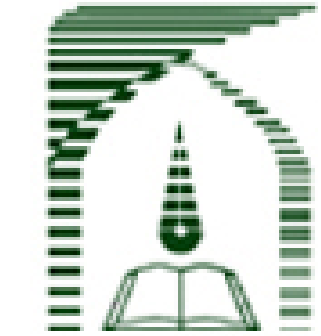
بسم الله الرحمن الرحيم



دانشکده علوم پایه

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد فیزیک (اتمی- مولکولی)

عنوان:

بررسی خواص اپتیکی و الکتریکی اثرآلایش نانوذرات نقره واکسید نئودیمیوم بر نانو فیبرهای دی اکسید تیتانیوم

نگارش:

عباس مبشری

استاد راهنما:

دکتر رسول ملک فر

بهمن ۸۸

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 وکرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران لازم است اعضای هیأت‌علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی با همانگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان‌نامه/رساله و درآمدهای حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می‌باشد ولی حقوق معنوی پدیدآورندگان 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 پایان‌نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می‌باشد.

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 نرم‌افزار و یا آثار ویژه حاصل از نتایج پایان‌نامه / رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده‌ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده‌ها، 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 یافته‌ها 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 تاریخ ۸۷/۴/۱ در شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/۴/۲۳ در هیأت‌رئیسه دانشگاه به تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱۶ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.

بسمه تعالی

آیین‌نامهٔ چاپ پایان‌نامه (رساله)های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرّس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان‌نامه (رساله)های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرّس، مبیّن بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش‌آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

مادهٔ ۱ در صورت اقدام به چاپ پایان‌نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.

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

«کتاب حاضر، حاصل پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد/رسالهٔ دکتری نگارنده در رشتهٔ فیزیک است که در سال ۱۳۸۸ در دانشکدهٔ علوم پایه دانشگاه تربیت مدرّس به راهنمایی سرکار خانم/جناب آقای دکتر سهیل بکلوفر، مشاورهٔ سرکار خانم/جناب آقای دکتر ــــ و مشاورهٔ سرکار خانم/جناب آقای دکتر ــــ از آن دفاع شده است.»

مادهٔ 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 اهدا کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

مادهٔ ۴ در صورت عدم رعایت مادهٔ ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ‌شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرّس، تأدیه کند.

مادهٔ ۵ دانشجو تعهد و قبول می‌کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواند خسارت 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 مادهٔ ۴ را از محلّ توقیف کتابهای عرضه‌شدهٔ نگارنده برای فروش، تأمین نماید.

مادهٔ ۶ اینجانب عباس مشری دانشجوی رشته فیزیک اتم و مولکول مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می‌شوم.

نام و نام‌خانوادگی: عباس مشری

تاریخ و امضا: ۸۸/۱۱/۲۰

بسمه تعالی

دانشکده علوم پایه

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد

اعضای هیئت داوران نسخهٔ نهایی پایان‌نامه آقای **عباس مبشری** رشته **فیزیک** تحت عنوان:«**بررسی خواص اپتیکی و الکتریکی اثر آلایش نانوذرات نقره و اکسید نئودیمیوم بر نانوفیبرهای دی اکسید تیتانیوم**» از نظر فرم و محتوا بررسی نموده و آنرا برای اخذ درجهٔ کارشناسی‌ارشد مورد تائید قرار دادند.

اعضای هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضاء
۱- استاد راهنما	دکتر رسول ملک فر	دانشیار	
۲- استاد ناظر داخلی	دکتر اسماعیل ساعی ور	دانشیار	
۳- استاد ناظر داخلی	دکتر احمد یزدانی	دانشیار	
٤- استاد ناظر خارجی	دکتر محمدرضا خانلری	دانشیار	
٥- نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر احمد یزدانی	دانشیار	

تقدیم به:

پدر مهربان و بزرگوارم

مادر دلسوز و فداکارم

همسرم، سراینده عشق و محبت زندگیم

و

فرزندان دلبندم

تقدیم و تشکر

حمد و سپاس خداوند عزوجل که آموخت به انسان قدرت خواندن را که بیاموزد هر آنچه را که نمی داند و به شکرانه این موهبت عظیم سجده بر آستانش گذارد و شکرگزار نعمتش باشد.

اکنون که به تفضل یاری پروردگار بار دیگر به توفیقی نائل آمدم بجاست که از همه کسانی که مرا در طی این دوره یاری نمودند تشکرو قدردانی نمایم. ضمن سپاسگزاری از الطاف حضرت دوست، تشکر نمایم از راهنمائی های استاد ارجمند و گرانقدر آقای دکتر ملک فر، اساتید محترم بخش فیزیک دانشگاه تربیت مدرس، کارکنان و مسئولین بخش، آقای مهندس اله آبادی، دوستان گرام و عزیز بنده که مرا در انجام این پژوهش یاری نمودند از صمیم قلب تشکر و قدردانی نمایم.

