دانشگاه آزاد اسلامی

واحد تهران مرکزی

دانشکده علوم پایه، گروه فیزیک

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد (M.Sc)

گرایش : اتمی مولکولی

عنوان:

تولید نانوذرات از هدف مس در محلول مایعات به روش لیزر کندگی با انرژی پالس بالا و بررسی خواص اپتیکی آنها

استاد راهنما:

دکتر شمس‌الزمان فرامرزی

استاد مشاور:

دکتر داود درانیان

پژوهشگر:

سمیرا محمدی

زمستان ۱۳۹۰

بسمه تعالی

تعهدنامه اصالت پایان نامه کارشناسی ارشد

اینجانب سمیرا محمدی دانشجوی کارشناسی ارشد رشته فیزیک با شماره دانشجویی ۸۸۰۶۵۱۱۳۱۰۰ اعلام می نمایم که کلیه مطالب مندرج در این پایان نامه با عنوان : "تولید نانوذرات از هدف مس در محلول مایعات به روش لیزر کندگی با انرژی پالس بالا و بررسی خواص اپتیکی آنها " حاصل کار پژوهشی خود بوده و چنانچه دستاوردهای پژوهشی دیگران را مورد استفاده قرار داده باشم، طبق ضوابط و رویه های جاری، آن را ارجاع داده و در فهرست منابع و ماخذ ذکر نموده ام. علاوه بر آن تاکید می نمایم که این پایان نامه قبلا برای احراز هیچ مدرک هم سطح، پایین تر یا بالاتر ارائه نشده و چنانچه در هر زمان خلاف آن ثابت شود، بدین وسیله متعهد می شوم، در صورت ابطال مدرک تحصیلی ام توسط دانشگاه، بدون کوچکترین اعتراض آن را بپذیرم.

تاریخ و امضاء

به نام آنکه جان را فکرت آموخت چراغ دل به نور جان برافروخت

خداوندا، تو را سپاس می گویم که مرا نعمت بودن و دانستن و اندیشیدن بی هیچ منتی ارزانی داشته ای و همواره در میان روح و جانم مرا یاری رسانده ای تا باشم و بیندیشم و در این پهنای عظیم زندگانی، اختیار و مسئولیت این اندیشه را برعهده گیرم.

اکنون که به فضل و یاری الهی توانستم کار پژوهش و تحقیق و نگارش پایان نامه را به اتمام برسانم وظیفه خود می دانم از تمامی عزیزانی که در طی مراحل تحصیل به خصوص در طول اجرای پایان نامه مرا یاری نموده اند صمیمانه سپاسگزاری و قدردانی نمایم.

از حسن مساعدت و راهنمایی های بی دریغ استاد بزرگوارم سرکار خانم دکتر فرامرزی که راهنمایی پایان نامه مرا برعهده گرفتند و در تمام مراحل کار مرا یاری رساندند تقدیر و تشکر می نمایم.

از استاد مشاورم جناب آقای دکتر درانیان و نیز از جناب آقای دکتر زارع که داوری این پایان نامه را برعهده گرفتند، از تمامی مسئولین آزمایشگاه های فیزیک و شیمی خصوصا استاد بزرگوارم جناب آقای دکتر شیروانیان در آزمایشگاه لیزر که در طول اجرای پایان نامه بسیار به ما یاری رساندند، از دوستان همراهم در این پروژه که هر روز همدل و یاری گر هم بودیم، سپاسگزاری می نمایم.

تشکر ویژه ای دارم از استاد گرانقدر جناب آقای دکتر فرخی که در جلسه دفاع با حضور خویش بزرگواری و استادی را برای من به نهایت رساندند.

در پایان تشکر و امتنان قلبی و درودهای بی شائبه خود را نثار خانواده عزیزم که در این راه از هیچ تلاشی مضایقه نکردند می کنم. از زحمات عاشقانه مادر عزیزم و پدر بزرگوارم که شمع وجودشان همواره روشنی بخش راه پرفراز و نشیب زندگانیم بوده و هست تشکر و قدردانی می کنم.

از دو خواهر دلسوز و برادر مهربانم که همیشه مشوقین راهم بودند و نیز از آقای مهندس آیتی که در طول این پژوهش یاری رسان من بودند و از تمامی عزیزانی که همواره وجودشان مایه دلگرمی من بوده است بینهایت سپاسگزاری می نمایم. دوام توفیقات، سلامت و عزت روزافزون این سروران گرامی را از درگاه ایزد منان مسئلت دارم.

هیچ چیز به وزن ذره‌ای در همه زمین و آسمان از خدای تو پنهان نیست و کوچکتر از ذره و بزرگتر از آن هر چه هست همه در کتاب مبین حق مسطور است. سوره یونس آیه ۶۱

تقدیم به پدر بزرگوار و مادر مهربانم،

که همواره مصداق عطوفت و بردباری،

عشق و فداکاری،

و پشتیبان زندگانیم هستند.

