بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه آزاد اسلامی

واحد تهران مرکز

دانشکده علوم پایه گروه فیزیک

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

گرایش : اتمی مولکولی

عنوان پایان‌نامه:

تولید نانوذرات از هدف روی در مایعات به روش لیزرکندگی با انرژی پالس بالا و بررسی خواص اپتیکی آن‌ها

استاد راهنما:

دکتر شمس‌الزمان فرامرزی

استاد مشاور:

دکتر بابک ژاله

پژوهشگر:

شیوا باجلان

زمستان ۱۳۹۰

ISLAMIC AZAD UNIVERSITY

Central Tehran Branch

Faculty of science – Department of Physics

"M.Sc" Thesis

On Atomic & Molecular

Subject:

Generation of nanoparticles from a zinc target by high pulse energy Laser ablation in liquids (PLAL) and investigation On their optical properties

Advisor:

Dr. Shamsolzaman Faramarzi

Consulting-Advisor:

Dr. Babak Jaleh

By:

Shiva Bajelan

Winter 2012

تشکر و قدردانی:

خالصانه ترین حمد و سپاس برای خدای بزرگ و مهربانم که هرچه دارم از اوست. این پژوهش حاصل زحمات و همکاری اساتید و دوستان عزیزی است که اینجانب را در تمام مراحل پژوهش و آزمایشات یاری نموده اند، گرم ترین سپاس های خود را نثار استاد ارجمندم سرکار خانم دکتر فرامرزی عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی تهران مرکز می نمایم که طی این مدت با نظرات خلاق خود مرا در تهیه‌ی این پایان‌نامه یاری فرمودند. از خداوند منان برای ایشان آرزوی سلامتی و سعادت دارم. همچنین از زحمات استاد گرانقدر جناب آقای دکتر بابک ژاله عضو هیئت علمی دانشگاه بو علی سینا همدان تشکر ویژه ایی دارم.

از تمامی دوستان عزیزم و بویژه آقای حسین اکبریان بافقی به خاطر دوستی و همیاری ارزشمندشان در تمامی مراحل این پژوهش قدردانی می کنم.

از زحمات و راهنمایی های بسیار سودمند جناب آقای دکتر حمید رضا شیروانی مهدوی، مسوولین محترم آزمایشگاه فیزیک دانشگاه آزاد اسلامی تهران مرکز، سرکار خانم کمالی و جناب آقای شجاعی و همچنین مسوولین محترم آزمایشگاه شیمی که همواره کمال همکاری را داشته اند سپاس گزارم.

سرانجام لازم می‌دانم از زحمات بی‌دریغ همسرم که بدون اغراق اگر حمایت ها و یاری بی دریغش نبود هرگز موفق به انجام این پژوهش نبودم و خانواده‌ام که با پشتیبانی و حمایت همیشگی‌شان همواره تکیه گاهم بودند و با گذشت و فداکاری از آرزوهایشان در برابر آرزوهایم گذشتند کمال تشکر و قدردانی را به عمل آورم و از درگاه ایزد منان برای یکایک این عزیزان، آرزو نمایم هر آنچه که در چشمانشان "بهترین" است.

تقدیم به :

پدر، مادر و همسر عزیزم

مهربان فرشتگانی که لحظات ناب باور بودن، لذت و غرور دانستن، جسارت خواستن، عظمت رسیدن و تمام تجربه های یکتا و زیبای زندگیم، مدیون حضور سبز آنهاست.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه و تاریخچه

