بررسی ویژگی فیزیکوشیمیایی پساب تصفیه شده فاضلاب انسانی و کشتارگاه دام اطراف شیراز

۱- مریم منتصری ۲- نیلوفر غلامی ۳-هانیه امینی‌نژاد ٤- سعید حسین‌زاده

۱- استادیار بخش بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شیراز
۲- دانشجوی دکترای دامپزشکی، دانشکده دامپزشکی دانشگاه شیراز
۳- دانشجوی دکترای دامپزشکی، دانشکده دامپزشکی دانشگاه شیراز
٤- استاد بخش بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شیراز

۱- نویسنده مسئول: مریم منتصری:mpmontaseri@gmail.com
۲- نیلوفر غلامی:nilogholami@yahoo.com
۳- هانیه امینی‌نژاد:hani.aminninezhad@gmail.com
۴- سعید حسین زاده: hosseinzadeh@shirazu.ac.ir

چکیده

استفاده از پساب تصفیه شده در آبیاری کشاورزی می تواند راه حلی برای کمبود آب شیرین در ایران باشد، اما با تهدیدات زیست محیطی همراه است. مطالعه حاضر با هدف بررسی کیفیت فیزیکوشیمیایی پساب تصفیه شده فاضلاب انسانی و فاضلاب دو کشتارگاه دامی در اطراف شیراز جهت استفاده در آبیاری کشاورزی انجام شد. نتایج نشان داد که پارامترهای COD، BOD_5، مواد جامد محلول، هدایت الکتریکی، سختی آب، میزان کرور در دو نمونه پساب کشتارگاه دامی بیش از حد مجاز بود. مطالعه حاضر ضرورت بهبود سیستم تصفیه فاضلاب کشتارگاه دامی برای حفاظت از محیط زیست و سلامت انسان را نشان می‌دهد.

کلمات کلیدی: فاضلاب تصفیه شده، شیمیایی، شیراز

۱- مقدمه و هدف

فاضلاب می تواند توسط بیش از ۸۰ درصد از کل آبهای مصرفی در مناطق شهری تولید شود. استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده در بسیاری از موارد مانند آب های سطحی و آب های زیرزمینی جایگزین مناسبی است. توجه به فاضلاب تصفیه شده به عنوان منبع ارزشمند بازیافت آب برای مصارف مختلف، یکی از مهم ترین اهداف ایجاد تصفیه خانه‌های فاضلاب به ویژه در مناطق خشک است [۱, ۲]. در سطح جهانی، استفاده از این منبع به سرعت در حال رشد است (۱۰ تا ۲۹ درصد در سال) و بخش عمده ای از این آب (۷۰

درصد) برای مصارف کشاورزی استفاده می‌شود [۳]. امروزه، تصفیه خانه فاضلاب به دلیل ذخیره انرژی، ترکیبات شیمیایی و اثر بر اتمسفر و تولید لجن، اثرات زیست محیطی مخربی را ایجاد می کند [۴]. به عنوان مثال، تخلیه حجم زیادی از پساب های ذکر شده به منابع دریافت کننده و محیط اطراف، اثرات مخرب زیست محیطی داشته است.

چندین رویکرد برای ارزیابی کیفیت آب سطحی در نظر گرفته شده است. اندازه‌گیری‌های فاضلاب شهری به مدل سازی کیفیت آب از ویژگی‌های شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی بستگی دارد [۵]. از این رو، سازمان های مسئول محیط زیست و سلامت در سراسر جهان، دستورالعمل ها و استانداردهایی را برای این منظور تدوین کرده اند.

تصفیه فاضلاب شهری و کشتارگاه دامی جزء ضروری مدیریت منابع آب است زیرا امکان بازیافت آب تصفیه شده برای مصارف کشاورزی و حتی افزایش مصرف انسانی وجود دارد. تخلیه فاضلاب شهری و کشتارگاهی حاوی مواد شیمیایی مضر برای محیط زیست به عنوان یکی از مشکلات زیست محیطی اصلی در کشورهای در حال توسعه از جمله ایران تلقی می‌شود. در دهه‌های اخیر رشد روزافزون شهرنشینی ایران منجر به ورود مقادیر بالای فاضلاب به محیط های آبی شده است [۶].