بسمه تعالی

در تاریخ: ۱۳۹۰/۱۲/۱

دانشجوی کارشناسی ارشد خانم سمیرا محمدی از پایان نامه خود دفاع نموده و با نمره ۲۰ به حروف بیست و با درجه عالی مورد تصویب قرار گرفت.

امضاء استاد راهنما

فهرست مطالب

فصل اول: نانوذرات و خواص نوری آنها

۱-۱ نگاهی بر فناوری نانو..... ۲

۱-۲ عناصر پایه در فناوری نانو..... ٤

۱-۳ نانوکامپوزیت ها: دسته بندی، خواص و کاربرد..... ٥

۱-۳-۱ نانوکامپوزیت های پایه پلیمری..... ٦

۱-٤ نانو ذرات..... ۷

۱-٤-۱ نانو ذرات فلزی..... ۷

۱-٤-۲ نانو ذرات نیمه رسانا..... ۸

۱-٥ بررسی خواص در نانو ساختارها..... ۹

۱-٥-۱ خواص و ویژگی های نانو ذرات..... ۹

۱-٥-۲ وابستگی خواص به اندازه..... ۱۰

۱-٥-۳ خواص حرارتی..... ۱۱

۱-٥-٤ خواص الکترونیکی و شیمیایی..... ۱۱

۱-٥-٥ خواص مغناطیسی..... ۱۲

۱-٥-٦ خواص نوری نانو مواد..... ۱۳

۱-٦ خواص نوری نانوذرات فلزی..... ۱٤

۱-٦ -۱ پلاسمون سطحی..... ۱٤

۱-٦-۲ تئوری مای..... ۱٦

۱-٦-۳ مطالعه خواص نوری نانوذرات توسط تئوری مای ۲۲

۱-٦-٤ اثر اندازه و بار سطحی بر خواص نوری نانوذرات فلزی..... ۲٤

۱-٦-٤-۱ اثر اندازه ذرات..... ۲٤

۱-٦-٤-۲اثر محیط و ترکیبات سطحی..... ۲٥

۱-٦-٥ تاثیرکمیتهای مختلف برقله پلاسمونی..... ۲٦

۱-٦-٥-۱ تاثیرشکل نانوذرات برقله پلاسمونی.....۲٦
۱-٦-٥-۲ تاثیر اندازه وغلظت نانو ذرات برقله پلاسمونی.....۲٦
۱-٦-٦ تفاوت بین ساختار آلیاژی و هسته- پوسته.....۲۷
۱-۷ نانو ذرات مس.....۲۸
۱-۷-۱ ساختار مس و فازهای اکسید مس.....۲۸
۱-۷-۲ فاز Cu_2O اکسید مس.....۲۹
۱-۷-۳ فاز CuO اکسید مس.....۳۰
۱-۷-٤ کاربردهای نانو ذرات مس و اکسید مس.....۳۱

فصل دوم: روشهای تولید و مشخصه یابی نانوذرات به کمک دستگاههای آنالیز

۲-۱ روش‌های تولید نانو مواد.....۳٥
۲-۱-۱ روش‌های شیمیایی.....۳۷
۲-۱-۲ روش‌های فیزیکی.....۳۸
۲-۱-۳ تولید نانوذرات از فرآیندهای مکانیکی – شیمیایی.....۳۸
۲-۱-٤ مروری بر برخی از روش‌های متداول تولید نانوذرات مس.....۳۹
۲-۱-٤-۱ روش سل – ژل.....۳۹
۲-۱-٤-۲ چگالش گاز خنثی.....٤۱
۲-۱-٤-۳ انفجار الکتریکی سیم.....٤۱
۲-۲ روشهای شناسایی و آنالیز نانومواد.....٤٤
۲-۲-۱ روشهای میکروسکوپی.....٤٤
۲-۲-۱-۱ میکروسکوپ الکترونی عبوری ٤٥
۲-۲-۲ بررسی ساختار و تعیین اندازه ذرات ٤۹
۲-۲-۲-۱ روش تفرق اشعه ایکس ٤۹
۲-۲-۳ تعیین اندازه نانوذرات.....٥۱

۲-۲-۳-۱ تعیین توزیع اندازه ذرات در ابعاد نانو به روش تفرق نور پویا ۵۱
۲-۲-٤ طیف سنجی..... ٥٤
۲ -۲-٤-۱ روشهای مختلف طیف سنجی بر اساس ماهیت کار آنها جهت شناسایی نانومواد..... ٥٥
۲-۲-٥ بررسی خواص نوری نانوذرات به کمک طیف نگاری نوری ٥٥
۲-۲-٥-۱ طیف سنجی جذب مرئی و فرابنفش ٥٧
۲-۲-٥-۲ طیف نگاری فوتولومینسانس..... ٥٩
۲-۲-٥-۲-۱ فوتولومینسانس..... ٥٩
۲-۲-٥-۲-۲ نحوه عملکرد دستگاه فتولومینسانس..... ٦١
۲-۲-٥-۳ بررسی طیف جذب و نشر نیمه هادی ها.اکسایتون ها..... ٦٢
۲-۲-٥-٤ بررسی طیف های جذب و نشرفتولومینسانس نانوساختارها..... ٦٣

