مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره هفدهم ، شماره چهارم، زمستان ۱۴۰۳، صفحات ۷۵۷ تا ۷۷۴

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

بررسی عملکرد تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک صنعتی چرمشهر و پتانسیل استفاده مجدد از پساب و لجن دفعی

نرگس عرب عامری[۱]، حاتم گودینی[۲،۱*]، منصور ضرابی[۲،۱]، محمد درویش متولی[۲،۱]

۱- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران
۲- مرکز تحقیقات بهداشت، ایمنی و محیط، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۲۷
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۰۹/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۱۴
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۱۲/۱۸

واژگان کلیدی: فاضلاب، لجن، استانداردهای دفع، استفاده مجدد، شهرک صنعتی

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:
godini_h@Yahoo.com

چکیده

زمینه و هدف: تصفیه فاضلاب تولیدی در شهرک‌های صنعتی به دلیل داشتن طیف وسیعی از آلاینده‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است. در همین راستا، هدف مطالعه حاضر بررسی عملکرد تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک صنعتی چرمشهر در حذف آلاینده‌ها و پتانسیل استفاده مجدد از پساب حاصل از تصفیه و لجن است.

روش بررسی: در این مطالعه توصیفی و تطبیقی، کیفیت فاضلاب ورودی، پساب خروجی و لجن تصفیه‌خانه شهرک صنعتی چرمشهر در سه مقطع زمانی با فواصل یک‌ماهه مورد بررسی قرار گرفته است. علاوه بر آن، نتایج آنالیزهای انجام گرفته در سال‌های ۱۴۰۳-۱۴۰۲ مورد بررسی قرار گرفته و نتایج حاصل با استانداردها و شاخص‌های ملی ایران، WHO، FAO، EPA آمریکا و استانداردهای برخی از کشورهای دیگر مورد بررسی، تطبیق و مقایسه قرار گرفته است. روش تصفیه فاضلاب، ترکیبی از روش‌های تهنشینی شیمیایی و لاگون‌های هوادهی با لجن برگشتی است.

یافته‌ها: میزان فاضلاب تولیدی در این شهرک ۱۵۰۰۰ m^3/day و عمدتاً مربوط به صنایع چرم و دباغی (۶۱۰۰ m^3/day) با شدت آلودگی بالاست. راندمان تصفیه فاضلاب برای حذف BOD، COD و TSS به ترتیب ۲۴±۶۲، ۱۹±۷۲ و ۱۳±۸۴ درصد بوده است. غلظت فلزات سنگین نظیر کروم در فاضلاب (۰/۲۸ mg/L) و لجن تولیدی (۳۵۳/۵ mg/L) بسیار بالا بوده که روش تصفیه بکار رفته، قادر به تصفیه این نوع فاضلاب تا محدوده استانداردها و شاخص‌های تخلیه به محیط‌زیست نیست. همچنین میزان املاح در پساب ۴۳۳۰۰ mg/L و در لجن ۲۰۲۰۰۰ mg/L بوده که بدون به‌کارگیری تصفیه ثالثیه، منطبق با شرایط برای دفع و یا استفاده مجدد در بسیاری از موارد نیست.

نتیجه‌گیری: عملکرد تصفیه‌خانه قادر به تأمین استانداردهای تخلیه محیطی و استفاده مجدد از پساب و لجن نیست؛ بنابراین پساب نهایی و لجن تولیدی نیازمند تصفیه بیشتر برای استفاده مجدد و جلوگیری از آلودگی محیط‌زیست است.

Please cite this article as: Arab Ameri N, Godini H, Zarrabi M, Darvishmotevalli M. A study on the performance of the wastewater treatment plant in Charmshahr industrial estate and the potential of reuse for effluent and disposal sludge. Iranian Journal of Health and Environment. 2025;17(4):757-74.

Copyright © 2025 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 2026-05-10]

مقدمه

شهرک‌های صنعتی به عنوان ابزاری مهم در توسعه اقتصادی کشورها، به علت دارا بودن طیف گسترده‌ای از آلاینده‌ها می‌توانند باعث بروز مشکلات محیط زیستی ناشی از عدم تصفیه و یا تصفیه ناقص فاضلاب‌های صنعتی گردند (۱). فاضلاب‌های صنعتی در مقایسه با فاضلاب‌های خانگی حاوی ترکیبات غیرمعمول آلاینده برای تصفیه بیولوژیکی نظیر آلاینده‌های آلی خطرناک، فلزات سنگین و مواد غیرقابل‌تجزیه بیولوژیکی هستند (۲، ۳). مطالعات انجام شده توسط Mejía-Marchena و همکاران (۲۰۲۳) نشان داده است که با توجه به مصرف بسیار زیاد آب در صنایع، بازیافت و استفاده مجدد فاضلاب صنعتی می‌تواند نیازهای آبی و اثرات محیط زیستی را به میزان اساسی کاهش دهد (۴). در شهرک صنعتی چرمشهر، صنایع تولید کننده و وابسته به چرم درصد بالایی از صنایع را تشکیل می‌دهد که با توجه به ماهیت چرم و استفاده از مواد شیمیایی خاصی که برای تبدیل پوست خام به چرم استفاده می‌شوند و ورود این مواد و آلاینده‌ها به جریان فاضلاب، می‌تواند در صورت مدیریت نامناسب اثرات زیانباری را به محیط زیست وارد نماید (۵). مطالعه Chowdhury و همکاران (۲۰۱۸) نیز لزوم بازیافت و استفاده مجدد از پساب و لجن حاصل از صنایع چرم را به دلیل نگرانی‌های محیط زیستی گوناگون نظیر مصرف بالای آب و حضور آلاینده‌هایی نظیر کروم، سولفید سدیم و غیره را مورد تاکید قرار داده‌اند (۶). همچنین مطالعات مختلف نشان داده‌اند که تصفیه بیولوژیکی این نوع فاضلاب‌ها به دلیل شوری زیاد و غلظت بالای مواد آلی دشوار بوده (۷) و پردازش و دفع لجن صنعتی تولیدی به دلیل دارا بودن انواع مختلفی از آلاینده‌های صنعتی به عنوان یک مسئله چالش‌برانگیز محیط زیستی مطرح است (۸). با رشد صنایع مختلف و توسعه شهرک‌های صنعتی و استفاده از مواد اولیه جدید و همچنین ظهور آلاینده‌های جدید (در حال ظهور و مقاوم)، بدیهی است که اکثر تصفیه خانه‌های متداول موجود در شهرک‌های صنعتی قادر به حذف موثر این گونه آلاینده‌ها نیست (۹). اکثر روش‌های متداول فیزیکوشیمیایی و بیولوژیکی که در تصفیه فاضلاب‌های صنعتی به کار گرفته می‌شوند حتی با عملکرد مناسب نیز ممکن است مشکل موجود در فاضلاب را به لجن تولیدی منتقل کنند که این موضوع معمولاً در طراحی تصفیه خانه مورد توجه قرار نمی‌گیرد و لذا لازم است مدیریت لجن نیز با یک رویکرد پایدار مورد توجه جدی قرار گیرد تا اثرات بالقوه محیطی آن به حداقل ممکن برسد (۱۰). مطالعه انجام شده توسط Kariab و همکاران (۲۰۲۳) در یک شهرک صنعتی در ایران نشان داده است که لجن تولید شده در تصفیه‌خانه‌های شهرک‌های صنعتی خطر اکولوژیکی بالایی دارند (۱۱). لذا با توجه به اهمیت لجن صنعتی، مطالعه Mabrouk و همکاران (۲۰۲۳) نشان داده است که مدیریت پایدار لجن در صنایع و شهرک‌های صنعتی بسته به شرایط اجتماعی، اقتصادی و محیطی هر کشور و منطقه باید انجام شود (۱۲). به دلیل تنوع آلاینده‌های تولیدی در صنایع مستقر در شهرک‌های صنعتی، مطالعات Liu و همکاران (۲۰۱۷) نشان داده است که برای تصفیه این دسته از فاضلاب‌ها یک چارچوب مدیریت فاضلاب دو لایه ضرورت دارد که به موجب آن صنایع مستقر در شهرک باید به ترتیب ملزم به ساخت تاسیسات تصفیه‌خانه‌های قمر و متمرکز باشند (۱۳). مطالعه Dadban Shahamat و همکاران (۲۰۲۳) نیز با توجه به اهمیت بازیافت و استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده شهرک‌های صنعتی به عنوان یک منبع جدید آب، ضرورت به کارگیری ترکیبی از روش‌های متنوع تصفیه فاضلاب برای رسیدن به استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست را پیشنهاد داده‌اند (۱۴).

