بسم الله الرحمن الرحیم

بسمه تعالی

دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده علوم پایه

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

اعضای هیئت داوران نسخهٔ نهایی پایان‌نامه آقای/خانم سید محمد بنی هاشمی خامنه رشته **فیزیک** تحت عنوان: **ساخت و بررسی پاسخ های اپتیکی غیر خطی نانو ذرات KTP,Zno** 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	۹۰/۱/۲۱
۲- استاد ناظر داخلی	دکتر اسماعیل ساعی ور	دانشیار	
۳- استاد ناظر داخلی	دکتر احمد مشاعی	استادیار	
٤- استاد ناظرخارجی	دکتر محمد رضا خانلری	دانشیار	
٥-نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر اسماعیل ساعی ور	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 را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت‌مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند 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 ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب سید محمد بنی هاشمی دانشجوی رشته فیزیک مقطع کارشناسی ارشد

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

نام و نام خانوادگی: سید محمد بنی هاشمی

تاریخ و امضا:

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 باشند.

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 خواهد بود.

«اینجانب **سیدمحمدبنی هاشمی** دانشجوی رشته **فیزیک** ورودی سال تحصیلی **۱۳۸۷** مقطع **کارشناسی ارشد** دانشکده **علوم پایه** متعهد می شوم کلیه نکات مندرج در آئین 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 آئین نامه فوق الاشعار به دانشگاه وکالت و نمایندگی می دهم که از طرف اینجانب نسبت به لغو امتیاز اختراع بنام بنده و یا هر گونه امتیاز دیگر و تغییر آن به نام دانشگاه اقدام نماید. ضمناً نسبت به جبران فوری ضرر و زیان حاصله بر اساس برآورد دانشگاه اقدام خواهم نمود و بدینوسیله حق هر گونه اعتراض را از خود سلب نمودم»

نام و نام خانوادگی: سید محمد بنی هاشمی

تاریخ و امضا:

دانشکده علوم پایه

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد فیزیک

عنوان:

ساخت و بررسی پاسخ های اپتیکی غیر خطی نانو ذرات ZnO وKTP

نگارش:

سید محمد بنی هاشمی خامنه

استاد راهنما:

دکتر رسول ملک فر

فروردین ۱۳۹۰

تقدیم به:

پدر و مادر عزیزم که هر چه دارم از برکت وجود ایشان دارم.

برادران مهربانم که بهترین لحظات دوران زندگی را در کنارم بودند.

تشکر و قدردانی

در ابتدا بر خود لازم می دانم که از زحمات استاد راهنمایم، جناب آقای دکتر ملک فر، که در طی این مدت از هیچگونه کمکی دریغ نکردند و همواره یاری رسان من بودند تشکر و قدردانی نمایم.

همچنین از دوست گرامی آقای سعید پور جعفری صمیمانه تشکر می کنم و در نهایت از عزیزترین یارانم، پدر و مادرم، برادرانم تشکر و تقدیر می نمایم.

چکیده:

در این پایان نامه در ابتدا با استفاده از روش سل – ژل که روشی کم هزینه است نانو ذرات KTP و ZnO را تولید می کنیم ، سپس مشخصه یابی ساختاری ، اپتیکی و ریخت شناسی مورد بحث قرار گرفته است.

به منظور شناخت فازهای موجود، ساختار و ریخت شناسی نانو ذرات از روش پراش اشعه ایکس (XRD) ، طیف سنجی پس پراکندگی میکرو رامان (Raman Scattering) و میکروسکپ الکترونی روبشی (SEM) استفاده گردیده است به کمک طیف سنجی های پراکندگی رامان (Raman Scattering) و ماوراء بنفش (UV/Vis/NIR) برای شناخت ترازهای انرژی اتمی نانو بلور و فرکانس جذب طیف ماوراء بنفش استفاده گردیده است.

