پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری، دورهٔ ۵، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۳۹۶
ص ۴۶۹-۴۹۳

بومی‌سازی الگوی شهرهای حساس به آب
(مطالعهٔ موردی: کلان‌شهر تهران)

خلیل کلانتری * – استاد گروه مدیریت و توسعهٔ کشاورزی، دانشکدهٔ اقتصاد و توسعهٔ کشاورزی، دانشگاه تهران
گلشن همتی– کارشناس‌ارشد برنامه‌ریزی شهری، دانشکدهٔ علوم اجتماعی، دانشگاه علامه طباطبایی تهران
محمود جمعه‌پور– استاد گروه برنامه‌ریزی اجتماعی شهری و منطقه‌ای، دانشکدهٔ علوم اجتماعی، دانشگاه علامه طباطبایی تهران

پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۱۰/۲۹ تأیید مقاله: ۱۳۹۶/۰۷/۱۷

چکیده

افزایش چشمگیر جمعیت کرهٔ زمین و بهره‌برداری بی‌رویه از منابع محیط‌زیست برای تأمین نیازهای اقتصادی تأثیر خاص خود را در رابطه با منابع آب بر جای گذاشته است. ایران نیز از این شرایط مستثنا نیست و رشد شهرنشینی در آن، به‌ویژه کلان‌شهرهایی نظیر تهران مانع از این شده است که تدابیر لازم برای حفاظت از محیط‌زیست شهری و منابع آبی درنظر گرفته شود. اکنون به‌خوبی پذیرفته شده که رویکرد مدیریت سنتی آب شهری برای پرداختن به مسائل پایداری فعلی و آینده مناسب نیست و به تغییرات اساسی در تمام ابعاد نیازمند است. در همین راستا مفهوم نسبتاً جدیدی در زمینهٔ مدیریت آب شهری با عنوان شهرهای حساس به آب مطرح شده است که به ارائهٔ راه‌حل اکولوژیکی برای دستیابی به پایداری در توسعهٔ شهری می‌پردازد. تحقیق حاضر به‌دنبال بومی‌سازی الگوی شهرهای حساس به آب و مشخص‌کردن جایگاه تهران نسبت به شهری حساس به آب است. این تحقیق از نظر هدف کاربردی و از نظر روش تحقیق توصیفی-تحلیلی است. روش گردآوری داده‌ها ابتدا به‌صورت کتابخانه‌ای و اسنادی بوده و پس از تدوین دو نمونه پرسش‌نامه که یکی به روش مقایسهٔ زوجی و دیگری براساس طیف لیکرت طراحی شده، در میان ۳۰ تن از متخصصان امور آب و شهرسازی از طریق پیمایشی تکمیل شده است. در فرایند تحلیل از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) با استفاده از نرم‌افزار Super Decision برای مشخص‌کردن میزان اهمیت شاخص‌ها، سپس از آزمون T تک‌نمونه‌ای برای مشخص‌کردن جایگاه تهران نسبت به یک شهر حساس به آب استفاده شده است. در نتیجهٔ کلی تحقیق مشخص شد که بیشترین میزان اهمیت با ۰/۲۹۳۲ به شاخص حکمرانی حساس به آب و کمترین مقدار، ۰/۰۶۱۶ به شاخص کیفیت فضای شهری مربوط است. همچنین بیشترین فاصلهٔ معیارها در تهران با یک شهر حساس به آب، با توجه به برنامه‌ریزی برای تمامی اقشار با مقدار ۰/۶۶۳۶- و کمترین فاصله به شاخص پوشش گیاهی و هزینهٔ استفادهٔ یکسان از خدمات به ترتیب با مقادیر ۰/۳۸۳۰- و ۰/۴۰۱۰ -مربوط است، درنهایت، راهکارهای اصلاحی در سطح پیشنهادی به‌عنوان اهداف، راهبرد و سیاست بر مبنای نتایج کلی و جزءبه‌جزء ارائه شده است.

کلیدواژه‌ها **بومی‌سازی، پایداری شهری، شهرهای حساس به آب، کلان‌شهر تهران.**

* نویسندهٔ مسئول، تلفن: ۰۹۱۲۱۳۸۵۰۰۴
E- mail: khkalan@ut.ac.ir

مقدمه

قرن ۲۱ بازه‌ای از زمان است که در آن نسبت جمعیت جهان در محیط‌های شهری بیشتر از محیط‌های روستایی است. این قرن درواقع قرن شهرها و شهرنشینی است. تحولات شهری برای حمایت از جامعهٔ درحال‌رشد پیامدهای مهمی بر روی زمین، آب و محیط‌زیست گذاشته است (Wong and Edie,2000). براساس پیش‌بینی سازمان ملل ممکن است تا سال ۲۰۵۰، ۷۰ درصد جمعیت جهان در شهرها ساکن شوند، تمرکز زیاد جمعیت در مناطق شهری تهدیدهایی را برای رفاه اقتصادی، اجتماعی و محیطی ایجاد، و فشارهایی را بر این سیستم‌ها وارد می‌کند. در این بین، یکی از چالش‌های مرتبط با افزایش سرعت شهرنشینی، تأمین آب برای مناطق شهری خواهد بود. شهرنشینی و شهرسازی کشورهای توسعه‌یافته از قرن نوزدهم تاکنون، گام‌به‌گام نظام پیدا کرده و برنامه‌ریزی و مدیریت شهری نوین به‌تدریج شکل گرفته است. تاریخ‌نگاران مدیریت منابع آب شهری اروپا اساساً بررسی روند شهرنشینی را بدون درک و شناخت نحوهٔ تأمین آب و دفع فاضلاب آن‌ها ناممکن می‌دانند (Juuti and Katko, 2005). در این بین، افزایش تقاضای آب شهری به‌دلیل رشد جمعیت به یک نگرانی تبدیل شده است و این جریان در مناطق خشک و نیمه‌خشک که تغییر اقلیم از طریق خشک‌سالی کمبود آب را تشدید می‌کند، به ظهور چالشی عمده منجر شده است (McDonald et al., 2011; Field et al., 2014). با توجه به نرخ سریع تحولات و ثابت‌بودن مقدار منابع آبی از یک‌سو و افزایش جمعیت، میزان عرضه و تقاضا، رواج فرهنگ مصرف‌گرایی (به‌ویژه در جوامع شهری) از سوی دیگر به‌نظر می‌رسد بروز بحران‌های شدید آبی و به‌تبع آن بحران‌های تلخ سیاسی، اجتماعی و اقتصادی حتمی است. ایران با متوسط نزولات جوی ۲۶۰ میلی‌متر در سال از کشورهای خشک جهان و دارای منابع آب محدود به‌شمار می‌رود. عواملی همچون رشد جمعیت، نیاز به غذای بیشتر، ضرورت ارتقای سطح بهداشت و رفاه اجتماعی، توسعهٔ صنعتی و حفاظت اکوسیستم‌ها، تقاضای آب را روزبه‌روز بیشتر می‌کند. با توجه به رشد جمعیت در ایران، سرانهٔ منابع آب تجدیدشوندهٔ سالانه که در سال ۱۳۳۵، ۷ هزار مترمکعب بود، در سال ۱۳۷۵ به ۲ هزار مترمکعب کاهش یافت و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۱۴۰۰ به حدود ۸۰۰ مترمکعب کاهش یابد که پایین‌تر از مرز کم‌آبی، یعنی هزار مترمکعب است (United Nations 2012). بررسی‌ها بیانگر این است که روند کاهش منابع آب در دسترس در ایران در سال‌های اخیر شدت یافته و سرانهٔ آب در دسترس کشور در فاصلهٔ سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۵ از هزار متر مکعب بیشتر به کمتر از هزار متر مکعب کاهش می‌یابد. علاوه‌بر این مسئلهٔ اساسی دیگر پراکنش نامتوازن نزولات جوی و به‌تبع آن توزیع نامتناسب منابع آب در مناطق مختلف جغرافیایی است، این موضوع زمانی اهمیت بیشتری می‌یابد که کلان‌شهرها از نظر منابع آب در تنگنا قرار بگیرند. در این میان، شهر تهران به‌عنوان بزرگ‌ترین کلان‌شهر ایران با تراکم جمعیتی معادل ۱۲ میلیون و ۱۸۳ هزار و ۲۹۱ نفر، و سرانهٔ مصرف آب حدود ۳۵۱ متر مکعب در سال ۱۳۹۵ همچنین رشد جمعیت و مهاجرت از مناطق مختلف کشور به این شهر و وجود مراکز جمعیتی حاشیه‌ای، با تراکم بیش‌ازحد جمعیت و مشکل تأمین آب مواجه شده است. نکتهٔ مهم درخصوص سرانهٔ مصرف آب در تهران سه و نیم برابرشدن آن در یک دورهٔ پنجاه‌ساله است؛ به‌طوری‌که سرانهٔ آب مصرفی روزانه در تهران از ۹۹ لیتر در سال ۱۳۴۵ به ۳۵۰ لیتر در سال ۱۳۹۵ رسیده است؛ درحالی‌که جمعیت تهران نیز در این دوره از ۲ میلیون و ۷۰۰ هزار نفر به ۱۲ میلیون و ۱۸۳ هزار و ۲۹۱ نفر افزایش یافته است. در حال حاضر جمعیت کل کشور ۸۰۸۰۵۲۴۱ نفر است که نسبت به عملکرد

حوزهٔ تهران به کل کشور ۱۶/۲ درصد تخمین زده شده، همچنین متوسط بارندگی بلندمدت ۴۵ ساله ۳۱۶ میلی‌متر در استان تهران و در کل کشور ۲۵۰ میلی‌متر ثبت شده است؛ یعنی نسبت عملکرد حوزهٔ تهران به کشور در حوزهٔ بارندگی‌ها ۱۲۶ درصد بوده است. از سوی دیگر متوسط کسری آبخوان‌های آبرفتی در حوزهٔ عملکرد استان تهران mcm150 و در کل کشور mcm 700 ، همچنین سرانهٔ حجم آب مصرفی ۳۵۱ متر مکعب در سال برای استان تهران و ۱۲۲۴ متر مکعب در سال برای کل کشور تخمین زده شده که به معنای ۴/۲۸ درصد نسبت حوزهٔ عملکرد تهران به کل کشور است. افزون بر این، سرانهٔ حجم آب تجدیدشونده در استان تهران ۲۴۵ مترمکعب و در کل کشور ۱۸۵۰ متر مکعب در سال است که ۱۱/۶ درصد نسبت کل عملکرد تهران به کشور را نشان می‌دهد (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵، شرکت آب و فاضلاب استان تهران، ۱۳۹۶). آمار و ارقام بیان‌شده نشان می‌دهد که در تهران مشکل منابع آب بیش از سایر شهرهاست و باید به این مسئله توجه کرد که این شهر جز پنج سدی که در آن ساخته شده دیگر ظرفیت ایجاد سد ندارد. در این بین، اگر جمعیت تهران بیش از این افزایش یابد، پاسخگوی تأمین آب تهران نخواهد بود و نیازمند این است که با الگوهای نوین در زمینهٔ منابع آب، تحلیل‌های درست و منطقی از وضعیت کنونی آن، به راه‌هایی برای رسیدن به پایداری دست یابد، البته استفاده از هر الگوی مطرح‌شده در جهان به سازگاری آن با شرایط کشورهای مختلف نیاز دارد.

