٨٧/١/١٠٦٢٢٩
٨٧/١٢/٣

١١٠٨٣٧

۸۷/۱/۱۰ ۶۲۲۹
۸۷ ۱۲۴

دانشگاه تربیت مدرس
دانشکده علوم پایه

پایان نامه کارشناسی ارشد فیزیک (نظری)

تهیه وبررسی خواص نوری خطی وغیر خطی نانوذرات (نقاط کوانتومی)کادمیوم سلنید CdSe

نگارنده : زهره شادرخ

استاد راهنما : دانشیار احمد یزدانی

استاد مشاور : استادیار منوچهر میر شاهی

خرداد ۱۳۸۷

۱۳۸۷ /۱۱/ ۱۰

۱۳۸۷ /۱۱/ ۱۵

۱۱۰۸۳۷

بسمه تعالی

دانشکده علوم پایه

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان‌نامه کارشناسی ارشد

اعضای هیئت داوران نسخهٔ نهایی پایان‌نامهٔ خانم زهره شادرخ ر رشته فیزیک گرایش (نظری) تحت عنوان: «تهیه و بررسی خواص نوری خطی و غیرخطی نانوذرات نقاط کوانتومی کادمیم سلنید» 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 احمد یزدانی	دانشیار	
۲- استاد مشاور	دکتر منوچهر میرشاهی	استادیار	
۳- استاد ناظر داخلی	دکتر محمدرضا ابوالحسنی	استادیار	
۴- استاد ناظر خارجی	دکتر محبوبه هوشیار	استادیار	
۵- نماینده شورای تحصیلات تکمیلی	دکتر محمدرضا ابوالحسنی	استادیار	

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:

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

مادّهٔ 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 مهندسی ... است که در سال ۱۳۸۷ در دانشکدهٔ علوم پایه دانشگاه تربیت مدرّس به راهنمایی سرکار خانم/جناب آقای دکتر ... ، مشاورهٔ سرکار خانم/جناب آقای دکتر ... و مشاورهٔ سرکار خانم/جناب آقای دکتر ... از آن دفاع شده است.»

مادّهٔ 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 اهداکند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

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

مادّهٔ 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 مادّهٔ ۴ را از محلّ توقیف کتابهای عرضه‌شدهٔ نگارنده برای فروش، تأمین نماید.

مادّهٔ ۶ اینجانب زهره سادج دانشجوی رشته مهندسی مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می‌شوم.

نام و نام‌خانوادگی: زهره سادج

تاریخ و امضا: ۱۳۸۷/۴/۲۸

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 هماهنگی 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 شد

ماده ٤- 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 ٥- این آیین‌نامه در ٥ ماده و یک تبصره در تاریخ ۸۷/٤/۱ در شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/٤/۲۳ در هیأت‌رئیسه دانشگاه به تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱۵ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.

" اللهم اخرجنی من الظلمات الوهم واکرمنی بنورالفهم اللهم المفتح علینا ابواب الرحمتک وانشر علینا خزائن علومک برحمتک یا الرحمن الراحمین "

سپاس خدای عزوجل را که داناییم داد تا بتوانم قطره ای از دریای بیکران علمش را بنوشم

"تقدیم به مادر صبورم و همسر مهربانم و گل باغ زندگیم، دخترم النا به پاس تمامی زحماتی که در جهت موفقیت من تحمل کردند "

هوالمحبوب

دانش نور است ، گرمابخش زندگی، وهمه می توانند بـا جوینـده آن سـهیم باشند.

جبران خلیل جبران

با سپاس فراوان از همیاری ها و همدلی های جناب آقای دکتر یزدانی که در تمـامی مراحل تحقیق وپژوهش باعث دلگرمی و پیشرفت من بوده اند .

با تشکر فراوان از جناب آقای دکتر میر شـاهی کـه سـخاوت مندانـه تمـامی امکانـات آزمایشگاهی خود را در اختیار مـن قـرار دادنـد وهمـواره باعـث تـشویق ودلگرمـی وپیشرفت من در امر پژوهش بودند.

