بسم الله الرحمن الرحيم

بسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه

خانم **سیده ناعمه لاریمی** پایان نامه ٦ واحدی خود را **با عنوان حذف رنگزاااز محلولهای آبی با استفاده از فرایند تلفیقی فتو کاتالیستی نانو ذرات اکسید روی و کربن فعال حاصل از پوسته گردو و بادام** در تاریخ ۱۳۹۲/۸/۲۱ ارائه کردند.

اعضای هیات داوران نسخه نهایی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوا تایید کرده و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد مهندسی عمران - محیط زیست پیشنهاد می کنند.

عضو هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضا
استاد راهنما	دکتر بیتا آیتی	دانشیار	
استاد ناظر	دکتر نادر مختارانی	استادیار	
استاد ناظر	دکتر احمد خدادادی	دانشیار	
استاد ناظر	دکتر محمد دلنواز	استادیار	
مدیر گروه (یا نماینده گروه تخصصی)	دکتر نادر مختار انی	استادیار	

دستورالعمل حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیات علمی، دانشجویان، دانش آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی که با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد ذیل را رعایت نمایند:

ماده ۱- حقوق مادی و معنوی پایان نامه‌ها / رساله‌های مصوب دانشگاه متعلق به دانشگاه است و هرگونه بهره‌برداری از آن باید با ذکر نام دانشگاه و رعایت آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های مصوب دانشگاه باشد.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و استاد راهنما مسئول مکاتبات مقاله باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب حاصل از نتایج پایان نامه / رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با مجوز کتبی صادره از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه و بر اساس آئین نامه های مصوب انجام می‌شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این دستورالعمل در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۱۳۸۴/۴/۲۵ در شورای پژوهشی دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب لازم الاجرا است و هرگونه تخلف از مفاد این دستورالعمل، از طریق مراجع قانونی قابل پیگیری می شود.

نام و نام خانوادگی

امضا

آیین نامه چاپ پایان‌نامه (رساله)های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله)های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه،دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد/ رساله دکتری نگارنده در رشته است که در سال ۱۳۹۲ در دانشکده مهندسی عمران - محیط زیست دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم/جناب آقای دکتر مینا آب‌نیکی ، مشاوره سرکار خانم/~~جناب آقای~~ دکتر و مشاوره سرکار خانم/~~جناب آقای~~ دکتر از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت‌چاپ) را به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر درمعرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده رابه عنوان خسارت به دانشگاه تربیت‌مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواندخسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می‌دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده‌نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب سیده ناجیه لاریجی دانشجوی رشته مهندسی عمران - محیط زیست مقطع کارشناسی ارشد

تعهد فوق وضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: سیده ناجیه لاریجی

تاریخ و امضا: ۹۲/۸/۲۱

دانشگاه تربیت مدرس
دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست
گروه مهندسی محیط زیست

پایان نامه کارشناسی ارشد

حذف رنگزا از محلول‌های آبی با استفاده از فرایند تلفیقی فتوکاتالیستی نانو ذرات ZnO و کربن فعال حاصل از پوسته گردو و بادام

دانشجو:

سیده ناعمه لاریمی

استاد راهنما:

دکتر بیتا آیتی

آبان ۱۳۹۲

تقدیم به پروردگارم، همراه همیشگی زندگی‌ام، از عدم تا ابد

تقدیم به دو فرشته مهربان زندگی‌ام، پدر و مادرم به پاس دریای عشق بی‌کرانشان

تقدیم به همسر عزیز و دلسوزم، یار و همراه زندگیم به پاس عشق پاکش

تقدیم به دو خواهر عزیزتر از جانم که آسایششان همواره آرامش من است

زندگی با همه وسعت خویش | محمل ساکت غم خوردن نیست
حاصلش تن به قضا دادن نیست | اضطراب و هوس و دیدن و نادیدن نیست
زندگی کوشش و راهی شدن است | زندگی جوشش و جاری شدن است
از تماشاگه آغاز حیات | تا به آنجا که خدا می داند