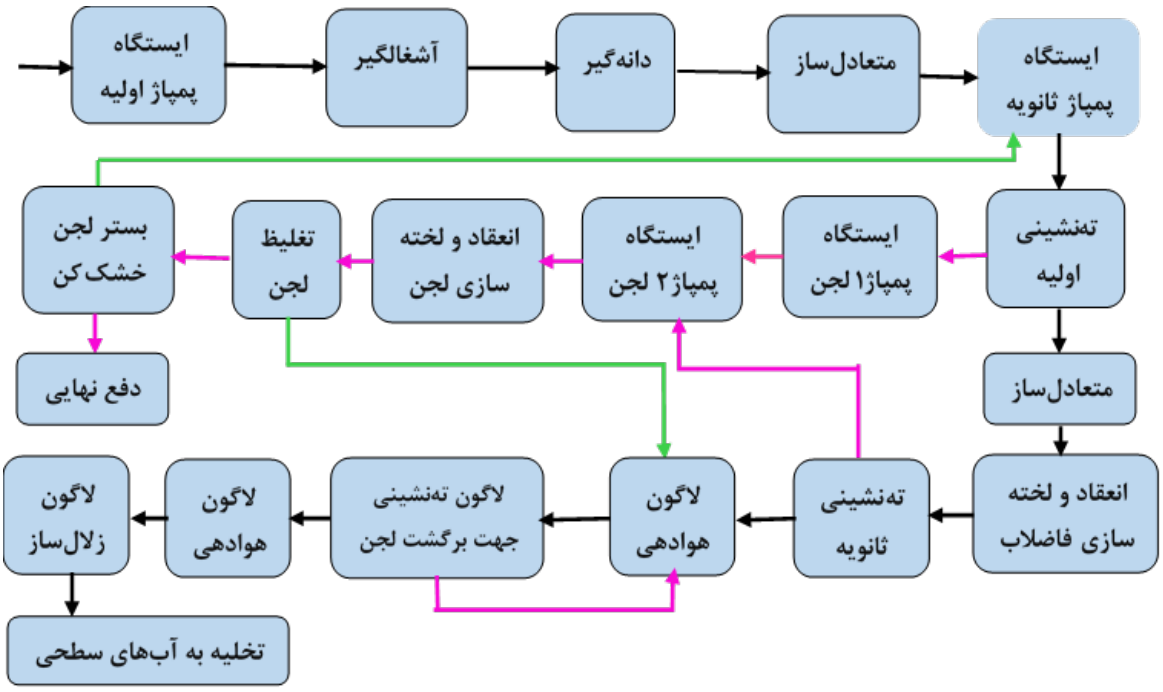
به‌طورکلی، هدف اصلی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب، حفظ محیط‌زیست و استفاده مجدد از پساب و لجن تولیدی است؛ لذا این مطالعه با هدف بررسی عملکرد تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک صنعتی چرمشهر و امکان‌سنجی استفاده مجدد از پساب و لجن حاصل از تصفیه با تطبیق کیفیت محصول تولیدی با استانداردها و راهنماهای ملی و بین‌المللی انجام شده است.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-05-10]

مواد و روش‌ها

شهرک صنعتی چرمشهر

محل مطالعه، شهرک صنعتی چرمشهر واقع در جنوب شرقی استان تهران است که این شهرک به مساحت حدود ۲۰۰ ha یکی از بزرگ‌ترین شهرک‌های صنعتی اختصاصی است که فعالیت خود را از سال ۱۳۶۴ آغاز کرده است. تعداد ۲۶۶ واحد صنعتی فعال و نیمه‌فعال در شهرک صنعتی چرمشهر مستقر است که عمدتاً شامل واحدهای چرم و دباغی، نساجی، سلولزی، شیمیایی، فلزی، کانی‌های غیرفلزی، غذایی و خدماتی است. در این شهرک به‌صورت عمده صنعتگران حوزه چرم‌سازی و صنایع وابسته به آن فعالیت می‌کنند. فاضلاب تولیدی واحدهای صنعتی فعال در محدوده شهرک به یک تصفیه‌خانه متمرکز منتقل می‌شود. در برخی از این صنایع، تصفیه مقدماتی بر روی فاضلاب تولیدی انجام شده که در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفته‌اند. در تصفیه‌خانه متمرکز، فاضلاب توسط واحدهای فیزیکی (آشغالگیری، دانه‌گیری و ته‌نشینی)، واحدهای فرایند شیمیایی (انعقاد، لخته‌سازی و ته‌نشینی ثانویه) و واحدهای بیولوژیکی تصفیه می‌شود. لجن‌های ته‌نشینی اولیه و ثانویه به بسترهای لجن‌خشک‌کن منتقل شده، پس از آبگیری به محل دفن بهداشتی فرستاده می‌شود. فلودیاگرام کلی جریان تصفیه فاضلاب در تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک صنعتی چرمشهر در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- جریان کلی تصفیه فاضلاب در تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک صنعتی چرمشهر (خطوط سیاه: جریان فاضلاب، خطوط بنفش: جریان لجن و خطوط سبز: جریان زهاب)

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-05-10]

روش جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها

داده‌های مورد استفاده در این مطالعه از سه منبع جمع‌آوری شده است:

۱- در یک دوره سه‌ماهه در سه نوبت با فواصل یک‌ماهه سه سری نمونه ترکیبی (۲۴ ساعته) برای سه بخش ورودی، خروجی و لجن نمونه‌گیری انجام شده که جمعاً ۹ سری نمونه اخذ و کیفیت فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی نمونه‌ها مورد آنالیز قرار گرفت. در این راستا آلاینده‌هایی شامل کدورت pH، TSS، TDS، BOD_5، COD، EC، DO، سولفات، نیترات، فسفات، کلیفرم کل، کروم و برخی فلزات سنگین منتخب، مورد آنالیز قرار گرفت.

۲- داده‌ها و اطلاعات موجود در سازمان حفاظت محیط زیست که به طور مرتب وضعیت تصفیه‌خانه را مورد پایش قرار می‌دهند و نیز اطلاعات موجود در شهرک صنعتی که داده‌های مربوط به دو سال اخیر هست اخذ و در تحلیل داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت. کیفیت فاضلاب ورودی و پساب خروجی تصفیه‌خانه از طریق این دو دسته داده‌ها به دست آمده است و هدف اصلی از نمونه‌گیری و آنالیزهای سری اول اعتبارسنجی داده‌های موجود برای تصفیه‌خانه بوده است که در این راستا بین میانگین متغیرهای کیفی در داده‌های سری اول و دوم در یک دوره زمانی یکسان آنالیز آماری انجام شده و اختلاف معنی‌داری بین پارامترهای اصلی کیفیت مشاهده نشده است؛ لذا برای دیگر فصول و برای دو سال از داده‌های موجود نیز استفاده گردید.

۳- توسط چک لیست تهیه شده توسط محقق، اطلاعات کمی و کیفی فاضلاب تولیدی صنایع مستقر در شهرک صنعتی به تفکیک صنعت برای ۲۶۶ صنعت فعال و نیمه فعال مستقر براساس داده‌های موجود در هر صنعت جمع آوری گردید. این دسته از داده‌ها برای مشخص کردن وجود و عدم وجود واحدهای تصفیه و با پیش تصفیه اختصاصی و همچنین خصوصیات فاضلاب تولیدی از هر صنعت مستقر در شهرک صنعتی استفاده شده است.

تمام آزمایش‌های انجام شده اعم از آزمایش‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی مطابق با کتاب روش‌های استاندارد برای آنالیزهای آب و فاضلاب انجام شده است (۱۵). کلیه آزمایش‌ها بصورت سه بار تکرار انجام گردیده و میانگین آن گزارش شده است. جهت تعیین غلظت فلزات سنگین محلول در نمونه‌های فاضلاب، پساب و لجن از دستگاه طیف‌سنجی جرمی-پلاسمای جفت شده القایی (Inductively Coupled Plasma) ICP-MS (مدل ICP-MS, Santa Clara ,CA ,USA Agilent Technologies 7900 با پلاسمای آرگن) استفاده شد (۱۶). در بخش مطالعات تطبیقی، داده‌های حاصل با استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست، FAO، WHO، EPA مطابقت داده شد و امکان‌پذیری استفاده مجدد پساب بررسی شد. تطبیق کیفیت لجن تولیدی با راهنماها و استانداردهای ملی و بین المللی برای کاربرد زمینی و دفع در زمین مورد بررسی قرار گرفت.

در این مطالعه از شاخص‌های آمار توصیفی میانگین و انحراف معیار استاندارد برای توصیف مشخصات فاضلاب، لجن و پساب استفاده شده است. برای بررسی و آنالیز میانگین‌ها، از آزمون کولموگروف-اسمیروف (Kolmogorov-Smirnov) برای بررسی نرمال بودن داده‌ها و آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه (One-Way ANOVA) و آزمون تعقیبی توکی (Tukey) جهت مقایسه گروه‌ها استفاده گردید. مقایسه میانگین‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد و سطح معنی‌دار $p\leq ۰/۰۵$ در نظر گرفته شده است. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها و ترسیم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ و نرم‌افزار Microsoft Excel انجام گرفت.

