بِسْمِ اللّٰهِ الرّحْمٰنِ الرّحِيمِ

دانشگاه کردستان

دانشکده علوم

گروه فیزیک

عنوان:

ساخت و بررسی خواص مغناطیسی نانوسیم های آلیاژی آهن-کبالت

پژوهشگر:

اسرین عبدالملکی

استاد راهنما:

دکتر سعید سلطانیان

استاد مشاور:

دکتر آرش سروری

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته فیزیک گرایش حالت جامد

اردیبهشت ماه ۱۳۸۸

کلیه حقوق مادی و معنوی مترتب بر نتایـج مطالعات،

ابتکارات و نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع

این پایان‌نامه (رسـاله) متعلق به دانشـگاه کردستان است.

تعهد نامه

اینجانب اسرین عبدالملکی دانشجوی کارشناسی ارشد رشته فیزیک گرایش حالت جامد دانشگاه کردستان، دانشکده علوم گروه فیزیک تعهد می نماییم که محتوای این پایان نامه نتیجه تلاش و تحقیقات خود بوده و از جایی کپی برداری نشده و به پایان رسانیدن آن نتیجه تلاش و مطالعات مستمر اینجانب و راهنمایی و مشاوره اساتید بوده است.

با تقدیم احترام

اسرین عبدالملکی

۱۳۸۸ /۲/۱۰

دانشگاه کردستان

دانشکده علوم

گروه فیزیک

ساخت و بررسی خواص مغناطیسی نانو سیمهای آلیاژی آهن- کبالت

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته فیزیک گرایش حالت جامد

نام نویسنده:

اسرین عبدالملکی

در تاریخ ۸۸/۲/۱۰ پایان نامه مربوطه توسط کمیته تخصصی و هیات داوران زیر با نمره ۱۹/۳ مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

اساتید	نام و نام خانوادگی	با مرتبه علمی	امضاء
۱. راهنما	دکتر سعید سلطانیان	دانشیار	
۲. مشاور	دکتر آرش سروری	استادیار	
۳. داور خارجی	دکتر عبدالعلی رمضانی	دانشیار	
٤. داور داخلی	دکتر زهرا عالمی پور	استادیار	
۵. مدیر گروه	دکتر کیومرث کرمی	استادیار	
٦. نماینده تحصیلات تکمیلی دانشگاه	دکتر امین رستمی	استادیار	

دکتر کمال شانظری

معاون پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده علوم

امضاء و مهر گروه و دانشکده

دانشگاه کردستان

دانشکده علوم پایه

گروه فیزیک

به پاس عاطفه سرشار و گرمای امید بخش وجودشان که در سردترین روزگاران بهترین پشتیبان است

تقدیم به پدر و مادر بزرگوارم

به پاس محبت های بی دریغش که هرگز فروکش نمی‌کند

تقدیم به همسر مهربانم

و به پاس قلب های پاک و مهربانشان

تقدیم به خواهر و برادر عزیزم

قدردانی و تشکر

بر خود می دانم از زحمات بی دریغ، تلاش های بی وقفه و راهنمایی های استاد راهنمای گرانقدرم جناب آقای دکتر سعید سلطانیان تشکر و قدردانی نمایم.

از همسر عزیزم جناب آقای دکتر کیومرث کرمی نیز که در انجام این کار مرا راهنمایی نمودند بسیار سپاسگزارم.