هدف از مطالعه حاضر، ارزیابی کیفیت فیزیکوشیمیایی پساب تصفیه شده فاضلاب انسانی و کشتارگاه‌های دامی اطراف شیراز است.

۲- تئوری و پیشینه تحقیق

امروزه با توجه به افزایش رقابت برای تامین آب شیرین با کیفیت بالا بین مصارف کشاورزی و شهری، به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک با تراکم جمعیت بالا، استفاده مجدد از پساب تصفیه شده یک منبع جایگزین جالب برای آبیاری است که در بسیاری از کشورهای مدیترانه ای گسترده شده است. استفاده مجدد از فاضلاب در واقع یک گزینه امیدوارکننده است، بسیاری از محققان در سراسر جهان اثرات فاضلاب را بر روی خاک، جوانه زنی بذرها و رشد گیاهان و همچنین تجزیه و تحلیل خطر استفاده از آنها در کشاورزی بررسی کرده اند [۷, ۸].

در مطالعه چاهوری و همکاران (۲۰۱۹) که ویژگی‌های فیزیکو شیمیایی دو فاضلاب تصفیه شده مراکش را بررسی کردند، پارامترهای pH، BOD، COD، TSD در محدوده قابل پذیرش قرار داشتند [۹]. در مطالعه ماهونی و همکاران که در سال ۲۰۱۳ انجام شد نیز ویژگی های فیزکوشیمیایی فاضلاب تصفیه شده در مراکش در محدوده نرمال قرار داشتند [۱۰].

در پژوهشی که بر روی فاضلاب انسانی تصفیه شده گیلان انجام شد، غلظت‌های BOD، COD، TSD، نیترات، فسفات و یونهای معدنی اندازه‌گیری شدند که تمام این ترکیبات در محدوده نرمال بودند [۱۱]. همچنین در مطالعه ای که بر روی تصفیه خانه فاضلاب انسانی در کرمانشاه انجام شد، مشخص شد که برای اینکه ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی فاضلاب تصفیه شده در محدوده نرمال باشد، باید کارایی دستگاه خدود ۸۰-۹۲٪ باشد [۶].

کشتارگاه ها به طور کلی در سراسر جهان به عنوان آلوده کننده محیط زیست به طور مستقیم یا غیرمستقیم شناخته می شوند. پساب حاصل از کشتارگاه ها نیز به عنوان آلوده کننده آب های زیرزمینی شناخته شده است. در مطالعه کوچ و همکاران (۲۰۱۲) مشاهده شد که برخی از پارامترهای فیزیکوشیمیایی با استاندارد سازمان ملی مدیریت محیط زیست (NEMA) مطابقت نداشت [۱۲].

۳- مواد و روشها

نمونه گیری

نمونه‌گیری از پساب تصفیه‌شده یک فاضلاب شهری و دو فاضلاب کشتارگاه دامی واقع در اطراف شیراز در فصل تابستان در سال ۱۴۰۰ انجام شد. نمونه‌ها در بطری‌های استریل جمع‌آوری و در مجاورت یخ به آزمایشگاه منتقل شدند و برای آنالیز شیمیایی مورد بررسی قرار گرفتند.

ارزیابی فیزیکوشیمیایی

کیفیت پساب‌ها از نظر پارامترهای اصلی فیزیکوشیمیایی مورد ارزیابی قرار گرفت. پارامترهای فیزیکی شامل pH ، هدایت الکتریکی (EC)، و پارامترهای شیمیایی شامل کل مواد جامد محلول(TDS) ، سختی کل بر حسب کربنات کلسیم، نیاز بیولوژیکی به اکسیژن (BOD5)، نیاز شیمیایی به اکسیژن(COD)، اندازه‌گیری کاتیون‌ها (Na^+, Ca^{2+}) آنیون‌ها (CO_3^{2-}, Cl^-) و ترکیبات نیتروزنه شامل نیترات (NO^{3-})، نیتریت (NO^{2-}) و آمونیاک (NH_3) و کلرور بودند. میزان ترکیبات نیتروژنه با روش استاندارد APHA, 2005 تعیین شد که با استفاده از اسپکتروفتومتر مرئی (UV-2700, Shimadzu, Japan) اندازه گیری شد. pH، EC، TDS، COD، BOD5 نیز با استفاده از ابزارها و پروتکل های استاندارد تعیین شده در APHA, 2005 اندازه گیری شد [۱۳].

