2025, 1(2): 37-44

JAER

Journal of Animal Environmental Reaserch

Journal homepage: http://www.journalaer.com

Research Article

Reducing the pollution load of BOD and COD wastewater of defense and military industries using the Bit Trap Filter system

Sayyed Mostafa Mir Tabaei [1], Sayyed Ali Moezzi [2*], Arash Javanshir Khoei [2], Ali Asghar Zomorodkia [3]

[1]*Department of Engineering Sciences, Imam Ali Afsari University, Tehran, Iran*

[2] *Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran*

[3]*Department of Chemical Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran*

Key Words

Purification
Military effluent
Dissolved solid
Oxidation
Nano-bubbling

Abstract

Introduction: As a result of the expansion of the human population and the acceleration of industrialization, the amount of wastewater produced is steadily increasing. Military wastewaters are mainly caused by repair and maintenance operations, construction and loading, assembly and packaging in industrial units, and often contain large amounts of inorganic anions, suspended solids, etc. Considering the need to restore and recycle the used water, this research deals with the purification and reduction of the pollution load of military industries' wastewater using the Bit Trap Filter combined with the advanced oxidation method of nano-bubbling.

Materials & Methods: In this research, the possibility of the wastewater treatment of Zarrin Shahr, Isfahan defense and military industry complex was studied. TDS, BOD, and COD factors were measured in wastewater samples. Then, they were affected by the pure oxygen nano-bubbling process in a tank and after that, they entered the Bit Trap Filter, and at the outlet, within ten days, a random sample was taken every 24 hours and evaluated.

Results: TDS, BOD, and COD factors were obtained as 4669.67±209.62, 91.5±75.61, and 285.92±18.89 mg/liter respectively in the original wastewater sample. During the testing process and after ten days, the amount of these factors in treated wastewater was reported as 493.27±41.50, 3.1±26.09, and 4.10±1.04 mg/liter respectively.

Conclusion: In this study, relying on the performance of nano-bubbling and increasing the oxygen capacity of wastewater, as well as the performance of the Bit Trap Filter in removing particles and oxidized and coagulated materials, a clear reduction of TDS, BOD, and COD factors was observed and they decreased by 89.44%, 96.45%, and 98.57% respectively. Based on the obtained results, the effectiveness of the Bit Trap Filter in defense and military industries wastewater treatment is confirmed, and due to the appropriate efficiency and low cost of construction, it is suggested as an efficient and cost-effective system in the field of defense and military industries wastewater treatment.

Article info

* Corresponding Author's email:
moezzi.sayyed.ali@ut.ac.ir

Received: 23 October 2024
Reviewed: 21 November 2024
Revised: 21 January 2025
Accepted: 19 February 2025

[Downloaded from journalaer.com on 2026-06-18]

مقاله علمی - پژوهشی

کاهش بار آلودگی BOD و COD فاضلاب صنایع دفاعی و نظامی با استفاده از سیستم تله ذره‌گیر

سیدمصطفی میرطبایی[۱]، سیدعلی معزی[۲]، آرش جوانشیرخوئی[۲]، علی‌اصغر زمردکیا[۳]*

[۱] گروه مطالعات علوم مهندسی، دانشگاه افسری امام علی (ع)، تهران، ایران
[۲] گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
[۳] گروه مهندسی شیمی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

کلمات کلیدی

تصفیه فاضلاب
پساب نظامی
ذرات محول
اکسیداسیون
نانوبابلینگ

چکیده

مقدمه: در نتیجه گسترش جمعیت انسانی و شتاب صنعتی‌شدن، مقدار فاضلاب تولیدشده به‌طور پیوسته در حال افزایش است. فاضلاب‌های نظامی عمدتاً ناشی از عملیات تعمیر و نگه‌داری، ساخت و بارگیری، مونتاژ و بسته‌بندی در واحد صنعتی و غالباً دارای مقادیر زیادی آنیون‌های معدنی، جامدات معلق و غیره می‌باشند. این تحقیق به تصفیه و کاهش بار آلودگی فاضلاب صنایع نظامی با استفاده از سیستم تله ذره‌گیر به‌صورت تلفیقی با روش اکسیداسیون پیشرفته نانوبابلینگ می‌پردازد.

مواد و روش‌ها: در این تحقیق امکان تصفیه پساب مجتمع صنایع دفاعی و نظامی زرین‌شهر اصفهان مورد مطالعه قرار گرفت. فاکتورهای TDS، BOD و COD در نمونه‌های فاضلاب، سنجیده شدند. سپس در مخزنی تحت تأثیر فرآیند نانوبابلینگ اکسیژن خالص قرار گرفته و پس از آن وارد سیستم تصفیه تله ذره‌گیر شدند و در خروجی طی ده روز، هر ۲٤ ساعت به‌صورت تصادفی یک نمونه گرفته شده و مورد ارزیابی قرار گرفتند.

نتایج: فاکتورهای TDS، BOD و COD به‌ترتیب در نمونه اولیه فاضلاب به‌میزان ۲۰۹/٦۲±٤٦٦۹/٦۷، ۷۵/٦۱±۹۱/۵ و ۹۲/۸۹±۲۸۵/۱۸ میلی‌گرم بر لیتر به‌دست آمد. طی مراحل آزمایش و پس از ده روز میزان این فاکتورها در پساب تصفیه‌شده به ترتیب ٤۱/۵۰±٤۹۳/۲۷، ۱/۰۹±۳/۲٦ و ٤/۰٤±۱/۱۰ میلی‌گرم بر لیتر گزارش شد.

بحث و نتیجه‌گیری: در این مطالعه با تکیه بر عملکرد نانوبابلینگ و افزایش ظرفیت اکسیژنی فاضلاب و هم‌چنین عملکرد سیستم تله ذره‌گیر، کاهش مشخص فاکتورهای TDS، BOD و COD مشاهده شد و به‌ترتیب ۸۹/٤٤٪، ۹٦/٤۵٪ و ۹۸/۵۷٪ کاهش داشتند. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، کارایی سیستم تله ذره‌گیر در فاضلاب صنایع دفاعی و نظامی مورد تأیید است و با توجه به کارایی مناسب و ارزان‌قیمت بودن ساخت، به‌عنوان سیستمی کارآمد و مقرون به‌صرفه در زمینه تصفیه فاضلاب صنایع دفاعی و نظامی پیشنهاد می‌شود.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول:
moezzi.sayyed.ali@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۲ آبان ۱٤۰۳
تاریخ داوری: ۱ آذر ۱٤۰۳
تاریخ اصلاح: ۲ بهمن ۱٤۰۳
تاریخ پذیرش: ۱ اسفند ۱٤۰۳

