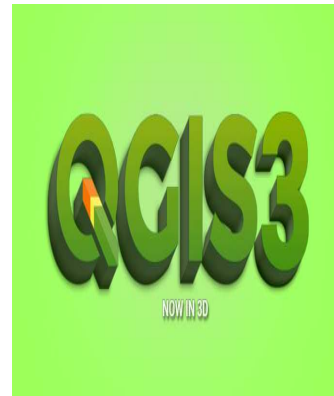
رقابت بر سر استفاده از آب در حال افزایش است و این مسئله منجر به بروز اختلافات زیادی میان عوامل مختلف با اهداف متفاوت و ناسازگار با یکدیگر میشود. مدل های فنی هیدرولوژیکی برای فراهم آوردن طلاعات از لحاظ فنی و علمی به منظور آشنایی از نحوه رفتار و واکنش سیستمهای منابع آب مورد نیاز هستند؛ اما مدل های شبیه سازی رفتارهای انسانی و اجتماعی نیز به منظور آگاهی از نحوه واکنش عوامل دخیل در یک سیستم نسبت به تصمیمهای مدیریتی، الزامی به نظر میرسند. در این مقاله استفاده از مدل عامل بنیان در گیر در منابع آب و کاربرد آنها در مسائل مدیریت منابع آب معرفی شدند. همچنین، نحوه

- [13] -Feuillette S., Bousquet F. and Le Goulven P. 2003. SINUSE: a multi-agent model to negotiate water demand management on a free access water table. Environmental Modelling & Software, 18(5): 413-427
- [12] -Casti J. 1997. Would-be worlds: how simulation is changing the world of science. Wiley. NewYork. USA
- resource. Journal of biological systems, 1(02): 199-214.

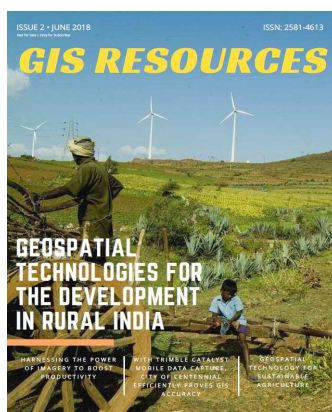
معرفی کتاب، مقاله، نشریه و مطالب کاربردی مرتبط



**Handbook of Research for
Mechanical Engineering
Volume 2; Flow Control in
Complex Systems**
Kaveh Hariri Asli, PhD,
Taylor & Francis Group,
2014



open source GIS software
2018



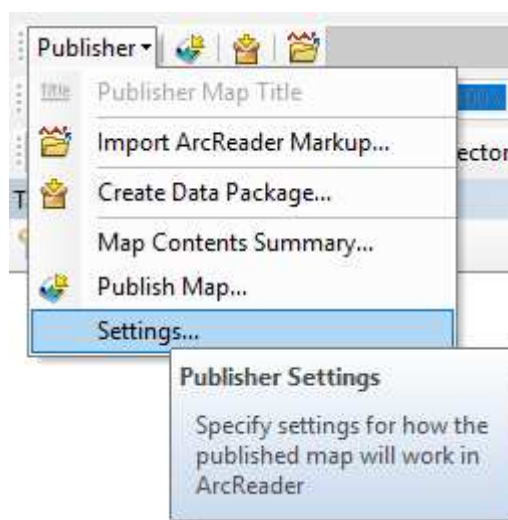
GIS RESOURCES
**Geospatial
Technologies for
the Development
in Rural India**
Free Download, 2018

مطالب کاربردی مرتبط

آشنایی با افزونه Publisher و نرم افزار ArcReader (قسمت دوم)

سید حسن هاشمی اشکاء، رئیس گروه نقشه و اطلاعات مکانی، سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان گیلان
Hashemi_Ashka@yahoo.com

در شماره گذشته، افزونه Publisher، نرم افزار ArcReader و کاربرد آن‌ها به صورت اجمالی معرفی شد. به منظور تبدیل نقشه آماده شده در محیط Arcmap به فرمتی مناسب برای استفاده در نرم افزار ArcReader لازم است پس از فعال سازی افزون Publisher، برخی از تنظیمات انجام پذیرد. این تنظیمات با هدف ایجاد برخی از محدودیت‌ها در نحوه نمایش نقشه منتشر شده در نرم افزار ArcReader از سوی تهیه کننده نقشه صورت می گیرد. دسترسی به این تنظیمات، از طریق گزینه setting در منوی Publisher امکان پذیر است (شکل ۱).

