

Water Crisis in Tehran: The Integrated Approach

Tajrishy. M.

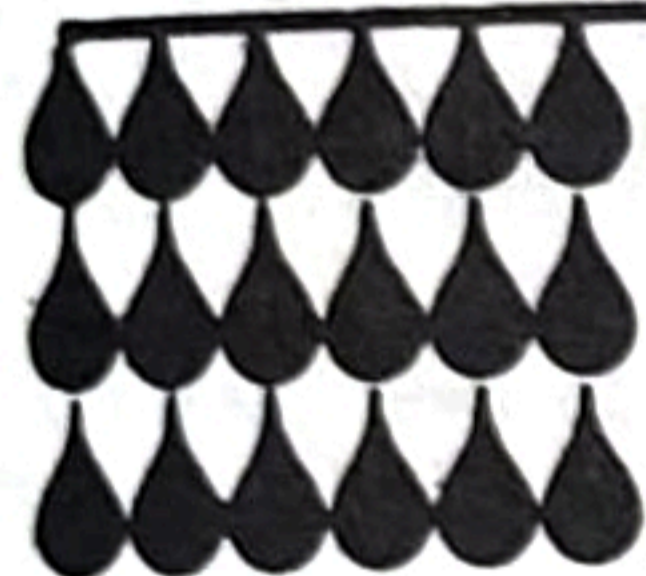
Department of Civil Engineering, Sharif University of Technology.

ABSTRACT

The population growth of Tehran in the next decade will place immense demands on the city's water resources. Analysis is made of the increasing potable water demand, resulting from the continuous population growth; inadequacies in the water system which are causing a chronic potable water shortage; and pollution of raw water due to disposal of wastewater without adequate treatment. The extent of these increasing demands when placed against the constraints of water, time, and funds, and the lack of integrated approach to manage droughts confirm that the city faces a serious water crisis. However, most actions proposed in today's debate offer questionable solutions, which many are built on faulty assumptions. Curtailment of population growth, water reuse, administrative and technical measures to obtain savings in water consumption, a reduction in losses in the distribution system and better management of the local water resources are proposed as solutions to this problem; as opposed to the use of polluted groundwater importing water from outer basins, which results in health problems and unnecessary expenditure.

نگرشی جامع به رفع بحران آب در تهران

مسعود تجریشی *



چکیده:

با توجه به روند رو به رشد مصرف سرانه آب و میزان آب موود نیاز شهر و مقایسه آن مصارف با منابع آب بالقوه سالم در اطراف تهران نشان می دهد که مصارف آب با سرعت فزاینده ای به مرز امکانات منابع آب آن نزدیک می شود. گسترش شهرنشینی، افزایش جمعیت، توسعه صنعتی و بالارفتن استانداردهای زندگی باعث گردیده تا شهر تهران مانند بسیاری از شهرهای جهان با روبرو شدن با بحران آب وارد قرن بیست و یکم گردد. در سال ۱۴۰۰ سرانه آب تجدید شونده شهر تهران به کمتر از ۱۰۰۰ مترمکعب کاهش خواهد یافت که بر طبق تقسیمات به عمل آمده توسط بانک جهانی منابع آب این شهر در مرز بحران قرار دارد.

تأمین آب مورد نیاز شهر و ضرورت توزیع مناسب و بهداشتی آن، حجم بالایی از سرمایه گذاری درازمدت و کوتاه مدت و ساختار پیچیده ای از مدیریت را ایجاب می نماید. سیاست گذاری و برنامه ریزی تأمین آب تهران بزرگ نیاز به مطالعات فراگیر و زمانی طولانی دارد. لیکن در کوتاه مدت نیز، دست کم می توان علل افزایش رشد مصرف آب و راههای کاهش این رشد را شناخت و تا زمانی که طرحی جامع و نوین برای توسعه و رشد شهر و بالطبع مسئله تأمین، تصفیه و توزیع آب آشامیدنی پی افکنده نشده است، تدبیرهایی کوتاه مدت برای کاهش مصرف آب شرب و به حداقل رساندن استفاده از آبهای زیرزمینی اندیشید. در این مقاله ضمن شناسایی منابع آب شرب تهران و بررسی علل روند افزایش مصرف آب، اعمال مدیریت های مورد نیاز برای صرفه جویی در مصرف آب و یا مدیریت تقاضای آب در شهر تهران به منظور استفاده از منابع موجود برای رفع بحران آب ارائه می گردد.

مقدمه

برای ۵/۵ میلیون جمعیت پیش بینی شده بود. جهات توسعه و یا محدوده های فیزیکی گسترش شهر تهران از شمال تا ارتفاعات خط تراز ۱۸۰۰ متر، از جنوب تا پالایشگاه تهران و

اولین طرح جامع بیست و پنج ساله شهر تهران در سال ۱۳۴۵ توسط مهندسين مشاور فرمانفرمائیان با همکاری شرکت انگلیسی ویکتور گروئن تهیه گردید. در این طرح وسعت نهایی این شهر ۷۲۵ کیلومتر مربع، شامل ۵۰ کیلومتر مربع فضای سبز

* استادیار دانشکده مهندسی عمران - دانشگاه صنعتی شریف

جدول ۱- میزان برداشت به منظور تأمین آب شهر تهران [۱].