پروردگارا تو را سپاس که تنها تو استاد آفرینشی

بدین وسیله از زحمات بی دریغ استاد عزیزم، سرکار خانم دکتر مینا آیتی برای راهنمایی های دلسوزشان در انجام این تحقیق تشکر می کنم. همچنین بر خود واجب می دانم که از اساتید گرامی جناب آقای دکتر گنجی دوست و جناب آقای دکتر مختارانی به پاس تمامی آنچه از ایشان آموخته ام تشکر و قدردانی می نمایم. همچنین از مسئول آزمایشگاه LC-mass سازمان انرژی اتمی سرکار خانم مهندس شیخ قومی به دلیل همکاری در انجام پاره ای از آزمایشات قدردانی می شود. از ستاد فناوری نانو نیز برای حمایت مالی از این طرح سپاس گزاری می گردد.

در آخر از تمامی دوستان عزیزم که در طول این دو سال تحصیلی همواره کنارم بودند و به خاطر تمامی لحظات خاطره انگیزی که سبب شدند تشکر می کنم.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

پیشگفتار ۱

فصل اول: کلیات

۱-۱-مقدمه ۵

۱-۲-رنگ ومنابع تولیدآن ۵

۱-۳-تاریخچه تولید و مصرف رنگزا ۵

۱-۴-طبقه بندی رنگزاهای نساجی ۵

۱-۴-۱-براساس کاربرد ۶

۱-۴-۲-براساس ساختارشیمیایی ۶

۱-۵-رنگزاهای آزو ۷

۱-۶-منابع تولید فاضلاب رنگی در صنعت نساجی ۸

۱-۷-اثرات بهداشتی رنگزا ۸

۱-۸-روشهای حذف رنگزا ۸

۱-۸-۱-روشهای فیزیکی ۹

۱-۸-۲-روشهای شیمیایی ۱۲

۱-۸-۳-روشهای بیولوژیکی ۱۳

۱-۹-رنگزای مورد آزمایش ۱۳

فصل دوم: جذب سطحی و فرایند فتوکاتالیستی

۲-۱-مقدمه ۱۶

۲-۲-فرایند جذب سطحی ۱۶

۲-۲-۱-کربن فعال وکاربرد آن ۱۶

۲-۲-۲-انواع کربن فعال ۱۸

۲-۲-۳-اثرات کربن فعال بر اکوسیستمهای طبیعی ۱۹
۲-۲-۴-مکانیسم فرایند جذب توسط کربن فعال ۱۹
۲-۲-۵-فاکتورهای موثر بر فرایند جذب کربن فعال ۲۱
۲-۲-۶-نحوه تهیه کربن فعال ۲۱
۲-۲-۷-احیای کربن فعال ۲۲
۲-۲-۸-ایزوترمهای جذب ۲۳
۲-۳-فرایندفتوکاتالیستی ۲۶
۲-۳-۱-فتوکاتالیست وکاربردآن ۲۶
۲-۳-۲-انواع فتوکاتالیست ۲۸
۲-۳-۳-اثرات نانوذرات بر اکوسیستم طبیعی ۲۹
۲-۳-۴-مکانیسم فرایند فتوکاتالیستی ۳۰
۲-۳-۵-فاکتورهای موثر بر فرایند فتوکاتالیستی ۳۱
۲-۳-۶-سینتیک واکنش فتوکاتالیستی ۳۲

فصل سوم: مروری بر مطالعات انجام شده

۳-۱-مقدمه ۳۵
۳-۲-مطالعات در زمینه استفاده از کربن فعال جهت حذف رنگزا ۳۵
۳-۳-مطالعات در زمینه استفاده از اکسیدروی جهت حذف رنگزا ۳۷
۳-۴-مطالعات در زمینه استفاده همزمان از کربن فعال و اکسیدروی جهت حذف رنگزا ۳۹
۳-۵-مطالعات درزمینه استفاده از فرایندهای تلفیقی جهت حذف رنگزا ۴۰
۳-۶-مطالعات در زمینه حذف رنگزای آبی مستقیم ۷۱ ..... ۴۲
۳-۷-هدف از انجام تحقیق ۴۴

