دانشگاه بیرجند

دانشکده علوم

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

رشته فیزیک گرایش حالت جامد

سنتز و بررسی تأثیر اندازه ذرات بر خواص فیزیکی و مغناطیسی فازهای ابررسانایی و فرومغناطیس- ابررسانایی نانوذرات YBCO(Y-123)

استاد راهنما

دکتر هادی عربی

استاد مشاور:

دکتر احمد امیرآبادی زاده

گردآورنده:

سعیده جمشیدی

بهمن ۱۳۹۰

تقدیم به

پدرم

مهربانی که عاشقانه دوستش دارم. پشتوانه ای به استقامت تمام سروهای تخیلات کودکانه ام. نازنینی که گوهر ارزشمند وجودش در میان داشته ها و نداشته هایم گران بهاترین است. عزیزی که شکوه خنده هایش مرا شاعر می کند و ناب ترین غزل ها در آرامش نگاهش شکوفا می شوند. سلامتی، سعادت و شادکامی اش بزرگ ترین خواسته و رنگین ترین آرزویم است.

مادرم

فرشته ی بی بدیل و مهربانم، با چشمان همیشه نگران و لبریز از واژگان مقدس که بدرقه ی ارزشمند راه های پرپیچ و خم زندگی ام بوده و هست. تندیس مهر که تبسم اش معجزه ی آفرینش است. او که با حضور گرم، پرنور و روشن اش، تمام ترس هایم کم رنگ و بی روح اند و ترنم دوست داشتنش در تمام نفس هایم جاریست. بر دستانش بوسه می زنم و تا هستی هست و من هستم، عاشقش هستم.

برادر نازنینم فرید

شاه بیت دلنشین دل نوشته هایم. او که در بی تاب ترین لحظات با حضورش آرام و دلگرمم. بهترین ها را از درگاه خداوند منان برایش آرزومندم. و پیشکشی به خواهرانم که اسطوره ی نجابت اند: وحیده، طیبه و حانیه. و نیز خواهرزاده ی دوست داشتنی و شیرینم علی. و با تشکر و قدردانی ویژه از شوهر خواهرم شاهپور جمشیدی که سرشار از لطف و مهربانی است.

قدردانی و تشکر

سپاس خداوند مهربان را به شماره ی تامی قطرات باران که بر پهنه ی گیتی باریدن گرفته، به تعداد تمام ستارگان که پولک های درخشان پرده ی سیاه شب اند، به اندازه تمام طلوع و غروب هایی که ندیده ام و به عددی که خود می داند و من نمی دانم. او که لطف و رحمتش بی ادعا و بی منتهاست. حمد و ثنای او با واژگان ناقص و زبان قاصر من ممکن نیست.

و نیز با تشکر و قدردانی از استاد راهنما، جناب آقای دکتر عربی که بسیار چیزها از ایشان آموختم. درس هایی که حاصل تجربه های گران بهایند. و سپاسگزاری از جناب آقایان دکتر احمد امیرآبادی زاده، دکتر محمدرضا بنام، مهندس شکرا... محمدی و سرکار خانم دکتر سوسن صادقی.

قدردانی از همکاران و دوستان روشن ام را بر خود واجب می دانم. از مساعدت های بی دریغ جناب آقای کمیلی با سخت کوشی و جدان کاری تحسین برانگیز و ستودنی، سپاسگزارم. برای ایشان سربلندی، سعادت و لحظاتی سرشار از لبخند و آرامش آرزومندم. از سرکار خانم فرزانه رمضانی که در تمام تنگ نا های کار پژوهشی ام، دوستی همراه و همدل بوده اند ممنونم. از جناب آقایان دکتر سرحدی و دکتر زارعی که با وجود مشغله های کاری، ابهامات و سوالاتم را با روی گشاده و باز پاسخگو بودند، متشکرم. و از الطاف صمیمانه ی سایر دوستان و همکارانم در آزمایشگاه سرکار خانم ها: فهیمه کاظم زاده، فاطمه گنجعلی، صفورا حیدریان، دکتر زبیده مومنی، راضیه چمکندی نژاد و نرجس خلیلی سپاسگزارم.