یافته‌ها

کمیت و کیفیت فاضلاب تولیدی در شهرک صنعتی چرمشهر در جدول ۱ نشان داده شده است. میانگین جریان فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانه ۱۵۰۰۰ m^3/day است که صنایع دباغی و چرم بیشترین نقش را از لحاظ کمیت (در مجموع حدود

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-05-10]

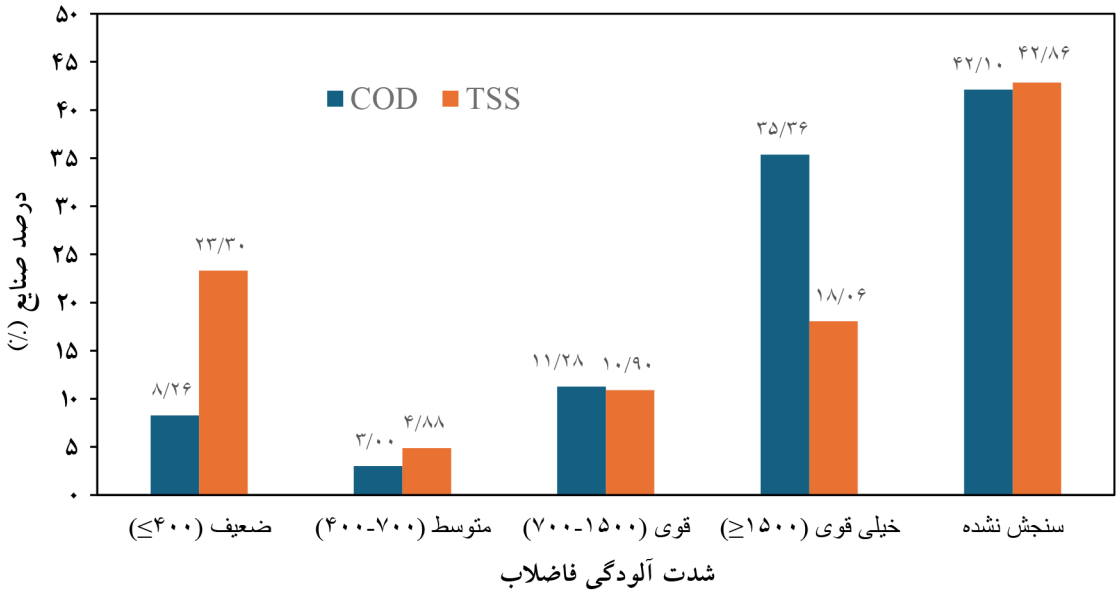
۶۱۰۰ m^3/day) و کیفیت به خود اختصاص داده‌اند. نتایج آزمون آماری برای میانگین‌های فاضلاب تولیدی، غلظت COD، غلظت BOD و TSS برای گروه‌های صنعتی مستقر در شهرک صنعتی تفاوت معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) نشان داده است.

جدول ۱- میزان و خصوصیات فاضلاب تولیدی در صنایع مستقر (به تفکیک گروه صنعتی) در شهرک صنعتی چرمشهر

گروه صنعتی	فراوانی تعداد واحد صنعتی	میانگین فاضلاب تولیدی (m^3/day)	میانگین COD تولیدی (mg/L)	میانگین BOD_5 تولیدی (mg/L)	میانگین TSS تولیدی (mg/L)
انواع چرم سبک و سنگین	۱۰۳	۵۲۳۳±۷۸۵	۵۷۶۱±۸۶۰	۲۵۰۰±۲۰۲/۵	۳۹۰۰±۳۸۳/۳
چربی و روغن	۳۵	۱۱۳۰±۱۶۹/۵	۶۲۹۲±۹۴۴	۴۰۶۷±۸۶۶	۲۲۵۰±۲۰۱
دباغی	۱۷	۸۶۷±۱۰۳	۶۰۲۳±۹۰۳	۱۷۰۰±۱۶۷/۷	۲۳۰۰±۲۸۸/۸
صنایع غذایی	۳۴	۸۰۸±۱۲۱	۱۱۳/۵±۱۶	۶۱±۵/۴	۱۲۰±۹/۲
گروه خدمات غیرصنعتی	۲۰	۶۸۰±۱۰۰	۱۸۰±۱۷	۹۷±۸/۳	۱۰۰۰±۹۳
چاپ و رنگرزی پارچه	۱۶	۵۲۵±۵۵	۵۷۹۶±۸۷۰	۴۰۰±۳۸/۲	۲۲۰۰±۲۱۶
انواع رنگ هنری، صنعتی، آرایشی و غیره	۶	۴۳۳±۶۵	۶۱۷۰±۹۲۵/۵	۳۰۰±۲۳/۷	۲۲۰۵±۲۱۸
انواع صابون	۹	۳۹۸±۶۰	۷۳۶۲±۸۸۴	۳۴۳۱±۳۳۱/۲	۲۱۱۱±۲۱/۵
انواع اسید چرب	۵	۲۳۰±۳۳	۲۳۹۷±۳۱۰/۷	۲۲۶۰±۲۱۷/۵	۱۷۱۶±۱۷۳
فرش ماشینی	۶	۲۱۶±۳۱	۱۸۵۰±۱۸۰	۲۷۵±۲۳/۱	۲۸۸۷±۲۸۷/۵
شستشوی پارچه و فرش	۷	۲۰۷±۳۰	۶۰±۵	۲۰±۱۲	۲۴۳۲±۲۴۵
خوراک دام	۸	۲۰۰±۲۱	۵۰۴۹±۵۰۸/۷	۲۴۰۰±۲۴۱	۲۸۸۳±۲۹/۵

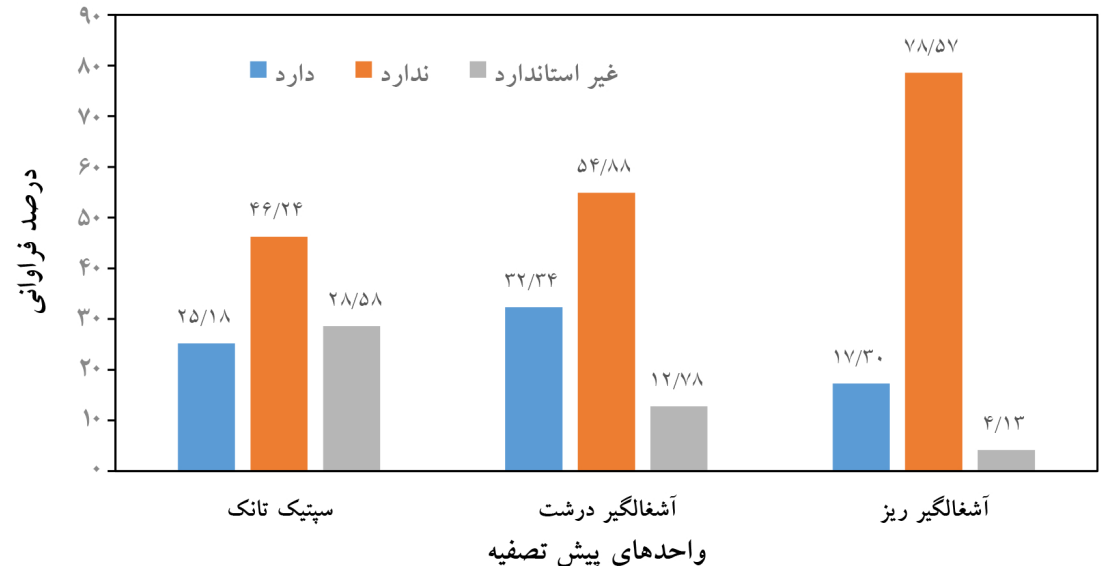
در شکل ۲، شدت آلودگی فاضلاب‌های صنایع مستقر در شهرک صنعتی براساس معیارهای COD و TSS نشان داده شده است. نتایج نشان داده است که در حدود ۴۲ درصد صنایع، کیفیت فاضلاب سنجش نشده و اطلاعاتی در این زمینه در دسترس نیست. در ۳۵ درصد صنایع مستقر شدت آلودگی فاضلاب از نظر COD بسیار قوی است و در حدود ۲۳ درصد صنایع شدت آلودگی فاضلاب تولیدی براساس غلظت COD ضعیف است.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-05-10]



شکل ۲- شدت آلودگی فاضلاب تولیدی در صنایع مستقر در شهرک صنعتی چرمشهر براساس میزان COD و TSS