برای اندازه‌گیری COD، ۲ میلی لیتر نمونه به یک لوله COD اضافه شد و در دمای ۱۵۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲ ساعت برای پیش تیمار حرارت داده شد (DRB200، HACH، USA). سپس جذب مقدار COD با استفاده از اسپکتروفتومتر (DR6000, HACH, USA) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری BOD5، نمونه فاضلاب تصفیه شده در بطری های مخصوص BOD (۳۰۰ میلی لیتر) ریخته شد و در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد به مدت ۵ روز انکوبه شد. سپس جذب نوری آن در ابتدا و انتهای یک دوره پنج روزه، آزمون تعیین شد [۱۴].

میزان مواد معدنی غیر سمی و سمی شامل مس، آهن، روی، منگنز و سرب با استفاده از روش طیف سنجی نوری جذب اتمی بر حسب استاندارد ایران شماره ۹۲۶۶ اندازه‌گیری شدند [۱۵].

۴- نتایج و بحث

ارزیابی فیزیکوشیمیایی

نتایج حاصل از آزمون فیزیکوشیمیایی پساب فاضلاب‌های انسانی و کشتارگاه دامی در جدول ۱ قابل مشاهده است. حد مجاز این آزمون‌ها بر اساس استاندارد ایران ۱۰۵۳ و EPO (2015) با نتایج مطالعه حاضر مقایسه شد [۱۶, ۱۷] . براین اساس، pH نمونه‌ها در حد مجاز (۹-۶/۵) بود. کل مواد جامد محلول در هر دو فاضلاب کشتارگاه بیش از حد مجاز (۱۵۰۰ mg/L) بود، در حالیکه در پساب تصفیه شده انسانی پایین‌تر از حد مجاز و در حد حداکثر مطلوب (۱۰۰۰ mg/L) بود. هدایت الکتریکی (EC) هر دو نمونه پساب کشتارگاه بیش از حد مجاز (۲۳۴۳) بود. میزان اکسیژن خواهی شیمیایی (COD) و بیولوژیکی (BOD_5) فاضلاب در دو پساب فاضلاب کشتارگاه بیش از حد مجاز (۲۰۰ mg/L برای COD و ۱۰۰mg/L برای BOD_5) بود. سختی کل نیز در یکی از نمونه‌های کشتارگاه بیش از حد مجاز (۵۰۰ mg/L) بود. میزان کلرور نیز در هردو نمونه کشتارگاه بیش از حد مجاز بود. میزان نیترات (۵۰ mg/L) و نیتریت (۳ mg/L) هر سه نوع آب کمتر از حد مجاز به دست آمد. میزان یون سدیم نیز در هر دو نمونه فاضلاب تصفیه شده کشتارگاه بیش از حد مجاز (۲۰۰ mg/L) بوده است، در حالیکه مقدار یون کلسیم به دست آمده برای هر سه نمونه در حد مطلوب (۳۰۰ mg/L) بود.

جدول ۱- پارامترهای فیزیکوشیمیایی پساب تصفیه شده فاضلاب انسانی و کشتارگاه دامی

پساب	pH	TDS (mg/L)[۲]	EC[۳] (mg/L)	COD (mg/L)	BOD_5 (mg/L)	سختی آب[۱] (mg/L)	کلرور (mg/L)	نیترات (mg/L)	نیتریت (mg/L)	آمونیاک (mg/L)	یون سدیم (mg/L)	یون کلسیم (mg/L)
کشتارگاه دامی ۱	۷/۷۲	*۸۸۸۶	*۱۴۸۱۰	*۳۶۷	*۲۷۷	*۸۳۵	*۴۴۵۵/۲۵	۱۴/۴۱	۱	۰/۵	*۴۴۵۳	۱۴۲
کشتارگاه دامی ۲	۷/۹	*۴۲۹۶	*۷۱۶۰	*۴۴۸	*۲۵۳	۲۱۰	*۱۳۹۱/۶	۱۷/۴۸	۱	۱	* ۱۳۸۹	۴۰
انسانی	۸/۴۹	۶۷۷	۱۳۵۵	۶۰	۳۰	۱۹۵	۲۳۷/۸۵	۱۴	۱	۲	۳۴	۳۴

[۱] سختی آب بر حسب کربنات کلسیم، [۲] کل مواد جامد محلول، [۳] هدایت الکتریکی، * بیش از حد مجاز استاندارد ایران

نتایج مربوط به آنالیز مواد معدنی غیر سمی و سمی نمونه‌های پساب تصفیه شده فاضلاب انسانی و کشتارگاه‌های دامی در جدول ۲ قابل مشاهده است. میزان تمام مواد معدنی اندازه‌گیری شده (آهن، سرب، منگنز، روی و مس) در هر سه نمونه پساب کمتر از حد مجاز شناسایی شد.

