بسم الله
الرحمن الرحیم

تأییدیه اعضای هیأت داوران حاضر در جلسه دفاع

دانشگاه تربیت مدرس

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان‌نامه کارشناسی ارشد

خانم مریم رامین ثابت رشته مهندسی بهداشت حرفه ای پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود را با عنوان حذف اشرشیاکلی جدا شده از هوای اتاقهای عمل بیمارستانی با استفاده از فرآیند فتوکاتالیتیکی نانوذرات اکسید روی تثبیت شده بر روی خاکستر استخوان **در تاریخ** ۸۹/۱۲/۳ **ارائه کردند.**

بدینوسیله اعضای هیات داوران نسخه نهایی این پایان‌نامه را از نظر فرم و محتوا تایید کرده و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد پیشنهاد می‌کنند.

نام و نام خانوادگی و امضاء اعضای هیأت داوران:

دکتر عباس رضایی	(استاد راهنما)
دکترقادر غنی زاده	(استاد مشاور)
دکترحسن اصیلیان	(استاد ناظر)
دکتر احمد جنیدی جعفری	(استاد ناظر)
دکتر علی خوانین	(نماینده تحصیلات تکمیلی)

آیین‌نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی

دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری 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 هیأت علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان نامه/ رساله و درآمدهای حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می باشد ولی حقوق معنوی پدید آورندگان محفوظ خواهد بود.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و با تایید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجوی مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می باشد.

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

ماده ۳- انتشار کتاب و یا نرم افزار و یا آثار ویژه (اثری هنری مانند فیلم، عکس، نقاشی و نمایشنامه) حاصل از نتایج پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و براساس آئین‌نامه‌های مصوب انجام شود.

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

ماده ۵- این آیین‌نامه در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ۸۷/۴/۱ در شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/۴/۲۳ در هیأت رئیسه دانشگاه به تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱۵ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.

«اینجانب **مریم رامین ثابت** دانشجوی رشته **بهداشت حرفه ای** ورودی سال**۱۳۸۷** تحصیلی مقطع **کارشناسی ارشد** دانشکده **علوم پزشکی** متعهد می شوم کلیه نکات مندرج در آیین نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش های علمی دانشگاه تربیت مدرس را در انتشار یافته های علمی مستخرج از پایان نامه / رساله تحصیلی خود رعایت نمایم. در صورت تخلف از مفاد آیین نامه فوق الاشعار به دانشگاه وکالت و نمایندگی می دهم که از طرف اینجانب نسبت به لغو امتیاز اختراع بنام بنده و یا هرگونه امتیاز دیگر و تغییر آن به نام دانشگاه اقدام نماید. ضمناً نسبت به جبران فوری ضرر و زیان حاصله براساس برآورد دانشگاه اقدام خواهم نمود و بدینوسیله حق هرگونه اعتراض را از خود سلب نمودم ».

امضا

تاریخ: ۱۳۸۹/۱۲/۳

آئین‌نامه پایان‌نامه (رساله)های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان‌نامه (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 پایان‌نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به‌طور کتبی به دفتر "دفتر نشر آثار علمی" دانشگاه اطلاع دهد.

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

" کتاب حاضر، حاصل **پایان‌نامه کارشناسی ارشد** نگارنده در رشته **بهداشت حرفه ای** است که در سال **۱۳۸۹** در دانشکده علوم پزشکی دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی **دکتر عباس رضایی** ، مشاوره **دکتر قادر غنی زاده** از آن دفاع شده است.

ماده ۳ : به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به "دفتر نشر آثار علمی" دانشگاه اهداء کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده ۴ : در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به‌عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تادیه کند.

ماده ۵ : دانشجو تعهد و قبول می‌کند در صورت خودداری از پرداخت‌های بهای خسارت، دانشگاه 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 شده نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶ : اینجانب **مریم رامین ثابت** دانشجوی رشته **بهداشت حرفه ای** مقطع **کارشناسی ارشد** تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می‌شوم.

