

فرم پیشنهاد تحقیق پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد

عنوان تحقیق به فارسی:

بررسی کارایی حذف آلکیل بنزن سولفونات خطی (LAS) به وسیله پرسولفات، پراکسید هیدروژن و پرتوی UV

عنوان تحقیق به انگلیسی:

Assessment of Elimination efficiency of Linear Alkylbenzene Sulfonate by Persulfate, Hydrogen peroxide and U.V ray

– اطلاعات مربوط به پایان نامه:

الف – عنوان تحقیق

۱ – عنوان به زبان فارسی:

بررسی کارایی حذف آلکیل بنزن سولفونات خطی (از دترجنت های آنیونی) به وسیله پرسولفات، پراکسید هیدروژن و پرتوی UV

۲ – عنوان به زبان انگلیسی:

Assessment of Elimination efficiency of Linear Alkylbenzene Sulfonate by Persulfate, Hydrogen peroxide and U.V ray

ب – تعداد واحد پایان نامه:

ج – بیان مسأله اساسی تحقیق به طور کلی (شامل تشریح مسأله و معرفی آن، بیان جنبه‌های مجهول و مبهم، بیان متغیرهای مربوطه و منظور از تحقیق):

یکی از عمده‌ترین منابع آلوده کننده آب‌های پذیرنده در بیشتر کشورهای در حال توسعه، فاضلاب‌های شهری هستند. استفاده از دترجنت‌ها در مصارف خانگی و صنعتی باعث افزایش این مواد در فاضلاب‌های شهری و صنعتی شده است (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۸۹). دترجنت‌ها به انواع زیادی از مواد پاک کننده اطلاق می‌شود که دارای خواص حل‌شدنی و تمییزکنندگی هستند. این ماده شیمیایی از ترکیبات مختلفی تشکیل شده است که مهمترین

آن‌ها شامل ماده فعال در سطح یا سورفاکتانت، سازنده، افزودنی و پرکننده می‌باشند. انواع مختلفی از این مواد در صنعت شوینده‌ها تولید می‌شوند، ولی در یک رده‌بندی کلی می‌توان آن‌ها را به چهار گروه غیریونی، آنیونی، کاتیونی و آمفوتری تقسیم نمود. تا اوایل دهه ۱۹۶۰ مهم‌ترین پاک‌کننده مصنوعی مورد استفاده در مصارف خانگی الکیل بنزن سولفونات شاخه‌ای (ABS) بود. از سال ۱۹۶۰، ABS به دلیل مشکلاتی مانند قابلیت تجزیه بیولوژیکی پایین، ماندگاری طولانی در محیط، تولید کف در فرایندهای تصفیه فاضلاب و رودخانه‌ها، جای خود را به الکیل بنزن سولفونات خطی^۱ (LAS) داد (حاجیان نژاد و همکاران، ۱۳۹۰).

الکیل بنزن سولفونات خطی دارای فرمول $R-ph-SO_3^-$ که گروه یک الکیل با تعداد ۱۴-۱۰ کربن است و گروه فنیل می‌تواند از طریق کربن‌های نوع دوم به زنجیره R متصل شود و ایزومرهای مختلفی را ایجاد نماید (بابایی و خداپرست، ۱۳۸۹). الکیل بنزن سولفونات خطی از دسته سورفاکتانت‌های آنیونی است که مقادیر زیادی از آن در سطح دنیا تولید شده و مورد استفاده قرار می‌گیرد. در میان شوینده‌های سنتتیک، سورفاکتانت‌های LAS بیشترین میزان تولید را داشته‌اند که حدود ۱۸ درصد از مجموع کل سورفاکتانت‌ها را شامل می‌شود. تخلیه به سیستم‌های فاضلاب‌رو، مهم‌ترین راه ورود این ترکیبات به محیط زیست است (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۸۹).

مواد فعال سطحی مثل الکیل 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 واکنش‌های آنزیمی، سبب کاهش سرعت تجزیه و در نتیجه کاهش سرعت اکسیژن خواهی شیمیایی می‌شوند. بسیاری از سولفورکتانت‌ها قابلیت تجزیه بیولوژیکی نسبتاً پایینی دارند و اغلب سمیت بالایی دارند (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۸۹).

روش‌های معمولی که تاکنون برای حذف سورفاکتانت‌ها آب گزارش شده است شامل رسوب شیمیایی، اکسیداسیون، جذب، تکنولوژی غشایی و روش‌های بیولوژیکی مختلف است. در سال‌های اخیر استفاده از UV/H₂

¹ Linear Alkylbenzene Sulfonate

O_2 و UV برای حذف آلاینده‌های جزئی به عنوان یک فناوری محبوب در آب و فاضلاب مورد توجه قرار گرفته است. اصطلاح فرآیندهای اکسیداسیون پیشرفته معمولاً برای توصیف فرایندهایی به کار برده می‌رود که در آن‌ها از رادیکال‌های بسیار فعال نظیر هیدروکسیل (OH^0) به عنوان اکسید کننده استفاده می‌شود (Beltran et al., 1993).