چکیده

در این پایان نامه، ابتدا ساخت نانوسیم های آلیاژی آهن—کبالت به روش الکتروانباشت با استفاده از قالب های آلومینای آندی را خواهیم داشت. قالب آلومینای آندی به روش آندایز نمودن ورقه‌ی آلومینیوم ساخته می شود. ورقه‌های نازک آلومینیوم با خلوص ۹۹/۹۹۹ به عنوان آند و یک قطعه آلومینیوم به عنوان کاتد استفاده می شوند. آندایز در محلول اسید اکسالیک ۰/۳ مولار در دمای ۱۷ درجه‌ی سانتیگراد و ولتاژ آندایز ۴۰ ولت در دو مرحله انجام می گیرد. به این روش قالب هایی با حفره‌های استوانه‌ای به قطر متوسط ۴۰ نانومتر و فاصله‌ی بین حفره ای ۱۰۰ نانومتر تهیه می شوند. در مرحله‌ی بعد، با استفاده از قالب های آلومینای آندی ساخته شده، نانوسیم های آلیاژی آهن—کبالت ساخته می شوند. نانوسیم ها با استفاده از روش الکتروانباشت شیمیایی با جریان متناوب با ولتاژ قله به قله‌ی ۳۰ ولت در فرکانس های ۱۰۰ تا ۱۵۰۰ هرتز و در شکل موج‌های سینوسی، مربعی و مثلثی ساخته می شوند. سپس تاثیر تابکاری بر روی نانوسیم های آهن—کبالت ساخته شده بررسی می شود. نمونه‌ها با استفاده از میکروسکوپ نیروی اتمی، طیف سنجی پراکندگی اشعه ایکس، پراش اشعه ایکس و مغناطو سنج نیروی گرادیان متناوب مورد مطالعه قرار می گیرند. بررسی جریان حین الکتروانباشت نشان می‌دهد که کمترین مقدار واقعی جریان حین الکتروانباشت در موج مثلثی وجود دارد و بیشترین جریان واقعی الکتروانباشت در موج سینوسی دیده می‌شود. بررسی ساختار نانوسیم ها نشان می دهد که مقدار آهن موجود در نانوسیم آلیاژی ۳۴ درصد و مقدار کبالت موجود ٦٦ درصد است. بررسی خواص مغناطیسی نانوسیم نشان می‌دهد که محور آسان مغناطش در راستای محور نانوسیم قرار دارد. افزایش میدان وادارندگی و ضریب مربعی پس از تابکاری در همه‌ی فرکانسهای موج سینوسی و مربعی مشاهده می‌شود. در موج مثلثی تنها در فرکانس های کمتر از ۵۰۰ هرتز افزایش در میدان وادارندگی پس از تابکاری مشاهده می گردد.

کلمات کلیدی:

نانوسیم آلیاژی آهن—کبالت، اکسید آلومینیوم آندی، الکتروانباشت، میدان وادارندگی، ضریب مربعی

فهرست

چکیده . . . . . سه

۱ مقدمه

۲ نانوتکنولوژی و مواد مغناطیسی

۲—۱ مواد مغناطیسی و انواع آنها ۸

۲—۱—۱ دیامغناطیس ۹

۲—۱—۲ پارامغناطیس ۱۰

۲—۱—۳ فرومغناطیس ۱۰

۲—۱—۴ آنتی فرومغناطیس ۱۴

۲—۱—۵ فری مغناطیس ۱۵

۲—۲ مواد مغناطیسی در ابعاد نانو ۱۶

۲–۲–۱ نانوذرات تک حوزه‌ای مغناطیسی ۱۷
۲–۳ ناهمسانگردی مغناطیسی ۱۸
۲–۳–۱ ناهمسانگردی مغناطوبلوری ۱۹
۲–۳–۲ ناهمسانگردی شکلی ۲۱
۲–۳–۳ ناهمسانگردی تنشی ۲۲
۲–۳–۴ ناهمسانگردی سطحی ۲۲
۲–۴ برهم کنش های بین ذره‌ای مغناطیسی ۲۴
۲–۴–۱ برهم کنش دوقطبی–دوقطبی ۲۴
۲–۴–۲ برهم کنش تبادلی ۲۴
۲–۴–۳ برهم کنش تبادلی تونلی ۲۵
۲–۴–۴ برهم کنش $RKKY$ ۲۵
۲–۴–۵ برهم کنش ابر تبادلی ۲۶
۲–۵ مغناطیس مجموعه‌ای از نانو ذرات ۲۶
۲–۵–۱ سوپرپارامغناطیس ۲۷

