دانشکده‌ی علوم

گروه آموزشی فیزیک

پایان‌نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد

در رشته‌ی فیزیک گرایش هسته‌ای

عنوان:

اثر تابش گاما و نوترون بر روی برخی خواص فیزیکی نانوکامپوزیت‌هایی با پایه نقره - پلیمر

اساتید راهنما:

دکتر داریوش رضایی اوچبلاغ

دکتر یاشار عزیزیان کلاندرق

استاد مشاور:

دکتر غلامحسن ایمانزاده کرکرق

پژوهشگر:

بهارک بهمنش

زمستان 1392

تعهدنامه‌ی اصالت اثر و رعایت حقوق دانشگاه

تمامی حقوق مالی و معنوی مترتب بر نتایج، ابتکارات، اختراعات و نوآوری‌های ناشی از انجام این پژوهش، متعلق به **دانشگاه محقق اردبیلی** می‌باشد. نقل مطلب از این اثر، با رعایت مقرّرات مربوطه و با ذکر نام دانشگاه محقق اردبیلی، نام استاد راهنما و دانشجو بلامانع است.

اینجانب بهارک بهمنش دانش‌آموخته‌ی مقطع کارشناسی ارشد رشته‌ی فیزیک گرایش هسته‌ای دانشکده‌ی علوم دانشگاه محقق اردبیلی به شماره‌ی دانشجویی ۹۰۲۲۳۳۳۱۰۷ که در تاریخ ۱۳۹۲/۱۰/۲۳ از پایان‌نامه‌ی تحصیلی خود تحت عنوان اثر تابش گاما و نوترون بر روی برخی خواص فیزیکی نانوکامپوزیت هایی با پایه نقره-پلیمر دفاع نمودم، متعهد می‌شوم که:

۱) این پایان‌نامه را قبلاً برای دریافت هیچ‌گونه مدرک تحصیلی یا به عنوان هرگونه فعالیت پژوهشی در سایر دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی و پژوهشی داخل و خارج از کشور ارائه ننموده‌ام.

۲) مسئولیت صحت و سقم تمامی مندرجات پایان‌نامه‌ی تحصیلی خود را بر عهده می‌گیرم.

۳) این پایان‌نامه، حاصل پژوهش انجام شده توسط اینجانب می‌باشد.

۴) در مواردی که از دستاوردهای علمی و پژوهشی دیگران استفاده نموده‌ام، مطابق ضوابط و مقرّرات مربوطه و با رعایت اصل امانتداری علمی، نام منبع مورد استفاده و سایر مشخصات آن را در متن و فهرست منابع و مآخذ ذکر نموده‌ام.

۵) چنانچه بعد از فراغت از تحصیل، قصد استفاده یا هر گونه بهره‌برداری اعم از نشر کتاب، ثبت اختراع و ... از این پایان‌نامه را داشته باشم، از حوزه‌ی معاونت پژوهشی و فنّاوری دانشگاه محقق اردبیلی، مجوزهای لازم را اخذ نمایم.

۶) در صورت ارائه‌ی مقاله‌ی مستخرج از این پایان‌نامه در همایش‌ها، کنفرانس‌ها، سمینارها، گردهمایی‌ها و انواع معلاات، نام دانشگاه محقق اردبیلی را در کنار نام نویسندگان (دانشجو و اساتید راهنما و مشاور) ذکر نمایم.

۷) چنانچه در هر مقطع زمانی، خلاف موارد فوق ثابت شود، عواقب ناشی از آن (منجمله ابطال مدرک تحصیلی، طرح شکایت توسط دانشگاه و ...) را می‌پذیرم و دانشگاه محقق اردبیلی را مجاز می‌دانم با اینجانب مطابق ضوابط و مقرّرات مربوطه رفتار نماید.