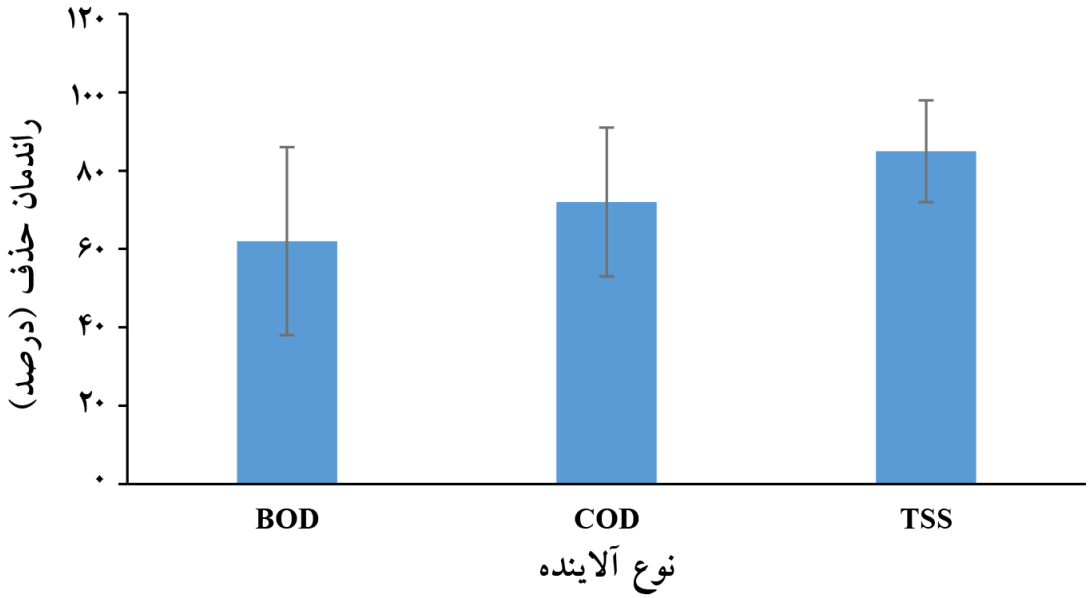
در حال حاضر هیچ‌یک از واحدهای صنعتی مستقر در محدوده شهرک صنعتی چرمشهر دارای تصفیه‌خانه فاضلاب اختصاصی نیست. با این وجود فقط ۲۵ درصد صنایع از سپتیک تانک و بیش از ۵۰ درصد صنایع از آشغالگیرهای ریز و درشت به‌عنوان سیستم پیش‌تصفیه فاضلاب استفاده می‌کنند که توزیع فراوانی آن در صنایع مستقر در شهرک صنعتی در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳- درصد فراوانی وجود سپتیک تانک، آشغالگیر درشت و ریز در واحدهای صنعتی مستقر در شهرک صنعتی چرمشهر

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-05-10]

در فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانه متمرکز، از بین فلزات منتخب اندازه‌گیری شده فقط غلظت فلز کروم بالا بوده و در ورودی ۰/۲۸ mg/L اندازه گیری گردید. غلظت سایر فلزات منتخب در محدوده استاندارد بوده است. میانگین عملکرد تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک صنعتی چرمشهر در طی مطالعه براساس COD، BOD، و TSS در شکل ۴ نشان داده شده است. نتایج نشان داده است که میانگین راندمان کلی حذف برای آلاینده های BOD_5، COD و TSS به ترتیب ۶۲، ۷۲ و ۸۴ درصد بوده است.



شکل ۴- عملکرد تصفیه خانه فاضلاب شهرک صنعتی چرمشهر در حذف آلاینده‌های BOD_5، COD و TSS

نتایج حاصل از مقایسه و تطبیق کیفیت پساب خروجی از تصفیه‌خانه با استانداردهای ملی پساب خروجی ایران برای تخلیه به آب‌های سطحی، استفاده در کشاورزی و تغذیه آب‌های زیرزمینی و راهنمای سازمان بهداشت جهانی، سازمان حفاظت محیط‌زیست آمریکا و فائو نشان داده است که بسیاری از آلاینده‌های اندازه‌گیری شده از مقادیر استانداردهای پساب خروجی ایران و استانداردهای بین‌المللی بالاتر است (جدول ۲).

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-05-10]

جدول ۲- مقایسه و تطبیق پارامترهای پساب تولیدی با استاندارد خروجی پساب در ایران (به استناد ماده ۵ آیین نامه جلوگیری از آلودگی آب) و راهنماهای سازمان بهداشت جهانی، سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا و فائو

پارامتر	میانگین غلظت در پساب خروجی	استاندارد خروجی پساب در ایران			راهنماهای جهانی و بین‌المللی برای استفاده در کشاورزی		
		استاندارد تخلیه به آب‌های سطحی	استاندارد تخلیه به چاه جاذب	استاندارد مصارف کشاورزی	WHO	EPA	FAO
COD (mg/L)	۲۶۰۰ ± ۲۷۲/۵	۶۰ (لحظه‌ای ۱۰۰)	۶۰ (لحظه‌ای ۱۰۰)	۲۰۰	–	۱۲۰	–
BOD_5 (mg/L)	۱۱۸۴±۱۳۵/۵	۳۰ (لحظه‌ای ۵۰)	۳۰ (لحظه‌ای ۵۰)	۱۰۰	۳۰	۳۰	–
TSS (mg/L)	۲۱۳/۸ ± ۲۱/۳	۴۰ (لحظه‌ای ۶۰)	–	۱۰۰	۳۰	۳۰	۵۰
TDS (mg/L)	۴۳۳۰±۳۰۰۱	*	**	--	۴۵۰	–	۲۰۰۰
کدورت (NTU)	۵۸/۹۵ ± ۶/۷۶	۵۰	–	۵۰	–	۵	≤۲
کل‌کلیفرم (No./100 mL)	۳۵۳۰±۳۵۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰
pH	۷/۲۷ ± ۰/۵	۶/۵–۸/۵	۵–۹	۶–۸/۵	۶–۹	۶–۹	۶/۵–۸
سولفات (mg/L)	۱۳۶۰ ± ۱۴۳	۴۰۰	۴۰۰	۵۰۰	–	–	–
نیترات (mg/L)	۳۰/۶ ± ۶	۵۰	۱۰	–	≤۳۰	≤۳۰	≤۳۰
فسفات (mg/L)	۴۹/۸ ± ۵/۵	۶	۶	–	–	–	–
Ni (mg/L)	<۰/۱	۲	۲	۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲
Cr III (mg/L)	<۰/۱	۲	۲	۲	–	۰/۱	–
Pb (mg/L)	<۰/۱	۱	۱	۱	۵	۵	۵
Cd (mg/L)	<۰/۰۵	۰/۱	۰/۱	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱
V (mg/L)	<۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱
Fe (mg/L)	<۰/۱	۳	۳	۳	۵	۵	۵
Mn (mg/L)	<۰/۱	۱	۱	۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲
Cu (mg/L)	<۰/۱	۱	۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲
Zn (mg/L)	<۰/۱	۲	۲	۲	۲	۱	۲
Al (mg/L)	<۰/۱	۵	۵	۵	۵	۵	۵

* تخلیه با غلظت بیش از میزان مشخص شده در جدول در صورتی مجـاز خواهد بود که پساب خروجی غلظت کلراید، سولفات و مواد محلول منبع پذیرنده را در شعاع ۲۰۰ متری بیش از ۱۰ درصد افزایش ندهد.

** تخلیه با غلظت بیش از میزان مشخص شده در جدول در صورتی مجـاز خواهد بود که افزایش کلراید، سولفات و مواد محلول پساب خروجی نسبت به آب مصرفی بیش از ۱۰ درصد نیست.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-05-10]

میانگین تولید لجن در تصفیه‌خانه فاضلاب چرمشهر ۲۰۰۰ m^3/day است. برخی از مشخصات کیفی لجن تولیدی در تصفیه‌خانه متمرکز شهرک و مقایسه و تطبیق آن با رهنمودهای سازمان بهداشت جهانی، سازمان حفاظت محیط‌زیست آمریکا، و استانداردهای برخی کشورها در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان داده است که برخی از فلزات مخصوصاً کروم، آهن و آلومینیوم در لجن دفعی حاصل از تصفیه فاضلاب شهرک صنعتی بسیار بالاتر از مقادیر مجاز است.