سال ۱۳۷۳		سال ۱۳۶۵		نام منبع
درصد	میلیون مترمکعب	درصد	میلیون مترمکعب	
۴۴	۳۴۰۱	۵۴	۸۲۹۲	رودخانه کرج
۳۷	۲۸۴	۳۵	۶۱۸۷	جاجرود و لار
۱۹	۱۴۹	۱۱	۶۳	آبهای زیرزمینی شبکه
۱۰۰	۷۷۳	۱۰۰	۵۴۲	جمع برداشت

کرج، لار و منابع زیرزمینی موجود در سطح شهر تأمین می‌گردد. آب رودخانه‌های فوق که توسط سدهای مخزنی تنظیم شده، از طریق خط لوله، کانال و تونل به چهار تصفیه‌خانه شهر هدایت می‌شود. ظرفیت سالیانه انتقال آب ۷۵۰ میلیون مترمکعب (۲۳/۸ مترمکعب در ثانیه) و ظرفیت سالیانه تصفیه‌خانه‌ها برای تصفیه و توزیع آب ۶۵۰ مترمکعب (۲۰/۶ مترمکعب در ثانیه) می‌باشد [۳]. از حدود ۸۰۰ میلیون مترمکعب آب شرب سالانه مورد نیاز شهر تهران (در سال ۱۳۷۵)، ۶۰۰ میلیون مترمکعب آن از سدهای کرج، لار و لتیان و مابقی یعنی حدود ۲۰۰ میلیون مترمکعب (۲۵ درصد آن) از منابع زیرزمینی که به طور عمده در مناطق طرشت، کن، یافت آباد، سلیمانیه، شیریه، شهرک صدر، سعیدآباد، افسریه و اداره مرکزی قرار دارند تأمین گردید. در مردادماه امسال (۱۳۷۶) برای پاسخگویی به نیاز مصرف آب شهروندان تهرانی در هر ثانیه حدود ۱۲ مترمکعب در ثانیه آب از سد کرج و حدود ۱۰ مترمکعب در ثانیه از سدهای لار و لتیان برداشت گردید. به عبارت دیگر حداکثر میزان برداشت آب از این سدها صورت گرفت و انتقال بیشتر آب از سدهای کرج، لار و لتیان میسر نبود. برای کمک به تأمین آب مورد نیاز شهروندان تهرانی، حدود ۱۱/۵ مترمکعب در ثانیه آب نیز از منابع آب زیرزمینی برداشت شد [۴]. میزان آب برداشت شده از هر یک از منابع برای مصارف شهری در سالهای ۱۳۶۵ و ۱۳۷۳ در جدول شماره ۱ ارائه گردیده است.

شهری، از غرب تا مسیل کن و کاروانسراسنگ و از شرق تا جاده دماوند ذکر شده است [۱]. این در حالی است که وسعت نهایی مناطق بیست‌گانه تهران در پایان دوره این طرح حدود ۵۵۰ کیلومتر مربع و جمعیت آن برابر ۶/۵ میلیون نفر اعلام شده است [۲]. همچنین وسعت فضاهای سبز شهر تهران در سال ۱۳۶۵ حدود ۱۵ میلیون کیلومتر مربع اعلام شده است که تقریباً ۳۰ درصد مقدار پیش‌بینی شده می‌باشد.

با توجه به حدود تغییر میزان‌های توفیق نسبی سیاست تعدیل موالید و اثر مهاجرت بر رشد جمعیت شهر تهران، می‌توان برآوردهای مختلفی از تحول جمعیت در آینده را انتظار داشت. تحول جمعیت شهر تهران با توجه به رشد ۳/۳ و ۲/۴ درصد که در واقع فرضهای شدنی اولی محتمل و دومی ممکن است، در سال ۱۴۰۰ جمعیت شهر تهران چشم‌انداز هولناک کابوس شهر حدوداً ۲۱ و ۱۷ میلیون نفری را به ترتیب نشان می‌دهد. در صورت تحقق کاهش تدریجی باروری و رسیدن فوری به موازنه مهاجرتی صفر، یعنی رشد ۱/۷ درصدی، با آنکه غیر محتمل اما به لحاظی شایان توجه می‌باشد زیرا حتی در این صورت جمعیت تهران از حرکت باز نه ایستاده و در سال ۱۴۰۰ به حدود ۱۲ میلیون نفر خواهد رسید.

وضعیت منابع آب و مصرف سرانه

آب شهر تهران از طریق منابع سطحی شامل رودخانه‌های

جدول ۲- جمعیت شهر و مصرف سرانه آب طی سالهای ۱۳۴۵ تا ۱۳۷۰ [۷، ۵، ۶، ۷].

جمعیت (هزار نفر)	۱۳۴۵	۱۳۵۵	۱۳۵۹	۱۳۶۵	۱۳۷۰
مصرف سالیانه آب (Mm ³)	۲۷۲۰	۴۵۳۰	۵۴۵۴	۶۰۲۷	۶۴۷۵
مصرف سرانه (لیتر در روز)	۹۹	۲۰۹	۲۲۲	۲۴۷	۲۸۸

ظرفیت نهایی سالیانه انتقال آب از سد های کرج و لار ۳۹۰ و لتیان ۲۸۴ میلیون متر مکعب می باشد.

جمعیت، میزان مصرف و سرانه آب طی سالهای ۱۳۴۵ تا ۱۳۷۰ در جدول شماره ۲ ارائه گردیده است. همان طور که از این جدول مشاهده می گردد، مصرف سرانه آب طی سالهای ۱۳۴۵ تا ۱۳۷۰، یعنی در مدت ۲۵ سال تقریباً ۳ برابر و میزان مصرف سالانه آب شرب طی این سالها، نیز تقریباً ۷ برابر گردیده است. نکته قابل توجه این است که برخلاف رشد حدود ۲/۵ درصدی جمعیت شهر تهران در طی این سالها، مصرف آب با رشد سالانه تقریباً ۵ الی ۶ درصد همراه بوده است. جزئیات مصرف سرانه خانگی در شهر تهران در سال ۱۳۶۵ در جدول شماره ۳ ارائه گردیده است.