از میان فرایندهای اکسیداسیون پیشرفته مانند UV/H_2O_2 ، UV، UV/O_3 و $O_3/UV/H_2O_2$ فرایند UV/H_2O_2 در سال‌های اخیر به علت هزینه نسبتاً پایین و بهره‌برداری ساده مورد توجه قرار گرفته است. فرایند UV/H_2O_2 شامل فتولیز پراکسید هیدروژن است. رایج‌ترین مکانیسم برای فتولیز پراکسید هیدروژن تخریب باند O-O به وسیله عمل نور فرابنفش و تکمیل دو رادیکال هیدروکسیل (OH) است (دهقانی و همکاران، ۱۳۸۹). استفاده از فرابنفش می‌تواند موجب افزایش میزان تولید رادیکال‌های هیدروکسیل و سرعت فرایند گردد. همچنین از فرایند الکتروشیمیایی برای تولید رادیکال‌های پراکسید، با کاهش اکسیژن در کاتد استفاده می‌شود (اسکندری، ۱۳۹۰). تکنولوژی اکسایش پیشرفته مبتنی بر تولید گونه‌های اکسیدکننده قوی از قبیل رادیکال‌های هیدروکسیل و سولفات است که در دهه‌های اخیر به طور گسترده‌ای برای حذف آلاینده‌های پایدار در آب و خاک استفاده شده است (Malato, et al., 2009) (Pignatello, et al., 2006). انواع دیگری از مواد اکسیدکننده نظیر پراستیک اسید، پرسولفات، پرمنگنات، پریودات و غیره نیز در فرایندهای مختلف اکسیداسیون پیشرفته مورد استفاده قرار گرفته‌اند (Xu et al., 2013). پرسولفات یک آنیون غیر انتخابی، محلول و در دمای اتاق نسبتاً پایدار بوده و قوی‌ترین اکسیدان خانواده پراکسیژن است (عسگری و همکاران، ۱۳۹۳). این پژوهش با هدف کارایی پرسولفات، پراکسید هیدروژن و پرتوتابی اشعه فرابنفش و ترکیبی از آنها در حذف آلکیل بنزن سولفونات خطی انجام می‌شود.

د - اهمیت و ضرورت انجام تحقیق (شامل اختلاف نظرها و خلاءهای تحقیقاتی موجود، میزان نیاز به موضوع، فواید احتمالی نظری و عملی آن و همچنین مواد، روش و یا فرآیند تحقیقی احتمالاً جدیدی که در این تحقیق مورد استفاده قرار می‌گیرد:

از اثرات زیانبار سورفاکتانت‌ها می‌توان به تخریب و انهدام اکوسیستم‌ها، وقوع پدیده یوتریفیکاسیون به لحاظ افزایش فسفات، عدم تجزیه پذیری مناسب و ایجاد واکنش فیزیولوژیکی در مصرف کنندگان آب آلوده اشاره کرد (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۸۹). اهمیت فرایند اکسیداسیون پیشرفته در حذف تقریباً کامل مواد آلاینده آلی و تبدیل آنها به مواد کم خطر در شرایط دما و فشار محیطی و از طرف دیگر توانایی اکسید کردن دامنه گستره‌ای از آلاینده‌های آلی و همچنین حذف آلاینده‌های غیر آلی، فلزات سنگین، باکتری‌ها و ویروس‌ها از پساب است (اسکندری، ۱۳۹۰). نظر به این که روش‌های مختلف مانند استفاده از جاذب‌های معدنی (بهمنی و همکاران، ۱۳۹۲)، سیستم لجن فعال (خاموپیان و همکاران، ۱۳۹۳)، نانوذرات TiO_2 (محوئی و همکاران، ۱۳۹۱)، اکسیداسیون الکتروشیمیایی (Koparal et al., 2002)، UV/H_2O_2 (Sanz et al., 2013)، UV/H_2O_2 (دهقانی و همکاران، ۱۳۸۹)، فرایند فنتون (Mousavi et al., 2011)، انجام و پیشنهاد شده‌اند. مطالعه حاضر با آگاهی بر کارایی نسبتاً بالای H_2O_2 و پرسولفات در حذف آلکیل بنزن سولفونات خطی (LAS) به ویژه با فعال سازی توسط پرتوی فرابنفش که در مطالعات مختلف نشان داده شده است و سعی شده تا مقایسه‌ای بین این روش‌ها انجام شود.

ه- مرور ادبیات و سوابق مربوطه (بیان مختصر پیشینه تحقیقات انجام شده در داخل و خارج کشور پیرامون موضوع تحقیق و نتایج آنها و مرور ادبیات و چارچوب نظری تحقیق):

- در مطالعه‌ای که با هدف حذف آلکیل بنزن سولفونات خطی از رودخانه Yorkshire توسط Fox و همکاران (۲۰۰۰) انجام شد، حذف آلکیل بنزن سولفونات خطی توسط تجزیه بیولوژیکی اولیه و رسوب مواد معلق سورفاکتانت‌ها انجام می‌شود. نتایج مطالعه نشان داد که در نخستین مکانیسم حذف، نیمه عمر LAS فقط بیش از ۲ ساعت (۲ ساعت و ۱۴ دقیقه) ثبت شد. حذف سریعتر در بخش بالایی رودخانه صورت گرفت.