نام ونام خانوادگی دانشجو: بهارک بهمنش

امضا

تاریخ ۹۲/۱۱/۲۶

دانشکده‌ی علوم
گروه آموزشی فیزیک

پایان‌نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد
در رشته‌ی فیزیک گرایش هسته‌ای

عنوان:

اثر تابش گاما و نوترون بر روی برخی خواص فیزیکی نانوکامپوزیت‌هایی با پایه نقره– پلیمر

پژوهشگر:
بهارک بهمنش

ارزیابی و تصویب شده‌ی کمیته‌ی داوران پایان‌نامه با درجه‌ی عالی

نام و نام خانوادگی	مرتبه‌ی علمی	سمت	امضاء
دکتر داریوش رضایی اوجبلاغ	دانشیار	استاد راهنما و رییس کمیته‌ی داوران	
دکتر یاشار عزیزیان کلاندرق	استادیار	استاد راهنما	
دکتر غلامحسن ایمانزاده کرکرق	دانشیار	استاد مشاور	
دکتر داود سیف زاده	استادیار	داور	

دی ماه ۱۳۹۲

تقدیم به:

به دو تندیس عشق و محبت در زندگیم

پدر و مادر مهربانم

سپاسگزاری:

سپاس مخصوص خداوند مهربان که به انسان توانایی و دانایی بخشید تا به بندگانش شفقت ورزد، مهربانی کند و در حل مشکلاتشان یاریشان نماید. از راحت خویش بگذرد و آسایش هم نوعان را مقدم دارد، با او معامله کند و در این خلوص انباز نگیرد و خوش باشد که پروردگار سمیع و بصیر است.

به حکم ادب و وظیفه لازم می‌دانم از همه‌ی سرورانی که در طول انجام این تحقیق مرا یاری نموده‌اند، تشکر و قدردانی نمایم.

از اساتید راهنمای ارجمندم، آقایان جناب دکتر داریوش رضایی و جناب دکتر یاشار عزیزیان که در کمال تواضع و اخلاق با صبر و شکیبایی در طی دوره‌ی تحصیل و نیز اجرا و تدوین پایان نامه راهنمایی‌های ارزنده‌ای ارائه فرمودند، صمیمانه سپاسگزاری و تشکر می‌نمایم.

از جناب آقای دکتر غلامحسن ایمانزاده، استاد مشاور بزرگوارم به خاطر مساعدت‌ها، دقت و راهنمایی‌های ارزشمندشان در مسیر پیشبرد این تحقیق کمال تشکر را دارم. ایشان با زحمات بی دریغ و در اختیار گذاشتن وقت گرانبهایشان در به ثمر رسیدن این پژوهش نقش مهمی ایفا کردند.

و اما، تشکر و قدردانی ویژه از پدر و مادرم که همیشه مشوق و قوت قلب من بوده‌اند، امیدوارم بتوانم پاسخگوی این همه محبت باشم.

بهارک بهمنش

زمستان 1392

نام خانوادگی دانشجو: بهمنش	نام: بهارک
عنوان پایان‌نامه: اثر تابش گاما و نوترون بر روی برخی خواص فیزیکی نانوکامپوزیت‌هایی با پایه نقره-پلیمر	
اساتید راهنما: دکتر داریوش رضایی اوچبلاغ، دکتر یاشار عزیزیان کلاندرق استاد مشاور: دکتر غلامحسن ایمانزاده کرکرق	
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: فیزیک
گرایش: هسته‌ای	دانشگاه: محقق اردبیلی
دانشکده: علوم — تاریخ دفاع: 1392/10/23	تعداد صفحات: 90

چکیده:

در این پایان‌نامه، نانوکامپوزیت‌های اکسید نقره- پلیمر به کمک امواج فراصوت تهیه شده‌اند و اثر تابش‌های گاما و نوترون بر روی برخی خواص اپتیکی و ساختاری آن‌ها مورد بررسی قرار گرفته‌اند. از طیف نگاری مرئی – فرابنفش (UV-Vis) مشاهده شده است که طیف جذب پلاسمون‌های سطحی در 450nm رخ داده است که به خاطر وجود نانوذرات نقره در داخل ماتریس پلیمری پلی وینیل الکل (PVA) است. الگوی پراش پرتو ایکس (XRD) و آنالیزهای وزنی حرارت سنجی (TGA) نیز شکل گیری نانوذرات اکسید نقره و ماتریس پلیمری (PVA) را نیز تایید می‌کند. به کمک پرتودهی گاما و نوترون در دزهای مختلف، خواص اپتیکی نیز مورد بررسی قرار گرفته‌اند که تفاوت قابل توجهی در خواص اپتیکی پلیمر PVA مشاهده شده است اما در خود اکسید نقره و نانوکامپوزیت اکسید نقره/پلیمر تفاوت محسوسی مشاهده نشده است. همچنین طیف نگاری تبدیل فوریه‌ی مادون قرمز (FT IR) و TGA نیز تاثیر پرتو گاما و نوترون را تایید می‌کنند. تغییرات مشاهده شده در خواص اپتیکی Ag_2O و کامپوزیت Ag_2O/PVA قبل و بعد از تابش گاما و نوترون در مقایسه با Ag_2O و PVA خالص، این امکان را ایجاد می‌کند که این ساختارها برای کاربردهای قطعات اپتیکی استفاده شوند. تغییرات خواص اپتیکی و ساختاری ایجاد شده در نمونه‌ها توسط تابش گاما و نوترون با استفاده از طیف سنجی‌های UV-Vis، FT IR، DRS و همچنین آنالیزهای میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)، XRD و TGA تمام نتایج بدست آمده همدیگر را تایید می‌کند.