جدول ۳- کیفیت لجن تصفیه‌خانه فاضلاب چرمشهر و مقایسه و تطبیق آن با رهنمودهای سازمان بهداشت جهانی، سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا و استاندارد برخی کشورها برای کاربرد لجن فاضلاب در زمین و کشاورزی

پارامتر	میانگین غلظت در لجن تصفیه‌خانه چرمشهر (mg/kg)	حداکثر مجاز غلظت آلاینده‌ها در خاک‌های دریافت‌کننده (WHO) (mg/kg)	حداکثر غلظت مجاز فلزات سنگین در لجن مورداستفاده در زمین در دیگر کشورها (۱۶) (mg/kg)					
			آمریکا	قطر	EU	تانزانیا	فرانسه	عمان
Ni	<۵	۱۰۷	۴۲۰	۲۰۰	۳۰۰-۴۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۳۰۰
Cr	۱۱۷۸۳ ±۱۱۱۰	–	۱۲۰۰	۳۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰
Pb	۵۱۶ ± ۲	۸۴	۳۰۰	۳۰۰	۷۵۰-۱۲۰۰	۸۰۰	۸۰۰	۱۰۰۰
Cd	<۵	۴	۳۹	۲۰	۲۰-۴۰	۲۰	۲۰	۲۰
V	<۵	۴۷	-	-	-	-	-	-
Fe	۱۵۶۳۳ ±۱۸۶	-	-	-	-	-	-	-
Mn	۳۳۴± ۵	-	-	-	-	-	-	-
Cu	۳۰۰± ۴	-	۱۵۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰-۱۷۵۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰
Zn	۳۹۵۰±۷۷	-	۲۸۰۰	۲۵۰۰	۲۵۰۰-۴۰۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰
Al	۲۰۶۸۳± ۲۵۳	-	-	-	-	-	-	-

بحث

کیفیت و کمیت فاضلاب صنایع مستقر در شهرک صنعتی چرمشهر

با توجه به وسعت و تنوع صنایع در شهرک صنعتی چرمشهر، طیف گسترده‌ای از آلاینده‌ها در پساب خروجی این صنایع وجود دارد (۱۷). صنایع چرم و دباغی بیشترین سهم را در تولید فاضلاب ورودی (حدود ۶۱۰۰ m^3/day) به تصفیه خانه متمرکز دارد که این دسته از صنایع به دلیل نوع ماده اولیه و فرآیندهای تولید محصول، میزان مصرف آب و متعاقب آن

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-05-10]

تولید فاضلاب بالایی دارند (۱۸, ۱۹). نتایج مطالعه حاضر نشان داد که فاضلاب صنایع چرم از نظر سه نوع شاخص آلاینده‌گی مهم (BOD، COD و TSS) در گروه فاضلاب خیلی قوی دسته‌بندی می‌شوند که با نتایج حاصل از مطالعه Éverton Hansen و همکاران (۲۰۲۰) مبنی بر سمیت و آلودگی بالای فاضلاب صنایع چرم و دباغی نیز مطابقت دارد (۵). با توجه به آلودگی بالای این فاضلاب‌ها، بسیاری از کشورها نظیر آمریکا، چین، برزیل و برخی از کشورهای اروپایی استانداردهای سختگیرانه‌ای در ارتباط با تخلیه اینگونه پساب‌ها به محیط زیست تدوین نموده‌اند (۲۰). فاضلاب این شهرک صنعتی دارای آلاینده‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی بسیار بالا بوده و مطالعات انجام شده توسط Hao و همکاران (۲۰۲۳) این موضوع را تایید می‌کند (۲۱). علاوه بر صنعت چرم و دباغی، طیف متنوعی از صنایع نظیر صنایع روغن و چربی، صنایع غذایی، صنایع چاپ و رنگ پارچه، صنایع تولید خوراک دام و واحدهای خدماتی نیز در محدوده شهرک صنعتی چرمشهر مستقر هستند که حجم بالایی از فاضلاب را تولید می‌کنند. نتایج مطالعات انجام شده توسط Suksaroj و همکاران (۲۰۲۳) نشان داده است که صنایع چربی و روغن مقادیر بالایی از فاضلاب با شدت آلودگی بالا از نظر BOD و COD تولید می‌کند و غلظت این آلاینده‌ها می‌تواند به ترتیب تا حدود ۳۰۰۰۰ و ۶۱۰۰۰ mg/L نیز افزایش یابد (۲۲) که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد.

روش‌های تصفیه بکار گرفته شده در صنایع مستقر در شهرک صنعتی چرمشهر

واحدهای صنعتی مستقر در شهرک صنعتی چرمشهر فاقد تصفیه‌خانه فاضلاب اختصاصی کامل هستند. برخی از صنایع فقط دارای آشغالگیر و سپتیک تانک هستند. ۴۶ درصد واحدها فاقد سپتیک تانک بوده و حدود ۲۸ درصد آنها، سیستم‌های سپتیک تانک دارند؛ ولی به دلیل عدم تخلیه و لایروبی منظم، عملکرد لازم به‌عنوان پیش‌تصفیه را ندارند و تنها حدود ۲۶ درصد صنایع دارای سپتیک تانک با عملکرد مطلوب هستند. از آنجا که فلزات سنگین طی فرایند ترسیب در سپتیک تانک‌ها تا حد زیادی از فاضلاب دباغی‌ها حذف می‌شوند، کارکرد بهینه سپتیک تانک‌ها می‌تواند در پیش‌تصفیه این فاضلاب قبل از ورود به تصفیه‌خانه اصلی مؤثر واقع شود (۲۳).

علاوه براین حدود ۵۵ درصد صنایع هیچ نوع آشغالگیری نداشته، بیش از ۷۸ درصد واحدها فاقد آشغالگیر ریز بودند. در نتیجه، حذف مو و آشغال‌های درشت توسط صنایع موجود به صورت خیلی ضعیف انجام می‌شود. با توجه به اینکه ماده اولیه در صنایع چرم پوست حیوانات است و دارای مو و پشم زیادی است، استفاده مناسب از آشغالگیرها در پیش‌تصفیه می‌تواند به بهبود عملکرد تصفیه‌خانه مرکزی کمک نماید (۲۴). به این ترتیب بهره‌برداری صحیح از سپتیک تانک و آشغالگیر در واحدهای صنعتی به عنوان پیش تصفیه می‌تواند تا حد زیادی به کاهش بار آلودگی فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانه متمرکز و کاهش هزینه‌ها کمک کند. در این خصوص Kumar و همکار (۲۰۲۱) پیشنهاد کرده‌اند که به‌کارگیری روش‌های پیش‌تصفیه مناسب و روش‌های اختصاصی برای حذف فلزات سنگین در فاضلاب صنعتی می‌تواند شرایط به کارگیری فرآیندهای بیولوژیکی به عنوان روش‌های کم‌هزینه، آسان و سازگار با محیط زیست را تسهیل نماید (۲۵). با توجه به تنوع آلاینده‌های فاضلاب صنعتی شهرک صنعتی چرمشهر، فرایند تصفیه در تصفیه‌خانه متمرکز با ویژگی تمام پساب‌های صنایع گوناگون مطابقت ندارد که در این راستا، مطالعه Dadban Shahamat و همکاران (۲۰۲۳) نیز ضرورت به کارگیری ترکیبی از روش‌های متنوع تصفیه فاضلاب برای رسیدن به استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست را برای شهرک‌های صنعتی را پیشنهاد داده‌اند (۱۴). همچنین مطالعات Liu و همکار (۲۰۱۸) برای تصفیه فاضلاب شهرک‌های صنعتی یک چارچوب مدیریت فاضلاب دولایه شامل تصفیه‌خانه‌های قمر و متمرکز را برای شهرک‌های صنعتی پیشنهاد داده‌اند (۱۳).

کمیت و کیفیت فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانه فاضلاب

فاضلاب ورودی به این تصفیه‌خانه ۱۵۰۰۰ m^3/day است.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-05-10]

فاضلاب واحدهای دباغی حجم زیادی از آلاینده‌ها نظیر BOD_5، COD، TSS، کدورت، EC، TDS، سولفات، نیترات، فسفات و شوری را وارد تصفیه‌خانه می‌کند. همچنین به دلیل تخلیه فاضلاب بهداشتی واحدهای صنعتی حضور کلیفرم‌ها، باعث افزایش بار آلودگی میکروبی فاضلاب ورودی شده است (۲۶). فلزات سنگین وارد شده به این تصفیه‌خانه عمدتاً شامل کروم (۰/۲۸ mg/L) و آهن (۰/۳ mg/L) است. Sinduja و همکاران (۲۰۲۲) و Rahman و همکاران (۲۰۲۲) (۲۷، ۲۸)، مهمترین فلزات سنگین موجود در فاضلاب صنایع دباغی و چرم را کروم و آهن تعیین کرده‌اند که با نتایج حاصل از این مطالعه مطابق دارد. البته به نظر می‌رسد که غلظت کروم و آهن در فاضلاب ورودی باید بیش از این مقدار باشد اما با توجه به اینکه صنایع دباغی موجود در شهرک صنعتی به دلیل الزامات قانونی دارای سپتیک تانک هستند، با حذف کروم و آهن طی فرآیندهای ترسیب، و همچنین ترقیق ناشی از اختلاط با فاضلاب‌های دیگر صنایع میزان غلظت آنها در فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانه کاهش یافته است (۲۳). بررسی نسبت مقادیر COD (۹۴۳۸ mg/L) و BOD_5 (۳۶۹۰ mg/L) ورودی به تصفیه‌خانه نشان می‌دهد که امکان تصفیه به روش‌های بیولوژیکی وجود دارد (۲۹). اگرچه نسبت COD به BOD جهت تصفیه به روش‌های بیولوژیکی مناسب است اما به دلیل بالا بودن میزان TDS ورودی به تصفیه خانه (۴۳۳۰۰±۳۰۰۱ mg/L) که علت آن استفاده زیاد از نمک در نگهداری پوست و نمک‌زدایی در مراحل دباغی است، معیارهای دیگر نیز باید مورد توجه قرار گیرد (۲۰، ۳۰).

