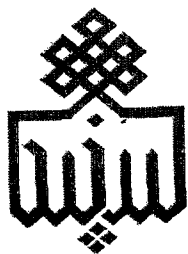


اللهم صل على محمد  
والعائلة الطيبة

١٣٧٤٢



دانشگاه بیرجند

دانشکده علوم

پایان نامه کارشناسی ارشد فیزیک (حالت جامد)

عنوان:

ساخت نانوذرات اکسید آهن به روش مایسل معکوس  
و اندازه گیری خواص فیزیکی آن

استاد راهنما:

دکتر هادی عربی

استاد مشاور:

دکتر سوسن صادقی بجد

نگارش:

سمیه ناطقی

تابستان ۱۳۸۶

۱۰۳۷۴۳

۱۳۸۶ / ۱۱ / ۱۳

کتابخانه دانشگاه بیرجند  
فصلنامه علمی پژوهشی  
فصلنامه علمی پژوهشی

کلیه مزایا اعم از چاپ، تکثیر، نسخه برداری، ترجمه، اقتباس و ...  
از پایان نامه کارشناسی ارشد برای دانشگاه بیرجند محفوظ می باشد.  
نقل مطالب با ذکر منابع بلامانع است.



## صور تجلسه دفاع از پایان نامه تحصیلی دوره کارشناسی ارشد

با تاییدات خداوند متعال جلسه دفاع از پایان نامه تحصیلی کارشناسی ارشد خانم سمیه ناطقی به شماره

دانشجویی: ۸۳۱۱۱۰۶۳ رشته: فیزیک گرایش: حالت جامد دانشکده: علوم دانشگاه بیرجند

تحت عنوان: ساخت نانو ذرات اکسید آهن به روش مایسل معکوس و اندازه گیری خواص فیزیکی آن

به ارزش: ۶ واحد در ساعت: ۸ روز: چهارشنبه مورخ: ۸۶/۶/۲۸

با حضور اعضای محترم هیات داوران متشکل از:

امضاء	رتبه علمی	نام و نام خانوادگی	سمت
	استادیار	دکتر هادی عربی	استاد راهنما
	دانشیار	دکتر سوسن صادقی	استاد مشاور
	استادیار	دکتر فاطمه ابراهیمی	داور اول
	استادیار	دکتر احمد امیرآبادیزاده	داور دوم
	استادیار	دکتر امان الله اسدی	نماینده تحصیلات تکمیلی

تشکیل گردید نتیجه ارزیابی به شرح زیر مورد تایید قرار گرفت:

قبول (با درجه: عالی و امتیاز: ۱۹.۵۶)  دفاع مجدد  مردود 

۱- عالی (۱۸-۲۰) ۲- بسیار خوب (۱۶-۱۷/۹۹) ۳- خوب (۱۴-۱۵/۹۹) ۴- قابل قبول (۱۲-۱۳/۹۹)

تقدیم به خاک پای منتقم بزرگ تاریخ انسان، عدالت‌گستر جهان، حجت حق و ولی عصر، عجل‌الله تعالی

فرجه‌الشریف.

تقدیم به همه‌ی دانشمندان و اندیشمندان جامعه بشری، از بدو خلقت تا به امروز، که تمدن بشری مدیون

تلاشهای بی‌امان تمام آنان است.

تقدیم به خانواده عزیزم، که محبت‌های بی‌دریغشان همواره بهترین دلگرمی برایم بوده وهست.

تقدیم به مادر عزیزم که خالصانه‌ترین عشق را بدرقه راه زندگی‌ام کرد و سفیدموی گشت تا من

سفیدروی گردم.

تقدیم به پدر عزیزم آن حاتم صفتی که دل به سپاس نبست و جاذبه‌ی عشق و الفتش، در بی‌چشمداشتی

است.

و در آخر تقدیم می‌کنم به تمامی مردم ایران زمین که دوستشان دارم و برای سرافرازی و سربلندیشان

همواره تلاش خواهم کرد.

## تشکر و قدردانی

سپاس خداوند را که باب رحمت بگشود و راه طلب بنمود، در آینه دلها جلوه کرد و از دریچه عقول پرتو افکند.

در ابتدا از خانواده عزیزم، بخصوص پدر و مادر بزرگوایم، بخاطر تمام مهربانی‌هایشان سپاسگزارم. از استاد راهنمای گرامی، جناب آقای دکتر هادی عربی که همواره از راهنمایی‌های ارزنده ایشان بهره‌مند بوده‌ام، سپاسگزارم.

