بسم الله الرحمن الرحیم

بسمه تعالی

دانشکده علوم پایه

تأییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

اعضای هیئت داوران نسخهٔ نهایی پایان‌نامه خانم/آقای **زهرا صدر** ممتاز رشته :**فیزیک** تحت عنوان: «*بررسی اثر انرژی کندو پاش بر روی خواص ساختاری و اپتیکی نانو لایه های نازک اکسید نقره*» از نظر فرم و محتوا بررسی نموده و آن را برای اخذ درجهٔ کارشناسی‌ارشد مورد تأیید قرار دادند.

اعضای هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضاء
۱- استاد راهنما	دکترمحمد رضا ابوالحسنی	استادیار	
۲- استادراهنمای دوم	دکتر مجید مجتهد زاده	استادیار	
۳- استاد ناظر داخلی	دکتر احمد مشاعی	استادیار	
٤- استاد ناظرخارجی	دکتر عزیز اله شفیع خانی	دانشیار	
٥-نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتراحمد مشاعی	استادیار	

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 **فیزیک** است که در سال **۱۳۹۰** در دانشکده **علوم پایه** دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم/جناب آقای **دکتر محمدرضا ابوالحسنی** و **دکتر مجید مجتهدزاده لاریجانی** 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.

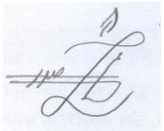
ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده رابه عنوان خسارت به دانشگاه تربیت‌مدرس، تأدیه کند.

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 **زهرا صدر ممتاز** دانشجوی رشته **فیزیک** مقطع **کارشناسی ارشد** تعهد فوق وضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: **زهرا صدر ممتاز**

تاریخ و امضا: **۱۳۹۰/۴/۱**



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 ۱۳۸۴/۴/۲۵در 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 : زهرا صدر ممتاز

امضا :

دانشکده علوم پایه

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته فیزیک

گرایش: حالت جامد

عنوان پایان نامه:

بررسی اثر انرژی کندوپاش بر روی خواص ساختاری و اپتیکی نانو لایه های نازک اکسید نقره

نام دانشجو:

زهرا صدر ممتاز

اساتید راهنما:

دکتر محمد رضا ابوالحسنی

دکتر مجید مجتهد زاده لاریجانی

خرداد ۱۳۹۰

تقدیم به:

پدر و مادر مهربانم

و

همسر عزیزم

تشکر و تقدیر

با تشکر فراوان از اساتید راهنمای گرامی ام دکتر مجید مجتهدزاده و دکتر محمدرضا ابوالحسنی که بی دریغ در تمام مراحل پایان نامه در کنار من بودند. بسیار مفتخرم که در کنار ایشان فراتر از علم، ادب و تواضع را آموختم. احترامی که ایشان برای دانشجویان قائلند بی نظیر، و توانایی و تسلطشان بر موضوعات درسی کم نظیر است. بطور حتم، روش ایشان را در زندگی علمی ام پیش می گیرم و همیشه سپاسگزار زحماتشان خواهم بود.

از پدر و مادرم که دعای خیرشان همیشه راهگشای مشکلاتم بوده و زحمات مرا در مدت تحصیل تحمل کردند، سپاسگزارم.

از همسر عزیزم که در این راه حامی من بودند تشکر و قدردانی می کنم.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: لایه‌های نازک