لازم به ذکر است که طبق آخرین آمار ارائه شده مربوط به مصرف سرانه آب در شهر تهران در سال ۱۳۷۵، مصرف سرانه آب به بیش از ۳۰۰ لیتر در روز افزایش یافته است [۸]. جدول

جدول ۳- جزئیات مصرف سرانه خانگی در تهران (۱۳۶۵)

نوع مصرف	لیتر/نفر/روز	میلیون متر مکعب	درصد
خانگی	۱۲۰	۲۶۴/۹	۴۳
مصارف عمومی	۲۰	۴۴/۱	۸
تجاری و صنعتی	۳۰	۶۶/۲	۱۱
فضای سبز عمومی ۳	۶۶/۲	۱۱	
تلفات تأمین، انتقال و توزیع	۷۴	۱۶۳/۴	۲۷
جمع کل استحصال	۲۷۴	۶۰۴/۸	۱۰۰

شماره ۴ میزان آب مصرفی بعضی از شهرها و کشورهای جهان را نشان می دهد. همان طور که از این جدول نیز مشاهده می گردد، مصرف آب در تهران به مراتب بیشتر از مصرف سرانه آب در مکانهایی است که از لحاظ آب و هوایی، زندگی اجتماعی و اقتصادی در ردیف تهران قرار دارند. در مطالعاتی که توسط سازمان ملل متحد در سنگاپور صورت گرفت، حداقل آب مصرفی هر شهروند برای حفظ بهداشت و سلامت جامعه ۹۹ لیتر در روز تعیین گردیده است [۲۱].

بحران آب در تهران

با در نظر گرفتن رشد جمعیت ۲/۴ درصد، شهر تهران در سال ۱۴۰۰، یعنی کمتر از ۲۵ سال آینده، جمعیتی برابر با ۱۷ میلیون نفر خواهد داشت که برای تأمین ۱۷۰۰ میلیون متر مکعب آب آن با فرض مصرف سرانه کمتر از ۲۸۰ لیتر در روز تنها می توان کمتر از نصف این مقدار را از سد های

جدول ۴- مصرف سرانه آب در بعضی از کشورها

مرجع	مصرف سرانه (لیتر در روز)	کشور	شهر
[۹]	۱۸۴	کویت	کویت
[۹]	۸۷	اندونزی	-
[۹]	۹۰	مالزی	-
[۹]	۱۳۱	عربستان	ریاض
[۹]	۸۷	عربستان	ظهران
[۹]	۱۳۳	قبرس	نیکوزیا
[۹]	۱۷۷	سوئد	آمستردام
[۹]	۱۲۸	یونان	آتن
[۹]	۲۶۳	انگلستان	لندن
[۱۰]	۲۴۲	آمریکا	-
[۱۱]	۱۰۸	بلژیک	-
[۱۲]	۱۵۰	مجارستان	-
[۱۲]	۱۵۵	ایران	شیراز
[۱۱]	۲۰۰	ایران	تنکابن
[۹]	۱۰۰	مکزیک	-

لار، کرج و لتیان تأمین نمود. هزینه استحصال از آبهای سطحی جدید در اطراف حوزه آبریز تهران به شدت در حال افزایش است، زیرا ساختگاههای جدید برای ایجاد سد و ذخیره و انتقال آب، از نظر فنی پیچیده و از نظر اقتصادی پرهزینه می باشند. از لحاظ اجتماعی نیز، هرگونه انتقال آب از حوزه های اطراف باعث تخریب بیشتر کشاورزی منطقه خواهد شد. حتی بعد از آنکه طرحهای در دست اقدام برای چند سال آینده تأمین آب شرب تهران نظیر طرح انتقال آب لوارک - سوهانک از سد لار و پروژه طالقان به بهره برداری برسند، توسعه بهره برداری از منابع آبهای سطحی نیز به سقف قابل حصول خود بسیار نزدیک خواهد شد.

برای تأمین مابقی آب مورد نیاز، درصد بالایی از آب شرب تهران باید از آبهای زیرزمینی تأمین گردد. با روند فعلی دفع فاضلاب به کمک چاههای جاذب و آلودگی آبهای زیرزمینی، برداشت از این آبها نیز مسائل و مشکلات عدیده بهداشتی برای شهروندان تهرانی خواهد داشت. افزایش

نیترات در این سفره ها به دلیل نفوذ فاضلاب در آبهای زیرزمینی [۱۳]، تولید ماده شیمیایی تری هالومتان (THM) و خطر ابتلا به سرطان در انسان در اثر کلرزنی به آبهای آلوده به مواد آلی [۲۳] و احتمال وجود کشت مثبت به همراه کلر باقیمانده در داخل شبکه آب شهری به علت زمان ماند نسبتاً کوتاه در شبکه و کاهش سرعت در بعضی از نقاط از اثرات احتمالی استفاده از آبهای زیرزمینی در مصرف شرب می باشد.

راه حل های ممکن

کاهش رشد جمعیت، کم کردن نشت آب در شبکه و مدیریت تقاضای مصرف آب را می توان از مهمترین استراتژیهای درازمدت شهر تهران برای برخورد با این بحران عنوان نمود.

