



# اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدررفت آب

1<sup>st</sup> National Conference on Water Loss & Consumption Management

۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶



## ارزیابی سیستم دوگانه توزیع آب جهت مدیریت مصرف

سلمان جمال فرد

مسئول دفتر نگهداری و تعمیرات آبفا شهری استان کهگیلویه و بویراحمد

[Salman.Jamal61@yahoo.com](mailto:Salman.Jamal61@yahoo.com)

سید علی لدنی نژاد

مدیرعامل شرکت آبفا شهری استان کهگیلویه و بویراحمد

[Ladoni.ali1354@yahoo.com](mailto:Ladoni.ali1354@yahoo.com)

### خلاصه

کمبود منابع آب آشامیدنی سالم و بهداشتی یکی از چالش‌های اصلی جوامع است. برداشت‌های بی‌رویه از منابع آب و استفاده ناصحیح از آنها اغلب کشورها از جمله ایران را با بحران کم‌آبی مواجه ساخته است. یکی از راهکارهای مواجهه با این مشکل استفاده از سیستم‌های دوگانه توزیع آب و جداسازی آب شرب از مصارف غیرشرب است. از مهم‌ترین عوامل گرایش به این رویکرد در ایران علاوه بر کمبود و محدودیت‌های منابع آب سالم و قابل شرب، هدررفت و اتلاف ۲۰ تا ۳۰ درصدی آب در شبکه‌های توزیع، ضرر و زیان ناشی از اختلاف حجم آب تولیدی و آب به فروش رفته (آب بدون درآمد)، توسعه پایدار منابع کنونی آب و کاهش هزینه‌های بهره‌برداری در تصفیه‌خانه‌ها است. در این تحقیق ضمن تشریح موضوع سیستم دوگانه توزیع و ذکر مزایا و معایب، گوشه‌ای از منافع اقتصادی و زیست محیطی استفاده از این نوع شبکه‌ها نیز، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

**کلمات کلیدی:** مدیریت مصرف، هدررفت، آب شرب، آب بهداشتی، شبکه توزیع دوگانه

### ۱- مقدمه

در دنیای امروز که روز به روز بر تعداد جمعیت جهان افزوده می‌شود و مقدار آلاینده‌های آب ناشی از فعالیتهای روزمره انسان نیز بیشتر می‌شود، روند رو به رشد شهرنشینی نیز این مسئله را تشدید می‌نماید. با احداث شبکه مستقل توزیع آب شرب امکان استفاده از منابع سهل الوصول ولی با کیفیت پایین که ۸۵٪ نیاز آبی شهرها می‌باشد، فراهم می‌گردد [۱]. امروزه به دلیل عدم تکافوی آب شرب قابل دسترس انتقال آب از منابع دوردست در دستور کار مسئولین تامین آب شرب قرار گرفته است ولی هزینه‌های تامین آب تحت تاثیر رشد نیاز، نرخ تورم و فاصله زیاد از منابع آب به نقاط مصرف این طرح‌ها را مشکل و بعضاً غیر ممکن ساخته است. در صورتیکه بتوان از آبهای شور مناطق کویری، آبهای زیرزمینی با غلظت مجاز مواد شیمیایی بعنوان آب بهداشتی استفاده نمود، به احتمال قوی سرمایه‌گذاری‌های سنگین انتقال آب از منابع دوردست برای



# اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدررفت آب

1<sup>st</sup> National Conference on Water Loss & Consumption Management

۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶



مصرف غیر شرب نوجیه پذیر نخواهد بود. با اجرای سیستم دوشبکه ای توزیع آب، که ۱۵٪ نیاز آبی مربوط به مصارف شرب و پخت و پز از طریق شبکه جداگانه توزیع گردد راهی است که مشکل تامین آب با کیفیت شرب به شدت کاهش پیدا می کند و ۸۵٪ بقیه از طریق شبکه بهداشتی توزیع می گردد. سیستم دوگانه توزیع آب هرچند در دهه های اخیر گسترش پیدا کرده است، ولی کشف و استفاده از این سیستم مربوط به گذشته های دور می شود. قدیمی ترین سیستم توزیع دوگانه شناخته شده دو هزار سال پیش توسط آگوستیوس در رم ساخته شده است. به نقل (Trifunovic, 2006), EPA (1985)، استفاده مجدد از آب را از طریق سیستم های توزیع دوگانه، برای Irvine در جنوب کالیفرنیا، Tucson در آریزونا و Petersburg در فلوریدا مورد بررسی قرار داد. استفاده و سود حاصل از سیستم های دوگانه اثبات شد. این سیستم ها هم چنین در جزایر دریای کاریب و جزایر Vigin در ایالت متحده اجرا گردید. به نقل از (Trifunovic, 2006), Robert (1988) استفاده از سیستم های دوگانه را برای غرب Utah, Jordan مورد بررسی قرار داد. نتایج مدل نشان داد که از نظر اقتصادی سیستم دوگانه مناسب تر است. به نقل از (Trifunovic, 2006), Jan (1999)، استفاده از سیستم دوگانه را برای شهر سیدنی استرالیا، مطالعه نمود.

