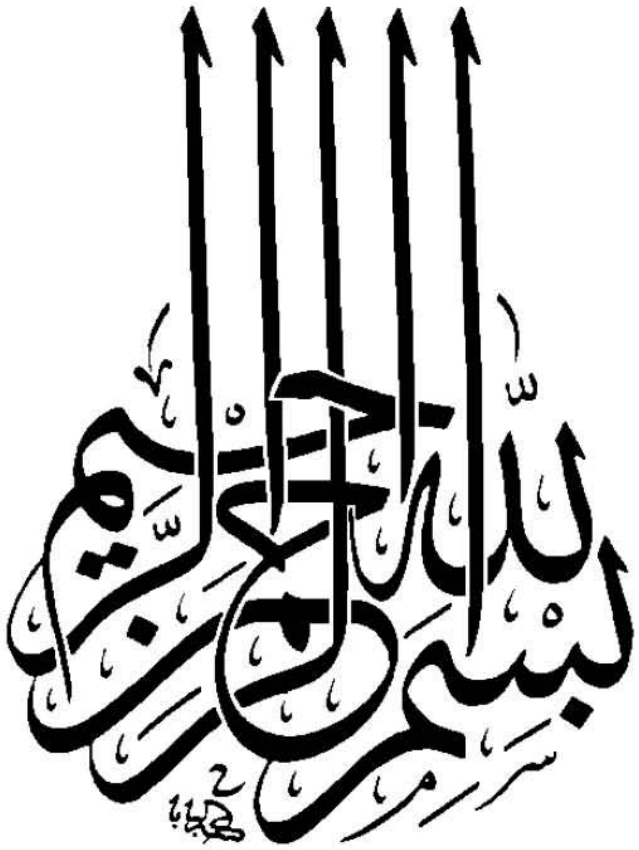

بسم الله الرحمن الرحيم

بسمه تعالی

دانشکده علوم پایه

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد

عضای هیئت داوران نسخهٔ نهایی پایان‌نامه **خانم فاطمه نایب‌علی‌محمد** رشته **فیزیک** تحت عنوان:«**ساخت نانوذرات فلزی به روش تخلیه الکتریکی در محیط مایع**» 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 رسول ملک‌فر	دانشیار	
۲- استاد ناظر داخلی	دکتر اسماعیل ساعی‌ور	دانشیار	
۳- استاد ناظر داخلی	دکتر محمدرضا ابوالحسنی	استادیار	
٤- استاد ناظر خارجی	دکتر رضا ثابت‌داریانی	دانشیار	
٥- نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر اسماعیل ساعی‌ور	دانشیار	

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 و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیأت علمی، 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 پایان نامه/ رساله و درآمدهای حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می باشد ولی حقوق معنوی پدید آورندگان 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 دانشجو مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می باشد.

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، نرم افزار و یا آثار ویژه (اثری هنری مانند فیلم، عکس، نقاشی و نمایشنامه) حاصل از نتایج پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و براساس آئین نامه های مصوب انجام شود.

ماده ٤- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته ها 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 تاریخ۸۷/٤/۱ در شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/٤/۲۳ در هیأت رئیسه 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.

«اینجانب ..... دانشجوی رشته ..... ورودی سال تحصیلی ۱۳۸۵ مقطع ..... دانشکده ..... 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»

امضا: .....

تاریخ: ۹۰/۴/۲۲

بسمه تعالی

آیین نامه چاپ پایان‌نامه (رساله)های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرّس

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،دانش‌آموختگان 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 نگارنده در رشته فیزیک است که در سال ۱۳۸۷ در دانشکده علوم پایه دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی جناب آقای دکتر رسول ملک‌فر از آن دفاع شده است.»

ماده ۳ به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) 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 تربیت مدرس، 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 فاطمه سادات محمدی دانشجوی رشته فیزیک مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق وضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: فاطمه سادات محمدی

تاریخ و امضا: ۹۰/۱۰/۲۲

پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد فیزیک (اتمی و مولکولی)

ساخت نانوذرات فلزی به روش تخلیه الکتریکی در محیط مایع

نگارش:
فاطمه نایب علی محمد

استاد راهنما:
دکتر رسول ملک‌فر

اسفند ۱۳۸۷

تشکر و قدردانی

شکر گزاری می‌نمایم به درگاه خداوند متعال به خاطر نعمت‌های بیشمارش.

