بررسی میزان حذف سورفاکتانت‌های آنیونی و COD فاضلاب کارواش با فرایند ازن زنی در یک راکتور با بستر آکنده

نویسندگان: حسن ترابی[۱]، محمدحسن احرامپوش[۲]، اصغر ابراهیمی[۳]، پروانه طالبی[۴]، مهدی مختاری[۵]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد

۲. استاد، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد

۳. استادیار، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد

۴. کارشناس گروه مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد

۵. نویسنده مسئول: استادیار، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد

تلفن تماس: ۰۹۱۳۳۵۵۹۷۸۹ Email: mokhtari@ssu.ac.ir

طلوع بهداشت

دو ماهنامه علمی پژوهشی
دانشکده بهداشت یزد
سال پانزدهم
شماره: دوم
خرداد و تیر ۱۳۹۵
شماره مسلسل: ۵۶

تاریخ وصول: ۱۳۹۳/۶/۲۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۷/۱۴

چکیده

مقدمه: کارواش یکی از صنایعی است که میزان زیادی آب مصرف کرده و فاضلاب آنها نیز حاوی انواع آلاینده‌ها (دترجنت‌ها، روغن و چربی، فلزات و ...) می‌باشد. تصفیه فاضلاب ناشی از این صنعت می تواند کمک بزرگی به حفظ منابع آب سطحی و زیرزمینی نماید. بنابراین در مطالعه حاضر کاربرد فرایند ازن زنی در تصفیه فاضلاب حاصل از شستشوی اتومبیل در یکی از کارواش‌های شهر یزد مورد بررسی قرار گرفت.

روش بررسی: این مطالعه در مقیاس آزمایشگاهی و به صورت پایلوت انجام شد. نمونه‌ها به صورت روزانه از یک کارواش جمع‌آوری گردید. با استفاده از یک راکتور استوانه‌ای شکل (با ارتفاع ۱ متر و قطر داخلی ۵ سانتی‌متر) حاوی بستر پلاستیکی، درصد حذف پارامترهای COD با روش هضم و سورفکتانت آنیونی با روش استاندارد استخراج کلروفرم در طی فرآیند ازن زنی در دز ازن ۰/۷ و ۱/۱ میلی‌گرم در دقیقه در زمان‌های واکنش ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه و pH ۷، ۹ و ۱۱ تعیین شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد راندمان حذف COD و سورفکتانت‌های آنیونی با افزایش pH و زمان تماس افزایش می‌یابد به طوری که در pH=۱۱ و بعد از زمان واکنش ۹۰ دقیقه برای دز ازن ۱/۱ میلی‌گرم در دقیقه به ترتیب راندمان حذف ۶۸/۵۷ و ۷۷/۷۱ درصد بدست آمد.

نتیجه‌گیری: نتایج این مطالعه نشان داد که فرایند ازن‌زنی در یک راکتور با بستر آکنده دارای توانایی قابل‌توجهی در حذف COD و سورفکتانت‌های آنیونی می‌باشد. اما این فرایند به تنهایی قادر به حذف محتوای آلی فاضلاب کارواش نبوده و در صورت نیاز می‌توان از آن بصورت ترکیب با سایر روش‌ها جهت تصفیه فاضلاب کارواش‌ها استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: فاضلاب کارواش، ازن زنی، سورفکتانت آنیونی، COD

این مقاله حاصل پایان نامه دانشجویی دوره کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد می‌باشد.

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2026-11-19]