- Kopalal و همکاران (۲۰۰۲)، از اکسیداسیون الکتروشیمیایی جهت حذف آلکیل بنزن سولفونات خطی بهره جستند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که حذف سورفاکتانت با غلظت ۵۰ میلی گرم بر لیتر با کارایی حذف ۹۴ درصد و مصرف انرژی ۱۲/۵۵ کیلو وات در ساعت بر گرم بوده است.
- در مطالعه‌ای که با هدف بررسی راندمان حذف دترجنت‌ها در تصفیه‌خانه فاضلاب شهرک قدس به روش لجن فعال صورت گرفت، نتایج نشان داد که مقدار دترجنت‌ها در فاضلاب خام ورودی به این تصفیه‌خانه در محدوده ۱/۲۳ تا ۵/۲۳ میلی‌گرم در لیتر و در پساب تصفیه ۰/۰۹۳ تا ۰/۲۶۳ میلی‌گرم در لیتر به دست آمد. راندمان حذف در این تصفیه‌خانه حدود ۹۳٪ بود. با توجه به اینکه مقادیر دترجنت در پساب خروجی کمتر از استاندارد تخلیه به آبهای سطحی و زیرزمینی می‌باشد، بنابراین به تصفیه پیشرفته نیاز نخواهد بود (محوئی و همکاران، ۱۳۸۳).
- در تحقیقی که با هدف حذف سدیم دودسیل سولفات با استفاده از تابش مافوق صوت انجام شد، نتایج حاکی از این بود که افزودن نمک به H_2O_2 یک اثر سوء بر حذف سولفونات سدیم دارد، در مقابل استفاده از آهن یا در ترکیب با آب اکسیژنه تاثیر مثبت بر حذف این ماده داشته است (Manousaki et al., 2004)
- در تحقیقی که با هدف حذف سورفاکتانت‌ها از فاضلاب‌های صنعتی توسط فرایند انعقاد توسط تیمارهای $FeCl_3$ و در رنج pH ۷ تا ۹ انجام گرفت، نتایج تحقیق نشان داد که فرایند انعقاد به میزان قابل توجهی در کاهش سورفاکتانت و COD موثر بوده است به طوری که کارایی حذف آنها به ترتیب ۹۹ و ۸۸ درصد ثبت گردید. همچنین نسبت BOD5/COD از ۰/۱۷ به ۰/۴۱ افزایش یافت (Aboulhassan et al., 2006).
- در مطالعه‌ای که به منظور بررسی کارایی فرایند UV/H_2O_2 در حذف آلکیل بنزن سولفونات خطی (LAS) از محلول‌های آبی صورت گرفت، نتایج مطالعه حاکی از آن بود که کارایی تابش فرابنفش و

- پراکسید هیدروژن به تنهایی روش موثری برای حذف دترجنت آنیونی نیست ولی فرایند ترکیبی UV/H₂O₂ روش مناسبی در حذف دترجنت هاست (دهقانی و همکاران، ۱۳۸۹).
- در تحقیقی که با هدف بررسی حذف آلکیل بنزن سولفونات خطی از آب آشامیدنی با استفاده از فرایند جذب سطحی توام با عملیات هوادهی انجام شد، نتایج بررسی نشان داد که بیشترین حذف سورفاکتانت آنیونی در کاربرد توام این دو روش توسط کربن فعال می باشد و میزان حذف با کربن فعال گرانولی بیشتر از حذف با هوادهی می باشد، که مسلماً این عمل به دلیل کاهش بار ورودی به کربن فعال مشکلات مربوط به احیاء، تعویض و یا دفع را کاهش داده و اقتصادی تر می باشد (حسینی، ۱۳۹۰).
 - نتایج مطالعه ای که با هدف تاثیر فرایند فتون بر روی حذف آلکیل بنزن سولفونات خطی انجام گرفت، نشان داد که ظرفیت اکسیداسیون H₂O₂/Fe⁺² در حد بسیار بالایی به غلظت H₂O₂ و Fe⁺² بستگی دارد. و به صورت موردی در این تحقیق، نرخ کاهش LAS در سطوح تجزیه پذیر آن رضایت بخش بوده است. برای حذف ۲۰۰ میلی گرم آلکیل بنزن سولفونات خطی، مقدار اپتیمم ۶۰۰ میلی گرم H₂O₂ و آهن ۱۳۰ میلی گرم به دست آمد (Mousavi et al., 2011).
 - در پژوهشی که با هدف بررسی حذف سورفاکتانت های آنیونی سدیم دودسیل سولفات از فاضلاب با فرایند اکسیداسیون پیشرفته UV/H₂O₂ انجام گرفت، نتایج مطالعه نشان داد که با افزایش غلظت سورفاکتانت، بازده حذف کاهش می یابد. ولی به طور کلی فرایند اکسیداسیون پیشرفته UV/H₂O₂ برای حذف سورفاکتانت از فاضلاب، بازده بالایی دارد (احمدی و موسوی، ۱۳۹۱).
 - نتایج بررسی فتوکاتالیستی الکیل بنزن سولفانات خطی از محیط آبی با استفاده از نانو ذرات (TiO₂)، نشان داد که این روش حذف برای غلظت های پایین الکیل بنزن سولفانات خطی مناسب است ولی برای حذف غلظت های بالا زیاد کارآمد نیست (محوئی و همکاران، ۱۳۹۱).