با تقدیر ویژه از دوست و هم اتاقی پر از مهرم سرکار خانم زینب رضاییان که تمام لحظات بودن با ایشان با خاطراتی زرین گره خورده اند. خاطراتی که بی شک همیشه ی ایام دلتنگ شان خواهم بود و نیز قدردانی از سرکار خانم ها سودابه شعبانی و زهره آتش امناب.

چکیده

نانوپودرهای ابررسانای گرم $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ در اندازه های متفاوت ($30nm - 22$) با روش سیترات ژل که شکل تغییر یافته ای از روش سل ژل می‌باشد، تهیه شده است. الگوهای پراش اشعه‌ی ایکس (XRD) تشکیل فاز ابررسانای اورتورومبیک را در تمام نمونه ها تأیید می‌کند. اندازه گیری خواص مغناطیسی این نانوذرات در دمای اتاق به وسیله‌ی مغناطیس سنج نمونه‌ی نوسانی (VSM) حضور خاصیت فرومغناطیس را در نانوذرات $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ نشان می‌دهد. مغناطش اشباع در تمام نمونه ها، با کاهش اندازه‌ی نانوذرات افزایش می‌یابد. هدف از انتخاب $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ جهت بررسی خواص مغناطیسی در این پروژه این است که هیچ یک از عناصر تشکیل دهنده‌ی این ماده مغناطیسی نیستند. بنابراین نشان دادن حضور خاصیت فرومغناطیس در نانوذرات این ماده با پیش بینی ها مبنی بر وجود خاصیت فرومغناطیس در تمام نانوذرات اکسیدهای معدنی سازگار است. حتی اگر این اکسید، ابررسانای $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ باشد که تا پیش از این تصور می‌شد، به دلیل دیامغناطیس کامل بودن ابررسانا، در تضاد آشکار با مغناطش است. منشأ این خاصیت در نانوذرات $YBCO$، نقایص سطحی و تهی جاها اکسیژن در سطح نانوذرات است. از طرفی کاهش اکسیژن در این ماده، موجب تضعیف خواص ابررسانایی می‌شود. بنابراین در یک اقدام کاملاً ابتکاری به منظور بهبود خواص مغناطیسی و در عین حال حفظ خواص ابررسانایی، از رژیم حرارتی با حضور خلأ و سپس اکسیژن استفاده شده است. هرچند استفاده از رژیم حرارتی منجر به افزایش اندک اندازه‌ی نانوذرات شد اما افزایش چشم‌گیر مغناطش اشباع در تمام نمونه ها را در پی داشت.

فهرست مطالب

۱ مفاهیم اولیه **۱**

۱.۱ مقدمه ۲

۲.۱ نانو چیست ؟ ۴

۳.۱ نانو تکنولوژی و علم نانو چیست ؟ ۵

۴.۱ چه چیز نانو را شگفت انگیز می‌کند؟ ۷

۵.۱ ابررسانایی ۸

۱.۵.۱ تاریخچه ۸

۲.۵.۱ ابرالکترون‌ها و الکترون‌های معمولی ۹

۳.۵.۱ اثر مایسنر - اوکسنفلد [۱] ۱۱

۴.۵.۱ انواع ابررسانا ۱۵

۵.۵.۱ معرفی $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ ۱۹

۲ مرور برخی روش‌های ساخت ابررسانای $YBCO$ و بررسی نتایج آن‌ها **۲۹**

۱.۲ برخی از روش‌های فیزیکی ۳۱

۱.۱.۲ روش واکنش حالت جامد ۳۱

[۱] Missner-Ochsenfeld

۲.۲ برخی از روش‌های شیمیایی ۳۳
۱.۲.۲ روش سل - ژل ۳۴
۲.۲.۲ روش هم رسوبی ۴۴
۳.۲.۲ روش میکروامولسیون ۴۵