در انجام این پژوهش استاد راهنمایم جناب آقای دکتر رسول ملک‌فر بودند که از زحماتشان تشکر و قدردانی نموده و برایشان آرزوی سلامتی دارم. جناب آقای دکتر رضا ثابت داریانی از دانشگاه الزهرا، جناب آقای دکتر اسماعیل ساعی‌ور و جناب آقای دکتر محمد رضا ابوالحسنی از دانشگاه تربیت مدرس نیز به عنوان اساتید ممتحن زحمت خواندن و یادآوری نکات مفیدی را به عهده داشتند که از حسن توجه و دقت نظر آنان به این پژوهش و ابعاد مختلف آن تشکر و قدردانی می نمایم.

از آقای دکتر غریبی از دانشگاه تربیت مدرس به سبب مساعدت‌هایی که در پیشبرد پروژه مبذول داشتند قدردانی می‌کنم.

از مسئول آزمایشگاه طیف سنجی آقای مهندس اله آبادی، همکارانم در آزمایشگاهِ آقای دکتر ملک‌فر خانم‌ها سارا عباسیان و فاطمه صادقی و نیز از آقایان مهدی حسانی و مهدی غضنفری نیز سپاسگزاری می‌نمایم.

چکیده

یکی از روش‌های ساخت نانوذرات استفاده از تخلیه الکتریکی در خلاء، گاز فعال و یا محیط‌های مناسب دیگر است که در این صورت می‌توان نانوذرات پایدار با خلوص زیاد و قابلیت کاربردهای مختلف تهیه کرد. این پژوهش با هدف ساخت نانوذرات فلزی مس و نقره در بستر مایعبه روش تخلیه الکتریکی جریان مستقیمو بررسی فرایندهای مهم کندوگداز و تشکیل نانوذرات انجام شد.در ابتدا نانوذرات فلزی نقره و مس ساخته و مشخصه‌یابی شدند. علاوه بر این برای بررسی عوامل مهم در فرایند ساخت، نانوذرات نقره و مس در برخی مایعات و با تغییر جریان فرایند تخلیه الکتریکی مستقیم تولید شدند. کندوگداز مس در آب نیز نمونه‌ای از تغییر ساختار الکترود و تشکیل نانوذرات اکسیدی را به نمایش گذاشته است. برای مشخصه‌یابی نانوذرات از میکروسکوپ الکترونی عبوری TEM، میکروسکوپ الکترونی روبشیSEM، طیف پراش پرتو X و طیف‌سنجی UV/Vis استفاده شد. با توجه به نتایج به دست آمده سازوکار کلی کندوگداز در تشکیل نانوذرات مطالعه و توصیفشد. با ساخت نانوذرات در محیط‌های مختلف اثر محیط مایع بر رشد و پایداری نانوذرات نیز مورد بررسی قرار گرفت.نتایج به دست آمده امکان تولید نانوذرات به روش تخلیه الکتریکی جریان مستقیم با بازدهی بالا و اندازه بسیار کوچک را فراهم آورده است که می‌تواند به عنوان روشی آسان و سریع برای تولید انواع نانوذرات در محیط‌های معدنی و آلی دلخواه به کار گرفته شود. به‌علاوه نتایج این پژوهش توصیف مناسبی از کل فرایند بسیار پیچیده کندوگداز به روش تخلیه الکتریکی جریان مستقیم در محیط مایع فراهم می‌آورد.

