



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 پنجم / شماره ۳ / پاییز / ۱۳۹۸

Non-Revenue Water Journal
(NRWJ)

Issue No.4
Nov-Dec 2019



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

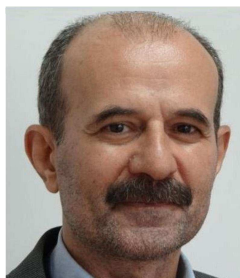


سید علی سیدزاده Seyed Ali Seyedzadeh

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 داودی 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



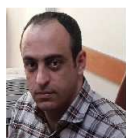
سیاوش پاکدل

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

کارشناسی / 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 امین قصمی رئیس هیئت مدیره و مدیرعامل شرکت آب و فاضلاب استان هرمزگان.....	۶
مقالات تخصصی و پژوهشی.....	۷
هوشمندسازی تاسیسات آب شهر سیاهکل/نویسنده: دکتر کاوه حریری اصلی.....	۷
جایگزینی سیستم های پمپاژ با الکتروپمپ های دور متغیر به جای مخازن هوایی جهت مقابله و کاهش صدمات ناشی از زلزله بر تاسیسات آبرسانی/نویسنده:مهندس ولی آقا آقاییگی.....	۱۸
بررسی روش های کاهش آب بدون درآمد در شبکه های آبرسانی شهری/نویسنده: مهندس امیرحسن طالبی.....	۲۵
بررسی تاثیر اجرای برنامه های کاهش آب بدون درآمد در جزیره هرمز /نویسنده: مهندس هانیه زیدآبادی.....	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

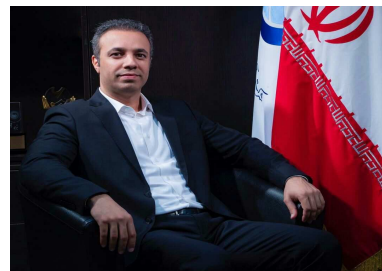
*با هدف انعکاس دیدگاهها و نظرات مدیریتی در حوزه مدیریت تقاضای آب، پیشگفتار فصلنامه آب بدون درآمد و مدیریت مصرف در هر شماره توسط یکی از مدیران صنعت آب و فاضلاب کشور تهیه می شود.

*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



با توجه به نقش تاثیرگذار آب در شکل دهی توسعه پایدار، افزایش جمعیت، گسترش فعالیت های صنعتی و کشاورزی، ارتقای سطح فرهنگ و بهداشت عمومی که از عمده ترین عوامل افزایش تقاضا می باشد، بدون شک عدم برنامه ریزی و مدیریت صحیح آن سبب وقوع بحران خواهد شد. طی سال های گذشته، مقابله با بحران آب به عنوان یکی از برنامه های اصلی در کشور مورد توجه قرار گرفته است. یکی از راهکارهای مقابله با بحران، ایجاد منابع

آب جدید و استفاده از فناوری هایی چون شیرین سازی آب دریا می باشد. به دلیل وقوع پدیده خشکسالی و افت شدید منابع آب های سطحی و زیر زمینی، ایجاد ظرفیت های جدید شیرین سازی آب دریا می تواند نقطه عطفی در مدیریت تامین و ایجاد منابع آبی جدید برای کشور باشد، اما به دلیل بالا بودن هزینه های سرمایه گذاری اولیه این موضوع به تنهایی نمی تواند همه مشکلات آبی را حل نماید. از همین رو راهکارهایی چون مدیریت مصرف و کاهش تلفات آب می تواند ایفا کننده نقش ویژه ای در کنترل و مدیریت تقاضا و راه حلی اساسی جهت برون رفت از بحران آب باشد. به دلیل بالا بودن قیمت تمام شده آب تولیدی آب شیرین کن، وجود هدر رفت آب هیچگونه توجیه اقتصادی نداشته و به دلیل تفاوت معنادار قیمت تمام شده در بخش تولید، فروش و نیز لزوم خرید تضمینی آب از بخش خصوصی، بی شک هرگونه هزینه کرد در راستای اجرای برنامه های عملیاتی شاخص کاهش آب بدون درآمد به صورت کوتاه مدت و بلند مدت منطقی و به صرفه خواهد بود، به ویژه در شهرهایی که هیچگونه منبع تامین کننده ای جز سایت های شیرین سازی آب دریا در دسترس ندارند و ارزش ذاتی چنین منبعی بالاست. لذا می توان با صرف هزینه های معقول برای فعالیت های کاهش آب بدون درآمد در شبکه های آبرسانی، از تحمیل زیان های اقتصادی ناشی از رخدادهای هدر رفت ظاهری و واقعی در شبکه ها جلوگیری نمود. سطح تقاضای آب می تواند در صورت کاهش هدر رفت آب، به ویژه هدر رفت واقعی، تا حدی کاهش یابد. از بین چهار فعالیت کاهش هدر رفت واقعی شامل؛ مدیریت دارایی و لوله ها، مدیریت فشار، نشت یابی فعال و سرعت و کیفیت حوادث، مدیریت دارایی که اغلب به صورت اصلاح و بازسازی لوله ها انجام می شود به دلیل آنکه یک فعالیت دیر بازده و پرهزینه است، به عنوان یک برنامه بلند مدت و سه فعالیت دیگر به عنوان برنامه های کوتاه مدت اما موثر تعریف می شوند. کاهش تلفات آب می تواند علاوه بر افزایش رضایتمندی مشترکین، نیاز به توسعه سایت های شیرین سازی آب دریا در سال های آتی را به تاخیر بیندازد، به نحویکه کمبود آب حاصل از افزایش میزان تقاضا از محل ذخیره تلفات جبران خواهد شد. اصلاح رفتار مصرفی به عنوان راهکاری غیر سازه ای و اجتماعی در نتیجه ی شناخت رفتار مصرف کننده و عوامل موثر بر آن می باشد که کاهش فشار بر عرضه آب را نیز سبب می گردد. البته شناخت رفتار مشترکین برای مدیریت مطلوب مصرف و حفظ منابع آبی بسیار حائز اهمیت است. در واقع در پرتو شناخت علمی می توان تقاضای مصرف آب را مدیریت کرد. چرا که مدیریت مصرف به عنوان حلقه مکمل مدیریت تامین و توسعه منابع جدید آب عمدتاً شیوه های صحیح مصرف، ابزارهای لازم برای استفاده بهتر و الگوهای منطقی مصرف را مطرح می کند. این راهکار با تدوین برنامه هایی چون فرهنگ سازی و آگاهی بخشی به مشترکین، نصب تجهیزات کاهنده مصرف و کاهش سرانه آب مصرفی، قیمت گذاری (اصلاح تعرفه ها) و استفاده از ظرفیت های بازچرخانی پساب در راستای کاهش مصرف آب میسر خواهد بود.

امین قصمی - رئیس هیئت مدیره و مدیرعامل شرکت آب و فاضلاب استان هرمزگان

مقالات تخصصی و پژوهشی

Making smart of water distribution network of Siahkal city

Abstract

The city of Siahkal in the east of Guilan province is bounded on the north and northeast to Lahijan, east to Langrud, southeast to Amlash and Roodsar, south to Mazandaran, southwest to Rudbar and west to Rasht. In present work, for reclamation of water urban at Siahkal city, first of all the model including the network; existing reservoirs and water resources were provided. The geospatial data for urban were analyzed by WATERGEMS software under the management of ArcGIS-ArcMap software. Then, the geospatial reclamation and development model based on the District Metering Area's (DMA) was calibrated by remotely reading the pressure and discharge parameters. The results of the research showed that the facility smartness is a guarantee of achieving the goals of the reclamation and development model and In order to control the water losses in the Siahkal distribution network, DMA is necessary. Meanwhile, the asbestos and steel pipes of the distribution network have suitable operating conditions for the current working pressure.

Keywords: Facility Intelligence, District Metering Areas, Calibration, Correction Model, water losses control.

هوشمندسازی تاسیسات آب شهر سياهكل

سید محسن حسینی سالکده^۱، کاوه حریری اصلی^۲، ایوب دهدار^۳، حامدحیدری^۴، سعید بازیاره^۵، افشین رستگاره^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 کارشناس ارشد عمران (سازه های هیدرولیکی)، مدیر آبفای شهری سياهكل،

Ayuob.dehdar@gmail.com

^۴ لیسانس مهندسی مکانیک، رئیس اداره شبکه و تاسیسات آبفای شهری سياهكل،

Hamed.heidari74@yahoo.com

^۵ فوق لیسانس مهندسی عمران (سازه)، 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

چکیده

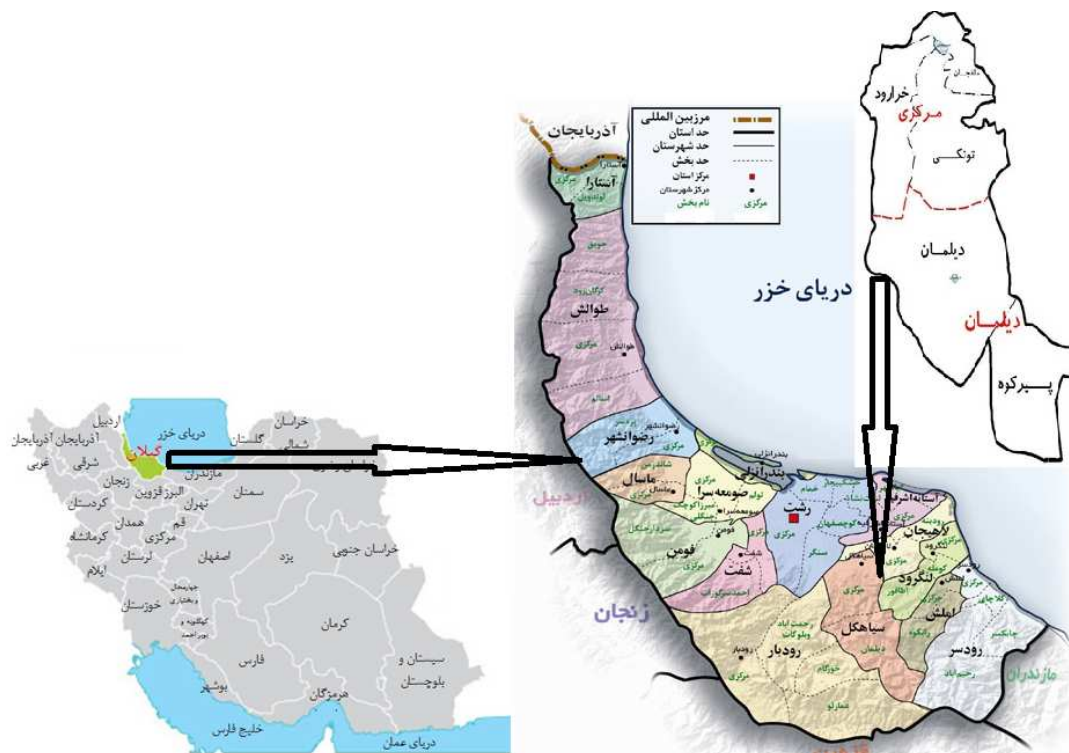
شهرستان سياهكل واقع در شرق استان گیلان، از شمال و شمال شرقی به لاهیجان، از شرق به لنگرود، از جنوب شرقی به املش و رودسر، از جنوب به مازندران، از جنوب غربی به رودبار و از غرب به رشت محدود می شود. در تحقیق حاضر جهت اصلاح شبکه آبرسانی شهر سياهكل، در ابتدا مدل شبکه، مخازن و منابع تامین آب موجود تهیه گردید. توسط نرم افزار WATERGEMS تحت مدیریت نرم افزار ArcGIS-ArcMap داده های مکان مبنای تاسیسات تحلیل شد. سپس مدل اصلاح و توسعه مکان مینا در نواحی مستقل اندازه گیری (District Metering Area (DMA) ضمن قرائت از راه دور پارامترهای فشار و دبی و انجام تحلیل شبکه شهر سياهكل کالیبره شد. نتایج تحقیق نشان داد که هوشمندسازی مکان مبنای تاسیسات ضامن تحقق اهداف مدل اصلاح و توسعه است و به منظور کنترل تلفات آب در شبکه توزیع سياهكل، مجزاسازی شبکه ضرورت دارد. ضمناً لوله های آزیست و فولادی در شبکه توزیع دارای شرایط مناسب کار در بازه فشار کار فعلی شبکه توزیع است.

کلمات کلیدی: هوشمندسازی تاسیسات، نواحی مستقل اندازه گیری، کالیبراسیون، مدل اصلاح و توسعه، کنترل تلفات آب.

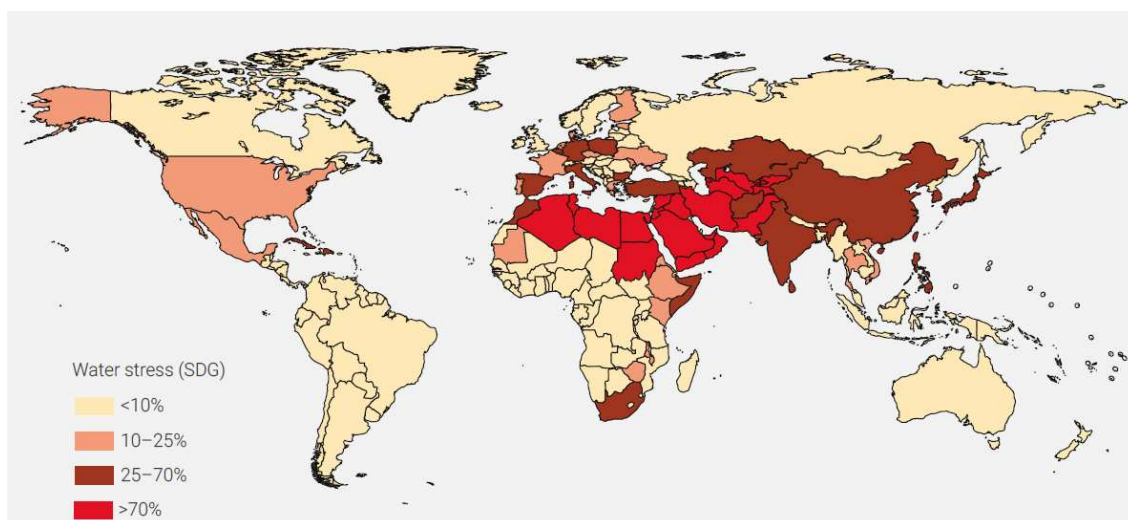
۱-مقدمه

۲۵۱ پارچه آبادی می‌باشد. بخش مرکزی به مرکزیت شهر سیاهکل شامل دهستانهای توتکی، خراود و مالفجان و بخش دیلمان شامل دهستان پیرکوه و دهستان دیلمان می‌باشد (شکل ۱).

شهرستان سیاهکل دارای ۲ بخش مرکزی و دیلمان، ۲ شهر سیاهکل و دیلمان، ۵ دهستان پیرکوه، دیلمان، توتکی، خراود و مالفجان و



شکل (۱): موقعیت شهرستان سیاهکل نسبت به استان و کشور



شکل (۲): تنش آبی موجود در سطح جهان (بدون در نظر گرفتن تأثیر گرمایش جهانی)

عبارتند از: بیدرون، بالا شاده، چهارشاهی محله ازبزم، کیاسرا، اسپیلی، آسیاب، بالارود، توتکی، میکال، کوه پس، کلک، دیارجان، عاشورآباد، نوروزمحله، موشاء، فشتال، لیش، گولک، سیکاش، مهرین، لمش، اسپیلی، میکال، لیشو موشا از معروفترین روستاهای سیاهکل می‌باشند. در حال حاضر تأمین آب شرب شهر سیاهکل با بهره‌برداری

شهرستان سیاهکل دارای ۲ بخش مرکزی و دیلمان، ۲ شهر سیاهکل و دیلمان، ۵ دهستان پیرکوه، دیلمان، توتکی، خراود و مالفجان و ۲۵۱ پارچه آبادی می‌باشد. بخش مرکزی به مرکزیت شهر سیاهکل شامل دهستانهای توتکی، خراود و مالفجان و بخش دیلمان شامل دهستان پیرکوه و دهستان دیلمان می‌باشد. روستاهای سیاهکل

حداکثر مصرف روزانه ۱۵۳ لیتر بر ثانیه مقدار حداکثر مصرف ساعتی ۲۳۱ لیتر بر ثانیه پیش‌بینی شده است [۱].

۲- مواد و روش تحقیق

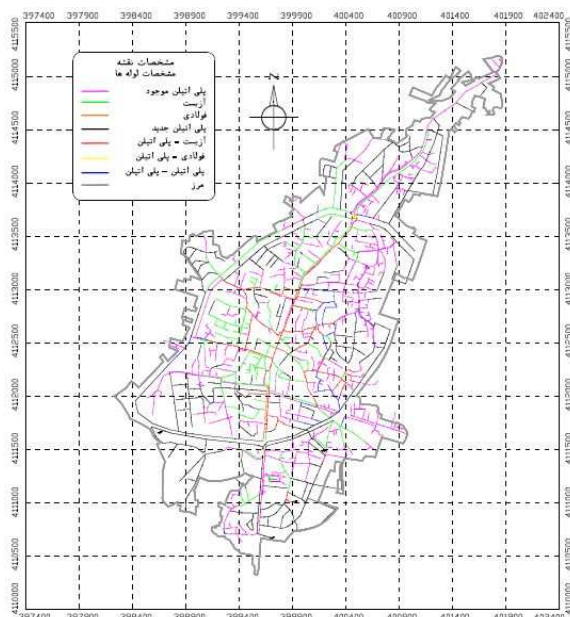
تحقیق حاضر، بخش‌های مجزایی از شبکه که با مرزهای دائمی از شبکه توزیع جدا شده اند را تحت عنوان نواحی مستقل اندازه‌گیری DMA جهت تهیه مدل اصلاح و توسعه مبتنی بر فن آوری قرائت از راه دور و گردش سریع اطلاعات منطبق بر GIS را مد نظر قرار داد. این تحقیق مدل کامپیوتری WATERGEMS را به منظور حل سیستم شبکه‌های آبرسانی از الگوریتم مرحله به مرحله مبتنی بر معادلات جریان و فشارمورد استفاده قرار داده و برای ارتقای دقت مدل تا حد ممکن در جهت رفع خطاهای فوق اقدام نمود. 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 می‌توان گفت مدل در صورتی کارایی لازم را خواهد داشت که همواره به روز بوده و از آن در مراحل مختلف اصلاح، طراحی و بهره‌برداری شبکه استفاده گردد. تحقیق حاضر مدل اصلاح و توسعه مکان مینا را در نواحی مستقل اندازه‌گیری DMA ضمن تحلیل هیدرولیکی و کالیبراسیون مدل جهت شناخت وضع موجود ارائه نمود. جهت اصلاح شبکه آبرسانی شهر سیاهکل، ابتدا شبکه موجود با مخازن و منابع تامین آب، مدل گردید. با توجه به حجم مخازن موجود و مخازن ۶۰۰ و ۳۰۰۰ که در آینده وارد مدار خواهد شد زونبندی فشاری شبکه انجام شد و محدوده خطوط هم فشار در شبکه مشخص گردید. سپس با توجه به حجم مخازن هر یک از این نواحی هم فشار تحت پوشش مخازن قرار گرفت. سپس با اعمال تغییراتی از جمله اصلاح برخی از اقطار شبکه فعلی که قطر نامناسبی داشتند و تعویض برخی از قطرهای بدلیل قدمت این لوله‌ها و پایان عمر مفید و مشکلات نشت ناشی از آن که در حال حاضر در شبکه وجود دارد جهت بهره‌برداری اصلاح شد.