۱-۱ تاریخچه‌ی فناوری نانو ۳

۱-۲ فناوری نانو چیست؟ ۴

۱-۳ تعریف فناوری نانو ۴

۱-۴ اهمیت نانو تکنولوژی ۵

۱-۵ تعریف نانو مواد ۶

۱-۶ کامپوزیت‌ها و نانو کامپوزیت‌ها ۶

۱-۶-۱ زمینه‌ی کامپوزیت (فاز اول) ۷

۱-۶-۲ تقویت کننده‌ی کامپوزیت (فاز دوم) ۷

۱-۷ نانو ذرات ۸

۱-۸ روش‌های ساخت نانو مواد ۸

۱-۸-۱ روش بالا به پایین ۸

۱-۸-۲ روش پایین به بالا ۹

فصل دوم: لیزر کندگی و روش‌های مشخصه یابی نانوذرات

مقدمه ۱۳

۲-۱ اصول روش لیزرکندگی در مایع ۱۴

۲-۲ لیزر کندگی در خلاء ۱۶

۲-۳ مزایای روش لیزر کندگی در مایع به روش لیزر کندگی در خلاء ۱۷

۲-۴ مزایای روش لیزر کندگی بر دیگر روش‌های تولید نانوذرات ۱۸

۲-۵ روش‌های مشخصه یابی نانوذرات ۱۹
۲-۵-۱ میکروسکوپ تونلی روبشی (STM) ۱۹
۲-۵-۱-۱ اصول عملکرد STM ۲۰
۲-۵-۲ میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) ۲۱
۲-۵-۲-۱ اصول عملکرد AFM ۲۳
۲-۵-۳ میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) ۲۴
۲-۵-۳-۱ اصول عملکرد TEM ۲۶
۲-۵-۳-۲ حالت‌های مختلف تصویر برداری ۲۷
۲-۵-۴ طیف سنجی مرئی- فرابنفش UV-Vis ۲۷
۲-۵-۵ طیف سنجی تفرق نور پویا (DLS) ۲۹
۲-۵-۵-۱ اصول عملکرد دستگاه DLS ۳۰
۲-۵-۵-۲ کورلاتور ونمودار همبستگی ۳۲
۲-۵-۵-۳ ارتباط تغییرات نمودار همبستگی با اندازه‌ی ذره ۳۳
۲-۵-۶ طیف سنجی فوتولومینسانس (PL) ۳۴
۲-۵-۶-۱ اصول عملکرد دستگاه فوتولومینسانس ۳۶

فصل سوم: آماده سازی نمونه‌ها و شرح آزمایش

مقدمه ۳۹
۳-۱ ساختار روی ۳۹
۳-۱-۱ کاربردهای روی ۴۰
۳-۱-۲ نقش بیو لوژیکی ۴۱
۳-۱-۳ ترکیبات ۴۱
۳-۱-۴ ایزوتوپ‌ها ۴۲

۲-۳ ساختار اکسید روی (ZnO) ۴۲
۳-۲-۱ نشرهای فوتولومینسانس اکسید روی..... ۴۳
۳-۳ تتراهیدروفوران (THF) ۴۴
۳-۴ پلی استایرن (PS) ۴۶
۳-۵ لیزر نئودمیوم-یاگ استفاده شده در آزمایش..... ۴۷
۳-۶ محفظه‌ی آزمایش ۴۹
۳-۷ چیدمان آزمایش..... ۵۱
۳-۸ شرح آزمایش..... ۵۳

فصل چهارم: نتایج آنالیزها

مقدمه..... ۵۸
۴-۱ نتایج حاصل از طیف سنجی جذبی مرئی-فرابنفش..... ۵۸
۴-۱-۱ نتایج حاصل از طیف سنجی جذبی مرئی-فرابنفش مرحله‌ی اول..... ۵۹
۴-۱-۱-۱ نتایج مربوط به محلول تتراهیدروفوران خالص..... ۵۹
۴-۱-۱-۲ نتایج مربوط به محلول تتراهیدروفوران با غلظت ۰/۸ درصد وزنی پلی استایرن..... ۶۰
۴-۱-۲ نتایج حاصل از طیف سنجی جذبی مرئی-فرابنفش مرحله‌ی دوم..... ۶۲
۴-۱-۳ مقایسه‌ی نتایج طیف سنجی جذبی مرئی-فرابنفش مرحله‌ی اول و مرحله‌ی دوم..... ۶۳
۴-۲ نتایج حاصل از میکروسکوپ الکترونی عبوری ۶۳
۴-۳ نتایج حاصل از طیف نشری فوتولومینسانس..... ۶۸
۴-۴ نتایج حاصل از تعیین توزیع اندازه‌ی نانوذرات به روش تفرق نور پویا..... ۷۱
۴-۴-۱ نمودار همبستگی بر واحد زمان..... ۷۱
۴-۴-۲ نمودارتوزیع اندازه ذرات بر حسب تعداد ۷۳
۴-۴-۳ نمودار توزیع اندازه ذرات برحسب شدت..... ۷۶