من اله توفیق

انشاالله

چکیده

امروزه از نقطه نظراستفاده صنعتی، پزشکی و سایر علوم مرتبط استفاده بهینه از مواد، در اندازه زیر میکرون و نانومتر مورد توجه خاص دانشمندان و پژوهشگران قرار دارد. در زمینه کاربردی نمودن این مواد نیز مطالعات زیادی صورت گرفته است تا بتوانند به روشی آسان، کارآمد، قابل کنترل و مقرون به صرفه دست یابند. در این پایان نامه نیز سعی شده است که چند روش معرفی و به روش ریسندگی الکتریکی در تهیه الیاف نانویی دی اکسید تیتانیوم بپردازیم. ابتدا در این تحقیق نانوذرات TiO_2 به صورت پودر، به روش سل-ژل تهیه و جهت اطمینان از خلوص آنها و بررسی فاز ایجاد شده در مقایسه با سایر ساختارهای این ماده، تحت تجزیه و تحلیل طیف سنجی رامان قرار دادیم. مشخص گردید که نمونه ها نانوذرات خالص TiO_2 هستند و هیچ گونه ناخالصی در ساختارهای آن وجود ندارد. سپس جهت تهیه فیبر از این ماده، آن را بصورت محلول با آب دو بار تقطیر شده و اتانول با درصدهای معین، جهت فرآیند ریسندگی و تولید الیاف آن با پلیمرهای پلی وینیل پیرولیدون و پلی وینیل الکل با نسبت های مشخص ترکیب نمودیم سپس با استفاده از تصاویر میکروسکوپ الکترونی، از سطح نمونه ها، اندازه الیاف های نانویی مشخص گردید که نمونه الیاف ها در اندازه های زیر میکرون و اندازه ای تا حدودی زیر ۱۰۰ نانومتر دارند. در ادامه با روش های آزمایشگاهی، کلوئید نقره در آزمایشگاه به دلیل مقرون به صرفه بودن تهیه و به محلول پلیمری TiO_2 به روش مافوق صوت آلائیده شد و همچنین اکسید نئودیمیوم با خلوص بالا نیز به آن آلائیده و نانوفیبرهای هردو ماده به روش ریسندگی الکتریکی تهیه و با دستگاه طیف سنجی پس پراکندگی رامان، پراش اشعه X (XRD)، طیف سنجی UV/Vis و میکروسکوپ الکترونی (SEM) و در نهایت تاثیر میدان الکتریکی و تعیین ضریب رسانندگی فیبرها از طریق طیف سنجیFTIR و روابط کرامرز- کرونیگ بررسی و نتایج مورد تجزیه وتحلیل قرار گرفتند.

کلید واژه ها : پودر دی اکسید تیتانیوم، ریسندگی الکتریکی، الیاف نانویی، سل-ژل، طیف سنجی رامان، پلی وینیل پیرولیدون، پلی وینیل الکل، میکروسکوپ الکترونی (SEM)، پراش اشعه X، طیف سنجی UV/Vis، FTIR

عنوان	فهرست مطالب	صفحه

فصل اول : ۱
معرفی ساختار نانویی، انواع فرآیند تولید نانوفیبرها و معرفی روش ریسندگی الکتریکی..... ۱
۱-۱: مقدمه ۲
۱-۲: انواع فرآیند های تولید نانو الیاف..... ۳
۱-۲-۱: پلیمر شدن در قاب‌هایی با سوراخ‌های نانو..... ۳
۱-۲-۱-۱: ساز و کار روش تولید قابی ۴
۱-۲-۱-۲: خصوصیات روش قا بی..... ۵
۱-۲-۱-۳: محدودیت‌های روش تولید قا بی..... ۵
۱-۲-۲: جدایش فازی ۶
۱-۲-۲-۱ : محدودیت‌های روش جدایش فازی ۷
۱-۲-۳: خودآرایی..... ۷
۱-۲-۳-۱: انواع پلیمرهای خودآرا..... ۸
۱-۲-۳-۲: محدودیت های روش خود آرا..... ۹
۱-۲-۴: روش کشش سطحی..... ۹
۱-۲-۴-۱: محدودیت ها ی روش کشش سطحی..... ۱۰
۱-۲-۵: ریسندگی الکتریکی..... ۱۱
۱-۲-۵-۱: تاریخچه..... ۱۱
۱-۲-۵-۲: ساز و کار ریسندگی الکتریکی..... ۱۲
۱-۲-۵-۳: مزیت های روش ریسندگی الکتریکی ۱۳
۱-۲-۵-۴: محدودیت‌های روش ریسندگی الکتریکی..... ۱۳
۱-۲-۵-۵: انواع روشهای ریسندگی الکتریکی..... ۱۴
۱-۳: بررسی نسبی انتشارات تحریری روش ریسندگی الکتریکی درجهان..... ۱۴
۱-۴: انواع پلیمرهایی که ریسندگی الکتریکی شده اند..... ۱۵
۱-۵: بخش‌های اصلی فرآیند ریسندگی الکتریکی..... ۲۰
۱-۵-۱: منبع ولتاژ بالا..... ۲۰
۱-۵-۲: سوزن..... ۲۱
۱-۵-۳: سرنگ ۲۲

