Archive of SID

Journal of Health

Vol. 11, No. 3, Summer Supp. 2020, Pages 311-324

Quality Management of Water Resources in the South of Tehran for Agricultural Production (Case Study: Tehran 19th District)

Jangjoo M.R[1], Zaeimdar M*[2], Jozi S.A[3], Fahmi H[4], Marandi R[5]

1. PhD student in Environmental Management, Faculty of Engineering, Islamic Azad University, North Tehran Branch
2. Assistant Professor, Department of Environment, Faculty of Engineering, Islamic Azad University, North Tehran Branch
3. Professor, Department of Environment, Faculty of Engineering, Islamic Azad University, North Tehran Branch
4. Doctor of Water Resources, Deputy of the Macro Planning Office of the Ministry of Energy
5. Associate Professor, Department of Environment, Faculty of Engineering, Islamic Azad University, North Tehran Branch

**** Corresponding author.*** Tel: +989125509370, E-mail: jzaeimdar@yahoo.com

Received: Nov 4, 2019 Accepted: Apr 26, 2020

Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir at 9:09 IRST on Tuesday January 19th 2021

ABSTRACT

Background & objectives: Irrigation water quality is a critical aspect of agricultural production especially in terms of human health and the environmental aspects. The aim of this study was to estimate the level of surface runoff and groundwater pollution used in the production of agricultural products in the south of Tehran.

Methods: Sampling points included 14 points of surface water collection and disposal network and irrigation canals of agricultural lands and 7 points of underground wells in the 19th district of Tehran. The quality of the collected samples was analyzed for BOD, COD, nitrate, dissolved oxygen, electrical conductivity, ammonium, phosphate, turbidity, total hardness, pH and SAR using WQI software.

Results: The results of Water Quality Index (WQI) showed that the level of surface water pollution in 14 sampling points was moderate to very bad. 57% of surface water points were highly polluted, 36% were relatively bad and 7% were moderate in terms of pollution index.

Conclusion: Agricultural products of areas 3, 4 and 5, if consumed, can endanger the health of consumers. Because the samples collected from these areas had the highest level of contamination. Therefore, in order to manage the challenges and future crises in these areas, within the framework of the environmental assessment program, management solutions are proposed in four groups: planning, implementation and monitoring, monitoring and review.

Keywords: Water Resources Management; Water Quality Index; WQI; Surface Water; Groundwater

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir at 9:09 IRST on Tuesday January 19th 2021

مدیریت کیفیت منابع آب جنوب شهر تهران جهت تولید محصولات کشاورزی (مطالعه موردی منطقه ۱۹ شهری تهران)

محمدرضا جنگجو[۱]، مژگان زعیم دار[۲*]، سید علی جوزی[۳]، هدایت فهمی[٤]، رضا مرندی[۵]

۱. دانشجوی دکتری مدیریت محیط زیست، دانشکده فنی ومهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال
۲. استادیار گروه محیط زیست، دانشکده فنی ومهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال
۳. استاد گروه محیط زیست، دانشکده فنی ومهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال
٤. دکترای منابع آب، معاون دفتر برنامه ریزی کلان آب و آبفای وزارت نیرو
۵. دانشیار گروه محیط زیست، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال
* نویسنده مسئول. تلفن: ۰۹۱۲۵۵۰۹۳۷۰ ایمیل: jzaeimdar@yahoo.com

چکیده

زمینه و هدف: کیفیت آب مورد استفاده در تولید محصولات کشاورزی از جنبه های بهداشت و سلامت انسان و محیط‌زیست بسیار مهم می‌باشد. این پژوهش با هدف تخمین میزان آلودگی رواناب‌های سطحی و آب‌های زیرزمینی و شناسایی خطرات بالقوه و ارائه راهکارهای مدیریتی جهت استفاده از آنها در تولید محصولات کشاورزی جنوب شهر تهران انجام گردید.

روش کار: نقاط نمونه برداری شامل ١٤ نقطه از شبکه جمع آوری و دفع آب‌های سطحی و کانال‌های آبرسانی زمین‌های کشاورزی و ۷ نقطه از چاه های زیرزمینی موجود در منطقه ۱۹ شهر تهران بود. پارامترهای مورد بررسی شامل BOD، COD، نیترات، اکسیژن محلول، هدایت الکتریکی، آمونیوم، فسفات، کدورت، سختی کل، pH و SAR بود. داده های بدست‌آمده برای تعیین وضعیت کیفی ایستگاه‌های نمونه برداری وارد نرم افزار WQI گردیده و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

یافته ها: نتایج شاخص کیفیت آب (WQI) نشان داد میزان آلودگی آب سطحی در ١٤ نقطه نمونه برداری بین متوسط تا خیلی بد بود. ۵۷ درصد نقاط آب سطحی دارای آلودگی خیلی زیاد، ۳۶ درصد نقاط نسبتاً بد و ۷ درصد از نظر شاخص آلودگی در حد متوسط بود.

نتیجه گیری: با توجه به اینکه بیشترین میزان آلودگی در نواحی ۳، ٤ و ۵ منطقه مورد مطالعه بود و در این نواحی آب سطحی و زیرزمینی برای تولید محصولات کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد، لذا محصولات تولید شده از جنبه سلامت تولیدات کشاورزی می‌تواند دارای چالش‌های جدی باشد. بنابراین برای مدیریت چالش ایجاد شده و بحران‌های آینده منطقه، در چارچوب برنامه ارزیابی محیط زیست، راهکارهای مدیریتی در چهار گروه برنامه ریزی، پیاده‌سازی و نظارت، پایش و بازنگری پیشنهاد می گردد.

واژه های کلیدی: مدیریت منابع آب، شاخص کیفیت آب، WQI، آب سطحی، آب زیرزمینی

دریافت: ۹۸/۸/۱۳ **پذیرش:** ۹۹/۲/۷

مقدمه

به دلیل کاهش منابع آب در شرایط تغییر اقلیم، افزایش نیاز جوامع در مصارف بخش‌های شرب، کشاورزی و صنعت و کاهش روزافزون آب برای مصارف کشاورزی در مناطق شهری و روستائی، استفاده از پساب‌ها و فاضلاب در مناطق شهری و

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir at 9:09 IRST on Tuesday January 19th 2021

اطـراف آن و سـکونتگاه‌هـای روسـتایی جهـت کشـت محصولات کشاورزی گریزناپذیر شده است (۱،۲). لذا، مسـأله اساسـی در رابطـه بـا اسـتفاده از پسـآب‌هـا و فاضلآب‌های شهری و ورود مستقیم آن به منابع آبـی؛ آبیاری اراضی زراعی و باغی بمنظور تولید محصولات کشاورزی به‌ویژه سبزیجات، صیفی‌جـات و محصـولات باغی می‌باشد. از طرف دیگر سلامتی کشاورزان نیز در ارتباط با پیامدهای تماس دائم با چنین آب‌هایی از نظر سلامتی بسیار حائز اهمیت می‌باشد.