۱- ۱ تعریف لایه‌های نازک ۲

۱- ۲ کاربردهای لایه‌های نازک ۳

۱- ۲- ۱ کاربرد مکانیکی ۳

۱- ۲- ۲ کاربردهای لایه‌های نازک در الکترونیک و میکروالکترونیک ۴

۱- ۲- ۳ کاربردهای لایه‌های نازک در اپتیک و اپتوالکترونیک ۵

۱- ۳ لایه نشانی و انواع روش‌های آن ۶

۱- ۳- ۱ لایه نشانی شیمیایی ۷

۱- ۳- ۱- ۱ آبکاری فلزی ۷

۱- ۳- ۱- ۲ لایه نشانی توسط محلول شیمیایی (CSD) ۸

۱- ۳- ۱- ۳ لایه نشانی به روش تبخیر شیمیایی (CVD) ۸

۱- ۳- ۲ لایه نشانی فیزیکی ۸

۱- ۳- ۲- ۱ تبخیر گرمایی ۹

۱-۳-۲- ۲ تبخیر پرتو الکترونی ۱۰

۱- ۳- ۲- ۳ کندوپاش ۱۰

۱-۳-۲-۳- ۱ اساس مکانیزم کندوپاش ۱۱

۱-۳-۲-۳- ۲ کندوپاش DC ۱۲

۱-۳-۲-۳- ۳ کندوپاش RF ۱۳
۱-۳-۲-۳- ۴ کندوپاش مغناطیسی ۱۴
۱- ۴ مراحل تشکیل لایه‌های نازک ۱۴
۱- ۴- ۱ هسته‌بندی ۱۵
۱- ۴- ۱- ۱ نظریه ترمودینامیک (موینگی) هسته‌بندی ۱۸
۱- ۴- ۱- ۲ نظریه آماری (اتم‌گرایانه) هسته‌بندی ۲۰

فصل دوم: مروری بر تحقیقات انجام شده

۲- ۱ مقدمه ۲۳
۲- ۲ معرفی نقره و خواص آن ۲۳
۲- ۲- ۱ ویژگی‌های نقره ۲۴
۲- ۲- ۲ خواص فیزیکی نقره ۲۵
۲- ۲- ۳ خواص شیمیایی نقره ۲۶
۲- ۳ اکسیدنقره، خواص و کاربردها ۲۶
۲- ۴ مروری بر تحقیقات انجام شده ۲۸
۲- ۴- ۱ خواص الکتریکی و اپتیکی لایه‌های نازک اکسید نقره تولید شده با روش کندوپاش مغناطیسی فعال DC و بررسی نقش اکسیژن ۲۸
۲- ۴- ۲ ساخت و خواص اپتیک غیرخطی لایه‌های نازک نانو ذرات اکسیدنقره ۳۳
۲- ۴- ۳ مطالعه ساختار و خواص اپتیکی لایه‌های اکسیدنقره با استفاده از XRD، XPS و بیضی‌سنجی ۳۷
۲- ۴- ۴ ساخت ساختار، رسانندگی و جذب اپتیکی لایه‌های نازک Ag2-xO ۴۱
۲- ۴- ۵ بررسی ثوابت دی‌الکتریک لایه‌های نازک Ag2O با استفاده از بیضی‌سنجی و مدل تک‌نوسان‌گر ۴۳

۲- ۴- ۶ خواص فیزیکی لایه‌های نازک اکسیدنقره تولید شده توسط روش لایه‌نشانی لیزری و مطالعه اثر فشار اکسیژن در حین لایه نشانی ۴۶

۲- ۴- ۷ خواص میکروساختاری، اپتیکی و ثبت استاتیکی لایه‌های نازک اکسید نقره، AgOx و شبیه سازی میدان نزدیک روزنه‌های زیر طول موج بر اسـاس شکل‌گیری نشانه‌های AgOx ۵۳

