J TOLOO E BEHDASHT, School of Public Health, Yazd Shahid Sadoughi Univ Med Sci

ORIGINAL ARTICLE

Received:2019/06/18 *Accepted:2019/09/06*

Investigating the Wastewater Treatment System of the Tehran Oil Industry Research Institute using the Life Cycle Assessment Method

Afsaneh Eskandari Ashgofti(M.Sc.s)[1], Maryam Morovati (Ph.D.)[2], Ebrahim Alaiee(Ph.D.)[3], Kamelia Alavi(Ph.D.)[4]

1.M.Sc. Student of Assessment and Land use Planning, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Ardakan University,Ardakan, Iran.
2.Corresponding Author:Assistant Professor, Department of Environmental Sciences,Engineering, Faculty of Natural Agriculture,Resources,Ardakan University,Ardakan, Iran. Email:mymorovati@ardakan.ac.ir Tel:09133527142
3.Associate Professor, Tehran Oil Industry Research Institute, Tehran, Iran.
4.Assistant Professor , Department of Environmental Sciences & Engineering, Faculty of Agriculture & Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, Iran.

Abstract

Introduction: Due to population growth and subsequent limited water resources, the use of treatment plant effluents is of particular importance. Therefore, this study was conducted to identify the environmental effects of the treatment plant and also to identify critical points or weaknesses of the treatment plant system and provide corrective action to reduce the severity of the effects.
Methods: After visiting the research institute and collecting data (during the years 2017-2018), the energy, consuming materials and output of the system were calculated using the life cycle assessment method. Finally, information on the spread of pollution and consumption was included in the list of index effects .To analyze the obtained information, Simapro software (using ILCD 2011 Midpoint V1.03 method) version 8.5.0.0. was applied.
Results: Based on the research findings, the software depicted the evaluation of the effects in 13 categories and all the information entered in the software according to the impact, has participated in each category of effects, the most effective factors related to chloride, energy consumption and oil.
Conclusion: The results of this study show that the main critical point identified in the treatment plant is related to electricity and the sanitary effluent is in a worse condition than the industrial effluent. However, the environmental impact of industrial effluents should not be neglected. Due to the fact that the MBR (Memberane Bio Reactor) method is considered as one of the best methods of wastewater treatment, it is not recommended to change the treatment method, but with continuous monitoring and management of the system, it is possible to reduce the consumption of raw materials.

Keywords: Environmental impact assessment, waste water, SimaPro Software, Treatment Plant, Life cycle
Conflict of interest: The authors declared that there is no conflict of interest.

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2026-10-10]

[DOI: 10.18502/tbj.v19i2.3399]

This Paper Should be Cited as:
Author: Afsaneh Eskandari Ashgofti, Maryam Morovati, Ebrahim Alaiee, Kamelia Alavi. Investigating the wastewater treatment system of the Tehran ……Tolooebehdasht Journal.2020;19(2):96-108.[Persian]

بررسی نحوه عملکرد سیستم تصفیه‌خانه فاضلاب پژوهشگاه صنعت نفت تهران با استفاده از روش ارزیابی چرخه حیات

نویسندگان: افسانه اسکندری اشکفتی[۱]، مریم مروتی[۲]، ابراهیم علایی[۳]، کاملیا علوی[۴]

۱.دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و مهندسی محیط زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان،ایران.

۲. نویسنده مسئول: استادیار گروه علوم و مهندسی محیط زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران. تلفن تماس: ۰۹۱۳۳۵۲۷۱۴۲ Email:mymorovati@ardakan.ac.ir

۳. دانشیار پژوهشگاه صنعت نفت تهران، تهران، ایران.

۴. استادیار گروه علوم و مهندسی محیط زیست، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران.

طلوع بهداشت

دو ماهنامه علمی پژوهشی
دانشکده بهداشت یزد
سال نوزدهم
شماره دوم
خرداد و تیر ۱۳۹۹
شماره مسلسل: ۸۰

تاریخ وصول: ۱۳۹۸/۰۳/۲۸
تاریخ پذیرش:۱۳۹۸/۰۶/۱۵

چکیده

مقدمه: با توجه به رشد جمعیت و به طبع آن محدودیت منابع آبی، استفاده از پساب تصفیه‌خانه‌ها اهمیت ویژه‌ای دارد. از آن‌جایی که تصفیه فاضلاب دارای اثرات زیست‌محیطی می‌باشد،از این رو، این مطالعه با هدف شناسایی اثرات زیست محیطی تصفیه‌خانه و هم چنین شناسایی نقاط بحرانی یا نقاط ضعف سیستم تصفیه‌خانه و ارائه راهکار اصلاحی جهت کاهش شدت اثرات انجام گردیده است.

روش بررسی: پس از مراجعه به پژوهشگاه و جمع‌آوری داده‌ها(طی سال‌های ۹۷-۹۶)، انرژی، مواد مصرفی و خروجی سیستم با استفاده از روش ارزیابی چرخه حیات، محاسبه گردید و در نهایت اطلاعات مربوط به انتشار آلودگی و مصرف، در فهرست اثرهای شاخص گنجانده شد. جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات بدست آمده، از نرم‌افزار سیماپرو (با استفاده از روش ILCD 2011 Midpoint V1.03) نسخه ۸.۵.۰.۰ استفاده شد.

یافته‌ها: بر اساس یافته‌های تحقیق، نرم‌افزار ارزیابی اثرات را در ۱۳ طبقه اثر به تصویر کشیده و تمامی اطلاعات وارد شده در نرم افزار بر حسب میزان تاثیر، در هر طبقه اثر شرکت کرده است که بیشترین فاکتورهای اثر گذار مربوط به کلراید، انرژی مصرفی و روغن می‌باشد.

نتیجه‌گیری: نتایج این مطالعه نشان می‌دهدکه نقطه بحرانی اصلی شناسایی شده در تصفیه‌خانه مربوط به انرژی برق است و پساب بهداشتی نسبت به پساب صنعتی وضعیت بدتری دارد اما نباید از تاثیرات زیست محیطی پساب صنعتی نیز چشم‌پوشی کرد. با توجه به این که روش سیستم بیورآکتور غشایی(Memberane Bio Reactor)از بهترین روش‌های تصفیه فاضلاب تلقی می‌شود، تغییر روش تصفیه توصیه نمی‌شود اما با پایش و مدیریت مستمر سیستم امکان کاهش مواد اولیه مصرفی وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی اثرات زیست‌محیطی، فاضلاب ، نرم‌افزار سیماپرو، تصفیه‌خانه، چرخه حیات.