[Downloaded from journalaer.com on 2026-06-18]

مقدمه

درنتیجه گسترش جمعیت انسانی و شتاب صنعتی‌شدن، مقدار فاضلاب تولیدشده به‌طور پیوسته در حال افزایش است (۸). در حال حاضر تولید جهانی فاضلاب ۳۸۰ میلیارد مترمکعب است. پیش‌بینی می‌شود که حجم فاضلاب تولیدی تا سال ۲۰۵۰ به ۵۷۴ میلیارد مترمکعب افزایش یابد (۳۹). در چند دهه گذشته، برای دستیابی به کیفیت پساب بالاتر، به‌طور فزاینده‌ای از تجهیزات و فن‌آوری‌های جدید که نیاز به راندمان حذف آلاینده‌های بالاتری دارند، استفاده شده است که گاهاً منجر به افزایش مصرف انرژی در واحد فرآیند می‌شود (۹، ۱۴، ۴۹). تصفیه فاضلاب یک فرآیند پیچیده است که از چندین مرحله تشکیل شده و هدف آن حذف آلاینده‌ها از آب است تا آن را برای استفاده مجدد یا رهاسازی به محیط زیست ایمن کند. این مراحل به‌طورکلی شامل فرآیندهای زیستی، شیمیایی و فیزیکی می‌شوند. روش‌های شیمیایی شامل مراحلی مانند تنظیم pH، انعقاد و لخته‌سازی، ترسیب شیمیایی، اکسیداسیون و خنثی‌سازی است (۳، ۴۵). روش‌های زیستی غالباً توسط بیوم جلبکی و باکتریایی صورت می‌گیرند (۳۶، ۴۲). روش‌های فیزیکی شامل مراحلی مانند آشغال‌گیری، شناورسازی و ته‌نشینی است (۳۰، ۴۰). بسته به نوع و ماهیت آلاینده‌های موجود در فاضلاب، روش‌های تصفیه ترکیبی و گوناگونی مورد استفاده قرار می‌گیرند (۳، ۱۱، ۴۳). در این مطالعه فاضلاب صنعت دفاعی به منظور بازیافت و اصلاح در نظر گرفته شده است. منبع اصلی آلودگی در این صنعت وابسته به نوع فعالیت واحد مربوطه است. فاضلاب‌های نظامی عمدتاً ناشی از عملیات تعمیر و نگه‌داری، ساخت و بارگیری، مونتاژ و بسته‌بندی در واحد صنعتی و فاضلاب‌های حاصل از بخش اداری و عملیاتی است (۲۷). آلاینده‌ها به‌طور گسترده‌ای از مواد منفجره و پیشرانه تا حلال‌ها و اسیدها را شامل می‌شود. فاضلاب‌های نظامی به‌طورکلی چیزی بیش از محلول‌های آبی ساده از ترکیبات خاص هستند و غالباً دارای مقادیر زیادی آنیون‌های معدنی، جامدات معلق و غیره می‌باشند (۳۷). بنابراین این نوع فاضلاب دارای مقادیر بالایی از BOD، COD، TN، TP و برخی فلزات سنگین است که در صورت عدم تصفیه، مخاطرات زیستی را به‌همراه دارد (۱). روش تصفیه اکسیداسیون شیمیایی، ازجمله روش‌هایی است که کارایی خود را در تصفیه انواع فاضلاب صنعتی نشان داده است (۴۶، ۵۲). هم‌چنین در بسیاری از مطالعات جهت کاهش آلاینده‌های موجود در فاضلاب نظامی از روش‌های مختلف اکسیداسیون شیمیایی استفاده شده است (۲۷). از انواع مواد مورداستفاده در اکسیداسیون شیمیایی می‌توان پراکسید هیدروژن، کلر، دی‌اکسید کلر، پرمنگنات را نام برد. هر یک از این مواد دارای پتانسیل الکتروشیمیایی، شکل کاربرد و روش به‌کارگیری خاصی هستند (۴۲). امروزه با عنوان فرآیند اکسیداسیون پیشرفته (Advanced Oxidation Process) از روش‌های نانوبابلینگ (Nano-bubbling) شامل تزریق مولکول‌های اکسیژن و اُزن و روش‌های فوتونی مانند تابش UV که با تولید رادیکال هیدروکسیل غیرانتخابی، ترکیبات آلی سخت را اکسید و تجزیه می‌کنند، استفاده می‌شود (۲، ۱۹، ۳۶، ۵۳). هم‌چنین سیستم تله ذره‌گیر نیز در فرآیند تصفیه چند نوع فاضلاب از جمله فاضلاب دامداری صنعتی و فاضلاب شهری (۳۰)، فاضلاب پرورش ماهی متراکم (۴۱)، فاضلاب کشاورزی حاوی سموم ارگانوفسفره (۲۱، ۳۱)، فاضلاب صنعت کاغذسازی (۱۲)، فاضلاب کارخانه تولید آردماهی و کنسروسازی (۵) و فاضلاب کارخانه الکل‌سازی (۱۰، ۳۸) با گزارش عملکرد مناسب و رسیدن به پساب قابل استفاده مجدد، صورت گرفته است. در کشورمان ایران، تصفیه فاضلاب از یک طرف به‌دلیل مقابله با بحران جهانی آب و از طرف دیگر به‌دلیل هزینه‌های بالای سرمایه‌گذاری و نگه‌داری، مسئله‌ای مهم است (۴۱). لازم است در تعیین روش‌های تصفیه فاضلاب به مواردی مانند به حداکثر رساندن بهره‌وری انرژی از نظر طراحی و تجهیزات، فرآیندهای بازیافت انرژی، روش‌های فنی و مدیریت قیمت‌گذاری که می‌توانند به کاهش هزینه‌های تحمیل‌شده کمک کنند، توجه شود (۱۸). در این میان ایران مانند بسیاری از نقاط جهان با توجه به افزایش جمعیت و تغییرات اقلیمی با کاهش منابع تجدیدشونده مواجه شده است، لذا یکی از چشم‌اندازهای سیاست دولت‌مردان، احیای این منابع و بهره‌برداری مجدد در فرآیند بازگردانی آن‌ها، بر اساس استانداردهای جهانی (جدول ۱) است (۴۰). در این تحقیق با توجه به نیاز به احیا و بازگردش آب مصرفی، به تصفیه و کاهش بار آلودگی فاضلاب صنایع نظامی با استفاده از سیستم تله ذره‌گیر به صورت تلفیقی با روش اکسیداسیون پیشرفته نانوبابلینگ پرداخته شده است.

