Evaluation of physical, chemical and biologic properties of Torbat-heydarieh's municipal wastewater treatment plant for agricultural uses

Yahya Choopan
* Ph.D. Candidate of Water Engineering, Faculty of Water and Soil, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources Corresponding Author: yahyachoopan68@gmail.com
Somayeh Emami
Ph.D. Candidate of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Tabriz University

Received: 2018/11/05
Accepted: 2018/12/04
JREH-1811-1249(R1)

ABSTRACT

Background and Objective: Since, the treated effluents can be used as a reliable and sustainable source for agricultural activities, the treatment and recycling of wastewater is the most important solution in the arid and semi-arid regions of the world, such as Iran. a In Iran, the reuse of treated wastewater is becoming a validated method to recycle useful ingredients of the wastewater to the water cycle. Therefore, the present study was conducted to determine the quality of Torbat-Heydarieh's municipal wastewater treatment plant effluent for irrigation and agricultural uses.
Materials and Methods: In this study, the chemical and microbiological analysis of Torbat-Heydarieh's municipal sewage treatment plant effluent has been investigated for agricultural uses in the mentioned method in 2015 year. The considered output parameters of the wastewater were Total Suspended Solid, Biochemical Oxygen Demand, COD, Coliform, nitrate, Turbidit y parameter, sulfate, phosphate, chloride and poisonous non-organic compounds. Data analysis was performed using DSTAT software and statistical volume of 45 samples.
Results: The results of the chemical analysis of municipal sewage showed that the amount of nitrate in the wastewater is higher than the standards of World Organization Health and Food and agriculture Organization.Therefore, appropriate strategies should be considered for agricultural applications.
Conclusion: The results of the chemical analysis of municipal sewage showed that total TDS, dissolved Oxygen, BOD, COD, caloric, magnesium, sodium and calcium, phosphate and chloride in sewage treatment plant are in standard range.
Document Type: Research article
Keywords: Biologic, Agricultural Uses, Municipal Wastewater, Nitrate.

▶ **Citation:** Choopan Y, Emami S. Evaluation of Physical, Chemical and Biologic Properties of Torbat-Heydarieh's Municipal Wastewater Treatment Plant for Agricultural Uses. *Iranian Journal of Research in Environmental Health*. Fall 2018;4 (3) : 227-236 .

ارزیابی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شهری تربت‌حیدریه جهت مصارف کشاورزی

یحیی چوپان
* دانشجوی دکتری گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده مهندسی آب و خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. نویسنده مسئول:
yahyachoopan68@gmail.com

سمیه امامی
دانشجوی دکتری گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۸/۱۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۹/۱۳

چکیده

زمینه و هدف: تصفیه و بازچرخش فاضلاب‌ها، مهم‌ترین راهکار در کشورهای واقع در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان از جمله ایران در تولید محصولات کشاورزی به‌عنوان یک منبع مطمئن و پایدار می‌باشد. در کشور ما استفاده مجدد از پساب تصفیه‌شده در حال تبدیل شدن به یک روش مورد تأیید جهت برگشت اجزای مفید فاضلاب به چرخه آب است، لذا مطالعه حاضر با هدف بررسی کیفیت پساب خروجی فاضلاب تصفیه‌خانه شهری تربت‌حیدریه جهت مصارف آبیاری و کشاورزی انجام شد.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش به بررسی آنالیز شیمیایی و میکروبی پساب فاضلاب تصفیه‌شده شهری تصفیه‌خانه تربت‌حیدریه برای مصارف کشاورزی در منطقه مذکور در سال ۱۳۹۴ پرداخته شد. پارامترهای خروجی پساب شامل «سی او دی»، «بی او دی» و «تی اس اس»، کلیفرم، نیترات، پارامتر کدورت، سولفات، فسفات، کلراید و ترکیبات غیر آلی سمی مورد بررسی قرار گرفتند. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار «دی اس تیت» و حجم آماری ۴۵ نمونه انجام شد.

یافته‌ها: نتایج آنالیز شیمیایی پساب فاضلاب نشان داد که میزان نیترات موجود در پساب به‌ترتیب بر اساس استاندارد سازمان محیط‌زیست و سازمان غذا و دارو بالاتر از حد مجاز قرار داشته و برای استفاده در مصارف کشاورزی بایستی تمهیداتی لحاظ گردد.

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج، کل جامدات محلول، اکسیژن محلول، اکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی، اکسیژن مورد نیاز شیمیایی، کلیفرم، کاتیون‌های کلسیم، منیزیم و سدیم و آنیون‌های سولفات، فسفات و کلراید در پساب تصفیه‌شده تصفیه‌خانه در حد استاندارد آبیاری محصولات می‌باشد و برای کشاورزی محصولاتی مانند غلات و گیاهان یک‌ساله ساقه‌دار مانعی ایجاد نمی‌کنند.

نوع مقاله: مقاله پژوهشی
کلید واژه‌ها: بیولوژیک، فاضلاب شهری، مصارف کشاورزی، نیترات

استناد: چوپان ی، امامی س. ارزیابی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شهری تربت‌حیدریه جهت مصارف کشاورزی. *فصلنامه پژوهش در بهداشت محیط*. پاییز ۱۳۹۷؛۴ (۳): ۲۲۷-۲۳۶.