با تشکر از تمامی عزیزان ودوستانی که من را در این پروژه همراهی کردند .

چکیده

نقاط کوانتومی کادمیوم سلنید CdSe که اندازه ای کوچکتر از شعاع اکسیتون بوهر دارند را بـه روش شیمیایی مرطوب و با استفاده از دودسته مواد اولیه (دسته اول اکتادیسین و اولئیک اسید . دسته دوم تری اکتیل فوسفین اکسایدTOPO و هگزادی سیلامین HDA) و حلال پایه تری اکتیل فوسفین TOPدرمحـدوده دمـایی C °۳۶۰- ۲۲۵ تهیـه شـده انـد . تغییـر دمـای واکـنش . تغییـر نـسبت مولیCd/Se ،تغییر نسبت مولیTOPO/ HDA و جایگزین کردن نمک استات کـادمیوم بـه جـای اکسید کادمیوم موجب گردید تا سرعت واکنش را جهت تهیه نانو ذراتی با توزیـع انـدازه ای باریـک و نشر مناسب کنترل نمائیم .نتیجه اینکه نانو ذرات حاصله از سنتز شیمیایی مرطـوب بـا حـلال هـای TOPو TOPO دارای توزیع اندازه ای باریک . نشر فلوئورسنس قوی و باریک($1S_e$-$1S_h$) و شیفت استوکس بلند می باشند. مقدار گاف انرژی نانو ذرات به کمک طیف جذب نوری و اندازه نـانوذرات بـا استفاده از تقریب جرم موثر(EMA) محاسـبه شـده اسـت وطیـف هـای نـشرفلوئورسنس، NMR هسته پروتون ومنحنی توزیع اندازه ذرات بررسی شده اند . اثر های غیر خطی نقطـه کوانتـومی هـای CdSe را با روش روبش -z در شدت های ۱۵،۲۵،۵۰میلی وات لیزر هلـیم-نئـون ودر حالـت روزنـه بسته وباز مورد بررسی قرار داده ایم که بیان می کند رفتار غیر خطی در نانو ذرات کوچکتر ودر شدت های بالادر حالت روزنه بسته مشهود ترو دارای خود واگرایی است.وضریب شکست غیـر خطـی منفـی آنها برای نانوذرات کوچک دارای مقدار بزرگتری نسبت به نانوذرات بزرگتر می باشد .

واژه های کلیدی : نقطه کوانتومی های نیمه هادی، روش شیمیایی مرطوب،روش شیمیایی آلی-فلزی دما بالا، نشر فلوئورسنس، طیف جذب نوری، روش روبش-Z، ضریب شکست غیر خطی، CdSe

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول : سیستم های صفر بعدی وخواص نوری خطی

۱-۱ اثر انحصار کوانتومی در سیستم های صفر بعدی با تقریب جرم موثر..... ۵

۱-۱-۱ اثر انحصار کوانتومی ضعیف..... ۷

۱-۱-۲ اثر انحصار کوانتومی قوی..... ۷

۱-۲ اکسیتون ها..... ۱۱

۱-۲-۱ خواص اپتیکی اکسیتون ها و مقایسه نتایج تجربی..... ۱۲

۱-۳ خواص نقطه کوانتومی های نیمه هادی..... ۱۶

۱-۳ خواص اپتیکی یکتای نقطه کوانتومی ها..... ۱۷

۱-۳-۱ طیف جذبی و نشری در نقطه کوانتومی های نیمه هادی..... ۱۹

۱-۳-۲ پایداری نوری در نقطه کوانتومی ها..... ۲۳

۱-۳-۳ پراکندگی و چشمک زنی طیفی..... ۲۴

۱-۳-۳-الف اثر بازترکیب غیر تابشی و یونیزاسیون اوژه..... ۲۷

۱-۳-۴ چگالی حالت نقطه کوانتومی های نیمه هادی..... ۳۲

۱-۳-۴-الف چگالی حالت های محاسبه شده از طریق تقریب بستگی فشرده و روش بازگشتی..... ۳۳

