



اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدررفت آب

1st National Conference on Water Loss & Consumption Management

۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶



بررسی حوادث و اتفاقات شبکه آبرسانی شهر بوشهر (با رویکرد کاهش هدررفت و عوامل موثر بر آن)

رویا مرادزاده

کارشناس بهره برداری آب شرکت آب و فاضلاب استان بوشهر
royamoradzadeh@gmail.com

ایمان ایمانی

مدیر دفتر بهره برداری از تأسیسات آب شرکت آب و فاضلاب استان بوشهر
abimanhi@yahoo.com

عبدالرسول حیاتی

ناظر پروژه فاضلاب شرکت آب و فاضلاب استان بوشهر
rasolhayati@yahoo.com

خلاصه

مقدمه: سالانه مقادیر زیادی آب بر اثر هدررفت واقعی و نشت از شبکه تلف می شود که این امر خود هزینه زیادی را بر شرکت های آب و فاضلاب تحمیل می کند؛ هدف از پژوهش حاضر، بررسی حوادث و تلفات آب در شبکه توزیع آب شرب شهر بوشهر و عوامل مؤثر بر آن بود.

روش کار: این پژوهش با جمع آوری داده ها بصورت میدانی و پیمایشی انجام و در سامانه پایش تأسیسات آب (سپتا) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در این بررسی، مقادیر تولید و مصرف آب، مقدار تلفات آب، تعداد حوادث، نوع لوله، عمر و طول لوله ها در شهر بوشهر بررسی گردید.

یافته ها: نتایج نشان داد که مقدار تلفات در سال های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ به ترتیب برابر با ۳۸/۷ و ۴۳ درصد بوده است. به علت خشکسالی میزان آب تولیدی شهر بوشهر طی دو سال اخیر سیر نزولی داشته و با افزایش بی سابقه دما میزان آب مصرفی تقریباً بالا رفته است. میانگین سرانه آب مصرفی در سال های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ به ترتیب ۱۷۵ و ۱۸۳ لیتر به ازای هر نفر در روز بوده است. با این حال میانگین سرانه آب شهر بوشهر حدود ۱۲ درصد پایین تر از میانگین سرانه آب مصرفی کشور است.

نتیجه گیری: این مطالعه نشان داد که تعداد حوادث، رابطه ای مستقیم با طول، سن لوله ها و تعداد انشعابات دارد. همچنین، براساس بررسی های انجام شده با مدیریت مناسب و تعویض کنتورها، اصلاح سیستم های قرائت و برونسپاری قرائت کنتورها، نوسازی شبکه فرسوده، استاندارد سازی انشعابات و استفاده از لوله های پنج لایه تلفیقی می توان تلفات آب را تا حد قابل قبولی کاهش داد. همچنین پیشنهاد می شود با مدیریت فشار شهر بوشهر تأثیر فشار بر کاهش حوادث و به طبع کاهش آن تلفات بررسی شود.

کلمات کلیدی: بوشهر، حوادث، شبکه های توزیع آب، هدررفت آب



اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدررفت آب

1st National Conference on Water Loss & Consumption Management

۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶



۱- مقدمه

اهمیت استفاده بهینه از منابع آب، به ویژه در ایران ایجاب می کند که مصرف آب با روش های علمی و تجربی صحیح، به دقت مدیریت شود [1]. در حال حاضر، محدودیت منابع تأمین آب شهری، رشد روزافزون جمعیت و رشد نیاز آبی، باعث بحران آب، به ویژه در مناطق کم بارش شده است. این بحران را صرفاً با مدیریت و برنامه ریزی صحیح، ارتقای بهره وری و استفاده بهینه از منابع آبی می توان به حداقل رساند [2,3]. مدیریت مصرف آب شامل: مدیریت سرانه آب مصرفی، تلفات آب و عوامل تأثیرگذار بر آن ها در شبکه های توزیع آب شهری می باشد که باید مورد توجه قرار گیرد. تلفات آب در شبکه به دو دسته ظاهری و واقعی تقسیم می شوند. تلفات ظاهری شامل: هدررفت حاصل از حوادث و نشت آب ها به همراه خطای انسانی و مدیریتی مانند عدم قرائت صحیح کنتور، خرابی آن و غیره می باشد. تلفات واقعی نیز دربرگیرنده حجم آب هدررفته حاصل از حوادث و نشت آب های شبکه است [1]. ذکر این نکته ضرورت دارد که پژوهش حاضر، تلفات واقعی که بیشتر باعث حادثه می شوند، عبارت اند از: فشار بالای آب بارهای متحرک بیرونی، اجرای نامناسب لوله ها و اتصالات، خوردگی فیزیکی و شیمیایی لوله و اتصالات، ضربه قوچ آبی، کیفیت نامناسب لوله ها و متعلقات، طراحی نامناسب شبکه توزیع، عمر زیاد شبکه و رانش و لغزش زمین [4]. با توجه به عوامل تأثیرگذار بر تلفات آب، نتایج بررسی های انجام شده در کشورهای مختلف جهان نشان می دهد، درصد تلفات ظاهری در کشورهای آلمان و ژاپن ۷ درصد و در کشور مکزیک تا حدود ۵۱ درصد متغیر بوده و در بیشتر کشورها، درصد تلفات ظاهری در حدود ۲۰ تا ۳۰ درصد می باشد [5,6].