۳ ساخت نانوذرات $YBCO$و معرفی روش‌های مشخصه یابی ۴۹

۱.۳ تهیه‌ی پودر پیش ماده ۵۲
۱.۱.۳ توزین مواد اولیه ۵۲
۲.۱.۳ حل کردن نیترات‌ها در آب مقطر ۵۴
۳.۱.۳ تشکیل و خشک شدن ژل ۵۵
۲.۳ رژیم‌های حرارتی ۵۸
۳.۳ بررسی اثر هیدورکسید آمونیوم و اتیلن دی آمین ۶۱
۴.۳ روش‌های مشخصه یابی ۶۲
۱.۴.۳ پراش اشعه‌ی ایکس ۶۲
۲.۴.۳ میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) ۶۴
۳.۴.۳ دستگاه مغناطیس سنج با نمونه‌ی نوسانی (VSM) [۲] ۶۶

۴ اندازه گیری، مشخصه یابی و تحلیل نتایج ۶۷

۱.۴ نمونه های سری ۱ ($A_۱, B_۱, C_۱$) ۶۸
۱.۱.۴ پراش اشعه‌ی ایکس ۶۸
۲.۱.۴ بررسی نتایج TEM ۷۰
۳.۱.۴ اندازه گیری خواص مغناطیسی ۷۲
۲.۴ نمونه های سری ۲ ($A_۲, B_۲, C_۲$) ۷۷

[۲] Vibrating Sample Magnetometer

۱.۲.۴ پراش اشعه‌ی ایکس ۷۷
۲.۲.۴ بررسی نتایج TEM ۷۸
۳.۲.۴ اندازه گیری خواص مغناطیسی ۷۹
۳.۴ نمونه های سری ۳ $(A_۳, B_۳, C_۳)$ ۸۳
۱.۳.۴ پراش اشعه‌ی ایکس ۸۳
۲.۳.۴ اندازه گیری خواص مغناطیسی ۸۴
۴.۴ بررسی اثر هیدورکسید آمونیوم و اتیلن دی آمین ۸۹
۵.۴ نتیجه گیری ۹۱

لیست تصاویر

۱.۱ چگالی ابرالکترون‌ها و الکترون‌های معمولی به صورت تابعی از دما ۱۰

۲.۱ سردسازی هادی کامل با حضور و عدم حضور میدان[۷] ۱۱

۳.۱ سردسازی ابررسانا با حضور و عدم حضور میدان [۷] ۱۴

۴.۱ λ عمق نفوذ در فلز ابررسانا [۷] ۱۷

۵.۱ ساختار پروسکایت ایده آل [۱۲] ۲۱

۶.۱ سلول واحد $BaTiO_3$ ۲۲

۷.۱ سلول واحد $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ ۲۴

۸.۱ سلول واحد$YBCO$ [۱۱] ۲۶

۹.۱ نمودار بستگی T_c به میزان δ در $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ [۱۱] ۲۶

