اکوهیدرولوژی

دورهٔ ۴، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۶، ص ۱۱۸-۱۰۳

ارزیابی و تحلیل وضعیت منابع آب و خاک در مناطق ۲۲گانهٔ شهر تهران با استفاده از مدل نیروی محرکه، فشار، وضعیت و پاسخ

ژیلا سجادی[1*]، محمدصادق افراسیابی راد[2]، جمیله توکلی‌نیا[3]، حسین یوسفی[4]

۱. دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکدهٔ علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی

۲. دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکدهٔ علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی

۳. دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکدهٔ علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی

٤. استادیار دانشکدهٔ علوم و فنون نوین، دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت ۱۳۹۵/۰۹/۰۱؛ تاریخ تصویب ۱۳۹۵/۱۲/۲۰)

چکیده

منابع آب و خاک از مهم‌ترین کالاهای ضروری در هر شهر یا کشور محسوب می‌شود که مصارف گوناگونی دارد. از مهم‌ترین موارد مصرف این منابع استفادهٔ آب شرب، مصارف خانگی، استفاده در فعالیت‌های کشاورزی و دامداری، صنعتی و معدنی است. هدف از مقالهٔ حاضر ارزیابی و تحلیل وضعیت منابع آب و خاک در مناطق شهری تهران است. پژوهش حاضر به‌لحاظ روش تحقیق با تبعیت از ماهیت مسئله، روشی تحلیلی- توصیفی است و داده‌های مورد نیاز از طریق مصاحبه و پرسشنامه جمع‌آوری شده است. برای وزن‌دهی به زیرشاخص‌ها از مدل تحلیل سلسله‌مراتبی و نرم‌افزار Expert choice، به‌منظور ترسیم نقشه‌ها و همپوشانی و تلفیق زیرشاخص‌ها از نرم‌افزار Arc GIS و برای تحلیل از مدل نیروی محرکه، فشار، وضعیت و پاسخ استفاده شده است. طبق یافته‌ها و براساس شاخص عملکرد محیطی (EPI)، مقدار شاخص منابع آب و خاک از ۱۷/۳ تا ٤۱/۹ متغیر بوده است و منطقهٔ ۲۰ بدترین شرایط و مناطق ۱ و ۲۲ شرایط مناسبی داشته‌اند. در مجموع و با روی‌هم‌گذاری لایه‌های زیرشاخص‌ها مشخص شد که منطقهٔ ۲۰ شرایط بسیارنامناسب و نیز عملکرد بدتری در بین مناطق داشته است و بیشتر مناطق (۹ منطقه) در شرایط نامناسب قرار گرفته‌اند و دو منطقهٔ ۱ و ٤ شرایط بسیار مناسبی دارند. به‌طور کلی، پنج منطقه در شرایط مناسب قرار داشته‌اند و ۱۷ منطقه شرایط نسبتاً مناسب تا بسیار نامناسب و عملکرد بدی داشته‌اند.

کلیدواژگان: تهران، کیفیت آب و خاک، مدل DPSR، منابع آب و خاک.

*نویسندهٔ مسئول

Email: J-sajadi@sbu.ac.ir

مقدمه

هر گونه تغییر در ویژگی‌های اجزای متشکل محیط به‌طوری که استفادهٔ پیشین از آنها غیرممکن شود، آلودگی نامیده می‌شود و به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم منافع حیات موجودات زنده را به مخاطره می‌اندازد. آلوده‌کننده‌ها معمولاً بر اثر فعالیت‌های انسان پدید می‌آیند [۱]. منابع آب و خاک از مهم‌ترین و بنیادی‌ترین منابع حیات موجودات زنده هستند و مهم‌ترین عاملی که این منابع باارزش را به خطر می‌اندازد، آلودگی آنهاست. از این نظر جلوگیری از آلودگی منابع بسیار مهم و شایان توجه است. محیط زیست بستر توسعه و از مؤلفه‌های اساسی برای زندگی موجودات کرهٔ زمین به‌شمار می‌رود. در دهه‌های اخیر همواره شهرنشینی با رشد روزافزونی مواجه بوده است به‌طوری که طی سال‌های ۱۹۷۵ تا ۲۰۰۰ جمعیت شهری از ۱۵۰۰ میلیون نفر به ۲۸۰۰ میلیون نفر افزایش یافته است که تقریباً ۴۵ درصد از جمعیت جهان را تشکیل می‌دهد. در پایان سال ۲۰۰۷ برای اولین‌بار در تاریخ بشریت تعداد جمعیتی که در شهرها زندگی می‌کردند از جمعیت روستانشین بیشتر شد و تا سال ۲۰۲۰ جمعیت شهرنشین، ۶۰ درصد جمعیت جهان تخمین زده می‌شود. در حال حاضر شهرهای بزرگ و به‌ویژه کلان‌شهرها با توجه به تراکم جمعیتی زیاد از مشکلات محیط زیستی همچون آلودگی هوا، آب، خاک، صدا، پسماند و کمبود سرانهٔ فضای سبز رنج می‌برند. این مشکلات علاوه بر مسائلی که از لحاظ بهداشت و سلامت برای شهروندان پدید می‌آورد، خسارت سنگین اقتصادی را نیز در پی دارد. کلان‌شهر تهران در رتبهٔ اول از لحاظ آلودگی محیط زیست بین شهرهای کشور قرار دارد. ارزیابی پایداری محیطی، به‌عنوان مهم‌ترین ابزار در فرایند برنامه‌ریزی توسعهٔ پایدار قابل طرح و بررسی است. این ارزیابی، نوعی ارزیابی بوم‌شناختی است که در سطوح مختلف به‌طور متوالی انجام می‌پذیرد و به‌دنبال ارائهٔ چارچوبی است که در آن ارزیابی تأثیرات برنامه‌ها، راهبردها و سیاست‌ها بر محیط زیست به‌صورت جامع ارزیابی، سنجش و تحلیل شود و در نهایت راهکارهایی را برای کاهش فشار بر محیط زیست ارائه دهد. بنابراین، فراهم‌سازی بستری مناسب برای ارزیابی و سنجش پایداری محیطی در فرایند برنامه‌ریزی و توسعه به‌ویژه توسعهٔ شهری لازم و ضروری است. در واقع، بدون وجود چنین بستری، بحث توسعهٔ پایدار به‌ویژه در شهرها، بحثی بی‌مورد و بیهوده خواهد بود. ارزیابی میزان پایداری منعکس‌کنندهٔ اندازه‌گیری و سنجش و به‌طور فزاینده به‌عنوان مهم‌ترین ابزار برای تغییر شرایط به‌منظور توسعهٔ پایدار است. افزایش جمعیت و بالارفتن استانداردهای زندگی موجب تقاضای روزافزون آب برای مصارف مختلف کشاورزی، صنعتی و شهری شده است. منابع آب و خاک که از مهم‌ترین منابع تأمین‌کنندهٔ نیازهای انسان هستند با چالش‌های متفاوتی چون آلاینده‌های طبیعی و غیرطبیعی روبه‌رو هستند [۲]. افزایش میزان هدایت الکتریکی و غلظت یون‌های سدیم، کلر، سولفات و نیترات در آب زیرزمینی بیشتر بر اثر فعالیت‌های خود انسان همانند عملیات کشاورزی، کاربرد کودهای شیمیایی فشرده، شرب و صنعت است [۳]. رشد شهرها، افزایش فعالیت‌های صنعتی و استفادهٔ بی‌رویه از کودهای شیمیایی در کشاورزی سبب آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی شده است که اثر این تغییرات روی سلامتی انسان و حیوانات و گیاهان مضر است [۴]. آلودگی منابع آب و خاک به‌ویژه آب شرب شهری که منشأ انواع بیماری‌های گوناگون در انسان‌ها است یک مشکل بزرگ جهانی است که به ارزیابی مداوم و تجدید نظر در سیاست منابع آب و خاک در همهٔ سطوح احتیاج دارد. در این پژوهش وضعیت کیفیت و کمیت منابع آب و خاک در ۲۲ منطقهٔ شهری تهران مطالعه و پژوهش می‌شود و پاسخ‌هایی برای رفع مسئلهٔ پژوهش توسط محقق بیان خواهد شد.

پیشینهٔ تحقیق

در پژوهشی با عنوان «مطالعهٔ موردی آلودگی و پیشگیری از آلودگی آب زیرزمینی شهر هوچیمن ژاپن» مشخص شد که بیشترین دلایل آلودگی آب چاه‌ها عبارت بودند از: ۱. فعالیت‌های انسانی شامل فاضلاب، زباله و آب چاه‌های تخریب‌یافته و ۲. عوامل طبیعی شامل آب سطحی آلوده که موجب افزایش میزان TDS شده بود. در مطالعه‌ای موردی که در سال ۲۰۱۴ میلادی روی آب‌های زیرزمینی هند صورت گرفت، مشخص شد که منبع اصلی آلودگی آب‌های زیرزمینی به چهار دسته تقسیم می‌شوند: ۱. آلودگی با منشأ فعالیت‌های انسانی (شامل استخراج معدن، صنعت، دباغ‌خانه‌ها، کارخانه یا محل تقطیر مشروبات، مکان‌های دخل و دفن زباله، فعالیت‌های زراعی و سیستم تخلیهٔ فاضلاب ضعیف)؛ ۲. آلودگی با منشأ زمین‌شناختی (آرسنیک، فلوراید و آهن)؛ ۳. شوری دشتی (شامل شوری ذاتی و ورود آب در زیر سطح