نام و نام خانوادگی:

مریم رامین ثابت

تاریخ و امضا:

۱۳۸۹/۱۲/۳

دانشگاه تربیت مدرس
دانشکده علوم پزشکی

پایان‌نامه

دوره کارشناسی ارشد در رشته بهداشت حرفه ای

عنوان

حذف *اشرشیاکلی* جدا شده از هوای اتاقهای عمل بیمارستانی با استفاده از فرآیند فتوکاتالیتیکی نانوذرات اکسید روی تثبیت شده بر روی خاکستر استخوان

نگارش

مریم رامین ثابت

استاد راهنما

دکتر عباس رضایی

استاد مشاور

دکتر قادر غنی زاده

زمستان ۱۳۸۹

تقدیم به

پدر

و

مادر

عزیزتر از جانم

تشکر و قدردانی

ستایش و سپاس می گویم یگانه آفریننده زیبای هستی را که به من عشق و شور اندیشه در رمز و راز آفریده هایش را داده است.

تشکر و قدردانی ویژه از استاد راهنمای پروژه، جناب آقای **دکتر عباس رضایی** به خاطر راهنمایی ها و پیگیری های علمی، پژوهشی، آموزشی و حمایت های آزمایشگاهی، دارم. همچنین از ایشان به خاطر فراهم آوردن فضایی علمی- پژوهشی با امکانات آزمایشگاهی مناسب و جهت مندی انجام کار گروهی، تشکر و قدردانی دارم.

استاد مشاور پروژه جناب آقای **دکتر قادر غنی زاده**، به خاطر راهنمایی های علمی، پژوهشی، به ویژه پیگیری های ایشان در خصوص چاپ مقاله، کمال تشکر و سپاس را دارم.

جناب آقای دکتر خوانین، مدیر محترم گروه بهداشت حرفه ای و محیط به خاطر برقراری فضای همکاری علمی- پژوهشی بین دانشکده ای و نیز حمایت های مداوم ایشان در طول پروژه تشکر و قدردانی می کنم.

با تشکر از اساتید محترم آقایان دکتر مرتضوی، دکتر اصیلیان و دکتر موسوی، اعضای هیئت علمی گروه بهداشت حرفه ای و محیط که از راهنماییهای علمیشان در طول انجام پروژه بهره مند گشتم.

جناب آقای مهندس سلیمانیان، مسئول محترم آزمایشگاه و جناب آقای سینکی که در تأمین وسایل و امکانات آزمایشگاه صمیمانه مرا یاری فرمودند.

تشکر ویژه از جناب آقای دکتر ولی پور که بدون کمک و همفکریهای ایشان انجام این پروژه میسر نبود. همچنین جناب آقای دکتر رنگ کوی که در خصوص تهیه جاذب از مساعدتهای ایشان بهره مند شدم.

از دوستانم در آزمایشگاه آب و فاضلاب، آقای باقری، آقای خسروی و خانم احمدی به خاطر راهنمایی ها و همفکری های علمی، تحقیقاتی و نیز آموزش تجربیات پژوهشی به اینجانب، کمال تشکر و سپاس را دارم و نیز خانم خلیلی، منشی گروه که هماهنگیهای لازم را در اسرع وقت انجام می دادند، بسیار سپاسگذارم.

از جناب آقای سیاسی نژاد که در ویراستاری این پایان نامه مرا یاری دادند کمال تشکر و سپاس را دارم.

سپاس و قدردانی ویژه به خاطر هرآنچه هستم و دارم از پدر و مادر عزیزم و خواهران مهربانم، مرجان و مینا.

چکیده

مقدمه. میکروارگانیسمها یکی از منابع مهم آلودگی در محیطهای بسته و فضاهای محدود بخصوص بیمارستانها می باشند. این تحقیق، با هدف مطالعه اثر نانو ذرات اکسید روی(ZnO) تثبیت شده بر روی خاکستر استخوان به عنوان یک جاذب معدنی تحت تابش اشعه ماوراء بنفش در حذف *اشرشیاکلی* به عنوان یک مدل باکتری در هوا و به منظور ارتقاء کیفیت محیط شغلی پرسنل شاغل در بیمارستان انجام شد.