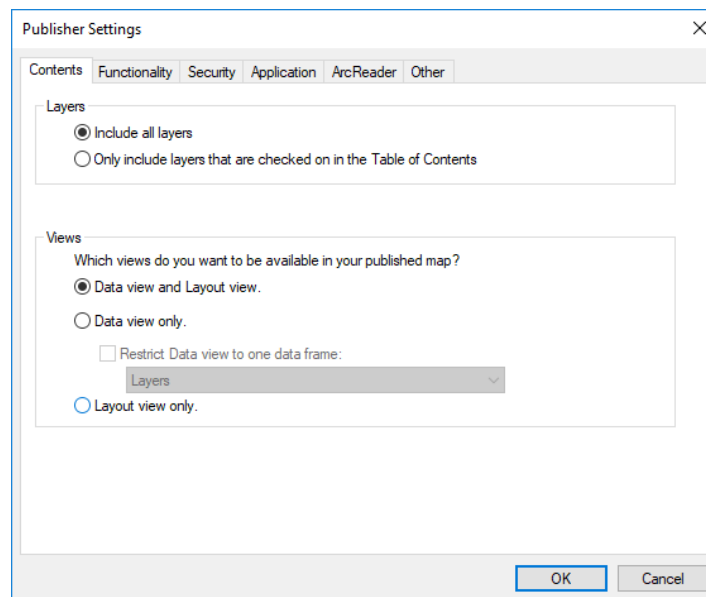


شکل (۱): گزینه setting در منوی Publisher

در سربرگ Content، می توان تنظیمات مربوط به لایه های نمایش داده شده در فایل خروجی را انجام داد. با انتخاب گزینه Include all layers همه لایه های اصلی مورد استفاده در نقشه آماده شده به نقشه منتشر شده اضافه می شود. در صورتی که گزینه:

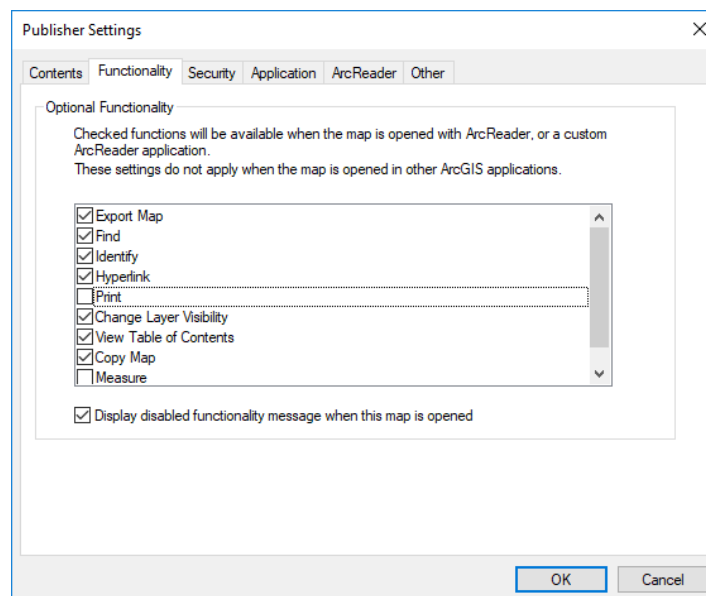
Only include layers that are checked on in the Table of Contents
هستند به نقشه منتشر شده اضافه می شود. در قسمت Views حالت نمایش نقشه مشخص می شود که با انتخاب گزینه مناسب، می توان نمایش نقشه منتشر شده را در یکی از حالات Data view یا Layout view یا هر دو، تنظیم نمود. در صورتی که گزینه Data view only انتخاب گردد، مشاهده می شود گزینه: Restrict Data view to one data frame و لیست بازشوی Data frame فعال می شود. اگر نقشه آماده شده در محیط Arcmap دارای چندین Data frame باشد؛ با انتخاب این گزینه می توان نقشه منتشر شده را در حالت Data view قرار داده و به چارچوب داده انتخاب شده از لیست بازشوی Data frame محدود کرد (شکل ۲).