مقدمه

طبق گزارشات زیست محیطی دترجنت ها در کشورهای در حال توسعه و اجتماعات شهری به سرعت در حال رشد است(۱). باتوجه به نامناسب بودن و کارایی پایین فرایندهای تصفیه به خاطر ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی سورفاکتانت‌ها شاهد وجود این مواد در پساب خروجی تصفیه خانه ها هستیم(۲). این مواد می‌توانند به دلیل مهیا بودن شرایط به ویژه در حوض‌های هوادهی و اختلاط، کفی تولیدکنند که به دلیل حجم زیاد، در فرایند تصفیه ایجاد اختلال کرده و نیز باعث ایجاد مخاطراتی برای کارگران تصفیه‌خانه شود. بنابراین تصفیه پساب‌های حاوی فسفر و دترجنت به دلیل جلوگیری از آلودگی محیط زیست، جلوگیری از تخریب منابع آب سطحی و زیرزمینی و بهبود عملکرد تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری از اهمیت ویژه ای برخوردار است(۳,۴). واحدهای کارواش که در واقع می‌توان از آنها به عنوان صنعت کارواش نام برد (به علت تنوع فعالیتهایی که در این واحدها صورت می‌گیرد، شامل: شستشو، پولیش و واکس اتومبیل ها و بعضاً تعویض روغن و پنچرگیری) یکی از صنایعی است که میزان زیادی آب مصرف کرده و تصفیه فاضلاب ناشی از این صنعت می‌تواند کمک بزرگی به حفظ منابع آب سطحی و زیرزمینی نماید(۴). آلاینده‌های موجود در فاضلاب کارواش‌ها شامل: دترجنت‌ها، اسید هیدرفلوئوریک، بنزن، فلزات سنگین از قبیل: سرب، روی، کروم و آرسنیک، بقایای بنزین، موادآلی و ذراتی مانند: گردوغبار،کربن ونمک می‌باشند(۵). از جمله مهمترین آلاینده‌های موجود در فاضلاب کارواش ها، دترجنت ها (از انواع سورفکتانها) هستند. سورفاکتانت ها یکی از بزرگترین زنوبیوتیک‌های موجود در فاضلاب‌های شهری و صنعتی می‌باشند. طی یک دهه گذشته مقادیر زیادی از سورفاکتانت ها به علت افزایش استفاده از دترجنت‌های مصنوعی در مصارف صنعتی و خانگی وارد محیط زیست شده اند که موجبات آلودگی به این مواد دیر تجزیه پذیر را فراهم آورده است. سورفاکتانت‌های آنیونی بزرگترین و پرمصرف ترین گروه پاک‌کننده‌ها می‌باشند و به علت وجود گروه‌های سولفونات یا فسفات در ساختار آن در اثر یونیزاسیون در محلول یون منفی ایجاد می‌کنند. کاربرد روز افزون سورفاکتانت‌ها در مصارف مختلف و افزایش مصرف سرانه آنها منجر به افزایش مقادیر این ترکیبات در فاضلاب‌ها گردیده است(۶). تخلیه به سیستم‌های فاضلابرو، مهمترین راه ورود این ترکیبات به محیط زیست است. در ایران بسیاری از کارواش‌ها فاضلاب تولیدی خود را بدون هیچگونه پیش تصفیه‌ای مستقیماً وارد فاضلابروهای شهری و یا چاه‌های جذبی می‌کنند. مشکلات زیست‌محیطی مواد پاک‌کننده به دو دسته عمده مشکلات زیست محیطی ناشی از سورفاکتانت ها و مشکلات زیست محیطی ناشی از فسفر و مواد سازنده تقسیم میشوند. مواد فعال سطحی مثل آلکیل بنزن‌های شاخه‌ای یا خطی در سطح تماس مایع- جامد مانند سدی در مقابل پخش اکسیژن به داخل آب قرار می‌گیرند و سرعت انتقال اکسیژن را کاهش می‌دهند. این مواد در مرحله تصفیه بیولوژیک از طریق کاهش سرعت تنفسی باکتری‌ها و ممانعت در واکنش های آنزیمی، سبب کاهش سرعت تجزیه و در نتیجه کاهش سرعت اکسیژن‌خواهی شیمیایی می‌شوند. بسیاری از سورفاکتانت‌ها قابلیت تجزیه بیولوژیکی نسبتاً پائینی دارند و اغلب سمیت بالایی دارند(۷،۸). در ضمن کف حاصله می تواند در اثر وزش باد جابه جا شده و

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2026-11-19]

باعث انتقال بیماری‌ها شود. مسمومیت و همچنین مرگ و میر نوزاد برخی از ماهی‌ها نتیجهٔ حساسیت آنها به برخی از سورفاکتانت‌ها است. وجود مواد پاک‌کننده در سیستم لجن فعال روی جمعیت بیولوژیکی پروتوزوآها و در نتیجه کیفیت پساب خروجی از این واحد تأثیر می‌گذارد. مقادیر بیش از ۱۰ میلی گرم در لیتر مواد پاک‌کننده، کاهش قابل توجهی در جمعیت سیلیاته‌ها پدید می‌آورد. ورود فاضلاب حاوی مواد پاک کننده به منابع آبهای سطحی، مشکلات زیست‌محیطی دیگری مانند بد منظره شدن چشم‌اندازها، سواحل و اماکن تفریحی، مسمومیت و پیری زودرس رودخانه‌ها، آلودگی آبهای زیرزمینی و بدبو شدن آب را به دنبال خواهد داشت .از دیگر آثار نامطلوب این مواد می توان جلوگیری از تشکیل لخته به وسیله کلوئیدها و در نتیجه مصرف بیشتر منعقدکننده در تصفیه‌خانه‌های آب و امولسیون سازی چربی‌ها و روغن‌ها را نام برد(۹).

به دلیل اینکه فاضلاب کارواش‌ها در دسته فاضلاب‌های صنعتی طبقه بندی می شوند و همچنین به دلیل سطح بالای آلودگی و تنوع مواد آلاینده موجود در این نوع از فاضلاب‌ها و حجم زیاد آب مصرفی آنها، روش‌های متعددی برای تصفیه این نوع فاضلاب‌ها پیشنهاد شده‌اند.