۲-۱- زون فشاری و منطقه مستقل اندازه‌گیری

برای طراحی زون فشاری و منطقه مستقل اندازه‌گیری DMA در ابتدا شبکه به صورت مناطق مجزا تقسیم می‌شود، 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 اندازه‌گیری شود (جدول ۱). پس از اندازه‌گیری به مدت حدود یک ماه نمودار دبی ورودی و خروجی به طور مستمر در هر منطقه اندازه‌گیری می‌شود. پس از اندازه‌گیری 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.

از ذخایر آب زیرزمینی از طریق حفر چاه‌های عمیق و تصفیه‌خانه بزرگ آب گیلان انجام می‌گیرد. در شهر سیاهکل ۷ حلقه چاه عمیق احداث شده است که تعداد چاه‌های عمیق در دست بهره‌برداری ۵ حلقه می‌باشد که آب آن‌ها از نظر کیفی در وضعیت مطلوبی قرار دارد. کیفیت بهره‌برداری از شبکه، خطای پرسنلی و ابزار اندازه‌گیری، کیفیت مصالح مصرفی و اجرای شبکه، فشار آب، طول عمر تاسیسات و فناوری بر مقدار کل آب به حساب نیامده تأثیر گذار است. با توجه به تنش آبی موجود در سطح جهان (شکل ۲) مقدار متوسط سرانه آب به حساب نیامده برای افق طرح نباید بیش از ۱۵ درصد متوسط مجموع مصارف خانگی، عمومی، تجاری و صنعتی منظور شود. مطابق نشریه ۱۱۷-۳، در صورتی که میزان هدررفت آب در شبکه موجود بیش‌تر از مقدار حداکثر فوق باشد، باید با اتخاذ روش‌های مناسب با توجه به راهکارهای اجرایی کاهش آب به حساب نیامده، میزان آن را حتی الامکان کاهش داد. با توجه به نشریه ۱۱۷-۳، سرانه خانگی برای شهرهای با جمعیت تا ۲۰ هزار نفر در محدوده ۷۵ تا ۱۱۰ لیترنفر در روز می‌باشد که می‌توان نتیجه گرفت مصرف سرانه خانگی شهر سیاهکل بالاتر از استاندارد است. با توجه به افزایش جمعیت تا افق ۱۴۳۰ و مطابق پیش‌بینی انجام شده، محدوده سرانه مصرف خانگی برای سال‌های آتی تغییر یافته و مطابق نشریه فوق‌الذکر به ۱۰۰ الی ۱۳۰ لیترنفر بر روز می‌رسد. لذا اعداد بدست آمده با توجه به آمار فروش آب همچنان با استاندارد مصوب فاصله زیادی دارد. طبق نشریه ۱۱۷-۳ [۲] مقدار متوسط سرانه آب به حساب نیامده برای افق طرح نباید بیش از ۱۵ درصد متوسط مجموع مصارف خانگی، عمومی، تجاری و صنعتی بدون فضای سبز خانگی منظور شود. مطابق با سرانه مصرف آب ابلاغی شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور برای شهرهای بین ۲۰ تا ۱۰۰ هزارنفر حداکثر مصرف سرانه کل ۲۰۲ لیتر نفر روز بوده و سرانه کل شهر سیاهکل در افق ۱۴۳۰ برابر با ۱۹۹ لیتر نفر روز پیش‌بینی می‌گردد. تاسیسات ذخیره آب موجود و در دست ساخت شامل مخازن ۱۰۰۰ و ۵۰ متر مکعبی، ۳۰۰۰ و ۶۰۰ مترمکعبی است. در وضعیت موجود، آبرسانی به شبکه توزیع به صورت پمپاژ مستقیم آب چاه‌ها به شبکه و نیز مخازن ۱۰۰۰ و ۵۰ متر مکعبی شهر به صورت توأم انجام می‌شود، که این امر منجر به افزایش نامتناسب فشار در نقاط پایین دست شبکه توزیع و افزایش هدررفت و تلفات شبکه توزیع و نیز کمبود فشار در برخی نقاط شبکه می‌گردد. در این تحقیق اصلاح و توسعه به منظور مدیریت فشار و کنترل مصارف در شبکه توزیع شامل تفکیک محدوده تحت پوشش مخازن از یکدیگر به زونهای فشاری و با مرزبندی مشخص، تفکیک هر یک زون‌های فشاری به مناطق مجزای (DMA) کوچک‌تر (مطابق ضوابط نشریه ۱۱۷-۳) برای مدیریت مناسب‌تر شبکه، قطع ارتباطها و لوپ‌های غیراصولی با تعبیه شیر قطع و وصل (لوپ‌هایی که توسط لوله‌هایی با قطر کمتر از ۱۱۰ میلی متر ایجاد گردیده‌اند) برای افق طرح پیشنهاد شد. برای شهر سیاهکل جمعیت افق طرح در سال ۱۴۲۵ حدود ۴۱,۳۷۹ نفر و مصرف سرانه ۲۰۰ لیتر نفر بر روز و متوسط آب مصرفی ۱۹۴ لیتر بر ثانیه و

عنوان طرحی مناسب برای شبکه های توزیع آب شهری به منظور شناسایی و امکان مقابله سریع با هرگونه تهدید فراهم می‌باشد.



شکل ۳- مناطق مستقل اندازه گیری سیاهکل با ۳ زون فشاری

۲-۴- فرضیه دوم تحقیق- هوشمند سازی تاسیسات

هوشمند سازی تاسیسات آب از اهمیت زیادی برخوردار است بگونه ای که امکان پایش پارامترهای جریان آب و واکنش های آنی به حوادث را ضمن تشخیص نشت در تاسیسات توزیع فراهم می نماید. نرم افزار مونیتورینگ نصب شده روی کامپیوتر مرکزی واقع در اتاق کنترل، اطلاعات را دریافت و پردازش کرده و پارامترهای لازم را بر روی صفحه مونیتور نشان می دهد.

نرم افزار مونیتورینگ بصورت Client & Server بوده بطوری که چند Client بصورت همزمان امکان کار با سیستم و کنترل نقاط مختلف را دارند.

کنترل در سه سطح زیر صورت می پذیرد:

- کنترل بصورت محلی و از محل هر سایت کنترلی.
- کنترل از طریق مرکز کنترل و بصورت دستی.
- کنترل از طریق مرکز کنترل و بصورت اتوماتیک.

وضعیت کنترل محلی / راه دور با استفاده از یک عدد کلید تعبیه شده بر روی تابلوی RTU در هر سایت صورت می گیرد. نرم افزار قابلیت ذخیره اطلاعات جهت بررسی های آتی را دارا می باشد. از مشخصات عمومی نرم افزار فارسی بودن، دارا بودن محیط گرافیکی جهت نمایش اطلاعات و سادگی کار با آن (User Friendly) است.

جدول (۱): اصلاح و توسعه سیاهکل با ۳ زون فشاری

ردیف	شرح	مقدار
۱	افق طرح	۱۴۳۰
۲	جمعیت افق	۴۵۹۱۰
۳	سرانه مصرف آب (لیتر نفر روز)	۱۹۹
۴	متوسط آب مصرفی (لیتر نفر روز)	۱۰۶
۵	ضریب حداکثر روزانه	۱/۵
۶	حداکثر مصرف روزانه (لیتر نفر روز)	۱۵۳
۷	ضریب حداکثر ساعتی	۱/۸
۸	(لیتر نفر روز) حداکثر مصرف ساعتی	۲۶۴

۲-۲- ابزار تحقیق

ابزار تحقیق شامل فلومتر ها و فشار سنج های لاگردار قرائت 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 لاگردار قرائت از راه دور در این تحقیق، مدل واقعا موجود شبکه های توزیع آب با مدل تحلیل شبکه کالیبره گردید.

۲-۳- فرضیه اول تحقیق- اصلاح شبکه و توسعه

جهت اصلاح مدل شبکه توزیع آب و باستناد مطالعات مهندسی مشاور آب شهر سیاهکل به سه زون فشاری و بخش های ایزوله و مناطق مستقل اندازه گیری "DMA" تقسیم گردید (شکل ۳). با توجه به مشخصات شبکه، می توان چنین استنباط کرد که یک DMA؛ یک یا چند محل تامین آب شده و منطقه ای مجزا است، یعنی جریانی به DMA مجاور نداشته و یا در صورت وجود، این جریان توسط کنترلر اندازه گیری شده و انتقال جریان از یک DMA به DMA دیگر به صورت آبشاری است. در طراحی DMA ابتدا شبکه به مناطق مجزا تفکیک گردیده، سپس برای ورودی و خروجی هر منطقه کنترلر و شیر کنترلی نصب می شود به صورتی که دبی ورودی و خروجی به طور مستمر در هر منطقه اندازه گیری شود. پس از یک ماه اندازه گیری دبی ورودی و خروجی و فشار در هر منطقه، نمودار دبی ورودی و خروجی و منحنی هم فشار در ساعات مختلف ترسیم می شود. در صورت بروز هر گونه اختلال در کار شبکه، از تغییرات در نمودار ترسیم شده اختلال در کارکرد، قابل تشخیص است. لذا به این دلیل که طراحی به صورت مناطق مجزا بوده سریعاً منطقه را ایزوله کرده و از اختلال در کارکرد دیگر بخش های شبکه جلوگیری به عمل می آید. بنابراین مهم ترین مطلب در آمادگی سیستم طراحی مناسب است که طراحی به روش DMA به

توزیع آب اجرا گردد. تعیین مصرف سرانه آب یکی از مهم‌ترین عوامل جهت طراحی تاسیسات آبرسانی و شبکه‌های توزیع آب می‌باشد. در طراحی شبکه تعیین مصرف سرانه آب به عنوان یک قدم اولیه ضروری است. قیمت آب از مسائل مهم و تاثیرگذار در مقدار مصرف سرانه خانگی می‌باشد. اصل قیمت‌گذاری آب در ابتدا شامل تشویق و راهنمایی مشترکین به صرفه‌جویی و سپس پوشش دادن به هزینه‌های تولید، تصفیه، انتقال و در نهایت توزیع آب است. اصولاً برای بررسی مصرف سرانه آب نیاز به آمار مصرف مدون گذشته می‌باشد. با استفاده از آمار مصرف گذشته، مصرف سرانه برای سال‌های آینده تعیین می‌گردد. این روش با توجه به شرایط منطقه و عادات مردم منطبق بوده و توسط وزارت نیرو نیز پیشنهاد گردیده است.

۳-۱- مصرف کل یا متوسط مصرف سرانه

شامل مجموع کلیه مصارف فوق با اضافه تلفات آب می‌گردد. میانگین روزانه مصرف کل در طول یک سال به ازاء هر نفر از جمعیت، متوسط مصرف سرانه نامیده می‌شود (جدول ۷-۳).

۳-۲- حداکثر مصرف روزانه

عبارت است 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.

۳-۳- ضریب حداکثر روزانه

عبارت است از حاصل تقسیم حداکثر روزانه مصرف سرانه در سال به متوسط مصرف سرانه.

۳-۴- ضریب حداکثر ساعتی

ضریب حداکثر ساعتی عبارت است از حاصل تقسیم حداکثر مصرف ساعتی به متوسط مصرف ساعتی در روز حداکثر مصرف در سال. مقدار متوسط مصرف ساعتی در روز حداکثر مصرف در سال از رابطه زیر به دست می‌آید (۱):

$$\text{مصرف} = \frac{\text{حداکثر مصرف روزانه}}{\text{متوسط مصرف ساعتی در روز حداکثر}} \quad (۱)$$

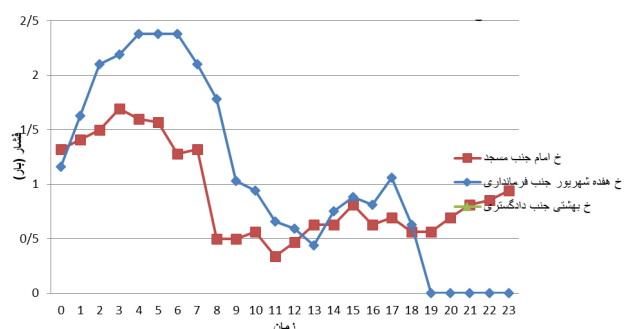
مقدار مصرف سرانه خانگی در طی سال‌های اخیر نرخ صعودی داشته و با توجه به استانداردهای موجود در نشریه ۳-۱۱۷ و آمار آب فروش رفته و آب برگشتی به تفکیک کاربری [۲] این رقم برای هر نفر برای سرانه خانگی می‌تواند به دلایل ذیل باشد:

- استفاده بیش از حد مشترکین از آب شرب برای فضای سبز خانگی.
- فرسودگی شبکه توزیع آب.
- مشترکین دارای کنتور خراب.

در صورت نیاز به گزارش‌گیری، از نحوه کارکرد سیستم در گذشته گزارش‌ها و نمودارهای مختلف بر روی مونیتور و یا چاپگر ارسال می‌شوند.

۳- نتایج

باستناد تحقیق حاضر هوشمند سازی مکان مینا از طریق قرائت از راه دور فشار (جدول ۲) و دبی (شکل ۴) ضمن اصلاح شبکه و استاندارد سازی انشعابات در محدوده DMA ضامن کارایی مدل اصلاح و توسعه است. تحلیل شبکه توزیع شهر سياهکل نشان داد که در حداکثر مصرف ساعتی، حداقل و حداکثر فشار معادل ۱۱ و ۶۳ متر آب است. در ۷۰ درصد از نقاط شبکه فشار در محدوده ۱۷ تا ۴۰ متر بوده و در ۲۹ درصد فشاری بالای ۴۰ متر خواهیم داشت. فشارهای بدست آمده از تحلیل هیدرولیکی شبکه توزیع آب در دو حالت حداکثر و آتش سوزی در نقشه خطوط هم‌فشار نشان داده شده است. همچنین حداکثر و حداقل سرعت در شبکه به ترتیب برابر ۲/۶ و ۰ می‌باشد که به دلیل رعایت قطر حداقل کمترین میزان سرعت قابل قبول است. شایان ذکر است نقاطی که دارای فشار بسیار کمی می‌باشند که به مساحت ۲۴۶۹۰ متر مربع در نقاط جنوبی شهر قرار دارند مسکونی نیستند لذا مشکلی برای اینکه فشار نداشته باشند وجود ندارد. بالاترین این نقاط در ارتفاع ۱۰۶ متری قرار دارد که با ارتفاع میانگین آب مخزن چیزی در حدود ۴ متر اختلاف دارد. حداقل فشار در شبکه ۱/۱ بار و حداکثر فشار ۶/۲ بار در بخش‌های شمالی می‌باشد که نشان‌دهنده تامین فشار مناسب و در عین حال تلفات آب در تاسیسات آب است. (شایان ذکر است که در ۰/۲ درصد بخش‌ها فشاری پایین ۱/۱ مشاهده می‌شود که به دلیل بالا رفتن ناگهانی ارتفاع و قرار گرفتن این نقاط در رقومی تقریباً هم سطح با تانک هوایی است.)



شکل (۴): منحنی دریافتی از فشار سنج‌های لاگردار قرائت از راه

به منظور کنترل هوشمند تلفات آب در تاسیسات (شکل ۵-۶) و با انجام محاسبات مصرف سرانه آب در مدل تئوریک به نظر می‌رسد تنها راه حل اساسی کاهش میزان آب بدون درآمد در شبکه موجود ایزوله نمودن نواحی فشاری و مصرفی تحت پوشش مخازن در شبکه است که بایستی در قالب طرح اصلاح و بهینه سازی سیستم انتقال و

در پیش بینی میزان مصرف سرانه (جدول ۳)، جدای از عامل جمعیت، عوامل دیگری نیز به شرح ذیل 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.

• استفاده از آب لوله کشی جهت مصارف غیر شرب.

مقدار کل آب بدون درآمد به کیفیت مدیریت و بهره برداری، خطای پرسنلی و ابزار اندازه گیری، کیفیت مصالح مصرفی و اجرای شبکه، فشار آب، کیفیت بهره برداری از شبکه، طول عمر تاسیسات، فناوری بستگی دارد. مقدار متوسط سرانه تلفات آب برای افق طرح نباید بیش از ۱۵ درصد متوسط مجموع مصارف خانگی، عمومی، تجاری و صنعتی منظور شود (جدول ۳).

در صورتی که میزان آب بدون درآمد در شبکه موجود بیش تر از مقدار حداکثر فوق باشد، باید با اتخاذ روش های مناسب با توجه به راهکارهای اجرایی کاهش آب بدون درآمد (مندرج در نشریه ۳۰۸ طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور [۳])، میزان آن را حتی الامکان کاهش داده و می توان در افق طرح، مقدار پیش بینی شده در محدوده توصیه شده بالا را در محاسبات منظور کرد.