فصل چهارم: روش انجام تحقیق

۴-۱-مقدمه ۴۶

۴-۲-مشخصات سیستم مورد استفاده ۴۶
۴-۲-۱-سیستم فیزیکی ۴۶
۴-۲-۲-سیستم شیمیایی ۴۶
۴-۲-۳-سیستم تلفیقی ۴۷
۴-۳-روش کار ۴۷
۴-۳-۱-اندازه گیری میزان حذف رنگزا ۴۷
۴-۳-۲-مراحل تحقیق درسیستم فیزیکی ۴۹
۴-۳-۳-مراحل تحقیق درسیستم شیمیایی ۵۳
۴-۳-۴-مراحل تحقیق در سیستم تلفیقی ۵۴
۴-۳-۵-آزمایشات تکمیلی ۵۵
۴-۳-۶-بررسی قابلیت سیستم منتخب در تصفیه فاضلاب واقعی ۵۵
۴-۴-مواد،تجهیزات و وسایل مورد استفاده ۵۵
۴-۴-۱-مواد ۵۵
۴-۴-۲-تجهیزات و وسایل مورد استفاده ۵۶

فصل پنجم: نتایج و بحث

۵-۱-مقدمه ۵۸
۵-۲-نتایج فرایند جذب ۵۸
۵-۲-۱-تعیین قابلیت کاتالیزوری کربن فعال دانه ای (pH_{pzc}) ۵۸
۵-۲-۲-تعیینpH بهینه ۶۰
۵-۲-۳-تعیین مقدار بهینه جاذب ۶۲
۵-۲-۴-تعیین مقدار بهینه غلظت اولیه رنگزا ۶۴
۵-۲-۵-تعیین ظرفیت اشباع جاذب در فرایند جذب سطحی ۶۶
۵-۲-۶-بررسی پیروی نتایج از ایزوترمهای جذب ۶۷
۵-۲-۷-تعیین سینتیک فرایند جذب ۷۰

۵-۳-نتایج فرایند فتوکاتالیستی ۷۱
۵-۳-۱-آزمایشات شاهد ۷۱
۵-۳-۲-تعیینpH بهینه ۷۵
۵-۳-۳-تعیین مقدار بهینه فتوکاتالیست ۷۶
۵-۳-۴-تعیین مقدار بهینه غلظت اولیه رنگزا ۷۷
۵-۳-۵-تعیین میزان مصرف انرژی ۷۸
۵-۳-۶-تعیین مقدار بهینه شدت تابشUV ۷۹
۵-۳-۷-تعیین سینتیک فرایند فتوکاتالیستی ۸۰
۵-۴-نتایج فرایند تلفیقی ۸۱
۵-۴-۱-تعیینpH بهینه ۸۲
۵-۴-۲-تعیین مقدار بهینه جاذب/کاتالیست ۸۲
۵-۴-۳-تعیین مقداربهینه شدت تابشUV ۸۵
۵-۴-۴-انتخاب سیستم بهینه ۸۷
۵-۵-میزان حذفCOD درشرایط بهینه ۸۸
۵-۶-بررسی شرایط بهینه بر روی فاضلاب واقعی ۸۹
۵-۷-شرایط بهینه و تکرارپذیری نتایج ۸۹
۵-۸-نتایجLC-mass ۹۲

فصل ششم: جمع بندی و پیشنهادات

۶-۱-مقدمه ۹۸
۶-۲-جمع بندی ۹۸
۶-۲-۱-نتایج سیستم جذب ۹۸
۶-۲-۲-نتایج سیستم فتوکاتالیستی ۹۹
۶-۲-۳-نتایج سیستم تلفیقی ۱۰۰
۶-۳-پیشنهادات ۱۰۰
منابع ۱۰۲

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول۱-۱- مقادیرتقریبی میزان انتشار رنگزاها در فاضلاب خروجی از صنایع نساجی..... ۶

جدول۱-۲- ساختار شیمیایی انواع رنگزاها..... ۷

جدول۱-۳-میزان اثر بخشی تکنیکهای تصفیه فیزیکی- شیمیایی روی رنگزاهای گوناگون..... ۹