این فرایندها شامل فیلتراسیون شنی، جذب سطحی، ازن زنی، فرایندهای بیولوژیکی و فرایند های الکتریکی می باشند. همچنین جهت حذف دترجنت‌ها از روشهای مختلف دیگری از جمله انعقاد و لخته سازی، انعقاد الکتریکی(۳)، انعقاد شیمیایی(۱۰)، فرایندهای اکسیداسیون پیشرفته فنتون(۱۱)، فتوفنتون، UV/H_2O_2 (۶،۱۲) و به مقدار کمتر ازن(۱۴،۱۳) ، اولترافیلتراسیون و تبادل یون(۱۵) و سایر روش‌ها برای حذف دترجنت‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. یکی از سودمندترین روش‌هایی که برای تخریب آلاینده‌های آب و فاضلاب مرسوم شده است، اکسیداسیون شیمیایی است که موثرترین طریقه زدایش برای آلاینده‌های آلی محسوب می‌شود، زیرا عمل اکسیداسیون این مواد را به فرآورده‌های بی ضرر تبدیل می‌کند در حالی‌که با عملیات هوادهی، جذب با کربن فعال، اسمز معکوس و بعضی روش‌های دیگر صرفاً آلاینده ها از فازی به فاز دیگر منتقل می‌شوند و گاه مشکلات جدیدی از نظر دفع لجن نیز بوجود می‌آورند. یکی از مناسب‌ترین مواد اکسیدکننده ازن است. ازن طی مراحل اکسیداسیون فرآورده‌های جانبی خطرناک ایجاد نمی‌کند. لذا یکی از کاربردهای مهم ازن استفاده از آن در حذف مواد آلی مقاوم به تجزیه بیولوژیکی است. هدف از این مطالعه نیز بررسی کارایی فرآیند ازن زنی در حذف سورفاکتانت‌های آنیونی و COD از فاضلاب کارواش است(۱۳،۱۰).

روش بررسی

این تحقیق یک مطالعه تجربی است که بصورت ناپیوسته و در مقیاس آزمایشگاهی انجام شده است. نمونه های مورد بررسی در این مطالعه روزانه از یکی از کارواش های سطح شهر یزد تهیه گردید.

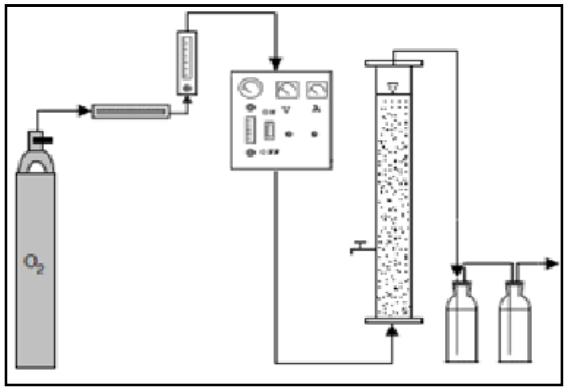
به منظور نمونه برداری از فاضلاب کارواش محل تحقیق، برداشت نمونه به صورت دستی و از عمق ۳۰ سانتی‌متری حوض ته نشینی که جهت ته نشینی اولیه فاضلاب در کارواش احداث شده بود، انجام گرفت. نمونه‌ها تحت شرایط استاندارد به آزمایشگاه منتقل و جهت کاهش خطاهای احتمالی در کمترین زمان مورد آزمایش قرار گرفتند. پس از تهیه نمونه فاضلاب خام

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2026-11-19]

کارواش غلظت اولیه پارامترهای سورفاکتانت‌های آنیونی و COD مطابق روش‌های استاندارد آزمایشات آب و فاضلاب تعیین شده و برای انجام فرایند ازن زنی وارد راکتور شد(۱۶).

با استفاده از فرایند ازن زنی، کارایی فرایند در حذف سورفاکتانت‌های آنیونی و COD در دزهای مختلف ۰/۷ و ۱/۱ میلی‌گرم در دقیقه ازن، زمان تماس ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه و pH ۷، ۹ و ۱۱ مورد بررسی قرار گرفت. جهت تنظیم pH از اسید سولفوریک و سدیم هیدروکسید ۱ نرمال استفاده شد.

راکتور مورد استفاده برای انجام آزمایش از جنس پلکسی‌گلاس به ارتفاع ۱ متر و قطر داخلی ۵ سانتی‌متر بود که جریان گاز ازن تولید شده توسط ازن ژنراتور NedGas Mk 940 محصول کشور هلند با ظرفیت اسمی ۳ g/hr پس از عبور از محفظه حاوی سیلیکاژل، از پایین وارد راکتور می‌گردد.