۳ نانوسیم ها

۳–۱ تاریخچه‌ای از تهیه‌ی نانوسیم ها به روش های مختلف ۳۶
۳–۱–۱ روش شیمیایی ۳۶
۳–۱–۲ روش الکتروانباشت ۳۷

۳—۱—۳ روش فیزیکی ۳۸
۳—۲ روش های ساخت نانوسیم ها ۴۰
۳—۲—۱ روش بخار—مایع—جامد ۴۰
۳—۲—۲ روش لیتوگرافی ۴۱
۳—۲—۳ روش استفاده از قالب ۴۲
۳—۳ روشهای انباشت نانوسیم ها در حفره‌های قالب ۴۷
۳—۳—۱ روش تزریق فشاری ۴۷
۳—۳—۲ روش الکتروانباشت شیمیایی ۴۸
۳—۳—۳ روش انباشت غیر الکتریکی ۴۸
۳—۳—۴ روش انباشت از طریق بخار ۴۹
۳—۳—۵ انباشت به روش سُل— ژل ۴۹

۴ آلیاژ آهن—کبالت

۴—۱ پیشینه‌ی ساخت و بررسی خواص نانوسیم های آلیاژی آهن—کبالت ۵۱

۵ معرفی دستگاه ها و شرح کارهای آزمایشگاهی

۵—۱ ابزارهای مورد استفاده در آزمایشگاه ٦۱
۵—۱—۱ وسایل اندازه گیری ٦۱

۵–۲ مراحل ساخت نانوسیم به روش الکتروشیمیایی ۷۱
۵–۲–۱ ساخت قالب آلومینای آندیک ۷۱
۵–۲–۲ الکترواتباشت ۷۹

٦ ساخت نانوسیم های آلیاژی آهن – کبالت و بررسی خواص آنها

٦–۱ تهیه‌ی قالب آلومینای آندی در آزمایشگاه ۸۴
٦–۲ نتایج آزمایشگاهی ۹۰
مراجع ۱۱۳

فصل اول

مقدمه

در طول تاریخ بشر از زمان یونان باستان، مردم و به خصوص دانشمندان آن دوره بر این باور بودند که مواد را می توان آن قدر به اجزای کوچک تقسیم کرد تا به ذراتی رسید که خرد ناشدنی هستند و این ذرات بنیان ماده را تشکیل می‌دهند. شاید بتوان دموکریتوس فیلسوف یونانی را پدر علوم و فناوری نانو دانست چرا که در حدود ۴۰۰ سال قبل از میلاد مسیح او اولین کسی بود که واژه ی اتم را که به معنی تقسیم نشدنی در زبان یونانی است، برای توصیف ذرات سازنده‌ی مواد به کار برد. در سال ۱۹۵۹ ریچارد فاینمن مقاله‌ای درباره‌ی قابلیت های فناوری نانو در آینده منتشر ساخت. این مقاله باعث گردید که ریچارد فاینمن را به عنوان پایه گذار علم نانو بشناسیم. اینجا به برخی از رویدادهای مهم تاریخی که در شکل گیری فناوری نانو موثر بوده اند نام می‌بریم:

۱۸۷۵: مایکل فارادی محلول کلوئیدی طلا را کشف کرد.

۱۹۰۵: تشریح رفتار محلول های کلوئیدی توسط آلبرت انیشتین

۱۹۳۲: ایجاد لایه های اتمی به ضخامت یک مولکول توسط لنگمویر[۱]

[۱] Langmuir

۱۹۷۵: برای اولین بار واژه‌ی فناوری نانو توسط تانیگوچی [۲] بر زبان ها جاری شد.

۱۹۹۰: شرکت IBM توانایی کنترل نحوه‌ی قرار گیری اتم‌ها را نمایش داد.

