Archive of SID

علوم و تکنولوژی محیط زیست ، دوره هشتم، شماره ۳، پاییز ۸۵

بررسی روشهای حذف دترجنت از فاضلاب صنعتی صنایع خودروسازی و استاندارد سازی آن

امیر حسین جاوید
استادیار دانشکده محیط زیست و انرژی، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی
سید احمد میر باقری
دانشیار دانشکده عمران، دانشگاه خواجه نصیر الدین طوسی
مهران پورتالاری
کارشناس ارشد دانشکده محیط زیست و انرژی، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی

چکیده

یکی ازمهمترین صنایع آلوده کننده محیط زیست، صنعت خودرو سازی است که، از شاخص ترین آلاینده های آن ،می توان به دترجنت ها اشاره کرد. دترجنت ها، برحسب وجود ترکیبات مختلف موجود درآنها دارای تاثیرات قابل توجهی درمحیط زیست (ایجاد پدیده یوتریفیکاسیون، مسمومیت برای آبزیان، کاهش سرعت تنفس باکتری ها و ممانعت ازواکنش های آنزیمی آنهاو غیره) است. بنابراین، همواره حذف این گروه ازترکیبات ازفاضلاب صنایع خودروسازی، و اتخاذ روش هائی با بیشترین راندمان حذف و حداقل هزینه، یک ضرورت بوده است. به همین منظور، در این تحقیق، پس ازمطالعه و جستجوی کتابخانه ای واینترنتی درخصوص انواع روش های حذف، مبادرت به انجام آزمایشات عملی درخصوص تعیین میزان تاثیر فرآیندهای انعقاد ولخته سازی ،اکسیداسیون دترجنتها به روش فنتون و نیز اسمز معکوس شد که نتایج حاصل از آزمایش های مذکور، نشان می دهد که، استفاده ازسیستم اسمز معکوس، به عنوان یک روش فیزیکی تصفیه باراندمان حذف دترجنت به میزان ۹۵٪ یا به کارگیری پلی آلومینیوم کلراید، درفرآیند انعقاد و لخته سازی، بصورت جداگانه درازاء مصرف ۴۵ میلیگرم درلیتر در $pH = ۶$ با راندمان حذف دترجنت ۸۴٪ به عنوان کاراترین ومقرون بصرفه ترین روش حذف، است .

واژه های کلیدی: فاضلاب صنعتی، دترجنت، سورفاکتانت، صنایع خودرو سازی

مقدمه

تخلیه بی رویه فاضلاب های صنعتی حاصل از صنعت خودرو سازی درمحیط زیست، به علت وجود ترکیباتی چون دترجنت ها، باعث بروز مشکلات عدیده ای شده است، لذا، دراین نوشتار سعی ضمن آشنائی با دترجنت ها و روش های مختلف حذف آن به استنتاجات حاصله از روشهای منتخب در حذف دترجنت[1] از این دسته از فاضلاب ها اشاره شود. اصطلاح دترجنت ها، به انواع زیادی از مواد تمیز کننده اطلاق می شود که، در آب تولید کف می نمایند و برای زدودن چرک از روی اشیاء بکار می رود. اجزاء متشکله دترجنت ها شامل : سورفاکتانت[2] ۳۰٪-۱۰٪، موادسازنده ۷۰٪ ، سیلیکات های سدیم (ضد خورندگی) ،آمین ها (تثبیت کننده کف)،کربوکسی متیل سلولز (معلق کننده چرک) ،سولفات سدیم (پرکننده) است .

از آنجائی که، سورفاکتانت ها، بعنوان اجزاء اصلی تشکیل دهنده دترجنت ها مطرح بوده (عامل جذب سطحی) آشنائی با آن در این نوشتار ضرورت می یابد[۱].

مواد فعال سطحی یا سورفاکتانت ها

عناصرفعال کننده سطوح، مولکولهای آمفیفاتیکی[3]

1- Detergents

2- Surfactants (Surface active agents)

3- Amphipatic molecule

www.SID.ir

Archive of SID

هستند که این مولکولها مشتمل بر یک واحد غیرقطبی (آبگریز یا هیدروفوبیک) و یک واحد قطبی (آبدوست یا هیدروفیلیک) هستند. طبقه بندی کلی عناصر فعال کننده سطح که مبتنی برطبیعت گروه هیدروفیلیکی است، عبارتند از: [۲]

۱-۱- سورفاکتانت های آنیونی[1]

۱-۲- سورفاکتانت های کاتیونی[2]

۱-۳- مواد فعال در سطح آمفوتریک[3]

۱-۴- سورفاکتانت های غیر یونی (اتوکسیلاتی)[4]

۱- ۵- سورفاکتانت های ویژه(سورفاکتانتهای فلوروکربنی و سیلیکونی[5].