از سرکار خانم سوسن صادقی که مشاوره این پایان‌نامه را به عهده داشتند صمیمانه تشکر می‌کنم. از جناب آقای دکتر امیرآبادی و سرکار خانم ابراهیمی که زحمت بازخوانی و داوری این پایان‌نامه را به عهده گرفتند سپاسگزارم.

از جناب آقای دکتر فرسی که صبورانه پاسخگوی سؤالاتم بودند صمیمانه قدردانی می‌کنم. و از تمام دوستان عزیزم که دوستشان دارم و با همدلی بی‌دریغشان مرا یاری دادند از صمیم قلب سپاسگزارم. از خانم زکیه افتتاحی بخاطر تمام محبت‌های بی‌پایان‌شان قدردانی می‌کنم، همچنین از دوستان عزیزم خانم‌ها آتنا قاسم‌آبادی، بهاره خلیل‌زاده، رحیمه محمودی، زهره خسروی، سلمه فخاری، زهره اسکندری، محبوبه شاهینی، مریم گوهرجو، الهام شیخ‌زاده، سمیه علیزاده، آمنه قاسم‌نژاد، فروغ بلادری، وجیه قاسمی، سمیه قدمیه، سحر خدادادی و سمیه آقاشاهی و تمام دوستان عزیزم سپاسگزارم.

از همراهان و دوستان همیشگی‌ام خانم‌ها فاطمه مشایخی، سارا معمارزاده، شیلا خسروکیانی و آقایان صالح دشتی و رضا مرادی تشکر و قدردانی فراوان می‌کنم و از خانواده محترم آقای واله بخاطر محبت‌های بدریغشان سپاسگزارم و در نهایت برای تمامی دوستان و عزیزانم آرزوی سرفرازی و سربلندی دارم.

## چکیده

امروزه در دنیای مدرن اکسیدهای آهن و بویژه نانوذرات مغناطیسی اکسید آهن، نقش بسیار زیادی را در علم و تکنولوژی ایفا می‌کند. برای ساخت نانوذرات اکسید آهن، به‌خصوص مگنتیت و مگهمیت، روش‌های متنوعی وجود دارد. در این پایانه از میان این روش‌ها، از روش مایسل معکوس، که کنترل بسیار خوبی بر روی اندازه و مورفولوژی و خواص مغناطیسی نانوذرات دارد، استفاده شده است. علاوه بر ساخت نانوذرات اکسید آهن اثر پارامترهایی از قبیل دمای انجام واکنش، اتمسفر محیط، فاکتور  $\omega$  (غلظت مولی آب به سورفکتانت) و غلظت محلول نمک بر روی ابعاد و خواص مغناطیسی نانوذرات تهیه شده مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد، با انجام آزمایش در دمای اتاق، ذرات با نقص کریستالی کمتری ایجاد می‌گردد. از طرفی در طی انجام آزمایش لازم است که میزان اکسیژن در محیط واکنش، توسط گاز آرگون تحت کنترل درآید.

با استفاده از الگوی پراش اشعه X نانوذرات بدست آمده، فاز نمونه‌ها و نیز اندازه تقریبی نانوذرات معین گردید. با افزایش فاکتور  $\omega$ ، ذرات با ابعاد بزرگتری تولید می‌گردد. ابعاد ذرات که توسط دستگاه XRD اندازه‌گیری شد، برای فاکتور  $\omega$ ،  $16/83$ ،  $11/22$  و  $5/6$  به ترتیب برابر با  $15/22$ ،  $11/66$  و  $10/5$  نانومتر بود همچنین افزایش غلظت محلول آبی موجب بوجود آمدن ذرات با ابعاد کوچکتر شد.

برای بررسی مورفولوژی سطح و اندازه دقیق ذرات نیز از دستگاه میکروسکوپ الکترونی SEM و TEM استفاده شد. اندازه نانوذرات بدست آمده در محدوده ۹ تا ۲۰ نانومتر بود. خواص مغناطیسی نانوذرات بوسیله دستگاه VSM اندازه‌گیری و مورد بررسی قرار گرفت. منحنی هیستریسیس نمونه‌ها و اندازه تقریبی آنها از روی داده‌های مغناطیسی مشخص گشت. کلمات کلیدی: نانوذرات اکسید آهن؛ مگنتیت؛ مگهمیت؛ مایسل معکوس.

