مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره هفدهم ، شماره اول، بهار ۱۴۰۳، صفحات ۷۱ تا ۸۸

Available online: https://ijhe.tums.ac.ir
مقاله پژوهشی

ارزیابی کیفیت آب‌های نامتعارف (پساب تصفیه‌خانه فاضلاب) شهرستان پاکدشت برای مقاصد آبیاری صیفی‌جات در سال ۱۴۰۱

عباس خزائی[۱]، مهرنوش ابطحی[۲،۳]، مهسا جهانگیری راد[۴]، فاطمه شکری داریان[۳]، محمد رفیعی[۳،۵*]

۱- گروه MPH، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۲- مرکز تحقیقات ارتقاء سلامت محیط کار، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۳- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۴- مرکز تحقیقات پالایش آب، دانشگاه آزاد اسلامی، علوم پزشکی تهران، ایران
۵- مرکز تحقیقات کیفیت هوا و تغییر اقلیم، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۲۰
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۲/۱۱/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۱۶
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۳/۲۱

واژگان کلیدی: آب‌های نامتعارف (پساب تصفیه‌خانه فاضلاب)، شاخص کیفیت پساب، فلزات سنگین، آبیاری صیفی‌جات، شهرستان پاکدشت

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:
rafiee78@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: نظارت بر کیفیت آب‌های نامتعارف علاوه بر امکان استفاده بهینه از آن‌ها، احتمال اقدام اصلاحی برای ارتقاء سطح بهداشت مواد غذایی را مشخص می‌نماید. هدف از این مطالعه، بررسی کیفیت آب‌های نامتعارف (پساب تصفیه‌خانه فاضلاب) در کانال‌های آبیاری مزارع پاکدشت است.

روش بررسی: در این مطالعه توصیفی-مقطعی، از شش کانال آبیاری مزارع پاکدشت، ۱۲۰ نمونه طی مدت ۵ ماه برداشت شد. خصوصیات فیزیکوشیمیایی و میکروبی پساب کانال‌ها تعیین و با استانداردها مقایسه گردید. همچنین کیفیت آب‌ها با کاربرد شاخص‌های ارزیابی فلزات سنگین (HEI)، آلودگی فلزات سنگین (HPI) و کیفیت پساب (WWQI) مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته‌ها: میانگین غلظت پارامترهای COD، BOD_5، TSS، TDS، NO_3^-، SO_4^{-2}، PO_4^{-3} به ترتیب برابر با ۲۵۹، ۱۲۵، ۱۰۵، ۶۹۷، ۴/۵، ۹۴/۴ و ۱۳/۵ mg/L و میانگین تعداد کلیفرم‌های کل و مدفوعی در پساب کانال‌ها بیش از استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران (IRNDOE) و سازمان جهانی خوار و بار و کشاورزی (FAO) تعیین گردید. دامنه غلظت فلزات سنگین (mg/L) مورد بررسی قرار گرفته برای کروم (۰/۰۴۵-۰/۰۲۵)، کادمیوم (۰/۰۰۶-۰/۰۰۱)، سرب (۰/۰۰۶-۰/۰۰۱)، کبالت (۰/۰۵۹-۰/۰۳۸) و نیکل (۰/۰۶-۰/۰۵) کمتر از استاندارد بود؛ اما شاخص‌های HEI و WWQI وضعیت نامطلوب آب برای آبیاری کشاورزی را نشان دادند.

نتیجه‌گیری: براساس مقایسه نتایج پارامترهای اندازه‌گیری شده در این مطالعه با استانداردهای سازمان ملی استاندارد ایران و FAO، آب‌های نامتعارف کانال‌های شهرستان پاکدشت برای آبیاری صیفی‌جات نامناسب، ولی برای محصولات علوفه‌ای و صنعتی مناسب است. در صورت اجرای روش‌های اصلاحی، می‌توان کیفیت آب کانال‌ها را برای مقاصد کشاورزی بهبود بخشید.

Please cite this article as: Khazaee A, Abtahi M, Jahangiri-rad M, Shokri-daryan F, Rafiee M. Evaluation of the quality of unconventional water (wastewater treatment plant effluent) of Pakdasht city for Cucurbits irrigating in 2022. Iranian Journal of Health and Environment. 2024;17(1):71-88.

Copyright © 2024 Iranian Association of Environmental Health, and Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Noncommercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-10-02]

مقدمه

بحران کمی و کیفی منابع آب یکی از مسائل اساسی مناطق خشک و نیمه خشک جهان و کشور ایران است (۱). در شهرستان پاکدشت نیز رشد سریع جمعیت، تکرار وقوع پدیده خشکسالی و توسعه دامنه فعالیت‌های انسانی از جمله احداث شهرک‌های صنعتی، احداث گلخانه، کاشت سبزیجات و سایر محصولات کشاورزی مشکلات ناشی از کمبود آب را دو چندان کرده است (۲). طبق گزارش اداره جهاد کشاورزی، شهرستان پاکدشت دارای ۲۶،۰۰۰ ha اراضی قابل کشت است که در سالهای اخیر به دلیل کمبود آب، ۳،۰۰۰ ha آن بایر شده است. سالیانه به طور متوسط حدود ۲۰۰ میلیون مترمکعب آب کشاورزی این شهرستان از محل سرریز سد ماملو، سد لتیان و پساب تصفیه‌خانه فاضلاب جنوب شهر تهران تأمین می‌گردد. شبکه آبیاری و زهکشی شهرستان پاکدشت مشتمل بر ۶ خط کانال درجه ۱ و ۲ است که به صورت روباز از مجاورت منازل مسکونی و کارگاه‌های صنعتی فاقد سیستم جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب عبور می‌کنند.

استفاده از آب‌های نامتعارف همانند پساب خروجی از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب، در جایی که آب با کیفیت مناسب در دسترس نیست، علاوه بر تأمین منابع آب جهت کشاورزی می‌تواند نیاز غذایی گیاهان را نیز مرتفع نماید (۳). یکی از جنبه‌های مهم برنامه‌ریزی جهت دستیابی به توسعه پایدار در مناطق کم بارش، اعمال مدیریت استفاده از منابع آب نامتعارف است. در این راستا به کارگیری پساب تصفیه‌خانه‌های فاضلاب به عنوان یک منبع جایگزین آب در کشاورزی، تنش‌های کمی و کیفی وارده بر منابع آب زیرزمینی را به حداقل رسانده و پیامدهای ناشی از بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب را نیز کاهش می‌دهد (۴). با این حال، چالش‌های زیست‌محیطی و بهداشتی ناشی از استحصال این آب‌ها همواره مورد توجه جامعه و مسئولین بوده است. Farhadkhani و همکاران در سال ۲۰۲۱ با بررسی نمونه‌های پساب خروجی از تصفیه‌خانه فاضلاب اصفهان اعلام کردند که استفاده از پساب ثانویه، خطر بهداشتی قابل توجه مرتبط با لژیونلا را برای کشاورزان ندارد. در این مطالعه حضور اشرشیا کلی نیز مورد بررسی قرار گرفت و برخی از نمونه‌های پساب ثانویه میزان یالاتر از حد استاندارد پیشنهادی WHO داشتند. به طور کلی محققان نتیجه گرفتند که پساب ثانویه در نواحی نیمه‌خشک، که با کمبود شدید منابع آبی روبرو هستند می تواند به عنوان یک منبع برای آبیاری در کشاورزی مورد استفاده قرار گیرد (۵). Aghababaei در سال ۲۰۲۰، تعدادی از پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و میکروبی پساب تصفیه خانه فاضلاب تفرش را در بازه زمانی فروردین- شهریور، به صورت ماهیانه اندازه گیری نمود. نتایج این مطالعه نشان داد که میانگین پارامترهای کیفی مورد مطالعه پساب خروجی تصفیه خانه فاضلاب شهر تفرش در محدوده استاندارد استفاده در کشاورزی بود. در نهایت محقق، استفاده مجدد از پساب تصفیه‌خانه فاضلاب را در کشاورزی پیشنهاد داده است (۶).

امروزه با توجه به پیشرفت تکنولوژی، در چندین کشور دنیا از جمله ایالات‌متحده و آفریقای‌جنوبی، علاوه بر کاربرد پساب در کشاورزی، حتی پیشنهاد استفاده مجدد از پساب تصفیه‌خانه فاضلاب به‌منظور آب شرب نیز افزایش یافته است (۷). در کاربرد پساب برای کشاورزی، انتخاب گیاهان باید منطبق بر اصولی باشد که موجب آلودگی محصولات آبیاری‌شده به عوامل بیماریزا و انتقال آن به مصرف‌کننده نشود. بنابراین سنجش پارامترهای کیفی موجود در پساب تصفیه‌خانه‌ها و مقایسه مقدار آن‌ها با استانداردها قبل از استفاده مجدد الزامی است (۸). Asgari و همکاران در سال ۲۰۱۷ با بررسی پساب خروجی از تصفیه خانه فاضلاب شهرکرد اعلام کردند این پساب را می‌توان برای آبیاری گیاهان صنعتی و علوفه‌ای با رعایت ضوابط بهداشتی برای حفظ سلامت کارگران در معرض خطر آلودگی میکروبی مورد استفاده قرار داد (۹). نتایج مطالعه مروری Jaramillo و همکاران در سال ۲۰۱۷ نشان داد که بیشتر تحقیقات انجام شده درخصوص استفاده مجدد از فاضلاب در کشاورزی تا سال ۲۰۱۷، معطوف به تغییر بافت خاک بوده و تغییرات احتمالی ناشی از زیست میکروبی کمتر مورد توجه قرار گرفته است. آنها پیشنهاد دادند که تحقیقات جدید می‌بایست به ارزیابی کمی خطر میکروبی و زیست محیطی معطوف گردد (۱۰). بنابراین هرچند که اهمیت فاضلاب برای کشاورزی به عنوان یک منبع آب با ارزش شناخته شده است ولی مدیریت نامناسب آبیاری با

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-10-02]

فاضلاب خام یا پساب تصفیه شده نسبی، می‌تواند خطرات قابل توجهی را برای سلامت عمومی و محیط زیست ایجاد نماید. در حال حاضر فاضلاب ورودی به کانال‌ها به صورت تصادفی توسط کشاورزان پایین دست، جهت آبیاری کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد. لذا به منظور جلوگیری از تهدید بهداشت عمومی و صدمه به محیط زیست، استفاده مجدد از آن باید به صورت مدیریت شده و با کنترل کیفیت صورت گیرد. با توجه به اینکه تاکنون مطالعه جامعی در ارتبط با کیفیت میکروبی-شیمیایی این پساب صورت نگرفته است، مطالعه حاضر به منظور ارزیابی کیفیت شاخص‌های میکروبی، فیزیکوشیمیایی و فلزات سنگین آب‌های نامتعارف جاری در کانال‌های آبیاری مزارع (۶ کانال) شهرستان پاکدشت انجام شد.