۱-۵-۴: جمع کننده ۲۲
۱-۶: اجزای فرعی فرآیند ریسندگی الکتریکی..... ۲۳
۱-۶-۱: میله حرارتی..... ۲۳
۱-۶-۲: موتور..... ۲۴
۱-۶-۳: پمپ..... ۲۴
۱-۷: بخش‌های مختلف جت پایدار..... ۲۵
۱-۷-۱: ناحیه پایه..... ۲۵
۱-۷-۲: ناحیه جت ۲۵
۱-۷-۳: ناحیه پخش شوندگی..... ۲۶
۱-۷-۴: ناحیه جمع شوندگی..... ۲۶

فصل دوم ۲۷

عوامل و پارامترهای مؤثر در تولید انواع الیاف نانویی به روش ریسندگی الکتریکی..... ۲۷

۲-۱: مقدمه..... ۲۸
۲-۲: عوامل و پارامترهای مختلف در تولید انواع الیاف نانوئی..... ۲۹
۲-۲-۱: عوامل سامانه..... ۲۹
۲-۲-۱-۱: گرانروی و غلظت محلول پلیمری..... ۲۹
۲-۲-۱-۲: وزن مولکولی پلیمر ۳۰
۲-۲-۱-۳: تنش سطحی ۳۱
۲-۲-۲: پارامترهای پروسه..... ۳۲
۲-۲-۲-۱: پتانسیل اعمالی..... ۳۲
۲-۲-۲-۲: سرعت شارش..... ۳۳
۲-۲-۲-۳: نمک‌های یونی..... ۳۳
۲-۲-۲-۴: pH محلول ۳۴
۲-۲-۲-۵: سرعت چرخش جمع کننده ۳۵
۲-۲-۲-۶: فاصله نوک سوزن از جمع کننده..... ۳۶
۲-۲-۳: عوامل محیطی..... ۳۶
۲-۲-۳-۱: رطوبت..... ۳۶
۲-۲-۳-۲: فشار..... ۳۷
۲-۳: نحوه تولید الیاف مرتب..... ۳۸

۲-۳-۱: جمع کننده استوانه‌ای با سرعت چرخش بالا..... ۳۸
۲-۳-۲: استفاده از الکترود / میدان الکتریکی کمکی ۳۹
۲-۳-۳: استفاده از چرخ نازک با لبه تیز..... ۴۰
۲-۳-۴: استفاده از جمع کننده قابی..... ۴۱
۲-۳-۵: سایر روش‌ها..... ۴۲
۲-۴: نحوه تولید الیاف دانه تسبیح..... ۴۳
۲-۴-۱: اثر گرانروی..... ۴۴
۲-۴-۲: چگالی بار کلی..... ۴۶
۲-۴-۳: کشش سطحی..... ۴۷
۲-۵: ریسندگی الکتریکی و تولید انواع الیاف کاربردی ۴۷
۲-۵-۱: کاربرد آلایندگی وتصفیه ای الیاف ۵۰
۲-۵-۲: کاربردهای زیستی ومصنوعات پزشکی ۵۱
۲-۵-۲-۱: اندام‌های مصنوعی پزشکی..... ۵۱
۲-۵-۲-۲: قاب بافتی ۵۱
۲-۵-۲-۳: چسب زخم..... ۵۲
۲-۵-۲-۴: انتقال دارو و ترکیب دارو..... ۵۳
۲-۵-۲-۵: مواد آرایشی..... ۵۳
۲-۵-۲-۶: لباس‌های محافظ نظامی..... ۵۴
۲-۵-۲-۷: کاربردهای نوری و الکتریکی ۵۴
۲-۵-۲-۸: سایر کاربردها..... ۵۵
۲-۶: تولید الیاف اکسیدی ۵۶

فصل سوم: ۵۸

معرفی ساختارهای دی اکسید تیتانیوم،کاربردها و روش های تهیه پودرهای نانویی آن..... ۵۸

۳-۱: مقدمه..... ۵۹
۳-۲: ساختارهای دی اکسید تیتانیوم..... ۶۱
۳-۲-۱: فاز روتایل (Rutile) ۶۱
۳-۲-۲: فاز آناتاز (Anatase)..... ۶۲
۳-۲-۳: فاز بروکیت (Brookite)..... ۶۳