کلمات کلیدی: ۱- تخلیه الکتریکی ۲- نانوذرات ۳- جریان مستقیم ۴- کندوگداز

فهرست مطالب

فصل اول- نانوذرات فلزی،خواص، کاربردها و روش‌های ساخت

۱-۱- مقدمه‌ای بر نانومواد ۲

۱-۲- نانوذرات فلزی و محدودیت‌های کوانتومی ۳

۱-۳- افزایش سطح و خواص کاتالیستی ۶

۱-۴- کاربردهای عمده نانوذرات ۹

۱-۵- روش‌های عمده ساخت نانوذرات فلزی ۱۶

فصل دوم- ساخت نانوذرات به روش تخلیه الکتریکی در مایع

۲-۱- مقدمه ۲۱

۲-۲-تخلیه الکتریکی در فاز گازی ۲۱

۲-۳-تخلیه الکتریکی در فاز مایع..... ۲۵

۲-۴- انتخاب نوع الکترود، آلیاژی یا ساده؟..... ۲۷

۲-۵- آماده سازی الکترود..... ۲۹

۲-۶- چیدمان آزمایشگاهی و انجام آزمایش ساخت نانوذرات مس و نقره ۳۰

۲-۷- نکات ایمنی کار با دستگاه تخلیه الکتریکی ۳۹

فصل سوم- روش‌های مورد استفاده برای مشخصه‌یابی نانوذرات

۳-۱- روش‌های مشخصه‌یابی ۴۱

۳-۲- مشاهده اندازه و شکل نانوذرات ۴۲

۳-۲-۱- میکروسکوپ الکترونی عبوری ۴۵

۳-۲-۱-۱- پراش الکترونی ۵۳

۳-۲-۲- میکروسکوپ الکترونی روبشی ۵۵

۳-۳- تعیین ترکیب شیمیایی نانوذرات ۵۷
۳-۴- تعیین ساختار بلوری نانوذرات..... ۵۹
۳-۴-۱- طیف‌نگاری پراش اشعه‌ی X ۶۰
۳-۵- ویژگی‌های نوری نانوذرات فلزی و محاسبه خاموشی نوری ۶۲
۳-۵-۱- نظریه مای ۶۴
۳-۵-۲- استفاده از نظریه مای برای مطالعه خواص نوری نانوذرات ۷۱
۳-۵-۳- خواص فلزات در نواحی مریی و فرابنفش ۷۱
۳-۵-۴- گذار بین نواری ۷۳
۳-۵-۵- اثر اندازه و بار سطحی بر خواص نوری نانوذرات فلزی ۷۴
۳-۵-۵-۱- اثر اندازه ذرات ۷۴
۳-۵-۵-۲- اثر ذاتی و غیرذاتی اندازه نانوذرات ۷۶
۳-۵-۵-۳- اثر محیط و ترکیبات سطحی ۷۸
۳-۵-۶- اهمیت محاسبه ویژگی‌های نوری نانوذرات ۷۸

فصل چهارم- ساخت و مشخصه‌یابی نانوذرات مس و نقره

۴-۱ ساخت نانوذرات مس..... ۸۲
۴-۲- ساخت نانوذرات مس در استن ۸۳
۴-۳- ساخت نانوذرات مس در آب ۸۹
۴-۴- بررسی فرایند اکسایش نانوذرات مس در آب ۹۷
۴-۵- ساخت نانوذرات مس در اتانول ۱۰۰
۴-۶-ساخت نانوذرات مس با جریان‌های مختلف و بررسی اثر جریان ۱۰۵
۴-۷- بررسی اثر بستر مایع بر اندازه ذرات ۱۰۸
۴-۸- ساخت و مشخصه‌یابی نانوذرات نقره ۱۱۲

۴-۹- خلاصه فصل ۱۱۶

فصل پنجم- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

۵-۱- نتیجه‌گیری ۱۱۸

۵-۲- پیشنهادها ۱۲۰

فهرست مراجع ۱۲۲

چکیده انگلیسی ۱۲۷

فهرست جداول

فصل اول

جدول۱-۱: محدوده کاربرد نظریه‌های موجود و اندازه سیستم‌ها و تعداد اتم‌های موجود در آن‌ها ۵

جدول۱-۲:تعداد اتم‌ها برای ۷ پوسته و درصد اتم‌های سطح ۷

فصل سوم

جدول۳-۱: اثر اندازه بر بسامد واهلش برای فلزات طلا و نقره ۷۵

فهرست نمودارها و شکل‌ها

فصل اول

شکل۱-۱: مجموعه‌ای از موجودات و ابعاد هر یک از آن‌ها ۳

شکل۱-۲: نمونه‌ای از تغییرات شکاف انرژی CdSe با اندازه ذرات و تغییر رنگ ناشی از آن ۴

