

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

بسمه تعالی



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

اعضای هیات داوران نسخه نهایی پایان نامه آقای سعید پورجعفری رشته فیزیک تحت عنوان: ساخت و بررسی عوامل موثر بر بهره کوانتومی نانوذرات نیم رسانای کادمیوم تلوراید، از نظر فرم و محتوا بررسی نموده و آنرا برای اخذ درجه کارشناسی ارشد مورد تأیید قرار دادند.

اعضای هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	اعضای
۱- استاد راهنما	دکتر اسماعیل ساعی ور	دانشیار	
۲- استاد ناظر داخلی	دکتر احمد مشاعی	استادیار	
۳- استاد ناظر داخلی	دکتر احمد یزدانی	دانشیار	
۴- استاد ناظر خارجی	دکتر ازنیان	استادیار	
۵- نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر احمد یزدانی	دانشیار	

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 پایان‌نامه‌ها / 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 پایان‌نامه / 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 پایان‌نامه / رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با مجوز کتبی صادره از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه و بر اساس آئین‌نامه‌های 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 پایان‌نامه / 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.

نام و نام خانوادگی

تاریخ و امضا



بسمه تعالی

آیین نامه چاپ پایان نامه (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 می شوند:

ماده ۱ در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله) ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به دفتر نشر آثار علمی 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
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 هزینه های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده ۴ در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

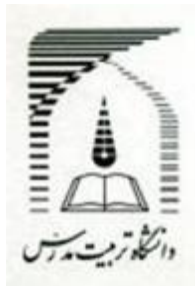
ماده ۵ دانشجو تمهید و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تأمین نماید.

ماده ۶ اینجانب سید محمد پرور حسینی دانشجوی رشته فیزیک مقطع دانشجوی ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی:

تاریخ و امضا:

۸۹/۷/۳



دانشکده علوم پایه

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد فیزیک (حالت جامد)

عنوان:

ساخت و بررسی عوامل موثر بر بهره کوانتومی نانو ذرات نیم رسانای کادمیوم تلوراید

نگارنده:

سعید پور جعفری امیاب

استاد راهنما:

دکتر اسماعیل ساعی ویر ایرانی زاد

اردیبهشت 1389

تقدیم به عزیزانم

پدر و مادرم

و

برادر و خواهر مهربانم

تشکر و قدردانی

در ابتدا بر خود لازم می‌دانم که از زحمات استاد راهنمایم ، جناب آقای دکتر اسماعیل ساعی‌ور ایرانی‌زاد، که در طی این مدت از هیچگونه کمکی دریغ نکردند و همواره یاری‌رسان من بودند تشکر و قدردانی نمایم.

همچنین از دوست گرامی آقای مهدی ملایی و همچنین سرکار خانم زهرا دهقانی که در مراحل گوناگون گره گشایم بودند صمیمانه تشکر می‌کنم و در نهایت از عزیزترین یارانم، پدر و مادرم، برادر و خواهر عزیز و بزرگوارم تشکر و تقدیر می‌نمایم.

چکیده

خواص نانو ذرات نورتاب CdTe پایدار شده با عامل پوششی TG و TGA در این پایان نامه بررسی شده است. نتایج نشان داد که افزایش غلظت مواد اولیه و عامل پوششی باعث کاهش رشد نانو ذرات می شود. رشد نانو ذرات در حضور عامل پوششی TGA سریعتر از TG انجام می پذیرد و نورتابی در حضور TGA بسیار بیشتر از TG در شرایط یکسان می باشد. افزایش نورتابی نانو ذرات CdTe/CdS همراه با میل طول موج به سمت قرمز، نشان از تشکیل نانو ذرات هسته-پوسته نوع دوم در مقایسه با ساختار $CdTe_xS_{1-x}$ می باشد. نورتابی نانو ذرات هسته-پوسته CdTe/CdS پایدار شده با TGA بیشتر از نورتابی بدست آمده با نانو ذرات هسته-پوسته CdTe/CdS پایدار شده با TG می باشد. میل نورتابی به سمت قرمز و تغییر پهنای پیک PL (Photoluminescence) در نانو ذرات هسته-پوسته CdTe/ZnS مشاهده نشد. نتایج این مشاهدات تایید می کنند که نانو ذرات CdTe/ZnS، نانو ذرات نوع اول و شبکه های CdTe و ZnS دارای ناهمبندی بالا می باشند.