جدول (۲): پیش بینی سرانه آب به حساب نیامده شهر سیاهکل (لیتر نفر در روز)

پارامتر							
دوره های پنج ساله							
۱۳۹۵	۱۴۰۰	۱۴۰۵	۱۴۱۰	۱۴۱۵	۱۴۲۰	۱۴۲۵	۱۴۳۰
۲۲,۱۸۳	۲۴,۶۱۱	۲۷,۳۰۶	۳۰,۲۹۶	۳۳,۶۱۴	۳۷,۲۹۴	۴۱,۳۷۹	۴۵,۹۱۰
۱۳۲	۱۳۳	۱۳۵	۱۳۷	۱۳۹	۱۴۰	۱۴۲	۱۴۶
۱۹	۱۹	۱۹	۱۹	۱۹	۲۰	۲۰	۲۰
۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷
درصد (٪)							
۱۵٪							
۲۴	۲۴	۲۴	۲۴	۲۵	۲۵	۲۵	۲۶
آب به حساب نیامده (لیتر - نفر - روز)							

جدول (۴): مشخصات مناطق فشاری شهر سیاهکل

مشخصات منطقه فشاری	۱	۲	۳	جمع کل
جمعیت (نفر)	۲۷۴۷۸	۱۳۴۲۲	۵۰۱۰	۴۵۹۱۰
مصرف سرانه	۱۹۹	۱۹۹	۱۹۹	۱۹۹
ضریب پیک روزانه	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵
حداکثر مصرف روزانه (L/S)	۹۱	۴۵	۱۷	۱۵۳
حداکثر مصرف ساعتی (L/S)	۱۵۸	۷۷	۲۹	۲۶۴
حداکثر رقوم زمین (متر)	۵۲	۶۹	۱۰۰	-
حداقل رقوم زمین (متر)	۲۵	۵۲	۵۵	-
اختلاف ارتفاع (متر)	۲۷	۱۸	۴۵	-

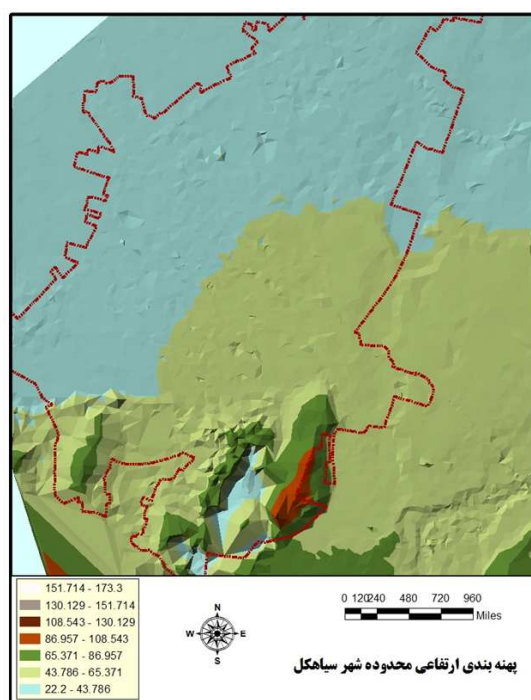
جدول (۳): پیش‌بینی مقادیر مصرف سرانه و متوسط آب مصرفی شهر سیاهکل تا افق طرح

سال	جمعیت	سرانه کل مصرف	متوسط آب مصرفی	حداکثر مصرف روزانه	حداکثر مصرف ساعتی
	نفر	لیتر نفر در روز	لیتر بر ثانیه	لیتر بر ثانیه	لیتر بر ثانیه
۱۳۹۵	۲۲,۱۸۳	۱۸۲	۴۷	۶۷	۱۱۶
۱۴۰۰	۲۴,۶۱۱	۱۸۳	۵۲	۷۵	۱۲۹
۱۴۰۵	۲۷,۳۰۶	۱۸۵	۵۸	۸۴	۱۴۵
۱۴۱۰	۳۰,۲۹۶	۱۸۷	۶۶	۹۴	۱۶۳
۱۴۱۵	۳۳,۶۱۴	۱۹۰	۷۴	۱۰۶	۱۸۳
۱۴۲۰	۳۷,۲۹۴	۱۹۲	۸۳	۱۱۹	۲۰۵
۱۴۲۵	۴۱,۳۷۹	۱۹۴	۹۳	۱۳۳	۲۳۱
۱۴۳۰	۴۵,۹۱۰	۱۹۹	۱۰۶	۱۵۳	۲۶۴

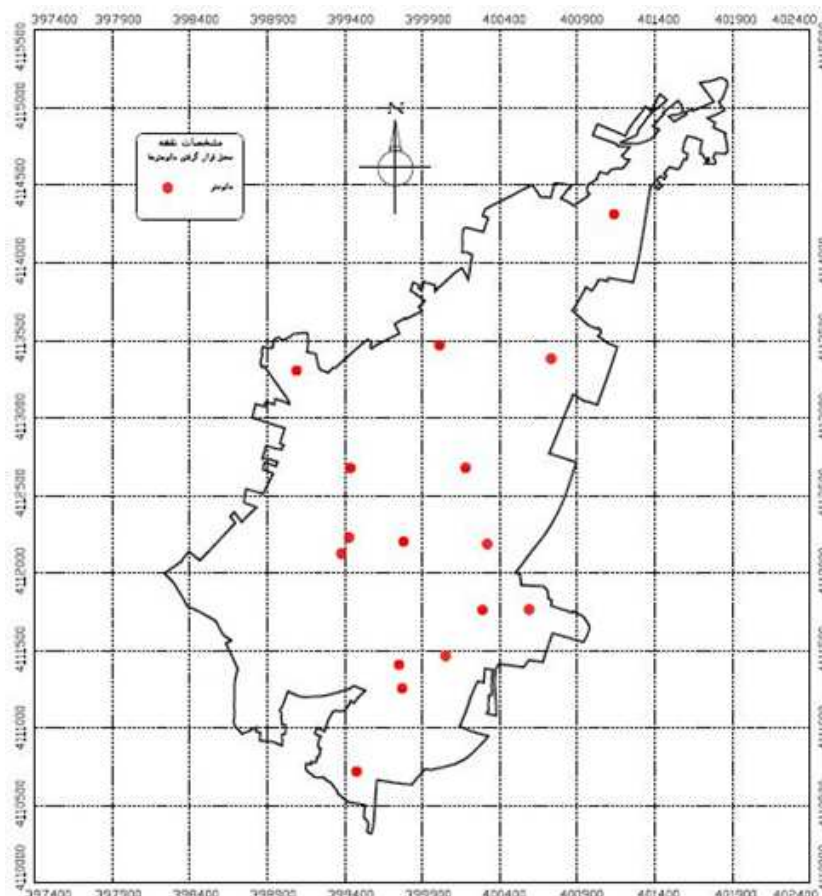
مشترکین، طول لوله اصلی و فرعی شبکه، نسبت طول لوله به انشعاب، تعداد و نوع مصرف کنندگان عمده شبانه، شرایط زیربنایی، قدمت شبکه، تعداد حوادث بر روی خطوط اصلی و انشعابات و غیره می‌باشد. محدوده ایزوله سازی بین ۵۰۰ تا ۵۰۰۰ مشترک متغیر است. بهترین ابعاد ایزوله سازی جهت اندازه‌گیری جریان حداقل شبانه Minimum Night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

۳-۵- کنترل تلفات آب در مناطق مستقل اندازه گیری "DMA"

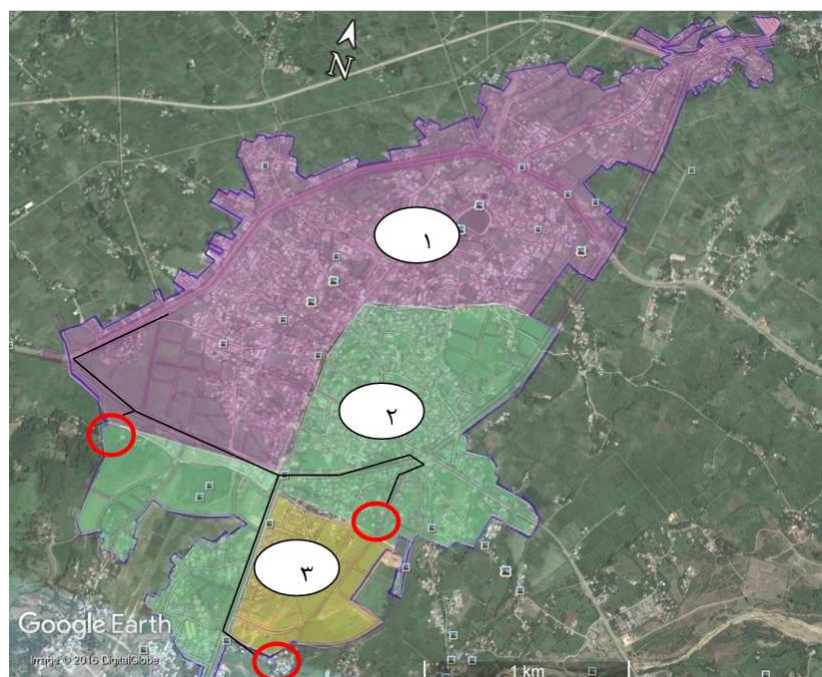
به منظور کنترل تلفات آب در شبکه توزیع، ایجاد مناطق فشاری (شکل ۵) و مجزاسازی شبکه (جدول ۴) ضروری است. برای ایجاد منطقه ایزوله، شبکه توزیع آب تحت پوشش هر یک از مخازن به مناطق مجزا با شبکه‌های کوچک‌تر تفکیک می‌شود. به طوریکه ورود و خروج آب به آن از یک یا چند مسیر محدود و مشخص صورت گرفته و از کلیه مناطق 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



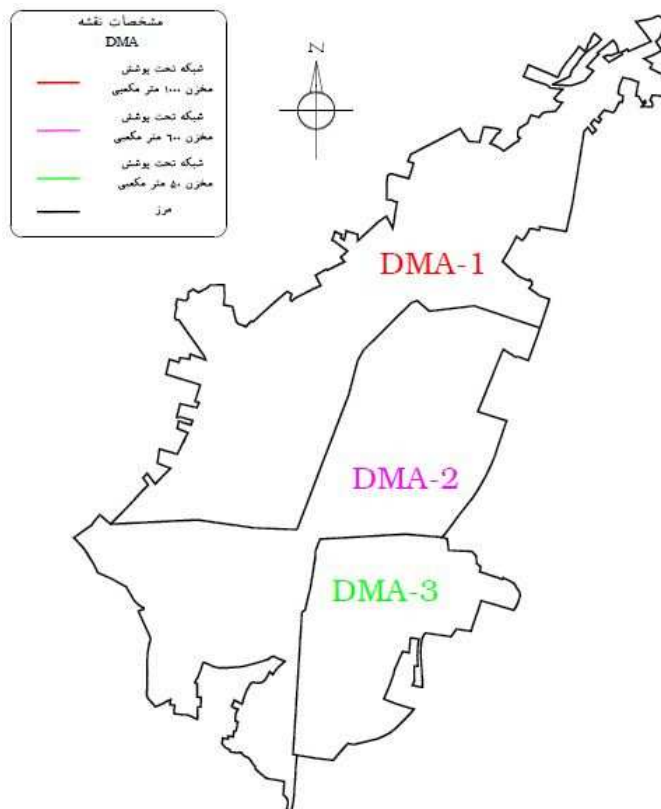
شکل (۵): نقشه DEM شهر سیاهکل



شکل (۶): موقعیت فشار سنج های لاگردار قرائت از راه دور در شهر سیاهکل



شکل (۷): شبکه توزیع آب سیاهکل در گزینه اصلاح و توسعه مناطق مستقل اندازه گیری سیاهکل با ۳ زون فشاری



شکل (۸): مناطق ایزوله (DMA) شبکه توزیع آب سیاهکل

تاسیسات اندازه گیری جریان و فشار، کلرسنج و کدورت سنج در نظر گرفته شده که از طریق سامانه کنترل از راه دور پایش می گردد.

۳-۷- گزینه هوشمندسازی در مناطق مستقل اندازه گیری "DMA"

تامین آب برای مناطق مستقل اندازه گیری "DMA" از یک یا چند محل انجام شده و تبادل جریان بین چند DMA وجود نداشته و یا در صورت وجود، این جریان توسط کنتور اندازه گیری شده و انتقال جریان از یک DMA به DMA دیگر به صورت آشناری است. در طراحی DMA ابتدا شبکه به مناطق مجزا تفکیک گردیده، سپس برای ورودی و خروجی هر منطقه کنتور و شیر کنترلی نصب می شود به صورتی که دبی ورودی و خروجی به طور مستمر در هر منطقه اندازه گیری شود. پس از یک ماه اندازه گیری دبی ورودی و خروجی و فشار در هر منطقه، نمودار دبی ورودی و خروجی و منحنی هم فشار در ساعات مختلف ترسیم می شود. در صورت بروز هر گونه اختلال در کار شبکه، از تغییرات در نمودار ترسیم شده اختلال در کارکرد، قابل تشخیص است. لذا به این دلیل که طراحی به صورت مناطق مجزا بوده سریعاً منطقه را ایزوله کرده و از اختلال در کارکرد دیگر بخش های شبکه جلوگیری به عمل می آید. نتایج کالیبراسیون تاسیسات سیاهکل نشان می دهد که اختلاف اندکی بین آمار موجود با نتایج حاصل از کالیبراسیون وجود دارد. در نتایج مربوط به دبی میانگین ۶۵ لیتر بر ثانیه تقریباً اختلاف زیادی بین آمار موجود و

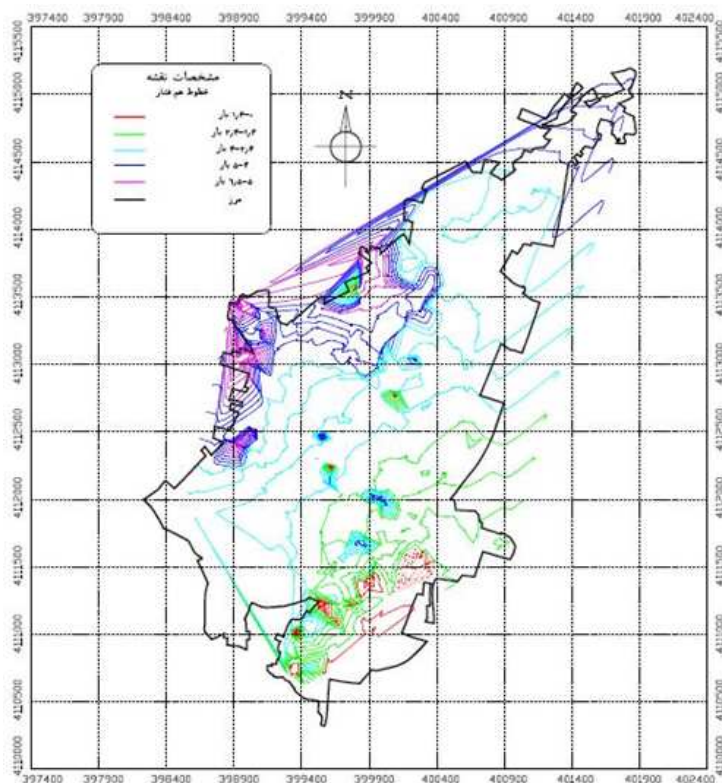
در فرآیند طراحی، شبکه به مناطق ایزوله های مختلف تقسیم شده و تاسیسات لازم از قبیل حوضچه ها، کنتورهای اندازه گیری جریان و شیرهای قطع و وصل لازم برای قطع جریان به خارج از منطقه ایزوله پیش بینی می شوند. برای شناخت و کاهش مقدار آب بدون درآمد، وجود کنتور و اندازه گیری دائم جریان و فشار شبکه ضرورت دارد. لذا در مرحله طراحی باید در تمام مبادی تولید آب و خروجی تصفیه خانه ها و مخازن، حوضچه های نصب کنتور های حجمی در نظر گرفته شوند. همچنین در کلیه نقاط حساس شبکه نیز حوضچه ها و تاسیسات لازم برای نصب فشارسنج های دائمی پیش بینی گردند. به منظور کنترل دائمی بازده حجمی شبکه توزیع آب از کنتورهای جریان سنج ناحیه ای استفاده می شود و با برقراری ارتباط بین کنتورهای مذکور و در صورت وجود سیستم تله متریک می توان وضعیت جریان ورودی و یا خروجی از ناحیه ایزوله شده را در هر زمان پایش نمود (شکل ۷-۶).

۳-۶- گزینه اصلاح و توسعه در مناطق مستقل اندازه گیری "DMA"

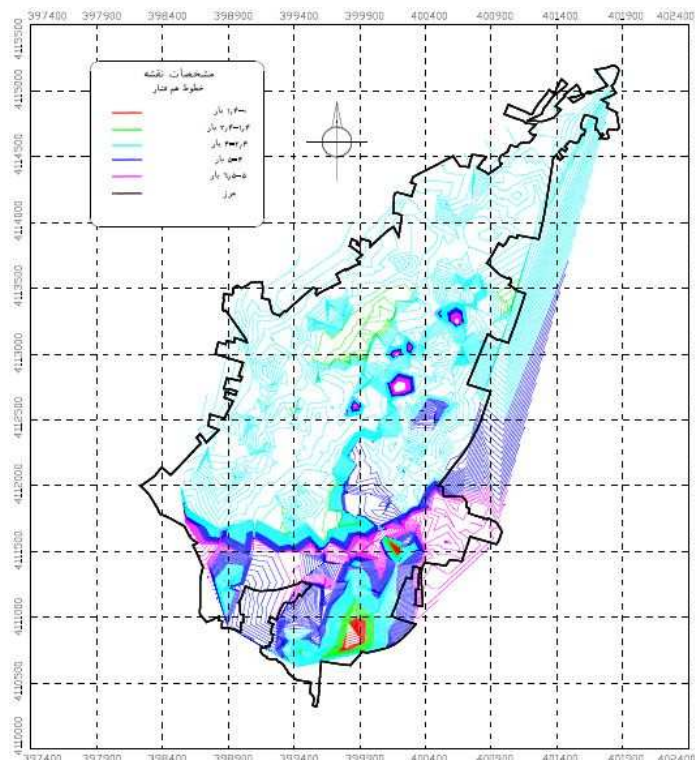
در گزینه پیشنهادی اصلاح و توسعه شبکه فعلی، شهر سیاهکل به دو DMA مجزا تقسیم شد (شکل ۱۰-۷). در ورودی هر DMA

سیستم های قرائت از راه دور و تجهیزات هوشمندسازی به واحد کنترل ارسال کرد [۵-۴]. کاربردهای هوشمندسازی شامل سیستم قرائت اتوماتیک (AMR)، تشخیص نشت در خطوط لوله توزیع و انتقال، بانک اطلاعات مکان مینا، امکان واکنش های سریع به حوادث می باشد. زون بندی فشاری شهرسیاهکل با توجه به شبکه معابر و توپوگرافی و همچنین رعایت ضوابط حداقل و حداکثر فشار انجام شده است و بر این اساس شهر به سه منطقه فشاری تقسیم شده است که هر منطقه فشاری تحت پوشش یکی از مخازن خواهد بود. منطقه فشاری اول تحت پوشش مخزن ۶۰۰ متر مکعب پیشنهادی و منطقه فشاری دوم تحت پوشش مخزن ۱۰۰۰ مترمکعب قرار می گیرد. منطقه فشاری سوم تحت پوشش مخزن هوایی ۵۰ متر مکعبی موجود قرار می گیرد. با شبکه بندی شهر سیاهکل و اعمال مصارف به گره های فشاری با احتساب سرانه ۱۹۹ لیتر در روز به ازای هر نفر و تراکم حوزه های جمعیتی، مصرف متناظر گره ها تعیین شده است.

