

ارزیابی کمیته مؤلفه آب کلان‌شهر تهران براساس مدل DPSIR

هاجر سرمدی^{۱*}، اسماعیل صالحی^۲، لعبت زبردست^۲ و محمدتقی آقابابایی^۳

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۱/۲۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۶/۱۴)

چکیده

با پیدایش شهر و شهرنشینی، مسأله تأمین آب سالم و بهداشتی و تصفیه و دفع فاضلاب شهری به‌عنوان مشخصه‌ای مهم برای سنجش پیشرفت جوامع شهرنشین مطرح بوده است. در این میان تهران نمونه بارز شهری است که با مشکل کمبود آب روبه‌رو است. تأمین منابع آب مورد نیاز شهر تهران از محدوده وسیع‌تر از خود شهر، صورت می‌پذیرد، به‌همین دلیل دشت تهران- کرج برای این مطالعات انتخاب شده است. در این مقاله مؤلفه آب تهران در بخش کمیته با استفاده از مدل نیروی محرکه، فشار، وضعیت، اثر و پاسخ و براساس داده‌های دوره سه ساله ۱۳۸۷-۱۳۸۹ مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این مدل با توجه به نیروهای محرکه‌ها نظیر جمعیت، شهرنشینی، فضای سبز و صنایع و همچنین فشارهای مؤثر بر مؤلفه آب شهر نظیر مصرف آب، هدررفت آب، بارندگی، تبخیر و درنظر گرفتن وضعیت کمیته آب تهران براساس شاخص موجودی آب سدها و موجودی منابع زیرزمینی، اثرات آنها بر شهر مورد بررسی قرار گرفته و در نهایت، پاسخ‌های ممکن ارائه شده است. از جمله راهکارهای ارائه شده می‌توان به انتقال صنایع، اصلاح الگوی مصرف، بهبود وضعیت تصفیه‌خانه‌ها و بازیافت آنها، شناسایی و سامان‌دهی قنوات، بهبود عملکرد آبیاری و کاهش تراکم جمعیتی شهر تهران اشاره کرد.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی یکپارچه محیط زیست شهری، کمیته آب، کلان‌شهر تهران، مدل DPSIR

۱. شرکت مدیریت منابع آب ایران، وزارت نیرو

۲. گروه برنامه‌ریزی و محیط زیست، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران

۳. گروه مهندسی عمران و محیط زیست، دانشکده مهندسی، دانشگاه اوکلند

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: sarmadi_h209@yahoo.com

مقدمه

امروزه مشکلات محیط زیستی در سراسر جهان روزبه‌روز در حال گسترش و پیچیده‌تر شدن هستند. اکوسیستم‌های جهان بسیار شکننده‌تر از قبل شده و به آستانه‌های خود نزدیک شده‌اند (۲۳). یکی از مناسب‌ترین و جامع‌ترین ابزارها برای نشان دادن روند تغییرات در اکوسیستم‌های پیچیده شهری (مانند کلان‌شهر تهران)، تهیه دوره‌ای و متناوب گزارش وضعیت محیط زیست (SoE) است. در صورت تعیین صحیح شاخص‌های تغییرات و عوامل علت و معلولی ایجاد کننده آنها و سنجش منظم این شاخص‌ها با استفاده از داده‌های معتبر و قابل استناد، گزارش وضعیت محیط زیست به‌خوبی می‌تواند گویای وضعیت موجود، روند تغییرات از گذشته تا کنون و پیش‌بینی شرایط آتی محیط زیست کلان‌شهر تهران باشد.

مطالعات گسترده‌ای در این زمینه صورت گرفته است و کشورها و دولت‌های محلی مختلفی در سرتاسر جهان به تهیه این‌گونه گزارش‌ها روی آورده‌اند. بانک جهانی از جمله مهم‌ترین سازمان‌های حامی پروژه‌های محیط زیستی در جهان است. در بخش محیط زیست بانک جهانی، داده‌های مختلف محیط زیستی برحسب نقاط مختلف جهان شامل آسیای شرقی و اقیانوسیه، آسیای مرکزی و اروپا، آمریکای مرکزی، خاورمیانه و شمال آفریقا، جنوب آسیا، بقیه آفریقا و در زمینه‌هایی مانند کشاورزی، جنگل و تنوع زیستی، انرژی، آلاینده‌ها و خروجی‌ها، آب و بهداشت، محیط زیست و سلامت ارائه می‌شود (۲۸).

آژانس محیط زیست اروپا، از سازمان‌های وابسته به اتحادیه اروپایی است که هدف آن فراهم کردن اطلاعات صحیح و دقیق در مورد وضعیت محیط زیستی این اتحادیه است. از جمله شاخص‌های محیط زیستی مورد توجه این آژانس، از آلودگی هوا، تنوع زیستی، تغییر اقلیم، کاربری اراضی و منابع آب است (۲۰).

از جمله شهرهایی که دارای گزارش وضعیت محیط زیستی هستند، می‌توان به گزارش محیط زیست شهر لندن که در سال

۲۰۱۱ انتشار یافته است، اشاره کرد که براساس مؤلفه‌های مورد تأکید و مهم شهری بوده و در چارچوب مفهومی خاصی تهیه نشده است. مؤلفه‌های مورد تأکید شامل تغییر اقلیم، خطر سیل، کیفیت آب، کمیت آب، پسماند، کیفیت هوا، حمل‌ونقل و آلودگی صوتی، تنوع زیستی، سیمای سرزمین و زیرساخت‌های سبز بوده است (۲۷). از دیگر ارزیابی‌های محیط زیست شهری که در شهرهای توسعه یافته انجام شده است، می‌توان به گزارش‌های متناوب تهیه شده برای شهرهای سیدنی استرالیا (۲۶) و اوکلند نیوزلند (۲۵) اشاره کرد. علاوه بر آن، دهلی‌نو هم گزارش‌های سالیانه خود را برای مؤلفه‌های هوا، منابع آب، خاک، مدیریت پسماند، جنگل‌ها و تنوع زیستی، گازهای گلخانه‌ای و تغییرات اقلیمی تهیه کرده است (۲۴). نخستین گزارش وضعیت محیط زیستی شهر ژوهانسبورگ در سال ۲۰۰۰ با حمایت برنامه محیط زیست ملل متحد (UNEP) در مدل DPSIR و برای مؤلفه‌های کیفیت هوا، آب، پسماند، منابع ارضی و فضای باز و تنوع زیستی تهیه شده است (۲۱).

در تهران نیز با توجه به اهمیت موضوع و افزایش روز افزون جمعیت شهری و مهاجرت بی‌شمار مردم سایر نقاط کشور به این شهر، همچنین نوع تقاضا و مصرف شهروندان تهران، تهیه گزارش ارزیابی زیست‌محیطی، امری ضروری است. کمی نسبی رطوبت هوا و آب‌وهوای آن که متأثر از هوای خشک کویری است و همچنین آلودگی هوا که باعث کاهش بیشتر باران و برف در این شهر بزرگ شده است، نیز به این قضیه دامن می‌زدند. مهم‌تر از همه اینکه منابع ذخیره آب‌های سطحی و زیرزمینی اطراف آن، کفاف نیازمندی‌های روز افزون جمعیت را نمی‌دهد. از طرف دیگر وجود صنایع بزرگ که در اطراف این شهر قرارداد و نیز مصارف عظیم کشاورزی در زمین‌های کشاورزی اطراف تهران، باعث محدودتر شدن منابع آبی می‌شود. تهران نظیر سایر بخش‌های مصرف کننده آب، از یک طرف با افزایش تقاضای آب شیرین روبه‌رو است و از طرف دیگر با محدودیت منابع آبی همراه با افزایش آلودگی منابع موجود آن مواجه است. شرایط هیدرولوژیکی خشک در منطقه

عوامل طبیعی و انسانی هستند که مستقیماً بر وضعیت محیط زیست تأثیر می‌گذارند، وضعیت که عبارت است از مقادیر کیفیت‌های محیط زیست و کمیته منابع طبیعی که تحت تأثیر فشار قرار گرفته‌اند، اثر که شامل نتایج منفی تغییر وضعیت بر سلامت و رفاه انسان و اکوسیستم است و در نهایت پاسخ که سازوکارهای اتخاذ شده برای کاهش اثرات منفی است. در شکل (۱) مدل (DPSIR) برای بخش کمیته مؤلفه آب مورد استفاده، در این مقاله نشان داده شده است.