در ایران استفاده از آب تصفیه نشده یا آب با کیفیت پایین برای مصارف غیر آشامیدنی در برخی از شهرها مرسوم بوده و امروز نیز به کار گرفته می شود از قبیل شبکه آبیاری فضای سبز در آبادان. دزفول و خرمشهر که مصارف شستشو و آبیاری فضای سبز از طریق انشعابی در حیاط منازل و فضای سبز عمومی شهر تامین شده است و در ایام گذشته که هنوز شبکه توزیع آب در شهرها احداث نشده بود در منازل دو مخزن آب وجود داشت. یکی مختص آب آشامیدنی که معمولاً سر بسته بود و در ساختمان آن دقت زیادی به عمل می آمد و برداشت از آن توسط شیر صورت می گرفت و دیگری حوض با استخری که برای مصارف شستشوی آبیاری و یا شنا مورد استفاده واقع می شد و آب آن نسبت به آب موجود در مخزن و یا آب انبار از کیفیت پایین تری برخوردار بود. حسین مدرس در سال ۱۳۷۸ استفاده از سیستم دوگانه آب را برای شهر خسروشهر مورد بررسی قرار داد و استفاده از این سیستم را توصیه نمود. هم چنین به گفته دفتر مدیریت مصرف شرکت آبفا تهران، سیستم توزیع دوگانه تنها در منطقه ۱۴ تهران اجرا شده است که ساکنان این محل در حیاط منازل خود انشعابی برای مصارف غیر آشامیدنی دارند و فقط هزینه انشعاب اولیه از آنان گرفته می شود. این دفتر می افزاید: علاوه بر این منطقه، در طبقه و شانددیز مشهد نیز مطالعات و تهیه نقشه های اجرایی سیستم دو شبکه ای، انجام گرفته است و مرحله دوم شهر پرند نیز به صورت سیستم دو شبکه ای طراحی و اجرا شده است. در شهرهای مختلف با توجه به شرایط آن می توان از شبکه های دوگانه توزیع آب استفاده کرد، البته اجرای این سیستم احتیاج به مطالعات اقتصادی و فنی دارد و نسبت به شبکه های معمولی توزیع آب دارای مزایا و معایبی است.

## ۲- مدیریت مصرف آب

مدیریت مصرف آب یکی از شاخه های مدیریت انرژی محسوب می شود و می تواند در مجموعه ای وسیع، اقدامات موثری را در خصوص الگوی مصرف آب و بهینه سازی آن معمول دارد که نهایتاً منجر به کاهش نیاز انرژی نیز خواهد شد. هدف از مطالعات مدیریت مصرف آب، شناسایی و معرفی روشهای مناسب جهت تامین خواسته های مزبور است.

### ۳- هدررفت آب

هدررفت آب و بطور کلی آب بدون درآمد یکی از مشکلات عمده سیستم تولید و توزیع آب شرکتهای آب وفاضلاب می باشد مقدار آب بدون درآمد در کشورهای درحال توسعه بیش از ۳۰ درصد مقدار تولید آب ودر کشورهای توسعه یافته کمتر از ۱۵ درصد مقدار تولید وحدود نصف حجم آب تولیدی هدررفته دراین کشورها می باشد. هدر رفت آب در شبکه های توزیع یکی از مسائلی است که رفع آن می تواند به میزان زیادی در بهره وری آب و استفاده بهینه از منابع ملی تأثیرگذار باشد.

### ۴- آب شرب و آب بهداشتی

آب شرب، آب گوارایی است که عوامل فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آن در حد استانداردهای تأیید شده باشد و مصرف آن عارضه سوئی چه در کوتاهمدت یا درازمدت در انسان ایجاد نکند. آب ممکن است سالم باشد اما اگر دارای طعم یا ظاهر نامطبوع باشد ممکن است مصرف کننده را به سوی آبهای دیگر یا کمتر سالم براند از این رو آب آشامیدنی نه تنها باید کاملاً سالم باشد بلکه باید پاکیزه یعنی مورد پسند مصرف کننده هم باشد چنین آبی را می توان آب شرب نامید. در واقع آب شرب، آبی است که برای مصرف کننده حتی اگر به مدت طولانی آشامیده شود خطری نداشته باشد و آب بهداشتی آبی است که از نظر ویژگی های فیزیکی و بیولوژیکی مناسب باشد و رعایت استانداردهای شیمیایی برای آن ضرورت چندانی ندارد و استفاده از آن برای مصارف بهداشتی، بلامانع است.

### ۵- بیان مسأله

سیستم های دوگانه توزیع آب بیانگر دو سیستم مجزای توزیع بوده که آب شرب را از طریق یک شبکه توزیع و آب غیر شرب را از طریق شبکه دیگر تأمین می نمایند. از منظر روش اجرا می توان این نوع شبکه ها را به سه نوع زیر تقسیم کرد: الف) شبکه دوگانه با محدودیت شبکه غیرآشامیدنی: در این سیستم آب آشامیدنی در کل مناطق توزیع شده و شبکه آب غیرآشامیدنی در برخی مناطق ایجاد می شود. ب) شبکه دوگانه با محدودیت شبکه آب آشامیدنی: در این روش کیفیت آب شبکه اصلی در حد استانداردهای آب غیرآشامیدنی است. در محل ورودی مجتمع های مسکونی مترام تاسیسات تصفیه آب احداث می شود و بخشی از آب که برای مصارف آشامیدن و پخت و پز است، به طور کامل در حد استانداردهای آب آشامیدنی تصفیه شده و در شبکه جداگانه ای توزیع می شود. ج) شبکه دوگانه کامل: در این سیستم هر دو شبکه آب آشامیدنی و آب غیرآشامیدنی کل مناطق را در بر می گیرند. علل به کارگیری شبکه های دوگانه علل به کارگیری شبکه های دوگانه توزیع آب را می توان در مواردی چون محدودیت منابع آب، محدودیت تأمین آب، منابع آلوده آب، مشکلات تصفیه آب، منابع آب غیرآشامیدنی و... دید. علل به کارگیری شبکه های دوگانه علل به کارگیری شبکه های دوگانه توزیع آب را می توان در مواردی چون محدودیت منابع آب، محدودیت تأمین آب، منابع آلوده آب، مشکلات تصفیه آب، منابع آب غیرآشامیدنی و... دید. مزایا و معایب اجرای طرح مزایا و معایب به کارگیری شبکه های دوگانه توزیع آب را می توان به صورت زیر بیان کرد:

- ۱- در شبکه مستقل، تأمین استانداردهای بین المللی آب آشامیدنی ساده تر و کم هزینه تر صورت می گیرد.
- ۲- منابع مرغوب آب به خوبی حفاظت می شوند.



# اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدررفت آب

1<sup>st</sup> National Conference on Water Loss & Consumption Management



۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶

- ۳- در شبکه‌های مستقل، تصفیه کامل آب لزوماً برای ۵ تا ۱۵ درصد کل نیاز آبی ضرورت پیدا می‌کند.
- ۴- هزینه‌های مربوط به احداث تصفیه‌خانه‌ها به دلیل کم شدن ابعاد و احجام ماشین آلات و ابنیه به میزان تقریبی ۷۰ درصد کاهش می‌یابد.
- ۵- از منابع متعدد آب می‌توان سیستم‌های دوگانه‌ای برای مصارف خنک‌کننده‌های نیروگاه‌ها، آبیاری فضای سبز شهرها، شست‌وشو و کنترل آلودگی هوای ناشی از سوزاندن زباله‌ها یا فرآیندهای صنعتی احداث کرد.
- ۶- در محل تصفیه‌خانه‌های فاضلاب بسته به مصرف آب، پساب تصفیه شده را می‌توان در خطوط جداگانه‌ای توزیع کرد.
- ۷- تغییرات فصلی در مصرف آب شرب تأثیر چندانی نداشته و تصفیه‌خانه‌ها به طور ثابت کار می‌کنند.
- ۸- خطوط لوله قدیمی و متروکه را بعد از آزمایش‌های لازم و اطمینان از کارایی می‌توان به عنوان بخشی از شبکه دوگانه به کار گرفت.

از جمله مشکلات شبکه آب دوگانه دشوار بودن تصفیه فاضلاب حاصل از آن و ایجاد خوردگی در لوله‌ها و تجهیزات می‌باشد [۲]. وقوع پدیده‌های خوردگی و رسوب گذاری در شبکه‌های آب آشامیدنی و بهداشتی باعث آسیبهای اقتصادی و بهداشتی فراوان می‌گردد. به طوریکه در بعضی مواقع رسوب کنترل نشده باعث انسداد لوله‌ها و افزایش هزینه‌های بهره‌برداری از تأسیسات آبرسانی نیز می‌شود. تأثیر عوامل خوردندگی (مانند کلرور و سولفات) در آبهای با قلیائیت کمتر بسیار شدیدتر است [۳]. می‌توان با تنظیم PH بر اساس کیفیت آب خام ورودی و جنس لوله‌ی به کار رفته در سیستم از وقوع چنین رویدادی جلوگیری نمود [۴]. کیفیت بالای آب شرب در این سیستم، سطح توقع و ذائقه‌ی مصرف‌کنندگان را دوچندان خواهد نمود [۵] و بدون شک همین افراد در صورت مشاهده‌ی، اتصال نادرست لوله‌های آب شرب با لوله‌های آب غیر شرب اعتماد خود را نسبت به شبکه از دست خواهند داد در حالی که با رنگ بندی مشخص لوله‌ها و شناسه گذاری دقیق نقاط اتصال و یا برقراری فشار پایین گرادیان در سیستم آب تصفیه نشده می‌توان از وقوع این اتفاقات جلوگیری نمود. در مجموع ساخت این سیستم در تامین آب جوامع جدید توصیه شده است [۵]. از دیگر معایب اینگونه شبکه‌ها نیز می‌توان به این مورد اشاره نمود که احداث شبکه‌های دوگانه توزیع آب نسبت به شبکه واحد، هزینه‌های بسیار زیادی در پی دارد.

## ۶- روشهای تفکیک آب شرب

در مجموع براساس آنچه در سایر کشورها تجربه شده یا احتمال آن می‌رود، ۴ راه برای تفکیک آب شرب و شهری وجود دارد که هر یک مزایا و معایبی دارد و باید درخصوص اجرایی کردن آنها بررسی‌های فنی و اقتصادی دقیقی صورت گیرد.

### الف) جداسازی شبکه

نخستین راهی که برای تفکیک آب شرب از بهداشتی به نظر می‌رسد، جداسازی شبکه و لوله‌های آنهاست. هم‌اینک کل آب توزیعی کشور پس از تصفیه و عبور از فیلترهای مختلف وارد شبکه شده و مجموعاً در یک خط لوله میان ساختمان‌ها توزیع می‌شود. بر همین اساس یکی از راهکارهای تفکیک آب که البته عمدتاً در شهرهای جدید کارایی دارد، این است که یک خط لوله جدید برای انتقال آب شرب یا بهداشتی کشیده شود تا مردم به صورت جداگانه آب شرب خود را که برای آشامیدن و پخت و پز استفاده می‌کنند از یک لوله و آب برای مصارف بهداشتی شامل استحمام و شست‌وشو را از لوله دیگری دریافت کنند و برای هر یک



# اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدررفت آب

1<sup>st</sup> National Conference on  
Water Loss & Consumption Management

۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶



نیز قیمتی جداگانه بپردازند. اما از آن جا که احداث یک خط لوله جدید میلیاردها تومان هزینه در بر دارد و زمان طولانی نیز می طلبد، به طور قطع همان گونه که اشاره شد این راهکار به جز شهرهای جدید امکان بکارگیری در شهرها و روستاهای موجود را ندارد.