فصل سوم : روش کند وسوز لیزری

۳-۱ مقدمه..... ٦٧
۳-۲ جنبه های اساسی در روش کندوسوز لیزری..... ٦٩
۳-۲-۱- برهم کنش گرمایی لیزر با هدف..... ٦٩
۳-۲-۲ فرایند تبخیر ۷۰
۳ -۲-۳ – فرایند جوشش احتراقی و جوشش همگن..... ۷۰
۳-۲-٤-فرایند کندگی پلاسمایی القایی..... ۷۱
۳-۲-٥ تاثیر شکل گیری توده پلاسما بر کاهش شدت نورلیزر..... ۷۲
۳-۲-٦ موج شوک..... ۷۲
۳-۳ تاثیر محیط برشکل گیری نانو ذرات..... ۷۳
۳-٤ روش کند و سوز لیزری در محیط گاز..... ۷۳
۳-٥ روش کندو سوز لیزری در مایعات ۷٦
۳-٥-۱ جنبه های اساسی در کندو سوزی لیزری جامدات در مایعات..... ۷۷
۳-٥-۲ اثرات محدودیت بدلیل حضورمایع..... ۸۰

۳-۵-۳ دینامیک رشد نانو ذرات ۸۱
۳-۵-٤ کنترل کندوسوزی لیزری در مایعات..... ۸۳
۳-٦ تاثیر نوع فرایند کندگی برسایز نانو ذرات..... ۸۳
۳-۷ تاثیر خصوصیات لیزر برشکل گیری نانو ذرات..... ۸٤
۳-۷-۱ تغییر طول پالس..... ۸٤
۳-۷-۲ تغییر شار لیزر..... ۸۵
۳-۷-۳ تغییر طول موج لیزر ۸۵
۳-۷-٤ نرخ تکرار پالس..... ۸٦
۳-۷-۵ تاثیر جنس ماده هدف در فرآیند کندگی..... ۸٦
۳-۷-٦ بررسی انرژی وتعداد تپهای تابشی لیزر..... ۸۷
۳-۷-۷ طول تپ لیزر..... ۸۸
۳-۸ کاربردهای روش کندوسوز لیزر پالسی..... ۸۸

فصل چهارم: تولید نانوذرات مس در محلول های آلی به روش کند و سوز لیزر پالسی و مشخصه یابی و بررسی خواص نوری آنها

بخش اول: تولید نانوذرات به روش کند و سوز لیزری

٤-۱ مقدمه..... ۹۱
٤-۲ مواد شیمیایی..... ۹۱
٤-۳ وسایل آزمایشگاهی و دستگاه های مورد استفاده جهت تهیه نمونه ها..... ۹۲
٤-٤ چیدمان تجربی..... ۹٤
٤-۵ تهیه محلول جهت تولید نانوکامپوزیت های مس..... ۹۵
٤-٦ بررسی مکانیزم تولید نانوذرات به روش کندگی لیزری..... ۹٦

بخش دوم: مشخصه یابی و بررسی خواص نوری نانوذرات مس تهیه شده به روش کندگی لیزری

٤-٧ مقدمه.....٩٨
٤-٨ دستگاه های استفاده شده برای مشخصه یابی نمونه ها.....٩٨
٤-٩ بررسی مورفولوژی و اندازه نانو ذرات به کمک میکروسکوپ الکترونی عبوری.....٩٩
٤-٩-١ واکنش های شیمیایی محتمل.....١٠١
٤-١٠ بررسی اندازه دینامیکی نانوذرات با روش تفرق دینامیک نور.....١٠٣
٤-١٠-١ اثر محلول بر روی نمودار اندازه دینامیکی نانوذرات ١٠٧
٤-١١ بررسی نمودارهای جذب اپتیکی نانو ذرات مس به کمک دستگاه طیف سنج جذب نورمرئی و فرابنفش.....١٠٨
٤-١١-١ محاسبه قله های جذب اپتیکی نانوذرات کروی شکل مس به کمک تئوری می.....١٠٨
٤-١١-٢ مقایسه طیف جذب اپتیکی نانوکامپوزیت مس با تئوری می.....١١٢
٤-١١-٣ اثر محلول های شیمیایی بر طیف جذب اپتیکی.....١١٤
٤-١١-٤ بررسی طیف جذب نوری با گذشت زمان.....١١٥
٤-١٢ بررسی خواص نوری به کمک طیف نشر فتولومینسانس.....١٢٠

فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات

٥-١ نتیجه گیری.....١٢٥
٥-٢ پیشنهادات.....١٢٧
فهرست منابع.....١٢٩

فهرست جدول ها

جدول (۱-۱) مقایسه رفتار مغناطیسی فلزات به شکل نانو ذرات و توده.....۱۳
جدول (۱-۲) ویژگی های الکترونهای آزاد در فلز مس.....۲۴
جدول (۲-۱) بررسی اندازه، طیف جذب و نشر فتولومینسانس نانوذرات مس و اکسید مس تولید شده به روش های مختلف.....۶۵
جدول (۴-۱) نتایج عددی تعداد بر حسب اندازه دینامیک ذرات.....۱۰۴
جدول (۴-۲) نتایج عددی تعداد بر حسب اندازه دینامیک ذرات.....۱۰۵

فهرست نمودارها

نمودار ۲-۱ طیف جذب و نمودار XRD نانوذرات اکسید مس Cu_2O در آب.....۶۴

نمودار ۴-۱ توزیع اندازه دینامیکی ذرات در محلول تتراهیدروفوران.....۱۰۴

نمودار ۴-۲ توزیع اندازه دینامیکی ذرات در محلول تتراهیدروفوران با ۸/ ۰درصد پلی استایرن.....۱۰۵

نمودار ۴-۳ توزیع اندازه دینامیکی ذرات در محلول تتراهیدروفوران با ۰/۸ درصد پلی استایرن به کمک نمودار حجم بر حسب اندازه.....۱۰۶

نمودار ۴-۴ توزیع اندازه دینامیکی ذرات در محلول تتراهیدروفوران با ۰/۸ درصد پلی استایرن به کمک نمودار حجم بر حسب اندازه.....۱۰۶

نمودار ۴-۵ توزیع دینامیکی اندازه نانوذرات در مقایسه میان دومحلول THF و ۰/۸ درصد پلی استایرن در THF.....۱۰۷

نمودار ۴-۶ سطح مقطع جذب برای نانوذرات مس با شعاع های ۲۰,۱۰ و۳۰ نانومتر در محلول تتراهیدروفوران با ضریب شکست ۱/۴۰۷۲.....۱۰۹

نمودار۴-۷ سطح مقطع جذب برای نانو ذرات مس با شعاع ۱۰ نانومتر در محلول پلیمری با غلظتهای ۱۰، ۵۰ و ۸۰ درصد.....۱۱۰

نمودار۴-۸ سطح مقطع جذب برای نانو ذرات مس با شعاع ۲۵ نانو متر در دو محلولTHF و محلول ۰/۸ درصد پلی استایرن در THF.....۱۱۱

نمودار۴-۹ طیف جذب مرئی و فرابنفش برای نانو ذرات مس تولید شده در محلول ۰/۸ درصد پلی استایرن در تتراهیدروفوران.....۱۱۲

نمودار ۴-۱۰ سطح مقطع جذب برای نانو ذرات مس با قطر ۳۰ نانومتر درمحلول ۰/۸ درصد پلی استایرن در THF با ضریب شکست ۱.۴۰۸۶.....۱۱۳

نمودار ۴-۱۱ مقایسه نمودار جذب مرئی و فرابنفش برای نانو ذرات مس تولید شده در محلول THF و محلول تتراهیدروفوران با ۰/۸ درصد پلمیر.....۱۱۴

نمودار ۴- ۱۲ طیف جذب مرئی و فرابنفش برای نانو ذرات مس تولید شده در محلول تتراهیدروفوران پس از گذشت ۷روز.....۱۱۶

نمودار ۴-۱۳ طیف جذب مرئی و فرابنفش برای نانو ذرات مس تولید شده در محلول تتراهیدروفوران پس از گذشت ۵۰ روز.....۱۱۶

نمودار ۴-۱۴ طیف جذب مرئی و فرابنفش برای نانو ذرات مس تولید شده در محلول تتراهیدروفوران پس از گذشت ۵ ماه.....۱۱۶
نمودار ۴-۱۵ طیف مقایسه جذب مرئی و فرابنفش برای نانو ذرات مس تولید شده در محلول تتراهیدروفوران با گذشت زمان.....۱۱۷
نمودار ۴-۱۶ طیف جذب مرئی و فرابنفش برای نانو ذرات مس تولید شده در محلول ۰/۸ درصد پلی استایرن در تتراهیدروفوران پس ازگذشت ۷ روز ۱۱۸
نمودار ۴-۱۷ طیف جذب مرئی و فرابنفش برای نانو ذرات مس تولید شده در محلول ۰/۸ درصد پلی استایرن در تتراهیدروفوران پس ازگذشت ۵۰ روز ۱۱۸
نمودار ۴-۱۸ طیف جذب مرئی و فرابنفش برای نانو ذرات اکسید مس در محلول ۰/۸ درصد پلی استایرن در THF پس ازگذشت ۵ ماه ۱۱۸
نمودار۴-۱۹ مقایسه پس از گذشت ۵۰ روز میان جذب مرئی و فرابنفش نانو ذرات Cu و Cu_2O تولید شده در محلول ۰/۸ درصد پلی استایرن در تتراهیدروفوران ۱۱۹
نمودار ۴-۲۰ مقایسه پس از گذشت ۵ ماه میان جذب مرئی و فرابنفش نانو ذرات Cu و Cu_2O و CuO تولید شده در محلول ۰/۸ درصد پلی استایرن در تتراهیدروفوران ۱۱۹
نمودار ۴-۲۱ طیف فتولومینسانس نانوذرات در محلول تتراهیدروفوران (راست) در طول موج برانگیختگی ۳۵۰ نانومتر و (چپ) در طول موج برانگیختگی ۳۰۰ نانومتر.....۱۲۰
نمودار ۴-۲۲ طیف فتولومینسانس نانوذرات Cu_2O در محلول ۰/۸ درصد پلی استایرن در THF (راست) در طول موج برانگیختگی ۳۵۰ نانومتر و (چپ) در طول موج برانگیختگی ۳۰۰ نانومتر.....۱۲۱
نمودار ۴-۲۳ طیف نشر فتولومینسانس نانوذرات در محلول تتراهیدروفوران در طول موج برانگیختگی ۳۳۰ نانومتر بعد از گذشت ۵ ماه.....۱۲۲
نمودار ۴-۲۴ طیف نشر فتولومینسانس نانوذرات در محلول ۰/۸ درصد پلی استایرن در THF در طول موج برانگیختگی ۳۳۰ نانومتر بعد از گذشت ۵ ماه.....۱۲۳