شکل۱: رآکتور ازن زنی و متعلقات آن

کلیه مواد شیمیایی مورد استفاده در این تحقیق، محصول شرکت مرک آلمان بود. برای آزمایش سورفاکتانت‌های آنیونی از روش استاندارد استخراج کلروفرم بر حسب میلی‌گرم در لیترو برای اندازه‌گیری از دستگاه اسپکتروفتومتر (UV/Visible SP-3000 Plus) در طول موج ۶۵۲ نانومتر استفاده گردید. همچنین برای تهیه نمونه‌های سنتتیک جهت رسم منحنی استاندارد از الکیل بنزن سولفونات با فرمول شیمیایی $C_{12}H_{25}C_6H_4SO_3Na$ استفاده شد. برای انجام آزمایش COD از روش ویال استاندارد و برای اندازه‌گیری مقدار COD نیز از دستگاه اسپکترو فتومتر Hach مدل DR 2000 استفاده شد.

در نهایت اطلاعات و داده های لازم که با انجام آزمایش‌ها و استفاده از وسایل و تجهیزات آزمایشگاهی بدست آمده است با استفاده از نرم افزارهای Excel 2007 و SPSS به صورت جداول و نمودارها رسم شد و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها

در مطالعه حاضر فرایند ازن زنی به عنوان یک فرایند تصفیه برای حذف پارامترهای COD و سورفاکتانت‌های آنیونی از فاضلاب کارواش مورد استفاده و راندمان حذف در pH و زمان‌های مختلف واکنش مورد بررسی قرار گرفته است. محدوده غلظت- میانگین و انحراف‌معیار پارامترهای فاضلاب مورد بررسی در جدول ۱ آورده شده است.

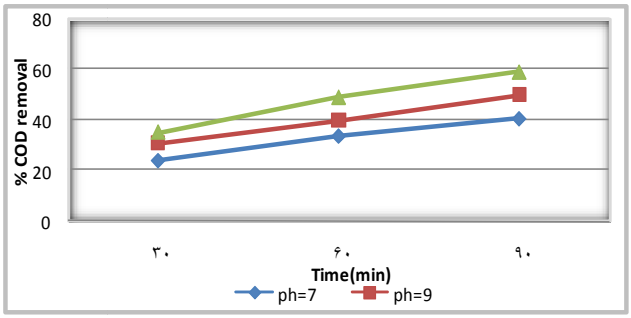
در انتهای هر مرحله از فرایند ازن زنی غلظت نهایی پارامترهای مورد نظر مطابق آزمایشات استاندارد آب و فاضلاب موزد سنجش قرار گرفت (۱۶).

یافته‌ها در نمودارهای ۱ تا ۴ آورده شده است. نتایج حاصل از نمودارها نشان می‌دهد که با افزایش pH و زمان تماس میزان حذف COD و سورفاکتانت‌های آنیونی افزایش می‌یابد به طوری که بیشترین میزان حذف در pH=۱۱ و زمان ۹۰ دقیقه و کمترین مقدار حذف نیز در زمان ۳۰ دقیقه و pH=۷ بدست آمد.

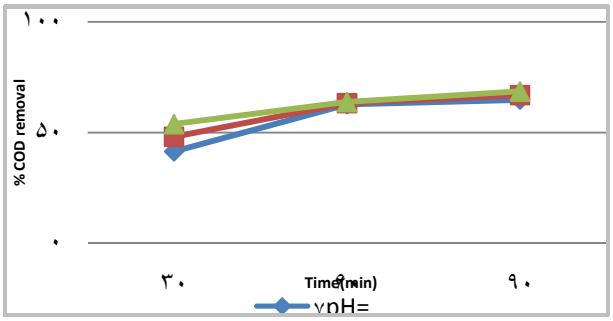
[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2026-11-19]

جدول۱: محدوده غلظت- میانگین و انحراف‌معیار پارامترهای فاضلاب

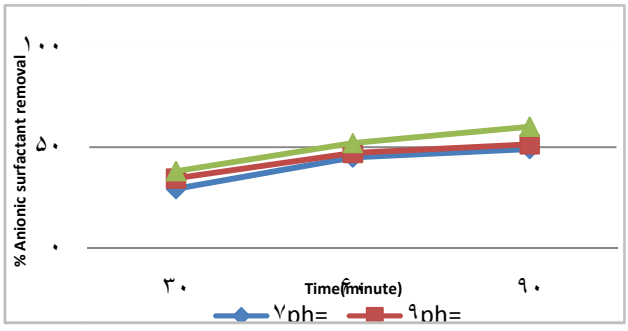
پارامتر	محدوده	میانگین	انحراف‌معیار
COD (mgL^{-1})	۲۵۴ -۱۱۵۰	۶۵۰/۷۱	۲۷۷/۵۳
سورفکتانت‌های آنیونی (mgL^{-1})	۸/۸ -۵۳/۴۶	۳۰/۱۵	۱۴/۰۶
کدورت (NTU)	۵۳ -۲۵۵	۱۵۴/۵۴	۶۳/۶۵
هدایت الکتریکی ($\mu S/cm$)	۸۶۳-۱۱۴۳	۹۸۴/۳۶	۹۷/۳۳
دما(درجه سانتیگراد)	۱۹/۶ -۲۵/۲	۲۱/۶	۲/۰۴
pH	۷/۳۵ -۸/۳۷	۸	۰/۲۷