جدول۱-۴- مشخصات رنگزای مورد استفاده ۱۴

جدول۲-۱ مقایسه ویژگیهای کربن فعال دانه ای و پودری..... ۱۸

جدول۲-۲- مزایا و معایب راکتورهای فتوکاتالیستی معلق و چسبیده..... ۲۷

جدول۲-۳- باند انرژی فتوکاتالیستها..... ۲۸

جدول۲-۴- مشخصات فیزیکی اکسیدروی..... ۲۹

جدول۴-۱- مشخصات کربن فعال مصرفی پوسته های گردو و بادام..... ۵۰

جدول۴-۲-پارامترهای اندازه گیری شده ودامنه تغییرات آنها در سیستم فیزیکی..... ۵۲

جدول۴-۳-پارامترهای اندازه گیری شده و دامنه تغییرات آنها در سیستم شیمیایی..... ۵۴

جدول ۴-۴-پارامترهای اندازه گیریشده و دامنه تغییرات آنها در سیستم تلفیقی..... ۵۵

جدول۵-۱- مقادیربدست آمده برای پارامترهای چهار ایزوترم مورد بررسی..... ۷۰

جدول۵-۲- نتایج حاصل از برازش داده ها برروی مدلهای سینتیکی جذب..... ۷۱

جدول۵-۳- بررسی اثر پارامترهای آزمایشات شاهد..... ۷۴

جدول۵-۴- مقایسه سیستمهای جدا و تلفیقی در شرایط بهینه..... ۸۷

جدول۵-۵- مقایسه نتیجه تحقیق با مطالعه سایر محققین..... ۹۵

فهرست نمودارها

عنوان **صفحه**

نمودار۴-۱-منحنی λ_{max} رنگزای مورد استفاده در تحقیق ۴۸
نمودار۴-۲- نمودارکالیبراسیون غلظت رنگزای مورد استفاده درتحقیق ۴۸
نمودار۴-۳-مراحل سیستم فیزیکی (آزمایشات اصلی) ۵۲
نمودار۴-۴- مراحل سیستم شیمیایی (آزمایشات اصلی) ۵۳
نمودار۵-۱- منحنی آزمایشpH-driftجهت تعیینpH_{pzc}کربن فعال تجاری پوسته گردو ۵۹
نمودار۵-۲- منحنی آزمایشpH-driftجهت تعیینpH_{pzc}کربن فعال تجاری پوسته بادام ۵۹
نمودار۵-۳- منحنی آزمایشpH-driftجهت تعیینpH_{pzc}کربن فعال تهیه شده پوسته گردو ۵۹
نمودار۵-۴- منحنی آزمایشpH-driftجهت تعیینpH_{pzc}کربن فعال تهیه شده پوسته بادام ۶۰
نمودار۵-۵- اثرتغییراتpHدرراندمان حذف رنگزادرحضورکربن فعال گردو ۶۰
نمودار۵-۶- اثرتغییراتpHدرراندمان حذف رنگزادرحضورکربن فعال بادام ۶۱
نمودار۵-۷- تغییرات ظرفیت جذب کربن فعال پوسته گردو در زمان تعادل ۶۱
نمودار۵-۸- تغییرات ظرفیت جذب کربن فعال پوسته بادام درزمان تعادل ۶۲
نمودار۵-۹- تغییراتpH در طول انجام آزمایش جذب پوسته گردو ۶۲
نمودار۵-۱۰- اثر تغییرات دوز جاذب در راندمان حذف رنگزا درحضور کربن فعال گردو ۶۳
نمودار۵-۱۱- اثر تغییرات دوز جاذب در راندمان حذف رنگزا درحضورکربن فعال بادام ۶۳
نمودار۵-۱۲- تغییرات ظرفیت جذب کربن فعال پوسته گردو در زمان تعادل ۶۴
نمودار۵-۱۳- تغییرات ظرفیت جذب کربن فعال پوسته بادام در زمان تعادل ۶۴
نمودار۵-۱۴- اثر تغییرات غلظت اولیه رنگزا در راندمان حذف در حضورکربن فعال گردو ۶۵
نمودار۵-۱۵- اثر تغییرات غلظت اولیه رنگزا در راندمان حذف درحضورکربن فعال بادام ۶۵
نمودار۵-۱۶- تغییرات ظرفیت جذب کربن فعال پوسته گردو در زمان تعادل ۶۵
نمودار۵-۱۷- تغییرات ظرفیت جذب کربن فعال پوسته بادام در زمان تعادل ۶۶
نمودار۵-۱۸- تعیینزماناشباعکربنفعالپوستهگردو ۶۶
نمودار۵-۱۹- تعیینزماناشباعکربنفعالپوستهبادام ۶۷
نمودار۵-۲۰- بررسیایزوترملانگمایردرجذبسطحیپوستهگردووبادام ۶۸
نمودار۵-۲۱- بررسیایزوترمفرندلیچدرجذبسطحیپوستهگردووبادام ۶۸
نمودار۵-۲۲- بررسیایزوترمتمکیندرجذبسطحیپوستهگردووبادام ۶۹
نمودار۵-۲۳- بررسیایزوترمدوبینین- رادوشکویچدرجذبسطحیپوستهگردووبادام ۶۹