فهرست شکلها

شکل (۱-۱) تقسیم بندی نانو مواد از لحاظ محدودیت های کوانتومی... ۴
شکل (۱-۲) موج پلاسمون سطحی فلزات... ۱۵
شکل (۱-۳) نمایش نوسانات جمعی الکترونهای آزاد... ۱۶
شکل (۱-۴) شماتیکی از سلول واحد مکعبی Cu_2O ... ۲۹
شکل (۱-۵) شماتیکی از سلول واحد مکعبی CuO... ۳۰
شکل (۲-۱) روشهای فرآوری مواد نانوساختار... ۳۵
شکل(۲-۲) نمایی از مراحل فرایند سل-ژل... ۴۰
شکل (۲-۳) ستاپ انفجار الکتریکی سیم... ۴۳
شکل(۲-۴) میکروسکوپ الکترونی عبوری... ۴۶
شکل (۲-۵)حالت‌های فیزیکی عملکرد میکروسکوپ الکترونی عبوری... ۴۷
شکل(۲- ۶) تصویر میدان روشن (a)، میدان تاریک (b) و الگوی پراش نانوذرات مس (c)... ۴۸
شکل(۲- ۷) تفرق نور توسط ذرات درون کیووت... ۵۳
شکل(۲-۸) تصویر اجزای داخلی دستگاه اسپکتروفوتومتر... ۵۸
شکل (۲-۹) ساختار اپتیک دستگاه اسپکتروفوتومتر... ۵۸
شکل (۲-۱۰) نشر فلورسانس نور... ۶۰
شکل (۲-۱۱) ساختار عملی دستگاه فتولومینسانس... ۶۱
شکل (۲-۱۲) گذارهای تشعشعی مشاهده شده به وسیله فتولومینسانس... ۶۳
شکل(۳-۱) روش کند و سوز لیزری در محفظه خلا... ۷۵
شکل(۳-۲) روش کند و سوز لیزری در مایعات... ۷۶
شکل(۳-۳) ایجادموج ضربه و تشکیل پلاسما در محیط مایع... ۷۸
شکل(۳-۴) تحول پلاسمای تشکیل شده در محیط مایع... ۷۹
شکل (۳-۵) دینامیک رشد نانوذرات حباب... ۸۲
شکل (۴-۱) تصویر چنبره تفلونی با پنجره ای از شیشه کوارتز... ۹۳
شکل (۴-۲) شماتیکی از ستاپ آزمایشگاهی استفاده شده در روش کند و سوز لیزری... ۹۴
شکل (۴-۳) تصویر TEM وتوزیع اندازه نانوذرات مس در محلول ۰/۸ درصد پلی استایرن درتتراهیدروفوران... ۹۹
شکل (۴-۴) تصاویر میکروسکوپ الکترونی عبوری با بزرگنمایی های متفاوت... ۱۰۰
شکل(۴-۵) تشکیل ساختار هسته-پوسته نانوذرات مس/ اکسید مس... ۱۰۱

فصل اول

نانوذرات و خواص نوری آنها

۱-۱ نگاهی بر فناوری نانو

پیشوند نانو یک کلمه یونانی و معادل لاتین آن Dwarf می باشد که به معنی کوتوله و قد کوتاه است. یک نانو متر یک میلیاردم متر($۱۰^{-۹}$) است. این مقیاس را با ذکر مثال هایی عینی، بهتر می توان حس کرد. یک نانو متر ۱/۸۰۰۰۰ قطر تار موی انسان (قطر مو حدودا ۵۰۰۰۰ نانو متر است) می باشد. یک نانو متر برابر قطر ۱۰ اتم هیدروژن و یا ۵ اتم سیلیسیم می باشد . قابل ذکر است که کوچکترین اشیای قابل دید توسط چشم غیر مسلح اندازه ای حدود ۱۰۰۰۰ نانو متر دارند.