کلید واژه: نانو ذرات، نورتابی، عامل پوششی، غلظت و هسته-پوسته، CdTe، CdS، ZnS، TG، TGA.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فهرست جدول‌ها.....	ج
فهرست شکل‌ها.....	د
فصل ۱- کلیات	۱
۱-۱- مقدمه.....	۲
۲-۱- تاریخچه؛.....	۲
۳-۱- روشهای تولید و تهیه نانو ذرات:.....	۳
۱-۳-۱- رویکرد بالا به پایین.....	۳
۲-۳-۱- رویکرد پایین به بالا.....	۴
۳-۳-۱- رسوب دهی از فاز مایع.....	۵
۴-۳-۱- سل ژل.....	۵
۵-۱- روشهای مشخصه یابی نانو ذرات.....	۷
۶-۱- بررسی میکروسکوپ الکترونی.....	۸
۷-۱- بررسی ساختاری:.....	۱۰
۸-۱- طیف جذبی (Abs):.....	۱۱
۱-۸-۱- تعریف لبه جذب:.....	۱۱
۹-۱- طیف نورتایی (PL):.....	۱۲
۱۰-۱- مبانی نورتایی نانوذرات:.....	۱۲
۱۱-۱- پتانسیل برای سطوح باردار و لایه دوتایی.....	۱۴
۱-۱۱-۱- محاسبه پتانسیل لایه پخش (diffusive layer).....	۱۵
۱۲-۱- لایه دوتایی در مورد نانو ذرات.....	۱۶
۱۳-۱- نیروی بین نانوذرات:.....	۱۷
۱-۱۴-۱- نیروی واندروالس بین دو جسم:.....	۱۷
۱۵-۱- انرژی سطحی.....	۱۹
۱۶-۱- تئوری DLVO (برهم کنش بین دو نانوذره):.....	۲۰
۱۷-۱- رشد کلوئیدی نانوذرات نیمرسانا:.....	۲۲
۱۸-۱- نقش عامل های پوششی هر تولید نانوذرات:.....	۲۳
۱۹-۱- نانوذرات هسته-پوسته (core – shell):.....	۲۶
۱-۱۹-۱- دلایل تشکیل شدن پوسته بر روی هسته:.....	۲۹
۲-۱۹-۱- مزایای استفاده از پوسته های نانو ذره های به جای مولکولهای آلی:.....	۳۰
۲۰-۱- کاربرد نانو ذرات نورتاب.....	۳۱

فصل ۲- مروری بر تهیه نانو ذرات نیمرسانای گروه II-VI	۳۲
۱-۲- رشد کلوئیدی نانو ذرات نیمرسانای گروه II-VI	۳۳
۲-۲- تولید نانو ذرات نیمرسانا به روش آلی-فلزی	۳۳
۳-۲- تهیه و رشد کلوئیدی نانو ذرات نیمرسانای II-VI در محیط آبی	۳۵
۴-۲- رشد کلوئیدی نانو ذرات هسته-پوسته نیمرسانا	۵۴
فصل ۳- تولید نانو ذرات CdTe نورتاب به روش ترموشیمیایی و بررسی خواص نوری	۶۶
۱-۳- مقدمه	۶۷
۲-۳- تولید نانو ذرات CdTe در محیط آبی	۶۷
۳-۳- بررسی غلظت‌های مواد اولیه واکنش	۷۲
۱-۳-۳- [TGA]=12mM	۷۲
۲-۳-۳- [TGA] =48mM	۷۳
۳-۳-۳- [TGA] =51.1 mM	۷۴
۴-۳-۳- [TGA] = 54.4mM	۷۵
۴-۳- بررسی نورتابی غلظت ۱۲ میلی مولار با عامل پوششی TGA, TG	۷۷
۵-۳- تاثیر غلظت های مختلف عامل پوششی TGA	۸۰
۶-۳- نتایج طیف XRD	۸۰
۷-۳- نتایج تصویر برداری TEM	۸۲
فصل ۴- تهیه نانوذرات هسته - پوسته CdTe / CdS و CdTe/ZnS به روش ترموشیمیایی	۸۳
۱-۴- مقدمه	۸۴
۲-۴- تغییر غلظت های مختلف مواد اولیه و تاثیر آن برروی نانو ذرات هسته - پوسته CdTe /	
CdS نوع دوم برای عامل پوششی TGA	۸۵
۳-۴- تغییر غلظت‌های مختلف و تاثیر آن برروی نانو ذرات هسته - پوسته CdTe / CdS نوع دوم	
برای عامل پوششی TG	۸۷
۴-۴- دلایل تشکیل شدن پوسته برروی هسته	۸۷
۵-۴- نتایج طیفهای XRD برای نانو ذرات هسته-پوسته CdTe/CdS	۸۸
۶-۴- نتایج تصویر بردای TEM برای نانو ذرات هسته-پوسته با عامل پوششی TGA	۸۸
۷-۴- تولید نانو ذرات هسته-پوسته CdTe/ZnS	۹۰
۸-۴- محاسبه بازدهی کوانتومی QY (Quantum Yield)	۹۱
فصل ۵- فصل نتیجه‌گیری و پیشنهادات	۹۳
۱-۵- نتایج	۹۴
۲-۵- پیشنهادات	۹۶
مراجع	۹۷
Abstract	۱۰۳