خطرات زیست محیطی و بهداشـتی حاصـل از آبیـاری محصولات زراعـی و بـاغی بـا اسـتفاده از پسـاب‌هـا و فاضلاب‌های شهری تصفیه نشده و همچنـین آب‌هـای اختلاط یافته با فاضلاب‌های تصفیه نشده؛ یکی از مباحث بسـیار مهـم در منـاطق شـهری تلقـی مـی‌گـردد (۳). بطوری که افزون بر مخاطرات مربوط به بهداشـت و سلامت شهروندان پیامدهای ناشی از آبیاری این نـوع پسآب‌ها منجر به افزایش فرسـایش و تخریـب خـاک اراضی زراعی می‌شود. همچنین تغییر پوشش گیاهی از دیگر پیامدهای چنین آبیاری می‌باشد. آلودگی محـیط زیست و پیامدهای بسیار منفی بهداشـتی آن از دیگـر اثرات این موضوع می‌باشد (۷-۳). ایران به عنوان یکـی از کشـورهای خاورمیانـه بـا کـاهش منـابع آب تجدیـدشـونده مواجـه بـوده و بـه عنـوان یکـی از سیاست‌های اقتصادی اجتماعی دولت جمهوری اسلامی ایران بر استفاده بهینه از منابع تجدید پذیر؛ بـه ویـژه بازچرخـانی و اسـتفاده مجـدد آب، تغذیـه آب‌هـای زیرزمینی و استفاده مجدد از فاضـلاب‌هـای انسـانی و صـنعتی تصـفیه شـده در امـور کشـاورزی و سـایر فعالیـت‌هـا تاکیـد شـده اسـت. از جملـه مطالعـات انجام‌شده در این زمینه، مطالعه اسلامی و همکاران (۶) می‌باشد که شاخص کیفیـت آب منـابع آب زیرزمینـی استان کرمان را ارزیابی کردند. نتـایج آنهـا نشـان داد اکثر مناطق مورد مطالعـه دارای شـرایط نـامطلوب از نظر شاخص WQI می‌باشـد و نیـاز بـه تصـفیه بـرای مصارف آشامیدنی ضروری است. همچنین در مطالعه دیگری سان[1] و همکاران با استفاده از شاخص کیفیـت آب روند تغییرات مکانی و زمانی رودخانهٔ دونگـژین چین را ارزیـابی کردنـد. در تحقیـق یـاد شـده از یـک شاخص اصـلاح شـده بـرای ارزیـابی کیفیـت آب و از تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی (PCA) بـرای تحلیـل همبستگی داده‌ها و نشان دادن چگونگی تغییرات مکانی و زمانی کیفیت آب استفاده گردید (۸).

با توجه به پارامترهای متعدد در ارزیابی کیفیـت آب از نظر فیزیکی، شیمیایی و زیسـتی لـذا بـا اسـتفاده از شاخص کیفیت آب (WQI) و اهداف استفاده از آنهـا، تاکنون مطالعـات مختلفـی توسـط محققـین صـورت گرفته است که از جمله آنها می‌توان به پژوهش‌هـای فتائی و همکاران (۹)، جاوید و همکـاران (۱۰)، فتحـی و همکاران (۱۱)، لوقشکوماران[2] و همکـاران (۱۲)، خلجـی و همکاران (۱۳)، حسینی و همکاران (۱٤)، اسـماعیلی و همکـاران (۱۵)، میرزائـی و همکـاران (۱۶)، عـادلی و همکاران (۱۷) و سجادی و همکاران (۱۸) اشاره کرد.

شاخص کیفیت آب‌های سطحی ایـران (IRWQISC)، یکی ازشاخص‌های تعیین کیفیت آب است که با هـدف تـدوین کیفیـت منـابع آب ایجـاد گردیـده اسـت، بـه گونه‌ای که شاخص‌های تدوین شده بتوانند چشم‌انداز و درک مناسبی از وضعیت کیفی منـابع آب در ایـران ارائه کنند. چراکه علاوه بـر تعیـین کیفیـت آب بـرای استفاده‌های مختلف، میزان مطلوبیت آب برای سـایر موجودات زنده را ارزیابی می‌نماید (۲۰،۱۹).

یکـی از مـؤثرترین روش‌هـای بررسـی کیفیـت آب؛ استفاده از شاخص‌های مناسب ارزیابی است. اسـتفاده از شاخص‌ها در برنامه‌های پایش برای ارزیابی سلامت اکوسیستم بسیار مفید بوده و می‌تواند به عنوان یـک معیار برای ارزیابی موفق و مناسب در استراتژی‌های مدیریتی برای بهبود کیفیت آب اسـتفاده شـود (۲۱). شاخص کیفی آب[3] (WQI) مـی‌توانـد مجموعـه‌ای از

[1] Sun
[2] Logeshkumaran
[3] Water Quality Index

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir at 9:09 IRST on Tuesday January 19th 2021

داده‌های پارامترهای کیفی آب در زمان‌ها و مکان‌های مختلف را استفاده کرده و اطلاعات آنها را به یک ارزش واحد برای دوره‌هایی از زمان و مکان تبدیل کند (۲۲).

شاخص‌های کیفی، روش‌هایی هستند که مقادیر ویژگی‌های کیفی آب را به یک عدد تبدیل می‌نمایند تا برای مدیریت و تحلیل کیفیت آب و همچنین پایش تغییرات کیفی آب در طول زمان و مکان مورد استفاده قرار گیرند (۲۳). شاخص کیفیت آب یک شاخص کلی برای ارزیابی کیفیت عمومی آب است (۲٤). شاخص WQI یکی از تکنیک‌هایی است که برای ارزیابی کیفی آب مورد استفاده قرار می‌گیرد (۲۵).

منطقه ۱۹ شهرداری تهران با استقرار در حوزه ورودی جنوب تهران، جایگاه ویژه‌ای داشته و برخی از عناصر ساختاری شهر را در خود جای داده است. این منطقه از ۵ ناحیه تشکیل شده است و نواحی چهار و پنج عمدتاً دارای کاربری صنعتی و کشاورزی هستند. کشاورزی در سطح منطقه ۱۹ از سابقه طولانی برخوردار است. نواحی۳ و ٤ و ۵ به سیستم فاضلاب شهری متصل نمی‌باشند. تخلیه پسماندها و فاضلاب‌های خانگی به نهرها، ضمن بوجود آوردن آلودگی‌های زیست محیطی در سطح محلات مذکور و تنزل سطح سلامت ساکنین، با توجه به اختلاط آن با آب‌های عبوری مورد استفاده جهت آبیاری زمین‌های کشاورزی برای کلیه آحاد افراد جامعه که به صورت ناآگاهانه و معمول اقدام به تهیه سبزی از کشاورزان می‌نمایند، این امر موجب شیوع بیماری‌ها وخطرات جبران ناپذیر گردیده است. لذا با توجه به اهمیت ارزیابی میزان آلودگی آب مورد استفاده برای آبیاری محصولات کشاورزی منطقه ۱۹ شهرداری تهران، این پژوهش با هدف تخمین میزان آلودگی رواناب سطحی و زیرزمینی، توزیع فضایی آلودگی و شناسایی خطرات باالقوه و ارائه راهکارهای مدیریتی با استفاده از اندازه‌گیری پارامترهای موثر در کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی با استفاده از شاخص کیفیت آب (WQI) انجام گرفت.

روش کار

منطقه مورد مطالعه و نقاط نمونه برداری

جامعه نمونه مورد مطالعه پس از بررسی کلی شبکه جمع‌آوری و دفع آب‌های سطحی و کانال‌های آبرسانی زمین‌های کشاورزی و بازدیدهای میدانی به‌عمل‌آمده با همکاری شهرداری منطقه ۱۹ شهر تهران، شامل ١٤ نقطه از کانال‌های آب سطحی و ۷ نقطه از چاه‌های موجود در منطقه ۱۹ شهر تهران بود. شکل ۲ موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری انتخابی و پراکنش نقاط هدف را در سطح منطقه ۱۹ نشان می‌دهد. نمونه برداری در یک نوبت برای آب آب‌های سطحی وزیرزمینی در فروردین ۹۶ انجام شد.