فناوری نانو توسعه فناوری و تحقیقات در سطوح اتمی، مولکولی و یا ماکرومولکولی در مقیاس اندازه ای ۱ تا ۱۰۰ نانومتر می باشد که دارای خواص انتقالی و منحصر بفرد است یعنی استفاده از ساختارها و ابزار و سیستم هایی که به خاطر اندازه کوچک یا حد میانه آنها، خواص و عملکرد نوین دارند و توانایی کنترل یا دستکاری در سطوح اتمی را دارا می باشند. فناوری نانو فناوری جدیدی نبوده بلکه رویکردی جدید به علوم موجود و شناخته شده می باشد. البته این تغییر رویکرد، خود منجر به علوم تازه ای می شود تا نتوانیم از کنار آن بی تفاوت بگذریم. همراه شدن نام تمامی علوم با مفهوم نانو دریچه جدیدی به دنیای ما باز می کند. فناوری نانو عبارت است از هنر دستکاری مواد در مقیاس اتمی یا مولکولی و به خصوص ساخت قطعات و لوازم میکروسکوپی (مانند روبات های میکروسکوپی). فناوری نانو با مشاهده اتم ها و مولکولها، جابجایی، تغییر مکان و دستکاری آنها از طریق رویت آنها یعنی مشاهده چشمی در مقیاس نانو سروکار دارد. از اهداف مهم فناوری نانو و شاید مهم ترین آنها به وجود آوردن ساختارهایی از مواد است که در آنها آرایش مولکولها از پیش طراحی شده باشد. هدف فناوری نانو ساخت اشیاء، اتم به اتم، مولکول به مولکول است، راهی که طبیعت میلیونها سال است انجام می دهد و بنابراین پشتوانه واقعی علمی دارد. هدف این است که اگر بشر بتواند به اتم ها بگوید که چطور خودشان را مرتب کنند و چگونه رفتار کنند، بسیاری از خواص یک ماده قابل کنترل می گردد. بنابراین خواصی مانند رنگ، استحکام و شکنندگی نیز در سطح اتمی قابل تعیین خواهند بود.

سرآغاز و توسعه اولیه فناوری نانو به طور دقیق مشخص نیست. شاید بتوان گفت که اولین نانوتکنولوژیست ها شیشه گران قرون وسطایی بوده اند که از قالب های قدیمی برای شکل دادن شیشه استفاده می کردند. درآن زمان برای ساخت شیشه های کلیساهای قرون وسطایی از ذرات نانومتری استفاده می شده است. رنگ به وجود آمده در این شیشه ها بر پایه این حقیقت استوار است که مواد با ابعاد نانو دارای همان خواص مواد با ابعاد میکرو نمی باشند. رنگدانه های تزئینی جام مشهور لیکرگوس در روم باستان (قرن چهارم بعد از میلاد) نمونه ای از آنهاست. ایرانیان نیز در قرن های چهارم تا هفتم هجری از نانو ذرات نقره و مس برای تزئین سفال های خود استفاده می کرده اند. نتایج تحقیقات صورت گرفته بر روی لعاب های استفاده شده بر روی سفال های قرن ۴ تا ۷ هجری و تصاویر میکروسکوپ الکترونی عبوری ارائه شده آنها، حاکی از پخش شدن نانو ذرات هم اندازه نقره با قطر حدود ۲۰ نانو متر در پایه شیشه ای لعاب روی سفال هاست.

ریچارد فایمن یکی از تاثیرگذارترین فیزیکدانان آمریکایی در سال ۱۹۶۰ در کنفرانس فیزیک آمریکا سخنرانی پیش گویانه خود را با عنوان « فضاهای زیادی در سطوح پایین وجود دارد» ارائه نمود. در آن سخنرانی او به بررسی امکان وجود مواد در ابعاد نانومتر و پتانسیل بالای آنها پرداخت. او دستکاری اتمهای منفرد برای ساختن ساختارهای کوچک جدید که خواص بسیار متفاوتی دارند را پیشنهاد کرده بود. سخن از ابعاد نانو در سخنرانی فایمن در ۱۹۶۰ درحالی بیان شد که قبل از آن در دهه های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ فعالیت های آزمایشگاهی بر روی ذرات کوچک فلزی وجود داشت، اما در آن زمان به آن نانوتکنولوژی گفته نمی شد و زیاد فراگیر نبود.