۱- ۶- سورفاکتانت های پلیمری[6][۲].

مواد سازنده

سازنده ها، با مواد ایجاد کننده سختی آب، پیوند یافته و به محلول پاک کننده ها ،خاصیت قلیائی می بخشد و عملکرد سورفاکتانت موجود در ماده پاک کننده را به نحو چشمگیری اصلاح می کند.

اهم مشکلات زیست محیطی ناشی از تخلیه پسابهای حاوی دترجنت ها

ایجاد سد در مقابل پخش اکسیژن و اختلال در عمل فتوسنتز در سطح تماس مایع، کاهش سرعت تنفس باکتری ها و ممانعت از واکنش های آنزیمی آنها و درنتیجه تقلیل سرعت تجزیه مواد آلی درمرحله تصفیه بیولوژیکی ،آلودگی آب های زیرزمینی، ایجاد مسمومیت برای ماهی ها[۳] ، ایجاداختلال درفرآیندهای تصفیه چون انعقاد ولخته سازی موادمعلق وکلوئیدی (دی فلوکولاسیون کلوئیدها ودرنتیجه مصرف بیشترکوآگولانت) واختلال در واحد ته نشینی وکاهش شدید اکسیژن محلول درحوض هوادهی، ایجادکف شدید، امولسیون سازی چربی ها و روغن ها و، ایجاد پدیده یوتریفیکاسیون اهم این مشکلات می باشند [۴].

روش تحقیق

به منظور ارائه پیشنهاد جهت بهبود سیستم از نقطه نظر کاهش دترجنت ها درفاضلاب های صنعتی صنایع مذکور، در ابتدا، مطالعات اولیه ای درخصوص شناخت فرآیندهای تولیدی، منابع مولد فاضلاب،نوع و میزان مصرف مواد شیمیائی، و غیره، یک صنعت خودروسازی انجام شد و متعاقب آن، درخصوص انواع روش های کاهش دترجنت از فاضلاب ، تعیین روش های حائز شرائط حذف ،انجام آزمایشات مختلف (برروی۱۱۴ نمونه با قابلیت تکرارپذیری)،معرفی بهترین روش با توجه به دیدگاه های تحقیقاتی حاصل شده، اقدامات لازم مبذول شد.

تجهیزات آزمایشگاهی مورد استفاده دراین تحقیق مشتمل بر دستگاه جارتست با سرعت (RPM) ۱۰۰ – ۰ مجهز به ۶ بشر ۱ لیتری، سیستم تصفیه اسمز معکوس نوع طراحی شده جهت سیستم های خانگی و صنعتی مجهز به پمپ انتقال فاضلاب به سیستم (شرکت سازنده پمپ : Jesco آلمان ، نوع پمپ : دیافراگمی MR ۱۴۰ ، ظرفیت آبدهی پمپ : lit/h ۱۰، دبی تنظیمی در مراحل پالایش: lit/h ۵ ، فشارثابت تنظیمی سیستم در مراحل پالایش:Bar ۴، دستگاه اسپکتروفتومتر، همزن با دور (RPM) ۱۵۰-۰ دور در دقیقه، ترازوی و pH متر دیجیتال حساس ، است که، کلیه آزمایش های مورد نیاز، اعم ازآزمایش تعیین میزان دترجنت درفاضلاب (آزمون MBAS : اندازه گیری تغییر رنگ در محلول استاندارد متیلن بلو)، آزمایش اکسیژن بیوشیمیائی (BOD_5)، آزمایش جارتست (آزمایش شامل مراحل تعیین مقدار تقریبی ماده منعقد کننده، تعیین pH بهینه برای ماده منعقد کننده تقریبی مصرفی ، تعیین مقدار بهینه ماده منعقد کننده مصرفی درpH بهینه و رسم نمودارهای مرتبط در هر مرحله)، و سایر آزمایشات مطابق با روشهای مندرج درکتاب استاندارد متد و کتاب

1- Anionic Surfactants
2- Cationic Surfactants
3- Amphoteric Surfactants (Zwitterionic)
4- Nonionic Surfactants
5- Speciality Surfactants
6- Polymeric Surfactants

www.SID.ir

Archive of SID

روشهای ساده آزمایش فاضلاب انجام شده است [۵].