حوضه‌های آبی) و ۴. شوری ساحلی (شامل دخـول شـوری از جزر و مد، توفان‌ها و سونامی‌ها و دیگـری نفـوذ آب دریـا) [۵]. پژوهشی که روی آب‌های زیرزمینی ایالت کالیفرنیـای آمریکـا انجام شد، نشان داد از بین عوامل اصلی آلاینـدهٔ آب زیرزمینـی نشت مخازن ذخیره‌سازی زیرزمینی، عوامل طبیعی، سـپتیک، فعالیت‌های کشت و زرع، زمین‌های محـل دفـن زبالـه و منـابع آلایندهٔ نقطه‌ای صنعتی، عاملی که بیشترین تـأثیر در آلـودگی آب‌های زیرزمینی را دارد فعالیت‌های زراعی است [۶]. بررسـی انجام‌شده در کشور ایتالیا نشان داد منابع آلایندهٔ آب زیرزمینی به‌ترتیـب آلاینـدگی شـامل تخلیـهٔ فاضـلاب صـنعتی، نشـت مجراهای فاضلاب و سیستم‌های سپتیک، دفع زباله‌های مـایع، کاربرد کود، مکان‌های تغذیهٔ حیوانات، چـاه‌هـای تزریـق مـواد زائد، توسعهٔ منابع کنترل‌نشده، پمپاژ بـیش از حـد در منـاطق ساحلی است و آلاینده‌ها به‌ترتیب باکتری، آنیون‌ها، حلال‌های کلر، فلزات سنگین، کاتیون‌ها، حشره‌کش‌ها و درنهایـت سـایر ترکیبـات آلـی بودنـد [۷]. لطیـف و همکـارانش (۱۳۸۴) بـا نمونه‌برداری از ۴۰ چاه در حوالی دشت مشهد در مدت شـش ماه از تیر تا آذر ۱۳۸۰ مقدار مواد شـیمیایی از جملـه نیتـرات کربنات، و ...را تعیین و آنهـا را بـا EC ، pH، TDS، بـی‌کربنـات استانداردهای جهانی مقایسه و منشأ آلودگی را نشـت فاضـلاب خانگی به آب زیرزمینی دانستند [۸]. طباطبـایی و همکـارانش کیفیت آب زیرزمینی شهر اصفهان طی دو مرحله نمونه‌برداری را بررسی کردند و آلودگی نیتراتی را به‌صورت موضعی گـزارش دادند و علت را نزدیکی منابع آب زیرزمینی به قبرستان محـل دفن اموات و کودهای آلی فضای سبز دانستند. به‌علاوه، مقادیر فلزات سنگین اندازه‌گیری‌شده در این تحقیق نشـان داد همـهٔ عناصر در حد مجاز هستند و تأثیر آلودگی میکروبـی رودخانـه روی آب چاه‌ها منتفی است و احتمـال دادنـد منشـأ آلـودگی، نشت فاضلاب از شبکهٔ فاضلاب شهری و یـا نشـت آلـودگی از سطح زمین باشد [۹]. در مطالعه‌ای که در سـال ۱۳۸۳ انجـام شد پتانسـیل آلـودگی آب زیرزمینـی آبخـوان دشـت ارومیـه به‌وسـیلهٔ کودهـای شـیمیایی ارزیـابی شـد. بـراسـاس نتـایج به‌دست‌آمده مناطق حساس بـه آلـودگی بـه‌ترتیـب پتانسـیل آلودگی به سه بخش تقسیم شدند و بررسـی A ,B ,C مجـزای کیفی آنها نشان داد غلظت یون‌هـای شـاخص آلـودگی آب از طریـق کودهـای شـیمیایی بسـیار (NO3 ,PO4 ,SO4 ,K) بیشتر از حد استاندارد نیست و فقط در مناطق محدود غلظـت این یون‌ها بیش از حـد مجـاز اسـت [۱۰]. مطالعـه‌ای نیـز در دشت کبودرآهنگ برای بررسی کیفیت آب و ارزیـابی ماهیـت هیدروشیمیایی به‌وسـیلهٔ آنـالیز یـک سـری کـاتیون هـدایت الکتریکی، قلیائیت، PH و آنیون‌های ۱۵۴ نمونه آب زیرزمینی جمع‌آوری‌شده است. همچنین برای تعیین تغییـرات مکـانی، ویژگی نقشه‌های کانتوری توسط سیستم اطلاعات جغرافیـایی فیزیکی و شیمیایی نمونـه‌هـای آب زیرزمینـی تهیـه شـد. ۷۱ درصد نمونه‌ها نشان‌دهندهٔ میزان شوری زیـاد و مقـدار سـدیم کم است و روند کیفی در بعضی مناطق مرکزی و جنوب دشت به سمت شوری و سولفاته شدن است که نشـت آلاینـده‌هـای حاوی نمک و سولفات را نشان مـی‌دهـد [۱۱]. در مطالعـه‌ای دیگر کـه در سـال ۲۰۰۲ در شـهر دارالسـلام تانزانیـا صـورت گرفت، مشخص شد که منابع اصلی آلـودگی آب‌هـای منطقـه شامل فاضلاب خانگی، فاضلاب‌های صنعتی، شیرابهٔ ایجادشده از محل تلنبار زباله‌های جامد، نشت پمپ‌های سوخت، زایدات نفتی، فعالیت‌هـای دفـن زایـدات جامـد و همچنـین طبیعـت خاک‌های شنی منطقه به‌همراه بارندگی‌های سالانه که سـرعت رسیدن تودهٔ آلودگی به آبخوان را افـزایش مـی‌دهـد [۱۲]. در سال ۱۳۸۵ پژوهشی برای بررسی تغییرات کمـی و کیفـی آب زیرزمینی دشت همـدان- بهـار انجـام گرفـت و مشـخص شـد چاه‌هایی که به سـمت شـرق دشـت جریـان دارنـد، آلـوده‌تـر هستند و علت آن را وجـود کارخانـه‌هـا، تخلیـهٔ فاضـلاب‌هـای شهری و اجرانشدن طرح‌های تغذیـهٔ مصـنوعی در آن منطقـه دانسته‌اند [۱۳]. پژوهشی روی برخـی خصوصـیات شـیمیایی آب زیرزمینی دشت شهرکرد در چهار زمان (سال‌هـای۱۳۸۳ و ۱۳۸۴) صورت گرفت و نتایج تحقیق نشان داد میزان سختی و باقی‌ماندهٔ خشک در قسمت‌های جنوبی بـه‌دلیـل تأثیرپـذیری زیاد نمونه‌های این منطقه از فاضلاب خانگی و غلظـت نیتـرات در قسمت شمالی دشت حداکثر است که به‌علت وسـعت زیـاد زمین‌های کشاورزی نسبت بـه منـاطق مسـکونی و در نتیجـه استفاده از کودهای نیتروژنه بوده است [۱۴].

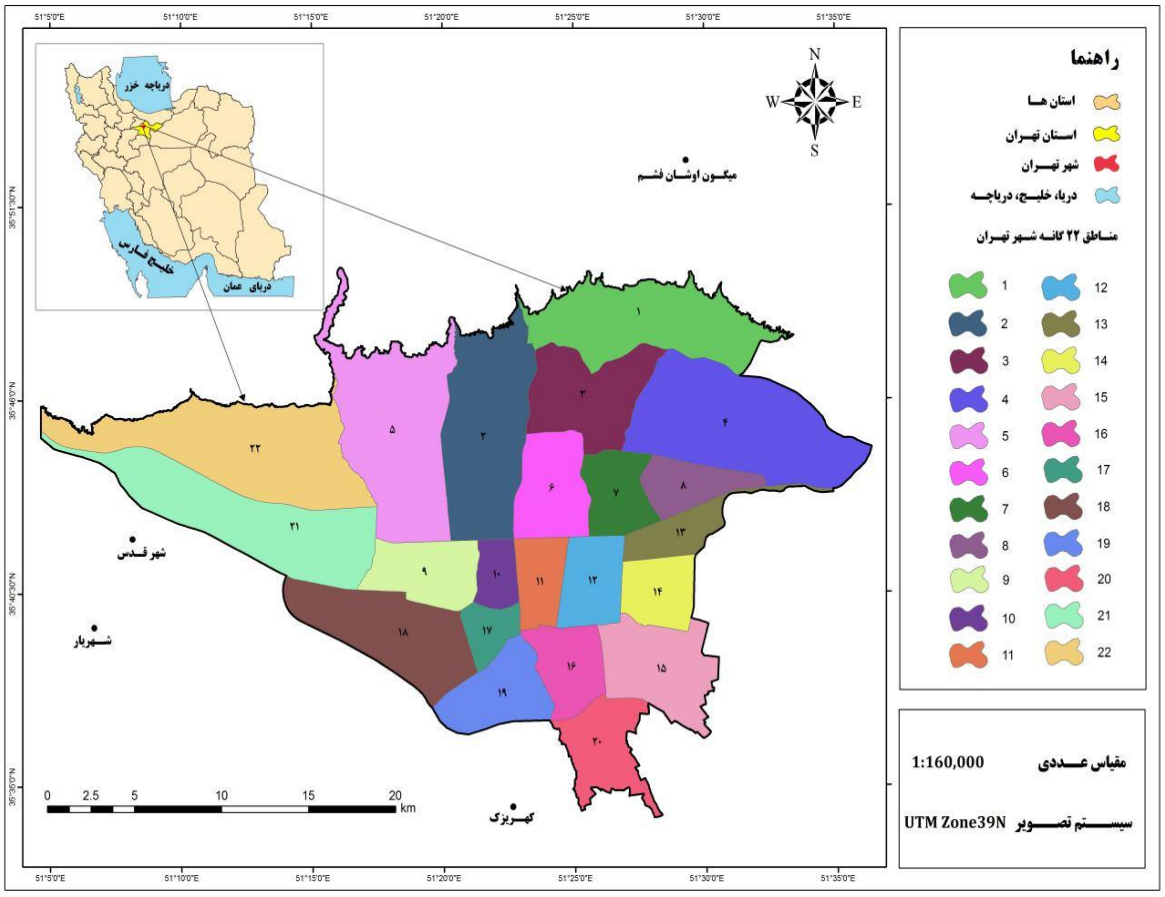
مواد و روش‌ها

معرفی محدودهٔ مطالعه‌شده

شهر تهران با وسـعتی حـدود ۷۳۰ کیلـومترمربـع بـین ۳۵ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۵۹ دقیقهٔ عرض شـمالی و ۵۱ درجه و ۵ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۵۳ دقیقهٔ طـول شـرقی واقع شده است. ارتفاعـات جنـوبی البـرز مرکـزی، شـمال و شمال شرقی تهران را دربر گرفتـه و از سـمت غـرب دشـت

ساوجبلاغ و در جنوب کوه‌های منطقهٔ ری و بی‌بی شهربانو و دشت‌های منتهی به کویر نمک این شهر را محصور کرده‌اند. این ویژگی به‌خوبی در تفاوت ارتفاع مناطق مختلف تهران از سطح دریا که بین ۱۷۰۰ متر در مناطق شمالی تا ۱۰۰۰ متر در مناطق جنوبی تغییر می‌کند، منعکس شده و این واقعیت به‌نوبهٔ خود مدل گسترش محدودهٔ کلان‌شهر تهران را نیز تحت تأثیر قرار داده است. شهر تهران از شمال به شهرستان شمیرانات، از شرق به شهرستان دماوند، از جنوب به شهرستان‌های ورامین، ری و اسلام‌شهر و از غرب به شهرستان‌های شهریار و کرج محدود می‌شود. شهر تهران به ۲۲ منطقهٔ شهری تقسیم شده است که مساحت آن بدون احتساب حریم شهری حدود ۶۱۳ کیلومترمربع و با احتساب حریم شهری بیش از ۷۳۰ کیلومترمربع است. شهر تهران از نظر تقسیمات اداری به ۲۲ منطقه و ۱۲۳ ناحیه و ۳۷۴ محله تقسیم می‌شود. وسیع‌ترین منطقهٔ شهری تهران، منطقهٔ ۴ با ۷۳ کیلومترمربع و پس از آن منطقهٔ ۵ با ۵۹ کیلومترمربع در مرتبهٔ بعد قرار دارد و در مقابل کم‌وسعت‌ترین مناطق شهری تهران، مناطق ۱۰ و ۱۷ با ۸ کیلومترمربع هستند. در شکل ۱ موقعیت مناطق ۲۲گانهٔ شهرداری تهران نمایش داده شده است.