فصل سوم: روش تحقیق

۳ - ۱ مقدمه ۵۷

۳ -۲ مراحل لایه نشانی ۵۷

۳- ۲- ۱ انتخاب مواد اولیه ۵۷

۳- ۲- ۲ آماده‌سازی نمونه‌ها ۵۸

۳- ۳ فرآیند کندوپاش پرتو یونی ۵۸

۳- ۴ دستگاه لایه نشانی اکسید نقره (MBM-100) ۵۹

۳- ۴- ۱ قسمت‌های اصلی دستگاه ۵۹

۳- ۴- ۲ چشمه کاشت یون ۶۱

۳-۴- ۳ تعیین پارامترهای ساختمان چشمه یونی ۶۱

۳- ۴- ۳- ۱ محفظه تخلیه الکتریکی ۶۳

۳- ۴- ۳- ۲ سیستم استخراج ۶۳

۳- ۴- ۴ چشمه کندوپاش پرتو یونی ۶۴

۳- ۴- ۵ چشمه پرتو الکترونی ۶۴

۳- ۴- ۵- ۱ پارامترهای اصلی ۶۴

۳- ۴- ۵-۲ قسمت‌های مختلف چشمه پرتو الکترونی ۶۴
۳- ۴- ۵- ۳ طرز کار چشمه پرتو الکترونی ۶۵
۳- ۴- ۶ چشمه یونی با انرژی کم و جریان بالا ۶۶
۳- ۴- ۷ سیستم خلأ و تخلیه گاز ۶۶
۳- ۴- ۸ سیستم پایه چرخان و اندازه‌گیری پرتو ۶۶
۳- ۴- ۸- ۱ پایه نگه‌دارنده ۶۶
۳- ۴- ۸- ۲ سیستم اندازه‌گیری پرتو ۶۷
۳- ۴- ۹ سیستم خنک‌کننده ۶۷
۳- ۴- ۱۰ تجهیزات تهیه و کنترل نیرو و سیستم‌های اندازه‌گیری ۶۷
۳- ۵ بررسی خواص لایه‌ها ۶۷
۳- ۵- ۱ مبانی فیزیکی اولیه دستگاه‌های آنالیز مورد استفاده ۶۸
۳- ۵- ۱- ۱ XRD (پراش پرتو X) ۶۸
۳- ۵- ۱- ۲ میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) ۶۸
۳- ۵- ۱- ۲- ۱ اجزای میکروسکوپ AFM ۶۹
۳- ۵- ۱- ۳ میکروسکوپ الکترونی روبشی SEM ۷۱
۳- ۵- ۱- ۴ بیضی سنجی (SE) ۷۳
۳- ۵- ۱- ۵ طیف سنجی ماورای بنفش و مرئی UV-vis ۷۶
۳- ۵- ۱- ۶ ضخامت سنجی ۷۷

فصل چهارم: نتایج و بحث

۴- ۱ خواص ساختاری ۷۹

۴- ۱- ۱ نتایج پراش پرتو X (XRD) ۷۹
۴- ۱- ۲ بررسی مورفولوژی سطح (AFM) ۸۴
۴- ۱- ۳ بررسی تصاویر حاصل از میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) ۹۱
۴- ۱- ۴ بررسی نتایج حاصل از ضخامت سنجی ۹۳
۴- ۲ نتایج حاصل از آنالیز اپتیکی لایه‌های نازک اکسید نقره ۹۴
۴- ۲- ۱ بررسی خواص اپتیکی ۹۴
۴- ۲- ۱- ۱ بررسی نتایج حاصل از طیف سنجی UV-vis ۹۴
۴- ۲- ۱- ۲ بررسی‌های بیضی سنجی (SE) ۹۸
نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۱۰۳
فهرست مراجع ۱۰۶

فهرست جداول

جدول۲- ۱ ویژگی‌های مهم نقره.....۲۵

جدول ۲- ۲ ویژگی‌های اکسید نقره (Ag_2O).....۲۷

جدول ۲- ۳ خواص الکتریکی و اپتیکی لایه‌های نازک اکسیدنقره رشدیافته در نرخ جریان‌های اکسیژن متفاوت.....۳۱

جدول ۲-۴ خلاصه‌ای از اطلاعات ساختاری، ریخت شناسی، ترکیبی و اپتیکی لایه‌های نازک اکسید نقره رشد یافته در فشارهای مختلف اکسیژن.....۴۹

جدول ۴- ۱ نتایج اندازه‌گیری متوسط زبری (Ra) و متوسط مربع زبری (rms) نمونه اکسید نقره در انرژی‌های کندوپاش مختلف.....۹۰

جدول ۴-۲ ضخامت لایه‌های نازک اکسید نقره در انرژی‌های مختلف کندوپاش.....۹۴

فهرست نمودارها و عکس ها

شکل ۱- ۱ اساس کار کندوپاش..... ۱۱

شکل ۱-۲ پیکربندی فرآیند کندوپاش..... ۱۳

شکل ۱-۳ طرحی از سه مد مهم رژیم‌های پوششی مختلف..... ۱۵

شکل ۱- ۴ نمایش فرآیندهای اصلی در رشد لایه نازک روی سطح زیرلایه جامد..... ۱۷

شکل ۱- ۵ بستگی پتانسیل گیبس به شعاع..... ۱۹

شکل ۲- ۱ ساختار بلوری نقره ۲۴

شکل ۲-۲ پراش پرتو X لایه‌های نازک اکسید نقره رشد داده شده با نرخ جریان‌های گاز اکسیژن مختلف..... ۲۸

شکل ۲- ۳ تغییر مقاومت ویژه (در دمای $۳۰۰°K$) لایه‌های نازک اکسید نقره بر حسب تابعی از میزان شار اکسیژن در محفظه رشد لایه‌ها..... ۲۹

شکل ۲- ۴ تغییرات مقاومت ویژه لایه‌های نازک اکسیدنقره بر حسب تابعی از دما برای نرخ جریان‌های اکسیژن ۰/۰۰۵ sccm و ۱/۴۳ sccm..... ۳۰

شکل ۲- ۵ تغییرات تابع کار لایه‌های نازک اکسید نقره بر حسب تابعی از نرخ شار اکسیژن در محفظه رشد لایه‌ها..... ۳۱