۱۹۹۱: کشف نانو لوله های کربنی

۱۹۹۳: تولید اولین نقاط کوانتومی با کیفیت بالا

۱۹۹۷: ساخت اولین نانو ترانزیستور

تکنولوژی در قرن گذشته در هرچه ریزتر کردن تولیدات، پیشرفت چشم گیری داشته است.

به طور کلی مطالعات نانوفناوری را می توان به سه دسته تقسیم کرد. اگرچه روش های تحقیقاتی در آن ها با یکدیگر متفاوت است اما این سه شاخه کاملاً به یکدیگر مرتبط هستند و پیشرفت در یکی از شاخه ها می‌تواند در شاخه های دیگر نیز کاملاً موثر باشد.

این سه شاخه عبارتند از:

نانوفناوری مرطوب: این شاخه به مطالعه‌ی سیستم های زنده‌ای می‌پردازد که اساساً در محیط های آبی وجود دارند. در این شاخه ساختمان مواد ژنتیکی، غشاها و سایر ترکیبات سلولی در مقیاس نانو متر مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

نانوفناوری خشک: این شاخه از علوم پایه‌ی شیمی و فیزیک مشتق می‌شود و به مطالعه‌ی تشکیل ساختارهای کربنی، سیلیکون و مواد غیر آلی و فلزی می‌پردازد. نکته‌ی قابل توجه این است که الکترون های آزاد که در فناوری مرطوب موجب انتقال مواد و انجام واکنش ها می‌گردند در فناوری خشک خصوصیات فیزیکی ماده را پدید می آورند. در نانوفناوری خشک کاربرد مواد در ابعاد نانو در الکترونیک، مغناطیس و ابزارهای نوری مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

نانوفناوری محاسبه‌ای: در بسیاری از مواقع ابزار آزمایشگاهی موجود برای انجام برخی از آزمایش ها در مقیاس نانو مناسب نیستند و یا انجام این آزمایش ها بسیار پر هزینه هستند، در این حالت از رایانه‌ها برای شبیه سازی فرایندها و واکنش های اتم ها و مولکول ها استفاده می‌شود. شناختی که به وسیله‌ی محاسبه به دست می

[۲] Taniguchi

آید باعث می شود که زمان پیشرفت نانوفناوری خشک به چند دهه کاهش یابد و البته تاثیر مهمی نیز در فناوری مرطوب خواهد داشت.

می توان نانو مواد (نانو روکش ها، نانو مواد، نانو پودرها، نانو لوله ها، نانو کامپوزیت ها)، مهندسی مولکولی (نانو ماشین ها) نانو الکترونیک (نانوسیم ها، نانو حسگرها و نانو ترانزیستورها) را شاخه‌های بنیادین دانش نانو فناوری دانست.

نانو ذره:

اولین و مهمترین عنصر پایه، نانو ذره است. یک نانوذره به ذره‌ای گفته می شود که ابعادی بین یک تا ۱۰۰ نانومتر داشته باشد. با توجه به تعریف نانو ذرات یکی از سوال های مهم در تولید نانو ذرات این است که آرایش هندسی و پایداری اتم ها با تغییر اندازه‌ی ذرات چه تغییری می‌کند؟ در تکنولوژی نانو اولین اثر کاهش اندازه ذرات، افزایش سطح است. افزایش نسبت سطح به حجم نانو ذرات باعث می شود که اتم های واقع در سطح، اثر بیشتری نسبت به اتم های درون حجم ذرات، بر خواص فیزیکی ذرات داشته باشند. این ویژگی، واکنش پذیری نانوذرات را به شدت افزایش می‌دهد. علاوه بر این افزایش سطح ذرات فشار سطحی را تغییر داده و منجر به تغییر فاصله‌ی بین ذرات یا فاصله‌ی بین اتم های ذرات می‌شود.