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول ۱-۳: میزان مواد مصرفی	۷۳
جدول ۲-۳: لبه جذب و گاف انرژی بر حسب زمان	۷۳
جدول ۳-۳: میزان مواد مصرفی	۷۴
جدول ۴-۳: لبه جذب و گاف انرژی بر حسب زمان	۷۴
جدول ۵-۳: میزان مواد مصرفی	۷۵
جدول ۶-۳: لبه جذب و گاف انرژی بر حسب زمان	۷۵
جدول ۷-۳: میزان مواد مصرفی	۷۶
جدول ۸-۳: لبه جذب و گاف انرژی بر حسب زمان	۷۶
جدول ۹-۳: لبه جذب و قله طیف PL بر حسب زمان	۷۸
جدول ۱۰-۳: لبه جذب و قله طیف PL بر حسب زمان برای ۱۲ میلی مولار TG	۷۹
جدول ۱۱-۳: لبه جذب و قله طیف PL برای غلظت‌های مختلف TGA	۸۰
جدول ۱-۴: میزان مواد مصرفی برای تولید نانو ذرات هسته-پوسته	۸۶
جدول ۲-۴: میزان مواد مصرفی برای تولید نانو ذرات هسته-پوسته	۹۱

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱: وابستگی گاف انرژی به اندازه ذرات	۱۲
شکل ۲-۱: نورتایی وابسته به اندازه ذرات برای نانو ذرات کلئیدی، رنگ سبز برای نانو ذرات کوچکتر و رنگ قرمز برای نانو ذرات بزرگتر می‌باشد.	۱۳
شکل ۳-۱: نمایش لایه دوتایی به همراه پتانسیل دیواره	۱۵
شکل ۴-۱: لایه دوتایی برای یک نانو ذره	۱۶
شکل ۵-۱: دو لایه بینهایت دی‌الکتریک که با یک شگاف D از هم جدا شده‌اند.	۱۸
شکل ۶-۱: دو مکانیسم رشد نانو ذرات	۲۰
شکل ۷-۱: نمودار انرژی پتانسیل و برهم کنش بین لایه‌ها.	۲۲
شکل ۸-۱: عامل‌های پوششی (تیولها) در رشد آبی نانو ذرات.	۲۳
شکل ۹-۱: مراحل رشد و هسته سازی نانو ذرات	۲۴
شکل ۱۰-۱ الف: بهم چسبیدگی خوشه‌های اولیه در مراحل جوانه زنی، ب: جدا شدن ذرات و تشکیل نانو ذرات اولیه	۲۵
شکل ۱۱-۱: سطح روی نانو ذرات CdTe پوشانده شده با عامل پوششی	۲۶
شکل ۱۲-۱: نانو ذرات هسته-پوسته نوع اول و دوم	۲۷
شکل ۱۳-۱: نانو ذرات هسته-پوسته CdTe/ZnS نوع اول (a) و نانو ذرات هسته-پوسته CdTe/CdS نوع دوم و بازترکیب مستقیم و غیر مستقیم (b)	۲۸
شکل ۱۴-۱: پوشش آلی نانو ذرات (a)، پوشش غیر آلی (b) و مقایسه گاف انرژی نانو ذرات هسته-پوسته.	۳۰
شکل ۱-۲: طرح شماتیک تولید نانو ذرات CdSe به روش آلی-فلزی.	۳۴
شکل ۲-۲: تصاویر TEM (a) و HRTEM (b) نانو ذرات CdSe با روش آلی-فلزی.	۳۴
شکل ۳-۲: (a) طیف PL به همراه طیف جذبی در زمانهای مختلف و (b) منحنی اندازه نانو ذرات CdSe.	۳۵
شکل ۴-۲: طرح شماتیک تولید نانو ذرات CdTe در محیط آبی	۳۶
شکل ۵-۲: طیف PL و جذبی برای نانو ذرات CdTe بدست آمده به روش آبی	۳۷
شکل ۶-۲: طیف XRD نانو ذرات CdTe تولید شده در زمانهای مختلف	۳۸
شکل ۷-۲: TEM و HRTEM نانو ذرات CdTe بدست آمده با اندازه متوسط ۵.۵nm	۳۸
شکل ۸-۲: نورتایی وابسته به اندازه نانو ذرات CdTe	۳۹
شکل ۹-۲: بستگی بازدهی کوانتومی PH. غلظتها عبارتند از: [Cd]=1.25mM, [Te]=0.625mM, [MPA]=3mM	۴۰
شکل ۱۰-۲: میل طیف جذبی و PL به سمت طول موجهای بزرگتر با افزایش زمان حرارت‌دهی.	۴۰