شکل ۲- ۶ ضریب شکست لایه‌های نازک اکسیدنقره بر حسب تابعی از نرخ شار اکسیژن (اندازه‌گیری شده در طول موج ۶۳۲/۸ nm)..... ۳۲

شکل ۲- ۷ تصاویر AFM ($1\times1\ \mu m^2$) لایه‌های نازک AgO_x با توان‌های مختلف کندوپاش..... ۳۴

شکل ۲- ۸ تصاویر AFM ($1\times1\ \mu m^2$) لایه‌های نازک AgO_x که در دمای ۲۲۰ °c تحت عملیات حرارتی قـرار گرفته‌اند..... ۳۵

شکل ۲- ۹ طیف XRD ($1\times1\ \mu m^2$) لایه‌های نازک AgO_x حرارت داده شده در دماهای مختلف با توان‌های مختلف کندوپاش..... ۳۶

شکل ۲- ۱۰ طیف جذبی لایه‌های نازک AgO_x با شرایط متفاوت حرارت‌دهی و اندازه ذرات مختلف..... ۳۶

شکل ۲- ۱۱ نقش پراش پرتو X نمونه‌های Ag_xO آماده‌شده در نرخ گاز اکسیژن متفاوت..... ۳۸

شکل ۲-۱۲ طیف XPS اندازه‌گیری شده برای نمونه‌هایAg_xO..... ۳۹

شکل ۲- ۱۳ طیف مربوط به ضریب شکست مختلط نمونه‌های Ag_xO آماده‌شده با نرخ گاز اکسیژن متفاوت و تحت عملیات حرارتی دماهای مختلف..... ۴۰

شکل ۲- ۱۴ طیف XRD لایه های $Ag_{2-x}O$ رشد داده شده درنرخ نقره ۰/۱ A°/S و نرخ جریان اکسیژن ۸sccm..... ۴۱

شکل ۲- ۱۵ عبور اپتیکی لایه‌هـای $Ag_{2-x}O$..... ۴۲

شکل ۲- ۱۶ ψ و Δ براش یافته در زوایای فرود ۶۰° و ۷۰°..... ۴۴

شکل ۲- ۱۷ ضریب شکست و ضریب خاموشی لایه‌های نازک Ag_2O..... ۴۵

شکل ۲- ۱۸ رسم $(\alpha h\nu)^2$ بر حسب $h\nu$.....۴۶

شکل ۲-۱۹ طیف XRD لایه‌های نازک اکسید نقره آماده شده با روش PLD در فشارهای مختلف اکسیژن.....۴۸

شکل ۲- ۲۰ طیف GIXRD مربوط به لایه‌های نازک اکسید نقره که در فشارهای مختلف اکسیژن.....۴۸

شکل ۲- ۲۱ تصاویر AFM (۱ μm × ۱ μm) لایه‌های نازک اکسید نقره که در ازای فشارهای مختلف.....۵۰

شکل ۲- ۲۲ طیف عبور اپتیکی لایه‌های نازک اکسید نقره که در فشارهای اکسیژن متفاوت.....۵۱

شکل ۲- ۲۳ رسم $Arrhenius$ رسانندگی $Ln(E)$ بر حسب $\frac{1000}{T}$ برای لایه‌های AgO تک‌محوری خالص.....۵۲

شکل ۲- ۲۴ نقش پراش پرتو X لایه‌های نازک اکسید نقره به ازای نرخ‌های مختلف جریان اکسیژن.....۵۴

شکل ۲- ۲۵ عبور اپتیکی لایه‌های نازک اکسید نقره حرارت‌دهی به ازای نرخ جریان‌های اکسیژن مختلف.....۵۵