در چند دههٔ گذشته، هم‌زمان روش‌های جدیدی برای مدیریت آب‌های شهری در چندین کشور توسعه‌یافته است، بدون اینکه این کشورها ارتباط چندانی با هم داشته باشند، البته در همهٔ این روش‌ها توسعهٔ پایدار یک هدف واحد بوده است. یکی از الگوهای جدید مطرح‌شده در این زمینه الگوی شهرهای حساس به آب است. مفهوم این الگو با الگوی جدید مدیریت آب شهری ارتباط دارد که حامی استفاده از سیستم‌های آبی غیرمتمرکز است (Brown and Morison, 2012). اصطلاح «حساس به آب» ادغام مهندسی و محیط‌زیست مرتبط با حفاظت از منابع آب شهری است (Wong and Ashley, 2006). تبدیل شهرها به شهرهایی پایدار از نظر آب یا به عبارتی شهرهای حساس به آب، به تغییرات اساسی اجتماعی و فنی در مقایسه با روش‌های متداول نیاز دارد تا بتواند خدماتی از قبیل بهبود عرضه، حفاظت از سلامت عمومی، حفاظت از سیل، حفاظت از سلامت آبراهه‌ها، تفریح و سرزندگی، بهبود شرایط اقتصادی و عدالت میان نسلی و فرانسلی، همچنین پایداری زیست‌محیطی را ارائه کند. در این راستا بهترین برنامهٔ مدیریت آب شهری برنامه‌ای است که سازش چشمگیری بین اهداف چهارگانهٔ اجتماعی، اقتصادی، زیست‌محیطی، سیاسی دارد. مفهوم شهرهای حساس به آب الگوی جدید مدیریت آب شهری است که از استفاده سیستم‌های آب غیرمتمرکز حمایت می‌کند. الگوی شهرهای حساس به آب باید با توجه به شرایط تهران بومی‌سازی شود و شاخص‌های متناسب با شرایط این شهر به‌دست بیاید سپس براساس این الگوی بومی‌شده جایگاه تهران مشخص شود و با بهره‌گیری از فنون برنامه‌ریزی و طراحی شهری، چارچوب یکپارچه‌ای برای مدیریت چرخهٔ آب شهری با هدف توسعهٔ پایدار به‌دست بیاید.

دو نکتهٔ کاربردی از مطالب مطرح‌شده در این بخش این است که اولاً ادامهٔ وضعیت فعلی در بخش آب و فاضلاب شهری، در آینده‌ای نه‌چندان دور، تعادل عرضه و تقاضای آب در کشور را دستخوش بحران‌های جدی خواهد کرد. ثانیاً وضعیت فعلی حاکم بر ساختار برنامه‌ریزی و طراحی شهرها در کشور، به‌ویژه در تهران، به‌طور بالقوه با مشکلات عدیده‌ای در راستای تحقق اهداف توسعهٔ پایدار در بخش آب شهری روبه‌روست. دو نکتهٔ فوق ایجاد تغییرات اساسی در وضعیت

فعلی حاکم بر ساختار برنامه‌ریزی و طراحی شهر تهران و استفاده از الگوی مناسب برای رفع این معضلات را به امری ضروری بدل می‌کند. خروجی حاصل از انجام پژوهش در زمینهٔ ارائهٔ الگوی بومی شهرهای حساس به آب در راستای رسیدن به پایداری، مدیران و خط‌مشی‌سازان، همچنین برنامه‌ریزان شهری را درمورد تصمیم‌گیری بهینه برای توسعهٔ این الگو یاری می‌دهد. با توجه به اینکه تاکنون در ایران پژوهشی صرف مفهوم شهرهای حساس به آب صورت نگرفته است، تدوین چارچوب الگوی شهرهای حساس به آب را می‌توان گامی مثبت برای رفع نیاز مدیران، خط‌مشی‌سازان و برنامه‌ریزان شهری به ابزارهای تصمیم‌گیری کاربردی در راستای رسیدن به پایداری شهرها از بعد منابع آبی ارزیابی کرد.

مبانی نظری

۱. شهرهای حساس به آب[1]

تعاریف شهرهای حساس به آب اغلب در میان کاربران آن بسیار گوناگون است که این نشان‌دهندهٔ پوشش گستردهٔ کاربردهای چارچوب شهرهای حساس به آب است. عبارت حساس به آب الگویی جدید را در مدیریت یکپارچهٔ چرخه آب شهری عرضه می‌کند که انواع گوناگونی از رشته‌های مهندسی و علوم زیست‌محیطی را با خدمات آب در مناطق شهری، سازگار می‌کند (Wong et al., 2012) . مفهوم شهرهای حساس به آب با الگوی[2] جدید مدیریت آب شهری که از سیستم‌های آبی غیرمتمرکز حمایت می‌کند در ارتباط است (Brown and Morison, 2012). به‌نظر می‌رسد این موضوع ابداعی استرالیایی است(Philips, 2009; Wong and Brown, 2008; 2009; 2011) . این مفهوم ابتدا در سال ۲۰۰۴ و در اساس‌نامهٔ (COAG, 2010)[3] طرح ملی آب (NWI) که توافق‌نامهٔ اصولی سیاسی میان دولت‌های ایالتی و فدرال استرالیا برای مدیریت آب است، پدیدار شد. نخستین اشاره به این مفهوم در بندی از این توافق‌نامهٔ بین‌دولتی درمورد طرح ملی آب با عنوان «نوآوری و ظرفیت‌سازی برای ایجاد شهرهای حساس به آب استرالیا» صورت گرفت (COAG, 2010). گفتنی است تبدیل‌شدن به شهر حساس به آب مستلزم دگرگونی سیستم‌های آب شهری از متمرکزبودن بر تأمین آب و دفع فاضلاب به سیستم‌های انعطاف‌پذیرتر و پیچیده‌تر است؛ به‌طوری‌که:

- منابع گوناگون آب را یکپارچه کند؛
- با ترکیبی از سیستم‌های متمرکز و غیرمتمرکز عمل کند؛
- محدودهٔ وسیع‌تری از خدمات را به اجتماعات عرضه کند؛ مثل خدمات اکوسیستم و کاهش گرمای شهر؛
- با طرح شهری همخوانی داشته باشد (Wong et al., 2012).

روشی که ما در مدیریت آب شهری در پیش می‌گیریم، تقریباً بر هر جنبه‌ای از محیط شهری و نیز بر کیفیت زندگی اثرگذار است. در مقایسه با روش‌های مرسوم، آرمان‌های نوآورانهٔ شهرهای حساس به آب عبارت‌اند از:

- هماهنگی بین برنامه‌ریزی آب و برنامه‌ریزی شهری؛

1. Water sensitive city
2. paradigm
3. Council of Australian Governments (شورای دولت‌های استرالیا)

- تطبیق و ایجاد زیرساخت‌های چندمنظوره؛
- مولد و همکاری در میان علم، سیاست، عمل و جامعه.

در جدول ۱ به‌طور کامل تفاوت بین رژیم سنتی و رژیم حساس به آب نشان داده شده است.

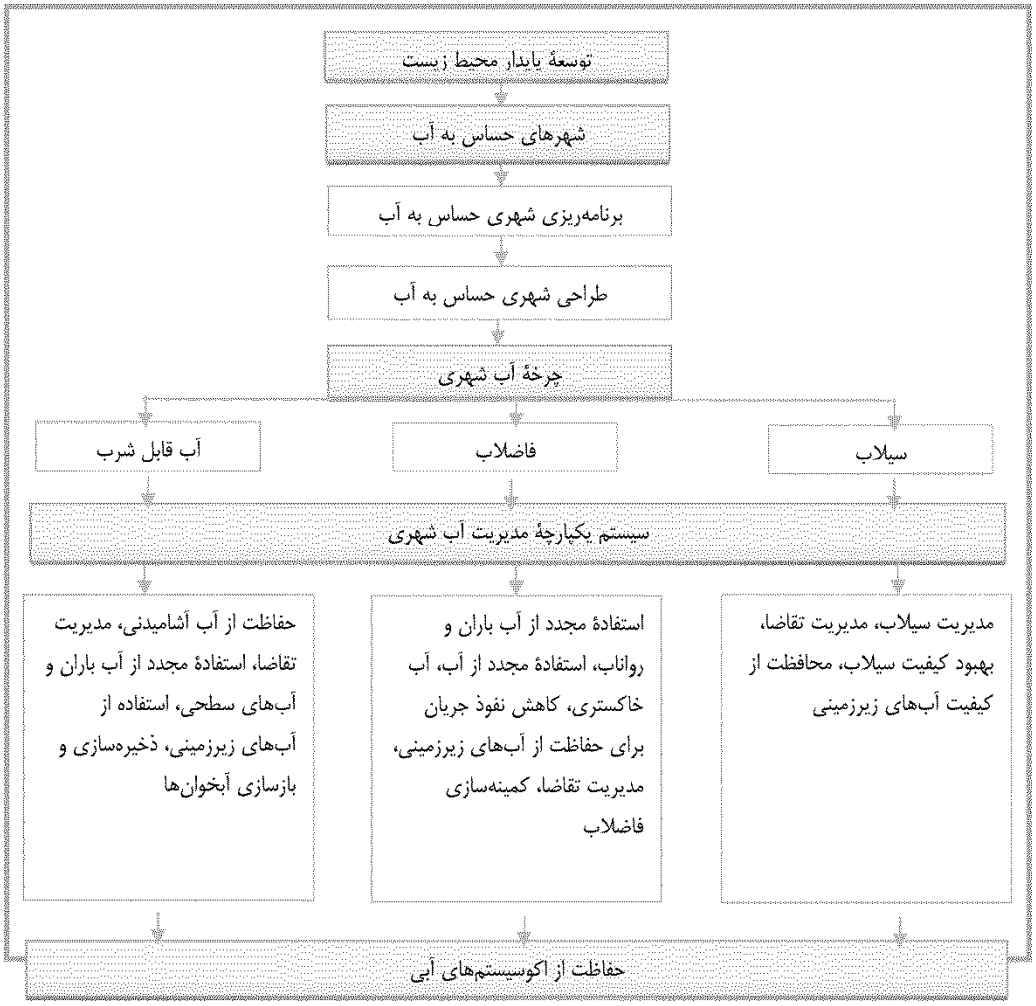
جدول ۱. ویژگی‌های شهر حساس به آب در مقایسه با الگوی فعلی مدیریت آب شهری ما

ویژگی	رژیم سنتی	رژیم حساس به آب
مرزبندی سیستم	کنترل تأمین آب، سیستم فاضلاب و سیلاب به‌منظور رشد اقتصاد، جمعیت و حفظ سلامت عمومی	هدف‌های چندگانه‌ای برای آب که در چارچوب‌های زمانی بلندمدت از سلامت و بهداشت راه‌آب‌ها و دیگر نیازهای بخشی مثل حمل‌ونقل، تفریحی/ پاکیزگی و لطافت، اقلیمی در سطح خرد، انرژی، تولید غذا و غیره درنظر گرفته شده است.
رویکرد مدیریتی	بخش‌بندی و بهینه‌کردن اجزای منفرد چرخهٔ آب	مدیریت انطباق‌پذیر، یکپارچه و پایدار کل چرخهٔ آبی (از جمله کاربری زمین) که برای اطمینان‌یافتن از مقاوم‌ترشدن در برابر شرایط غیرقطعی آب و هوایی و اقلیمی در آینده، و نیازمندی‌های خدمات آب طراحی شده است و درعین‌حال، قابلیت زندگی در محیط‌های شهری را نیز بالا می‌برد.
کارشناسی	رشته‌هایی که با دقت بر موضوعات فنی و اقتصادی متمرکز شده	یادگیری بین‌رشته‌ای و با درنظرگرفتن ذی‌نفع‌های چندگانه در میان فضاهای اجتماعی، فنی، اقتصادی، طراحی، زیست بومی و...
ارائهٔ خدمات	متمرکز، خطی و عمدتاً مبتنی بر پایه‌های فناوری و اقتصاد	راه‌حل‌های متنوع و انعطاف‌پذیر در مقیاس‌های چندگانه از طریق مجموعه‌ای از رویکردها (فنی، اجتماعی، اقتصادی، زیست‌بومی و...)
نقش بخش عمومی	حکومت از جانب اجتماع آب را مدیریت می‌کند.	همکاری مدیریتی درمورد آب میان حکومت، کسب‌وکار و اجتماعات
ریسک	ریسکی که حکومت، قانون‌مند و کنترل کرده است.	ریسکی که از طریق ابزارهای بخش خصوصی و عمومی به اشتراک گذاشته و بین آن‌ها تقسیم شده است.