شکل ۲-۱۱: پایداری خیلی خوب ذرات بعد از ۵۰ روز ۴۱

شکل ۲-۱۲: وابستگی بازدهی کوانتومی به غلظت مواد اولیه. نسبت مولی ۱:۲.۴:۰.۵ برای Cd:Te:MPA در نظر گرفته شده است. ۴۱

شکل ۲-۱۳: تاثیر غلظت پیش مواد بررسی شده بر حسب زمانهای مختلف ۴۳

شکل ۲-۱۴: طیف جذبی برای غلظت [Cd]=3mM ۴۳

شکل ۲-۱۵: نورتایی برای نانو ذرات CdTe برای چهار عامل پوششی TGA, MPA, TG, MA و (a) ، تحول زمانی اندازه نانو ذرات برای غلظت ۴۸mM عامل پوششی ۴۴

شکل ۲-۱۶: تاثیر نمکهای مختلف در مراحل رشد ۴۶

شکل ۲-۱۷: بررسی نسبت مولی Cd/Te و تاثیر آن بر مراحل رشد ۴۷

شکل ۲-۱۸: بررسی نورتایی نانو ذرات در حضور اکسیژن؛ (a) ۱.۵ ساعت، (b) ۲.۵ ساعت، (c) ۳.۵ ساعت، (d) ۵.۵ ساعت، (e) ۶.۵ ساعت، (f) ۷.۵ ساعت، (g) ۸.۵ ساعت، (h) ۹.۵ ساعت، (i) ۱۱.۵ ساعت، (j) ۱۴.۵ ساعت، (k) ۱۴.۵ ساعت و (k) ۱۷.۵ ساعت ۴۸

شکل ۲-۱۹: بررسی نورتایی نانو ذرات در حضور نیتروژن؛ (a) ۱ ساعت، (b) ۲ ساعت، (c) ۳.۵ ساعت، (d) ۶.۵ ساعت، (e) ۸ ساعت، (f) ۱۸ ساعت، (g) ۲۲.۵ ساعت، (h) ۲۶.۵ ساعت، (i) ۲۹ ساعت ۴۸

شکل ۲-۲۰: مقایسه نورتایی نانو ذرات در معرض هوا(قرمز) و نیتروژن(آبی) برای زمان ۶.۵ ساعت و ۱۸ ساعت ۴۹

شکل ۲-۲۱: طیف جذبی و PL برای نانو ذرات معرض اکسیژن ۴۹

شکل ۲-۲۲: طیف جذبی و PL برای نانو ذرات معرض نیتروژن ۵۰

شکل ۲-۲۳: مشخصات طیفی برای طول موج سبز و زرد نانو ذرات در معرض اکسیژن و نیتروژن ۵۰

