

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده مهندسی

پایان نامه کارشناسی ارشد
گروه مهندسی مواد و متالورژی

سنتز نانوپوشش $\text{Ag-TiO}_2\text{-ZnO}$ به روش های مختلف و اعمال آنها روی پارچه و بررسی خواص آنتی باکتریایی و فتوکاتالیستی آنها

نگارنده:

محمد انصاری

اساتید راهنما:

سید عبدالکریم سجادی

سمانه صاحبیان سقی

استاد مشاور:

الهام کمالی حیدری



دفتر مدیریت تحصیلات تکمیلی

* فرم ارزشیابی پایان نامه کارشناسی ارشد *

شماره: ۹۷-۱۵

تاریخ: ۱۳۹۷/۷/۲۵

پیوست: خلاصه پایان نامه انگلیسی و فارسی

تعداد واحد جبرانی: -

تاریخ دفاع: ۱۳۹۷/۷/۲۵

تاریخ شروع تحصیل: نیمسال اول سال ۹۵

نام و نام خانوادگی دانشجو: محمد انصاری

رشته و گرایش تحصیلی: مهندسی مواد- شناسایی و انتخاب مواد

استادان راهنما: دکتر سید عبدالکریم سجادی - دکتر سمانه صاحبیان سقی

عنوان پایان نامه: " سنتز نانو پوشش $Ag-TiO_2-ZnO$ به روش های مختلف و اعمال آنها روی پارچه و بررسی خواص آنتی باکتریایی و فتوکاتالیستی آنها "

ملاحظات	نمره کسب شده	حداکثر نمره	معیارهای ارزشیابی
	۲/۹	۳	کیفیت نگارش - انسجام در تنظیم و تدوین مطالب، حسن نگارش و رعایت دستورالعمل - کیفیت تصاویر، اشکال و منحنی های استفاده شده
	۱۱/۹	۱۲	کیفیت علمی - بررسی تاریخیچه موضوع و بیان سابقه پژوهش در موضوع - ابتکار و نوآوری - ارزش علمی و یا کاربردی - استفاده از منابع و مواخذ به لحاظ کمی و کیفی (به روز بودن) - کیفیت نظرات و پیشنهادات برای ادامه تحقیق
	۲/۹	۳	کیفیت ارائه - تسلط به موضوع و توانایی در پاسخگویی به سوالات در جلسه دفاع - نحوه ارائه (رعایت زمان، تفهیم موضوع، کیفیت ترانس پرسنی و...)
	۰/۵	۱	مقاله - مقاله مستخرج از پایان نامه که بر اساس دستورالعمل تهیه و به تأیید استاد راهنما رسیده و به همراه پایان نامه تحویل گردیده است
	۱	۱	اتمام به موقع - اتمام به موقع دوره و تحویل گزارشات
	۱۹/۲۰	۲۰	نمره پایان نامه

امضاء	نام دانشگاه	مرتبه علمی	نام و نام خانوادگی	اعضای هیئت داوران
	فردوسی مشهد	استاد	دکتر سیدعبدالکریم سجادی	استادان راهنما
	فردوسی مشهد	استادیار	دکتر سمانه صاحبیان سقی	
	فردوسی مشهد	استاد	دکتر جلیل وحدتی خاکی	استاد دفاع اول
	فردوسی مشهد	استادیار	دکتر سحر ملازاده بیدختی	استاد دفاع دوم
	فردوسی مشهد	استادیار	دکتر سحر ملازاده بیدختی	نماینده کمیته تحصیلات تکمیلی

جلسه دفاع در تاریخ ۱۳۹۷/۷/۲۵ برگزار گردید و نمره نامبرده با عدد ۱۹/۲۰ حروف (نوزده و بیست صدم) می باشد که با توجه به ماده ۲۰

آیین نامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد ناپوسته مصوب ۱۳۷۳/۱۰/۲۵ به آن (درجه عالی) تعلق می گیرد.

نام و نام خانوادگی مدیر گروه: دکتر محمد مینائی

• سهم اعضای هیئت داوران در ارزشیابی یکسان است.

• محاسبه میانگین و اعمال یک نمره مربوط به بخش اتمام به موقع با توجه به تاریخ شروع و پایان تحصیل توسط نماینده تحصیلات تکمیلی گروه انجام می گردد.