شکل ۳- ۱ تصویری از دستگاه MBM-100.....۶۰

شکل ۳- ۲ نمایی از دستگاهMBM-100.....۶۱

شکل ۳- ۳ طرح‌وارهای از چشمه یونی و قسمت‌های مهم آن.....۶۲

شکل ۳- ۴ نمایی از اصول کار میکروسکوپ نیروی اتمی.....۶۹

شکل ۳- ۵ نمایی از دستگاه AFM استفاده شده..... ۷۰

شکل ۳- ۶ نمایی از اجزای یک میکروسکوپ تصویر الکترونی (SEM)..... **۷۳**

شکل ۳- ۷ اصول اندازه‌گیری با استفاده از روش بیضی‌سنجی..... ۷۵

شکل ۴- ۱ طیف XRD لایه نازک اکسید نقره در ولتاژ کندوپاش (V)۳۰۰..... ۸۰

شکل ۴- ۲ طیف XRD لایه نازک اکسید نقره در ولتاژ کندوپاش (V)۴۰۰ ..... ۸۱

شکل ۴- ۳ طیف XRD لایه نازک اکسید نقره در ولتاژ کندوپاش (V) ۵۰۰ ..... ۸۱

شکل ۴- ۴ طیف XRD لایه نازک اکسید نقره در ولتاژ کندوپاش (V)۶۰۰..... ۸۲

شکل ۴- ۵ پیک‌های جداشده نقره و اکسیدنقره در انرژی کندوپاش (V) ۶۰۰..... ۸۳

شکل ۴- ۶ مقایسه شدت پیک فاز Ag_2O به ازای ولتاژهای مختلف کندوپاش..... ۸۴

شکل ۴- ۷ نمودار شدت پیک مشاهده شده به ازای زاویه ثابت در انرژی‌های مختلف کندوپاش..... ۸۴

شکل ۴- ۷ تصاویر دو و سه بعدی لایه نازک اکسیدنقره در ولتاژ کندوپاش (V)۳۰۰..... ۸۶

شکل ۴- ۸ تصاویر دو و سه بعدی لایه نازک اکسیدنقره در ولتاژ کندوپاش (V)۴۰۰..... ۸۷

شکل ۴- ۹ تصاویر دو و سه بعدی لایه نازک اکسیدنقره در ولتاژ کندوپاش (V)۵۰۰..... ۸۸

شکل ۴- ۱۰ تصاویر دو و سه بعدی لایه نازک اکسیدنقره در ولتاژ کندوپاش (V)۶۰۰..... ۸۹

شکل ۴- ۱۱ تغییرات اندازه دانه لایه‌های نازک اکسیدنقره بر حسب انرژی کندوپاش..... ۹۰

شکل ۴- ۱۲ تغییرات زبری متوسط (Ra) لایه‌های نازک اکسیدنقره بر حسب انرژی کندوپاش..... ۹۱

شکل ۴- ۱۳ تغییرات متوسط مربع زبری لایه‌های نازک اکسیدنقره بر حسب انرژی کندوپاش..... ۹۱

شکل ۴– ۱۴ تصاویر (SEM) لایه‌های نازک اکسید نقره که با در انرژی‌های کندوپاش.....۹۳

شکل ۴– ۱۵ ضخامت نانو لایه‌های نازک اکسیدنقره به ازای انرژی‌های مختلف کندوپاش.....۹۴

شکل۴ – ۱۶ طیف UV-vis لایه‌های نازک اکسید نقره که با انرژی‌های مختلف کندوپاش.....۹۶

شکل۴ – ۱۷ مقایسه طیف UV-vis لایه‌های نازک اکسید نقره که با انرژی‌های مختلف کندوپاش تولید شده‌اند.....۹۶

شکل۴ – ۱۸ طیف مربوط به عبور اپتیکی لایه‌های نازک اکسیدنقره تولیدشده به ازای نرخ جریان‌های اکسیژن متفاوت.....۹۷

شکل ۴ – ۱۹ طیف انعکاسی لایه‌های نازک اکسیدنقره آماده شده در ولتاژهای مختلف کندوپاش.....۹۸

شکل ۴ – ۲۰ مقایسه انعکاس لایه‌های نازک اکسیدنقره تولیدشده در ولتاژهای کندوپاش.....۹۹

شکل ۴ – ۲۱ مقایسه مقادیر تجربی و تئوری ψ و Δ نانو لایه‌های نازک اکسیدنقره به ازای ولتاژهای مختلف کندوپاش.....۱۰۰

شکل ۴ – ۲۲ نمودارهای مربوط به ضریب شکست و ضریب خاموشی لایه‌های نازک اکسیدنقره آماده‌شده در انرژی‌های مختلف کندوپاش.....۱۰۲

شکل ۴ – ۲۳ مقایسه ضریب شکست لایه‌های نازک اکسیدنقره که با انرژی‌های مختلف کندوپاش تولید شده‌اند.....۱۰۳

شکل ۴ – ۲۴ مقایسه ضریب خاموشی لایه‌های نازک اکسیدنقره که با انرژی‌های مختلف کندوپاش تولید شده‌اند.....۱۰۳

فصل اول

لایه های نازک