جدول۱: استاندارد مورد تأیید برای استفاده از پساب‌های برگشتی در محیط زیست
Table 1: Approved standard for the use of recycled wastewater in the environment

Parameter	Maximum allowable value
pH	6.5 - 9
Total dissolved solids (TDS)	750 (mg/L)
Dissolved oxygen (DO)	5 (mg/L)*
5-day chemical oxygen demand (COD5)	5 (mg/L)
Ammonia	0.02 (mg/L)
Nitrate	45 (mg/L)
Fecal coliform	400 (number per 100 ml)

*The dissolved oxygen concentration should not be less than this amount

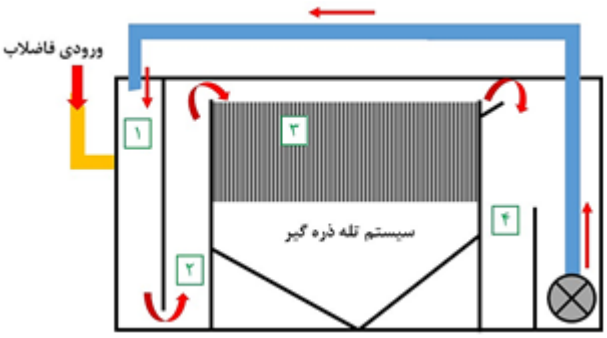
مواد و روش‌ها

تهیه فاضلاب: نمونه فاضلاب مورد نیاز از مجتمع صنایع دفاعی و نظامی زرین‌شهر اصفهان، دریافت شد. مقدار ۲۲۰ لیتر فاضلاب،

[Downloaded from journalaer.com on 2026-06-18]

توسط گالن‌های پلی‌اتیلنی ۲۰ لیتری به آزمایشگاه لیمنولوژی و هیدروبیولوژی دانشگاه تهران انتقال یافت.

سیستم تصفیه تله ذره‌گیر: سیستم تصفیه تله ذره‌گیر با ابعاد ۲۰×۱۵×۲۵ سانتی‌متر از جنس شیشه مطابق با شکل ۱ ساخته شد. این سیستم دارای سه بخش شامل: بخش جداسازی مواد سطحی با چگالی کم، بخش جداسازی ذرات درشت با چگالی بالا و بخش جداسازی ذرات ریز و معلق است.

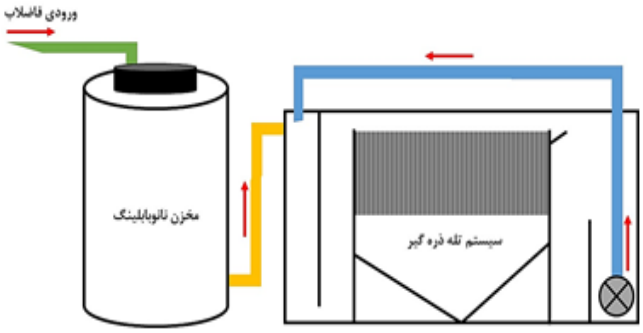


شکل ۱: سیستم تصفیه تله ذره گیر با نمایش مسیر جریان آب (فلش‌های قرمز) و سه بخش شامل جداسازی ذرات سطحی با چگالی کم (۱)، جداسازی ذرات درشت با چگالی بالا (۲) و جداسازی ذرات ریز معلق (۳)

Figure 1: Particle trap purification system showing the water flow path (red arrows) and three sections including low density surface particle separation (1), high density coarse particle separation (2), and fine suspended particle separation (3)

در بخش جداسازی مواد سطحی و سرنشین‌ها، مواد سبک مانند کف و مواد روغنی جدا می‌شوند. مواد سنگین در مرحله بعدی جداسازی شده و بعضاً مواد معلقی که در اثر آبگیری به سنگین تبدیل شده‌اند. بخش بعدی جداشونده، مواد معلق هستند که هم‌زمان با تبدیل جریان متلاطم به تیغه‌ای توسط تله ذره‌گیر جدا می‌شوند. نتیجه کلی آبی با حداقل آلودگی‌ها است.

روش کار و نمونه‌برداری: در ابتدای کار پیش از انتقال فاضلاب به سیستم تصفیه، از فاضلاب سه نمونه تصادفی در شیشه‌های ۱۵۰ میلی‌لیتری تیره‌رنگ برداشت شد. سپس فاضلاب در مخزن پلی‌اتیلنی طی سه ساعت تحت تأثیر فرآیند نانوبابلینگ اکسیژن خالص قرار گرفت. پس از آن وارد سیستم تصفیه تله ذره‌گیر شد. هر ۲۴ ساعت یک نمونه از پساب تصفیه‌شده (مرحله نهایی تصفیه) گرفته شد (شکل ۲). نمونه‌برداری‌ها به‌صورت تصادفی طی بازه ده روز صورت گرفت و هر آزمایش با سه تکرار انجام شد. نمونه‌ها جهت سنجش فاکتورهای TDS (کل جامدات محلول)، BOD (اکسیژن‌خواهی زیستی) و COD (اکسیژن‌خواهی شیمیایی) به آزمایشگاه مرکز تحقیقات فرآوری مواد معدنی ایران انتقال داده شدند. در نهایت بر اساس نتایج به‌دست‌آمده میزان عملکرد روش تصفیه به‌کارگرفته‌شده محاسبه شد.



شکل ۲: مراحل فرآیند اعمال‌شده در تصفیه فاضلاب صنایع دفاعی و نظامی

Figure 2: Process steps applied in wastewater treatment of defense and military industries

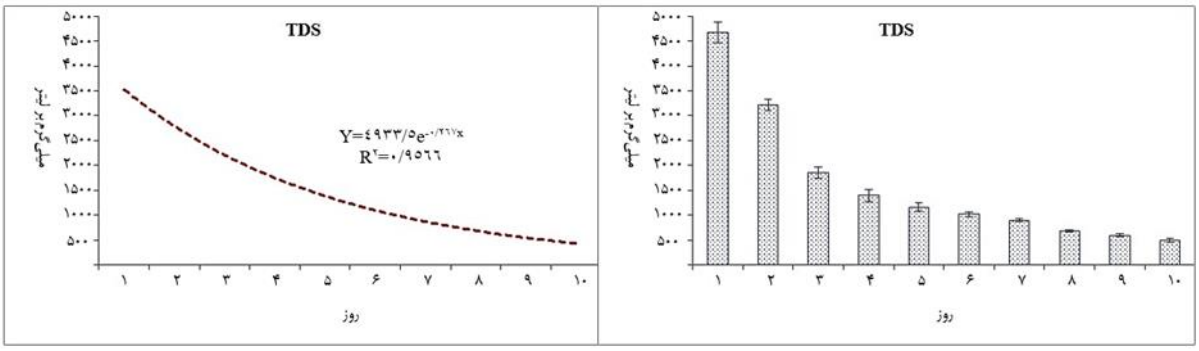
بررسی‌های آماری: نمودارهای مربوط به داده‌های به‌دست آمده و روند تغییرات در طی انجام آزمایش، توسط نرم‌افزار EXCEL ترسیم شد. آنالیزهای آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS صورت گرفت. با استفاده از آزمون ANOVA معنی‌دار بودن اختلاف میانگین‌های به دست‌آمده از تصفیه فاضلاب در ابتدا و انتهای آزمایش، هم‌چنین در روزهای مختلف نمونه‌برداری مقایسه شدند. هم‌چنین نتایج به‌صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شدند.