شکل ۲-۲۴: طیف جذبی برای نانو ذرات با عامل پوششی TGA با زمان ۷ دقیقه حرارت دهی(خطوط خط چین) در دمای ۱۰۰ سانتیگراد و قبل از حرارت دهی(خطوط پر). (a) CdTe، (b) CdSe، (c) ZnSe ۵۱

شکل ۲-۲۵: تاثیر PH بر روی رنگ نانو ذرات، (a): بدون حرارت، (b): بعد از ۲۰ دقیقه حرارت دهی (c) بر روی اندازه نانو ذرات با زمان حرارت دهی مختلف. ۵۲

شکل ۲-۲۶: پتانسیل Zeta برای نانو ذرات پوشیده شده بوسیله عامل پوششی MA قبل از حرارت دهی و بعد از حرارت دهی. ۵۳

شکل ۲-۲۷: (a) تغییرات رنگ نانو ذرات CdTe پایدار شده با عامل پوششی MA در PH های متفاوت. قبل از حرارت، (b) بعد از ۲۰ دقیقه حرارت دهی و (c) تغییرات اندازه نانو ذرات با تغییر پارامتر زمان حرارت دهی و (d) تغییر غلظت نمک NaCl. ۵۴

شکل ۲-۲۸: تغییرات لبه جذب برای نانو ذرات CdTe با تغییر غلظت نمک NaCl افزوده شده. ۵۴

شکل ۲-۲۹: طیف جذبی و PL برای نانو ذرات تهیه شده با میکرو ویو برای دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد (a) و ۱۲۰ درجه سانتیگراد (b). ۵۶

شکل ۲-۳۰: طیف PL، بازدهی کوانتومی، FWHM(nm) نانو ذرات هسته-پوسته CdTe/CdS تولید شده با میکرو ویو. ۵۷

شکل ۲-۳۱: نمایی از تابش نانو ذرات هسته-پوسته CdTe/CdS که در معرض تابش نور UV قرار گرفته-
اند..... ۵۸

شکل ۲-۳۲: طیف XRD نانو ذرات CdTe و نانو ذرات CdTe/CdS با ساختار مکعبی. ۵۹

شکل ۲-۳۳: تصاویر TEM (a)، HRTEM (b) و توزیع اندازه نانو ذرات CdTe/CdS هسته-پوسته (c). ۵۹

شکل ۲-۳۴: طیف جذبی و PL نانو ذرات هسته-پوسته تولید شده با روش ترموشیمیایی. ۶۰

شکل ۲-۳۵: وابستگی QY (بازدهی کوانتومی) و FWHM با ضخامت لایه‌ها. ضخامت پوسته ۱.۵nm
میباشد. ۶۱

شکل ۲-۳۶: تصاویر TEM نانو ذرات CdTe (A و D) و CdTe/CdS (B و E) برای ضخامت ۳ لایه‌های
CdS، (C و F) برای ضخامت ۵ لایه‌های CdS به همراه نمودار توزیع اندازه (G). ۶۲

شکل ۲-۳۷: نتایج طیف XRD برای ضخامت ۳ و ۵ لایه‌های CdS. ۶۳

شکل ۲-۳۸: طیف PL برای نانو ذرات هسته-پوسته با ضخامت پوسته‌ها. ۶۴

شکل ۲-۳۹: نمودار انرژی CdTe/CdS. خطوط پر نشان‌دهنده گاف انرژی در حالت توده و خطوط نازک
نشان دهنده گاف در حالت نانو می‌باشد. ۶۵

شکل ۳-۱: نمایی از تولید محلول NaHTe^- ۶۸

شکل ۳-۲: نمایی از بیرنگ شدن محلول NaHTe^- ۶۸

شکل ۳-۳: تگه دارنده سرنگ برای جدا کردن رسوب از محلول NaHTe^- که به سر سرنگ وصل می‌شود.
..... ۶۹