- در پژوهشی که به منظور بررسی میزان حذف سورفاکتانت‌های آنیونی با جاذب‌های معدنی پرلیت و کربن فعال انجام گرفت، نتایج نشان داد که به طور کلی و با توجه به توانایی بالای کربن فعال در حذف آلکیل بنزن سولفونات خطی، استفاده از این جاذب در مقیاس صنعتی و در حجم و غلظت بالای آلاینده‌های توصیه می‌شود (بهمنی و همکاران، ۱۳۹۲).

- نتایج مطالعه‌ای که با هدف تاثیر دما در واکنش اکسیداسیون پیشرفته UV/H₂O₂ جهت حذف آلکیل بنزن سولفونات خطی انجام شد، نتایج مطالعه حاکی از این بود که در دمای متوسط ۶۰ درجه سانتی‌گراد و در حضور مقدار کمی پراکسید هیدروژن حذف آلکیل بنزن سولفونات خطی به طور قابل توجهی افزایش می‌یابد و دما سرعت واکنش را بالا می‌برد (Sanz et al., 2013).

- در پژوهشی که با هدف بررسی کارایی حوضچه‌های تثبیت فاضلاب در حذف آلکیل بنزن سولفونات خطی انجام شد، نتایج مطالعه نشان داد که بالاترین راندمان حذف این ماده در فصل تابستان به مقدار ۷۷ درصد، و کمترین آن در فصل زمستان به مقدار ۵۵ درصد بدست آمد. در حالی که بیشینه و کمینه عملکرد BOD₅ در تابستان و زمستان به ترتیب ۸۸ و ۷۳ درصد و دامنه غلظت اکسیژن محلول این حوضچه‌ها ۰/۱۸ تا ۴/۸ میلی‌گرم بر لیتر بوده است (Ahmed et al., 2013).

- خاموپیان و همکاران (۱۳۹۳) در پژوهشی که با هدف کارایی سیستم لجن فعال در حذف آلکیل بنزن سولفونات خطی از فاضلاب شهری انجام دادند، دریافتند که فرایند لجن فعال متعارف نقش موثری در حذف آلکیل بنزن سولفونات خطی دارد و غلظت آن در خروجی سیستم در فصول گرم کمتر از میزان استاندارد زیست محیطی جهت تخلیه به آب‌های سطحی می‌باشد.

و - جنبه جدید بودن و نوآوری در تحقیق:

در تحقیقات گذشته، روش‌های U.V/H₂O₂ و یا U.V/ S₂O₈²⁻ در حذف آلکیل بنزن سولفونات خطی به کار گرفته شده، اما هیچ‌گاه کارایی این روش‌ها در قالب یک آزمایش مقایسه نگردیده است. به علاوه در این تحقیق اثرات

عوامل موثر بر حذف آلکیل بنزن سولفونات خطی در سیستم اکسیداسیون (متغیرهای آزمایشی) و بر همکنش‌ها به وسیله یک آنالیز چند متغیره بررسی می‌شوند.

ز- اهداف مشخص تحقیق (شامل اهداف آرمانی، کلی، اهداف ویژه و کاربردی):

هدف کلی: مقایسه راندمان حذف آلکیل بنزن سولفونات خطی از پساب شیمیایی با استفاده از پرسولفات، پراکسید هیدروژن و پرتوتابی اشعه فرابنفش.

اهداف ویژه:

- بررسی اثرات غلظت‌های پرسولفات بر حذف آلکیل بنزن سولفونات خطی و عملکرد سیستم اکسیداسیون پیشرفته.

- بررسی اثرات غلظت‌های پراکسید هیدروژن بر حذف آلکیل بنزن سولفونات خطی از پساب و عملکرد سیستم اکسیداسیون پیشرفته.

- بررسی اثرات پرتوی فرابنفش و برهمکنش آن با پرسولفات و پراکسید هیدروژن بر عملکرد سیستم اکسیداسیون پیشرفته.

- بررسی اثرات غلظت‌های اولیه آلکیل بنزن سولفونات خطی بر کارایی سیستم اکسیداسیون پیشرفته در حذف LAS.

- بررسی اثرات زمان ماند بر حذف آلکیل بنزن سولفونات خطی از پساب و عملکرد سیستم اکسیداسیون پیشرفته.

- بررسی اثرات pH بر حذف آلکیل بنزن سولفونات خطی از پساب و عملکرد سیستم اکسیداسیون پیشرفته.

هدف کاربردی:

- دستیابی به یک شرایط (pH، زمان و غلظت اولیه آلکیل بنزن سولفونات)، نسبت و غلظت بهینه پرسولفات، پراکسید هیدروژن و پرتوی فرابنفش به منظور حذف آلکیل بنزن سولفونات و بهبود عملکرد سیستم اکسیداسیون پیشرفته.

ح - در صورت داشتن هدف کاربردی، نام بهره‌وران (سازمان‌ها، صنایع و یا گروه ذینفعان) ذکر شود (به عبارت دیگر محل اجرای مطالعه موردی):

نتایج حاصل از این تحقیق برای تصفیه خانه‌های فاضلاب که از روش‌های اکسیداسیون شیمیایی و پیشرفته در حذف مواد سمی مانند آلکیل بنزن سولفونات استفاده می‌کنند، می‌تواند مفید و کارساز باشد.