مقدمه

رشد روزافزون جمعیت جهان و در نتیجه نیاز بیش‌تر به تولیدات کشاورزی، از مسائل مهمی است که امروزه بشر با آن روبروست و در این‌میان آب، یکی از اصلی‌ترین نهاده‌های تولیدات کشاورزی است که بیش از ۹۰ درصد حجم آب مصرفی را به‌خود اختصاص می‌دهد. این مسئله هنگامی به یک چالش بزرگ جهانی تبدیل شده است که پیش‌بینی می‌شود در سال ۲۰۵۰ تعداد ۶۵ کشور جهان با جمعیتی بالغ بر ۷ میلیارد نفر با کمبود آب مواجه خواهند بود (۱). فاضلاب‌های خانگی خالص متشکل از فاضلاب دستگاه‌های بهداشتی خانه‌ها مانند دستشویی‌ها، حمام‌ها، ماشین‌های لباسشویی، پساب آشپزخانه‌ها و یا فاضلاب به‌دست آمده از شستشوی قسمت‌های گوناگون خانه می‌باشند. خواص فاضلاب‌های خانگی در سطح یک کشور تقریباً یکسان و تنها غلظت آن‌ها بسته به مقدار مصرف سرانه آب در شهرها تغییر می‌کند. آن‌چه در شبکه جمع‌آوری فاضلاب شهری به‌نام فاضلاب خانگی جریان دارد، علاوه بر فاضلاب خانگی خالص دارای مقداری فاضلاب به‌دست آمده از مغازه‌ها، فروشگاه‌ها، رستوران‌ها، تعمیرگاه‌ها و مؤسسه‌هایی مانند آن‌ها نیز می‌باشد که به اجبار در سطح شهر و به‌طور پراکنده وارد کانال‌های جمع‌آوری فاضلاب می‌شوند. در این پساب‌ها انواع موجودات ریز، میکروب‌ها، ویروس‌ها و چند نوع مواد شیمیایی معین وجود دارد که عمده‌ترین آن آمونیاک و نیز مقداری اوره می‌باشد. این فاضلاب‌ها باید از مسیرهای سربسته به محل تصفیه هدایت شوند. جهت خنثی‌سازی محیط قلیایی این فاضلاب‌ها که محیط مناسب برای رشد و نمو میکروب‌هاست، از کلر استفاده می‌شود (۲).

پساب‌های خانگی از ۹۹/۹ درصد آب و ۰/۱ درصد ناخالصی که عمدتاً مواد جامد معلق، کلوئیدی و معلق هستند، تشکیل شده‌اند. گازها و میکروارگانیزم‌ها و سایر موارد نیز بخش بسیار اندکی از پساب‌ها را تشکیل می‌دهند (۳). از نظر غذایی، پساب حاوی سه عنصر ضروری پتاسیم، فسفر و نیتروژن می‌باشد و علاوه بر آن عناصر ریزمغذی لازم برای رشد گیاهان نیز اغلب در پساب وجود دارد. وجود این عناصر در پساب از مزایا و فاکتورهای استفاده از پساب در کشاورزی تلقی می‌شود و صرفه‌جویی قابل‌توجهی در مصرف کودهای شیمیایی در مقابل استفاده از پساب صورت می‌پذیرد. مقدار ازت و پتاسیم موجود در پساب، غالباً نیاز گیاهان به این عناصر را طی دوره رشد برآورده می‌نماید. اما در برخی مواقع پتاسیم و نیتروژن موجود در پساب، بیش‌تر از حد مورد نیاز گیاهان می‌باشد و بنابراین باعث رشد بیش از حد، تأخیر در زمان رسیدن و کاهش کیفیت محصول می‌شود (۸-۴). مصرف مجدد آب‌های آلوده، بارِ آلودگی دریافتی جریان‌های سطحی آب یا آب‌های زیرزمینی را کاهش داده و بدین‌ترتیب هزینه‌های تصفیه این آب‌ها را برای رفع آلودگی‌های ناشی از ورود فاضلاب به آن‌ها کاهش خواهد داد (۹).

یکی از عوامل نگرانی در مورد استفاده از پساب در آبیاری محصولات کشاورزی، توجه به سلامتی کشاورزانی است که برای آبیاری مزرعه از پساب استفاده می‌کنند و در تماس با این پساب قرار دارند. نگرانی دیگر، مصرف محصولات آبیاری شده با پساب و ایجاد امراض احتمالی در جامعه است، اما باید اذعان داشت پساب، مصرف کودهای کشاورزی ازته، فسفره و پتاسه را کاهش می‌دهد (۹، ۱۰). کیفیت بالای پساب خروجی و مقایسه آن با استاندارد آبیاری جهت مصارف کشاورزی، انگیزه استفاده از پساب تصفیه‌خانه فاضلاب در آبیاری گیاهان مورد توجه قرار گرفته است. استفاده از فاضلاب تصفیه شده در کشاورزی باعث کاهش استفاده از آب‌هایی می‌شود که علاوه بر کشاورزی می‌تواند به مصارف دیگر نظیر شرب برسد (۱۰). علاوه بر این، پایین بودن هزینه استفاده از فاضلاب تصفیه شده برای آبیاری، کاهش آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی و کاهش هزینه مصرف کودهای شیمیایی، از دیگر مزایای استفاده از فاضلاب تصفیه شده در کشاورزی می‌باشد (۹). فاضلاب شهری با جمعیت یک میلیون نفر، پس از تصفیه می‌تواند برای آبیاری زمینی به مساحت ۱۵۰۰ تا ۳۵۰۰ هکتار استفاده گردد (۱۱). اگرچه می‌توان از