باتوجه به اینکه تأمین منابع آب مورد نیاز شهر تهران از محدوده وسیع‌تر از خود شهر صورت می‌پذیرد، دشت تهران- کرج برای این مطالعات انتخاب شده است. این دشت از نظر تقسیم‌بندی حوضه‌های آبریز ایران، بخشی از حوضه آبریز مرکزی است که از دامنه‌های جنوبی البرز شروع و تا دشت‌های ورامین و شهریار گسترش یافته است. این دشت از شمال به ارتفاعات شمالی تهران، از جنوب به بند علیخان، از شرق به مرز بین رودخانه‌های جاجرود و سرخه حصار، از جنوب شرقی به مرز شبکه ورامین، از غرب به رودخانه شور منتهی می‌شود (۱۷). این محدوده از نظر طول و عرض جغرافیایی، بین طول‌های ۵۱°-۵۵° تا ۵۱°-۱۰' و عرض ۳۵°-۰۲' تا ۳۵°-۵۷' قرار دارد. مساحت این دشت حدود ۲۷۰۴ کیلومتر مربع است. رودخانه‌های موجود در این محدوده عموماً از ارتفاعات جنوبی سلسله کوه‌های البرز سرچشمه گرفته و پس از دریافت جریان‌های سطحی، فاضلاب‌های شهری و صنعتی تهران و منطقه جنوب تهران، به سمت جنوب و کویر مرکزی جریان می‌یابد (۱۷).

نیروی محرکه

جمعیت

رشد جمعیت ارتباط مستقیم با نیازها و میزان مصرف آب در جوامع شهری دارد. رشد فزاینده جمعیت شهر تهران طی حداقل ۵۰ سال اخیر، بالاخره در پنج سال منتهی به سال ۱۳۹۰ به پایین‌ترین حد خود (نرخ ۰/۸۶ درصد) رسیده است و این

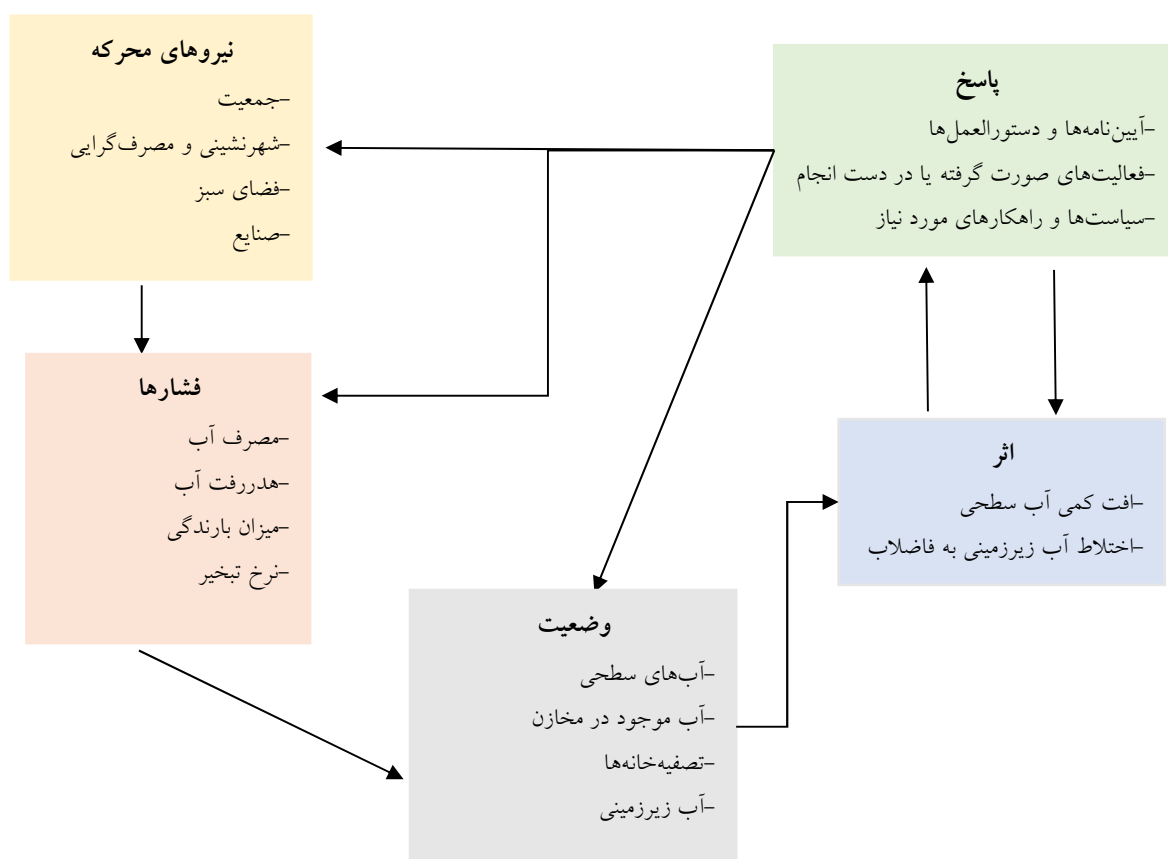
تهران (بارش متوسط ۲۵۰ میلی‌متر در سال)، تراکم جمعیتی و تغییرات آب‌وهوایی، مدیریت آب تهران را بسیار دشوار و پیچیده کرده است (۱۵).

برای تهران، باتوجه به الزام مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران از سوی شورای اسلامی شهر تهران به تهیه گزارش‌های دوسالانه وضعیت محیط زیست (SoE)، تاکنون دو گزارش وضعیت محیط زیستی تهیه شده است که اولین آن برای دوره ده ساله ۱۳۸۶-۱۳۷۷ بوده و گزارش دوم آن که این مقاله از آن استخراج شده است، برای دوره سه ساله ۱۳۸۹-۱۳۸۷ است.

مواد و روش‌ها

برای ارزیابی وضعیت زیست‌محیطی شهر تهران از نظر مؤلفه کمیته آب از مدل DPSIR استفاده شده است. این مدل چارچوبی مفهومی بر مبنای زنجیره علت و معلولی تحلیل داده‌ها است که اطلاعات محیط زیستی را از طریق شاخص‌های مختلف به هم مرتبط کرده، تقدم و تأخر آنها را مشخص کرده است و پاسخ‌ها و راهکارهای مناسب قابل اجرا روی اجزای مختلف زنجیره را تبیین و ترسیم می‌کند. این مدل مفهومی، مکمل مدل فشار - پاسخ است که برای اولین بار توسط آنتونی فراید کانادایی در دهه ۱۹۷۰ میلادی ارائه شد (۲۹). این چارچوب در دهه ۱۹۹۰ توسط سازمان توسعه و همکاری اقتصادی (OECD) و سازمان ملل (United Nations) توسعه یافت و منجر به چارچوب فشار - وضعیت - پاسخ شد (۲۲). هدف از این‌گونه چارچوب‌ها مشخص کردن ارتباط بین بخشی و پیرنگ کردن تغییرات اکوسیستم‌ها و روابط اجتماعی - اقتصادی است (۱۹).