* (لطفاً به توضیحات مندرج در پشت برگه توجه فرمائید) *

توضیحات

- ۱ - مطابق مصوبه جلسه ۶۵ شورای تحصیلات تکمیلی دانشگاه، توزیع نمرات سه بخش کیفیت نگارش کیفیت علمی و کیفیت ارائه بین معیارهای ارزشیابی هر بخش مندرج در فرم ارزشیابی به عهده شورای تحصیلات تکمیلی گروه یا دانشکده است.
- ۲ - در مورد پایان نامه های کارشناسی ارشد، سقف نمره بدون مقاله دانشجویان کارشناسی ارشد در فاصله [۱۷-۱۹] است (عدد دقیق برای هر گروه آموزشی بنا به نظر شورای تحصیلات تکمیلی آن گروه تعیین می شود). این نمره طبق ضوابط ذیل می تواند بر اساس مقاله های مستخرج از پایان نامه تا ۲۰ افزایش یابد:
 - الف) هر مقاله در مجلات علمی-پژوهشی معتبر پذیرفته یا چاپ شده ۱ نمره
 - ب) هر مقاله کامل در مجموعه مقالات همایشهای معتبر یا مقاله در مجلات علمی-ترویجی معتبر پذیرفته یا چاپ شده ۰/۷۵ نمره (تا سقف ۱/۵ نمره)
 - ج) خلاصه (یا چکیده مبسوط) مقاله در همایشهای معتبر (با ارائه گواهی ارائه) ۰/۵ نمره (تا سقف ۱ نمره)
- ۳ - مطابق آیین نامه به ازای گذراندن ۱۲ واحد جبرانی یک نیمسال به سنوات افزوده می شود. در صورتی که واحدهای جبرانی کمتر از ۱۲ واحد باشد براساس مصوبه جلسه ۶۵ شورا این زمان به نسبت و به شرح زیر قابل محاسبه است.

تعداد واحدهای جبرانی $\times \frac{1}{5} =$ افزایش سنوات برای دروس جبرانی بر حسب هفته
- ۴ - مطابق مصوبه جلسه ۶۰ شورا، ترکیب اعضاء هیئت داوران به شرح زیر است:

استاد راهنما (استادان راهنما)، استاد مشاور، عضو دفاع (استاد مدعو)، عضو دفاع و نماینده تحصیلات تکمیلی گروه (عضو دفاع دوم نقش نماینده تحصیلات تکمیلی گروه را نیز برعهده دارد).
- ۵ - مطابق مصوبه جلسه ۶۰ شورا، سهم اعضاء هیئت داوران در ارزشیابی پایان نامه یکسان است.
- ۶ - در صورتی که در شرایطی حضور عضو دفاع دوم میسر نباشد مطابق مصوبه جلسه ۶۵ شورا برگزاری جلسه دفاع با سایر اعضاء بلامانع است.
- ۷ - مطابق مصوبه جلسه ۶۴ شورا، در صورتی دانشجو می تواند مبادرت به دفاع از پایان نامه خود بنماید که کلیه دروس مورد نیاز دوره را با موفقیت گذرانده باشد.
- ۸ - مطابق ماده ۲۰ آیین نامه آموزشی درجه پایان نامه کارشناسی ارشد به شرح زیر تعیین می شود:

عالی	بسیار خوب	خوب	قابل قبول	مردود
۱۹ الی ۲۰	۱۸ الی ۱۸/۹۹	۱۶ الی ۱۷/۹۹	۱۴ الی ۱۵/۹۹	کمتر از ۱۴

۹. نماینده تحصیلات تکمیلی باید برحسب اجرای جلسه دفاع در چارچوب آیین نامه آموزشی دوره های تحصیلات تکمیلی نظارت و ترتیبی اتخاذ نماید تا سؤالات در جلسه دفاع منحصر" توسط داوران پرسیده شود و پاسخ به این سؤالات منحصر" توسط دانشجو ارائه گردد (بدیهی است بعد از پاسخ دانشجو، استادان راهنما و مشاور می توانند توضیحات ضروری خود را ارائه نمایند). نماینده تحصیلات تکمیلی مسئول جمع آوری نمرات داوران، استاد راهنما و استاد مشاور (به طور محرمانه) و نیز اخذ میانگین به عنوان نمره نهایی دانشجو است.



اصالت نامه رساله / پایان نامه های دانشگاه فردوسی مشهد

نظر به اتمام تدوین □ رساله ■ پایان نامه با عنوان ستر نانو پوشش $\text{Ag-TiO}_2\text{-ZnO}$ به روش های مختلف و اعمال آنها روی پارچه و بررسی خواص آنتی باکتریایی و فتوکاتالیستی آنها و کد ۴۴۶۵۳ موارد ذیل را متعهد می شوم:

- این رساله / پایان نامه و دستاوردهای آن حاصل پژوهش انجام شده اینجانب بوده و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج سایر پژوهش ها به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- کلیه حقوق مترتب از این اثر شامل مستندات، مقاله، اختراع، دانش فنی، کتاب، نرم افزار، تجهیزات ساخته شده و ... متعلق به دانشگاه فردوسی مشهد می باشد؛ دانشگاه می تواند نسبت به ثبت و نشر آن در هر قالبی، بدون نیاز به کسب اجازه از استادان راهنما و دانشجو و یا پرداخت حق الزحمه، اقدام نماید.
- هر نوع بهره برداری و انتشار دستاوردهای این اثر، واگذاری اطلاعات به دیگران یا چاپ و تکثیر، نسخه برداری، ترجمه و اقتباس از این اثر بدون مجوز معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه ممنوع است.
- حقوق مادی و معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اثر تأثیرگذار بوده اند در بهره برداری و انتشار دستاوردهای آن رعایت می شود.
- در کلیه مراحل انجام این رساله / پایان نامه، مفاد "منشور و موازین اخلاق پژوهش" رعایت شده و هیچ یک از مصادیق تخلفات پژوهشی مندرج در دستورالعمل "نحوه بررسی تخلفات پژوهشی" و قانون "پیشگیری و مقابله با تقلب در زمینه آثار علمی" رخ نداده است.