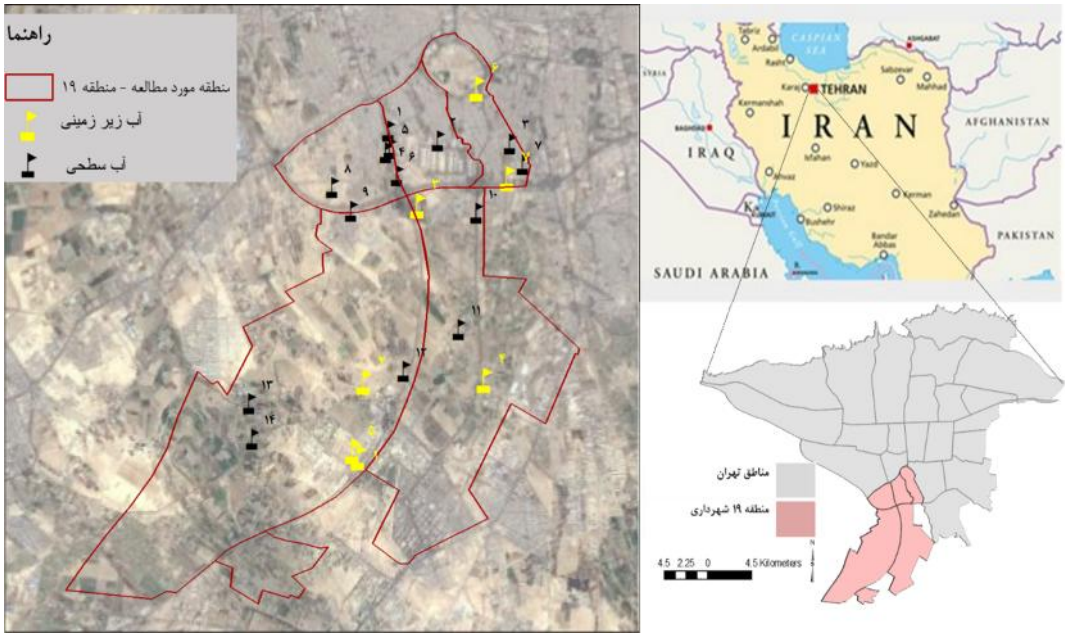
روش مطالعه

این مطالعه از نوع تجربی- آزمایشگاهی بود. روش‌شناسی پژوهش حاضر از چهار گام اصلی شناخت منطقه مورد مطالعه و تعیین نقاط نمونه‌برداری، ارزیابی کمی و کیفی، تعیین ارزش اقتصادی آب و ارائه راهکارهای مدیرتی تشکیل شده است. پارامترهای مورد ارزیابی جهت تعیین کیفیت آب سطحی و زیرزمینی منطقه مورد مطالعه بر اساس استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست (جدول ۲) و شاخص WQI مشخص و در هریک از ایستگاه‌های نمونه‌برداری اندازه‌گیری گردید. پس از اندازه‌گیری، تمام پارامترها با استاندارد شرکت مهندسی آب و آبفای وزارت نیرو مقایسه و میزان تغییرات آنها نسبت به حد مجاز بررسی گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir at 9:09 IRST on Tuesday January 19th 2021



شکل ۱. نقاط نمونه برداری از آب سطحی و زیرزمینی در جنوب شهر تهران (منطقه ۱۹ شهرداری تهران)

جدول ۱. نقاط نمونه برداری آب سطحی و زیرزمینی

نقاط نمونه برداری آب سطحی				نقاط نمونه برداری آب زیرزمینی	
۱	شهید کاظمی شمالی	۸	آزادگان- شقایق	۱	آب مخزن شرقی
۲	مطهری	۹	آزادگان	۲	آب جنگل طوبی
۳	بهمنیار شمالی	۱۰	کلهر	۳	آب چاه جنگل افرا
٤	شهرک احمدیه ۱	۱۱	قلعه نو- بالا دست	٤	آب چاه انبار اخلاقی
۵	شهرک احمدیه ۲	۱۲	قلعه نو- پایین دست	۵	آب مخزن کاشالوت
۶	شهید کاظمی جنوبی	۱۳	رودخانه کن بالا دست	۶	آب چاه بوستان ولایت
۷	بهمنیار جنوبی	١٤	رودخانه کن پایین دست	۷	آب چاه پارک بهشت

جدول ۲. پارمتراهای اندازه‌گیری شده آلودگی‌های متدوال آب سطحی و زیرزمینی

ردیف	پارامتر	آب سطحی	آب زیرزمینی	واحد اندازه‌گیری
۱	کلیفرم مدفوعی	✓	✓	MPN/100ml
۲	BOD5	✓	-	بر حسب میلی‌گرم بر لیتر
۳	نیترات	✓	✓	بر حسب میلی‌گرم بر لیتر
٤	اکسیژن محلول	✓	✓	بر حسب درصد اشباع
۵	هدایت الکتریکی	✓	✓	بر حسب میکروزیمنس بر سانتیمتر
۶	COD	✓	-	بر حسب میلی‌گرم بر لیتر
۷	آمونیم	✓	-	بر حسب میلی‌گرم بر لیتر
۸	فسفات	✓	✓	بر حسب میلی‌گرم بر لیتر
۹	کدورت	✓	-	بر حسب NTU
۱۰	سختی کل	✓	✓	بر حسب میلی‌گرم بر لیتر کربنات کلسیم
۱۱	pH	✓	✓	واحد استاندارد
۱۲	SAR	-	✓	بر حسب میلی‌گرم بر لیتر

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir at 9:09 IRST on Tuesday January 19th 2021

ارزیابی کیفیت آب سطحی و زیرزمینی منطقه مورد مطالعه بر مبنای شاخص تحلیل کیفی آب (WQI) انجام گردید. این شاخص ابزاری مناسب و ساده برای تعیین وضعیت و شرایط کیفیت آب می‌باشد که در آنها داده‌های پارامتر کیفیت آب در یک فرمول ریاضی که با یک عدد، میزان سلامتی آب را نشان می‌دهد، شرکت داده می‌شوند. این عدد با یک مقیاس نسبی که گویای کیفیت آب از بسیار بد تا عالی است، دسته‌بندی می‌شود (۲۶). محاسبه شاخص پارامترهای متداول کیفیت منابع آب سطحی و زیرزمینی از طریق انتخاب پارامترها، تعیین وزن هر پارامتر (جدول ۲) و به دست آوردن مقدار هر شاخص برای هر پارامتر با استفاده از منحنی رتبه‌بندی می‌گردد (رابطه ۱ و ۲).

$$IRWQI(SC\ or\ GC) = \left[\prod_{i=1}^{n} I_i^{wi}\right]^{\frac{1}{\gamma}}$$

رابطه ۱)

$$\gamma = \sum_{i=1}^{n} W_i$$

رابطه ۲)

که در آن: W_i وزن پارامتر i ام؛ n تعداد پارامترها؛ I مقدار شاخص برای پارامتر i ام از منحنی رتبه‌بندی، می‌باشد.