مواد و روش‌ها

_ محل مطالعه

این مطالعه از نوع توصیفی است که به صورت مقطعی از تیر ماه سال ۱۴۰۱ تا پایان آبان ماه سال ۱۴۰۱ به منظور تعیین کیفیت فیزیکوشیمیایی و میکروبی آب‌های نامتعارف در شبکه آبیاری و زهکشی پاکدشت که مشتمل بر ۶ خط کانال آبیاری اصلی است، انجام گرفت. مشخصات هندسی و ظرفیت کانال‌های آبیاری مزارع پاکدشت مطابق جدول ۱، از شرکت بهره‌برداری از شبکه‌های آبیاری استان تهران تهیه گردید. معادله ۱ به شرح ذیل برای محاسبه حجم نمونه استفاده گردید:

$$n = \frac{Z^2_{1-\alpha/2}\, S^2}{d^2} \qquad (1)$$

در این معادله، n تعداد نمونه، $Z1\text{-}\alpha/2$ ضریب اطمینان طرح در تعمیم نتایج به جامعه، S انحراف معیار و d دقت است.

در مجموع با توجه به رابطه فوق، اهداف مطالعه و عطف به مطالعات گذشته در خصوص مقادیر اندازه‌گیری شده (میانگین و انحراف معیار) پارامترهای مورد مطالعه، مجموعاً ۱۲۰ نمونه جمع‌آوری گردید.

جدول ۱- مشخصات هندسی و ظرفیت کانال‌های آبیاری مزارع پاکدشت

ردیف	نام کانال	دبی کانال (m^3/h)	طول کانال (km)	ارتفاع کانال (m)	عرض کانال (m)
۱	OA	۳۲	۷/٦	۲/٤	۳/٦
۲	AB	۱۹	٥/۰۸٦	۲/۲	۲/٤
۳	AMX	۱/۷ – ۱٤	۱٤/۲	۰/۹ –۲/۱٥	۰/۹ –۱/۲
٤	AU	۰/۸ – ۲/۸	٤/۳	۰/۸ – ۱/۳	۰/٦ –۰/۹
٥	BV	۱/۳ – ۳/۸	٥/۲	۰/۹٥ – ۱/٤٥	۰/٦ – ۰/۹
٦	BY	۱/۱ –۳	۸/۷	۰/۹ –۱/۳	۰/٦ – ۰/۹

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-10-02]

ـ جمع‌آوری و آنالیز نمونه‌ها

نمونه‌برداری بصورت مقطعی در یک دوره زمانی پنج ماهه و در ظروف استریل شیشه‌ای حاوی تیوسولفات سدیم (برای آنالیزهای میکروبی) و ظروف پلی اتیلنی (برای آنالیزهای شیمیایی) انجام گرفت. mL ۰/۱ محلول تیوسولفات سدیم ۳ درصد قبل از استریلیزاسیون به ازای هر mL ۱۰۰ نمونه در داخل فلاسک‌های نمونه‌برداری اضافه شد. لازم به توضیح است که نمونه‌ها بصورت لحظه‌ای و از نزدیک‌ترین نقطه به محل برداشت آب برای آبیاری مزرعه جمع‌آوری شدند. نمونه‌های جمع آوری شده پس از انتقال به آزمایشگاه با حفظ شرایط سرما، بلافاصله از نظر پارامترهای میکروبی (کلیفرم کل و کلیفرم‌های مدفوعی) و پارامترهای شیمیایی مشتمل بر pH، اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD)، اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی (BOD_5)، کل جامدات معلق (TSS)، کل جامدات محلول (TDS)، نیترات (NO_3^-)، هدایت الکتریکی (EC)، کدورت (Turbidity)، سولفات (SO_4^{-2})، فسفات (PO_4^{-3}) و فلزات سنگین (کروم، کادمیوم، سرب، کبالت و نیکل) مورد سنجش قرار گرفتند. کلیه شرایط نمونه‌برداری و انجام آزمایشات براساس روش‌های مندرج در کتاب روش‌های استاندارد آزمایش‌های آب و فاضلاب انجام گرفت (۱۱). غلظت فلزات سنگین با استفاده از دستگاه MP:AES (Microwave Plasma Atomic Emission Spectroscopy) اندازه‌گیری گردید. صحت سنجی دستگاه با استفاده از نمونه‌های استاندارد و نمونه مجهول برای هر عنصر در سه تکرار انجام گرفت که مابین ۹۹-۹۵ درصد بود.

ـ تعیین کیفیت آب جاری در کانال‌ها

به‌منظور تعیین امکان استفاده از آب‌های نامتعارف جاری در کانال‌های شهرستان پاکدشت برای مصارف کشاورزی از استاندارد سازمان‌های حفاظت محیط زیست (IRNDOE,1395)، سازمان ملی استاندارد ایران و نیز سازمان جهانی خوارو بار و کشاورزی (Food and Agriculture Organization (FAO)، 2008) استفاده شده و نتایج هر کدام از پارامترها با این استانداردها مقایسه گردید. علاوه بر آن، جهت بررسی وضعیت کلی کیفیت آب‌های نامتعارف کانال‌ها و مقایسه آنها، از شاخص‌های ارزیابی فلزات سنگین (Heavy Metal Evaluation Index (HEI))، آلودگی فلزات سنگین (Heavy Metal Pollution Index (HPI)) و کیفیت پساب (Wastewater Quality Index (WWQI)) استفاده شد.

شاخص ارزیابی فلزات سنگین (HEI) برای ارزیابی کلی کیفیت نمونه‌های آب و فاضلاب از نظر آلودگی به فلزات سنگین بکار رفته و مطابق با معادله ۲ محاسبه گردید:

$$HEI = \sum_{i=1}^{n} \frac{C_i}{S_i} \qquad (۲)$$

در این معادله C_i و S_i به‌ترتیب غلظت اندازه گیری شده و استاندارد فلزات سنگین مورد مطالعه است. شایان ذکر است که میزان استاندارد در روابط محاسبات شاخص‌ها از استانداردهای کیفیت آب به‌منظور آبیاری کشاورزی انتخاب شده است. مقدار این شاخص نشان‌دهنده کیفیت پساب است. شاخص HEI<۱۰ نشان‌دهنده آلودگی کم، ۱۰<HEI<۲۰ آلودگی متوسط و HEI>۲۰ آلودگی زیاد آب یا پساب را نشان می‌دهد. همچنین در این مطالعه از شاخص آلودگی فلزات سنگین (HPI) استفاده شد (معادلات ۳ و ۴). در این معادلات Wi و Qi به ترتیب زیرشاخص iام فلز سنگین و وزن آن فلز در روابط مربوطه است. Qi از معادله ۳ بدست می‌آید و وزن تاثیر آلودگی فلزات سنگین در این معادله بر اساس نظر کارشناسی در سایر مطالعات انتخاب شده است. براساس شاخص HPI، مقدار شاخص HPI<۱۵ با آلودگی کم فلزات، ۱۵<HPI<۳۰ با آلودگی متوسط فلزات و HPI>۳۰ آلودگی بالای فلزات سنگین گزارش می‌شود. در بعضی از مطالعات، شاخص بالاتر از ۱۰۰ را بحرانی اعلام کرده‌اند (۱۲-۱۵).

$$HPI = \frac{\sum_{i=1}^{n} W_i Q_i}{\sum_{i=1}^{n} W_i} \qquad (۳)$$

$$Q_i = \sum_{i=1}^{n} \frac{C_i}{S_i} \times 100 \qquad (۴)$$

در محاسبه شاخص کیفیت پساب (WWQI) از شاخص کیفیت آب کانادا (CWQI) استفاده شد. این شاخص با

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-10-02]

استفاده از سه عامل: ضریب دامنه (F1)، ضریب فرکانس (F2) و ضریب دامنه (F3) محاسبه می‌شود. ضریب دامنه تابعی از تعداد پارامترهایی است که مقادیر اندازه‌گیری شده آنها از معیارها تخطی کرده‌اند؛ ضریب فرکانس تابعی از تعداد اندازه‌گیری‌های در یک مجموعه بالاتر از معیار را نشان می‌دهد و ضریب دامنه تابعی از بزرگی گذر از معیارها در اندازه‌گیری‌های بالاتر از حد معیار است. طبقه‌بندی این شاخص، کیفیت پساب‌ها را به ۶ دسته تقسیم می‌کند و مقادیر آن به‌ترتیب ۹۵<WWQI<۱۰۰ کیفیت عالی، ۸۹<WWQI<۹۴ کیفیت بسیار خوب، ۸۰<WWQI<۸۸ کیفیت خوب، ۶۵<WWQI<۷۹ کیفیت متوسط، ۴۵<WWQI<۶۴ کیفیت مرزی و ۰<WWQI<۴۵ کیفیت بد است (۱۶-۱۸). برای محاسبه این شاخص از دو گروه استانداردهای سازمان ملی استاندارد (۲-۲۱۸۷۶ سال ۱۳۹۵) عبارت از استاندارد آبیاری نامحدود شهری و آبیاری محصولات غذایی کشاورزی که خام مصرف می‌شوند و استاندارد آبیاری محدود شهری و آبیاری محصولات غذایی قابل فرآوری استفاده شد (۱۹).

ـ تجزیه و تحلیل داده‌ها

جهت تحلیل داده‌ها از نرم افزارهای Excel و SPSS نسخه 22 استفاده شد. همچنین برای مقایسه پارامترهای اندازه‌گیری شده در آب‌های جاری در کانال‌های مورد مطالعه با مقادیر استاندارد، پس از بررسی پیروی متغیرها از توزیع نرمال (تست K-S)، از آزمون One Sample t-test استفاده گردید.

یافته‌ها

ـ پارامترهای میکروبی

در نمودار ۱ میانگین میزان شاخص‌های میکروبی در آب‌های نامتعارف جاری در کانال‌های آبیاری مزارع پاکدشت نشان داده شده است. طبق این نتایج، میزان کل کلیفرم‌ها و همچنین کلیفرم‌های مدفوعی بیش از مقدار استاندارد بود.

