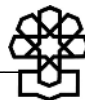


# شبکه‌های دوگانه توزیع آب

## به نام خدا

### فهرست مطالب

|         |  |
|---------|--|
| ۱.....  | چکیده  |
| ۲.....  | مقدمه  |
| ۳.....  | ۱. انواع شبکه‌های دوگانه توزیع آب                                  |
| ۵.....  | ۲. تاریخچه شبکه‌های توزیع آب                                       |
| ۷.....  | ۳. علل به‌کارگیری شبکه‌های دوگانه توزیع آب                         |
| ۱۰..... | ۴. مزایا و معایب به‌کارگیری شبکه‌های دوگانه توزیع آب               |
| ۱۲..... | ۵. کاربردهای آب غیر آشامیدنی در شبکه‌های دوگانه توزیع آب           |
| ۱۳..... | ۶. ملاحظات بهداشتی در شبکه‌های دوگانه توزیع آب                     |
| ۱۴..... | ۷. بررسی اقتصادی شبکه‌های معمولی و دوگانه توزیع آب                 |
| ۱۸..... | ۸. دلایل توجیهی استفاده از شبکه‌های دوگانه توزیع آب در مصارف مختلف |
| ۲۰..... | ۹. نکات مورد توجه در شبکه‌های توزیع دوگانه آب                      |
| ۲۳..... | ۱۰. بررسی امکان‌سنجی دوگانه کردن شبکه‌های توزیع آب در ایران        |
| ۳۰..... | نتیجه‌گیری و پیشنهادات   |
| ۳۳..... | منابع و مآخذ   |



## شبکه‌های دوگانه توزیع آب

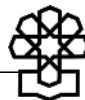
### چکیده

امروزه 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 و از جمله ایران را با بحران کم آبی مواجه ساخته است. بنابراین اتخاذ تمهیداتی جهت استفاده بهینه از منابع آب ضروری به نظر می‌رسد. در ایران مقدار مصرف سرانه آب لوله‌کشی آشامیدنی از بسیاری از کشورهای دیگر بیشتر است و استفاده از آب آشامیدنی تصفیه شده برای مصارف غیرشرب هزینه‌های زیادی را بر این بخش تحمیل می‌کند. 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 محدودیت منابع آب سالم و قابل شرب، هدررفت و تلفات 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 می‌باشد. اما با توجه به بالا بودن هزینه‌های اصلاح و کاهش هدررفت شبکه‌های توزیع آب، خطرات ناشی از استفاده از آب غیرشرب به جای آب شرب و مسائل فرهنگی و اجتماعی استفاده از شبکه‌های دوگانه توزیع آب نیاز به بررسی جامع با توجه به

تمامی فاکتورهای دخیل در این مسئله دارد و هرگونه تصمیم‌گیری جهت احداث شبکه‌های دوگانه چه به صورت نصب شیرهای برداشت آب شرب و چه به صورت توزیع بطری‌های آب آشامیدنی لازم است که این طرح‌ها ابتدا به صورت محدود و آزمایشی اجرا شوند تا نقاط قوت و ضعف آنها و همچنین ابعاد اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی آنها مورد بررسی دقیق قرار گیرد.

## مقدمه

مقدار مصرف سرانه آب لوله‌کشی آشامیدنی در شهرهای ایران از بسیاری از شهرهای جهان بیشتر است. از دلایل مهم بالا بودن مصرف سرانه آب لوله‌کشی در ایران، استفاده از آب آشامیدنی تصفیه شده برای سایر مصارف از جمله شستشوی لباس، ظرف، اتومبیل، استحمام و آبیاری باغچه‌ها می‌باشد. در برخی از شهرهای جهان آب آشامیدنی از آبی که به سایر مصارف می‌رسد، جداست. جدا کردن آب شرب از آبی که صرف موارد بهداشتی می‌شود به دو صورت امکانپذیر است: یا باید سیستم شبکه دوگانه توزیع آب داشت و یا آب شرب را به صورت بسته‌بندی ارائه کرد. معمولاً آب بسته‌بندی برای مناطقی که از منابع آب غیرآشامیدنی برخوردارند، استفاده می‌شود. در بسیاری از مناطق به دلیل بهره‌برداری بیش از حد از منابع آب زیرزمینی، حیات این منابع به شدت در خطر افتاده است. انتقال آب از یک منطقه به منطقه دیگر نیز علاوه بر هزینه‌های انتقال و چالش‌های زیست‌محیطی، ممکن است موجب درگیری‌های منطقه‌ای شود. بنابراین استفاده از تمامی منابع آب از جمله منابع آب بی‌کیفیت باید مورد توجه



قرار گیرد. از طرفی دیگر زمانی که تقاضای مصرف آب افزایش یابد، امکانات موجود شبکه‌های توزیع آب دیگر جوابگو نخواهد بود و نیاز به توسعه شبکه و تجهیزات آبرسانی پدید می‌آید. در شهرهای مختلف بسته به شرایط آن می‌توان از شبکه‌های دوگانه توزیع آب استفاده کرد، البته اجرای این سیستم احتیاج به مطالعات اقتصادی و فنی دارد و نسبت به شبکه‌های معمولی توزیع آب دارای مزایا و معایبی است که این امر در بخش‌های بعد مورد بررسی بیشتری قرار می‌گیرد.

### ۱. انواع شبکه‌های دوگانه توزیع آب

شبکه‌های دوگانه توزیع آب را می‌توان از منظر روش اجرا و از منظر هدف تقسیم‌بندی نمود. از منظر روش اجرا می‌توان این نوع شبکه‌ها را به سه نوع زیر تقسیم نمود:

#### ۱-۱. شبکه دوگانه با محدودیت شبکه غیرآشامیدنی

در این سیستم آب آشامیدنی در کل مناطق توزیع شده و شبکه آب غیرآشامیدنی در برخی مناطق ایجاد می‌شود.

#### ۱-۲. شبکه دوگانه با محدودیت شبکه آب آشامیدنی

در این روش کیفیت آب شبکه اصلی در حد استانداردهای آب غیرآشامیدنی است. در محل ورودی مجتمع‌های مسکونی متراکم تأسیسات تصفیه آب احداث می‌شود و

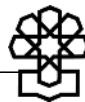
بخشی از آب که برای مصارف آشامیدن و پخت‌وپز است، به‌طور کامل در حد استانداردهای آب آشامیدنی تصفیه شده و در شبکه جداگانه‌ای توزیع می‌شود (تصفیه آب در محل مصرف).

### ۳-۱. شبکه دوگانه کامل

در این سیستم هر دو شبکه آب آشامیدنی و آب غیرآشامیدنی کل مناطق را دربر می‌گیرند. از منظر هدف نیز می‌توان دو نوع شبکه زیر را متصور شد:

۱. استفاده مجدد از فاضلاب: در این نوع سیستم ضمن حفظ منابع آب مرغوب، مسئله استفاده مجدد از فاضلاب و منابع باکیفیت پایین که بدون استفاده هستند، مطرح می‌شود. بنابراین در این روش شبکه اولیه، آب آشامیدنی را توزیع کرده و شبکه دوم که بعداً احداث می‌شود آب‌های با کیفیت پایین یا پساب تصفیه‌خانه‌های فاضلاب را برای مصارف غیرآشامیدنی توزیع می‌کند.