نتایج

TDS: آن‌چنان که پیش‌تر گفته شد پساب صنایع دفاعی غالباً بار ذرات بالایی دارند و با ورود مستقیم به محیط زیست می‌تواند موجب آلودگی و افزایش کدورت و اختلال در اکوسیستم گردد. در فرآیند تصفیه فاضلاب صنایع دفاعی و نظامی، بیشینه TDS فاضلاب ۶۷/۶۲±۴۶۶۹/۲۰۹ میلی‌گرم بر لیتر در نمونه اولیه آزمایش و کمینه TDS فاضلاب ۴۱/۵۰±۴۹۳/۲۷ میلی‌گرم بر لیتر در نمونه دهم ثبت شد (۵۵۶/۸۰ =F و ۰/۰۰ =P). روند تغییرات TDS در شکل ۳ نمایش داده شده است.

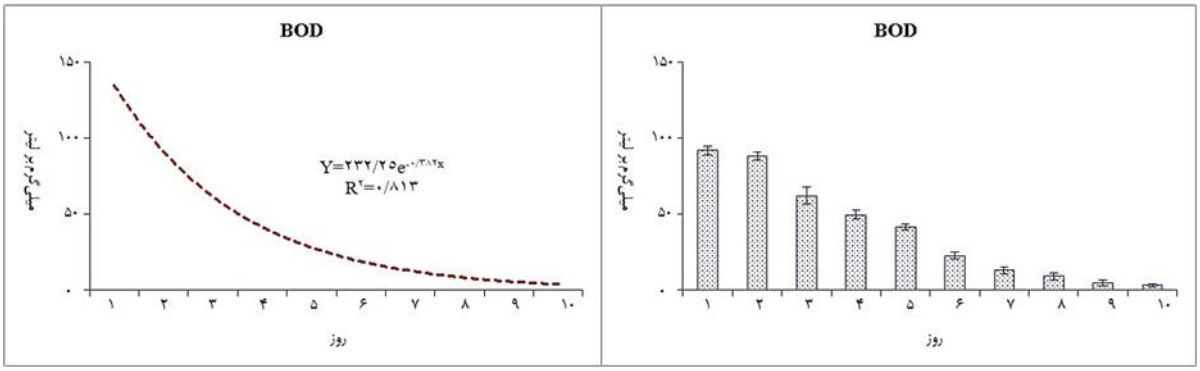
BOD: BOD در پساب صنایع دفاعی و نظامی کمی بالا است و در شرایط بی‌هوازی بوی نامطبوعی ایجاد می‌نماید و یکی از فاکتورهایی است که پیش از رهاسازی به محیط لازم است اصلاح گردد. در فرآیند تصفیه فاضلاب صنایع دفاعی و نظامی، بیشینه BOD فاضلاب ۷۵/۶۱±۹۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر در نمونه اول آزمایش و کمینه BOD فاضلاب ۱/۰۹±۳/۲۶ میلی‌گرم بر لیتر در نمونه دهم آزمایش ثبت شد (۴۱۴/۱۴ =F و ۰/۰۰ =P). روند تغییرات BOD در طول دوره آزمایش در شکل ۴ نمایش داده شده است.

[Downloaded from journalaer.com on 2026-06-18]



شکل ۳ : راست) تغییرات TDS طی ۱۰ روز، چپ) خط روند و معادله تغییرات TDS در سیستم تصفیه تله ذره‌گیر

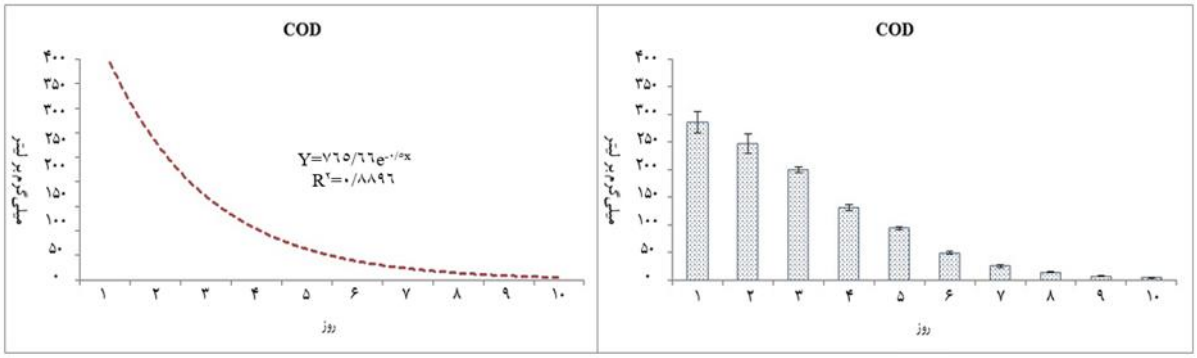
Figure 3: Right) TDS changes over 10 days, left) trend line and equation for TDS changes in the particle trap treatment system



شکل ۴ : راست) تغییرات BOD طی ۱۰ روز، چپ) خط روند و معادله تغییرات BOD در سیستم تصفیه تله ذره‌گیر

Figure 4: Right) BOD changes over 10 days, left) trend line and equation for BOD changes in the particle trap treatment system

COD: در پساب صنایع دفاعی مقدار COD نیز بالا بوده و در صورت رهاسازی به محیط زیست، مخاطراتی در پیش خواهد داشت. در فرآیند تصفیه فاضلاب صنایع دفاعی و نظامی، بیشینه COD فاضلاب ۱۸/۸۹±۲۸۵/۹۲ میلی‌گرم بر لیتر در نمونه اول آزمایش و کمینه COD فاضلاب ۱/۰۴±۴/۱۰ میلی‌گرم بر لیتر در نمونه دهم آزمایش ثبت شد (F= ۴۴۲/۵۴ و P= ۰/۰۰). روند تغییرات COD در طول دوره آزمایش در شکل ۵ نمایش داده شده است.