## ب) توزیع آب شرب در بطری

راهکار دیگری که مدیران وزارت نیرو نیز آن را راهکار منطقی تری می دانند، توزیع آب شرب در بطری است. بدین ترتیب توزیع آب شرب از طریق شبکه لوله کشی موجود متوقف می شود و تنها آب بهداشتی در آن تزریق می شود که براساس استانداردهای موجود دیگر نیازی به تصفیه زیادی ندارد. این روش بدان معناست که مردم تمام نیاز مصرفی خود به آب شرب را باید از طریق بطری ها و ظروف تهیه کنند که این ظروف از بطری های کوچک تا ظروف ۲۰ لیتری را در برمی گیرد. اما با وجود سادگی اجراء این روش آسیب های زیادی نیز به همراه دارد. همان گونه که طی روزهای اخیر آلوده بودن برخی از بردندهای معروف آب معدنی خبرساز شده است، تضمین سلامت این نوع بسته بندی ها یکی از چالش های اصلی این راهکار است. این درحالی است که اخبار مختلفی که از سوی دستگاه های نظارتی درباره آلوده بودن بخش عمده ای از آب های موجود در بازار منتشر می شود، اعتماد مردم را به این روش عرضه خدشه دار کرده است. از سوی دیگر، انتخاب این روش یک رانت مالی بزرگ را در دل خود دارد. در صورتی که وزارت نیرو به این نتیجه برسد و قرار شود که تمام آب شرب از طریق بسته بندی عرضه شود، به یک باره میزان مصرف این نوع آب ها چندین برابر خواهد شد و سود سرشاری برای تولیدکننده های آن به همراه خواهد داشت. بر همین اساس نحوه نظارتی که در این بخش اعمال می شود از اهمیت زیادی برخوردار است.

## ج) توزیع محدود آب شرب از شبکه

در کنار این روش ها راهکار دیگری که به عنوان یکی از گزینه ها مطرح شده، عرضه محدود آب شرب از طریق همین شبکه موجود است. به این طریق که برای مثال در ساعات خاصی از شبانه روز و براساس اعلام قبلی وزارت نیرو آب شرب تصفیه شده در لوله ها جاری می شود و مردم می توانند به اندازه نیاز روزانه خود که البته چندان زیاد هم نیست، آب ذخیره کنند. پس از اتمام زمان بندی اعلام شده، دوباره آب بهداشتی در شبکه تزریق می شود. این روش هم دارای اشکالات بسیاری است. نخستین اشکال هماهنگ کردن تمام مشترکان برای بهره برداری از آب شرب طی یک ساعت خاص است که خود مسأله مهمی است و برنامه ریزی دقیقی می طلبد تا همه مصرف کنندگان بتوانند از آب شرب استفاده کنند. از سوی دیگر احتمال اختلاط آب بهداشتی باقیمانده در خطوط لوله - که البته احتمال زیادی هم دارد- با آب شرب وجود دارد. از آن جا که آب بهداشتی توزیع شده از نظر تصفیه و داشتن استانداردهای خاص تفاوت زیادی با آب شرب دارد، در صورتی که این آب ها با هم مخلوط شود، امکان بروز بیماری های مختلف نیز وجود دارد.

## د) عرضه تانکری آب

در حال حاضر حدود ۶ هزار روستا از طریق تانکر آبرسانی می شود و بر همین اساس پیشنهاد توزیع آب شرب از طریق تانکر و مخازنی که در محله های شهرها مستقر می شوند، به عنوان یکی از گزینه ها مطرح شده است. در واقع به جای عرضه بسته بندی آب شرب، وزارت نیرو آب شرب را با استفاده از مخازن و تانکرها در محله های شهرها و روستاها توزیع می کند. اما این روش هم به دلیل دشواری های بسیاری که هم برای عرضه کننده و هم مصرف کننده دارد، با مشکلات بسیاری مواجه است. چنانکه مصرف کننده باید آب مورد نیاز خود را از محل استقرار این تانکرها تا محل سکونت خود حمل کند که این کار برای تمام مشترکان مقدور نیست. از سوی دیگر تامین و توزیع آب با تعداد زیادی تانکر و مخزن برای عرضه کننده نیز بار مالی و زحمت زیادی به همراه دارد.