۳-۲-۴: فاز میانی سریلانکیت (Srilankite).....۶۳
۳-۳: چگونگی انتقال فاز در ساختارهای دی اکسید تیتانیوم.....۶۵
۳-۴: کاربردها.....۶۶
۳-۴-۱: کاربرد دی اکسید تیتانیوم در سلول های خورشیدی.....۶۶
۳-۴-۲ : کاربرد دی اکسید تیتانیوم در حسگرها ۶۸
۳-۴-۲-۱: حسگرهای گازی.....۶۸
۳-۴-۲-۲: حسگرهای اپتیکی.....۷۰
۳-۴-۲-۳: حسگرهای زیستی.....۷۰
۳-۴-۳ : خاصیت فوتوکاتالیستی.....۷۰
۳-۴-۴ : خاصیت آبدوستی.....۷۱
۳-۵: سایر کاربردها.....۷۲
۳-۵-۱: حفاظت در برابر پرتوها (عینکهای آفتابی ، کرمهای محافظ پوست).....۷۳
۳-۵-۲: آلاینده های محیط زیست و تصفیه آب و هوا.....۷۳
۳-۵-۳ :مصارف صنعتی (بصورت پودر دی اکسید تیتانیوم ، مواد رنگی و لایه‌های پوششی).....۷۴
۳-۶: روش های تهیه پودرهای نانویی دی اکسید تیتانیوم.....۷۵
۳-۶-۱: تهیهٔ بلورهای نانویی TiO_2 به روش(محلول-ژله‌ای).....۷۵
۳-۶-۱-۱: اثر **PVP** (پلی وینیل پیرولیدون).....۷۶
۳-۶-۱-۲ : اثر **PF6** ۷۶
۳-۶-۲ : تهیهٔ بلورهای نانوییTiO_2 به کمک ماده تترابوتیل تیتانیت و اتانول.....۷۷

فصل چهارم:.....۸۱
تهیه الیاف نانویی دی اکسید تیتانیوم وآلایش نانوذرات نقره و اکسید نئودیمیوم.....۸۱
۴-۱: مقدمه.....۸۲
۴-۲: وسایل و مواد مورد استفاده برای تهیه الیافهای نانویی در این پایان نامه.....۸۳
۴-۲-۱ : طراحی و ساخت سیستم ریسندگی الکتریکی.....۸۳
۴-۲-۱-۱ : منبع ولتاژ بالا.....۸۳
۴-۲-۱-۲ : سیستم میکروپمپ، شیلنگ و سوزن پروانه ای.....۸۴
۴-۲-۱-۳ : جمع کننده ها ۸۵
۴-۳ : مواد پلیمری، حلال ها و عناصر تست شده در مراحل مختلف ۸۸
۴-۳-۱ : پلیمر پلی وینیل الکل.....۸۸
۴-۳ -۲ : پلیمرپلی وینیل پیرولیدون.....۸۸

۴-۳-۳ : حلال اتانول.....۸۹
۴-۳-۴ : پودرنانویی دی اکسید تیتانیوم.....۸۹
۴-۳-۵ : نانو ذرات نقره (کلوئید نقره).....۹۱
۴-۳-۵-۱ : روش لی و میسل.....۹۲
۴-۳-۵-۱-۱ : نتایج پراکندگی پویای نور.....۹۴
۴-۳-۵-۲ : روش کریتون ۹۶
۴-۳-۶ : عنصر نئودیمیوم.....۹۶
۴-۳-۶-۱ : اکسید نئودیمیوم.....۹۶
۴-۳-۶-۲ : تاریخچه.....۹۷
۴-۳-۶-۳ : ترکیبات و ساختار فضائی.....۹۷
۴-۴: روش ریسندگی الکتریکی برای تهیه نانوساختارهای پلیمری از محلولهای مختلف ۹۸
۴-۴-۱: مرحله اول :تهیه محلول پلیمری PVP.....۹۹
۴-۴-۲: مرحله اول :تهیه محلول پلیمری PVA.....۱۰۱
۴-۵: تهیه الیاف نانویی دی اکسید تیتانیوم با استفاده از روش ریسندگی الکتریکی.....۱۰۲
۴-۵-۱: پودر دی اکسید تیتانیوم و محلول پلیمری PVP ۱۰۳
۴-۵-۲: مشاهدات کلی نمونه ها($PVP\backslash TiO_2$) ۱۰۶
۴-۶: آلایش کلوئید نقره و اکسید نئودیمیوم به محلول$PVP\backslash TiO_2$ ۱۰۶
۴-۶-۱: سنتز کلوئید نقره و محلول$PVP\backslash TiO_2$ ۱۰۶
۴-۶-۱-۱: انجام فرآیند ریسندگی الکتریکی.....۱۰۷
۴-۶-۲: سنتز اکسید نئودیمیوم و محلول $PVP\backslash TiO_2$ ۱۰۸
۴-۶-۲-۱: انجام فرآیند ریسندگی الکتریکی ۱۰۹