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول: مقدمه‌ای بر نانو تکنولوژی و کاربرد آن.....
۲	۱-۱ مقدمه .....
۲	۲-۱ نانو چیست؟ .....
۵	۳-۱ چرا به دنبال استفاده از فناوری نانو در زندگی هستیم؟ .....
۶	۱-۳-۱ امنیت .....
۶	۱-۱-۳-۱ ایجاد مواد فوق العاده سبک .....
۶	۲-۱-۳-۱ افزایش آگاهی از شرایط محیطی .....
۷	۳-۱-۳-۱ مهمات قوی .....
۷	۲-۳-۱ مراقبت‌های پزشکی .....
۷	۱-۲-۳-۱ تشخیص .....
۸	۲-۲-۳-۱ داروهای جدید .....
۸	۳-۳-۱ منابع .....
۹	۱-۳-۳-۱ انرژی .....
۹	۱-۱-۳-۳-۱ استفاده از فناوری نانو در ساخت باتری‌ها .....
۱۰	۲-۱-۳-۳-۱ تولید نور با فناوری نانو .....
۱۱	۲-۳-۳-۱ آب .....
۱۱	۱-۲-۳-۳-۱ رفع آلودگی TCE (تری کلرواتیلن) .....
۱۲	۲-۲-۳-۳-۱ آب تمیزتر با هزینه کمتر .....
۱۲	۴-۱ مواد نانو ساختار .....
۱۳	۱-۴-۱ نانوذرات سنگ بنای نانو تکنولوژی .....
۱۵	۵-۱ نانو ساختارهای مغناطیسی .....
۱۶	۱-۵-۱ دسته بندی نانو ساختارهای مغناطیسی .....
۱۸	۶-۱ ابزارهای شناسایی و اندازه گیری نانوذرات .....
۱۹	۱-۶-۱ میکروسکوپ نیروی اتمی .....
۲۰	۲-۶-۱ میکروسکوپ پیمایشگر الکترونی (SEM) .....
۲۱	۳-۶-۱ میکروسکوپ عبوری الکترونی (TEM) .....
۲۲	۴-۶-۱ میکروسکوپ پیمایشگر تونلی (STM) .....
۲۲	۵-۶-۱ میکروسکوپ نیروی رزونانس مغناطیسی (MRFM) .....
۲۳	۶-۶-۱ دستگاه مغناطیس سنج .....
۲۵	فصل دوم: مفاهیم بنیادی مغناطیس و تأثیر اندازه ذرات بر خواص مغناطیسی .....
۲۶	۱-۲ مقدمه .....



## فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۲-۲ مفاهیم بنیادی.....	۲۷
۱-۲-۲ پارامترهای مغناطیسی.....	۲۷
۱-۱-۲-۲ منحنی مغناطیسی.....	۲۷
۲-۱-۲-۲ واحدهای مغناطیسی.....	۲۸
۳-۱-۲-۲ حوزه‌های مغناطیسی.....	۲۹
۴-۱-۲-۲ پذیرفتاری مغناطیسی و ناهمسانگردی مغناطیسی.....	۳۰
۱-۴-۱-۲-۲ ناهمسانگردی مگنتوبلورین.....	۳۱
۲-۴-۱-۲-۲ ناهمسانگردی شکل.....	۳۳
۳-۲ رفتار مغناطیسی مواد.....	۳۳
۱-۳-۲ دیامغناطیس.....	۳۳
۲-۳-۲ پارامغناطیس.....	۳۴
۳-۳-۲ فرومغناطیس.....	۳۵
۴-۳-۲ آنتی فرومغناطیس.....	۳۷
۵-۳-۲ فری مغناطیس.....	۳۷
۴-۲ نظریه فری مغناطیس.....	۳۸
۱-۴-۲ منشاء فری مغناطیس.....	۳۹
۱-۱-۴-۲ برهم‌کنش تبادل.....	۳۹
۲-۱-۴-۲ برهم‌کنش ابرتبادل.....	۴۶
۵-۲ فریت‌ها.....	۵۰
۱-۵-۲ ساختار فریت‌های مکعبی.....	۵۴
۶-۲ مغناطش اشباعی.....	۵۷
۶-۲ وابستگی ویژگیهای مغناطیسی به شکل و اندازه.....	۶۰
۱-۶-۲ ابرپارامغناطیس.....	۶۰
۲-۶-۲ نیروی وادارندگی ذرات ریز.....	۶۵
۱-۲-۶-۲ چند حوزه‌ای.....	۶۶
۲-۲-۶-۲ تک حوزه‌ای.....	۶۷
۳-۶-۲ روش اندازه گیری تجربی دمای انسداد ( $T_B$ ).....	۶۷
فصل سوم: انواع مختلف اکسیدهای آهن و روش‌های ساخت آن.....	۷۰
۱-۳ مقدمه.....	۷۱
۲-۳ اکسیدهای آهن.....	۷۱