منبع: Keath and Brown, 2009

۲. چارچوب شهرهای حساس به آب

شهرهای حساس به آب بهترین نقطهٔ اتصال بین برنامه‌ریزی شهری، فرم ساخته‌شدهٔ شهرها و چرخهٔ آب شهری هستند که با سه جریان آب قابل شرب، فاضلاب و سیلاب تعریف شده‌اند و چارچوب کلی آن‌ها با توجه به سه جریان ذکرشده در راستای رسیدن به توسعهٔ پایدار محیط‌زیست در غالب شکل ۱ بیان شده است.



شکل ۱. چارچوب شهرهای حساس به آب (Wong, 2009)

۳. طراحی شهری حساس به آب[1]

اصطلاح طراحی شهری حساس به آب احتمالاً برای نخستین بار در سال ۱۹۹۴ در استرالیا به‌کار برده شد (wong and Edie, 2000). مفاهیم طراحی شهری حساس به آب و تمامی مفاهیم مشابه به‌کاررفته در کشورهای دیگر، به تلفیق کاربری زمین و مدیریت آب، به‌ویژه مدیریت چرخهٔ آب شهری می‌پردازد. این مفاهیم شامل برداشت یا تیمار آب باران و فاضلاب به‌منظور تأمین آب موردنیاز در شهرها به‌ویژه برای مصارف غیرآشامیدنی است (Beecham, 2003). پنج هدف اصلی طراحی شهری حساس به آب را به‌صورت زیر می‌توان بیان کرد:

۱. حفاظت از سیستم‌های طبیعی و بهبود آبراهه‌های طبیعی در محیط‌های شهری؛
۲. تلفیق سیستم‌های انتقال آب باران با منظرسازی شهری، استفاده از آب باران در منظر شهری با ایجاد راه‌های سبز چندمنظوره که بهبود بصری و کاربری‌های تفریحی را در شهرها فراهم کند؛

1. Water sensitive urban design

۳. حفاظت از کیفیت آب، حفاظت از کیفیت آب زهکشی حاصل از توسعهٔ شهری؛
۴. کاهش رواناب‌ها و دبی‌های اوج حاصل از توسعه‌های شهری با افزایش سطح نفوذپذیری؛
۵. افزایش ارزش‌افزوده و کاهش هزینه‌های توسعهٔ شهری با کاهش هزینه‌های توسعه در زیرساخت‌های زهکشی؛
۶. استفادهٔ مجدد از آب.

وانگ در سال ۲۰۰۶ نشان داد که تعریف طراحی شهری حساس به آب در میان متخصصان شامل طیف گسترده‌ای از مسائل از جمله محیط‌زیست و طراحی شهری است، «اصطلاح حساس به آب» ادغام مهندسی و محیط‌زیست مرتبط با حفاظت از منابع آب شهری است (Wong and Ashley, 2006). پروژه‌های طراحی شهری حساس به آب اغلب بر نگرش و پذیرش جامعه در رابطه با استفادهٔ مجدد از آب و جلوگیری از آلودگی آن متمرکز شده‌اند و بر روی مشارکت جامعه با برگزاری کارگاه‌های آموزشی و مشورتی تأکید دارند.

برنامه‌ریزی حساس به آب[1]

این برنامه‌ریزی رویکردی در راستای رسیدن به توسعهٔ پایدار است که در آن به ملاحظات آب در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای توجهی ویژه می‌شود، هدف‌های برنامه‌ریزی حساس به آب ترویج ساخت‌وساز و توسعهٔ پایدار است و عبارت است از بهبود برنامه‌های زیست‌محیطی برای کاربران، افزایش منابع آب و بهبود کیفیت آن، کاهش پیامدهای منفی سیلاب‌ها، حفظ اکوسیستم‌ها و دستیابی به همهٔ این‌ها در یک راه مقرون‌به‌صرفه و با مشارکت شهروندان؛ بنابراین برنامه‌ریزی حساس به آب ابعاد و اهداف اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی را به‌طور هم‌زمان دنبال می‌کند.

الگوی برنامه‌ریزی حساس به آب عبارت است از:

- ✓ برنامه‌ریزی حساس به آب به‌منظور اینکه به ملاحظات آبی در شهر و منطقه از آغاز برنامه‌ریزی شود، مطرح شده است. این امر معمولاً مستلزم آن است که تمام حرفه‌ها از جمله مهندسان آب، برنامه‌ریزان شهری و منطقه‌ای، معماران منظر و مهندسان راه و محیط‌زیست در غالب یک سیستم با هم همکاری داشته باشند.
- ✓ توجه به ساختار جغرافیایی و زیرساخت‌های آبی باید نقطهٔ شروع برای انتخاب محل و طرح‌های فضایی محیط و فضای باز از مقیاس منطقه تا ساختمان باشد.

برنامه‌ریزی حساس به آب توجه به بهبود کیفیت و رواناب و سیلاب نه به‌عنوان یک مزاحم بلکه به‌منزلهٔ منبعی جدید است که به‌جای استفاده از روش‌های مرسوم در خارج‌کردن رواناب با سرعت از محیط، در برنامه‌ریزی حساس به آب با استفاده از روش‌های طراحی و مهندسی برای مدیریت کمیت و کیفیت رواناب به‌طوری می‌توان از آن به‌طور مستقیم برای بهبود مناظر و چشم‌اندازها و یا برای شارژ سفره‌های آب زیرزمینی بهره‌مند شد (Carmon and Shamir, 2010).

روش‌شناسی پژوهش

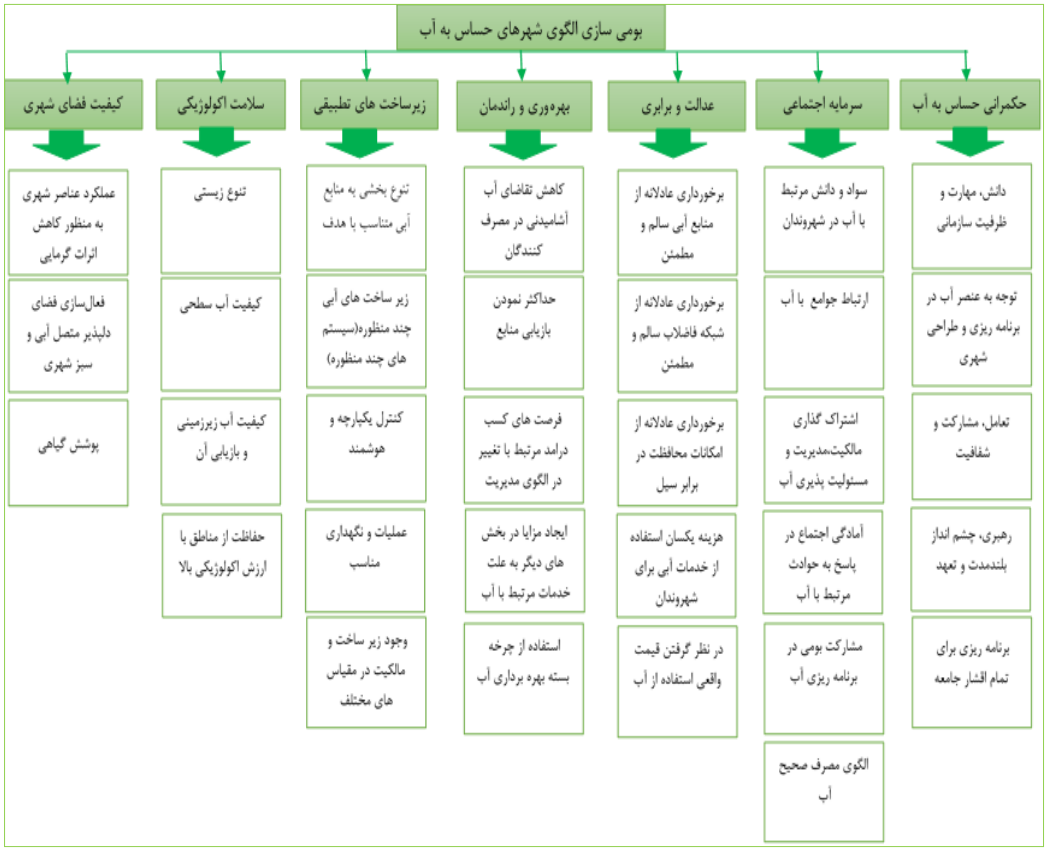
پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی و توسعه‌ای، و از نظر روش انجام تحقیق توصیفی تحلیلی است. در راستای

1. Water sensitive planning

جمع‌آوری اطلاعات در این پژوهش از روش کتابخانه‌ای و اسنادی استفاده شده که شامل مطالعات اسنادی، کتابخانه‌ای و مرور عمیق ادبیات تحقیق در رابطه با شهرهای حساس به آب و تعیین شاخص‌های حساس به آب نسبت به شرایط تهران است. در گام بعدی از دو نوع پرسشنامه برای جمع‌آوری اطلاعات استفاده کردیم که یکی از آن‌ها بـه مقایسـات زوجـی و دیگری به تعیین جایگاه تهران با استفاده از طیف لیکرت مربوط است. باید توجه داشت که این پرسشنامه‌ها در میـان ۴۵ نفر از متخصصان امور آب و شهرسازی توزیع شده است که عبارت‌اند از وزارت نیرو (۸ نفر در معاونت آب و آبفـای وزارت نیرو و ۵ نفر در شرکت مادر تخصصی مدیریت منابع آب ایران)، (آب و فاضلاب تهران ۹ نفر)، (شهرداری تهران ۱۰ نفـر)، (سازمان حفاظت از محیط‌زیست ۸ نفر) و (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور ۵ نفر). برای انتخاب پاسخ‌دهندگان ابتـدا سعی شد نفرات اصلی مرتبط با مسئلهٔ آب و شهرسازی در بین نخبگان دانشگاهی بـا توجـه بـه رزومـهٔ پژوهشـی آن‌هـا شناسایی شوند سپس با کمک‌گرفتن از نظرات آن‌ها سعی شد مرتبط‌ترین افراد با بحث آب مشخص شوند و با مواردی که در دسترس نبودند تا حد امکان مصاحبه صورت گیرد. با توجه به امکان دسترسی محدود به این افراد، تنها ۳۰ پرسشـنامه توزیع‌شده به‌طور کامل بازگردانده شد. ضریب ناسازگاری در فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی شاخص‌های اصلی در این پژوهش ۰/۰۱۷ است که کمتر از ۰/۱ بوده؛ بنابراین سازگاری مورد قبول اسـت. بـرای سـنجش میـزان پایـایی بعـد از توزیـع ۳۰ پرسشنامه در نرم‌افزار SPSS میزان آلفای کرونباخ بررسی شد. طبق نتایج حاصل این میـان برابـر بـا ۰/۸۶۳ بـرای ایـن پژوهش است که نشان می‌دهد پرسش‌هـای مطـرح‌شـده در ایـن پرسشـنامه پایـایی لازم را دارد. در مرحلـهٔ اول بـرای به‌دست‌آوردن وزن نسبی هریک از معیارها و زیرمعیارهای مشخص‌شده، از پرسشنامه‌هـای زوجـی اسـتفاده شـده اسـت؛ به‌طوری‌که پرسشنامه‌ها بین ۴۵ متخصص و تصمیم‌گیرنده در زمینهٔ امور آب و شهرداری و ارگان‌های مرتبط با آن توزیـع شده و مقایسات زوجی بین هریک از معیارها و زیرمعیارها از سوی آن‌ها صورت گرفته است سپس ماتریس واحدی از تمام امتیازهای به‌دست‌آمده ایجاد شده و با استفاده از تحلیـل سلسـله مراتبـی AHP و نـرم‌افـزارSUPER Decisions بـه رتبه‌بندی هریک از این شاخص‌ها پرداخته شده است. در مرحلهٔ بعد برای مشخص‌کـردن وضـعیت هریـک از معیارهـای شهرهای حساس به آب در تهران نسبت به یک شهر حساس به آب، پرسشنامه‌ای با استفاده از طیف لیکرت بـه‌کـار رفتـه است، پس از توزیع پرسشنامه در بین متخصصان امور آب و شهرسازی و امتیاز آن‌ها به هر معیار و زیرمعیارها تمام آن‌ها را بر مبنای ۱ محاسبه کرده‌ایم. همچنین با استفاده از آزمون تی تک‌نمونه‌ای در نـرم‌افـزار SPSS وضـعیت هریـک از ایـن معیارها و زیرمعیارها را در تهران نسبت به یک شهر حساس به آب که حد بهینه است و در این پژوهش ۱ درنظـر گرفتـه شده، مشخص شده است.