فصل پنجم: ۱۱۱

مطالعه و بررسی خواص اپتیکی و الکتریکی نانوالیاف های تهیه شده به روش ریسندگی الکتریکی.....۱۱۱

۵-۱ : مقدمه ۱۱۲
۵-۲ : روش های مشخصه یابی و طیف سنجی نانوالیاف ها.....۱۱۳
۵-۳ : طیف‌سنجی پس پراکندگی رامان.....۱۱۴
۵-۳-۱ : دستگاه طیف سنجی رامان.....۱۱۵
۵-۳-۲ : اثر رامان از دیدگاه نظریه کلاسیکی ۱۱۶
۵-۳-۳ : اثر رامان از دیدگاه نظریه کوانتومی.....۱۲۰

۵-۴ : بررسی طیف‌های رامان نمونه‌های تهیه شده به روش ریسندگی الکتریکی ۱۲۲
۵-۴-۱ : طیف رامان و بررسی نمونه شماره۱ ..... ۱۲۴
۵-۴-۲ : طیف رامان و بررسی خواص نمونه شماره ۲..... ۱۲۶
۵-۴-۳ : طیف رامان و بررسی خواص نمونه شماره ۳ ..... ۱۲۷
۵-۵ : تصاویر میکروسکوپ اپتیکی دستگاه طیف سنجی رامان..... ۱۲۸
۵-۶ : بررسی فیبرهای تهیه شده توسط تصویربرداری میکروسکوپ الکترونی (SEM) ۱۲۹
۵-۶-۱ : ساز وکار تصویر برداری میکروسکوپ الکترونی پویشی (SEM)..... ۱۲۹
۵-۶-۲ : بررسی نمونه فیبرهای تولید شده با SEM..... ۱۳۳
۵-۷: بررسی نمونه فیبر های تهیه شده توسط پراش اشعه X (XRD)..... ۱۳۹
۵-۸ : بررسی فیبرها ی کامپوزیتی بوسیله طیف سنجی FTIR وUV\Visible/NIR ۱۴۹
۵-۸-۱ : طیف‌سنجی UV/Visible/NIR ۱۵۰
۵-۸-۱: بررسی اندازه نانوذرات نقره با استفاده از طیف سنجی جذبی..... ۱۵۱
۵-۸-۲: طیف‌سنجی جذبی UV\Vis نانوفیبر های تهیه شده..... ۱۵۱
۵-۹ : بررسی طیف های FTIR نانوالیاف ها و تعیین ضرایب اپتیکی آنها..... ۱۵۴
۵-۹-۱ : تعیین ضرایب کرامرز- کرونیگ طیف های بازتابی FTIR ۱۵۶
۵-۹-۲: تعیین ضریب رسانندگی نمونه ها (σ) با بررسی روابط کرامرز-کرونیگ ۱۶۱
۵-۹-۲-۱: بررسی طیف FTIR نمونه ها و ضرایب اپتیکی آنها ۱۶۲
۵-۱۰: ضریب رسانندگی نانوالیاف و تاثیر میدان الکتریکی بر آنها ۱۶۵
۵-۱۰-۱: روش انجام آزمایش ۱۶۷

فصل ششم:..... ۱۷۰
جمع بندی، نتیجه گیری و پیشنهادات..... ۱۷۰
۶-۱ : جمع بندی فصول پایان نامه..... ۱۷۱
۶-۲ : نتایج بدست آمده از پلیمر های تهیه شده به روش ریسندگی الکتریکی..... ۱۷۲
۶-۳ : نتایج آنالیز طیف سنجی رامان..... ۱۷۳
۶-۴ : بررسی آنالیز میکروسکوپ اپتیکی (SEM) ۱۷۴
۶-۵ : نتایج پراش اشعهX (XRD) ۱۷۴
۶-۶ : پیشنهادات ۱۷۵
منابع..... ۱۷۷