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۷۲	۱-۲-۳ مگنتیت
۷۴	۲-۲-۳ مگهیت
۷۵	۳-۲-۳ ژئوتایت
۷۶	۴-۲-۳ لیپیداکرسایت
۷۶	۵-۲-۳ اکاگانیت
۷۷	۶-۲-۳ فیراکسی هایت
۷۷	۷-۲-۳ فری هیدریت
۷۸	۸-۲-۳ همایت
۷۹	۳-۳ روشهای علمی تهیه نانوذرات
۸۰	۱-۳-۳ روش های فیزیکی
۸۰	۱-۱-۳-۳ آسیاب کردن
۸۱	۲-۳-۳ فرایند مکانوشیمیایی
۸۲	۳-۳-۳ روش های شیمیایی
۸۲	۱-۳-۳-۳ روش هم رسوبی
۸۳	۲-۳-۳-۳ روش هیدروترمال
۸۳	۳-۳-۳-۳ روش های کاهش
۸۵	۴-۳-۳-۳ روش سل-ژل
۸۶	۵-۳-۳-۳ روش مایسل معکوس
۸۶	۱-۵-۳-۳-۳ تاریخچه
۸۷	۲-۵-۳-۳-۳ اساس مایسل
۸۹	۳-۵-۳-۳-۳ ویژگی های مواد فعال سطحی
۹۳	۱-۳-۵-۳-۳-۳ دسته بندی ساختمان مواد فعال در سطح
۹۴	۴-۵-۳-۳-۳ غلظت بحرانی میسلی (Critical Micelle Concentration) CMC
۹۶	۵-۵-۳-۳-۳ عدد تراکمی میسلی
۹۷	۶-۵-۳-۳-۳ ساختار و شکل مایسل
۱۰۰	۷-۵-۳-۳-۳ تهیه ذرات بسیار ریز در مایسل معکوس
۱۰۱	۴-۳ کاربرد نانوذرات اکسید آهن
۱۰۲	۱-۴-۳ کاربردهای پزشکی
۱۰۲	۱-۱-۴-۳ جداسازی سلول
۱۰۲	۲-۱-۴-۳ آنالیز DNA

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۰۳	۳-۱-۴-۳ عامل تمایز در MRI.....
۱۰۴	۳-۱-۴-۴ کنترل انتقال دارو در بدن.....
۱۰۵	۳-۴-۲ فرولوئیدها.....
۱۰۶	۳-۴-۳ کاربردهای الکترونیکی و صنعتی.....
۱۰۶	۳-۴-۴ کاربرد در کشاورزی.....
۱۰۷	فصل چهارم: تهیه نانوذرات اکسید آهن و شناسایی آن.....
۱۰۸	۴-۱ مقدمه.....
۱۰۸	۴-۲ مواد مورد استفاده.....
۱۰۹	۴-۳ لوازم مورد استفاده در آزمایش.....
۱۰۹	۴-۴ مراحل تهیه نانوذرات.....
۱۱۰	۴-۴-۱ تهیه میکرومولسیون.....
۱۱۰	۴-۴-۲ مخلوط کردن دو میکرومولسیون.....
۱۱۰	۴-۴-۳ مرحله جداسازی و شستشو.....
۱۱۰	۴-۴-۴ مرحله خشک کردن.....
۱۱۱	۴-۵ روش انجام آزمایش و بررسی تأثیر پارامترهای مختلف بر روی آن.....
۱۱۱	۴-۵-۱ بررسی تأثیر اتمسفر در مراحل انجام آزمایش.....
۱۱۲	۴-۵-۲ بررسی تأثیر تغییرات فاکتور $\omega$ بر روی اندازه ذرات.....
۱۱۳	۴-۵-۳ بررسی دمای انجام واکنش.....
۱۱۳	۴-۵-۴ بررسی تأثیر غلظت محلول نمک بر روی اندازه ذرات.....
۱۱۳	۴-۶ تجزیه و تحلیل نانوذرات بدست آمده.....
۱۱۳	۴-۶-۱ بررسی ساختار مغناطیسی ذرات با استفاده از دستگاه مغناطیس سنج (VSM).....
۱۲۹	۴-۷ بررسی الگوهای پراش اشعه X.....
۱۳۰	۴-۷-۱ تعیین فاز نانوذرات.....
۱۳۵	۴-۷-۲ بررسی و مقایسه ساختار و اندازه ذرات.....
۱۳۸	۴-۸ بررسی تصاویر میکروسکوپ الکترونی نانوذرات.....
۱۴۴	۴-۹ بیان مشکلات.....
۱۴۷	۴-۱۰ بحث و نتیجه گیری.....
۱۴۷	۴-۱۱ پیشنهادات.....