کلید واژه‌ها: نانوکامپوزیت‌ها، اکسید نقره، پلی وینیل الکل، تابش نوترون و گاما، خواص اپتیکی، خواص ساختاری

فهرست مطالب

شماره و عنوان مطالب | صفحه

فصل اول : فناوری نانو و روش آنالیز نانومواد

1-1- مقدمه 2
1-2- پیشینه‌ی فناوری نانو 2
1-3- کاربرد فناوری نانو 3
1-4- شاخه‌های فناوری نانو 4
1-5- ماهیت و ساختار فناوری نانو 5
1-6- نانوذرات و نانوساختارهای کوانتومی 6
1-7- خواص نانوذرات 6
1-8- کامپوزیت‌ها و نانوکامپوزیت‌ها 7
1-9- طبقه‌بندی نانوکامپوزیت‌ها 9
1-9-1- نانوکامپوزیت‌های پایه فلزی 9
1-9-2- نانوکامپوزیت‌های پایه سرامیکی 9
1-9-3- نانوکامپوزیت‌های پایه پلیمری 10
1-10- پلیمر پلی وینیل الکل (PVA) 10
1-11- نانوذرات نقره 12
1-12- روش‌های فیزیکی سنتز نانوذرات 13
1-13- روش‌های شیمیایی سنتز نانوذرات 15
1-14- امواج صوتی 15
1-15- روش‌های تولید امواج فراصوت 16
1-16- دستکاری مواد به کمک امواج فراصوت 16
1-16-1- اثر فراصوت بر روی مواد معدنی 16
1-16-2- اثر فراصوت بر روی پلیمرها 17
1-17- روش‌های آنالیز نانومواد 18
1-17-1- میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) 18
1-17-2- پراش پرتو ایکس (XRD) 19
1-17-3- طیف سنجی تبدیل فوریه مادون قرمز (FT IR) 21

1-17-4- طیف سنجی مرئی - فرابنفش (UV-Vis) 22
1-17-5- اسپکتروسکوپی بازتابش انتشاری (DRS) 22
1-17-6- آنالیز وزنی حرارت سنجی (TGA) 23

فصل دوم : ویژگی‌های پرتوگاما و نوترون و تأثیر آن‌ها برروی مواد

2-1- مقدمه 25
2-2- تاریخچه‌ی کشف نوترون 25
2-3- منابع تولید نوترون 26
2-3-1- چشمه‌ی α - Be 26
2-3-2- چشمه‌ی فوتونوترون 26
2-3-3- شکافت خود به خود 27
2-3-4- واکنش‌های هسته‌ای 27
2-3-5- چشمه‌ی راکتور 27
2-4- اندازه‌گیری انرژی نوترون 27
2-5- اثر متقابل نوترون با ماده 29
2-6- تشکیل هسته‌ی مرکب 29
2-6-1- پراکندگی کشسان 30
2-6-2- پراکندگی غیرکشسان 30
2-6-3- جذب تابش‌زا 31
2-6-4- واکنش‌های مولد ذرات باردار 31
2-6-5- واکنش‌های نوترون‌زا 31
2-6-6- شکافت 32
2-7- سطح مقطع نوترون 32
2-7-1- سطح مقطع جذب تابش‌زا 34
2-8- کاهش شدت و انرژی باریکه‌ی نوترونی در برخوردهای پراکندگی 36
2-9- دز جذب شده از نوترون‌ها 38
2-10- پرتو گاما 39
2-11- برهمکنش پرتو گاما با ماده 40
2-11-1- اثر فوتوالکتریک 40
2-11-2- پراکندگی کامپتون 41