جدول ۲- پارامترهای مربوط به مواد معدنی سمی و غیر سمی پساب تصفیه شده فاضلاب انسانی و کشتارگاه دامی

پساب	Fe	Pb	Mn	Zn	Cu
کشتارگاه دامی ۱	<۰/۱	<۰/۰۵	<۰/۰۵	<۰/۰۵	<۰/۱
کشتارگاه دامی ۲	<۰/۱	<۰/۱	۰/۱	<۰/۰۵	<۰/۱
انسانی	۰/۶۵	<۰/۱	۰/۰۷	۰/۰۷	<۰/۱

Fe: آهن، Pb: سرب، Mn : منگنز، Zn: روی، Cu: مس

بنابراین، تایج نشان داد که پارامترهای COD، BOD_5، مواد جامد محلول، هدایت الکتریکی، سختی آب، میزان کرور در دو نمونه پساب کشتارگاه دامی بیش از حد مجاز بود که با برخی مطالعات پیشین همخوانی دارد [۱۲]. درحالی که، کیفیت فیزیکوشیمیایی پساب فاضلاب انسانی با استانداردهای ایران و جهان مطابقت داشت که با نتیجه مطالعات در گیلان و تهران همخوانی دارد [۱۱, ۱۸].

گرچه کشتارگاه ها یک فعالیت اقتصادی مهم برای بهره برداران و همچنین تولیدکنندگان دام هستند، اما نشان دهنده یک چالش بزرگ زیست محیطی به ویژه آلودگی آب، خاک و زمین هستند. عمده ضایعات مرتبط با عملیات کشتارگاه، خون، محتویات دستگاه گوارش است که در آبراه ها شسته و یا در خشکی دفع می شوند که منجر به آلودگی اجزای مربوطه محیط زیست می‌شود [۱۲]. خون، یکی از آلاینده های اصلی محلول در پساب کشتار، نیاز شیمیایی اکسیژن (COD) ۳۷۵۰۰۰ میلی گرم در لیتر دارد. این امر بر آلاینده‌های آلی بالا در آب های دریافت کننده تأثیر می گذارد و در نتیجه رقابت بالایی برای اکسیژن در اکوسیستم ایجاد می کند [۱۹] که در مطالعه حاضر میزان COD و BOD_5 در کشتارگاه‌ها بالاتر از حد مجاز استاندارد ایران و جهان بود. متاسفانه در برخی از کشتارگاه‌های خون دام وارد فاضلاب شده و شاخص BOD را به شدت افزایش می‌دهد. شاخص‌های راندمان BOD و COD که به

تعیین بازده کلی کمک می‌کنند، نقش اصلی را در متوسط راندمان تلفیقی مواد مغذی (NIE) پساب تصفیه‌شده دارند [۲۰]. از این رو، بازده کلی تصفیه خانه ها را می توان بر اساس پارامترهای شیمیایی BOD و COD اندازه گیری کرد.

۵- نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که کیفیت فیزیکوشیمیایی پساب تصفیه شده کشتارگاه‌های دامی برای آبیاری مناسب نیست و می‌تواند اثرات زیست تخریبی برای حیط زیست داشته باشد. این مطالعه ضرورت بهبود سیستم تصفیه فاضلاب کشتارگاه دامی برای حفاظت از محیط زیست و سلامت انسان را نشان می‌دهد.

۶- پیشنهادات

بررسی پارامترهای فیزیکو شیمیایی و فلزات سنگین در پساب تصفیه شده فاضلاب کشتارگاه‌های طیور اطراف شیراز توصیه می‌شود. همچنین بررسی پارامترهای میکروبی، آفت کش‌ها و حشره‌کش ها در پساب تصفیه شده فاضلاب انسانی و کشتارگاه‌های دامی و طیور نیز پیشنهاد می‌شود. در این مطالعه تنها سه نمونه پساب مورد بررسی قرار گرفت که باید مطالعات بیشتری در این زمینه برای سایر فاضلاب‌های انسانی و کشتارگاه‌ها در کل کشور انجام شود.