۴-۴-۴ نمودار توزیع اندازه ذرات برحسب حجم..... ۷۹
۴-۵ نتیجه گیری..... ۸۲
۴-۶ پیشنهادات..... ۸۴

فهرست جدول‌ها

جدول (۳-۱) . مشخصات تتراهیدروفوران. ۴۵

جدول (۳-۲) . مشخصات مربوط به دستگاه لیزر نئودمیوم-یاگ استفاده شده در آزمایش..... ۴۸

جدول (۴-۱) . اطلاعات مربوط به نمودار توزیع اندازه‌ی نانوذرات بر حسب تعداد، مربوط به نانوکامپوزیت های تولید شده در محلول تتراهیدروفوران با غلظت ۰/۸ درصد وزنی پلی استایرن..... ۷۴

جدول (۴-۲) . اطلاعات مربوط به نمودار توزیع اندازهی ذرات بر حسب تعداد، مربوط به نانوکامپوزیت‌های تولید شده در محلول تتراهیدروفوران..... ۷۵

جدول (۴-۳) . اطلاعات مربوط به نمودار توزیع اندازهی ذرات بر حسب شدت، مربوط به نانوکامپوزیت‌های تولید شده در محلول تتراهیدروفوران با غلظت ۰/۸ درصد وزنی پلی استایرن ۷۷

جدول (۴-۴) . اطلاعات مربوط به نمودار توزیع اندازهی ذرات بر حسب شدت، مربوط به نانوکامپوزیت‌های تولید شده در محلول تتراهیدروفوران خالص..... ۷۸

جدول (۴-۵) . اطلاعات مربوط به نمودار توزیع اندازهی ذرات بر حسب حجم، مربوط به نانوکامپوزیت‌های تولید شده در محلول تتراهیدروفوران با غلظت ۰/۸ درصد وزنی پلی استایرن ۸۰

جدول (۴-۶) . اطلاعات مربوط به نمودار توزیع اندازهی ذرات بر حسب حجم، مربوط به نانوکامپوزیت‌های تولید شده در محلول تتراهیدروفوران خالص..... ۸۱

فهرست شکل‌ها

شکل (۲-۱) . طرح وارهای از یک چیدمان معمول روش لیزرکندگی از هدف جامد در محیط مایع ۱۵