۱۰.۱ تغیرات محورهای a و b در سلول واحد $YBCO$ بر حسب میزان اکسیژن [۱۰] . ۲۸

۱.۲ تشکیل پیوند $M-OH$ [۱] ۳۴

۲.۲ تشکیل پیوند $M-O-M$ [۱] ۳۵

۳.۲ تصویر $FESEM$ نانوذرات $YBCO$ با اندازه‌ی متوسط $100-200nm$ [۴] . ۳۸

۴.۲ منحنی $M(H)$ نانوذرات $YBCO$ [۴] ۳۹

۵.۲ اندازه به عنوان تابعی از دمای بازپخت برای نانوذرات متفاوت $YBCO$ [۱۹] . ۴۰

۶.۲ الگوهای XRD نانوذرات با اندازه های متفاوت $YBCO$ [۱۹] ۴۱
۷.۲ منحنی $M(H)$ برای اندازه های متفاوت نانوذرات $YBCO$ [۱۹] ۴۲
۸.۲ منحنی $M(H)$در دمای $۱۰^{\circ}K$ برای نانوذرات $YBCO$ $(۴۳nm)$ [۱۹] . . . ۴۳
۹.۲ دمای گذار اندازه های متفاوت نانوذرات و نمونه‌ی حجمی $YBCO$ [۱۹] . . ۴۴
۱۰.۲ دمای گذار ابررسانایی(دایره پر) و گشتاور فرومغناطیس(دایره خالی) [۱۹] . ۴۴
۱۱.۲ اجزاء سازنده‌ی دو میکروامولسیون [۲۱] ۴۶
۱۲.۲ الگوی XRD پودر $YBCO$ تهیه شده به روش میکروامولسیون [۲۱] ۴۷
۱۳.۲ نتایج TEM نانوذرات $YBCO$ [۲۱] ۴۸

۱.۳ مجموعه‌ی مورد استفاده در تهیه‌ی سل و ژل ۵۵
۲.۳ ظرف ژل در بشر بزرگ‌تر در آون ۵۷
۳.۳ رژیم حرارتی مرحله‌ی کلوخه سازی ۶۱
۴.۳ بازتاب براگ از یک بلور [۶] ۶۳
۵.۳ تصویری از دستگاه TEM [۱] ۶۵

۱.۴ الگوی پراش اشعه‌ی ایکس مربوط به نمونه های سری ۱ . . . . . ۶۸
۲.۴ اندازه به عنوان تابعی از دمای تکلیس برای نانوذرات $YBCO$ ۷۰
۳.۴ تصویر TEM مربوط به نمونه‌ی $A_۱$ ۷۱
۴.۴ تصویر TEM مربوط به نمونه‌ی $B_۱$ ۷۱
۵.۴ منحنی $M(H)$ نانوذرات $YBCO$ در دمای اتاق ۷۳
۶.۴ تغیرات اندازه و مغناطش اشباع نانوذرات در دماهای مختلف تکلیس . . . ۷۴
۷.۴ مقادیر H_c برای نانوذرات سری ۱ . . . . . ۷۴
۸.۴ تغییرات H_c با اندازه‌ی ذره ۷۶
۹.۴ الگوی پراش اشعه‌ی ایکس مربوط به نمونه های سری ۲ . . . . . ۷۸

۱۰.۴ تصویر TEM مربوط به نمونه‌ی $A_۲$ ۷۹
۱۱.۴ تصویر TEM مربوط به نمونه‌ی $C_۲$ ۷۹
۱۲.۴ منحنی $M(H)$ برای نمونه های سری ۲ . . . . . ۸۰
۱۳.۴ مقادیر H_c برای نانوذرات سری ۲ . . . . . ۸۲
۱۴.۴ تغییرات H_c و M_s نسبت به اندازه‌ی ذرات برای نمونه های سری ۲ . . . . . ۸۳
۱۵.۴ الگوی پراش اشعه‌ی ایکس مربوط به نمونه های سری ۳ . . . . . ۸۴
۱۶.۴ منحنی $M(H)$ برای نمونه های سری ۳ . . . . . ۸۵
۱۷.۴ مقادیر H_c برای نانوذرات سری ۳ . . . . . ۸۶
۱۸.۴ منحنی های $M(H)$ نمونه‌ی A در سه مرحله ۸۷
۱۹.۴ منحنی های $M(H)$ نمونه‌ی B در سه مرحله ۸۸
۲۰.۴ منحنی های $M(H)$ نمونه‌ی C در سه مرحله ۸۹
۲۱.۴ الگوی پراش اشعه‌ی ایکس نمونه‌ی ۱ . . . . . ۹۰
۲۲.۴ الگوی پراش اشعه‌ی ایکس نمونه‌ی ۲ . . . . . ۹۱