مواد و روش ها. خاکستر استخوان در کوره در دمای ۴۵۰ درجه سانتیگراد به مدت ۴ ساعت و نیم تهیه شد و خصوصیات آن با روشهای متداول تعیین گردید. نانو ذرات اکسید روی به عنوان کاتالیست به روش حرارتی بر روی خاکستر استخوان تثبیت و تحت تابش اشعه ماوراء بنفش (UV-C) و (UV-A) به عنوان یک عامل فتوکاتالیستی قوی به منظور از بین بردن بیوآئروسل *اشرشیاکلی* مورد استفاده قرار گرفت.

یافته ها. برای جذب دانسیته باکتریایی۱۰۰۰ عدد در میلی لیتر *اشرشیاکلی* با مقدار وزنی ۱۰ گرم خاکستر استخوان به تنهایی و اندازه ذرات جاذب ۴۰-۲۰ مش (۰/۴-۰/۸۴ mm)، راندمان جذب ۹۹٪ حاصل شد. پس از تثبیت نانو ذرات اکسید روی بر روی جاذب و بکارگیری اشعه ماوراء بنفش، UV-A با توان ۱۵ وات ۹۹٪ و UV-C با همان توان ۹۰٪ راندمان حذف داشتند. لامپ UV-A با شدت تابشهای ۹۰، ۱۲۰ و ۲۴۰ به ترتیب ۳۵، ۸۷ و ۹۹ درصد و در فواصل ۰/۵، ۱و ۲ سانتی متری منبع نور از بستر کاتالیست به ترتیب ۹۹، ۹۱ و۵۵ درصد راندمان حذف باکتری را نشان داد.

بحث و نتیجه گیری. زمان مؤثر برای پاکسازی هوای حاوی *اشرشیاکلی* توسط خاکستر استخوان به تنهایی حدود ۳۰ دقیقه گزارش شد. بعد از تثبیت نانو ذرات اکسید روی و بکارگیری اشعه ماورابنفش نوع UV-A پس از ۱۰ دقیقه راندمان ۹۹٪ حاصل گردید. نتایج مطالعه بیانگر اثر بخشی بیشتر تابش UV-A نسبت به UV-C می باشد و نشان می دهد که افزایش شدت تابش در لامپها رابطه مستقیمی با بهبود راندمان حذف باکتری دارد. همچنین سیستم فتوکاتالیست در فواصل بالاتر از ۲ سانتی‌متر منبع نور از بستر کاتالیتیکی، قادر به حذف بهینه میکروب نیست.

کلید واژه ها: بیمارستان، *اشرشیاکلی*، خاکستر استخوان، بیوآئروسل، فتوکاتالیست، نانو اکسید روی

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه و مروری بر مطالعات گذشته ۱