اینجانب با آگاهی از اینکه گزارش نهایی رساله / پایان نامه در مرکز اطلاع رسانی و کتابخانه مرکزی دانشگاه به عنوان سند رسمی بایگانی می گردد و مطابق ضوابط در دسترس مراجعان قرار می گیرد، متعهد می شوم که این گزارش نسخه نهایی بوده و پس از ارسال امکان هیچ گونه تغییری وجود نخواهد داشت.

دانشجو: محمد انصاری

شماره دانشجویی: ۹۵۲۳۴۷۴۱۰۵

گروه: مهندسی مواد و متالورژی

تاریخ و امضا

رساله / پایان نامه انجام شده توسط دانشجو مطابق آیین نامه ها و قوانین مصوب فوق الذکر با استفاده از ابزارهای موجود نظیر همانندجویی و سایر جستجوهای عمومی اینترنتی بررسی شد و مورد تایید اینجانبان می باشد.

استاد راهنمای دوم: سمانه صاحبیان سقی

مرتبه علمی: استادیار

دانشکده / دانشگاه: دانشکده مهندسی / دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ و امضا

استاد راهنمای اول: سید عبدالکریم سجادی

مرتبه علمی: استاد

دانشکده / دانشگاه: دانشکده مهندسی / دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ و امضا

تقدیم به

مهربان فرشتگانی که :

لحظات ناب باور بودن،

لذت و غروردانستن،

جسارت خواستن، عظمت رسیدن و تمام تجربه‌های یکتا زیبای زندگی،

مدیون حضور سبز آنهاست .

تقدیم به خانواده عزیزم .

سپاس‌گزاری

بی‌پند عمر خویش برباد کنم
تقدیم به آستان استاد کنم

این فیض تو را چگونه می‌یاد کنم
یک قطره ز بحر عشق مولانا را

سپاس بی‌کران پروردگار یکتا را که هستی‌مان بخشید و به طریق علم و دانش رهنمونمان شد و به همنشینی رهروان علم و دانش مفتخرمان نمود و خوشه چینی از علم و معرفت را روزیمان ساخت.

بی‌شک، انجام این تحقیق و تدوین این پایان‌نامه بدون پیگیری‌ها، حمایت‌ها و راهنمایی‌های ارزشمند اساتید گرانقدرم جناب آقای دکتر سید عبدالکریم سجادی و سرکار خانم دکتر سمانه صاحبیان سقی میسر نمی‌شد. کمال تقدیر و تشکر را دارم از سرکار خانم دکتر الهام کمالی حیدری که استاد مشاور اینجانب بودند.