این چارچوب دارای پنج عنصر اصلی است که از طریق آنها، فرایندها و وضعیت محیط زیست را با عوامل انسانی و اثرات ناشی از فعالیت‌های انسان مرتبط می‌سازد. این عناصر عبارتند از نیروی محرکه که شامل فاکتورهای اصلی و مهمی هستند که بر سایر متغیرها تأثیر می‌گذارند، فشار که شامل



شکل ۱. مدل (DPSIR) مؤلفه کمیت آب برای شهر تهران

مهمی در تصفیه آلودگی‌های هوا و تعادل دمایی شهر تهران دارد. براساس آمار ارائه شده توسط شهرداری تهران، مساحت پارک‌های عمومی احداث شده شهرداری تهران در سال ۱۳۸۹، ۱۱۲۰ مترمربع بوده است. در جدول (۱) شاخص‌های فضای سبز شهر تهران طی سال‌های ۱۳۸۰-۱۳۸۹ نشان داده شده است. بر این اساس در سال ۱۳۸۹، وسعت فضاهای سبز شهر تهران ۱۰،۱۳۹/۹ هکتار و معادل ۱۶/۵ درصد از کل مساحت شهر بوده است.

صنایع

صنایع نیازمند میزان زیادی آب است. آب زائد حاصل از آنها، نیازمند فرایند تصفیه پرهزینه‌ای است تا در نهایت در کشاورزی یا مجدداً صنایع استفاده شود. هرچند که تعداد کارگاه‌های صنعتی دارای بیش از ۱۰ کارکن در استان تهران، در

درحالی است که تنها در همین دوره، تعداد ۳۲۱۹۸۴ نفر به جمعیت این شهر اضافه شده است.

شهرنشینی و مصرف‌گرایی

رشد شهرنشینی در کشور کم‌آبی مانند ایران، امنیت آب را تهدید می‌کند، چرا که شهرنشینی شتابان، توأم با تغییر شدید الگوی مصرف آب است. براساس نتایج سرشماری عمومی سال ۱۳۹۰، در کل استان تهران، نرخ شهرنشینی در سال ۱۳۹۰، بالای ۹۰ درصد بوده است. به‌نحوی که این شاخص در شهرستان تهران معادل ۹۹ درصد بوده است.

فضای سبز شهری

فضای سبز شهری از مهم‌ترین مصرف‌کنندگان آب در شهرها است (۱۶). احداث، به‌سازی و نگهداری از فضاهای سبز، نقش

جدول ۱. شاخص‌های فضای سبز طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۸۰ (۱، ۲، ۳ و ۱۸)

سال	مساحت فضای سبز (هکتار)	نسبت مساحت فضای سبز به مساحت مناطق (درصد)
۱۳۸۰	۸۵۱۰/۱	۱۴/۳
۱۳۸۱	۷۷۴۶/۶	۱۳
۱۳۸۲	۷۷۷۱/۱	۱۳/۱
۱۳۸۳	۶۸۷۵/۷	۱۱/۶
۱۳۸۴	۶۸۸۲/۲	۱۱/۶
۱۳۸۵	۷۲۴۳/۳	۱۲/۲
۱۳۸۶	۷۹۹۰/۳	۱۳
۱۳۸۷	۸۴۷۶/۷	۱۳/۸۲
۱۳۸۸	۱۰۸۳۴/۲	۱۷/۶۷
۱۳۸۹	۱۰۱۳۹/۹	۱۶/۵

شرب بوده به غیر از سد طالقان که مصرف کشاورزی آن بیشتر و یا برابر با مصرف شرب بوده است. بیشترین میزان برداشت مربوط به سد طالقان با مقدار ۳۹۰/۱۹ میلیون مترمکعب در سال ۱۳۸۹ و کمترین میزان برداشت از سد لار (۱۴۷/۸۹۳ میلیون مترمکعب) در سال ۱۳۸۷ بوده است (۱۱).

کل مصرف آب و سرانه مصرف آب شرب؛ روند تغییرات کل مصرف آب تهران از سال ۱۳۷۷ تا ۱۳۸۹، افزایشی بوده و از ۸۸۶ به ۱۰۳۳ میلیون مترمکعب رسیده است (شکل ۳). با وجود افزایش جمعیت، مصرف سرانه آب در شهر تهران در سال ۱۳۸۸ کاهش یافته و در دوره زمانی مورد مطالعه تقریباً بدون تغییر است. مقدار این شاخص در سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۸۷ به ترتیب معادل ۳۵۱، ۳۴۷ و ۳۵۰ مترمکعب در سال بوده است (۳ و ۱۵).

هدررفت آب

آب بدون درآمد در شهر تهران، به‌طور متوسط برابر با ۲۹،۵۳ درصد است و دارای روند رو به کاهشی است (شکل ۴). شایان ذکر است که یکی از عوامل مؤثر در هدررفت آب، خصوصاً در تهران، فرسودگی سیستم توزیع آب شهر تهران است که در حدود ۲۵ تا ۳۰ درصد است، درحالی‌که نشستی آب براساس استانداردهای جهانی پنج درصد است.

دوره مورد بررسی، تقریباً هر سال کاهش نشان داده است (۳) ولی در طی دوره ۱۳۸۹-۱۳۸۷ میزان تخصیص آب از سدهای تأمین کننده آب تهران برای صنعت، به‌دلیل تمرکز بالای صنعتی بالاست، به‌طوری‌که میزان تخصیص تنها از سد لتیان برای صنعت با میانگین ۰/۴۷ میلیون مترمکعب در سال بوده است (۱۱).

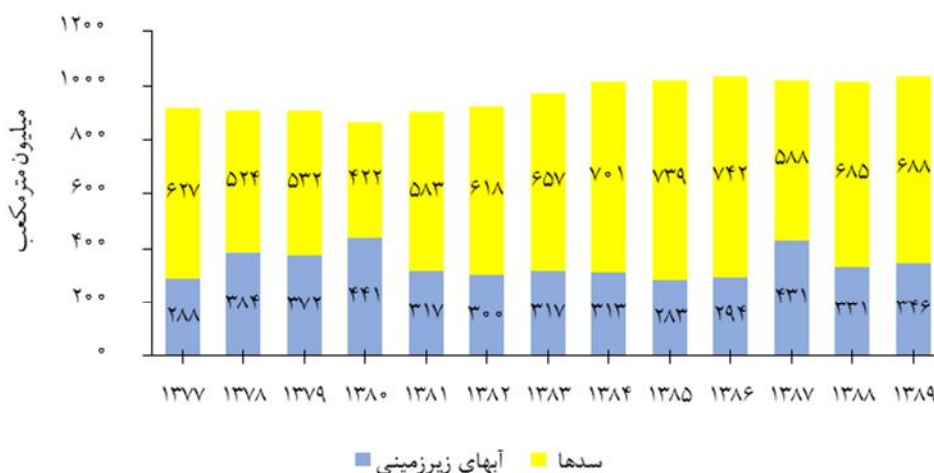
فشار

مصرف آب

مصرف آب عمدتاً وابسته به منابع آب سطحی (شامل آب ذخیره شده در مخازن سدها) و منابع آب زیرزمینی است.