### ۷- نقش شبکه توزیع دوگانه در مدیریت مصرف

منابع آب‌های شیرین در دنیا محدود است و نیاز به این مایع حیات‌بخش روزبه‌روز بیشتر می‌شود. افزایش جمعیت و به تبع آن افزایش نیاز به مصرف آب، دولتمردان و تصمیم‌گیران را بر آن داشته تا درباره نحوه مصرف آب روش‌های جدیدی را بررسی و اجرایی کنند. بنابراین می‌توان گفت وضعیت آب در دنیا به‌ویژه در کشورهایی که میانگین بارندگی در آنها کمتر از متوسط جهانی است، ایجاب می‌کند که میزان تولید و مصرف مدیریت و ساماندهی شود. ایران بر اساس تقسیم‌بندی‌های جغرافیایی، کشوری است که در منطقه خشک و نیمه‌خشک دنیا قرار دارد و هزینه تولید و تصفیه در آن بسیار بالاست. این همه ماجرا نیست؛ چرا که پس از تصفیه آب نوبت به پروسه‌های هزینه‌بر تبدیل آب به آب قابل شرب می‌رسد تا در شبکه‌های شهری قرار گیرد. همه اینها در حالی اتفاق می‌افتد که تنها ۱۱ درصد آب قابل شرب به مصرف انسانی می‌رسد و ۸۹ درصد آن برای مصارف دیگری مانند شست‌وشو، آبیاری فضای سبز خانگی و استحکام مورد استفاده قرار می‌گیرد. این موضوع حاکی از آن است که بخش زیادی از آب تصفیه‌شده قابل شرب، در پروسه مصرف به هدر می‌رود؛ مصرفی که نوع آب در آن اهمیت ندارد. با ایجاد شبکه‌ی دوگانه در یک شهر می‌توان از منابع آب مرغوب محلی، به خوبی حفاظت نمود که از مثالهای بارز آن پروژه‌های موفقیت‌آمیز مشابه انجام شده در نقاط مختلفی از جهان مانند قدیمی‌ترین سیستم دوگانه‌ی توزیع شناخته شده در استرالیا (باقی مانده از ۲۲۲۲ سال پیش) می‌باشد. حتی در این نوع شبکه‌ها تغییرات فصلی نیز در مصرف آب (شرب) تاثیر چندانی نداشته و تصفیه‌خانه‌ها می‌توانند در تمام ایام سال به طور ثابت کار می‌کنند [۵].

جداسازی شبکه آب بهداشتی و آب شرب در کشور به‌منظور صرفه‌جویی در هزینه‌های تصفیه آب، ارتقای کیفی آب شرب با جداسازی مصارف غیرشرب از شرب و ارتقای تصفیه‌خانه‌های آب شرب با محدودسازی حجم تصفیه و همچنین صرفه‌جویی در مصرف آب با حذف مصارف شرب از سیستم لوله‌کشی خانگی (هدررفت‌های تجمعی بازگذاشتن شیر آب در زمان مصرف شرب و خوراکی) در برنامه وزارت نیرو قرار گرفته است.

### ۸- نگاه اقتصادی و زیست محیطی به شبکه دوگانه

آب از منابع محدود و موثر در توسعه‌ی پایدار به شمار می‌رود، که علی‌الخصوص برای کشورهای در حال توسعه اهمیت به‌سزایی دارد. افزایش تقاضای آب به دنبال تغییرات آب و هوایی بسیار در سال‌های اخیر، گواهی روشن بر خشکسالی جهانی است. این خشکسالی یک نگرانی عمده، به خصوص برای مناطق خشک که در آن‌ها شهرها به سرعت رشد می‌کنند و ذخایر آب زیرزمینی سریع‌تر از شارژ مجدد تخلیه می‌شوند، می‌باشد. ایران نیز با قرارگیری در کمربند خشک جهانی در تهدید این مخاطره طبیعی قرار گرفته است و اغلب ضمن تاثیرپذیری گروه زیادی از مردم، مخاطرات اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی فراوانی شامل این کشور می‌گردد و ریزش‌های جوی کم، و نامناسب بودن پراکنش زمانی و مکانی بارندگی‌ها، از دیگر دلایل قرارگیری ایران در زمره‌ی کشورهای خشک و نیمه‌خشک جهان محسوب می‌شوند. میانگین بارندگی در ایران حدود یک سوم متوسط بارندگی جهانی است و با وجود این شرایط، آبخوان‌های کشور، نیز تحت تاثیر عواملی همچون برداشت بی‌رویه آب و کاهش باران، علاوه بر افت سطح آب، به سبب ورود پساب و فاضلاب شهری در برخی نقاط دچار آلودگی شده



شرکت آب، فاضلاب کشور پارس‌آبی و منابع آبی

# اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدررفت آب

1<sup>st</sup> National Conference on Water Loss & Consumption Management

۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶



اند. همچنین به دلیل تغییرات استاتیکی سطح آب شاهد پیشروی جبهه آب شور به سمت سفره های آب شیرین در سطح کشور نیز می باشیم. متأسفانه در طول خشکسالی سال های اخیر، چاه های اغلب شهرهای ایران، به پائین ترین حد خود رسیده است و با وجود تلاش مسئولین، در این راستا (علاوه بر کمبود آب) مقدار متوسط ترکیبات شیمیایی نظیر کلرور، سولفات و کل جامدات محلول شبکه این شهرها، از حد مجاز فراتر رفته و منجر به ایجاد طعم و مزه نامطلوب در آن گشته است. به گونه ای که این آب ها تحت هیچ استاندارد قابل آشامیدن نبوده و به دلیل شوری و تلخی آن، عملاً هیچ یک از شهروندان به منظور شرب از آن استفاده نمی کنند. بنابر این مردم جهت تامین آب شرب مصرفی خود به غیر از شبکه توزیع به راه های دیگری مانند خرید از تانکرهای حامل آب آشامیدنی (که فاقد کنترل های لازم بهداشتی بوده اند)، استفاده از آب های معدنی بسته بندی، حمل از روستاها و شهرهای اطراف با وسیله نقلیه شخصی، برداشت از شبکه مجزای آب شرب (آبسارها یا انشعابات آب شیرین)، خرید آب از مغازه های آب فروشی دارای آب شیرین کن های صنعتی کوچک و استفاده از دستگاه های آب شیرین کن خانگی روی آوردند.