2-11-3- تولید زوج 42
2-12- تضعیف تابش گاما 43
2-13- دز جذب شده‌ی گاما 44
2-14- تاثیر تابش بر روی مواد 45
2-15- تأثیر تابش بر روی پلیمرها 46
2-16- تغییر خواص مواد در اثر تابش 47
2-16-1- خواص مکانیکی 47
2-16-2- خواص الکتریکی 48
2-17- پیشینه‌ی تحقیق 50

فصل سوم : بخش تجربی

3-1- مقدمه 54
3-2- مواد و دستگاه‌های مورد استفاده 54
3-3- روش تهیه‌ی فیلم پلیمری پلی وینیل الکل (PVA) 55
3-4- روش تهیه‌ی پودر اکسید نقره (Ag_2O) 55
3-5- روش تهیه‌ی نانوکامپوزیت اکسید نقره / پلیمر (Ag_2O/PVA) 56
3-6- پرتودهی نمونه‌ها توسط چشمه‌های گامای کبالت (^{60}Co) و سزیم (^{137}Cs) 57
3-7- پرتودهی نمونه‌ها توسط چشمه‌ی نوترونی آمرسیوم ـ بریلیوم (Am-Be) 58

فصل چهارم : بحث و نتیجه‌گیری

4-1- مقدمه 62
4-2- بررسی خواص ساختاری نمونه‌ی پودری Ag_2O و فیلم‌های پلیمری PVA و نانوکامپوزیت Ag_2O/PVA 62
4-2-1- مطالعه به کمک روش آنالیز وزنی حرارت سنجی 62
4-2-2- بررسی الگوی پراش پرتو ایکس نمونه‌ها 64
4-2-3- بررسی ریخت شناسی سطح نمونه‌های PVA, Ag_2O, Ag_2O/PVA بدون تابش، تابش دیده تحت نوترون و گاما با دزهای متفاوت 66
4-3- بررسی خواص اپتیکی فیلم‌های پلیمری PVA ، فیلم‌های کامپوزیتی Ag_2O/PVA و پودر Ag_2O با استفاده از طیف سنجی UV-Vis، DRS و FT IR 69
4-3-1- بررسی طیف جذبی UV-Vis مربوط به نمونه‌های PVA, Ag_2O/PVA 69

4-3-2- بررسی و مقایسه‌ی طیف جذبی UV-Vis مربوط به نمونه‌های Ag_2O/PVA, Ag_2O, PVA بدون تابش، تابش دیده تحت نوترون و گاما با دزهای متفاوت 70
4-3-3- بررسی و مقایسه‌ی طیف بازتابی انتشاری DRS مربوط به نمونه‌های Ag_2O/PVA, Ag_2O, PVA بدون تابش، تابش دیده تحت نوترون و گاما با دزهای متفاوت..... 73
4-3-4- مقایسه‌ی طیف عبوری FT IR مربوط به نمونه‌های پلیمری PVA و پودر Ag_2O با طیف‌های استاندارد .75
4-3-5- بررسی خواص اپتیکی فیلم‌های پلیمری PVA، پودر Ag_2O، فیلم‌های کامپوزیتی Ag_2O/PVA (بدون تابش، تحت تابش نوترون و گاما با دزهای مختلف) با استفاده از طیف سنجی FT IR 77
بحث و نتیجه‌گیری کلی 80
پیشنهادات برای ادامه‌ی کار 81

منابع و مآخذ

منابع..... 83

فهرست جدول‌ها

شماره و عنوان جدول | صفحه

جدول 2-1- پایاهای برخورد و تعداد برخوردهای لازم برای حرارتی شدن چند ماده‌ی انتخابی 37
جدول 2-2- طول پخش تند و طول پخش گرمایی در چند ماده‌ی انتخابی 38
جدول 2-3- مقایسه‌ی تابش‌های یونندە 45
جدول 3-1- چگالی و ضریب تضعیف خطی عناصر تشکیل دهنده‌ی نمونه‌ها..... 57
جدول 3-2- شار چشمه‌ی نوترونی Am-Be و شار جذب شده در نمونه‌ها..... 58
جدول 3-3- عناصر تشکیل دهنده‌ی نمونه‌ها 59
جدول 3-4- دز جذب شده‌ی نوترون در نمونه‌ها..... 60
جدول 4-1- اندازه‌ی ذرات مربوط به هر پیک مشخص شده‌ی Ag_2O در طیف XRD 65
جدول 4-2- اندازه‌ی ذرات دو پیک مشخص نانوکامپوزیت Ag_2O/PVA در طیف XRD 65