جمعیت شهر تهران و مناطق ۲۲گانه در مجموع در فاصلهٔ دو آمارگیری رسمی طی سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۰ با متوسط رشد سالانه معادل ۰/۸۶ درصد از ۷۸۱۲۰۶۷ به ۸۱۵۴۰۵۱ نفر و در سال ۱۳۹۳ به ۸۱۷۷۸۵۶ نفر رسیده است. در میان مناطق شهر تهران، بیشترین جمعیت در سال ۱۳۹۳ مربوط به منطقهٔ ۵ به‌میزان ۸۶۵۴۶۷ نفر (۱۰/۵ درصد از کل جمعیت) و پس از آن منطقهٔ ۴ به تعداد ۸۴۸۴۳۳ نفر (۱۰/۳ درصد از کل جمعیت) بوده است و کمترین جمعیت به منطقهٔ ۲۲ با ۱/۹ درصد از کل جمعیت به‌میزان ۱۴۰۵۶۷ نفر اختصاص داشته است.



شکل ۱. موقعیت محدودهٔ مطالعه‌شده

روش پژوهش

پژوهش حاضر به‌لحاظ روش تحقیق با تبعیت از ماهیت مسئله، روشی تحلیلی- توصیفی است. داده‌های مورد نیاز از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی (مصاحبه و پرسشنامه) جمع‌آوری شده است. با مشارکت کارشناسان و با روش نخبگی امتیازدهی و نیز AHP[1] زیرشاخص‌ها وزن‌دهی و سپس با استفاده از روش‌های آماری محاسبه خواهند شد. مقدار زیرشاخص‌ها در روش EPI بین ۰ تا ۱۰۰ در نوسان است و هرچه مقدار آن بیشتر باشد، نشان‌دهندهٔ عملکرد بهتر و هر چقدر رقم یادشده کمتر باشد، نشان‌دهندهٔ عملکرد بدتر است. زیرشاخص‌ها پس از همگن‌شدن و نرمال‌سازی با استفاده از روش‌های لگاریتمی و تقسیم بر میانگین، با یکدیگر جمع می‌شوند و عدد مشخصی برای هر زیرشاخص به‌دست می‌آید که میزان عملکرد را برای هر منطقه تعیین می‌کند. برای هم‌واحد شدن زیرشاخص‌ها از روش آماری (تقسیم بر میانگین) و لگاریتمی استفاده خواهد شد که در مراحل زیر شرح داده می‌شود:

- مقدار زیرشاخص از سازمان‌های مرتبط اخذ شده است.
- میزان فاصله از هدف از تفاضل امتیاز زیرشاخص از ۱۰۰ به‌دست می‌آید.
- چگونگی محاسبهٔ میزان عملکرد زیرشاخص از فرمول زیر به‌دست می‌آید:
- ((international)) / (International range)× 100 range)- (distance to target
- میانگین تجمع خطی زیرشاخص از حاصل عملکرد زیرشاخص‌ها تقسیم بر تعداد زیرشاخص‌ها به‌دست آمده است.
- وزن شاخص‌ها از طریق روش AHP به‌دست آمده است.
- در نهایت، جمع همهٔ اعداد به‌دست‌آمده عددی است که بین صفر تا ۱۰۰ قرار دارد؛ هر چه امتیاز به‌دست‌آمده به ۱۰۰ نزدیک‌تر باشد، دارای عملکرد بهتر و میل به سمت عدد صفر، دارای عملکرد بدتر خواهد بود.

امتیازدهی به هریک از شاخص‌ها براساس تأثیرگذاری و در دامنهٔ نوسان امتیاز ۱ تا ۹ صورت می‌گیرد که این امتیازدهی و ارجحیت‌دادن میان زیرشاخص‌ها را کارشناسان امر طی مصاحبه‌ها و نشست‌های مختلف ابراز کرده‌اند و مجموع امتیاز هر زیرشاخص نیز از طریق اعمال ضرایب اهمیت هریک به‌دست آمده است. مدلی که به‌منظور تلفیق اطلاعات یادشده استفاده شده است در اصل مدلی وزنی براساس مدل AHP است. شاخص‌ها از طریق نرم‌افزار Expert choice به‌صورت زوجی نسبت به سطوح نسبت به هم مقایسه و وزن نسبی هریک از کل معیار مشخص می‌شود. در جدول ۱ امتیاز و وزن زیرشاخص‌ها برای روی‌هم‌گذاری و تلفیق لایه‌ها آورده شده است. در جدول ۱ امتیاز و وزن زیرشاخص‌ها بیان شده است.

پس از آنکه وزن نسبی لایه‌ها و طبقات نسبت به همدیگر با استفاده از نرم‌افزار Expert choice مشخص شد، لایه‌های اطلاعاتی در محیط نرم‌افزاری Arc GIS مدل‌سازی فضایی شده و داده‌های پایهٔ مورد نیاز برای تحلیل ارائه شده است. شایان یادآوری است برای هر زیرشاخص به‌طور مجزا نقشه تهیه و از همپوشانی و تلفیق نقشه‌های زیرشاخص‌ها، نقشهٔ منابع آب و خاک در سطح ۲۲ منطقه استخراج خواهد شد. در جدول ۲ چگونگی طبقه‌بندی، امتیازدهی، محل اخذ و دورهٔ آماری زیرشاخص‌ها بیان شده است.

جدول ۱. امتیاز و وزن زیرشاخص‌های منابع آب و خاک براساس روش AHP و نرم‌افزار Expert choice

زیرشاخص‌ها	سرانهٔ مصرف آب به لیتر برای هر نفر	آلودگی آب	آلودگی خاک	ضرایب AHP
سرانهٔ مصرف آب به لیتر برای هر نفر	۱	۵/۱	۳/۱	۰/۱۰۵
آلودگی آب	۵	۱	۳	۰/۶۳۷
آلودگی خاک	۳	۳/۱	۱	۰/۲۵۸

1. Analytical Hierarchy process

جدول ۲. چگونگی طبقه‌بندی، امتیازدهی، محل اخذ و دورهٔ آماری زیرشاخص‌های منابع آب و خاک

زیرشاخص	طبقه‌بندی زیرشاخص‌ها	امتیاز بر حسب طبقه‌بندی زیرشاخص‌ها	توضیحات	محل اخذ داده	دورهٔ آماری
سرانهٔ مصرف آب (لیتر در روز)	کمتر از ۶۴ ۱۲۸-۶۴/۱ ۱۹۲ – ۱۲۸/۱ ۲۵۶-۱۹۲/۱ بیشتر از ۲۵۶	۱۰۰ ۸۰ ۶۰ ۴۰ ۲۰	منطقه‌ای که سرانهٔ کمتری داشته باشد، امتیاز بیشتری کسب خواهد کرد.	شرکت آب و فاضلاب شهر تهران	دورهٔ پنج‌ساله
میزان آلودگی آب	۱۰۰ - ۰	۱۰۰ ۸۰ ۶۰ ۴۰ ۲۰	سازمان متبوع براساس محرمانگی میزان زیرشاخص‌های آلودگی آب را ارائه نکردند و فقط مناطق را براساس وضعیت مساعد از صفر تا ۱۰۰ امتیازبندی کردند. هر منطقه‌ای که آلودگی کمتری داشته باشد، امتیاز بیشتری خواهد گرفت.	ستاد توسعهٔ پایدار و محیط زیست شهرداری تهران	دورهٔ پنج‌ساله
میزان آلودگی خاک	۱۰۰ - ۰	۱۰۰ ۸۰ ۶۰ ۴۰ ۲۰	سازمان متبوع براساس محرمانگی میزان زیرشاخص‌های آلودگی خاک را ارائه نکردند و فقط مناطق را براساس وضعیت مساعد از صفر تا ۱۰۰ امتیازبندی کردند. هر منطقه‌ای که آلودگی کمتری داشته، باشد امتیاز بیشتری خواهد گرفت.	ستاد توسعهٔ پایدار و محیط زیست شهرداری تهران	دورهٔ پنج‌ساله

یافته‌ها

کلان‌شهر تهران با بیشترین رشد جمعیت در چند دههٔ اخیر به‌دلیل مهاجرپذیری، سبب فشار به منابع آب و خاک شده و وضعیتی بحرانی پیدا کرده است. میزان متوسط مصرف روزانهٔ آب شرب در شهر تهران ۲/۷۴ میلیون مترمکعب است که سهم شایان توجهی از آن از منابع آب زیرزمینی تأمین می‌شود. مصرف عمدهٔ دیگر از این منبع آبی، آبیاری کشاورزی و فضاهای سبز درون و برون شهری تهران است که موجب شده میزان مصرف آب از استاندارد جهانی فراتر باشد. میزان سالانهٔ استحصال از آبخوان زیرزمینی دشت تهران حدود ۷۵۰ میلیون مترمکعب است که از این میزان مصارف شرب، آبیاری فضای سبز و کشاورزی به‌طور تقریباً مساوی سهم دارند. این در حالی است که توان اکولوژیک تأمین آب در این آبخوان ۲۵۰ میلیون مترمکعب در سال است. از سویی، در چند سال اخیر در دههٔ ۱۳۹۰ با کاهش میزان بارش‌ها و در پی آن کاهش آب‌های سطحی، ذخایر سدها کاهش چشمگیری داشته است به‌طوری که در سال آبی ۱۳۹۲-۱۳۹۳ تا اواسط اسفندماه ۱۳۹۳ در مقایسه با مدت مشابه در سال پیش، حجم مخازن سدها ۱۸ درصد کاهش یافته است. این موضوع سبب کاهش برداشت از منابع آب سطحی برای تأمین آب شرب شده و سهم آب‌های زیرزمینی را افزایش داده است به‌طوری که مقایسهٔ نسبت تأمین آب شرب از منابع آب زیرزمینی در سال‌های ۱۳۹۱، ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ نشان‌دهندهٔ افزایش از میزان ۲۷ درصد به ۳۶ درصد و به ۵۵ درصد است. این روند در آیندهٔ نزدیک سبب صدمات جبران‌ناپذیری به آبخوان و دشت تهران خواهد شد که موجب بروز پدیدهٔ بیابان‌زایی شدید، نشست زمین و خطرات ناشی از آنکه مهم‌ترین عوارض آن بروز ریزگردها، خسارت به شبکه‌ها و تأسیسات زیربنایی شهر و... خواهد شد. در جدول‌های ۳ و ۴ وضعیت منابع آب بیان شده است.