نمودار۱: راندمان حذف COD در دز ازن ۰/۷ میلی‌گرم در دقیقه، زمان‌های مختلف و pH مختلف در فرایند ازن زنی

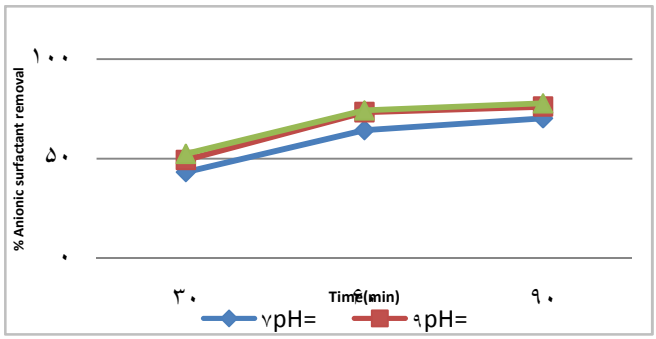


نمودار۲: راندمان حذف COD در دز ازن ۱/۱ میلی‌گرم در دقیقه، زمان‌های مختلف و pH مختلف در فرایند ازن زنی



نمودار۳: راندمان حذف سورفاکتانت‌های آنیونی در دز ازن ۰/۷ میلی‌گرم در دقیقه، زمان‌های مختلف و pH مختلف در فرایند ازن زنی

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2026-11-19]



نمودار۴: راندمان حذف سورفاکتانت‌های آنیونی در دز ازن ۱/۱ میلی‌گرم در دقیقه، زمان‌های مختلف و pH مختلف در فرایند ازن زنی

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های حاصل از بررسی اثر ازن بر میزان حذف COD و سورفکتانت‌های آنیونی نشان می‌دهد که در دز ازن ۰/۷ میلی‌گرم در دقیقه میانگین راندمان حذف COD، ۴۰/۲۷ درصد بوده است. همچنین در دز ازن ۱/۱ میلی گرم در دقیقه میانگین راندمان حذف COD، ۵۹/۲۴ درصد می‌باشد که در واقع بیشترین میانگین راندمان حذف COD است، این مطالعه نشان داد که با افزایش دز ازن از ۰/۷ به ۱/۱ میلی‌گرم در دقیقه راندمان حذف COD افزایش می‌یابد که بیانگر کارایی ازن در حذف COD می‌باشد.

همچنین در دز ازن ۰/۷ میلی گرم در دقیقه میانگین راندمان حذف سورفکتانت‌های آنیونی در حدود ۴۵/۲۱ درصد بوده است، و در دز ازن ۱/۱ میلی گرم در دقیقه میانگین راندمان حذف سورفکتانت‌های آنیونی، در حدود ۶۴/۴۹ درصد است که در واقع بیشترین راندمان حذف سورفکتانت‌های آنیونی می‌باشد. این مطالعه همچنین نشان داد که با افزایش دز ازن از ۰/۷ به ۱/۱ میلی‌گرم در دقیقه راندمان حذف سورفاکتانت‌های آنیونی افزایش می‌یابد که بیانگر کارایی ازن در حذف سورفاکتانت‌های آنیونی نیز می‌باشد.

از جمله پارامترهای مهم و تاثیرگذار بر کارایی هر فرایندی زمان واکنش می‌باشد. در مطالعه حاضر اثر زمان واکنش بر راندمان حذف COD و سورفاکتانت‌های آنیونی از فاضلاب کارواش مورد بررسی قرارگرفت. به منظور بررسی اثر پارامتر زمان بر راندمان حذف COD، مطالعه در ۳ محدوده زمانی ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه انجام گرفت که نتایج حاصل از آنالیز اثر تغییرات زمان تماس بر میزان حذف COD از فاضلاب کارواش با استفاده از دزهای مختلف ازن در نمودار ۱ و ۲ ارائه گردیده است. با بررسی نمودار ۱ می‌توان چنین نتیجه گرفت که در دز ازن برابر با ۰/۷ میلی گرم در دقیقه با افزایش زمان تماس ازن با فاضلاب مقدار حذف COD نیز افزایش می‌یابد به طوری که در pH=۱۱ در زمان‌های ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه راندمان حذف COD، ۳۵/۱۱، ۴۹ و ۵۹/۱۱ درصد می‌باشد که همانطور که مشاهده می‌شود بیشترین راندمان حذف در ۹۰ دقیقه به دست آمده است. همچنین از آنچه که در نمودار ۲ آمده است می‌توان چنین نتیجه گرفت که در دز ازن برابر با ۱/۱ میلی‌گرم در دقیقه با افزایش زمان تماس مقدار حذف COD نیز افزایش می‌یابد به طوری که در pH=۱۱ در زمان‌های ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه راندمان حذف COD، ۵۳/۸، ۶۳/۸ و ۶۸/۵۷ درصد می‌باشد که همانطور که

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2026-11-19]

مشاهده می‌شود بیشترین راندمان حذف در ۹۰ دقیقه به دست آمده است. نتایج حاصل از آزمون ANOVA مشخص نمود که بین سطوح مختلف زمان در دزهای مختلف ازن تفاوت معنی‌داری وجود دارد (p<۰/۰۵).