شکل (۲-۲) طرح وارهای از یک دستگاه تولید نانوذرات به روش لیزر کندگی در خلاء ۱۷

شکل (۲-۳) . نمایش شماتیک اجزای اصلی و اصول عملکرد دستگاه STM ۲۰

شکل (۲-۴) . نمایش شماتیک اجزای اصلی و اصول عملکرد دستگاه AFM ۲۲

شکل (۲-۵) . دستگاه TEM ۲۶

شکل (۲-۶) . نواحی مختلف طیف الکترومغناطیس ۲۸

شکل (۲-۷) . دستگاه طیف سنج مرئی-فرابنفش..... ۲۹

شکل (۲-۸) . نمایش شماتیک اجزاء اصلی دستگاه DLS..... ۳۲

شکل (۲-۹) . نمودار همبستگی قسمتی از الگوی نقطه‌ای در بازه‌ی زمان..... ۳۳

شکل (۲- ۱۰) . نمودار همبستگی ذرات ریز و درشت بر واحد زمان ۳۴

شکل (۲-۱۱) . نمایش پدیده‌ی فوتولومینسانس..... ۳۵

شکل (۲-۱۲) . دستگاه فوتولومینسانس..... ۳۶

شکل (۲-۱۳) . شمایی از اجزاء متداول و نحوه‌ی عملکرد دستگاه فوتولومینسانس ۳۷

شکل (۳-۱) . ورقه‌ی روی استفاده شده در آزمایش ۴۰

شکل (۳-۲) . پودر سفید رنگ اکسید روی ۴۳

شکل (۳-۳) . گرانول‌های پلیمر پلی استایرن..... ۴۷

شکل (۳-۴) . تصویر لیزر استفاده شده در آزمایش..... ۴۸

شکل (۳-۵) . شمای کلی محفظه (با درب باز) استفاده شده برای تولید نانوذرات..... ۴۹

شکل (۳-۶) . شمای کلی محفظه (با درب بسته) استفاده شده برای تولید نانوذرات..... ۵۰

شکل (۳-۷) . چیدمان اجزای اصلی به کار رفته در تولید نانو ذرات..... ۵۱

شکل (۳-۸) . نمایش شماتیک چیدمان اجزای اصلی به کار رفته در تولید نانو ذرات..... ۵۲

شکل (۳-۹) . نمونه‌ی روی بعد از انجام کندگی توسط نور لیزر..... ۵۳
شکل (۳-۱۰) . محفظه‌ی حاوی نمونه‌ی روی و محلول در زمان نوردهی..... ۵۵
شکل (۳-۱۱) . نمونه‌های نهایی به دست آمده..... ۵۶
شکل (۴-۱) . (a , b , c , d , e , f) تصاویر TEM مربوط به نانوکامپوزیت‌های تولید شده در محلول تتراهیدروفوران با غلظت ۰/۸ درصد وزنی پلی استایرن از زوایای مختلف..... ۶۷

فهرست نمودارها

نمودار (۴-۱) . طیف جذبی مرئی – فرابنفش نانوکامپوزیتهای تولید شده در محلول تتراهیدروفوران خالص بعد از یک روز ۵۹

نمودار (۴-۲) . طیف جذبی مرئی – فرابنفش نانوکامپوزیتهای تولید شده در محلول تتراهیدروفوران با غلظت ۰/۸ درصد وزنی پلیاستایرن بعد از یک روز..... ۶۰

نمودار (۴-۳) . طیف جذبی مرئی – فرابنفش مربوط به نانوکامپوزیتهای تولید شده در محلول تتراهیدروفوران با غلظت ۰/۸ درصد وزنی پلی استایرن (a) و نانوکامپوزیتهای تولید شده در محلول تتراهیدروفوران خالص (b)..... ۶۱

نمودار (۴-۴) . طیف جذبی مرئی – فرابنفش نانوکامپوزیتهای تولید شده در محلول تتراهیدروفوران با غلظت ۰/۸ درصد وزنی پلی‌استایرن بعد از دو ماه ۶۲

نمودار (۴- ۵) . نمودار توزیع اندازه‌ی نانوکامپوزیتهای تولید شده در محلول تتراهیدروفوران با غلظت ۰/۸ درصد وزنی پلی استایرن ۶۷

نمودار (۴-۶) . طیف نشری فوتولومینسانس مربوط به نانوکامپوزیتهای تولید شده در محلول تتراهیدروفوران با غلظت ۰/۸ درصد وزنی پلی استایرن ۶۸

نمودار (۴-۷) . طیف نشری فوتولومینسانس مربوط به نانوکامپوزیتهای تولید شده در محلول تتراهیدروفوران خالص..... ۶۹

نمودار (۴-۸) . طیف نشری فوتولومینسانس مربوط به نانوکامپوزیتهای تولید شده در محلول تتراهیدروفوران با غلظت ۰/۸ درصد وزنی پلی استایرن (a) و نانوکامپوزیتهای تولید شده در محلول تتراهیدروفوران خالص (b)..... ۷۰

نمودار(۴-۹) .نمودار همبستگی بر واحد زمان مربوط به نانوکامپوزیتهای تولید شده در محلول تتراهیدروفوران خالص..... ۷۱

نمودار(۴-۱۰) .نمودار همبستگی بر واحد زمان مربوط به نانوکامپوزیتهای تولید شده در محلول تتراهیدروفوران با غلظت ۰/۸ درصد وزنی پلی استایرن..... ۷۲

نمودار (۴-۱۱) . نمودار توزیع اندازه‌ی ذرات بر حسب تعداد مربوط به نانوکامپوزیتهای تولید شده در محلول تتراهیدروفوران با غلظت ۰/۸ درصد وزنی پلی استایرن..... ۷۴