نتایج

تاکنون جهت تصفیه دترجنت ها ازفاضلاب روش های مختلفی اعم از فرآیندهای انعقاد و لخته سازی، شناورسازی، بیولوژیکی، جذب سطحی، اسمز معکوس، اکسیداسیون به روش فنتون، تجزیه به کمک اشعه فرابنفش مورد بررسی قرار گرفته است [۸ و ۷، ۵].

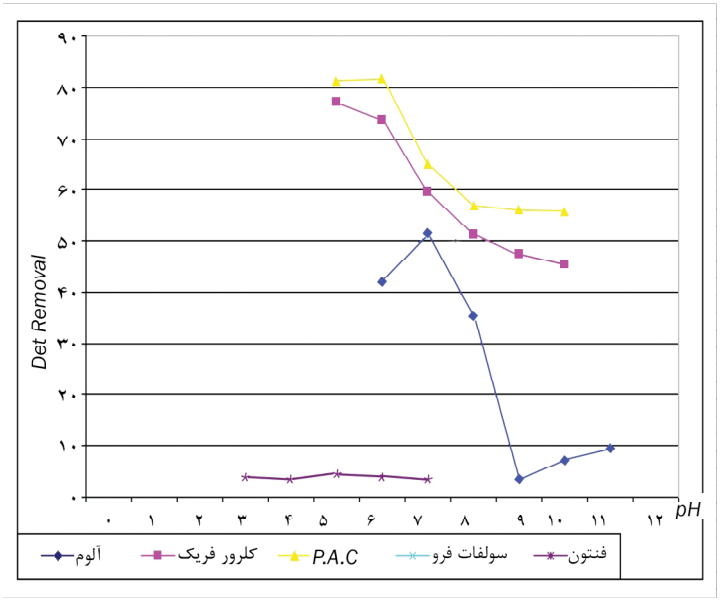
پس ازمطالعه برروی روش های مذکور ، روش های انعقاد و لخته سازی ، اسمز معکوس(RO) ، اکسیداسیون پیشرفته (فنتون)، به عنوان روش های منتخب در این تحقیق، مورد توجه و آزمایش قرار گرفت.

نتایج حاصله ازآزمایشات انعقاد ولخته سازی

دراین مرحله ابتدا ازبین مواد مختلف، چهارماده اصلی مشتمل برآلوم، کلرورفریک، سولفات فرو، پلی آلومینیوم کلراید انتخاب شد که نتایج حاصل از هر مرحله بشرح ذیل است:

در نمودارهای۱و۲، نتایج حاصل از انعقاد و لخته سازی بوسیلهٔ آلوم نشان داده شده است. در نمودار شمارهٔ ۱، تغییرات در صد حذف دترجنت برحسب تغییر pH ارائه شده است. بر اساس این نمودارpH بهینه برابر با ۷ تعیین شد، سپس، با تغییر مقدار ماده منعقد کننده، تغییرات درصد حذف دترجنت درpH بهینه بدست آمد. بر اساس نمودار شمارهٔ ۲، غلظت بهینه معادل ۲۱۰ میلی گرم در لیتر تعیین شده است. حداکثر حذف دترجنت معادل ۵۱/۹ درصد بوده است.