ابعاد و متغیرهای تحقیق

درنهایت براساس بررسی مبانی نظری پژوهش و استفاده از نظر متخصصان و استادان دانشـگاه در حـوزهٔ آب و شهرسـاز، معیارهای شهرهای حساس به آب به ۷ معیار اصلی و ۳۳ گویه مانند شکل زیر نمایش داده شده اسـت. هـدف از انتخـاب این معیارها، هدایت دولت‌ها و سازمان‌ها به‌منظور تبدیل و گذار شهرها (بخش‌ها) به مکان‌هایی زیست‌پذیر، تاب‌آور، پایدار و مولد از طریق اقدامات مرتبط با آب است.



شکل ۲. معیارها و زیرمعیارهای الگوی شهرهای حساس به آب (منبع: نگارندگان، ۱۳۹۵)

معرفی محدودهٔ موردمطالعه

تهران با وسعتی حدود ۷۳۰ کیلومترمربع پایتخت ایران و مرکز استان تهران است. این شهر در دامنهٔ جنوبی البرز قرار گرفته است و ارتفاعات البرز از طرف شمال و شمال شرقی این شهر را محاصره کرده‌اند. درنتیجه محیط جغرافیایی تهران از نظر اقلیمی محیطی نسبتاً بسته است (محمودی، ۱۳۶۹؛ سعیدنیا، ۱۳۶۸). طبق سرشماری نفوس و مسکن در سال ۱۳۹۵، جمعیت این شهر ۸,۷۳۷,۵۱۰ نفر بوده و این شهر به ۲۲ منطقه و ۳۷۴ محله تقسیم شده است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵).

شایان ذکر است که منابع تأمین آب تهران به‌طورکلی به دو بخش سطحی و زیرزمینی تقسیم می‌شود. شرایط هیدرولوژیکی خشک در منطقه تهران، بارش ۲۵۰ میلی‌متر در سال، تراکم جمعیتی و تغییرات آب و هوایی، مدیریت آب تهران را بسیار دشوار و پیچیده کرده است. منابع آب سطحی که برای تأمین آب تهران از آن استفاده می‌شود، شامل سدهای امیرکبیر (کرج) و لتیان (جاجرود، لار، طالقان و ماملو) است، همچنین منابع آب زیرزمینی تهران شامل چند سفرهٔ کوچک در شمال شهر مانند نیاوران، درهٔ مقصودبیک و محمودیه و یک سفرهٔ بزرگ است که از تپه‌های عباس‌آباد شروع می‌شود و تا جنوب تهران ادامه دارد که در ابتدا بخش کوچکی از آب موردنیاز شهر را تأمین می‌کردند (سایت شرکت آب و فاضلاب استان تهران، ۱۳۹۵). مطالعات نشان می‌دهد منابع آب‌های سطحی تهران درمجموع کیفیت خوبی دارد؛ درحالی‌که مطلوب‌بودن کیفیت منابع آب‌های زیرزمینی تهران، به‌ویژه در سال‌های اخیر همواره با تردید مواجه بوده است؛ به‌عنوان‌مثال مقدار نیترات در بیشتر نقاط شهر تهران بالا و در بخش‌های وسیعی نیز مقدار آن از حد مجاز بیشتر است. به‌طورکلی می‌توان گفت به‌دلیل استفاده از چاه‌های جذبی در سیستم فاضلاب شهر تهران (به‌دلیل نبود شبکهٔ جمع‌آوری

فاضلاب در تهران) میزان نیترات روندی روبه‌رشد دارد و با توجه به نتایج منفی آن ضروری است طرح‌های نیتراتزدایی از منابع شرب تهران برای کاهش میزان آن انجام شود (بی‌نیاز، ۱۳۸۸). شایان ذکر است که سرانهٔ مصرف آب در تهران همواره بالاتر از حد استاندارد بوده و گواه این ادعا مقادیری است که گزارش‌های مختلف در سال‌های متمادی برای سرانهٔ مصرف در این شهر ذکر کردند. روند تغییرات کل مصرف آب تهران از سال ۱۳۷۷ تا ۱۳۸۹، افزایشی بوده و از ۸۸۶ به ۱۰۳۳ میلیون متر مکعب رسیده است. با احتساب جمعیت ساکن شهر تهران که حدود ۸ میلیون و ۷۰۰ هزار نفر است، به‌طور متوسط سرانهٔ مصرف آب هر تهرانی در سال ۱۳۹۵، ۳۵۰ لیتر در شبانه‌روز بوده است (گزارش شرکت آب و فاضلاب تهران، ۱۳۹۵).

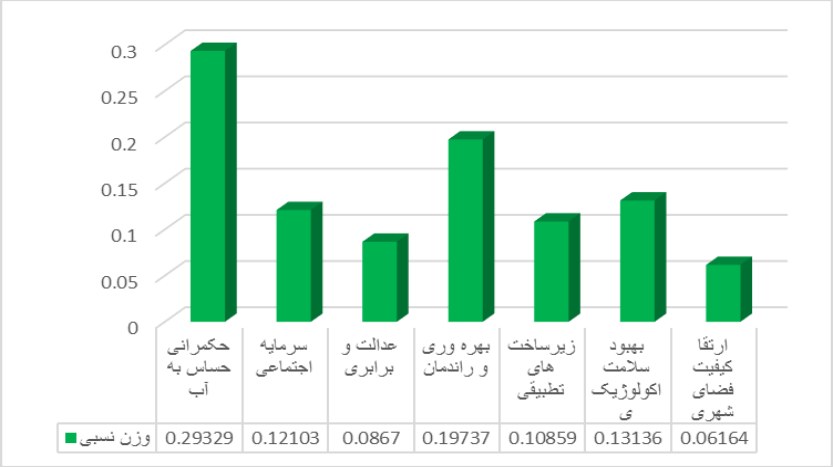
تعیین اولویت معیارها و زیرمعیارهای شهرهای حساس به آب

به‌منظور بیان اهمیت نسبی معیارها لازم است وزن نسبی آن‌ها تعیین شود؛ بدین منظور از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) برای تعیین وزن معیارها استفاده شده است. این مدل یکی از ابزارهای مؤثر در تصمیم‌سازی به‌ویژه زمانی است که هدف موجود و مشخص باشد. گفتنی است این مدل برای حل مشکلات خاص ملاک‌های تصمیم‌گیری کاربرد دارد که در یک سلسله‌مراتب تا پایین مرتب شده‌اند (Semih and Seyhan, 2011: 15). در این پژوهش از نرم‌افزار Super Decidions برای تعیین اولویت‌بندی معیارها و زیرمعیارها طی پرسشنامه‌ای استفاده شد که در قالب ۸ ماتریس مقایسهٔ زوجی به ۴۵ نفر از متخصصان در زمینهٔ آب و شهرسازی اخذ شد و آن‌ها برای درجه‌بندی نسبی معیارها با مقایسهٔ دوبه‌دوی معیارها، اهمیت آن‌ها را نسبت به یکدیگر مشخص کردند. نتایج همه مقایسات زوجی درنهایت به‌صورت ماتریس برای واردکردن در نرم‌افزار جمع‌بندی شده که با واردکردن مقادیر این ماتریس در نرم‌افزارها اولویت معیارهای اصلی همانند شکل ۲ به‌دست آمده است.

جدول ۲. ماتریس مقایسهٔ دودویی معیارهای شهرهای حساس به آب

بومی‌سازی الگوی شهرهای حساس به آب	حکمرانی حساس به آب	سرمایهٔ اجتماعی	عدالت و برابری	بهره‌وری و راندمان	زیرساخت‌های تطبیقی	بهبود سلامت اکولوژیکی	کیفیت فضاهای شهری
حکمرانی حساس به آب	۱	۴/۲	۴/۲	۱/۲۷	۲/۸۴	۱/۶۷	۴/۰۷
سرمایهٔ اجتماعی	۰/۲۴	۱	۳/۴	۰/۵۷	۱/۰۸	۰/۷۱	۱/۵۳
عدالت و برابری	۰/۲۴	۰/۲۹	۱	۰/۳۹	۲/۰۶	۰/۴۴	۱/۵۳
بهره‌وری و راندمان	۰/۷۹	۱/۷۵	۲/۵۶	۱	۲/۰۶	۱/۴	۳/۲۷
زیرساخت‌های تطبیقی	۰/۳۵	۰/۹۳	۰/۴۸	۰/۴۸	۱	۱/۵۱	۲/۴۴
بهبود سلامت اکولوژیکی	۰/۶	۱/۴۱	۲/۲۷	۰/۷۱	۰/۶۶	۱	۱/۵۳
کیفیت فضاهای شهری	۰/۲۵	۰/۶۵	۰/۶۵	۰/۳۱	۰/۴۱	۰/۶۵	۱

(منبع: نگارندگان)



شکل ۳. وزن نسبی هریک از معیارهای اصلی شهرهای حساس به آب (منبع: نگارندگان)

همان‌طور که مشاهده می‌شود در بین معیارهای اصلی بیشترین مقدار را معیار حکمرانی حساس به آب و بهـره‌وری و راندمان با وزن نسبی ۰/۲۹۳ و ۰/۱۹۷ به خود اختصاص داده‌اند که نشان‌دهندهٔ اهمیت این دو شاخص از نظر متخصصان و تصمیم‌گیرندگان امور آب و شهرسازی است که هر دو معیار به‌نوعی در زیرمجموعهٔ مباحث مدیریتی قرار مـی‌گیرنـد و کمترین مقدار به کیفیت فضاهای شهری با وزن نسبی ۰/۰۶۱ مربوط است.