محدوده ارزیابی کیفیت آب بر اساس شاخص کیفیت آب (WQI) بین صفر و ۱۰۰ می‌باشد که مقدار شاخص و معادل توصیفی آن در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۲. وزن پارامترها در شاخص کیفیت آب سطحی ($IRWQI_{SC}$) و آب زیرزمینی ($IRWQI_{GC}$) ایران

ردیف	پارامتر	وزن برای آب سطحی	وزن برای آب زیرزمینی
۱	کلیفرم مدفوعی	۰/۱٤۰	۰/۱۳٤
۲	BOD5	۰/۱۱۷	-
۳	نیترات	۰/۱۰۸	۰/۱۵۱
٤	اکسیژن محلول	۰/۰۹۷	۰/۰۶۷
۵	هدایت الکتریکی	۰/۰۹۶	۰/۱۲۹
۶	COD	۰/۰۹۳	-
۷	آمونیم	۰/۰۹۰	-
۸	فسفات	۰/۰۸۷	۰/۰۸۵
۹	کدورت	۰/۰۶۲	-
۱۰	سختی کل	۰/۰۵۹	۰/۱۰۳
۱۱	pH	۰/۰۵۱	۰/۰۵۱
۱۲	SAR	-	۰/۰۸۹

جدول ۳. تعیین معادل توصیفی شاخص

مقدار شاخص	معادل توصیفی
کمتر از ۱۵	خیلی بد
۱۵-۲۹/۹	بد
۳۰-٤٤/۹	نسبتاً بد
٤۵-۵۵	متوسط
۵۵/۱-۷۰	نسبتاً خوب
۷۰/۱-۸۵	خوب
بیشتر از ۸۵	بسیار خوب

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir at 9:09 IRST on Tuesday January 19th 2021

یافته ها و بحث

نتایج حاصل از اندازه‌گیری پارامترهای کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی منطقه ۱۹ شهرداری تهران و مقایسه آن با استاندارد شرکت مهندسی آب و آبفای وزارت نیرو در جداول ٤ و ٥ و شکل‌های ۳ و ٤ آمده است.

جدول ٤. نتایج حاصل از اندازه‌گیری پارامترهای مورد مطالعه برای ایستگاه‌های آب سطحی منطقه ۱۹ تهران

نقاط نمونه‌برداری	pH	کدورت	اکسیژن محلول	هدایت الکتریکی	سختی کل	نیترات	آمونیوم	فسفات کل	COD	BOD	کلیفرم گوارشی
شهید کاظمی شمالی	7.07	16.2	6.6	1438	530	19	0.53	0.17	37	18	1100
مطهری	7.27	-	5.5	1311	390	27	0.46	2.53	162	85	2400
بهمنیار شمالی	7.36	2.34	5.8	556	140	23	0.02	0.08	19	12	2400
شهرک احمدیه	7.24	-	5.2	1236	270	27	5.41	2.39	284	164	2400
شهرک احمدیه	7.39	-	5.9	1089	420	28	5.28	0.75	163	88	2400
شهید کاظمی جنوبی	7.13	19.7	6.9	1217	480	18	0.36	0.27	8	4	4660
بهمنیار جنوبی	7.4	6.4	6.2	605	190	21	0.02	0.11	31	16	2400
آزادگان - شقایق	7.25	40.8	5.1	1022	290	21	2.36	0.56	160	86	2400
آزادگان	7.23	48.1	5.6	961	300	24	1.68	1.88	159	104	2400
کلهر	7.1	-	4.3	786	240	30	4.89	1.96	162	91	2400
قلعه نو - بالا دست	7.51	1.24	6.2	1238	420	23	0.02	0.06	-	-	120
قلعه نو - پایین دست	7.48	1.16	6.5	1095	410	24	0.02	0.05	-	-	120
رودخانه کن بالا دست	7.42	-	5.4	1025	230	31	0.44	1.05	157	81	2400
رودخانه کن پایین دست	7.38	-	5.1	1151	240	32	0.5	2.79	137	74	2400
استاندارد	6.5-8.4	50	2	700	500	45	1.5	50	200	31	400

نتایج اندازه‌گیری (جدول ٤ و شکل ۳) در آب‌های سطحی منطقه مورد مطالعه نشان داد مقادیر pH، کدورت و فسفات در ١٤ ایستگاه کمتر از حد مجاز بود. از نظر پارامترBOD، مقادیر آن بجز در ٤ ایستگاه شهید کاظمی شمالی و جنوبی و بهمنیار شمالی و جنوبی، بقیه نقاط نسب به میزان حد مجاز (۳۱) بیشتر بودند و شهرک احمدیه ۱ با مقدار ١٦٤ میلی‌گرم بر لیتر، بیشترین میزان آلودگی را داشت. مقدار پارمتر COD نیز تنها در شهرک احمدیه ۱ بیشتر از حد مجاز بود و بقیه نقاط از حد مجاز (۲۰۰) تعیین شده کمتر بود. میزان کلی فرم گوارشی بجز در نقاط قلعه نو بالا دست و پایین دست در دیگر نقاط منطقه بالاتر از حد مجاز بود و بالاترین میزان آن مربوط به نقطه شهید کاظمی جنوبی (٤٦٦٠ MPN/100ml) بود. مقدار اکسیژن محلول اندازه‌گیری شده نیز در تمام نقاط نمونه برداری بالاتر از سطح مجاز بود.