عملکرد تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک صنعتی چرمشهر

نتایج این مطالعه نشان داده است که راندمان عملکرد تصفیه‌خانه شهرک صنعتی چرمشهر برای حذف COD، BOD و TSS به ترتیب در محدوده‌های ۲۴±۶۲، ۱۹±۷۲ و ۱۳±۸۴ درصد بوده است. این بازدهی اگرچه از نظر بررسی عملکرد تصفیه خانه نسبتاً خوب است، اما به دلیل بالا بودن بیش از حد غلظت آلاینده‌ها در ورودی، باعث کاهش کیفیت پساب خروجی در مقایسه با رهنمودها، جهت استفاده مجدد از پساب در کاربری‌های گوناگون می‌شود که دراین‌خصوص لزوم تصفیه بیشتر پساب خروجی جهت رسیدن به استانداردهای ملی و بین‌المللی ضرورت دارد. نتایج نشان داده است که عملکرد این تصفیه‌خانه قادر به دستیابی به استانداردهای لازم برای برای حذف COD، BOD، TSS جهت تخلیه پساب به محیط زیست نیست که در این شرایط Liu و همکار (۲۰۱۸) جهت افزایش راندمان کلی تصفیه فاضلاب در شهرک‌های صنعتی، پیشنهاد تصفیه اختصاصی فاضلاب در واحدهای صنعتی مستقر در شهرک‌های صنعتی قبل از تخلیه به واحد تصفیه متمرکز را داده‌اند (۱۳). با توجه به کیفیت پساب خروجی عملکرد تصفیه‌خانه برای رسیدن به کیفیت پساب از نظر برخی فلزات منتخب مخصوصاً کروم و آهن که در فاضلاب ورودی بالاست، مناسب بوده است و در نهایت میزان فلزات سنگین موجود در پساب خروجی از این تصفیه‌خانه از رهنمودهای تعیین شده توسط مراجع مختلف فراتر نرفته است. یکی از علت‌های راندمان پایین این تصفیه خانه در حذف BOD و COD ممکن است غلظت بالای املاح محلول در فاضلاب ورودی باشد به طوری که با نتایج مطالعات Luján-Facundo و همکاران که مشخص کرده اند که در صنعت چرم و دباغی میزان شوری بالا باعث اختلال در فرایندهای بیولوژیکی و فعالیت‌های میکروبی شده است نیز مطابقت دارد (۷). لذا برای افزایش راندمان تصفیه خانه کاهش میزان TDS ورودی ضرورت دارد. Shi و همکاران (۲۰۲۰) نشان داده‌اند که در تصفیه فاضلاب با نمک بالا روش‌های بیولوژیکی نمی‌توانند خیلی موثر باشند و روش‌های فیزیکی و شیمیایی اضافی مانند فناوری غشای دوگانه، نظیر اولترافیلتراسیون به همراه اسمز معکوس می‌تواند بسیار موثر است (۳۱).

کیفیت پساب خروجی جهت استفاده مجدد و تخلیه به محیط‌زیست

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده در رابطه با آلاینده‌های منتخب در پساب خروجی جهت تخلیه به آب‌های سطحی، چاه جاذب

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-05-10]

و استفاده در آبیاری محصولات کشاورزی، هیچ یک از فلزات سنگین از حدود مجاز در استانداردها و رهنمودهای ملی این سه نوع کاربری فراتر نیست، اما مقادیر TSS، BOD، COD، TDS، کدورت، کلیفرم کل و DO در پساب، خارج از حدود مجاز در ایران جهت این‌گونه مصارف است (۳۲) و نمی‌توان از این پساب قبل از تصفیه بیشتر، استفاده مجدد نمود. چنانچه پیش‌تصفیه مناسب توسط واحدهای صنعتی انجام شود، پساب حاصل از این تصفیه‌خانه شرایط بهتری خواهد داشت. لذا ضروری به نظر می‌رسد جهت بهبود عملکرد تصفیه‌خانه روش‌های موجود بازبینی و اصلاح گردد.

بر اساس استاندارد خروجی پساب، تدوین شده توسط سازمان‌هـــای بین‌المللی WHO، EPA و FAO، مقادیر TSS، BOD، COD و DO موجود در پساب، فراتر از محدوده مجاز جهت مصارف کشاورزی است. با در نظر گرفتن این موضوع و نیز اهمیت بازیافت و استفاده مجدد از آب لازم است روش‌های تصفیه بیشتری در رابطه با فاضلاب این شهرک صنعتی اتخاذ شود که در این خصوص مطالعات Zhao و همکاران (۲۰۲۲) روش‌های متنوعی برای تصفیه فاضلاب صنایع چرم با هدف بازیافت و استفاده مجدد از آب ارائه کرده‌اند (۲۶). غلظت بالای BOD، TSS و کلیفرم ها در پساب خروجی تصفیه خانه چرمشهر به دلیل عدم مطابقت با استاندارد ملی ایران برای تغذیه آبخوان های غیر شرب نیز مناسب نیست (۳۳). یکی از راهکارهای مناسب جهت بهبود کیفیت میکروبی پساب شهرک صنعتی چرمشهر، عدم اختلاط فاضلاب بهداشتی با فاضلاب صنعتی در واحدهای صنعتی است.

یکی کاربردهای مهم پساب می‌توان به استفاده از آن در صنایع اشاره نمود. مقایسه آلاینده‌های موجود در پساب این تصفیه‌خانه، با استانداردها و راهنمای طبقه‌بندی کیفیت آب برای مصارف صنعتی (۳۴)، نشان می‌دهد، استفاده از این پساب از نظر میزان TSS، TDS و کدورت جهت استفاده برای برخی مصارف صنعتی نیز مناسب نیست. همچنین بر اساس استاندارد ملی ایران برای کاربرد پساب در برخی از صنایع شیمیایی نظیر صنایع شیمیایی آلی، شیمیایی غیرآلی، پلاستیک و لاستیک بر اساس پارامترهای Fe، Mn، TDS و TSS (۳۵)، پساب خروجی از تصفیه خانه متمرکز شهرک صنعتی با مشخصات کیفی آب مورد نیاز برای برخی از این استفاده‌های صنعتی نیز مطابقت ندارد. با توجه به اهمیت استفاده مجدد از پساب تولیدی در صنعت در این خصوص نیز لزوم تصفیه بیشتر پساب خروجی مشخص می‌گردد. یکی از مهمترین کاستی این تحقیق این است که به دلیل ترکیب بسیار پیچیده فاضلاب تولیدی در شهرک صنعتی و محدودیت در پارامترهای مشخص شده، حتی اگر همه پارامترها هم منطبق بر استانداردهای ملی و بین اللملی باشد، جهت اطمینان از عدم اثرات نامطلوب بر محیط زیست و موجودات، تحقیقات تکمیلی نظیر ارزیابی‌های زیستی برای تعیین اثرات نامطلوب پساب باید انجام شود.

تطبیق کیفیت لجن تصفیه‌خانه چرمشهر با شاخص‌ها و رهنمودهای بین‌المللی

میزان تولید لجن در تصفیه‌خانه چرمشهر حدود m^3/day ۲۰۰۰ است. میانگین غلظت فلزات سنگین موجود در لجن تولیدی طبق مطالعه حاضر نشان می‌دهد، مقدار کروم موجود در این لجن براساس وزن خشک بسیار بالاست (mg/kg ۱۱۱۰± ۱۱۷۸۳) که با بهبود روش‌های تصفیه می‌توان این فلز سنگین را با روش‌های مختلف بازیابی نمود. سایر فلزات سنگین که به مقدار زیادی در لجن این تصفیه‌خانه وجود دارد شامل Fe (mg/kg ۱۵۶۳۳±۱۸۶)، Zn (mg/kg ۷۷±۳۹۵۰) و Pb (mg/kg ۵۱۶±۱۲) است. در این‌خصوص مطالعه Kariab و همکاران (۲۰۲۳) نشان داده است که لجن تولید شده در تصفیه‌خانه‌های شهرک‌های صنعتی ریسک اکولوژیکی بالایی دارند (۱۱)، لذا نیازمند توجه خاص در مدیریت تولید و دفع است.