ط - سؤالات تحقیق:

چه غلظت‌هایی از پراکسید هیدروژن و پرسولفات در سیستم اکسیداسیون پیشرفته برای حذف آلکیل بنزن سولفونات خطی مناسب است؟

آیا اثر پرتوی U.V بر حذف آلکیل بنزن سولفونات خطی به همراه پراکسید هیدروژن و پرسولفات بهبود خواهد یافت؟

شرایط بهینه pH، زمان و غلظت اولیه آلکیل بنزن سولفونات در سیستم اکسیداسیون برای حذف آلکیل بنزن سولفونات خطی از پساب چگونه است؟

کدام یک از موارد مورد آزمایش شامل پرسولفات، پراکسید هیدروژن و پرتوتابی اشعه فرابنفش قابلیت و کارایی بالاتری در حذف آلکیل بنزن سولفونات خطی دارد؟

ی - فرضیه‌های تحقیق:

- کارایی پرسولفات در حذف آلکیل بنزن سولفونات خطی با افزایش غلظت افزایش می‌یابد.

- کارایی پراکسید هیدروژن در حذف آلکیل بنزن سولفونات خطی با افزایش غلظت افزایش می‌یابد.
- کارایی پرتوی فرابنفش در حذف آلکیل بنزن سولفونات خطی به همراه پراکسید هیدروژن و پرسولفات نسبت به U.V تنها بهبود می‌یابد.
- با افزایش غلظت اولیه آلکیل بنزن سولفونات خطی در سیستم اکسیداسیون پیشرفته کارایی حذف آن کاهش می‌یابد.
- با فاصله گرفتن مقدار pH از دامنه خنثی به سمت حالت اسیدی و قلیایی عملکرد سیستم در حذف آلکیل بنزن سولفونات خطی کاهش می‌یابد.
- با افزایش زمان ماند در سیستم اکسیداسیون پیشرفته عملکرد حذف آلکیل بنزن سولفونات خطی افزایش خواهد یافت.

ک- تعریف واژه‌ها و اصطلاحات فنی و تخصصی (به صورت مفهومی و عملیاتی):

۵- روش شناسی تحقیق:

- الف- شرح کامل روش تحقیق بر حسب هدف، نوع داده‌ها و نحوه اجراء (شامل مواد، تجهیزات و استانداردهای مورد استفاده در قالب مراحل اجرایی تحقیق به تفکیک):
- تذکر: درخصوص تفکیک مراحل اجرایی تحقیق و توضیح آن، از به کار بردن عناوین کلی نظیر، «گردآوری اطلاعات اولیه»، «تهیه نمونه‌های آزمون»، «انجام آزمایش‌ها» و غیره خودداری شده و لازم است در هر مورد توضیحات کامل در رابطه با منابع و مراکز تهیه داده‌ها و ملزومات، نوع فعالیت، مواد، روش‌ها، استانداردها، تجهیزات و مشخصات هر یک ارائه گردد.
- طراحی پایلوت: به منظور انجام این پژوهش یک پایلوت در مقیاس آزمایشگاهی استفاده خواهد شد که به طور ناپیوسته راهبری می‌گردد. این پایلوت دارای اجزای می‌باشد:

- راکتور استوانه‌ای به حجم مفید ۳ لیتر از جنس استیل؛

- لامپ UV بخار جیوه‌ای کم فشار ۱۲۵ وات؛

- شیرهای ورودی و خروجی در راکتور؛

- فتوسل (تعیین کننده عملکرد بهینه لامپ)؛

- ترمومتر.

ارزیابی کارایی گروه‌های آزمایشی:

ارزیابی کارایی سیستم در هر گروه آزمایشی از طریق نمونه برداری و آنالیز نمونه‌های خروجی بعد از راه اندازی، با تزریق مقادیر مشخص آلکیل بنزن سولفونات، مورد مطالعه قرار می‌گیرد. اثرات پرتوی U.V، غلظت- های پرسولفات، پراکسید هیدروژن، غلظت‌های اولیه آلکیل بنزن سولفونات، زمان ماند و pH بر کارایی حذف آلکیل بنزن سولفونات نیز بررسی خواهد شد.

۱- بررسی اثر پرتوی U.V: در این مرحله چهار گروه آزمایشی شامل UV، UV/H₂O₂، UV/S₂O₈²⁻ و UV/H₂O₂/S₂O₈²⁻ در نظر گرفته شدند. به منظور سنجش اثر U.V، غلظت پرسولفات (۲۰ میلی مول بر لیتر)، پراکسید هیدروژن (۴۰ میلی مول بر لیتر)، غلظت اولیه آلکیل بنزن سولفونات (۵۰ میلی گرم بر لیتر)، pH (۸) و زمان ماند (۲۰ دقیقه) در این آزمایش ثابت خواهد بود. نقش UV تنها (گروه آزمایشی اول) نیز در همین مرحله از آزمایش مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۲- بررسی اثر غلظت پرسولفات: سه غلظت از پرسولفات (۱۰، ۲۰ و ۳۰ میلی مول بر لیتر) برای تعیین نسبت مولی بهینه استفاده می‌شوند. به منظور سنجش اثر غلظت‌های پرسولفات، pH (۸)، زمان ماند (۲۰ دقیقه)، غلظت پراکسید هیدروژن (۴۰ میلی مول بر لیتر) و غلظت اولیه آلکیل بنزن سولفونات (۵۰ میلی گرم بر لیتر) ثابت در نظر گرفته شدند.