عنوان	فهرست شکل ها	صفحه

شکل(۱-۱): تصویر SEM از حفره های پلی کربناتی تهیه شده به روش قابی.....۴
شکل (۱-۲) : فرایند تولید فیبر به روش سنتز قابی.....۵
شکل (۱-۳) : شماتیک کلی جهت تولید سا ختار نانویی به روش جدایش فازی ۶
شکل (۱-۴) : فرآیند سنتز کشش سطحی ۹
شکل (۱-۵)(a) : نمودار تعداد انتشارات علمی چاپ شده از سال ۱۹۹۴در مورد ریسندگی الکتریکی ۱۵
شکل (۱-۵)(b) : توزیع انتشارات درمورد ریسندگی الکتریکی در جهان.....۱۵
شکل (۱-۶) : نمایی کلی از تجهیزات فرآیند ریسندگی الکتریکی.....۲۰
شکل (۱-۷) : شماتیکی از فرآیند ریسندگی الکتریکی بدون سوزن ۲۲
شکل (۱-۸) : اجزای اصلی دستگاه ریسندگی الکتریکی.....۲۳
شکل (۱-۹) :تصویر پمپ سرنگی دیجیتال.....۲۴
شکل (۱-۱۰) : نمایی ساده از بخش‌های مختلف جت پایدار.....۲۵
شکل (۲-۱) : مرتب کردن الیاف با کمک میدان الکتریکی.....۳۹
شکل (۲-۲) : تجهیزات دیسک چرخان لبه تیز در جمع آوری مرتب الیاف.....۴۰
شکل (۲-۳) : مرتب کردن الیاف با استفاده از یک قاب ۴۱
شکل (۲-۴) :نمونه ای از ساختار چند قابی.....۴۱
شکل (۲-۵) : تکنیک چند میدان برای منظم کردن فیبرها ۴۲
شکل (۲-۶): ریسندگی الکتریکی با استفاده از مخزن آب و جمع کننده داخل آ ن.....۴۲
شکل (۲-۷) : مورفولوژی فیبرها نسبت به تغییر ویسکوزیته برای محلولPEO ۴۴
شکل (۲-۸) : تغییر در چگالی بار در دانه های فیبر با اضافه کردن NaCl.....۴۵
شکل (۲-۹): تغییر درمورفولوژی فیبر دراثر تغییردر نوع محلول.....۴۶
شکل (۲-۱۰): زمینه های کاربرد ی نانو الیاف بر اساس ثبت اختراعات آمریکا ۴۸
شکل (۲-۱۱): بخش‌های کاربردی یا توسعه‌ای در آینده نانو الیاف ریسندگی شده ۴۹
شکل (۲-۱۲) بازدهی الیاف با کاهش قطر.....۵۰
شکل (۳-۱) جدول تناوبی عناصر شناخته شده.....۶۰
شکل (۳-۲) : ساختار تتراگونال بلور روتایل.....۶۱
شکل(۳-۳) : شبکه چهاروجهی بلور آناتاز.....۶۲
شکل (۳-۴) : شبکه شش گوشی بلور بروکیت ۶۳
شکل (۳-۵): نمودار دما-فشار دی اکسید تیتانیوم و ارتباط بین فازهای آناتاز ، روتیل و سریلانکیت ۶۴
شکل(۳-۶) : انتقال فاز از آناتاز به روتایل.....۶۵

شکل (۳-۷) : شکلی کلی از ساختار و اجزای سلول خورشیدی حساس شده به رنگینه ۶۷

شکل(۳-۸) : چگونگی تعامل بین اکسیژن جو و بدنه نیمه‌هادیTiO_2 .....۶۹
شکل (۳-۹) نمونه پودرهای دی اکسید تیتانیوم درون قایقک که به منظور قراردادن درون کوره ۷۵
شکل(۳-۱۰) : : کوره مورد استفاده برای خشک کردن نمونه‌ها در آزمایشگاه ۷۸
شکل (۳-۱۱) : ظرف مخصوص آسیاب و گلوله ها.....۷۸
شکل(۳-۱۲) : دستگاه آسیاب مورد استفاده در آزمایشگاه.....۷۹

شکل(۳-۱۳): کوره مورد استفاده درکلسینه نمونه‌هایTiO_2 .....۷۹
شکل (۴-۱) :منبع ولتاژ بالا در دانشگاه تربیت مدرس ۸۴
شکل (۴-۲) : شماتیک میکروپمپ(a)، شیلنگ و سوزن پروانه ای ۸۵
شکل (۴-۳) : a). شماتیک کلی از شارش محلول تحت نیروی جاذبه b). یک جمع کننده صفحه ثابت.....۸۶
شکل (۴-۴) : نانوفیبرهای جمع شده در این تحقیق بر روی جمع کننده مشبک جنس آلومینیوم ۸۷
شکل (۴-۵) : جمع کننده چرخنده متصل به موتور .....۸۷.....
شکل(۴-۶) : شماتیک کلی سیستم ریسندگی الکتریکی در دانشگاه تربیت مدرس ۸۸
شکل (۴-۷): کلوئید نقره شفاف بدست آمده بر روی همزن ۹۲
شکل(۴-۸) : دستگاهZetasizer Nano-ZS ۹۳
شکل (۴-۹) : شکل مراحل محتلف تشکیل جت اسپری از حالت الکترواسپری محلول ۹۸
شکل (۴- ۱۰) : در شکل مراحل محتلف تشکیل جت اسپری از حالت الکترواسپری محلول ۹۹
شکل (۴-۱۱) : محلول های مختلف پلیمری بدست آمده در مراحل تهیه الیاف نانوئی.....۱۰۰
شکل (۴-۱۲) : نانوفیبرهای PVP ریسیده شده روی ورقه آلومینیوم ۱۰۱
شکل (۴- ۱۳): نانوفیبرهای PVA روی ورقه آلومینیوم با استفاده از جمع‌کننده استوانه‌ای ۱۰۲
شکل (۴-۱۴): دستگاه مافوق صوت با نام تجاری الما ساخت کشور آلمان ۱۰۳