به‌منظور پرهیز از طولانی‌شدن این بخش و ارائه‌نکردن جداول و نمودارهای متعدد، وزن نسـبی زیرمعیارهـا در قالـب جدول ۳ بیان شده که روش به‌دست‌آوردن آن‌ها به روال معیارهای اصلی بوده است.

جدول ۳. وزن نسبی هریک از معیارها و زیرمعیارهای شهرهای حساس به آب (منبع: نگارندگان)

معیارها	وزن نسبی	زیرمعیارها	وزن نسبی
حکمرانی حساس به آب	۰/۲۹۳۲	دانش، مهارت و ظرفیت سازمانی	۰/۲۷۱۵
		توجه به عنصر آب در برنامه‌ریزی و طراحی شهری	۰/۳۲۹۲
		تعامل، مشارکت و شفافیت	۰/۱۲۱۱
		رهبری، چشم‌انداز بلندمدت و تعهد	۰/۲۱۵۸
		برنامه‌ریزی برای تمام اقشار جامعه	۰/۰۶۳۷
سرمایه اجتماعی	۰/۱۲۱۰	سواد و دانش مرتبط با آب در شهروندان	۰/۲۲۱۵
		ارتباط جوامع با آب	۰/۰۸۲۲
		اشتراک‌گذاری مالکیت مدیریت و مسئولیت‌پذیری آب	۰/۱۶۹۰
		آمادگی اجتماع در پاسخ به حوادث مرتبط با آب	۰/۱۶۰۶
		مشارکت بومی در برنامه‌ریزی آب	۰/۱۶۶۶
		الگوی مصرف صحیح آب	۰/۱۹۹۸

جدول ۳. وزن نسبی هریک از معیارها و زیرمعیارهای شهرهای حساس به آب (منبع: نگارندگان)

معیارها	وزن نسبی	زیرمعیارها	وزن نسبی
عدالت و برابری	۰/۰۸۶۷	برخورداری عادلانه از منابع آبی سالم و مطمئن	۰/۴۳۳۹
		برخورداری عادلانه از شبکهٔ فاضلاب سالم و مطمئن	۰/۲۵۶۳
		برخورداری عادلانه از امکانات محافظت در برابر سیل	۰/۱۰۷۶
		هزینهٔ یکسان استفاده از خدمات آبی برای شهروندان	۰/۰۹۵۶
		درنظر گرفتن قیمت واقعی استفاده از آب	۰/۱۰۵۴
بهره‌وری و راندمان	۰/۱۹۷۳	کاهش تقاضای آب آشامیدنی مصرف‌کنندگان	۰/۱۲۴۳
		حداکثرکردن بازیابی منابع	۰/۳۹۰۷
		فرصت‌های کسب درآمد مرتبط با تغییر در الگوی مدیریت	۰/۰۶۶۱
		ایجاد مزایا در بخش‌های دیگر به علت خدمات مرتبط با آب	۰/۱۲۰۶
		استفاده از چرخهٔ بستهٔ بهره‌برداری آب	۰/۲۹۸۱
زیرساخت‌های تطبیقی	۰/۱۰۸۵	تنوع‌بخشی به منابع آبی متناسب با هدف	۰/۲۵۷۲
		زیرساخت‌های آبی چندمنظوره سیستم‌های چندمنظوره	۰/۲۳۱۶
		کنترل یکپارچه و هوشمند	۰/۱۷۵۲
		عملیات و نگهداری مناسب	۰/۱۲۱۰
		وجود زیرساخت و مالکیت در مقیاس‌های مختلف	۰/۲۱۴۸
سلامت اکولوژیکی	۰/۱۳۱۳	تنوع زیستی	۰/۲۲۳۱
		کیفیت آب سطحی	۰/۲۵۰۶
		کیفیت آب زیرزمینی و بازیابی آن	۰/۳۴۳۶
		حفاظت از مناطق باارزش اکولوژیکی بالا	۰/۱۸۲۷
کیفیت فضای شهری	۰/۰۶۱۶	عملکرد عناصر شهری به‌منظور کاهش آثار گرمایی	۰/۵۴۹۷
		فعال‌سازی فضای دلپذیر متصل آبی و سبز شهری	۰/۲۰۷۱
		پوشش گیاهی	۰/۲۴۳۰

(منبع: نگارندگان)

تعیین وضعیت معیارهای شهرهای حساس به آب در تهران نسبت به یک شهر حساس به آب

از آنجا که یکی از اهداف این تحقیق مشخص‌کردن وضعیت تهران نسبت به یک شهر حساس به آب است، با استفاده از آزمون t –test تک‌نمونه‌ای وضعیت هریک از معیارها و زیرمعیارها را در تهران در مقایسه با یک شهر حساس به آب به‌دست آوردیم. در این بخش پرسشنامه‌ای چهل موردی که براساس طیف پنج‌گانه لیکرت طراحی شده است در اختیار متخصصان قرار می‌گیرد سپس مقادیر پرسشنامه بر مبنای ۱ محاسبه، و با استفاده از آزمون t تک‌نمونه‌ای این مقادیر را با حد بهینه (حد بهینه =۱) که یک شهر حساس به آب محسوب می‌شود مقایسه می‌شود تا اختلاف شاخص‌های شهرهای حساس به آب در تهران با حد بهینهٔ این شاخص‌ها مشخص شود. محاسبات انجام‌شدهٔ معیارهای اصلی شهر تهران در مقایسه با یک شهر حساس به آب در جدول ۴ و شکل ۴ نمایش داده شده است.

جدول ۴. بررسی میزان تفاوت شاخص‌های شهرهای حساس به آب در تهران در مقایسه با یک شهر حساس به آب با استفاده از آزمون T-test

معیار	زیرمعیار	تعداد	میانگین	انحراف معیار	میانگین انحراف معیار	آمارهٔ آزمون T	درجه آزادی	سطح معناداری	میانگین تفاوت‌ها	تفاوت در سطح ۹۵ درصد فاصله اطمینان	
										پایین‌ترین	بالاترین
حکمرانی حساس به آب	دانش، مهارت و ظرفیت سازمانی	۳۰	۰/۴۵۴۶	۰/۲۰۷۰۸	۰/۰۴۴۱۵	-۱۲/۳۱۴	۲۹	۰/۰۰۰	-۰/۵۴۳۶۴	-۰/۶۳۵۴	-۰/۴۵۱۸
	توجه به عنصر آب در برنامه‌ریزی و طراحی شهری	۳۰	۰/۵۰۱۸	۰/۱۹۳۰۱	۰/۰۴۱۱۵	-۱۲/۱۰۶	۲۹	۰/۰۰۰	-۰/۴۹۸۱۸	-۰/۵۸۳۸	-۰/۴۱۲۶
	تعامل، مشارکت و شفافیت	۳۰	۰/۴۶۹۱	۰/۱۴۴۹۸	۰/۰۳۰۹۱	-۱۷/۱۷۶	۲۹	۰/۰۰۰	-۰/۵۳۰۹۱	-۰/۵۹۵۲	-۰/۴۶۶۶
	رهبری، چشم‌انداز بلندمدت، تعهد	۳۰	۰/۵۳۱۸	۰/۲۲۸۱۹	۰/۰۴۸۶۵	-۹/۶۲۳	۲۹	۰/۰۰۰	-۰/۴۶۸۱۸	-۰/۵۶۹۴	-۰/۳۶۷۰
	برنامه‌ریزی برای تمام اقشار جامعه	۳۰	۰/۳۳۳۶	۰/۱۴۴۰۴	۰/۰۳۰۷۱	-۲۱/۶۹۹	۲۹	۰/۰۰۰	-۰/۶۶۶۳۶	-۰/۷۳۰۲	-۰/۶۰۲۵
سرمایه اجتماعی	سواد و دانش مرتبط با آب در شهروندان	۳۰	۰/۳۹۳۶	۰/۱۶۷۸۰	۰/۰۳۵۷۸	-۱۶/۹۴۹	۲۹	۰/۰۰۰	-۰/۶۰۶۳۶	-۰/۶۸۰۸	-۰/۵۳۲۰
	ارتباط اجتماع با آب	۳۰	۰/۳۹۳۶	۰/۱۶۷۸۰	۰/۰۳۵۷۸	-۱۶/۹۴۹	۲۹	۰/۰۰۰	-۰/۶۰۶۳۶	-۰/۶۸۰۸	-۰/۵۳۲۰
	اشتراک‌گذاری مالکیت، مدیریت و مسئولیت‌پذیری آب	۳۰	۰/۴۵۲۷	۰/۲۰۶۲۴	۰/۰۴۳۹۷	-۱۲/۴۴۶	۲۹	۰/۰۰۰	-۰/۵۴۷۲۷	-۰/۶۳۷۸	-۰/۴۵۵۸

ادامه جدول ۴. بررسی میزان تفاوت شاخص‌های شهرهای حساس به آب در تهران در مقایسه با یک شهر حساس به آب با استفاده از آزمون T-test

معیار	زیرمعیار	تعداد	میانگین	انحراف معیار	میانگین انحراف معیار	آمارهٔ آزمون T	درجه آزادی	سطح معناداری	میانگین تفاوت‌ها	تفاوت در سطح ۹۵ درصد فاصله اطمینان	
										پایین‌ترین	بالاترین
	آمادگی اجتماع در برابر حوادث مرتبط با آب	۳۰	۰/۴۸۵۵	۰/۲۴۴۷۳	۰/۰۵۲۱۸	-۹/۸۶۲	۲۹	۰/۰۰۰	-۰/۵۱۴۵۵	-۰/۶۲۳۱	-۰/۴۰۶۰
	مشارکت بومی در برنامه‌ریزی آب	۳۰	۰/۴۷۰۹	۰/۱۹۰۷۱	۰/۰۴۰۶۶	-۱۳/۰۱۳	۲۹	۰/۰۰۰	-۰/۵۲۹۰۹	-۰/۶۱۳۶	-۰/۴۴۴۵
	الگوی مصرف صحیح آب	۳۰	۰/۳۷۷۳	۰/۱۷۸۴۶	۰/۰۳۸۰۵	-۱۶/۳۶۷	۲۹	۰/۰۰۰	-۰/۶۲۲۷۳	-۰/۷۰۱۹	-۰/۵۴۳۶
عدالت و برابری	برخورداری عادلانه از منابع آبی سالم و مطمئن	۳۰	۰/۴۲۴۵	۰/۱۸۴۵۱	۰/۰۳۹۳۴	-۱۴/۶۲۸	۲۹	۰/۰۰۰	-۰/۵۷۵۴۵	-۰/۶۵۷۳	-۰/۴۹۳۶
	برخورداری عادلانه از سیستم فاضلاب سالم و مطمئن	۳۰	۰/۴۱۰۰	۰/۱۸۳۴۱	۰/۰۳۹۱۰	-۱۵/۰۸۹	۲۹	۰/۰۰۰	-۰/۵۹۰۰۰	-۰/۶۷۱۳	-۰/۵۰۷۸
	برخورداری عادلانه از امکانات محافظت در برابر سوانح مرتبط با آب	۳۰	۰/۳۶۴۵	۰/۲۰۳۷۹	۰/۰۴۳۴۵	-۲۰/۹۹۶	۲۹	۰/۰۰۰	-۰/۶۳۷۲۷	-۰/۷۰۰۴	-۰/۵۷۴۲

ادامه جدول ۴. بررسی میزان تفاوت شاخص‌های شهرهای حساس به آب در تهران در مقایسه با یک شهر حساس به آب با استفاده از آزمون T-test