شکل۱-۳: بستگی خواص نوری به شکل و اندازه در نانوذرات و نانوسیم‌های طلا ۴

شکل۱-۴: گسستگی ترازهای انرژی در وضعیت‌های مختلف ۶

شکل۱-۵: زمان رسیدن به دمای ذوب برای نانوذرات طلا در اثر تابش لیزر ۸

شکل۱-۶: نمودار تغییرات دمای ذوب نانوذرات طلا بر حسب اندازه ذرات ۸

شکل۱-۷: مقایسه فعالیت کاتالیستی ذرات طلا با اندازه‌های مختلف، ذرات میکرومتری غیر فعال طلا، ذرات نانومتری دارای خواص کاتالیستی، ذرات با اندازه کمتر از ۲ نانومتر بسیار فعال ۹

شکل۱-۸: نمونه ای از ماسک پوشش داده شده با نانوذرات نقره ۱۰

شکل۱-۹: نحوه ساخت پلاستیک آمیخته با نانوذرات نقره ۱۱

شکل۱-۱۰: کاربرد نانوذرات طلا به عنوان کاتالیست تبدیل منوکسید کربن به دی‌اکسید کربن ۱۴

شکل۱-۱۱: واکنش‌های مورد نظر تبدیل منوکسید کربن به دی‌اکسید کربن ۱۵

شکل۱-۱۲: استفاده از محیط گسسته مغناطیسی به عنوان حافظه ۱۶

شکل۱-۱۳: مقایسه نحوه عملکرد روش‌های بالا به پایین، پایین به بالا و تخلیه الکتریکی ۱۷

فصل دوم

شکل۲-۱: شمایی کلی از رآکتور تخلیه الکتریکی در فاز گازی ۲۲

شکل۲-۲: شمایی از تجهیزات لازم برای تولید نانوذرات به روش واکنش هیدروژن-پلاسمای فلز ۲۵

شکل۲-۳: نرخ تولید انواع گازهای جمع‌آوری شده به غیر از بخار آب ۲۷

شکل۲-۴: طرح شماتیک محفظه انجام واکنش ۳۰

شکل۲-۵: شمای کلی نگهدارنده الکترود ۳۳

شکل۲-۶: طیف نشری حاصل از تخلیه الکتریکی تنگستن در آب ۳۵

شکل۲-۷: نموداری از انجماد سریع در حباب گازی برمبنای فاصله از قوس الکتریکی ۳۷

شکل۲-۸: طرحی شماتیک از تخلیه قوس الکتریکی در بستر مایع ۳۸

شکل۲-۹: توزیع دمایی برحسب کلوین در نواحی مختلف قوس الکتریکی میان الکترودها با جریانی معادل ۲۰۰ آمپر ۳۸

فصل سوم

شکل۳-۱: نانوذرات طلا تشکیل شده ازدانه‌های با جهت بلوری مختلف ۴۳

شکل۳-۲: اساس گسیل ترمویونیک و تولید باریکه الکترونی ۴۶

شکل۳-۳: نمونه‌ای از عدسی مغناطیسی ۴۷

شکل۳-۴: سازوکارهای موجود در برخورد باریکه الکترونی با ماده ۴۸

شکل۳-۵: شمایی از ساز و کارهای موجود در برانگیختگی ترازهای انرژی در اثر برخوردالکترون ۴۹

شکل۳-۶: اساس کار میکروسکوپ الکترونی عبوری و یک نمونه از آن ۵۰

شکل۳-۷: شمایی از قسمت‌های مختلف و مسیر باریکه الکترونی در میکروسکوپ عبور الکترونی ۵۰

شکل۳-۸: الف- مسیر پرتوها در تصویربرداری معمولی ب- پرتوهای مورد استفاده در تصویربرداری در حالت میدان روشن..... ۵۱