شکل (۴-۱۵): نمونه مواد و ترازوی دیجیتال.....۱۰۴
شکل (۴-۱۶: محلول سنتز شده نهایی کلوئید نقره سیتراتی و $PVP \backslash TiO_2$.....۱۰۷
شکل (۴-۱۷) : نانوفیبرهای نهایی کلوئید نقره سیتراتی و محلول $PVP \setminus TiO_2$ ۱۰۸
شکل (۴-۱۸) : محلول سنتز شده روی ترازوی الکترونیکی و همزن مغناطیسی ۱۰۹
شکل (۴-۱۹) : نمونه های تولید شده نانوفیبرهای پلیمری و سنتر شده ۱۱۰
شکل (۵-۱) : انواع پراکندگی رایلی و رامان ۱۱۵
شکل(۵-۲) : دستگاه طیف سنج رامان بخش فیزیک دانشگاه تربیت مدرس.....۱۱۶
شکل (۵-۳) : طیف رامان نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم خالص در فاز آناتاز.....۱۲۲

شکل (۵-۴) : طیف رامان پودر پلیمری پلی وینیل پیرولیدون.....۱۲۳
شکل (۵-۵) : طیف رامان پودر پلیمری پلی وینیل الکل.....۱۲۳
شکل(۵-۶): طیف رامان پودر خالص و محلول پلیمری دی اکسید تیتانیوم و پلی وینیل پیرولیدون.....۱۲۴
شکل (۵-۷) : انطباق هردو طیف را در قله خوبی نشان می دهد.....۱۲۵
شکل (۵-۸) : طیف رامان نانوفیبرهای PVP و پودرخالص آن در قله مربوط به پیوند CH~.....۱۲۵
شکل (۵-۹) : طیف‌های مقایسه‌ای از a) TiO_2، b) TiO_2-PlusPVP، c) نانوفیبرهای نانوکامپوزیتی PVP/ TiO_2 -Plus Nd_2O_3 .....۱۲۶
شکل (۵-۱۰) : طیف‌های مقایسه‌ای از TiO_2، TiO_2-PlusPVPو نانوفیبرهای نانوکامپوزیتی PVP/ TiO_2 PlusAg colloied ۱۲۷
شکل (۵-۱۱) : تصویر میکروسکوپ اپتیکی دستگاه طیف سنجی رامان بخش فیزیک.....۱۲۸
شکل (۵-۱۲) : تصاویر مختلف ثبت شده از فیبر های کامپوزیتی.....۱۲۹
شکل (۵-۱۳) : میکروسکوپ الکترونی پویشی دانشگاه تربیت مدرس.....۱۳۳
شکل (۵-۱۴) : تصاویر SEM فیبر های کامپوزیتیTiO_2\PVP ۱۳۴
شکل (۵-۱۵) : تصویر SEM فیبرهای کامپوزیتی مختلف با حلال PVA با میانگین اندازه ۱۰میکرومتر.....۱۳۵
شکل (۵-۱۶) : تصویر SEM نانو الیاف کامپوزیتی TiO_2\PVP با میانگین اندازه ۱۰-۲ میکرومتر ۱۳۵
شکل (۵-۱۷) : تصویر SEM نانو الیاف کامپوزیتی TiO_2\PVP ۱۳۵
شکل (۵-۱۸) : حلال از محلول پلیمری تبخیر شده و الکترو اسپری نیز صورت نگرفته است.....۱۳۶
شکل (۵-۱۹) : تصاویر SEM نانوالیاف کامپوزیتی TiO_2\PVP\Nd_2O_3 .....۱۳۷
شکل (۵-۲۰) : تصاویر SEM نانوالیاف کامپوزیتیTiO_2\PVP Ag Colloied.....۱۳۸
شکل (۵-۲۱) : شماتیک کلی از تکنیک پراش اشعه X (XRD) ۱۳۹
شکل(۵-۲۲) : پهنای پیک در نصف ارتفاع ۱۴۲
شکل (۵-۲۳) : دستگاه پراش اشعه X دانشگاه تربیت مدرس.....۱۴۳
شکل (۵-۲۴) : : الگو های پراشXRD نمونه‌های فاز آناتاز ۱۴۴
شکل (۵-۲۵) : : اندازه نیم پهنای باند (β) برای فاز آناتاز ۱۴۴
شکل (۵-۲۶) : تصویر نانوفیبر دی اکسید تیتانیوم توسط پراش اشعه X ۱۴۵
شکل (۵-۲۷) : نمونه پراش اشعه X نانوفیبر کامپوزیتی TiO_2\PVP\Ag Colloied ۱۴۵
شکل (۵-۲۸) : تصویر نمونه پراش اشعه X نانو فیبر کامپوزیتی TiO_2\PVP\Nd_2O_3 .....۱۴۵
شکل (۵-۲۹) : دستگاه طیف‌سنجی UV/Visible/NIR دانشگاه تربیت مدرس ۱۵۱
شکل (۵-۳۰) : طیف جذبی UV\Vis دو کلوئید نقره سیتراتی و بوروهیدراتی ۱۵۱
شکل (۵-۳۱) : طیف جذبی UV/Visible/NIR نانوفیبر کامپوزیتی TiO_2\PVP ۱۵۱