جدول ۳. وضعیت ذخیرهٔ سدهای استان تهران

آمار پنج سد تأمین‌کنندهٔ آب تهران (از ابتدای سال آبی جاری ۱۳۹۳/۷/۱ تا مورخ ۱۳۹۳/۱۲/۱۸)				
شرح	مجموع حجم آب ورودی به مخازن سدها	مجموع حجم آب خروجی از سدها	مجموع ذخیره‌سازی	مجموع حجم مفید مخازن سدها
	میلیون مترمکعب	میلیون مترمکعب	میلیون مترمکعب	میلیون مترمکعب
از ابتدای سال آبی جاری تا ۱۸ اسفندماه	۲۹۱/۱۵	۳۸۰/۹۲	-۸۹/۷۷	۲۲۳/۷۶۸
از ابتدای سال آبی گذشته تا ۱۸ اسفندماه ۹۲	۳۳۳/۶۲	۴۴۶/۴۱	-۱۱۲/۷۹	۲۷۲/۷۴۹
جمع‌بندی: (کاهش ۱۲/۷ درصدی حجم آب ورودی به مخازن سدها از ابتدای سال آبی جاری تا تاریخ ۱۳۹۳/۱۲/۱۸ نسبت به دورهٔ مشابه در سال آبی گذشته)				
جمع‌بندی: (کاهش ۱۴/۷ درصدی حجم آب خروجی از مخازن سدها از ابتدای سال آبی جاری تا تاریخ ۱۳۹۳/۱۲/۱۸ نسبت به دورهٔ مشابه در سال آبی گذشته)				
جمع‌بندی: (کاهش ۱۸ درصدی میزان مجموع حجم مفید مخازن سدها از ابتدای سال آبی جاری تا تاریخ ۱۳۹۳/۱۲/۱۸ نسبت به دورهٔ مشابه در سال آبی گذشته)				

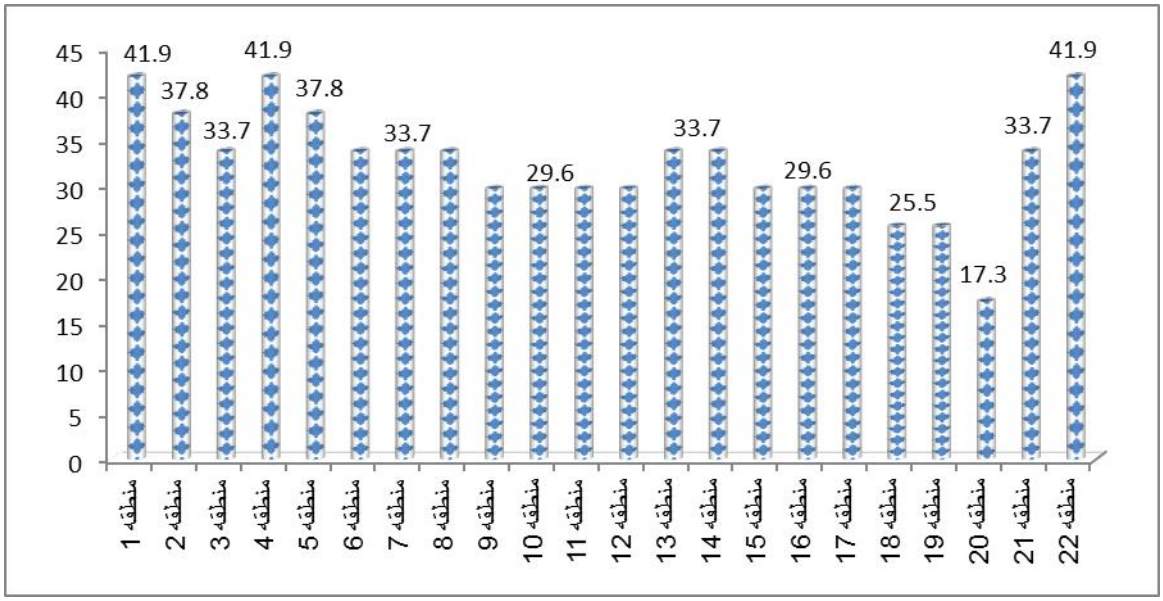
جدول ۴. منابع تأمین آب استان تهران در حال حاضر و آینده

منابع آب سطحی	در حال حاضر	آب مخازن سدهای ماملو، کرج، لار، لتیان، لار، طالقان و سفیدرود روی رودخانهٔ قزل‌اوزن
منابع آب زیرزمینی	در حال حاضر	چاه‌های آب‌ـ قنوات

کیفیت آب در شهر تهران از موضوعات مهم محیط زیستی است. دربارهٔ آب شرب و منابع تأمین آن موضوعات کیفی بسیاری مطرح است که از توسعهٔ شهرنشینی و رعایت‌نکردن حریم‌های کمی و کیفی در بالادست سدهای تأمین آب شرب و تخریب حوضه‌های آبخیز تا افزایش میزان پارامترهایی چون نیترات و فنول در منابع آب زیرزمینی می‌توان به آن پرداخت. ورود فاضلاب روستاها، مراکز پرورش دام، مراکز نظامی، ویلاهای شخصی و مراکز تفریحی و... در بالادست سدها سبب افت کیفی منابع آب سطحی تأمین‌کنندهٔ آب شرب شهر شده است. ورود فاضلاب‌های مسکونی، تجاری صنعتی، بیمارستانی و... از طریق چاه‌های جذبی از ابتدای تأسیس شهر تهران تا کنون به آبخوان تهران نیز سبب افت شدید کیفی منابع آب زیرزمینی شده است. این دو مسئله سبب شده است که آب تهران که تا چند سال پیش به‌عنوان یکی از آب‌های سبک شرب در کشور مطرح بود، اکنون دچار تردیدهای جدی در خصوص کیفیت شده است. در حال حاضر به‌رغم اهمیت تکمیل هرچه سریع‌تر شبکهٔ جمع‌آوری فاضلاب، هنوز این شبکه در تهران تکمیل نشده و میزان اجرای آن در کل شهر تهران حدود ۳۵ درصد است؛ اما فقط ۲۵ درصد مردم حق انشعاب فاضلاب را خریداری و به شبکه متصل هستند و ۶۵ درصد فاضلاب تهران سبب آلودگی سطح شهر، سفره‌های آب زیرزمینی و اراضی کشاورزی جنوب تهران می‌شود. آلودگی آب‌های سطحی جاری در رود دره‌ها و انهار، کانال‌ها و مسیل‌های سطح شهر نیز بسیار زیاد است و با توجه به ورود مستقیم فاضلاب‌های خانگی، صنعتی و در برخی موارد بیمارستانی، علاوه بر زیادبودن میزان پارامترهای عمومی کیفی، پارامترهای خاص و سمی چون فلزات سنگین نیز در این آب‌ها در برخی موارد تا ۱۰۰۰ برابر استانداردهای موجود است. نبود شناسایی مراکز آلاینده و برخورد قانونی و جدی با این مراکز و تکمیل‌نشدن شبکهٔ فاضلاب از عوامل مهم آلودگی این آب‌هاست. رود دره‌های تهران که می‌توانند مانند دیگر کلان‌شهرهای بزرگ دنیا مراکزی تفریحی و تفرجی باشد، به محلی برای عبور فاضلاب و زباله تبدیل شده است. آبرفت جنوب تهران، بستر بخش شایان توجهی از محدودهٔ شهری تهران را تشکیل می‌دهد و به‌طور عمده ساختاری ریزدانه و یا مخلوط خاک‌های درشت‌دانه و ریزدانه دارد. بررسی‌های صورت‌گرفته نشان می‌دهد این آبرفت از نظر ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی، یکنواختی شایان توجهی دارد. سال‌هاست که خاک مناطق جنوبی تهران بر اثر نشت

ترکیبات نفتی از مخازن زیرزمینی یا لوله‌های انتقال فرسوده و نیز زوائد ناشی از پالایش نفت خام آلوده‌شده است. بیشترین میزان آلودگی خاک مربوط به مرکز زبالهٔ شهر تهران در کهریزک است که در این منطقه خاک تا لایه‌های ۷۰ـ ۸۰ متری آلوده است و به‌عنوان تهدیدی جدی برای سلامت شهروندان به حساب می‌آید و ۶۰۰ تا ۷۰۰ هکتار از زمین‌های این منطقه را شامل می‌شود. نتایج تحقیقات انجام‌شده روی خاک‌های جنوب شهر تهران نشان داده است که استفاده از فاضلاب در آبیاری و کربنات کلسیم و همچنین غلظت فلزات سنگین آهن، منگنز، کروم و سرب خاک به افزایش pH و EC منجر شده است. همچنین، غلظت فلزات سنگین موجود در فاضلاب استفاده‌شده در آبیاری، بیشتر از مقدار استاندارد سازمان جهانی بهداشت بوده است و از آنجا که بیشتر زمین‌های کشاورزی، آب‌های سطحی و سفره‌های آب زیرزمینی در بخش جنوبی تهران در مسیر عبور جریان‌های بزرگی از رواناب‌های سطحی مناطق بالادست قرار دارند، خاک این منطقه تحت تأثیر عوامل آلاینده، رواناب‌های عبوری از شهر، رواناب‌های حاوی فاضلاب‌های معدن‌کاری، صنعتی و کشاورزی قرار گرفته و به محیط زیست پیرامون آن آسیب می‌زنند. متوسط کسری سالانهٔ مخازن آب زیرزمینی استان‌های تهران و البرز حدود ۳۲۰ میلیون مترمکعب اعلام شده است. براساس استانداردهای جهانی هر کشوری که بیش از ۴۰ درصد منابع آب تجدیدشونده را استفاده کند، وارد بحران آب می‌شود و در ایران حدود ۷۲ درصد از منابع آب تجدیدشونده استفاده می‌شود. بنابراین، کشور به‌لحاظ ذخایر آبی از مرحلهٔ تنش آبی عبور کرده و وارد وضعیت بحرانی و هشدار شده است. یکی از شاخص‌های مهم در ارزیابی عملکرد محیطی هر منطقه شاخص منابع آب و خاک است که مقدار شاخص یادشده براساس مدل EPI و شکل ۲ در سطح محدودهٔ مطالعه‌شده از ۱۷/۳ تا ۴۱/۹ متغیر بوده است و منطقهٔ ۲۰ بدترین شرایط و مناطق ۱ و ۲۲ شرایط مساعدی را دارند.