۳- بررسی اثر غلظت پراکسید هیدروژن: در این آزمایش سه غلظت از پراکسید هیدروژن (۳۰، ۴۰ و ۵۰ میلی مول بر لیتر) برای تعیین نسبت مولی بهینه به کار گرفته می‌شوند. به جهت سنجش اثر غلظت‌های H₂O₂، غلظت

پرسولفات (۲۰ میلی مول بر لیتر)، غلظت اولیه آلکیل بنزن سولفونات (۵۰ میلی گرم بر لیتر)، pH (۸) و زمان ماند (۲۰ دقیقه)، ثابت خواهند بود.

۴- بررسی اثر غلظت‌های اولیه آلکیل بنزن سولفونات: در این مرحله سه تیمار شامل غلظت‌های ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر در نظر گرفته شده‌اند. در این آزمایش از گروه آزمایشی $UV/H_2O_2/S_2O_8^{2-}$ به منظور حذف غلظت‌های مختلف آلکیل بنزن سولفونات استفاده می‌شود. در این آزمایش غلظت پرسولفات و پراکسید هیدروژن به ترتیب برابر ۲۰ و ۴۰ میلی مول بر لیتر خواهد بود. همچنین pH ۸ و زمان ماند ۲۰ دقیقه است.

۵- بررسی اثر pH: این آزمایش که به منظور سنجش اثر pH بر حذف آلکیل بنزن سولفونات انجام خواهد شد، زمان ماند (۲۰ دقیقه)، غلظت پراکسید هیدروژن (۴۰ میلی مول بر لیتر)، پرسولفات (۲۰ میلی مول بر لیتر) و غلظت اولیه آلکیل بنزن سولفونات (۵۰ میلی گرم بر لیتر) ثابت در نظر گرفته شده ولی pH در محدوده‌های ۴، ۸ و ۱۱ متغیر هستند.

۶- بررسی اثر زمان: این آزمایش که به منظور سنجش اثر زمان ماند بر حذف آلکیل بنزن سولفونات انجام خواهد شد، pH (۸)، غلظت پراکسید هیدروژن (۴۰ میلی مول بر لیتر)، پرسولفات (۲۰ میلی مول بر لیتر) و غلظت اولیه آلکیل بنزن سولفونات (۵۰ میلی گرم بر لیتر) ثابت در نظر گرفته شده ولی زمان ماند در تیمارهای ۱۰ دقیقه، ۲۰ دقیقه و ۳۰ دقیقه متغیر خواهد بود.

با تثبیت شرایط و پس از دوران ماند هیدرولیکی محلول (۱۰ تا ۲۰ دقیقه) در داخل سیستم یک نمونه از خروجی هر گروه آزمایشی آنالیز می‌شود و آنالیز نمونه‌های هر گروه آزمایشی سه مرتبه تکرار می‌گردد. مقدار آلکیل بنزن سولفونات موجود در نمونه‌های مورد مطالعه، مطابق با روش انجمن بهداشت عمومی آمریکا (۱۹۹۸) با روش رنگ سنجی و توسط دستگاه اسپکتروفتومتری در طول موج ۵۰۰ نانومتر سنجیده می‌شود. pH با استفاده از دستگاه pH متر اندازه‌گیری شده و محدوده آن در محدوده خنثی توسط اسید نیتریک و هیدروکسید سدیم تنظیم می‌شود (به جز در آزمایش بررسی pH).

ب- متغیرهای مورد بررسی در قالب یک مدل مفهومی و شرح چگونگی بررسی و اندازه‌گیری متغیرها

متغیرهای مستقل در این تحقیق گروه‌های UV، UV/H₂O₂، UV/S₂O₈²⁻ و UV/H₂O₂/S₂O₈²⁻ (در بررسی تاثیر پرتوی UV)، بررسی غلظت‌های مختلف پرسولفات (۱۰، ۲۰ و ۳۰ میلی مول بر لیتر)، غلظت‌های مختلف پراکسید هیدروژن (۳۰، ۴۰ و ۵۰ میلی مول بر لیتر)، غلظت‌های اولیه آلکیل بنزن سولفونات (۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر)، pH (۴، ۸ و ۱۱)، زمان (۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه) هستند و درصد حذف آلکیل بنزن سولفونات خطی در هر آزمایش متغیر وابسته می‌باشد.

ج - شرح کامل روش (میدانی، کتابخانه‌ای) و ابزار (مشاهده و آزمون، پرسشنامه، مصاحبه، فیش‌برداری و غیره) گردآوری داده‌ها:

روش‌های گردآوری اطلاعات شامل مطالعه کتابخانه‌ای، طراحی و راه‌اندازی پایلوت، نمونه برداری، آنالیز آزمایشگاهی و پردازش آماری. و ابزارهای گردآوری اطلاعات شامل دستگاه اسپکتروفتومتری، پایلوت مجهز به لامپ فرابنفش و سایر متعلقات، ظروف آزمایشگاهی، pH متر، ویرایش ۲۰ نرم افزار SPSS.