فهرست شکل‌ها

شماره و عنوان شکل | صفحه

شکل 1-1- نانو ساختار کوانتومی 6
شکل 1-2- انواع مختلف تقویت کننده‌ها در فاز زمینه 8
شکل 1-3- ساختار مولکولی پلی وینیل الکل 11
شکل 1-4- محدوده‌ی فرکانس امواج صوتی 15
شکل 1-5- دستگاه SEM 19
شکل 1-6- پراش پرتو ایکس توسط آرایه‌ی منظم از اتم‌ها 20
شکل 1-7- پهنای پیک در نصف ارتفاع 20
شکل 1-8- دستگاه طیف سنجی تبدیل فوریه‌ی مادون قرمز استفاده شده در تحقیق حاضر 21
شکل 1-9- کاهش شدت نور اولیه در عبور از ضخامت I 22
شکل 2-1- نمودار طرح‌وار یک گزینشگر سرعت نوترون 28
شکل 2-2- برهمکنش الاستیک نوترون با هسته 30
شکل 2-3- برهمکنش غیرالاستیک نوترون با هسته 30
شکل 2-4- واکنش جذب تابش زا در برهمکنش نوترون با هسته‌ی هدف 31
شکل 2-5- شکافت هسته توسط نوترون 32
شکل 2-6- انواع برهمکنش نوترون با انرژی‌های مختلف با مواد 33
شکل 2-7- سطح مقطع برخورد نوترون با نقره 34
شکل 2-8- سطح مقطع برخورد نوترون با هیدروژن 35
شکل 2-9- سطح مقطع برخورد نوترون با کربن 35
شکل 2-10- سطح مقطع برخورد نوترون با اکسیژن 35
شکل 2-11- پراکندگی الاستیک نوترون توسط هسته 36
شکل 2-12- نمودار واپاشی ^{137}Cs 39
شکل 2-13- نمودار واپاشی ^{60}Co 40
شکل 2-14- جذب فوتوالکتریک 40
شکل 2-15- پراکندگی کامپتون 41
شکل 2-16- تولید زوج 42
شکل 2-17- تضعیف پرتو گاما توسط ضخامت L 43