چکیده

فناوری نانو دارای پتانسیل تجاری در صنعت نساجی می‌باشد زیرا که نانوذرات دارای نسبت سطح به حجم بیشتر و انرژی سطحی بالاتری نسبت به ذرات بزرگتر می‌باشند. امروزه پارچه‌های چند منظوره با هدف ایجاد عوامل بازدارنده در برابر باکتری‌ها و قارچ‌ها در کنار خواصی همچون محافظت در برابر اشعه ماوراءبنفش توجه بسیاری از محققین را به خود جلب کرده است. در این تحقیق، نانوذرات نقره، دی‌اکسید تیتانیم، اکسیدروی سنتز و با نسبت‌های مختلف به روش غوطه‌وری روی پارچه‌ی ۱۰۰٪ کتان پوشش داده شد. برای این منظور نانوذرات مذکور در زمینه‌ی پلیمری پلی‌اورتان در محلولی از آب مقطر و استون با استفاده از روش حمام التراسونیک توزیع شد. فعالیت آنتی باکتریایی پارچه‌های کتان پوشش داده شده در برابر باکتری‌های سالمونلا تیفی و شیگلا با استفاده از روش کمی شمارش کلنی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از آزمون پراش اشعه ایکس نشان داد که نانوذرات دی‌اکسید تیتانیم و اکسیدروی با موفقیت سنتز شده است. میزان درصد فازی آنتاز و روتایل در نانوذرات دی‌اکسید تیتانیم به ترتیب ۹۹/۴۳ و ۰/۵۷ است. آنالیز کمی شده‌ی اسپکتروفوتومتر اشعه ماوراءبنفش نیز نشان داد که سنتز نانوذرات کلوئیدی نقره صورت گرفته است و به میزان ۷۷/۹٪ نقره فلزی در محلول کلوئید وجود دارد. آنالیز میکروسکوپ الکترونی روبشی گسیل میدانی (FE-SEM) از نمونه‌های پوشش داده شده گرفته شد. نتایج ارزیابی‌ها نشان داد که پارچه‌های کتان پوشش داده شده با غلظت‌های $(\text{ZnO}-100\text{mg}/500\text{mlH}_2\text{O}$ $\text{TiO}_2-100\text{mg}/500\text{mlH}_2\text{O}$ $\text{Ag}-50\text{mg}/500\text{mlH}_2\text{O}$ $14/68\text{mg}/500\text{mlH}_2\text{O})$ و $(\text{ZnO}-100\text{mg}/500\text{mlH}_2\text{O}$ $\text{TiO}_2-100\text{mg}/500\text{mlH}_2\text{O}$ $\text{Ag}-100\text{mg}/500\text{mlH}_2\text{O}$ $7/34\text{mg}/500\text{mlH}_2\text{O})$ از توزیع‌پذیری یکنواختی نسبت به سایر غلظت‌های به کار برده برخوردار است. علاوه بر این حضور هر یک از نانوذرات روی سطح پارچه کتان توسط آنالیز طیف‌سنجی انرژی اشعه ایکس (EDS) اثبات گردید. با بررسی فعالیت آنتی‌باکتریایی نمونه‌های پارچه توسط روش شمارش کلنی مشخص شد که نمونه $(\text{ZnO}-100\text{mg}/500\text{mlH}_2\text{O}$ $\text{TiO}_2-50\text{mg}/500\text{mlH}_2\text{O}$ $\text{Ag}-50\text{mg}/500\text{mlH}_2\text{O}$ $7/34\text{mg}/500\text{mlH}_2\text{O})$ از فعالیت آنتی‌باکتریایی بهتری در محیط نور UV برخوردار است. بررسی عملکرد فتوکاتالیستی هر یک از پارچه‌های پوشش داده شده نشان داد که تمامی نمونه‌های پارچه دارای فعالیت فتوکاتالیستی بوده و پارچه‌ی پوشش داده شده با غلظت $(\text{ZnO}-100\text{mg}/500\text{mlH}_2\text{O}$ $\text{TiO}_2-50\text{mg}/500\text{mlH}_2\text{O}$ $\text{Ag}-50\text{mg}/500\text{mlH}_2\text{O}$ $7/34\text{mg}/500\text{mlH}_2\text{O})$ قابلیت فتوکاتالیستی بهتری را نسبت به سایر غلظت‌ها دارد.

کلمات کلیدی: پارچه چندمنظوره، نانوذرات نقره، نانوذرات دی‌اکسید تیتانیم، نانوذرات اکسیدروی، خاصیت آنتی‌باکتریایی، رفتار فتوکاتالیستی.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول: مقدمه	۱
۱-۱ مقدمه	۲
فصل دوم: مروری بر منابع مطالعاتی	۵
۱-۲ سطوح آنتی باکتریایی	۶
۱-۱-۲ مقدمه	۶
۲-۱-۲ معرفی پوشش های آنتی باکتریایی	۷
۲-۲ معرفی تعدادی از باکتری های مرسوم	۱۰
۳-۲ مواد مرسوم مورد استفاده در ایجاد پوشش آنتی باکتریایی	۱۲
۴-۲ مواد جدید به کار گرفته شده در پوشش های آنتی باکتریایی	۱۴
۵-۲ سنتز و کاربردهای نانوذرات نقره- دی اکسید تیتانیم- اکسید روی	۱۶
۱-۵-۲ معرفی نانوذرات نقره	۱۷
۱-۱-۵-۲ روش های سنتز نانوذرات نقره	۱۹
۲-۵-۲ معرفی نانوذرات دی اکسید تیتانیم	۲۱
۱-۲-۵-۲ روش های سنتز نانوذرات دی اکسید تیتانیم	۲۲
۳-۵-۲ معرفی نانوذرات اکسید روی	۲۵