۷- منابع

1. *Metcalf L. Wastewater engineering: treatment and reuse. Metcalf & Eddy Inc. McGraw-Hill Inc., New York; 2003.*
2. *Tyagi V.K., Kazmi A.A., Chopra A. Removal of fecal indicators and pathogens in a waste stabilization pond system treating municipal wastewater in India. Water Environment Research. 2008,80(11):2111-7.*
3. *Aziz F., Farissi M. Reuse of treated wastewater in agriculture: solving water deficit problems in arid areas. Annales of West University of Timisoara Series of Biology. 2014,17(2):95.*
4. *Hospido A., Moreira M.T., Fernández-Couto M., et al. Environmental performance of a municipal wastewater treatment plant. The International Journal of Life Cycle Assessment. 2004,9(4):261-71.*
5. *Zhang R., Qian X., Yuan X., et al. Simulation of water environmental capacity and pollution load reduction using QUAL2K for water environmental management. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2012,9(12):4504-21.*
6. *Baharvand S., Daneshvar M.R.M. Impact assessment of treating wastewater on the physiochemical variables of environment: a case of Kermanshah wastewater treatment plant in Iran. Environmental Systems Research. 2019,8(1):1-11.*
7. *Mekki A., Dhouib A., Sayadi S. Effects of olive mill wastewater application on soil properties and plants growth. International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture. 2013,2(1):1-7.*
8. *Choukr-Allah R., Belouali H., Nghira A. Environmental Risk Assessment of the Reuse of Treated Wastewaters in the Souss-Massa River Basin. The Souss-Massa River Basin, Morocco. 2016,197-212.*
9. *Chahouri A., Ouahmani N.E., Choukrallah R., et al. Physico-chemical and microbiological quality of M'Zar wastewater treatment plant effluents and their impact on the green irrigation of the Golf course. International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture. 2019,8(1):439-45.*
10. *Mouhanni H., Bendou A., Houari M. Study of the wastewater purifying performance in the M'Zar plant of Agadir, Morocco. Environment and Pollution. 2013,2(3):20.*

11. *Dizgah S.H., Taghavi K., Jaafari J., et al. Data on pollutants content in the influent and effluent from wastewater treatment plant of Rasht in Guilan Province, Iran. Data in brief. 2018,16:271-5.*
12. *Koech H., Ogendi G., Kipkemboi J. Status of Treated Slaughter-House Efluent and its Effects on the Physico-Chemical Characteristics of Surface Water in Kavuthi Stream, Dagoretti-Kenya. Research Journal of Environmental and Earth Sciences. 2012,4(8):789-96.*
13. *APHA. American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association, Washington D.C, USA. 2005.*
14. *Guadie A., Yesigat A., Gatew S., et al. Evaluating the health risks of heavy metals from vegetables grown on soil irrigated with untreated and treated wastewater in Arba Minch, Ethiopia. Science of The Total Environment. 2021,761:143302.*
15. *I.o.S.a.I.R.o.I.I. Foods - Determination of Lead, Cadmium, Copper, Iron, and Zinc - omic absorption spectrophotometry. Tehran1993.*
16. *EPO. Standards of pollutants in effluent treated waters. Environmental Protection Organization of Iran. Tehran; 2015.*
17. *Iran I.o.S.a.I.R.o. Drinking Water Physical and Chemical Specification. Tehran; 2010.*
18. *Dehghani M.H., Beydokhti T.T. Investigating the quality and quantity of effluent in wastewater treatment plants of Iran: A case study of Tehran. MethodsX. 2018,5:871-80.*
19. *Osibanjo O., Adie G. Impact of effluent from Bodija abattoir on the physicochemical parameters of Oshunkaye stream in Ibadan City, Nigeria. African Journal of Biotechnology. 2007,6 (15).*
20. *Mahapatra D.M., Chanakya H., Ramachandra T. Treatment efficacy of algae-based sewage treatment plants. Environmental Monitoring and Assessment. 2013,185(9):7145-64.*