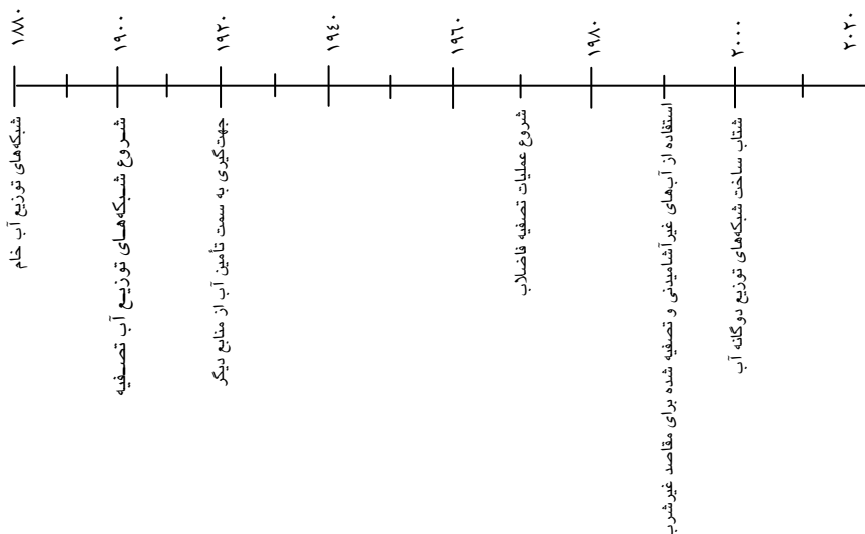
۲. تأمین استانداردهای کیفی آب آشامیدنی: انگیزه اصلی در این نوع تأمین استانداردهای کیفی آب آشامیدنی اجتماعات است که مشکل بسیاری از شهرهای کشور می‌باشد.



## ۲. تاریخچه شبکه‌های توزیع آب

شکل ۱ سیر زمانی تکامل شبکه‌های توزیع آب را نشان می‌دهد.

شکل ۱. سیر زمانی تکامل شبکه‌های توزیع آب



قبل از شروع تصفیه آب در دهه ۱۸۸۰ تمام شبکه‌های توزیع آب به صورت تصفیه نشده (آب خام) بودند. با شروع تصفیه، شبکه‌های توزیع آب شرب همراه با توسعه شهرنشینی گسترش یافت. در خلال سال‌های ۱۹۲۰ تا ۱۹۷۰ روند استفاده از پساب‌ها و فاضلاب‌های تصفیه شده به عنوان منبع دیگر تأمین آب رواج یافت و از سال ۱۹۷۰ به بعد این امر با شتاب بیشتری ادامه یافت تا اینکه در سال ۲۰۰۰ تلاش‌های جوامع برای

احداث و استفاده از شبکه‌های دوگانه توزیع آب گسترش یافت. در ادامه به بیان چند تجربه مرتبط با شبکه‌های دوگانه توزیع آب پرداخته می‌شود:

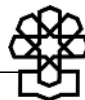
- در برخی از کشورهای اروپایی نظیر آلمان و انگلستان موارد متعددی از شبکه‌های دوگانه توزیع آب وجود دارد.

- در شهر لس‌آنجلس مطالعات احداث شبکه‌های دوگانه توزیع آب آشامیدنی و غیرآشامیدنی انجام گرفته و براساس این برنامه تا سال ۲۰۱۰ مناطق وسیعی از این شهر زیر پوشش این نوع شبکه‌ها قرار گرفته است.

- در کشورهای خاورمیانه نظیر اردن، سوریه و مصر نیز استفاده از پساب تصفیه شده در شبکه آب غیرآشامیدنی مطرح شده است.

- در کشور کویت نیز دو شبکه توزیع آب، یک شبکه برای آب شیرین و مصارف شرب و شبکه دیگر برای مصارف غیرشرب از آب دریا وجود دارد.

- در کشور ایران استفاده از آب تصفیه نشده یا آب با کیفیت پایین برای مصارف غیرآشامیدنی در برخی از شهرها مرسوم بوده و امروز نیز به‌کار گرفته می‌شود 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 تأمین شده است و در ایام گذشته که هنوز شبکه توزیع آب در شهرها احداث نگردیده بود، در منازل دو مخزن آب وجود داشت. یکی مختص آب آشامیدنی که معمولاً سربسته بود و در ساختمان آن دقت زیادی به‌عمل می‌آمد و برداشت از آن توسط شیر صورت می‌گرفت و دیگری حوض یا استخری که برای مصارف



شستشو، آبیاری و یا آبتنی مورد استفاده واقع می‌شود و آب آن نسبت به آب موجود در مخزن و یا آب انبار از کیفیت پایین‌تری برخوردار بود.

- در گذشته در زاهدان آب مناسب برای شرب توسط شبکه‌ای مستقل و با نصب شیر برداشت عمومی در نقاط مختلف شهر تأمین شده بود و شبکه توزیع اصلی شهر عموماً مصارف غیرشرب را در مناطق کوهستانی و تجاری توزیع می‌نمود.

از جمله شهرهایی که سابقه اجرای شبکه‌های دوگانه توزیع آب در آنها وجود داشته است می‌توان به شهرهای کاشان و بجستان اشاره کرد.

### ۳. علل به‌کارگیری شبکه‌های دوگانه توزیع آب

علل به‌کارگیری این نوع شبکه‌ها را می‌توان در موارد زیر بررسی نمود:

#### ۳-۱. محدودیت منابع آب

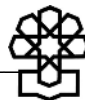
مطالعات هیدرولوژیکی نشان داده است که استحصال زیاد آب از سفره‌های آب زیرزمینی منجر به افت سطح سفره، افزایش هزینه‌های پمپاژ، تنزل کیفیت آب و فرونشست زمین در منطقه می‌شود. محدودیت منابع آب وضعیتی ایجاد کرده است که آب‌های بازیافتی و سیستم‌های دوگانه مورد توجه قرار گیرد.

## ۲-۳. محدودیت تأمین آب

وقتی که برداشت آب از منابع در دسترس افزایش یابد و برای این امر ایجاد تأسیسات اضافی نیز لازم باشد به تدریج ضرورت به‌کارگیری یک سیستم آب غیرآشامیدنی آشکار می‌شود. مصرف‌کنندگان آب در صنایع تجاری یا خانگی ممکن است با پساب تصفیه‌خانه‌های فاضلاب یا آب‌های با کیفیت پایین نیاز خود را برطرف نمایند به‌ویژه در مناطقی که هزینه‌های تأمین آب کمتر از هزینه توسعه منابع جدید باکیفیت بالا باشد.

## ۳-۳. منابع آلوده آب

در گذشته بسیاری از مهندسان صنعت آب معتقد بودند که تقریباً تمامی آب منابع آلوده را می‌توانند به‌وسیله تصفیه‌های متداول که شامل انعقاد، صاف کردن و گندزدایی است، برای مصارف آشامیدن به مصرف‌کنندگان برسانند اگرچه انقلاب علم شیمی پس از جنگ جهانی دوم منجر به تولید هزاران محصول شیمی آلی شد که اکنون در محیط پراکنده شده و تجزیه نمی‌گردند، اما تعداد آلاینده‌های آب از سال ۱۹۵۲ تاکنون از ۴ مورد به حدود ۱۵۰ مورد رسیده است. هزینه‌های تصفیه آب برای رسیدن به استاندارد آب آشامیدنی در آینده به مراتب بیشتر از امروز خواهد بود. منابع آلوده ممکن است برای مصارف آشامیدن مناسب نباشند، اما برای یک یا چند مصرف غیرآشامیدنی بسیار مناسب خواهند بود و این امر در گرو ایجاد شبکه‌های دوتایی است.