با پیدایش شهر و شهرنشینی مسئلهٔ تأمین آب سالم و بهداشتی و تصفیه و دفع فاضلاب شهری به‌عنوان مشخصه‌ای مهم برای سنجش پیشرفت جوامع شهرنشین مطرح بوده است. وجود آب سالم و مدیریت کنترل آلودگی آب همواره در حفظ محیط زیست انسان دو عامل تعیین‌کننده‌اند. رفتار نادرست و ناهماهنگ در برخورد با طبیعت، آلوده‌کردن محیط زیست، افزایش بی‌رویهٔ جمعیت، توسعهٔ نابهنجار شهرنشینی و آسیب‌رساندن به طبیعت، رشد بی‌رویهٔ کارخانه‌های صنعتی بدون توجه به محیط زندگی، بی‌توجهی به توسعهٔ پایدار و حفاظت از محیط زیست منابع آب را در معرض خطر نابودی قرار داده است. با توجه به تفاوت میان کمیت و کیفیت منابع آب، ابتدا به کمیت و سپس به کیفیت این دو موضوع در چارچوب مدل تحلیلی خواهیم پرداخت.



شکل ۲. امتیاز و وضعیت منابع آب و خاک در مناطق ۲۲گانهٔ شهرداری تهران

کمیت منابع آب

- نیروی محرکه: عوامل اقلیمی و آب و هوایی از جمله میزان بارش و جمعیت.
- فشار: برداشت آب، مصرف آب و هدررفت آب.
- وضعیت: آب موجود در مخازن، آب موجود در منابع زیرزمینی و سطحی، میزان کل مصرف سالیانهٔ آب.
- پاسخ: ساماندهی قنوات شهر تهران، آبیاری فضای سبز با آب خام، جمع‌آوری آب‌های سطحی، فرهنگ‌سازی و تغییر نگرش عمومی به آب به‌عنوان کالایی اقتصادی و استراتژیک.

کیفیت منابع آب

- نیروی محرکه: جمعیت.
- فشار: دفع فاضلاب خانگی، دفع فاضلاب صنعتی و نشت مواد نفتی.
- وضعیت: آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی.
- پاسخ: جلوگیری از ساخت‌وسازها در حریم مسیل و رودخانه، پایش کیفی منابع آب مخازن، تجدید نظر در استاندارد آب آشامیدنی، تعویض و نوسازی لوله‌های زیرزمینی مخازن نفتی، طراحی شبکه‌های فاضلاب، مطالعه در خصوص طرح تصفیه‌خانه‌های فاضلاب.

خاک به‌عنوان تأمین‌کنندهٔ محیط رشد گیاهان و حفظ حیات از منابع طبیعی و محدود به زمین است و پس از آب و هوا مهم‌ترین جزء محیط زیست محسوب می‌شود. رشد شهرنشینی، گسترش فعالیت‌های اقتصادی، افزایش تقاضای زمین، تجارت اراضی کشاورزی و تغییر کاربری زمین‌های کشاورزی را در پی دارد. نیازهای فردی مانند غذا، سرپناه و حمل‌ونقل از جمله تأثیرات محیط زیستی انسانی است و انجام هرگونه فعالیت یادشده با پدیده‌هایی چون تولید پسماند، آلودگی هوا، ساخت‌وساز و حاشیه‌نشینی همراه است که هریک به اشکال مختلف روی کیفیت خاک مناطق تأثیر می‌گذارند.

- نیروی محرکه: جمعیت و فعالیت‌های اقتصادی.
- فشار: تغییر کاربری اراضی، نمک‌پاشی معابر، باران اسیدی، فعالیت‌های عمرانی، فعالیت‌های صنعتی، پسماند شهری، تراکم واحدهای مسکونی، روانابهای سطحی، رهاسازی پساب از جمله تصفیه‌شده و تصفیه‌نشده، رهاسازی فاضلاب و پخش پسماندها در درون آبراهه‌ها و خیابان‌ها.
- وضعیت: آلودگی خاک، وضعیت فیزیکی و شیمیایی خاک و مورفولوژی خاک منطقه.

پاسخ: حفظ اراضی زراعی و باغی، تخصیص اراضی حاشیهٔ شهر به فعالیت‌های تفرجی و گردشگری، بهسازی و ساماندهی مدیریت انواع پسماندها، تدوین استاندارد آلودگی خاک، محدودکردن ساخت‌وسازها در مجاورت حاشیهٔ شهر، در اولویت قراردادن تکمیل تأسیسات و شبکه‌های جمع‌آوری فاضلاب شهر تهران، استقرار مدیریت پیشگیری و کنترل آلودگی خاک، آموزش شهروندان در زمینهٔ آشنایی با روش‌های مختلف جلوگیری از آلودگی خاک، بهینه‌سازی مدیریت پسماندها و اعمال روش‌های مناسب و جدید برای دفع پسماند.

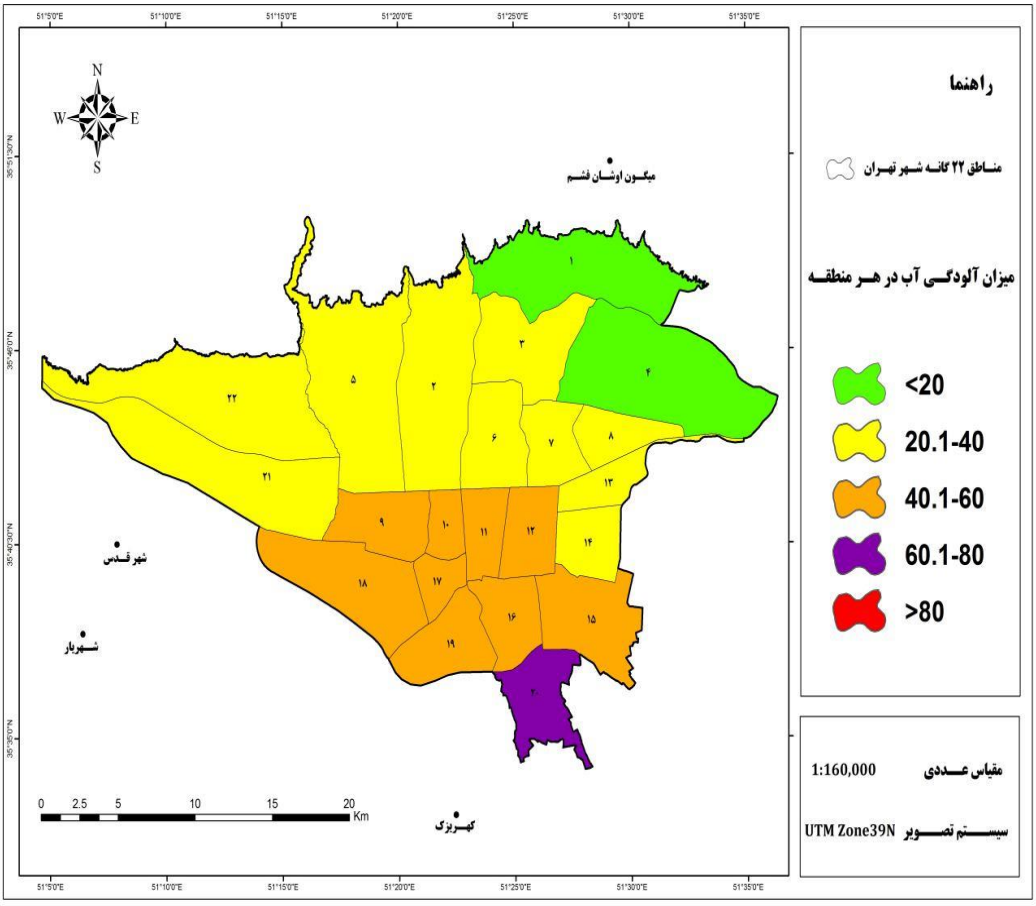
شاخص منابع آب و خاک توسط سه زیرشاخص میزان آلودگی منابع آب، میزان سرانهٔ مصرف آب و میزان آلودگی منابع خاک سنجیده خواهد شد و میزان زیرشاخص‌های بیان‌شده در جدول ۵ و شکل‌های ۳، ۴ و ۵ به‌طور مشخص آورده شده‌اند. از لحاظ زیرشاخص میزان آلودگی منابع آب این زیرشاخص وضعیت نسبتاً مناسبی دارد به‌طوری که فقط منطقهٔ ۲۰ دارای شرایط نامناسب است و بیشتر مناطق (۱۹ منطقه) در شرایط نسبتاً مناسب تا مناسب قرار گرفته‌اند و دو منطقه ۱ و ۴ شرایط بسیار مناسبی دارند. از نظر زیرشاخص میزان سرانهٔ مصرف آب این زیرشاخص وضعیت بسیار نامناسبی دارد به‌طوری که ۲۱ منطقه دارای شرایط بسیار نامناسب هستند و فقط منطقه ۲۲ در شرایط نامناسب قرار گرفته است و این مهم گویای این نکته است که وضعیت آب در شرایط بحرانی قرار دارد. میزان زیرشاخص میزان آلودگی منابع خاک نسبت به دو زیرشاخص دیگر شرایط مناسب‌تری دارد به‌طوری که بیشتر مناطق در وضعیت بسیار مناسب تا نسبتاً مناسب قرار داشته‌اند. در مناطق ۸ و ۱۸ نیروی محرکه و فشارهای بیان‌شده در جدول ۶ بر وضعیت محیط زیست تأثیرگذاری بیشتری نسبت به مناطق دیگر داشته است. به‌طور کلی منطقهٔ ۲۰ دارای بدترین شرایط است و مناطق ۱ و ۲۲ شرایط مساعدتری نسبت به سایر مناطق دارند.