فاضلاب تصفیه شده برای موارد متعددی نظیر تغذیه مصنوعی آبخوان‌های زیرزمینی، صنعت و جلوگیری از پیشروی آب‌های شور استفاده کرد، ولی بخش کشاورزی با توجه به مصرف بالای آن، دارای بزرگ‌ترین پتانسیل برای استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده است (۱۲). در نقاط مختلف کشور و جهان، در این زمینه مطالعاتی صورت گرفته است.

در مطالعه رضایی و بابایی که به بررسی فرآیند هوادهی گسترده و شرح روند تصفیه فاضلاب شهری تربت‌حیدریه پرداختند، بررسی نتایج آزمایشات انجام شده بر روی نمونه‌های ورودی، خروجی و حوض هواهی تصفیه‌خانه فاضلاب در آزمایشگاه، نشان از کارآمدی بالای فرآیند هوادهی گسترده از لحاظ کیفی و اقتصادی بود (۱۳). نعیمی و همکاران تأثیر استفاده مجدد از پساب تصفیه‌خانه شهرک قدس در آبیاری فضای سبز شهری را مورد بررسی قرار دادند. نتایج به‌دست آمده در ارتباط با پارامترهای مورد نظر نشان داد که استفاده از پساب این تصفیه‌خانه در آبیاری فضای سبز در مقایسه با استاندارد سازمان محیط زیست با محدودیت روبه‌رو است، یعنی کاربرد آن نیاز به مدیریت و برنامه‌ریزی دقیق دارد، در غیر این‌صورت در طولانی‌مدت می‌تواند باعث اثرات زیست محیطی مخربی شود (۱۴). نتایج مطالعه مهرآوران و همکاران که امکان استفاده از پساب تصفیه‌شده تصفیه‌خانه پرکندآباد مشهد در آبیاری را با توجه به اثرات زیست‌محیطی آن مورد ارزیابی قرار دادند، نشان داد پساب قابلیت تخلیه جهت مصارف کشاورزی را دارد (۱۵). نتایج مطالعه اصغری و الباجی که به بررسی امکان استفاده از پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شهری شهرکرد برای آبیاری کشاورزی پرداختند، نشان داد پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شهری شهرکرد را می‌توان برای آبیاری گیاهان علوفه‌ای و صنعتی مقاوم به غلظت‌های بالای بی‌کربنات استفاده کرد (۱۶). حاتمی و همکاران قابلیت استفاده مجدد از پساب فرآیند هوادهی گسترده در تصفیه‌خانه فاضلاب شهرستان بجنورد را جهت مصارف کشاورزی بررسی نموده و نشان دادند که پساب خروجی از تصفیه‌خانه بجنورد می‌تواند برای کاربرد در کشاورزی مفید باشد، اما به‌دلیل بالا بودن غلظت کلراید در پساب تصفیه شده، توصیه می‌شود این پساب در آبیاری گیاهان نیمه حساس استفاده شود(۱۷).

رسولوندی و همکاران با بررسی غلظت نیترات، نیتریت و سایر پارامترهای فیزیک و شیمیایی منابع آب شرب شهر ساوه با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، بیان کردند که غلظت متوسط کلرور، سولفات، هدایت الکتریکی، کل جامدات محلول، سختی کل و سدیم از حدود مجاز فراتر رفته و شرایط غیر کیفی آب در این منطقه کاملاً مشهود است (۱۸).

محمدی و همکاران طی مطالعه‌ای میزان فلوراید در آب‌های زیرزمینی ۵ روستای شهرستان آذربایجان غربی را مورد بررسی قرار دادند. این مطالعه نشان داد که فلوروز اسکلت، یک مشکل سلامتی عمومی در این مناطق روستایی است (۱۹). حدادی و همکاران عملکرد تصفیه‌خانه فاضلاب شرکت نوش آذر را به‌وسیله ایستگاه پایش آنلاین مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد پساب خروجی از تصفیه‌خانه از نظر پارامترهای «نیاز اکسیژن شیمیایی»[1]، «نیاز اکسیژن بیوشیمیایی»[2]، «کل مواد جامد محلول»[3]، «نیاز اکسیژن برای ترکیبات کربنه»[4]، «کدورت»[5] و «اسیدیته»[6] و با استاندارد سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران جهت مصرف برای آبیاری مطابقت دارد (۲۰). کریستووا و همکاران مطالعاتی در زمینه تصفیه فاضلاب برای استفاده مجدد در صنعت کنسرو انجام دادند(۲۱). آلمو و همکاران از فاضلاب تصفیه‌شده جهت استفاده مجدد برای آبیاری استفاده نمودند و نتیجه گرفتند پساب تصفیه شده با حداقل استانداردهای قابل قبول ملی و بین‌المللی مطابقت دارد(۲۲).