در خصوص استفاده از آب های بسته بندی شده، ذکر این نکته خالی از لطف نمی باشد که مصرف جهانی آب بطری شده دائماً در حال افزایش است [۸]. بیشتر مردم، به علت فقدان آب لوله کشی و پتانسیل آلودگی آن به دنبال یافتن منبعی بهتر رو به مصرف این کالا می آورند. حمل و نقل آسان، دسترسی مناسب، قیمت نسبتاً مطلوب، طعم بهتر، عدم وجود کلراید و دیگر مواد شیمیایی افزودنی نیز از مزایای این محصول به شمار می روند [۹]. افزون بر این در میان جوامع باوری نسبت به سالم تر بودن این منبع آب در مقابل سایر منابع بوجود آمده است که به خصوص افراد دچار نقص ایمنی را به سمت مصرف دائم آن ترغیب می نماید. بعلاوه از آن جایی که این منبع آبی بدون شبکه است، در نتیجه نیازی به مراقبت و نگهداری شبکه نیز ندارد، لذا باعث صرفه جویی در هزینه ها و کاهش هدر رفت آب در شبکه نیز خواهد شد. از عمده ترین مشکلاتی که در شرایط بحرانی و حوادث غیرمترقبه مانند سیل و زلزله، به خصوص در نواحی روستایی و دور از شهر، مردم با آن مواجه می شوند، مشکل تامین آب آشامیدنی سالم است. وجود یک واحد تامین آب بسته بندی محلی در چنین شرایطی، برای تامین آب ساکنین حتی در مدتی محدود، بسیار قابل توجه است. اما در حقیقت آب بسته بندی محصولی است که در زمان تولید و پس از مصرف جامعه را متحمل هزینه های بالای اقتصادی خواهد نمود. به عنوان مثال با توجه به برآوردهای صورت گرفته برای تولید هر لیتر آب بطری شده، سه لیتر آب مصرف می شود و هزینه ی آب بطری شده در ایران به طور متوسط ۱۰۰۰ برابر بیشتر از آب لوله کشی است [۱۰]. طبق مطالعات انجام شده انرژی مورد نیاز برای تولید آب بطری شده در ۵٫۶ تا ۱۰٫۲ حدود مگاژول بر لیتر می باشد که معادل ۲۰۰۰ برابر انرژی مصرفی برای تولید آب شیر است و بیشتر این انرژی، صرف تولید بطری های PET و سپس حمل و نقل می شود [۱۱]. برای انتقال این محصول و تولید PET، باید از منبع تجدید ناپذیر نفت استفاده نمود. عمل بسته بندی و انتقال آب در آمریکا سالانه موجب مصرف ۷۵۲ میلیون گالون نفت می گردد [۱۲] که مطمئناً مصرف این میزان سوخت های فسیلی باعث آلودگی هوا نیز خواهد شد. برآورد شده است که تولید ۱۷ بطری ۱٫۵ لیتری PET (۱ کیلوگرم) موجب انتشار ۲۱ گرم سولفور اکسید، ۴۲ گرم هیدروکربن، ۵۱ گرم کربن مونوکسید، ۲۲ گرم نیتروژن اکسید و ۲۳ کیلوگرم کربن دی اکسید به هوا می شود [۱۳].

ماده اصلی این بطریها (ترفتالات پلی اتیلن)، از مشتقات نفت است که حتی پس از درهم شدن با زباله های معمولی و «ترفتالات پلی اتیلن» ماده اصلی این بطری ها سوختن در کوره های ویژه، می تواند گازهای خطرناکی را در جو منتشر کند



# اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدررفت آب

1<sup>st</sup> National Conference on Water Loss & Consumption Management

۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶



که بعداً جو را نابود می سازند. از محصولات جانبی سمی حاصل از سوزاندن بطری های PET، کلرین و خاکسترهای حاوی فلزات سنگین هستند [۱۴]. در سطح کشور نیز این بطری ها و به طور کلی ظروف و بسته بندی های پلاستیکی درصد بالایی از زباله ها را تشکیل می دهند. که نمونه بارز آن توده های بطری و ظروف یکبار مصرف شناور در سواحل شمال و جنوب کشور است که به مرور سبب به مخاطره انداختن اکولوژی دریاها می گردند. دفع بهداشتی این حجم از زباله از دیگر مشکلاتی است که حتی در تهران هم با وجود برخورداری از سیستم بازیافت، و صرف هزینه بسیار امکان پذیر نیست.