نمودار (۴-۱۲) . نمودار توزیع اندازه‌ی ذرات بر حسب تعداد مربوط به نانوکامپوزیتهای تولید شده در محلول تتراهیدروفوران..... ۷۵

نمودار(۴-۱۳) . نمودار توزیع اندازه‌ی ذرات بر حسب شدت مربوط به نانوکامپوزیتهای تولید شده در محلول تتراهیدروفوران با غلظت ۰/۸ درصد وزنی پلی استایرن..... ۷۶

نمودار (۴-۱۴). نمودار توزیع اندازه‌ی ذرات بر حسب شدت مربوط به نانوکامپوزیتهای تولید شده در محلول تتراهیدروفوران خالص..... ۷۷

نمودار (۴-۱۵) . نمودار توزیع اندازه‌ی ذرات بر حسب شدت مربوط به نانوکامپوزیتهای تولید شده در محلول تتراهیدروفوران با غلظت ۰/۸ درصد وزنی پلی استایرن (a) و نانوکامپوزیتهای تولید شده در محلول تتراهیدروفوران خالص (b)..... ۷۸

نمودار (۴-۱۶) . نمودار توزیع اندازه‌ی ذرات بر حسب حجم مربوط به نانوکامپوزیتهای تولید شده در محلول تتراهیدروفوران با غلظت ۰/۸ درصد وزنی پلی استایرن..... ۷۹

نمودار (۴-۱۷) . نمودار توزیع اندازه‌ی ذرات بر حسب حجم مربوط به نانوکامپوزیتهای تولید شده در محلول تتراهیدروفوران خالص..... ۸۰

نمودار (۴-۱۸) . نمودار توزیع اندازه‌ی ذرات بر حسب حجم مربوط به نانوکامپوزیتهای تولید شده در محلول تتراهیدروفوران با غلظت ۰/۸ درصد وزنی پلی استایرن (a) و نانوکامپوزیتهای تولید شده در محلول تتراهیدروفوران خالص (b)..... ۸۱

چکیده :

یکی از مهمترین روش‌های تولید نانوذرات، لیزر کندگی در محیط مایع از یک هدف جامد است. در این پژوهش نانوکامپوزیت‌های اکسید روی با استفاده از لیزر نئودمیوم-یاگ (با طول موج ۵۳۲ نانومتر و باانرژی پالس ۲۰۰ میلی‌ژول)، از هدف روی در محلول تتراهیدروفوران خالص و محلول تتراهیدروفوران با غلظت ۰,۸ درصد وزنی پلیمر پلی استایرن تولید شده است. هر دو نمونه به مدت ۲۰ دقیقه مورد نوردهی قرار گرفتند. هدف از انجام این پژوهش بررسی خواص اپتیکی نانوذرات اکسید روی تولید شده در این شرایط خاص و بررسی تاثیر حضور پلیمر در محیطی که نانو ذرات در آن تولید می‌شوند، می‌باشد. نمونه‌های تولید شده با آنالیزهای طیف سنجی مرئی-فرابنفش، طیف سنجی نشری فوتولومینسانس در درجه حرارت اتاق، طیف سنجی تفرق نور پویا و میکروسکوپ الکترونی عبوری مشخصه یابی شدند. نانوذرات اکسید روی تولید شده در طیف جذبی مرئی-فرابنفش، یک شانه‌ی جذبی در ۳۶۰ نانومتر را نشان می‌دهند. در طیف نشری فوتولومینسانس در محلول تتراهیدروفوران با غلظت ۰,۸ درصد وزنی پلی استایرن دو قله نشری در محل ماوراء بنفش ۳۸۰ نانومتر و بنفش مرئی۴۰۰ نانومتروجود دارد و در طیف نشری فوتولومینسانس مربوط به نانوذرات تولید شده در محلول تتراهیدروفوران خالص نیز یک قله‌ی نشری در محل ماوراء بنفش ۳۹۰ نانومتر وجود دارد. نشر ماوراء بنفش که به عنوان نشر مشخصه نانوذرات اکسید روی در نظر گرفته می شود به گذار الکترون حفره منسوب می شود. منشأ نشر در محدوده مرئی به عوامل مختلفی بستگی دارد که در حال بررسی است. نشر در محل بنفش هم به گذار الکترون از نوار رسانش به نوار ظرفیت نسبت داده می‌شود. نتایج آنالیز تفرق نور پویا حاکی از آن است که نانوذرات تولید شده در محلول پلیمری از نظر اندازه کوچک‌تر از نانوذرات تولید شده در محلول تتراهیدروفوران خالص هستند و نتایج میکروسکوپ الکترونی عبوری نشان می‌دهد که نانوذرات تولید شده عمدتاً کروی شکل هستند و میانگین اندازه‌ی آنها ۲۲ نانومتر می‌باشد.