۱-۳-۵ انتقال انرژی رزونانس فلوئورسنس..... ۳۶

۱-۴ خواص الکترونیکی نقطه کوانتومی ها..... ۳۷

۱-۵ خواص اپتوالکترونیک نقطه کوانتومی ها..... ۳۸

۱-۶ خواص مغناطیسی نقطه کوانتومی ها..... ۴۰

فصل دوم : روش های تولید و کاربرد نقطه کوانتومی ها

روش های تولید نقطه کوانتومی های نیمه هادی ۴۷

۲-۱ روش های فیزیکی تولید نقطه کوانتومی های نیمه هادی..... ۴۸

۲-۱-۱ نقطه کوانتومی های تولید شده به صورت لیتوگرافی..... ۴۸

۲-۱-۲ نقطه کوانتومی های خودآرا تولید شده به صورت اپیتکسی ۵۰

۲-۲ روش های شیمیایی تولید نقطه کوانتومی های نیمه هادی کلوئیدی..... ۵۲

۲-۲-۱ نقطه کوانتومی های کلوئیدی تولید شده در فاز آبی..... ۵۴

۲-۲-۱-الف روش مایسل معکوس..... ۵۴

۲-۲-۱-ب روش جریان آئورسل شیمیایی پیوسته (CAF) ۵۷

۲-۲-۱-پ روش پرتو افکنی میکرو موج..... ۵۹

۲-۲-۱-ت روش سونو شیمیایی ۶۰

۲-۲-۲ نقطه کوانتومی های کلوئیدی تولید شده در فاز آلی..... ۶۱

۲-۳ کنترل شکل و اندازه نانو کریستال های نیمه هادی در سنتز آلی – فلزی دما بالا..... ۶۴

۲-۴ انواع پوشش نقطه کوانتومی های کلوئیدی..... ۶۷

۲-۴-۱ نقطه کوانتومی با پوشش آلی هسته – پوشش (کلاه) ۶۸

۲-۴-۲ نقطه کوانتومی ها با پوشش غیر آلی ۶۹

۲-۵ کاربردهای نقطه کوانتومی های نیمه هادی..... ۷۰

۲-۵-۱ کاربردهای بیو پزشکی نقطه کوانتومی ها..... ۷۱

۲-۵-۱-الف تبادل لیگاند ۷۲

۲-۵-۱-ب برهم کنش آب گریز..... ۷۳

۲-۵-۱-پ کپسوله کردن در سیلیکا..... ۷۴
۲-۵-۱-ت برهم کنش الکترواستاتیک..... ۷۵
۲-۵-۱-ث کپسوله کردن در کره های پلیمری..... ۷۶
۲-۶ نقطه کوانتومی ها و برچسبهای فلوئورسنس آلی..... ۷۶
۲-۶-۱ فلوئورسین ها و رودامین ها..... ۷۷
۲-۶-۲ رنگ های سیانین ۷۷
۲-۶-۳ رنگ های الکسا..... ۷۸
۲-۶-۴ پروتئین های فلوئورسنس..... ۷۸
۲-۶-۵ کلات های لانتانید..... ۷۹
۲-۷ کاربردهای بیوپزشکی نقطه کوانتومی ها..... ۸۰
۲-۸ کاربرد های الکترونیک واپتو الکترونیک..... ۸۳

فصل سوم : خواص نوری غیر خطی نقطه کوانتومی ها

بررسی اثرهای غیر خطی نوری در نیم رساناهای نیمه هادی سه بعدی..... ۸۶
۳-۱ اثر پرده پلاسما در نیمه رساناهای سه بعدی..... ۸۷
۳-۲ بررسی علل اثرهای غیر خطی در سیستم های صفر بعدی..... ۸۹
۳-۳اثر استارک اپتیکی و نقطه کوانتومی ها..... ۹۰
۳-۴ روش های اندازه گیری غیر خطی های نوری..... ۹۳
۳-۴-۱ طیف سنجی دمشی – کاوشی..... ۹۳
۳-۴-۲ تداخل سنجی غیر خطی..... ۹۵
۳-۴-۳ آمیزش چهار موج DFWM..... ۹۶
۳-۴-۴ تزویج فاز نوری ۹۷

