بسم الله الرحمن الرحيم

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 محمد ماه کیانی رشته *فیزیک* تحت عنوان: «*ساخت و مطالعه خواص اپتیکی لایه های نازک اکسید های فلزی تشکیل دهنده شیشه سرامیک کوردریت* » **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	دکتررسول ملک فر	دانشیار	
۲- استاد ناظر داخلی	دکتر احمد یزدانی	دانشیار	
۳- استاد ناظر داخلی	دکتر احمد مشاعی	استادیار	
٤- استاد ناظرخارجی	دکتر حمید رضا زارعی	استادیار	
٥-نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر احمد یزدانی	دانشیار	

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 در دانشکده دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم/جناب آقای دکتر ، 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 محمد ماه‌گیانی دانشجوی رشته فیزیک - اتمی و مولکولی مقطع کارشناسی ارشد

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

نام و نام خانوادگی:

محمد ماه‌گیانی

تاریخ و امضا:

۱۳۹۰/۰۱/۳۰

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

محمد ماهوتیانی

امضاء

۱۳۹۰/۰۱/۳۰

دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده علوم پایه

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

فیزیک (اتمی- مولکولی)

ساخت و مطالعه خواص اپتیکی لایه های نازک اکسید های فلزی تشکیل دهنده شیشه سرامیک کوردیت

نگارش:

محمد ماه کیانی

استاد راهنما:

دکتر رسول ملک فر

فروردین ۱۳۹۰

تقدیم به مادر عزیز و مهربانم که هر چه امروز دارم نتیجه زحمات دیروز اوست...

تشکر و قدردانی

خدا را بسیار سپاس که بار دیگر لطف و رحمت خود را شامل این بنده حقیر نمود و قرار گرفتن در این جایگاه را در نامه سرنوشت من نگاشت.

از استاد ارجمند جناب آقای دکتر ملک فر، که همواره مشوق و راهنمای اینجانب بودند و بنده را در به پایان رساندن این مهم یاری نمودند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از خانواده عزیز و مهربانم نیز که با صبر و بردباری و دعای خیرشان همواره تکیه گاه محکمی برایم بودند متشکرم.

از تمامی اساتید گرامی که در دوره کارشناسی ارشد افتخار حضور در محضرشان نصیب بنده گردید، بسیار سپاس گذارم.

در پایان لازم است از تمامی دوستان و همراهانی که اوقات بسیار زیبایی را با آن ها گذراندم، به ویژه آقایان فواد آقاجانلو، امیر علیجان پور، فرهاد جهان تیغ و خانم فاطمه صحرایان و تمامی عزیزانی که در تدوین و نگارش این پایان نامه مرا یاری نمودند، تشکر و قدردانی نمایم.

چکیده

امروزه لایه های نازک به دلیل خواص منحصر به فرد خود، کاربردهای گسترده ای در صنایع الکترونیکی، مکانیکی، پزشکی و... دارند. در این تحقیق ساخت و مشخصه یابی ساختاری و اپتیکی لایه نازک اکسید آلومینیوم از اکسید های فلزی تشکیل دهنده نوعی شیشه سرامیک $Mg_2Al_4Si_5O_{18}$ (کوردریت) و همچنین لایه نازک شیشه سرامیک کوردریت حاوی اکسیدهای فلزی منیزیم و آلومینیوم و اکسید غیر فلزی سیلیسیم صورت گرفته است. لایه های نازک بر روی شیشه معمولی و با استفاده از روش تجزیه حرارتی پاششی تولید شده اند. نانو پودر شیشه سرامیک کوردریت به دو روش پچینی و سنتز احتراقی تولید گردید. برای لایه نشانی اکسید آلومینیوم از پودر α-Al_2O_3 با نام تجاری کوراندوم استفاده شد. به منظور تعیین ساختار لایه نازک ها از روش های پراش پرتو ایکس XRD، تصویر برداری با استفاده از میکروسکوپ نوری و میکروسکوپ الکترونی روبشی SEM و جهت بررسی ارتعاشات مولکولی و خواص اپتیکی از طیف سنجی رامان Raman و طیف سنجی بازتابی مادون قرمز FT-IR بهره گرفته شد. نتیجه این تحقیق در نهایت تعیین ضرایب اپتیکی و دی الکتریکی لایه نازک ها با استفاده از روابط کرامرز کرونیگ و شدت نور بازتابی و رسم نمودار این ضرایب بر حسب عدد موج می باشد.

کلمات کلیدی: لایه نازک، اکسید آلومینیوم، شیشه سرامیک کوردریت، تجزیه حرارتی پاششی، کرامرز کرونیگ، ضرایب اپتیکی و دی الکتریکی.