#### ۴-۳. مشکلات تصفیه آب

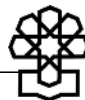
به منظور نگهداری و حفاظت آب‌های مطلوب، در برخی موارد لازم است که فاضلاب‌ها تا حد زیادی تصفیه شوند و این کار مستلزم صرف هزینه‌های زیادی است. در بسیاری موارد لازم است که مواد مغذی (فسفر و ازت) حذف شوند. اگر پساب این تصفیه‌خانه‌ها در صنایع آبیاری شهری استفاده شود مراحل تصفیه پیشرفته فاضلاب شامل حذف مواد مغذی ضروری نیست و چه بسا ممکن است باعث تنزل کیفیت آن شود. نگهداری و بهره‌وری از تأسیسات تصفیه پیشرفته فاضلاب معمولاً هزینه‌های بیشتری دارد تا تصفیه آن برای استفاده مجدد در مصارف غیرآشامیدن. اگر فاضلاب شهری به‌درستی تصفیه شود برای انتقال آن به محل مصرف لازم است شبکه مستقل احداث شود.

#### ۵-۳. منابع آب غیرآشامیدنی

در بسیاری از جوامع منابع آب غیرآشامیدنی، پساب تصفیه‌خانه‌های فاضلاب همان جوامع است. برای این کار تکنولوژی موجود باید در حدی باشد که کیفیت مورد نیاز آب به‌خوبی تأمین شود. سایر منابع برای مصارف غیرآشامیدن شامل آب‌های سطحی و زیرزمینی شور و معدنی مانند آب دریا، پساب برخی صنایع، آب‌های سطحی، آب‌های طبیعی آلوده و آب‌های برگشتی از آبیاری می‌باشد.

#### ۴. مزایا و معایب به‌کارگیری شبکه‌های دوگانه توزیع آب

- ۴-۱. مزایای به‌کارگیری شبکه‌های دوگانه توزیع آب را می‌توان به‌صورت زیر بیان کرد:
- ۴-۱-۱. در شبکه مستقل تأمین استانداردهای بین‌المللی آب آشامیدنی ساده‌تر و کم‌هزینه‌تر صورت می‌گیرد.
- ۴-۱-۲. منابع مرغوب آب به‌خوبی حفاظت می‌شوند.
- ۴-۱-۳. در شبکه‌های مستقل تصفیه کامل آب لزوماً برای ۵ تا ۱۵ درصد کل نیاز آبی ضرورت پیدا می‌کند.
- ۴-۱-۴. هزینه‌های مربوط به احداث تصفیه‌خانه‌ها به‌دلیل کم شدن ابعاد و احجام ماشین‌آلات و ابنیه به میزان تقریبی ۷۰ درصد کاهش می‌یابد.
- ۴-۱-۵. از منابع متعدد آب می‌توان سیستم‌های دوگانه‌ای برای مصارف خنک‌کننده‌های نیروگاه‌ها، آبیاری فضای سبز شهرها، شستشو و کنترل آلودگی هوای ناشی از سوزاندن زباله‌ها و یا فرآیندهای صنعتی احداث نمود.
- ۴-۱-۶. در محل تصفیه‌خانه‌های فاضلاب بسته به مصرف آب مانند آب کلریناتورها، آبیاری سایت، وسایل کنترل بو، شستشوی واحدهای تصفیه و آتش‌نشانی، پساب تصفیه شده را می‌توان در خطوط جداگانه توزیع نمود.
- ۴-۱-۷. تغییرات فصلی در مصرف آب شرب تأثیر چندانی نداشته و تصفیه‌خانه‌ها به‌طور ثابت کار می‌کنند.
- ۴-۱-۸. خطوط لوله قدیمی و متروکه را بعد از آزمایش‌های لازم و اطمینان از



کارایی می‌توان به‌عنوان بخشی از شبکه دوگانه به‌کار گرفت.

۹-۱-۴. یکی از راه‌های آلودگی آب شرب در شهرها نفوذ آلودگی از طریق مواد بهداشتی به داخل لوله‌های آبرسانی است. در شبکه مستقل به‌دلیل عدم ارتباط مستقیم و غیرمستقیم مواد بهداشتی با سیستم لوله‌کشی آب شرب این خطر از بین می‌رود.

۱۰-۱-۴. پساب‌های تصفیه شده که مناسب برای استانداردهای آشامیدن نیست، می‌تواند توسط شبکه مجزا مورد استفاده کشاورزی یا صنعتی قرار گیرد.

۱۱-۱-۴. به‌دلیل جاری بودن آب با کیفیت بالا و به دور از هرگونه آلودگی میکروبی و شیمیایی در شبکه آب آشامیدنی، هزینه‌های درمان بیماری‌های ناشی از مصرف آب آلوده (انواع سرطان‌های ناشی از آلودگی آب، بیماری‌های گوارشی، بیماری‌های سنگ کلیه و مثانه و ...) تقلیل یافته و این امر سرمایه‌گذاری‌های احداث شبکه مستقل آب آشامیدنی را توجیه می‌نماید.

۱۲-۱-۴. در صورت احداث شبکه مستقل آب آشامیدنی امکان استفاده از آب با کیفیت پایین‌تر از منابع سهل‌الوصول در شبکه غیرآشامیدنی فراهم می‌گردد. در نتیجه احداث شبکه مستقل آب آشامیدنی را می‌توان به‌عنوان گامی در جهت تأمین آب مصرفی شهرها تلقی نمود. به‌دلیل پایین بودن حجم آب آشامیدنی، تأمین آن از منابع با کیفیت بالا یا از طریق انجام عملیات تصفیه پیشرفته نیز عملی خواهد بود.

۲-۴. معایب اصلی این شبکه‌ها نیز به‌صورت زیر قابل بیان است:

۱-۲-۴. شبکه‌های دوگانه توزیع آب نسبت به شبکه واحد، به‌صورت چشمگیری

هزینه‌های بیشتری را برای احداث در پی دارد.

۲-۲-۴. از آنجایی که آب غیرآشامیدنی نیز در شبکه‌های دوگانه توزیع آب در کنار شبکه آب آشامیدنی وجود دارد، احتمال برقراری ارتباط به صورت عمدی یا تصادفی بین این دو شبکه وجود داشته و این امر سلامت و ایمنی شبکه آب آشامیدنی را تهدید می‌کند.

۳-۲-۴. احتمال استفاده از آب موجود در شبکه آب غیرآشامیدنی به عنوان آب شرب، سلامت مصرف‌کنندگان را تهدید می‌کند.

۴-۲-۴. استفاده از آب تصفیه نشده یا پسابی که به صورت جزئی تصفیه شده در شبکه آب غیرآشامیدنی برای آبیاری درختان میوه و سبزیجات در شهرها و منازل می‌تواند تهدیدی برای سلامت انسان‌ها باشد.

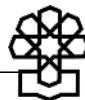
۵-۲-۴. در جاهایی که از آب دریا و یا آب‌های شور و با املاح بالا در شبکه آب غیرآشامیدنی استفاده می‌شود، امکان رسوبگذاری و خوردگی در لوله‌ها بالا می‌رود.

### ۵. کاربردهای آب غیرآشامیدنی در شبکه‌های دوگانه توزیع آب

کاربردهای آب غیرآشامیدنی در شبکه‌های دوگانه توزیع آب را می‌توان به شرح زیر خلاصه نمود:

#### ۵-۱. مصارف عمومی

آبیاری پارک، پر کردن استخرهای تزئینی، آبیاری فضای سبز شهرها، شستن



خیابان‌ها، مصارف تفریحی مانند آبیاری زمین‌های ورزشی، گورستان‌ها و گلخانه‌های بزرگ، آتش‌نشانی و سرویس‌های بهداشتی عمومی.

## ۲-۵. مصارف صنعتی و تجاری

برج‌های خنک‌کننده، دیگ‌های بخار، تهویه مطبوع فرآیندهای صنعتی، آبیاری مزارع، ساختمان‌سازی شامل تهیه بتن و فشردن خاک و کنترل گردوغبار و شستشوی اتومبیل‌ها.

## ۳-۵. مصارف خانگی

آبیاری چمن و فضای سبز منازل، شستشوی البسه، حمام و سرویس‌های بهداشتی.