جدول ۵. تحلیل شاخص منابع آب و خاک با استفاده از مدل DPSR

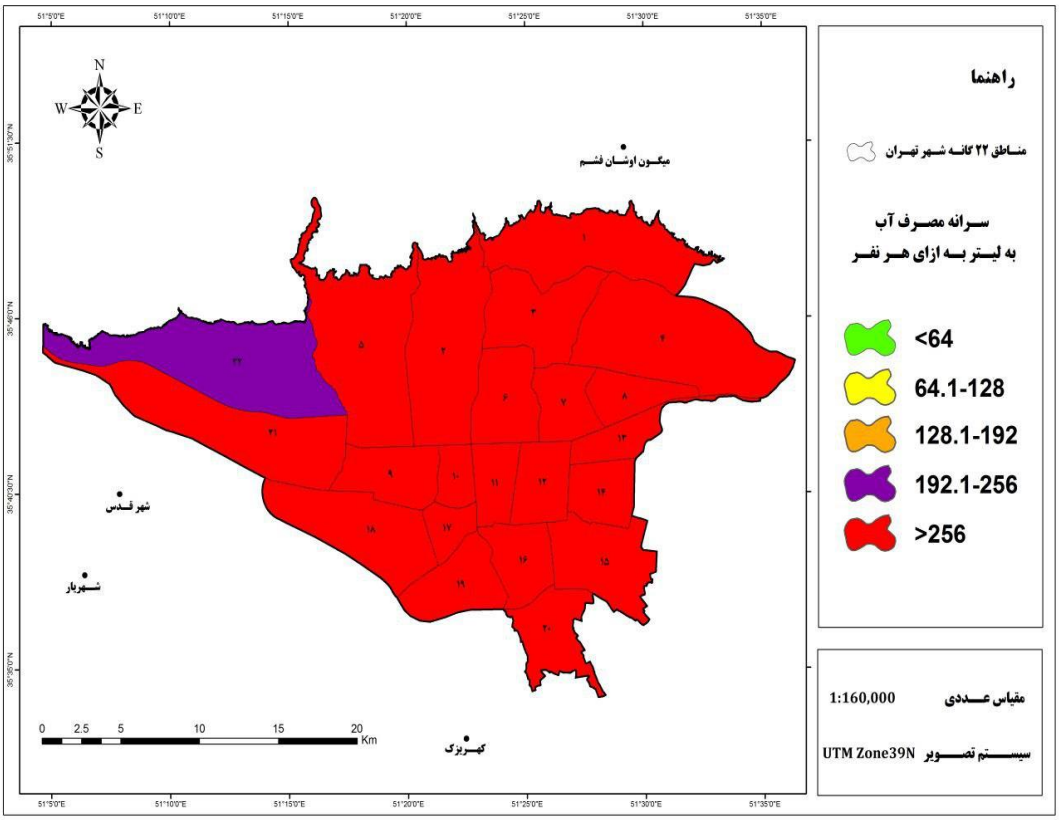
شاخص	نیروی محرکه (D)	فشار (P)	وضعیت (S)	پاسخ (R)
منابع آب (کمیت و کیفیت)	- جمعیت ساکن تهران - نرخ رشد جمعیت - میزان بارش - برداشت آب - مصرف آب - هدررفت آب	- کاهش بارندگی - کاهش آب‌های سطحی و زیرزمینی - سهم ۵۵ درصدی منابع زیرزمینی در تأمین آب شرب - میزان کل مصرف سالیانهٔ آب - افزایش مصرف سرانهٔ آب در روز - هدررفت کلی آب - هدررفت آب از سیستم آب‌رسانی شهری - حجم فاضلاب خانگی، صنعتی و بیمارستانی - چگونگی دفع فاضلاب - نشت آلودگی نفتی - آبیاری فضاهای سبز - تکمیل‌نشدن شبکهٔ فاضلاب شهری - وجود مرکز زبالهٔ کهریزک به‌عنوان آلوده‌کنندهٔ منابع آب	- وضعیت نامناسب منطقهٔ ۲۰ براساس ارزیابی زیرشاخص‌ها - وضعیت بحرانی همهٔ مناطق براساس زیرشاخص مصرف آب روزانه - وضعیت نامطلوب و عملکرد بد ۱۰ منطقه براساس ارزیابی شاخص - شرایط بسیار نامناسب مناطق ۱۸، ۱۹ و ۲۰ از لحاظ شاخص منابع آب و خاک براساس شاخص EPI - نشست زمین - وقوع گردوغبار -کاهش ۱۲/۷ درصدی حجم آب ورودی به مخازن سدها - زیادبودن میزان مصرف روزانهٔ سرانهٔ آب در همهٔ مناطق (بیش از ۲۵۶ لیتر در روز) - میزان آب ذخیره‌شده در سدها - میزان آب موجود در منابع زیرزمینی - میزان آبدهی و وسعت آبگیری رودخانه‌ها - میزان فلزات سنگین در کانال‌های آب شهری - توزیع غلظت نیترات در چاه‌های آب - آب موجود در مخازن سدها - آب موجود منابع سطحی و زیرزمینی - آلودگی آب‌های زیرزمینی - بالاآمدن تراز آب‌های زیرزمینی - آلودگی اراضی و زمین‌های کشاورزی	- ساماندهی قنوات شهر تهران - آبیاری فضای سبز با آب خام - تغییر الگوی مصرف آب - جریمهٔ مشترکین پرمصرف - جمع‌آوری آب‌های سطحی - اتخاذ روش‌های نوین و علمی آبیاری فضاهای سبز - آبیاری فضاهای سبز با پساب‌های تصفیه‌شده - فرهنگ‌سازی و تغییر نگرش عمومی به آب به‌عنوان کالایی اقتصادی، استراتژیک - لایروبی قنوات و مسیل‌ها - جلوگیری از ساخت‌وسازها در حریم مسیل و رودخانه - پایش کیفی منابع آب مخازن - تجدید نظر در استاندارد آب آشامیدنی - طراحی شبکه‌های فاضلاب -مطالعه درخصوص طرح تصفیه‌خانه‌های فاضلاب
منابع خاک (کمیت و کیفیت)	ـ جمعیت ساکن تهران - نرخ رشد جمعیت - تراکم جمعیت مناطق شهری - تعداد جمعیت مهاجر - فعالیت‌های اقتصادی - وجود لوله‌های فرسودهٔ شریان نفت، گازوئیل و مخازن ذخیرهٔ این مواد	- تغییر کاربری اراضی - حجم فعالیت‌های عمرانی - تخریب و نوسازی کاربری‌های مختلف - فعالیت‌های صنعتی - پسماندهای شهری - باران اسیدی - نمک‌پاشی معابر - تراکم واحدهای مسکونی - وجود مرکز زبالهٔ کهریزک به‌عنوان آلوده‌کنندهٔ خاک - تکمیل‌نشدن شبکهٔ فاضلاب شهری	- کاربری موجود اراضی - وضعیت فیزیکی و شیمیایی خاک - مورفولوژی خاک منطقهٔ تهران - افزایش استفاده از کود به میزان ۱/۰۸۴ تن	- حفظ اراضی زراعی و باغی - تخصیص اراضی حاشیهٔ شهر به فعالیت‌های تفرجی و گردشگری - بهسازی و ساماندهی مدیریت انواع پسماندها - تدوین استاندارد آلودگی خاک

جدول ۶. سطح‌بندی مناطق ۲۲گانه از نظر زیرشاخص‌های منابع آب و خاک

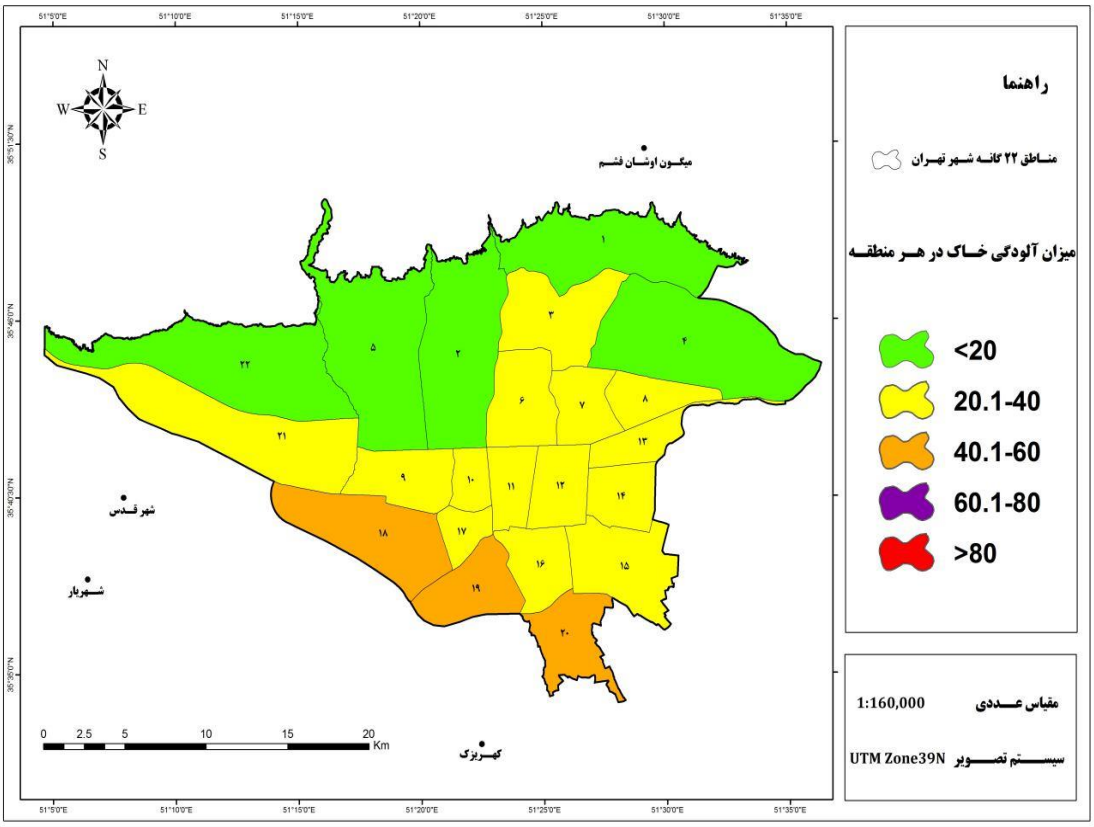
زیرشاخص / سطح	میزان آلودگی منابع آب	میزان سرانهٔ مصرف آب (لیتر به‌ازای هر نفر)	میزان آلودگی منابع خاک
بسیار مناسب	۱ و ۴	-	۱، ۲، ۴، ۵ و ۲۲
مناسب	۲، ۳، ۵، ۶، ۷، ۸، ۱۳، ۱۴، ۲۱ و ۲۲	-	۳، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷ و ۲۱
نسبتاً مناسب	۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸ و ۱۹	-	۱۸، ۱۹ و ۲۰
نامناسب	۲۰	۲۲	-
بسیار نامناسب	-	۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۰ و ۲۱	-