فهرست مطالب

فهرست جدول‌ها ..... ز

فهرست شکل‌ها ..... ح

فصل اول: روش های لایه نشانی

۱-۱ لایه نازک ۱

۱-۲ لایه نشانی ۱

۱-۳ روش های لایه نشانی ۲

۱-۴ انباشت بخار شیمیایی ۳

۱-۴-۱ انباشت بخار شیمیایی فلزات آلی ۳

۱-۵ انباشت بخار فیزیکی ۵

۱-۵-۱ انباشت جرقه کاتدی ۶

۱-۵-۱-۱ فرآیند جرقه کاتدی ۶

۱-۵-۲ انباشت بخار فیزیکی باریکه الکترونی ۷

۱-۵-۳ انباشت بخار یونی ۸

۱-۵-۴ انباشت به کمک باریکه یونی ۹

۱-۵-۵ انباشت لیزر ضربانی ۱۰

۱-۵-۵-۱ فرایند انباشت لیزر ضربانی ۱۱

۱-۵-۶ انباشت کندوپاشی ۱۳

۱-۵-۶-۱ کندوپاش فیزیکی ۱۳
۱-۵-۶-۲ فرایند انباشت کندوپاشی ۱۴
۱-۶ سل-ژل و لایه نشانی چرخشی ۱۵
۱-۶-۱ کاربرد های سل- ژل ۱۵
۱-۶-۲ فرآیند سل-ژل ۱۵
۱-۶-۳ لایه نشانی چرخشی (اسپینی) ۱۶
۱-۶-۳-۱ فرایند لایه نشانی چرخشی ۱۷
۱-۷ لایه نشانی غوطه وری ۱۸
۱-۷-۱ فرایند لایه نشانی غوطه وری ۱۹
۱-۸ لایه نشانی پاششی ۲۰
۱-۸-۱ پاشش حرارتی ۲۰
۱-۸-۱-۱ انواع روش های پاشش حرارتی ۲۰
۱-۸-۱-۲ مزایای و محدودیت های پاشش حرارتی ۲۲
۱-۸-۲ لایه نشانی پاششی با استفاده از سامانه تجزیه حرارتی پاششی ۲۳

فصل دوم: معرفی شیشه سرامیک ها و آلومینا

۲-۱ مقدمه ۲۴
۲-۲ ویژگی های شیشه سرامیک ها ۲۵
۲-۳ جوانه زنی ۲۶
۲-۴ تاریخچه شیشه سرامیک ها ۲۷
۲-۵ خواص و کاربرد شیشه سرامیک ها ۲۷
۲-۶ مهمترین سامانه های شیشه سرامیکی ۲۹

۱-۶-۲ سامانه SiO_2- Al_2O_3- Li_2O ۲۹
۲-۶-۲ سامانه SiO_2- Al_2O_3- MgO (ZnO) ۳۰
۳-۶-۲ سامانه SiO_2- Al_2O_3- CaO (MgO) ۳۱
۴-۶-۲ سامانه SiO_2- Al_2O_3- MgO- CaO- R_2O-F ۳۱
۵-۶-۲ سامانه SiO_2- CaO- MgO- P_2O_5 ..... ۳۲
۶-۶-۲ سایر خانواده های شیشه سرامیکی ۳۴
۷-۲ کاربردهای مهم آینده برای شیشه سرامیک ها ۳۴
۸-۲ اکسید آلومینیوم (آلومینا) ۳۵
۹-۲ ساختار بلوری آلومینا..... ۳۶
۱۰-۲ خواص، ویژگی ها و کاربرد ها..... ۳۷
۱-۱۰-۲ سختی بالا و مقاومت به سایش بالا ۳۷
۲-۱۰-۲ مقاومت در برابر خوردگی شیمیایی ۳۸
۱-۲-۱۰-۲ محدودیت در استفاده و راه کار مقابله ۳۸
۳-۱۰-۲ رسانایی گرمایی و دیرگدازی بالا ۳۹
۱-۳-۱۰-۲محدودیت ها و راه کارهای مقابله ۳۹
۴-۱۰-۲ مقاومت دی الکتریک بالا ۴۰
۵-۱۰-۲ استحکام فشاری بالا ۴۰
۶-۱۰-۲ سهولت در دسترسی به ماده اولیه و تولید آسان ۴۱
۱۱-۲ روش بایر برای تولید پودر آلومینا ۴۱