شکل ۳-۴: نمایی از محلول NaHTe^- درون سرنگ ۷۰

شکل ۳-۵: نمایی از بالن ۲۵۰cc که حاوی نمک کادمیوم و عامل پوششی می‌باشد. ۷۱

شکل ۳-۶: نمایی از بالن ۲۵۰cc که حاوی نمک کادمیوم و عامل پوششی می‌باشد. ۷۱

شکل ۳-۷: نمایی از بالن ۲۵۰cc که حاوی نمک کادمیوم و عامل پوششی می‌باشد. ۷۲

شکل ۳-۸: طیف جذبی برای غلظت ۱۲ میلی مولار TGA. ۷۳

شکل ۳-۹: طیف جذبی برای غلظت ۴۸ میلی مولار TGA. ۷۴

شکل ۳-۱۰: طیف جذبی برای غلظت ۵۱.۱ میلی مولار TGA. ۷۵

شکل ۳-۱۱: طیف جذبی برای غلظت ۵۱.۱ میلی مولار TGA. ۷۶

شکل ۳-۱۲: طیف PL برای ۴ غلظت ۱۲، ۴۸، ۵۱.۱ و ۵۴.۴ میلی مولار. ۷۷

شکل ۳-۱۳: طیف جذبی (A) و PL (B) برای نانو ذرات با غلظت ۱۲ میلی مولار TGA. ۷۸

شکل ۳-۱۴: طیف جذبی (A) و PL (B) برای نانو ذرات با غلظت ۱۲ میلی مولار TG. ۷۹

شکل ۳-۱۵: مقایسه نورتایی برای عامل های پوششی TG و TGA با زمان ۳ ساعت. ۷۹

شکل ۳-۱۶: طیف XRD برای غلظت ۱۲ میلی مولار TGA برای ۴ ساعت حرارت دهی. ۸۱

شکل ۳-۱۷: طیف XRD برای غلظت ۱۲ میلی مولار TGA برای ۱ ساعت حرارت دهی. ۸۱

شکل ۳-۱۸: تصاویر TEM برای غلظت ۱۲ میلی مولار و زمان حرارت دهی ۴ ساعت. ۸۲

شکل ۳-۱۹: نتایج طیف جذبی (A) و PL (B) نانو ذرات CdTe و نانو ذرات هسته-پوسته CdTe/CdS برای
غلظت های متفاوت و عامل پوششی TGA. ۸۵

شکل ۲-۴: مکانیسم نورتایی مستقیم و غیر مستقیم که منجر به پهن شدن طیف PL میگردد. ۸۶.....

شکل ۳-۴: نتایج طیف جذبی (C) و PL (D) نانو ذرات CdTe و نانو ذرات هسته-پوسته CdTe/CdS برای غلظت های متفاوت و عامل پوششی TG. ۸۷.....

شکل ۴-۴: طیف XRD برای نانو ذرات CdTe و نانو ذرات هسته-پوسته CdTe/CdS و مقایسه بین آنها. ۸۸.....

شکل ۵-۴: تصویر بردای TEM برای نانو ذرات هسته-پوسته با عامل پوششی TGA. ۸۹.....

شکل ۶-۴: طیف PL برای نانو ذرات CdTe و CdTe/ZnS. ۹۰.....

شکل ۷-۴: مکانیسم نورتایی مستقیم نانو ذرات CdTe/ZnS بدلیل عدم امکان تونل زنی الکترون به پوسته ۹۰.....

فصل ۱ - کلیات

۱-۱ - مقدمه

در دو دهه اخیر نانوذرات موضوع بسیاری از تحقیقات بوده است. به خاطر بازدهی کوانتومی زیاد و چند منظوره بودن، نانو ذراتی مانند CdTe کاربردهای گسترده پیدا کرده‌اند. از آنجا که نانو ذرات به ذرات زیر ۱۰۰nm گفته می‌شود، بررسی رفتار این ذرات بر عهده مکانیک کوانتومی می‌باشد.

۱-۲ - تاریخچه :

در سال ۱۹۵۹ ریچارد فایمن^۱ طی یک سخنرانی با عنوان " فضای زیادی در سطوح پایین وجود دارد" ایده فناوری نانو را مطرح ساخت. وی این نظریه را ارائه داد که در آینده‌ای نزدیک می‌توانیم مولکول‌ها و اتم‌ها را به صورت مسقیم دستکاری کنیم. واژه فناوری نانو اولین بار توسط نوریوتاینگوچی^۲ استاد دانشگاه علوم توکیو در سال ۱۹۷۴ بر زبان‌ها جاری شد.