این مقاله حاصل از پایان نامه دانشجویی کارشناسی ارشد در دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان می باشد.

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2026-10-10]

[DOI: 10.18502/tbj.v19i2.3399]

مقدمه

از آنجایی‌که آب ادامه دهنده حیات می‌باشد، لذا برای حفظ بهداشت آب و اهمیت خاص آن، نیازمند محیط زیست سالم و عاری از هر گونه آلودگی هستیم از طرف دیگر با توجه به اقلیم خشک و نیمه خشک ایران و کم‌آبی‌های اخیر، تامین نیاز آبی محصولات زراعی از منابع آب موجود و مخصوصا استفاده مجدد از پساب‌های تصفیه شده امری ضروری می‌باشد (۱). استفاده مجدد از پساب به عنوان عامل مهم اقتصادی و زیست محیطی مطرح می‌باشد از طرف دیگر منابع آب شیرین در جهان بسیار اندک است بطوریکه ازآب موجود در جهان ۹۷/۲٪ شور و تنها ۲/۱۸٪ آن شیرین است و کمتر از ۲۵٪ حجم آب کره زمین قابل استحصال است(۲). با گسترش صنایع، افزایش مصرف آب و نیز محدودیت منابع آبی، جمع‌آوری فاضلابهای صنعتی و تصفیه آن، اهمیت دو چندانی پیدا کرده است. از آنجا که فاضلاب‌های صنعتی دارای آلاینده‌های مختلف میکروبی و شیمیایی می‌باشند، لذا تخلیه فاضلاب تصفیه نشده به محیط زیست و یا استفاده از آن در کشاورزی و آبیاری موجب آلودگی منابع آب، خاک و محصولات کشاورزی شده و در نهایت خطرات سوء بهداشتی آن سلامت انسان را به مخاطره می‌اندازد (۳) فاضلاب محلول رقیقی است که ۹۹/۹ درصد آن آب و فقط ۰/۱ درصد آن را مواد جامد تشکیل می‌دهد(۴) در چنین شرایطی استفاده از آب‌های نامتعارف از جمله پساب حاصل از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب در بخش‌های مختلف به ویژه در بخش کشاورزی که عمده مصرف آب را به خود اختصاص می‌دهد اهمیت ویژه‌ای می‌یابد. از این رو کارایی تصفیه خانه فاضلاب تاثیر بسزایی در کاهش آلودگی‌های محیط زیست و بازگرداندن آب به چرخه طبیعی دارد (۵) و تصفیه فاضلاب که برای کاهش یا از بین بردن آلودگی‌ها و ناخالصی‌ها به کار گرفته می‌شود می‌تواند دارای اثرات زیست‌محیطی از جمله تشدید گرمایش جهانی به دلیل افزایش گازهای گلخانه‌ای، افزایش تغذیه‌گرایی منابع آب به دلیل تخلیه پساب حاوی مواد مغذی بازیافت شده به منابع آب و غیره باشد(۶). توانایی شناسایی آثار زیست محیطی یک محصول یا فرایند به تصمیم گیران این امکان را می‌دهد که در قبال کلیه آثار زیست محیطی شناسایی شده، سیاست مناسبی را اتخاذ نمایند(۲) که در این تحقیق برای مدیریت محیط زیستی، از روش ارزیابی چرخه حیات(Life Cycle Assessment) استفاده شد. ارزیابی چرخه حیات یکی از روش‌های پشتیبان تصمیم‌گیری و مدیریتی برای ارزیابی نگرانی‌های زیست‌محیطی است. در واقع این روش با بررسی دقیق و ممیزی، کلیه منابع مصرف شده برای فرایند و کلیه مواد منتشره به محیط زیست را کمی و ارزیابی می‌کند و تاکید بر کمترین تبعات زیست‌محیطی در انتخاب فرایند دارد(۷). در اوایل دهه ۱۹۹۰ میلادی تا به امروز از روش «ارزیابی چرخه حیات» در بسیاری از کشورهای دنیا به طور گسترده، مورد استفاده ارزیابان قرار گرفته است و توانسته نگرش تصمیم گیرندگان را نسبت به سیستم‌ها و فرایندها تحت شعاع قرار دهد. ارزیابی چرخه حیات ابزار موفق و روبه رشدی است که با وجود نداشتن متد واحد و مشخص و نیاز به در نظر گرفتن فرضیات و پارامترهای مختلف برای انجام آن، نتایج قابل اطمینان و تاثیر گذاری را ارائه می‌دهد و حقایق آسیب‌های وارده از طرف سیستم‌ها، فرایندها و فعالیت‌های انسانی بر محیط زیست را به نحو کامل تری شفاف می‌سازد(۸). در دهه ۱۹۹۰ استفاده از

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2026-10-10]

[DOI: 10.18502/tbj.v19i2.3399]