کالیبراسیون مشاهده می شود. با توجه به اطلاعات به دست آمده از تحلیل و کالیبراسیون بطور کلی می توان نتیجه گرفت که شبکه توزیع آب شهر سیاهکل در نقاطی که لوله های آبست و فولادی به کار رفته اند دارای شرایط مناسبی است و لوله ها برای تامین فشار فعلی شبکه مشکلی ندارند. در حالت دبی میانگین نتایج کالیبراسیون حاکی از افزایش ضریب هیزین ویلیامز است اما در دو حالت دبی حداکثر نتایج بدست آمده با حقایق فیزیکی تداخلی ندارند و قابل قبول هستند. لذا شبکه های توزیع آب شهری در شهرهایی که مساحت آن زیاد و توپوگرافی شهر تند باشد اجباراً جهت حفظ حداقل و حداکثر فشار لازم نیاز به تفکیک شبکه توزیع به مناطق فشاری مختلف خواهد بود. منظور از زون بندی شبکه توزیع آب شهری، در دسترس قرار دادن آب برای کلیه مشترکین با رعایت حداکثر و حداقل فشار مناسب و منطبق بر ضوابط فنی توصیه شده توسط استانداردهای صنعت آب کشور بوده و هوشمندسازی تاسیسات آب از اهمیت زیادی برخوردار است (شکل ۱۰-۸). از این طریق پارامترهای مهم کیفیت و توابع اندازه گیری جریان آب را می توان به کمک



شکل (۹): خطوط هم فشار شبکه توزیع فعلی سیاهکل



شکل (۱۰): خطوط هم فشار شبکه توزیع در گزینه اصلاح و توسعه تاسیسات شهر سیاهکل

شامل: 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 برای آبفای سیاهکل برنامه ریزی شد.

سیاسگزاری

بدینوسیله دفتر فنی و خدمات مهندسی و دفتر آب بدون درآمد و مدیریت مصرف آبفای شهری گیلان که در تهیه داده های این تحقیق از تجربیات آنان استفاده شده است، سپاسگزاری می شود.

مراجع

- [۱] مطالعات مهندسی مشاور سپیدرود گیلان برای شهر سیاهکل.
- [۲] استانداردهای موجود در نشریه ۳-۱۱۷ ضوابط طراحی سامانه های انتقال و توزیع آب شهری و روستایی.
- [۳] نشریه ۳۰۸ طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور.
- [4] Hariri Asli K., *Advances in Control and Automation of Water Systems*, Published by the Apple Academic Press, Inc., ISBN: 978-1-926895-22-2, Canada, 2012, www.AppleAcademicPress.com.
- [5] Hariri Asli K., *handbook of research for fluid & solid mechanics*, published by the Apple Academic Press, Inc., ISBN 9781771885010, Canada, 2017, www.AppleAcademicPress.com

۴- نتیجه گیری نهایی

به منظور کنترل بازده حجمی و تلفات آب در شبکه توزیع سیاهکل، مجزاسازی شبکه ضرورت دارد. برای ایجاد منطقه ایزوله، شبکه توزیع آب تحت پوشش هر یک از مخازن به مناطق مجزا شده با شبکه های کوچک تر تفکیک شده و ورود و خروج آب با بستن شیرهای قطع و وصل منطقه ای مجزا می شود. در این تحقیق جهت مدیریت بهینه فشار و مصرف، مدل اصلاح و توسعه مکان مبنا از طریق ایزوله سازی نواحی فشاری و مصرفی مورد بررسی قرار گرفت. لذا با انتخاب محدوده ایزوله سازی مشترکین در بازه ۵۰۰ تا ۵۰۰۰ فقره مشترک، بهترین ابعاد مناطق ایزوله جهت اندازه گیری جریان حداقل شبانه بین ۵۰۰ تا ۱۵۰۰ مشترک انتخاب شد. به عنوان نتیجه تحقیق، ضمن مجزاسازی شبکه توزیع در قالب مناطق مستقل اندازه گیری، اصلاح و توسعه با الگوریتم مرحله به مرحله مورد تاکید گردید. از اینرو برای ایجاد مناطق ایزوله، شبکه توزیع آب تحت پوشش هر یک از مخازن، به شبکه های کوچک تر تفکیک شده و ورود و خروج آب به این مناطق به یک یا چند مسیر محدود شد. در فرآیند کالیبراسیون، جریان ورودی و خروجی در ناحیه ایزوله شده، به صورت برخط به وسیله فلومترها و فشار سنج های لاگردار قرائت از راه دور موجود در شبکه پایش شد. بنابراین تکمیل عملیات ایزوله سازی به عنوان راهکار اجرایی مدیریت بهینه فشار و مصرف مورد تاکید قرار گرفت. در این راستا عملیات اصلاح و توسعه شبکه از طریق منابع اعتباری لازم

Replacement of Pumping Systems with Variable Electropumps instead of Air Tanks to Reduce Earthquake Damage to Water Supply Facilities

Abstract

We know that water storage tanks are used in different fields (urban and rural drinking water, agricultural water consumption, industrial water consumption, etc.) and water storage tanks are an essential component of water supply and distribution networks. Several decades ago, with the development of industry and technology and the development of rotary pumps and the ability of humans to transport water to higher altitudes, air tanks of various genders have been exploited. The earthquake, as a natural occurrence, has repeatedly destroyed human handicrafts, including water storage tanks. Due to earthquakes for air tanks, besides the usual issues (wall fractures, tank roof, tank floor and tank inlet and outlet connections ...), the issue of tank collapse is also not unexpected (such as the fall of Rasht reservoir as long as the Roodbar and Manjil earthquake. Recently, electropumps can be controlled using the motor frequency control devices. By changing the rotation of the rotary electropump, the characteristic curve of the pump is changed and the electropump's working range expands, so that a fixed electropump can operate at different pressures and discharges, with proper efficiency and meet our water requirement. The paper examines the technical and economic implications of both water supply systems and finds that the use of ground tanks equipped with pumping stations with variable electropumps, in addition to being safer than events, is also much cheaper and more convenient.

Keywords: Technical and Economic Comparison, Air Tanks, Pumping Systems with Variable Electropumps

جایگزینی سیستم های پمپاژ با الکتروپمپ های دور متغیر به جای مخازن هوایی جهت مقابله و کاهش صدمات ناشی از زلزله بر تاسیسات آبرسانی

ولی آقا آقاییگی

کارشناس تاسیسات آبرسانی شرکت آب و فاضلاب استان قزوین
v_aghabeysi@yahoo.com

چکیده

می دانیم از مخازن ذخیره آب در زمینه های مختلف (آب شرب شهری و روستایی، مصارف آب کشاورزی، مصارف آب صنعتی و غیره) استفاده می شود و مخازن ذخیره آب به عنوان یکی از اجزاء ضروری شبکه های تامین و توزیع آب محسوب می گردد. از چند دهه پیش با توسعه صنعت و تکنولوژی و ساخت پمپ های دورانی و توانایی بشر در انتقال آب به ارتفاع بالاتر، مخازن هوایی از جنس های مختلف مورد بهره برداری قرار گرفته اند. زلزله به عنوان یک رخداد طبیعی بارها باعث تخریب دست ساخته های بشر از جمله مخازن ذخیره آب شده است. بر اثر وقوع زلزله برای مخازن هوایی علاوه بر مسائل معمول (شکستگی دیواره ها، سقف مخزن، کف مخزن و اتصالات ورودی و خروجی مخزن و غیره) موضوع سقوط مخزن نیز دور از انتظار نمی باشد (مانند سقوط مخزن هوایی شهر رشت در واقعه زلزله رودبار و منجیل). جدیداً با استفاده از دستگاه های کنترل دور فرکانسی موتور می توان دور الکتروپمپ ها را کنترل نمود. با تغییر دور الکتروپمپ دورانی، منحنی مشخصه پمپ تغییر کرده و محدوده کاری الکتروپمپ وسعت پیدا می کند، به طوری که یک الکتروپمپ ثابت می تواند در فشارها و دبی های مختلف و با راندمان مناسب کار کرده و نیاز آبی ما را برآورده سازد. در این مقاله با بررسی فنی و اقتصادی هر دو سیستم آبرسانی، مشاهده می شود که استفاده از مخازن زمینی مجهز به ایستگاه های پمپاژ با الکتروپمپ های دور متغیر، علاوه بر اینکه نسبت به حوادث و اتفاقات ایمن تر است، همچنین بسیار ارزان تر و مناسب ترمی باشد.

کلمات کلیدی: مقایسه فنی و اقتصادی، مخازن هوایی، سیستم های پمپاژ با الکتروپمپ های دور متغیر.

۱) مقدمه

و از آب هر چیزی را زنده گردانیدیم
انسان همانند هر موجود دیگری به آب وابسته است و جوامع بشری بدون وجود آب شکل نمی گیرند. در همین راستا انسان برای تامین آب مورد نیاز خود در تمام طول سال در جاهایی که آب و جَعْلًا مِنَ الْمَاءِ كُلِّ شَيْءٍ حَيٍّ جاری به طور دائم موجود نبوده است اقدام به ذخیره آب در مخازن آب نموده است.
مخازن ذخیره آب در گذشته به شکل آب انبارها مرسوم بوده اند. آب انبارها با قدمت چند صد ساله در نقاط مختلف دنیا موجود می باشند.
با اختراع پمپ و توانایی انسان در انتقال آب به ارتفاع بالاتر مخازن زیرزمینی آب (آب انبارها) نیز به مخازن زمینی و مخازن هوایی آب تغییر شکل دادند.

حجم کل مخازن آب مورد نیاز یک شهر بر اساس جمعیت تحت پوشش، متوسط سرانه مصرف آب، شرایط تامین آب و ... به طور متوسط به ازای هر خانوار یک متر مکعب در نظر گرفته می شود.
برخلاف آب انبارها که از جنس ساروج ساخته می شدند مخازن ذخیره آب زمینی به طور معمول بیشتر از جنس بتن مسلح ساخته می شوند. برای مخازن هوایی نیز بیشتر از جنس فلز (فولاد ضد زنگ یا آهن گالوانیزه) استفاده میشود.

با توجه به اینکه مخزن از چه جنس و چه کیفیت و با چه حجم، چه شکل و چه ارتفاعی ساخته شود هزینه های متفاوتی دارد. اما به طور معمول هزینه ساخت مخازن هوایی بیش از دو تا سه برابر مخازن زمینی می باشد.

همچنین برای ایمنی مخزن هوایی در مقابله با زلزله نیز یک سری هزینه های دیگری نیز لازم است.

از طرف دیگر مسائل و مشکلات مخازن هوایی خیلی بیشتر از مخازن زمینی است به طوری که عمر مفید این مخازن به خاطر کوتاهی در تعمیر و نگهداری به ندرت تا بیش از سی سال می رسد. در گذشته سیستم های توزیع آب شهری که از مخازن هوایی تغذیه می شدند نسبت به سیستم های پمپاژ ارجحیت داشتند. اما امروزه با ورود تکنولوژی جدید (استفاده از الکتروپمپ های با دور متغیر) و بنا به دلایلی که در ادامه ذکر خواهد شد استفاده از شبکه های پمپاژی نسبت به شبکه های ثقلی (تغذیه شده از مخازن هوایی) مناسب تر می باشد.

از طرف دیگر مخازن هوایی نسبت به مخازن زمینی در مقابل زلزله آسیب پذیرتر و خطر سازتر می باشند که مجموعه عوامل فوق، جایگزینی مخازن ذخیره زمینی به همراه سیستم های پمپاژ با الکتروپمپ های دور متغیر را به جای مخازن هوایی ارجحیت می بخشد.

این مقاله یک مقاله کاربردی می باشد و به صورت عملی در چند نقطه (چند شهر) کار شده است.

۲) ساخت مخازن هوایی و هزینه های آن:

می دانید طراحی و محاسبات مخازن هوایی نسبت به مخازن زمینی پیچیده تر و حساس تر می باشد و عوامل تاثیر گذار در طراحی آن بیشتر از عوامل تاثیر گذار در طراحی مخازن زمینی می باشد بنابراین مصالح به کار برده شده و هزینه ساخت آن نیز بیشتر و گران تر می باشد.
مخازن هوایی از جنس های مختلف ساخته می شوند که متداول ترین آنها از جنس بتن یا فلز (فولاد، آهن گالوانیزه) می باشند. ساخت مخازن هوایی حدود دو تا سه برابر مخازن زمینی هزینه بردار است به طوری که اگر متوسط هزینه ساخت مخازن زمینی بتنی به ازای هر متر مکعب ۱۵۰ هزار تومان باشد هزینه مخازن هوایی بتنی یا آهنی به ارتفاع ۲۰ متر، به ازای هر متر مکعب بیش از ۳۰۰ هزار تا ۵۰۰ هزار تومان می باشد.

۳) بهره برداری از مخازن هوایی و مشکلات آن:

اینجانب در طول خدمت در شرکت آب و فاضلاب استان قزوین از نزدیک مشاهده کرده ام که مسائل و مشکلات مخازن هوایی به مراتب بیشتر از مسائل و مشکلات مخازن زمینی می باشد. از جمله مشکلات مخازن هوایی به شرح زیر می باشد:

۱. بهداشت داخل مخازن هوایی نادیده گرفته می شود و اگر هم آلودگی در داخل مخزن هوایی گزارش شود به ندرت شخص یا اشخاصی داوطلب می شوند که با بالا رفتن و ورود به مخزن هوایی این مهم را انجام دهند. ضمن اینکه بارها دیده شده است که پرندگان در بالای مخزن هوایی لانه کرده اند و آلودگی به داخل مخزن هوایی سرایت نموده است.

۲. مخازن هوایی فلزی پس از مدتی زنگ زدگی پیدا می کنند و لازم است زنگ زدایی و رنگ آمیزی شوند، هزینه این کار هم بسیار بالا است.

۳. چون اکثر مخازن هوایی مجهز به فلوتر (ارتفاع سنج سطح آب) می باشند با خرابی فلوتر یا آب تزریق شده به مخزن هوایی سرریز نموده و هدر رفت آب افزایش می یابد و یا حجم مفید مخزن به شدت کاسته شده و الکتروپمپ تزریق کننده به مخزن هوایی به کرات خاموش و روشن می شود و این موضوع به شدت از راندمان و طول عمر مفید الکتروپمپ کاسته و باعث خسارت مالی می گردد. در این رابطه اینجانب حداقل سوختن چندین دستگاه الکتروپمپ را در کمتر از یک سال شاهد بوده ام. از جمله مانند خرابی فلوتر مخزن هوایی شهرک چوبیندر قزوین که در شبانه روز بیش از ۲۰ بار خاموش و روشن می شد و کسی خبر نداشت و الکترو پمپ آن سوخت و با تعویض الکتروپمپ و تعمیر فلوتر مجدد فلوتر خراب شد و این کار چند مرتبه تکرار شد.

۴. مسئله دیگری که حائز اهمیت است طول عمر کم مخازن هوایی است زیرا مسائل مختلفی باعث می شود پس از مدتی کارایی این مخازن از بین رفته و از مدار بهره برداری خارج شوند از جمله در

شدید است چنین اتفاقاتی رخ می دهد (مانند الکتروپمپی که به مخزن هوایی شهرک صنعتی آراسنج بوئین زهرا پمپاژ می کرد).
۹. در فصل زمستان و در ایام بسیار سرد سال یخ زدگی آب در مخازن هوایی دور از انتظار نیست.

۴) الکتروپمپ های دور متغیر و خصوصیات آن:

پمپ ها وسایلی هستند که باعث انتقال انرژی مکانیکی از موتور به آب می شوند و انرژی مکانیکی موتور را به انرژی جنبشی و فشاری آب تبدیل می کنند. این انرژی ذخیره شده در آب باعث انتقال آب از جایی به جای دیگر می شود.

می دانید اکثر الکتروپمپ ها دارای الکتروموتورهای دور ثابت می باشند و بنابراین منحنی مشخصه آنها ثابت می باشد لذا مطابق منحنی مشخصه الکتروپمپ با تغییر ارتفاع پمپاژ، آبدهی پمپ و راندمان پمپ نیز تغییر می کند که این تغییر ممکن است باعث ناتوانی کارکرد الکتروپمپ در شرایط جدید گردد.

برای مثال اگر یک الکتروپمپ برای نقطه کار $Q=100 \text{ m}^3/\text{hr}$ و $H=40 \text{ m}$ انتخاب شده باشد با تغییر هد پمپاژ از 40 به 60 m، آبدهی پمپ نیز از 100 به $70 \text{ m}^3/\text{hr}$ کاهش می یابد و ضمن راندمان کاری الکتروپمپ نیز تغییر می کند.

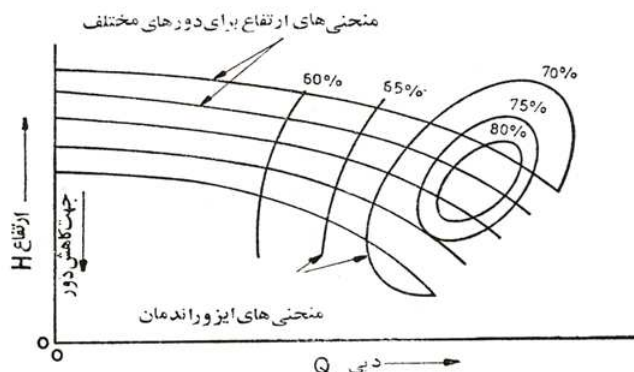
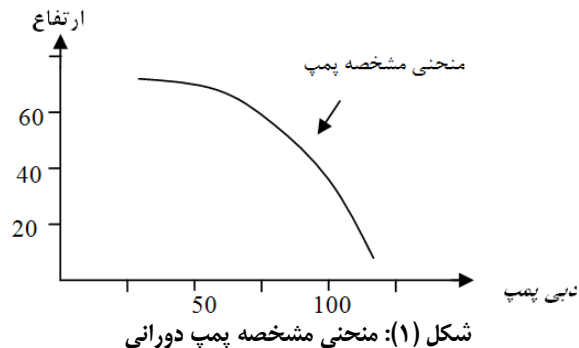
مناطق شهری و روستایی با افزایش جمعیت ساکن و توسعه شهر یا روستا و افزایش ارتفاع ساختمان ها، فشار آب ناشی از مخازن هوایی جوابگوی جمعیت مصرف کننده را نمی دهد و به تبع آن الکتروپمپ ها تامین آب مورد نیاز جامعه را بر عهده می گیرند.

۵. همچنین مسئله مهم دیگری که شایان توجه است، مسئله دفاع غیر عامل با موضوعیت استتار و اختفا می باشد که برای مخازن هوایی چنین امکانی وجود ندارد اما برای مخازن زمینی و مدفون کاملاً رعایت شده می باشد

۶. مسئله دیگری که کمتر مورد توجه قرار می گیرد، موضوع سقوط مخازن هوایی به علت تند باد است که چنین اتفاقی برای مخزن هوایی فلزی ارداق از توابع شهر بوئین زهرا در سال ۱۳۸۵ اتفاق افتاد. و البته این مخزن با بیش از ۲۰ سال سن و با وجود فرسودگی در مدار بهره برداری قرار داشت.

۷. حتی بعد از اینکه مخازن هوایی از مدار بهره برداری خارج می شوند برای تخریب و برداشتن مخازن هوایی هزینه سنگینی نیاز است به طوری که برای تخریب یک مخزن هوایی فلزی به حجم ۱۵۰ متر مکعب و ارتفاع ۲۰ متر، سال گذشته مبلغ ۱۰ میلیون تومان به پیمانکار پرداخته شد و برای تخریب و برداشتن منبع هوایی بتنی ۲۵۰۰ مترمکعبی مبلغ پنجاه میلیون تومان درخواست شده است

۸. سوختن مکرر الکتروپمپ: در بعضی جاها که حجم مخزن هوایی خیلی کمتر از نیاز روزانه شهر می باشد و نوسانات مصرف



ارتفاع پمپاژ ثانویه الکتروپمپ P1 توان مصرفی اولیه الکتروپمپ P2 توان مصرفی ثانویه الکتروپمپ Q1 دبی اولیه الکتروپمپ Q2 دبی ثانویه الکتروپمپ
استفاده از کنترل دور فرکانسی موتور (اینورتر) برای الکتروپمپ مزایای زیر را به همراه دارد.