سربرگ Functionality، مشخص کننده مجموعه ابزارهای نرم افزار ArcReader در هنگام باز شدن نقشه منتشر شده است. با انتخاب یا عدم انتخاب این ابزارها، می توان آن‌ها را در هنگام باز شدن نقشه منتشر شده در محیط ArcReader فعال یا غیر فعال نمود. به عنوان مثال، با عدم انتخاب ابزارهای Print و Measure، قابلیت های چاپ و اندازه گیری در نقشه منتشر شده در محیط ArcReader از بین خواهد رفت (شکل ۳).



شکل (۲): سربرگ Content در پنجره Publisher setting

با انتخاب گزینه: Display disabled functionality message when this map is open، در هنگام باز کردن نقشه منتشرشده در محیط ArcReader، پیامی مبنی بر محدودیت عملکرد برخی از ابزارها نمایش داده می‌شود. در شماره آتی، توضیحات مربوط به سایر تنظیمات ارائه خواهد شد.



شکل (۳): سربرگ Funtionality در پنجره Publisher setting

منابع:

[۱] Using ArcReader and ArcGIS publisher, GIS by Esri, Mark Bockenhauer



هدف از انتشار فصلنامه:

هدف از انتشار فصلنامه آب بدون درآمد و مدیریت مصرف آب کمک به بهبود روش های اجرایی در عرصه کاهش آب بدون درآمد و مدیریت مصرف آب از طریق انتشار تجربیات موفق اجرایی و نتایج تحقیقات کاربردی است. دامنه موضوعی فصلنامه محدود به کاربردهای آب در صنعت آبفای کشور و نیز رابطه متقابل آنها با مدلینگ تاسیسات و مدیریت و کنترل آب بدون درآمد و مدیریت مصرف آب از دیدگاه علمی- کاربردی خواهد بود. بر این اساس، نوع مقاله می تواند انتقال مفهوم، انتقال تجربه و یا مطالعه موردی بوده و محتوای موضوعی مقالات در این فصلنامه شامل موارد ذیل است:

-اهداف اقتصاد مقاومتی با محور اصلاح الگوی مصرف آب شرب.

-مدیریت و کنترل آب بدون درآمد.

- مدیریت مصرف آب.

-مدلینگ و کالیبراسیون تاسیسات تامین، ذخیره، انتقال و توزیع آب.

-مدلینگ آب، اقتصاد و مدیریت .

تهیه مدل ثبت جریان- تهیه مدل مدیریت فشار- تهیه مدل مدیریت نشت - تهیه مدل مدیریت مصرف- تهیه مدل فشار سنجی- تهیه مدل حوادث- تهیه مدل بالابه پایین یا مدل بالانسینگ آب - تهیه مدل پایین به بالا یا مدل حداقل جریان شبانه - تهیه مدل تحلیل اقتصادی(هزینه - فایده)- تهیه مدل ثبت اطلاعات مشترکین و املاک- تهیه مدل باز سازی و نو سازی(طرح عملیات)- تهیه مدل هزینه فایده مطالعات و عملیات کاهش هدررفت واقعی و هدررفت ظاهری- تهیه مدل شستشوی شبکه توزیع- تهیه مدل کنترل کیفیت آب.

-سامانه های سنجش از راه دور و ارتقا ضریب ایمنی فنی و بهداشتی توزیع آب.

-گردش سریع اطلاعات و مدیریت هوشمند فشار در انطباق با سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS.



شرکت آب و فاضلاب شهری گیلان
Guilan Province
Water and Wastewater Company



شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
National Water and Wastewater
Engineering Company



Non-Revenue Water Journal (NRWJ)

Issue No.1
Feb-Mar 2019