۳-۴-۵ روش اعوجاج باریکه (روش روبش - Z) ۹۷

فصل چهارم : تولید و مشخصه یابی خواص نوری خطی نقطه کوانتومی های CdSe

هدف از انتخاب نیمه هادی کادمیوم سلنیدCdSe چیست ؟..... ۱۰۳

۴-۱ کدام روش تولید مناسب تر است ؟..... ۱۰۴

۴-۲ عوامل موثر بر واکنش..... ۱۰۷

۴-۳ مواد اولیه ۱۰۷

۴-۴ نحوه چیدمان ادوات آزمایش..... ۱۰۸

۴-۵ پاک سازی ظروف و نکات ایمنی ۱۱۰

۴-۶ تهیه نانو کریستال های CdSe با دسته اول از مواد اولیه ۱۱۰

۴-۶-۱ نحوه تهیه محلول شماره ۱ ..... ۱۱۱

۴-۶-۲ آزمایش ۱..... ۱۱۱

۴-۶-۳ نحوه تهیه محلول شماره ۲..... ۱۱۱

۴-۶-۴ نتیجه ۱..... ۱۱۲

۴-۶-۵آزمایش ۲..... ۱۱۴

6-6-4 نتیجه ۲ ..... ۱۱۶

7-6-4 آزمایش ۳ ..... ۱۱۶

8-6-4 نتیجه ۳ ..... ۱۱۸

7-4 جمع بندی آزمایشها با دسته اول مواد ۱۱۸

۴-۸ تهیه نانو کریستال های CdSe با دسته دوم مواد ۱۲۰

۴-۸- ۱ آزمایش ۱..... ۱۲۰

۴-۸-۲ نحوه رسوب گیری..... ۱۲۰

۴-۸-۳ نتیجه ۱ ..... ۱۲۲
۴-۸-۴ آزمایش ۲ ..... ۱۲۳
5-8-4 نتیجه ۲ ..... ۱۲۵
۴-۸-۶ آزمایش ۳ ..... ۱۲۵
۴-۸-۷ نتیجه ۳ ..... ۱۲۸
۴-۸-۸ آزمایش ۴ ..... ۱۲۸
۴-۸-۹ نحوه تهیه محلول شماره ۱ ..... ۱۲۹
۴-۸-۱۰ محلول شماره ۲ ..... ۱۲۹
۴-۸-۱۱ نتیجه ۴ ..... ۱۳۱
۴-۹جمع بندی آزمایش ها ی با دسته دوم مواد ۱۳۲

فصل پنجم : بررسی خواص نوری غیرخطی نقطه کوانتومی کادمیوم سلنید

بررسی رفتار غیر خطی نوری نانو ذرات نیمه هادی CdSe ۱۳۵
۵-۱ نحوه انجام آزمایش و محاسبات ۱۳۶
2-5 رفتار غیرخطی نمونهCdSe-2 حالت روزنه بسته وباز ۱۳۷
۵-۳رفتار غیرخطی نمونهCdSe-4-1 حالت روزنه بسته وباز ۱۳۹
۵-۴ رفتار غیرخطی نمونهCdSe-4-2 حالت روزنه بسته وباز ۱۴۱
۵-۵ رفتار غیرخطی نمونهCdSe/ZnS حالت روزنه بسته وباز ۱۴۴
۵-۶ نتایج حاصل از بررسی رفتار های غیر خطی نقطه کوانتومی های CdSe ۱۴۶