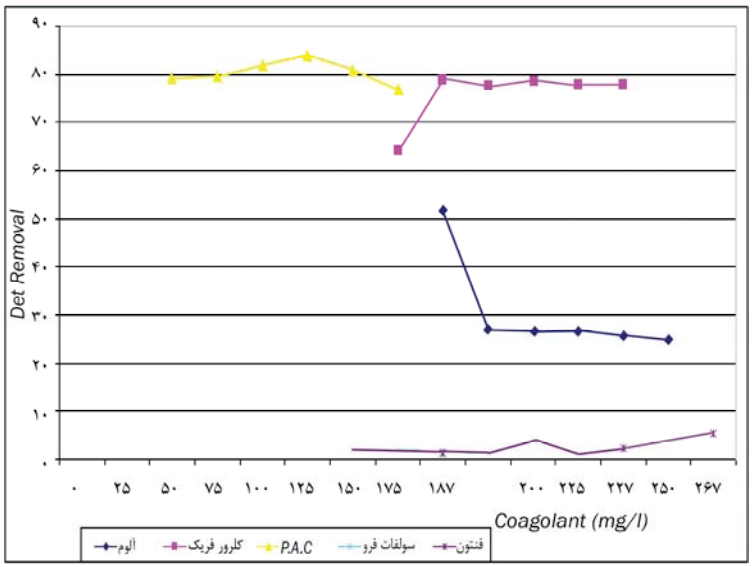
در نمودارهای شماره ۱ و ۲ ، نتایج حاصل از انعقاد و لخته سازی بوسیلهٔ کلرور فریک نشان داده شده است. نمودار شمارهٔ ۱، تغییرات در صد حذف دترجنت برحسب تغییر pH است. بر اساس این نمودار،pH بهینه برابر با ۵ تعیین شد. سپس، با تغییر میزان ماده منعقد کننده، تغییرات درصد حذف دترجنت درpH بهینه بدست آمد. بر اساس نمودار شمارهٔ ۲، غلظت بهینه، معادل ۱۸۰ میلی گرم در لیتر تعیین شده است. حداکثر حذف دترجنت معادل ۷۸/۸ درصد بوده است. در نمودارهای شماره ۱ و ۲، همچنین، نتایج حاصل از انعقاد و لخته سازی بوسیلهٔ سولفات فرونشان داده شده است. نمودار شمارهٔ ۱، تغییرات در صد حذف دترجنت برحسب تغییر pH را نشان می دهد. بر اساس این نمودارpH بهینه برابر با ۵ تعیین شد. سپس، با تغییر میزان ماده منعقد کننده، تغییرات درصد حذف دترجنت درpH مناسب، بدست آمد. بر اساس نمودار شمارهٔ ۲ غلظت بهینه معادل ۲۲۰ میلی گرم در لیتر تعیین شده است. حداکثر حذف



نمودار ۱- تغییرات درصد حذف دترجنت برحسب تغییر pH در میزان ثابتی از ماده منعقد کننده جهت تعیین pH بهینه

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار۲- تغییرات درصد حذف دترجنت برحسب مقادیرمختلفی از ماده منعقد کننده جهت تعیین مقدار بهینه آن در pH بهینه

دترجنت معادل ۳/۹ درصد بوده است.

در نمودارهای شماره ۱ و ۲، نتایج حاصل از انعقاد و لخته سازی به وسیلهٔ پلی آلومینیوم کلراید نشان داده شده است. در نمودار شمارهٔ ۱، تغییرات در صد حذف دترجنت برحسب تغییرpH ارائه شده است. بر اساس این نمودار pH بهینه برابر با ۶ تعیین شد، سپس، با تغییر میزان ماده منعقد کننده، تغییرات درصد حذف دترجنت در pH بهینه بدست آمد. بر اساس نمودار شمارهٔ ۲، غلظت بهینه معادل ۴۵ میلی گرم در لیتر تعیین شده است. حداکثر حذف دترجنت معادل ۸۴/۰ درصد است.

نتایج آزمایشات مرتبط با سیستم RO

پس از نصب و راه اندازی کل سیستم RO ،آزمونهای لازم در دو مرحله انجام شد. در مرحله اول، تغییرات درصدحذف دترجنت توسط سیستم مذکور، در حجم ثابتی از فاضلاب با غلظتهای متفاوت وسپس تغییرات راندمان حذف سیستم RO در واحد زمان در غلظت ثابتی از فاضلاب مورد بررسی قرار گرفت. در نمودارهای شماره ۳ و ۴، نتایج حاصل از آزمایشات نشان داده شده است. در نمودار شمارهٔ ۳، تغییرات در صد حذف دترجنت برحسب تغییر غلظت دترجنت ورودی ارائه شده است. براین اساس، بیشترین درصد حذف دترجنت در غلظت دترجنت ورودی معادل ۴/۲۸۱ معادل ۹۵ درصد بدست آمد. بر اساس نمودار شمارهٔ ۴، تغییرات راندمان حذف سیستم RO بر حسب زمان کارکرد آن نشان داده شده است. همان گونه که دیده می شود، این راندمان برابر ۹۶/۹ بوده است.