LCA(Life Cycle Assessment) در تصفیه خانه‌های فاضلاب آغاز شد، ورودی‌های سیستم معمولا انرژی و مواد خام بوده و خروجی‌ها شامل آب، خروجی‌های جامد و محصولات فرعی دیگر می‌شود. سابقه ارزیابی چرخه حیات در ایران بسیار کوتاه بوده و کمتر از یک دهه می‌باشد. اکثر مطالعات صورت پذیرفته در ایران بیشتر در زمینه مدیریت پسماند می‌باشند(۶). محمدی در سال۱۳۹۴ در مطالعه‌ای به مقایسه سه سیستم تصفیه فاضلاب (لاگون هوادهی، لجن فعال، و بیولاک) با استفاده از روش ارزیابی چرخه حیات پرداخت و فاز بهره برداری را مد نظر قرار داد. نتایج این پژوهش نشان داد که سیستم لجن فعال در تمامی طبقات اثر مشارکت حداقلی را داشته و کمترین بار زیست محیطی را به محیط وارد می‌کند، بنابراین سیستم لجن فعال، سیستمی سازگار با محیط زیست معرفی گردید(۹). پاسارجو وهمکاران در سال ۱۳۹۵ در مطالعه‌ای به ارزیابی زیست محیطی چرخه حیات سیستم تصفیه‌خانه فاضلاب خلخال پرداختند. برای این منظور، اطلاعات ورودی به سیستم، خروجی پساب، مقدار انرژی و مواد شیمیایی مصرفی، گردآوری شده و با توجه به اطلاعات موجود، مقدار گازهای خروجی تولید شده متان و دی‌اکسیدکربن محاسبه گردید. و با استفاده از نرم افزار سیماپرو و داده پایه‌ای CML2001 و Eco-indicator99 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد در هر دو روش، بیشترین تاثیر در طبقه اثر تخریب لایه ازن با مشارکت ۱۰۰ درصدی مربوط به گاز کلر است و به طبع آثار زیست‌محیطی نامطلوبی بر محیط‌زیست خواهد داشت (۱۰) Renou و همکارانش در سال ۲۰۰۸ روش ارزیابی پیامد چرخه‌ی حیات را با استفاده از نرم افزار Simapro برای مقایسه‌ی نتایج به دست آمده از روش‌های چرخه حیات در بررسی پیامدهای زیست محیطی فرآیندهای تصفیه فاضلاب نسبت به روش‌های دیگر به کار گرفتند و به کمترین تاثیر اثر اسیدی سازی تغذیه‌گرایی رسیدند(۱۱). Zho و همکاران فناوری‌های مدیریت مواد زائد جامد چرخه حیات را در سال ۲۰۱۱ مورد بررسی قرار دادند و سه روش تصفیه بررسی شد در نهایت روش گازیفیکیشن و پیرولیز به عنوان روش دوستدار طبیعت در چرخه حیات انتخاب گردید (۱۲). درسال ۲۰۱۵ Parkes و همکاران به ارزیابی چرخه حیات ۱۰ سامانه یکپارچه مدیریت پسماند در لندن پرداختند. نتایج نشان داد که پردازش حرارتی پیشرفته و سوزاندن پسماند، برای بازیافت انرژی دارای کمترین اثر گرمایش جهانی نسبت به سامانه‌های دفع به صورت سنتی است(۱۳). Hong و همکاران به بررسی زیست محیطی و اقتصادی زباله‌های پزشکی در سال ۲۰۱۸ با استفاده از ارزیابی چرخه حیات پرداختند. نتایج نشان داد که استریلیزاسیون بخار و ضد عفونی شیمیایی به ترتیب به دلیل تفاوت در مصرف انرژی، بیشترین تاثیرات زیست محیطی و کمترین تاثیرات اقتصادی را نشان می‌دهد(۱۴).Hospido و همکاران در سال ۲۰۱۲ ارزیابی پیامد چرخه حیات را با استفاده از نرم‌افزار سیماپرو برای برآورد و ارزیابی متدهای مختلف بیوراکتورهای غشایی مستغرق انجام دادند که به بیشترین اثر مربوط به متد لجن فعال همراه با فیلتر تولید کننده رسیدند(۱۵). از آن‌جایی که پساب صنعتی و بهداشتی تولیدی پژوهشگاه صنعت نفت تهران حجم بالایی داشته و هم چنین از آب تصفیه شده جهت آبیاری فضای سبز پژوهشگاه و چاه‌های جاذب استفاده می‌شود و با توجه به اثرات زیست محیطی تصفیه‌خانه‌ها این مطالعه با هدف شناسایی و

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2026-10-10]

[DOI: 10.18502/tbj.v19i2.3399]

مقایسه اثرات زیست محیطی فاضلاب بهداشتی، صنعتی و هم چنین شناسایی نقاط بحرانی یا نقاط ضعف سیستم تصفیه‌خانه و ارائه راهکار اصلاحی جهت کاهش شدت اثرات انجام گردیده است.

روش بررسی

این مطالعه یک پژوهش از نوع توصیفی-تحلیلی بوده که بر روی تصفیه خانه پژوهشگاه صنعت نفت تهران در سال ۱۳۹۷ انجام شد این تصفیه‌خانه به ظرفیت رسمی تصفیه ۲۴۰ مترمکعب در روز که تماماً در یک سوله ۲۸۰ متری قرار گرفته قادر است مجموعه پساب‌های صنعتی و بهداشتی را تا حد آب استحمام اروپا که کمتر از استانداردهای سازمان محیط‌زیست ایران است تصفیه نماید.

داده‌های مورد استفاده در این تحقیق شامل اطلاعات مربوط به ورودی‌های سیستم تصفیه خانه بهداشتی و صنعتی (نیتریت، ازت آمونیاک، فسفات، کلراید، روغن، برق مصرفی در محل) و میزان خروجی این مواد پس از تصفیه می‌باشد علاوه براین داده‌ها برای فهرست‌نویسی اثرات زیست‌محیطی، از پایگاه داده‌های موجود در نرم‌افزار (در این پروژه از پایگاه داده اکواینونت) استفاده شد. پس از جمع‌آوری و تکمیل داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز، بر اساس فاکتورهای اثرگذار روی هم و همچنین استانداردهای مشخص در نرم افزار سیماپرو، می‌توانیم آلاینده‌ها و نقاط بحرانی تصفیه خانه‌ها را شناسایی کنیم.