فصل اول

مقدمه و تاریخچه

۱-۱ تاریخچه‌ی فناوری نانو

اولین جرقه‌ی فناوری نانو (البته در آن زمان هنوز به این نام شناخته نشده بود) در سال ۱۹۵۹ زده شد. در این سال ریچارد پی فاینمن[1] متخصص کوانتوم نظری و برنده ی جایزه‌ی نوبل 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 مستقیم دست‌کاری کنیم. او در آن زمان اظهار داشت، اصول فیزیک تا آنجایی که من توانایی فهمش را دارم، بر خلاف امکان ساختن اتم به اتم چیزها حرفی نمی زند. اگر دانشمندان توانسته‌اند که سازه‌ها را در مقیاس کوچک بسازند، پس خواهند توانست کوچک وکوچک تر بسازند. در واقع آن‌ها به مرزهای حقیقی‌شان در لبه‌های نامعلوم کوانتوم نزدیک خواهند بود، به طوری که یک اتم را در مقابل اتم دیگری به گونه‌ای قرار دهیم که بتوانیم کوچکترین محصول مصنوعی و ساختگی ممکن را ایجاد نماییم [۱].

واژه‌ی فناوری نانو اولین بار توسط نوریوتانیگوچی استاد دانشگاه علوم توکیو در سال ۱۹۷۴ بر زبان‌ها جاری شد. او این واژه را برای توصیف ساخت مواد (وسایل) دقیقی که تلورانس ابعادی آن‌ها در حد نانومتر می‌باشد، به کار برد. در سال ۱۹۸۶ این واژه توسط کی اریک درکسلر[2] در کتابی تحت عنوان : «موتور آفرینش: آغاز دوران فناوری‌نانو» بازآفرینی و تعریف مجدد شد. وی این واژه را به شکل عمیق‌تری در رساله‌ی دکترای خود مورد بررسی قرار داده و بعدها آن را در کتابی تحت عنوان «نانوسیستم‌ها ماشین‌های مولکولی چگونگی ساخت و محاسبات آنها» توسعه داد[۲].

[1] Richard.P. Feynman
[2] K. Eric Drexler

۱-۲ فناوری نانو چیست؟

فناوری نانو واژه‌ای است کلی که به تمام فناوری‌های پیشرفته در عرصه کار با مقیاس نانو اطلاق می‌شود. معمولاً منظور از مقیاس نانو ابعادی در حدود ۱ نانومتر تا ۱۰۰ نانومتر می‌باشد (۱ نانومتر یک میلیاردیم متر است.). در حال حاضر اصطلاح نانوتکنولوژی، طیف گسترده‌ای از علوم نانو را شامل می شود. نانو تکنولوژی یک سیستم چند بعدی است که متکی بر علوم اساسی، فنون تحلیلی و متدولوژی رشته های زیادی به انضمام : شیمی، فیزیک، مهندسی برق، علم مواد و بیولوژی مولکولی است. خواص موجی شکل (مکانیک کوانتومی) الکترون‌های داخل ماده و اثر متقابل اتم‌ها با یکدیگر از جابه‌جایی مواد در مقیاس نانو متر، امکان کنترل خواص ذاتی از جمله دمای ذوب، خواص مغناطیسی، ظرفیت، بار و حتی رنگ مواد بدون تغییر در ترکیب شیمیایی به وجود می‌آید. استفاده از این پتانسیل به محصولات و تکنولوژی‌های جدیدی با کارایی بالا منتهی می‌شود که پیش از این میسر نبود. در این میان نانوذرات به دلیل خواص بی نظیرشان جایگاه ویژه‌ای دارند. بنابراین تولید بی‌عیب و نقص و ساخت بهتر آن‌ها یکی از دغدغه‌های امروز کشورهای توسعه یافته است. در این پایان نامه به تولید نانوذرات به روش لیزر کندگی و بررسی خواص اپتیکی آنها می پردازیم.