نمودار ۱- مقایسه غلظت شاخص‌های میکروبی در کانال‌های آبیاری مزارع

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-10-02]

ـ پارامترهای فیزیکوشیمیایی

نتـایج میانگین مقادیر شاخص‌هـــای فـیزیکوشـیمیایی شـامل pH، COD، BOD_5، TSS، TDS، NO_3^-، EC، Turbidity، SO_4^{2-}، PO_4^{3-} و فلزات سنگین (کروم، کادمیوم، سرب، کبالت و نیکل) در آب‌های نامتعارف کانال‌های مورد مطالعه و همچنین مقایسه این پارامترها با استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران (IRNDOE) و سازمان جهانی خوار و بار و کشاورزی (FAO) در جدول ۲ ارائه شده است. براساس آزمون t تک نمونه‌ای با سطح معنی‌داری ۰/۰۵ میانگین غلظت پارامترهای BOD_5 و TSS بیشتر از مقدار استاندارد بود؛ با این حال این نتیجه معنی‌دار نبود. همچنین میانگین غلظت NO_3^- کمتر از مقدار استاندارد بود. میانگین مقادیر EC و کدورت و همچنین غلظت COD و TDS به طور معنی‌داری بیشتر از مقدار استاندار بود و میانگین غلظت فلزات سنگین به طور معنی‌داری کمتر از مقدار استاندارد است. همچنین تفاوت آماری بین میانگین‌های پارامترهای فیزیکوشیمیایی در دو فصل مورد آنالیز قرار گرفت و بین آنها تفاوت آماری قابل ملاحظه‌ای مشاهده نگردید. با بررسی میزان بارندگی در فصل‌های تابستان و پاییز ۱۴۰۱ مطابق با آمار شرکت سهامی آب منطقه ای تهران (RWCT) مشخص شد میزان بـارندگی ۳ ماهه تابستان mm ۹/۴ و ۲ ماهه پاییز mm ۲/۲ بوده است. این موضوع ممکن است نتیجه عدم اختلاف آمـــاری بـیـن مـــیانگـین فصـول مورد مطالـعه نیز باشد.

جدول ۲- کیفیت فیزیکوشیمیایی آب‌های نامتعارف کانال‌های آبیاری مزارع کشاورزی پاکدشت و مقایسه با استاندارد IRNDOE و FAO

شاخص	واحد	میانگین غلظت در کانال						میانگین	استاندارد	استاندارد	p
		OA	AMX	AU	AB	BY	BV	کل کانال‌ها	IRNDOE	FAO	
pH	-	۷/۲	٦/۹۷	٦/۷۷	۷/۰۸	۷/۰۲	٦/۷٦	٦/۹۷	۸-٦/٥	٦/۸-٥	-
کدورت	NTU	٥۷/٦	٦٤/٤	٦۸/۳	۷٤	۹٥/٦	۹۷/۳	۷٦/۲	*۲	-	< ۰/۰۰۱
EC	µmhos/cm	٦۹۸	۱۰٤٦	۱۰۳۰	۱۰۲٦	۱۰٤۹	۱۰٥٥	۱۰۱٤	-	۷۰	< ۰/۰۰۱
TSS	mg/L	٦۹	۷٦	۱۰٤	۱۱۹	۱۲٦	۱۳۳	۱۰٥	*٥	-	۰/٤۲۸
TDS	mg/L	٦۹۷	۷۰۱	٦۹٦	٦۹۹	٦۸۳	۷۰٥	٦۹۷	-	٤٥۰	< ۰/۰۰۱
COD	mg/L	۱۲٥	۱٥۷	۲٦٤	۲۹٥	۳٤۱	۳۷۱	۲٥۹	۲۰۰	-	۰/۰۰٥
BOD_5	mg/L	٥۸	٦٥/٦	۹۸	۱۲۲/٦	۲۱۲/۳	۲۳۳/۳	۱۲٥	*٥	-	۰/۰۷۱
NO_3^-	mg/L	۳/٦	۳/۷	۳/٦	۲/٦	٤/۱	۹/٥	٤/٥	-	٥	۰/۳۹۲
SO_4^{2-}	mg/L	۹۹	۹۷	۹٦	۹۲	۸۸/٦	۹۳	۹٤/٤	٥۰۰	-	< ۰/۰۰۱
PO_4^{3-}	mg/L	۸/٤	۱۰/٥۸	۱۳/۱۸	۱۰	۱۹/۳	۲۱/۳	۱۳/٥	-	-	-
کروم	mg/L	۰/۰٤٥	۰/۰۲٥	۰/۰۲٦	۰/۰۲٦	۰/۰۲۹	۰/۰۳	۰/۰۳	۱	۰/۱	< ۰/۰۰۱
کادمیوم	mg/L	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۰٦	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۹	۰/۰٥	۰/۰۱	< ۰/۰۰۱
سرب	mg/L	۰/۰۷٦	۰/۰۱	۰/۰۰۹	۰/۰۱۱	۰/۰۱۳	۰/۰۱۲	۰/۰۲	۱	٥	< ۰/۰۰۱
کبالت	mg/L	۰/۰۳۸	۰/۰٤۸	۰/۰٤٦	۰/۰٥۹	۰/۰٥۳	۰/۰٥٦	۰/۰٥	۰/۰٥	۰/۰٥	۰/۹۰۱
نیکل	mg/L	۰/۰٥	۰/۰٦	۰/۰٥	۰/۰٦	۰/۰٥۳	۰/۰٦	۰/۰٥٦	۲	۰/۲	< ۰/۰۰۱

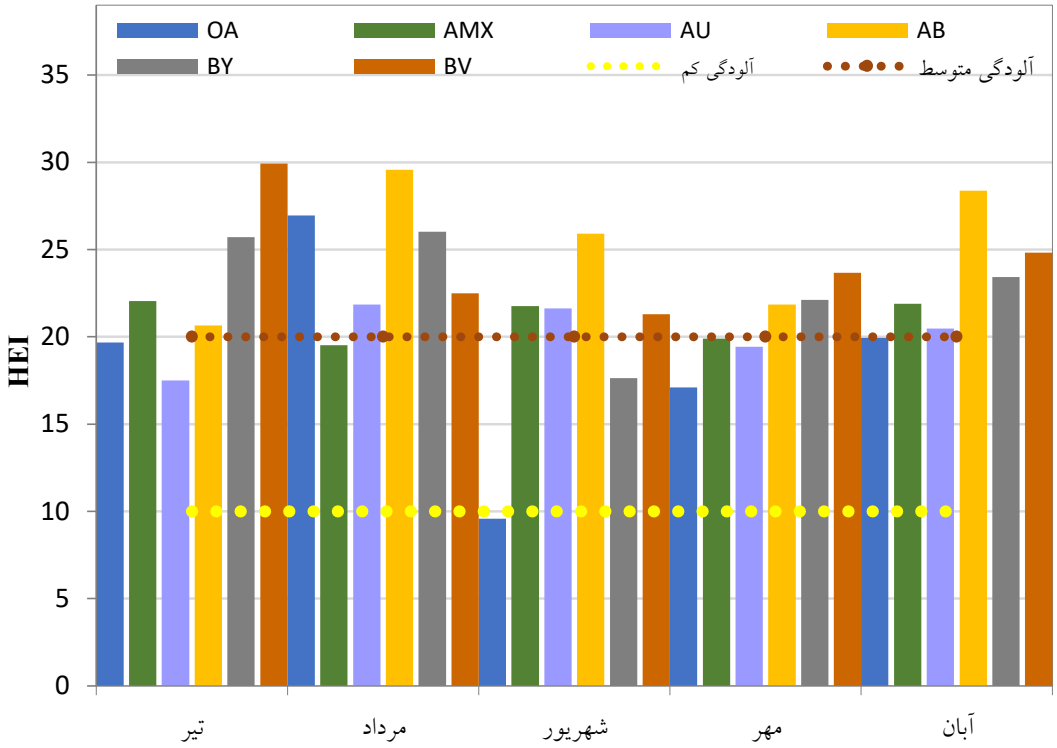
* استاندارد آبیاری نامحدود کشاورزی سازمان ملی استاندارد ایران، ۱۳۹٥

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-10-02]

_ شاخص‌های کیفیت آب‌های نامتعارف

_ شاخص ارزیابی فلزات سنگین

نمودار ۲ نتایج تعیین شاخص ارزیابی فلزات سنگین را ارائه می‌دهد. بازه این شاخص در ماه‌های مختلف از مقدار کمینه ۹/۵۸ در کانال OA (شهریورماه) تا بیشینه ۲۹/۹۲ در کانال BV (تیرماه) متغیر بود و میانگین این شاخص در کانال‌های OA، AMX، AU، AB، BY و BV به ترتیب ۱۸/۶۵، ۲۱/۰۳، ۲۰/۱۸، ۲۵/۲۷، ۲۲/۹۸ و ۲۴/۴۴ بود. میانگین کل این شاخص در همه کانال‌ها برابر ۲۲ بود. همانگونه که در نمودار مشاهده می‌شود، میزان این شاخص برای همه ماه‌ها در همه کانال‌ها از حد آلودگی کم بالاتر بود و در ۴۳ درصد نمونه‌ها نیز شاخص از آلودگی متوسط تخطی کرده و در محدوده آلودگی بالا قرار داشت.