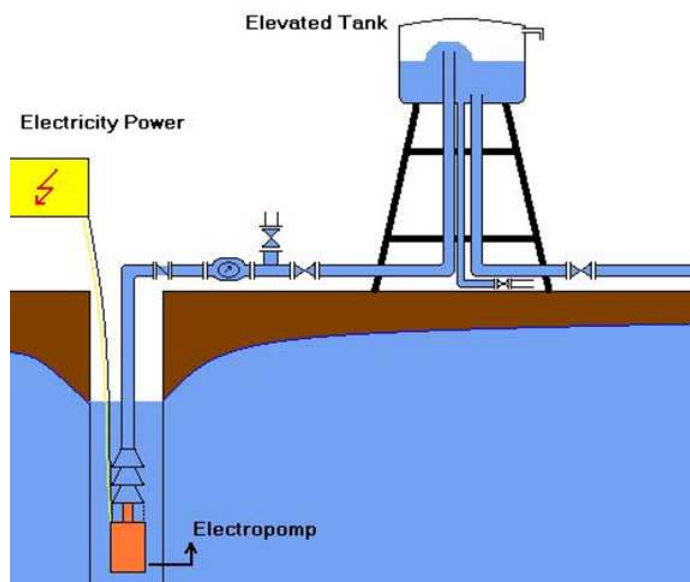
- ۱- افزایش راندمان نقطه کار پمپ
- ۲- افزایش ضریب توان در نقطه کار الکترو پمپ
- ۳- قابلیت تغییر نقطه کار پمپ با توجه به تغییر منحنی شبکه
- ۴- صرفه جویی در مصرف انرژی
- ۵- تامین افت فشار شبکه
- ۶- افزایش طول عمر الکترو پمپ
- ۷- عدم ایجاد ضربه آبی و پیش گیری از حوادث آب (شکستگی لوله ها ، پروانه پمپ و ...)
- ۸- قابلیت برنامه ریزی و مدیریت

گرچه در الکتروپمپ های با دور ثابت، امکان کارکرد مناسب پمپ در دبی ها و هد های متفاوت وجود ندارد و معمولاً برای یک دبی و هد ثابت انتخاب می شوند اما در الکتروپمپ های دور متغیر با تغییر دور پمپ ، دبی و هد پمپاژ نیز تغییر می کند با استفاده از سیستم کنترل دور پمپ ، بدون تغییر زیاد در راندمان پمپ ، دبی و هد پمپاژ مورد نیاز را تامین نمود. روابط حاکم بر پمپ ها ی دورانی ، در هنگام تغییر دور به شرح زیر می باشد(۱).

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \left(\frac{N_1}{N_2} \right) \quad \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{N_1}{N_2} \right)^2 \quad \frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{N_1}{N_2} \right)^3 \quad (1)$$

N1 دور موتور اولیه الکتروپمپ N2 دور موتور ثانویه
H1 ارتفاع پمپاژ اولیه الکتروپمپ H2 ارتفاع پمپاژ ثانویه

η_1 راندمان اولیه η_2 راندمان ثانویه



شکل (۳): مصرف انرژی در سیستم های آبرسانی از طریق مخازن هوایی

g = شتاب ثقل
 m = جرم
 E_p = انرژی پتانسیل

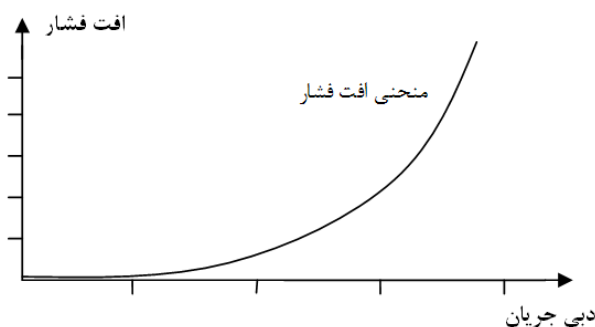
در سیستم های آبرسانی که از مخازن هوایی تغذیه می شوند ، چون ارتفاع مخزن هوایی ثابت است بنابراین انرژی ذخیره شده در حجم واحد آب در ساعات مختلف شبانه روز ثابت است. گرچه برای انتقال آب به فاصله های دور از مخزن هوایی به انرژی ذخیره شده در آب نیاز است اما اگر بخواهیم آب مخزن هوایی را در پائین مخزن هوایی مصرف کنیم و نیازی به فشار آب نداشته باشیم ، باز هم همزمان با مصرف آب انرژی ذخیره شده در آب نیز هدر می رود. به عبارت دیگر انرژی مصرفی بیش از انرژی مورد نیاز می باشد .

۵) مقایسه مصرف انرژی در دو روش آبرسانی (تغذیه از مخازن هوایی و تغذیه از ایستگاه های پمپاژ)

آب چاه که از اعماق زمین به مخزن هوایی پمپاژ می شود ، انرژی مصرف می کند . به عبارت دیگر تنها در صورتی آب از اعماق زمین به مخزن هوایی در ارتفاع بالاتر منتقل می شود که انرژی پتانسیل را در خود ذخیره نماید و هر چه ارتفاع پمپاژ بیشتر باشد مصرف انرژی بیشتر می باشد(۲).

$$E_p = m * g * h \quad (2)$$

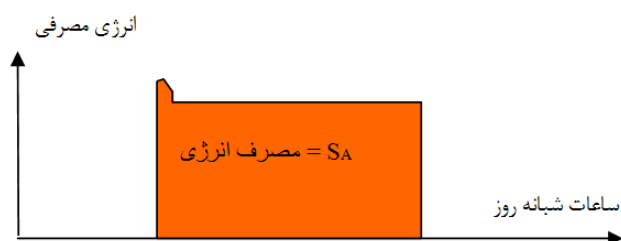
h = ارتفاع از سطح



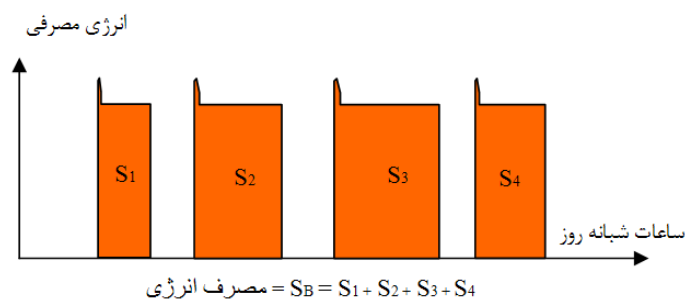
شکل (۴): منحنی افت فشار آب در طول لوله

می توان فشار شبکه آب را در طول شب ها که به فشار آب کمتری نیاز است ، کاهش داده و مصرف انرژی را کاهش داد.

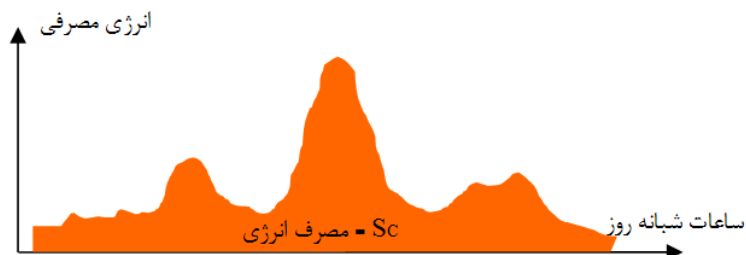
اما در سیستم های آبرسانی که از الکتروپمپ ها با دور متغیر استفاده می شود ، انرژی ذخیره شده در آب ، بر اساس ارتفاع پمپاژ متفاوت می باشد . به عبارت دیگر مقدار ارتفاع پمپاژ متغیر بوده و مقدار انرژی درون آب نیز متغیر می باشد. بنابراین در این سیستم ها



شکل (۵): نمودار مصرف انرژی در شبکه های آبرسانی که از مخازن هوایی تغذیه می کنند و حجم مخزن هوایی برابر یا بیشتر از مصرف روزانه است



شکل (۶): نمودار مصرف انرژی در شبکه های آبرسانی که از مخازن هوایی استفاده می کنند و حجم مخزن هوایی از مقدار مصرف روزانه کمتر است

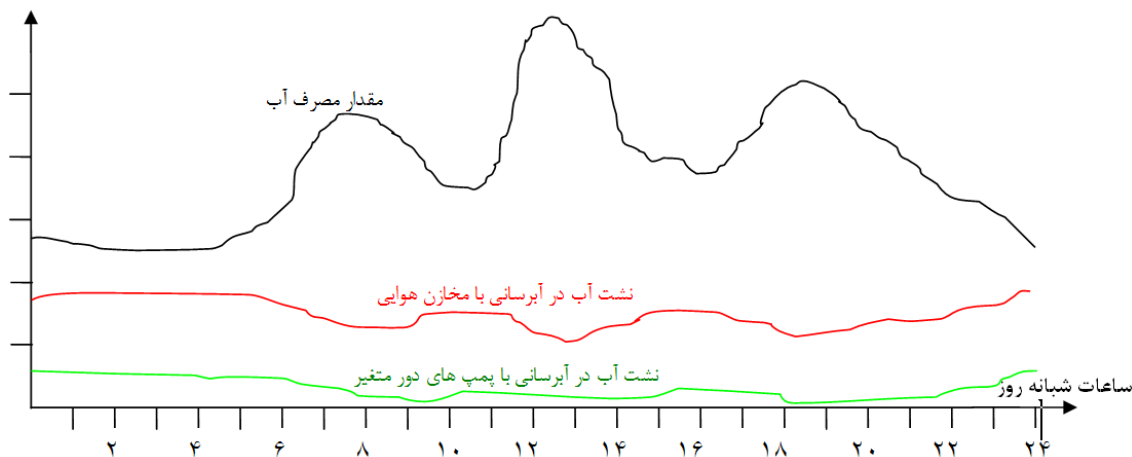


شکل (۷): نمودار مصرف انرژی برای شهرهایی که از ایستگاه های پمپاژ با الکتروپمپ های دور متغیر استفاده می کنند

عنایت به اینکه در شب ها با کاهش مصرف آب ، فشار شبکه آب افزایش می یابد ، نشت آب در شب ها بیشتر از روزها می باشد. در شبکه هایی که به صورت ثقلی از مخازن هوایی تغذیه می شوند ، به خاطر اینکه فشار آب برای حداکثر مصرف طراحی می گردد بنابراین در زمان هایی که مصرف آب کاهش می یابد فشار آب افزایش می یابد و نشت آب نیز به طور معمولی افزایش می یابد و لذا برای جلوگیری از این مسئله شرکت های توزیع آب شهری ناچار به استفاده از سیستم های پیشرفته کنترل فشار می باشند .

اما در شبکه های پمپاژ مستقیم که از الکتروپمپ های مجهز به کنترل دور فرکانسی موتور استفاده می کنند با استفاده از سنسورهای فشار ، مقدار فشار شبکه آب بررسی و مقدار هد پمپاژ کنترل می شود و به تبع آن نشت آب شبکه آبرسانی هم کاهش می یابد .

مقدار مصرف آب



شکل (۸): منحنی مصرف و نشت آب در شبکه آبرسانی در ساعات مختلف شبانه روز در سیستم آبرسانی با مخزن هوایی

عملکرد سازه ها در زمان زلزله پیچیدگی خاصی دارد و این پیچیدگی از یک سو و از سوی دیگر لزوم درک اندرکنش مخزن و آب در زمان بارگذاری و تحت تحریک دینامیکی (تلاطم آب در مخزن) تحلیل سازه های مخازن هوایی را پیچیده تر می کند که در این مقاله نمی گنجد .

اما بر اساس مطالعات انجام شده به نظر می رسد که ضوابط مندرج در آئین نامه ۲۸۰۰ زلزله برای محاسبه مخازن هوایی آب پایین تر از حد اطمینان می باشد و این موضوع توسط برخی از متخصصین تأیید شده است .

به طوری که در نمودار مشخص است ، مشاهده می شود :

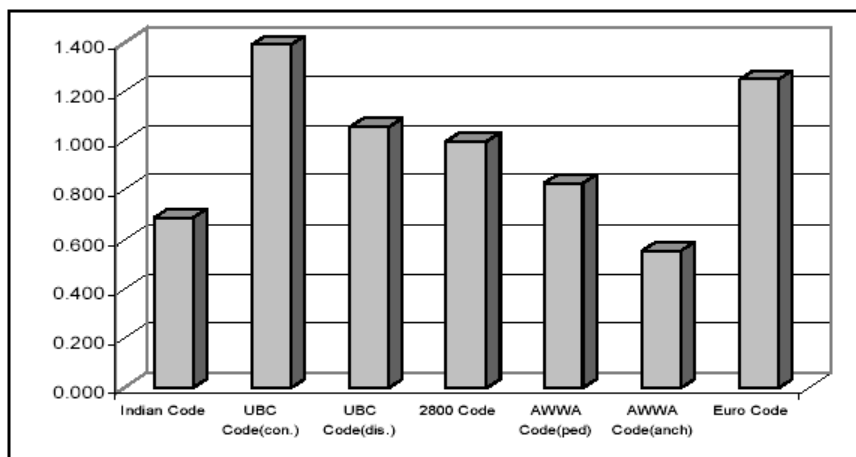
$SB > SA > SC$ یعنی مصرف انرژی در سیستم های پمپاژ با الکتروپمپ های دور متغیر کمتر از مقدار مصرف انرژی در مخازن هوایی می باشد .

۶) مقایسه هدر رفت آب در هر دو روش (تغذیه از مخازن هوایی و تغذیه از ایستگاه های پمپاژ)

مقدار خروج آب از لوله متناسب با فشار آب است . یعنی در فشارهای بالا مقدار جریان افزایش یافته و لذا تلفات آب ناشی از نشت آب نیز زیاد می شود به طوری که با افزایش فشار از ۱.۸ به ۳.۳ اتمسفر ، تلفات ناشی از نشت آب هم تقریباً ۳۰ درصد افزایش می یابد. بنابراین در شرایط معمول شبکه های آبرسانی شهر ها ، با

۷) مخازن هوایی آب و زلزله :

می دانیم زلزله نیروهای مختلفی را به سازه ها وارد می کند و به تبع آن تنش های مختلفی در سازه ایجاد می شود. به طور کلی هر سازه که بر زمین اتکا داشته باشد حین زلزله تحت اثر تنش مولفه حرکت زمین قرار می گیرد که شامل دو مولفه جانبی ، یک مولفه حرکت قائم و سه مولفه پیچشی حول محورهای مختصات سازه می باشد . تحلیل و بررسی



شکل (۹): مقادیر متفاوت برش پایه مخزن بر اساس چند استاندارد مختلف برای یک مخزن نمونه به حجم ۱۰۰۰۰ متر مکعب

هوایی شهرک صنعتی آراسنج بوئین زهرا پمپاژ می کرد از دستگاه کنترل دور فرکانسی موتور استفاده شد که علاوه بر رفع مشکل تکرار سوختن الکتروپمپ، کاهش هدر رفت آب را نیز به همراه داشت و در حال حاضر نیازی به استفاده از مخزن هوایی نیست. در این مقاله با مقایسه فنی و اقتصادی مابین استفاده از مخازن هوایی و استفاده از مخازن زمینی مجهز به ایستگاه های پمپاژ با الکتروموتورهای دور متغیر، سعی شده است تا نظر کارشناسان و متخصصین صنعت آب و فاضلاب را به این موارد جلب کرده و در طراحی و ساخت مخازن هوایی، موضوع استفاده از ایستگاه های پمپاژ با الکتروپمپ های دور متغیر نیز مخفی نباشد.

منابع

- [۱] جزوه دانشگاهی ایستگاه های پمپاژ، دکتر مجتبی فاضلی ۱۳۸۴،
- [۲] تجربیات شخصی نویسنده مقاله، مهندس ولی آقا آقابگی
- [۳] مقاله رفتار مخازن هوایی بتنی آب در هنگام زلزله، مهندس محمد هوشمندزاده، ۱۳۸۴
- [۴] مقاله تجارب و دستاوردهای حاصل از زلزله شهر کوبه ژاپن، مهندس صادق یونسلو، ۱۳۸۵
- [۵] مقاله بررسی و ارائه نحوه بارگذاری و تحلیل لرزه ای مخازن هوایی در برابر زلزله، مهندس محمد رضا محمدی شوره، سوزان ولی زاده، مهندس محمد علی شیرمحمدزاده، ۱۳۸۵
- [۶] کاتالوگ های شرکت های مختلف
- [۷] سایت های اینترنتی مختلف در رابطه با مخازن آب، زلزله و ایستگاه های پمپاژ
- [۸] جزوه سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور (نشریه ۲۴۱)، صفحات ۱۱ تا ۱۴، سال ۱۳۸۰
- [۹] کتاب پمپ و پمپاژ، دکتر نوربخش

۸) مخازن زمینی مجهز به ایستگاه پمپاژ با الکتروپمپ های دور متغیر هنگام زلزله:

مشکلات سازه ای مخازن زمینی در مقابله با زلزله بسیار کمتر از مخازن هوایی می باشد اما از لحاظ اتصالات و شیرآلات ورودی و خروجی و ایستگاه پمپاژ و تامین برق اضطراری لازم است تمهیدات لازم اندیشیده شود. برخی از کارهای اساسی که در بهره برداری از مخازن ذخیره جهت مقابله با زلزله ضروری می باشد به شرح زیر می باشد

۱. نصب شیرهای اضطراری خودکار (emergency valve or shut off valve) در خروجی مخازن (تا در هنگام زلزله آب موجود در مخازن از بین نرود)
۲. استفاده از اتصالات ضد لرزه ای در ابتدای خطوط انتقال اصلی و خروجی مخزن
۳. تجهیز ایستگاه های پمپاژ به دستگاه دیزل ژنراتور و مقاوم سازی اتاقک دیزل ژنراتور در مقابل زلزله تا در صورت قطع جریان برق، تامین آب شرب با مشکل مواجه نشود

۹) نتیجه گیری و جمع بندی

مخازن هوایی به عنوان یکی از اجزا شبکه های آبرسانی در نقاط مختلف کشور وجود دارند اما تا اتفاقی برای آنها رخ ندهد کمتر کسی به فکر جایگزینی برای آنها می افتد. اینجانب در مدت ۱۰ ساله خدمت در شرکت آب و فاضلاب استان قزوین با تعداد زیادی از این مخازن روبه رو شده ام که از مدار بهره برداری خارج شده و غیر از هزینه های اضافی، خطرات بالقوه ای نیز دارند. در راستای رفع مشکل تکرار سوختن الکتروپمپ شناور که به مخزن

Investigation of Methods of Reduction Non-Revenue Water in Urban Water Supply Networks

Abstract

Nowadays, with the development of mass communication technologies and the publication of the statistics and results of each new research, different levels of society will have different perceptions of the amount of Non-Revenue Water (NRW), the percentage of water wasted, the type of wasted and why it wasted. Given the recent water and energy crises, all of water companies need to adopt by newer ways to reduce energy consumption in water production and consequently reduce water production losses. Investigating how to reduce unused or Non-Revenue Water has been one of the main concerns of municipal water managers.