در نانوتکنولوژی تغییر در فاصله‌ی بین اتم های ذرات وهندسه ذرات روی خواص الکترونیکی ماده اثر گذار است. پیچیده ترین تاثیر اندازه‌ی ذرات تاثیر بر خواص مغناطیسی ماده است. یک ماده‌ی توده‌ای فرومغناطیس با حوزه های مغناطیسی که هر کدام حاوی هزاران اتم هستند، شناخته می‌شود. در هر حوزه جهت گیری ممان ها یکسان هستند و این جهت گیری از حوزه‌ای به حوزه‌ی دیگر تغییر می‌کند. در مورد نانو ذرات حوزه‌های مغناطیسی وجود ندارد. اندازه‌ی این ذرات معمولاً کمتر از اندازه‌ی حوزه‌های مغناطیسی در جامدات است. متداول ترین نانو ذرات شامل نانوذرات سرامیکی، نانوذرات فلزی و نانو ذرات نیمه رسانا (نقاط کوانتومی) هستند.

نانوکپسول:

دومین عنصر پایه، نانو کپسول است. به هر نانوذره‌ای که دارای یک پوسته و یک فضای خالی جهت قرار گرفتن مواد مورد نظر باشد نانو کپسول می‌گویند. نانوکپسول ها کپسول هایی با قطر نانو متری هستند. نانوکپسول

ها به دو دسته‌ی نانوکپسول های پلیمری و نانو امولسیون تقسیم می‌شوند.

نانو لوله‌ی کربنی:

عنصر پایه‌ی بعدی نانو لوله‌ی کربنی است. این عنصر پایه در سال ۱۹۹۱ در شرکت NEC کشف شد و در حقیقت لوله‌هایی از جنس گرافیت می‌باشد. اگر صفحات گرافیت را پیچیده و به شکل لوله در بیاوریم به نانو لوله‌های کربنی دست می‌یابیم. این نانو لوله ها دارای اشکال و اندازه های مختلفی هستند و می‌توانند تک دیواره یا چند دیواره باشند. این لوله ها خواص بسیار جالبی دارند که منجر به ایجاد کاربردهای جالب توجهی از آنها می‌شود.

در حقیقت کاربرد فناوری نانو از کاربرد عناصر پایه نشات می‌گیرد. هر کدام از این عناصر پایه ویژگی های خاصی دارند که استفاده از آنها در زمینه‌های مختلف موجب ایجاد خواص جالبی می‌گردد. از جمله‌ی کاربرد های نانو لوله‌ها می توان به دارو رسانی هدفمند و ساده، شناسایی زود هنگام و بی ضرر سلول های سرطانی اشاره کرد.

نانولوله های کربنی دارای کاربرد های متنوعی می‌باشند از جمله: تصویربرداری زیستی دقیق، حسگرهای شیمیایی و زیستی قابل اطمینان و از بین بردن باکتری ها.

نانوسیم:

یک نانوسیم دارای دو جهت محدود شده‌ی کوانتومی و یک جهت نامحدود است. نانوسیم ها می‌توانند در رایانه و سایر دستگاه های محاسبه گر کاربرد داشته باشند. برای دست یابی به قطعات الکترونیکی نانو مقیاس پیچیده، به سیم های نانو مقیاس نیاز داریم. علاوه بر این خود نانوسیم ها هم می‌توانند مبنای اجزای الکترونیکی همچون حافظه باشند.

نانوسیم ها درانواع فلزی، آلی، نیمه رسانا وسیلیکونی وجود دارند.

نانوسیم های فلزی: این نانوساختارها به دلیل دارا بودن خواص ویژه کارایی زیادی در قطعات الکترونیکی دارند. توسعه ی الکترونیک و قدرت یافتن در این زمینه بستگی به پیشرفت مداوم در کوچک کردن اجزای الکترونیکی دارد. نانوسیم های آلی: این نوع از نانوسیم ها از ترکیبات آلی ساخته می شوند. علاوه بر مواد فلزی

و نیمه رسانا، ساخت نانوسیم ها از مواد آلی نیز امکان پذیر است. ویژگی این سیم ها (نظیر رسانایی و مقاومت و هدایت گرمایی) به ساختار مونومر و طرز آرایش آن بستگی دارد.