لیست جداول

۱.۳ رژیم حرارتی نمونه های مختلف ۶۰

۱.۴ مقادیر M_s و H_c برای نانو ذرات $YBCO$ ۷۵

۲.۴ مشخصات نمونه های سری ۱ و ۲ . . . . . ۸۱

فصل ۱

مفاهیم اولیه

۱.۱ مقدمه

در میان گروه‌های مختلف نانوذرات معدنی، نانوذرات اکسیدهای فلزی به دلیل خواص جالب و منحصر بفردشان همواره مورد توجه پژوهشگران علم نانو و نانوتکنولوژی بوده اند. خواص ومشخصات منحصر بفرد اکسیدهای فلزی که آن‌ها را در بین سایر نانومواد متمایز ساخته است عبارتند از خواص اپتیکی، الکترونیکی، الکتریکی، کاتالیزوری یا مغناطیسی که تقریباً همه‌ی جوانب علم مواد و فیزیک حالت جامد را پوشش می‌دهند. در اکثر موارد خواص نانو اکسیدهای فلزی نسبت به خواص نمونه‌ی حجمی همین مواد، بهبود می‌یابد و در برخی دیگر خواص نمونه‌ی حجمی به طور کامل با نمونه‌ی نانو فرق می‌کند. خواص سحرآمیز و جذاب نانو اکسیدهای فلزی، زمینه‌ی مناسب را برای کاربردهای متنوع در نانوتکنولوژی به عنوان مثال در حسگرهای گازی، الکتروسرامیک‌ها، کاتالیزورها، ابررساناها، مبدل‌های انرژی و ... فراهم ساخته است [۱].

می‌دانیم منشأ خواص مغناطیس مواد اوربیتال های نیمه پر f یا d است. اینگونه مواد خواص مغناطیسی جالبی از خود نشان می‌دهند. اما در سال‌های اخیر، فرومغناطیس در دمای اتاق در موادی از جمله CeO_2، TiO_2، MgO و ...مشاهده شد که این مواد هیچ الکترون جفت نشده ای در اوربیتال‌های f یا d نداشتند. فرومغناطیس دمای بالا در هگزابوریدهای خاکی قلیایی نیز گزارش شده است. علاوه بر آن در فیلم‌های نازک تعدادی از اکسیدها نیز که الکترون جفت نشده ندارند، نظیر CeO_2، TiO_2، Al_2O_3، MgO، HfO_2 و ...خاصیت فرومغناطیس در دمای اتاق مشاهده شده است [۲، ۳] .

به نظر می‌رسد که فرومغناطیس در دمای اتاق ویژگی تمام نانوذرات اکسیدهای معدنی است. این ویژگی غیرعادی چه از لحاظ علمی و چه از لحاظ تکنولوژی توجهات زیادی را به خود جلب کرده و چشم انداز جدیدی را از مغناطش در مواد غیرمغناطیسی به روی پژوهشگران گشوده است [۴].

عوامل متعدد و شاید ناشناخته ای می‌تواند منشأ خواص فرومغناطیسی در اینگونه مواد باشد. شاید نواقص سطحی در سطح نانوذرات یکی از این عوامل باشد. تمرکز نواقص با پارامتر اندازه‌ی ذرات کنترل می‌شود. هم‌چنان که نتایج آزمایشات نشان می‌دهد نانوذرات کوچک‌تر در دمای اتاق خاصیت فرومغناطیس و ذرات بزرگ‌تر خاصیت دیامغناطیس از خود نشان می‌دهند. این مطلب دلیل خوبی بر این ادعا است که نواقص سطحی نانوذرات می‌تواند منشأ فرومغناطیس باشد. ماهیت نواقص از ماده ای به ماده‌ی دیگر متفاوت است. به عنوان مثال، منشاء مغناطیس در MgO، نقایص کاتیونی است در حالی‌که در $BaTiO_3$ ناشی از جاهای خالی اکسیژن است [۵].