In this paper, we first discuss the various causes of water losses in the network and then introduce the structures of each case. Subsequently, various standardization guidelines for classification of network information are introduced and optimized. Finally, various methods of reducing non-revenue water and the implementation steps of each method are presented in detail.

Keywords: Non- Revenue Water, Network wasted Water, Unaccounted Water, Water Loss.

بررسی روش های کاهش آب بدون درآمد در شبکه های آبرسانی شهری

امیرحسین طالبی^۱، علیرضا ایمانلو^۲

^۱ مدیر امور آب و فاضلاب شهرستان هشتگرد، آذربایجان شرقی

h.talebi88@ms.tabrizu.ac.ir

^۲ رئیس هیئت مدیره و مدیرعامل شرکت آب و فاضلاب استان آذربایجان شرقی

imanlu@abfa-azarbajjan.com

چکیده

با گسترش تکنولوژی های ارتباط جمعی و انتشار در لحظه آمار و نتایج هر تحقیق جدید، سطوح مختلف جامعه برداشت های مختلفی را از میزان آب بدون درآمد، درصد هدر رفت آب، نوع هدر رفت و چرائی آن خواهند داشت. با توجه به بحران های اخیر آب و انرژی شرکت های مختلف آبرسانی می بایست روش های جدیدتری برای کاهش مصرف انرژی در تولید آب و به تبع آن کاهش تلفات تولید آب اتخاذ نمایند. بررسی نحوه کاهش آب به حساب نیامده یا آب بدون درآمد یکی از اصلی ترین دغدغه های مدیران بخش آب شهری بوده است. در این مقاله ابتدا به بررسی علل مختلف تلفات آب در شبکه و سپس معرفی ساختارهای هر مورد پرداخته شده است. پس از آن دستورالعمل های مختلف استانداردسازی طبقه بندی اطلاعات مربوط به شبکه معرفی و بهینه شده است. در نهایت روش های مختلف کاهش آب بدون درآمد و مراحل اجرای هر روش به تفصیل ارائه شده است.

کلمات کلیدی: آب بدون درآمد، پرت شبکه، آب به حساب نیامده، تلفات.

۱-مقدمه

لازم به اضافه و تاکید است که، حضور مدیر منطقه در هر دو روش موجب افزایش ضریب تاثیر و کاهش بیشتر تلفات غیر فیزیکی خواهد بود.

علاوه بر نشت آب، سرقت آب (برداشت غیرمجاز از شبکه)، خطای دستگاههای اندازه گیری، دستکاری تاسیسات اندازه گیری، مصارف داخلی شرکت های فروش آب، شستشوی مخازن و تاسیسات و شبکه ها و عوامل متعدد دیگری در این مساله دخیل هستند (شکل ۱).

۱-۳-جمع آوری اطلاعات از طریق اکیپ

قرائت

با ایجاد تغییرات مناسب در فرم های کامپیوتری قرائت کنتور می توان در هر دوره تمام یا بخشی از اطلاعات مورد نیاز از وضعیت انشعابات در شبکه را به دست آورد و لیستی از انشعابات نامناسب را تهیه کرد [۲]. پس از تهیه لیست انشعابات نامناسب، این لیست در اختیار اکیپ اجرایی بهره برداری قرار داده شده و اصلاح خواهد شد.

۱-۴-پایش، کنترل و ممیزی اماکن

با توجه به روند توسعه، شرکت های درگیر در امر خدمات رسانی در بخش آب و فاضلاب شاهد تولید اطلاعات بسیاری از جمله اطلاعات مربوط به مشترکین هستند که اغلب به دلیل عدم وجود یک روند و نظام سازمان یافته، بسیاری از این اطلاعات تولید شده در زمان کوتاهی بدون هیچ گونه شناختی حذف یا از دقت آنها کاسته شده است؛ بدین لحاظ علیرغم اهمیت خاص و با ارزشی که این اطلاعات دارا می باشند، اغلب نقش مؤثری در برنامه ریزی ها ایفا نمی نمایند. همچنین در روند کنونی در طول زمان کوتاهی اطالات کارایی لازم خود را از دست داده و بازیافت آنها نیز نیازمند صرف هزینه در زمان زیادی است. در این بین با توجه به تغییرات و تحولاتی که در چندین سال اخیر در مدیریت بخش تأمین و توزیع آب صورت گرفته است (انتقال خدمات از شهرداری ها و ادارات آب به شرکت های آب و فاضلاب) بسیاری از اطلاعات حذف یا نابود گردیده است. از این رو، انجام چنین فعالیتی، کمک مؤثری به جمع آوری و نظام دادن اطلاعات مرتبط با این بخش خواهد نمود. ذکر این نکته ضروری است اکثر شرکت های آب و فاضلاب از این قاعده مستثنی نبوده و این امر به عنوان مشکل در آنها همواره مطرح بوده است [۱]. همچنین آمار و اطلاعات مشترکین مربوط به سالهای قبل، به ویژه قبل از تشکیل شرکت های آب و فاضلاب بسیار محدود و عمدتاً از دقت و کیفیت لازم برخوردار نمی باشد. با توجه به این امر اقدام جهت تهیه آمار و اطلاعات به روز از وضعیت اماکن و مشترکین ضروری است. [۲]

از آنجایی که در انجام این فعالیت هزینه های قابل ملاحظه ای صرف می گردد، لذا ضروری است این هزینه ها منتج به نتایج مناسبی گردد و از لحاظ فنی و اقتصادی مقرون به صرفه باشد، با توجه به این امر، این فعالیت یک فعالیت مهندسی بوده که می بایست با در نظر گرفتن

در گذشته مطالعات و بررسی های اندکی در خصوص کاهش آب به حساب نیامده در شهرهای بزرگ و کلانشهرهای کشور صورت گرفته است. این در حالی است که نتایج این تحقیقات در شهرهای کم جمعیت و کوچک کارساز نبوده و قابلیت تعمیم به شهرهای زیر ده هزار انشعاب (شهرهایی با جمعیت کمتر از ۳۵۰۰۰ نفر) نخواهد داشت. همچنین با توجه به سکونت قریب به ۳۷ درصد جمعیت شهر نشین کشور در شهرهای کوچک نیاز به مطالعه خاص در این مورد بسیار ضروری به نظر می رسد.

آب به حساب نیامده، پرت یا تلفات شبکه به دو صورت مشهود است تلفات فیزیکی آب و تلفات غیر فیزیکی.

- تلفات فیزیکی عبارتست از تلفات آب بصورت نشت از مخازن ذخیره آب، نشت ازلوله ها و شیر فلکه ها و تلفات آب ناشی از اتفاقات و شکستگی لوله های اصلی و فرعی و نیز انشعابات.
- تلفات غیر فیزیکی آب دلیل متعددی خواهد داشت که برخی از آنها عبارتند از: عدم کارکرد صحیح کنتور های حجمی موجود در ورودی و خروجی مخازن ذخیره آب که ممکن است مقدار حجمی را کمتر یا بیشتر از میزان واقعی نشان دهد؛ عدم کارکرد صحیح کنتور های مشترکین؛ کنتورهای خراب، کنتورهای معکوس، کنتورهای دست کاری شده توسط مشترک یا افراد غیر مجاز دیگر؛ انشعابات غیر فنی و غیر اصولی؛ عدم وجود کد بندی و پلاک کوبی اماکن (که این مورد در شهرهای کوچک بسیار مشهود است)؛ خطای انسانی و دلایل دیگری که به تناسب ممکن است واقع گردد.

۱-۲-عوامل ایجاد تلفات در شبکه های

آب رسانی

با توجه به تفاوت نوع شناسایی تلفات غیر فیزیکی در شهرهای بزرگ و شهرهای کوچک برای شناسایی عوامل ایجاد تلفات غیر فیزیکی، جمع آوری اطلاعات از طریق اکیپ قرائت کنتور و یا انجام عملیات پایش منطقه ای، کنترل و ممیزی اماکن از بهترین روشها خواهند بود.



شکل (۱): نشت آب در اثر ترکیدگی و بروز خرابی در خطوط انتقال و شبکه های آبرسانی تنها یکی از عوامل افزایش آب بدون درآمد محسوب می شود

رقمی بسیار به ندرت مشاهده شده و در بسیاری از شهرها هنوز کد پستی ده رقمی اختصاصی منازل صادر نیز نگردیده است. لیکن در اغلب موارد، ذکر آدرس بیش از ۱۵ کلمه و کشیدن کروکی محل می تواند راهگشا باشد. با توجه به این امر از آنجایی که در کنترل و ممیزی اماکن دستیابی به نشانی اماکن، موقعیت جغرافیایی (از جمله سازماندهی اطلاعات جغرافیایی) و اطلاعات توصیفی مربوط به آن مورد نیاز است. لذا نیاز به کدگذاری عوارض مرتبط با این امر از ضروریات است. به منظور نیل به این هدف، بر اساس مطالعات انجام شده و تجربیات به دست آمده، طرح کدگذاری عوارض مورد نیاز در کنترل اماکن به کار گرفته می شود. [۵]

جدول (۱): نام و کد خیابان ها و معابر بن باز منطقه...

ردیف	نام خیابان یا معبر بن باز	کد جغرافیایی

۱-۶- کدگذاری بلوکها

بنا به تعریف بلوک عبارت است از محدوده ای که اطراف آن را خیابانها و معابر بن باز احاطه نموده و ممکن است شامل یک یا چند معبر بن بست (کوچه بن بست) باشد.

جدول (۲): مشخصات بلوکهای منطقه شماره ...

ردیف	کد بلوک	نام خیابان و یا معبر	کد خیابانها و معابر	تعداد کوچه	تعداد اماکن

۱-۷- کدگذاری اماکن

به منظور دسترسی سریع به هر یک از اماکن و به عنوان پایه ای جهت پیاده سازی سامانه های اطلاعات جغرافیایی^۱ به هر یک از اماکن یک کد ده رقمی (کد جغرافیایی) حین عملیات پیمایش محلی اختصاص داده می شود.

در کد ده رقمی، عدد اول از سمت چپ بیانگر شماره منطقه، دو رقم بعدی شماره خیابانی که مکان در آن واقع شده، سه رقم بعدی مشخص کننده بلوک و چهار رقم آخر نماینگر شماره اماکن در آن بلوک است. فواصل بین شمارنده اماکن عمدتاً به صورت ده تایی صورت می گیرد. البته در نواحی در حال توسعه، بسته به سطح کل بلوک و تراکم کلی سطح شهر و آن منطقه، تعداد تقریبی اماکن بر آورد شده و بر این مبنا فواصل بین کدها داده می شود. در این ارتباط ذکر این نکته ضروری است که هدف از بکارگیری کدپستی ده رقمی در اجرا و انجام فعالیت کنترل و ممیزی اماکن، حذف کامل نشانی اماکن و جایگزینی سیستم کدگذاری استاندارد به جای آن است. [۶]

شرایط محلی و فنی اقتصادی با یک برنامه ریزی دقیق و سازماندهی شده اقدام به انجام آن گردد. [۲]
در دستورالعمل کنترل اماکن ابتدا دلایل نیاز به این فعالیت، اهداف انجام فعالیت کنترل اماکن، کاربرد ها، و قابلیت های قابل حصول و کلیات اجرای طرح تشریح گردیده و متعاقب آن روش انجام، نحوه جمع آوری ثبت، بازیافت و پردازش اطلاعات تحت فعالیت های فوق الاشاره مورد بحث قرار گرفته است. [۳]



شکل (۲): دیاگرام ممیزی و کنترل و پایش هدفمند

از دلایل دیگر انجام این فعالیت این بوده که امروزه تنها سازمان ها و شرکت هایی در فعالیت های خود موفق خواهند بود، که بتوانند به طور مؤثر و کارا از اطلاعات تولید شده استفاده نمایند. به عبارتی تحلیل و اجرای مؤثر برنامه های بهینه سازی سیستم به تشخیص اقدامات مناسب و تحقیق در ارتباط به میزان تأثیر این برنامه ها، نیازمند داشتن اطلاعات کافی در بخشهای مختلف از جمله بخش مشترکین است. [۲]

در صورت اجرای فعالیت کنترل و ممیز اماکن در شرکتهای آب و فاضلاب، امکان استفاده از اطلاعات جامع و به روز مشترکین سطح شهر، به منظور به کارگیری و استفاده در بخش های مختلف مدیریتی، فنی و اجرایی فراهم خواهد گردید. شکل ۲ دیاگرام ممیزی و کنترل و پایش هوشمند را به صورت مجتمع و شماتیک نمایش می دهد.

۱-۵- کدگذاری

در بسیاری از کشورهای جهان به منظور نیل به این موارد، سهولت، سرعت، دقت و نیز استفاده از امکانات مکانیزه، علائم اختصاری را جایگزین اطلاعات و مشخصات مربوط به عوارض مختلف نموده اند که بطور عام تحت عنوان سیستم کدگذاری در دنیا شناخته شده است. در کشور ما بدلیل همنامی بسیاری از معابر در شهرها و نیز همنامی بسیاری از نقاط تجمع جمعیت و در موارد زیادی عدم وجود پلاک معابر و اماکن بطور معمول ارائه نشانی محل اماکن به منظور دستیابی به آنها همواره با مشکلات زیادی همراه بوده است. این مشکلات در شهرهای کم جمعیت (شهرهای زیر ۱۰ هزار فقره انشعاب) مشهودتر و ملموس تر است. چرا که در این شهرها وجود پلاک یا کد پستی ده

جدول (۳): حداقل طول لوله مستقیم در نصب کنتور

ردیف	نوع کنتور	قبل از کنتور	بعد از کنتور
۱	پره گردان	۳D-۵D	۵D
۲	توربینی	۱۰D	۵D

۲-۶- ارزیابی روشهای برخورد با متخلفین

پس از پردازش اطلاعات مربوط به کنترل اماکن کلیه انشعابات غیر استاندارد و تخلفات مشترکین مشخص شده و لیستی از آنها تهیه می‌شود. در این فعالیت ضمن بررسی انواع موارد وقوع تخلف در شرکت‌های آب و فاضلاب نحوه برخورد متناسب با متخلفین بر اساس آیین نامه‌های عملیاتی و تجارب به دست آمده به شرح ذیل ارائه می‌گردد [۱].

۲-۷- موارد تخلف و روش برخورد با متخلفین

بطور کلی عبارت متخلف در شرکت‌های آب و فاضلاب به مشترکینی اطلاق می‌گردد که دارای انشعاب و اشتراک قانونی می‌باشد ولی به دلیل دخل و تصرف در وضعیت کنتور یا انشعاب با هدف سوءاستفاده از تأسیسات شبکه، عدم رعایت مقررات و ضوابط و عدم انجام تعهدات خود به یکی از صورتهای زیر مرتکب خلاف گردیده‌اند [۳].

- انشعابهای دارای پمپ تأمین فشار روی شبکه
- مشترکین که موجب نامرئی شدن شیر قطع و وصل خود شده‌اند
- انشعاب غیر مجاز قبل از کنتور
- انشعاب غیر مجاز بعد از کنتور به ملکی دیگر
- کنتور معکوس
- کنتور پلمپ باز
- کنتورهای خراب

۲-۸- روش‌های کاهش پرت فیزیکی

از جمله فعالیت‌هایی که بایستی در بهره برداری از تأسیسات مورد بررسی دقیق و کارشناسی قرار گیرد، بررسی وضعیت بهره برداری از مخازن است. با توجه به این امر، در وضعیت فعلی وقوع سر ریز از مخازن موجود در تأسیسات موجود در سیستم بایستی مورد بررسی دقیق قرار گیرد [۸].

به دلایل زیر در اکثر اوقات (بویژه در ساعات کم مصرف) سر ریز مخازن محتمل بوده و طی بررسیهای محلی که در شهرهای کوچک (مانند هشتگرد، هوراند، ورزقان، خاروانا و خداآفرین- آذربایجان شرقی) به عمل آمده بارها سر ریز مخازن حتی در فصل تابستان مشاهده گردیده است. دلائل عمده این امر عبارتند از:

بدلیل مشکلات شبکه توزیع آب پرسنل بهره بردار و مسئولان مربوطه بیشتر توجه و اهتمام خود را در بخش کنترل کیفیت آب و تأمین کمی آب مصرف می‌کنند و لذا توجه کافی در جهت کنترل سر ریز آب مخازن اعمال نمی‌گردد.

۲-روشهای کاهش تلفات غیر فیزیکی

نگاهی به آمار و ارقام ارائه شده و تجربیات حاصل از مطالعات کاهش آب به حساب نیامده در ایران و جهان مؤید این است که اکثر حوادث و اتفاقات پدید آمده در سیستم‌های توزیع آب شهری ناشی از انشعابات مشترکین بوده که در اغلب موارد عدم رعایت مقررات و موازین فنی در اجرا و بهره برداری از آن، موجب بروز چنین مواردی گردیده است. این امر بر تحمیل بار مالی موجب تلفات آب خواهد گردید [۶].

در حال حاضر با توجه به نیازها و تقاضای قابل ملاحظه خدمات شهری بویژه در بخش آب لزوم عملکرد صحیح در این بخش ضروری است. در این ارتباط، از جمله خدمات شهری که شرکت‌های آب و فاضلاب در بخش آب متوالی ارائه آن می‌باشد، واگذاری انشعابات به متقاضیان است [۳].

۲-۱- نقشه‌ها و مشخصات فنی

هر ساختمانی که قرار است احداث گردد و یا ساختمان موجودی که نیاز به بازسازی و نوسازی و یا توسعه دارد، باید قبل از صدور پروانه ساخت مدارک و نقشه‌های آن از طرف متقاضی به تأیید شرکت آب و فاضلاب رسانده شود [۶].

۲-۲- مصالح

لوازمی که در لوله کشی استفاده می‌شود باید از لحاظ استاندارد های جنس، اندازه، ضخامت جداره، نوع دنده و دیگر مشخصات با لوله‌ها مطابقت داشته باشد و برای با لوله‌های انتخاب شده مناسب باشد. سطوح داخلی نباید برآمدگی، لبه یا تغییر سطح مقطع، که ممکن است مانعی در برابر جریان آب ایجاد کند داشته باشد [۷].

۲-۳- مسیر نصب انشعاب

هیچ نوع مانعی که خاکی‌برداری و دسترسی به لوله انشعاب و دیگر اجزای آن را مشکل کند نباید بر روی مسیر انشعاب در محوطه یا حیاط ساختمان ایجاد شود [۴].