برداشت از منابع سطحی و زیرزمینی؛ همان‌طورکه در شکل (۲) نشان داده شده است، کل حجم آب تولیدی برای تهران در سال ۱۳۸۷ از ۱۰۱۹ میلیون مترمکعب به ۱۰۳۴ میلیون مترمکعب در سال ۱۳۸۹ رسیده است. شایان ذکر است که میزان برداشت از منابع زیرزمینی طی سال ۱۳۸۸ در حدود ۱۰ درصد کاهش یافته (۳۲/۶ درصد) و در سال ۱۳۸۹ این میزان تقریباً ثابت باقی مانده است (۳۳/۵ درصد).

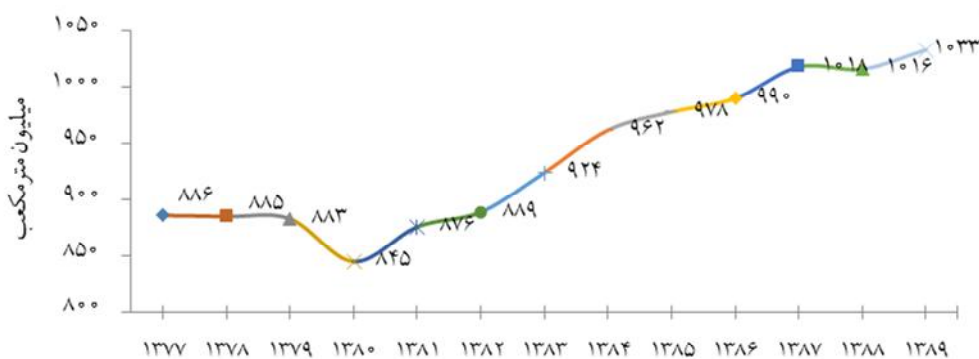
در جدول (۲) میزان برداشت از سدهای تهران و میزان مصارف آنها به میلیون مترمکعب ارائه شده است. بیشترین میزان برداشت از سدها در دوره زمانی مورد مطالعه، مربوط به مصرف



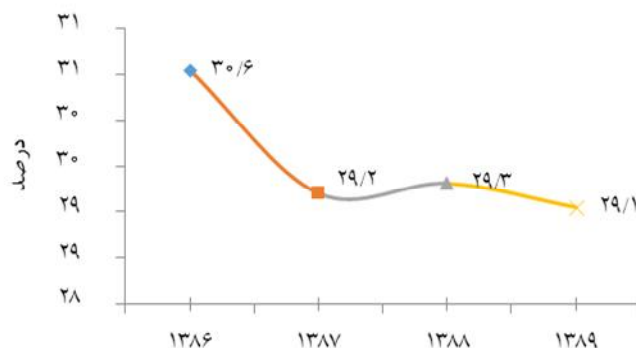
شکل ۲. حجم برداشت از منابع آب سطحی و زیرزمینی در سال‌های ۱۳۷۷-۱۳۸۹ (۴، ۵، ۶ و ۱۸) (رنگی در نسخه الکترونیکی)

جدول ۲. برداشت از سدھای تهران و میزان مصارف آنها (میلیون مترمکعب) (۹)

سد	نوع مصرف	۱۳۸۷	درصد مصرف	۱۳۸۸	درصد مصرف	۱۳۸۹	درصد مصرف
لار	کشاورزی	۵/۷۰۳	۳/۸	-	-	۹/۳۷۵	۵/۲
	شرب	۱۴۱/۰۸۸	۹۵/۴	۱۶۱/۴۰۸	۹۹/۴	۱۶۸/۹۸۲	۹۳/۸
	صنعت	-	-	-	۰/۶	-	-
	زیست محیطی	۱/۱۰۲	۰/۸	۰/۹۵۸	-	۱/۷۷	۱
	کل	۱۴۷/۸۹۳	-	۱۶۲/۳۶۶	-	۱۸۰/۱۲۷	-
کرج	کشاورزی	۳۰/۸۳۶	۱۲/۳	۴۷/۱۰۶	۱۶/۱	۶۸/۲۱۲	۲۰/۲
	شرب	۲۱۸/۶۸	۸۷/۷	۲۱۰/۷۲۰	۷۲/۱	۲۶۹/۴۴۱	۷۹/۸
	صنعت	-	-	-	-	-	-
	زیست محیطی	-	-	۳۴/۴۶۴	۱۱/۸	-	-
	کل	۲۴۹/۴۱۷	-	۲۹۲/۲۹	-	۳۳۷/۶۵۳	-
لنیان	کشاورزی	۲۳/۷۹۹	۱۱/۳	۶۸/۶۴۵	۲۱/۱	۷۸/۰۵۸	۲۲/۵
	شرب	۱۸۵/۰۳۹	۸۷/۸	۲۵۵/۲۲۷	۷۸/۳	۲۶۶/۶۹۴	۷۶/۹
	صنعت	۰/۴۷	۰	۰/۴۷۳	۰/۱	۰/۴۷۳	۰/۲
	زیست محیطی	۱/۴۸۴	۰/۹	۱/۴۹۶	۰/۵	۱/۴۹۳	۰/۴
	کل	۲۱۰/۷۲۹	-	۳۲۵/۸۴۱	-	۳۴۶/۷۱۸	-
طاقان	کشاورزی	۱۶۶/۸۵	۵۴/۱	۱۶۷/۳۹۷	۵۰/۳	۲۷۸/۵۸۸	۷۱/۴
	شرب	۱۴۱/۶۹۶	۴۵/۹	۱۶۵/۳۰۹	۴۹/۷	۱۱۱/۱۴۳	۲۸/۵
	صنعت	-	-	-	-	-	-
	زیست محیطی	-	-	-	-	۰/۴۵۹	۰/۱
	کل	۳۰۸/۵۴۶	-	۳۳۲/۷۰۶	-	۳۹۰/۱۹	-



شکل ۳. کل مصارف آب شهر تهران در سال‌های ۱۳۷۷-۱۳۸۹ (۳ و ۱۸)



شکل ۴. میزان درصد هدر رفت آب در شهر تهران (۸)

در سال ۱۳۸۷ با میزان ۲۰۱۳ میلی‌متر و کمترین میزان مربوط به سد لار در سال ۱۳۸۸ با میزان ۹۰۵ میلی‌متر بوده است. داده‌ها حاکی از آن است که در مجموع میزان تبخیر در سال ۱۳۸۹ نسبت به دو سال گذشته بیشتر بوده است.

وضعیت

در قسمت وضعیت کمیته آب کلان‌شهر تهران شرایط آب‌های سطحی، موجودی مخازن سدها، تصفیه خانه‌ها، شرایط آب زیرزمینی و شبکه فاضلاب تهران در طی سه سال ۱۳۸۷-۱۳۸۹ مورد بررسی قرار گرفته است.