نمودار۵-۲۴- سینتیکمرتبهاولواکنشجذبدرحضورپوستهگردووبادام ۷۱
نمودار۵-۲۵- سینتیکمرتبهدومواکنشجذبدرحضورپوستهگردووبادام ۷۱
نمودار۵-۲۶- بررسیاثر UVتنهابرحذفرنگزاباتوان ۹۰ وات ۷۳
نمودار۵-۲۷- بررسیاثرUVتنهابرحذفرنگزاباتوان ۲۱۰ وات ۷۳
نمودار۵-۲۸- بررسیاثرواکنشپذیریZnOدرتاریکیبرحذفرنگزا ۷۳
نمودار۵-۲۹- بررسیاثرواکنشپذیریZnOدرنور محیطآزمایشگاهبرحذفرنگزا ۷۴
نمودار۵-۳۰- بررسیاثرpHبرمیزانحذفرنگزا ۷۶
نمودار۵-۳۱- تغییراتpHرنگزاباگذشتزمان ۷۶
نمودار۵-۳۲- بررسیاثرغلظتفتوکاتالیستبرمیزانحذفرنگزا ۷۷
نمودار۵-۳۳- بررسیغلظتهایاولیهرنگزادرراندمانحذف ۷۸
نمودار۵-۳۴- مصرفانرژیدرغلظتهایمختلفرنگزا ۷۹
نمودار۵-۳۵- مقایسهمیزانمصرفانرژیدرغلظتهایمختلفرنگزا ۷۹
نمودار۵-۳۶- بررسیاثرشدتتابشUVبرمیزانحذفرنگزا ۸۰
نمودار۵-۳۷- سینتیکشبهمرتبهصفرواکنشفتوکاتالیستی ۸۱
نمودار۵-۳۸- سینتیکشبهمرتبهاولواکنشفتوکاتالیستی ۸۱
نمودار۵-۳۹- سینتیکشبهمرتبهدومواکنشفتوکاتالیستی ۸۱
نمودار۵-۴۰- بررسیاثرغلظتفتوکاتالیستبرمیزانحذفرنگزا در فرایند تلفیقی ۸۳
نمودار۵-۴۱- بررسیاثرغلظتفتوکاتالیستبرمیزانحذفرنگزا در فرایند تلفیقی ۸۳
نمودار۵-۴۲- بررسیاثرغلظتجاذببرمیزانحذفرنگزا در فرایند تلفیقی ۸۴
نمودار۵-۴۳- بررسیاثرغلظتجاذببرمیزانحذفرنگزا در فرایند تلفیقی ۸۴
نمودار۵-۴۴- بررسیاثرغلظتجاذببرمیزانحذفرنگزا در فرایند تلفیقی ۸۵
نمودار۵-۴۵- بررسیاثرغلظتجاذببرمیزانحذفرنگزا در فرایند تلفیقی ۸۵
نمودار۵-۴۶- بررسیاثرشدتتابشبرمیزانحذفرنگزا در فرایند تلفیقی ۸۶
نمودار۵-۴۷- بررسیاثرشدتتابشبرمیزانحذفرنگزا در فرایند تلفیقی ۸۷
نمودار۵-۴۸- تغییراتCOD/COD_0تحتشرایطبهینه ۵ سیستممموردبررسی ۸۹
نمودار۵-۴۹- تغییراتCOD/COD_0فاضلابواقعیتحتشرایطبهینهسیستمفتوکاتالیستی/ جذب ۸۹
نمودار۵-۵۰- طیفجذبیفاضلابسنتزیدرزمانهایمختلف در فرایند تلفیقی ۹۰
نمودار۵-۵۱- طیفجذبیفاضلابسنتزیدرزمانهایمختلف در فرایند تلفیقی ۹۰
نمودار۵-۵۲- طیفجذبیفاضلابسنتزیدرزمانهایمختلف در فرایند تلفیقی ۹۰
نمودار۵-۵۳- طیفجذبیفاضلابسنتزیدرزمانهایمختلف در فرایند تلفیقی ۹۱