د - جامعه آماری، روش نمونه‌گیری و حجم نمونه (در صورت وجود و امکان):

ه - روش‌ها و ابزار تجزیه و تحلیل داده‌ها:

به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش، ابتدا همگنی آنها را توسط آزمون کولموگروف اسمیرنوف مورد بررسی قرار داده و در صورت نرمال بودن توسط آنالیز واریانس^۲ یک طرفه مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند و در پایان میانگین‌ها توسط آزمون دانکن^۳ مقایسه می‌شوند. تمامی آنالیزهای آماری با استفاده از SPSS 20.0 انجام می‌گیرند.

۶- استفاده از امکانات آزمایشگاهی واحد:

آیا برای انجام تحقیقات نیاز به استفاده از امکانات آزمایشگاهی واحد تهران غرب می‌باشد؟ خیر بلی

² ANOVA

³ Duncan

در صورت نیاز به امکانات آزمایشگاهی لازم است نوع آزمایشگاه، تجهیزات، مواد و وسایل مورد نیاز در این قسمت مشخص گردد.

نوع آزمایشگاه	تجهیزات مورد نیاز	مواد و وسایل	مقدار مورد نیاز
آزمایشگاه شیمی	ترمومتر	ترجیحا دیجیتال	۱ عدد
(یا آزمایشگاه محب	pH متر	دیجیتال، پرتابل، مدل مولتی	۱ عدد
زیست)	سمپلر	۱۰-۱۰۰ و ۱۰۰۰ میلی لیتری	۳ عدد
	ظروف آزمایشگاهی	بشر و ارلن و غیره	تعداد لازم
	مواد آزمایشگاهی	هیدروکسید سدیم، اسید نیتریک	مقدار لازم
	دستگاه اسپکتروفتومتر	مدل موجود در آزمایشگاه	۱ عدد
	سایر لوازم		
کارگاه (فضا بر	پایلوت طراحی شده	راکتور استوانه‌ای	۱ عدد
قرارگیری پایلوت)		لامپ UV بخار جیوه‌ای	۱ عدد
		شیرهای ورودی و خروجی	۲ عدد
		فتوسل	۱ عدد

امضاء استاد راهنما:

امضاء مدیر گروه تخصصی:

۷- زمان بندی انجام تحقیق:

الف- تاریخ شروع: ب- مدت زمان انجام تحقیق: ج- تاریخ اتمام:

تذکر: لازم است کلیه فعالیت‌ها و مراحل اجرایی تحقیق (شامل زمان ارائه گزارشات دوره‌ای) و مدت زمان مورد نیاز برای هر یک، به تفکیک پیش‌بینی و در جدول مربوطه درج گردیده و در هنگام انجام عملی تحقیق، حتی‌الامکان رعایت گردد.

پیش‌بینی زمان‌بندی فعالیت‌ها و مراحل اجرایی تحقیق و ارائه گزارش پیشرفت کار

ز	زمان کل (ماه)					شرح فعالیت	
	۵	۴	۳	۲	۱		
					۲	بخش کتابخانه‌ای پژوهش و مروری بر منابع و سوابق تحقیق	۱
					۱	طراحی آزمایش بر اساس اهداف مطالعه	۲
					۱	طراحی و ساخت پایلوت	۳
					۲	عملیات آزمایشگاهی و بدست آوردن داده‌ها	۴
					۱	تجزیه و تحلیل داده‌ها	۵
					۱	نگارش پایان نامه	۶
					۱	استخراج مقاله از پایان نامه	۷
					۱	ارائه پایان نامه به گروه آموزشی	۸
							۹
							۱۰
							۱۱
							۱۲

فهرست منابع و مآخذ (فارسی و غیرفارسی) مورد استفاده در پایان‌نامه به شرح زیر:

- ابراهیمی، ا.، احرام پوش، م.، سمایی، م.، غلمانی، و.، طالبی، پ.، دهقان، م.، هنردوست، ع.، شاهسونی، ا.، ۱۳۸۹. بررسی راندمان حذف آلکیل بنزن سولفونات خطی (LAS) در برکه‌های تثبیت فاضلاب شهر یزد. نشریه آب و فاضلاب، شماره چهارم.
- احمدی موسی آباد، ن.، موسوی، غ. ۱۳۹۱. حذف سولفاکتانت‌های آنیونی سدیم دودسیل سولفات از فاضلاب با فرایند اکسیداسیون پیشرفته UV/H₂O₂. فصلنامه مهندسی عمران مدرس، شماره چهارم.
- اسکندری، م. ۱۳۹۰. امکان سنجی و بررسی استفاده از آب‌های غیرمتعارف (پساب) در آبیاری با استفاده از نانوفناوری. طرح شرکت سهامی آب منطقه‌ای گیلان. جهاد دانشگاهی تربیت مدرس.
- بابایی، ه.، خداپرست، ح. ۱۳۸۹. بررسی و تعیین غلظت آلودگی شوینده آلکیل بنزن سولفونات خطی در آب رودخانه سفید رود (استان گیلان). مجله علوم آبریزان، شماره سوم.
- بهمنی، م.، راه‌نورد کیسمی، ز.، علیا، م.، کاسه‌گری، ح. ۱۳۹۲. بررسی میزان سورفاکتانت آنیونی LABS با جاذب‌های معدنی پرلیت و کربن فعال. نشریه پژوهش‌های کاربردی در شیمی، شماره دوم.