معیار	زیرمعیار	تعداد	میانگین	انحراف معیار	میانگین انحراف معیار	آمارهٔ آزمون T	درجه آزادی	سطح معناداری	میانگین تفاوت‌ها	تفاوت در سطح ۹۵ درصد فاصله اطمینان	
										پایین‌ترین	بالاترین
	هزینهٔ استفادهٔ یکسان از خدمات آبی برای شهروندان	۳۰	۰/۵۹۹۰	۰/۲۶۴۴۳	۰/۰۵۹۱۳	-۶/۷۸۲	۲۹	۰/۰۰۰	-۰/۴۰۱۰۰	-۰/۵۲۴۸	-۰/۲۷۷۲
	درنظرگرفتن قیمت واقعی استفاده از آب	۳۰	۰/۳۶۲۷	۰/۱۴۲۳۷	۰/۰۳۰۳۵	-۱۴/۶۲۶	۲۹	۰/۰۰۰	-۰/۶۳۵۴۵	-۰/۷۲۵۸	-۰/۵۴۵۱
بهره‌وری و راندمان	کاهش تقاضای آب آشامیدنی در میان مصرف‌کنندگان	۳۰	۰/۴۵۰۰	۰/۲۵۴۶۸	۰/۰۵۶۹۵	-۹/۶۵۸	۲۹	۰/۰۰۰	-۰/۵۵۰۰۰	-۰/۶۶۹۲	-۰/۴۳۰۸
	حداکثر کردن بازیابی منابع	۳۰	۰/۳۸۳۰	۰/۱۵۴۰۴	۰/۰۳۴۴۴	-۱۷/۹۱۳	۲۹	۰/۰۰۰	-۰/۶۱۷۰۰	-۰/۶۸۹۱	-۰/۵۴۴۹
	فرصت‌های کسب درآمد مرتبط با تغییر در الگوی مدیریتی فعلی آب	۳۰	۰/۵۵۰۰	۰/۲۸۵۸۴	۰/۰۶۳۹۲	-۷/۰۴۰	۲۹	۰/۰۰۰	-۰/۴۵۰۰۰	-۰/۵۸۳۸	-۰/۳۱۶۲
	ایجاد مزایا در بخش‌های دیگر به‌علت خدمات مرتبط با آب	۳۰	۰/۴۵۰۰	۰/۱۵۵۰۶	۰/۰۳۴۶۷	-۱۵/۸۶۳	۲۹	۰/۰۰۰	۰/۵۵۰۰۰	-۰/۶۲۲۶	-۰/۴۷۷۴

ادامه جدول ۴. بررسی میزان تفاوت شاخص‌های شهرهای حساس به آب در تهران در مقایسه با یک شهر حساس به آب با استفاده از آزمون T-test

معیار	زیرمعیار	تعداد	میانگین	انحراف معیار	میانگین انحراف معیار	آمارهٔ آزمون T	درجه آزادی	سطح معناداری	میانگین تفاوت‌ها	تفاوت در سطح ۹۵ درصد فاصله اطمینان	
										پایین‌ترین	بالاترین
	استفاده از چرخهٔ بستهٔ بهره‌برداری آب	۳۰	۰/۴۵۱۰	۰/۱۷۱۸۳	۰/۰۳۸۴۲	−۱۴/۲۸۹	۲۹	۰/۰۰۰	−۰/۵۴۹۰۰	−۰/۶۲۹۴	−۰/۴۶۸۶
زیرساخت‌های تطبیقی	تنوع‌بخشی به منابع آبی متناسب با هدف	۳۰	۰/۴۲۴۵	۰/۱۶۸۹۴	۰/۰۳۶۰۲	−۱۵/۹۷۷	۲۹	۰/۰۰۰	−۰/۵۷۵۴۵	−۰/۶۵۰۴	−۰/۵۰۰۶
	زیرساخت‌های آبی چندمنظوره	۳۰	۰/۴۰۹۱	۰/۱۹۵۷۹	۰/۰۴۱۷۴	−۱۴/۱۱۶	۲۹	۰/۰۰۰	−۰/۵۹۰۹۱	−۰/۶۷۷۷	−۰/۵۰۴۱
	کنترل یکپارچه و هوشمند	۳۰	۰/۴۶۲۲	۰/۱۳۷۴۴	۰/۰۳۱۳۹	−۱۶/۶۰۱	۲۹	۰/۰۰۰	−۰/۵۳۷۷۸	−۰/۶۰۶۱	−۰/۴۶۹۴
	عملیات و نگهداری	۳۰	۰/۵۱۵۵	۰/۱۹۸۵۸	۰/۰۴۲۳۴	−۱۱/۴۴۵	۲۹	۰/۰۰۰	−۰/۴۸۴۵۵	−۰/۵۷۲۶	−۰/۳۹۶۵
	وجود زیرساخت‌ها و مالکیت در مقیاس مختلف	۳۰	۰/۳۷۹۱	۰/۱۶۳۷۳	۰/۰۳۴۹۱	−۱۷/۷۸۷	۲۹	۰/۰۰۰	−۰/۶۲۹۰۱	−۰/۶۹۳۵	−۰/۵۴۸۳
سلامت اکولوژیکی	تنوع زیستی	۳۰	۰/۵۶۷۰	۰/۲۰۴۳۵	۰/۰۴۵۷۳	−۹/۴۶۸	۲۹	۰/۰۰۰	−۰/۴۳۳۰۰	−۰/۵۲۸۷	−۰/۳۳۷۳
	کیفیت آب سطحی	۳۰	۰/۳۸۴۰	۰/۱۸۸۲۴	۰/۰۳۲۰۹	−۱۴/۶۳۴	۲۹	۰/۰۰۰	−۰/۶۱۶۰۰	−۰/۷۰۴۱	−۰/۵۲۷۹
	کیفیت آب زیرزمینی و بازیابی آن	۳۰	۰/۳۸۳۰	۰/۲۱۵۹۹	۰/۰۴۸۳۰	−۱۲/۷۷۵	۲۹	۰/۰۰۰	−۰/۶۱۷۰۰	−۰/۷۱۸۱	−۰/۵۱۵۹

ادامه جدول ۴. بررسی میزان تفاوت شاخص‌های شهرهای حساس به آب در تهران در مقایسه با یک شهر حساس به آب با استفاده از آزمون T-test

معیار	زیرمعیار	تعداد	میانگین	انحراف معیار	میانگین انحراف معیار	آمارهٔ آزمون T	درجه آزادی	سطح معناداری	میانگین تفاوت‌ها	تفاوت در سطح ۹۵ درصد فاصله اطمینان	
										پایین‌ترین	بالاترین
	حفاظت از مناطق با ارزش اکولوژیکی بالا	۳۰	۰/۵۰۱۰	۰/۲۱۵۷۷	۰/۰۴۸۲۵	-۱۰/۳۴۲	۲۹	۰/۰۰۰	-۰/۴۹۹۰۰	-۰/۶۰۰۰	-۰/۳۹۸۰
کیفیت فضای شهری	عملکرد عناصر شهری به‌منظور کاهش آثار حرارتی	۳۰	۰/۴۳۳۰	۰/۱۵۸۰۸	۰/۰۳۵۳۵	-۱۶/۰۴۰	۲۹	۰/۰۰۰	-۰/۵۶۷۰۰	-۰/۶۴۱۰	-۰/۴۹۳۰
	فعال‌سازی فضای دلپذیر آبی و سبز شهری	۳۰	۰/۵۳۳۰	۰/۲۱۳۱۰	۰/۰۴۷۶۵	-۹/۸۰۱	۲۹	۰/۰۰۰	-۰/۴۶۷۰۰	-۰/۵۶۶۷	-۰/۳۶۷۳
	پوشش گیاهی	۳۰	۰/۶۱۷۰	۰/۲۱۵۹۹	۰/۰۴۸۳۰	-۷/۹۳۰	۲۹	۰/۰۰۰	-۰/۳۸۳۰۰	-۰/۴۸۴۱	-۰/۲۸۱۹

(منبع: نگارندگان)

شکل ۴. وضعیت معیارهای شهرهای حساس به آب در تهران در مقایسه با یک شهر حساس به آب (منبع: نگارندگان)

پس از بررسی وزن نسبی شاخص‌های شهرهای حساس به آب با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی و مشخص‌کردن وضعیت شاخص‌ها در تهران نسبت به یک حد بهینه با استفاده از آزمون تی تک‌نمونه‌ای، نتایج به‌دست‌آمده حاکی از آن است که متأسفانه تهران در هیچ‌یک از شاخص‌ها وضعیت کاملاً مطلوبی ندارد و اگر بخواهیم شاخص‌ها را به دو بخش خرد و کلان که به حد مطلوب نزدیک هستند یا آن‌هایی که با حد مطلوب فاصلهٔ زیاد دارند تقسیم کنیم، قسمت کلان معیارهای اصلی و قسمت خرد معیارهای فرعی را در برمی‌گیرد که نتایج حاصل از آن عبارت است از:

معیارهای دارای شرایط نسبتاً مطلوب در سطح کلان: ۱. عدالت و برابری، ۲. ارتقای کیفیت فضای شهری.

معیارهای دارای شرایط نسبتاً مطلوب در سطح خرد: ۱. پوشش گیاهی، ۲. هزینهٔ استفادهٔ یکسان از خدمات آبی برای شهروندان، ۳. بهره‌مندی عادلانه از شبکهٔ فاضلاب سالم و مطمئن، ۴. بهره‌مندی عادلانه از شبکهٔ آب سالم و مطمئن، ۵. فرصت‌های کسب درآمد مرتبط با تغییر در الگوی فعلی مدیریت آب، ۶. رهبری چشم‌انداز بلندمدت و تعهد، ۷. حفاظت از مناطق با ارزش اکولوژیکی بالا (همه این معیارها با شرایط مطلوب فاصله دارند).

معیارهای دارای شرایط نامطلوب در سطح کلان: ۱. حکمرانی حساس به آب، ۲. بهره‌وری و راندمان، ۳. سرمایهٔ اجتماعی، ۴. ارتقای سلامت اکولوژیکی، ۵. زیرساخت‌های تطبیقی.

معیارهای دارای شرایط نامطلوب در سطح خرد: ۱. دانش، مهارت‌ها و ظرفیت سازمانی، ۲. توجه به آب به‌عنوان عنصر کلیدی در برنامه‌ریزی و طراحی شهری، ۳. تعامل، مشارکت و شفافیت، ۴. رهبری چشم‌انداز بلندمدت و تعهد، ۵. ارائهٔ تمامی دیدگاه‌ها، ۶. سواد و دانش مرتبط با آب در شهروندان، ۷. ارتباط اجتماع با آب، ۸. اشتراک‌گذاری مالکیت، مدیریت و مسئولیت‌پذیری آب، ۹. آمادگی اجتماع در پاسخ به حوادث مرتبط با آب، ۱۰. مشارکت بومی در برنامه‌ریزی آب، ۱۱. الگوی مصرف صحیح آب، ۱۲. برخورداری عادلانه از امکانات محافظت در برابر سیل، ۱۳. درنظرگرفتن قیمت واقعی استفاده از آب، ۱۴. کاهش تقاضای آب آشامیدنی در مصرف‌کنندگان، ۱۵. حداکثرکردن بازیابی منابع، ۱۶. فرصت‌های کسب درآمد مرتبط با تغییر در الگوی مدیریت فعلی آب، ۱۷. ایجاد مزایا در بخش‌های دیگر به علت خدمات مرتبط با آب، ۱۸. استفاده از چرخهٔ بستهٔ بهره‌برداری آب، ۱۹. تنوع‌بخشی به منابع آبی متناسب با هدف، ۲۰. زیرساخت‌های آبی چندمنظوره، ۲۱. کنترل یکپارچه و هوشمند، ۲۲. عملیات و نگهداری مناسب، ۲۳. وجود زیرساخت و مالکیت در مقیاس‌های مختلف، ۲۴. عملکرد عناصر شهری به‌منظور کاهش آثار گرمایی، ۲۵. فعال‌سازی فضای دلپذیر متصل آبی و سبز شهری، ۲۶. تنوع زیستی، ۲۷. کیفیت آب سطحی، ۲۸. کیفیت آب زیرزمینی و بازیابی آن.