بررسی تحقیقات انجام شده در زمینه استفاده از آب‌های

1. COD
2. BOD
3. TSS
4. TOC
5. Turbidity
6. pH

نامتعارف به‌ویژه پساب‌ها حاکی از آن است که کاربرد پساب در کشاورزی نیازمند مدیریت خاصی است که ضمن استفاده مناسب از آن، مشخص شود تا چه میزان استانداردهای رهنمود شده برای کاربرد مورد نظر را تأمین می‌کند. پژوهش حاضر با هدف اصلی بررسی کیفیت پساب خروجی فاضلاب تصفیه‌خانه شهری تربت‌حیدریه جهت مصارف آبیاری و کشاورزی انجام شد. از این‌رو بررسی خصوصیات پساب تصفیه‌خانه تربت‌حیدریه به‌عنوان منبع آبی مطمئن و پایدار و هم‌چنین به عنوان روشی برای مدیریت پساب و کاربرد آن در آبیاری اراضی کشاورزی منطقه با توجه به آنالیز شیمیایی و بیولوژیکی مورد بررسی قرار گرفت.

روش کار

پژوهش حاضر جهت بررسی استفاده مجدد از پساب فاضلاب شهری تصفیه‌خانه شهرستان تربت‌حیدریه برای مصارف کشاورزی در سال ۱۳۹۴ به‌صورت میدانی و به مدت ۳ ماه انجام شد. جهت انجام این پژوهش، از پساب خروجی تصفیه شده استفاده شد. نمونه‌گیری در ساعات اواسط روز (در ساعات ۱۳-۱۲ ظهر)، صورت گرفت. حجم نمونه‌برداری بر اساس نیاز آزمایشات حدود ۲/۵ L از پساب برای انجام مراحل برداشت شد. تمامی آزمایشات در آزمایشگاه مستقر در محل جمع‌آوری فاضلاب انجام شد. شوری با استفاده از دستگاه هدایت الکتریکی مدل ۶۶۴ در دمای ۲۵ ^{o}C و اسیدیته توسط دستگاه pH متر مدل ۲۶۲ اندازه‌گیری گردید. برای تعیین کلسیم و منیزیم از روش تتراسیون با اتیلن دی آمین تترا استات با غلظت ۰/۰۲ مولار و سدیم و پتاسیم از دستگاه فلیم فتومتر با محلول‌های استاندارد مورد استفاده قرار گرفت. برای محاسبه میزان کلر روش تتراسیون با اسید سولفوریک ۰/۰۲ نرمال در حضور معرف فنل فتالین و سولفات روش توربیدو متری اندازه‌گیری شد. سنجش کدورت با استفاده از روش نفلومتری یا تفریق‌سنجی با استفاده از دستگاه کدورت‌سنج مدل آلکیولایتیک[1] با دامنه کاربرد ۰ تا ۱۰۰۰ صورت گرفت. اندازه‌گیری BOD_5 و COD نمونه‌ها به‌ترتیب با استفاده از دستگاه‌های COD مدل AQUA LYTIC و دستگاه BOD متر دیجیتال مدل AQUA LYTIC انجام گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار DSTAT و حجم آماری ۴۵ نمونه انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها بر اساس شواهد موجود صورت گرفت که انجام آزمایشات مکرر و هم‌چنین بررسی نتایج پژوهشگران در مطالعات قبلی، نشان‌دهنده درستی آنالیز می‌باشد.

در شکل ۱، مکان ماهواره‌ای تصفیه‌خانه فاضلاب شهری تربت‌حیدریه نشان داده شده است. به‌دلیل مصارف مختلف آب در منازل و ادارات و غیره، فاضلاب جمع‌آوری شده در سیستم فاضلاب شهری حاوی آلاینده‌های متفاوتی است (۲۳، ۲۴).

شکل ۱. مکان ماهواره‌ای تصفیه‌خانه فاضلاب

1. AQUA LYTIC

برای ارزیابی عملکرد تصفیه‌خانه تربت‌حیدریه پس از بررسی لازم در محل، مقادیر BOD_5 و COD به‌صورت هفتگی آزمایش شد. نمونه‌ها از کانال خروجی تصفیه‌خانه جمع‌آوری و در همان محل تصفیه‌خانه و طبق روش استانداردهای موجود آزمایش گردید.

یافته‌ها

پژوهش حاضر به مدت ۳ ماه بر روی پساب خروجی تصفیه‌خانه تربت‌حیدریه انجام گرفت. خصوصیات پساب فاضلاب شامل خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک می‌باشد. در جدول ۱، نتایج آنالیز شیمیایی و بیولوژیکی پساب فاضلاب تصفیه شده شهری ارائه شده است.