برای مطالعه خواص اپتیکی خطی نانوبلور KTP و ZnO با استفاده از روابط کرامرز- کرونیک که توسط یک برنامه کامپیوتری شبیه سازی شده بر مبنای طیف بازتابی مادون قرمز (FTIR) ، برخی از ضرایب اپتیکی نانو بلور همانند n ، k و غیره تعیین گردید.

در نهایت با استفاده از آزمایش روبش - Z نانو ذرات KTP و ZnO می توان ضریب شکست غیر خطی n_2 و ضریب جذب غیرخطی β را محاسبه کرد . برای ZnO $n_2=1.64*10^{-7}$ cm^2/W و $\beta=1.26*10^{-3}$ cm/W حاصل می شود. علامت ضریب شکست غیرخطی مثبت وضریب جذب غیر خطی منفی است.برای KTP نیز $n_2=3.79*10^{-9}$ cm^2/W و $\beta=0.5*10^{-1}$ cm/W بدست می آید.

واژه های کلیدی: نانو ذرات ZnO ، نانو ذرات KTP ،روبش-Z ، طیف سنجی رامان، میکروسکپ الکترونی روبشی ، پراش اشعه ایکس

فهرست:

فصل اول: ۱

آشنایی با اپتیک غیرخطی ۱

۱- آشنایی با اپتیک غیر خطی ۲

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- مواد اپتیکی خطی[۲] ۳

۱-۳- پیش درآمدی بر اپتیک غیر خطی [۳] ۴

۱-۴- شبیه سازی با نوسانگر [۱-۴] ۸

۱-۴-۱- تقریب نوسانگر هماهنگ ساده (اپتیک خطی) ۸

۱-۴-۲- نوسانگر غیر هماهنگ (اپتیک غیر خطی مرتبه دوم) ۹

۱-۴-۳- خاصیت اپتیکی غیر خطی مرتبه سوم ۱۰

۱-۵- ویژگیهای غیر خطی مرتبه سوم[۶] ۱۱

۱-۵-۱- پذیرفتاری و ضریب شکست ۱۱

۱-۵-۲- ضریب جذب غیر خطی (NLA) و ضریب شکست غیر خطی (NLR) [۶] ۱۵

فصل دوم: ۱۸

۲- پدیده های مؤثر در پاسخ غیر خطی نوری ۱۹

۲-۱- اثرهای خود کنش [۷] ۱۹

۲-۲- جذب دو فوتون (TPA) ۲۵
۲-۳- جذب قابل اشباع (SA)..... ۲۷
۲-۴- خواص اپتیکی غیر خطی نانوذرات ۲۹
۲-۴-۱- اثر محدودشدگی کوانتومی ۲۹
۲-۴-۲- آثار ناشی از محدودشدگی کوانتومی[۱۱-۱۲]..... ۳۳
۲-۴-۲-۱- ویژگی های اپتیکی: ۳۳
۲-۴-۲-۲- ویژگی های اپتیکی غیرخطی ۳۳
۲-۴-۳- پلاسمون های سطحی..... ۳۴
فصل سوم ۳۹
۳- ساخت نانو ذرات ZnOوKTP و مروری برکاربردهای ارائه شده در مقالات ۴۰
۳-۱- روش ساخت: ۴۰
۳-۱-۱- روش سل-ژل ۴۰
3-1-2- روش پچینی ۴۱
۳-۲- مراحل ساخت آزمایشگاهی نانوبلورKTP ۴۳
۳-۲-۱- اندازه‌گیری مواد اولیه ۴۳
3-2-2- طریقه ساخت مواد اولیه ۴۵
۳-۲-۳- فرایند گرمادهی و تکلیس ۴۶