فصل ششم : پیشنهادات وجمع بندی

۶-۱ جمع بندی ۱۴۸
۶-۲ پیشنهادات ۱۴۹

فهرست شکل ها

عنوان **صفحه**

شکل (۱-۱): شیفت در موقعیت پیک های CuCl با شعاع A° ۳۱۰.....۶

شکل (۱-۲) : (۱) حامل های بار آزاد در جامد توده ایی.....۱۰

شکل(۱-۳): الف- تغییرات انرژی حالت پایه ی اکسیتون در CdTe,CdSe,CdS ۱۴

شکل (۱-۴) : مقایسه ی آستانه جذب نوری نانو کریستال های CdSe ۱۵

شکل (۱-۵): طیف نشری نانو ذرات CdTe برانگیخته شده با طول موج ۴۵۰nm.....۱۸

شکل (۱-۶): ، طیف جذبی و نشری نقطه کوانتومیCdSe وFITC.....۱۸

شکل(۱-۷) : محدوده طیف نشری نقطه کوانتومی ها با ترکیبات متفاوت.....۲۰

شکل (۱-۸): طیف جذبی نانو کریستال های CdSe در تولوئن با میانگین اندازه ۳,۵ نانومتر.....۲۱

شکل(۱-۹) : طول موج نشر نقطه کوانتومی ها با تغییر اندازه و ترکیبات نوسان می کند.....۲۳

شکل(۱-۱۰) : تصویربرداری از داخل بدن موجود زنده و مقایسه پایداری نوری نقطه کوانتومی ها.....۲۴

شکل (۱-۱۱):فرایند طرحوار تولید دو اکسیتون.....۲۸

شکل(۱-۱۲) : بازترکیب غیر تابشی اوژه در نانو کریستال های نیمه هادی.....۲۹

شکل(۱-۱۳) : A) واهلش اوژه دواکسیتونی در نقطه کوانتومی.....۳۰

شکل (۱-۱۴) :چگالي حالت هاي a) توده ، b) دوبعدي ، c) يك بعدي ، d) صفر بعد.....۳۳

شکل (۱-۱۵) : مقایسه چگالی حالت های دو نانو کریستال CdS با ماده توده ایی.....۳۵

شکل (۱-۱۶): طیف جذبی خطی در دمای اتاق برای CdSe ۳۸

شکل (۱-۱۷) : جذب خطی در دمای اتاق و تغییر جذب به واسطه میدان الکتریکی.....۳۹

شکل (۱-۱۸) : پذیرفتاری مغناطیسی وابسته به دما در حالت توده و نقطه کوانتومی های.....۴۱

شکل (۱-۱۹) : ثابت زامرفیلد و χ_0 (سهم حامل بار آزاد)بر حسب $\frac{1}{d}$(نسبت سطح / حجم) ۴۴

شکل (۱-۲۰) : نمودار گرمای ویژه بر حسب T^2 برای حالت توده و نقطه کوانتومی.....۴۴

شکل (۲-۱) : نقطه کوانتومی هادر یک توزیع افقی.....۴۸

شکل(۲-۲) : نمونه طرح وار آرایش نقطه کوانتومی ها به روش اپیتکسی.....۵۰

شکل (۲-۳) : طیف جذبی و نشری نقطه کوانتومی های CdSe تولید شده در فاز آبی به روش میسل معکوس.....۵۶

شکل(۲-۴) : طیف جذبی و نشری لبه باند CdSe/SA تولید شده به روش آئورسل شیمیایی.....۵۸

شکل(۲-۵): طیف XRD ، توزیع اندازه ایی و TEM نانو ذرات CdSe/SA.....۵۸

شکل (۲-۶) :A) طیف جذبی در دمای اتاق نانو ذرات CdSe به روش میکروموج تابشی.....۵۹

شکل(۲-۷) : اثر نسبت مولی متفاوت روی طیف جذبی نقطه کوانتومی های cdse در روش فرا صوت شدت بالا.....۶۰