- حاجیان نژاد، م.، گودرزی، ب.، طاهری، ا.، وحید دستجردی، م. ۱۳۸۶. بررسی غلظت آلکیل بنزن سولفونات خطی در رودخانه زاینده رود و حاشیه‌های آن در سال ۱۳۸۶. مجله تحقیقات نظام سلامت، شماره ششم.
- حسنی، م. ۱۳۹۰. بررسی حذف آلکیل بنزن سولفونات خطی (LAS) از آب آشامیدنی با استفاده از فرایند جذب سطحی توام با فرایند هوادهی. پنجمین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست، دانشگاه تهران، دانشکده محیط زیست.
- خاموطلیان، ر.، درگاهی، ع.، پیرصاحب، م.، الماسی، ع. ۱۳۹۳. کارایی سیستم لجن فعال در حذف آلکیل بنزن سولفونات خطی از فاضلاب شهری. ماهنامه علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی مشهد، شماره اول.
- دهقانی، م.، ناصری، س.، قادرپوری، م.، محوی، ا.، نبی زاده نوددهی، ر. ۱۳۸۹. بررسی کارایی فرایند UV/H_2O_2 در حذف آلکیل بنزن سولفونات خطی (LAS) از محلول‌های آبی. مجله سلامت و محیط، دوره سوم، شماره چهارم. صفحات ۴۱۱ تا ۴۱۸.
- عسگری، ق.، چاوشانی، ا.، صید محمدی، ع.، رحمانی، ع. ر. ۱۳۹۳. بررسی تاثیر توام امواج ماکروویو و پرسولفات در حذف پتاکلروفنل از فاضلاب سنتتیک. نشریه آب و فاضلاب، شماره ۳، صفحات ۲۹ تا ۳۷.
- محوی، ح.، قنبریان، م.، نبی زاده، ر.، ناصری، س.، ندافی، ک. ۱۳۹۲. تجزیه فتوکاتالیستی آلکیل بنزن سولفونات خطی (LAS) از محیط آبی با استفاده نانوذرات TiO_2 . نشریه آب و فاضلاب، شماره اول.
- Aboulhassan, M.A., Souabi, S., Yaacoubi, A., Baudu, M. (2006). Removal of surfactant from industrial wastewaters by coagulation flocculation process. *Int. J. Environ. Sci. Tech.*, 3 (4): 327-332.
- Beltran FJ, Ovejero G, Acedo B. Oxidation of atrazine in water by ultraviolet radiation combined with hydrogen. *Water Research*. 1993;27(6):1013-21.
- Fox, K., Holt, M., Daniel, M., Buckland, H., Guymer, I. (2000). Removal of linear alkylbenzene sulfonate from a small Yorkshire stream. *Sci Total Environ*. 2000 5;251-252:265-75.
- Koparal, A.S., Onder, E., Bakir Ogutveren, U. (2002). REMOVAL OF LINEAR ALKYL BENZENE SULFONATE (LAS) FROM WASTE WATER BY ELECTROCHEMICAL OXIDATION. *Environ. Studies*, 59(3), 323-329 (2002).
- Malato, S. Fernández-Ibáñez, P. Maldonado, M.I. Blanco J. Gernjak, W. 2009. Decontamination and disinfection of water by solar photocatalysis: Recent overview and trends *Catal. Today*, 147 1-59.

- Manousaki,,E., Psillakis,E., Kalogerakis,N., Mantzavinos,D.(2004). Degradation of sodium dodecylbenzene sulfonate in water by ultrasonic irradiation. *Water Research*, 38, (2004) 3751–3759.
- Mousavi, S.R.S., Mahvi,A.H., Nasser,S. Ghafari,Sh.(2011). EFFECT OF FENTON PROCESS (H₂O₂ / Fe²⁺) ON REMOVAL OF LINEAR ALKYL BENZENE SULFONATE USING CENTRAL COMPOSITE. *Iran. J. Environ. Health. Sci. Eng.*, 2011, Vol. 8, No. 2, pp. 129-138.
- Pignatello, J.J. Oliveros, E. MacKay, A. 2006. Advanced Oxidation Processes for Organic Contaminant Destruction Based on the Fenton Reaction and Related Chemistry, *Crit. Rev. Anal. Chem.*, 36 1-84.
- Sanz,J.,Lombrana,J.,Luis,A. Temperature-assisted UV/H₂O₂ oxidation of concentrated linear alkylbenzene sulphonate (LAS) solutions.(2013). *Chemical Engineering Journal*. Volumes 215–216, Pages 533–541.
- Xu, Q., Ju, Y., and Ge, H. (2013). “Oxidative degradation of dimethyl phthalate (DMP) by persulfate catalyzed by Ag⁺ combined with microwave irradiation.” *J. Advanced Materi Res*, 610, 1209-1212.

-