شکل 2-18- اشغال مکان توسط الکترون در یک عایق 49
شکل 2-19- فوتورسانش توسط فوتون در بالا بردن سطح انرژی الکترون والانس به باند رسانش و ایجاد یک حفره در باند والانس 49
شکل 4-1- نمودار TGA مربوط به گذار فاز از AgOH به Ag_2O 62
شکل 4-2- نمودار TGA مربوط به گذار فاز از Ag_2O به Ag 63
شکل 4-3- نمودار TGA مربوط به PVA بدون تابش، تحت تابش نوترون و گاما با دزهای مختلف 63
شکل 4-4- الگوی پراش پرتوی ایکس (XRD) نمونه‌ی پودری Ag_2O و فیلم‌های پلیمری PVA و نانوکامپوزیت Ag_2O/PVA 64
شکل 4-5- تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی A) PVA بدون تابش، B) PVA تابش دهی شده توسط نوترون، C) PVA تحت تابش گاما با دز پایین، D) PVA تحت تابش گاما با دز 100kGy 66
شکل 4-6- تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی A) Ag_2O بدون تابش، B) Ag_2O تابش دهی شده توسط نوترون، C) Ag_2O تحت تابش گاما با دز پایین، D) Ag_2O تحت تابش گاما با دز 100kGy 67
شکل 4-7- تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی A) Ag_2O/PVA بدون تابش، B) Ag_2O/PVA تابش دهی شده توسط نوترون، C) Ag_2O/PVA تحت تابش گاما با دز پایین، D) Ag_2O/PVA تحت تابش گاما با دز 100 kGy 68
شکل 4-8- طیف‌های جذبی UV-Vis مربوط به نمونه‌های PVA ، Ag_2O/PVA 69
شکل 4-9- طیف UV-Vis نمونه‌ی تهیه شده پلیمر از نوع PVA، تابش ندیده، تابش دیده تحت گاما با دزهای مختلف و تابش دیده تحت نوترون 71
شکل 4-10- طیف UV-Vis چهار نمونه‌ی تهیه شده پودر Ag_2O، تابش ندیده، تابش دیده تحت گاما با دزهای مختلف و تابش دیده تحت نوترون 72
شکل 4-11- طیف UV-Vis سه نمونه‌ی تهیه شده Ag_2O/PVA تابش ندیده، تابش دیده تحت گاما و تابش دیده تحت نوترون 72
شکل 4-12- طیف DRS پلیمر PVA بدون تابش، تابش دیده تحت نوترون و گاما با دزهای متفاوت 73
شکل 4-13- طیف DRS پودر اکسید نقره Ag_2O بدون تابش، تابش دیده تحت گاما با دز 100kGy 74
شکل 4-14- طیف DRS نانوکامپوزیت Ag_2O/PVA بدون تابش، تابش دیده تحت نوترون و گاما با دزهای متفاوت 74
شکل 4-15- طیف FT IR پلیمر پلی وینیل الکل PVA گرفته شده از پایگاه SDBS 75
شکل 4-16- طیف عبوری FT IR مربوط به فیلم پلیمری PVA 76
شکل 4-17- طیف FT IR گرفته شده از پایگاه SDBS مربوط به Ag_2O 76
شکل 4-18- طیف FT IR مربوط به Ag_2O 77
شکل 4-19- طیف FT IR چهار نمونه‌ی تهیه شده پلیمر از نوع PVA، تابش ندیده، تابش دیده تحت گاما با دزهای متفاوت و تابش دیده تحت نوترون 77

شکل 4-20- طیف FT IR چهار نمونه‌ی تهیه شده پودر Ag_2O، تابش ندیده، تابش دیده تحت گاما با دزهای متفاوت و تابش دیده تحت نوترون 78
شکل 4-21- طیف FT IR چهار نمونه‌ی تهیه شده Ag_2O/PVA تابش ندیده، تابش دیده تحت گاما با دزهای متفاوت و تابش دیده تحت نوترون 79

فصل اول:

فناوری نانو و روش آنالیز نانومواد

1-1- مقدمه

فناوری نانو[1] شامل دستکاری دقیق و کنترل اتم‌ها و مولکول‌ها برای ایجاد ساختار جدید با ویژگی‌های منحصر به فرد است. فناوری نانو واژه‌ای کلی است که به تمام فناوری‌های پیشرفته در عرصه‌ی کار با مقیاس نانو اطلاق می‌شود. معمولاً منظور از مقیاس نانو، ابعادی در حدود 1 تا 100 نانومتر می‌باشد. پیشوند نانو در اصل یک کلمه‌ی یونانی به معنای قد کوتاه بوده و منظور از یک نانومتر ده به توان منفی نه یا یک میلیاردیوم متر است. این عدد یک هشتادهزارم قطر موی انسان و یا 10 برابر قطر یک اتم هیدروژن است (بک کارو و همکاران، 2005 ؛ بوزا و همکاران، 2007). تفاوت بین علم نانو و نانوتکنولوژی در این است که نانو علم صرفاً تحقیقی است ولی نانوتکنولوژی کاربرد تحقیقات برای حل مسائل و ساخت مواد جدید است (سالاتا، 2004).

همه‌ی مواد از جمله فلزات، نیمه‌هادی‌ها، شیشه‌ها، سرامیک‌ها، پلیمرها در ابعاد نانو می‌توانند وجود داشته باشند. همچنین محدوده فناوری نانو می‌تواند به صورت ذرات بی‌شکل (آمورف)، کریستال، آلی، غیرآلی و یا به صورت پودر، کلوئیدی یا امولسیون باشد (میرزانژاد، 1390).