علاوه بر این، نتایج حاصل از بررسی های اولیه در نقاط مختلف کشور نشان می دهد که تلفات حاصل از آب بحساب نیامده در شبکه توزیع شهری، به طور متوسط حدود ۲۵/۵ دصد است که ۱۰/۵ درصد از آن مربوط به تلفات ظاهری بوده و در ۱۳/۵ درصد آن مربوط به تلفات واقعی و ۱/۵ درصد مصارف مجاز بدون در آمد می باشد [7].

کامبود منابع آب به همراه درصد تلفات بالا و هزینه های سنگین تأمین آب هدررفته ایجاب می کند از روش های روش های مناسب جهت کنترل و کاهش تلفات آب در شبکه های توزیع آب شهری استفاده گردد.

شایان توجه است که بانک جهانی، تلفاتی معادل ۱۵ درصد را برای کشورهای در حال توسعه، قابل توجیه می داند [8]. علاوه بر این، از مزایای کاهش هدررفت آب در شبکه توزیع می توان به موارد زیر اشاره کرد: کاهش هزینه های اولیه سرمایه گذاری، افزایش عمر تأسیسات، تجهیزات و پمپ ها، کاهش هزینه های بهره برداری و نگهداری، کاهش آلودگی های ناشی از شکستگی ها و افزایش بازدهی و سوددهی شرکت های آب و فاضلاب [1]. مطالعات نشان داده اند که کاهش ۱ درصدی از سهم ۲۵ درصدی تلفات آب، باعث حفظ ۱ درصد منابع آب آشامیدنی موجود و کاهش ۱ درصدی هزینه های تولید آب خواهد شد که این میزان در سطح کلان، بسیار چشمگیر می باشد. پژوهش حاضر با هدف بررسی حوادث و اتفاقات شبکه توزیع آب شهری در سالهای ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۵ با رویکرد کاهش هدررفت و تعیین عوامل موثر بر افزایش آن انجام پذیرفت. در این پژوهش با جمع آوری داده ها بصورت میدانی و پیمایشی و ثبت در سامانه پایش تأسیسات آب (سپتا) تجزیه و تحلیل آماری انجام پذیرفت. در این بررسی، مقادیر تولید و مصرف آب، مقدار تلفات آب، تعداد حوادث، نوع لوله، عمر و طول لوله ها در شهر بوشهر بررسی شد. همچنین از سایر اهداف این پژوهش می توان به بررسی تعداد حوادث، رابطه آن با طول، سن لوله ها و تعداد انشعابات اشاره کرد. همچنین، نقش مدیریت مناسب و تعویض کنتورها، اصلاح سیستم های قرائت و برونسپاری قرائت کنتورها، نوسازی شبکه فرسوده، استاندارد سازی انشعابات و استفاده از لوله های پنج لایه تلفیقی و تاثیر آن بر کاهش تلفات آب از دیگر اهداف پژوهش حاضر بود.



اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدررفت آب



1st National Conference on Water Loss & Consumption Management

۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶

بندر بوشهر در جنوب ایران و در طول جغرافیایی ۵۰/۵۱ و عرض جغرافیایی شده ۵۹/۲۸ واقع شده است. این شهرستان مرکز استان بوشهر می باشد. بندر بوشهر در منتهی الیه شمال شبه جزیره ای نسبتاً کوچک که از شمال غرب به جنوب شرق امتداد دارد واقع شده است. این شهر در حدود ۲۲۱۳۸۱ نفر جمعیت دارد و تعداد مشترکین آب در حدود ۷۲۹۴۵ مشترک می باشد. میزان آب تولیدی سال ۹۵ در حدود ۲۴۱۶۳۷۹۱۰ متر مکعب در روز بوده، طول شبکه توزیع در حدود ۶۱۲ کیلومتر بوده که از این مقدار حدود ۵۰ درصد پلی اتیلن، حدود ۴۴/۱۶ درصد آزیست و ۸۴/۵ درصد از سایر جنس های لوله به ترتیب مقدار چدن، GRP و گالوانیزه می باشد. همچنین میزان درصد فرسودگی شبکه ۴۵ درصد برآورد شده است.