شکل ۵ : راست) تغییرات COD طی ۱۰ روز، چپ) خط روند و معادله تغییرات COD در سیستم تصفیه تله ذره‌گیر

Figure 5: Right) COD changes over 10 days, left) Trend line and equation for COD changes in the particle trap treatment system

با در نظر گرفتن راندمان روزانه سیستم تصفیه تله ذره‌گیر در ارتباط با فاکتور TDS، بیش‌ترین بازده با ۴۲/۳۷٪ در روز سوم و کم‌ترین بازده با ۱۱/۵۳٪ در روز هفتم مشاهده می‌گردد (جدول ۱). درنتیجه می‌توان عنوان نمود کاهش TDS در مراحل ابتدایی فرآیند تصفیه به‌صورت مشخص‌تر و با شیب بیش‌تر در نمودار صورت‌گرفته است (شکل ۳). با در نظر گرفتن راندمان روزانه سیستم تصفیه تله

[Downloaded from journalaer.com on 2026-06-18]

ذره‌گیر در ارتباط با فاکتور BOD، بیش‌ترین بازده با ۴۷/۷۵٪ در روز نهم و کم‌ترین بازده با ۴/۱۴٪ در روز دوم مشاهده می‌شود (جدول ۱). در نتیجه می‌توان عنوان نمود کاهش BOD در مراحل انتهایی فرآیند تصفیه به‌صورت مشخص‌تر و با شیب بیش‌تر در نمودار صورت گرفته است (شکل ۴). با در نظر گرفتن راندمان روزانه سیستم‌تصفیه تله ذره‌گیر در ارتباط با فاکتور COD، بیش‌ترین بازده با ۵۱/۹۵٪ در روز نهم و کم‌ترین بازده با ۱۳/۶۳٪ در روز دوم مشاهده می‌گردد (جدول ۱). در نتیجه می‌توان عنوان نمود حذف COD در انتهای فرآیند تصفیه به‌صورت مشخص‌تر و با شیب بیش‌تر در نمودار صورت گرفته است (شکل ۵). به‌صورت کلی و بر اساس نتایج به دست آمده میزان فاکتورهای TDS، BOD و COD در فاضلاب‌صنایع دفاعی به‌ترتیب ۸۹/۴۴٪، ۹۶/۴۵٪ و ۹۸/۵۷٪ کاهش داشته‌اند که نشان از کارایی موثر سیستم تصفیه تله ذره‌گیر دارند.

جدول ۲: درصد راندمان روزانه سیستم تصفیه تله ذره‌گیر در کاهش فاکتورهای مورد سنجش

Table 2: Percentage of daily efficiency of the particle trap purification system in reducing the measured factors

Day	BOD	COD	TDS
2	4.14	13.63	31.12
3	29.60	18.91	42.37
4	19.79	34.85	24.92
5	16.51	28.13	16.67
6	45.04	47.47	12.50
7	42.78	49.28	11.53
8	30.14	44.43	24.78
9	47.75	51.95	11.92
10	31.51	38.53	17.07

بحث

با توجه به افزایش فعالیت های انسانی و متعاقباً افزایش ورود آلاینده‌های انسان‌ساز به منابع آبی، مشکلات بسیاری در تأمین آب جوامع بشری ایجاد شده است. لذا یکی از موارد ضروری در حفظ و احیای منابع آبی، استفاده مجدد از فاضلاب‌ها و بهره‌بردن از آب‌های حاصل از تصفیه پساب‌ها و فاضلاب‌ها می‌باشد. در ایران نیز به‌عنوان کشوری در حال توسعه، استفاده مجدد از پساب‌ها و فاضلاب‌ها مورد چالش است. در این تحقیق، تصفیه فاضلاب صنایع دفاعی با استفاده از سیستم تله ذره‌گیر مورد مطالعه قرار گرفت. یکی از مشخصه‌های فیزیکی فاضلاب، کل مواد جامد محلول است که در برگیرنده مواد موادمعدنی، نمک‌ها، فلزات‌محلول و سایرموادآلی موجود در فاضلاب می‌باشد. حضور این‌مواد خصوصاً در غلظت‌های‌بالا شرایطی نامطبوع، در ارتباط با سلامت موجودات زنده را، ایجاد می‌نمایند (۴۱). در این تحقیق، کاهش TDS در اثر اکسید شدن مواد و کمک به تشکیل ذرات معلق که توسط تله ذره‌گیر از بدنه آبی جدا می‌شوند، صورت می‌گیرد (۸۹/۴۴٪). آن‌چنان‌که در مطالعات پیشین‌عنوان شده است کاهش TDS بر عملکرد تصفیه اثر مثبت داشته و روند کاهش آلاینده‌های موجود در فاضلاب را بهبود می‌بخشد (۵۴). در مطالعات دیگر این روند کاهش با روش‌های مختلف از ۷۶/۲۰٪ تا ۸۴/۱۰٪ گزارش شده اند (۴۴). در سیستم طراحی شده، ذرات اکسیژن آزاد به بخشی خاصی از ترکیبات حمله نموده و با تغییر در ساختار شیمیایی، آن‌ها را به ذرات قابل ته‌نشینی تبدیل می‌کنند (۳۸، ۴۶، ۴۸) از طرف دیگر، حضور پررنگ‌تر مولکول‌های اکسیژن آزاد باعث افزایش غلظت OH و در نتیجه ایجاد اکسیدکننده‌های ثانویه که قوی‌تر و فعال‌تر هستند، می‌شود (۶، ۴۴، ۴۸). یکی از معضلات تصفیه فاضلاب و رهاسازی آن به محیط زیست، وجود BOD بالا است که بوی نامطبوعی نیز با خود به همراه دارد. در مطالعات پیشین با انواع روش‌ها از جمله تصفیه زیستی (۲۲، ۳۴)، لجن فعال و تصفیه بی‌هوازی (۱۵، ۱۷، ۲۵، ۵۰)، اسمز معکوس (۲۶، ۵۶)، کربن فعال (۷، ۵۱)، استفاده از اکسیدکننده‌ها (۳۵، ۳۸، ۴۶)، پیش‌تصفیه کاتالیزوری (۱۰)، ته‌نشینی و تقطیر (۱۶، ۲۹) مبادرت به کاهش BOD شده است. هم‌چنین کارایی مؤثرسیستم تله ذره‌گیر در کاهش BOD بر اساس تحقیقات پیشین در فاضلاب‌های صنایع لبنی، انسانی و دامداری (۹۴/۰۰٪)(۳۰) و هم‌چنین فاضلاب صنعت الکل‌سازی (۹۷/۰۰٪) (۳۳،۳۲) گزارش شده است. از طرف دیگر، در ارتباط با پساب نظامی Almedia و همکاران، در سه مرحله تصفیه ترکیبی فیزیکی، زیستی و شیمیایی، به کاهش ۸۶٪ دست یافتند (۱). در این تحقیق نیز با تکیه بر عملکرد نانوبابلینگ و افزایش ظرفیت اکسیژنی فاضلاب و هم‌چنین عملکرد سیستم تله ذره‌گیر در حذف ذرات و مواد اکسیدشده و کواگوله‌شده، کاهش مشخص BOD (۹۶/۴۵٪) مشاهده‌شد. هم‌چنین وجود COD بالا در فاضلاب، علاوه بر داشتن خطرات زیست محیطی حاد، مانع پیشروی روند تصفیه فاضلاب با روش‌های معمول است. در مطالعات پیشین نیز با انواع روش‌ها از جمله تصفیه زیستی (۲۲، ۳۴)، تجزیه هوازی (۴۵، ۵۵)، لجن فعال و تصفیه بی‌هوازی (۱۳، ۱۷، ۵۰)، اسمز معکوس (۲۶، ۵۶)،کربن‌فعال (۱۹، ۲۰، ۲۳، ۵۱)، پیش‌تصفیه‌حرارتی- کاتالیزوری (۱۰، ۲۴)، بستر غوطه‌ور (۴۰)، ته‌نشینی و تقطیر (۴، ۱۶، ۲۹) و استفاده از اکسیدکننده‌ها (۲۸، ۳۵، ۴۷، ۵۳)، مبادرت به کاهش COD شده است. هم‌چنین کارایی‌مؤثر سیستم تله ذره‌گیر در کاهش COD بر اساس تحقیقات پیشین در فاضلاب‌های صنایع لبنی، انسانی و دامداری با کاهش ۹۴/۲۰٪ (۳۰) و هم‌چنین فاضلاب صنعت الکل سازی با کاهش ۹۵/۵۰٪ (۳۲، ۳۳) گزارش‌شده‌است. در این مطالعه نیز با تکیه بر عملکرد نانوبابلینگ و افزایش ظرفیت اکسیژنی فاضلاب و هم‌چنین عملکردسیستم تله ذره‌گیر در حذف ذرات و مواد اکسید