نمودار۵-۵۴- طیفجذبیفاضلابسنتزیدرزمانهایمختلف در فرایند تلفیقی..... ۹۱
نمودار۵-۵۵- طیفجذبیفاضلابسنتزیدرزمانهایمختلف در فرایند تلفیقی..... ۹۱
نمودار ۵-۵۶- کروماتوگرافی نمونه اولیه.....۹۲
نمودار ۵-۵۷- طیف LC-mass نمونه اولیه.....۹۲
نمودار ۵-۵۸- کروماتوگرافی نمونه ۱۲ ساعته ۹۳
نمودار ۵-۵۹- طیف LC-mass نمونه ۱۲ ساعته.....۹۳
نمودار ۵-۶۰- کروماتوگرافی نمونه ۱۲ ساعته ۹۴
نمودار ۵-۶۱- طیف LC-mass نمونه ۱۲ ساعته.....۹۴

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱-ساختارشیمیاییرنگزاآبیمستقیم ۷۱ مورداستفادهدرتحقیق ۱۴
شکل ۲-۱-تصویریازکربنفعالپودری،گرانولهوالیافی ۱۷
شکل ۲-۲-ساختارحفراتداخلیکربنفعال ۱۷
شکل ۲-۳- تصویریازنحوهعملکردکربنفعالدرحذفآلاینده ۲۱
شکل ۲-۴- ساختاربلوریاکسیدروی ۲۸
شکل ۲-۵- عملکردفتوکاتالیستیدرحذفموادآلی ۳۰
شکل ۴-۱-سیستمفیزیکیمورداستفادهدرتحقیق ۴۶
شکل ۴-۲-سیستمشیمیاییمورداستفادهدرتحقیق ۴۷
شکل ۴-۳-سیستمتلفیقیمورداستفادهدرتحقیق ۴۷
شکل ۴-۴- میکروگرافSEMکربنفعالدانهایتهیهشده ۵۰
شکل ۴-۵- میکروگرافSEMکربنفعالدانهایخریداریشده ۵۰
شکل ۵-۱- فلوکهشدنرنگزادرpHاسیدی ۷۵