۲- مواد و روشها

در این تحقیق با استفاده از گزارش های سامانه ۱۲۲ و گزارش های سیستم سامانه پایش تأسیسات آب (سپتا) طی سال های ۱۳۹۴، ۱۳۹۵ به تجزیه و تحلیل حوادث شهر بوشهر پرداخته شده است. ذکر این نکته ضرورت دارد که کل شبکه توزیع آب شهر بوشهر در محدوده مورد مطالعه واقع شده است. جهت انجام پژوهش، طول لوله های بکار رفته و جنس آن ها (پلی اتیلن، آزیست، گالوانیزه و پلی اتیلن چند لایه) مشخص گردید.

در مرحله بعد، کل میزان آب تولیدی و مصرف شده شهر در دو سال گذشته که از روی کنتورهای مخازن و کنتورهای مصرف کنندگان استخراج و ثبت شده بود، جمع آوری گردید. همچنین، داده های مربوط به اتفاقات ثبت شده در دو سال گذشته با توجه به قطر لوله، جنس لوله، موقعیت حادثه، فشار کاری و سن لوله جمع آوری شد. در ادامه، با استفاده از داده های جمع آوری شده و ثبت در سامانه سپتا و سپس ورود به نرم افزار آماری SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و میزان حوادث و ارتباط آن با اتلاف آب و عوامل تأثیر گذار بر آن مورد بررسی شد.

۳- یافته ها

۳-۱- سرانه تولید و مصرف

جدول ۱، مقدار تولید و مصرف آب شهر بوشهر را طی سال های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۵ بر حسب مترمکعب نشان می دهد. بر اساس یافته ها، حداکثر آب تولیدی مربوط به سال ۱۳۹۴ بوده، همچنین طی این دوره زمانی، حداکثر آب تولیدی مربوط به ماه های تیر، مرداد و شهریور بوده است و حداقل آب تولیدی مربوط به دی و بهمن ماه می باشد. همچنین، در جدول ۱، میزان سرانه مصرفی آب در سال های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۵ مشاهده می شود. بر اساس نتایج، حداکثر سرانه مصرف مربوط به سال ۱۳۹۵ می باشد.

جدول ۱: میزان تولید، مصرف آب، تعداد حوادث و درصد تلفات آب شهر بوشهر

سال تولید	مقدار آب تولیدی (متر مکعب در سال)	مقدار آب مصرفی (متر مکعب در سال)	سرانه مصرف آب (لیتر برای هر نفر در روز)	تعداد حوادث تلفات	درصد تلفات
۱۳۹۴	۲۴۸۰۵۲۹۸	۱۴۱۴۵۵۹۵	۱۷۵	۲۴۶۰	۴۳
۱۳۹۵	۲۴۱۶۳۷۹۱	۱۴۸۱۰۳۴۰	۱۸۳	۲۲۲۰	۳۸/۷

۲-۳- میزان تلفات آب در شبکه توزیع

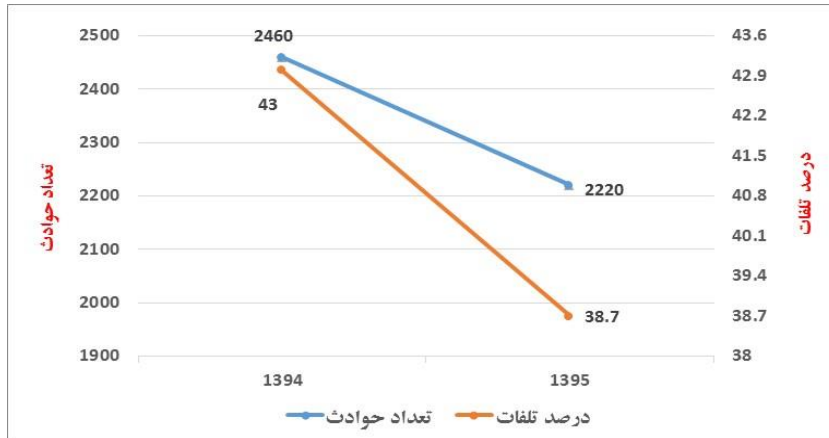
در جدول ۲، متوسط میزان تلفات آب در شبکه توزیع شهر بوشهر نشان داده شده است که بر اساس آن، متوسط تلفات آب طی این دوره معادل ۴۰/۸۵ درصد می باشد. همچنین، بیشترین مقدار تلفات معادل ۴۳ درصد مربوط به سال ۱۳۹۴ بوده است.