## ۴-۵. تغذیه مصنوعی

از مصارف دیگر آب غیرآشامیدنی می‌توان به تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی اشاره نمود.

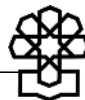
## ۶. ملاحظات بهداشتی در شبکه‌های دوگانه توزیع آب

حفظ بهداشت همگانی در طرح شبکه دوگانه بسیار اهمیت دارد. بدیهی است آب توزیع شده در شبکه آب آشامیدنی باید با معیارهای کیفی استاندارد مطابقت داشته باشد و با توجه به حجم کم آن (در مقایسه با کل نیازهای آب شهری) استفاده از سیستم‌های

تصفیه پیشرفته، جهت حذف هرگونه آلاینده از آن می‌تواند توجیه داشته باشد. به‌کارگیری روش‌های نمک‌زدایی از آب‌های شور و لب‌شور و تصفیه آب با استفاده از روش‌های پیشرفته مانند روش‌های چندمرحله‌ای، روش تراکم بخار، روش اسمز معکوس، روش جذب سطحی و روش کربن فعال منجر به تولید آب آشامیدنی با کیفیت بسیار مطلوب خواهد گردید. در سیستم آب غیرآشامیدنی نیز قوانین محلی که متضمن بهداشت عمومی است باید رعایت شود. در مناطقی که طرح‌های دو شبکه‌ای اجرا شده است آب غیرآشامیدنی با کیفیتی در حد آب مراکز تفریحی و استخرهای شنا توزیع می‌گردد. به‌منظور اجرای دقیق موازین بهداشتی، لازم است از اتصالات نامناسب و همچنین استفاده نامناسب از آب غیرآشامیدنی جلوگیری شده و از هر دو شبکه به طرز صحیح بهره‌برداری شود.

#### ۷. بررسی اقتصادی شبکه‌های معمولی و دوگانه توزیع آب

با توجه به اینکه هزینه‌های سیستم آبرسانی شامل مجموعه‌ای از واحدهای آبیگر، پمپاژ، خط انتقال، تأسیسات تصفیه آب و مخازن آب خام و تصفیه شده می‌باشد و عملاً با توجه به اینکه کیفیت منبع آب خام در فرآیند تصفیه و واحدهای تصفیه‌خانه تأثیر زیادی دارد، هزینه‌های سرمایه‌گذاری برای منابع آب سطحی و یا منابع آب زیرزمینی از یک طرح به طرح دیگر می‌تواند تفاوت بسیار زیادی داشته باشد. در ضمن با توجه به اینکه نسبت آب شرب به کل آب مصرفی در چه حد باشد، هزینه تأمین آب اعم از انتقال، تصفیه و ... می‌تواند بعضاً مقرون به صرفه بوده و یا



غیرقابل قبول قلمداد گردد. از طرفی دیگر علیرغم بالاتر بودن هزینه‌های احداث و ساخت شبکه دوگانه نسبت به شبکه معمولی، بررسی کلی اقتصادی بودن شبکه دوگانه نسبت به شبکه معمولی باید در درازمدت صورت گیرد زیرا هزینه‌های تصفیه آب که در شبکه‌های دوگانه نسبت به معمولی کمتر است در درازمدت خود را نشان می‌دهد. برای درک بهتر موضوع، مقایسه هزینه‌های شبکه دوگانه و معمولی در درازمدت به صورت تقریبی برای اجزای مختلف آن در جدول ۱ نشان داده شده است. البته لازم به ذکر است که تحلیل دقیق اقتصادی این موضوع نیازمند بررسی‌های دقیق‌تر با در نظر گرفتن تمام پارامترهای تأثیرگذار می‌باشد.

#### جدول ۱. مقایسه اقتصادی شبکه‌های دوگانه و معمولی برای یک حالت فرضی

(ارقام برحسب واحد هزینه)

| ردیف | عنوان                 | شبکه دوگانه | شبکه معمولی |
|------|-----------------------|-------------|-------------|
| ۱    | تأمین، انتقال و توزیع | ۱۹          | ۱۱          |
| ۲    | احداث تصفیه‌خانه      | ۱           | ۷           |
| ۳    | تصفیه آب شرب          | ۲           | ۱۶          |
| ۴    | گندزدایی آب بهداشتی   | ۱           | ۰           |
| ۵    | جمع                   | ۲۳          | ۳۴          |

همان‌طور که جدول فوق نشان می‌دهد اگرچه هزینه احداث شبکه دوگانه شامل تأمین، انتقال و توزیع نسبت به شبکه معمولی بیشتر است ولی هزینه احداث تصفیه‌خانه در شبکه معمولی به دلیل بالاتر بودن ظرفیت آن و همچنین هزینه تصفیه آب شرب در درازمدت در این شبکه به‌طور چشمگیری کمتر می‌باشد که این امر

بیانگر این است که در مناطقی که امکان دسترسی آسان و ارزان به آب مورد نیاز شرب و بهداشتی وجود ندارد از نظر اقتصادی به صلاح است از شبکه دوگانه استفاده شود. در این راستا، مطالعاتی بر روی دو منبع آب سطحی و زیرزمینی به‌طور جداگانه با هدف تأمین آب شرب و آب غیرشرب و تصفیه ضروری مناسب هر بخش انجام شده است. نمودارهای ۲ و ۳ نتایج این مطالعه را نشان می‌دهند.

جمعیت: ۱۰۰,۰۰۰ نفر

#### شبکه معمولی

منبع آب: رودخانه حفاظت نشده

تصفیه: انعقاد + ته‌نشینی + صاف کردن + کربن فعال + گندزدایی

#### شبکه دوگانه

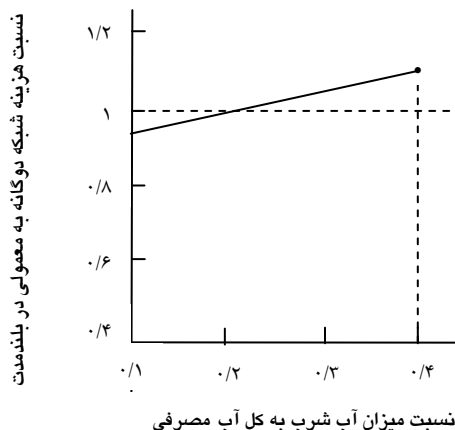
منبع آب آشامیدنی: رودخانه حفاظت نشده

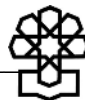
تصفیه: انعقاد + ته‌نشینی + صاف کردن + کربن فعال + گندزدایی

منبع آب غیرآشامیدنی: همان منبع

تصفیه: انعقاد + ته‌نشینی + صاف کردن + کلرزنی

شکل ۲. مقایسه هزینه‌ها در شبکه دوگانه و معمولی (منبع تأمین آب یکسان)





جمعیت: ۱۰۰,۰۰۰ نفر

### شبکه معمولی

منبع آب: رودخانه حفاظت نشده

تصفیه: انعقاد + ته‌نشینی + صاف کردن + کربن فعال + گندزدایی

### شبکه دوگانه

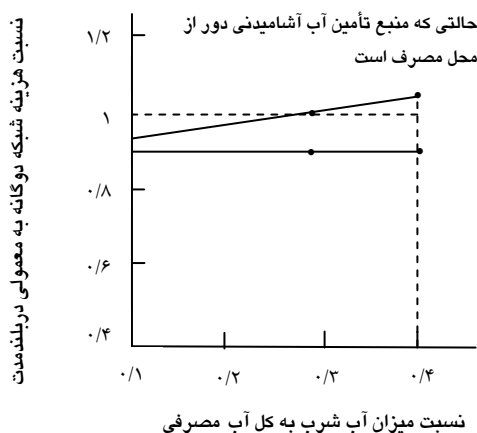
منبع آب آشامیدنی: آب زیرزمینی حفاظت نشده

تصفیه: گندزدایی

منبع آب غیرآشامیدنی: رودخانه حفاظت نشده

تصفیه: انعقاد + ته‌نشینی + صاف کردن + گندزدایی

شکل ۳. مقایسه هزینه‌ها در شبکه دوگانه و معمولی (منبع تأمین آب متفاوت)



با توجه به نمودارهای ۳ و ۴ موارد زیر در مورد مقایسه اقتصادی شبکه‌های

دوگانه و معمولی قابل احصا می‌باشد:

- در حالتی که منبع تأمین آب آشامیدنی و غیرآشامیدنی در شبکه دوگانه یکسان

می‌باشد، اگر نسبت میزان آب شرب به کل آب مصرفی از حد معینی (حدود ۲۰ درصد) فراتر رود، ممکن است احداث شبکه دوگانه نسبت به معمولی مقرون به صرفه نباشد.