فناوری نانو واژه‌ای است کلی که به تمام فناوری‌های پیشرفته در عرصه کار بامقیاس نانو اطلاق می‌شود. معمولاً منظور از مقیاس نانو ابعادی در حدود ۱ تا ۱۰۰ نانومتر می‌باشد، با توجه به تعریف نانو ذرات ممکن است این ذهنیت به وجود آید که این ذرات با چنین ابعادی در هوا معلق خواهند ماند اما در واقع چنین نیست و نیروهای الکتروستاتیکی بین این ذرات، آنها را در کنار هم قرار می‌دهد. در حالی که تعاریف زیادی برای فناوری نانو وجود دارد ولی ارائه سه تعریف کلی زیر بیانگر بهترین تعاریف از فناوری نانو می‌باشد [۱-۳].

^۱ Richard Feynman

^۲ Nuryu Taynguchy

۱- توسعه فناوری و تحقیقات در سطوح اتمی، مولکولی و یا ماکرومولکولی در مقیاس اندازه ۱ تا ۱۰۰ نانومتر. ۲- خلق و استفاده از ساختارها، ابزار و سیستمهایی که به خاطر اندازه کوچک یا حد میانه آنها خواص و عملکرد نوینی دارند. ۳- توانایی کنترل یا دستکاری در سطوح اتمی.

۳-۱- روشهای تولید و تهیه نانو ذرات:

روش های متعددی برای تهیه و ساخت مواد نانو وجود دارد که برخی از آن ها عبارتند از روش قوس الکتریکی (پلازما)^۱، سل-ژل^۲، سونو شیمی^۳، احیاء شیمیایی^۴، هیدروترمال^۵ یا سولوترمال^۶ و ... اما اصلی ترین روش های ساخت نانو مواد را می توان در دو روش کلی زیر به صورت خلاصه نام برد.

۱-۳-۱- رویکرد بالا به پایین

شامل فرآوری مکانیکی، لیتوگرافی، فرآوری حرارتی و ریسندگی می باشد که از این دسته به تشریح فرآوری مکانیکی پرداخته می شود.

فرآوری مکانیکی: فرآوری مکانیکی یک روش مرسوم و مثال واضحی از رویکرد بالا به پایین در سنتز مواد نانو ساختار است که برخلاف روش پایین به بالا، مواد از خوشه های اتمی اولیه تشکیل نشده و تنها از طریق خرد شدن و تغییر شکل پلاستیکی شدید تهیه می شوند. به دلیل سهولت و تجهیزات نسبتاً ارزان قیمت در مقیاس آزمایشگاهی و قابلیت سنتز اکثر مواد، این روش کاربرد فراوانی یافته است.

فرآوری مکانیکی شامل روشهای تغییر شکل شدید پلاستیکی، اختلاط شدید، فشرده سازی پودر و آسیاب های پرانرژی است که به توضیح مختصری در مورد آسیابهای پرانرژی خواهیم پرداخت.

¹ Arc Discharge
² Sol- gel
³ Sonochemical
⁴ Chemical Reduction
⁵ Hydrothermal
⁶ Solvothermal

آسیاب های پراثری : در این فرآیند معمولاً از آسیاب های ماهواره ای با انرژی بالا استفاده می شود. نانوذرات براساس تنش های برشی وارده بر ذرات، تولید و انرژی دستگاه از طریق گلوله های آسیاب به ذرات وارد می شود. میزان انرژی به سرعت لغزش، اندازه و تعداد گلوله ها، نسبت وزنی گلوله به پودر، زمان آسیاب و اتمسفر آسیاب بستگی دارد. در این روش برای خرد کردن از مواد دارای سختی بالا مانند ZrO_2 و Al_2O_3 به عنوان گلوله استفاده می شود.

۱-۳-۲ - رویکرد پایین به بالا

شامل رسوب دهی از فاز مایع، قوس الکتریکی (پلازما)، رسوب دهی فاز گاز، الگو برداری از نانو ساختارها، خود آرایی در محلول و کامپوزیت کردن نانو ساختارها می باشد که به تشریح قوس الکتریکی و رسوب دهی از فاز مایع می پردازیم.