1-2- پیشینه‌ی فناوری نانو

در سال 1959 در ضیافت شامی که توسط انجمن فیزیک آمریکا برگزار شده بود، ریچارد فایمن در نطق مشهورش تحت عنوان «آن پایین فضای بسیاری وجود دارد» ایده فناوری نانو را برای عموم آشکار ساخت. با وجود موقعیت‌هایی که توسط بسیاری تا آن زمان کسب شده بود، ریچارد.پی.فایمن[2] را به عنوان پایه گذار این علم می‌شناسند (درکسلر، 1992؛ فایمن، 1974). در سال 1974، اولین بار واژه‌ی فناوری نانو توسط نوریو تاینگوچی، استاد دانشگاه علوم توکیو بر

1 . Nano technology
2 . Richard. P. Feynman

زبان‌ها جاری شد. وی اولین بار این واژه را برای توصیف و ساخت مواد و وسایلی که تلورانس ابعادی آن‌ها در حد نانومتر باشد، به کار برد (تاینگوچی، 1974).

1-3- کاربرد فناوری نانو

زمانی که اولین بار از فناوری نانو استفاده شده، دقیقاً مشخص نیست. اما آن چه مسلم است در قرن چهارم میلادی، شیشه‌گری رومی، لیوانی شیشه‌ای ساخته که در آن نانوذرات فلزی بکار رفته است. این محصول که به دوره لیکورگوس[1] تعلق دارد، در موزه بریتانیا در لندن نگهداری می‌شود. این لیوان که مرگ شاه لیکورگوس را نمایش می‌دهد، از جنس سودا Na(OH) ساخته شده که دارای نانوذرات طلا و نقره است. رنگ این لیوان وقتی در معرض نور قرار گیرد از سبز تا قرمز تند تغییر می‌کند که این تغییر رنگ به دلیل وجود همین نانوذرات فلزی در شیشه است (پوله و آونس، 2003). اما امروزه کاربرد فناوری نانو بسیار فراتر از این‌هاست. فناوری نانو در طراحی و ساخت مواد سبک وزن، پرقدرت و مقاوم در برابر حرارت مورد نیاز هواپیماها، راکت‌ها، ایستگاه‌های فضایی و سکوهای اکتشافی سیاره‌ای یا خورشیدی نقش تعیین کننده‌ای دارد و با توجه به این که محیط فضا دارای نیروی جاذبه‌ی کم و خلاء زیاد است، با نانو می‌توان ایجاد ساختارهایی که در زمین ممکن نیست را در فضا میسر کرد. در زمینه الکترونیک، ساخت رایانه‌های کوانتومی که تقریباً سرعتی 1000 برابر رایانه‌های امروزی دارند. در پزشکی ساخت کپسول‌هایی که می‌توانند بافت‌های مریض بدن را شناسایی کنند و دقیقاً داروها را در آن محل قرار دهند (کرایود و لئونی، 2001). همچنین ربات‌های هوشمندی که همراه مخزن دارو، وارد جریان خون می‌شوند و با توجه به میزان نیاز بدن، دارو آزاد می‌کنند که با این وجود دیگر نیازی به مصرف چندباره قرص‌ها نیست. استفاده از تفنگ‌های مولکولی برای هدف قرار دادن تومورهای سرطانی که دقیقاً بافت مریض را هدف قرار داده و اثرات جانبی را به صفر می‌رساند (ساپنا و موسهو، 2003). موارد یاد شده فقط بخشی از کاربردهای فناوری نانو به شمار می‌آیند و باید یادآور شد که امروزه این فناوری بیشترین رشد را در میان علوم و مهندسی به خود اختصاص داده است و فعالیت‌های جهانی در عرصه‌ی فناوری نانو به سرعت در حال رشد است (سرپون و پلیزتی، 1989).

1 . Lycurgus

1-4- شاخه‌های فناوری نانو

هنگامی که درباره نانو فناوری شروع به جستجو و مطالعه کنید، به موضوعات و مواد مختلفی بر می‌خورید مانند «نانو لوله‌ها، شبیه‌سازی مولکولی، نانو داروها، سلول‌های سوختی، کاتالیزورها، نانوذرات و...» بنابراین ممکن است نانو فناوری رشته‌ای کاملاً گسترده به نظر آید که موضوعات آن ربط چندانی به هم ندارند.