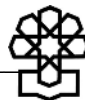
- در حالتی که منبع تأمین آب آشامیدنی و غیرآشامیدنی متفاوت بوده و منبع آب آشامیدنی با کیفیت بالا (و میزان محدود) در دسترس باشد، معمولاً احداث شبکه دوگانه نسبت به معمولی مقرون به صرفه است.

- در شبکه دوگانه اگر یکی از منابع تأمین آب (معمولاً آب آشامیدنی) از محل مصرف دور باشد، با افزایش نسبت میزان آب شرب به کل آب مصرفی تا حد معینی (حدود ۲۵ درصد) احداث شبکه توزیع دوگانه مقرون به صرفه نخواهد بود.

با توجه به موارد گفته شده فوق بررسی امکانپذیری احداث شبکه دوگانه توزیع آب نیازمند تحلیل‌های اقتصادی دقیق شامل هزینه‌های ساخت شبکه و هزینه‌های درازمدت آن با توجه به نوع و فاصله منابع تأمین آب و کیفیت آنها می‌باشد.

#### ۸. دلایل توجیهی استفاده از شبکه‌های دوگانه توزیع آب در مصارف مختلف

اولین متغیر مهم در شبکه‌های دوگانه نیاز آب غیرآشامیدنی و کیفیت قابل قبول هر یک از مصارف آب است. در اصلی‌ترین مرحله، طراحی ممکن است یک یا چند هدف زیر دنبال شود:



## ۸-۱. آبیاری

سیمای کلی طرح شامل یک یا دو سیستم آبیاری است که برای استفاده از آب بازیافتی تصفیه‌خانه فاضلاب احداث شده و در شبکه جداگانه توزیع می‌گردد. استفاده از آب بازیافتی برای آبیاری باعث حفظ منابع آب‌های تمیز می‌شود، تصفیه‌خانه‌های آب، آب کمتری تصفیه کرده و حجم پساب تخلیه شده از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب به بیرون کاهش می‌یابد. از طرف دیگر کسانی که از آب بازیافتی استفاده می‌کنند به‌علت وجود مواد مغذی ارزشمند در آن از این مسئله سود می‌برند، البته لازم به‌ذکر است که استانداردها و معیارهای تصفیه پساب برای منظوره‌های آبیاری گیاهان باید رعایت شود.

## ۸-۲. صنعت

در بسیاری از شهرها، بخش بزرگی از نیاز آبی شهری ممکن است به‌وسیله صنایع مختلف به مصرف برسد. خنک‌کننده‌های آبی و آب‌های فرآیند و دیگ بخار ممکن است از آب بازیافتی یا از آب تصفیه شده در یک سیستم دوگانه استفاده کنند.

## ۸-۳. مصارف شهری و خانگی

هنگامی که نرخ رشد جمعیت بیش از نرخ توسعه منابع آب در دسترس باشد، شبکه‌های دوگانه می‌توانند به‌عنوان گزینه‌ای مناسب مطرح گردند. همچنین این طرح به برنامه‌های حفاظت منابع آب کمک می‌کند. از طرفی هزینه‌های رو به افزایش تصفیه آب و فاضلاب برای رسیدن به استانداردهای جدید نیز به‌کارگیری این روش را ضروری می‌نماید.

## ۹. نکات مورد توجه در شبکه‌های توزیع دوگانه آب

### ۹-۱. منابع آب

منابع تأمین آب غیرآشامیدنی شامل فاضلاب تصفیه شده (آب بازیافتی)، آب‌های خام تصفیه نشده یا دارای تصفیه مقدماتی در دسترس و آب‌های غیرقابل شرب سطحی و زیرزمینی است که در ذیل توضیحات مربوط به هرکدام ارائه می‌گردد:

#### ۹-۱-۱. آب بازیافتی

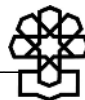
فاضلاب شهری معمولاً مقدار زیادی مواد مغذی دارد که این مقدار معمولاً در حدود ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد و از نظر ارتفاع در کمترین ارتفاع سیستم جمع‌آوری فاضلاب قرار دارد.

#### ۹-۱-۲. آب‌های خام کم تصفیه یا بدون تصفیه

منابع آب خام که می‌تواند برای آشامیدن مورد استفاده قرار گیرند معمولاً دارای مقادیری از مواد آلی، فلزات سنگین و یا مواد محلول است. تصفیه این آب‌ها به‌منظور آشامیدن نسبتاً گران تمام می‌شود. بنابراین می‌توان از آن به‌عنوان آب غیرآشامیدنی استفاده نمود. این آب‌ها مقادیر کمتری از مواد مغذی و مواد محلول نسبت به پساب فاضلاب دارند.

#### ۹-۱-۳. آب‌های سطحی و زیرزمینی

آب‌های سطحی و زیرزمینی که برای آشامیدن مناسب نیستند ممکن است برای



مصارف غیرآشامیدنی استفاده شوند. میزان مواد مغذی و محلول در آنها متفاوت است. ممکن است تصفیه مقدماتی بر روی این آب‌ها انجام شود یا با دیگر منابع آب غیرآشامیدنی مانند آب‌های بازیافتی مخلوط شوند.

### ۲-۹. تصفیه آب

مهمترین عوامل تعیین‌کننده کیفیت آب مواد آلی قابل تجزیه بیولوژیکی، مواد معلق، مواد مغذی، مواد محلول و میکروارگانیسم‌های بیماری‌زاست. درجه تصفیه آب به نوع آن بستگی دارد. به‌عنوان مثال آبی که برای مصارف تفریحی به‌کار می‌رود و مستقیماً با بدن انسان ارتباط دارد لازم است تمام عوامل ذکر شده بجز مواد محلول از آن حذف گردد. در مورد صنعت نیز آب مورد نیاز برای برج‌های خنک‌کننده باید عاری از مواد محلول و جامد باشد. لازم به‌ذکر است که حذف عوامل بیماری‌زا از آب برای تمام موارد مصرف لازم است.

### ۳-۹. ذخیره‌سازی

مصرف آب آشامیدنی در طول سال و فصول مختلف تقریباً ثابت است و حجم مخازن ذخیره باید براساس تغییر تولید و مصرف آب در طی شبانه‌روز محاسبه گردد، اما نیاز آب غیرآشامیدنی در طول فصول مختلف سال متفاوت است به‌ویژه اینکه حجم زیادی از آن به مصرف آبیاری می‌رسد. بنابراین برقراری تعادل بین تولید و مصرف باید براساس تغییرات فصلی و روزانه صورت گیرد.