آب موجود در مخازن سدها

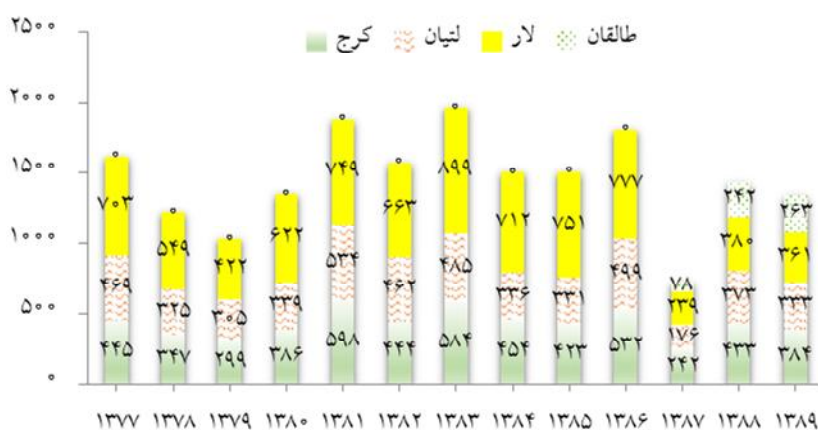
برای کنترل جریان آب سطحی و تأمین بخشی از آب شرب

بارندگی و تبخیر

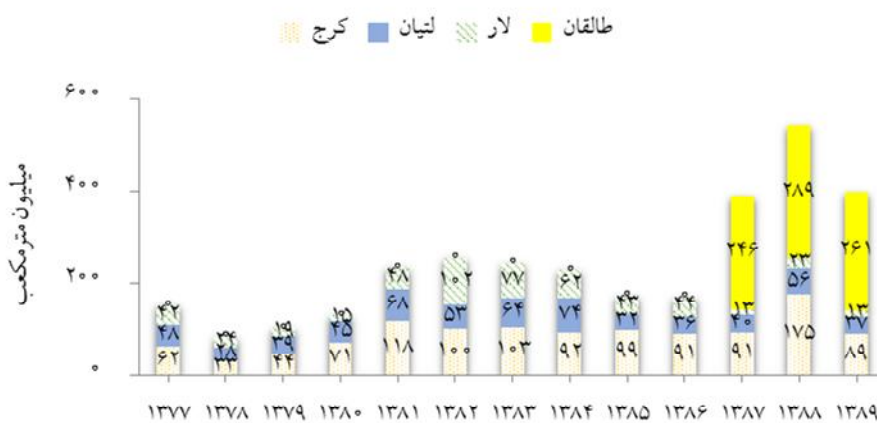
بررسی کلی بارش حوضه‌های آبخیز سدهای تأمین‌کننده آب تهران نشان‌دهنده کاهش بارندگی در دوره زمانی ۱۳۸۷-۱۳۸۹ نسبت به دوره ۱۳۷۷-۱۳۸۶ دارد (شکل ۵). این درحالی است که سد طالقان در دوره زمانی دوم مورد بهره‌برداری قرار گرفته است.

میزان بارندگی در حوضه آبریز چهار سد تأمین‌کننده آب تهران در سال ۱۳۸۷ کمترین میزان (۷۳۴/۶ میلی‌متر) و در سال ۱۳۸۹ بیشترین مقدار (۱۴۲۸/۴ میلی‌متر) را در طی این سه سال داشته است. سد کرج بیشترین میزان بارش را در سال ۱۳۸۸ با مقدار ۴۳۳/۱ میلی‌متر و سد طالقان کمترین میزان بارش را در سال ۱۳۸۷ (۷۸ میلی‌متر) داشته است.

بیشترین میزان تبخیر در طول سه سال، مربوط به سد لتیان



شکل ۵. میزان بارندگی (میلی‌متر) در حوزه آبریز سدهای تهران طی سال‌های ۱۳۷۷-۱۳۸۹ (میلی‌متر) (۱۱) (رنگی در نسخه الکترونیکی)



شکل ۶. حجم کل آب سدهای کرج، لار، لاریان و طالقان برحسب (میلیون مترمکعب) در اسفند سال‌های ۱۳۷۷-۱۳۸۹ (۱۳ و ۱۸) (رنگی در نسخه الکترونیکی)

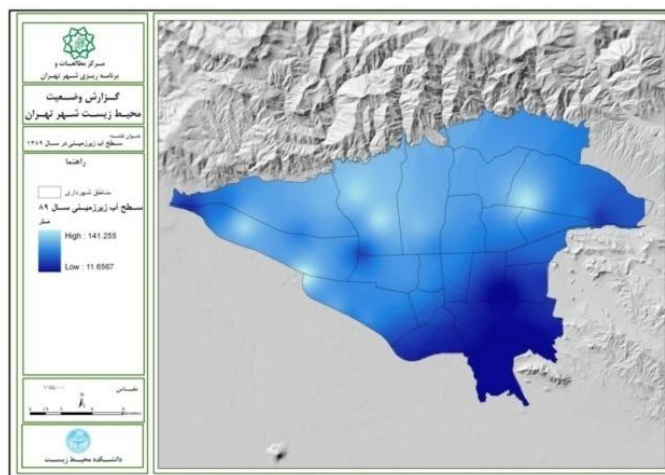
تپه‌های لویزان و رودخانه کن و از جنوب به شمال دشت ورامین و دامنه شمالی ارتفاعات کهریزک و از شرق به ارتفاعات شرقی و رودخانه سرخه‌حصار و کوه‌های بی‌بی شهربانو و از غرب به رودخانه شور محدود می‌شود (۱۷).

افت متوسط سالانه سطح آب در کل دشت تهران به میزان ۱۸ سانتی‌متر در سال و افت سطح آب در محدوده رودخانه کن به میزان یک متر در سال در یک دوره درازمدت ۱۱ ساله ثبت شده که از مهم‌ترین ناحیه برداشت آب شهری تهران است. پیش‌بینی می‌شود با اجرای فاضلاب شهر تهران و کاهش بخش

شهری و نیز کشاورزی، سدهای متعددی بر روی رودخانه‌های جاری در استان احداث شده که از جمله مهم‌ترین آنها می‌توان به سد کرج (امیرکبیر)، سد لار، سد طالقان و سد لتیان اشاره کرد. در شکل (۶) اطلاعات مربوط به موجودی آب مخازن سدهای تأمین‌کننده آب تهران ارائه شده است.

آب موجود در منابع زیرزمینی

از نظر جغرافیایی آبخوان دشت تهران - کرج از شمال توسط دامنه جنوبی تپه‌های عباس‌آباد و در امتداد شرقی - غربی



شکل ۷. نقشه عمق آب زیرزمینی شهر تهران در سال ۱۳۸۹ (۱۱) (رنگی در نسخه الکترونیکی)

سال‌های آبی ۱۳۸۷-۱۳۸۸ تا ۱۳۹۰-۱۳۸۹ به‌طور متوسط سالانه به‌ترتیب ۵/۶۵ و ۱۸/۷ سانتی‌متر افت داشته و همچنین بیشترین میزان کاهش حجم مخزن در سال‌های ۱۳۸۶-۱۳۸۷ و ۱۳۸۷-۱۳۸۸ به‌ترتیب در آبخوان‌های تهران و کرج به وقوع پیوسته و به‌طور کل سالانه در دشت تهران طی سال‌های آبی ۱۳۸۷-۱۳۸۸ تا ۱۳۹۰-۱۳۸۹ به‌طور متوسط سالانه ۳۶/۱۷ و ۶۵/۳۴ میلیون مترمکعب در سال کاهش یافته است (۱۲).

اثر

افزایش فشار به منابع آب

به‌دلیل توسعه شهر تهران و مهاجرپذیر بودن آن، رشد جمعیت روزبه‌روز افزایش می‌یابد. همچنین سرانه فضای سبز نیز در تهران رو به افزایش است (رشد ۸/۲ درصدی در سال ۸۹) که این موارد خود فشار شدیدی را به منابع آب برای تأمین مایحتاج آبی وارد می‌کند.