نتایج حاصله از آزمون فنتون

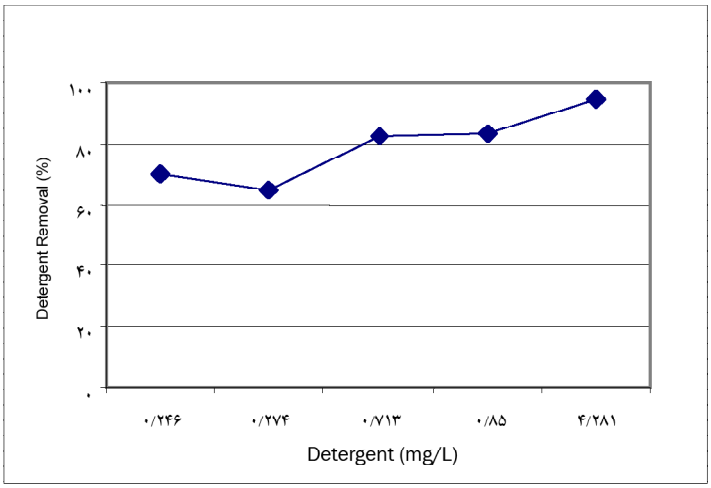
به منظور تعیین شرایط بهینه اکسیداسیون دترجنت، آزمایشات اکسیداسیون مورد نظر در سیستم بسته یاسیستم مجزائی بر روی ترکیب فوق صورت گرفت.

شایان ذکراست، دراین مرحله، به منظورتعیین درصدحذف دترجنت درpH های مختلف ، دوزثابتی ازفروسولفات ۱۰ cc (۱۰۰ mg/l) وآب اکسیژنه رقیق شده ۲cc (معادل ۳/ ۳۳ mg /l وزنی H_2O_2) ، به بشرها اضافه شد. در نمودار شمارهٔ ۱، تغییرات درصد حذف دترجنت، برحسب تغییراتpH ارائه شده است. بر اساس این نمودار، بیشترین درصد حذف دترجنت، در pH معادل ۵ برابر ۴/۱۸ درصد بدست آمد.

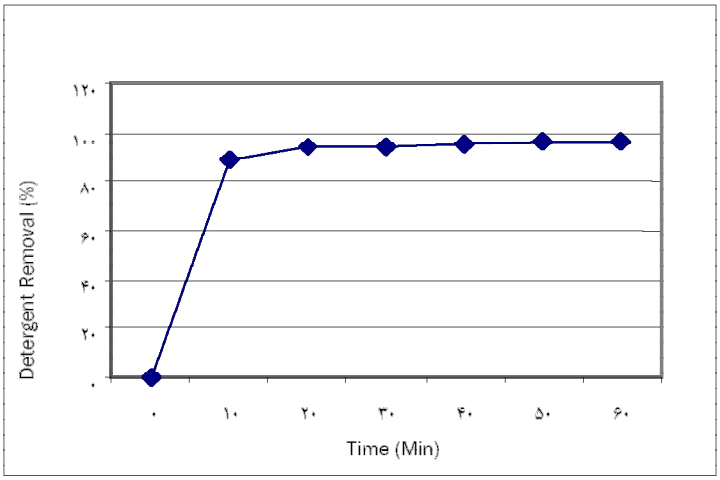
بر اساس نمودار شمارهٔ ۲، میزان بهینه معادل ۲۶ میلی لیتر(۲۶۷میلیگرم در لیتر) تعیین شده است. حداکثر حذف دترجنت با افزایش این مقدار فنتون معادل ۵/۳ درصد بوده است.

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار۳- تغییرات درصد حذف دترجنت توسط RO بر حسب غلظت های مختلفی از دترجنت



نمودار۴- تغییرات راندمان حذف سیستم RO در واحد زمان

تفسیرنتایج

آزمایشات انعقاد ولخته سازی

الف : نتایج حاصل از انجام آزمایشات انعقاد با مواد منعقد کننده مختلف نشان دهنده آن است که، عمل انعقاد با پلی آلومینیوم کلراید، بیشترین راندمان کاهش آلودگی را درحذف دترجنت ها نسبت به دیگر مواد منعقد کننده داشته است .[(۴۵ mg/l میلیگرم برلیتر آن در pH =۶ pH بهینه) منجر به کاهش میزان دترجنت به مقدار ۸۴ ٪ گردیده است)].

ب: عمل انعقاد با کلرورفریک با میزان ۷۰۰ mg/l میلیگرم برلیتردر pH =۵ نشان دهنده راندمان کاهش میزان دترجنت برابر ۷۸/۸ ٪ است.

ج : آزمایشات انعقاد با آلوم، جهت تشخیص مقدار تاثیر این ماده در کاهش آلودگی ناشی از دترجنت ها، نشان دهنده آن است که، دارای راندمانی حدود ۵۰٪ باشد. به عبارتی، مقدار ۷۰۰ mg/l میلی گرم بر لیتر آلوم در pH =۷ دارای راندمان کاهشی حدود ۵۱/۹ ٪ است.