۱- کاهش رشد جمعیت

از راه حل هایی که در ارتباط با کنترل میزان مصرف آب

شهری وجود دارد، ثابت نگه داشتن و یا حتی کم کردن جمعیت منطقه مورد نظر می باشد. بر اساس مطالعات انجام شده توسط سازمان برنامه و بودجه، تا بیست و پنج سال آینده (۱۴۰۰)، جمعیت شهر تهران دارای حداقل رشد متوسط ۲/۳ درصد خواهد بود [۱]. بنابراین در طی ۲۵ سال آینده با افزایش جمعیت روبرو خواهیم بود و کاهش جمعیت به عنوان راه حلی مناسب جهت کم شدن میزان تقاضای آب در شهر تهران کاربرد نخواهد داشت.

کاهش رشد جمعیت، کم کردن نشت آب در شبکه و مدیریت تقاضای مصرف آب را می توان از مهمترین استراتژیهای درازمدت شهر تهران برای برخورد با این بحران عنوان نمود.

۲- کم کردن نشت آب در شبکه

شبکه آبرسانی تهران عمری نزدیک به ۳۵ سال دارد. طبق استانداردهای جهانی برای کشورهای خشک و نیمه خشک و کم آب، آب به حساب نیامده در یک شبکه توزیع حدود ۱۵٪ و برای کشورهای پر آب حدود ۲۵٪ توصیه شده است. طبق این استاندارد برای شرایط ایران، چنانچه آب به حساب نیامده از میزان ۱۵٪ تجاوز نماید، ضرورت سرمایه گذاری برای بازیافت الزامی است. در سال ۱۳۷۱ آب تصفیه شده ورودی به شهر

تهران ۶۸۳ میلیون مترمکعب و آب فروخته شده ۳۷۷ میلیون مترمکعب و بالطبع آب به حساب نیامده ۳۰۶ میلیون مترمکعب یا ۴۵ درصد به دست می آید. از این مقدار ۱۶۳ میلیون مترمکعب آب، یعنی ۲۴ درصد مربوط به تلفات شبکه توزیع و ۳۷ میلیون مترمکعب آن یعنی ۵ درصد مربوط به استفاده غیرمجاز می باشد. حدود ۴۵ درصد آبی که با سرمایه گذاریهای کلان در زمینه های تأمین، انتقال، تصفیه و توزیع تولید می شود نه تنها اتلاف می شود که ضایعاتی را نیز به وجود می آورد [۱۲].

بنابراین سرمایه گذاری لازم برای بازیافت ۲۰۰ میلیون مترمکعب آب در سال در حال حاضر ضروری بوده و نه تنها می توان مقدار آب به حساب نیامده را به حدود استانداردهای جهانی رساند و درآمد بیشتری برای شرکت آب و فاضلاب تهران ایجاد نمود، بلکه می توان آب مناسب و بهداشتی بیشتری برای شهروندان در حال حاضر و در آینده فراهم نمود. با معیار قیمت واقعی تمام شده و با توجه به قیمت فروش، سالانه ۱۲۰ میلیارد ریال به درآمدهای ملی کشور و درآمدهای شرکت آب و فاضلاب تهران اضافه می گردد. این افزایش درآمد به معنای ارتقاء توان اجرایی این شرکت است. آب به حساب نیامده به میزان آبی گفته می شود که در صورت حساب فروش شرکت آب منطقه ای منظور نمی شود و اغلب به دلیل قرائت غلط کنتورها، انشعابهای غیرمجاز، کنتورهای با پلمپ باز و نشت در شبکه به دلیل پوسیدگی و از کار افتادگی لوله ها صورت می گیرد. آب به حساب نیامده شبکه های شهری برخی از کشورها در جدول شماره ۵ ارائه گردیده است.

جدول شماره ۵- آب به حساب نیامده شبکه های شهری برخی کشورها [۱۴] و [۱۵]

نام کشور	ایتالیا	انگلیس	اسپانیا	ژاپن	آلمان	سنگاپور	مالزی	چین	ایران
میزان تلفات (برحسب درصد)	۱۵	۲۵	۱۳	۱۵	۷	۷	۲۱	۸	۲۸

در مطالعه ای که در مورد دلایل اتلاف آب در شبکه آب شهر بوشهر و تأثیر آن در اقتصاد صورت پذیرفت نشان داد که کاهش هزینه های اجرای طرحهای جلوگیری از آب به حساب نیامده بعد از پایان سال اول و از طرفی افزایش درآمد حاصل از آب به حساب نیامده جلوگیری شده، باعث گردیده که نقطه سر به سر (درآمد - هزینه) در سال دوم از دوره چهارساله برنامه ریزی جهت کاهش آب به حساب نیامده قرار گیرد که توجیه پذیری طرح را نشان می دهد [۱۸]. قابل توجه است که این نتیجه بر اساس هزینه توزیع آب شبکه در داخل شهر محاسبه شده که اگر هزینه تأمین آب از محل برداشت تا ورودی شهر نیز به قیمت هر مترمکعب آب اضافه شود نقطه سر به سر زودتر و توجیه پذیری طرح بیشتر خواهد شد.

۳- مدیریت تقاضای آب

مدیریت تقاضا مجموعه ای از روشها است که هر یک از آنان به ویژگیهای خاص مدیریت آب رسیدگی و اقدام لازم و مناسب را انجام می دهد. اعمال مدیریتهای مورد نیاز برای صرفه جویی در مصرف آب یا مدیریت تقاضای آب در شهر تهران به منظور استفاده از منابع موجود بدون ایجاد ظرفیت های نسبتاً بزرگ و جدید یکی از استراتژیهای کوتاه مدت و درازمدت شهر تهران باید به شمار رود. ابزارهای مستقیم از جمله استفاده از روشها و تکنولوژیهای که منجر به کاهش میزان مصرف می گردند (مانند استفاده از وسائل بهداشتی که آب کمتری مصرف می نمایند) و ابزارهای غیر مستقیم از جمله روشهای مدیریتی (مانند ارتقاء آگاهی و آموزشی جامعه) از جمله محورهای اصلی می باشد. ارائه ابزار مناسب برای امکان صرفه جویی در مصرف آب شهری توسط شهروندان، صرفه جویی در مصارف صنعتی و تجاری، نرخ گذاری آب، کاهش فشار در شبکه و استفاده از پساب تصفیه خانه های شهری در آبیاری فضای سبز به عنوان ابزار مناسبی برای کاهش مصرف سرانه آب در تهران می باشند.