۱-۱. مقدمه ۲

۱-۲. اهداف و فرضیه های تحقیق ۴

۱-۲-۱. هدف اصلی ۴

۱-۲-۲. اهداف جزئی ۵

۱-۲-۳. فرضیه ها ۵

۱-۳. شیوع عفونتهای بیمارستانی ۶

۱-۳-۱. عوامل مستعدکننده ۶

۱-۳-۲. منابع عفونتهای بیمارستانی ۷

۱-۳-۳. استراتژیهای کنترل عفونت ۸

۱-۳-۴. ایزولاسیون ۹

۱-۳-۵. آمارهای شیوع عفونتهای بیمارستانی ۱۰

۱-۴. جذب ۱۱

۱-۴-۱. تاریخچه فرآیند ۱۱

۱-۴-۲. مزایای فرآیند جذب ۱۱

۱-۴-۳. جاذبها ۱۲

۱-۴-۴. واکنشهای فرآیند جذب ۱۲

۱-۴-۴-۱. جذب سطحی ۱۲

۱-۴-۴-۲. جذب شیمیایی ۱۴

۱-۴-۴-۳. بیوفیلتراسیون ۱۵

۱-۴-۵. سینتیک جذب ۱۵

۱-۴-۶. خصوصیات مواد جاذب ۱۶

۱-۴-۶-۱. کربن فعال ۱۷

۱-۴-۶-۲. خاکستر استخوان ۱۹
۱-۴-۷. انتخاب خاکستر استخوان ۲۱
۱-۴-۸. ایزوترمهای جذب ۲۲
۱-۴-۸-۱. دسته بندی ایزوترمهای جذب ۲۳
۱-۴-۸-۲. معادلات ایزوترم ۲۴
۱-۴-۸-۳. ایزوترم جذب لانگمیر ۲۴
۱-۴-۸-۴. ایزوترم جذب فروندلیچ ۲۵
۱-۴-۸-۵. ایزوترم BET ۲۶
۱-۴-۹. مدلهای جذب عوامل باکتریایی ۲۷
۱-۵. کاتالیزورها ۲۸
۱-۵-۱. مساحت سطوح تخلخل ۲۹
۱-۶. تکنولوژی نانو ۳۰
۱-۶-۱. کاربردهای فناوری نانو ۳۱
۱-۶-۲. خطرات نانوذرات بر سلامتی انسان ۳۵
۱-۷. اشعه ماوراء بنفش ۳۶
۱-۸. AOPs ۳۸
۱-۹. فتوکاتالیست ۳۹
۱-۹-۱. اصول فرایند فتوکاتالیستی ۴۰
۱-۹-۲. انواع فتوکاتالیستها ۴۰
۱-۹-۳. تأثیر کمیتهای فیزیکی بر واکنشهای کاتالیستی و فتوکاتالیستی ۴۱
۱-۹-۳-۱. جرم کاتالیست ۴۱
۱-۹-۳-۲. طول موج تابشی ۴۲
۱-۹-۳-۳. شار فرودی ۴۲
۱-۹-۳-۴. فشار ۴۳

۱-۹-۴. نانوفتوکاتالیست ۴۳
۱-۱۰. دی اکسید تیتانیم TiO_2 ..... ۴۴
۱-۱۰-۱. فتو اکسیداسیون روی دی اکسید تیتانیم ۴۵
۱-۱۰-۲. رآکتورهای فتو کاتالیستی مورد استفاده دی اکسید تیتانیم / اشعه UV ۴۹
۱-۱۱. نانو ذرات اکسید روی (ZnO) ۴۹
۱-۱۲. اقدامات ایمنی و دستورالعملهای بهداشتی ۵۲
۱-۱۳. روش آماری مورد استفاده در این مطالعه ۵۳
۱-۱۴. مطالعات انجام شده بر روی خاکستر استخوان ۵۳
۱-۱۵. جذب باکتری در سطوح جامد ۵۵
۱-۱۶. حذف فتوکاتالیتیک *اشریشیاکلی* با استفاده از نانوذرات تثبیت شده ZnO ۵۶
۱-۱۷. نقش کربن فعال در افزایش جذب کاتالیست ۶۰

فصل دوم: مواد و روشها ۶۲
۲-۱. تهیه خاکستر استخوان و تعیین مشخصات آن ۶۳
۲-۲. تعیین ویژگی های خاکستر استخوان ۶۳
۲-۲-۱. دانه بندی خاکستر استخوان ۶۳
۲-۲-۲. تعیین عدد یدی خاکستر استخوان ۶۴
۲-۲-۳. تعیین دانسیته ظاهری خاکستر استخوان ۶۶
۲-۲-۴. تعیین در صد تخلخل بستری و وزن مخصوص خاکستر استخوان ۶۶
۲-۲-۵. تعیین سطح ویژه جاذبها با روش BET ۶۷
۲-۲-۶. تعیین pH_{ZPC} ۶۸
۲-۲-۷. تعیین مشخصات ساختاری خاکستر استخوان ۶۸
۲-۳. پوشاندن خاکستر استخوان با نانو ذرات اکسید روی ۶۹
۲-۴. کشت و تهیه نمونه های باکتریائی ۷۰