## فهرست جدول

عنوان	صفحه
جدول ۱-۲: واحدهای مغناطیسی و تبدیلات واحد.....	۲۹
جدول ۲-۲: دمای کوری برای مواد فرومغناطس مختلف.....	۳۶
جدول ۳-۲: گشتاورهای اسپینی اولین سری یون های عناصر واسطه.....	۵۲
جدول ۴-۲: توزیع یونی و گشتاور خالص چند فریت نوعی.....	۵۸
جدول ۱-۳: ویژگیهای شبکه بلوری و مغناطیسی اکسید آهن.....	۷۳
جدول ۲-۳: ویژگیهای مغناطیسی برای نسبتهای مختلف Co/Fe.....	۸۷
جدول ۳-۳: مشخصات ساختاری میسل ها.....	۹۹
جدول ۱-۴: مقادیر استفاده شده جهت انجام آزمایش با فاکتور $\omega$ متغیر و غلظت ثابت.....	۱۱۲
جدول ۲-۴: مقادیر مورد استفاده در آزمایش با فاکتور $\omega$ ثابت.....	۱۱۳
جدول ۳-۴: مغناطش اشباع و اندازه مغناطیسی ذرات.....	۱۲۸
جدول ۴-۴: محاسبه تقریبی اندازه نانوذرات با استفاده از فرمول شرر.....	۱۳۸

## فهرست شکل

صفحه

عنوان

- شکل ۱-۱: مقایسه ابعاد مختلف طول با یکدیگر ..... ۳
- شکل ۱-۲: انواع نانو ساختارهای مغناطیسی ..... ۱۷
- شکل ۱-۳: میکروسکوپ نفوذ اتمی ..... ۲۰
- شکل ۱-۴: میکروسکوپ الکترونی پوشی ..... ۲۱
- شکل ۱-۵: شکل هندسی مالینسون ..... ۲۴
- شکل ۱-۲: حلقه هیستریسیس مواد فرومغناطیس و پارامترهای مهم مغناطیسی ..... ۲۷
- شکل ۲-۲: حوزه ها و دیواره مغناطیسی ..... ۳۰
- شکل ۲-۳: رفتار متفاوت مغناطیسی جهات کریستالی در آهن ..... ۳۲
- شکل ۲-۴: وابستگی مغناطش به میدان مغناطیسی و وابستگی پذیرفتاری به دما برای مواد پارامغناطیس.  
همچنین ممانهای مغناطیسی که در مواد پارامغناطیس، به طور کاتوره‌ای جهتگیری کرده‌اند، به طور شماتیکی  
توصیف شده‌اند. .... ۳۵
- شکل ۲-۵: رفتار فرومغناطیس. وابستگی پذیرفتاری به دما در دماهای بالاتر از دمای کوری و مغناطش  
خودبه‌خودی در دمای پایینتر از دمای کوری و جفت‌شدگی فرومغناطیسی ممانهای مغناطیسی در یک  
فرومغناطیس در دمای پایینتر از دمای کوری به طور شماتیکی توصیف شده‌است. .... ۳۷
- شکل ۲-۶: (a) هنگامی که اسپین دو الکترون پادموازی‌اند، احتمال آنکه هر دوی آنها بین دو هسته (A و B)  
حضور داشته باشند، زیاد است و لذا برهمکنش جاذب الکترون-هسته در این حالت بیشتر خواهد بود. (b)  
برعکس هنگامیکه اسپینها موازی‌اند، الکترونها تمایل دارند از یکدیگر پرهیز کنند که این عامل منجر به ضعیفتر  
شدن برهمکنش کولنی الکترون-هسته خواهد گردید. .... ۴۰
- شکل ۲-۷: نمودار تراز انرژی ناشی از برهمکنش تبدیلی بین دو الکترون واقع بر روی یک اتم هنگامیکه اسپینها موازی  
هستند، انرژی تبدیلی  $E_{ex} = \frac{-J}{2}$  است و هنگامی که پادموازی هستند، انرژی تبدیلی  $E_{ex} = \frac{+J}{2}$  می‌باشد. .... ۴۳
- شکل ۲-۸: اوربیتالهای مولکولی سیستم دوزره‌ایی، حالت پیوندی که دارای حالت فضایی متقارن و حالت اسپینی  
پادمقارن است و حالت ضدپیوندی که دارای حالت فضایی پادمقارن و حالت اسپینی متقارن است. حالت پیوندی  
پایدارتر از حالت ضد پیوندی است. .... ۴۵
- شکل ۲-۹: ساختار بلورین و مغناطیسی MnO ..... ۴۷
- شکل ۲-۱۰: خطوط پراش نوترونی از بلور MnO در زیر و بالای دمای کوری ..... ۴۸