شکل (۲ -۸) : طیف جذبی نقطه کوانتومی های CdSe روش شیپور فرا صوت شدت بالا.....۶۱

شکل (۲-۹) : روش تولید نقطه کوانتومی های CdSe به روش آلی – فلزی – دما بالا.....۶۲

شکل (۲- ۱۰) : طیف جذبی و نشری نقطه کوانتومی های CdSe روش ارگانومتالیک.....۶۳

شکل (۲-۱۱): قطبش پذیری نشر و طیف اپتیکی نقطه کوانتومی ها و میله ای شکل.....۶۷

شکل (۲-۱۲): لیگاندهای TOPO سطح نقطه کوانتومی.....۷۴

شکل (۲-۱۳) : استراتژی کپسوله کردن نقطه کوانتومی ها.....۷۵

شکل(۲-۱۴) : جاذبه الکترواستاتیک نقطه کوانتومی های باردار منفی.....۷۵

شکل (۲-۱۵) : نقطه کوانتومی های CdSe/ZnS نشر کننده.....۷۶

شکل(۲-۱۶) : مراحل مختلف به کار بردن نقطه کوانتومی تشخیص سرطان.....۸۲

شکل (۲-۱۷) : تصویر دیود های نشر کننده نور LED ۸۳

شکل (۳-۱) : مقایسه پتانسیل کولنی استتار شده با پتانسیل کولنی استتار نشده ۸۷

شکل (۳-۲) : طیف استارک نقطه کوانتومی واحد..... ۹۱

شکل(۳-۳):طرحوار طیف سنجی دمشی – کاوشی..... ۹۲

شکل (۳-۴) : طیف جذبی خطی از یک نمونه نقاط کوانتومی CdSدر شیشه..... ۹۳

شکل (۳-۵) : (الف) طرحواره طیف بینیDFWM..... ۹۵

شکل (۳-۶) : چیدمان تجربی برای روش روبش -Z..... ۹۷

شکل (۳-۷) :رفتار طرحوار توان تراگسیل در یک اندازه گیری روبش -Z..... ۹۸

شکل (۴-۱) : چیدمان تجربی ادوات آزمایش..... ۱۰۸

شکل(۴-۲) : طیف جذبی سه نمونه نقطه کوانتومی CdSe..... ۱۱۱

شکل (۴-۳-الف) : طیف نشری نانو ذرات با دسته اول مواد ۱۱۳

شکل (۴-۳-ب) : طیف جذبی نانوذرات CdSe با دسته اول مواد..... ۱۱۴

شکل (۴-۴-الف) : طیف جذبی نانوذرات CdSe تولید شده با نمک استات کادمیوم ۱۱۵

شکل (۴-۴-ب) : طیف نشری نانوذرات CdSe تولید شده با نمک استات کادمیوم..... ۱۱۶

شکل(۴-۵-الف) : طیف XRD نانومیله های تولید شده در TOPO خالص..... ۱۲۰

شکل(۴-۵-ب) :تصویرSEM رسوب گرفته شده ۱۲۱

شکل(۴-۶ –الف) : طیف جذبی نانو کریستال هایCdSe تولید شده در دمای C ۲۶۰..... ۱۲۲