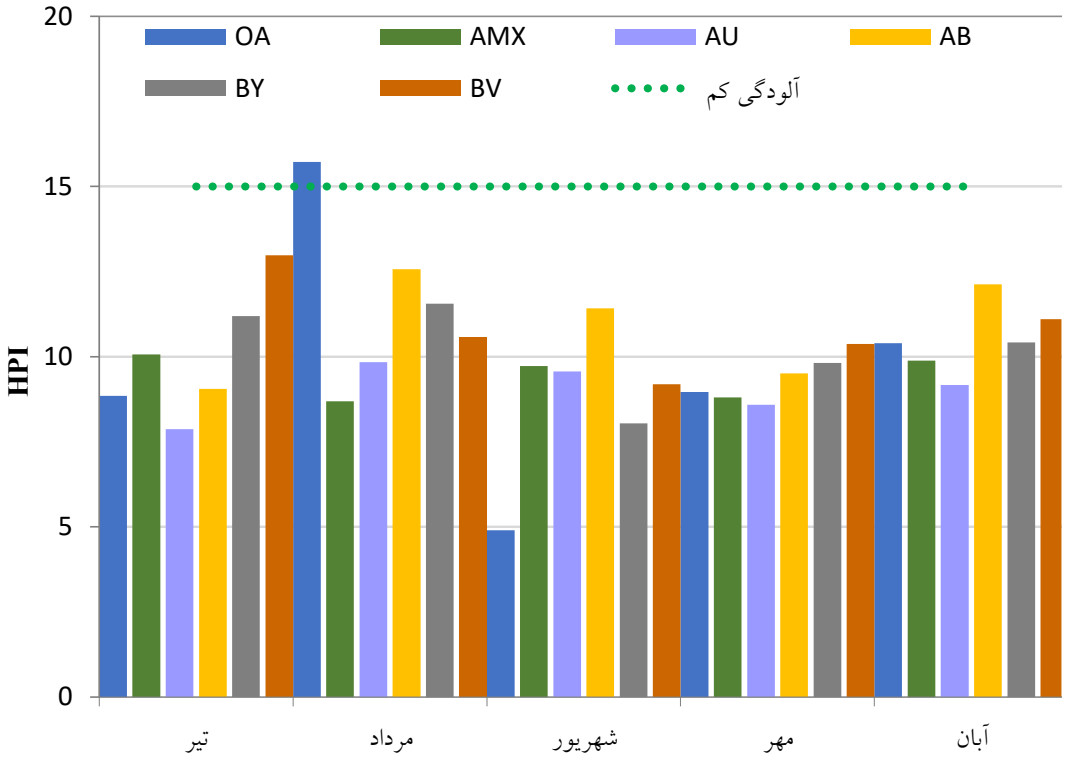


نمودار ۲- تغییرات زمانی شاخص ارزیابی فلزات سنگین (HEI) آب‌های نامتعارف کانال‌های آبیاری مزارع

_ شاخص آلودگی فلزات سنگین

نمودار ۳ نتایج تعیین شاخص آلودگی فلزات سنگین در کانال‌ها را نمایش می‌دهد. همانطور که در نمودار مشاهده می‌شود بجز نمونه مرداد ماه کانال OA، این شاخص در بقیه نمونه‌ها در محدوده آلودگی کم قرار دارد. بازه این شاخص برای کانال‌ها در ماه‌های مختلف از مقدار کمینه ۴/۹۰ در کانال OA (شهریورماه) تا بیشینه ۱۵/۷۲ در کانال OA (مردادماه) قرار داشت و میانگین این شاخص در کانال‌های OA، AMX، AU، AB، BY و BV به ترتیب ۹/۷۷، ۹/۴۳، ۹/۰۱، ۱۰/۹۴، ۱۰/۲۱ و ۱۰/۵۸ بدست آمد. میانگین کل این شاخص در همه کانال‌ها برابر ۱۰ بود.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-10-02]

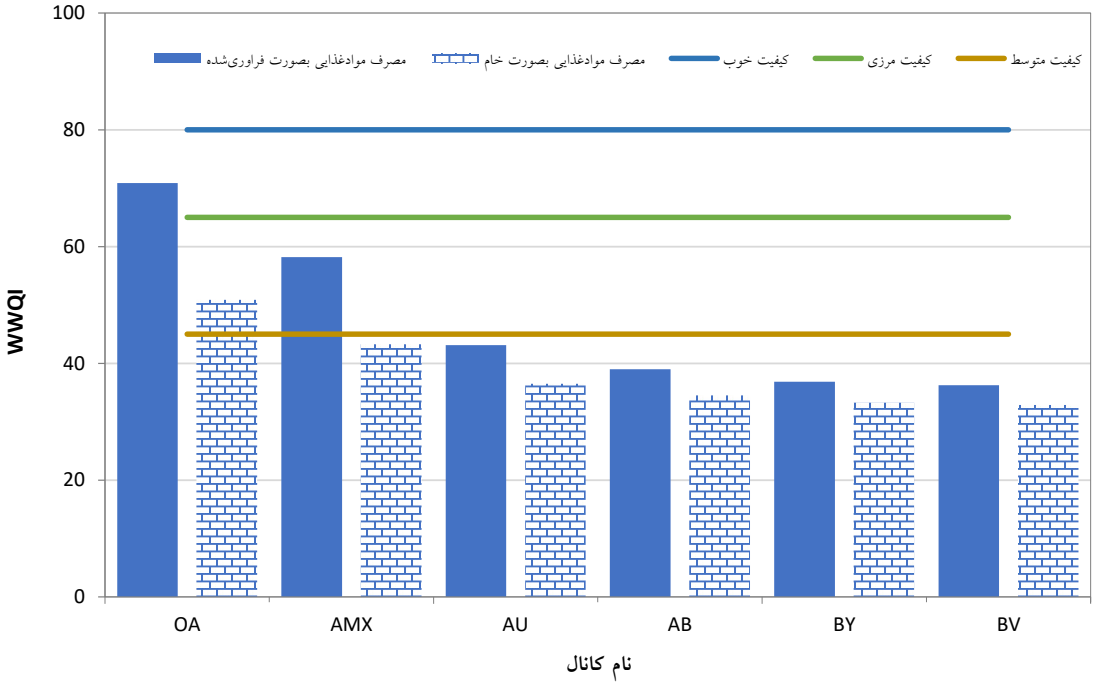


نمودار ۳- تغییرات زمانی شاخص آلودگی فلزات سنگین (HPI) آب‌های نامتعارف کانال‌های آبیاری مزارع

_ شاخص کیفیت پساب

نمودار ۴ شاخص کیفیت پساب (WWQI) کانال‌ها را نشان می‌دهد. این شاخص براساس پارامترهای فیزیکوشیمیایی کدورت، PH، TSS، TDS، COD، BOD_5، SO_4^{2-} و فلزات سنگین شامل کروم، کادمیوم، سرب، کبالت و نیکل محاسبه شد. بدلیل کم بودن تعداد نمونه‌برداری و اندازه‌گیری بار میکروبی، مقادیر کلیفرم گرماپای در محاسبه شاخص درنظر نگرفته نشد. همچنین برای محاسبه شاخص از دو گروه استاندارد آبیاری نامحدود شهری و مواد غذایی خام و استاندارد آبیاری مواد غذایی فراوری‌شده استفاده شد. همانطور که در نمودار مشاهده می‌شود، کیفیت آب‌های نامتعارف این کانال‌ها به‌طور کلی پایین‌تر از طبقه کیفیت خوب قرار دارند و این موضوع در مورد شاخص WWQI آبیاری نامحدود وخیم‌تر می‌شود. به‌نحوی که مقادیر شاخص WWQI برای آبیاری موادغذایی فرآوری شده در کانال‌های OA، AMX، AU، AB، BY و BV به‌ترتیب برابر ۷۰/۸۸، ۵۸/۲۰، ۴۳/۱۴، ۳۹/۰۰، ۳۶/۵۸ و ۳۶/۲۶ محاسبه شد و این مقادیر در مقایسه با استاندارد آبیاری نامحدود و برای مواد غذایی خام به‌ترتیب ۵۰/۸۸، ۴۳/۲۵، ۳۶/۵۱، ۳۴/۵۱، ۳۳/۲۹ و ۳۲/۸۵ بدست آمد. شایان ذکر است استاندارد کدورت، جامدات معلق و BOD برای آبیاری نامحدود تدوین شده توسط سازمان ملی استاندارد، به‌ترتیب ۲ NTU، ۵ mg/L و ۵ mg/L و در حد آب شرب تنظیم شده است.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-10-02]



نمودار ۴- مقایسه شاخص کیفیت پساب (WWQI) در کانال‌های آبیاری مزارع

بحث

آنالیز نتایج غلظت میکروبی مورد سنجش در کانال‌های آبیاری مزارع پاکدشت نشان داد که کانال‌های OA و AMX، کمترین آلودگی میکروبی را دارند. دو کانال مذکور از نظر موقعیت جغرافیایی در بخش شمالی (OA) و شمال شرقی (AMX) شهرستان پاکدشت قرار داشته و در مجاورت آن‌ها منازل مسکونی و کارگاه‌های صنعتی کمتری نسبت به سایر کانال‌ها وجود دارد؛ اگرچه مقادیر بار میکروبی در آنها بالاتر از استاندارد آبیاری نامحدود (MPN/100 mL 100) و محدود (MPN/100 mL 10) است. همچنین بررسی نتایج غلظت میکروبی نشان داد که در کانال‌های BV و BY، بیشترین بار میکروبی وجود دارد. این نتایج را می‌توان به موقعیت جغرافیای این دو کانال که در بخش جنوبی شهرستان واقع شده‌اند نسبت داد که به دلیل نزدیکی زیاد دو کانال مذکور به منازل مسکونی بیشترین احتمال ورود فاضلاب‌های خام خانگی را دارند. بطورکلی در این مطالعه نشان داده شد که میانگین تعداد کلیفرم‌های کل و مدفوعی در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب‌های نامتعارف کانال‌ها به‌ترتیب برابر ۷۳۸۶۷۰ و ۴۶۹۴۳۳ عدد و بیشتر از مقدار استاندارد است، بنابراین انجام اقدامات کنترلی ازجمله سرپوشیده نمودن کانال‌ها و گندزدایی آب‌های نامتعارف قبل از استفاده برای آبیاری مزارع الزامی است. در مطالعه مشابه Khodabakhshi و همکاران در بررسی امکان استفاده از پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شهرستان بروجن برای مصارف کشاورزی و آبیاری به این نتیجه رسیدند که تعداد کلیفرم‌های کل و مدفوعی در پساب بیش از مقادیر استاندارد حفاظت محیط زیست و FAO بوده و نیاز به تصفیه بیشتر قبل از کاربرد آن در کشاورزی است (۲۰). در مطالعه Nasseri و همکاران نیز در سال ۲۰۰۸ با ارزیابی گزینه‌های ممکن برای استفاده مجدد از پساب تصفیه‌خانه فاضلاب اردبیل، میانگین تعداد کلیفرم‌های کل و مدفوعی با استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران مطابقت نداشته است (۲۱).