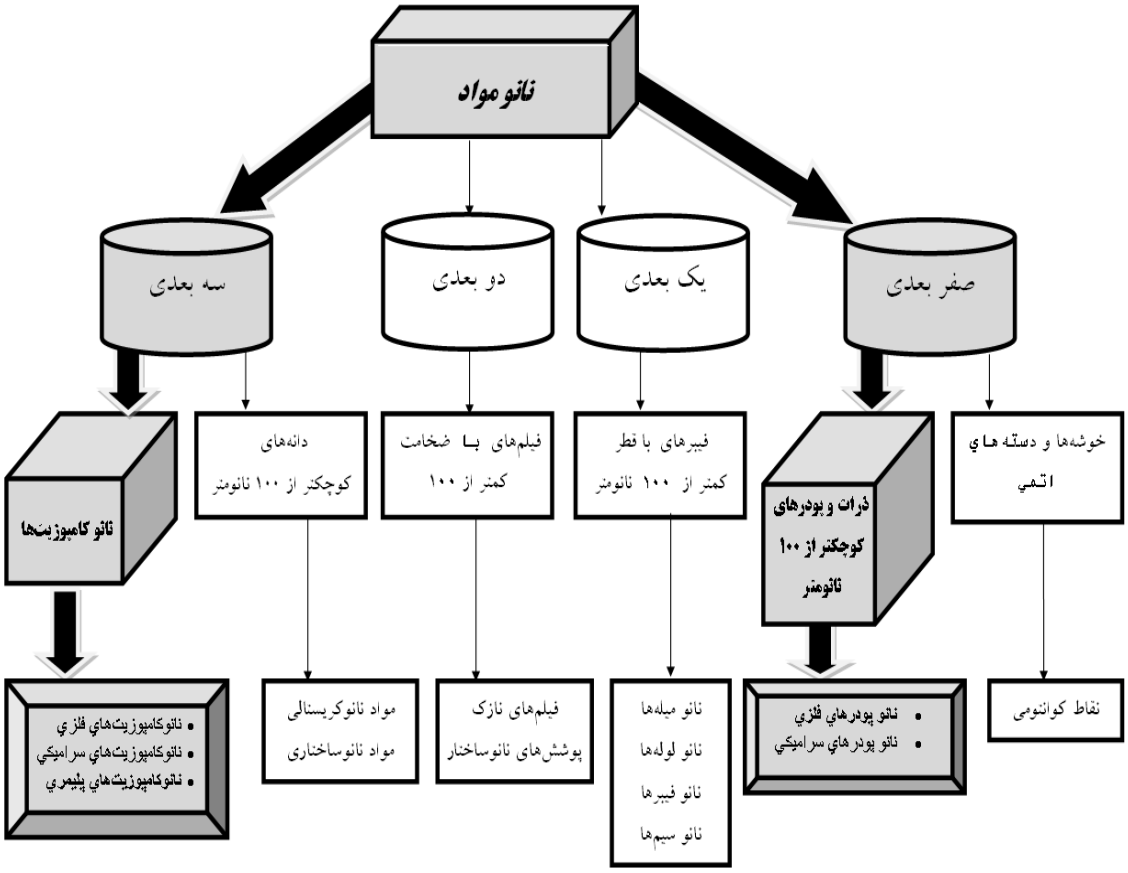
به هر حال تا دهه ۱۹۸۰ روش های مناسب برای ساخت نانوساختارها وجود نداشت تا اینکه در سال ۱۹۸۱ روشی برای تولید خوشه های فلزی ابداع گردید. پس از آن روشهای سنتز متفاوتی ابداع شد. شناخت خواص متفاوت مانند محدودیت های کوانتومی در سال ۱۹۸۲ و در ادامه اختراع ابزارهای شناسایی مانند میکروسکوپ ها وابزار های دیگر سبب توسعه روز افزون این فناوری گردیده است.

فناوری نانو همانند دیگر فناوری ها دارای عناصر پایه می باشد که زیر بنای آن را تشکیل می دهند. عناصر پایه فناوری نانو، تقسیم بندی های متفاوتی دارند که در ادامه به آن پرداخته می شود، که در این فصل تاکید ما بیشتر روی نانوکامپوزیت ها و نانو ذرات، خواص و کاربردهای آنهاست [۱-۲].

۱-۲ عناصر پایه در فناوری نانو

تفاوت اصلی فناوری نانو با فناوری های دیگر در مقیاس مواد و ساختارهایی است که در این فناوری مورد استفاده قرار می گیرد، خصوصیات ذاتی آنها از جمله رنگ، استحکام، مقاومت خوردگی و ... تغییر می یابد. وجود عناصر پایه را می توانیم به عنوان معیاری برای ارزیابی تفاوت فناوری نانو با دیگر فناوری‌ها ذکر کنیم. عناصر پایه همان عناصر نانو مقیاسی هستند که خواص آنها در حالت نانو مقیاس با خواصشان در مقیاس بزرگتر فرق می کند.

به طور کلی می توان نانومواد را از لحاظ محدودیت های کوانتومی به نانوذرات صفربعدی، یک بعدی، دو بعدی و سه بعدی تقسیم کرد. در شکل (۱-۱) این تقسیم بندی قابل مشاهده می باشد[۳].



شکل (۱-۱) تقسیم بندی نانو مواد از لحاظ محدودیت های کوانتومی[۳].