پیشگفتار

مقادیر بسیار متنوعی از رنگزاهای مختلف شیمیایی برای کاربردهای متفاوت صنایع از جمله رنگرزی و نساجی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در میان کل مواد رنگی مصرفی، صنایع نساجی ۶۷ درصد از کل رنگ بازار را مورد استفاده قرار می‌دهد. تولید جهانی و استفاده از این ترکیبات شیمیایی در چند دهه اخیر بطور قابل توجهی افزایش یافته وهزارانترکیباتشیمیایی آنواردمحیطزیستشده که در برابر تجزیه بیولوژیکی مقاوم هستند.فاضلاب صنعت نساجی حاوی BOD و COD بالایی است. بار آلاینده‌های آلی آن می‌تواند چندین برابر بیشتر از فاضلاب‌های عادی و همچنین شامل درصد رنگ بالایی باشد. رنگ‌های مورد استفاده در صنعت نساجی شامل طیف وسیعی از ساختارهای شیمیایی مختلف، عمدتا بر پایه ترکیبات آروماتیک و گروه‌های هتروسیلیک می‌باشند که شامل آمین آروماتیک (C_6H_5-NH_2) مشکوک به سرطان‌زایی و فنیل (C_6H_5-CH_2) و نفتال (NO_2-OH) هستند که هر دو در جذب نور در منطقه قابل رویتاشتراک دارند. گروه آزو یکی از ساختارهای شیمیایی در طبقه‌بندی رنگزاها بوده که در حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد تمامی رنگ‌ها را در بر می‌گیرد. این گروه شامل یک یا چند گروه آزو (N=N) بوده که بیشترین مصرف را در صنایع به ویژه نساجی، غذایی و آرایشی داشته و به دلیل سرطان‌زایی و اثرات نامطلوب بر محیط زیست و همچنین تداخل در اکولوژی آب‌های پذیرنده مورد توجه ویژه‌ای قرار گرفته است، از این رو تصفیه آنها در فاضلاب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

تا کنون روش‌های مختلفی جهت حذف رنگ موجود در پساب صنایع نساجی مورد استفاده قرار گرفته که می‌توان به روش‌های فیزیکی جذب سطحی، فیلتراسیون غشایی، امواج اولتراسونیک و تبادل یونی و همچنین روش‌های شیمیایی از جمله الکترولیز، انعقاد و لخته‌سازی، اکسیداسیون متعارف و پیشرفته و روش‌های بیولوژیکی با استفاده از جلبک، قارچ و باکتری اشاره کرد.

استفاده از فرایندهای فتوکاتالیستی به سبب خصوصیات منحصر بفرد آنها در تجزیه کامل آلاینده‌ها به مواد معدنی همچون آب و دی‌اکسید کربن، سادگی اجرا و عدم نیاز به تجهیزات پیچیده مورد توجه بسیاری از محققین قرار گرفته است. متداول‌ترین فتوکاتالیستهای مورد استفاده شامل (ZnO، ZnS،CdS، Fe_2O_3، TiO_2، WO_3) می‌باشد که در این بین اکسید روی جهت حذف ترکیبات آلی مورد استفاده وسیعی قرار گرفته است. مطالعات نشان داده جهت حذف برخی از رنگ‌ها استفاده از ZnO دارای راندمان بالاتری

نسبت به TiO_2 به خصوص در محلول‌های آبی می‌باشد. از آنجا که اکسید روی دارای باند انرژی (3.2 ev) همانند دی‌اکسید تیتانیوم می‌باشد، ظرفیت کاتالیستی مشابه آن را داراست. علاوه بر این ZnO ارزان‌تر بوده در حالیکه استفاده از TiO_2 در مقیاس بزرگ مقرون به صرفه نمی‌باشد.

جهت حذف آلاینده در فرایند فتوکاتالیستی زمانی که نانو ذرات ZnOدر برابر تابش اشعه UVقرار می‌گیرد به خاطر سطح بالای انرژی لامپ UVنسبت به نانو ذرات اکسید روی، الکترون‌های نانو ذرات برانگیخته شده و ایجاد جفت الکترون-حفره می‌نمایند. ZnOنسبت به سایر کاتالیست‌ها اشعه لامپ UVرا بیشتر جذب می‌کند که سبب تولید بیشتر جفت الکترون- حفره می‌شود. زمانی که نانو ذرات ZnOتوسط هوا و بخارات آب جذب می‌شوند، حفره ایجاد شده با H_2Oواکنش داده و رادیکال آزاد هیدروکسیل را تشکیل می‌دهد. الکترون نیز با مولکول جذب شده بر روی سطح واکنش داده و رادیکال آزاد آنیونی سوپراکسید را تولید می‌کند. محصولات واکنش شامل $O_2^{\circ-}$ و OH°می‌باشند که رادیکال‌های آزاد قوی بوده و خاصیت اکسیدکنندگی شدیدی دارند. آنها می‌توانند پیوندهای شیمیایی نظیر C-C و C-H و O-H و N-H موجود در ترکیبات آلی و همچنین ماکرومولکول‌های آلی را بشکنند و آنها را تبدیل به CO_2 و H_2Oنمایند.