اختلال در سفره‌های آب زیرزمینی

برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی منجر به افت شدید سطح آب زیرزمینی در آبخوان شده است، همچنین اختلاط سفره‌های آب زیرزمینی با فاضلاب به‌دلیل گسترده نبودن شبکه فاضلاب و وجود چاه‌های جذبی در سطح شهر تهران، از اثرات

بیشتر تغذیه آبخوان، شرایط آبخوان تهران به‌مراتب بحرانی‌تر شود. با توجه به اینکه آبخوان دشت تهران به‌ویژه در محدوده رودخانه کن تأمین‌کننده حدود ۳۰ درصد آب شرب تهران در سال‌های نرمال و تا حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد آب شرب تهران در سال‌های خشک است، از این نظر ناپایداری شرایط موجود می‌بایستی با اعمال تمهیدات سازه‌ای و غیر سازه‌ای به سمت تعادل‌بخشی، سوق داده شود. بهره‌برداری از سفره آب زیرزمینی دشت تهران برای مصارف شرب به‌طور متوسط حدود ۳۰۰ میلیون مترمکعب در سال و آب برگشتی ناشی از مصارف آب شهری به آبخوان دشت تهران برابر ۳۷۳ میلیون مترمکعب در سال برآورد شده است (۱۲).

عمق برخورد به سطح آب در غرب دشت تهران از ۱۲۰ متر در شمال تا ۳۰ متر در بخش میانی به ۷۵ متر و در بخش خروجی به ۴۰ متر می‌رسد. روند تغییرات کاهش عمق از سمت شمال به جنوب است ولی در بخش میانی یک بالاآمدگی سطح آب مشاهده می‌شود. عمق برخورد سطح آب در شمال کرج حدود ۸۰ متر و در انتهای کرج به ۴۰ متر می‌رسد (۱۷). در نقشه شکل (۷)، عمق آب زیرزمینی را در محدوده شهر تهران در سال ۱۳۸۹ نشان داده شده است.

نتایج مطالعات بر روی هیدروگراف واحد آب زیرزمینی دشت تهران - کرج و با مساحتی در حدود ۱۰۶۹ و ۵۸۷ کیلومتر مربع، نشان می‌دهد که سطح آب زیرزمینی طی

دیگر در این زمینه است، همچنین تخصیص بخش عمده آب سدها به مصرف مسکونی منجر به افزایش تعداد چاه‌های غیرمجاز کشاورزی و صنعت شده است.

افت کمی آب‌های سطحی در نتیجه اجرای طرح فاضلاب تهران
بخش قابل توجهی از آب سطحی خروجی از جنوب تهران ناشی از ورود فاضلاب مناطق مسکونی، تجاری و در پاره‌ای از موارد کارگاه‌های صنعتی است. براساس برنامه توسعه شبکه فاضلاب تهران و مطالعات بازنگری طرح جامع فاضلاب تهران، مقرر است که تا سال ۱۴۱۰، شبکه جمع‌آوری فاضلاب مناطق ۲۲ گانه شهر تهران، تکمیل شود. هرچند توسعه شبکه فاضلاب و هدایت فاضلاب اماکن و منازل به تصفیه‌خانه‌های فاضلاب، اقدامی مثبت بوده و منجر به کاهش آلاینده‌های منابع آب می‌شود، در کنار آن منجر به کاهش آب ورودی به مجاری آب‌های سطحی خواهد شد (۱۲).

پاسخ

ارزیابی پاسخ‌های دوره قبل

تشکیل کارگروه منابع آب زیرزمینی در ستاد محیط زیست و توسعه پایدار شهرداری تهران در سال ۱۳۸۲ به منظور ساماندهی قنوت شهر تهران.

- پروژه شناسایی و پتانسیل‌یابی منابع زیرسطحی (قنوت)
- پروژه تعیین موقعیت جغرافیایی قنوت تهران
- برداشت میدانی ۷۵۱ چاه‌میله توسط GPS
- تهیه نقشه و لایه GIS اولیه قنوت تهران
- پروژه نقشه برداری و تهیه پایگاه داده اطلاعات مکانی قنوت و لایه GIS
- برداشت میدانی قنوت شش منطقه توسط GPS با دقت بالا
- تهیه بانک اطلاعاتی و لایه GIS قنوت شش منطقه

آیین‌نامه‌ها، دستورالعمل‌ها و راهکارهای اتخاذ شده

- فهرست خدمات مطالعات طرح‌های استفاده از فاضلاب‌های تصفیه شده شهری و روستایی (تصفیه‌خانه‌های در دست اجرا و

در حال بهره‌برداری) در ۱۳۸۷/۱۰/۲۸ ابلاغ شد.
- پیش‌نویس دستورالعمل و ضوابط تعیین و تفکیک آبخوان‌های آبرفتی دشت‌های آزاد، ممنوعه و ممنوعه بحرانی در سال ۱۳۸۷ ابلاغ شد.

- فهرست خدمات مطالعات مرحله توجیهی طرح‌های فاضلاب و آب‌های سطحی در سال ۱۳۸۹ ابلاغ شد.

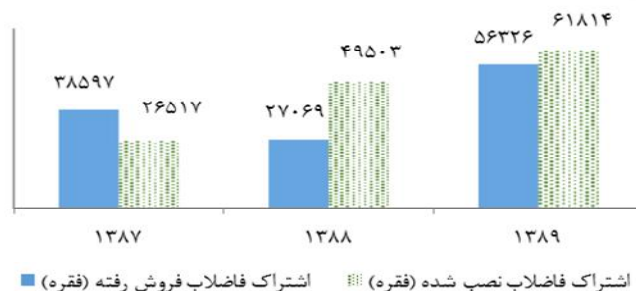
فعالیت‌ها و مطالعات صورت گرفته یا در دست انجام

توسعه شبکه فاضلاب شهر تهران
از آنجایی که شبکه فاضلاب، سیستم جمع‌آوری آب‌های زائد شهر تهران و هدایت آن به تصفیه‌خانه‌های فاضلاب و یا به خارج از محدوده شهری است، توسعه آن در سطح شهر بسیار پراهمیت است و نقش کلیدی در تأمین بهداشت شهر دارد. تعداد اشتراک فاضلاب نصب شده و فروش رفته در دوره زمانی مورد مطالعه، افزایش نشان می‌دهد (شکل ۸). تعداد اشتراک نصب شده از ۲۶۵۱۷ فقره در سال ۱۳۸۷ به ۶۱۸۱۴ فقره در سال ۱۳۸۹ رسیده است (۳).

طرح جامع آب خام شهر تهران
این طرح در مساحت ۶۴۰ هکتار و در محدوده مناطق ۲۲ گانه

شهر تهران در حال انجام است. اهداف این طرح عبارتند از:

- تفکیک شبکه‌های توزیع آب شرب (آب بهداشتی) از آب خام (آب غیر بهداشتی) بهره‌برداری بهینه از منابع آبی موجود از لحاظ فنی - ایمنی و اقتصادی
- بهبود کامل کیفیت آب شرب شهروندان
- کاهش مصرف شبکه آب شرب به میزان ۳۵ درصد
- امکان آبیاری فضاها، سبزی در هر ساعت و در هر نقطه از شهر
- حذف آبیاری سنتی، ثقلی و آبیاری به‌وسیله تانکر و ضایعات ناشی از آنها
- استفاده از پساب تصفیه‌خانه‌های فاضلاب برای آبیاری قطره‌ای، جنگل‌کاری‌های شهری و اطراف شهری پروژه بررسی زیست‌محیطی منابع آب سطحی



شکل ۸. وضعیت اشتراک فاضلاب در شهر تهران در سال های ۱۳۸۷-۱۳۸۹

- مشخص کردن نقاط تجمع زباله و رسوب
- مشخص کردن نقاط آب‌گرفتگی
- مشخص کردن نقاط ورود فاضلاب
- مشخص کردن مکان‌های نیازمند اصلاح و ترمیم
- ارائه طرح سامان‌دهی مسیل‌ها و رودخانه‌ها با روش کانال پایدار
- پروژه مطالعات و طراحی سیستم‌های رسوب‌گیر و زباله‌گیر
- عقد قرارداد پروژه مطالعات امکان‌سنجی و جانمایی استفاده از سیستم‌های رسوب‌گیر و زباله‌گیر در یک حوزه آبریز تهران با یکی از دانشگاه‌های کشور
- عقد قرارداد پروژه طراحی سیستم زباله‌گیر در چهار منطقه تهران
- انجام مطالعات و طراحی پنج سیستم زباله‌گیر
- طرح جامع شبکه جمع‌آوری آب‌های سطحی تهران
- این طرح شامل کانال‌های روباز و سرپوشیده، لوله‌گذاری‌های بتنی و تونل جهت سامان‌دهی آب‌های سطحی تهران به‌خصوص در هنگام وقوع رواناب است.