۲-۴- اجراء

نصب انشعاب بایستی بر طبق نقشه‌های اجرایی انجام گیرد. همچنین اجرای کار نصب انشعاب، توسط کارگران آموزش دیده و ماهر صورت پذیرد. عملیات بازرسی تأیید یا رد اجرای عملیات به عهده واحد فنی و نظارت شرکت آب و فاضلاب است.

۲-۵- طول لوله قبل از کنتور

حداقل اندازه مناسب و ایده آل برای طول لوله مستقیم بر حسب ضریبی از قطر لوله انشعاب (D) برای کنتورهای توربینی و پره گردان در جدول ۱ آورده شده است. رعایت فواصل ذکر شده در این جدول در نصب کنتور الزامی است [۷].

توزیع و تعدیل فشار و نیز اصلاحات مربوط به شبکه توزیع آب اقدامات لازم صورت گیرد.

مراجع

- [۱] سازمان برنامه و بودجه، ضوابط و معیارهای، طرح و محاسبه مخازن آب زمینی، نشریه شماره ۱۲۳، دفتر تحقیقات و معیارهای فنی، سازمان برنامه و بودجه، تهران، ایران، ۱۳۷۴.
- [۲] منزوی محمد تقی، آبرسانی شهری، چاپ نوزدهم، ص ۱۱۱-۲۰۷، انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ۱۳۹۱.
- [۳] وزارت نیرو، استانداردهای فنی، مهندسی، اجتماعی و زیست محیطی برق و انرژی، سایت وزارت نیرو (<https://www.nww.ir/>), ۱۳۹۷.
- [۴] وزارت نیرو، معاونت امور آب و آبیاری، دستورالعمل بهره‌برداری از مخازن آب، بازنگری اول، انتشارات شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، تهران، ۱۳۹۲.
- [۵] وزارت نیرو، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، آئین نامه عملیاتی و شرایط عمومی شرکتهای آب و فاضلاب، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، تهران، ۱۳۸۶.
- [6] Mays, L.W., *Reliability Analysis of water Distribution Systems*, American Society of civil Engineers, New York, USA, 1985.
- [7] Zappe, R.W., *Valve selection Hand book*, 3rd edition, Gulf publishing company Houston, Texas, 1974.
- [8] Sanks, R. L., *Pumping station Design*, Butter Worth - Heinemann, Stoneham, Massachusetts, 2009.

- در حال حاضر بدلیل عدم تکمیل کار برگ بهره‌برداری از مخازن توسط پرسنل بهره بردار، برآورد و تعیین دقیق تلفات ناشی از سر ریز مخازن میسر نمی‌باشد. لذا فواید جلوگیری از سر ریز مخازن تا بحال در کشور مورد ارزیابی صحیح قرار نگرفته است.
- به دلیل نوع بهره برداری فعلی و عدم وجود سوا بق آماری و اطلاعاتی، پیش بینی زمان وقوع سرریز مخازن میسر نبوده و با توجه به اینکه در بیشتر این شهرها کارشناس بهره بردار بطور تمام وقت وجود ندارد، لذا زمان سر ریز مخازن به هیچ وجه مشخص نمی باشد. این امر در در زمانی که مخزن سرریز داشته باشد، موجب بروز سرریز در ساعات زیادی می گردد.
- با توجه به مراتب فوق، لزوم استفاده از تجهیزات کنترل سطح آب و بهینه سازی بهره برداری لازم و ضروری است. در این راستا، ثبت دقیق اطلاعات بهره برداری نیز از ضروریات بوده و بایستی به آن اهتمام خاصی مبذول گردد.

۳- نتیجه

در این مقاله عوامل بروز تلفات آب در شبکه های توزیع آب شهری، اعم از عوامل فیزیکی (نشت از مخازن، شیرآلات و لوله های شبکه و انشعابات) بررسی شد که عامل عمده وجود تلفات علاوه بر پوسیدگی لوله ها، مربوط به وجود فشارهای بسیار بالا و نا متعادل در شبکه ها و عدم طراحی صحیح شبکه و نیز عدم وجود تحلیل شبکه به دلیل در دسترس نبودن نقشه های به هنگام و کدگذاری شده شبکه آب شهری و نیز عدم وجود نقشه فشار شبکه به دلایل فوق، و نبود کادر تخصصی در دفاتر فنی و واحد شبکه و انشعابات در شهرهای زیر ده هزار فقره انشعاب، کار توزیع آب از حالت فنی و مهندسی خارج شده و بیشتر بصورت سنتی می باشد که روزه روز با گسترش شهرها بر مشکلات آن افزوده می شود.

در بخش غیر فیزیکی نیز بیشتر کنتورهای موجود در مخازن آب و همچنین انشعابات مردمی خراب می باشند و یا دقت لازم را ندارند و نیز به دلیل مشکلات فرهنگی در این گونه شهرها در بیشتر موارد انشعابات غیر مجازو غیر قانونی زیادی وجود دارند که بدلیل عدم وجود اطلاعات کافی و مدون در بخش مشترکین، تعداد قابل ملاحظه ای از این انشعابات قابل شناسایی نبوده و طبیعی است که در صورت عدم کنترل، دائما بر میزان بی نظمی در این بخش افزوده می شود. راهکار ارائه شده در این مقاله به این صورت است که باید کلیه اماکن و محله ها پایش، کنترل، ممیزی و مساحی شده و وضعیت انشعابات آب (در صورت وجود) مشخص شده و یک سیستم کدگذاری صحیح اعمال شود و کلیه کنتورهای معیوب، معکوس و غیره همچنین انشعابات غیر فنی و غیر اصولی اصلاح شوند و در مورد لوله های اصلی و فرعی موجود در کوچه ها و خیابانها نیز پس از بازدید محلی و تهیه نقشه های به هنگام و فشار سنجی و انتقال نتایج فشارسنجی بر روی نقشه کدگذاری شده شبکه و رسم نقشه فشار و مشخص نمودن محدوده های فشاری متفاوت، نسبت به تحلیل هیدرولیکی شبکه

Investigation the Impact of Implementing Reduction Non-Revenue Water Plans

Abstract

With increasing population growth, rising levels of community health, the occurrence of droughts, resource constraints in many areas, and ultimately increased demand, drinking water supply has become a major concern for officials in the country. On the one hand, water resource constraints, and on the other hand, the creation of new water resources such as dredgers is often not only costly, but may also jeopardize the sustainability of the region's water resources and ecosystems. In this situation and in line compatibility with water shortage, water demand management practices to balance water supply and consumption seem to be the only viable solution in the present situation. Essential strategies for managing demand and reforming water consumption patterns include reducing demand and consumption, reducing water losses and adopting new practices and optimizing water distribution. The study area is Hormuz Island, where water supply to a population of more than 6400 is made from a desalination plant with a capacity of 1750 cubic meters per day. With the implementation of operational plans, the reduction of non-revenue water index was observed from 36.7% in 2018 to 23.8% in 2019.

Keywords: Compatibility with water shortage; water loss management; real losses; apparent losses; Non- Revenue Water.

بررسی تاثیر اجرای برنامه های کاهش آب بدون درآمد در جزیره هرمز

هانیه زیدآبادی^۱، پریسا باغستانی^۲، امین قصمی^۳، علاء امیریان نژاد^۴

^۱ مدیر دفتر مدیریت مصرف و کاهش آب بدون درآمد، شرکت آب و فاضلاب هرمزگان

zeydabadi.mecheng@gmail.com

^۲ کارشناس دفتر مدیریت مصرف و کاهش آب بدون درآمد، شرکت آب و فاضلاب هرمزگان

Parisa.baghestani@gmail.com

^۳ رئیس هیئت مدیره و مدیر عامل، شرکت آب و فاضلاب هرمزگان

ghasami@abfahormozgan.com

^۴ معاون بهره برداری، شرکت آب و فاضلاب هرمزگان

alaamiriannezhad@gmail.com

چکیده

با رشد روز افزون جمعیت، افزایش سطح بهداشت جامعه، وقوع پدیده خشکسالی، محدودیت منابع تامین در بسیاری از مناطق و نهایتاً افزایش تقاضا سبب گردیده تا تامین آب شرب به یک دغدغه ی ذهنی مسئولین در کشور تبدیل شود. از یکسو محدودیت منابع آبی و از سوی دیگر ایجاد منابع آبی جدید چون آبشیرین کن ها نه تنها اغلب پر هزینه بوده بلکه ممکن است پایداری منابع آب و اکوسیستم منطقه را به مخاطره بیندازد. در چنین شرایطی و در راستای سازگاری با کم آبی اعمال مدیریت تقاضای آب در ایجاد تعادل بین عرضه و مصرف آب تنها راه حل عاقلانه در وضعیت کنونی به نظر می رسد. از راهکارهای اساسی در راستای مدیریت تقاضا و اصلاح الگوی مصرف آب می توان به کاهش تقاضا و مصرف، کاهش تلفات آب و بکارگیری شیوه های جدید و بهینه کردن توزیع آب اشاره نمود. منطقه مورد مطالعه جزیره هرمز می باشد که آبرسانی به جمعیتی بالغ بر ۶۴۰۰ نفر از محل یک دستگاه آب شیرین کن با ظرفیت ۱۷۵۰ متر مکعب در شبانه روز صورت می پذیرد. با اجرای برنامه های عملیاتی مدون، کاهش شاخص آب بدون درآمد از ۳۶.۷ درصد در سال ۱۳۹۶ به ۲۳.۸ درصد در سال ۱۳۹۷ مشاهده شد.

کلمات کلیدی: سازگاری با کم آبی، مدیریت تلفات آب، هدر رفت واقعی، هدر رفت ظاهری، آب بدون درآمد.

۱- مقدمه

کمیود منابع آب در کشور نیمه بیابانی ایران، همواره یکی از مشکلات اساسی در توسعه فعالیت های اقتصادی و اجتماعی بوده است. هدف اصلی کاهش هدر رفت آب در مناطق خشک و نیمه خشک، مقابله با کم آبی و حفظ محیط زیست به دلیل خشکسالی ها و محدودیت های منابع آب است اما هدف مهم دیگر مربوط به جنبه اقتصادی آن می گردد. کاهش هدر رفت آب تا سطح اقتصادی نه تنها باعث کاهش هزینه های تامین آب، انتقال، تصفیه، انرژی، سرمایه گذاری برای تاسیسات جدید و دیگر موارد خواهد بود، بلکه باعث افزایش کیفیت خدمت رسانی و نیز افزایش درآمد شرکت ها خواهد شد. [۱]

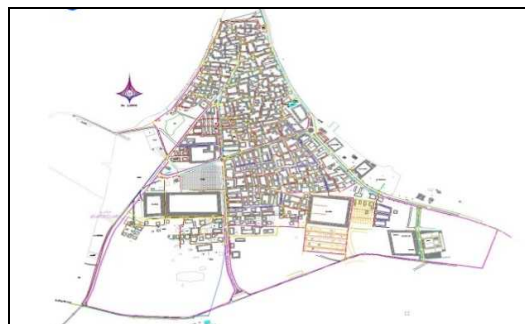
آب بدون درآمد عبارت است از اختلاف بین آب تولیدی خالص (حجم آب ارسالی به شبکه) و آب مصرفی مجاز دارای درآمد (حجم آب مصرف شده و بدون درآمد اعم از این که اندازه گیری شده باشد یا اندازه گیری نشده باشد).

با توجه به استاندارد IWA شاخص آب بدون درآمد از سه مولفه مصارف مجاز بدون درآمد، هدر رفت ظاهری و هدر رفت واقعی تشکیل شده است که هر کدام از این سه مولفه به مولفه های کوچکتری تقسیم می شوند.

در این طرح با سنجش دقیق اجزاء آب بدون درآمد در سال ۱۳۹۶ جهت کاهش این مولفه ها برنامه های عملیاتی یکساله تدوین و اجرایی گردید.

۲- تعیین محل مورد مطالعه :

محل مورد مطالعه کل جزیره هرمز است که موقعیت لوله های اصلی جزیره هرمز در تصویر شماره (۱) ارائه شده است. محدوده مورد مطالعه دارای یک ورودی از خروجی مخزن ذخیره و دارای حدود ۱۸۸۰ مشترک و با جمعیتی معادل ۶۴۰۰ نفر می باشد. لازم به ذکر است آب جزیره هرمز از طریق آب شیرین کن با ظرفیت ۱۷۵۰ متر مکعب در شبانه روز تامین و پس از انتقال به مخزن ذخیره شهر به حجم ۲۰۰۰ متر مکعب توزیع می شود.



شکل (۱): موقعیت محدوده DMA و لوله های اصلی آب جزیره

هرمز

۳- تبیین مسائل و چالش های پروژه:

در شهرهایی مانند هرمز که تنها منبع تامین کننده آب، آب شیرین کن می باشد به دلیل خورنده بودن آب، نرخ فرسودگی و کاهش عمر تاسیسات آبرسانی و به تبع آن تلفات آب صعودی مشاهده می شود، این در حالیست که هزینه تمام شده برای تولید یک متر مکعب آب آب شیرین کن در جزیره هرمز ۲۹۸۰۰ ریال می باشد و بالا بودن تلفات هیچگونه توجیه اقتصادی نخواهد داشت.

از طرفی به دلیل بالا بودن میزان هدر رفت آب (در سال ۱۳۹۶ مطابق با جدول بالانس میزان درصد آب بدون درآمد ۳۶.۷ درصد محاسبه گردیده است) امکان توزیع آب با فشار مناسب مقدور نبوده و اولین راهکار جهت جبران کمیود آب افزایش ظرفیت تولید مطرح گردید لیکن به دلیل بالا بودن هزینه های اقتصادی با تدوین و اجرایی نمودن برنامه عملیاتی کاهش میزان تلفات این مشکل برطرف گردید.

۴- فرآیندها و روش اجرا:

۴-۱- مانیتورینگ شبکه با نصب تجهیزات

ابزار اندازه گیری دقیق



شکل (۲): نمونه ای از نصب تجهیزات ابزار دقیق

اولین قدم برای برنامه ریزی اندازه گیری و تحلیل اطلاعات، دبی ورودی به شبکه، فشار شبکه توزیع و نوسانات ارتفاع مخازن می باشد که به همین منظور در خروجی مخزن ذخیره یک دستگاه فلومتر الکترومغناطیس، ارتفاع سنج بر روی مخزن ذخیره و سه دستگاه فشار سنج لاگردار در سطح شهر نصب گردید.

۴-۲- انجام مطالعات استقرار DMA در شبکه

توزیع آب شهر هرمز و استقرار آن

DMA ها نواحی مختلف مجزا و مستقل در یک شبکه آبرسانی بوده، که در آنها مقدار مصرف آب در انشعابات موجود، مقدار ورودی و خروجی آب و اجزاء هدر رفت آب در ناحیه مورد نظر اندازه گیری و نرخ واقعی مصرف مشترکین از نرخ نشست موجود در DMA تفکیک می شود [۲]

گردید. در همین راستا ۳۸۵ کیلومتر از شبکه توزیع و ۶۵ رشته انشعاب اصلاح و بازسازی شد.



شکل (۵): تصویری از اصلاح و بازسازی شبکه توزیع آب شهر هرمز

۵-۳- استاندارد سازی انشعابات

از آنجا که بیشترین میزان هدر رفت واقعی در انشعابات می باشد طی برنامه ضربتی و بر اساس نقشه چگالی حوادث و قدمت انشعابات ۲۰۰ فقره انشعاب استاندارد سازی گردید.

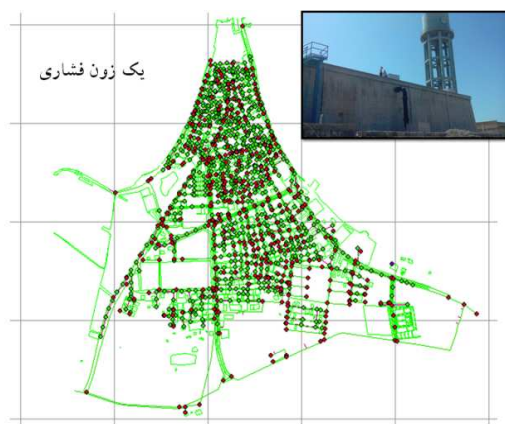


شکل (۶): استاندارد سازی انشعابات شهر هرمز

۵-۴- شناسایی و رفع نشت نامرئی در شبکه و انشعابات (کنترل فعال نشت)

معمولاً نشت های بزرگ در شبکه های آبرسانی واقعی رخ می دهند که یکی از لوله های شبکه و یا خط انتقال دچار شکستگی شده باشد. در این حالت نشت آب زیاد می باشد (آب فوران می کند) و با وجود اینکه زمان وقوع حادثه در حد چند ساعت است، لیکن میزان خروج آب از شبکه بسیار زیاد نمی باشد. بالعکس نشت های کوچک و متعدد با اینکه ظاهراً حجم کمی از آب را هدر می دهند، ولی با توجه به مخفی ماندن این نوع نشت ها برای سال های متمادی، باعث خروج حجم بالایی از آب از شبکه می شود. در واقع بر خلاف نشت های بزرگ (نشت هایی با نرخ هدر رفت بالا ولی در زمان کوتاه) نرخ جریان این نشت ها پایین، ولی مدت زمان وقوع آن زیاد می باشد، لذا شرکت آب و فاضلاب هرمزگان با استفاده از ظرفیت بخش خصوصی اقدام به پیمایش، نشت یابی کل شبکه و انشعابات و رفع نشت نقاط کشف شده نمود.

شهر هرمز با ۳۸ کیلومتر شبکه توزیع آب شرب و ۱۸۸۰ مشترک (با میانگین طول انشعاب ۸ متر) مجموعاً دارای ۵۳ کیلومتر شبکه و انشعاب می باشد.



شکل (۳): تصویری از زون بندی فشاری شبکه آب شهر هرمز

هدف از انجام این مطالعات تعیین دقیق اجزاء آب بدون درآمد با اندازه گیری دقیق بر روی پارامترهای مؤثر بر اجزاء آب بدون درآمد شامل حجم آب ورودی به محدوده، مقدار مصرف مشترکین، تعیین دقت کنتور مشترکین و غیره بوده است. پس از تعیین اجزاء آب بدون درآمد با اعمال مدیریت فشار در شبکه و اتخاذ تصمیم های لازم در خصوص کاهش آب بدون درآمد گام های لازم برداشته شد.

۵-۵- اقدامات در راستای کاهش هدر رفت واقعی:

۵-۱- ترسیم نقشه تراکم حوادث شبکه و انشعابات

جهت بررسی وضعیت شبکه و رفع نقاط فرسوده، نقشه تراکم حوادث شبکه و انشعابات در محیط نرم افزار GIS ترسیم گردید.



شکل (۴): نمونه ای از نقشه تراکم حوادث شبکه توزیع

۵-۲- اصلاح و بازسازی شبکه و انشعابات

با توجه به اعتبارات تخصیصی و بر اساس چگالی حوادث شبکه و انشعابات مناطقی که نیازمند اصلاح و بازسازی بودند اولویت بندی

ترکیدگی لوله‌ها قابل تشخیص هستند و هزینه اصلاح آن‌ها به مراتب کمتر از حالات ترکیدگی و یا حفاری بی‌هدف می‌باشد.