مقدار pH مناسب برای آبیاری بین ۶/۵ تا ۸/۴ متغیر است.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-10-02]

آب آبیاری با pH خارج از محدوده طبیعی، ممکن است باعث عدم تعادل تغذیه‌ای شود یا حاوی یون سمی باشد. همچنین مقدار pH آب در استفاده از تجهیزات آبیاری و بررسی پتانسیل خورندگی یا رسوبگذاری لوله‌ها و سایر تأسیسات اهمیت می‌یابد (۲۲). نتایج اندازه گیری pH در کانال‌ها نشان می‌دهد که مقدار pH در همه نمونه‌ها در بازه استاندارد قرار داشته است و مشابه نتایج مطالعه Tak و همکاران و Salehi و همکاران است (۲۳، ۲۴).

مشاهده نتایج کدورت در جدول ۲ نشان می‌دهد که همه مقادیر میانگین بالاتر از حد استاندارد آب آبیاری ایران است (NTU ۲ برای آبیاری نامحدود). میانگین کدورت همه کانال‌ها برابر NTU ۷۶/۲ بدست آمد. این مقدار کدوت می‌تواند ناشی از ورود انواع رواناب‌های سطحی حاوی مواد آلی و معدنی به داخل کانال‌ها باشد، زیرا موانع حفاظتی جهت جلوگیری از تخلیه انواع ریزش‌ها به آن‌ها وجود ندارد. بجز ایران کشورهای محدودی برای آب آبیاری استاندارد کدورت تعیین کرده‌اند. استاندارد کدورت در کشورهای ایالات متحده و یونان کمتر از NTU ۲ فقط برای محصولاتی که مستقیما آبیاری می‌شوند تعیین شده است و استاندارد کمتر از NTU ۱۰ برای آبیاری سبزیجات توسط اسپانیا تعیین شده است. سطح بالای کدورت می‌تواند عملکرد تأسیسات آبیاری را تحت تاثیر قرار داده و همچنین هدایت هیدرولیکی خاک را کاهش دهد. علاوه بر این، نشان‌دهنده احتمال وجود ویروس‌ها و باکتری‌های متصل شده به ذرات باشند (۲۵-۲۷). Müller و همکار (۱۹۸۵) مقدار TSS کمتر از mg/L ۵۰ را بدون محدودیت استفاده پیشنهاد کردند و TSS بیشتر از mg/L ۱۰۰ را با محدودیت شدید در استفاده برای آبیاری قطره‌ای درنظر گرفتند. این پارامتر در دستورالعمل استفاده مجدد پساب USEPA کمتر از mg/L ۳۰ در محصولات کشاورزی غذایی که بصورت فرآوری شده مورد استفاده قرار می گیرند و محصولات غیرخوراکی توصیه شده است و برای محصولات خوراکی بدون فرآوری فقط کدورت کمتر از NTU ۲ پیشنهاد شده است (۲۵، ۲۸). استاندارد TSS آبیاری کشاورزی ایران، mg/L ۵ برای آبیاری نامحدود و mg/L ۱۰ برای آبیاری محدود است. در این مطالعه میانگین TSS در همه کانال‌ها برابر mg/L ۱۰۵ بود. کمترین مقدار TSS در نمونه تیرماه کانال OA (mg/L ۴۰) و بالاترین مقدار در نمونه مرداد ماه کانال BV (mg/L ۱۶۰) تعیین شد. این مقادیر مطابق با نتایج Baghapour و همکاران بر روی خروجی تصفیه‌خانه فاضلاب شیراز بود. در این مطالعه میزان TSS در ماه‌های گرم بین ۱۸ تا mg/L ۱۱۵ و در ماه‌های سرد بین ۱۵ تا mg/L ۱۶۳ بدست آمد (۱۷). Moussaoui و همکاران، میانگین TSS را در خروجی تصفیه‌خانه فاضلاب mg/L ۱۲/۹۷ گزارش کردند (۲۲). Ayoub و همکار میانگین TSS در پساب تصفیه‌خانه را mg/L ۳۰/۵ گزارش کردند (۲۹). Islam و همکاران، مقدار TSS را در نمونه‌های پساب بین ۱۹ تا mg/L ۱۹۰ گزارش کردند (۳۰).

یکی از تأثیرگذارترین پارامترهای کیفیت آب در بهره وری محصول، شوری آب است که با هدایت الکتریکی (EC) اندازه‌گیری می‌شود. اثر اولیه EC بالای آب بر بهره‌وری محصول، ناتوانی گیاه در رقابت با یون‌های موجود در خاک است، شرایطی که به عنوان خشکی اسمزی (کم‌آبی فیزیولوژیکی) شناخته می‌شود. به‌عبارتی هرچه EC بالاتر باشد، آب کمتری در دسترس گیاهان است، حتی اگر خاک مرطوب به نظر برسد (۲۴). براساس رهنمودها، هدایت الکتریکی کمتر از mmhos/cm ۰/۷۵ محدودیتی برای کشاورزی ایجاد نمی‌کند، در حالی‌که مقادیر بین ۰/۷۶ تا mmhos/cm ۳ استفاده از پساب را برای آبیاری کشاورزی تا حدودی محدود می سازد و مقادیر EC بالاتر از mmhos/cm ۳ برای کشاورزی مناسب نیست. البته گیاهان مختلف، آستانه تحمل متفاوتی نسبت به افزایش EC دارند (۳۱). نتایج EC آب‌های نامتعارف کانال‌ها بین ۰/۶۸۸ تا mmhos/cm ۱/۰۰۵ بود که در محدوده مناسب برای آبیاری می‌باشد. مقادیر میانگین EC در مطالعه Baghapour و همکاران و Khodabakhshi و همکاران به ترتیب ۱۹۱۳ و µmoh/cm ۱۱۱۴ گزارش شده‌اند (۱۷، ۲۰).

میزان جامدات محلول (TDS) یکی دیگر از معیارهای آبیاری است. TDS بالاتر از mg/L ۱۰۰۰ برای بیشتر محصولات کشاورزی توصیه نمی‌شود، زیرا می‌تواند بر شوری خاک تأثیر

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-10-02]

بگذارد. آبیاری طولانی مدت خاک‌هایی با غلظت سدیم بالا نسبت به کلسیم و منیزیم، بی کربنات، کربنات و TDS تشکیل خاکدانه‌ها را محدود کرده و نفوذ را کاهش می‌دهد (۳۲، ۳۳). میانگین مقادیر TDS در آب‌های نامتعارف کانال‌ها ۶۹۷ mg/L بود. کمترین مقدار TDS برابر ۶۵۴ mg/L در کانال BY (تیرماه) و بالاترین مقدار ۷۱۷ mg/L در کانال BV (شهریورماه) بدست آمد. براساس این نتایج، مقادیر TDS کانال‌ها در محدوده مناسب برای کشاورزی است ولی بالاتر از مقدار توصیه شده FAO هستند. نتایج مشابه در مطالعه Safa و همکاران، در بررسی امکان استفاده از پساب تصفیه خانه فاضلاب شهر کرمان در کشاورزی گزارش شده است (۳۴). مقادیر میانگین TDS در مطالعه Baghapour و همکاران و Khodabakhshi و همکاران به ترتیب ۱۲۸۴/۳۵ و ۵۱۳/۸ mg/L گزارش نمودند (۱۷، ۲۰).

مواد آلی در پیکره‌های آبی با آزمون‌های COD وBOD سنجیده می‌شود. در یک محیط با مقدار BOD بالا، اکسیژن موجود برای تجزیه مواد آلی مصرف می‌شود و ایجاد یک حالت بی‌هوازی می‌نماید و در طول فرآیند تجزیه، ترکیبات معدنی در خاک مانند Fe^{3+}، Mn^{5+} و SO_4^{2-} اکسیژن مصرف می‌کنند تا اکسیداسیون- احیاء را کاهش دهند. در پایان، آهن، منگنز و سولفید تولید شده به همراه اسیدهای آلی می‌توانند باعث اختلال در جذب مواد مغذی در گیاهان شوند. از میان کشورها، ایالات متحده، فرانسه و ایتالیا که سخت‌ترین استانداردهای کیفیت آب را برای استفاده مجدد از فاضلاب دارند، استانداردهای BOD و COD را دارند. استاندارد BOD برای آبیاری نامحدود و محدود به‌ترتیب ۵ و ۱۰ mg/L تعیین شده است. معمولاً اطلاعات مربوط به مقادیر مناسب محتوای کربن آلی در استانداردهای آب آبیاری به چشم نمی خورد. استاندارد DIN 19650 آلمان، میزان COD را حداکثر ۶۰ mg/L توصیه می کند. در خصوص اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی، ارزیابی خطر برای باغبانی گلخانه‌ای زمانی که از آب با محتوای بیش از ۱۰ mg/L استفاده شده، توصیه می‌شود (۲۷، ۳۵). براساس نتایج ارائه شده در جدول ۲ میانگین COD و BOD در این کانال‌ها به‌ترتیب ۲۵۹ و ۱۲۵ mg/L بوده است. همانطور که مشاهده می‌شود حتی حداقل مقادیر COD و BOD در کانال‌ها (به‌ترتیب ۷۹ و ۳۰ mg/L) بالاتر از مقادیر توصیه شده استاندارد آبیاری کشاورزی ایران است. در استاندارد قبلی آبیاری کشاورزی در ایران BOD و COD به‌ترتیب ۱۰۰ و ۲۰۰ mg/L تعیین شده بود.

نیتروژن یک ماده مغذی گیاهی است و رشد محصول را تحریک می‌کند؛ بنابراین نیترات-نیتروژن (NO_3-N) آب می‌تواند منبع مهم نیتروژن باشد؛ اما نیتروژن موجود در آب آبیاری تقریباً همان اثر نیتروژن کود استفاده شده در خاک را دارد و مازاد آن نیز مانند کوددهی بیش از حد، باعث ایجاد مشکل می‌شود. علاوه بر اثرات مثبت حضور نیترات در آب آبیاری، احتمال تجمع نیترات در گیاهان به‌ویژه سبزیجات و اثرات سلامت مرتبط با آن، عاملی است که مورد توجه قرار می‌گیرد. از نظر بهبود بهره‌وری کشاورزی حداقل نیترات ۱۰ mg/L برحسب نیتروژن توصیه می‌شود و مقادیر بالاتر از ۳۰ mg/L برحسب نیتروژن به‌ویژه در گیاهان حساس، مشکل‌ساز خواهد بود. از نظر تاثیر بر سلامتی، FAO مقدار ۵ mg/L را توصیه می‌کند (۲۵، ۳۶). نیترات اندازه‌گیری شده در این کانال‌ها بین حداقل ۰/۴ تا ۱۲ mg/L با میانگین ۴/۵ mg/L بدست آمد. Khodabakhshi و همکاران میانگین میزان نیترات را در پساب تصفیه‌خانه بروجن ۳/۱۵ mg/L گزارش نمودند (۲۰). Colmenarejo و همکاران در تصفیه‌خانه‌های مختلف مادرید اسپانیا نیز نتایج مشابهی را گزارش کرده و مقادیر نیترات در پساب تصفیه شده را از ۱/۹ تا ۶/۴ mg/L گزارش کردند (۳۷). Moussaoui و همکاران، مقادیر نیترات در پساب تصفیه‌خانه را بین ۰/۲۳ تا ۶/۶۵ mg/L گزارش نمودند (۲۲).