فصل سوم: فعالیت های تجربی

۱-۳ مقدمه ۴۳

۲-۳ معرفی و نحوه کار با سامانه تجزیه حرارتی پاششی (اسپری پایرولیز) ۴۴
۱-۲-۳ محفظه قرار گیری زیرلایه ۴۶
۲-۲-۳ شیپوره پاشش ۴۶
۳-۲-۳ مخرن محلول ۴۷
۴-۲-۳ نمایشگر و سامانه کنترل دمای زیرلایه ۴۷
۵-۲-۳ کلید چرخش و کنترل سرعت شیپوره ۴۸
۶-۲-۳ کلید چرخش و کنترل سرعت زیرلایه ۴۸
۷-۲-۳ کلید روشن خاموش نمایشگر ۴۹
۸-۲-۳ کلید روشن و خاموش گرم کن ۴۹
۹-۲-۳ کلید های تنظیم فاصله شیپوره از زیرلایه ۵۰
۱۰-۲-۳ شیر تنظیم فشار هوای خشک ۵۰
۱۱-۲-۳ کلید قطع و وصل هوای خشک ۵۱
۱۲-۲-۳ کلید قطع و وصل جریان محلول ۵۱
۱۳-۲-۳ درجه نمایشگر فشار هوای خشک ۵۲
۱۴-۲-۳ کلید روشنایی اتاقک پاشش ۵۲
۳-۳ لایه نشانی اکسید آلومینیوم ۵۳
۱-۳-۳ آماده سازی محلول ۵۳
۲-۳-۳ آماده سازی زیرلایه ۵۵
۳-۳-۳ پاشش و لایه نشانی ۵۷
۴-۳ لایه نشانی شیشه سرامیک کوردریت حاوی Al_2O_3 و MgO و SiO_2 ..... ۵۸
۱-۴-۳ ساخت نانو پودر شیشه سرامیک کوردریت به روش پچینی ۵۹
۲-۴-۳ ساخت نانو پودر شیشه سرامیک کوردریت به روش سنتز احتراقی ۶۲

۳-۴-۳ لایه نشانی نانو پودر شیشه سرامیک کوردریت ۶۴

فصل چهارم: بررسی و مطالعه نمونه ها

۱-۴ مقدمه ۶۶
۲-۴ پراش اشعه ایکس (XRD) ۶۷
۱-۲-۴ پراش اشعه ایکس نمونه ها ۶۹
۲-۲-۴ اطلاعات مستخرج از طیف XRD نمونه ها ۷۴
۳-۴ تصویر برداری با استفاده از میکروسکوپ نوری ۷۶
۴-۴ تصویر برداری میکروسکوپ الکترونی روبشی(SEM) ۷۸
۱-۴-۴ تصویر نمونه ها با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی ۸۰
۵-۴ طیف سنجی رامان..... ۸۳
۱-۵-۴ پراکندگی رامان از دیدگاه کوانتمی ۸۴
۲-۵-۴ دستگاه طیف سنج رامان در دمای اتاق..... ۸۵
۳-۵-۴ طیف سنجی رامان و تحلیل طیف رامان نمونه ها ۸۶
۶-۴ طیف سنجی مادون قرمز ۹۰
۱-۶-۴ طیف سنجی و تحلیل طیف بازتابی مادون قرمز نمونه ها ۹۲

فصل پنجم: بحث، نتیجه گیری و پیشنهادات

۱-۵ مقدمه ۱۰۱
۲-۵ نتایج مربوط به ساخت نمونه ها ۱۰۲
۳-۵ نتایج حاصل از مطالعه و مشخصه یابی ساختاری و اپتیکی نمونه ها ۱۰۲

۵-۳-۱ نتایج حاصل از طیف XRD ۱۰۳
۵-۳-۲ نتایج حاصل از تصویر برداری میکروسکوپ نوری ۱۰۴
۵-۳-۳ نتایج حاصل از تصویر برداری میکروسکوپ الکترونی روبشی SEM ۱۰۴
۵-۳-۴ نتایج حاصل از طیف سنجی رامان ۱۰۵
۵-۳-۵ نتایج حاصل از طیف سنجی بازتابی مادون قرمز ۱۰۶
۵-۴ پیشنهادات ۱۰۷
منابع و مآخذ ۱۰۸

فهرست جدول‌ها

جدول۲-۱ نمونه ای از خواص و کاربرد شیشه سرامیک ها..... ۲۸

جدول۲-۲ خصوصیات حرارتی سامانهSiO_2 - Al_2O_3 - Li_2O..... ۳۰

جدول ۲-۳ مقایسه خصوصیات سامانه های مختلف شیشه سرامیک.....۳۳

جدول۴-۱ اندازه تقریبی نانو ذرات شیشه سرامیک کوردریت مربوط به طیف XRD نمونه۳.....۷۴