**۹-۴. شبکه**

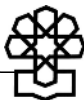
طرح شبکه‌های آب آشامیدنی و غیرآشامیدنی شبیه هم است. جریان آب در شبکه مشخصاً وابسته به میزان ذخیره بهره‌برداری و نحوه نگهداری از آن است. به عبارت دیگر مصرف آب آشامیدنی از نظر زمانی و کمیت نمی‌تواند محدودیتی داشته باشد درحالی که این مسئله را برای آب غیرآشامیدنی می‌توان کنترل کرد. کنترل مصرف آب غیرآشامیدنی حداکثر جریان را در شبکه کاهش داده و باعث کم شدن ذخیره بهره‌برداری می‌شود. مصرف همزمان و زیاد آب مشکلاتی را برای نگهداری فشار مورد نیاز به بار می‌آورد. برقرار کردن تعادل بین مصرف‌کنندگان روز (صنایع، خانگی و تجاری) و مصرف‌کنندگان شب (فضای سبز) باعث اقتصادی‌تر شدن طرح می‌شود و بازده سیستم را افزایش می‌دهد.

**۹-۵. امکانات توسعه بلندمدت**

یک طرح منطقی و معقول برای توسعه آینده شبکه‌های آب آشامیدنی و آب غیرآشامیدنی ضروری است. عوامل مهمی همچون اندازه قطر لوله‌ها و جنس آنها، تأسیسات بزرگ مانند ایستگاه‌های پمپاژ، متعلقات و اتصالات و فشار مورد نیاز باید برای توسعه‌های آتی شبکه در نظر گرفته شود.

**۹-۶. مدیریت**

روش‌های اداره کردن شبکه‌های دوگانه قبل از بهره‌برداری، باید به خوبی تعریف شده



باشد. در یک مدیریت مناسب شناسایی نیاز مصرف‌کنندگان اساس تدوین برنامه‌های خدمات‌رسانی و توسعه شبکه است و اطلاعات لازم باید به صورت مستمر جمع‌آوری گردد. ممکن است در برخی مناطق از این طرح استقبال زیادی نشود، اما در بسیاری از شهرهای کشور اجرای این نوع شبکه‌ها عملی به نظر می‌رسد. هزینه پایین تأمین آب غیرآشامیدنی نسبت به آب آشامیدنی عامل مهمی در پذیرش شبکه‌های دوگانه است. اطمینان از کیفیت آب نیز اهمیت دارد و آموزش و فرهنگ‌سازی در قبول طرح به صورت تدریجی از سوی عامه مردم کمک زیادی خواهد کرد. قبل از اجرای طرح لازم است جزئیات آن به تأیید مقامات مسئول بهداشت برسد. قیمت‌گذاری در مورد حق انشعاب، حق بازدید، کنترل و آب‌بها از دیگر وظایف مدیریت است که باید براساس آیین‌نامه‌های کشوری و مقتضیات محلی صورت پذیرد.

#### ۱۰. بررسی امکان‌سنجی دوگانه کردن شبکه‌های توزیع آب در ایران

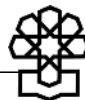
در این بخش دیدگاه‌های موجود در مورد شبکه‌های دوگانه توزیع آب و برخی از نکات حائز اهمیت از منظر اقتصادی متناسب با شرایط شبکه‌های موجود در شهرهای مختلف کشور بیان می‌شود. نکته اصلی در ارتباط با این موضوع به این نکته برمی‌گردد که ضرورت جداسازی آب شرب از آب بهداشتی در شبکه‌های توزیع تا چه حد و تحت چه شرایطی حائز اهمیت است. مهمترین عوامل در گرایش به این رویکرد در کشور ایران می‌تواند کمبود و محدودیت منابع آب سالم و قابل شرب، ضرر و زیان ناشی از اختلاف حجم آب تولیدی و آب به فروش رفته (آب بدون درآمد) و توسعه

پایدار منابع کنونی آب و کاهش هزینه‌های بهره‌برداری در تصفیه‌خانه‌ها باشد. قبل از بررسی دقیق‌تر این موضوع لازم است تا اجزای سرانه مصرف آب در کشور تشریح شود و مشخص شود که از کل آب انتقالی چه میزان برای شرب و چه میزان برای سایر مصارف اختصاص دارد. اجزای مصرف سرانه آب طبق استانداردهای ایران به شرح جدول ۲ است.

جدول ۲. اجزای مصرف سرانه آب طبق استانداردهای ایران

| لیتر در روز  | شرح                       |
|--------------|---------------------------|
| ۷۵ تا ۱۵۰    | سرانه مصرف خانگی          |
| ۲۲/۵ تا ۳/۸  | سرانه مصارف عمومی         |
| ۳۰ تا ۳/۸    | سرانه مصارف تجاری و صنعتی |
| ۳۰/۵ تا ۱۲/۴ | تلفات شبکه                |
| ۲۳۳ تا ۹۵    | جمع کل مصارف آب           |

**مورد اول:** همان‌گونه که ملاحظه می‌شود ۶۴ تا ۷۹ درصد از کل مصرف آب (بجز مصارف بخش کشاورزی) در یک اجتماع مربوط به مصارف خانگی است. ازسوی دیگر طبق استاندارد، تنها ۱۲ تا ۳۰ لیتر در روز آب شرب برای هر فرد مورد نیاز است که این رقم معادل ۱۶ تا ۲۰ درصد مصرف خانگی است. به عبارت دیگر تنها ۱۶ تا ۲۰ درصد از کل آب تولیدی و توزیع شده در شبکه‌های شهری، به مصرف شرب می‌رسد و مابقی مربوط به سایر مصارفی است که با استانداردهای پایین‌تر ولی بهداشتی



(تصفیه فیزیکی)، قابل تأمین است این بدان معناست که ۸۰ تا ۸۴ درصد از آب مصرفی در شبکه آب شهری نیازی به تصفیه تا حد استانداردهای آب شرب ندارد.

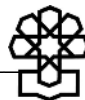
**مورد دوم:** یکی از مشکلات اصلی شبکه‌های توزیع آب شهری، میزان هدررفت و تلفات شبکه است. لازم به ذکر است که دو نوع هدررفت (حقیقی و مجازی) در شبکه‌های توزیع آب وجود دارد. هدررفت حقیقی همان تلفات فیزیکی شامل نشت و سرریز و خرابی خطوط بوده و قبل از رسیدن آب به دست مصرف‌کننده رخ می‌دهد که میزان هدررفت حقیقی یا آب بدون درآمد حدود ۲۰ تا ۳۰ درصد است. در صورتی که هدررفت مجازی شامل اشتباه در اندازه‌گیری و ثبت، آب دزدی و هر نوع عدم ثبت مصرف است. در هدررفت مجازی یک تلفات نامحسوس از بابت عدم دقت مصرف‌کنندگان نیز ایجاد می‌شود که بعضاً با بالا رفتن میزان مصرف آب و افزایش هزینه قبوض همراه است.

مسئولین آب در شهرهای واقع در مناطق گرم و خشک همیشه با دغدغه تأمین آب و جلوگیری از جیره‌بندی آب در این مناطق روبرو هستند، در حالی که اگر تلفات شبکه توزیع کاهش یابد و مدیریت مصرف، سرلوحه کار قرار گیرد، بخشی از نگرانی‌های توزیع آب کاهش خواهد یافت. حال این سؤال مطرح می‌شود که علت عدم تحقق یا کند بودن اجرایی شدن این امر چیست؟ پاسخ این سؤال را باید در پایین بودن استانداردهای طراحی و بهره‌برداری از شبکه‌های توزیع آب، ضعف مدیریت و میزان اعتبارات تخصیص یافته برای بازسازی شبکه‌های توزیع آب جستجو کرد.

**مورد سوم:** مورد سوم مربوط به هزینه‌های بالای نوسازی یا احداث شبکه‌های جدید است. در این راستا لازم است به محاسبات ذیل توجه شود.