نتیجه‌گیری

تبدیل شهرها به شهرهایی پایدار از نظر آب یا به عبارتی شهرهای حساس به آب، به تغییرات اساسی اجتماعی و فنی در مقایسه با روش‌های متداول نیاز دارد. مفهوم این شهرها الگوی جدید مدیریت آب شهری است که از استفادهٔ سیستم‌های آب غیرمتمرکز حمایت می‌کند. آگاهی و شناخت از مفاهیم و روش‌های جدید مدیریت منابع آب، مدیران و

خط‌مشی‌سازان، همچنین برنامه‌ریزان شهری را درمورد تصمیم‌گیری بهینه در راستای رفع معضلات مربوط به مسائل آب یاری می‌دهد. یکی از گام‌های اساسی در این مسائل بومی‌سازی شاخص‌های موجود در روش‌های جدید با توجه به شرایط کشور است. در این پژوهش ابتدا با توجه به مبانی نظری شهرهای حساس به آب و استفاده از نظر متخصصان شاخص‌های متناسب با شرایط تهران شناسایی شد که به ۷ بخش کلی (حکمرانی حساس به آب، سرمایهٔ اجتماعی، عدالت و برابری، زیرساخت‌های تطبیقی، ارتقای کیفیت فضای شهری، بهره‌وری و راندمان، ارتقای سلامت اکولوژیکی) و ۳۳ زیرمعیار تقسیم شد سپس با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی و پرسشنامه‌ای در قالب ۸ ماتریس، اهمیت هریک از معیارها و زیرمعیارها با استفاده از روش AHP مشخص، و درنهایت به ارزیابی معیارهای شهرهای حساس به آب در تهران نسبت به یک شهر حساس به آب (حد بهینه) با استفاده از آزمون t تک‌نمونه‌ای پرداخته شد.

نتایج به‌دست‌آمده نشان‌دهندهٔ این مسئله است که تهران با بحران شدید آبی مواجه است و تقریباً هیچ‌یک از ابعاد آن در شرایط کاملاً مطلوب قرار ندارد. نتیجهٔ کلی تحقیق مشخص می‌کند بیشترین میزان اهمیت با ۰/۲۹۳۲ به شاخص حکمرانی حساس به آب، و کمترین مقدار، ۰/۰۶۱۶ به شاخص کیفیت فضای شهری مربوط است. همچنین بیشترین فاصلهٔ معیارها در تهران با یک شهر حساس به آب مربوط به توجه به برنامه‌ریزی برای تمامی اقشار با مقدار ۰/۶۶۳۶- و کمترین فاصله مربوط به شاخص پوشش گیاهی و هزینه استفاده یکسان از خدمات به ترتیب با مقادیر ۰/۳۸۳۰- و ۰/۴۰۱۰- است و متأسفانه می‌توان بیان کرد وضعیت تهران در شاخص‌هایی که اهمیت بیشتری دارند وضعیت نامطلوب‌تری دارد؛ از این‌رو این شهر به برنامه و الگویی همه‌جانبه نیاز دارد که بتواند تمام ابعاد مدیریتی، سیاسی، اقتصادی، اجتماعی–فرهنگی و زیست‌محیطی را درنظر بگیرد و با برنامه‌ریزی در راستای رسیدن به پایداری شهری گام بردارد. گفتنی است برای دستیابی به یک شهر حساس به آب و مقابله با وضعیت موجود تهران در سه سطح اهداف، راهبرد و سیاست‌ها می‌توان راهکارهایی ارائه کرد که در قالب جدول ۵ ذکر، و برخی ضوابط طراحی آن مشخص شده است.

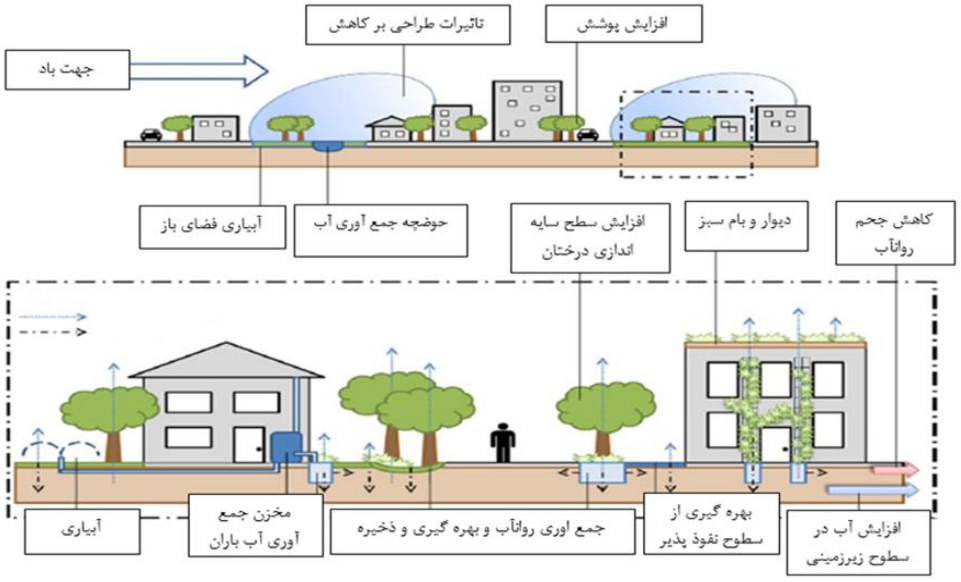
جدول ۵. ارائهٔ اهداف راهبرد و اقدامات اجرایی در راستای دستیابی تهران به یک شهر حساس به آب

اهداف	راهبرد	اقدامات اجرایی
دستیابی به حکمرانی مناسب حساس به آب	• افزایش میزان دانش و مهارت در سازمان‌های ذی‌ربط به‌منظور تقویت دانش و مهارت‌های شاغلان • توجه به آب به‌عنوان عنصری کلیدی در برنامه‌ریزی و طراحی شهری • دخیل‌کردن عموم مردم، مشارکت و شفافیت در تصمیم‌گیری‌ها • ترسیم چشم‌اندازی بلندمدت در رابطه با امور مرتبط با آب و مقابله با بحران • تأمین منابع مالی به‌منظور اجرای پروژه‌های گسترده	• درنظرگرفتن عنصر آب در برنامه‌ها از مقیاس کوچک تا برنامه‌های توسعه به‌منظور توسعهٔ سیاست‌هایی که از همکاری‌های بین بخشی حمایت می‌کند. • برگزاری دوره‌های آموزشی برای تقویت دانش و مهارت شاغلان و ارتباط بیشتر پژوهش و صنعت در سازمان‌ها و ارگان‌های مرتبط با بخش امور آب شهر تهران • وضع قوانین و مقررات مربوط به شهرسازی حساس به آب در تمام ارگان‌های ذی‌ربط در شهر تهران • برگزاری سمینارها و جلسات تخصصی در این زمینه و استفاده از ایده‌ها و نظرات متخصصان در راستای رسیدن به چشم‌انداز و برنامهٔ بلندمدت

اهداف	راهبرد	اقدامات اجرایی
	• درنظرگرفتن تمام اولویت‌ها و انواع استفاده‌کنندگان از خدمات شهری	• سرمایه‌گذاری‌های مستقیم در گزینه‌های باارزش که آثار جانبی و ارزش‌های غیر بازاری سرویس‌های حساس به آب را درنظر گرفته و کمی می‌کند. • ساخت مدل‌های درآمد، بودجه و سرمایه‌گذاری به‌منظور هدایت سرمایه‌گذاری‌ها در اقدامات حساس به آب • برنامه‌ریزی در بخش آب تهران، به صورتی که در آن به‌تمامی جوانب استفاده‌کنندگان بخش آب (شامل جنسیت، نژاد، سن، معلولیت، گروه‌های اقلیت و غیره) توجه شود. • افزایش فرصت‌ها و بهبود تسهیلات مطلوب مرتبط با آب برای قشر آسیب‌دیده در جامعه
افزایش سرمایهٔ اجتماعی	• افزایش سطح دانش و آگاهی شهروندان در رابطه با آب • اشتراک‌گذاری مالکیت، مدیریت و مسئولیت‌پذیری در بخش امور آب در بین شهروندان • توانمندسازی شهروندان برای ازعهده برآمدن آثار مرتبط با بلایا (مثل طوفان، سیل، خشک‌سالی، موج گرما و غیره) و حداقل‌کردن پیامدهای حادثه • بهره‌مندی از الگوی صحیح مصرف آب • مشارکت بومی در بخش آب و فاضلاب شهری در راستای ارتقای مسئولیت‌پذیری شهروندان نسبت به منابع آب	• برگزاری کارگاه‌های آموزشی در سرای محلات تهران؛ به‌طوری‌که به بهبود دانش شهروندان در چرخهٔ آب و وضعیت کنونی امور آب کمک کند تا آن‌ها بتوانند مشارکتی فعال در تصمیم‌گیری‌ها داشته باشند. • ایجاد برنامهٔ ابتکاری در مدارس که تضمین‌کننده بذل توجه لازم به چرخهٔ آب شهری باشد. • شبکه‌ها و ارتباطات میان ارگان‌های دولتی و تشکل‌های مردمی تحکیم شود. • ایجاد مخزن جمع‌آوری آب باران در واحدهای مسکونی و کنترل آن توسط ساکنان به‌منظور مشارکت بومی در کنترل بخش آب و فاضلاب
حفظ عدالت و برابری در امور مربوط به آب	• دسترسی عادلانه تمامی شهروندان به سیستم آب و فاضلاب سالم و مطمئن • برخورداری عادلانهٔ شهروندان از امکانات محافظت در برابر سیل • درنظرگرفتن قیمت واقعی تمام‌شده در استفاده از خدمات آبی	• فراهم‌کردن سرویس‌های تأمین آب و فاضلاب مطمئن که برای تمامی خانه‌ها، مؤسسه‌های آموزشی، مؤسسه‌های بهداشتی و تجاری در دسترس قرار دارند. • وضع تعرفه‌های جدید در راستای محاسبهٔ قیمت آب • وضع تعرفه‌های تشویقی برای شهروندان به‌منظور کاهش مصرف آب
افزایش راندمان و کارایی منابع آبی	• کاهش تقاضای آب آشامیدنی در مصرف‌کنندگان • استفاده از چرخهٔ بستهٔ بهره‌برداری آب • ایجاد مزایا در سایر بخش‌های مرتبط با آب به علت خدمات ارائه‌شده در بخش آب • فرصت‌های کسب درآمد شهروندان و سرمایه‌گذاران مرتبط با تغییر در الگوی فعلی مدیریت آب	• تحریک سرمایه‌گذاری در فرصت‌های جدید کسب‌وکار در ابداعات بخش آب • بهره‌گیری از آب‌های خاکستری در منازل به‌منظور کاهش تقاضای آب آشامیدنی و کاهش میزان فاضلاب تولیدی، همچنین رسیدن به چرخهٔ بستهٔ آب آشامیدنی • بهره‌گیری از لوازم کم‌مصرف آب مانند ماشین ظرف‌شویی و لباس‌شویی • بهره‌گیری از شیرآلات و اتصالات مدرن و کم‌مصرف