جدول ۱. نتایج آنالیز شیمیایی و بیولوژیکی فاضلاب تصفیه شده شهری

آزمایش	واحد اندازه‌گیری	نتایج آزمایش	استاندارد آبیاری
اسیدیته	-	۴/۷	۹-۷
کل جامدات محلول	mg/l	۱۰۴۴	۳۰۰۰-۱۵۰۰
املاح معلق	mg/l	۹۲	۱۰۰
چربی	mg/l	۵۶	۱۰
کدورت	NTU	۵/۶	۵۰
اکسیژن محلول	mg/l	۶/۹	۲
اکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی	mg/l	۵۵	۱۰۰
اکسیژن مورد نیاز شیمیایی	mg/l	۱۲۰	۲۰۰
کلیفرم	تعداد در ۱۰۰ میلی لیتر	۲۰۰	۴۰۰
کلسیم	mg/l	۸/۵۲	۲۵۰
منیزیم	mg/l	۵/۳۵	۱۰۰
سولفات	mg/l	۹/۸۴	۵۰۰
کلراید	mg/l	۶۰۸	۶۰۰
نیترات	mg/l	۱	-
فسفات	mg/l	۵/۱	-

کل مواد جامد محلول: مواد جامد قابل ته‌نشینی، موادی هستند که در ته یک ظرف به نام قیف ایمهاف در مدت ۶۰ دقیقه ته‌نشین می‌شوند. کلوئیدها ذرات با اندازه تقریبی ۱-۰/۰۰۱ دقیقه می‌باشند. بر اساس جدول ۱، کل جامدات محلول در پساب تصفیه شده شهری ۱۰۴۴ میلی‌گرم بر لیتر است که از مینیمم استاندارد آبیاری برای کشاورزی پایین‌تر بوده و برای کشاورزی مشکلی ایجاد نمی‌کند.

نیاز اکسیژن بیوشیمیایی: مقدار BOD_5 فاضلاب در زمان‌های مختلف متغیر بوده و برای پساب فاضلاب تصفیه‌شده شهری مقدار ۵۵ میلی‌گرم بر لیتر به‌دست آمده است و بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۱، برای آبیاری اراضی کشاورزی قابل قبول می‌باشد. برای نشان دادن درجه آلودگی فاضلاب معمولاً از BOD_5 پنج روزه استفاده می‌شود که عبارت است از مقدار میلی‌گرم اکسیژن لازم که طی ۵ روز نخست، باکتری‌های هوازی مواد آلی موجود در ۱ L فاضلاب را در دمای ۲۰ °C اکسید نمایند (۲۴). مقادیر تقریبی BOD_5 برای آب‌های مختلف در جدول ۲، آورده شده است.

جدول ۲. مقادیر تقریبی BOD_5 برای آب‌های مختلف

نوع آب	BOD_5	نوع آب	BOD_5
آب خالص، آب آشامیدنی	صفر	آب نیمه‌کثیف	۸
آب کاملاً تمیز	۱	آب خیلی کثیف	۲۰
آب نسبتاً تمیز	۳	فاضلاب خانگی رقیق	۲۰۰
آب رودخانه تمیز	۱ تا ۳	فاضلاب خانگی متوسط	۳۰۰
آب رودخانه متوسط	۳ تا ۵	فاضلاب خانگی غلیظ	۴۰۰

نیاز اکسیژن شیمیایی: این پارامتر برای پساب فاضلاب تصفیه‌شده شهری به مقدار ۱۲۰ میلی‌گرم بر لیتر به‌دست آمده است که بر اساس نتایج آنالیز جدول ۱، در محدوده مورد استفاده برای کشاورزی می‌باشد و مشکلی ایجاد نمی‌کند. مقدار COD فاضلاب از BOD_5 بیش‌تر بوده، زیرا ترکیبات اکسید شده به روش شیمیایی بیش‌تر از روش بیولوژیک است (۱۵). به‌طور معمول این نسبت برای فاضلاب تصفیه‌نشده شهری ۰/۳ تا ۰/۸ است. اگر این نسبت برای فاضلاب تصفیه نشده ۰/۵ یا بزرگ‌تر باشد، تصفیه فاضلاب به روش بیولوژیک آسان و مناسب خواهد بود (۲۵).

کلیفرم : با توجه به مقدار میانگین پارامترهای میکروبی، تراکم کلیفرم در پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شهر تربت‌حیدریه متناسب

با رهنمودهای سازمان جهانی بهداشت بوده و پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شهری تربت‌حیدریه در گروه B قرار دارد و استفاده از آن برای آبیاری گیاهان صنعتی، علوفه‌ای و محصولاتی مانند غلات و گیاهان یک‌ساله ساقه‌دار با رعایت ضوابط بهداشتی، مانعی ندارد.

پارامتر کدورت: بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۱، مقدار متوسط کدورت پساب خروجی (NTU) برابر ۶/۵ تعیین شد. بر اساس استاندارد تعیین شده برای پارامتر کدورت جهت مصارف کشاورزی و آبیاری که حد مجاز NTU ۵۰ تعیین شده است، می‌توان این‌گونه بیان نمود که مقدار متوسط کدورت پساب خروجی در محدوده مجاز قرار دارد.

نیترات: مقدار نیتروژن (نیتروژن به فرم نیترات) پساب خروجی، برابر با ۱ میلی‌گرم بر لیتر حاصل شد که به‌ترتیب بر اساس استاندارد سازمان محیط‌زیست[1] و FAO ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر بالاتر از حد مجاز قرار داشته و برای استفاده در مصارف کشاورزی بایستی تمهیداتی لحاظ گردد. تحقیق مشابه نعیمی و همکاران نشان داد که میزان نیترات در تصفیه‌خانه واقع در شهرک غرب تهران، در ماه‌های مورد آزمایش بالاتر از حد استاندارد بود (۱۴) که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت داشت.