شکل۳-۹: پرتوهای مورد استفاده در تصویربرداری میدان تاریک ۵۲
شکل۳-۱۰: نمونه‌هایی از توری مسی پوشانده شده با لایه کربنی ۵۳
شکل۳-۱۱: سازوکار ایجاد نقش پراش ۵۴
شکل۳-۱۲: نقش پراش نمونه‌ایی از ساختار ده گوشی آلومینیم-نیکل-کبالت ۵۴
شکل۳-۱۳:شمایی از سازوکار و خطوط طیفی ۵۵
شکل۳-۱۴:اصول کارکرد میکروسکوپ روبشی الکترونی ۵۶
شکل۳-۱۵: تصویر SEM سطح زئولیت ۵۶
شکل۳-۱۶: اساس ایجاد نقش پراش پرتو X به وسیله بلور ۶۱
شکل۳-۱۷: نمونه‌ای از نقش پراش پرتوهای X ماده‌ی MoO_3 ..... ۶۲
شکل۳-۱۸: یک نمونه از طیف پراش پرتو X با طیف پهن ۶۲
شکل۳-۱۹: شمایی از سیستم مورد نظر برای به‌دست آوردن میدان پراکنده شده از ذرات ۶۶

فصل چهارم

شکل۴-۱:یک نمونه از محلول کلوئیدی مس، ساخته شده در آب ۸۳
شکل۴-۲: طیف UV/Vis نانوذرات مس ساخته شده در استن ۸۴
شکل۴-۳: سطح مقطع برخورد در تخمین ابتدایی برای نانوذراتی با توزیع گوسی و میانگین۳نانومتر.. ۸۶
شکل۴-۴: تصویر میکروسکوپ عبور الکترونی نانوذرات مس در استن (مقیاس ۵۰ نانومتر) ۸۷
شکل۴-۵: نمودار توزیع اندازه نانوذرات ساخته شده در استن برازش شده با یک منحنی گوسی ۸۸

شکل۴-۶: یک نمونه از محلول کلوئیدی نانوذرات مس در آب ۸۹

شکل۴-۷: طیف UV/Vis نانوذرات مس در آب بدون یون ۹۰

شکل۴-۸: طیف UV/Vis نانوذرات مس در آب بدون یون با جریان ۴۵ آمپر تا یک هفته پس از ساخت ۹۱

شکل۴-۹: تصویرمیکروسکوپ الکترونی عبوری نانوذرات مس در آب (مقیاس ۱۰۰ نانومتر) ۹۳

شکل۴-۱۰: نمودار توزیع اندازه نانوذرات ساخته شده در آب ۹۴

شکل۴-۱۱: نقش پراش نانوذرات مس در آب و تبدیل آن به اکسید مس دوظرفیتی ۹۶

شکل۴-۱۲: روش مورد استفاده برای تعیین بار نانوذرات فلزی ۹۸

شکل۴-۱۳: یک نمونه از محلول کلوئیدی نانوذرات مس در اتانول ۱۰۰

شکل۴-۱۴: طیف UV/Vis نانوذرات مس ساخته شده در اتانولبا جریان ۳۵ آمپر پس از گذشت مدت زمان‌های مختلف ۱۰۱

شکل۴-۱۵: طیف UV/Vis نانوذرات مس ساخته شده با جریان ۶۵ آمپر در اتانول ۱۰۲

شکل۴-۱۶: تصویر میکروسکوپ الکترونی عبوری نانوذرات مس در اتانول ساخته شده با جریان ۶۵ آمپر (مقیاس ۵۰ نانومتر) ۱۰۴

شکل۴-۱۷: نمودار توزیع اندازه نانوذرات ساخته شده در اتانول با جریان ۶۵ آمپر ۱۰۵

شکل۴-۱۸: طیف UV/Vis نانوذرات مس ساخته شده در آب با جریان‌های مختلف ۱۰۶

شکل۴-۱۹: تغییرات بیشینه جذب پلاسمونی با جریان تخلیه الکتریکی ۱۰۷

شکل۴-۲۰: طیف UV/Vis نانوذرات ساخته شده با الکترود مسی در آب، اتانول و استن ۱۰۹

شکل۴-۲۱: شکل مولکول‌های استن، اتانول و آب..... ۱۱۲

شکل۴-۲۲: نمونه‌ای از نانوذرات نقره ساخته شده در آب مقطر با جریان ۵۵ آمپر ۱۱۳

شکل۴-۲۳: طیف UV/Vis نانوذرات نقره در آب مقطر ۱۱۳

شکل۴-۲۴: تصویر میکروسکوپ الکترونی عبوری نانوذرات نقره در آب ساخته شده با جریان ۵۵ آمپر (مقیاس ۵۰ نانومتر) ۱۱۴