اهداف	راهبرد	اقدامات اجرایی
بهره‌مندی از زیرساخت‌های چندمنظوره	• تنوع‌بخشیدن به منابع آبی متناسب با هدف استفاده از آب • بهره‌مندی از سیستم زیرساخت آب چندمنظوره • کنترل یکپارچه و هوشمند منابع آبی • نگهداری از زیرساخت‌های آبی • بهره‌مندی از زیرساخت‌ها و مالکیت آن‌ها در مقیاس مختلف	• طراحی سیستم آب متناسب با هدف و با کیفیت و نیاز تقاضای مصرف‌کنندهٔ نهایی • بهینه‌کردن عملکرد شبکهٔ سیستم آب از طریق سیستم‌های کنترل هوشمند • انجام اقدامات مناسب نگهداری که یکپارچگی تمام زیرساخت آبی (شامل زیرساخت سبز) را تضمین می‌کند. • فراهم‌کردن سیاست‌های شفاف و روشن برای عملیات و نگهداری تمامی زیرساخت آبی
بهبود سطح سلامت اکولوژیکی	• دسترسی به زیستگاه سالم و تنوع زیستی • حفاظت از کیفیت آب‌های سطحی • حفاظت از کیفیت آب‌های زیرزمینی و بازیابی مجدد آن • محافظت از مناطق باارزش اکولوژیکی بالا در مقابل آثار توسعهٔ شهری	• محافظت، احیا و ساخت اکوسیستم با کارایی بالا که در انعطاف‌پذیری اکولوژیکی سهیم باشد. • تحقیق و بررسی در رابطه با محل دفن زباله و نواحی صنعتی و تأثیر آن‌ها بر کیفیت آب زیرزمینی • کنترل رواناب‌ها و استفاده از حوضچه‌هایی مناسب برای جلوگیری از آلودگی آب‌های سطحی • استفاده از ابزار مناسب طراحی شهرهای حساس به آب در اطراف درختان برای جذب رواناب و جلوگیری از آلودی آب‌های سطحی
افزایش سطح کیفیت فضاهای شهری	• عملکرد عناصر شهری به‌منظور کاهش اثرات حرارتی • فعال‌سازی فضاهای دلپذیر متصل آبی و فضای سبز • حفاظت از پوشش گیاهی	• حداکثرسازی اندازه‌ای که فضای شهری و فرم ساخته‌شده تابعی به‌عنوان بخشی جدایی‌ناپذیر از سیستم آب باشد. • ایجاد و نگهداری شبکهٔ فضای سبز متصل به راه‌آب‌ها و سایر پیکره‌های آبی • حداکثرکردن سطح سایه‌انداز درختان که سایه و خنکی را در چشم‌انداز شهر به‌وجود می‌آورد.

(منبع: نگارندگان)



شکل ۵. الگوی پیشنهادی براساس اصول طراحی شهری حساس به آب (منبع: نگارندگان)

منابع

بریم‌نژاد، ولی و سعید یزدانی (۱۳۸۳)، «تحلیل پایداری در مدیریت منابع آب در بخش کشاورزی با استفاده از برنامه‌ریزی کسری، مطالعهٔ موردی استان کرمان»، مجلهٔ پژوهش و سازندگی، شمارهٔ ۶۳، صص ۲-۱۶.

بی‌نیاز، احسان (۱۳۸۸)، توسعهٔ پایدار شهری جهت مقابله با بحران آب، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، تهران.

تجریشی، مسعود و احمد ابریشمی (۱۳۸۳)، مدیریت تقاضای منابع آب در کشور، مجموعه مقالات اولین همایش روش‌های پیشگیری از اتلاف منابع ملی، فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران.

تجریشی، مسعود (۱۳۷۶)، «نگرشی جامع به رفع بحران آب در تهران»، مجلهٔ آب و فاضلاب، شمارهٔ ۲۲: ۲- ۱۲.

جمعه‌پور، محمود (۱۳۹۲)، *برنامه‌ریزی محیطی و پایداری شهری و منطقه‌ای: اصول، روش‌ها و شاخص‌های محیطی پایداری سرزمین*، انتشارات سمت، تهران.

شایگان سالک، جلال‌الدین (۱۳۸۹)، گزارش نهایی مطالعه و بررسی زیست‌محیطی آلودگی آب‌های زیرزمینی تهران به‌دلیل وجود مواد آلی.

شرکت مدیریت منابع آب ایران، دفتر پژوهش‌های کاربردی، (۱۳۹۰)، گزارش ساماندهی آب سطحی جنوب تهران.

شرکت آب و فاضلاب شهر تهران، استعلام، ۱۳۹۵.

شرکت آب منطقه‌ای تهران (۱۳۹۲)، آمار سدهای در حال بهره‌برداری و نیروگاه‌ها.

قانون توزیع عادلانهٔ آب (۱۳۶۱)، مجلس شورای اسلامی، فصل چهارم، وصول آب‌بها.

قدسی‌پور، حسن (۱۳۸۵)، *مباحثی در تصمیم‌گیری چند معیاره، فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی*، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران.

کارآموز، محمد و همکاران (۱۳۸۶)، بهره‌برداری از منابع آب با رویکرد جامع و پایدار، وزارت نیرو، اولین همایش سازگاری با کم‌آبی، تهران.

کلانتری، خلیل (۱۳۹۴)، *پردازش و تحلیل داده‌ها در تحقیقات اجتماعی-اقتصادی*، انتشارات فرهنگ صبا، تهران.

ـــــــــــــــــ، *مدل‌های کمی در برنامه‌ریزی (منطقه‌ای، شهری و روستایی)*، انتشارات فرهنگ صبا، تهران.

محمودیان، علی‌اکبر (۱۳۸۴)، نگاهی به تهران از آغاز تاکنون، مؤسسه جغرافیایی و کارتوگرافی گیتاشناسی، چاپ اول.

Argue J.R. (2004), Water-sustainability for Adelaide in 2020 baswd on stormwater; a handbook for Australian practice Adelaide, University of South Australia.

Ashley, R. M, Balmforth, D. J, Saul, A. J. and Blanksby, J. R (2005), Flooding in the future, Water Sci, Technol, Vol. 52, No. 5: 265–274.

Blackham D.M.,Breen P. and Barrett R. G, (2006), Towards a general model of the impact of urban development on vegetation communities in wetlands, 7 th International Conference on Urban Drainage Modelling and the 4th International Conference on Water Sensitive Urban Design, Melbourne, Australia, Institute for Sustainable Water Resources (Monash University), International Water Association, Engineers Australia and Stormwater Industry Association.

Balkema.A.J, Hinz.A.P, Otterpohl.R, Lambert,F.J.D, (2002), Indicators for the sustainability assessment of wastewater treatment systems, urban water, Vol. 4, No 2:153-161.

BMT WBM (2007), National guideline for evaluating Water Sensitive Urban Design (WSUD).

Brown, R. (2012), Transitioning to the water sensitive city: the socio-technical challenge. In C. Howe and C. Mitchell (Eds.), Water sensitive cities: 29–42. London,UK.

Brown, R. R., and Farrelly, M. A. (2009), *Challenges ahead: social and institutional factors influencing sustainable urban stormwater management in Australia*, Water Science and Technology,Vol. 59, No. 4: 653–660.

Brown, R. R. (2008), *Local institutional development and organizational change for advancing sustainable urban water futures*, Environmental Management, Vol.41, No. 2: 221–233.

Carmon.n, shamir.u, (2009), water sensitive planning: integrating water consideratiom into urban and regional planning, water and environment journal.

CSIRO, (2006), Urban stormwater best practice environmental management guidelines, Victoria, CSIRO Publishing.

CSIRO, (1999), Urban stormwater: best practice environmental management guidelines, Melbourne, CSIRO Publishing.

Dahlenburg J. (2005), An overview of resources available to facilitate the planning, design and uptake of water sensitive urban design (WSUD), Sustainable Stormwater: You Are Responsible, Justify Your Decisions, Storm Water Industry Association 2005 Regional Conference, Port Macquarie, NSW.

Ferguson, Briony C and others, (2013), A strategic program for transitioning to a Water Sensitive City, Landscape and Urban Planning, 32– 45.

Ferguson,B.C and others, (2012), Melbourne' Transition to a Water Sensitive City: Recommendations for Strategic Action. Monash Water for Liveability, Monash University, Melbourne, Australia,.

Juuti,Petri S. and Tapio S. Katko (Eds.) (2005), Water Time and European Cities/ History Matter For Futures, Tempere University Press, EPublications,Temper 2005,

Juuti.P.S, Katko.T.S (Eds), (2005), water time and European cities.

Liu.A. Guan,Y. Egodawatta.P. Goonetilleke.A, (2016), Selecting rainfall events for effective water sensitive urban design: A case study in Gold Cost City, Australia, Elsevier journal, Ecological Engineering No. 92: 67-72.

Lloyd, S., (2003), S. Clearwater project: community acceptance of water sensitive urban design. Paper presented at the 'Managing the Changing Colours of Water' Joint Seminar of the Australian Water Association and the Stormwater Industry Association of Victoria, Melbourne, Australia, 5 November 2003.

Lloyd S. (2001), Water Sensitive Urban Design in the Australian Context, Synthesis of a Conference Held in 30-31 August 2000, Melbourne, Australia, Cooperative Research Centre for Catchment Hydrology Melbourne.

McDonald, R.I., Grenn, P., Balk, D., Fekete, B.M., Revenga, C., Todd, M. and Montgomery, M., (2011), *urban growth, climate change and fresh water avaibility*, Proceeding of the National Academy of Sciences, Vol. 108, No.15: 6312-6317.

Taylor.A.C, Wong.T.H.F, (2002), Non- structural stormwater quality best management practies, Technical reports 02.14. cooperative research center for cathment hydrology,Melborne.Australia.

The Barton Group (2005), Australian Water Industry Roadmap: A Strategic Blueprint for Sustainable Water Industry Development. Report of The Barton Group, Coalition of Australian Environment Industry Leaders, May 2005. Available at: www.bartongroup.org.au

UNDP,Human development report,NewYork, Oxford university,press 1994.19.

United Nations, (2012),climate change conference,Doha,Gatar.

WCED (World Commission on E nvironment and Development), (1987), our common future, oxford university press,Oxford,UK.

Wong, T. and. Brown R (2009), *The Water Sensitive City: Principles for Practice,* Water Science & Technology, Vol. 60, No. 3: 673-682.

Wong, T and Brown, R, (2008),Transitioning to Water Sensitive Cities: Ensuring Resilience through a new Hydro-Social Contract, 11th International Conference on Urban Drainage, Edinburgh, Scotland, UK.

Wong, T. H. F. and Ashley, R. (2006), International Working Group on Water Sensitive Urban Design, submission to the IWA/IAHR Joint Committee on Urban Drainage, March 2006.

Wong. T,Breen.P, Lioyd.S, (2000), water sensitive road design:design options for improving stormwater quality of road runoff technical report, Research Center for Catchment Hydrology Australia.

Wong, T. H. F. and Eadie, M. L. (2000), Water Sensitive Urban Design—A Paradigm Shift in Urban Design, Proceedings of the 10th World Water conference, Melbourne, 12–16 March 2000.