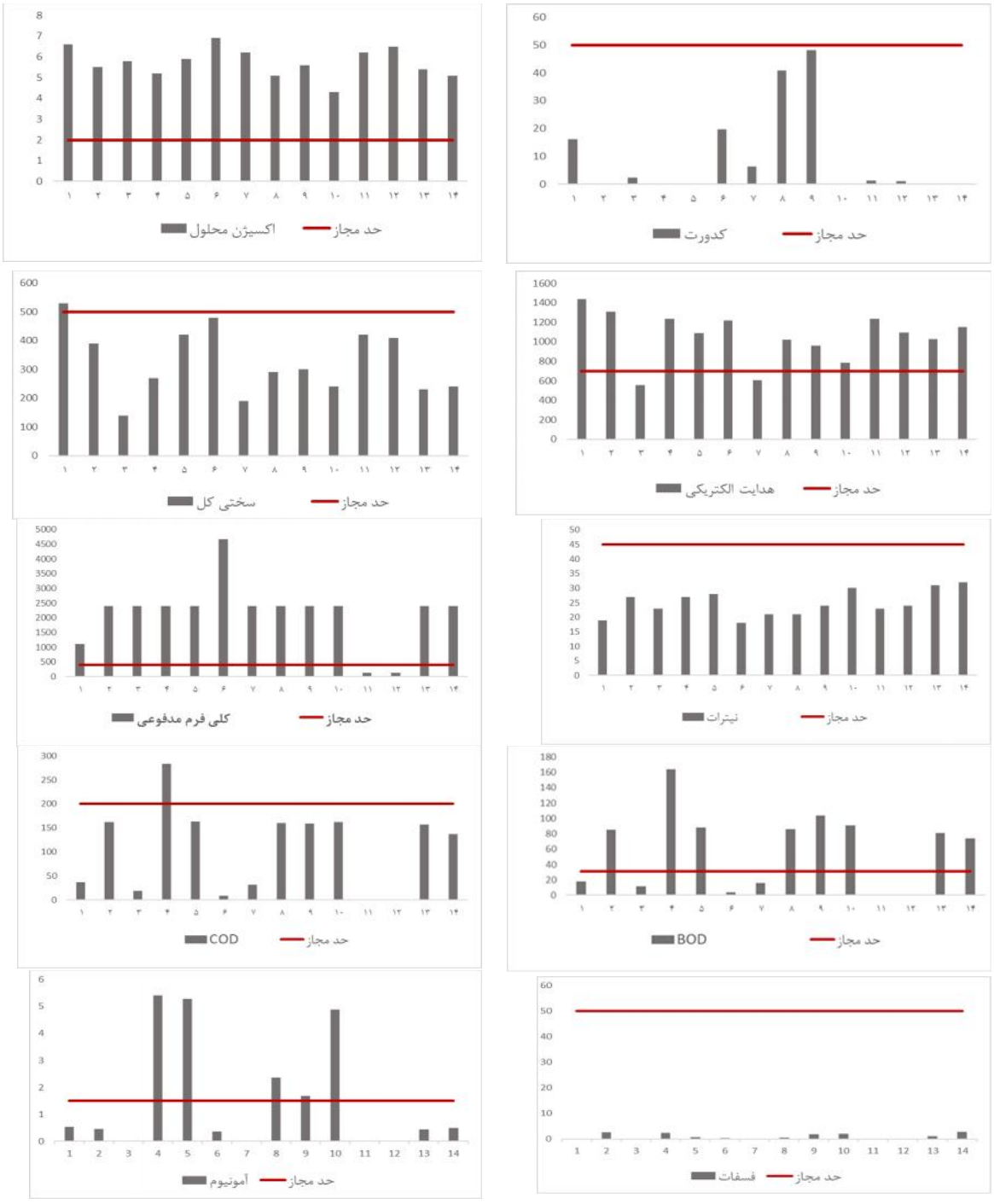
در خصوص کیفت آب، یکی از مهمترین پارامترهایی که مورد توجه قرار می‌گیرد، هدایت الکتریکی آب است که شاخص خوبی برای غلظت کل نمک‌های محلول می‌باشد. این شاخص در واقع تعیین‌کننده قابلیت جذب و دسترسی آب برای گیاه به شمار می‌آید و هدف اصلی آبیاری هر مزرعه نیز افزایش آب قابل دسترس گیاه است. بر اساس نتایج بررسی انجام شده میزان هدایت الکتریکی بجز در ایستگاه‌های شمالی و جنوبی در دیگر نقاط هدف بالاتر از حد مجاز بود. در ارتباط با پارامتر آمونیوم، بیشتر میزان آلودگی به ترتیب در نقاط شهرک احمدیه ۱ (٥/٤١ میلی‌گرم بر لیتر)، شهرک احمدیه ۲ (٥/۲۸ میلی‌گرم بر لیتر)، کلهر (٤/٨٩ میلی‌گرم بر لیتر)، آزادگان-

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir at 9:09 IRST on Tuesday January 19th 2021

شقایق (۲/۳۶ میلی‌گرم بر لیتر) و آزادکان (۱/۶۸ میلی‌گرم بر لیتر) بود. در دیگر نقاط مورد بررسی میزان آمونیوم اندازه‌گیری شده کمتر از حد مجاز بود (۲۲).



شکل ۳. مقایسه پارمترهای اندازه‌گیری شده در ایستگاههای نمونه برداری آب سطحی در منطقه مورد مطالعه با استاندارد

مقادیر پارامترهای اندازه‌گیری‌شده کیفیت آب زیرزمینی منطقه ۱۹ شهرداری در ۷ ایستگاه و مقایسه آنها با حد مجاز شرکت مهندسی آب و آبفای وزارت نیرو در جدول ۵ و شکل ٤ ارائه شده است.

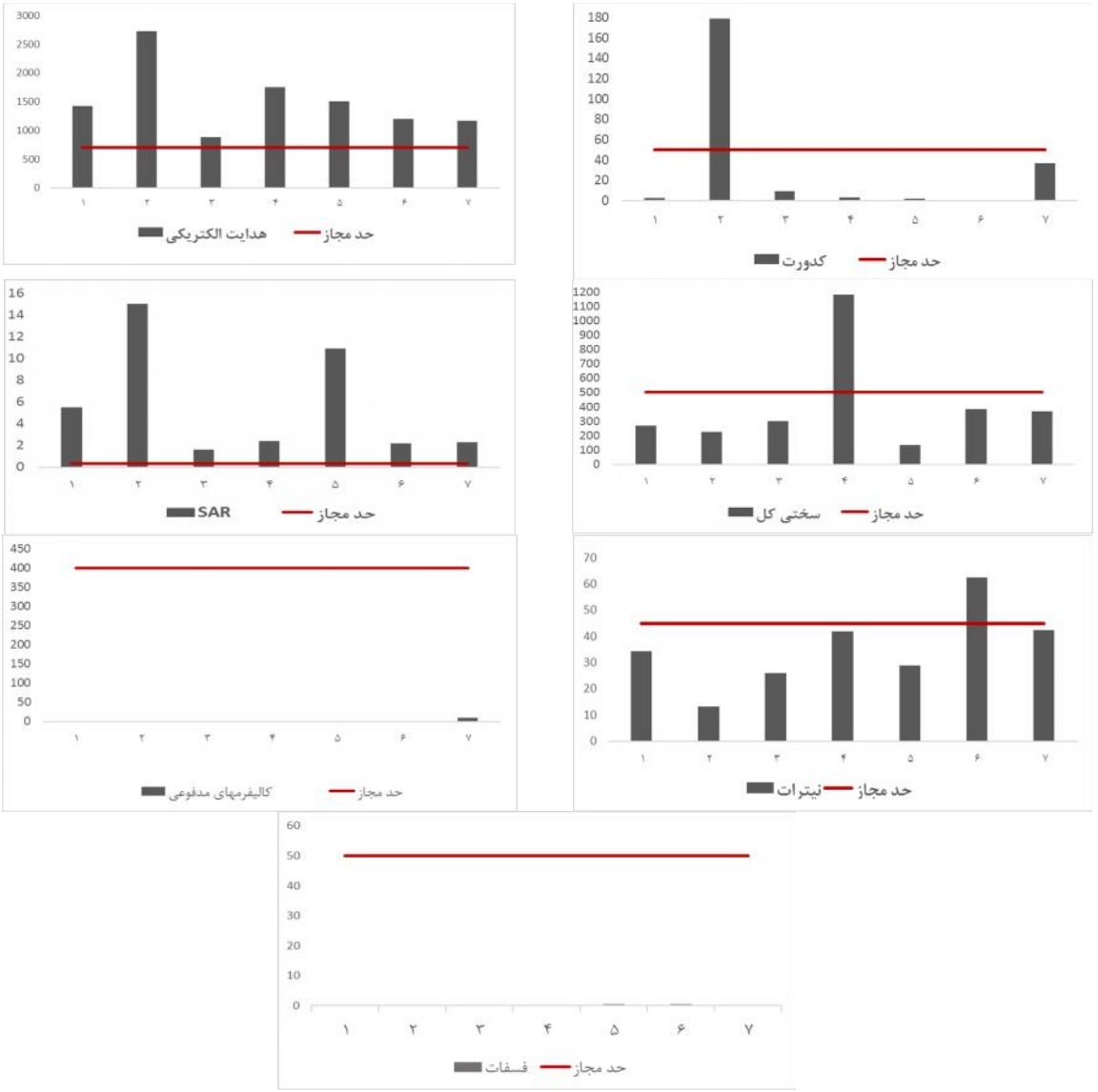
www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir at 9:09 IRST on Tuesday January 19th 2021