با کمک این نرم افزار به راحتی می‌توان چرخه حیات را با توجه به بخش‌نامه‌های ISO14040 به شکل سیستماتیک و شفاف مدل‌سازی کرد(۱۶). ارزیابی چرخه حیات در چهار مرحله در نرم‌افزار سیماپرو اجرا شد این مراحل شامل:

۱) تعیین هدف و دامنه

۲) تجزیه و تحلیل سیاهه

۳) ارزیابی پیامدها

۴) تفسیر (۱۷)

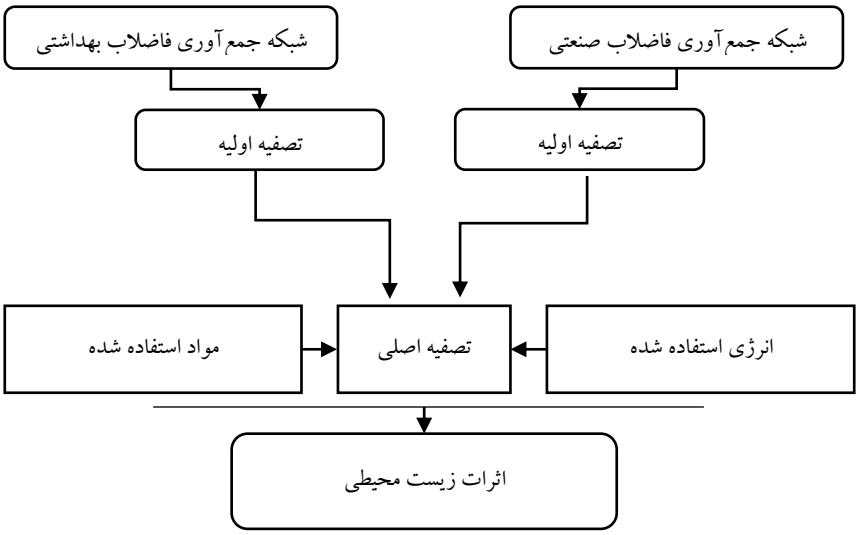
برای تجزیه و تحلیل تنش‌های فهرست شده و ارزیابی اثرات آن‌ها، چندین مدل ارزیابی چرخه حیات وجود دارد که بر طبق استانداردهای ISO14040 نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل باید به صورت طبقات اثر رده‌بندی شوند.

هر مطالعه ارزیابی چرخه حیات دارای یک هدف و حوزه، واحد کارکردی (که در این مطالعه یک لیتر فاضلاب در نظر گرفته شد) و مرز سیستم(نمودار ۱) است. هدف، بیانگر قصد محقق بوده و دلایل او را برای انجام یک تحقیق نشان می‌دهد. حوزه بیانگر انتخاب روش است که از اهمیت بالایی برخوردار است که شامل فرضیات تحقیق و محدودیت‌های تحقیق است (۱۸). واحد کارکردی، زمانی از اهمیت بالایی برخوردار می‌شود که قصد مقایسه بین دو محصول و یا دو نوع روش تولید وجود داشته باشد. در چنین مواردی انتخاب به امری دشوار بدل می‌گردد. تعیین مرز سیستم نیز می‌بایست با دقت بالا انجام شود چرا که در صورت تعیین نشدن مرز سیستم، کار برای محقق به علت گسترده بودن چرخه حیات، ورودی‌های و خروجی‌ها به امری دشوار تبدیل می‌شود(۱۹).

روش ILCD 2011 Midpoint V1.03:روشی است که توسط اتحادیه اروپا وضع و از فاکتورهای مشخصه صحیح برای ارزیابی اثرات به عنوان سند توصیه شده در راهنمای ILCD حمایت می‌کند و دارای ۱۳ طبقه اثر است که بر اساس مدل‌ها و فاکتورهای ارزیابی اثرات یک روش میانه‌گراست.

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2026-10-10]

[DOI: 10.18502/tbj.v19i2.3399]



نمودار ۱: مرز سیستم برای ارزیابی چرخه حیات سیستم تصفیه‌خانه فاضلاب پژوهشگاه صنعت نفت تهران

هر گروه اثر توسط یک شاخص میانی توصیف می‌شود. در این روش نتایج با استفاده از میزان تاثیر آنها در طبقه اثرهای مختلف طبقه بندی می‌شود(۲۰).

یافته‌ها

آنالیز زیرمجموعه‌های شرکت کننده در فرایند تصفیه فاضلاب بهداشتی و صنعتی را که دارای اثرات زیست محیطی بالقوه‌اند به روش ILCD 2011 Midpoint V1.0 در جدول (۲ ، ۱) ارائه شده است.

همان طور که مشاهده می‌شود نرم‌افزار، ارزیابی اثرات را در ۱۳ طبقه اثر به تصویر کشیده است و اطلاعات آنالیز مربوط به کلراید، نیتریت، ازت آمونیاک، فسفات و الکتریسیته مصرفی در محل، بر حسب ۱ لیتر فاضلاب به روش ILCD 2011 Midpoint V1.0 نشان می‌دهد و تمامی اطلاعات وارد شده در نرم افزار بر حسب میزان تاثیر، در هر طبقه اثر شرکت کرده است. با توجه به جدول(۱) انرژی مصرفی و کلراید بیشترین فاکتورهای تاثیر گذار در فاضلاب بهداشتی هستند و در فاضلاب صنعتی (جدول۲) پارامتر مصرف انرژی فاکتور مهمی از منظر زیست محیطی می‌باشد و پس از آن روغن اثرات زیست محیطی نامطلوبی دارد و دیگر فاکتورها دارای اثرات زیست محیطی کمتری می‌باشند.

با توجه به نتایج جدول (۱) در طبقه گرمایش جهانی، بیشترین تاثیر را الکتریسیته با مشارکت ۹۹/۹۶ و کمترین اثر را کلراید با مشارکت ۰/۰۴ داشته است.

در طبقه تخریب لایه ازن بیشترین اثر را کلراید با مشارکت ۹۸/۴۴ و کمترین تاثیر را به ترتیب فسفات با مشارکت ۰/۰۳ و ازت آمونیاکی با مشارکت ۱/۵۳ درصدی دارد. در تخریب لایه ازن، نیتریت و الکتریسیته بی‌تاثیر است.

در طبقه سمیت انسان بدون ویژگی سرطانزایی بیشترین و کمترین تاثیر به ترتیب مربوط به کلراید (۷۴/۷۸) و فسفات (۰/۳۱) است ولی در طبقه سمیت انسان با ویژگی‌های

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2026-10-10]
[DOI: 10.18502/tbj.v19i2.3399]

سرطانزایی نیز بیشترین اثر را کلراید با مقدار ۹۶/۸۱ دارد. ولی کمترین تاثیر مربوط به ازت آمونیاک با مقدار ۰/۲۶ است.