شکل۴-۲۵:توزیع اندازه نانوذرات نقره ساخته شده با جریان ۵۵ آمپر در آب و برازش شده با منحنی گوسی ۱۱۵

شکل۴-۲۶: چگونگی تغییرات طول موج بیشینه جذب پلاسمونی با جریان مورد استفاده برای تخلیه الکتریکی ۱۱۶

فصل اول

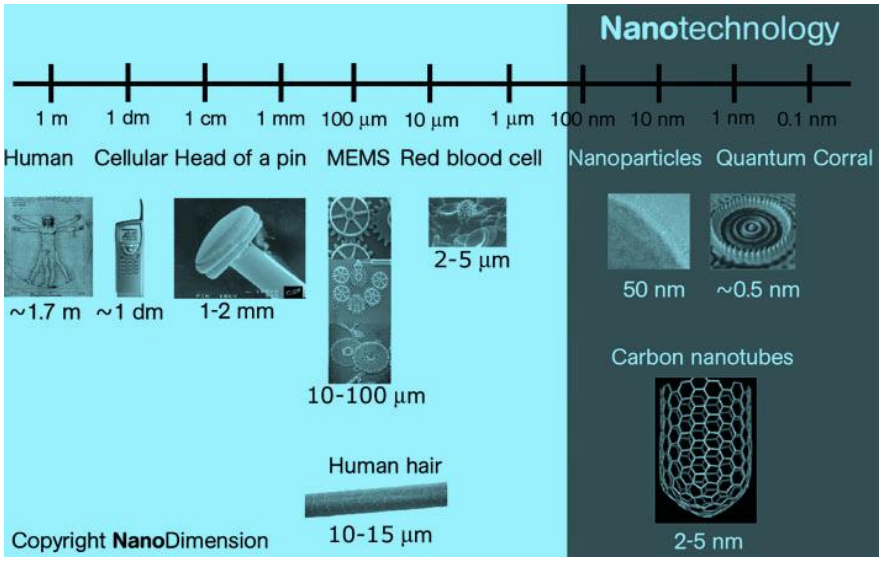
نانوذرات فلزی، خواص، کاربردها و روش های ساخت

۱-۱- مقدمه‌ای بر نانومواد

دنیای مواد نانومتری شامل انواع گوناگونی از ساختارهای جالب توجه از نظر کاربردهای عملی و بررسی پدیده‌های فیزیکی است. نانوذرات یکی از مهمترین و در عین حال ساده‌ترین ساختارهای این مجموعه و از مهمترین سنگ بناهای آن به شمار می‌روند. در علوم و فناوری نانو به ذراتی که اندازه آن‌ها بین ۱ تا ۱۰۰ نانومتر باشد نانوذرات گفته می‌شود. برای بدست آوردن شهود بیشتر برای مقایسه ابعاد در این حوزه در شکل (۱-۱) مجموعه‌ای موجودات و ابعاد هر یک از آن‌ها آورده شده است [۱].

اهمیت مواد نانوساختاری این است که در این مقیاس مواد خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوت از توده ماده از خود نشان می‌دهند. علاوه بر تفاوت خواص با توده، در این حوزه ویژگی‌های ماده به اندازه و شکل آن‌ها ارتباط پیدا می‌کند. با توجه به این موضوع با استفاده از تغییراتی در شکل و اندازه ساختارها می توان به موادی با خواص جدید دست یافت. ساخت مواد با خواص جدید و تا حدودی دلخواه می‌تواند علاوه بر استفاده از آن‌ها در فناوری‌های موجود و بهبود کیفیت در تولیدات کنونی، زمینه تکوین فناوری‌های نوین بر پایه مواد نانوساختاری را فراهم نماید. در این فصل ابتدا مروری کوتاه بر خواص و کاربردهای نانوذرات داشته ودر ادامه اثر اندازه بر ویژگی‌های مواد در مقیاس نانو و به‌ویژه نانوذرات مورد بررسی قرار گرفته و آثار افزایش سطح در نانوذرات مطالعه می‌شود. از آنجایی که خواص نوری از مهمترین خواص نانوذرات فلزی به شمار می‌رود و از محاسبه آن برای تحلیل نتایج آزمایش‌ها و مشخصه‌یابی نانوذرات آن استفاده شده است، بررسی خواص نوری و محاسبات مربوط به

آن در بخش روش‌های مشخصه‌یابی آورده شده است. در بخش پایانی این فصل نیز کاربردهای مختلف نانوذرات و روش‌های کلی ساخت بررسی خواهد شد.