[Downloaded from journalaer.com on 2026-06-18]

شده و کواگوله‌شده، کاهش مشخص COD (۹۸/۵۷٪) مشاهده شد. بر اساس نتایج گزارش شده، کارایی سیستم تله ذره‌گیر در فاضلاب صنایع دفاعی و نظامی مشخص و مورد تأیید است و با توجه به کارایی مناسب و ارزان‌قیمت بودن ساخت، سیستم تله ذره‌گیر به عنوان سیستمی کارآمد و مقرون به صرفه در زمینه تصفیه فاضلاب صنایع دفاعی و نظامی پیشنهاد می‌شود.

منابع

1. **Almeida, J., Monahan, A., Dionísio, J., Delgado, F. and Magro, C., 2022.** Sustainability assessment of wastewater reuse in a Portuguese military airbase. *Science of the Total Environment*. 851(2): 158329. doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.158329
2. **Asaithambi, P., Susree, M., Saravanathamizhan, R. and Matheswaran, M., 2012.** Ozone assisted electro coagulation for the treatment of distillery effluent. *Desalination*. 297: 1-7. https://doi.org/10.1016/j.desal.2012.04.011
3. **Azarm, L., Javadzadeh, N. and Jalilzadeh, R., 2020.** Investigation of *Chlorella vulgaris* capacity in absorption of Nitrate and Phosphate from wastewater of fish farming pool in Khuzestan Province. *Journal of Animal Environment*. 12(2): 291-298. doi: 10.22034/aej.2020.107264 (In Persian)
4. **Balbuena, O.B.F., 2021.** Sugarcane stillage treatment by membrane distillation. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE. 156 p.
5. **Bayat Ghiasi, L., 2019.** Studying the efficiency of the BioDrOf system in reducing nitrogenous pollutants from the waste water of fishing industries. Master's Thesis, University of Tehran. 40-50. (In Persian)
6. **Beltrán, F.J., Garcí ía-Araya, J.F. and Álvarez, P.M., 2001.** pH sequential ozonation of domestic and wine distillery wastewaters. *Water Research*. 35(4): 929-936. doi: 10.1016/s0043-1354(00)00358-4
7. **Bernardo, E.C., Egashira, R. and Kawasaki, J., 1997.** Decolorization of molasses' wastewater using on the other hand, due to drought and water shortage in the current century, the reuse of wastewater has become an effective way to reduce problems activated carbon prepared from cane bagasse. *Carbon*, 35(9): 1217-1221. https://doi.org/10.1016/s0008-6223(97)00105-x
8. **Bruno, J.C., Eug´enio, R., Ad´elio, R.G. and ´Alvaro, G., 2021.** Energy performance factors in wastewater treatment plants: a review. *Journal of Cleaner Production*. 322: 129107 https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129107.
9. **Castellet-Viciano, L., Hern´andez-Chover, V., Hern´andez-Sancho, F., 2018.** Modelling the energy costs of the wastewater treatment process: the influence of the aging factor. *Science of the Total Environment*. 625: 363-372. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.304.
10. **Chaudhari, P.K., Mishra, I. and Chand, S., 2008.** Effluent treatment for alcohol distillery: catalytic thermal pretreatment (catalytic thermolysis) with energy recovery. *Chemical Engineering Journal*. 136(1): 14-24. doi: 10.1016/j.cej.2007.03.006
11. **David, M.K., 2017.** A Review Paper on Industrial Waste Water Treatment Processes. In: University of Nigeria, Nsukka.
12. **Dehghani, F., 2016.** Separation of lead heavy metal from paper pulp wastewater using biodraft purification method with particle trap and its effect on Anodonta signea and Derisinidae polymorpha. Master's Thesis, University of Tehran. 49-58. (In Persian)
13. **Fitzgibbon, F., Nigam, P., Singh, D. and Marchant, R., 1995.** Biological treatment of distillery waste for pollution-remediation. *Journal of Basic Microbiology*. 35(5): 293-301. doi: 10.1002/jobm.3620350504
14. **Fraia, S.D., Massarotti, N. and Vanoli, L., 2018.** A novel energy assessment of urban wastewater treatment plants. *Energy Conversion and Management*. 163: 304-313. https://doi.org/10.1016/j.enconman.2018.02.058
15. **Garcia-Calderon, D., Buffiere, P., Moletta, R. and Elmaleh, S., 1998.** Anaerobic digestion of wine distillery wastewater in down-flow fluidized bed. *Water Research*. 32(12): 3593-3600. doi: 10.1016/S0043-1354(98)00134-1
16. **Gebreeyessus, G.D., Mekonnen, A. and Alemayehu, E., 2019.** A review on progresses and performances in distillery stillage management. *Journal of Cleaner Production.* 232: 295-307. doi: 10.1016/j.jclepro.2019.05.383
17. **Ghosh, S., Ombregt, J.P. and Pipyn, P., 1985.** Methane production from industrial wastes by two-phase anaerobic digestion. *Water research*. 19(9): 1083-1088. https://doi.org/10.1016/0043-1354(85)90343-4
18. **Gu, Y., Li, Y., Yuan, F. and Yang, Q., 2023.** Optimization and control strategies of aeration in WWTPs: A review. *Journal of Cleaner Production*. 418(2): 138008. doi: 10.1016/j.jclepro.2023.138008
19. **Hadavifar, M., Younesi, H. and Zinatizadeh, A., 2010.** Application of Ozone and Granular Activated Carbon for Distillery Effluent Treatment. *Journal of Water and Wastewater.* 21(2): 10-18. (In Persian)
20. **Ruixiong, H., Yu, L., Gaojun, Z., Cheng, Ch., Dwi, H. and Yan, M., 2022.** COD removal of wastewater from hydrothermal carbonization of food waste: using coagulation combined activated carbon adsorption. *Journal of Water Process Engineering*. 45: 102462. doi: 10.1016/j.jwpe.2021.102462
21. **Javanshir Khoei, A., Jafarzadeh Joogh, N., Darvishi, P. and Rezaei, K. 2018.** Application of physical and biological methods to remove heavy metal, arsenic and pesticides, malathion and diazinon from water. *Turkish journal of fisheries and aquatic sciences*. 19(1): 21-28. doi: 10.4194/1303-2712-v19_1_03
22. **Kida, K., Morimura, S., Abe, N. and Sonoda, Y., 1995.** Biological treatment of schochu distillery wastewater. *Process biochemistry*. 30(2): 125-132. https://doi.org/10.1016/0032-9592(95)80002-6
23. **Lei, L., Gu, L., Zhang, X. and Su, Y., 2007.** Catalytic oxidation of highly concentrated real industrial wastewater by integrated ozone and activated carbon. *Applied Catalysis A: General*. 327(2): 287-294. doi: 10.1016/j.apcata.2007.05.027
24. **Lele, S., Rajadhyaksha, P. and Joshi, J., 1989.** Effluent treatment for alcohol distillery: thermal pretreatment with energy recovery. *Environmental progress*. 8(4): 245-252. http://dx.doi.org/10.1002/ep.3300080418
25. **Lovato, G., Batista, L.P.P., Preite, M.B., Yamashiro, J.N., Becker, A.L.S., Vidal, M.F.G., Pezini, N., Albanez, R., Ratusznei, S.M. and Rodrigues, J.A.D.,**