3-3- مراحل ساخت آزمایشگاهی نانوبلورZnO ۴۸

۳-۴- برخی از کابردهای نانو ذراتKTPوZnOدر مقالات ارائه شده ۴۹

۳-۴-۱- بلورهای غیر خطی ۴۹

۳-۴-۲- خصوصیات و کاربردهای بلورهای غیر خطی ۵۰

۳-۴-۳- بلورKTP وخانواده‌های آن ۵۰

۳-۴-۴- مشخصات بلورKTP..... ۵۰

3-4-5- نانو ذرات ZnO ۵۱

۳-۴-۵-۱- ساختار اکسید روی..... ۵۲

۳-۴-۵-۲- کاربردهای اکسید روی..... ۵۴

فصل چهارم :..... ۵۶

۴- تجزیه وتحلیل طیفی ساختار نانوبلورZnO و$KTioPo_4$..... ۵۷

۴-۱- معرفی ۵۷

۴-۲- تجزیه و تحلیل پراش پرتوی X (XRD) ۵۷

۴-۲-۱- نانوبلور خالص KTP ۵۷

۴-۲-۲- بررسی طیف پراش اشعه ایکس نانو ذراتZnO..... ۶۱

۴-۳- میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) : ۶۱

۴-۳-۱- بررسی نمونه‌هایKTP نانویی تولید شده با SEM:..... ۶۳

۴-۳-۲- مقایسه نتایج بدست آمده اندازه ذرات با استفاده از فرمول دبای- شرر با SEM: ۶۴
۴-۳-۳- بررسی میکروسکوپ الکترونی نانو ذراتZnO ۶۵
4-4- تجزیه و تحلیل طیف رامان ۶۷
4-4-1- شناخت پراکندگی رامان ۶۷
۴-۴-۱-۱- دستگاه طیف سنج رامان در دمای اتاق ۶۹
۴-۴-۲- تحلیل طیف رامان بدست آمده از نانوبلور KTP..... ۷۰
۴-۴-۲-۱- تعیین مدهای رامان شبکه KTP..... ۷۰
۴-۴-۲-۲- تجزیه وتحلیل طیف رامان بدست آمده از نانوبلور KTP..... ۷۱
۴-۴-۳- مروری بر مقالات ارائه شده در طیف سنجی رامان ZnO..... ۷۵
۴-۴-۳-۱- بررسی طیف رامان نانو ذرات ZnO ۷۶
فصل پنجم :..... ۷۹
۵- بررسی پاسخ های اپتیکی..... ۸۰
۵-۱- تحلیل طیف UV/Vis/NIR بدست آمده از نانوبلور KTP :..... ۸۰
۵-۱-۱- مقدمه..... ۸۰
۵-۱-۲- تجزیه وتحلیل طیف UV/Vis/NIR بدست آمده از نانوبلور KTP ۸۲
۵-۱-۳- بررسی طیفهای جذبی نانوذرات اکسید روی تولید شده..... ۸۳
۵-۲- طیف‌سنجی بازتابی FT-IR ۸۴

۵-۲-۱- محاسبه ضرایب شکست و دی الکتریک با استفاده از روابط کرامرز- کرونیگ..... ۸۵

۵-۲-۲- طیف‌سنجی بازتابی FT-IR نانوبلور KTP ۸۹

5-2-2-1- محاسبه ضرایب شکست و دی الکتریک نانوبلور KTP با استفاده از روابط کرامرز-کرونیگ ۹۰

5-2-3- طیف‌سنجی بازتابی FT-IR نانوبلور ZnO..... ۹۱

5-2-3-1- محاسبه ضرایب شکست و دی الکتریک نانوبلور ZnO با استفاده از روابط کرامرز- کرونیگ..... ۹۲

۵-۳- روبش-Z ۹۳

۵-۳-۱- معرفی روبش –Z ۹۳

۵-۳-۱-۱- روبش – z با روزنهٔ بسته..... ۹۴

۵-۳-۱-۲- روبش – z با روزنهٔ باز..... ۱۰۳

5-3-2- اندازه گیری ضرایب غیرخطی نانوذرات KTP به روش روبش-Z ۱۰۶

۵-۳-۲-۱- اندازه گیری ضریب شکست غیرخطی نانوذرات KTPبه روش روبش-Z با روزنه بسته ۱۰۷