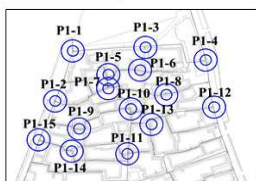


شکل (۹): دستگاه نشت یاب آنالین آب ORTOMAT-MT

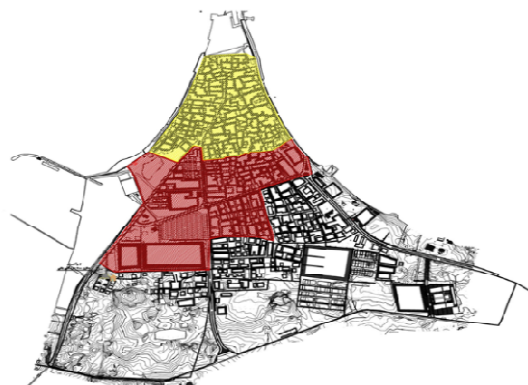
استفاده از سیستم نشتیاب اورتومات ام تی سی یک سرمایه‌گذاری در جهت صرفه جویی به دو طریق است.

الف) شناسایی نشت آب در همان مراحل اولیه و تخمین دقیق مکان نشت باعث صرفه جویی در تعمیر شبکه و لوله‌ها می‌شود. بطوریکه اگر در مراحل اولیه نشت شناسایی نشود منجر به ترکیدگی و در نهایت صرف هزینه بالا جهت تعویض و یا تعمیر کل سیستم لوله کشی می‌شود.

ب) با استفاده از شناسایی به موقع نشت می‌توان از هدررفت بسیار زیاد آبی که با قیمت بالایی تولید می‌گردد، جلوگیری کرد.



شکل (۱۰): جانمایی و نصب دستگاه نشت یاب آنالین



شکل (۷): مناطق پیمایش شده در شهر هرمز

جدول شماره (۱): تجهیزات نشت یابی مورد استفاده

تجهیزات	۲ عدد قلم نشت یاب	۱ عدد ژئو فون TERA LOG	۱ عدد گیرشیر LOG3000
کارایی	شناسایی نشت انشعابات و انشعابات غیر مجاز	شناسایی نقطه دقیق نشت بر روی شبکه اصلی و همچنین انشعابات	شناسایی نقطه دقیق نشت شبکه و خطوط انتقال
تصویر			

با کشف و رفع نشت ۱۷ مورد نشت نامرئی علاوه بر کاهش قابل ملاحظه میزان نشت در حدود ۷ لیتر بر ثانیه، میزان آب بازیابی شده به سیستم در مدت یکسال ارزشی بالغ بر ۶۵۰۴۳۹۴۶۰۸ ریال را برای شرکت به همراه داشته است.



شکل (۸): نمونه ای از کشف نشت در شبکه و انشعابات آب

۵-۵- اجرای طرح نشتیابی آنالین بر روی شبکه توزیع

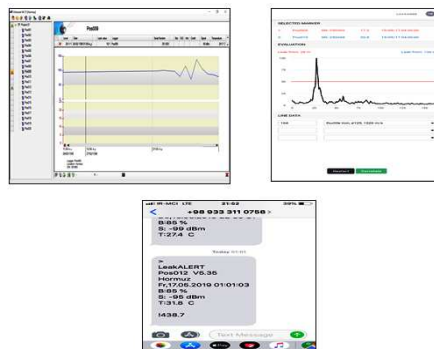
با توجه به تجربه موفق طرح نشت یابی در جزیره هرمز این شرکت برای اولین بار در کشور نسبت به خرید و راه اندازی ۲۰ دستگاه سنسور نشت یاب آنالین جهت بهره برداری نوین از شبکه های توزیع اقدام نموده است.

سیستم‌های نشت یابی پیشرفته در دنیا قادر به تشخیص نشت در شبکه و انشعابات و مشخص کردن محل دقیق آن قبل از هرگونه حفاری و هزینه‌های آن می‌باشند. نشت‌های ناشی از ترک، شکستگی و یا پوسیدگی لوله در همان مراحل ابتدایی قبل از

مقدار مصرف در هر یک از بازه های دبی بر اساس مطالعات بین المللی تعیین شد [۶].

جدول شماره (۲): نتیجه کلی تست کنتور

مقدار وزنی خطا (درصد)	میزان مصرف مشترک در هر یک از دبی های تست (درصد)	خطای کنتور (درصد)	دبی تست (لیتر در ساعت)	دبی تست
-۳.۰	۱۰	-۲۰	۶۰	دبی ۱
-۳.۷	۳۰	-۱۲/۴	۲۴۰	دبی ۲
-۹.۳	۶۰	-۱۵/۵	۷۰۰	دبی ۳
-۱۵	۱۰۰			مجموع



تصویر شماره (۱۱): نحوه عملکرد دستگاه نشت یاب آنلاین در زمان کشف نشت و اعلام به صورت پیامک به بهره بردار

۲-۶- تعویض کنتورهای خراب و کم کار مشترکین

علاوه بر انجام استاندارد سازی ۲۰۰ فقره انشعاب مشترکین که کنتورهای قبلی اصلاح گردید، ۳۳۵ فقره کنتور با کلاس C نیز به صوت مجزا تعویض شد.

۳-۶- پیمایش کامل مصرف مشترکین و قطع انشعابات غیر مجاز کشف شده

طی برنامه یکساله کلیه مصارف مشترکین به ویژه مشترکین با مصرف زیر ۵ متر مکعب و نیز بالای ۲۰ متر مکعب بررسی و کلیه انشعابات غیر مجاز شناسایی و قطع گردید.

۷- بحث و نتیجه گیری

۷-۱- کاهش میزان آب بدون درآمد:

پس از اجرایی نمودن برنامه عملیاتی طی یک سال، بر اساس متدولوژی بالانسینگ میزان آب بدون درآمد و کلیه مولفه ها محاسبه گردید.

در جدول شماره (۳) کاهش بودن اجزاء آب بدون درآمد مشاهده می گردد.

جدول شماره (۳): مولفه های آب بدون درآمد

شاخص	سال ۱۳۹۶	سال ۱۳۹۷	درصد کاهش یا افزایش
درصد آب بدون درآمد	۳۶.۷	۳۳.۸	-۱۲.۹
هدر رفت ظاهری	۱۶.۹	۱۰.۷	-۶.۲
هدر رفت واقعی	۱۹.۳	۱۱.۹	-۷.۴

۶- اقدامات در راستای کاهش مولفه هدر رفت ظاهری:

هدر رفت ظاهری آن قسمت از کل هدر رفت آب را شامل می شود که غیرفیزیکی بوده و رخداد آن به علت عدم دقت در اندازه گیری و ثبت مقدار آبی است که در اختیار مشترکین قرار گرفته است [۳]. مقدار عددی هدررفت ظاهری از مجموع سه پارامتر مصارف غیر مجاز، خطای مدیریت داده ها و سیستم و عدم دقت تجهیزات اندازه گیری محاسبه می شود.

۶-۱- تست خوشه ای کنتور مشترکین و محاسبه خطای اندازه گیری:

کنتورها یکی از ابزار بسیار مؤثر جهت اندازه گیری میزان جریان در شبکه های توزیع آب شهری می باشند. از آنجا که آگاهی شرکت های آب و فاضلاب از میزان آب تولیدی و آب ورودی به شبکه توزیع و آب مصرف شده توسط مشترکین بسیار ضروری و حیاتی است، میزان دقت کنتورها در این رابطه بسیار اهمیت می یابد [۴]. خطای کنتور مشترکین در ادبیات آب به حساب نیامده جزئی از تلفات ظاهری محسوب می گردد [۵]. با شناخت میزان دقت کنتورهای مشترکین می بایست نسبت به تعیین ضریب تصحیح و یا تعویض آنها اقدام نمود. خطا در کنتورها به صورت زیر تعریف می شود [۵].

$$E_{\%} = \frac{V_i - V_a}{V_a} \times 100 \quad (1)$$

در این رابطه V_i : حجم آب عبوری قرائت شده از کنتور مورد آزمایش، V_a : حجم واقعی آب عبوری و E : مقدار خطای کنتور (درصد) می باشد.

تست کنتورها در سه دبی انجام شد که نتایج آن به تفکیک دبی عبوری در جدول شماره (۲) ارائه شده است. همانطور که در این جدول مشاهده می گردد، بیشترین مقدار خطای کنتور مربوط به دبی ۶۰ لیتر در ساعت و برابر ۲۰- درصد و کمترین میزان خطا مربوط به دبی ۲۴۰ لیتر در ساعت و برابر ۱۲.۴- درصد می باشد. به منظور اندازه گیری وزنی مقدار خطای کنتور،

اکوسیستم منطقه را از مزایای دیگر این طرح برشمرد. در جدول شماره ۴ ارزیابی اقتصادی طرح بصورت خلاصه بیان شده است.

جدول شماره (۵): ارزیابی اقتصادی (هزینه ها به میلیارد ریال)

برآورد هزینه در صورت افزایش ظرفیت آب شیرین کن، تصفیه، انتقال، انرژی، تعمیرات و نگهداری و نیروی انسانی (جهت افزایش ظرفیت ۵۰۰ متر مکعب در شبانه روز)	هزینه کرد اجرای طرح کاهش آب بدون درآمد منهای صرفه جویی حاصل از میزان کاهش آب بدون درآمد
۶۵	۱۵

لازم بذکر است با انجام اقدامات ذکر شده نه تنها هیچگونه ظرفیت تولیدی افزایش نگردید بلکه در بعضی از فصول سال و در ساعات پایانی شب دستگاه آب شیرین کن موجود خاموش گردید به طوریکه در مقایسه سال ۹۷ نسبت به سال ۹۶ علیرغم کاهش تولید به میزان ۱ درصد، مقدار مصرف ۲۱ درصد بیشتر شناسایی شده است.

۷-۲- اثر بخشی فعالیت های انجام شده :

جدول شماره (۴): اثر بخشی اقدامات

ردیف	بخش	عنوان فعالیت	درصد اثر بخشی (%)
۱	هدر رفت واقعی	اصلاح و بازسازی شبکه و انشعابات	۱.۴
۲		استاندارد سازی انشعابات	۲
۳		کنترل فعال نشت	۴
۴		جمع کل هدر رفت واقعی	۷.۴
۵	هدر رفت ظاهری	تعمیض کنتورهای خراب و کم کار مشترکین	۳.۸
۶		شناسایی و قطع انشعابات غیر مجاز	۰.۵
۷		خطای مدیریت داده ها و سیستم	۱.۹
۸		جمع کل هدر رفت ظاهری	۶.۲

مراجع

- [۱] کتاب راهنمای جامع بهره برداری از تاسیسات آب و فاضلاب، جلد پنجم هدر رفت آب در شبکه های توزیع، شهریور ماه ۱۳۹۵
- [۲] جمالی، کاوه. صالحی، ستار. "دستورالعمل پیاده سازی DMA در شبکه های آبرسانی". اسناد شرکت مهندسين مشاور سما. ۱۳۸۷
- [۳] شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، (۱۳۸۸). دستورالعمل آزمون دقت، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور، معاونت نظارت بر بهره برداری.
- [4] UN Water. (2014). The United Nations world water development Report 2014, Water and Energy, UNESCO, Paris, France.
- [5] Hinter W. and Lambert A. (۲۰۰۰). Losses from water supply systems: Standard Terminology and Recommended Performance Measures. WA Website, www.iwahg.org.uk/bluepeages.
- [6] Thornton, J. and Rizzo, A. (۲۰۰۲). Apparent losses, how low can you go? Leakage Management Conference proceedings, Lemesos, Cyprus, November ۲۰۰۲.
- [7] Arregui F.J, Cabrera E., Cobacho R., García-Serra J.. Reducing Apparent Losses Caused By Meters Inaccuracies. Water Practice and Technology Dec, (2006). 1 (4) wpt2006093; DOI:10.2166/wpt.2006.093.

۷-۳- صرفه اقتصادی طرح :

با توجه به بالا بودن تعرفه آب تولیدی آب شیرین کن، ۲۹۸۰۰ ریال به ازای هر متر مکعب، هر گونه اقدامی در راستای کاهش میزان تولید به صرفه خواهد بود.

با اجرایی نمودن طرح کاهش آب بدون درآمد و مدیریت عرضه و تقاضا نه تنها مشکل کمبود آب در جزیره مرتفع گردید بلکه در هزینه های هنگفت توسعه آب شیرین کن (حداقل به ظرفیت ۵۰۰ متر مکعب در شبانه روز)، خرید آب از سرمایه گذار، خرید مواد مصرفی جهت تصفیه و شیرین سازی آب دریا، تعمیرات و نگهداری، انرژی و نیروی انسانی صرفه جویی صورت پذیرفت. همچنین می توان حفظ

معرفی کتاب، مقاله، نشریه و مطالب کاربردی مرتبط



Specialist Group
Efficient Operation
and Management
Water Loss Task Force

District Metered Areas:

Guidance Notes,
John Morrison,
Stephen Tooms,
Dewi Rogers,

Free to download,
2007,

https://iwa-network.org/learn_resources/district-metered-areas-guidance-notes



Specialist Group
Efficient Operation
and Management
Water Loss Task Force

Leak Location & Repair:

Guidance Notes,
Richard Pilcher,
Stuart Hamilton,
Huw Chapman,
David Field,
Bojan Ristovski

Free to download,
2007,

https://iwa-network.org/learn_resources/leak-location-and-repair-guidance-notes



**Strengthening &
Operations Maintenance
through Water Safety
Planning,**
**World Health
Organization,**

Free to download,
2018,

<https://wsportal.org/resources/management-procedures>

مطالب کاربردی مرتبط

برنامه ریزی شهر هوشمند با ArcGIS Urban

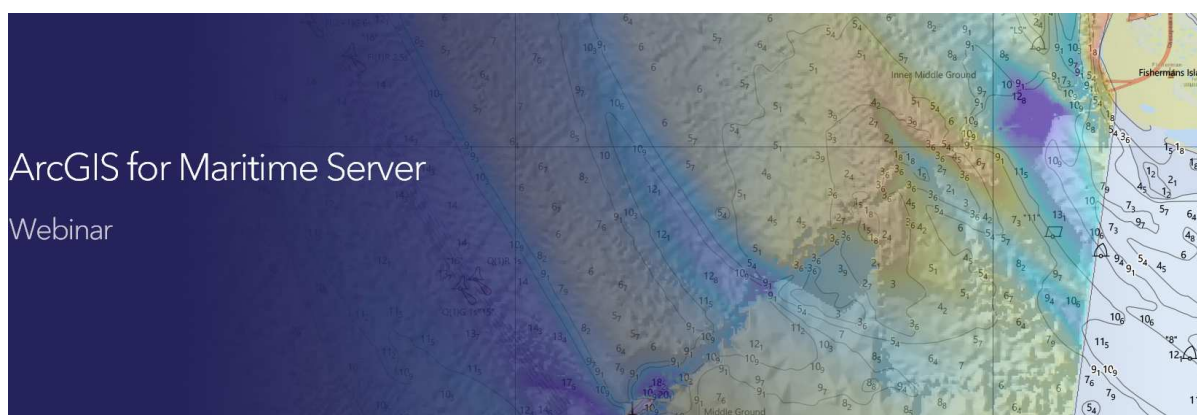
(۱۵ اسفند ۱۳۹۸)

Smart City Planning with ArcGIS Urban Esri Canada Digital Programme; webinar

(Date Thu, Mar. 5, 2020,

Location Time 1 p.m. _ 2 p.m., Eastern Time

Delivery Language: English)



وبینارها webinars

UCGIS میزبان یک سری از وبینارها webinars به عنوان خدمات به جامعه GIScience است. افراد از موسسات عضو می توانند به صورت رایگان شرکت کنند. برخی از وبینارها دارای هزینه ای برای افراد غیرحرفه ای هستند.



بررسی اجمالی جلسه

این وبینار تجربه همه جانبه سه بعدی مبتنی بر وب که توسط برنامه ریزان طراحی شده است را برای ایجاد شهرهایی با رفاه بیشتر و پایدار طراحی کرده است. ArcGIS Urban یک سیستم با قابلیت جغرافیایی است که به سازمانها کمک می کند تا فرایند برنامه ریزی شهری را ساده تر کرده و تصمیم های توسعه بهتری بگیرند. این برنامه به کاربران اجازه می دهد تا پروژه های توسعه را در سطح شهر ردیابی کنند. این وبینار، نشان می دهد که ArcGIS Urban یک راه حل ارزشمند برای ایجاد شهرهای قابل سکونت و پایدار است.

Pannel:

Mark Ho, Technical Solutions Specialist,
Guan Yue, Community Builder, Technology Adoption,

Source: <https://esri.ca/en/events/webinars/smart-city-planning-with-arcgis-urban>

مطالب کاربردی مرتبط

بهینه سازی در سیستم های آب آشامیدنی: روش ها ، ابزارها و برنامه ها

Optimisation in drinking water systems: Methods, tools and applications

IWA Digital Water Programme

START DATE & TIME: 11 Mar 2020; 15:00 (Amsterdam time); ۲۱ اسفند ۱۳۹۸



**Optimisation in drinking water systems:
methods, tools and applications**

IWA the international water association **WEBINAR** 11 March 2020 15:00hrs Amsterdam time

با پیشرفت فن آوری دیجیتالی در زمینه ارائه خدمات آب ، فرصت های بسیاری برای طراحی و بهره برداری کارآمدتر از شبکه های توزیع آب آشامیدنی به وجود می آید. بهینه سازی عددی سیستم های توزیع و پایش مرتبط شامل طیف گسترده ای از موارد ، از جمله برنامه ریزی طولانی مدت برای شبکه ، طراحی شبکه ، ابعاد لوله ، مخازن و پمپ ها ، منطقه بندی مجدد شبکه ، برنامه ریزی پمپ ، کنترل کیفیت آب ، ارزیابی نشت و شناسایی ، مدیریت فشار و نصب سنسورهای مختلف برای اجرای این هدف ها است. در این وبینار webinar ، موضوع بهینه سازی در سیستم های آب آشامیدنی با مختصری از روش های بهینه سازی ، ابزارها ، روندها و آخرین تحولات معرفی می شود. این امر با ارائه ابزارهای بهینه سازی خاص و مطالعات موردی در زندگی واقعی برای بهینه سازی سیستم های آب آشامیدنی در هر دو مورد اروپایی و غیر اروپایی آن دنبال خواهد شد.

عناوین آموزشی:

- آخرین روش ها و ابزارهای بهینه سازی سیستم های آب آشامیدنی.

- کاربرد ها در زندگی واقعی.

- روندها.

پانل ها:

- Prof. Zoran Kapela, TU Delft
- Dr. Peter van Thienen, KWR
- Dr. Joshua Cantone, Optimatics

Source: <https://iwa-network.org/learn/optimisation-in-drinking-water-systems-methods-tools-and-applications/Source>



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.4
Nov-Dec 2019