جدول ۵. نتایج حاصل از اندازه‌گیری کیفیت آب زیرزمینی در منابع آب‌های زیرزمینی مورد مطالعه منطقه ۱۹ تهران

نام منطقه	کدورت	pH	هدایت الکتریکی	سختی کل	SAR	نیترات	فسفات	کلیفرم‌های گوارشی
آب مخزن شرقی	2.25	7.83	1420	268	5.5	34.2	0.17	0
آب جنگل طوبی	179	7.72	2730	226	15	13.23	0.23	0
آب چاه جنگل افرا	9.51	7.82	880	300	1.6	26.03	0.2	0
آب چاه انبار اخلاقی	2.81	7.71	1755	1180	2.4	41.79	0.12	0
آب مخزن کاشالوت	1.8	8.02	1510	133	10.9	28.95	0.5	0
آب چاه بوستان ولایت	0.67	7.15	1200	384	2.2	62.38	0.5	0
آب چاه پارک بهشت	36.7	7.47	1170	370	2.3	42.4	0.12	9
استاندارد	50	6.5-8.4	700	500	0.3	45	50	400



شکل ٤. مقایسه پارمترهای اندازه‌گیری شده آب زیرزمینی منطقه ۱۹ شهر تهران با استاندارد

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir at 9:09 IRST on Tuesday January 19th 2021

با توجه به اینکه سدیم یکی از پارامترهای مهم شاخص SAR می‌باشد، به دلیل تأثیراتش بر روی خاک، یکی از بی‌مانندترین کاتیون‌ها است. بطوری که زمانی که سدیم تبادلی بالاتر از حد معین آستانه آن نسبت به غلظت کل نمک خاک باشد، می‌تواند خصوصیات فیزیکی- شیمیایی خاک، خصوصاً ساختمان آن را تغییر دهد. نتایج اندازه‌گیری پارامترهای کیفی از منابع آب‌های زیرزمینی منطقه مورد مطالعه نشان داد بیشترین میزان آلودگی مربوط به پارامتر SAR و هدایت الکتریکی می‌باشد. بطوری که در هر دو مورد آب چاه جنگل طوبی بیشترین مقدار را داشت (۲۷۳۰ میکروزیمنس بر سانتیمتر برای هدایت الکتریکی و ۱۵ میلی‌گرم در لیتر برای پارامتر SAR). سدیم تبادلی، تمایل به پراکنش خاک داشته، باعث کاهش سرعت نفوذ آب و هوا در خاک می‌گردد. همچنین این پراکنش ذرات باعث تشکیل یک لایه سله بر روی سطح خاک گشته، مانع جوانه زنی بذر می‌گردد .آب آبیاری که سدیم آن بالا باشد می‌تواند به عنوان یک منبع افزایش سدیم محلول خاک محسوب شود و باید از این لحاظ آب آبیاری مورد ارزیابی قرار گیرد. .مطمئن ترین شاخص تعیین میزان تأثیر آب آبیاری بر افزایش سدیم تبادلی خاک، پارامتر نسبت جذب سدیم یا SAR است (۲۷) که نتایج این مطالعه نشان‌دهنده مقادیر بالای آن در ایستگاه‌های مورد مطالعه بوده و برای استفاده جهت آبیاری کشاورزی دارای محدودیت می‌باشد.

نتایج اندازه‌گیری پارامترهای منابع آب‌های زیرزمینی منطقه مورد مطالعه نشان داد که میزان pH، فسفات و کلیفرم‌های گوارشی در تمام ایستگاه‌ها کمتر از حد مجاز بود. همچنین نتایج اندازه‌گیری نشان داد که میزان پارامتر کدورت ایستگاه جنگل طوبی (۱۷۹ NTU)، سختی کل انبار اخلاقی (۱۱۸۰ میلی‌گرم بر لیتر کربنات کلسیم) و نیترات بوستان ولایت (۶۲/۳۸ میلی‌گرم بر لیتر) بیشتر از حد مجاز بود. نتایج این پژوهش در مقایسه با نتایج سایر پژوهش‌های انجام شده در زمینه ارزیابی کیفی پارامترهای آب زیرزمینی مطابقت دارد (۲۹،۲۸).

شاخص کیفیت آب (WQI) برای ارزیابی کیفیت آب در سراسر جهان مورد استفاده قرار گرفته است. هدف آن تبدیل داده‌های پیچیده کیفی آب به اطلاعات قابل درک و کاربردی است. این شاخص تعدادی از داده‌های پارامترهای شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی آب را با روشی ساده به یک عدد کاهش می‌دهد که مزیت اصلی آن به شمار می‌رود. این عدد با یک مقیاس نسبی که گویای کیفیت آب از بسیار بد تا عالی است، دسته‌بندی می‌شود (۲۹). هدف از ارزیابی کیفیت آب منطقه ۱۹ شهرداری تهران با این شاخص ارائه فهم و درک مناسبی از آلودگی منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی منطقه بود.

در میان پارامترهای اندازه‌گیری شده در آب سطحی منطقه مورد مطالعه، کلیفرم مدفوعی، هدایت الکتریکی، BOD، اکسیژن محلول و آمونیوم بیشترین مقدار را داشتند. با توجه به اینکه این پارامترها در منحنی رتبه‌بندی شاخص WQI بیشترین وزن را دارند به همین دلیل بر تعیین وضعیت کیفی آب سطحی منطقه ۱۹ بیشترین تاثیر را گذاشته بودند. به‌طوری‌که با توجه به اینکه کانال‌های بزرگراه شهید کاظمی، خیابان مطهری، بهمنیار و کلهر از مناطقی با بافت مسکونی عبور می‌کنند، از نظر شاخص WQI وضعیت نسبتاً بد داشتند و همچنین حضور مقادیر بالای کلیفرم مدفوعی و نیترات در نمونه‌ها، بالاتر از حد مجاز بود که علت آن احتمالاً تخلیه غیرمجاز فاضلاب به این کانال می‌باشد. کانال‌های آبرسانی زمین‌های کشاورزی شهرک احمدیه نیز شرایط مشابهی داشتند. بر اساس بازدیدهای میدانی صورت‌گرفته تخلیه فاضلاب خانگی در این کانال‌ها کاملاً مشهود بود. کانال آزادگان تقاطع خیابان شقایق نیز از مناطق مسکونی ناحیه ۳ عبور کرده و در نهایت به کانال بزرگراه آزادگان تخلیه می‌گردد. لذا با توجه به شاخص کیفیت آب و مقادیر پارامترهای

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir at 9:09 IRST on Tuesday January 19th 2021

اندازه‌گیری شده از این کانال، تخلیه فاضلاب خانگی به آن محتمل می‌باشد. ضمن اینکه به علت تخلیه این کانال به کانال بزرگراه آزادگان، این مسئله خود می‌تواند دلیلی برای آلودگی کانال آزادگان باشد. همچنین رودخانه کن در ناحیه ٤ از مناطق مسکونی بالادست و شهرک چهاردانگه عبور می‌کند. با توجه به عدم وجود شبکه مناسب جمع‌آوری فاضلاب تخلیه فاضلاب به داخل این رودخانه دور از ذهن نیست.