علاوه بر فلزات سنگین، سایر آلاینده‌های منتخب این لجن نیز دارای مقادیر بالاست. لجن حاصل از این تصفیه‌خانه عمدتاً لجن شیمیایی بوده که ماهیت آن اساساً با لجن تولیدی از واحدهای دیگر متفاوت است اما در این تصفیه خانه فقط از بسترهای لجن خشک‌کن برای همه لجن‌های تولیدی استفاده می‌گردد

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-05-10]

لذا برای بهبود کیفیت لجن دفعی، پردازش بیشتر و جداسازی انواع لجن ضرورت دارد. مطالعه انجام شده توسط Mabrouk و همکاران (۲۰۲۳) برای تصفیه و دفع لجن‌های صنعتی نشان می‌دهد استفاده از لجن جهت مصارف کشاورزی و به‌عنوان یک کود آلی یک روش مطلوب است، اما بر اساس این مطالعات و مقایسه آن با شرایط موجود در تصفیه‌خانه چرمشهر، باید گفت لجن حاصل از تصفیه‌خانه چرمشهر به علت وجود فلزات سنگین و نیز انواع آلاینده‌های مربوط به فاضلاب بهداشتی نیاز به تصفیه بیشتر جهت مصرف مجدد دارد و برای استفاده به‌عنوان کود در زمین‌های کشاورزی نامناسب است (۱۲).

مطالعات Geng و همکاران (۲۰۲۰) برای حذف فلزات سنگین و شوری از لجن فاضلاب بر راندمان حذف تمرکز می‌کنند، به حدی که استاندارد کاربرد در زمین را برآورده سازد. در این مطالعه روش‌هایی چون فرایندهای الکتروکینتیک، استخراج سیال فوق‌بحرانی، استخراج آلاینده‌ها با کمک مواد شیمیایی، عوامل شستشودهنده گیاهی، روش‌های تبادل یونی، فرایندهای اکسیداسیون پیشرفته و تصفیه زیستی، در تصفیه لجن بررسی شده که اغلب در مقیاس آزمایشگاهی انجام می‌شود. بررسی بیشتر این روش‌ها و دستیابی به درک جامعی از مکانیسم‌هایی که زیربنای هر کدام هستند، ضروری است (۳۶).

از دیدگاه کلی، تصفیه و تثبیت لجن طی فرایندها و روش‌های گوناگون امکان‌پذیر است. این روش‌ها پتانسیل کاهش فلزات سنگین از لجن را دارند. با توجه به شرایط اقتصادی و با درنظر گرفتن ویژگی‌های لجن حاصل از تصفیه‌خانه چرمشهر می‌توان بهترین روش را بررسی و مورد استفاده قرار داد.

مقایسه حداکثر غلظت آلاینده‌ها برای کاربرد لجن فاضلاب در زمین در آمریکا با مقادیر موجود در لجن تصفیه‌خانه چرمشهر نشان می‌دهد، وزن خشک کروم موجود در این لجن بیش از حدود مجاز بارگذاری تجمعی و سالانه این عنصر و وزن خشک فلز سنگین سرب بیش از حدود مجاز است (۱۲). همچنین، طبق مقایسه انجام شده برخی فلزات سنگین پساب چرمشهر با رهنمودهای WHO، مشاهده شد فلزات کادمیم، سرب، نیکل و وانادیوم موجود در لجن در محدوده مجاز جهت استفاده در خاک کشاورزی است. با توجه به کیفیت فعلی لجن تصفیه‌خانه چرمشهر، این لجن در حال حاضر قابلیت استفاده مجدد در زمین‌های کشاورزی و یا کاربری زمینی را ندارد. با توجه به امکان عدم استفاده در زمین و کاربری کشاورزی برای لجن تولیدی در تصفیه‌خانه چرمشهر، موارد دیگر کاربری می‌تواند مورد بررسی قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

روزانه به طور متوسط $15000\ m^3/day$ فاضلاب توسط واحدهای مختلف صنعتی در شهرک صنعتی چرمشهر تولید می‌گردد. هرچند روش‌های به کار گرفته شده برای پیش‌تصفیه و تصفیه در واحدهای صنعتی و تصفیه‌خانه متمرکز فاضلاب شهرک در نهایت قادر به حذف حدود ۶۲ و ۷۲ درصد BOD و COD است؛ اما به دلیل غلظت‌های بسیار بالای آلاینده‌ها در ورودی به تصفیه‌خانه، مقادیر بالایی از انواع آلاینده‌ها در پساب خروجی وجود داشته که استفاده مجدد آن را با مشکل مواجهه می‌کند. با توجه به اهمیت بازیافت و استفاده مجدد از پساب، بازنگری در روش‌های تصفیه موجود و به‌کارگیری روش‌های مناسب تصفیه در این شهرک ضرورت دارد. همچنین، لجن دفعی تصفیه‌خانه فاضلاب چرمشهر دارای بار آلودگی بالایی بوده و برخی فلزات سنگین به‌ویژه کروم و آهن و آلومینیوم در آن بالا است که براساس استانداردها و راهنماهای موجود برای به‌کارگیری و یا دفع در زمین نامناسب است؛ لذا ضرورت دارد لجن‌های تولیدی در این تصفیه‌خانه به‌صورت مجزا مورد پردازش و تصفیه بیشتر قرار گیرند تا بتوان علاوه بر کاهش آلودگی‌های محیط، با استفاده مجدد از لجن به سود اقتصادی نیز دست یافت.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان کلیه نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-05-10]

کرده‌اند که با کد اخلاق IR.ABZUMS.REC.1401.188 به تصویب رسیده است.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از پایان‌نامه با عنوان "ارزیابی عملکرد تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک صنعتی چرمشهر و پتانسیل کاهش فلزات سنگین و املاح از پساب و لجن حاصل از تصفیه‌خانه" در مقطع کارشناسی‌ارشد مهندسی بهداشت محیط است که در سال ۱۴۰۲ و کد ۵۲۸۳ با حمایت دانشگاه علوم پزشکی البرز اجرا شده است.

References

1. Yavuz Y, Ögütveren Ü. Treatment of industrial estate wastewater by the application of electrocoagulation process using iron electrodes. Journal of Environmental Management. 2018;207:151-58.

2. Alighardashi A, Pakan M, Jamshidi S, Shariati FP. Performance evaluation of membrane bioreactor (MBR) coupled with activated carbon on tannery wastewater treatment. Membrane Water Treatment. 2017;8(6):517-28.

3. Abdelbasir SM, Shalan AE. An overview of nanomaterials for industrial wastewater treatment. Korean Journal of Chemical Engineering. 2019;36(8):1209-25.

4. Mejía-Marchena R, Maturana-Córdoba A, Gómez-Cerón D, Quintero-Monroy C, Arismendy-Montes L, Cárdenas-Pérez C. Industrial wastewater treatment technologies for reuse, recycle, and recovery: advantages, disadvantages, and gaps. Environmental Technology Reviews. 2023;12(1):205-50.

5. Hansen É, Monteiro de Aquim P, Hansen AW, Cardoso JK, Ziulkoski AL, Gutterres M. Impact of post-tanning chemicals on the pollution load of tannery wastewater. Journal of Environmental Management. 2020;269:110787.

6. Chowdhury ZUM, Ahmed T, Antunes P, Paul H. Environmental life cycle assessment of leather processing industry: a case study of Bangladesh. Society of Leather Technologists and Chemists. 2018;102:18-26.

7. Luján-Facundo MJ, Fernández-Navarro J, Alonso-Molina JL, Amorós-Muñoz I, Moreno Y, Mendoza-Roca JA, et al. The role of salinity on the changes of the biomass characteristics and on the performance of an OMBR treating tannery wastewater. Water Research. 2018;142:129-37.

8. Lee LH, Wu TY, Shak KPY, Lim SL, Ng KY, Nguyen MN, et al. Sustainable approach to biotransform industrial sludge into organic fertilizer via vermicomposting: A mini-review. Journal of Chemical Technology & Biotechnology. 2018;93(4):925-35.

9. Malik S, Kishore S, Prasad S, Shah MP. A comprehensive review on emerging trends in industrial wastewater research. Journal of Basic Microbiology. 2022;62(3-4):296-309.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-05-10]

10. Elalami D, Carrere H, Monlau F, Abdelouahdi K, Oukarroum A, Barakat A. Pretreatment and co-digestion of wastewater sludge for biogas production: Recent research advances and trends. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2019;114:109287.