شکل (۴-۶-ب) : طیف نشری نانو کریستال هایCdSe تولید شده در دمای C ۲۶۰° ۱۲۳

شکل (۴-۷) : طیفNMR نانو ذرات تولید شده در دمایC ° ۲۶۰ ودر حضورHDA ۱۲۴

شکل (۴-۸-الف) : طیف جذبی نانو کریستال هایCdSe تولید شده در دمای C °۲۹۰..... ۱۲۵

شکل(۴-۸-ب) : طیف نشری نانوکریستال های CdSe تولید شده در دمای C °۲۹۰..... ۱۲۵

شکل (۴-۹) : طیف NMR نانوذرات CdSe تولید شده در دمای ۲۹۰ °C ۱۲۶
شکل(۴-۱۰) : منحنی توزیع اندازه نمونهCdSe تولید شده در دمای ۲۹۰°C ۱۲۷
شکل (۴-۱۱-الف) : طیف جذبی نمونهCdSe با نسبت مولی Cd/Se=۰,۹۸ ≈۱ ..... ۱۲۸
شکل(۴-۱۱-ب) : طیف نشری نمونهCdSe با نسبت مولی Cd/Se =۰,۹۸ ≈۱ ..... ۱۲۹
شکل(۴-۱۲) : طیف NMR نانوذرات CdSe تولید شده در دمای ۳۰۰° C ۱۲۹
شکل (۵-۱) : نمودار روبش – Z برای نمونه CdSe-2در حالت روزنه بسته ۱۳۵
شکل (۵-۲) : نمودار شدت خروجی به شدت ورودی برای نمونه CdSe-2 ..... ۱۳۶
شکل (۵-۳) : نمودار های نمونه CdSe-2 در حالت روزنه باز در سه شدت ۵۰، ۲۵ و ۱۵ ..... ۱۳۷
شکل (۵-۴) : نمودار روبش – Z برای نمونه CdSe-4-1 در حالت روزنه بسته ۱۳۸
شکل (۵-۵) : نمودار محدود کنندگی اپتیکی برای نمونه CdSe-4-1 ..... ۱۳۸
شکل (۵-۶) : نمودار روبش – Z نمونهCdSe-4-1 در حالت S=1 ..... ۱۳۹
شکل (۵-۷) : نمودار روبش – Z برای نمونه CdSe-4-2 در حالت روزنه بسته ۱۴۰
شکل (۵-۸) : نمودار شد محدود کنندگی اپتیکی برای نمونه CdSe-4-2 ..... ۱۴۰
شکل (۵-۹) : نمودار روبش – Z نمونه CdSe-4-2 در حالت S=1 ..... ۱۴۱
شکل (۵-۱۰) : نمودار روبش – Z نمونه CdSe/ZnS در حالت روزنه بسته ۱۴۲
شکل (۵-۱۱) : نمودار محدود کنندگی اپتیکی. نمونه CdSe/ZnS ۱۴۲
شکل (۵-۱۲) : نمودار روبش – Z نمونهCdSe/ZnS در حالت باز S=1 ..... ۱۴۳

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول (۱-۱) : مشخصه های مواد توده نیمه هادی II-VI پایه Cd ۱۱