۱-۳ تعریف فناوری نانو

یک نانومتر یک هزارم میکرون است و اگر بخواهیم احساس فیزیکی نسبت به آن داشته باشیم می‌توان گفت که یک نانومتر ۱/۸۰۰۰۰قطر موی انسان می‌باشد، اما این تعریف مقیاس نانو، نمی تواند مقایسه درستی باشد چرا که ضخامت موی انسان با توجه خصوصیات فردی هر انسان از چند ده میکرومتر تا چند صدمیکرومتر متغیر می‌باشد.

بنابراین نیاز به یک استاندارد برای بیان مفهوم مقیاس نانو وجود دارد. با ایجاد ارتباط میان اندازه‌ی اتم‌ها و مقیاس نانو می‌توان یک نانومتر را راحت‌تر تصور کرد. یک نانومتر برابر قطر ۱۰ اتم هیدروژن و یا ۵ اتم سیلیسیم می‌باشد. درک این موضوع برای افراد معمولی نیز راحت‌تر می‌باشد. علی‌رغم این‌که درک اندازه یک اتم برای افراد غیرعلمی ساده نمی‌باشد، با این حال اندازه دقیق اتم برای فهماندن این مقیاس زیاد اهمیت ندارد. چیزی که با این تشابه مشخص می‌شود، این است که نانوفناوری عبارت است از:

دستکاری کوچکترین اجزاء ماده یا اتم‌ها. در حالی که تعاریف زیادی برای فناوری نانو وجود دارد، انجمن پیش قدمی ملی نانوتکنولوژی[3] تعریفی را برای فناوری نانو ارائه می دهد که در برگیرنده‌ی هر سه تعریف ذیل باشد.

۱- توسعه فناوری و تحقیقات در سطوح اتمی، مولکولی و یا ماکرومولکولی در مقیاس اندازه ای ۱ تا ۱۰۰ نانومتر.
۲ – خلق و استفاده از ساختارها و 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].

۱-۴ اهمیت نانو تکنولوژی

شاید در اذهان این سوال ایجاد گردد که چرا مقیاس نانو متری این قدر اهمیت دارد که یک تکنولوژی بر پایه آن بناگذاری شده است؟

اولین اثر کاهش اندازه ذرات افزایش سطح است، افزایش نسبت سطح به حجم نانو ذرات موجب می‌شود که اتم‌های واقع در سطح اثر بسیار بیشتری نسبت به اتم‌های درون حجم ذرات بر خواص فیزیکی ذرات داشته باشند. این ویژگی واکنش‌پذیری نانو ذرات را به شدت افزایش می‌دهد به‌گونه‌ای که ذرات به‌شدت تمایل به آگلومره[4] یا کلوخه‌ای شدن داشته باشند. به عنوان مثال در مورد نانو ذرات فلزی به محض قرارگیری در هوا به سرعت اکسید می‌شوند. البته این خاصیت مزایایی هم دربر دارد. به عنوان مثال با استفاده از این خاصیت می‌توان کارایی کاتالیزورهای شیمیایی را به نحو موثری بهبود بخشید و یا در تولید کامپوزیت‌ها با استفاده از این ذرات پیوندهای شیمیایی مستحکم‌تری بین ماده زمینه و ذرات برقرار کرد .