الف - صرفه جویی در مصارف آب بهداشتی

با بررسی ارقام ارائه شده توسط سازمان آب منطقه ای

تهران [۶]، متوسط مصرف سرانه آب در شهر تهران در طی یک دوره ۲۵ ساله (۱۳۷۰ - ۱۳۴۵) از ۹۰ لیتر مصرف سرانه یک نفر در روز به ۲۸۰ لیتر در روز به بیش از سه برابر رسیده است. از این مقدار در حال حاضر ۱۴۰ لیتر مصرف خانگی، ۷۰ لیتر مصارف عمومی و ۷۰ لیتر باقی مانده ضایعات، کم خوانی کنتورها و مصارف غیرقانونی (قاچاق) را شامل می گردد. بعضی از کشورها با اعمال مدیریتهای مناسب و استفاده از وسائل بهداشتی که آب کمتری مصرف می نمایند، مصرف سرانه خود را تا حدود ۱۲۰ لیتر در روز رسانده اند (جدول ۴). بعضی از کارهایی که بمنظور کاهش مصرف خانگی در تهران می توان انجام داد عبارتند از:

- استفاده از مخازن کوچک توالت ها با استفاده از مخازن ۱۰ لیتری به جای مخازن معمول ۲۰ لیتری مصرف آب تقریباً نصف می گردد.

- استفاده از سردوش های مخصوص در استحمام. این سردوشها که دارای فشار زیاد و خروجی کم هستند، آب خروجی را از ۲۵ لیتر در دقیقه به ۱۰ لیتر در دقیقه یا کمتر کاهش می دهند.

- استفاده از سرشیرهای پودر کننده آب. با استفاده از این سرشیرها در آشپزخانه می توان مقدار آب خروجی را از ۲۰ لیتر در دقیقه به ۱۰ لیتر در دقیقه رساند. بنابراین برای یک خانوار ۴ نفری، مقدار آب صرفه جویی شده در یک ماه معادل ۱۰۰۰ لیتر خواهد بود. حال اگر ده هزار خانوار از این وسیله استفاده نمایند، سالانه ۱۳۲ میلیون لیتر آب صرفه جویی خواهد شد.

- تهیه دستورالعمل هایی توسط سازمان آب که میزان آب مورد نیاز درختان، گلها و گیاهان تزئینی را به شهروندان تهرانی معرفی نماید. با انجام این کار می توان از آب اضافی که به گیاهان داده می شود جلوگیری و حداقل ۲۵ درصد در مصرف آب فضای سبز صرفه جویی نمود. مصرف آب فضای سبز در الگوی مصرف شهری برابر ۳۰ لیتر در روز برای هر شهروند در حال حاضر و ۳۵ لیتر در روز برای سال ۱۳۹۵ در نظر گرفته شده است [۱۹].

با در نظر گرفتن رشد جمعیت ۲/۴ درصد، شهر تهران در سال ۱۴۰۰، یعنی کمتر از ۲۵ سال آینده، جمعیتی برابر با ۱۷ میلیون نفر خواهد داشت که برای تأمین ۱۷۰۰ میلیون متر مکعب آب آن با فرض مصرف سرانه کمتر از ۲۸۰ لیتر در روز تنها می‌توان کمتر از نصف این مقدار را از سدهای لار، کرج و لتیان تأمین نمود.

- معرفی گونه‌هایی از گیاهان که آب کمتری برای رشد نیاز دارند توسط شرکت‌های گل و گیاه وابسته به شهرداری. موظف کردن ادارت دولتی و شرکتهای تابع دولت به منظور استفاده از این گونه گیاهان در ایجاد فضای سبز محوطه خود. معرفی این گونه گیاهان در فضای سبز می‌تواند تا حدود ۵۰ درصد در مصرف آب مختص فضای سبز عمومی صرفه‌جویی نماید.

- آموزش همگانی در مصرف بهینه از منابع آب و صرفه‌جویی با استفاده از روزنامه، مجلات، نشریه‌ها و پوسترهای عمومی. آموزش کودکان و دانش‌آموزان از طریق رادیو و تلویزیون و مراکز آموزشی.

- عوض کردن لوله‌های فرسوده و ارزان و در دسترس قراردادادن واشهرای شیر آب به مشترکین. چکه کردن و نشت آب از شیر و لوله‌ها، موجب هدر رفتن بیش از ۲۰۰ لیتر آب در هر شبانه روز می‌شود.