در این تحقیق، از میان نانوذرات اکسیدهای فلزی، به سنتز و بررسی خواص نانوذرات ابررسانای $YBCO$ پرداخته شده است. در کنار همه‌ی خواص و رفتارهای جالب این ماده در مقیاس نانو، مشاهده‌ی خاصیت فرومغناطیس در دمای اتاق بیش از هر خاصیت دیگری، بررسی این اکسید فلزی را جذاب کرده است. نتایج مشخصه یابی های مغناطیسی در نمونه‌ی ابررسانای $YBCO$ سنتز شده در این تحقیق، حکایت از خاصیت فرومغناطیس در دمای اتاق دارد. این در حالی است که نمونه‌ی حجمی این ابررسانا که از حرارت دادن نانو ذرات $YBCO$ تا دماهای بالا ($940^{\circ}C$) شکل می‌گیرد، منحنی مغناطش خطی داشته و از خود خاصیت پارامغناطیس نشان می‌دهد. مطالعه و بررسی این خاصیت جالب که به اندازه‌ی نانوذره و احتمالاً نقایص سطحی آن‌ها برمی گردد،می‌تواند زمینه‌ی مناسب را برای مطالعه‌ی مغناطش نانوذرات غیر آلی ابررسانا فراهم سازد.

۲.۱ نانو چیست ؟

در چند دهه‌ی اخیر، کلمه‌ی کوچک " نانو " توجه بسیاری از مردم را در سراسر جهان به سوی خود جلب کرده است. آن‌چه این کلمه در علم و تکنولوژی نشان می‌دهد، مفهومی فراتر از تنها یک کلمه است که توصیف کننده‌ی یک مقیاس خاص طول باشد. نانو، به طور چشم‌گیری همه جوانب علم و تکنولوژی را تحت تأثیر خود قرار داده است و بدون شک این علم شگفتی هایی بیش از این را در زندگی روزمره و آینده‌ی انسان و جهان رقم خواهد زد. در۲۹ دسامبر ۱۹۵۹ برنده‌ی جایزه‌ی نوبل فیزیک، ریچارد فیمن[۱] در سخنرانی معروف خود گفت: در مقیاس های پایین جا برای کار بسیار است [۱]. این فیزیک‌دان مفهوم نانو را مطرح کرد. وی گفت اگر یک بیت[۲] اطلاعات فقط ۱۰۰اتم نیاز داشته باشد، باید بتوان همه‌ی کتاب های نوشته شده را در یک مکعب به اضلاع ۰٫۰۲ اینچ ذخیره نمود [۶] .

نانو به معنی یک بیلونیوم ($۱۰^{-۹}$) متر است. یک نانومتر به ابعادی بسیار کوچک اشاره دارد. به نحوی که چیزهای کوچک‌تر از آن، تنها می‌توانند مولکول‌ها، خوشه‌های اتمی یا ذرات در دنیای کوانتومی باشند [۱].