همچنین اثر تغییرات زمان تماس بر میزان حذف سورفاکتانت‌های آنیونی از فاضلاب کارواش با استفاده از دزهای مختلف ازن در نمودار ۳ و ۴ ارائه گردیده است. نمودار ۳ نشان می‌دهد که با افزایش زمان تماس ازن(۰/۷ میلی گرم در دقیقه) با فاضلاب مقدار حذف سورفاکتانت‌های آنیونی نیز افزایش می‌یابد به طوری که در pH=۱۱ در زمان‌های . ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه راندمان حذف به ترتیب، ۳۸/۱، ۵۲/۰۴ و ۶۰/۲ درصد می‌باشد که همانطور که مشاهده می‌شود بیشترین راندمان حذف در ۹۰ دقیقه به دست آمده‌است.

همچنین از آنالیز نمودار ۴ با دز ازن ۱/۱ میلی‌گرم در دقیقه می‌توان چنین نتیجه گرفت که با افزایش زمان تماس مقدار حذف سورفاکتانت‌های آنیونی نیز افزایش می‌یابد به طوری که در pH =۱۱ در زمان‌های . ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه راندمان حذف سورفاکتانت‌های آنیونی، ۵۲/۳، ۷۴/۱۷ و ۷۷/۷۱ درصد می‌باشد که همانطور که مشاهده می‌شود بیشترین راندمان حذف در ۹۰ دقیقه به دست آمده است. نتایج آزمون ANOVA مشخص نمود که بین سطوح مختلف زمان در دزهای مختلف ازن تفاوت معنی داری وجود دارد (p<۰/۰۵). Rivera-Utrilla J و همکاران نیز در مطالعه‌ای که پیرامون "حذف سورفاکتانت سدیم دو دسیل بنزن سولفونات از آب با استفاده از ازن و پودر کربن فعال و مقایسه آن با O_3 و O_3/H_2O_2 دریافتند که با افزایش زمان تماس میزان حذف نیز افزایش می‌یابد(۱۴).

همچنین واعظی و همکاران در مطالعه‌ای که با عنوان "تهیه ازن و استفاده از آن در حذف دترجنت از آب و فاضلاب" انجام دادند، این افزایش مقدار حذف که با افزایش زمان اتفاق می‌افتد را تایید می‌کنند(۱۳).

pH محیط واکنش از مهمترین فاکتورهایی است که در مطالعه فرآیند ازن زنی بایستی مورد توجه قرار گیرد. اثر تغییرات pH بر میزان حذف COD در pH ۹،۷ و ۱۱ بررسی شد. همانطور که در نمودار ۱ مشاهده می‌شود در دز ازن ۰/۷ میلی‌گرم در دقیقه با افزایش pH میزان حذف COD نیز افزایش می‌یابد به طوری که در pH =۷ و در زمان ۳۰ دقیقه کمترین مقدار حذف ۲۴/۲٪ = COD مشاهده می‌شود و با افزایش pH مقدار حذف نیز افزایش می‌یابد به طوری که در pH =۱۱ و همین زمان مقدار حذف برابر با۳۵/۱۱٪ به دست آمد. برای تفسیر نتایج حاصل از تاثیر pH بر مقدار حذف COD از آزمون ANOVA استفاده شد و نشان داد که بین سطوح مختلف pH تفاوت معنی‌داری وجود دارد (p<۰/۰۵).

همچنین تاثیر pH در فرایند ازن زنی با دز ازن ۱/۱ میلی‌گرم در دقیقه مورد بررسی قرار گرفت. نمودار ۲ نشان می‌دهد که با افزایش pH میزان حذف COD نیز افزایش می‌یابد به طوری که در pH =۷ و در زمان ۳۰ دقیقه کمترین مقدار حذف COD=٪۴۱/۳۷ مشاهده می‌شود و با افزایش pH مقدار حذف نیز افزایش می‌یابد به طوری که در pH=۱۱ و در زمان مشابه مقدار حذف برابر با ۵۳/۸٪ به دست آمد.

برای تفسیر نتایج حاصل از تاثیر pH بر مقدار حذف COD از آزمون ANOVA استفاده شد نتایج حاصل بین سطوح مختلف pH و مقدار حذف COD اختلاف معنی‌داری را نشان نداد.

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2026-11-19]

واعظی و همکاران در مطالعه خود این افزایش مقدار حذف که با افزایش pH اتفاق می‌افتد را نیز تایید می‌کنند(۱۳).