در طبقه اثر ذرات جامد نیز همانند طبقه گرمایش جهانی بیشترین و کمترین اثر را به ترتیب الکتریسیته (۹۹/۹۶) و کمترین تاثیر را کلراید (۰/۰۴) دارد.

در طبقه‌های اشعه یونی با مشارکت بر سلامت انسان و اکوسیستم، بیشترین اثر را کلراید به ترتیب با مشارکت ۷۲/۸۰، ۷۸/۱۷ دارد و کمترین اثرمربوط به نیتریت با مشارکت ۰/۰۲، ۰/۰۳ است و الکتریسیته در این طبقات تاثیری ندارد.

در طبقه‌های، ازن فتوشیمیایی، اسیدی شدن، اوتروفیکاسیون زمین و اتروفیکاسیون دریا فاکتورهای نیتریت، ازت آمونیاک و فسفات تاثیر ندارند. و بیشترین تاثیر را الکتریسیته به ترتیب ۹۹/۹۷، ۹۹/۹۸، ۹۹/۹۹ و ۹۹/۹۸ دارد و کلراید کمترین تاثیر را نیز به ترتیب ۰/۰۳، ۰/۰۲، ۰/۰۱و ۰/۰۲ دارد.در طبقه سمیت آب آشامیدنی بیشترین اثر را کلراید با مشارکت ۹۸/۸۸ و کمترین اثر را فسفات با مشارکت ۰/۱۳ دارد .در طبقه اثر استفاده از زمین بیشترین اثر را کلراید همانند طبقه سمیت آب آشامیدنی، با مقدار ۹۸/۷۴ و کمترین اثر را ازت آمونیاکی به مقدار ۰/۵۲ دارد.

جدول۱: طبقات اثر و مشارکت اجزا فاضلاب بهداشتی به روش ILCD 2011 Midpoint V1.0

طبقه اثر	واحد	جمع	فاضلاب بهداشتی	کلراید	نیتریت	ازت آمونیاک	فسفات	انرزی الکتریکی
گرمایش جهانی	٪	۱۰۰	۰	۰/۰۴	۰	۰	۰	**۹۹/۹۶**
تخریب لایه ازن	٪	۱۰۰	۰	۹۸/۴۴	۰	۱/۵۳	۰/۰۳	۰
سمیت برای انسان بدون ویژگی سرطان‌زایی	٪	۱۰۰	۰	۷۴/۸۴	۰	۱/۱۷	۰/۳۱	**۲۳/۶۷**
سمیت برای انسان همراه با ویژگی سرطان‌زایی	٪	۱۰۰	۰	۹۶/۸۱	۰	۰/۲۶	۱/۳۰	**۱/۶۳**
ذرات جامد	٪	۱۰۰	۰	۰/۰۴	۰	۰	۰	**۹۹/۶۶**
اشعه یونی کننده(با اثر بر سلامت انسان)	٪	۱۰۰	۰	۷۲/۸۰	۰/۰۲	۲۱/۰۶	۶/۱۲	۰
اشعه یونی(با اثر بر اکوسیستم)	٪	۱۰۰	۰	۷۸/۱۷	۰/۰۳	۱۷/۶۲	۴/۱۸	۰
تشکیل ازن فتوشیمیایی	٪	۱۰۰	۰	۰/۰۳	۰	۰	۰	**۹۹/۹۷**
اسیدی شدن	٪	۱۰۰	۰	۰/۰۲	۰	۰	۰	**۹۹/۹۸**
اوتروفیکاسیون زمین	٪	۱۰۰	۰	۰/۰۱	۰	۰	۰	**۹۹/۹۹**
اوتروفیکاسیون دریایی	٪	۱۰۰	۰	۰/۰۲	۰	۰	۰	**۹۹/۹۸**
سمیت آب آشامیدنی	٪	۱۰۰	۰	۹۸.۸۸	۰	۰/۶۷	۰/۱۳	۰/۳۲
استفاده از زمین	٪	۱۰۰	۰	۹۸/۷۴	۰	۰/۵۲	۰/۷۴	۰

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2026-10-10]

[DOI: 10.18502/tbj.v19i2.3399]

جدول ۲: طبقات اثر و مشارکت اجزا فاضلاب صنعتی به روش ILCD 2011 Midpoint V1.0

طبقه اثر	واحد	جمع	فاضلاب صنعتی	روغن	کلراید	نیتریت	ازت آمونیاک	فسفات	انرزی الکتریکی
گرمایش جهانی	٪	۱۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰۰
تخریب لایه ازن	٪	۱۰۰	۰	۹۵/۱۴	۴/۷۸	۰/۰۴	۰/۰۴	۰	۰
سمیت برای انسان بدون ویژگی سرطانزایی	٪	۱۰۰	۰	۸/۷۰	۹/۷۸	۰/۱۶	۰/۰۷	۰/۰۹	۸۱/۱۹
سمیت برای انسان همراه با ویژگی سرطانزایی	٪	۱۰۰	۰	۲۹/۳۷	۴۷/۶۸	۰/۱۷	۰/۰۶	۱/۴۳	**۲۱/۱۱**
ذرات جامد	٪	۱۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰۰
اشعه یونی کننده(با اثر بر سلامت انسان)	٪	۱۰۰	۰	۸۰/۸۴	۶/۰۱	۱۱/۱۹	۰/۸۴	۱/۱۲	۰
اشعه یونی(با اثر بر اکوسیستم)	٪	۱۰۰	۰	۸۵/۵۶	۵/۵۹	۸/۸۰	۰/۵۰	۰/۵۵	۰
تشکیل ازن فتوشیمیایی	٪	۱۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	**۹۹/۹۹**
اسیدی شدن	٪	۱۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰۰
اوتروفیکاسیون زمین	٪	۱۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰۰
اوتروفیکاسیون دریایی	٪	۱۰۰	۰/۰۱	۰	۰	۰	۰	۰	**۹۹/۹۹**
سمیت آب آشامیدنی	٪	۱۰۰	۰	۱۵/۳۲	۷۷/۴۴	۰/۲۵	۰/۲۶	۰/۲۳	**۶/۵۱**
استفاده از زمین	٪	۱۰۰	۰	۰	۹۷/۳۹	۰/۷۴	۰/۲۵	۱/۶۲	۰

مطابق با جدول(۲) در طبقه‌های گرمایش جهانی، ذرات جامد، اسیدی شدن و اتروفیکاسیون زمین، الکتریسیته با مشارکت ۱۰۰ درصدی و در طبقه‌های ازن فتوشیمیایی و اوتروفیکاسیون دریایی الکتریسیته با مشارکت **۹۹/۹۹** دارای تاثیر است.