در بین تمام ایستگاه‌های مورد بررسی، بهترین کیفیت از نظر پارامترهای اندازه‌گیری‌شده را کانال قلعه نو داشت. این مسئله می‌تواند به علت تخلیه خروجی تصفیه‌خانه که در بالادست کانال قرارگرفته، باشد. تخلیه خروجی تصفیه‌خانه که طبیعتاً از کیفیت مناسبی برخوردار است موجب ترقیق آلاینده‌ها در کانال قلعه‌نو گردیده و موجب افزایش کیفیت نسبی آن می‌شود. هر چند با عبور این کانال از مناطق مسکونی قلعه‌نو حاج موسی و احتمال تخلیه غیر قانونی فاضلاب احتمال کاهش مجدد کیفیت آب وجود دارد (جدول ۶).

جدول ۶. طبقه بندی کیفی ایستگاههای نمونه بردرای آب‌های سطحی منطقه ۱۹ تهران برا اساس شاخص WQI

ردیف	نام نمونه	شاخص آلودگی آب سطحی	توصیف کیفی
۱	شهید کاظمی شمالی	۳۰	نسبتاً بد
۲	مطهری	۱۱	خیلی بد
۳	بهمنیار شمالی	۳۶	نسبتاً بد
٤	شهرک احمدیه	۹	خیلی بد
۵	شهرک احمدیه	۱۱	خیلی بد
۶	شهید کاظمی جنوبی	۳۶	نسبتاً بد
۷	بهمنیار جنوبی	۳۲	نسبتاً بد
۸	آزادگان - شقایق	۱٤	خیلی بد
۹	آزادگان	۱۳	خیلی بد
۱۰	کلهر	۱۱	خیلی بد
۱۱	قلعه نو - بالا دست	٤۶	متوسط
۱۲	قلعه نو - پایین دست	٤۳	نسبتاً بد
۱۳	رودخانه کن بالا دست	۱۱	خیلی بد
۱٤	رودخانه کن پایین دست	۱۰	خیلی بد

نتایج بدست آمده در خصوص بررسی کیفیت آب زیرزمینی منطقه نشان داد پارامترهای SAR و هدایت الکتریکی بیشترین وزن را در تعیین شاخص کیفیت آب داشته‌اند. ارزیابی این شاخص نشان داد تمام ایستگاه‌های مورد مطالعه آلوده بودند و در محدوده طبقه‌بندی بد و نسبتاً بد قرار داشتند. بطوری که آب زیرزمینی ایستگاه‌های آب مخزن شرقی، آب جنگل طوبی، آب چاه انبار اخلاقی، آب مخزن کاشالوت و آب چاه پارک بهشت در طبقه بد و ایستگاه‌های آب چاه جنگل افرا و آب چاه بوستان ولایت نسبتاً بد طبقه‌بندی شدند (جدول ۷). نتایج بدست آمده با پژوهش اسلامی و همکاران (۶) در کرمان مطابقت داشت.

به‌طورکلی، ارزیابی شاخص کیفیت آب نشان داد آب‌های سطحی و زیرزمینی در منطقه ۱۹ شهرداری تهران در طیف آلودگی متوسط تا خیلی بد قرار داشتند. بر اساس شکل ۵ بجز نقطه ۱۱ (قلعه نو- بالادست) شاخص کیفیت آب سطحی آن متوسط بود و در مرز آلوده شدن قرار داشت. همچنین دیگر نقاط منطقه دارای آب آلوده برای آبیاری محصولات کشاورزی به‌ویژه سبزیجات بودند. از این رو ورود فاضلاب تولیدشده از طریق مراکز صنعتی، تجاری و

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir at 9:09 IRST on Tuesday January 19th 2021

مسکونی و استفاده از فاضلاب تصفیه نشده برای مصارف کشاورزی به‌ویژه برای کشت سبزیجات، و نبود منابع آبی جایگزین برای آبیاری در منطقه می‌تواند مخاطراتی از قبیل آلودگی محصولات کشاورزی و تهدید سلامت افراد را به دنبال داشته باشد (۳).

جدول ۷. طبقه بندی کیفی آب‌های زیرزمینی ایستگاههای مورد مطالعه منطقه ۱۹ تهران بر اساس شاخص WQI

ردیف	ایستگاه	شاخص آلودگی آب زیرزمینی	توصیف کیفی
۱	آب مخزن شرقی	۲۸,۷	بد
۲	آب جنگل طوبی	۲۸,۷	بد
۳	آب چاه جنگل افرا	۳۶,۵	نسبتاً بد
٤	آب چاه انبار اخلاقی	۲۲,٤	بد
۵	آب مخزن کاشالوت	۲۶,۶	بد
۶	آب چاه بوستان ولایت	۳۲,۶	نسبتاً بد
۷	آب چاه پارک بهشت	۲۹,۸	بد

نتیجه گیری

پژوهش حاضر به منظور ارزیابی کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی در ۲۱ نقطه جنوب تهران (١٤ ایستگاه آب سطحی و ۷ ایستگاه آب زیرزمینی) جهت مصارف کشاورزی انجام شد. نتایج نشان داد بر اساس استانداردهای شرکت مهندسی آب و آبفای وزارت نیرو مقادیر پارامترهای هدایت الکتریکی، اکسیژن محلول، کلیفرم مدفوعی و BOD تقریباً در اغلب نقاط بیشتر از حد مجاز بود و مقادیر پارامترهای pH، کدورت، نیترات، COD و فسفات در اغلب نقاط کمتر از حد مجاز بود. در ارتباط با ایستگاه‌های آب زیرزمینی مورد مطالعه بیشترین میزان اندازه‌گیری‌شده نسبت به حد مجاز استاندارد مربوط به پارامترهای هدایت الکتریکی و SAR بود. کمترین میزان اندازه‌گیری‌شده نسبت به حد مجاز استاندارد مربوط به پارامترهای pH، کدورت، سختی کل، نیترات و کلیفرم مدفوعی بود.

نتایج بررسی شاخص کیفیت آب (WQI) در منطقه ۱۹ تهران نشان داد میزان آلودگی آب سطحی در ١٤ نقطه نمونه‌برداری بین وضعیت متوسط تا خیلی بد (٤۶-۱۰) قرار داشت، بطوری که ۵۷ درصد ایستگاه‌های آب سطحی دارای آلودگی خیلی زیاد (۸ ایستگاه)، ۳۶ درصد نقاط نسبتاً بد (۵ ایستگاه) و ۷ درصد (یک ایستگاه) از نظر شاخص کیفیت آب در حد متوسط ارزیابی گردیدند. در ارتباط با ارزیابی شاخص کیفیت آب برای ایستگاه‌های آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه طبقه‌بندی آن بین شرایط بد و نسبتاً بد (۳۲/۶-۲۲/٤) قرار داشت. همچنین ۷۱ درصد (۵ ایستگاه) دارای وضعیت کیفی بد و در ۲۹ درصد (۲ ایستگاه) از نظر شاخص کیفیت دارای وضعیت کیفی نسبتاً بد بودند. به طور کلی به غیر از ایستگاه قلعه نو بالادست (ایستگاه ۱۱)، تمام نقاط دارای کیفیت نسبتاً بد تا خیلی بد بود. همچنین با توجه به اینکه بیشترین میزان آلودگی در نواحی ۳، ٤ و ۵ شهردرای منطقه ۱۹ تهران قرار داشتند و در این نواحی کشاورزی انجام می‌شود لذا انجام عملیات تولید محصولات کشاورزی در منطقه از جنبه سلامت تولیدات کشاورزی، اثرات بر سلامتی انسان و محیط زیست دارای چالش‌های جدی می‌باشد. بنابراین برای مدیریت چالش مذکور و کنترل و پیشگیری بحران‌های احتمالی آینده، در چارچوب برنامه‌های کوتاه مدت و بلندمدت مدیریت محیط زیست، اقدام لازم نسبت به اندازه‌گیری منظم کیفیت منابع آبی منطقه، تصفیه فاضلاب و جلوگیری از ورود مستقیم و بدون تصفیه آن به منابع آبی منطقه، آموزش و آگاهی‌رسانی در منطقه پیشنهاد می‌گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir at 9:09 IRST on Tuesday January 19th 2021