د : نتایج حاصل از آزمایشات بادیگر مواد منعقد کننده چون سولفات فرو، فاقد راندمان یا در صد حذف قابل توجهی در میزان دترجنت بودند.

آزمایشات اسمز معکوس

بررسی نتایج آزمایش های مرتبط با سیستم اسمزمعکوس، حاکی ازاین است که، راندمان حذف شاخص آلودگی مورد نظر در محدوده غلظت استاندارد، حدود ۶۵٪ است که، با افزایش غلظت (درغلظت های

www.SID.ir

Archive of SID

بیش از استانداردهای مرجع) این راندمان حتی به بیش از ۹۵٪ می رسد. ضمن توجه به اینکه، درصد حذف دترجنت درغلظت ثابتی از دترجنت در واحد زمان با افزایش کارکرد سیستمRO (تا قبل از گرفتگی منافذ فیلترها) افزایش یافته و دارای راندمانی بیش از ۹۵٪ است.

آزمایشات فنتون

آزمایشات حذف دترجنت به روش فنتون نیز نشان داد که، این روش، دارای راندمان یا در صد حذفی حدود ۵٪ است که فاقد کارآئی لازم در کاهش مقدار این آلاینده از پساب صنایع است.

نتیجه گیری کلی

ضمن توجه به این موضوع که، سالن های رنگ شرکت صنایع خودروسازی بعنوان عمده ترین منابع آلوده کننده ازنظر میزان دترجنت دفعی است و دارای pH بالائی است، بررسی نتایج حاصله از آزمایشات مختلف (انعقاد ولخته سازی،RO ، فنتون)، نشان می دهد که سیستم اسمزمعکوس، به عنوان یکی از موثرترین وکارآمدترین روش جهت کاهش مقدار دترجنت ها (بالاخص در غلظتهای بیش ازحداستاندارد) با درصدحذفی بیش از۹۵٪ (تا قبل از گرفتگی کامل منافذ فیلترها) است ولی، در مقایسه با روش انعقاد و لخته سازی با پلی آلومینیوم کلراید، می توان اذعان داشت، به دلیل توجیه اقتصادی P.A.C (هزینه ناشی از تعویض فیلترهای سیستم اسمز معکوس وتعمیرات و نگهداری آن و هزینه بسیار کم ناشی از تهیه ماده منعقدکننده P.A.C از بازار وغیره) روش مذکور، نسبت به سایر روش ها، کارآیی بیشتری داشته و توصیه می شود.

منابع

۱. ایماندل،کرامت الله ؛ ۱۳۵۵؛ «بررسی تجزیه پذیری آلکیل بنزن سولفونه خطی و غیر خطی در محیط زیست «؛ دانشگاه تهران.

2. Tadros ,Tharwat F ; 2005 ; “Applied Surfactants: Principles and Application Copyright 2005” ; WILEY –VCH Verlag GmbH & CO. KGaA,Wienhiem

3. Shamon,EE ; (1975) ; “Effects of Detergent Formulation on Wastewater characteristics & Treatment “ ; Water pollution Control Federation

۴. ایماندل،کرامت الله ؛ ۱۳۷۴ ؛ «گندزداها و ضد عفونی کننده ها و کاربرد آنان در بهداشت محیط زیست « ؛ دانشگاه علوم پزشکی تهران.

۵. یوسفی ،ذبیح ا.، ۱۳۷۲،روشهای ساده آزمایش فاضلاب، معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی مازندران.

۶. تام دی .رینولدز و پل ای .ریچارد ؛ ۱۳۷۹ ؛ « واحدهای عملیاتی و فرآیندی درمهندسی محیط زیست» ؛ دانشگاه صنعتی شریف ؛ موسسه انتشارات علمی

۷. چنگانی، ابوالفضل ؛ ۱۳۸۰ ؛ « تصفیه فاضلاب صنعتی « ؛جهاد دانشگاهی صنعتی شریف ؛ مرکز آموزشهای کاربردی ؛ تخصصی وعلمی

۸. دانشور ،نظام الدین ؛ ۱۳۷۵ ؛ « تجزیه آبهای آلوده به مواد شوینده به کمک اشعه فراءبنفش در حضور کاتالیزور دی اکسید تیتانیوم «

www.SID.ir