- تحقیقاتی اتمام یافته در سال ۱۳۸۷)
- کنترل هوشمند فشارشکن در شبکه توزیع آب شهری (پروژه تحقیقاتی اتمام یافته در سال ۱۳۸۷)
- بررسی و تجزیه تحلیل مونیتورینگ شبکه (پروژه تحقیقاتی اتمام یافته در سال ۱۳۸۷)
- تحلیل ساختار هزینه و تقاضای آب خانگی (پروژه تحقیقاتی اتمام یافته)
- بررسی تأثیر فعالیت‌های مروجان فرهنگی مصرف بهینه آب بر میزان آگاهی و نگرش دانش‌آموزان در ارتباط با موضوع آب (پروژه تحقیقاتی اتمام یافته)
- بررسی راهکارهای افزایش مشارکت زنان در مدیریت مصرف آب (پروژه تحقیقاتی اتمام یافته)
- تغییر محاسبه قیمت آب با اجرای قانون هدفمندسازی یارانه‌ها

سیاست‌ها و راهکارهای مورد نیاز

- تدوین برنامه جامع مدیریت منابع آب تهران
- نوسازی سیستم آبرسانی به‌منظور کاهش هدررفت آب
- آموزش شهروندان در خصوص استفاده صحیح و مناسب از آب
- بهبود عملکرد آبیاری و استفاده از آبیاری تحت فشار برای بالا بردن راندمان
- بهینه‌سازی عملکرد کانال و شبکه‌های آبیاری و زهکشی
- استفاده از پساب‌های صنعتی و فاضلاب‌های شهری برای آبیاری فضای سبز
- استفاده از منابع آب مجازی
- جداسازی شبکه توزیع آب شرب از شبکه توزیع آب جهت

فعالیت‌های شرکت آب و فاضلاب استان تهران

- طرح آبرسانی از سد ماملو به شهر تهران (در دست انجام)
- احداث تصفیه‌خانه هفتم تهران
- مطالعه و بررسی مصرف اماکن عمومی نظیر هتل‌ها، مجتمع‌های ورزشی و غیره و ارائه راهکارهای لازم برای کاهش مصرف (پروژه تحقیقاتی در حال انجام)
- مطالعه و بررسی راهکارهای مدیریت بحران خشکسالی تهران (پروژه تحقیقاتی در حال انجام)
- بررسی و نصب دستگاه‌های کنترل‌گره‌های فشارشکن (پروژه

جدول ۳. ارائه راهکارهای مولفه کمیت آب به تفکیک شاخص‌ها

کمیت آب		شاخص	بخش
راهکارها	راهکارها		
کاهش تراکم جمعیت انتقال فعالیت‌ها و خدمات از شهر تهران تقویت سایر مراکز استان‌ها سیاست‌های حمایتی و تشویقی مهاجرت از تهران	کاهش تراکم جمعیت انتقال فعالیت‌ها و خدمات از شهر تهران تقویت سایر مراکز استان‌ها سیاست‌های حمایتی و تشویقی مهاجرت از تهران	جمعیت	
فرهنگ‌سازی در مورد اصلاح الگوی مصرف افزایش قیمت آب و حذف یارانه	فرهنگ‌سازی در مورد اصلاح الگوی مصرف افزایش قیمت آب و حذف یارانه	شهرنشینی و مصرف‌گرایی	نیروی محرکه
استفاده از گونه‌های گیاهی با نیاز آبی اندک استفاده از آب‌های برگشتی در آبیاری فضای سبز بهبود عملکرد آبیاری و استفاده از آبیاری تحت فشار برای بالا بردن راندمان	استفاده از گونه‌های گیاهی با نیاز آبی اندک استفاده از آب‌های برگشتی در آبیاری فضای سبز بهبود عملکرد آبیاری و استفاده از آبیاری تحت فشار برای بالا بردن راندمان	فضای سبز	
انتقال صنایع از تهران	انتقال صنایع از تهران	صنایع	
اصلاح الگوی مصرف استفاده از تجهیزات کاهنده مصرف آب مدیریت مصرف آب در مصرف‌کنندگان عمده به‌سازی سیستم توزیع آب و جلوگیری از نشتی	اصلاح الگوی مصرف استفاده از تجهیزات کاهنده مصرف آب مدیریت مصرف آب در مصرف‌کنندگان عمده به‌سازی سیستم توزیع آب و جلوگیری از نشتی	برداشت از منابع سطحی و زیرزمینی کل و سرانه مصرف آب مصرف‌کنندگان عمده هدر رفت آب	فشار
ساماندهی آب رودخانه‌ها و جریانات آب سطحی شهر احیای رود دره‌ها	ساماندهی آب رودخانه‌ها و جریانات آب سطحی شهر احیای رود دره‌ها	دبی رودخانه‌ها و جریانات آب سطحی	
جلوگیری از هدر رفت آب مخازن سدها در کنار رعایت جریان آب پایین دست بهبود وضعیت تصفیه‌خانه‌ها و بازچرخانی منابع آب نامتعارف تکمیل شبکه فاضلاب شهری	جلوگیری از هدر رفت آب مخازن سدها در کنار رعایت جریان آب پایین دست بهبود وضعیت تصفیه‌خانه‌ها و بازچرخانی منابع آب نامتعارف تکمیل شبکه فاضلاب شهری	موجودی آب مخازن سدها میزان پساب تصفیه شده	وضعیت
جلوگیری از افت سطح آب‌های زیرزمینی و نشست زمین از طریق تزریق آب به سفره و آبخوان‌داری شناسایی و سامان‌دهی قنوت و منابع آب زیرزمینی	جلوگیری از افت سطح آب‌های زیرزمینی و نشست زمین از طریق تزریق آب به سفره و آبخوان‌داری شناسایی و سامان‌دهی قنوت و منابع آب زیرزمینی	عمق آب زیرزمینی	
رعایت حقایق‌های زیست‌محیطی در پایین دست سدها کاهش مصرف بی‌رویه آب از طریق اصلاح الگوی مصرف	رعایت حقایق‌های زیست‌محیطی در پایین دست سدها کاهش مصرف بی‌رویه آب از طریق اصلاح الگوی مصرف	اثرات ناشی از کم‌آبی به‌علت مصارف گسترده آب شهری در تهران بر اکوسیستم‌های طبیعی و کشاورزی	اثر

مصارف بهداشتی و دفع فاضلاب شهری، به‌عنوان مشخصه‌ای مهم برای سنجش پیشرفت جوامع شهرنشین مطرح است. وجود آب سالم و مدیریت کنترل آلودگی آب همواره در حفظ محیط زیست انسان دو عامل تعیین کننده هستند. برای تعیین وضعیت کمیت آب در کلان‌شهرها، از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود که از جمله این روش‌ها، گزارش‌های وضعیت محیط زیست است. در این مقاله کمیت مؤلفه آب به روش DPSIR مورد بررسی قرار گرفت و نیروی محرکه، فشار، وضعیت، اثر و پاسخ‌های مرتبط ارائه شد. باتوجه به آمارهای ارائه شده و روش مذکور، در جدول (۳) راهکارها به تفکیک شاخص‌ها، ارائه شده است.