یون سولفات سهم عمده‌ای در شوری آب‌های آبیاری دارد، همچنین سولفات مانند بور، دارای مزایای حاصلخیزی خاک است و آب آبیاری معمولاً سولفات کافی برای حمایت از رشد محصولات زراعی را دارد. نمک‌های سولفات با محدود کردن جذب کلسیم و افزایش جذب سدیم و پتاسیم بر محصولات حساس تأثیر می‌گذارند و در نتیجه تعادل کاتیونی در گیاه به هم می‌خورد (۲۴، ۳۸). به هرحال نمک‌های سولفات در

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-10-02]

مقایسه با کلریدها برای کشاورزی ضرر کمتری دارند. در این رابطه، Eton (۱۹۵۰) سه کلاس آب را با غلظت سولفات پیشنهاد کرده است: غلظت سولفات meq/L ۴> کلاس عالی، غلظت بین ۴ تا ۱۲ خوب تا آسیب‌زا و غلظت meq/L ۱۲< مضر و نامناسب (۳۹). میانگین سولفات در این مطالعه mg/L ۹۴/۴ و بین ۷۶ تا ۱۰۴ بدست آمد. Khodabakhshi و همکاران میانگین سولفات را mg/L ۴۴ گزارش نمودند (۲۰). Bahrami و همکاران، میانگین سولفات در خروجی تصفیه‌خانه فاضلاب را mg/L ۳۲/۶ و کمتر از مقادیر توصیه شده برای آبیاری کشاورزی گزارش نمودند (۴۰).

فسفر یک عنصر ضروری و غیر قابل جایگزین در تغذیه گیاهان و جانوران است. اما در صورت فزونی فسفر در خاک، ممکن است در صورت بارندگی، رواناب اشباع از فسفر ایجاد کنند. میزان پیشنهادی فسفر در آب‌های کشاورزی کمتر از mg/L ۰/۲ است و بدلیل امکان ایجاد شکوفایی جلبکی در صورت تخلیه باقیمانده آب آبیاری به آبهای سطحی، مقادیر بیشتر از mg/L ۰/۲۵ توصیه نمی‌شود؛ FAO مقدار مجاز فسفات را mg/L ۲ درنظر گرفته است (۴۱، ۴۲). در مطالعه Nasseri و همکاران و Khodabakhshi و همکاران مقادیر میانگین فسفات به ترتیب ۱۱/۵۹ و mg/L ۰/۹۹ گزارش شده است (۸، ۲۰). میزان فسفات در آب‌های نامتعارف کانال‌های پاکدشت بین ۱/۵۴ تا ۲۳ با میانگین mg/L ۱۳/۴۸ تعیین شد که با مطالعات پیش‌گفته مشابهت نسبی دارد.

تعدادی از عناصر معمولاً در غلظت‌های نسبتاً کم، معمولاً کمتر از چند میلی‌گرم در لیتر، در آب‌های آبیاری معمولی وجود دارند و عناصر کمیاب نامیده می‌شوند؛ اما ممکن است پتانسیل خطرات سلامتی بالایی را داشته باشند. از میان فلزات سنگین، فلزات آرسنیک (As)، کادمیوم (Cd)، کروم (Cr)، مس (Cu)، سرب (Pb)، جیوه (Hg) و روی (Zn) بدلیل خطرات سلامتی که ایجاد می‌کنند از اهمیت بیشتری برخوردار هستند. تجمع فلزات کمیاب در زنجیره غذایی از طریق انتقال گیاه - خاک و محیط و از طریق آبیاری مواد غذایی و سبزیجات با فاضلاب (تصفیه شده یا تصفیه نشده) و در نتیجه به دلیل خطرات بهداشتی برای ساکنان محلی یک موضوع عمده است (۲۴، ۴۳). اگرچه نتایج مطالعه حاضر، پایین‌تر بودن غلظت‌های فلزات سنگین از استانداردهای آبیاری را نشان داد اما این استانداردها نمی‌توانند رفتارهای تجمع‌پذیری و تشدیدکنندگی اثر فلزات را به‌طور کامل پیش‌بینی نمایند؛ از این رو استفاده از شاخص‌های فلزات سنگین توصیه می‌شود (۴۴).

ارزیابی کیفیت منابع آب به‌منظور مصارف مختلف به دو روش صورت می‌گیرد: ۱) مقایسه متغیرهای کیفیت آب با استانداردها بر اساس مصرف آب یا مصارف تخصیص یافته و ۲) مقایسه با شاخص‌های ارزیابی کیفیت. روش اول ارزیابی، ساده و مفصل است، اما قادر به ارائه تصویر کامل و تفسیر شده از کیفیت آب به ویژه برای مدیران و تصمیم گیرندگانی نیست که به اطلاعات مختصر در مورد بدنه های آبی نیاز دارند. برای حل این مشکل تصمیم گیری، چندین شاخص کیفیت آب برای تبدیل سطوح پارامتر کیفیت آب به یک مقدار شاخص یکپارچه توسعه داده شده است. شاخص‌های ارزیابی فلزات سنگین متعدد هستند و اغلب در مواردی که مصرف آب موجب تجمع‌پذیری فلزات در مواد غذایی آبزی و خشکی می‌شود استفاده می‌شوند و در این مطالعه از دوشاخص ارزیابی فلزات سنگین (HEI) و آلودگی فلزات سنگین (HPI) استفاده شده است (۱۶، ۴۵).

براساس نتایج محاسبه شاخص ارزیابی فلزات سنگین (HEI)، وضعیت فلزات سنگین در آب‌های نامتعارف کانال‌ها مناسب نیست. چرا که مقایسه با سطوح آلودگی تنظیم شده براساس مصارف آبیاری کشاورزی مقادیر شاخص بالاتر از ۱۰، نشان‌دهنده آلودگی بالا است. Kamali و همکاران در مطالعه خود برروی آبهای زیرزمینی گچساران مقدار این شاخص را بین ۰/۵۸ تا ۳۱/۱۴ بدست آورند و کیفیت این آب را بین آلودگی کم تا بالا توصیف کردند (۴۶). Tanvir Rahman و همکاران در مطالعه خود تحت عنوان ارزیابی آلودگی فلزات سنگین در آب‌های زیرزمینی منطقه صنعتی مگناگات بنگلادش، مقدار HEI را بین ۱۶/۴۰ تا ۲۷۳/۴۳ گزارش کردند. در مطالعه آنها ۷۰ درصد نمونه‌ها مقادیر شاخص آلودگی بالا را نشان می‌داد که منابع آلاینده مصنوعی و انسان‌ساخت نقش قابل توجهی برآلودگی آبهای زیرزمینی این منطقه داشته است (۴۷). مقادیر بالای شاخص HEI در کانال‌های پاکدشت نیز نشان‌دهنده

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-10-02]

ورود فاضلاب‌های صنعتی و رواناب‌های آلوده به این کانال‌ها است و باید تمهیداتی درخصوص استفاده آنها در کشاورزی درنظر گرفته شود.

شاخص آلودگی فلزات سنگین یا HPI، شاخص دیگری در ارزیابی کیفیت آب برای مصارف مختلف است. در این مطالعه همانطور که در بخش یافته‌ها آورده شد، مقدار HPI بین ۴/۹۰ تا ۱۲/۹۸ بدست آمد و فقط نتایج یک نمونه از ۳۰ نمونه، بالاتر از حد کم آلودگی مشاهده شد. این مقدار در مطالعه Tanvir Rahman و همکاران بین ۹۹/۹۸ تا ۱۰۰ بوده و در مطالعه Singh و Kamal همه نمونه‌ها سطح آلودگی کم را نشان دادند و تنها یک نمونه در فصل پس از باران‌های موسمی در محدوده آلودگی متوسط (HPI: 15-30) قرار گرفت (۱۵، ۴۷). در مطالعه Prasad و همکار، مقدار HPI ۹/۳۶ برای آبهای سطحی و ۷/۲۷ برای آب چشمه‌ها بدست آمد و آنها نتیجه گیری کردند که علیرغم رشد سریع فعالیت‌های معدنی و صنعتی در منطقه معدن سنگ آهک در هیمالیا، هنوز وضعیت آبها از نظر فلزات سنگین مناسب است (۴۸).