طول شبکه‌های توزیع آب در هر هکتار از یک شهر حدود ۱۳۵ متر است. هزینه اجرای هر متر لوله نیمه اصلی شبکه توزیع آب، براساس فهرست بهای سال ۱۳۹۲ نیز حدود ۹۵۰ هزار ریال است، لذا هزینه احداث شبکه جدید یا بازسازی و تعویض لوله‌های فرسوده شبکه‌های موجود در هر هکتار حدود ۱۳۰ میلیون ریال است که با توجه به تراکم متوسط حدود ۷۵ نفر در هکتار، هزینه سرانه این کار حدود ۱/۷ میلیون ریال خواهد بود. با احتساب بعد خانوار ۳/۵ نفری جامعه شهری کشور، هزینه‌های بازسازی و تعویض شبکه توزیع (بدون هزینه‌های تصفیه، انتقال و ذخیره‌سازی) برای هر خانوار یا تقریباً برای هر مشترک، حدود ۶ میلیون ریال برآورد می‌شود. با محاسبه این رقم مشخص می‌شود که هزینه ساخت تنها خطوط نیمه اصلی در یک شهر ۱۰۰۰ هکتاری (۷۵ هزار نفری) بدون لحاظ سایر هزینه‌ها (هزینه‌های تصفیه، انتقال، ذخیره‌سازی و سایر اجزای شبکه) حدوداً ۱۳۰ میلیارد ریال خواهد بود که چنانچه هزینه‌های تصفیه، انتقال و ذخیره‌سازی نیز لحاظ گردد، این رقم در کلان‌شهرها به مراتب بیشتر و شاید هم در مواردی غیر قابل تأمین باشد.

با توجه به موارد ذکر شده فوق می‌توان علل عدم گرایش مسئولین امر و شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور به احداث شبکه‌های جداگانه توزیع آب و جداسازی آب شرب از بهداشتی، مشخص نمود. علل اصلی عدم گرایش به این رویکرد در کشور ایران، به‌طور اجمالی، عواملی به‌شرح زیر است:



- هزینه‌های اصلاح و کاهش هدررفت حقیقی شبکه‌های توزیع آب، بالا بوده و با اضافه شدن یک شبکه دیگر، هدررفت آب بیشتر شده و مشکل مذکور دو چندان خواهد شد. لازم به ذکر است پرت و تلفات آب در شهرهای بزرگ به اندازه کل نیاز آبی چند شهر متوسط است و در حال حاضر امکان تأمین اعتبار کافی برای کاهش آن نیز وجود ندارد،

- در مناطق بحرانی، خشک و کم‌آب و بیابانی، تأمین و تزریق آب شرب با کیفیت بالا از مناطق دوردست، در شبکه‌های فرسوده منطقی نیست،

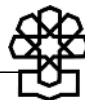
- خطرات بهداشتی استفاده از آب غیرشرب به جای آب شرب در شهرهای با تنش آبی بالا و همچنین مشکلات مربوط به موضوعات فرهنگی و اجتماعی عامل خطرناکی برای سلامت و بهداشت افراد جامعه است.

- تنها حدود ۱۶ تا ۲۰ درصد از نیاز آبی کل یک شهر باید تا حد آشامیدن تصفیه شود که می‌تواند به روش‌های ساده‌تری نظیر شیرهای برداشت آب (ایستگاه‌های تحویل آب شرب) در مناطق مختلف یا آب بسته‌بندی در اختیار مصرف‌کنندگان قرار گیرد و کیفیت آب موجود در شبکه توزیع را فقط در حد استانداردهای بهداشتی معمول نگه داشت.

نکته قابل توجه آن است که آب موجود در شبکه‌های غیرشرب که عموماً به مصارف شستشو، آبیاری و سایر موارد می‌رسد نیز باید تا حد بهداشتی تصفیه شده و حداقل استانداردهای آب بهداشتی را در مورد آن اعمال نمود. لازم به ذکر است که هم اکنون اکثریت قریب به اتفاق شبکه‌های توزیع آب شرب در کشور، تنها تصفیه

فیزیکی شده که این خود حداقل سطح تصفیه آب برای مصارف شرب است و عملاً در کشور ایران با احداث شبکه آب غیرشرب تفاوت چندانی در تصفیه آب در دو شبکه مجزا ایجاد نمی‌شود.

نکته دیگر این است که بحران آب روز به روز در حال تشدید است و لذا بر مدیران این بخش واجب است که از همه تدابیر لازم جهت کاهش مصرف آب، افزایش بهره‌وری، استفاده از بازچرخانی آب، جداسازی آب شرب از بقیه مصارف و افزایش استانداردهای کیفی آب شرب، تصفیه آب‌های نسبتاً شور و بهبود کیفیت آنها جهت مصارف غیرشرب، آموزش همگانی فرهنگی - اجتماعی جهت کاهش مصرف و یا جهت‌دهی صحیح مصرف آب شرب و غیرشرب، اعمال مدیریت مبتنی بر اقتصاد و ارزش ذاتی آب و غیره را اتخاذ کنند. برای مثال، امروزه با پیشرفت تکنولوژی و کاربرد آن در تصفیه آب، امکان تصفیه هر نوع فاضلاب و پساب و تبدیل آن به آب برای مصارف شرب وجود دارد، اما نکته مهم در تصفیه فاضلاب و پساب‌ها میزان هزینه صرف شده برای فرآیند تصفیه است که در بعضی موارد تبدیل فاضلاب و پساب به آب شرب نیازمند هزینه بالا و در نهایت دارای توجیه اقتصادی نیست. اما می‌توان این پساب‌ها را جهت مصارفی غیر از شرب، تصفیه و استفاده نمود. پساب‌ها و فاضلاب‌های تصفیه شده عمدتاً جهت دفع به آب‌های پذیرنده وارد شده و یا برای مصارف کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرند که برای مثال می‌توان به تصفیه‌خانه فاضلاب جنوب تهران اشاره کرد. همچنین لازم به ذکر است که در حال حاضر آبیاری فضای سبز شهری و عمومی در شهرهای کشور نیز عمدتاً از آب‌های تصفیه



نشده صورت گرفته که در بیشتر موارد این آب‌ها از چاه‌های سطح شهر تأمین می‌شود و مسئولیت تأمین آن به‌عهده شهرداری‌ها بوده و در بیشتر موارد به‌صورت مستقیم از شبکه آب شرب تأمین نمی‌شود.

لازم به ذکر است که تا کنون، شبکه دوم یا جداسازی شبکه‌ها در تعاریف شرکت‌های مهندسی آب و فاضلاب و مشاورین مربوطه، تحت موضوع نصب شیر برداشت در مناطق مختلف با شبکه محدود، نه به‌صورت یک شبکه کاملاً وسیع و گسترده و به موازات شبکه فعلی، مطرح بوده است (برای مثال در شهرهای قم، کاشان و آبادان به‌صورت شیر برداشت و در بجنستان به شکل شبکه محدود شرب مستقل). اساساً هزینه‌های جداسازی آب شرب با شبکه دوم و به‌طور کامل در گستره شهر، توجیه اقتصادی موضوع را با چالش جدی مواجه می‌کند. ازسوی دیگر شبکه دوم نیز به مرور زمان دچار سرگذشت شبکه اصلی، که همان فرسودگی می‌باشد، خواهد گردید. بررسی تجربیات کشورهای دیگر نیز تأییدکننده این امر بوده که وجود دو شبکه مجزای فراگیر و کامل در کل سطح شهر مرسوم نبوده و معمولاً شبکه دوم به صورت موردی و غیرفراگیر بوده یا به‌صورت شیرهای برداشت آب در نقاط مختلف می‌باشد.