اثر pH بر راندمان حذف سورفاکتانت‌های آنیونی در دزهای مختلف ازن نیز مورد بررسی قرار گرفت. نمودار ۳ مشخص می‌کند که در دز ازن ۰/۷ میلی‌گرم در دقیقه با افزایش pH میزان حذف سورفاکتانت‌های آنیونی نیز افزایش می‌یابد، به طوری که در pH=۷ و در زمان ۳۰ دقیقه کمترین مقدار حذف سورفاکتانت‌های آنیونی۲۹/۲۷٪ به دست آمده است و با افزایش pH مقدار حذف نیز افزایش می‌یابد به گونه‌ای که در pH=۱۱ و همین زمان مقدار حذف برابر با ۳۸/۱٪ به دست آمد.

همچنین تاثیر pH در فرایند ازن زنی با دز ازن ۱/۱ میلی‌گرم در دقیقه مورد بررسی قرار گرفت.

همان‌طور که در نمودار ۴ مشاهده می‌شود در دز ازن ۱/۱ میلی‌گرم در دقیقه نیز با افزایش pH میزان حذف سورفاکتانت‌های آنیونی نیز افزایش می‌یابد به طوری که در pH=۷ و در زمان ۳۰ دقیقه کمترین مقدار حذف سورفاکتانت‌های آنیونی ۴۳/۱۷٪ مشاهده می‌شود و با افزایش pH مقدار حذف نیز افزایش می‌یابد به طوری که در pH=۱۱ و در همین زمان مقدار حذف برابر با ۵۲/۳٪ به دست آمد. مطالعه واعظی و همکاران نشان می‌دهد که با افزایش pH میزان حذف دترجنت نیز افزایش می‌یابد(۱۳). برای تفسیر نتایج حاصل از تاثیر از آزمون ANOVA استفاده شد که نتایج حاصل از این آزمون نشان داد بین سطوح مختلف pH در دزهای مختلف ازن تفاوت معنی‌داری وجود دارد (p<۰/۰۵).pH و زمان تماس از جمله عواملی است که در تمام آزمایشات بایستی مورد توجه قرار گیرد.

در این آزمایش نیز این پارامترها در نظر گرفته شد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که بین pH و زمان تماس با راندمان حذف پارامترهای COD و سورفاکتانت‌های آنیونی ارتباط مستقیم وجود دارد به این ترتیب که هر چه pH به سمت قلیایی پیش می‌رود مقدار حذف افزایش می‌یابد. همچنین هر چه زمان تماس ازن با فاضلاب افزایش می‌یابد مقدار حذف پارامترهای مذکور نیز افزایش می‌یابد.

مطالعات نیز نشان می‌دهد که ازن در شرایط قلیایی کاربرد بهتری داشته و نسبت به شرایط اسیدی با سهولت بیشتری به رادیکال‌های هیدروکسیل تبدیل می‌شود زیرا یون‌های هیدروکسید نقش آغاز کننده واکنش‌های زنجیره‌ای تجزیه ازن و تولید رادیکال‌های هیدروکسیل را ایفا می‌کنند(۱۷).

به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که فرایند ازن می‌تواند به میزان قابل توجهی به عنوان یک روش مطمئن و موثر به منظور تصفیه پساب‌های صنایع کوچک مثل کارواش ها که حاوی ترکیبات آلی بخصوص دترجنت ها و COD می‌باشد مورد استفاده قرار گیرد و به نظر می‌رسد که ترکیب ازن با سایر اکسید کننده‌ها و روش‌ها می‌تواند این اطمینان را به مقدار قابل ملاحظه ای افزایش دهد.

تقدیر و تشکر

این مقاله حاصل پایان نامه دانشجویی دوره کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد می‌باشد.

بدین وسیله از کلیه مسئولین مربوطه و تمامی عزیزانی که به نوعی ما را در انجام این تحقیق یاری نمودند، تشکر و قدر دانی می‌نمائیم.

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2026-11-19]

References

1- El-Gawad HSA. Aquatic environmental monitoring and removal efficiency of detergents. J Water Sci 2014; 9(1): 1-14

2- Hanif NM, Latif M, Zakaria AM, Othman M. The composition of surfactants in river water and its influence to the amount of surfactants in drinking water. J World Appl Sci 2012; 17(8): 970-5.

3- Takdastan A, Azimi A, Salari Z. The Use of Electrocoagulation Process for Removal of Turbidity, COD, Detergent and Phosphorus from Carwash Effluent. J Water and WasteWater, 2011; 22(3): 19-25.

4- Shahmansori MR, Roshani B. Investigation of detergent waste water treatment by coagulation process in lab scale. J Yazd Uin Med Sci 2006; 12(1): 62-5.

5- Illinois Environmental Protection Agency E. "How Do I Handle My Professional Car Wash Wastewater?" July 2002. Available from: (http://www.epa.state.il.us/small-business/car-wash/car-wash.pdf.