۵-۳-۲-۲- اندازه گیری ضریب جذب غیرخطی نانو ذراتKTPبه روش روبش –Z با روزنه باز ۱۱۰

۵-۳-۲-۳- نتایج بدست آمده از روش روبش –Z برای نانو ذرات KTP ۱۱۱

۵-۳-۳- اندازه گیری ضرایب غیرخطی نانوذرات ZnO به روش روبش-Z ۱۱۲

۵-۳-۴- آزمایشهای روبش –Z روی نانو ذرات ZnO ۱۱۲

۵-۳-۴-۱- اندازه گیری ضریب شکست غیرخطی نانوذرات ZnO به روش روبش-Z با روزنه بسته.... ۱۱۳

۵-۳-۴-۲- اندازه گیری ضریب جذب غیرخطی نانوذرات ZnO به روش روبش-Z با روزنه باز ۱۱۴

۵-۳-۴-۳- نتایج بدست آمده از روش روبش –Z برای نانو ذرات ZnO ۱۱۴

فصل ششم :..... ۱۱۶

۶- نتیجه گیری ۱۱۷

۶-۱- مقدمه ۱۱۷

۶-۲- نتایج نانو ذرات KTP..... ۱۱۷

۶-۳- نتایج نانو ذرات ZnO..... ۱۱۸

فهرست شکل ها:

شکل ۲-۱ خود واکانونی شدن پرتو لیزر داخل محیط غیرخطی ۱۹

شکل ۲-۲- الف)خودکانونی پرتو گاؤسی.ب)خودواکانونی پرتو گاؤسی،گسترش پرتوبیش از حد پراش خطی ..۲۱

شکل ۲-۳خود-دامی پرتولیزر درمحیط غیرخطی ۲۱

شکل ۲-۴مسافت ومشخصه خودکانونی.....۲۲

شکل ۲-۵ تعریف پارامترهایw،w_0وz_{min}.مسیرپرتوهادرشکل مربوط به وضعیتی است نه دراثربرهمکنش محیط غیرخطی اصلاح نشده است.....۲۴

شکل ۲-۶ الف)جذب دو فوتون.ب)جذب پله ای.....۲۵

شکل ۲-۷- الف)جذب دوفوتونی حاصل ازیک پرتو.....۲۶

شکل ۲-۸ اشباع جذب درسامانه دو ترازی ۲۸

شکل ۲-۹محدودیت فوتونها والکترونها درابعادمختلف(انتشار در راستایzمی باشد.) ۳۰

شکل ۲-۱۰- الف)توزیع میدان الکتریکی برای مدهای$TE(n=0,1,2)$دریک موجبرسطحی بامحدودشدگی یک بعدی فوتونها. ب)تابع موج ψبرای سطوح کوانتومی$(n=1,2,3)$مربوط به یک الکترون دریک جعبه یک بعدی ۳۲

شکل ۲-۱۱- الف)مثالی ازیک چاه کوانتومی نوع اول. ب)توابع موج الکترون(شکل بالا) وحفره (شکل پایین).....**Error! Bookmark not defined.**