۲-۵. نگهداری باکتری در محیط کشت حاوی ۱۵٪ گلیسرول ۷۰
۲-۶. تهیه لوله های استاندارد مک فارلند ۷۱
۲-۷. آماده سازی تلقیح با استفاده از استاندارد مک فارلند ۷۱
۲-۸. کشت باکتری ۷۲
۲-۸-۱. روش کشت باکتری در محیط کشت مایع ۷۳
۲-۸-۲. روش کشت باکتری در محیط جامد ۷۳
۲-۹. نحوه آماده سازی محیط کشت N. A (آگار مغذی) ۷۴
۲-۱۰. جذب باکتری توسط خاکستر استخوان در حالت ناپیوسته ۷۶
۲-۱۱. آماده سازی پایلوت جذب و سیستم فتوکاتالیست ۷۷
۲-۱۱-۱. سیستم جذب ۷۸
۲-۱۱-۲. تهیه بیوآئروسل *اشرشیاکلی* ۷۸
۲-۱۱-۳. آماده سازی سیستم فتوکاتالیست ۷۹
۲-۱۱-۴. خروجی سیستم فتوکاتالیست ۷۹
۲-۱۲. اندازه گیری میزان اشعه ماوراء بنفش ۸۰
۲-۱۳. متغییرهای مورد آزمایش ۸۱
۲-۱۴. روش آماری RSM ۸۲

فصل سوم: نتایج و یافته ها ۸۳
۳-۱. نتایج مشخصات خاکستر استخوان ۸۴
۳-۱-۱. دانه بندی، تخلخل و دانسیته ظاهری ۸۴
۳-۱-۲. عدد یدی خاکستر استخوان ۸۵
۳-۱-۳. pH_{ZPC} خاکستر استخوان ۸۶
۳-۱-۴. مشخصات ساختاری خاکستر استخوان ۸۷
۳-۱-۵. سطح ویژه خاکستر استخوان ۸۸

۳-۲. مشخصات ساختاری خاکسترهای پوشیده شده با نانو ذرات اکسید روی ۹۰
۳-۳. نتایج جذب *اشرشیاکلی* در خاکستراستخوان ۹۲
۳-۳-۱. محاسبه سینتیک جذب ۹۲
۳-۳-۲. نتایج ایزوترمهای جذب ۹۴
۳-۳-۳. تأثیر غلظتهای مختلف *اشرشیاکلی* در راندمان جذب ۹۵
۳-۳-۴. تأثیر مقدار وزنی خاکستر استخوان در جذب بیوآئروسل *اشرشیاکلی* ۹۷
۳-۳-۵. تأثیر مقدار دبی بیوآئروسل در جذب *اشرشیاکلی* توسط خاکستر استخوان ۹۷
۳-۳-۶. تأثیر اندازه ذرات خاکستر استخوان در راندمان جذب بیوآئروسل *اشرشیاکلی* ۹۹
۳-۳-۷. تأثیر زمان در جذب بیوآئروسل *اشرشیاکلی* توسط خاکستر استخوان ۱۰۰
۳-۳-۸. نتایج آنالیز متغییرها توسط روش آماری RSM ۱۰۰
۳-۴. نتایج سیستم فتوکاتالیست در حذف بیوآئروسل *اشرشیاکلی* ۱۰۴
۳-۴-۱. نتایج حذف بیوآئروسل *اشرشیاکلی* توسط BC/ZnO بدون تابش UV ۱۰۴
۳-۴-۲. نتایج حذف بیوآئروسل *اشرشیاکلی* توسط BC/ZnO درحضور تابش UV ۱۰۵
۳-۴-۳. تأثیر نوع لامپ (UV-C ،UV-A)، شدت تابش و فاصله آن بر حذف بیوآئروسل ۱۰۷
۳-۴-۴. تعیین میزان بهینه کاتالیست (نسبت وزن نانو ذرات اکسید روی به وزن خاکستر استخوان جهت تثبیت) ۱۱۰

فصل چهارم: بحث، نتیجه گیری و پیشنهادها ۱۱۲
۴-۱. بحث و نتیجه گیری مشخصات خاکسترهای استخوان ۱۱۳
۴-۱-۱. بحث در مورد دانه بندی، تخلخل و دانسیته ظاهری خاکستر استخوان ۱۱۳
۴-۱-۲. بحث در مورد عدد یدی خاکستر استخوان ۱۱۶
۴-۱-۳. بحث در مورد pH_{ZPC} خاکستر استخوان ۱۱۷
۴-۱-۴. بحث در مورد مشخصات ساختاری خاکستر استخوان ۱۱۸
۴-۱-۵. بحث در مورد سطح ویژه خاکستر استخوان ۱۲۰