فسفات: در مطالعه حاضر میزان فسفات ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر به‌دست آمد که در حد استاندارد آبیاری (۱۰ میلی‌گرم بر لیتر) قرار دارد. در تحقیق مشابه نعیمی و همکاران غلظت فسفر در فاضلاب شهری مناطق مختلف شهر تهران نزدیک به ۳۰-۲۰ میلی‌گرم بر لیتر گزارش شد که با نتایج پژوهش حاضر تناقض داشت (۱۴).

سولفات: متوسط مقدار داده‌ها نشان می‌دهد که سولفات پساب خروجی برابر با ۸۴/۹ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد که در مقایسه با کاربرد پساب در بخش مصارف کشاورزی و آبیاری در حد مجاز استاندارد آبیاری بوده (۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) و برای مصارف کشاورزی مشکلی به‌وجود نمی‌آورد.

کلراید: در پژوهش حاضر مقدار متوسط کلراید پساب خروجی برابر ۶۰۸ به‌دست آمد که در حد مجاز و مطلوب جهت مصارف کشاورزی قرار ندارد. به‌دلیل وجود میکروب‌ها و انگل‌ها و هم‌چنین گندزدایی، کلر بیش‌تری در تصفیه پساب مورد استفاده قرار می‌گیرد که بر این اساس میزان کلر در پساب تصفیه شده روند افزایشی دارد که با نتایج مطالعه نعیمی و همکاران هم‌خوانی داشت (۱۴).

ترکیبات غیرآلی سمی: با توجه به نتایج مندرج در جدول ۱، میزان سمیت یون‌های موجود در پساب در حد نسبی بوده و در استفاده از آبیاری محصولات کشاورزی بایستی تدابیری از جمله تصفیه مجدد اندیشیده شود.

از پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شهری تربت‌حیدریه جهت آبیاری اراضی کشاورزی استفاده می‌شود. در جدول ۳ میانگین کل «کدروت»، «اسیدیته»، «اکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی»، «اکسیژن مورد نیاز شیمیایی» و «کل جامدات محلول» ارائه شده است که با استانداردهای سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران جهت مصارف آبیاری و کشاورزی مطابقت دارد، اما در مورد پارامترهای COD و BOD با استانداردهای تخلیه به آب‌های سطحی و تخلیه به چاه جاذب هم‌خوانی ندارد.

جدول ۳. مقایسه نتایج پارامترهای پساب خروجی تصفیه‌خانه فاضلاب شهری تربت‌حیدریه با استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران

پارامتر	نتایج پساب خروجی	استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران		
		تخلیه به آب‌های سطحی	مصارف کشاورزی و آبیاری	تخلیه به چاه جاذب
کدورت (NTU)	۶/۵	۵۰	۵۰	-
pH	۷/۴	۶/۵-۸/۵	۶-۸/۵	۵-۹
COD (mg/l)	۱۲۰	۶۰ (لحظه‌ای ۱۰۰)	۲۰۰	۶۰ (لحظه‌ای ۱۰۰)
BOD_5 (mg/l)	۵۵	۳۰ (لحظه‌ای ۵۰)	۱۰۰	۳۰ (لحظه‌ای ۵۰)
TSS (mg/l)	۱۰۴۴	۴۰ (لحظه‌ای ۶۰)	۱۰۰	-

1. WHO

بحث

در مطالعه حاضر میزان اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی و اکسیژن مورد نیاز شیمیایی به‌ترتیب برابر با ۵۵ و ۱۲۰ به‌دست آمد که در حد مجاز استاندارد آبیاری می‌باشد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد مقادیر متوسط پارامترهای کیفی مورد بررسی از پساب فاضلاب خروجی تصفیه‌خانه تربت‌حیدریه به غیر از کلراید، در محدوده استاندارد و حد مجاز جهت مصارف کشاورزی و آبیاری قرار دارند که ممکن است عملکرد زیست‌محیطی نامطلوب پارامتر کلراید را در به دنبال داشته باشد.