علاوه بر این افزایش سطح ذرات، فشار سطحی را تغییر داده و منجر به تغییر فاصله بین ذرات یا فاصله بین اتم‌های ذرات می‌شود. فاصله بین اتم‌های ذرات با کاهش اندازه آن‌ها کاهش می‌یابد. البته این امر بیشتر برای نانو ذرات فلزی صادق است. در مورد نیمه هادی‌ها و اکسیدهای فلزی مشاهده شده است که با کاهش قطر نانو ذرات فاصله بین اتم‌های آنها افزایش می‌یابد. اگر اندازه دانه باز هم بیشتر کاهش یابد تغییرات شدید دیگری نیز رخ می‌دهد. از جمله این تغییرات آن است که اتم‌ها می‌توانند خودشان را در هندسه‌هایی که در جامدات توده‌ای غیرممکن است، آرایش دهند[۲].

[3] National Nanotechnology Initiative (NNI)
[4] Agglomeration

۱-۵ تعریف نانو مواد[5]

نانو مواد، قابلیت کنترل ساختار تشکیل دهنده‌ی مواد پیشرفته (از فولادهای ساخته شده در اوایل قرن نوزده تا انواع بسیار پیشرفته ی امروزی) در ابعاد کوچک و کوچک تر در اندازه‌های میکرو و نانو بوده است. هر قدر بتوانیم این مواد را در ابعاد ریز تر و کنترل شده‌ای تولید کنیم خواهیم توانست مواد را با قابلیت و عملکردهای بسیار عالی بدست آوریم. تا کنون تعاریف متعددی از مواد نانو ارائه شده است، اما در یک تعریف جامع می توان گفت موادی در این گروه قرار می‌گیرند که یکی از ابعاد اضلاع آنها از ۱۰۰ نانو متر کوچکتر باشد.

نانو مواد به دو دسته کلی تقسیم می‌شوند : نانو ذرات و مواد نانو ساختار (یا مواد نانوکریستال) و مواد نانو ساختار به نانوسیم‌ها و نانو لوله‌ها، نانو لایه‌ها طبقه‌بندی می‌شوند.

دو ویژگی مهم، نانو مواد را از دیگر گروه‌ها متمایز می‌سازد که عبارتند از افزایش سطح مواد و تأثیرات کوانتومی. این عوامل می توانند باعث ایجاد تغییرات و یا به وجود آمدن خواص ویژه‌ای مانند تأثیر در ایجاد واکنش‌ها، مقاومت مکانیکی و مشخصه‌های ویژه‌ی الکتریکی در مواد نانو شوند. همان گونه که اندازه‌ی این مواد کاهش می-یابد ، تعداد بیشتری از اتم‌ها در سطح قرار خواهند گرفت. در نتیجه مواد نانو با ذرات کوچکتر در مقایسه با مواد نانو با ذرات بزرگتر دارای سطح بیشتری در واحد جرم هستند. با توجه به ازدیاد سطح در این مواد، تماس ماده با سایر عناصر بیشتر شده و موجب افزایش واکنش با سایر آنها می شود. این عمل منجر به تغییرات عمده در شرایط مکانیکی و الکترونیکی این مواد خواهد شد [۴،۵].

۱-۶ کامپوزیت‌ها و نانو کامپوزیت‌ها

مواد کامپوزیت موادی هستند که از دو جزء تشکیل شده‌اند به گونه‌ای که این مواد مجزا و در مقیاس ماکروسکوپی از یکدیگر قابل تشخیص هستند. مهمترین کامپوزیت‌ها آن دسته از کامپوزیت‌هایی هستند که از لحاظ وزنی سبک‌ترند که از این دسته می‌توان به کامپوزیت‌های فلزی و پلیمری اشاره کرد. کامپوزیت از ترکیب دو یا چند ماده‌ی متمایز که از نظر شیمیایی یا فیزیکی کاملاً متفاوتند و به صورت منظم و یا پراکنده کنار هم قرار گرفته‌اند حاصل می‌شود. لازم به ذکر است که در این‌جا منظور از ترکیب و آمیختگی، صرفاً معنی فیزیکی آن است نه شیمیایی، به طوری که اجزاء تشکیل دهنده، کاملاً ماهیت شیمیایی و طبیعی خود را حفظ می‌کنند. به طور کلی کامپوزیت‌ها در دو فاز تشکیل می‌شوند، در فاز اول ساختار بلوری در ابعاد مختلف(میکرو یا نانو) شکل می-

[5] Nano Material