شکل ۳. رتبه‌بندی مناطق ۲۲گانهٔ شهرداری تهران براساس میزان آلودگی آب



شکل ۴. رتبه‌بندی مناطق ۲۲گانهٔ شهرداری تهران براساس میزان سرانهٔ مصرف آب

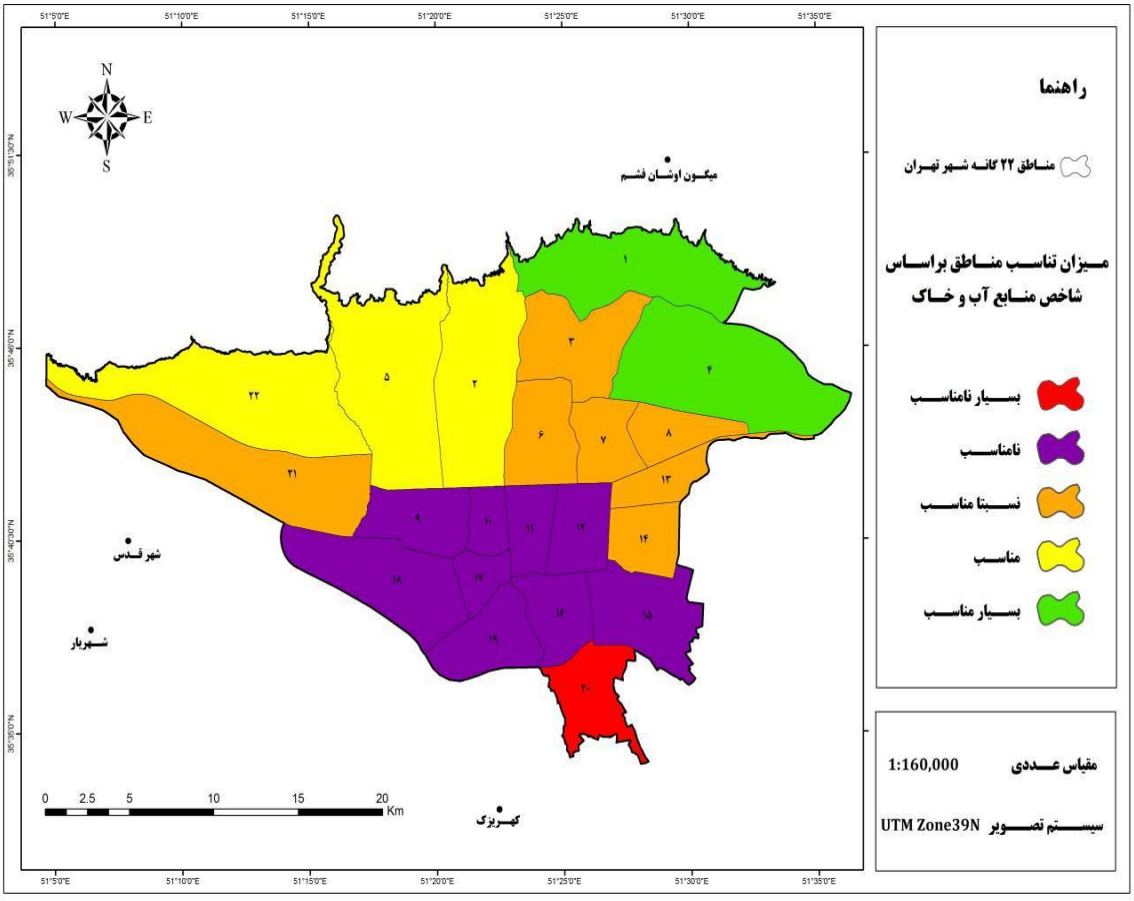


شکل ۵. رتبه‌بندی مناطق ۲۲گانهٔ شهرداری تهران براساس میزان آلودگی خاک

از روی‌هم‌گذاری سه زیرشاخص میزان آلودگی منابع آب، میزان سرانهٔ مصرف آب و میزان آلودگی منابع خاک نقشهٔ منابع آب و خاک به‌دست آمده است. همان‌گونه که در جدول ۵ و شکل ۶ دیده می‌شود منطقهٔ ۲۰ شرایط بسیار نامناسب و نیز عملکرد بدتری در بین مناطق داشته است و بیشتر مناطق (۹ منطقه) در شرایط نامناسب قرار گرفته‌اند و دو منطقهٔ ۱ و ۴ شرایط بسیار مناسبی دارند. به‌طور کلی، ۵ منطقه در شرایط مناسب قرار داشته‌اند و ۱۷ منطقه شرایط نسبتاً مناسب تا بسیار نامناسب و عملکرد بدی داشته‌اند.

جدول ۷. سطح‌بندی مناطق ۲۲گانه از نظر شاخص منابع آب و خاک

مساحت به کیلومترمربع	مناطق	مناطق / سطح
۱۰۷	۱ و ۴	بسیار مناسب
۱۷۰	۲، ۵ و ۲۲	مناسب
۱۵۸	۳، ۶، ۷، ۸، ۱۳، ۱۴ و ۲۱	نسبتاً مناسب
۱۶۶	۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸ و ۱۹	نامناسب
۲۰	۲۰	بسیار نامناسب



شکل ۶. نقشهٔ وضعیت مناطق ۲۲گانه براساس شاخص منابع آب و خاک

بحث و نتیجه‌گیری

مهم‌ترین نیروی محرکه و تأثیرگذار بر کمیت آب مصرفی در شهر تهران علاوه بر عوامل طبیعی و اقلیمی، جمعیت است. یکی از عوامل فشار بر کمیت آب، سرانهٔ مصرف آب در شهر تهران است که طی سال ۱۳۹۴ تقریباً برابر ۳۲۰ لیتر در روز بوده است. تأمین این رقم از سرانه در روز برای جمعیت ۸/۲ میلیون نفری تهران، به واردآمدن فشار مضاعف بر منابع تأمین آب شهر منجر شده است که شامل سدها، آب‌های سطحی و آب‌های زیرزمینی هستند. میزان سالانهٔ استحصال از آبخوان زیرزمینی دشت تهران حدود ۷۵۰ میلیون مترمکعب است که از این میزان مصارف شرب، آبیاری فضای سبز و کشاورزی به‌طور تقریباً مساوی سهم دارند. این در حالی است که توان اکولوژیک تأمین آب در این آبخوان ۲۵۰ میلیون مترمکعب در سال است. از سویی، در چند سال اخیر در دههٔ ۱۳۹۰ با کاهش میزان بارش‌ها و در پی آن کاهش آب‌های سطحی، ذخایر سدها کاهش چشمگیری داشته است به‌طوری که در سال آبی ۱۳۹۲ــ ۱۳۹۳ تا اواسط اسفندماه ۱۳۹۳ در مقایسه با مدت مشابه در سال پیش، حجم مخازن سدها ۱۸ درصد کاهش یافته است. این موضوع سبب کاهش برداشت از منابع آب سطحی برای تأمین آب شرب شده و سهم آب‌های زیرزمینی را افزایش داده است به‌طوری که مقایسهٔ نسبت تأمین آب شرب از منابع آب زیرزمینی در سال‌های ۱۳۹۱، ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ نشان‌دهندهٔ افزایش از میزان ۲۷ درصد به ۳۶ درصد و به ۵۵ درصد است. این روند در آیندهٔ نزدیک سبب صدمات جبران‌ناپذیری به آبخوان و دشت تهران خواهد شد که موجب بروز پدیدهٔ بیابان‌زایی شدید، نشست زمین و خطرهای ناشی از آن که مهم‌ترین عوارض آن بروز ریزگردها، خسارت به شبکه‌ها و تأسیسات زیربنایی شهر و... خواهد شد. متوسط کسری سالانهٔ مخازن آب زیرزمینی استان‌های تهران و البرز حدود ۳۲۰ میلیون مترمکعب اعلام شده است. براساس استانداردهای جهانی هر کشوری که بیش از ۴۰ درصد منابع آب تجدیدشونده را استفاده کند، وارد بحران آب می‌شود و در ایران حدود ۷۲ درصد از منابع آب تجدیدشونده استفاده می‌شوند. در پاسخ به وضعیت موجود سیاست‌ها و راهکارهایی در جهت بهینه‌سازی مصرف منابع پایه از جمله منابع آبی، در برنامهٔ چهارم توسعهٔ پیش‌بینی شده و فعالیت‌ها و مطالعاتی نیز در این زمینه صورت پذیرفته است. از جمله مهم‌ترین سیاست‌های پیشنهادی در این بخش می‌توان به لزوم تفکیک شبکهٔ آب شرب از آب غیر شرب، ارتقای مدیریت بهره‌برداری از منابع آب سطحی، منطقی‌کردن قیمت آب، ارزیابی تأثیرات ناشی از پروژه‌های آبی بر محیط زیست و ترویج فرهنگ مصرف پایدار منابع آبی اشاره کرد. در بخش کیفیت آب نیز جمعیت به‌عنوان نیروی محرکه سبب واردکردن فشار بر کیفیت آب شده است. دفع فاضلاب‌های خانگی و صنعتی مهمترین عامل تأثیرگذار بر کیفیت منابع آبی تهران به‌شمار می‌رود. علت کاهش کیفیت منابع آب شرب تهران در سال‌های اخیر بیشتر به‌دلیل کاهش کیفیت منابع آب زیرزمینی رخ داده است که آن را می‌توان ناشی از ورود فاضلاب‌های خانگی، صنعتی، بیمارستانی و پساب‌های کشاورزی بیش از حد ظرفیت خودپالایی زمین دانست. راهکار اصلی حل این موضوع تکمیل شبکهٔ جمع‌آوری فاضلاب شهر تهران است. بدیهی است که هرگونه ضعف در این روند سبب افت شدید و برگشت‌ناپذیر کیفیت منابع آب در درازمدت می‌شود. در حال حاضر به‌رغم اهمیت تکمیل هر چه سریع‌تر شبکهٔ جمع‌آوری فاضلاب، هنوز این شبکه در تهران تکمیل نشده و میزان اجرای آن در کل شهر تهران حدود ۶۰ درصد است، اما فقط ۲۵ درصد مردم حق انشعاب فاضلاب را خریداری و به شبکه متصل هستند و ۷۵ درصد فاضلاب تهران سبب آلودگی سطح شهر، سفره‌های آب زیرزمینی و اراضی کشاورزی جنوب تهران می‌شود. قسمت عمدهٔ فاضلاب تولیدی شهر تهران در چاه‌های جذبی و شبکهٔ آب‌های سطحی دفع می‌شود و بخشی از آن به شبکهٔ فاضلاب شهری وارد می‌شود. بهترین روش دفع فاضلاب، ورود به شبکهٔ فاضلاب شهری و انتقال به تصفیه‌خانه‌های فاضلاب است. بنابراین، میزان جمعیت تحت پوشش شبکهٔ فاضلاب شهری در مناطق ۲۲گانه می‌تواند از جمله شاخص‌های مهم در تعیین وضعیت محیط زیست منطقه به حساب آید. فاضلاب بسیاری از بیمارستان‌های شهر تهران به‌دلیل نبود تصفیه‌خانه و یا عملکرد ناقص آن بدون هرگونه عملیات جداسازی و تصفیه وارد شبکهٔ جمع‌آوری آب‌های سطحی، چاه‌های جذبی و شبکهٔ فاضلاب شهری می‌شود. فاضلاب بیمارستان‌هایی که وارد شبکهٔ آب‌های سطحی می‌شود در پایین‌دست شهر تهران به‌طور مستقیم برای آبیاری زمین‌های کشاورزی استفاده می‌شود. از آنجا که