جدول ۲: تعداد حوادث و درصد تلفات آب در شبکه توزیع آب شهر بوشهر

سال تولید	تعداد حوادث در هر سال	درصد تلفات در هر سال
۱۳۹۴	۲۴۶۰	۴۳
۱۳۹۵	۲۲۲۰	۳۸/۷

۳-۲- ارتباط بین درصد تلفات و تعداد حوادث

نمودار ۱، ارتباط بین تلفات آب و حوادث شبکه را نشان می دهد که بر این اساس همبستگی میان مقدار تلفات و تعداد حوادث ۹۹/۹۶ می باشد. مطابق شکل بیشترین تعداد حادثه با ۲۴۶۰ مورد مربوط به سال ۱۳۹۴، کمترین حادثه با ۲۲۲۰ مورد مربوط به سال ۱۳۹۵ و متوسط تعداد حوادث سالانه در شهر بوشهر معادل ۲۳۴۰ مورد در سال بوده است. همچنین، بر مبنای نتایج مشاهده می شود که مقدار تلفات آب از تعداد حوادث تبعیت داشته است.



نمودار ۱: درصد تلفات و تعداد حوادث شبکه توزیع آب شهر بوشهر



شرکت آب فاضلاب کور پدین فن و مهندسی شهید باهنر

اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدررفت آب

1st National Conference on Water Loss & Consumption Management

۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶



۴- بحث و نتیجه گیری

همان طور که در جداول ۱ و ۲ نشان داده شده است، میزان آب تولیدی شهر بوشهر طی سالهای ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۵، سیر نزولی داشته و میزان آب مصرفی تقریباً بالا رفته است. علاوه بر این، مطابق با جدول ۱، میانگین سرانه آب مصرفی در سال های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ به ترتیب ۱۷۵ و ۱۸۳ لیتر به ازای هر نفر در روز بوده است که نشان دهنده افزایش سرانه آب مصرفی طی این دوره زمانی می باشد. از عوامل تأثیرگذار بر افزایش مصرف سرانه در بوشهر می توان به افزایش بی سابقه دما در سال های اخیر اشاره کرد. می توان گفت تقریباً حدود ۸ ماه از سال دمای هوا بالاتر از ۳۰ درجه سانتیگراد است. همچنین از سایر علل افزایش ۴ درصدی مصرف سرانه آب می توان به اصلاح کنتورهای خراب، تعویض کنتورها، اصلاح سیستم های قرائت و برونسپاری قرائت کنتورها اشاره کرد که این امر نقش بسزایی در کاهش هدررفت ظاهری و افزایش سرانه داشته است. با این حال باز هم می توان گفت میانگین سرانه آب مصرفی شهر بوشهر طی دو سال اخیر حدود ۱۲ درصد پایین تر از میانگین سرانه آب مصرفی کشور که حدود ۲۰۴ لیتر به ازای هر نفر در شبانه روز است، می باشد و در مقایسه با میانگین سرانه سایر کشورها از جمله اسپانیا (۲۰۰ لیتر در روز)، پرتغال (۱۹۴، یونان ۱۷۵، سوئد ۱۶۴، دانمارک ۱۵۹، انگلستان ۱۵۳، اتریش ۱۵۳، ایرلند ۱۴۲، فرانسه ۱۳۹، آلمان ۱۲۹، هلند ۱۲۹، بلژیک ۱۱۲ و لهستان ۹۸ لیتر به ازای هر نفر در روز نیز بالاتر است [9,10] از این رو مسیری که شرکت آب و فاضلاب استان بوشهر در جهت اصلاح سیستم های الگوی مصرف در پیش رو قرار داده به سمت بهبود وضعیت بوده است.