جدول۴-۲ اندازه تقریبی نانو ذرات آلومینا مربوط به طیف XRD نمونه های ۳ و ۴ و ۵ .....۷۴

فهرست شکل‌ها

شکل۱-۱ سامانه انباشت شیمیایی بخار دانشگاه تربیت مدرس.....۳

شکل ۱-۲ فرایند انباشت بخار شیمیایی فلزات آلی.....۴

شکل ۱-۳ سامانه انباشت جرقه کاتدی.....۷

شکل ۱-۴ سامانه انباشت بخار یونی.....۹

شکل ۱-۵ سامانه انباشت لیزر ضربانی..... ۱۰

شکل۱-۶ سامانه انباشت کندوپاشی..... ۱۴

شکل۱-۷ سامانه لایه نشانی چرخشی دانشگاه تربیت مدرس.....۱۸

شکل ۱-۸ لایه نشانی چرخشی.....۱۸

شکل۱-۹ سامانه لایه نشانی غوطه وری.....۱۹

شکل۱-۱۰ لایه نشانی به روش پاشش حرارتی.....۲۲

شکل۱-۱۱ سامانه تجزیه حرارتی پاششی.....۲۳

شکل ۲-۱ مراحل جوانه زنی و تبلور در شیشه سرامیک ها.....۲۶

شکل۲-۲ جوانه زنی با رشد مختصر..... ۲۶

شکل۲-۳ جوانه زنی با رشد کافی.....۲۶

شکل ۲-۴ ریز ساختار سامانه شیشه سرامیکی $SiO_2 - Al_2O_3 - Li_2O$ ۲۹

شکل۲-۵ ریز ساختارهای متفاوت سامانه SiO_2- Al_2O_3- MgO- CaO- R_2O-F ۳۲

شکل ۲-۶ محصولات زیستی و پزشکی سامانه SiO_2- CaO- MgO- P_2O_5 .....۳۳

شکل ۲-۷ یاقوت سرخ و یاقوت کبود تشکیل شده از اکسید آلومینیوم.....۳۶

شکل۲-۸ ساختار بلوری کوراندم، عمده ترین شکل بلوری اکسید آلومینیوم.....۳۶

شکل۳-۱ سامانه تجزیه حرارتی پاششی دانشگاه تربیت مدرس..... ۴۵

شکل۳-۲ زیرلایه های آماده و شستشو داده شده..... ۵۶

شکل۳-۳ لایه نازک آلومینا بر شیشه معمولی.....۵۸

شکل ۳-۴ ژل تهیه شده در دمای 90-100°C به مدت ۱۲ ساعت..... ۶۱

شکل۳-۵ ژل حرارت دیده در دمای 800°C به مدت ۱ ساعت..... ۶۱

شکل۳-۶ قرص نانو پودر شیشه سرامیک کوردریت بعد از آخرین عملیات حرارتی..... ۶۲

شکل ۳-۷ لایه نازک شیشه سرامیک کوردریت بر شیشه معمولی.....۶۵

شکل۴-۱ نحوه پراکندگی پرتوهای موازی برخوردی به مجموعه ای از صفحات یک بلور..... ۶۷

شکل۴-۲ طیف XRD نمونه شماره ۱..... ۷۰

شکل۴-۳ طیف XRD پس زمینه نمونه شماره ۱.....۷۰

شکل۴-۴ طیف XRD نمونه شماره ۱ پس از حذف طیف پس زمینه.....۷۰

شکل۴-۵ طیف XRD نمونه شماره ۳..... ۷۱

شکل۴-۶ طیف XRD پس زمینه نمونه شماره ۳..... ۷۱

شکل۴-۷ طیف XRD نمونه شماره ۳ پس از حذف طیف پس زمینه. ۷۱

شکل۴-۸ طیف XRD نمونه شماره ۴..... ..... ۷۲

شکل۴-۹ طیف XRD پس زمینه نمونه شماره ۴.....۷۲

شکل۴-۱۰ طیف XRD نمونه شماره ۴ پس از حذف طیف پس زمینه... .....۷۲

شکل۴- ۱۱ طیف XRD نمونه شماره ۵.....۷۳

شکل۴-۱۲ طیف XRD پس زمینه نمونه شماره ۵..... ۷۳

شکل۴-۱۳ طیف XRD نمونه شماره ۵ پس از حذف طیف پس زمینه..... ۷۳

شکل۴-۱۴ سطح نمونه شماره ۴ با استفاده از میکروسکوپ نوری با مقیاس ۵۰ میکرومتر.....۷۶