بر اساس پژوهشی که بر روی تصفیه‌خانه‌های شهرک صنعتی جهان‌آباد میبد و شهرک صنعتی سلمان‌شهر صورت گرفت، در نتیجه عملکرد مناسب تصفیه‌خانه‌ها، پساب برای تخلیه به آب‌های سطحی، چاه جاذب و مصارف کشاورزی، مناسب تشخیص داده شد (۱۷، ۲۶). هم‌چنین مطالعات صورت گرفته بر روی تصفیه‌خانه شهرک صنعتی شماره ۲ اهواز نشان داد پساب خروجی این تصفیه‌خانه هم‌خوانی مطلوبی با استانداردهای زیست‌محیطی و استانداردهای ورود به اراضی زراعی دارد که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت داشت (۲۷). بررسی شرایط کیفی پساب تصفیه‌خانه شهر صنعتی البرز استان قزوین نشان داد که برخی از پارامترهای کیفی این تصفیه‌خانه بیش از حد مجاز بوده و نیاز به تصفیه بیش‌تری دارد که در مورد پارامتر کلراید با نتایج پژوهش حاضر مطابقت داشت (۲۸). در مطالعه آلاتون و همکاران که پتانسیل‌های استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه‌شده شهری بر روی پساب چهار تصفیه‌خانه منتخب در کشور ترکیه مورد بررسی قرار گرفت، نشان داد پساب تصفیه‌خانه‌های مورد مطالعه از نظر پارامترهای کنترلی متداول و فلزات سنگین مناسب می‌باشند (۲۹) که نتایج آن تا حدودی با نتایج پژوهش حاضر مطابقت داشت. مطالعه محمودیان و همکاران که بر روی تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک صنعتی شکوهیه قم انجام شد، بیانگر آن بود که پساب برای تخلیه به آب‌های خروجی و چاه در محدوده مجاز قرار ندارد و تنها گزینه مورد نظر جهت دفع پساب، استفاده در بخش کشاورزی و آبیاری است (۳۰) که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی نداشت. در تحقیق مشابه باقری اردبیلیان و همکاران که کارایی تصفیه‌خانه فاضلاب شهر زنجان را مورد ارزیابی قرار دادند، راندمان BOD_5، TSS و COD در پساب خروجی به‌ترتیب برابر با ۳۰/۲، ۱۸/۶۳ و ۳۳/۳۷ میلی‌گرم بر لیتر به‌دست آمد که با نتایج پژوهش حاضر هم‌خوانی نداشت (۳۱). در مطالعه ناصری و همکاران که به بررسی کیفیت پساب تصفیه‌خانه فاضلاب اردبیل به منظور استفاده مجدد در کشاورزی پرداختند، میانگین پارامترهای COD و BOD_5 به‌ترتیب برابر با ۹۷/۸۷ و ۵۷/۲۵ mg/L به‌دست آمد که با نتایج پژوهش حاضر تطابق نسبی داشت (۳۲). درصد حذف آلاینده‌ها در تصفیه‌خانه فاضلاب شهری تربت‌حیدریه به‌طور میانگین برابر با ۹۵ درصد بود که نشانگر کارایی بالای سیستم تصفیه‌خانه می‌باشد.

نتیجه‌گیری

سیستم تصفیه‌خانه فاضلاب شهری تربت‌حیدریه در حذف آلاینده‌های مورد بررسی دارای عملکرد بهینه توأم با کارایی بالا می‌باشد. هم‌چنین بررسی‌های انجام شده نشان داد پارامترهای پساب خروجی با استانداردهای سازمان حفاظت محیط‌زیست جهت مصارف آبیاری و کشاورزی هم‌خوانی دارد، لذا می‌توان نتیجه گرفت پساب خروجی این تصفیه‌خانه جهت آبیاری اراضی کشاورزی مناسب می‌باشد. هم‌چنین بر اساس نتایج مشاهده آنالیز شیمیایی پساب فاضلاب تصفیه‌شده شهری می‌توان بیان کرد که عناصر موجود در پساب همگی در محدوده قابل قبول و مورد استفاده برای کشاورزی می‌باشند و فلزات سنگین در این پساب نیز برای محصولات مانند جو، گندم و پنبه که در منطقه مورد کشت قرار دارند، مشکلی ایجاد نمی‌کند. ولی پیشنهاد می‌شود برای دیگر محصولات کشاورزی، تحقیقات جامع دیگری انجام شود.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان کلیه نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند. همچنین هرگونه تضاد منافع حقیقی یا مادی که ممکن است بر

نتایج یا تفسیر مقاله تأثیر بگذارد را رد می‌کنند.

تشکر و قدردانی

این مقاله با حمایت و راهنمایی‌های کارکنان محترم تصفیه‌خانه فاضلاب شهری تربت‌حیدریه در سال ۱۳۹۴ انجام شده است، بدین وسیله از تمام افرادی که ما را در انجام این پژوهش یاری رساندند، تشکر و قدردانی می‌شود.