مصارف بهداشتی
- استفاده از گونه‌های مناسب گیاهی در طراحی فضای سبز با نیاز خالص آبی کم در طی سال
- استفاده از پساب فاضلاب شهر تهران در صنایع و آبیاری فضای سبز

مطالعات پیشنهادی

- بررسی دقیق مصارف آب صنعتی و تولید پساب‌های صنعتی
- طرح مدیریت و بهینه‌سازی آبیاری فضاها و فضای سبز شهری

نتیجه‌گیری

در جوامع امروزی مسأله تأمین آب سالم و بهداشتی و تصفیه

سپاسگزاری

شهر تهران تعریف شده و به اجرا درآمده است. بدین وسیله از حمایت های مرکز نام برده تقدیر و تشکر می‌شود.

این مقاله مستخرج از طرح تحقیقاتی با عنوان " گزارش وضعیت محیط زیستی شهر تهران" که در مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی

منابع مورد استفاده

۱. آمارنامه شهر تهران. ۱۳۸۷. سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری تهران.
۲. آمارنامه شهر تهران. ۱۳۸۸. سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری تهران.
۳. آمارنامه شهر تهران. ۱۳۸۹. سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری تهران.
۴. سالنامه آماری شهر تهران. ۱۳۸۷. سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری تهران.
۵. سالنامه آماری شهر تهران. ۱۳۸۸. سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری تهران.
۶. سالنامه آماری شهر تهران. ۱۳۸۹. سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری تهران.
۷. شایگان، ج. ۱۳۸۹. گزارش نهایی مطالعه و بررسی زیست‌محیطی آلودگی آب‌های زیرزمینی تهران به‌دلیل وجود مواد آلی (TOC). شرکت مدیریت منابع آب ایران، دفتر پژوهش‌های کاربردی. ایران.
۸. شرکت آب و فاضلاب تهران. ۱۳۹۱. بخش آمار و اطلاعات.
۹. شرکت آب و فاضلاب شهر تهران، ۱۳۹۰. بخش آمار و اطلاعات.
۱۰. شرکت ساماندهی مشاغل و صنایع تهران. ۱۳۹۰. بخش آمار و اطلاعات.
۱۱. شرکت مدیریت منابع آب ایران. ۱۳۹۱. دفتر بهره‌برداری از تاسیسات تأمین آب.
۱۲. شرکت مدیریت منابع آب ایران. ۱۳۹۰. دفتر پژوهش‌های کاربردی. گزارش ساماندهی آب سطحی جنوب تهران.
۱۳. شرکت آب منطقه‌ای تهران. ۱۳۹۲. آمار سدهای در حال بهره‌برداری و نیروگاه‌ها.
۱۴. شرکت سهامی مدیریت منابع آب ایران. ۱۳۹۱. دفتر مطالعات پایه منابع آب.
۱۵. صلوی تبار، ع، م. ضرغامی و ا. ابریشم‌چی. ۱۳۸۵. مدل پویایی سیستم در مدیریت آب شهری تهران. مجله علمی پژوهشی آب و فاضلاب (۳): ۱۲-۲۸.
۱۶. عبدالغفوریان، ع، م. تجریشی و ا. ابریشم‌چی. ۱۳۹۰. مدیریت آب شهری با لحاظ پساب و رواناب به‌عنوان منابع جدید آب (مطالعه موردی: شهر تهران). مجله آب و فاضلاب (۴): ۲۳-۴۲.
۱۷. محمدی، ک. ۱۳۸۵. گزارش نهایی تهیه نقشه آسیب‌پذیری منابع آب زیرزمینی دشت تهران-کرج. پژوهشکده مهندسی آب دانشگاه تربیت مدرس، شرکت مدیریت منابع آب ایران، دفتر پژوهش‌های کاربردی.
۱۸. مرکز مطالعات و برنامه ریزی شهر تهران. ۱۳۹۰. گزارش وضعیت محیط زیست شهر تهران (SoE) (۸۶-۱۳۷۷).
19. Elliott M. 2002. The role of the DPSIR approach and conceptual models in marine environmental management: an example for offshore wind power. *Marine Pollution Bulletin* 44: 3-7
20. EPA. 2012. Integrating human health and ecosystem health into DPSIR framework, united states environmental protection agency: Available online at http://www.epa.gov/ged/tutorial/docs/DPSIR_Module_4.pdf
21. Johannesburg state of environment report. 2003. Johannesburg: Department of development planning, transportation and environment. Environmental planning.
22. Mateus, M. and F. J. Campuzano. 2008. The DPSIR framework applied to the integrated management of coastal areas, perspectives on integrated coastal zone management in South America, DOI: 10.13140/2.1.3841.6960. 29-42.

23. Segnestam, L. 2002. Indicators of Environmental and Sustainable Development Theories and Practice. The World Bank Washington, D.C. U.S.A.
24. State of environment report for Delhi. 2010. Government of NCT of Delhi: Department of Environment and Forest.
25. State of environment report. 2010. Auckland Regional Council, Auckland.
26. Sydney state of environment report. 2011. Sydney.
27. The greater london authority, the environment agency, natural england and forestry commission. 2010. State of the environment report for London. London.
28. The World Bank. 2012. Available online at: <http://web.worldbank.org>
29. Shu-dong, Z., F. Mueller, B. Burkhard, C. Xing-jin and H. Ying. 2013. Assessing agricultural sustainable developme based on the DPSIR approach: case study in Jiangsu, *China Journal of Integrative Agriculture* 12(7): 1292-1299.

Tehran Water Quality Assessment Using DPSIR Model

H. Sarmadi^{1*}, E. Salehi², L. Zebardast² and M. Aghababaei³

(Received: February 17-2016 ; Accepted: September 5-2017)

Abstract

Since the introduction of cities and urbanization, healthy water supplement and urban wastewater treatment have been considered as an important factor to evaluate progress in the urban areas. Tehran as a megacity is facing the lack of water. Tehran water supplement is far from its area; therefore, Tehran-Karaj plain has been considered in this study. So, Tehran water quantity index using the DPSIR model (Driving force, Pressure, Status, Impact and Response) in a period of 3 years (2008-2010) was considered in this paper. Driving forces included population, urbanization, green spaces, and industries. Pressures on urban water included water consumption, water losses, rainfall and evaporation. Then, Tehran water quantity status was investigated based on the existing water in dam reservoirs and groundwater resources. Their impacts on urban area were evaluated and finally, appropriate responses were presented. Some of the presented approaches included industries transmission, improvement of water consumption pattern, improvement of the water treatment plants status and unconventional water resources reuse, identification and rearrangement of subterranean, improvement of irrigation systems operation, and reduction of Tehran urban population.

Keywords: Water Quantity, Tehran Megacity, DPSIR Model, State of Environment (SoE)

1. Water Resources Management Company, Ministry of Energy, Tehran, Iran

2. Department of Management Planning and Environmental Education, Environment Faculty, University of Tehran, Iran.

3. Civil and Environmental Engineering Department, Faculty of Engineering University of Auckland.

*: Corresponding Author, Email: sarmadi_h209@yahoo.com