فاضلاب‌های بیمارستانی جزء خطرناک‌ترین فاضلاب‌ها هستند و پس از گذشت ۵۰ سال اثر آلودگی آنها بر جای می‌ماند، توجه به وضعیت تصفیه‌خانهٔ بیمارستان‌های سطح مناطق ۲۲گانهٔ شهر تهران اهمیت دارد و می‌تواند از جمله شاخص‌های وضعیت محیط زیست هر منطقه به‌حساب آید. به‌علاوه، نشت آلودگی‌های نفتی در منطقهٔ جنوب تهران از خطوط انتقال نفت تلمبه‌خانهٔ ری، مخازن ذخیرهٔ مواد نفتی در منطقهٔ ری و همچنین پالایشگاه نفت تهران، یکی از منابع آلودگی آب‌های زیرزمینی تهران به‌شمار می‌رود. وسعت این آلودگی‌ها حدود ۳۶ کیلومترمربع برآورد شده است که در برخی نقاط ارتفاع نفت روی آب‌های زیرزمینی منطقه به هشت متر نیز می‌رسد. از نظر وضعیت کیفیت آب، مطالعهٔ کیفی آب کانال‌ها و رودخانه‌های تهران بیانگر آن است که سطح فلزات سنگین در موارد متعددی بیش از حد مجاز است. با توجه به مطالب یادشده کیفیت آب شرب شهر تهران در معرض تهدید قرار دارد و اقدام سریع در این زمینه اجتناب‌ناپذیر است. از جمله مهم‌ترین سیاست‌ها در پاسخ به وضعیت موجود می‌توان به لزوم تدوین و اجرای برنامهٔ جامع مدیریت کیفیت منابع آب، تسریع در توسعه و تکمیل شبکهٔ فاضلاب شهری، ارتقای آگاهی‌های عمومی در زمینهٔ مصرف بهینهٔ منابع آب و اصلاح الگوی مصرف، حفاظت از منابع آب سطحی و زیرزمینی در برابر خطرات ناشی از نشت فاضلاب، فراهم‌شدن امکان دسترسی و ورود بازرسان نهادهای قانونی و ناظران بهداشتی برای بازدید از منابع تأمین مخازن ذخیرهٔ آب و کارآمدکردن تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری برای بازچرخانی آب اشاره کرد. می‌توان گفت که خاک به‌عنوان یکی از بخش‌های تغییریافته بر اثر توسعهٔ شهرنشینی است. به‌عنوان نیروی محرکه، افزایش جمعیت و تراکم زیاد آن و در نتیجه نیاز به فضا موجب شده است که هر روز بخش وسیعی از خاک مناطق شهری دچار تغییر کاربری شود و زیر انبوهی از ساختمان‌ها مدفون شود. افزون بر این، خاک مکانی برای پذیرش فاضلاب و پسماندهای جمعیت شهرنشین است و آلودگی‌های بسیاری را در این زمینه متحمل می‌شود. از جمله مهم‌ترین مصادیق فشار ناشی از این محرک‌ها تغییر کاربری و تبدیل اراضی مزروعی و بایر به مناطق مسکونی و صنعتی است. در سال ۱۳۹۴ بیشترین کاربری در شهر تهران به بخش مسکونی تعلق داشته است. از جمله موارد دیگری که موجب بروز فشار به خاک می‌شود، می‌توان به نمک‌پاشی معابر در فصل زمستان اشاره کرد که سالانه خسارت‌های بسیاری به فضای سبز شهر تهران وارد می‌سازد. بارش باران اسیدی نیز از دیگر عوامل ورود فشار به این بخش است که به‌واسطهٔ وجود اکسیدهای نیتروژن و دی‌اکسید گوگرد در هوا صورت می‌گیرد. از دیگر سو، اجرای فعالیت‌های عمرانی نیز به تغییر شکل خاک و واردشدن صدماتی به افق سطحی آن به‌عنوان یکی از افق‌های ارزشمند و غنی خاک منجر می‌شود. ورود پسماندهای صنعتی که حاصل فعالیت‌های صنعتی هستند و به‌خصوص پسماندهای غیرقابل تجزیه در خاک مانند فلزات سنگین، نیز فشارهای مضاعفی را بر خاک وارد می‌سازد. همچنین شیرابهٔ ناشی از حجم عظیم زباله‌های تولیدشده در شهر تهران، از جمله مهم‌ترین منابع آلوده‌کنندهٔ خاک به‌شمار می‌آیند. از عمده‌ترین سیاست‌های مورد نیاز در این بخش که به‌عنوان پاسخی به وضعیت موجود به‌کار گرفته می‌شود، می‌توان به لزوم تدوین قانون جلوگیری از آلودگی خاک، جایگزینی صنایع مبتنی بر فناوری پاک با صنایع آلاینده در محدودهٔ شهری تهران، حفظ باغ‌ها و اراضی کشاورزی و توسعهٔ فضاهای سبز در محدوده، حریم و مجموعهٔ شهری تهران، بهینه‌سازی مدیریت پسماندها به‌ویژه پسماندهای خطرناک، بیمارستانی و نخاله‌های ساختمانی، استفاده از روش‌های مدرن و مکانیکی برای برف‌روبی، تدوین استاندارد آلودگی خاک، استقرار مدیریت پیشگیری و کنترل آلودگی خاک، تدوین و تصویب دستورالعمل محیط زیستی فعالیت‌های آلوده‌کنندهٔ منابع خاک کشور و الزام واحدهای صنعتی به پرداخت هزینه‌های ناشی از آلودگی اشاره کرد.

درمجموع، مهم‌ترین نیروهای محرکه و پیشران که علل اصلی چالش‌های منابع آب و خاک در سطح مناطق شهری بوده‌اند، بدین‌ترتیب هستند:

- توسعهٔ شهرنشینی و مهاجرت؛
- تغییر کاربری اراضی و تخریب منابع؛
- اجرانشدن قوانین، مقررات، ضوابط و استانداردهای محیط زیستی؛
- اولویت‌نداشتن حفاظت از محیط زیست در برنامه‌ریزی‌ها و اجرای طرح‌های توسعه؛
- وضعیت نامناسب منطقهٔ ۲۰ براساس ارزیابی زیرشاخص‌ها؛

- وضعیت بحرانی همهٔ مناطق براساس زیرشاخص مصرف آب روزانه؛
- وضعیت نامطلوب و عملکرد بد ۱۰ منطقه براساس ارزیابی شاخص منابع آب و خاک؛
- شرایط بسیار نامناسب مناطق ۱۸، ۱۹ و ۲۰ از لحاظ شاخص منابع آب و خاک براساس شاخص EPI؛
- -کاهش ۱۲/۷ درصدی حجم آب ورودی به مخازن سدها؛
- زیادبودن میزان مصرف روزانهٔ سرانهٔ آب در همهٔ مناطق (بیش از ۲۵۶ لیتر در روز)؛
- کم‌شدن میزان آب ذخیره‌شده در سدها؛
- کم‌شدن و آلودگی منابع آب زیرزمینی؛
- میزان فلزات سنگین در کانال‌های آب شهری؛
- وجود نیترات در چاه‌های آب؛
- کم‌شدن آب موجود در مخازن سدها؛
- بالاآمدن تراز آب‌های زیرزمینی؛
- آلودگی اراضی و زمین‌های کشاورزی؛
- افزایش استفاده از کودهای شیمیایی و سموم به‌میزان ۱/۰۸۴ تن.

منابع

[1]. Helperin،A. N.،Beckman،D. S.،Inwood،D. California’s Contaminated Groundwater، Natural Resources Defense Council. 2001. pp12-14،see information in: http://capp.water.usgs.gov/GIP/gw_gip gw_a.html.

[2]. Giuliano،G.،Carone،G.،Corazza،A.،1998. Mapping Pollution of Groundwater Used for Drinking Water Supply،Rome،Italy. GNDCI Publication. 1875, one oversized sheet.

[3]. Rubhera،R.A.M.،Eindhoven،M.،«Groundwater pollution in urban Dar es Salaam Tanzania: assessing vulnerability and protection priorities»،MSc Thesis in Irrigation management major،University of Technology،The Netherlands،June 2002. pp. 98-109.

[4]. Faithful،J. and Finlayson،W. Water quality assessment for sustainable agriculture in the Wet Tropics-A community assisted approach. Marine pollution Bulletin. 2005. Vol. 51(1-4)،pp.99-112.

[5]. Jalili،M. Assessment of the chemical components of Feminine groundwater, western Iran. Environmental Geochemistry and Health Journal. 2007. Vol. 29(5)،pp.357-374

[6]. Patwardhan -A، «Changing status of urban water bodies and associated health concern in Prune،India»- Proceedings of the Third International Conference on Environment and Health، 2003- Delhi-India.

[7]. Xaun،V. Ground water pollution in Hochiminh city and its prevention-case study،Annual Report of FY 2001، The Core University Program between Japan society for the Promotion of Science (JSPS) and National Centre for Natural Science and Technology (NCST). 2001. Volume.P.1- P.7،pp.4-5.

[8]. Junbing،Pu.،Daoxian،Y.،Cheng Z.،Heping،Z. Hydrogeochemistry and possible sulfate sources in karst groundwater in Chongqing China. Environmental Earth Sciences Journal. 2003. Vol. 68(1)، pp. 159-168.

[9]. USEPA. Drinking Water Advisory: Consumer Acceptability Advice and Health Effects Analysis on Methyl Tertiary-Butyl Ether،U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water. 2010. EPA-822-F-97-009.

[10]. Garduño،H.،Saleem،R.،Sengupta،B. India Groundwater Governance Case Study، Water Papers. 2014. pp.9-10،see information in: http: //www.worldbank.org/water.

[11]. Radojevic،M.V. & Bashkin،N،«Practical environmental analysis»،3rd ed،London،Royal Society of Chemistry.1999.520p.

[12]. Ayers،R.S.،Westcot،D.W. Water quality for agriculture،FAO Irrigation and Drainage Paper. 1985. 29 Rev. 1،see information in: http://www.fao.org/docrep/003/t0234e /t0234e00htm.

[13]. Anzecc & Armcanz. Australian Water Quality Guidelines for Fresh and Marine Water. 2015.،see information in: http://www.environment.gov.au/water/ publications/quality/index.htm.

[14]. Wilcox،L.V. The Quality of IrrigationWater. US Dept. of Agricultural Technology Bulletin. 2008. Vol. 962، pp.1-40.