در این میان لازم به ذکر است که از انواع بطری ها تنها نوع PETE آن قابل بازیافت می باشد بازیافت خود طالب صرف انرژی برای تصفیه مواد، به منظور تولید وسیله ی کاربردی جدید است و متعاقباً منجر به تولید فاضلاب و آلودگی هوا خواهد شد. که با این حساب مصرف مجدد بطری ها گزینه ی بهتری محسوب می گردد. اما باید توجه داشت که استفاده مجدد بطری ها برای نگهداری مواد اسیدی یا بازی (مانند آبلیمو)، به علت ایجاد واکنش های شیمیایی این مواد با دیواره بطری، سبب تولید مواد خطر آفرین و سرطان زا خواهد شد. از لحاظ کیفی، آب سالم آبی است که چنانچه بیش از ۴۱ ساعت در فضای باز نگهداری شود، بوی نامطبوع پیدا می کند. اما آب بسته بندی شده حتی اگر روزها و ماه ها هم باقی بماند به دلیل مواد دارنده موجود چنین اتفاقی در آن رخ نمی دهد و این از عواملی است که خلوص و سلامتی آب بسته بندی را زیر سوال می برد. با توزیع آب غیر آشامیدنی از طریق یک خط لوله ی جدا برای مصارف بهداشتی مشکل تامین آب با کیفیت شرب به شدت کاهش پیدا می کند. همچنین جدا سازی این نیازها از سیستم آب آشامیدنی می تواند باعث کاهش سائز لوله های توزیع، بهبود کیفیت آب و کاهش هزینه های کلی سیستم توزیع آب گردد [۱۵]. بر اساس مطالعات صورت گرفته، هزینه های مربوط به احداث تصفیه خانه ها به دلیل کم شدن ابعاد و حجم ماشین آلات و بناها به میزان تقریبی ۷۲ درصد کاهش می یابد. ضمن اینکه در زمان طراحی و راه اندازی شبکه می توان خطوط لوله قدیمی و متروکه را نیز بعد از آزمایش های لازم و اطمینان از کارآیی، به عنوان بخشی از شبکه دوگانه به کار گرفت [۱۶]. به علت کنترل کیفی دقیق تر آب جاری در شبکه ی دوگانه و در نتیجه کاهش استهلاک شبکه گسترده آب شهری، هزینه های نگهداری و تعمیرات نیز کاهش خواهد یافت [۱۷]. از دیگر مزایای بالقوه ی این شبکه ی آبرسانی، کاهش چشمگیر حجم آبی است که باید تا حد استاندارد آشامیدنی تصفیه گردد، که همین موضوع نیز صرفه جویی در هزینه های تصفیه خانه را در پی خواهد داشت. جریان در خط لوله ی آب شرب نسبت به سیستم های معمول که در آن ها می بایست حجم بزرگی از آب طی دوره ی زمانی کوتاهی منتقل شود، یکنواخت تر خواهد بود. بنابراین تغییرات فشار و جریان در شبکه ی رایج آب بسیار بزرگتر از تغییرات در این شبکه می باشد، ضمن اینکه در زمان های کم فشاری خطوط، ورود جریان های آلوده به خط جریان محتمل است. در برخی طرح های شبکه ی دوگانه، ضمن در نظر گرفتن خط لوله ی فعلی به عنوان، خط لوله ی آب شرب، خط لوله ی دیگری را برای مصارف غیرشرب در کنار آن احداث می نمایند، که در این شرایط به علت پایین آمدن مصرف در خط لوله ی اولیه، بی شک زمان ماند آب در آن افزایش یافته و از کیفیت آن کاسته می شود. بعلاوه اگر از همان خط اولیه به عنوان منبع (تامین آب آتش نشانی استفاده شود، بسیاری از مزایای شبکه دوگانه به وقوع نخواهد پیوست.

## ۹- نتیجه گیری و جمع بندی





شرکت آب، فاضلاب و نیروی برق تهران

# اولین همایش ملی مدیریت مصرف و هدررفت آب

1<sup>st</sup> National Conference on

Water Loss & Consumption Management

۲۸ و ۲۹ آذرماه ۱۳۹۶



کمبود آب مناسب آشامیدن، تقریباً یک مسئله جهانی است. افزایش سریع جمعیت شهرها و رشد فزاینده مصرف آب شهری ضرورت اصلاح سیستم های توزیع آب شهری، به کارگیری شیوه های جدیدی را می طلبد. برنامه ریزان مسائل شهری معمولاً به تامین آب از نقاط دور دست روی آورده اند که بی گمان هزینه های فزاینده ای را در بر خواهد داشت.

از سوی دیگر، استفاده از روشهای نوین نظیر استفاده از روش توزیع آب بسته بندی شده، در کنار مزایای خود، معایب بسیاری در آسیب رسانی به سلامت جامعه چه به صورت مستقیم و چه غیرمستقیم دارند. مثلاً روش آب بطری شده، مضراتی از قبیل انتقال مواد شیمیایی موجود در دیواره ظرف به درون آب و همچنین انباشتگی بطری ها در محیط زیست، را در پی دارد. که برخی از این معایب از طریق جمع آوری اختصاصی بطری ها برای در اختیار گذاردن آب مصرفی جدید قابل کنترل هستند، اما برخی دیگر نیازمند تغییرات اساسی تر مانند تعویض جنس ظروف توزیع می باشند و کنترل آن ها دشوارتر است. در شهرهایی که محدودیت منابع آب محلی و فراملی با توجه به ملاحظات بهداشتی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی امکان اجرای گزینه های دیگری را منتفی می کند، سیستم دو شبکه ای مجزا می تواند به عنوان راه حل مناسبی برای رفع مشکل آب شهری مورد استفاده قرار گیرد.

لازم به ذکر است که طرح تفکیک شبکه های شرب و غیر شرب در بلندمدت اقتصادی است. در این طرح نسبت سود به هزینه (که در آن سود، منافع مالی حاصل از آزاد شدن آن بخش از آب شرب مصرفی از فرآیند تصفیه است که به مصارف غیر شرب می رسد و هزینه ها نیز شامل احداث شبکه مستقل آب شرب می شوند) بزرگتر از یک بوده و توجیه اقتصادی این نوع شبکه ها را دربر دارد.