[۱] Richard Feynman
[۲] Bit

۳.۱ نانو تکنولوژی و علم نانو چیست ؟

مینیمم کردن یکی از اهداف بزرگ توسعه تکنولوژی است که برای تولید و گسترش وسایل کوچک‌تر، سریع‌تر، سبک‌تر و ارزان‌تر و در عین حال با کارایی بیشتر تلاش می‌کند. تولید و گسترش وسایل در ابعاد کوچک‌تر موجب می‌شود تا بتوان ضمن استفاده از مواد اولیه‌ی کم‌تر، انرژی کم‌تری نیز مصرف کرد. تحقیق روی نانومواد گامی به سوی این هدف بزرگ است [۶]. در حقیقت تعریف دقیقی برای نانو تکنولوژی و علم نانو وجود ندارد. آنچه در این‌جا به عنوان تعریف مطرح می‌شود به وسیله‌ی NNI [۳]ارائه شده است: "علم نانو و نانوتکنولوژی تحقیق و توسعه‌ی تکنولوژی در سطوح اتمی، مولکولی و درشت مولکولی و در محدوده‌ی ۱۰۰ − ۱ نانو متر به منظور فراهم کردن درکی بنیادی از پدیده‌ها در مقیاس نانو است". از دیگر اهداف این علم، ایجاد و به کار انداختن ساختارها، وسایل و سیستم-هایی است که به خاطر اندازه‌ی کوچک یا متوسطشان خواص و عمکرد جدیدی دارند. به عبارتی می‌توان گفت علم نانو به ما می‌گوید که چگونه می‌توان تئوری‌های اساسی و اصول سیستم‌های نانو مقیاس ($۱۰۰ - ۱ \; nm$) را فهمید. این علم هم‌چنین به بحث و بررسی نانوساختارها، کاربرد آن‌ها و زمینه های تکنولوژیکی این مواد می‌پردازد. تا سال ۱۹۸۰ و اختراع میکروسکوپ تونل زنی پویشی (STM) [۴] پیشرفت زیادی در علم نانو و نانو تکنولوژی حاصل نشد چراکه وسایل تحلیلی مناسب برای تحقیق و بررسی مواد در مقیاس نانو وجود نداشت . پس ازSTM، وسایل تحلیلی بسیار پیشرفته ای ساخته شد که امکان مشخصه یابی و به کار گیری اشیاء کوچک در حدود چند نانومتر را فراهم کرد. این مهم باعث شد بشر دید تازه ای از جهان اتمی واقعی پیدا کند [۱].

نانومواد تاریخچه‌ی طولانی دارند. با این وجود، پیشرفت‌های اصلی در این علم در طول دو دهه‌ی اخیر رخ داده است. تحقیقات در زمینه‌ی نانومواد در رشته‌های مختلف مانند شیمی،

[۳] US National Nanotechnology Initiative
[۴] Scanning Tunneling Microscopy

فیزیک، مکانیک، مهندسی مواد، زیست شناسی و پزشکی صورت می‌گیرد. اصطلاح نانوذره که شکل دیگر نانوماده را نشان می‌دهد، در اوایل سال ۱۹۹۰ توسط دانشمندان علوم مواد برای نشان دادن ذراتی به کار رفت که متشکل از ده ها هزار اتم بوده و در هر بعد، اندازه ای کم‌تر از $۱۰۰nm$ دارا هستند [۶].

امروزه سنتز، مشخصه یابی و کاربرد نانوذرات، فضایی پویا و متحرک را در تحقیقات علمی و تجاری به خود اختصاص داده است. مسلماً سنتز نانومواد گامی بسیار مهم در این فضاست. تاریخچه سنتز و به کارگیری نانوذرات به بیش از هزار سال برمی‌گردد. در چین باستان از نانوذرات کربن برای تولید مرکب معروف و مرغوب هیو [۵] برای نوشتن و نقاشی استفاده شد. این نقاشی‌ها هنوز رنگ تازه شان را پس هزاران سال حفظ کرده اند. شیشه سازان رومی، نانوذرات فلزات نجیب را برای تولید شیشه های رنگی در قرن چهارم به کار بردند. تحقیقات اصلی و مهم در مورد نانوذرات در نیمه های قرن نوزدهم توسط فارادی[۶] آغاز شد که البته تا دهه های اخیر، پیشرفت‌های تجربی زیادی نداشت. امروزه اطلاعات زیادی در مورد سنتز نانوذرات آلی و معدنی وجود دارد [۱].

روش های زیادی برای تولید نانومواد وجود دارد. از جمله‌ی این روش ها می‌توان به رسوب سازی فیزیکی با بخار ، رسوب سازی شیمیایی با بخار، فرآیند تعلیق مایع به صورت گاز در هوا [۷]، فرآیند سل – ژل، سنتز شیمیایی مرطوب و فرزکاری/ آلیاژ کردن مکانیکی اشاره نمود [۶].