شکل (۵-۳۲) : طیف UV/Visible/NIR نانوفیبر کامپوزیتیTiO_2\PVP\Ag colloied ۱۵۲
شکل (۵-۳۳) : طیف UV/Visible/NIR نانوفیبر کامپوزیتی ۱۵۳
شکل (۵-۳۴) : تصویر سه بعدی طیف های جذبی کامپوزیتی ۱۵۳
شکل (۵-۳۵) : دستگاه طیف سنجی FTIR در دانشگاه تربیت مدرس ۱۵۶
شکل (۵-۳۶) : طیف بازتابی FTIR فاز پلی وینیل پیرولیدون..... ۱۶۱
شکل (۵-۳۷) : ضرایب اپتیکی حاصل از نانوفیبرهای PVP..... ۱۶۱
شکل (۵-۳۸) : طیف بازتابی FTIR نانوالیاف کامپوزیتی مختلف TiO_2 ..... ۱۶۲
شکل (۵-۳۹) : ضرایب اپتیکی و نمودار ضریب رسانندگی نانوالیاف TiO_2\PVP ۱۶۳
شکل (۵-۴۰) : ضرایب اپتیکی و رسانندگی نانوفیبرTiO_2\PVP\Nd_2O_3 ..... ۱۶۴
شکل(۵-۴۱) : ضرایب اپتیکی و رسانندگی نانوفیبر های TiO_2\PVP\ Ag colloied ۱۶۴
شکل(۵-۴۲) : تا ثیر اندازه قطر الیاف بر هدایت الکتریکی الیاف ۱۶۶
شکل(۵-۴۳) : ضریب مقاومت الکتریکی به ازای تابعی از اتدازه نانوالیاف ۱۶۷

شکل(۵-۴۴) : نانوفیبرمتراکم شده بر روی لام آزمایشگاهی و متصل به سیم های نازک..... ۱۶۸
شکل(۵-۴۵) : تصویر منبع تغذیه و دستگاه مولتی متر ۱۶۸

عنوان	فهرست جداول	صفحه

جدول (۱-۱): پلیمرهای که در حالت مذاب ریسندگی شده اند ۱۶

جدول (۱-۲): لیست پلیمرهای که در حالت محلول ریسندگی شده اند..... ۱۷

جدول (۳-۱): جدول تناوبی عناصر شناخته شده..... ۶۰

جدول (۳-۱): خواص فیزیکی ساختارهای اکسید تیتانیوم..... ۶۰

جدول (۴-۱): خواص فیزیکی کلی دی اکسید تبتانیوم ۹۰

جدول (۴-۲): آزمایش‌های انجام شده برای یافتن غلظت بهینه محلول$PVP\backslash TiO_2$ ۱۰۸

جدول (۴-۳): فرآیند ریسندگی محلول اکسید نئودیمیوم و محلول $PVP\backslash TiO_2$ ۱۱۳

جدول (۵-۱): الگوی پراش اشعه ایکس عنصر آلومینیوم با اندیس میلرها ی شبکه بلوری..... ۱۴۷

جدول (۵-۲): الگوی پراش اشعه ایکس ساختار شبکه بلوری فاز سریلانکیت دی اکسید تیتانیوم..... ۱۴۹

جدول (۵-۳): الگوی پراش اشعه ایکس ساختار شبکه بلوری و محل قله های عنصر نقره..... ۱۵۰

جدول (۵-۴): الگوی پراش اشعه ایکس، محل قله های اکسید نئودیمیوم..... ۱۵۰

نمودار (۴-۱): توزیع اندازه ذرات کلویید نقره رقیق شده سیتراتی.....۹۴
نمودار (۴-۲): توزیع اندازه ذرات(کلویید نقره سیتراتی) بر حسب حجم.....۹۵
نمودار (۴-۳): شدت پراکندگی نور بر حسب اندازه ذرات (کلویید سیتراتی).....۹۵