قوس الکتریکی (پلازما) : تخلیه قوس الکتریکی روش معمول دیگری برای سنتز نانو ساختارها است و برای اولین بار در سال ۱۹۹۱ توسط پژوهشگر ژاپنی به نام سومیو ایجیما^۱ که متخصص میکروسکوپ آزمایشگاه NEC بود، اولین نانو تیوپ ها را با همین روش تولید کرد. وی که به دستکاری و تغییر روش های ارائه شده توسط محققین موسسه ی فیزیک هسته ای ماکس پلانگ^۲ جهت تولید فولرن مشغول بود، دو الکترود گرافیت را به جای اتصال در فاصله کمی از یکدیگر قرار داد و بین آنها قوس الکتریکی برقرار کرد. این آزمایش سبب شد که وی به طور کاملاً اتفاقی نانو تیوپ های کربنی را کشف کند. این روش جهت تولید بسیاری دیگر از نانو ذرات بخصوص نانو ذرات فلزی مورد استفاده قرار می گیرد [4-5]. در این روش با ایجاد قوس الکتریکی در محل دو الکترود دمای بسیار بالا و متراکمی در این نقطه تولید می شود که باعث پدید آمدن توده ابری از بخارات اتمی فلزی خواهد شد. روشهای قوس پلاسمای آندی و کاتدی زیر مجموعه روش قوس الکتریکی هستند که در آنها با اعمال یک اختلاف پتانسیل الکتریکی میان دو الکترود در محیطی که گاز در آن جریان دارد، گاز الکترون هایش را از دست داده و یونیزه می شود، به

¹ Sumio Iijima

² Max Planck

این ترتیب پلاسما به وجود می آید. حرارت بالای این پلاسما قادر است الکترودها را تبخیر کرده و اتمهای فلزی در فاز گازی تولید کند، معمولاً یکی از الکترودها از جنس ماده مورد نظرمی باشد. چنانچه الکترودها آندی در این فرآیند تبخیر شود و ذرات از سطح آند جدا شده و بر روی کاتد بنشینند، روش قوس پلاسمای آندی نامیده می شود و در صورتی که الکترودها کاتدی در اثر حرارت بالای پلاسما تبخیر شود، ذرات از سطح کاتد جدا شده و بر روی آند بنشینند، روش قوس پلاسمای کاتدی نامیده می شود.

۱-۳-۳ - رسوب دهی از فاز مایع :

در بر گیرنده روشهایی نظیر الکترو رسوب دهی، مایسل معکوس، پلیمریزاسیون میکرو امولسیون و سل-ژل می باشد. از این چهار روش به شرح مختصری از روشهای سل-ژل و مایسل معکوس که ما نیز از آنها جهت ساخت نانو ذرات استفاده کردیم خواهیم پرداخت.

۱-۳-۴ - سل - ژل :

به طور کلی فرآیند سل ژل عبارتست از انتقال سیستمی از یک فاز " سل " مایع به یک فاز " ژل " جامد. گاهی ذره های کلونیدی به یکدیگر می چسبند ولی رسوب حاصل نمی شود، بلکه فرآورده کلونیدی تبدیل به توده ای نیمه جامد می شود، در این حالت این پدیده را ژله ای شدن می نامند. از همین خاصیت برای تهیه ژل در فرآیندهایی نظیر سل - ژل استفاده می شود. فرایند سل - ژل شامل یک سری از واکنشهای شیمیایی تغییر ناپذیر است که در حقیقت این واکنشها باعث تبدیل ملکولهای محلول هموزن اولیه به عنوان سل به یک ملکول نامحدود سنگین سه بعدی پلیمری به عنوان ژل می شوند، در حقیقت جامد الاستیک به وجود آمده باعث پر شدن حجم محلول موجود می شود. با کمک فرآیند سل ژل می توان مواد نانو را در گستره ای از اشکال همانند پودرهای فوق ریز یا کروی، روکش های فیلم نازک، الیاف سرامیکی، غشاهای معدنی میکرو حفره ای، سرامیک ها و شیشه های یکپارچه و مواد آئروژل به شدت متخلخل ساخت. ژل تولید شده در این روش قابلیت ریخته گری دارد و می توان با استفاده از آن قطعات پیش شکل را ساخته و با خشک کردن آنها به یک قطعه یک پارچه دست یافت، که از این قطعه به عنوان فیلتر استفاده می شود. همچنین می توان با انجام فرآیندهای پوشش دهی چرخشی و یا غوطه وری