شکل ۲-۱۲طیف جذب اپتیکی نانوذرات طلا در اندازه های مختلف ۳۷

شکل ۲-۱۳جذب اپتیکی نانو میله های طلا ۳۸

شکل ۳-۱ شمای کلی روش سل- ژل [۱۴].....۴۱

شکل ۳-۲ شمای کلی از کیلیت یک فلز توسط عامل کیلیت‌گر EDTA [۱۷] ۴۳

شکل ۳-۳ کوره هریوس بکار رفته برای فرایند تکلیس ۴۶

شکل ۳-۴ نمای کلی از روش ساخت ZnO ۴۹

شکل ۳-۶ ساختار بلورKTP [۲۲]. ۵۱

شکل ۳-۷ ساختار ورتسایت اکسید روی ۵۳

شکل ۳-۸ ساختار نمک معدنی اکسید روی ۵۴

شکل ۳-۹ ساختار سولفید روی اکسید روی ۵۴

شکل ۴-۱ پراش پرتو X توسط یک بلور[۳۲] ..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۴-۲ دستگاه XRD مورد استفاده..... **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۴-۳ نمودار XRD نانوبلور KTP در دمای ۷۰۰°C برای ۱۰ساعت..... ۵۸

شکل ۴-۴ نمودار XRD نانوبلور KTP در دمای ۷۵۰° C برای ۱۰ ساعت ۵۹

شکل ۴-۵ طیف پراش اشعه ایکس نانو ذره اکسید روی تهیه شده در دمای^{o}c ۴۰۰ ..... ۶۱

شکل ۴-۶ **میکروسکوپ الکترونی روبشی**..... ۶۲

شکل ۴-۸ تصویر SEM نمونه تکلیس شده در دمای ° C ۷۰۰ بمدت ۱۰ ساعت ۶۳

شکل ۴-۹ تصویر SEM نمونه تکلیس شده در دمای °C ۷۵۰ بمدت ۱۰ ساعت ۶۴

شکل ۴-۱۰ تصویر میکروسکوپ الکترونی نانو ذرات در مقیاس 500nm ۶۵

شکل ۴-۱۱ تصویر میکروسکوپ الکترونی نانو ذرات در مقیاس 2µm..... ۶۶

شکل ۴-۱۲ نمای کلی از ترازهای مختلف[۴۰] ۶۸

شکل ۴-۱۳ یک نمونه از طیف رامان[۴۰] ۶۸

شکل ۴-۱۴ دستگاه طیف سنج رامان دانشگاه تربیت مدرس **Error! Bookmark not defined.**

شکل ۴-۱۵ شمای کلی از مدهای ارتعاشی واحدهای TiO_6 و PO_4 [۴۵] ۷۱
شکل ۴-۱۶ نمودار طیف رامان نانوبلورKTP تکلیس شده در دمای $700^{\circ}c$ بمدت ۸ ساعت ... ۷۲
شکل ۴-۱۷ نمودار طیف رامان نانوبلورKTP تکلیس شده در دمای $700^{\circ}c$ بمدت ۱۰ساعت .. ۷۳
شکل ۴-۱۸ نمودار طیف رامان نانوبلورKTP تکلیس شده در دمای $750^{\circ}c$ بمدت ۸ ساعت ... ۷۳
شکل ۴-۱۹ نمودار طیف رامان نانوبلورKTP تکلیس شده در دمای $750^{\circ}c$ بمدت ۱۰ساعت .. ۷۴
شکل ۴-۲۰ طیف رامان نمونه ها در مقیاسcm^{-1}-1200cm^{-1} ۴۰۰ ..... ۷۵
شکل ۴-۲۱ طیف رامان نمونه ها در مقیاس $350cm^{-1}$-$550cm^{-1}$ ۷۶
شکل ۴-۲۲ طیف رامان پودر اکسید روی تهیه شده در دمای ^{0}C ۳۰۰ ..... ۷۷
شکل ۴-۲۳ طیف رامان پودر اکسید روی تهیه شده در دمای^{0}C ۵۰۰ ..... ۷۸
شکل ۵-۱ شمای کلی از دو تراز انرژی الکترونی و ترازهای چرخشی و ارتعاشی آن[۵۳] ۸۱
شکل ۵-۲ نمودار طیف UV/Vis/NIR نانوبلورKTP تکلیس شده در دمای $700^{\circ}c$ بمدت ۱۰ساعت ۸۲
شکل ۵-۳ نمودار طیف UV/Vis/NIR نانوبلورZnO بدون تکلیس ۸۳
شکل ۵-۴ نمودار طیف UV/Vis/NIR نانوبلورZnO تکلیس شده در دمای $400^{\circ}c$ ۸۴
شکل ۵-۵ تصویر دستگاه FTIR انعکاسی ۸۵
شکل ۵-۶ نمودار طیف بازتابی فروسرخ نانوبلور خالص KTP تکلیس شده در دمای $700^{\circ}c$ بمدت ۱۰ساعت ۸۹
شکل ۵-۷ قسمت‌های موهومی و حقیقی و$\mathbf{n}$ وε نانوبلور KTP..... ۹۰
شکل ۵-۸ نمودار طیف بازتابی فروسرخ نانوبلور خالص ZnO تکلیس شده در دمای $700^{\circ}c$ بمدت ۱۰ساعت ۹۱