در طبقه تخریب لایه ازن بیشترین تاثیر را روغن **۹۵/۱۴** و کمترین تاثیر را نیتریت و ازت آمونیاکی با مشارکت ۰/۰۴ دارد.

در طبقه اثر سمیت انسان بدون ویژگی‌های سرطانزایی بیشترین اثر را الکتریسیته با مقدار **۸۱/۱۹** و کمترین تاثیر را ازت آمونیاکی با مشارکت ۰/۰۷ دارد در صورتی‌که در طبقه اثر سمیت انسان همراه با ویژگی‌های سرطانزایی بیشترین تاثیر را کلراید با مقدار **۴۷/۸۶** وکمترین تاثیر را ازت آمونیاکی با مقدار ۰/۰۶ دارد.در طبقه‌های اشعه یونی با تاثیر بر سلامت انسان و اکوسیستم بیشترین تاثیر را روغن به ترتیب با مقدار **۸۰/۸۴** و **۸۵/۵۶** دارد و کمترین اثر را ازت آمونیاکی به ترتیب با مقدار ۰/۸۴ و ۰/۵۰ دارد در این دو طبقه الکتریسته بی‌تاثیر است.در طبقه سمیت آب آشامیدنی بیشترین تاثیر را کلراید با مشارکت **۷۴/۴۴** و کمترین سمیت را نیتریت با مشارکت ۰/۲۵ دارد. در حالیکه درطبقه استفاده اززمین همانند فاضلاب بهداشتی بیشترین تاثیر را کلراید با مقدار **۹۷/۳۹** وکمترین تاثیر را ازت آمونیاکی با مقدار ۰/۲۵ دارد در این طبقه الکتریسیته بی‌تاثیر است.

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2026-10-10]

[DOI: 10.18502/tbj.v19i2.3399]

در حالی که در فاضلاب صنعتی در طبقات گرمایش جهانی، ذرات جامد، تشکیل ازن فتوشیمیایی، اسیدی شدن، اوتروفیکاسیون زمین و اوتروفیکاسیون دریایی بیشترین تاثیرات مخرب زیست محیطی را دارند.

با توجه به جدول ۳ فاضلاب بهداشتی و صنعتی به روش ILCD 2011 Midpoint V1.0 مقایسه گردید. نتایج نشان داد که فاضلاب بهداشتی در طبقات اثر تخریب لایه ازن، سمیت برای انسان همراه و بدون ویژگی سرطان‌زایی، اشعه یونی کننده با تاثیر بر سلامت انسان، اشعه یونی با تاثیر بر اکوسیستم، سمیت آب آشامیدنی و استفاده از زمین مشارکت ۱۰۰ درصدی دارد و در مقابل فاضلاب صنعتی به ترتیب با مشارکت۸۴/۲، ۸/۲۷، ۳/۳۱، ۴۹/۵، ۶۹/۷، ۵/۲۲ و ۴/۱۴ کمترین اثر را دارد.

فاضلاب صنعتی در طبقات اثر گرمایش جهانی، ذرات جامد، تشکیل ازن فتوشیمیایی، اسیدی شدن، اوتروفیکاسیون زمین و اوتروفیکاسیون دریایی، با مشارکت ۱۰۰ درصدی، بیشترین تاثیر را دارد و در مقابل فاضلاب بهداشتی با مشارکت ۹۳/۳ مربوط به گرمایش جهانی و ذرات جامد و مشارکت ۹۳/۳ مربوط به مابقی طبقات ذکر شده کمترین اثر را دارد.

کمترین اثر در فاضلاب بهداشتی با مشارکت۹۳/۲ مربوط به طبقات تشکیل ازن فتوشیمیایی، اسیدی شدن، اوتروفیکاسیون زمین و اوتروفیکاسیون دریایی و در فاضلاب صنعتی با مشارکت ۵/۲۲ مربوط به سمیت آب آشامیدنی است. فاضلاب بهداشتی با توجه به مقادیر ورودی و خروجی و آنالیز نرم افزار بیشترین تاثر منفی بر محیط زیست انسانی، آبی و ... دارد.

جدول ۳: مقایسه دو فاضلاب بهداشتی و صنعتی در طبقه اثرات مختلف بر حسب درصد به روش ILCD 2011 Midpoint V1.0

طبقه اثر	فاضلاب بهداشتی	فاضلاب صنعتی
گرمایش جهانی	۹۳/۳	۱۰۰
تخریب لایه ازن	۱۰۰	۸۴/۲
سمیت برای انسان بدون ویژگی سرطان-زایی	۱۰۰	۳۱/۳
سمیت برای انسان همراه با ویژگی سرطان‌زایی	۱۰۰	۸/۲۷
ذرات جامد	۹۳/۳	۱۰۰
اشعه یونی کننده(با اثر بر سلامت انسان)	۱۰۰	۴۹/۵
اشعه یونی(با اثر بر اکوسیستم)	۱۰۰	۶۹/۷
تشکیل ازن فتوشیمیایی	۹۳/۲	۱۰۰
اسیدی شدن	۹۳/۲	۱۰۰
اوتروفیکاسیون زمین	۹۳/۲	۱۰۰
اوتروفیکاسیون دریایی	۹۳/۲	۱۰۰
سمیت آب آشامیدنی	۱۰۰	۵/۲۲
استفاده از زمین	۱۰۰	۴/۱۴

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2026-10-10]

[DOI: 10.18502/tbj.v19i2.3399]

بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق، از روش ارزیابی چرخه حیات به منظور ارزیابی کارکرد زیست‌محیطی تصفیه خانه فاضلاب پژوهشگاه صنعت نفت تهران استفاده شد.