۲۷	۱-۳-۵-۲ روش‌های سنتز نانوذرات اکسید روی
۳۰	۶-۲ مکانیزم آنتی باکتریایی و فتوکاتالیستی نانوذرات نقره- دی اکسید تیتانیم- اکسید روی
۳۰	۱-۶-۲ نانوذرات نقره
۳۱	۲-۶-۲ نانوذرات دی اکسید تیتانیم
۳۳	۳-۶-۲ نانوذرات اکسید روی
۳۵	۷-۲ ارزیابی رفتار آنتی باکتریایی و فتوکاتالیستی نانوذرات نقره، دی اکسید تیتانیم و اکسید روی به صورت مجزا و کامپوزیتی
۳۸	فصل سوم: مواد و روش تحقیق
۳۹	۱-۳ مواد آزمایشگاهی
۳۹	۱-۱-۳ مواد مصرفی برای سنتز نانوذرات نقره، دی اکسید تیتانیم و اکسید روی
۳۹	۲-۳ سنتز نانوذرات نقره، دی اکسید تیتانیم و اکسید روی
۳۹	۱-۲-۳ سنتز نانوذرات نقره به روش احیاء شیمیایی
۴۱	۲-۲-۳ سنتز نانوذرات دی اکسید تیتانیم به روش مکانیکی-شیمیایی
۴۲	۳-۲-۳ سنتز نانوذرات اکسید روی به روش رسوبی
۴۳	۴-۳ پوشش دهی پارچه ی کتان با غلظت‌های مختلفی از پلیمر پلی‌اورتان
۴۴	۵-۳ پوشش دهی پارچه کتان به روش غوطه‌وری توسط نانوذرات نقره، دی اکسید تیتانیم و اکسید روی
۴۵	۶-۳ تجهیزات مورد استفاده جهت ارزیابی صحت نانوذرات تولید شده
۴۷	۷-۳ آزمون آنتی‌باکتریایی

۴۷	 ۳-۷-۱ تهیه سویه‌های میکروبی
۴۷	 ۳-۷-۲ تهیه محیط کشت باکتری
۴۷	 ۳-۷-۲-۱ محیط کشت نوترینت آگار
۴۸	 ۳-۷-۲-۲ محیط کشت نوترینت براث
۴۸	 ۳-۷-۳ تهیه استاندارد مک فارلند
۴۸	 ۳-۷-۴ تهیه سوسپانسیون میکروبی ۰/۵ مک فارلند
۴۹	 ۳-۷-۵ آماده سازی محیط کشت
۵۰	 فصل چهارم: نتایج و بحث
۵۱	 ۴-۱ آنالیز پراش اشعه ایکس نانوذرات دی اکسید تیتانیم و اکسید روی
۵۵	 ۴-۲ آنالیز اسپکتروفتومتر اشعه ی ماوراء بنفش از نانوذرات کلئید نقره
۵۶	 ۴-۳ تحلیل اندازه ی نانوذرات کلئید نقره
۵۷	 ۴-۴ آنالیز میکروسکوپ الکترونی و طیف سنجی
۵۷	 ۴-۴-۱ نانوذرات دی اکسید تیتانیم
۵۸	 ۴-۴-۲ نانوذرات اکسید روی
۵۸	 ۴-۴-۳ پارچه‌های پوشش داده شده با غلظت‌های مختلفی از پلیمر پلی‌اورتان
۶۱	 ۴-۴-۴ پارچه‌های پوشش داده شده با نانوذرات نقره- دی اکسید تیتانیم- اکسید روی
۶۱	 ۴-۴-۴-۱ پارچه‌ی پوشش داده شده با غلظت نمونه شماره ۱

۶۵	۲-۴-۴-۴ پارچه‌ی پوشش داده شده با غلظت نمونه شماره ۲
۶۸	۳-۴-۴-۴ پارچه‌ی پوشش داده شده با غلظت نمونه شماره ۳
۷۱	۴-۴-۴-۴ پارچه‌ی پوشش داده شده با غلظت نمونه شماره ۴
۷۴	۵-۴ ارزیابی فعالیت آنتی باکتریایی پارچه کتان پوشش داده شده در برابر دو گونه باکتری مرتبط با انسان
۷۴	۱-۵-۴ روش آزمون شمارش کلونی
۸۰	۶-۴ ارزیابی فعالیت فتوکاتالیستی پارچه‌ی کتان پوشش داده شده با نانوذرات نقره- دی اکسید تیتانیم- اکسید روی
۸۳	فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات
۸۴	۱-۵ نتیجه‌گیری
۸۵	۲-۵ ارائه پیشنهاد برای پروژه های آینده
۸۶	منابع

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول ۱-۳ غلظت‌های نانوذرات استفاده شده جهت پوشش‌دهی پارچه کتان	۴۵
جدول ۱-۴ قابلیت آنتی باکتریایی پارچه‌های پوشش داده شده در طول موج ۶۰۰nm	۷۴
جدول ۲-۴ درصد تجزیه ی متیل اورانژ تحت تابش اشعه‌ی ماوراء بنفش	۸۰