شکل۴-۱۵ سطح نمونه شماره ۵ با استفاده از میکروسکوپ نوری با مقیاس ۵۰ میکرومتر.....۷۶

شکل۴-۱۶ سطح نمونه شماره ۱ با استفاده از میکروسکوپ نوری با مقیاس ۵۰ میکرومتر.....۷۷

شکل۴-۱۷ سطح نمونه شماره ۲ با استفاده از میکروسکوپ نوری با مقیاس ۵۰ میکرومتر.....۷۷

شکل۴-۱۸ سطح نمونه شماره ۳ با استفاده از میکروسکوپ نوری با مقیاس ۵۰ میکرومتر.....۷۷

شکل ۴-۱۹ میکروسکوپ الکترونی روبشی..... ..... ۸۰

شکل۴-۲۰ تصاویر SEM سطح نمونه شماره ۱ با مقیاس نمایش داده شده.....۸۱

شکل۴-۲۱ تصاویر SEM سطح نمونه شماره ۲ با مقیاس نمایش داده شده... .....۸۱

شکل۴-۲۲ تصاویر SEM سطح نمونه شماره ۳ با مقیاس نمایش داده شده..... ۸۱

شکل۴-۲۳ تصاویر SEM سطح نمونه شماره ۴ با مقیاس نمایش داده شده.....۸۲

شکل۴-۲۴ تصاویر SEM سطح نمونه شماره ۵ با مقیاس نمایش داده شده.....۸۲

شکل۴-۲۵ دستگاه طیف سنج رامان دانشگاه تربیت مدرس..... ۸۶

شکل۴-۲۶ طیف رامان نمونه شماره ۱..... ..... ۸۷

شکل۴-۲۷ طیف رامان نمونه شماره ۲..... ..... ۸۷

شکل۴-۲۸ طیف رامان نمونه شماره ۳..... ..... ۸۸

شکل۴-۲۹ طیف رامان نمونه شماره ۴.....۸۹

شکل۴-۳۰ طیف رامان نمونه شماره ۵.....۸۹

شکل ۴-۳۱ سامانه طیف سنجی فرو سرخ تبدیل فوریه ای (FT-IR) دانشگاه تربیت مدرس.....۹۲

شکل۴-۳۲ طیف بازتابی مادون قرمز نمونه شماره ۱.....۹۵

شکل۴-۳۳ اطلاعات مستخرج از طیف بازتابی مادون قرمز نمونه شماره ۱.....۹۵

شکل۴-۳۴ طیف بازتابی مادون قرمز نمونه شماره ۲.....۹۶

شکل۴-۳۵ اطلاعات مستخرج از طیف بازتابی مادون قرمز نمونه شماره ۲.....۹۶

شکل۴-۳۶ طیف بازتابی مادون قرمز نمونه شماره ۳.....۹۷

شکل۴-۳۷ اطلاعات مستخرج از طیف بازتابی مادون قرمز نمونه شماره ۳.....۹۷

شکل۴-۳۸ طیف بازتابی مادون قرمز نمونه شماره ۴.....۹۸

شکل۴-۳۹ اطلاعات مستخرج از طیف بازتابی مادون قرمز نمونه شماره ۴.....۹۸

شکل۴-۴۰ طیف بازتابی مادون قرمز نمونه شماره ۵.....۹۹

شکل۴-۴۱ اطلاعات مستخرج از طیف بازتابی مادون قرمز نمونه شماره ۵..... ۹۹

فصل اول

روش های لایه نشانی

۱-۱ لایه نازک

لایه نازک ها، لایه ای از مواد می باشند که بر حسب ضخامت از یک نانو متر و حتی کوچکتر تا چند میکرومتر تقسیم بندی می شود. قطعات نیمه رسانا الکترونیکی و لایه های اپتیکی مهم ترین کاربردهای مفید ساخت لایه نازک ها هستند[۱]. یک کاربرد خیلی آشنای لایه نازک ها آینه های خانگی هستند که به منظور ایجاد بازتاب مناسب یک لایه فلزی بر روی شیشه نشانده می شود. برای تولید آیینه های دوطرفه از لایه های خیلی نازک (زیر یک نانومتر) استفاده می شود.

۱-۲ لایه نشانی

ایجاد پوششی از مواد بر روی سطح یک جسم (زیرلایه) را، لایه نشانی گویند. در اکثر موارد، به منظور بهتر کردن خواص زیرلایه ها از لایه نشانی استفاده می شود. خواصی چون ظاهر، چسبندگی، مقاومت