[Downloaded from journalaer.com on 2026-06-18]

Environmental science and technology. 22(7): 761-767. doi: 10.1021/es00172a003

38. **Pistocchi, A., Alygizakis, N.A., Brack, W., Boxall, A., Cousins, I.T., Drewes, J.E., Finckh, S., Gallé, T., Launay, M.A., McLachlan, M.S., Petrovic, M., Schulze, T., Slobodnik, J., Ternes, T., van Wezel, A., Verlicchi, P. and Whalley, C., 2022.** European scale assessment of the potential of ozonation and activated carbon treatment to reduce micropollutant emissions with wastewater. *Science of the Total Environment*. 848: 157124. https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2022.157124

39. **Qadir, M., Drechsel, P., Jim´enez Cisneros, B., Kim, Y., Pramanik, A., Mehta, P. and Olaniyan, O., 2020.** Global and regional potential of wastewater as a water, nutrient and energy source. *Natural Resources Forum*. 44(1): 40–51. https://doi.org/10.1111/ 1477-8947.12187

40. **Reis, L.C. and Sant'Anna Jr, G.L., 1985.** Aerobic treatment of concentrated wastewater in a submerged bed reactor. *Water Research*. 19(11): 1341-1345. https://doi.org/10.1016/0043-1354(85)90298-2

41. **Rezaei., K., 2015.** Investigating the efficiency of the biodraft system in the treatment of wastewater from the cultivation of some aquatic animals. Master's Thesis, University of Tehran. 86-98. (In Persian)

42. **Satyawali, Y. and Balakrishnan, M., 2008.** Wastewater treatment in molasses-based alcohol distilleries for COD and color removal: a review. *Journal of Environmental Management*. 86(3): 481-497. doi: 10.1016/j.jenvman.2006.12.024

43. **Sheybani, S., Sedaghatpour, A. and Mehrabani, M.M., 2013.** An overview of different industrial wastewater treatment methods. The first national conference and specialized exhibition of environment, energy and clean industry, Tehran. https://civilica.com/doc/230728 (In Persian)

44. **Taherizadeh, H., Hashemifard, S.A., Izadpanah, A.A. and Ismail, A.F., 2021**. Investigation of fouling of surface modified Polyvinyl chloride hollow fiber membrane bioreactor via Zinc oxide-nanoparticles under coagulant for municipal wastewater treatment. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. 9(1-2): 105835. doi: 10.1016/j.jece.2021.105835

45. **Thakur, C., Srivastava, V.C. and Mall, I.D., 2014.** Aerobic degradation of petroleum refinery wastewater in sequential batch reactor. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*. 49(12): 1436-1444. doi: 10.1080/10934529.2014.928557

46. **Van Gijn, K., Zhao, Y., Balasubramaniam, A., de Wilt, H.A., Carlucci, L., Langenhoff, A.A.M. and Rijnaarts, H.H.M., 2022.** The effect of organic matter fractions on micropollutant ozonation in wastewater effluents. *Water Research*. 222: 118933. https://doi.org/10.1016/J. WATRES.2022.118933.

47. **Vijayaraghavan, K., Ramanujam, T. and Balasubramanian, N., 1999.** In situ hypochlorous acid generation for the treatment of distillery spentwash. *Industrial and engineering chemistry research*. 38(6): 2264-2267. https://doi.org/10.1021/ie980166x

48. **Walpen, N., Joss, A. and Von Gunten, U., 2022.** Application of UV absorbance and electrondonating capacity as surrogates for micropollutant abatement during full-scale ozonation of secondary-treated wastewater. *Water Research*. 209: 117858. https://doi.org/10.1016/J. WATRES.2021.117858.