References

1-Hanjra MA, Blackwell J, Carr G, Zhang F, Jackson TM. Wastewater irrigation and environmental health: Implications for water governance and public policy. International journal of hygiene and environmental health, 2012; 215(3): 255-269.
2-Koop SH, van Leeuwen CJ. The challenges of water, waste and climate change in cities. Environment, development and sustainability. 2015; 19(2): 385-418.
3-Shakir E, Zahraw Z, Al-Obaidy AHM. Environmental and health risks associated with reuse of wastewater for irrigation. Egyptian Journal of Petroleum, 2017: 26(1), 95-102.
4-Iticescu C, Georgescu LP, Topa CM. Assessing the Danube water quality index in the city of Galati, Romania. Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, 2013; 8(4): 155-164.
5-Eslami F, Shokoohi R, Mazloomi S, Darvish Motevalli M, Salari M. Evaluation of Water Quality Index (WQI) of Groundwater Supplies in Kerman Province in 2015. Occupational and Environmental Health 3, 2017; 3(1): 48-58 (in Persian).
6-Mandaric L, Mor JR, Sabater S, Petrovic M. Impact of urban chemical pollution on water quality in small, rural and effluent-dominated Mediterranean streams and rivers. Science of the Total Environment, 2018; 613: 763-772.
7-Dunca AM. Water Pollution and Water Quality Assessment of Major Transboundary Rivers from Banat (Romania). Journal of Chemistry, 2018; 1-8.
8-Sun W, Xia C, Xu M, Guo J, Sun G. Application of modified water quality indices as indicators to assess the spatial and temporal trends of water quality in the Dongjiang River. Ecological Indicators. 2016; 66:306-12.
9-Fataei E, Shiralipoor S, Evaluation of surface water quality using cluster analysis: a case study, World Journal of Fish and Marine Sciences, 2011;3(5) 366-370.
10-Javid AH, Mirbagheri SA, Karimian A., Assessing Dez Dam reservoir water quality by application of WQI and TSI indices, Iranian Journal of Health and Environment, 2014; 9:133-42 (in Persian).
11-Fathi P, Ebrahimi I, Mirghafari N and Esmaili AR, Investigation of Spatial and Temporal Changes in Water Quality of Choghakhor Wetland Using Water Quality Index (WQI), Journal of Aquatic Ecology, 2015; 3(5):41-50.
12-Logeshkumaran A, Magesh N, Godson PS, ChandrasekarN. Hydro-geochemistry and application of water quality index (WQI) for groundwater quality assessment, Anna Nagar, part of Chennai City, Tamil Nadu, India. Applied Water Science. 2015;5(4):335-43.
13-Khalaji M, Ebrahimi E, Hashemenejad H, Motaghe E, Asadola S. Water quality assessment of the Zayandehroud Lake using WQI index. Iranian Scientific Fisheries Journal, 2017;13:51-64 (in Persian).
14-Hosseini H, Shakeri A, Rezaei M, Dashti Barmaki M, Shahraki M, Application of water quality index (WQI) and hydro-geochemistry for surface water quality assessment, Chahnimeh reservoirs in the Sistan and Baluchestan Province, Iran. J. Health & Environ., 2018,11(4):575-586.
15-Esmaili R and Hosseinzadeh MM, Evaluation and Analysis of Chemical Parameters in Groundwater Quality Index (WQI) Case Study of Coastal Plain of Noor County, Mazandaran Province, Journal of Natural Geography, 2018;11(41): 63-49.
16-Mirzaei M, Haghshenas A, Hatami manesh M, Mohammadi BardkashkiB, Solgi E, Water Quality Evaluation of the Intertidal Zone of Pars Special Economic Energy Zone in Different Seasons by Measuring the Concentration of Heavy Metals and Using WQI and TRIX, Iran South Med J., 2018; 21(6): 439-458.
17-Adeli B, Mohammadi Kangarani H, Saadeddin A, Bazrafshan UB, Armin M, Qualitative and quantitative evaluation of groundwater aquifers using WQI method and Mann Kendal test (Case study: Sarakhoon plain of Hormozgan province, Ecohydrolog, 2018; 5(3): 811-801.
18-Sajjadi N,Davoodi M, Jozi SA, The quality assessment of Kan River's resources in terms of agricultural and drinking purposes, Anthropogenic Pollution journal, 2019, 3(1):45-53.
19-Maanan M, Saddik M, Chaibi M, et al. Environmental and Ecological Risk Assessment of Heavy Metals in Sediments of Nador Lagoon, Morocco. Ecol Indic, 2015: 31(48): 616-26.

www.SID.ir

Archive of SID

20-Fiori E, Zavatarelli M, Pinardi N, et al. Observed and Simulated Trophic Index (TRIX) Values for the Adriatic Sea Basin. Nat Hazards Earth Syst Sci, 2016; 16: 2043-54.
21-Dwivedi, SL, Pathak V, A preliminary assignment of water quality index to Mandakini River, Chitrakoot. Indian Journal of Environmental Protection, 2007; 27(11): 1036-1038.
22-Rickwood CJ, Carr GM, Development and sensitivity analysis of a global drinking water quality index, Environmental Monitoring and Assessment, 2009;156(1-4): 73-90.
23-Carbajal-Hernández JJ, Sánchez-Fernández LP, Villa-Vargas LA, Carrasco-Ochoa JA, Martínez-Trinidad JF. Water quality assessment in shrimp culture using an analytical hierarchical process. Ecological indicators. 2013;29:148-58.
24-Fataei F, Seyyedsharifi SA, and Seiiedsafaviyanm SA and Nasrollahzadeh S, Water Quality Assessment Based on WQI and CWQI Indexes in Balikhlou River, Iran, , Journal of Basic and Applied Scientific Research, 2013; 3(3):263-269.
25-Lobato T, Hauser-Davis R, Oliveira T, Silveira A, Silva H, Tavares M, Construction of a novel water quality index and quality indicator for reservoir water quality evaluation: A case study in the Amazon region. Journal of Hydrology, 2015; 83: 522:534.
26-Ionus O, Water quality index-assessment method of the Motru river water quality (Oltenia, Romania). Annals of the University of Craiova. Series Geography/Analele Universitatii din Craiova. Seria Geografie, 2010; 13.
27-Ghaneiyan MT, Mesdaghiniya AR, Ehrampoush MH. Bas of Wastewater Reuse: Principles, Methods, Standards, Health Risks. Yazd: Teb Gostar, 2001; 9-14 (In Persian).
28-Lakshmanan E, Kannan R, Kumar MS. Major ion chemistry and identification of hydrogeochemical processes of ground water in a part of Kancheepuram district, Tamil Nadu, India. Environmental geosciences, 2003; 10(4): 157-166.
29-Shabbir R, Ahmad, SS. Use of geographic information system and water quality index to assess groundwater quality in Rawalpindi and Islamabad. Arabian Journal for Science and Engineering, 2017; 40(7): 2033-2047.

Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir at 9:09 IRST on Tuesday January 19th 2021

www.SID.ir