در پایان، به یک نمونه ارزیابی اقتصادی حاصل از ایجاد شبکه دوگانه در کشور، اشاره می گردد [۱۸]. مجتمع سیچان با تعداد ۱۳ روستا و با جمعیتی معادل ۱۷۹۸ نفر در افق طرح در ۳۰ کیلومتری بیرجند واقع شده است. این مجتمع به میزان حدود ۸ لیتر در ثانیه آب برای تامین آب شرب و بهداشتی نیاز دارد. با توجه به اینکه تنها منبع آب مجتمع چاه قطارگزر می باشد که از کیفیت لازم برای شرب برخوردار نیست. لذا برای تامین آب، چهار گزینه مورد بررسی قرار گرفت. ۱- انتقال آب بهداشتی از چاه قطارگزر به روستاهای مجتمع و انتقال آب شرب بعد از تصفیه از منبع سیچان. ۲- انتقال آب بهداشتی از چاه قطارگزر به روستاهای مجتمع و انتقال آب شرب از ساقی. ۳- انتقال آب بهداشتی و شرب از چاه قطارگزر به روستاهای مجتمع. ۴- انتقال آب بهداشتی از چاه قطارگزر به روستاهای مجتمع و انتقال آب شرب با تانکر از نقاط مختلف. با بررسی و مطالعات انجام گرفته از نظر هیدرولیکی و اجرایی و سپس آنالیز گزینه های مختلف از نظر اقتصادی این نتیجه بدست آمد که از نظر اقتصادی در کوتاه مدت بهترین روش گزینه ۲ با اعتباری معادل ۱۰۶۹۶۶۳۸۰۷۹ ریال می باشد. بنابراین با توجه به مقایسه سایر گزینه ها با یکدیگر گزینه ۳ نزدیک به گزینه ۲ با اعتباری معادل ۱۰۹۴۴۸۰۹۷۰۰ ریال است ولی برای تامین آب باید حدود ۱۶ لیتر بر ثانیه آب از چاه برداشت نمود. از طرفی با توجه به اینکه تامین آب در منطقه حائز اهمیت می باشد و تنها منبع آبی چاه قطارگزر است. لذا برداشت آب به مقدار زیاد ممکن است مشکلات جبران ناپذیری در آینده بوجود آورد لذا باید در حفظ و نگهداری آن نهایت دقت انجام گیرد.



۱. مدرس ، حسین ، " ۱۳۷۸ " دو شبکه ای کردن شبکه های توزیع آب شهری " ، پایان نامه ارشد مهندسی صنایع دانشگاه

صنعتی شریف ، تحت سرپرستی دکتر کیانفر ، صفحه ۱۵۰

2. Tang S, Drek P, Damie C. Engineering and cost of dual water supply systems: IWA; .2007
3. Ghaneian M, Ehrampoosh H, Ghanizade G, Amrollahi M. survey of potential of corrosion and sedimentation in dual water system of Kharaniq, Yazd. Toloee Behdasht ,Researching Quarterly of Health Faculty of Yazd. 2008; .3,4
4. Hambly A, Henderson R, Baker A, Stuetz R, Khan S. Fluorescence monitoring for cross-connection detection in water reuse systems: Australian case studies. 2010
5. sarbandifarahani m. AN EXPERIENCE OF CREATING A DUAL WATER DISTRIBUTION NETWORK IN THE CITY OF QOM. .2013
6. Goudarzi Y, jabalameli F. The impact of targeted subsidies on urban water demand in Qom. Economic Modeling. 2013; .19-2.101
7. Green M. Unbolting the Issues with Bottled Water. .2008
8. sarbandifarahani m. AN EXPERIENCE OF CREATING A DUAL WATER DISTRIBUTION NETWORK IN THE CITY OF QOM. .2013
9. Guart A, Calabuig I, Lacorte S, Borrell A. Continental bottled water assessment by stir bar sorptive extraction followed by gas chromatography-tandem mass spectrometry (SBSE-GC-MS/MS). Environmental Science and Pollution Research. 2014;21(4): .55-2846
10. Miranzadeh M, Hassanzadeh M, Dehqan S. Determination of total dissolved solid (TDS), nitrate and fluoride in 18 brands of Iranian bottled waters. International Journal of Physical Sciences. 2011;6(22): .32-5128
11. Samadi M, Rahmani A, Sedehi M, Sonboli N. Evaluation of chemical quality in 13 brands of Iranian bottled drinking waters. Journal of research in health sciences. 2009;9(2): .25-31
12. Gleick PH, Cooley HS. Energy implications of bottled water. Environmental Research Letters. 2009; .014009©1)4
13. Johnstone N, Serret Y. Determinants of bottled and purified water consumption: results based on an OECD survey. Water Policy. 2012;14(4): .79-668
14. R. Chee, D. S. Kang, K. Lansey, C. Y. Choi, editors. Design of Dual Water Supply Systems .World Environmental and Water Resources Congress 2009: Great Rivers; .2009
15. Akbarpoor A, Azizi M, Zavvar H, editors. investigate the use of dual water systems in rural communities (Case Study: Integrated Rural Sichan , South Khorasan province). Third National Conference of Water and Wastewater 2010; Tehran.
16. Chee R, Kang D, Lansey K, Choi C, editors. Design of dual water supply systems. World Environmental and Water Resources Congress 2009@ sGreat Rivers; 2009: ASCE.
17. sarbandifarahani m. AN EXPERIENCE OF CREATING A DUAL WATER DISTRIBUTION NETWORK IN THE CITY OF QOM. .2013

۱۸. ابوالفضل اکبرپور ، محسن عزیزی ، سید حسن زوار، بررسی استفاده از سیستم های دوگانه آب در مجامع روستایی، سومین

همایش ملی آب و فاضلاب با رویکرد اصلاح الگوی مصرف ، تهران، اسفندماه ۱۳۸۸