References

1. Sepaskhah A, Tavakoli A, Musavi F. Principles and application irrigation. Iran National Irrigation and Drainage Committee 2006.
2. Monzavi M. Water pollution from wastewater. Invironment 1999.
3. Nadafi K, Nabizadeh V. Wastewater stabilization ponds (principles of design and implementation0. Nas Publishing 1996; 174 pages (in Persian).
4. Al.Salem, S. Environmental consideration for wastewater reuse in agriculture. Wat. Sci. Tach 1998; 33:345-355.
5. Asano T, Levine A D.. Wastewater reclamation and reuse. Post, present and fytyre. J. Water. Sci. Technol 1996; 33: 1-14.
6. Papadopoulos L, Stylianon, Y. Trickle irrigation of cotton with treated sewage effluent. J. Environ. Qual 1988; 17:574-580.
7. Phashazadeh M, Mehrdadi N. Investigating the efficiency of wastewater treatment plant of industrial town Salman Shahr for the removal of wastewater pollutants and its wastewater reuse. The 5th National Congress on civil Engineering. 4-6 May, Ferdowsi University of Mashhad 2010.
8. Papadopoulos L, Stylianon Y. Trickle irrigation of sunflower with municipal wastewater. Agric. Water Manage 1991; 19: 67-75.
9. Erfani A, Alizadeh A. use of domestic refined wastewater in irrigation. Third National Conference on Environmental Health, Kerman University of Medical Science 2001; 252 pages.
10. Gamito P, Arsenio A, Faleiro M L, Brito J M, Beltrao J. The influence of wastewater treatment of irrigation water quality, International Workshop on, Improved Crop Quality by Nutrient Management, Izmir, Turkey 1999; 267-270.
11. Safari Gh, Vaezi F, Asadi A. Selection criteria for irrigation with effulent. Water and Wastewater 2002; 42: 59-67.
12. Abedi M, Najafi P. Use of refined wastewater in agriculture. Publications of Iranian National Irrigation and Drainage Committee 2001; 252 pages.
13. Rezaie M, Babaie H. Investigation the active sludge process by extensive aeration in Torbat-Heydarieh wastewater treatment plant and its qualitative waste discharge analysis. The First Environmental, Energy and Clean Industry Conference 2013.
14. Naiemy L, Javid A H, Mirbaghery S A. Investigation the effect of reuse of wastewater treatment plant in urban green spaces for sustainable development (case study: west Tehran town). Sustainability, Development and Environment 2014; 37-46.
15. Mehravaran B, Ansary H, beheshti A, Esmaili K. Investigate the feasibility of using wastewater purication in irrigation due to its environmental impacts (the effluent treatment plants parkandabad Mashhad). Iranian Journal of Irrigation and Drainage 2015; 3(9): 440-447 (in Persian).
16. Asgari A, Albaji M. Investigation the possibility of using wastewater for agriculture (case study: Shahrekord□s municipal sewage treatment plant). J. of Water and Soil Conservation 2017; 24(2): 303-308 (in Persian).
17. Hatami T, Nadali A, Roshanaei G A, Shokoohi R. Feasibility of reuse of effluent from the extended eeration process of wastewater treatment plant in the Bojnoord city for agricultural and irrigation uses. Pajouhan Scientific Journal 2018; 16 (3): 20-28 (in Persian).
18. Rasolevandi T, Moradi H, Azarpira H, Mahvi AH , Aali R, Sarlak Z, Ghorbanpour MA , Sadeghipour M, Atamalekib A. Investigation of nitrate and nitrite concentration and other physicochemical parameters of drinking water sources in Saveh city during the year of 2018. Iranian Journal of Research in Environmental Health. Summer 2018;4 (2) :140-145.
19. Mohammadi AA, Yousefi M, Yaseri M, Jalilzadeh M, Mahvi AH. Skeletal fluorosis in relation to drinking water in rural areas of West Azerbaijan, Iran. Scientific reports. 2017;7(1):17300.
20. Haddadi L, Marandi R, Sajadi N. Performance Evaluation of wastewater treatment plant of Noosh Azar company by online monitoring station. Journal of Research in Environmental. 2018; 3(4): 257-266.
21. Cristóvão RO, Botelho CM, Martins RJ, Loureiro JM, BoaveNTUra RA. Fish canning industry wastewater treatment for water reuse–a case study. Journal of Cleaner Production. 2015 Jan 15;87:603-12.
22. Alemu T, Mekonnen A, Leta S. Integrated tannery wastewater treatment for effluent reuse for irrigation: Encouraging water efficiency and sustainable development in developing countries. Journal of Water Process Engineering. 2017 Nov 3.23.Torkian A. Environmental Engineering. First Volume, Kankash Publication 1991.
24. Kherghani K. the effect of domestic refined wastewater on

the quality and yield of Cucmber and Carros and soil yield. Master Theses, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad 1996.

25. Crites R W, Tchobanoglous G. Small and decentralized wastewater management systems, McGraw-Hill, New York, N Y 1998.
26. 22. DehghaniFirouzabady A, ZareiMahmoody H, Ehrampush M H. Investigation on industrial wastewaters reuse of industrial towns for agricultual and irrigation uses (case study: treatment plant of Jahan Abad Meybod industrial town). J Toloo E Behdasht 2014; 46-55 (in Persian).
27. Dezhkam S, Khajehossini L. Feasibility of the reuse of wastewater of Ahwaz industrial town for irrigation of agriculture zones and green space. The Second Technical Conference on Environmental Engineering. 21-22 Nov. University of Tehran, Iran 2011 (in Persian).
28. Moulavi, H. and Mirzaie, F. 2010. Feasibility of using refined industrial wastewater in agriculture and green space case study: Alborz industrial city plant, Qazvin province, Second National Seminar on Recoverable and Recoverable Waters in Water Resources Management, Mashhad, Sarvab Consulting Engineer.
29. Alaton IA, Tanik A, Ovez S, Iskender G, Gure M, Orhon D. Reuse potential of urban wastewater treatment plant effluents in Turkey: a case study on selected plants. Desalination. 2007; 215(1):159-165.
30. Mahmudian M, Fahiminia M, Sepehrnia, B. Investigation of the existing status and performance of wastewater treatment plant of industrial town Shokohiyeh in Qom in 2007. 11th National Conference on Health of Environment. 28-19 Oct. Zahedan University of Medical Sciences, Iran 2008 (in Persian).
31. Bagheri Ardebilian P, Sadeghi H, Nabaii A, Bagheri Ardebilian M. Assessment of Wastewater Treatment Plant Efficiency: a Case Study in Zanjan. Journal of Health. 2010 Oct 15;1(3):67-75.(Persian).
32. Nasseri S, Sadeghi T, Vaezi F, Naddafi K. Quality of Ardabil wastewater treatment plant effluent for reuse in agriculture. Journal of Health. 2012 Oct 15;3(3):73-80.(Persian).