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۱۴	شکل ۱-۲ فرمول‌های ساختاری برخی از مهم‌ترین مواد آنتی‌باکتریایی
۳۲	شکل ۲-۲ واکنش فتوکاتالیستی نانوذرات TiO_2 و اثر ضد باکتریایی آنها به علت تشکیل گونه‌های اکسیژن واکنش پذیر
۴۰	شکل ۱-۳ شماتیک سنتز نانوذرات نقره
۴۱	شکل ۲-۳ نمودار کالیبراسیون جذب بر حسب غلظت محلول کلوئیدی نانوذرات نقره
۴۲	شکل ۳-۳ شماتیک سنتز نانوذرات دی‌اکسید تیتانیم
۴۳	شکل ۴-۳ شماتیک سنتز نانوذرات اکسید روی
۵۲	شکل ۱-۴ آنالیز XRD از نانوذرات دی‌اکسید تیتانیم سنتز شده به روش مکانیکی-شیمیایی
۵۲	شکل ۲-۴ طیف آنالیز XRD نمونه دی‌اکسید تیتانیم بر اساس منابع الف) طیف نمونه، ب) طیف مرجع فاز آناتاز، ج) طیف مرجع فاز روتایل
۵۴	شکل ۳-۴ آنالیز XRD از نانوذرات اکسید روی سنتز شده به روش رسوبی
۵۴	شکل ۴-۴ طیف آنالیز XRD نمونه اکسید روی بر اساس منابع الف) طیف نمونه، ب) طیف مرجع
۵۵	شکل ۵-۴ آنالیز اسپکتروفتومتر اشعه ی ماوراء بنفش از نانوذرات کلوئیدی نقره
۵۶	شکل ۶-۴ نمودار اندازه ذرات بر حسب درصد حجمی و درصد حجمی نانوذرات کلوئید نقره

شکل ۴-۷ تصویر FE-SEM از نانوذرات دی اکسید تیتانیم سنتز شده به روش مکانیکی-شیمیایی (الف)

بزرگنمایی ۱۰۰kx و (ب) بزرگنمایی ۴۰۰kx ۵۷

شکل ۴-۸ تصویر FE-SEM از نانوذرات اکسید روی سنتز شده به روش رسوبی (الف) بزرگنمایی ۷۵kx و (ب)

بزرگنمایی ۳۳۵kx ۵۸

شکل ۴-۹ تصویر Fe-SEM از پارچه ی کتان بدون پوشش (الف) بزرگنمایی ۲۰۰x و (ب) بزرگنمایی ۵۹۹۴۱x

شکل ۴-۱۰ تصویر SEM از پارچه ی پوشش داده شده با غلظت ۱۰ mg پلیمر پلی اورتان (الف) بزرگنمایی

۱kx (ب) بزرگنمایی ۲/۵kx ۶۰

شکل ۴-۱۱ تصویر SEM از پارچه ی پوشش داده شده با غلظت ۱۰۰ mg پلیمر پلی اورتان (الف) بزرگنمایی

۱kx (ب) بزرگنمایی ۳kx ۶۰

شکل ۴-۱۲ تصویر SEM از پارچه ی پوشش داده شده با غلظت ۲۵۰ mg پلیمر پلی اورتان (الف) بزرگنمایی

۱kx (ب) بزرگنمایی ۲/۵kx ۶۱

شکل ۴-۱۳ تصاویر FE-SEM از پارچه ی پوشش داده شده نمونه (۱۰۰mg/۵۰۰ml_{H2O} ZnO- ۱۰۰mg/۵۰۰ml_{H2O} TiO₂-

۵۰mg/۵۰۰ml_{H2O} Ag- ۷/۳۴mg/۵۰۰ml_{H2O}) (الف) بزرگنمایی ۲kx، (ب) بزرگنمایی ۵kx و (ج) بزرگنمایی ۷۵kx

..... ۶۳

شکل ۴-۱۴ آنالیز EDS نمونه (۱۰۰mg/۵۰۰ml_{H2O} ZnO- ۱۰۰mg/۵۰۰ml_{H2O} TiO₂- ۵۰mg/۵۰۰ml_{H2O} Ag-

۷/۳۴mg/۵۰۰ml_{H2O}) (الف) نانوذرات نقره (ب) نانوذرات دی اکسید تیتانیم و (ج) نانوذرات اکسید روی ۶۴

شکل ۴-۱۵ تصویر FE-SEM از پارچه ی پوشش داده شده نمونه (۱۰۰mg/۵۰۰ml_{H2O} ZnO- ۱۰۰mg/۵۰۰ml_{H2O} TiO₂-

۵۰mg/۵۰۰ml_{H2O} Ag- ۱۴/۶۸mg/۵۰۰ml_{H2O}) (الف) بزرگنمایی ۲kx، (ب) بزرگنمایی ۳۵kx و (ج) بزرگنمایی ۷۵kx

..... ۶۶

شکل ۴-۱۶ تصاویر آنالیز EDS نمونه (Ag- ۵۰mg/۵۰۰ml_{H2O} TiO₂- ۱۰۰mg/۵۰۰ml_{H2O} ZnO) (الف) نانوذرات نقره (ب) نانوذرات دی اکسید تیتانیم و (ج) نانوذرات اکسید روی ۶۷