نانوسیم‌های هادی و نیمه هادی: ساختار شیمیایی این ترکیبات باعث به وجود آمدن خواص جالب توجهی می‌شود. محققین توانسته‌اند با تقلید از طبیعت به ساماندهی پروتئین های حاصل از خمیر مایه برای تولید نانوسیم های هادی دست یابند. ساماندهی اجزای زنده در طبیعت، بهترین و قدیمی ترین نمونه‌ی ساخت پایین به بالا است و می توان از آن برای فهم و نیز یافتن روشهایی برای تولید ادوات الکترونیکی و میکرو متری استفاده کرد.

نانوسیم های سیلیکونی: این نوع از نانوسیم ها سمی نیستند و به سلول ها آسیب نمی‌رسانند. این نوع از نانوسیم ها بیشترین کاربرد را در عرصه‌ی پزشکی مانند تشخیص نشانه‌های سرطان، رشد سلول های بنیادی و ... دارند. روش های مختلفی برای ساخت نانوسیم ها وجود دارد که در فصل های بعدی به آنها خواهیم پرداخت.

نانوسیم های مغناطیسی به عنوان زیر شاخه‌ای از نانوسیم های فلزی، خانواده‌ی مهمی از نانو ساختارهای مغناطیسی هستند. این نانوسیم ها معمولاً از مواد فرومغناطیس نیکل، کبالت و آهن و آلیاژهای آنها ساخته می‌شوند. تولید نانوسیم های مغناطیسی می‌تواند به ساخت نوع جدیدی از حافظه‌های مغناطیسی منجر شود که ظرفیت ذخیره سازی آن حدود صد برابر حافظه‌های رایج کنونی است. در بررسی خواص مغناطیسی نانوسیم های مغناطیسی می توان به دو عامل کلیدی میدان وادارندگی و ضریب مربعی اشاره نمود. امروزه مطالعات و تحقیقات بر روی نانوسیم ها با هدف افزایش دادن میدان وادارندگی و ضریب مربعی انجام می‌گیرد.

هدف از انجام این پروژه ساخت نانوسیم های آلیاژی آهن – کبالت و بررسی خواص مغناطیسی آن به عنوان یکی از نانوسیم های مغناطیسی است. اثر تغییر فرکانس و تابکاری بر روی خصوصیات مغناطیسی نانوسیم های آلیاژی آهن – کبالت ساخته شده در این پایان نامه مورد بررسی قرار گرفته است.

این پایان نامه مشتمل بر شش فصل است. ابتدا به تقسیم بندی مواد مغناطیسی و خصوصیات آنهادر حالت کلی و مقیاس نانو اشاره شده است. سپس به بیان خصوصیات نانوسیم‌ها و روش های ساخت آنها پرداخته شده است. در فصل چهارم این پایان نامه به نانوسیم های مغناطیسی آلیاژی آهن – کبالت، خصوصیات آنها و

کارهای انجام شده در این زمینه می‌رسیم.

معرفی دستگاه‌های به کار برده شده و مراحل ساخت قالب آلومینای آندی در فصل بعد بیان گردیده است. در ادامه، به بخش تجربی و شرح کارهای انجام شده در آزمایشگاه و نتایج به دست آمده از آزمایشات و اندازه گیری ها می‌رسیم.