2019. Viability of Using Glycerin as a Co-substrate in Anaerobic Digestion of Sugarcane Stillage (Vinasse): Effect of Diversified Operational Strategies. *Applied Biochemistry Biotechnology*. 188(3): 720-740. doi: 10.1007/s12010-019-02950-1

26. **Maiorella, B., Blanch, H.W. and Wilke, C.R., 1983.** By-product inhibition effects on ethanolic fermentation by Saccharomyces cerevisiae. *Biotechnology and bioengineering*. 25(1): 103-121. doi: 10.1002/bit.260250109

27. **Maloney, S.W., Boddu, V.M. and Peyton, G.R., 1997.** Advanced Oxidation Treatment of Army Industrial Wastewaters: Propellant Wastewater. US Army Corps of Engineers, Construction Engineering Research Laboratories.

28. **Mandal, A., Ojha, K. and Ghosh, D., 2003.** Removal of colour from distillery wastewater by different processes. *Indian Chemical Engineer*. 45(4): 264-267.

29. **Maraghe Zovik, R. and Abdollahzadeh, S., 2008.** New method of wastewater treatment of alcohol factory. The first international conference on the place of safety, health and environment in organizations ،Isfahan، https://civilica.com/doc/43057. (In Persian)

30. **Mani Varnosefadarani, A., 2015.** Investigating the performance of biodraft system based on algal biofilm in removing nitrogen, phosphorus and total carbon from urban raw sewage, animal husbandry and dairy industries. Master's Thesis, University of Tehran. 79-93. (In Persian)

31. **Mirzaei, M., Javanshir Khoei, A. and Rezaei, K., 2023.** Purification of chlorpyriphos organophosphate pesticide from Aquatic environment by using carbon nanoparticles media in a Bit Trap Filter equipped with a Bio Dr OF. *Journal of Animal Environment*. 15(1): 245-252. doi: 10.22034/aej.2022.338586.2792 (In Persian)

32. **Moezzi, S.A. and Javanshir Khoei, A., 2023.** Treatment of industrial wastewater of alcohol factories using a particle trap system and their potentials for aquaculture using Daphnia (*Daphnia pulex*) and Zebrafish (*Danio rerio*) as model bioindicators. *International Journal of Aquatic Biology*. 11(4): 338-353. https://doi.org/10.22034/ijab.v11i4.1936

33. **Moezzi, S.A., Javanshir Khoei, A. and Rezaei, K., 2023.** Efficiency of Bit Trap Filter in industrial wastewater treatment of alcohol factory discharge to Manjil Dam in Alborz province. *Journal of Animal Environment*. 15(2): 265-272. doi: 10.22034/aej.2022.337903.2788. (In Persian)

34. **Mohamed, A.Y.A., Siggins, A., Healy, M.G., Ó hUallacháin, D., Fenton, O. and Tuohy, P., 2022.** A novel hybrid coagulation-constructed wetland system for the treatment of dairy wastewater. *Science of the Total Environment*. 847: 157567. https://doi.org/10.1016/J. SCITOTENV.2022. 157567.

35. **Patton, S.D., Dodd, M.C. and Liu, H., 2022.** Degradation of 1,4-dioxane by reactive species generated during breakpoint chlorination: proposed mechanisms and implications for water treatment and reuse. *Journal of Hazardous Materials Letters*. 3: 100054. https://doi.org/10.1016/J. HAZL.2022.100054.

36. **Pazoki, M., Shayegan, J. and Afshari, A., 2006.** Investigating the wastewater treatment methods of alcohol production units. *Journal of Environmental Studies.* 32(39): 19-32. (In Persian)

37. **Peyton, G.R. and Glaze, W.H., 1988.** Destruction of pollutants in water with ozone in combination with ultraviolet radiation. 3. Photolysis of aqueous ozone.

[Downloaded from journalaer.com on 2026-06-18]

49. **Wen, J., LeChevallier, M.W. and Tao, W., 2020.** Nitrification kinetics and microbial communities of activated sludge as a full-scale membrane bioreactor plant transitioned to low dissolved oxygen operation. *Journal of Cleaner Production*. 252: 119872 https:// doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119872.

50. **Xu, Q., Wan, Y., Wu, Q., Xiao, K., Yu, W., Liang, S., Zhu, Y., Hou, H., Liu, B., Hu, J., Yang, Y. and Yang, J., 2021.** An efficient hydrodynamic-biokinetic model for the optimization of operational strategy applied in a full scale oxidation ditch by CFD integrated with ASM2. *Water Research*. 193: 116888 https://doi.org/10.1016/j.watres.2021.116888

51. **Yang, K., Jinhui, P., Chandrasekar, S., Libo, Z., Hongying, X. and Xinhui, D., 2010.** Preparation of high surface area activated carbon from coconut shells using microwave heating. *Bioresource Technology*. 101(15): 6163-6169. doi: 10.1016/j.biortech.2010.03.001

52. **Yasar, A., Ahmad, N., Chaudhry, M.N., Rehman, M.S.U. and Khan, A.A.A., 2007.** Ozone for Color and COD Removal of Raw and Anaerobically Biotreated Combined Industrial Wastewater. *Polish Journal of Environmental Studies*. 16(2): 289-294.

53. **Yavuz, Y., 2007.** EC and EF processes for the treatment of alcohol distillery wastewater. *Separation and purification technology*. 53(1): 135-140. doi: 10.1016/j.seppur.2006.08.022

54. **Yazdanbakhsh, A., Eslami, A., Abtahi, M. and Danandeh Oskouie, M., 2020.** COD removal and decolorization efficacy of ozonation process in spiral high pressure super mixing reactor for treatment of alcohol distilleries wastewater. *Journal Health in the Field*. 7(3): 29-39. doi: 10.22037/jhf.v7i3.2774 (In Persian)

55. **Zhang, Q., Wang, C., Jiang, L., Qi, J., Wang, J. and He, X., 2018.** Impact of dissolved oxygen on the microbial community structure of an intermittent biological aerated filter (IBAF) and the removal efficiency of gasification wastewater. *Bioresource Technology*. 255: 198-204. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.01.115.

56. **Zhang, Z., Wu, Y., Luo, L., Li, G., Li, Y. and Hu, H., 2021.** Application of disk tube reverse osmosis in wastewater treatment: a review. *Science of the Total Environment*. 792: 148291. https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2021.148291.

[Downloaded from journalaer.com on 2026-06-18]