جدول(۱-۲) : مقایسه مقادیر انرژی حالت پایه ی اکسیتون برای ترکیبات مختلف ۱۴

جدول(۱-۳) : تعداد اتمهای نانو کریستال CdS در ساختار زینک بلند ۳۴

جدول (۴- ۱) : مشخصه های نوری نانو کریستال های نیمه هادی پایه Cd ۱۰۳

جدول (۴-۲) : ویژگی های روش های شیمیایی – فیزیکی ۱۰۵

جدول (۴-۳-الف): دسته اول مواد اولیه ۱۰۷

جدول (۴-۳- ب): دسته دوم مواد اولیه ۱۰۷

جدول (۴ - ۴) : مقادیر دسته اول مواد اولیه ۱۰۹

جدول (۴-۵) : نتایج حاصل از آزمایش ۱ با دسته اول مواد اولیه ۱۱۲

جدول(۴-۶) : نتایج حاصل از آزمایش ۲ (دسته اول مواد) ۱۱۴

جدول (۴-۷) : نتایج حاصل از نمونه های تولید شده در آزمایش ۳ (دسته اول مواد) ۱۱۶

جدول (۴-۸) : نتایج حاصل از طیف میکرو میله ها و مقایسه با حالت توده ۱۲۲

جدول (۴-۹) : نتایج حاصل از آزمایش ۲ (دسته دوم مواد) ۱۲۳

جدول (۴-۱۰) : نتایج حاصل از آزمایش ۳ (دسته دوم مواد) ۱۲۶

جدول (۴-۱۱) : مقدار مواد اولیه و نسبت مولی آنها ۱۲۷

جدول (۴-۱۲) : نتایج حاصل از آزمایش ۴ (دسته دوم مواد) ۱۲۹

جدول (۵-۱) : نتایج حاصل از محاسبات بر ای نمونه CdSe-2 ..... ۱۳۶

جدول (۵-۲) : نتایج حاصل از محاسبات بر ای نمونه CdSe-4-1 ..... ۱۳۹

جدول (۵-۳) : نتایج حاصل از محاسبات بر ای نمونه CdSe-4-1 ..... ۱۴۱

جدول (۵-۴) : نتایج حاصل از محاسبات بر ای نمونه CdSe/ZnS.....۱۴۳

فهرست دیاگرام ها

عنوان **صفحه**

دیاگرام (۱-۱) : خواص نقطه کوانتومی های نیمه هادی ۱۷

دیاگرام(۱-۲) : خواص نوری نقطه کوانتومی های نیمه هادی.....۱۷

دیاگرام (۲-۱) : روش های ساخت نقطه کوانتومی ها.....۴۷

دیاگرام (۲-۲) : کنترل شکل واندازه نقطه کوانتومی ها.....۶۵

دیاگرام (۲-۳) : اثر سورفکتانت های متفاوت بر شکل نقطه کوانتومی ها.....۶۶

دیاگرام (۲-۵) : کاربردهای مهم نقطه کوانتومی ها.....۷۰

دیاگرام (۲-۶) : مشکلات نقطه کوانتومی ها در مصارف پزشکی.....۷۱

دیاگرام (۲-۷) : کاربردهای بیوپزشکی نقطه کوانتومی ها.....۸۰

دیاگرام (۴ -۱) : دلایل ارجحیت روش های شیمیایی در مقایسه با روش های فیزیکی.....۱۰۴

دیاگرام (۴-۲) : پارامتر های موثر در تولید نقطه کوانتومی ها به روش آلی-فلزی.....۱۰۶

دیاگرام (۴-۳) :نتایج حاصل از سه آزمایش تهیه نقطه کوانتومی CdSe.....۱۱۸-۱۱۷

دیاگرام(۴-۴) : نتایج حاصل از مشخصه یابی نمونه های تولید شده با دسته دوم مواد.....۱۳۱-۱۳۰

مقدمه

نقطه کوانتومی ها، نـانو کریـستال هـای نیمـه هـادی ، ترکیـب گـر وه هـای II-VI,III-IV,II-IV می باشند که دارای اندازه ای کوچکتر از شعاع اکسیتون بوهر (a_B~54˚A) هستند در ایـن محـدوده اندازه ای تابع موج الکترون در حد ابعاد ذره می باشد پـس الکتـرون وجـود و حـضور مزرهـا را حـس می کند و همانند ذره ایی در چاه پتانسیل کوانتومی ۳ بعدی محبوس می شود . این اثـرات مـشاهده شده که تعیین کننده رفتار نوری ویژه ایی در نقطه کوانتومی ها می شود اثر انحصار کوانتومی یـا اثـر اندازه کوانتومی نامیده می شود . بنابراین با استفاده از روش تقریب جرم موثر بـرای ذره ای در جعبـه کوانتومی سه بعدی کروی (با فرض کروی بودن ذرات) نتیجه می شود که انرژی گپ E_g نانو ذره با عکس مجـذور شـعاع ذره نـسبت دارد بنـابراین بـا افـزایش انـدازه ذرات مقـدار انـرژی گـپ کـاهش می یابد بنابراین پاسخ های نوری متفاوتی را از نانو کریستال های نیمه هادی مشاهده می نمائیم.

نانو کریستال نیمه هادی کادمیوم سلنید ، اولین بار در سال ۱۹۸۲ در یک فاز آبی تولید شدند اما این نقطه کوانتومی ها دارای توزیع انـدازه ایـی پهـن ، ناپایـدار و نـشر نـوری ضـعیف بودنـد . پـس از آن Bawendi و همکارانش با روش آلی – فلزی دما بالا (ارگانومتالیک) توانستند نانو کریـستال هـای کیفیت بالا ، تک پراکندگی ، راندمان کوانتومی بالا ۳۰ ٪ را با توزیع اندازه ای باریک حاصـل کننـد و