شکل ۴-۱۷ تصویر FE-SEM از پارچه ی پوشش داده شده نمونه (Ag- ۱۰۰mg/۵۰۰ml_{H2O} TiO₂- ۱۰۰mg/۵۰۰ml_{H2O} ZnO) (الف) بزرگنمایی ۲kx، (ب) بزرگنمایی ۱۵kx و (ج) بزرگنمایی ۷۵kx ۶۹

شکل ۴-۱۸ تصاویر آنالیز EDS نمونه (Ag- ۱۰۰mg/۵۰۰ml_{H2O} TiO₂- ۱۰۰mg/۵۰۰ml_{H2O} ZnO) (الف) نانوذرات نقره (ب) نانوذرات دی اکسید تیتانیم و (ج) نانوذرات اکسید روی ۷۰

شکل ۴-۱۹ تصویر FE-SEM از پارچه ی پوشش داده شده نمونه (Ag- ۵۰mg/۵۰۰ml_{H2O} TiO₂- ۵۰mg/۵۰۰ml_{H2O} ZnO) (الف) بزرگنمایی ۲kx، (ب) بزرگنمایی ۵kx و (ج) بزرگنمایی ۷۵kx ۷۲

شکل ۴-۲۰ تصاویر آنالیز EDS نمونه (Ag- ۵۰mg/۵۰۰ml_{H2O} TiO₂- ۵۰mg/۵۰۰ml_{H2O} ZnO) (الف) نانوذرات نقره (ب) نانوذرات دی اکسید تیتانیم و (ج) نانوذرات اکسید روی ۷۳

شکل ۴-۲۱ آزمون آنتی باکتریایی پارچه پوشش داده شده در برابر میکروارگانیزم سالمونلا تیفی در محیط تحت نور UV (U) و محیط تاریک (D) پس از زمان ۳ ساعت (الف) تعداد کلنی تشکیل شده (ب) درصد آنتی باکتریایی ۷۷

شکل ۴-۲۲ آزمون آنتی باکتریایی پارچه پوشش داده شده در برابر میکروارگانیزم شیگلا در محیط تحت نور UV (U) و محیط تاریک (D) پس از زمان ۳ ساعت (الف) تعداد کلنی تشکیل شده (ب) درصد آنتی باکتریایی ۷۹

فصل اول: مقدمه

۱-۱ مقدمه

به تازگی، نیاز به پارچه‌های چند منظوره هوشمند جهت دستیابی به خواصی همچون راحتی و ایمنی برای کاربران افزایش یافته است. برای این منظور بایستی چندین ویژگی مهم در الیاف نساجی مانند حفاظت در برابر ماوراءبنفش، پایداری حرارتی، مقاومت در برابر شعله، آبگریزی، خواص الکتریکی و آنتی باکتریایی ایجاد شود.

منسوجات در زمان های طولانی به عنوان عامل مستعدی جهت رشد میکرو ارگانیسم‌هایی مانند باکتری‌ها و قارچ‌ها شناخته شده‌اند. میکرو ارگانیسم‌های مذکور حتی در شرایط محیطی ممکن است وجود داشته باشد و زمانی که رطوبت، مواد مغذی و دمای مناسب فراهم گردد، تسریع در فرآیند رشد صورت می‌گیرد. رشد میکروب‌ها و باکتری‌ها در منسوجات در طول استفاده یا انبار آن‌ها نه تنها عملکرد خود منسوجات را کاهش می‌دهد، بلکه اثر منفی بر سلامت عمومی خواهد گذاشت. اکثر الیاف‌های مصنوعی، به سبب رفتار آبگریزی، مقاومت زیادی نسبت به حملات میکروارگانیسم‌ها در مقایسه با الیاف طبیعی از خود نشان می‌دهند. اثرات زیان‌آور حملات را می‌توان با استفاده از اعمال مواد ضد باکتری پایدار بر روی پارچه و با استفاده از زیست‌تخریب‌پذیرها و یا با استفاده از ترکیب زیست‌تخریب‌پذیر به الیاف مصنوعی در طی فرآیند اکستروژن کنترل نمود. با این حال، در حالی که پارچه‌های ضد میکروبی مزایای بهداشتی، کنترل بو و حفاظت از پارچه از حملات میکروبی را فراهم می‌آورند، محصولات زیست‌تخریب‌پذیر می‌توانند نگرانی‌هایی برای محیط زیست و استفاده‌کننده‌ها داشته باشند. اکثر مواد زیست تخریب‌پذیر مورد استفاده در منسوجات تجاری مقاومت باکتریایی الیاف را افزایش می‌دهد. با توجه به اندازه کوچک و سطح زیاد، تعدادی از نانوذرات آنتی‌باکتریایی مورد بررسی قرار گرفته است که به عنوان مثال می‌توان به مواد اکسید روی (ZnO)، نانولوله‌های کربنی (CNT)، مس (Cu) و اکسید مس (CuO)، نقره (Ag) و دی اکسید تیتانیم (TiO_2) اشاره کرد. امروزه محققان با کامپوزیت کردن نانوذرات نقره، دی اکسید تیتانیم و اکسید روی به صورت دوتایی توانسته اند خواص آنتی‌باکتریایی و