به طور کلی مطالعات نانوفناوری را می‌توان به سه دسته تقسیم کرد. اگر چه روش‌های تحقیقاتی در آن‌ها با یکدیگر متفاوت است، اما این سه شاخه کاملاً به یکدیگر مرتبط هستند و پیشرفت در یکی از شاخه‌ها می‌تواند در شاخه‌های دیگر نیز کاملاً موثر باشد. این سه شاخه عبارتنداز:

- **نانوتکنولوژی مرطوب**

این شاخه به مطالعه‌ی سیستم‌های زنده‌ای می‌پردازد که اساساً در محیط‌های آبی وجود دارند. در این شاخه ساختمان مواد ژنتیکی، غشاها و سایر ترکیبات سلولی در مقیاس نانومتر مورد مطالعه قرار می‌گیرد. پژوهشگران موفق شده‌اند ساختارهای زیستی فراوانی تولید کنند که نحوه‌ی عملکرد آن‌ها در مقیاس نانو کنترل می‌شود. این شاخه در برگیرنده‌ی علوم پزشکی، دارویی و به طور کلی علوم و روش‌های مرتبط با زیست فناوری است.

- **نانوتکنولوژی خشک**

این شاخه از علوم پایه یعنی شیمی و فیزیک مشتق می‌شود و به مطالعه‌ی تشکیل ساختارهای کربنی، سیلیکون و مواد غیرآلی و فلزی می‌پردازد. نکته‌ی قابل توجه این است که الکترون‌های آزاد در در فناوری خشک خصوصیات فیزیکی ماده را پدید می‌آورند. در نانو تکنولوژی خشک کاربرد مواد نانویی در الکترونیک، مغناطیس و ابزارهای نوری مورد مطالعه قرار می‌گیرد. برای مثال طراحی و ساخت میکروسکوپ‌هایی که بتوان با استفاده از آن‌ها مواد را در ابعاد نانومتر دید.

- **نانوتکنولوژی محاسبه‌ای**

در بسیاری از مواقع ابزار آزمایشگاهی موجود برای انجام برخی از آزمایش‌ها در مقیاس نانومتر مناسب نیستند و یا آن که انجام این آزمایش‌ها بسیار گران تمام می‌شود. در این حالت از رایانه‌ها برای شبیه سازی فرآیندها و واکنش‌های اتم‌ها و مولکول‌ها استفاده می‌شود.

1-5- ماهیت و ساختار فناوری نانو

همانگونه که در قسمت (1-1) ذکر شد، ساختار عملی فناوری نانو از دستکاری اتم‌ها یا مولکول‌های مواد شکل گرفته است. از طرفی، تولید محصولات نیز به اتم‌ها وابسته است و خصوصیات آن‌ها به چگونگی نظم بین اتم‌هایشان بستگی دارد. مثلاً اگر بتوان اتم‌های درون یک معدن زغال سنگ را بازآرایی کرد، می‌توان الماس به دست آورد.

در توصیف فعالیت‌های فناوری نانو دو دیدگاه عمده وجود دارد:

1- پایین به بالا[1]

2- بالا به پایین[2]

در روش اول، ساختن محصول به صورتی است که چینش اتم‌ها را از مقیاس پایین و ابتدایی شروع کرده و در نهایت، به محصول مورد نظر می‌رسیم. مثالی برای این روش اهرام مصر است که با دید کلی، از پایین چینش خشت‌ها آغاز شده و در نهایت، شکل کلی به دست می‌آید.

اما روش دوم، شبیه به فرآیند کنده کاری است، به گونه‌ای که با کاستن اضافات یک جسم، به محصول مورد نظر می‌رسیم. مثال این روش می‌تواند ساختن یک سیب از یک جسم مکعبی باشد به این صورت که با برداشتن قسمت‌های بالای جسم، آن قدر پیش می‌رویم تا شکل سیب به دست آید.

از دو دیدگاه فوق، روش پایین به بالا، امکان عملی بیشتری دارد؛ در نتیجه پیشرفت بیشتری نسبت به روش دیگر پیدا کرده است. چرا که برای کار کردن در مقیاس اتمی و مولکولی باید از وسایل به خصوصی استفاده کرد و چینش اتم‌ها و مولکول‌ها از ابتدا، با توجه به وسایلی که در اختیار داریم ساده‌تر است (درکسلر، 1992).

---

1 . Bottom – up

2 . Top – down