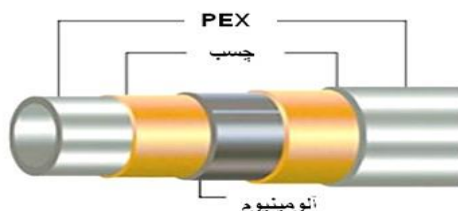
همان طور که در جدول ۲ نشان داده شده، متوسط تلفات آب در شبکه توزیع آب شهر بوشهر طی این دوره مطالعاتی، ۴۰/۸۵ درصد بوده است. که نسبت به متوسط کشوری حدود ۳۶ درصد بیشتر می باشد. نظر به اینکه ۲۰ درصد از تلفات آب در شبکه های توزیع، از نظر حجمی و ریالی، هزینه بالایی را به شرکت های آب و فاضلاب وارد می کند و نیز با توجه به خشکسالی بی سابقه ای که که چند سال اخیر دامنگیر مناطق جنوبی کشور بخصوص استان بوشهر بوده، مدیریت و برنامه ریزی در این بخش برای اصلاح شبکه ها و کاهش تلفات، ضروری به نظر می رسد [11]. همان طور که ذکر شد، بیش از ۸۷ درصد از حوادث در محل انشعابات رخ داده است. نحوه کارگذاری، جنس لوله و اتصالات، از دلایل اصلی افزایش تعداد حوادث در انشعابات می باشد. از این رو لوله و متعلقات انشعابات می بایست با لوله و اتصالات استاندارد و باکیفیت تعویض گردند.

شایان گفت است شرکت آب و فاضلاب بوشهر از سال ۱۳۹۳ با تهیه دستور العمل نصب انشعاب و اجزای آن این مهم را مورد توجه قرار داده و با ابلاغ این دستورالعمل به تمامی شهرهای استان نقش بسزایی در کاهش حوادث شبکه و پیرو آن کاهش مداوم تلفات آب طی سال های اخیر داشته است.

عمر لوله و اتصالات شبکه، رابطه مستقیمی با مقدار تلفات آب دارد. در شهر بوشهر درصد بالایی از حوادث، مربوط به اتمام عمر لوله ها (لوله های پلیمری) بوده است. به مرور زمان، افزایش عمر لوله و خوردگی های خارجی و داخلی آن، باعث ضعیف شدن جداره و ایجاد ترک و شیار در ساختار لوله و اتصالات می شود و از این رو، بروز نشت و یا حادثه اجتناب ناپذیر خواهد بود. بطور کلی نرخ حوادث با افزایش عمر تأسیسات، افزایش می یابد [12]

یکی از معایب لوله های پلیمری، عمر کم آن ها به دلیل وجود کلر معلق (حل نشده) در آب آشامیدنی می باشد که این امر با بالا رفتن درجه حرارت آب تشدید می گردد. جهت رفع مشکل فوق از PEX جهت تولید لایه های داخلی لوله های پلیمر استفاده می شود که در مقابل کلر معلق در آب مقاوم می باشد. طول عمر این لوله ها بیش از ۱۰۰ سال می باشد. این لوله ها از تلفیق پنج لایه شامل یک لوله آلومینیومی، دو لایه پلی اتیلن مشبک و دو لایه چسب مخصوص تشکیل شده است. در دستور العمل

انشعابات بوشهر آمده است برای نصب انشعاب، از لوله های پنج لایه تلفیقی استفاده شود. شکل شماره ۱ اجزای داخلی لوله های تلفیقی را نشان می دهد.



شکل شماره ۱: ساختار لوله های پنج لایه تلفیقی

مطابق با نمودار شماره ۱، مشخص می گردد، مقدار تلفات آب در شبکه توزیع آب رابطه مستقیمی با تعداد حوادث و اتفاقات دارد. میزان تلفات و هدررفت آب در هر حادثه، بستگی به میزان آسیب دیدگی لوله ها، قطر لوله، فشار آب و زمان رفع حادثه دارد. شایان گفت است، زمان رفع حادثه از لحظه تماس با سامانه ۱۲۲ و ابلاغ به اکیپ حوادث تا پایین رفع حادثه محاسبه می شود. در مجموع می توان گفت هر چه تعداد حوادث افزایش یابد، تلفات آب نیز افزایش خواهد یافت.

یافته های پژوهش حاضر حاکی از آن است که سرانه مصرف آب در شهر بوشهر پایین تر از میانگین کشوری است اما در سیر سعودی نسبت به سالهای قبل است که دلایل آن در مباحث قبلی مطرح شد و در اینجا لازم به ذکر است با مدیریت و برنامه ریزی همراه با فرهنگ سازی می توان این میزان را کاهش داد. نتایج نشان داد درصد تلفات آب در شبکه توزیع آب شهر بوشهر با نرخ متوسط ۴۰/۸۵ درصد بالاتر از متوسط کشور با نرخ ۲۵/۵ درصد می باشد. در این راستا شرکت آب و فاضلاب استان بوشهر اقدامات خوبی در جهت شناسایی عوامل موثر بر تلفات داشته است از جمله شروع مطالعات جامع آب بدون درآمد و پایلوت قراردادن شهر بوشهر، تعویض کنتورهای خراب، شناسایی انشعابات غیر مجاز و اقدامات فرهنگی و آموزشی سعی در کاهش تلفات آب شده است.