در این پروژه ما به به تولید نانوذرات مس پرداخته ایم که به علت انتخاب یک نمونه در محلول پلیمری می توان از آن تحت عنوان نانو کامپوزیت ها ی نانو ذره ای مس–پلیمر یاد کرد. به همین جهت در ادامه به بررسی این دو می پردازیم.

۱-۳ نانوکامپوزیت ها: دسته بندی، خواص و کاربرد

کامپوزیت ها ترکیباتی هستند که از چند ماده متمایز که اجزای آن به آسانی از یکدیگر تشخیص داده می شوند، ساخته شده اند. هدف از ایجادکامپوزیت دستیابی به ماده ای ترکیبی با خواص و ویژگی های موردنظراست. نانو کامپوزیت ها نیز کامپوزیت هایی هستند که در مقیاس نانوساخته می شوند. نانوکامپوزیت ها از دو فاز تشکیل شده اند. فاز اول یک ساختار بلوری است در ابعاد نانو که در واقع پایه یا ماتریس نانوکامپوزیت محسوب می شود و ممکن است از جنس پلیمر، فلز و یا سرامیک باشد. فاز دوم نیز ذراتی در مقیاس نانومتر می باشند که به عنوان تقویت کننده (مواد پرکننده) به منظور اهداف خاص از قبیل استحکام، مقاومت، هدایت الکتریکی، خواص مغناطیسی و ... در درون فاز اول (ماده پایه) توزیع می شوند.

در بحث نانومواد، نانوکامپوزیت ها از جایگاه ویژه ای برخوردار هستند. حضور ذرات و الیاف در ساختار نانوکامپوزیت ها معمولاً باعث ایجاداستحکام در ماده ی پایه می شود. در واقع هنگامی که ذرات و یا الیاف درون یک ماده ی پایه توزیع شوند، نیروهای اعمال شده به کامپوزیت به طور یکنواختی به ذرات یا الیاف منتقل می شود. با توزیع مواد پرکننده درون ماده پایه خصوصیاتی نظیر استحکام، سختی، خواص بیولوژیکی و تخلخل تغییر می کند. ماده ی پایه می تواند ذرات را به گونه ای از هم جدا نگه دارد که رشد ترک به تأخیر افتد. به علاوه اجزاء نانوکامپوزیت ها بر اثر برهمکنش سطحی بین ماده ی پایه و مواد پرکننده، از خواص بهتری برخوردار می شوند. نوع و میزان برهمکنش ها نقش مهمی در خواص مختلف نانوکامپوزیت ها همچون حلالیت، خواص نوری، خواص الکتریکی و مکانیکی آن ها دارد .

انواع نانوکامپوزیت ها را می توان بر اساس ماده پایه آن ها به شرح زیر طبقه بندی کرد:

۱. نانوکامپوزیت های پایه پلیمری[1](PMNCs)
۲. نانوکامپوزیت های پایه سرامیکی[2](CMNCs)
۳. نانوکامپوززیت های پایه فلزی[3](MMNCs)

در ادامه به بررسی خواص و کاربرد هر یک از این نانوکامپوزیت ها پرداخته می شود.

۱-۳-۱ نانوکامپوزیت های پایه پلیمری

در بین نانوکامپوزیت ها بیشترین توجه به نانوکامپوزیت های پایه پلیمری معطوف است. یکی از دلایل گسترش نانوکامپوزیت های پلیمری، خواص بی نظیر مکانیکی، شیمیایی و فیزیکی آن است. نانوکامپوزیت های پلیمری عموماً دارای استحکام بالا، وزن کم، پایداری حرارتی بالا، رسانایی الکتریکی بالا و مقاومت شیمیایی بالایی هستند. تقویت پلیمرها با استفاده از مواد آلی و معدنی بسیار مرسوم می باشد. بر خلاف تقویت کننده های مرسوم که در مقیاس میکرون می باشند، در نانوکامپوزیت ها تقویت کننده ها ذراتی در ابعاد نانومتر می باشند. با افزودن درصد کمی از نانوذرات به یک پلیمر خالص، استحکام کششی، استحکام تسلیم و مدول یانگ افزایش چشمگیری می یابد. از دیگر کاربردهای نانوکامپوزیت های پلیمری پوشش های مقاوم به سایش، پوشش های مقاوم به خوردگی، پلاستیک های رسانا، حسگرها، آسترهای مقاوم در دمای بالا و غشاهای جداسازی گازها و سیالات نفتی می باشند. به عنوان مثال می توان به نوعی غشاء نانوکامپوزیتی ساخته شده از یک نوع پلیمر و نانولایه های سیلیکا اشاره کرد که توسط محققان دانشگاه کارولینای شمالی ساخته شده است. این غشا توانایی فوق العاده ای در جداسازی مولکول های آلی از گازها دارد[۴].

[1] Polymer matrix nanocomposites
[2] Ceramic matrix nanocomposites
[3] Metal matrix nanocomposites