11. Kariab H, Emamjomeh MM, Zakariaie S. Risk assessment of exposure to heavy metals (Pb, Cd, Cr, and Ni) in the hazardous solid wastes identified in the wastewater treatment plant of industrial city. Iranian Journal of Health and Environment. 2023;15(4):601-16 (in Persian).

12. Mabrouk O, Hamdi H, Sayadi S, Al Ghouti MA, Abu Dieyeh MH, Zouari N. Reuse of sludge as organic soil amendment: Insights into the current situation and potential challenges. Sustainability. 2023;15(8):6773.

13. Liu J, Tang M. Wastewater management approach in an industrial park. Water Science and Technology. 2018;2017(2):546-51.

14. Dadban Shahamat Y, Moghiseh Z, Noruzian H. Study of hybrid performance of the methods applied for recycling Aq Qala-Industrial park effluent. International Journal of Environmental Health Engineering. 2023;12(1):1.

15. Rice EW, Baird RB, Eaton AD. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewaters. 23 rd ed. Colorado: American Public Health Association, American Water Works Association; 2017.

16. Samanta S, Cloete R, Loock J, Rossouw R, Roychoudhury AN. Determination of trace metal (Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Co, Cd and Pb) concentrations in seawater using single quadrupole ICP-MS: a comparison between offline and online preconcentration setups. Minerals. 2021;11(11):1289.

17. Naqvi SLH, Ayub F, Yasar A, Tabinda AB, Nawaz H, Tanveer R. Pollution status monitoring and indices development for evaluating sustainable environmental management practices (SEMP) in Quaid-e-Azam Industrial Estate, Pakistan. Journal of Cleaner Production. 2023;405:136944.

18. Islam B, Musa A, Ibrahim E, Sharafa SA, Elfaki BM. Evaluation and characterization of tannery wastewater. Journal of Forest Products & Industries. 2014;3(3):141-50.

19. Saxena G, Chandra R, Bharagava RN. Environmental pollution, toxicity profile and treatment approaches for tannery wastewater and its chemical pollutants. Reviews of Environmental Contamination and Toxicology. 2017;240:31-69.

20. Zhao C, Chen W. A review for tannery wastewater treatment: some thoughts under stricter discharge requirements. Environmental Science and Pollution Research. 2019;26:26102-11.

21. Hao D, Wang X, Liang S, Yue O, Liu X, Hao D, et al. Sustainable leather making—An amphoteric organic chrome-free tanning agents based on recycling waste leather. Science of the Total Environment. 2023;867:161531.

22. Suksaroj C, Jearat K, Cherypiew N, Rattanapan C, Suksaroj TT. Promoting circular economy in the palm oil industry through biogas codigestion of palm oil mill effluent and empty fruit bunch pressed wastewater. Water.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-05-10]

A case study. Environmental Chemistry and Ecotoxicology. 2022;4:1-12.

29. Zhao K, Wu Y, Young S, Chen X. Biological treatment of dairy wastewater: A mini review. Journal of Environmental Informatics Letters. 2020;4(1):22-31.

30. Chowdhury M, Mostafa M, Biswas TK, Saha AK. Treatment of leather industrial effluents by filtration and coagulation processes. Water Resources and Industry. 2013;3:11-22.

31. Shi J, Huang W, Han H, Xu C. Review on treatment technology of salt wastewater in coal chemical industry of China. Desalination. 2020;493:114640.

32. Rezaian S, Jozi SA, Ataee S. Environmental risk assessment of Shohadaye Khalij Fars Agro-industrial Complex using TOPEFMEA method. Human & Environment. 2018;16(4):57-75 (in Persian).

33. Some S, Mondal R, Mitra D, Jain D, Verma D, Das S. Microbial pollution of water with special reference to coliform bacteria and their nexus with environment. Energy Nexus. 2021;1:100008.

34. Matthews B, Prieto L. 2012 Update to the EPA guidelines for water reuse. Proceedings of the Water Environment Federation; 2011; Virginia. p. 2907 - 12.

35. Partani S, Mahmoudi Mozafar A. Investigation of the effect of irrigation with urban wastewater on growth indices of green space species in Tehran (Nerium Oleander and Festuca). Journal of Water and Sustainable Development. 2021;8(1):79-88 (in Persian).

2023;15(12):2153.

23. Iverson G, Humphrey Jr CP, O'Driscoll M, Jernigan J, Serozi B, Sanderford C. Quantifying total phosphorus and heavy metals in residential septage. Applied Sciences. 2022;12(7):3336.

24. Wang LK, Wang MHS. Green innovations in flotation, protein separation, flue gas reuse, new process systems, sulfide precipitation, chromium removal, and tannery waste treatment. In: Wang L, Tsao H, editors. Evolutionary progress in science, technology, engineering, arts and mathematics (STEAM). Massachusetts, USA: Lenox Institute Press; 2022. p. 1-119.

25. Kumar V, Dwivedi S. A review on accessible techniques for removal of hexavalent Chromium and divalent Nickel from industrial wastewater: Recent research and future outlook. Journal of Cleaner Production. 2021;295:126229.

26. Zhao J, Wu Q, Tang Y, Zhou J, Guo H. Tannery wastewater treatment: conventional and promising processes, an updated 20-year review. Journal of Leather Science and Engineering. 2022;4(1):10.

27. Sinduja M, Sathya V, Maheswari M, Dhevagi P, Kalpana P, Dinesh G, et al. Evaluation and speciation of heavy metals in the soil of the Sub Urban Region of Southern India. Soil and Sediment Contamination: An International Journal. 2022;31(8):974-93.

28. Rahman MS, Ahmed Z, Seefat SM, Alam R, Islam ARMT, Choudhury TR, et al. Assessment of heavy metal contamination in sediment at the newly established tannery industrial Estate in Bangladesh:

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-05-10]

36. Geng H, Xu Y, Zheng L, Gong H, Dai L, Dai X. An overview of removing heavy metals from sewage sludge: Achievements and perspectives. Environmental Pollution. 2020;266:115375.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-05-10]

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

Orginal Article

A study on the performance of the wastewater treatment plant in Charmshahr industrial estate and the potential of reuse for effluent and disposal sludge

Narges Arab Ameri[1], Hatam Godini[1,2,*], Mansur Zarrabi[1,2], Mohammad Darvishmotevalli[1,2]

1- Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Alborz University of Medical Sciences, Karaj, Iran
2- Research Center for Health, Safety, and Environment, Alborz University of Medical Sciences, Karaj, Iran

ARTICLE INFORMATION:

Received: 17 September 2024
Revised: 30 November 2024
Accepted: 04 December 2024
Published: 08 March 2025

Keywords: Wastewater, Sludge, Discharge standards, Reuse, Industrial estate

***Corresponding Author:**
godini_h@Yahoo.com

ABSTRACT

Background and Objective: Wastewater produced in industrial estates is crucial to address due to the wide range of pollutants it contains. The objective of the present study was to investigate the performance of the Chamshahr Industrial Estate Wastewater Treatment Plant for effluent and sludge reuse.

Materials and Methods: In this descriptive and comparative study, the quality of raw industrial wastewater, effluent, and sludge from the wastewater treatment plant of the Chamshahr Industrial Estate was investigated over three periods at monthly intervals. Additionally, archival quality data for wastewater, effluent, and sludge from 1402 to 1403 were analyzed. The results were compared with the standards and guidelines of Iran, WHO, FAO, USEPA, and others. The wastewater treatment method employed a combination of chemical sedimentation and aerated lagoons with return sludge.

Results: The volume of wastewater produced in this industrial estate was 15,000 m^3/day, primarily originating from leather and tanning industries (6,100 m^3/day), which exhibit high pollution intensity. The treatment plant's efficiency in removing BOD, COD, and TSS was 62±24%, 72±19%, and 84±13%, respectively. However, due to the concentration of heavy metals, such as chromium in the wastewater (0.28 mg/L) and sludge (353.5 mg/L), the treatment method was unable to meet existing standards and guidelines. Furthermore, the salt content in the effluent (43,300 mg/L) and sludge (202,000 mg/L) was excessively high, rendering it unsuitable for disposal or reuse without further treatment.

Conclusion: The performance of the wastewater treatment plant fails to meet the standards and guidelines for environmental discharge and the reuse of effluent and sludge. Therefore, the final effluent and sludge require additional treatment to enable reuse and prevent environmental pollution.

Please cite this article as: Arab Ameri N, Godini H, Zarrabi M, Darvishmotevalli M. A study on the performance of the wastewater treatment plant in Charmshahr industrial estate and the potential of reuse for effluent and disposal sludge. Iranian Journal of Health and Environment. 2025;17(4):757-74.

Copyright © 2025 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 2026-05-10]