ب - صرفه‌جویی در مصارف تجاری و صنعتی

یکی دیگر از مصرف کنندگان عمده آب در سطح شهر بخش صنعت می‌باشد. با توجه به آمار سال ۱۳۷۲؛ ۱۸۲۳۲ شرکت تجاری و صنعتی در سطح شهر وجود دارند که به ترتیب دارای انشعاب بیش از ۳۰۰ و ۴۰۰ میلی‌متری می‌باشند. یکی از این صنایع مهم، پالایشگاه تهران می‌باشد که جهت مصارف مختلف روزانه خود حدود ۲۰۰۰۰ متر مکعب آب از شبکه آب تهران دریافت می‌کند که این حجم آب به مصارف مختلفی از جمله تولید بخار، تزریق به برج خنک‌کننده به عنوان آب جبرانی، شستشوی واحدها، مصرف آتش‌نشانی، آشامیدنی و تعمیرات اساسی می‌رسد. تحقیقات انجام شده در مورد مصرف آب پالایشگاه در کشور ژاپن نشان می‌دهد که، می‌توان با

به‌کارگیری از روشهای بازیافت، مصرف مجدد و بهبود تکنولوژی در اینگونه صنایع تا حدود ۸۰ درصد در مصرف آب صرفه‌جویی نمود [۲۰]. به عنوان مثال میزان آب مصرفی پالایشگاه تهران در شهر ری که از شبکه توزیع آب تهران نیاز خود را تأمین می‌کند، برابر یا حدود ۲۰۰۰۰ متر مکعب آب در روز است. بر طبق بررسیهایی که به منظور تعیین مصرف بهینه آب پالایشگاه تهران انجام گرفت نشان داده شد که به سهولت می‌توان میزان آب مصرفی را تا حدود ۳۵ درصد کاهش داد [۲۱].

انجام مطالعاتی در زمینه شناسایی صنایع موجود در شهر تهران و آب مورد نیاز این صنایع (از لحاظ کمی و کیفی) با هدف کاهش مصرف آب شهری این مراکز از اهمیت بالایی برخوردار است. فرایند مراکز صنعتی می‌تواند از آبی که مجدداً به جریان وارد شده استفاده کند و یا ممکن است پروسه به نحوی تغییر داده شود که آب کمتری را به هدر دهد. متأسفانه در حال حاضر هیچگونه فعالیتی در کاهش مصرف آب صنعتی و تجاری در تهران صورت نگرفته است. در مطالعات مشابهی که در آمریکا توسط مهندسی ارتش صورت گرفت نشان داده شد که به راحتی می‌توان تا ۴۰ درصد در مصرف آب صنایع صرفه‌جویی نمود [۲۲]. قیمت‌های واقع بینانه و بالاتر آب، مشاوره فنی و آموزش می‌تواند مصرف آب و صرفه‌جویی آن را در واحدهای تجاری و صنعتی تشویق نماید.

ج - نرخ گذاری آب

یکی از پارامترهای مؤثر در الگوی مصرف و مدیریت تقاضای آب، نرخ آب می‌باشد. نرخ‌گذاری آب باید به نحوی باشد که قیمت آن هم موجب صرفه‌جویی در مصرف توسط شهروندان و کاربرد بهینه آن در مصارف تجاری و صنعتی شده

و هم درآمدی از فروش آن برای سازمان آب و فاضلاب تهران حاصل شود تا بخش عمده‌ای از هزینه‌های خدمات آبرسانی و تصفیه آن را تأمین نماید. طی سالهای ۱۳۶۵ - ۱۳۵۵، تعداد مشترکان ۳۵٪، مصرف کل سالانه آب ۵۶٪ و درآمد خانوارها ۲۵٪ افزایش یافته است و این در حالی است که افزایش ۴۵ درصدی شاخص بهای کالاها و خدمات مصرفی، میانگین قیمت یک متر مکعب آب تنها ۱۴٪ افزونی یافته است.

در مطالعه‌ای که توسط دکتر صدر و همکاران انجام گرفت، "بی‌کشی بودن تقاضای آب" شهر تهران یعنی عدم تأثیرپذیری کاهش مصرف آب با افزایش قیمت نشان داده شد [۶]. بنابراین در شرایط فعلی قیمت‌گذاری فزاینده آب سیاست مؤثری برای تشویق مصرف کنندگان به صرفه‌جویی در مصرف آب نخواهد بود. متأسفانه افزایش قیمت آب در سال ۱۳۷۶ (بیش از یکصد درصد افزایش نسبت به قیمت سال ۱۳۷۴) بدون در نظر گرفتن این واقعیت اعمال گردیده و باعث کاهش مصرف آب در تابستان نمی‌گردد. این افزایش هزینه موجب کاهش رفاه اجتماعی خواهد شد و لذا باید به بخش هزینه‌ها نیز توجه شده و برای حداقل کردن آنها نیز کوشش کرد.

د - کاهش فشار آب

یکی از مؤثرترین راه‌حلهای جلوگیری از افزایش مصرف آب و کاهش میزان نشت در لوله‌ها، کاهش فشار آب در شبکه توزیع می‌باشد. به عنوان مثال، مسئولان شهر توکیو در تابستان سال ۱۹۹۳ میلادی به علت کمبود آب، با کاهش فشار آب در

شبکه توزیع، مصرف آب را تا حدود ۳۰ درصد کاهش دادند. با استفاده از نرم‌افزارهای موجود تحلیل شبکه و وجود سیستم تله‌متری، به راحتی می‌توان شبکه فعلی را طوری تحلیل نمود تا با ایجاد حداقل فشار مناسب در شرایط اضطراری از قبیل اطفاء حریق، آب مورد نیاز شهروندان تأمین گردد. مطالعه بیشتری در این زمینه باید انجام گیرد.