[۵] Hui
[۶] Faraday
[۷] Aerosol

۴.۱ چه چیز نانو را شگفت انگیز می‌کند؟

خواص نانوذرات، متفاوت و گاهی در نقطه‌ی مقابل خواص شکل چندکریستالی [۸] ماده است. زیرا این خواص به ساختار میکروسکوپی بستگی دارند که خود با پارامتر هایی از قبیل ترکیب شیمیایی، اندازه‌ی دانه، ساختار اتمی، جهت بلور، عدد کوئوردیناسیون و ... تعیین می شود. نانوذرات به خاطر اندازه‌ی کوچک‌تر و سطح بزرگ‌تر نسبت به حجم، خواص جدید و جالبی را از خود نشان می دهند. از جمله این خواص می‌توان به رفتار اپتیکی غیرخطی، افزایش نیروی مکانیکی، افزایش ضریب پخش، گرمای ویژه‌ی بالا، رفتار مغناطیسی، مقاومت الکتریکی و ...اشاره کرد. به عبارت ساده تر، در مقیاس نانو، خواص مواد که در زندگی روزمره برای ما آشنا هستند، مانند رنگ، نقطه ذوب، خواص الکتریکی، کاتالیزوری یا مغناطیسی به طور چشم‌گیری تغییر خواهند کرد. در واقع در مقیاس نانو، هرچیزی صرف نظر از خواص اش، به خاطر آنچه معمولاً تأثیر اندازه نامیده می‌شود، خواص جدیدی دارد. مطالعه و بررسی این خواص و استفاده از آن در تکنولوژی هدف اصلی علم نانو است [۱].

[۸] Polycrystalline

۵.۱ ابررسانایی

این پدیده که مقاومت الکتریکی برخی از ترکیبات، وقتی آن‌ها را تا دماهای به اندازه کافی پایین سرد کنیم، ناگهان به سمت صفر افت پیدا می‌کند، ابررسانایی نامیده می‌شود [۱]. دمایی که در آن مقاومت الکتریکی ناگهان به سمت صفر میل می‌کند، دمای بحرانی یا دمای گذار نامیده شده و با T_c نشان داده می‌شود. هرگاه ماده ای به حالت ابررسانایی می‌رسد دو خاصیت کاملاً بارز خواهد داشت: اول آنکه مقاومت الکتریکی آن صفر می‌شود و خاصیت جالب دیگر ابررسانا آن است که ابررسانا دیامغناطیس کامل خواهد شد. به عبارتی ماده‌ی ابررسانا به هیچ عنوان میدان مغناطیسی را از خود عبور نخواهد داد. لازم به ذکر است که هیچ دلیلی وجود ندارد که اگر ماده ای تا حدود صفر درجه کلوین سرد شود، حتماً دارای خاصیت ابررسانایی شود [۷].

۱.۵.۱ تاریخچه

پدیده ابررسانایی برای نخستین بار توسط اونس [۹] در دانشگاه لیدن [۱۰] در سال ۱۹۱۱ در فلز جیوه مشاهده شد. دمای بحرانی که در آن جیوه ابررسانا می‌شود $۴/۱^\circ K$ است. پس از آن خاصیت ابررسانایی به طور عمده در آلیاژها و عناصر فلزی یافت شد. T_c اکثر این مواد بسیار به هم نزدیک بود. تا اینکه در سال ۱۹۷۵ مقدار $T_c = ۲۳^\circ K$ برای $Nb_۳Ge$ مشاهده شد. این دمای بحرانی هنوز از دماهایی که ابررسانا را به طور عملی کاربردی می‌کرد، دور بود. اما پیشرفت خوبی در ابررسانایی به حساب می‌آمد. به طور تئوری و بر پایه‌ی نظریه‌ی BCS در سال ۱۹۷۵ پیش بینی شده بود که T_c هرگز به بیشتر از $۳۰^\circ K$ نخواهد رسید. در سال ۱۹۸۶ مولر[۱۱] و بدنورز[۱۲] مقاله‌ی تاریخی خود را منتشر کردند. این مقاله کشف آن ها

[۹] Oones
[۱۰] Leiden
[۱۱] Muller
[۱۲] Bednorz