شاخص‌های کیفیت آب برای کشاورزی دو دسته هستند. شاخص کیفیت آب آبیاری که به سلامت و رشد گیاه توجه دارد و شاخص کیفیت پساب (WWQI) که به تأمین سلامت انسان در صورت استفاده در محصولات غذایی توجه دارد. در این مطالعه از WWQI استفاده شده است. شاخص کیفیت پساب (WWQI)، وضعیت کلی آب یا پساب را در مقایسه با نوع مصرف (آبیاری کشاورزی، آبزی‌پروری، مصارف صنعتی و...) مشخص کرده و پارامترهای کیفیت پساب را با امتیاز عددی محاسبه شده با استفاده از ابزارهای ریاضی توصیف می‌کند. این شاخص علاوه بر کمک به تصمیم‌گیرندگان، داده‌های کیفیت آب را به افراد فنی و غیرفنی، ساده گزارش می‌کند. شایان ذکر است این شاخص با استفاده از نتایج همه ماه‌های اندازه‌گیری کیفیت کانال محاسبه شده است؛ زیرا برای محاسبه این شاخص باید حداقل نتایج ۴ بار اندازه‌گیری صحیح موجود باشد. مقایسه نتایج این شاخص با طبقه‌های کیفیت آن، نشان‌دهنده وضعیت نامناسب و بد آبهای نامتعارف پاکدشت برای آبیاری محصولات کشاورزی است. همانطور که شرح داده شد، استانداردهای سال ۱۳۹۵ سازمان ملی استاندارد ایران در این خصوص استفاده شده است. Ibrahim در مطالعه خود بر روی پساب تصفیه‌خانه‌های فاضلاب مورداستفاده برای کشاورزی در اردن، WWQI را در سه دسته A (برای آبیاری سبزیجاتی که معمولاً به صورت پخته خورده می شوند، دسته B (برای آبیاری درختان میوه و پارک‌ها) و دسته C (یعنی آبیاری محصولات صنعتی) محاسبه نمود و براین اساس از بین ۲۲ تصفیه‌خانه فاضلاب، در ارزیابی دسته A، فقط خروجی یک تصفیه‌خانه فاضلاب در طبقه «آب عالی» قرار داشت. برای دسته B، یک تصفیه‌خانه در طبقه «آب عالی» و دوازده تصفیه‌خانه در طبقه «آب خوب» قرار گرفتند و در نهایت برای دسته C، پانزده تصفیه‌خانه در طبقه «آب خوب» طبقه‌بندی شدند (۴۹). در مطالعه Baghapour و همکاران میزان WWQI پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شهر شیراز به‌منظور آبیاری کشاورزی، شاخص در فصول سرد و گرم، با و بدون مداخله اندازه‌گیری‌های میکروبی به‌منظور استفاده در آبیاری کشاورزی محاسبه شد. براین اساس شاخص محاسبه شده برای پارامترهای فیزیکوشیمیایی پساب در ماه‌های گرم و سرد و همه ماه‌ها به‌ترتیب ۸۷، ۸۷ و ۸۵ بدست آمد و هنگامی که از پارامترهای میکروبی برای محاسبه شاخص استفاده شد، این شاخص در فصول گرم و سرد به ۶۷ و در تمام فصول با هم به ۶۴ کاهش یافت (۱۷). همانطور که در بخش یافته‌ها توضیح داده شد، متاسفأنه در مطالعه حاضر بدلیل مخدوش بودن اندازه‌گیری میکروبی در ماه‌های مختلف، شاخص WWQI بدون درنظر گرفتن این پارامتر محاسبه شد که البته با مراجعه به میانگین داده‌های میکروبی مطالعه حاضر، می‌توان نامطلوب بودن وضعیت حاضر را پیش‌بینی نمود. Jamshidzadeh و همکار در مطالعه خود بر روی پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شمال اصفهان، میزان WWQI را بین ۴۸/۸۴ تا ۸۱/۸۴ گزارش کردند و آزمایش پساب جهت تعیین کیفیت نشان دهنده مقادیری فراتر از حد استاندارد TSS، COD و TDS و پاتوژن‌ها در برخی از نمونه‌ها بود که می‌تواند برای محیط زیست و سلامت انسان مخاطره انگیز باشد (۵۰).

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-10-02]

نتیجه‌گیری

باتوجه به خشکسالی‌های پی‌درپی و اثرات مخرب تغییر اقلیم پیش‌بینی شده برای کشورمان، لزوم استفاده از منابع آب نامتعارف غیرقابل چشم‌پوشی است. اگرچه در کشور ما معیارها و سازمان‌های متعددی برای تأمین سلامت انسان در نتیجه ایمنی مواد غذایی وجود دارد، اما عدم انسجام این معیارها و سازمان‌ها، موجب شرایط نامطلوب در تولید محصولات کشاورزی از نظر بهداشت و ایمنی مواد غذایی شده است. اندازه‌گیری‌های متعدد بر روی پساب تصفیه‌خانه‌های فاضلاب، کانال‌های فاضلاب خام و آب‌های نامتعارف مورد استفاده برای کشاورزی، نشان‌دهنده وضعیت متزلزل و گاهی نابسامان این منابع آبی است. نتایج مطالعه حاضر که در دو فصل خشک و نیمه خشک (پنج ماه) بر کانال حاوی آب‌های نامتعارف (پساب تصفیه‌خانه و ورودی‌های نامشخص دیگر) پاکدشت انجام شده است، نشان می‌دهد که در مورد بیشتر پارامترها تخطی از استانداردهای آبیاری کشاورزی وجود دارد. این امر در خصوص پارامترهای کدورت، TSS، BOD و کلیفرم‌های گرماپای به‌دلیل دارا بودن استاندارد سختگیرانه‌تر برای آبیاری نامحدود و آبیاری محصولات غذایی که به صورت خام مصرف می‌شوند، شرایط نامناسب‌تری ایجاد می‌نماید. شاخص کیفیت پساب (WWQI) و ارزیابی فلزات سنگین (HEI) محاسبه شده برای آب کانال‌های پاکدشت نیز نشان‌دهنده وضعیت نامناسب کیفیت آب این کانال‌ها هستند. از این‌رو با توجه به اینکه آب‌های نامتعارف درون کانال‌ها منبع ارزشمند آب برای کشاورزان پاکدشت محسوب می‌شوند، لزوم مداخله سریعتر با استفاده از روش‌های اصلاح آب یا خاک کشاورزی منطقه برای کاهش پتانسیل آلودگی فیزیکوشیمیایی و میکروبی محصولات خوراکی بویژه صیفی‌جات مشخص می‌گردد. روش دیگر تغییر سیاست‌های کاشت در منطقه به سمت گیاهان دانه‌ای یا صنعتی است که به صورت فرآوری شده استفاده می‌گردند. عدم امکان نمونه‌برداری در طول سال (هر چهار فصل) و آنالیز برخی از فلزات و شبه فلزات دیگر بدلیل محدودیت‌های مالی از کاستی‌های عمده این مطالعه به شمار می‌رود. امید است نتایج این مطالعه بتواند در طرح‌ریزی مطالعات آتی از جمله ارزیابی ریسک بهداشتی صیفی‌جات آبیاری شده با این آب‌های نامتعارف مورد استفاده قرار گیرد.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان کلیه نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند. کد اخلاق IR.SBMU.PHNS.REC.1401.098 است.

تشکر و قدردانی

مطالعه حاضر بخشی از نتایج پایان نامه دوره MPH بهداشت محیط با عنوان "بررسی کیفیت میکروبی و فیزیکوشیمیایی پساب‌های مورد استفاده جهت آبیاری صیفی جات شهرستان پاکدشت در سال ۱۴۰۱" در دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی است. نویسندگان مقاله از حمایت مالی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی در انجام این مطالعه و همچنین همکاری آزمایشگاه‌های دانشکده بهداشت و ایمنی در این پژوهش تشکر و قدردانی می‌نمایند.

References

1. Anbir L, Noori Z. Investigation of effluent quality of Ekbatan wastewater treatment plant for farm and green space irrigation. Land Management Journal. 2018;6(1):95-102 (in Persian).
2. Abdollahi Loyeh P, Gazerani F. Survey and analysis of urban land use in order to purposefully plan and sustain the urban environment (case study: Pakdasht city). Journal of New Science and Technology. 2020;2(3):270-79 (in Persian).
3. Elgallal M, Fletcher L, Evans B. Assessment of

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-10-02]

potential risks associated with chemicals in wastewater used for irrigation in arid and semiarid zones: a review. Agricultural Water Management. 2016;177:419-31.

4. Agrafioti E, Diamadopoulos E. A strategic plan for reuse of treated municipal wastewater for crop irrigation on the Island of Crete. Agricultural Water Management. 2012;105:57-64.
5. Farhadkhani M, Nikaeen M, Yadegarfar G. Application of secondary treated municipal wastewater for irrigation of agricultural lands: quantitative microbial risk assessment of Legionella. Journal of Water and Wastewater Science and Engineering. 2021;6(2):58-65 (in Persian).
6. Aghababaei N. Feasibility of reuse of wastewater Tafresh's municipal sewage treatment plant in agriculture. Iranian Journal of Irrigation and Drainage. 2020;13(6):1774-82 (in Persian).
7. Lahnsteiner J, Van Rensburg P, Esterhuizen J. Direct potable reuse–a feasible water management option. Journal of Water Reuse and Desalination. 2018;8(1):14-28.
8. Nasseri S, Sadeghi T, Vaezi F, Naddafi K. Quality of Ardabil wastewater treatment plant effluent for reuse in agriculture. Journal of Health. 2012;3(3):73-80 (in Persian).
9. Asgari A, Albaji M. Investigation the possibility of using wastewater for agriculture (case study: Shahrekord's municipal sewage treatment plant). Journal of Water and Soil Conservation. 2017;24(2):303-08 (in Persian).
10. Jaramillo MF, Restrepo I. Wastewater reuse in agriculture: a review about its limitations and benefits. Sustainability. 2017;9(10):1734.
11. Eaton AD, Franson MAH. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st ed. Washington DC: American Public Health Association (APHA); 2005.
12. Edet A, Offiong OE. Evaluation of water quality pollution indices for heavy metal contamination monitoring. A study case from Akpabuyo-Odukpani area, Lower Cross River Basin (southeastern Nigeria). GeoJournal. 2002;57:295-304.
13. Dibofori-Orji AN, Ihunwo OC, Udo KS, Shahabinia AR, Onyema MO, Mmom PC. Spatial and temporal distribution and contamination assessment of heavy metal in Woji Creek. Environmental Research Communications. 2019;1(11):111003.
14. Ghaderpoori M, Jafari A, Ghaderpoury A, Karami M. Heavy metals analysis and quality assessment in drinking water–Khorramabad city, Iran. Data in brief. 2018;16:685-92.
15. Singh G, Kamal RK. Heavy metal contamination and its indexing approach for groundwater of Goa mining region, India. Applied Water Science. 2017;7:1479-85.
16. Abtahi M, Golchinpour N, Yaghmaeian K, Rafiee M, Jahangiri-rad M, Keyani A, et al. A modified drinking water quality index (DWQI) for assessing drinking source water quality in rural communities of Khuzestan Province, Iran. Ecological indicators. 2015;53:283-91.
17. Baghapour MA, Nasseri S, Djahed B. Evaluation of Shiraz wastewater treatment plant effluent quality for agricultural irrigation by Canadian Water Quality Index (CWQI). Iranian Journal of Environmental Health Science and Engineering. 2013;10(27):1-9
18. Mohebbi MR, Saeedi R, Montazeri A, Vaghefi KA, Labbafi S, Oktaie S, et al. Assessment of water quality in groundwater resources of Iran using a modified drinking water quality index (DWQI). Ecological Indicators. 2013;30:28-34.
19. Institute of Standards and Industrial Research of Iran (ISIRI). Treated wastewater use for irrigation projects -

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-10-02]

Part 2: development of the project - guidelines. Tehran: Iranian National Standardization Organization; 2017 . Report No.: INSO 21876-2 (in Persian).