با توجه به آنالیز زیرمجموعه‌های شرکت کننده در فرایند تصفیه فاضلاب بهداشتی و صنعتی، بیشترین فاکتورهای اثر گذار در فاضلاب بهداشتی کلراید و انرژی مصرفی شناخته شد. از آنجایی‌که در تصفیه فاضلاب بهداشتی به دلیل وجود فاکتورهای آلاینده از جمله کلیفرم، نیاز به استفاده بیشتری از کلر است و کلر باقی‌مانده احتمال اثرات تخریبی بر طبقات مختلف محیط زیست را نشان می‌دهد.

فرآیند تصفیه همواره با مصرف انرژی الکتریکی همراه است که در اغلب موارد امکان صرفه‌جویی و کاهش مصرف در این زمینه وجود ندارد بنابراین انرژی مصرفی در تمام موارد، از جمله فاکتورهای مهم اثرگذار خواهد بود و تنها ارتقاء تکنولوژی سیستم‌های موجود امکان کاهش مصرف انرژی را خواهد داشت. کلراید بر طبقات تخریب لایه ازن، سمیت آب آشامیدنی، استفاده از زمین، سمیت برای انسان، سمیت همراه با ویژگی‌های سرطانی و اشعه یونی با تاثیر بر سلامت انسان و اکوسیستم بیشترین مشارکت را دارد.

کلر گازی همراه با خاصیت سرطان‌زایی است که باقی ماندن آن در پساب تصفیه شده، اثرات ذکر شده را قطعا به همراه دارد. در فاضلاب پژوهشگاه این مقدار در پساب خروجی پایین‌تر از حد استاندارد است اما به هر حال اثرات ذکر شده را خواهد داشت و بیشترین تاثیرگذاری انرژی مصرفی، بر طبقات گرمایش جهانی، ازن فتوشیمیایی، اسیدی شدن، ذرات جامد، اوتروفیکاسیون زمین و اوتروفیکاسیون دریایی است. مصرف انرژی همواره با انتشار گازهای گلخانه‌ای و به تبع آن کاهش ازن استراتوسفری همراه می‌باشد بنابراین اثر بر طبقات گرمایش جهانی و ازن مورد انتظار است.

اما سایر فاکتورها بنابر نحوه‌ی مصرف انرژی نسبت به دیگر طبقات، اثرات هر چند اندک پذیرفته است و در فاضلاب صنعتی بیشترین فاکتور اثرگذار، انرژی مصرفی، روغن و در بعضی از طبقات کلراید نیز دارای تاثیر است. این مورد نیز قابل انتظار است زیرا فاضلاب صنعتی عمدتا مربوط به نفت و پساب روغنی از اجزای اصلی آن است. طبیعتا مطابق آنچه که توضیح داده شد مصرف انرژی غیرقابل اجتناب و وجود کلر نیز به عنوان عنصر اصلی تصفیه کننده قابل توجیه است.

انرژی مصرفی علاوه بر طبقات ذکر شده در فاضلاب بهداشتی در طبقه سمیت انسان بدون ویژگی‌های سرطانی و به مقدار کمتر بر سمیت انسان بدون ویژگی‌های سرطانی دارای تاثیر است. روغن نیز بر طبقات تخریب لایه ازن، اشعه یونی با تاثیر بر سلامت انسان و اکوسیستم و به مقدار کمی در طبقات سمیت برای انسان همراه با ویژگی‌های سرطانی، سمیت انسان بدون ویژگی‌های سرطانی و سمیت آب آشامیدنی دارای تاثیر است. روغن، اثرات محیط زیستی قابل توجهی دارد که طبیعتا با اختلال در اکسیژن‌گیری آب سلامت اکوسیستم و انسان را به خطر خواهد انداخت.

لایه ازن به دلیل انتشار بخارات ناشی از تصفیه روغن نیز دچار اختلال خواهد شد.کلراید بیشترین اثر را بر سمیت آب آشامیدنی و استفاده از زمین، و به مقدار کمتر در طبقات سمیت انسان همراه با ویژگی‌های سرطانی، سمیت انسان بدون

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2026-10-10]

[DOI: 10.18502/tbj.v19i2.3399]

ویژگی‌های سرطانی، تخریب لایه ازن، اشعه یونی با تاثیر بر اکوسیستم و انسان دارای تاثیر است.

همانطور که در مورد فاضلاب بهداشتی نیز ذکر شد کلر به دلیل خاصیت سمی بودن و احتمال باقی ماندن در پساب تصفیه شده اثرات مشخص ذکر شده را خواهد داشت در ضمن خاطر نشان می‌سازد که عنصر اصلی در تصفیه هر دو فاضلاب بهداشتی و صنعتی به حساب می‌آید.

در حالت مقایسه همانطور که نتایج نشان داد طبقات اثر فاضلاب بهداشتی بارزتر از فاضلاب صنعتی بدست آمد و علت این امر عمدتا می تواند به دلیل حجم بالای پساب بهداشتی و طبیعتا میزان مواد مصرفی و برق بیشتر، باشد.

ارزیابی زیست‌محیطی تصفیه‌خانه فاضلاب اردبیل توسط پارساجو و همکاران با استفاده از روش LCA انجام شد، نتایج این بررسی نشان داد که گاز کلر در بین طبقات اثر مشترک بیشترین تاثیر را در طبقه اثر تخریب لایه ازن دارد(۷) همچنین اسدالله‌فردی و همکاران در مطالعه ارزیابی چرخه حیات زیست محیطی تصفیه خانه فاضلاب شهر خمین به این نتیجه رسیدند که بیشترین فاکتور اثرگذار در تصفیه فاضلاب خمین کلر و انرژی برق مصرفی بوده است که با نتایج تحقیق انجام شده، مطابقت دارد(۲۱).