علاوه بر موارد فوق، فشار آب، اثر فزاینده ای را بر تعداد حوادث و مقدار تلفات آب داشته است که در طی اقدامات اخیر شرکت آب و فاضلاب استان بوشهر، مدیریت فشار شبکه تنها در دو شهر کنگان و برازجان با توجه به موقعیت جغرافیایی و اختلاف ارتفاع زیاد بین نقاط بالادست و پایین دست و فشار متوسط بیش از ۳ بار، مشمول شرایط گردیده است و اقدامات شناختی جهت شهر بوشهر نیز در دست بررسی است.

همچنین، براساس نتایج مشخص شد که حداکثر تعداد حوادث در نقاط نصب انشعابات رخ داده است؛ بنابراین، لازم است با جایگزینی لوله و اتصالات مرغوب و کارگذاری صحیح آن ها، تعداد حوادث مرتبط را کاهش داد. یافته ها نشان دادند که جنس، طول و عمر لوله ها، تأثیر زیادی بر تعداد حوادث داشته است. به طور کلی، از نتایج می توان اینگونه برداشت نمود که شرکت آب و فاضلاب استان بوشهر، عملکرد مثبت و قابل قبولی در کاهش تلفات آب و تعداد حوادث شبکه آب داشته است؛ اما با این وجود، هنوز به استاندارد مطلوب نرسیده است و بایستی با برنامه ریزی صحیح، هزینه و کار بیشتری در این خصوص انجام پذیرد.



اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدررفت آب

1st National Conference on Water Loss & Consumption Management

۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶



۵- مراجع

1. Management and Planning Organization of Iran (MPO). Guiding of identify and evaluate of affecting factors on uncounted water consumption and methods to reduce it, ۵۵۶, Tehran, MPO. Tehran: Islamic Republic News Agency; ۲۰۱۲ (Persian)
2. . Alizaheh A. Principles applied hydrology. ۲th ed. Mashhad: Astan Qods Razavi Press, Imam Reza University of Mashhad; ۲۰۱۲ (Persian).
3. . Basic Studies Department of Iran Resources, Group Database. Iran Water and Power Resources Development Company. Available at: URL: <http://wrbs.wrm.ir/SC.component,sections&id=۴۶&sid=۴۰۵>; .۲۰۱۶
4. Soltani J, Tabari Rezapour MM. Determination of effective parameters in pipe failure rate in water distribution system using the combination of artificial neural networks and genetic algorithm. J Water Waste 2012; 83:2-18
5. The study states that its methodology allows for an accurate comparison, including water used to flush pipes and for firefighting, Metropolitan Consulting Group. Vergleich europaeischer Wasser and Abwasserpreise (VEWA). Available at: URL: https://www.bdew.de/internet.nsf/id/DE_Suche.open=open=&l=DE&ftq; .۲۰۱۵
6. Comisión Nacional del Agua. Estadísticas del agua en Mexico Edition 2014. Tlalpan, México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; 2014. P. 123-5.

۷. دفتر مدیریت مصرف و کاهش آب بدون درآمد شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

8. . Monzavi MT. Urban Water Supply. 17th ed. Tehran. Tehran University Press; 2011 (Persian)
9. Articulation Study for Water Loss amount in water distribution networks in Iran. Infrastructure and Manufacturing Research Vice in Iran Islamic Republic Parliament. Tehran, Iran: Islamic Republic Parliament; 2013. P. 250, 13957 (Persian).
10. Comparison of per capita water consumption in Iran with other countries. Water and Sanitation Sector. Tehran: Information Center of the Ministry of Energy; 2014 (Persian).
11. . Information Center of the Ministry of Energy. Ministry of Power. Available at: URL: <Http://Moe.gov.ir>; 2014 (Persian).
12. Sama R. Consulting, Record and analyze reports of events in the water supply network, monitoring office on consumption management and non-revenue water reducing, monitoring assistant. Water and Wastewater Engineering Company. Available at: URL: <www.nww.co.ir>; 2009 (Persian).