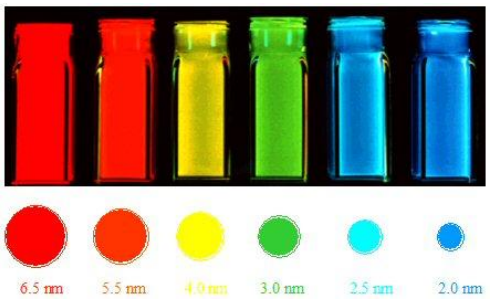


شکل۱-۱: مجموعه‌ای از موجودات و ابعاد هر یک از آن‌ها[۱]

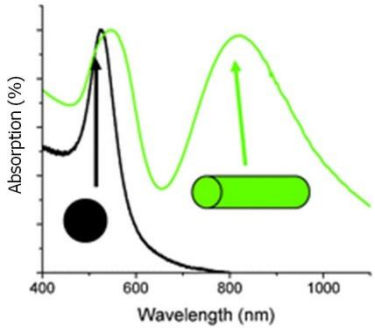
۱-۲- نانوذرات فلزی و محدودیت‌های کوانتومی

در انواع مختلف نانوذرات مانند نیم‌رساناها و نانوذرات فلزی، محدودیت‌های کوانتومی ناشی از اندازه ذرات نقش مهمی در تعیین ویژگی‌های آن‌ها دارد. در نیم رساناها تغییرات شکاف انرژی و برخی از خواص الکتریکی از آن جمله هستند [۱]. برای مثال در شکل(۱-۲) نمونه‌ای از تغییرات رنگ و یا شکاف انرژی با اندازه ذرات آورده شده است [۲]. در نانوذرات فلزی پدیده‌ای به نام جذب تشدیدی پلاسمونی نقش کلیدی در تعیین خواص نوری و بویژه پراکندگی و جذب نور دارد و اساس بسیاری از کاربردهای عملی را تشکیل می‌دهد. خواص نوری نانوساختارها علاوه بر اندازه به شکل آن‌ها نیز بستگی دارد. به عنوان مثال رنگ نانوذرات هم‌اندازه کروی، مکعبی و هرمی شکل با یکدیگر متفاوت است. شکل (۱-۳) جذب نوری نانوذرات فلزی و نانوسیم از همان جنس را نشان می‌دهد. همان گونه که به وضوح روشن است با تغییر شکل نانوذرات تغییرات خواص نوری چشمگیری مشاهده می‌شود.

جذب تشدیدی پلاسمونی در نهایت با اندازه ذرات ارتباط دارد که با توجه به اهمیت آن به طور جداگانه مورد بررسی قرارمی‌گیرد.



شکل۱-۲: نمونه‌ای از تغییرات شکاف انرژی CdSe با اندازه ذرات و تغییر رنگ ناشی از آن[۲]



شکل ۱-۳: بستگی خواص جذب پلاسمونی به شکل و اندازه در نانوذرات و نانوسیم‌های طلا [۲]

کوچک شدن اندازه ذرات و رسیدن به ابعاد نانومتری نسبت سطح به حجم کل سیستم را افزایش می‌دهد. افزایش سطح در بسیاری از پدیده‌هایی که در سطح و فصل مشترک رخ می‌دهند -مانند واکنش‌های کاتالیستی و رفتار کلوئیدها- نقشی اساسی در تعیین خواص دارد. افزایش نسبت سطح نانوذرات در مقایسه با ذرات میکرومتری زمینه بسیاری از کاربردها از جمله کاربردهای کاتالیستی را فراهم ساخته است. با توجه به تفاوت خواص مواد نانوساختاری با توده، روش‌های نظری موجود برای توجیه پدیده‌های مختلف باید بهبود یافته و حتی برخی از مفاهیم بازتعریف شوند. به طور سنتی برای بررسی واکنش‌های شیمیایی و برهمکنش بین اتم‌ها و مولکول‌ها از شیمی کوانتومی استفاده می‌شود که ابعاد زیر نانومتر را پوشش می‌دهد.