با توجه به این‌که، مطالعات صورت پذیرفته در ایران، در خصوص مدیریت پسماند می‌باشد، لذا نیاز به مطالعات ارزیابی چرخه حیات در بخش آب و فاضلاب، شدیدا احساس می‌شود. در این مطالعه با توجه به این که از فاز ساخت بدلیل فقدان اطلاعات موجود و هم چنین تاثیر ناچیز در پیامدهای زیست‌محیطی چشم‌پوشی شده است، لذا با این تفاسیر اگر چه نتایج این مطالعه نشان داد که پساب بهداشتی نسبت به پساب صنعتی وضعیت بدتری دارد اما نباید از تاثیرات زیست‌محیطی پساب صنعتی نیز چشم‌پوشی کرد.

از آنجایی‌که نقطه بحرانی اصلی شناسایی شده در تصفیه‌خانه مربوط به انرژی برق است پیشنهاد می‌شود از روش‌های ترکیبی استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر تا حد امکان استفاده شود که با حفظ راندمان تولید انرژی نقاط شکست کاهش یابد.

استفاده از سیستم‌های پنل خورشیدی و بهره‌گیری از بازیافت مجدد گاز تصفیه‌خانه توصیه می‌شود. با توجه به این‌که روش MBR از بهترین روش‌های تصفیه فاضلاب تلقی می‌شود توصیه به تغییر در روش تصفیه نمی‌شود اما با پایش و مدیریت مستمر سیستم امکان کاهش مواد اولیه مصرفی وجود دارد.

تضاد منافع

نویسندگان این مقاله اعلام می دارند که هیچ گونه تضاد منافعی وجود ندارد.

تقدیر و تشکر

نویسندگان این مقاله مراتب تشکر و قدر دانی خود را از مدیریت پژوهش و فن‌آوری شرکت ملی نفت ایران، که حمایت مالی این پژوهش را تقبل کردند، دارند. همچنین از سرکار خانم دکتر ناهید اعتماد و جناب آقای حامد پارساجو که در روند این مقاله ما را یاری کردند سپاس گزاریم.

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2026-10-10]

[DOI: 10.18502/tbj.v19i2.3399]

References

1-Nedafi K, Yazdanbakhsh A. Sewage treatment pollution control. Fardabeh2001:1-250.[Persian]

2-Takdastan A, Pazuki M. Investigating different methods of reuse of wastewater for various urban and non-urban uses according to the degree of wastewater treatment and environmental standards. The first conference on water shortage adaptation:2008;1:1-10.[Persian]

3-Biglary H, Afsharinia M, Sajedy A. Removal of pHenol from aqueous solution by using fly ash plant roots persica.2014; 1(3):15-25.

4-Javanmardi S, Asghari M, Pourkhabaz H. Environmental Performance Evaluation of Wastewater Treatment Plant: Case Study of Khorramabad County. International Conference on Water and Sewerage:2011;2:1-10.[Persian]

5-Taheriyun M, Bahram M, Mpradi Nezhad S. Validation of Urban Wastewater Treatment Plant Reliability Using Error Tree Analysis, Water Resources Science and Engineering Society. 2014, 10(2):1-11.[Persian]

6-Feizi Masoule M, Tabesh M. A Review on Life Cycle Assessment and its Application in Urban Wastewater Treatment Plants. First National Conference on Environmental Protection and Planning.2013 ;12:1-15.[Persian]

7-Parsaju H. Life cycle assessment of sludge treatment systems in sewage treatment plants (case study of Ardabil wastewater treatment plant)[Msc thesis]. Saeb Higher Education Institute, Faculty of Engineering.2016.

8-Khoramdel S, Shabahang j, Amin ghafuri A. Investigation of the environmental effects of rice production systems using the life cycle assessment method, applied ecology.2017; 5(18): 1-14 [Persian]

9-Mohamadi M. Comparison of life cycle assessment of urban wastewater treatment systems in Lagoon, active sludge and bioaccumulation [Msc thesis]. Faculty of Natural Resources, Islamic Azad University, Ardabil Branch.2015.

10-Parsaju h, Fataei A, Sharfi R. Life cycle assessment of Khalkhal sewage treatment plant. The Second National Conference on Sustainable Development in Energy, Water and Environmental Engineering Systems:2017;12:1-7.[Persian]

11-Renou S, Thomas J, Aoustin E, Pons m. Influence of impact assessment methods in waste water treatment LCA. journal of cleaner production. 2008, 16(10): 1098-105.

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2026-10-10]

[DOI: 10.18502/tbj.v19i2.3399]

12-Zhao Yan.Environmental impact assessment of solid waste management in Beijing City. China Waste management. 2011;31(4):793-9.

13-Parkes O, Lettieri P, Bogle IDL. Life cycle assessment of integrated waste management systems for alternative legacy scenarios of the London Olympic Park. Waste Management. 2015: 66-157

14-Hong J, Li X, and Zhaojie C. Life cycle assessment of four municipal solid waste management scenarios in China. Waste Management. 2010;30(11):2362-9.

15-Hospido A, Tyedmers P. Life cycle environmental impacts of Spanish tuna fisheries. Fisheries Research.2015;(76): 174-86.

16-Corominac LI, Foley J, Guest J. Hospido A. Life cycle assessment appliedto waste water treatment: state of the art. water resea rchgvoi.2013;47(13):5480-92.

17-Herrmann I, Moltesen A. Does it matter which Life Cycle Assessment (LCA) tool you choose a comparative assessment of SimaPro and GaBi. Journal of Cleaner Production. 2015; (86): 163-9.

18-Shahivand M. Evaluation of solid waste management life cycle in yazd city [Msc Thesis]. Faculty of Natural Resources and Desertology, Yazd University.2018.

19-Molodzadeh N. Assessment of entrance effluent problems to the refinery of shahid tondgooyan petrochemical compelex and providing appropriate solutions [Msc Thesis].Faculty of Water Engineering,University of Water and Power Industry (Shahid Abbaspour) .2009.

20-Jian G, Xiang, M Xiao M .LIFE Cycle assessment of a wastewater treatment plant focused on material and energy flows. environmental management. 2010; (46): 610-7.

21-AsadollahFardi A, Shafiei N, Sarabadani S. Astudy on environmental Life Cycle assessment of khomein sewage treatment plant.8th National Conference and Specialized Exhibition of Environmental Engineering, Iranian Association of Environmental Engineering.2016;10:1-10. [Persian]

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2026-10-10]

[DOI: 10.18502/tbj.v19i2.3399]