6- Dehghani M.H, Nasseri S, Ghaderpoori M, Mahvi A.H, nabi zade novdehi R. Investigating the Efficiency of UV/H2O2 Process for Removal of Linear Alkylbenzene Sulfonate (LAS) in Aqueous Solutions. J Health Environ 2011; 3(4): 411-8.

7- ebrahimi A, por moghaddas H, movahhedian H, amin MM, vahid dastjerdi V, hosseini E. Determination of the removal efficiency of Linear Alkyl Benzene Sulphonate Acids(LAS) in Fixed Bed Aeration Tank and Conventional Activated Sludge. J Water WasteWater 2009(1): 49-56.

8- Perkowski J, Jozwiak W, Kos L, Stajszczyk P. Application of fenton reagent in detergent separation in highly concentrated water solutions. Journal of Fibers and Textiles in Eastern Europ, 2006;14(5):59-64.

9- Matthew J. Scott, jones M. the biodegredation of surfactants in the environment. J Biochimica Biophysica Acta (BBA) Biomembranes 2000; 1508(1-2): 235-51.

10- Bazrafshan E, Mahvi A.H, Kord Mostafapour F, Soori M M. Application of combined chemical coagulation and electrocoagulation process in treatment of carwash wastewater. 14th National Conference on Environmental Health, 2011.

11- Mousavi S.A, Mahvi A.H, Mesdaghinia A, Nasseri S, Honari HR. Fenton Oxidation Efficiency inRemoval of Detergents from Water. J Water WasteWater 2009 (4): 16-23.

12- Ahmadi mosaabad N, Mosavi SA. Removal of the anionic surfactant sodium dodecyl sulphate from wastewater by advance oxidation of UV/ H_2O_2. Civil of Modarres, 2011; 12(4): 1-9.

13- Vaezi F, Mahvi A.H, Dehghanzade R. preparation of Ozone and using from it in removal detergent from water and wastewater. 2nd National Conference on Environmental Health, 1999: 128-36.

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2026-11-19]

14- Rivera-Utrilla J, Méndez-Díaz J, Sánchez-Polo M, Ferro-García M, Bautista-Toledo I. Removal of the surfactant sodium dodecylbenzenesulphonate from water by simultaneous use of ozone and powdered activated carbon: Comparison with systems based on O_3 and O_3/H_2O_2. Water Res 2006; 40(8): 1717-25.

15- Kowalska I. Surfactant removal from water solutions by means of ultrafiltration and ion-exchange. J Desalination 2007; 221(1-3): 351-7.

16- Eaton AD, Clesceri LS, Rice EW. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st ed. Washington DC American Water Works Association (AWWA), 2005.

17- Yang Y, Ma J, Qin Q, Zhai X. Degradation of nitrobenzene by nano-TiO_2 catalyzed ozonation. J Molecular Catalysis A: Chemical 2007; 267(1): 41-8.

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2026-11-19]

Removal of Anionic Surfactants and COD from Carwash Wastewater with Ozonation Process in A Packed Reactor

Torabi H(MS.c)[1], Ehrampoush MH(Ph.D)[2], Ebrahimi AA(Ph.D)[3], Talebi P(BS.c)[4], Mokhtari M(Ph.D)[5]

1. MS.c Student in environmental health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences of Yazd
2. Professor in Environmental Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences of Yazd
3. Assistant Professor in Environmental Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences of Yazd
4. Environmental Health department, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences of Yazd
5. Corresponding Author: Assistant Professor in Environmental Health, Shaheed Sadoughi University of Medical Sciences of Yazd

Abstract

Introduction: Carwash are industries that consume large amounts of water and results wastewater that have different type of pollutents(detergents, oil and grease, metals, etc.). Enough treatment of carwash wastewater is important and could be protect surface and ground water. Therefore, in this study ozonation process was used for carwash wastewater that generated from washing the cars in Yazd.

Method: The study was conducted on a laboratory scale. Samples were collected from a carwash unit. In a cylindrical pilot packed reactor (with height=1 m and internal diameter=5 cm) with plastic bed, removal rate of COD and anionic surfactants determined by method digestion and Standard chloroform extraction, respectively during the ozonation process with Two Ozone doses (0.7 and 1.1 mg per minute), 3 reaction time (30, 60 and 90 minute) and three pH (7, 9 and 11) were used.

Results: The results showed that removal efficiency of COD and anionic surfactants increases with increasing pH and reaction time. At pH =11 and after a reaction time of 90 minutes for an ozone dose of 1.1 mg/min, removal efficiency of COD and anionic surfactants was %68.57 and %77.71, respectively.

Conclusion: The results showed that the ozonation process in packed bed rector has significant ability to remove COD and anionic surfactants from carwash wastewater. But this process alone cannot remove organic content of carwash wastewater completely. The ozonation process can be combined with other methods as appropriate and safe method for treating carwash wastewater.

Keywords: Carwash wastewater, Ozonation, Anionic surfactants, COD

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2026-11-19]