ه - استفاده از سپاب در آبیاری فضای سبز

وسعت فضاهای سبز شهر تهران در سال ۱۳۶۵ حدود ۱۵ کیلومتر مربع اعلام شده که تقریباً کمتر از ۳۰ درصد مقدار پیش‌بینی شده در مطالعات جامع شهر تهران می‌باشد. با توجه به ارقام اخیر سازمان پارکها و فضای سبز شهر تهران، سرانه باز و سبز شهری ۲ متر مربع و فضای سرانه پارکها ۱/۶ متر مربع ذکر شده است [۱۹]. یکی از علت‌های اساسی در کمبود این فضای سبز عدم وجود آب کافی می‌باشد. حتی پارکهای جنگلی نیمه‌شمالی تهران جهت تأمین آب مورد نیاز خود دچار کمبود اساسی هستند و محدودیتهای حاصل از افزایش جمعیت و توسعه شهری سبب گردیده است تا تهیه آب مورد نیاز (که عمدتاً توسط شرکت آب و فاضلاب و مابقی از فئات و چاه و مسیل تأمین می‌گردد) با معضلات عدیده و روزافزون مواجه باشد و به همین دلیل نه تنها اجرای طرحهای توسعه فضای سبز مقدور نیست بلکه حفظ فضای سبز موجود نیز با مشکلاتی جدی روبرو است.

ارائه روشهای مدیریتی از جمله کاهش فشار در شبکه، نرخ‌گذاری آب، مصرف کارا در کلیه سطوح و آموزش صرفه‌جویی در مصارف آب شهری نیز به عنوان ابزار مناسب برای کاهش مصرف آب می‌باشند که باید از طریق ابزار قانونی، فنی، مالی و نیز برنامه‌های آگاه‌کردن و آموزش همگانی به طور فعال و مستمر پیگیری گردد.

جدول شماره ۶- مشخصات عمومی تعدادی از پارکهای جنگلی تهران

نام پارک	مساحت (هکتار)	منبع تأمین آب *	میزان آب دریافتی از شرکت (لیتر در ثانیه)	نزدیک ترین تصفیه خانه	فاصله تصفیه خانه تا پارک (Km)
چیتگر	۱۲۵۰	شرکت+چاه	۴۶۰	شهرک اکباتان	۱۴
طبیعت پردیسان	۲۷۵	شرکت+قنات+مسیل	۴۰	شهرک غرب	۵
طالقانی	۳۰	چاه+قنات	۲	تصفیه خانه زرگنده	۴
لويزان	۱۲۰۰	شرکت	۳۵۰	شهرک ولایت	۱
سرخه حصار	۱۰۵۰	شرکت+چاه+مسیل	۶۰	-	-

* شرکت منظور شرکت آب و فاضلاب استان تهران می باشد.

نتیجه گیری

اکنون نزدیک به سی سال از تهیه طرح جامع شهر تهران می گذرد و چگونگی توسعه و رشد شهر تهران نشان می دهد که در این سالها نه تنها اهداف طرح جامع تحقق نیافته، بلکه مسائل و مشکلات پدید آمده آنچنان وضعیت نابسامانی را شکل داده که تأمین آب بهداشتی و سالم مورد نیاز مردم را با مشکل روبرو ساخته است. رشد مداوم جمعیت و پیشرفت اقتصادی و مصرفی همراه با تقاضای افزونتر برای آب، مارپیچ صعودی باطلی برای شهر تهران ایجاد کرده است. فقط برای حفظ فشار یکسان در مرزهای شبکه توزیع آب به علت عدم توسعه مطلوب منابع تأمین آب جدید، باید مقدار بیشتری آب از سفره های زیرزمینی به داخل شبکه وارد نمود. برای برخورد با این بحران راه حلهایی وجود دارد. مدیریت منابع آب شهری بایستی با توجه به نیازهای درازمدت و کوتاه مدت و تداوم در تأمین آب از لحاظ کیفیت و کمیت برای تمام مصارف رقیب در سطح شهر، همسو با اهداف گسترده تر اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی عمل نماید. در کلان شهر تهران از یکسو کمبود منابع آب جهت حفظ و توسعه فضای سبز به معضل مهمی تبدیل شده و از سوی دیگر مسئله دفع بهداشتی فاضلابها به نقطه بحرانی رسیده است. اطلاعات موجود نشان می دهد که با استفاده از پساب تصفیه خانه های شمالی تهران می توان مقدار

قابل توجهی از مصرف آب خام در آبیاری این گونه اراضی را کم نموده و آنها را به مصرف شرب رساند. بازیافت، مصرف مجدد و بهبود تکنولوژی مصرف آب در بخش صنعت نیز می تواند باعث کاهش مصرف آب گردد و نیاز به مطالعات در این زمینه بسیار احساس می گردد. کاهش نشت بسیار مهم بوده و با برنامه ریزی و سرمایه گذاری در این زمینه به راحتی می توان سالانه ۲۰۰ میلیون مترمکعب به منابع آب موجود اضافه نمود. برنامه ریزی، پیاده سازی و مدیریت شبکه آب تهران به منظور کاهش آب به حساب نیامده باید در اولویت کار قرار گیرد. ارائه