جذب نیز یک تکنیک موثر برای تصفیه فاضلاب حاوی رنگ می‌باشد. کربن فعال به دلیل داشتن مساحت سطحی بالا جاذب خوبی در این امر به شمار می‌آید. کربن فعال دارای تخلخل بالایی است و این منافذ میکرومتخلخل شرایط ویژه‌ای را جهت حذف آماده می‌نمایند. عوامل فیزیکی- شیمیایی بسیار زیادی بر میزان جذب کربن فعال تاثیر دارند مانند اثر متقابل جاذب و جذب‌شونده، اندازه ذرات، مساحت سطحی و ساختار منافذ کربن فعال، خصوصیات مولکول جذب‌شونده، pH، دما و مدت زمان تماس.یک گرم از کربن فعال مساحت سطحی بیش از ۵۰۰ m^2 را داراست، که براساس اندازه منافذ کربن فعال آن را به سه دسته میکرومتخلخل($pw<20A^{\circ}$) ، مزومتخلخل ($20A^{\circ}<pw<500\ A^{\circ}$) و ماکرومتخلخل ($pw>500\ A^{\circ}$) طبقه‌بندی می‌شوند.از آنجایی که تولید کربن فعال و همچنین واردات آن با محدودیت مواجه است می‌توان از مواد طبیعی همچون چوب، زغال، خاک اره و همچنین زائدات کشاورزی جهت تهیه کربن فعال استفاده نمود. در سال‌های اخیر تولیدات کربن فعال از زائدات کشاورزی به دلیل کم‌هزینه بودن و در دسترس بودن رونق یافته است. پوسته گردو و بادام جزئی از زائدات کشاورزی بوده که سالیانه مقادیر

بسیار فراوانی از آنها دفع می‌گردد که در این تحقیق از کربن فعال حاصل از پوسته گردو و بادام به عنوان جاذب استفاده شد.

در این تحقیق سعی شد تا رنگزای Direct Blue 71 (DB71) موجود در فاضلاب صنعت نساجی که پیوندهای دوگانه نیتروژن با خاصیت سرطانزایی دارد با استفاده تلفیقی از فرایند فتوکاتالیستی نانو ذرات ZnO و جاذب طبیعی جدید حاصل از پوسته‌های گردو و بادام که جزو زائدات کشاورزی به حساب می‌آیند حذف شود که این جاذب‌ها به فرایند حذف رنگزا کمک کرده و احتمالا سبب کاهش استفاده از نانو ذرات اکسید روی می‌شوند. قبل از انجام آزمایشات تلفیقی ابتدا شرایط بهینه حذف رنگزا در حضور نانو ذرات اکسید روی، کربن فعال حاصل از پوسته‌های گردو و بادام مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت آزمایشات تلفیقی جذب/ فتوکاتالیستی، فتوکاتالیستی/ جذب و استفاده همزمان جذب- فتوکاتالیستی صورت پذیرفت.

این پایان‌نامه در شش فصل تنظیم شده است. در فصل اول کلیاتی در ارتباط با رنگزاها، طبقه‌بندی و ساختارهای مختلف آنها و مشخصات رنگزای مورد مطالعه، فصل دوم توضیحاتی درباره فرایند فتوکاتالیستی و فرایند فیزیکی جذب کربن فعال می‌باشد. مروری بر مطالعات سایر محققین و هدف از انجام تحقیق نیز در فصل سوم ارائه شده و در فصل چهارم نیز مواد و روش انجام تحقیق و در فصل پنجم نتایج آزمایشات و بحث در ارتباط با آنها آورده شده است. در نهایت جمع‌بندی و پیشنهادات در فصل ششم ارائه گردید.

فصل اول

کلیات