شکل ۵-۹ قسمت‌های موهومی و حقیقی و $\mathbf{n}$ و ε نانوبلور ZnO ۹۲

شکل ۵-۱۰ چیدمان مربوط به روبش – z با روزنهٔ بسته ۹۴

شکل ۵-۱۱منحنی گذار آزمایش روبش-zبا روزنه بسته برای حالت غیرخطی مرتبه سوم ۹۹

شکل ۵-۱۲ΔT_{p-v} محاسبه شده بصورت یک تابع از تغییر فاز در کانون $\Delta\varphi_0$. همانطور که از شیب خط ها پیداست، میزان حساسیت با افزایش اندازهٔ روزنه کاهش می یابد. ۱۰۱

شکل ۵-۱۳ چیدمان مربوط به اندازه گیری ضریب جذب خطی ۱۰۶

شکل ۵-۱۴توان خروجی برحسب توان ورودی مربوط به اندازه گیری ضریب جذب خطی نانو ذراتKTP .. ۱۰۷

شکل ۵-۱۵منحنی بهنجار شده روبش-Z با روزنه بسته برای نانو ذرات KTP با غلظت 0.3gr/lit . ۱۰۹

شکل ۵-۱۶ منحنی بهنجار شده روبش-Z با روزنه بسته برای نانو ذرات KTP با غلظت 0.5gr/lit.... ۱۰۹

شکل ۵-۱۷ منحنی بهنجار شده روبش-Z با روزنه باز برای نانو ذرات KTP با غلظت 0.3gr/lit ۱۱۰

شکل ۵-۱۸ منحنی بهنجار شده روبش-Z با روزنه باز برای نانو ذرات KTP با غل‌ظت 0.5gr/lit ... ۱۱۱

شکل ۵-۱۹توان خروجی از نمونه بر حسب توان ورودی برای نانو ذراتZnO..... ۱۱۲

شکل ۵-۲۰ منحنی بهنجار شده روبش-Z با روزنه بسته برای نانو ذرات ZnO با غلظت 0.3gr/lit ۱۱۳

شکل ۵-۲۱ منحنی بهنجار شده روبش-Z با روزنه باز برای نانو ذرات ZnO با غلظت 0.3gr/lit ۱۱۴

فهرست جدول ها:

جدول ۲-۱ اپتیک نیمرساناهاب محدود شده کوانتومی ۳۳

جدول ۳-۱ جزییات آزمایشات تولید نانوبلور KTP..... ۴۷

جدول ۳-۲ جزییات آزمایشات تولید نانوبلور ZnO..... ۴۸

جدول ۳-۳خصوصیات فیزیکی ورتسایت اکسید روی[۲۶]..... ۵۲

جدول ۴-۱ محاسبه اندازه ذرات توسط داده‌های شکل(۳- ۳) ۶۰

جدول ۴-۲ محاسبه اندازه ذرات توسط داده‌های شکل(۴- ۴) ۶۰

فصل اول:

آشنایی با اپتیک غیرخطی