20. Khodabakhshi A, Mohammadi-Moghadam F, Motaghi K, Bagherzadeh F. Investigating the feasibility of reuse of effluent from wastewater treatment plant in Borujen city, Iran, for agricultural and irrigation uses. Journal of Health System Research. 2022;18(1):66-74 (in Persian).
21. Nasseri S, Sadeghi T, Vaezi F, Naddafi K. Evaluation of possible options for reuse of Ardebil wastewater treatment plant effluent. Journal of Environmental Health Science & Engineering. 2008;5(4):297-304.
22. Moussaoui T, Derdour A, Hosni A, Ballesta-de los Santos M, Legua P, Pardo-Picazo MÁ. Assessing the quality of treated wastewater for irrigation: a case study of Ain Sefra wastewater treatment plant. Sustainability. 2023;15(14):11133.
23. Salehi Vaziri A, Zarei Mahmoudabadi H. Feasibility of using dried sudge from wastewater treatment plant in Yazd for agricultural purposes based on environmental protection agency standards. Journal of Environmental Health and Sustainable Development. 2016;1(2):100-108.
24. Tak HI, Bakhtiyar Y, Ahmad F, Inam A, Lee T. Effluent quality parameters for safe use in agriculture. In: Lee TS, editor. Water quality, soil and managing irrigation of crops. London: IntechOpen; 2012. p. 23-36.
25. United state environmental protection agency (USEPA). Guidelines for water reuse. Washington DC: USEPA; 2012. Report No.: 600/R-12/618.
26. Nedjar Y, Ouldjaoui A, Boulahbel S. Water quality assessment for irrigation purposes in a Semi-Arid region: Wadi Baghai (north east of Algeria). Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries. 2022;26(5):1289-302.
27. Jeong H, Kim H, Jang T. Irrigation water quality standards for indirect wastewater reuse in agriculture: a contribution toward sustainable wastewater reuse in South Korea. Water. 2016;8(4):169.
28. Müller K, Cornel P. Setting water quality criteria for agricultural water reuse purposes. Journal of Water Reuse and Desalination. 2017;7(2):121-35.
29. Ayoub M, El-Morsy A. Applying the wastewater quality index for assessing the effluent quality of recently upgraded meet Abo El-Koum wastewater treatment plant. Journal of Ecological Engineering. 2021;22(2):128-33.
30. Islam T, Peng C, Ali I, Abbasi IA. Assessment of heavy metals and organic pollutants of wastewater in different region of Bangladesh. Indian Journal of Geo-Marine Sciences. 2018;47(12):2552-56.
31. Bauder TA, Waskom R, Sutherland P, Davis J, Follett R, Soltanpour P. Irrigation water quality criteria. Colorado: Colorado State University; 2011. Report No.: 0.506.
32. Malakar A, Snow DD, Ray C. Irrigation water quality—a contemporary perspective. Water. 2019;11(7):1482.
33. Abd El Hamed R, Ahmed E, El-Sayed I, El Sayed S, Gad M. Assessment of drains water quality for irrigation purposes using pollution indices in Egypt. International Journal of Environmental Studies and Researches. 2023;2(2):76-88.
34. Safa F, Malakoutian M, Kurd Mustafapour F. Investigation the feasibility of using the Kerman wastewater treatment plant effluent for agriculture. Journal of Water Research in Agriculture. 2014;28(1):119-28 (in Persian).
35. Dorais M, Alsanius BW, Voogt W, Pepin S, Tuzel H, Tuzel Y, et al. Impact of water quality and irrigation management on organic greenhouse horticulture.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-10-02]

Netherlands: BioGreenhouse; 2016.

36. Kiani A, Sharafi K, Omer AK, Matin BK, Davoodi R, Mansouri B, et al. Accumulation and human health risk assessment of nitrate in vegetables irrigated with different irrigation water sources-transfer evaluation of nitrate from soil to vegetables. Environmental Research. 2022;205:112527.
37. Colmenarejo M, Rubio A, Sanchez E, Vicente J, Garcia M, Borja R. Evaluation of municipal wastewater treatment plants with different technologies at Las Rozas, Madrid (Spain). Journal of Environmental Management. 2006;81(4):399-404.
38. Adegbola GA, Dauda M, Aluko TO. Assessment of the suitability of water quality for irrigation in Ogbomoso, Oyo State. GSC Biological and Pharmaceutical Sciences. 2019;9(2):021-31.
39. El-Defan A, El-Raies S, El-Kholy H, Osman A. A summary of water suitability criteria for irrigation. Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering. 2016;7(12):981-89.
40. Bahrami S, Sodaeizadeh H, Irannejad Parizi M, Sotoudeh A. Feasibility and risk assessment of the use of treated wastewater in agriculture (case study: Yazd wastewater treatment plant). Environmental Science and Bioengineering. 2018;4(1):25-34 (in Persian).
41. Eslamian S, Eslamian F. Handbook of Irrigation Hydrology and Management: Irrigation Case Studies. Florida: CRC Press; 2023.
42. Hoogendijk K, Myburgh P, Howell C, Hoffman J. Irrigation of agricultural crops with municipal wastewater-a review. South African Journal of Enology and Viticulture. 2023;44(1):31-54.
43. Hassan HB, Moniruzzaman M, Majumder RK, Ahmed F, Bhuyian MAQ, Ahsan MA, et al. Impacts of seasonal variations and wastewater discharge on river quality and associated human health risks: a case of northwest dhaka, Bangladesh. Heliyon. 2023;9:e18171.
44. Huang Y, Chen Q, Deng M, Japenga J, Li T, Yang X, et al. Heavy metal pollution and health risk assessment of agricultural soils in a typical peri-urban area in southeast China. Journal of Environmental Management. 2018;207:159-68.
45. Abtahi M, Alimohammadi M, Saeedi R, Nabizadeh R, Askari M, Mahmoudi B, et al. Evaluation of chemical and microbial quality of bottled water in Iran and calculation of water quality index. Iranian Journal of Health and Environment. 2021;14(2):225-46 (in Persian).
46. Kamali Maskooni E, Naseri-Rad M, Berndtsson R, Nakagawa K. Use of heavy metal content and modified water quality index to assess groundwater quality in a semiarid area. Water. 2020;12(4):1115.
47. Tanvir Rahman MA, Paul M, Bhoumik N, Hassan M, Alam MK, Aktar Z. Heavy metal pollution assessment in the groundwater of the Meghna Ghat industrial area, Bangladesh, by using water pollution indices approach. Applied Water Science. 2020;10:186.
48. Prasad B, Bose J. Evaluation of the heavy metal pollution index for surface and spring water near a limestone mining area of the lower Himalayas. Environmental Geology. 2001;41(1-2):183-88.
49. Ibrahim MN. Effluent quality assessment of selected wastewater treatment plant in Jordan for irrigation purposes: water quality index approach. Journal of Ecological Engineering. 2019;20(10):206-16.
50. Jamshidzadeh Z, Tavangari Barzi M. Wastewater quality index (WWQI) as an assessment tool of treated wastewater quality for agriculture: a case of north wastewater treatment plant effluent of Isfahan. Environmental Science and Pollution Research. 2020;27:7366-78.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-10-02]

Available online: https://ijhe.tums.ac.ir

Orginal Article

Evaluation of the quality of unconventional water (wastewater treatment plant effluent) of Pakdasht city for Cucurbits irrigating in 2022

Abbas Khazaee[1], Mehrnoosh Abtahi[2,3], Mahsa Jahangiri-rad[4], Fatemeh Shokri-daryan[3], Mohammad Rafiee[3,5,*]

1- Department of MPH, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
2- Workplace Health Promotion Research Center, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
3- Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
4- Water Purification Research Center (WPRC), Tehran Medical Sciences, Islamic Azad University, Tehran, Iran
5- Air Quality and Climate Change Research Center, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

ARTICLE INFORMATION:

Received: 11 November 2023
Revised: 30 January 2024
Accepted: 05 February 2024
Published: 10 June 2024

Keywords: Unconventional water (wastewater treatment plant effluent), Wastewater quality index, Heavy metals, Cucurbits irrigation, Pakdasht city

***Corresponding Author:**
rafiee78@gmail.com

ABSTRACT

Background and Objective: Identifying the quality of non-conventional waters and exploring their optimal utilization are fundamental measures for maintaining public health. This study aims to investigate the effluent quality of the irrigation canals in Pakdasht farms.

Materials and Methods: In this cross-sectional descriptive study, 120 samples were collected from 6 irrigation canals in Pakdasht fields over a period of 5 months. The physicochemical and microbial characteristics of the canal effluents were determined based on the standard methods of water and wastewater tests. The concentration of heavy metals was measured using an ICP device. To determine the possibility of using the effluent of Pakdasht canals for agricultural purposes, the Environmental Protection Organization of Iran and FAO standards were used.

Results: The average concentrations of COD, BOD_5, TSS, TDS, NO_3^-, SO_4^{-2}, PO_4^{-3} parameters were 259, 125, 105, 697, 4.5, 94.4, 13.5 mg/L. Additionally, the average number of total and fecal coliforms in the effluent of the canals exceeded the standard values set by IRNDOE and FAO. The mean pH was 6.97, the electrical conductivity (EC) was 1014 µm/cm, and the turbidity was 76.2 NTU. The detected concentrations of heavy metals were awithin the following ranges: Cr (0.025-0.045 mg/L), Cd (0.0006-0.001 mg/L), Pb (0.0006-0.001 mg/L), Co (0.038-0.059 mg/L), and Ni (0.05-0.06 mg/L), which were roughly lower than the suggested standards. However, both HEI and WWQI indices confirmed that the water was unsuitable for agricultural irrigation.

Conclusion: Based on the comparison of the results of the parameters measured in this study with the environmental and FAO standards, the effluent from the irrigation canals of Pakdasht city is deemed unsuitable for the irrigation of warm-season crops but suitable for fodder and industrial crops.

Please cite this article as: Khazaee A, Abtahi M, Jahangiri-rad M, Shokri-daryan F, Rafiee M. Evaluation of the quality of unconventional water (wastewater treatment plant effluent) of Pakdasht city for Cucurbits irrigating in 2022. Iranian Journal of Health and Environment. 2024;17(1):71-88.

Copyright © 2024 Iranian Association of Environmental Health, and Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Noncommercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-10-02]