فتوکاتالیستی آن‌ها را تحت تاثیر قرار دهند. از طرفی محققان با کامپوزیت کردن نانوذرات نقره و اکسید روی به این نتیجه دست یافته اند که با بهینه کردن غلظت نانوذرات نقره می‌توان خواص فتوکاتالیستی کامپوزیت مذکور را بهبود بخشید. همچنین در مورد نانوکامپوزیت دوتایی نانوذرات نقره و دی اکسید تیتانیم به این نتیجه دست یافته اند که نانوکامپوزیت دوتایی مذکور دارای قابلیت آنتی باکتریایی بهتری نسبت به حالت منفرد هر یک از نانوذرات تشکیل دهنده‌ی آن دارد. علاوه بر این، بر اساس گزارشات، نانوکامپوزیت دی اکسید تیتانیم و اکسید روی در حالت (۵۰٪-۵۰٪) دارای فعالیت فتوکاتالیستی بیشتری نسبت به حالت (۷۰٪-۹۰٪) است. بنابراین طبق تحقیقات صورت گرفته از نانوذرات نقره، دی اکسید تیتانیم و اکسید روی به تفکیک و یا به صورت کامپوزیت های دوتایی و سه‌تایی مورد مطالعه قرار گرفته است. باتوجه به ویژگی هایی که این نانوذرات در حالت های منفرد و کامپوزیتی از خود نشان می‌دهند و عدم بررسی نانوذرات مذکور به صورت نانوذرات سه‌تایی منفرد، پایان نامه پیش روی فعالیت آنتی باکتریایی نانوذرات نقره- دی اکسید تیتانیم- اکسید روی را به منظور بررسی خواص آنتی باکتریایی و فتوکاتالیستی نانوذرات سه‌تایی مورد مطالعه و بررسی قرار می‌دهد.

از طرفی تحقیقات برای مواد آنتی‌باکتریایی جدید در شکل کلونیدی یا پوشش های سطحی نیازی کلیدی به شمار می آید. استفاده از فوتوکاتالیست ها به عنوان عوامل آنتی‌باکتریایی بالقوه از اوایل دهه ۱۳۹۰ میلادی مورد بررسی قرار گرفته است. استفاده از نانوذرات فتوکاتالیست دی اکسید تیتانیم (TiO_2) و اکسید روی (ZnO) برای غیرفعال کردن باکتری ها می‌باشد. به طور مشابه، چندین کاتالیزور معمولی و غیر متعارف نیز برای بهره‌وری آنتی باکتریایی مورد مطالعه محققان قرار گرفته است. فوتوکاتالیست به طور گسترده‌ای برای غلبه بر چندین چالش زیست محیطی در جامعه مدرن مورد استفاده قرار گرفته است. چراکه استفاده از نور برای ایجاد تخریب بالقوه و حتی کامل کردن تخریب باکتری، استراتژی سودآوری برای جایگزینی سبز است. با وجود پیشرفت های قابل توجهی در زمینه تکنولوژی در دهه گذشته، هنوز چالش ها و محدودیت هایی وجود دارد که بایستی مورد توجه قرار گیرد. که از این چالش ها می‌توان به اتخاذ روش هایی نام برد که در کنار تولید

نانوذرات با میزان خلوص بالا بتوان در تولید در مقیاس صنعتی از آن‌ها استفاده نمود. با این وجود روش‌هایی که بتوان مورفولوژی نانوذرات و فازهای ناخواسته را کنترل کرد محدود می‌باشد از طرفی با کنترل درصد فازهای تشکیل شده و اندازه‌ی نانوذرات می‌توان خواص آنتی‌باکتریایی و فتوکاتالیستی را تحت تاثیر قرار داد که پایان نامه‌ی پیش روی در راستای تحقق این مواد نیز صورت گرفته است.

در این تحقیق نانوذرات نقره، دی‌اکسیدتیتانیم و اکسید روی به ترتیب به روش‌های احیاء شیمیایی، مکانیکی-شیمیایی و روش رسوبی سنتز و با استفاده از پلی‌اورتان روی پارچه‌ی ۱۰۰٪ کتان پوشش داده شدند. غلظت نانوذرات و پلیمر، اندازه‌ی ذرات، توزیع یکنواخت نانوذرات بر روی پارچه، مورد مطالعه قرار می‌گیرد. علاوه بر این تاثیر دو فازی بودن نانوذرات دی‌اکسیدتیتانیم و کلوئیدی بودن نانوذرات نقره و تاثیر نانوذرات اکسیدروی بر خواص آنتی‌باکتریایی و فتوکاتالیستی این ذرات روی پارچه در برابر دو گونه‌ی باکتریایی مرتبط با انسان مورد بررسی قرار گرفت.