مراجع و منابع

- ۱- شرکت جاماب (۱۳۷۲). "گزارش آب تهران".
- ۲- سازمان برنامه و بودجه (۱۳۷۲). "آمارنامه استان تهران" معاونت آمار و اطلاعات.
- ۳- زری باف، محمود و علوی علی اکبر (۱۳۷۰). "آب تهران"، انتشارات سازمان آب منطقه ای تهران، چاپ اول.
- ۴- روزنامه همشهری، ۹ مرداد ماه ۱۳۷۶، نقل از آقای مهندس نریمان مدیر عامل شرکت آب و فاضلاب استان تهران.
- ۵- علوی، علی اکبر (۱۳۷۱). "روند افزایش مصرف آب تهران و لزوم اعمال روشهای صرفه جویی"، کنفرانس صرفه جویی در مصارف کشاورزی، شرب و صنعت، صفحات ۱-۱۵ و ۳۱-۱۵.
- ۶- صدر، کاظم (۱۳۷۳). "بر آورد تابع تقاضای آب شهر تهران"، مجله آب، شماره ۱۳.
- ۷- مالکی، احمد (۱۳۷۱). "احداث شبکه لوله کشی آب تهران و مشکلات ناشی از آن"، اولین سمینار بررسی مسائل آب و فاضلاب در شهرهای بزرگ، صفحات ۱-۳۱.
- ۸- روزنامه همشهری، ۲۹ خرداد ماه ۱۳۷۶، نقل از آقای مهندس نریمان مدیر عامل شرکت آب و فاضلاب استان تهران.
- ۹- منوچهری، غلامرضا (۱۳۷۲). "مسائل مربوط به الگوی مصرف آب" بولتن کمیون آب شماره ۶.
- ۱۰- کلاهی، رضا (۱۳۷۱). "تخمین تابع تقاضای آب مشروب مورد شیراز ۱۳۶۹-۱۳۵۱"، اولین سمینار بررسی مسائل آب و فاضلاب در شهرهای بزرگ ایران، مقاله شماره ۱۳.
- ۱۱- اسدی، هرمز و سلطانی، غلامرضا (۱۳۷۵). "بر آورد تابع شهری در تنکابن"، آب و توسعه، سال چهارم، صفحات ۶۷-۷۷.
- ۱۲- زری باف، محمود (۱۳۷۲). "آب به حساب نیامده در شهر تهران" ارائه در سمینار جایگاه شهرهای مستقل در نظام آب و فاضلاب کشور.
- ۱۳- محمودیان، سید علی (۱۳۷۵). "بحران های آلودگی منابع آب کشور". بولتن کمیون آب شورای پژوهشهای علمی کشور. شماره ۱۸.
- ۱۴- خبرنگار نامه نخستین همایش ملی کاهش و کنترل آب به حساب نیامده (۱۳۷۶).
- ۱۵- وزیر محترم نیرو (۱۳۷۶). هفته نامه شهراب شماره ۱۴، صفحه ۲، تیر ماه.
- ۱۶- وزارت نیرو و سازمان برنامه و بودجه. نشریه ۳-۱۱۷ (۱۳۷۱).
- ۱۷- شرکت جاماب (۱۳۷۰). "گزارش آب تهران".
- ۱۸- امین کاظمی، بیتا (۱۳۷۵). "بررسی دلایل اتلاف آب در شبکه های آب شهری و تأثیر آن در اقتصاد منابع آب"، آب و توسعه، سال چهارم، صفحات ۱۰۰-۱۰۴.

۱۹- محمدنژاد، شاهین و تجریشی، مسعود (۱۳۷۵). "ارزیابی فنی و اقتصادی استفاده از پساب تصفیه خانه شهرکهای تهران در آبیاری فضای سبز"، پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی محیط زیست، دانشگاه صنعتی شریف.

۲۰- نوریمند، کاووس و تجریشی، مسعود (۱۳۷۵). "بهبودسازی مصرف آب در پالایشگاه تهران"، پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی محیط زیست، دانشگاه صنعتی شریف.

21- United Nations (1976). " *The Demand for Water: Procedures and Methodologies for Projecting Water Demands in the Context of Regional National Planning* " , Nat. Resour, Water Ser. 3, United Nations Publications, New York.

22- Flack, J.E., (1982). " *Urban Water Conservation, Increasing Efficiency-in-use Residential Water Demand* ", Report, ASCE, New York.

23- Duninck, J. K. and R. L. Melnick. (1993). " *Assessment of The Carcinogenic Potential of Chlorinated Water. Experimental Studies of Chlorine, Chloramine, and Trihalomethanes* " , J. Natl. Cancer Inst. 85, 817-822.

24- Goto, Totaro.(1996). " *Industrial Water Reuse in Japan* ", Desalination and Water Reuse, volume 5/3, Page 18-25.

25- U.S. Army Corps of Engineers (1985). " *Handbook of Methods for the Evaluation of Water Conservation for Municipal and Industrial Water Supply* ". Contract Report 58-C-3.

پاسخ‌های زیر مربوط به سوالات صفحه ۶۴ می‌باشد

ج ۱- هدف از فرایند لجن فعال در تصفیه فاضلاب عبارت است از اکسیداسیون و حذف مواد کلوئیدی و محلول که در مراحل قبلی تصفیه باقی مانده‌اند.

ج ۲- منظور از زائادات تثبیت شده زائادات تصفیه شده و یا تجزیه شده به میزانی است که اگر به محیط تخلیه گردد مشکلاتی مثل بو و مزاحمت در محیط ایجاد نکند.

ج ۳- اضافه کردن هوا در تانک هوادهی به منظور تأمین اکسیژن لازم جهت میکروارگانیسم با هدف اکسیداسیون مواد آلی و به دست آوردن انرژی جهت رشد و تکثیر آنها صورت می‌گیرد. ضمناً تأمین هوا باعث عمل اختلاط در تانک هوادهی می‌گردد.

ج ۴- با افزایش BOD فاضلاب ورودی، هوای مورد نیاز نیز افزایش می‌یابد. علت آن این است که غذای (زائادات) بیشتر فعالیت بیولوژیکی (تکثیر و تنفس) را افزایش داده و لذا نیاز به اکسیژن را بالا می‌برد.

ج ۵- عواملی که باعث شرایط نامساعد محیطی می‌گردند عبارتند از:

الف: غلظت بالای اسید، باز و سایر مواد سمی

ب: عدم جریان یکنواخت فاضلاب که باعث ایجاد غذای زیاد و یا کم در محیط می‌شود.

ج: عدم تأمین اکسیژن کافی.