۴-۲. بحث در مورد مشخصات ساختاری خاکسترهای پوشیده شده با نانو ذرات اکسید روی ۱۲۴
۴-۳. بحث در مورد جذب *اشرشیا کلی* در خاکستر استخوان ۱۲۵
۴-۴. بحث در مورد سیستم فتوکاتالیست در حذف بیوآئروسل *اشرشیاکلی* ۱۲۸
۴-۵. بحث در مورد تعیین میزان بهینه کاتالیست ۱۳۲
۴-۶. نتیجه گیری ۱۳۳
۴-۷. پیشنهادها ۱۳۵
فهرست منابع ۱۳۶
چکیده انگلیسی ۱۴۹

فهرست جداول

جدول۱-۱. روشهای کنترلی برخورد با عفونتهای بیمارستانی ۹

جدول۱-۲. مکانیسمهای جذب باکتری در سطوح جامد ۲۸

جدول۲-۱. حجم محلولهای مورد نیاز جهت تهیه لوله های استاندارد مک فارلند ۷۲

جدول۲-۲. متغیرهای مورد بررسی ۸۱

جدول۳-۱. مقادیر ثابت معادلات سینتیک برای *Ecoli* جذب شده روی خاکستر استخوان ۹۴

جدول۳-۲. خلاصه مقادیر ثابت در ایزوترمهای لانگمیر و فروندلیچ ۹۵

جدول۳-۳. طرح مقادیر آزمایشی متغییرها و نتایج آنها توسط RSM ۱۰۱

جدول۳-۴. توان و شدت تابش لامپهای UV-C و UV-A مورد استفاده در مطالعه ۱۰۷

فهرست نمودارها

نمودار ۳-۱. دانه بندی ذرات خاکستر استخوان ۸۴

نمودار۳-۲. نمودار عدد یدی خاکستر استخوان ۸۵

نمودار۳-۳. تعیین pH_{ZPC} خاکستر استخوان ۸۶

نمودار۳-۴. منحنی EDX خاکستر استخوان ۸۷

نمودار۳-۵. منحنی XRD خاکستر استخوان ۸۸

نمودار۳-۶. نمودار جذب/واجذب گاز ازت در خاکستر استخوان ۸۹

نمودار۳-۷. منحنی تعیین سطح BET خاکستر استخوان ۹۰

نمودار۳-۸. منحنی EDX خاکستر استخوان پوشیده شده با نانوZnO ۹۲

نمودار۳-۹. ایزوترم جذب لانگمیر *E.coli* روی خاکستر استخوان ۹۴

نمودار۳-۱۰. ایزوترم جذب فروندلیچ *E.coli* روی خاکستر استخوان ۹۵

نمودار۳-۱۱. تأثیر دانسیته اولیه باکتریایی در جذب باکتری*E.coli* در خاکستر استخوان ۹۶

نمودار۳-۱۲. تأثیر مقدار وزنی خاکستر استخوان در جذب بیوآئروسل *اشرشیاکلی*..... ۹۷

نمودار۳-۱۳. تأثیر دبی بیوآئروسل در راندمان جذب *اشرشیاکلی*..... ۹۸

نمودار۳-۱۴. تأثیر اندازه ذرات جاذب در راندمان جذب ۹۹

نمودار۳-۱۵. تأثیر زمان در جذب *اشرشیاکلی* بر روی خاکستر استخوان ۱۰۰

نمودار۳-۱۶. تأثیر ترکیبی غلظت اولیه *E.coli* و مقدار جاذب روی راندمان جذب *E.coli* در دبی ثابت (۲ لیتر بر دقیقه) ۱۰۱

نمودار۳-۱۷ تأثیر ترکیبی دبی و غلظت اولیه *E.coli* روی راندمان جذب *E.coli* در مقدار ثابت جاذب (۳ گرم) ۱۰۲

نمودار۳-۱۸. تأثیر ترکیبی دبی هوا و مقدار جاذب روی راندمان جذب *E.coli* در غلظت ثابت اولیه *E.coli* ($۱۰^۶$ عدد باکتری در میلی لیتر) ۱۰۳

نمودار۳-۱۹. تأثیر زمان در جذب *اشرشیاکلی* از روی بستر BC/ZnO بدون تابش UV ۱۰۴

نمودار۳-۲۰. تأثیر زمان در حذف *اشرشیاکلی* از روی بستر BC/ZnO در حضور تابش UV..... ۱۰۵