فصل دوم

نانوتکنولوژی و مواد مغناطیسی

نانوفناوری عبارت است از ساخت مواد، قطعات و ساختارهایی باابعادی در مقیاس نانومتر و بهره برداری از خصوصیات و پدیده‌های جدید حاصله از آنها. به عبارت دیگر نانوفناوری یک فناوری نوظهوراست که کلیه‌ی فعالیت ها جهت ایجاد ساختاری ظریف در مقیاس نانو برای تغییر در تک اتم ها و مولکول ها را شامل می شود، به طوری که مواد و وسایل جدید با خواص مورد نظر و مطلوب قابل ساخت می‌شود. بدین ترتیب ترکیباتی تولید می شوند که انتظار می‌رود در آینده نقشی کلیدی ایفا نمایند. توسعه‌ی تحقیقات و فناوری در سطوح اتمی، مولکولی و ماکرومولکولی با طول تقریبی از ۱ تا ۱۰۰۰ نانومتر، به منظور فراهم آوردن شناخت اصولی از پدیده‌ها و مواد در مقیاس نانو با هدف ایجاد و استفاده از ساختارها، قطعات و سیستم‌هایی که به خاطر اندازه‌ی کوچک خود دارای خواص و عملکردهای جدیدی هستند.

نانوفناوری دارای سابقه‌ی زیادی نیست. این موضوع اولین بار حدود ۵۰ سال پیش مطرح شد. در سال ۱۹۵۹ ریچارد فاینمن این موضوع را تحت عنوان ترانزیستورها در ابعاد بسیار کوچک مطرح کرد. می توان نانو روکش ها، نانو مواد شامل : نانو پودرها، نانو لوله ها و نانو کامپوزیت ها، مهندسی مولکولی شامل نانو ماشین ها،

نانو الکترونیک شامل نانوسیم ها، نانو حسگرها و نانو ترانزیستورها را شاخه‌های بنیادین دانش نانوفناوری دانست.

یک نانومتر چیست ؟

نانومتر یک میلیاردم یک متر (10^9) است. این اندازه تقریباً چهار برابر قطر یک اتم منفرد است. یک مکعب با طول وجه ۲/۵ نانومتری در حدود ۱۰۰۰ اتم را در خود جای می‌دهد. ۱۰ نانومتر تقریباً هزار برابر کوچک تر از قطر تار موی انسان است.

چرا این مقیاس طولی این قدر مهم است؟

خصوصیات موجی الکترون ها در درون مواد و نیز اندرکنش های اتمی، توسط تغییرات در مقیاس نانومتری تحت تاثیر قرار می‌گیرند. با ایجاد ساختارهای نانومتری، کنترل خصوصیات اساسی مواد مانند دمای ذوب، رفتار مغناطیسی و حتی رنگ آنها بدون تغییر در ترکیب شیمیایی آنها، ممکن خواهد بود. بکارگیری این قابلیت باعث ایجاد محصولات و فناوری های جدید با کارایی بسیار بالا خواهد شد که قبلاً ممکن نبوده است. ساختارهای نانومقیاس دارای نسبت های سطح به حجم بسیار بالایی هستند و بنابراین اجزای ایده آلی برای استفاده در مواد کامپوزیت، واکنش های شیمیایی، انتقال دارو و ذخیره‌ی انرژی و اطلاعات می‌باشند

در علم نانو و نانوسیم ها، نانوسیم های مغناطیسی از اهمیت خاصی برخوردار هستند. در این فصل به بررسی مواد مغناطیسی و خصوصیات آنها در ابعاد حجیم و نانو می‌پردازیم.

۲–۱ مواد مغناطیسی و انواع آنها

گشتاور مغناطیسی اتم آزاد دارای سه منشأ است: اسپین الکترون ها، حرکت زاویه ای مداری الکترون ها به گرد هسته و تغییری که میدان مغناطیسی در گشتاور مداری القا می‌کند[۱].

خواص مغناطیسی مواد ناشی از این واقعیت است که تحت شرایط معینی برخی اتم ها و یون ها مانند دو قطبی های مغناطیسی بنیادی رفتار می کنند که میدان مغناطیسی خارجی بر سمتگیری نسبی این دو قطبی ها اثر