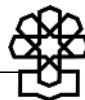
در انتها قضاوت در خصوص احداث شبکه دوم توزیع آب شرب یا انتخاب گزینه شیرهای آب شرب (ایستگاه‌های آب شرب) و یا استفاده از آب بسته‌بندی شده برای مصارف شرب نیاز به بررسی‌های دقیق در ابعاد اقتصادی، فرهنگی و اجتماعی، بررسی میزان استقبال مردم از این طرح‌ها که در واقع ارتباط تنگاتنگی با سطح فکری

و معیشتی افراد دارد، وسعت و گستردگی طرح، امکان واگذاری مدیریت و اجرای طرح به بخش خصوصی یا تعاونی‌ها، بررسی مباحث توسعه شهری، موارد مربوط به ارزیابی سود حاصل از اجرای این طرح‌ها و تأثیر آن بر توسعه در بخش‌های مختلف دارد. آخرین نکته حائز اهمیت آن است که احداث این شبکه‌ها باید در ابتدا به صورت آزمایشی خصوصاً در مناطق دارای تنش آبی صورت گیرد و سپس تصمیم‌گیری‌های لازم برای اجرای آنها در مقیاس‌های گسترده‌تر پس از ارزیابی کامل و جامع اتخاذ شود.

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

کمبود آب مناسب آشامیدن تقریباً یک مسئله جهانی است. افزایش سریع جمعیت شهرها و رشد فزاینده مصرف آب شهری ضرورت اصلاح سیستم‌های توزیع آب شهری، به‌کارگیری شیوه‌های جدیدی را می‌طلبد. برنامه‌ریزان مسائل شهری معمولاً به تأمین آب از نقاط دوردست روی آورده‌اند که بی‌گمان هزینه‌های فزاینده‌ای را دربر خواهد داشت. بنابر آنچه در بخش‌های پیشین بیان شد، در شهرهایی که محدودیت منابع آب محلی و فراملی با توجه به ملاحظات بهداشتی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی امکان اجرای گزینه‌های دیگری را منتفی می‌کند، سیستم دو شبکه‌ای مجزا می‌تواند به‌عنوان راه‌حل مناسبی برای رفع مشکل آب شهری مورد استفاده قرار گیرد.

در این سیستم آب شرب مورد نیاز که معمولاً بین ۱۰ تا ۱۵ درصد کل مصارف شهری است، از یک شبکه با قطر کم توزیع شده و بقیه مصارف از طریق شبکه دیگر



تأمین می‌شود. در تأمین آب آشامیدنی رعایت کلیه استانداردهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی ضروری است. تأمین آب با کیفیت مناسب از نظر شرب به میزان سرانه ۲۰ لیتر در روز به مراتب عملی‌تر از تأمین سرانه کل آب به صورت تصفیه شده است و دستیابی به این هدف در بیشتر مناطق امکانپذیر است. رعایت استانداردهای شیمیایی برای سایر مصارف خانگی ضرورت چندانی نداشته و در صورتی که آب از نظر ویژگی‌های فیزیکی و بیولوژیکی مناسب باشد، استفاده از آن برای مصارف بهداشتی، بلا مانع است، البته لازم به ذکر است که احداث دو شبکه مجزا از نظر فنی و اقتصادی خالی از اشکال نیست و اتصال سیستم مخصوص آب آشامیدنی به واحدهای مسکونی شاید عملی نباشد. ایجاد شیرهای برداشت عمومی ویژه آب آشامیدنی در نقاط مختلف شهر، هزینه‌های اجرای شبکه مجزا را به میزان قابل توجهی کاهش داده و اجرای آن را تا حدودی توجیه می‌نماید.

البته لازم به ذکر است که طرح تفکیک شبکه‌های شرب و غیرشرب 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 غیرشرب می‌رسد و هزینه‌ها نیز هزینه‌های احداث شبکه مستقل آب شرب می‌باشد) بزرگ‌تر از یک بوده و توجیه اقتصادی این نوع شبکه‌ها را دربر دارد. در این راستا در طرح شبکه‌های دوگانه توزیع آب باید موارد زیر لحاظ گردد:

- اجرای شبکه‌های دوگانه توزیع آب باید توجیه اقتصادی و فنی لازم را داشته باشد. برای انجام این طرح یک تحلیل مالی و اقتصادی دقیق برای مقایسه تبعات

اقتصادی آن با گزینه‌های دیگر نیاز خواهد بود.

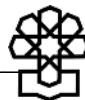
- در صورت توسعه شبکه‌های مستقل لازم است مراکز تحقیقاتی و مراجع رسمی اقدام به تهیه ضوابط و استاندارد کردن کیفیت آب غیرشرب بنمایند. در تدوین استانداردها توصیه می‌شود تأثیرات اقتصادی استفاده از آب‌های با کیفیت پایین در کاربری‌های مختلف مورد ملاحظه قرار گیرد.

- مسائل اجتماعی ناشی از بهره‌برداری از دو نوع آب با کیفیت و قیمت مختلف بررسی شده و نتایج آن برای استفاده در طرح‌های مشابه مورد تحلیل قرار گیرد.  
- توسعه تأسیسات جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب در کنار گسترش شبکه‌های مستقل منبع مطمئن و مناسبی برای آب غیرآشامیدنی به‌وجود خواهد آورد.

- در اجرا و بهره‌برداری شبکه‌های مستقل امکان تفکیک کامل وظایف و مسئولیت‌های سیستم آب آشامیدنی از شبکه غیرآشامیدنی بررسی گردد و در صورتی که بهره‌برداری و نگهداری شبکه آب آشامیدنی به بخش خصوصی واگذار شود، لازم است نظارت‌ها و جنبه‌های مختلف آن نیز پیش‌بینی گردد.

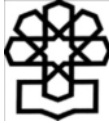
- تحت هیچ شرایطی، چه در شبکه آب آشامیدنی و چه در شبکه آب غیرآشامیدنی، گندزدایی شبکه عمومی شهرها نباید متوقف شود.

- قبل از اجرای شبکه دوگانه توزیع آب در مقیاس‌های گسترده، باید در ابتدا به‌صورت آزمایشی اجرا شده و مسائل و مشکلات مرتبط با آن مورد بررسی قرار گیرد.  
- لازم به‌ذکر است که از روش‌های جدید توزیع آب آشامیدنی مانند آب بسته‌بندی نیز نباید غافل شد.



## منابع و مآخذ

۱. مدرس، حسین. دوشبکه‌ای کردن شبکه‌های توزیع آب شهری، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی شریف، ۱۳۷۸.
۲. مصاحبه‌های شفاهی با مسئولین امر در شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور.
3. Dual Water Systems: Characterization and Performance for Distribution of Reclaimed Water, EPA, Report#4333, 2013.
4. Assessment of the Feasibility of Using a Dual Water Reticulation System in South Africa, A.A. Ilemobade, J.R. Adewumi and J.E. vanzyl, Water Research Commission, March 2009.
5. An Innovative Concept for a Dual Water System in Older Cities, Terry Rolan, 8<sup>th</sup> Annual NCAWWA/WEA Conference, April 2009.



شماره مسلسل: ۱۳۱۷۰

مرکز پژوهش‌ها  
مجلس شورای اسلامی

شناسنامه گزارش

عنوان گزارش: شبکه‌های دوگانه توزیع آب

نام دفتر: مطالعات زیربنایی (گروه آب)

تهیه و تدوین‌کنندگان: نرجس‌السادات عبدالمنافی، مهدی مظاهری

مدیر مطالعه: جمال محمودلی سامانی

ناظر علمی: محسن صمدی

متقاضی: معاونت پژوهش‌های زیربنایی و امور تولیدی

ویراستار تخصصی: —

ویراستار ادبی: —

واژه‌های کلیدی: —

تاریخ انتشار: ۱۳۹۲/۶/۵