نمودا ۳-۲۱. راندمان حذف باکتری *اشرشیاکلی* توسط سه روش عبور از خاکستر استخوان، بستر کاتالیست BC/ZnO و سیستم فتوکاتالیست ۱۰۶

نمودار۳-۲۲. مقایسه راندمان جذب باکتری قبل و بعد از اشباع بستر فتوکاتالیست ۱۰۷

نمودار۳-۲۳. مقایسه توان و شدت تابش لامپهای UV-C و UV-A ۱۰۸

نمودار۳-۲۴. تأثیر فاصله لامپ UV-A از بستر کاتالیست در راندمان حذف باکتری ۱۰۹

نمودار۳-۲۵. متوسط BET سطح ویژه ZnO:BC با نسبتهای مختلف ZnO به BC ۱۱۰

فهرست شکل‌ها

شکل۱-۱. ساختار هیدروکسی آپاتیت کلسیم ۲۰

شکل۱-۲. محدوده طول موجهای پرتوهای یونیزان و غیر یونیزان ۳۷

شکل۱-۳. فرآیند فتوکاتالیست ۳۹

شکل۱-۴. ساختارهای کریستالی دی اکسید تیتانیوم ۴۵

شکل۱-۵. نمایی از واکنشهای فتوکاتالیستی انجام شده در سطح TiO_2 ..... ۴۸

شکل۱-۶. تصویر میکروسکوپ الکترونی نانو ذرات اکسید روی ۵۰

شکل۱-۷. کاربردهای نانوذرات ZnO ۵۲

شکل۲-۱. دانه بندی ذرات خاکستر استخوان ۶۴

شکل۲-۲. میکروسکوپ الکترونی مورد استفاده ۶۹

شکل۲-۳. طرح ساده ستون جاذب مورد استفاده ۷۸

شکل۲-۴. نبولایزر مورد استفاده برای تهیه بیوآئروسل ۷۹

شکل۲-۵. طرح ساده ایمپکتور مورد استفاده ۸۰

شکل۳-۱. تصویر میکروسکوپ الکترونی خاکستر استخوان با ولتاژ ۱۷ کیلو ولت ۸۷

شکل۳-۲. تصویر میکروسکوپ الکترونی خاکستر استخوان پوشیده شده با نانو ZnO..... ۹۱

فصل اول

مقدمه و مروری بر مطالعات گذشته

۱-۱. مقدمه

اهمیت کیفیت هوای داخل ساختمان به این دلیل است که افراد، زمان زیادی را در این محیطها سپری می کنند. امروزه مردم بیش از ۹۰٪ از اوقات شبانه روز را در فضاهای بسته سپری می کنند. هوای محیطهای بسته دارای انواع مختلف میکروارگانیسم ها نظیر باکتریها، ویروسها، قارچها و ... می باشد که اغلب آن ها دارای پتانسیل بیماریزایی بوده و می توانند سلامت انسان را تحت تأثیر قرار دهند. به همین دلیل سازمان بهداشت جهانی بر اهمیت کیفیت هوای داخل ساختمان تأکید کرده است[۱]. بر اساس مطالعه انجام شده توسط آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا[1] (US.EPA)، مخاطرات ناشی از آلودگی هوای محیطهای بسته بیشتر از آلودگی هوای خارج از ساختمان می باشد. مطالعات اپیدمیولوژیکی نشان داده که سندرم ساختمان بیمار[2] (SBS) با کیفیت پایین هوای ساختمان مرتبط است. هرچند منبع مشخصی برای بروز این سندرم ساختمان تعیین نشده است ولی در برخی از منابع یکی از علل تشدید آن تماس با میکروارگانیسم های هوابرد ذکر شده است. بیماری های عفونی و غیر عفونی که در نتیجه استنشاق بیوآئروسل های مختلف ایجاد می شوند نه تنها به ویژگی های بیولوژیکی این بیوآئروسل ها بستگی دارد بلکه تابع تعداد میکروارگانیسم های استنشاق شده و محلی است که این ذرات بیولوژیکی به دام می افتند[۲].

[1] United State Environmental Protection Agency

[2] Sick Building Syndrome