## فهرست شکل

عنوان	صفحه
شکل ۲-۱۱: نمایش شماتیک از یکی از حالت های میانی در ابرتبادل برای اکسید منگنز.....	۴۹
شکل ۲-۱۲: نموداری است که جهتگیری ارییتال P <sub>2</sub> یون اکسیژن را نسبت به یونهای فلزی نشان می دهد.....	۵۰
شکل ۲-۱۳: تغییرات گرمایی ویژگی های مغناطیسی یک فریت نوعی $NiO.Fe_2O_3$ منحنی خط چین مربوط به یک فرومغناطیس مثل آهن است.....	۵۳
شکل ۲-۱۴: تک یاخته شبکه اسپینلی، کره های بزرگ یونهای اکسیژن را نشان می دهند. کره های کوچک روشن در مکان چهاروجهی (A) و کره های کوچک تیره در مکان هشت وجهی (B) قرار گرفته اند.....	۵۴
شکل ۲-۱۵: سمت راست شکل، مکان چهاروجهی و سمت چپ مکان هشت وجهی را نشان می دهد.....	۵۶
شکل ۲-۱۶: مغناطش اشباعی برخی از فریتها در صفر درجه کلوین.....	۵۹
شکل ۲-۱۷: منحنی های مغناطش ذرات آهن با قطر ۶۴ آنگستروم.....	۶۲
شکل ۲-۱۸: تغییر نیروی وادارندگی به طور شماتیک با اندازه ذره برای آن دسته از ذراتی که نیروی وادارندگی آنها ناشی از ناهمسانگردی بلوری است.....	۶۵
شکل ۲-۱۹: تغییر نیروی وادارندگی $H_c$ با قطر ذره D را به صورت شماتیک نشان می دهد.....	۶۶
شکل ۳-۱: توصیف شماتیکی از مسیرهای شکل گیری اکسیدهای آهن مختلف.....	۷۲
شکل ۳-۲: توصیف شماتیکی از ساختار اسپینل.....	۷۴
شکل ۳-۳: ساختار کریستالی ژئوتایت.....	۷۶
شکل ۳-۴: ساختار هماتیت.....	۷۹
شکل ۳-۵: نمایش انواع مختلف فعالیت های سطحی مواد فعال سطحی.....	۹۰
شکل ۳-۶: جهتگیری ترجیحی مولکولهای ماده فعال در سطح در سطوح مشترک.....	۹۱
شکل ۳-۷: توصیف سیستم مایسل معکوس.....	۹۲
شکل ۳-۸: دیاگرام فاز تأثیر نسبت آب، روغن و سورفکتانت را بر روی فاز محلول.....	۹۳
شکل ۳-۹: نمودار تغییر کشش سطحی با تغییر غلظت ماده فعال سطح.....	۹۵
شکل ۳-۱۰: انواع ساختار میسل.....	۹۸
شکل ۳-۱۱: ساختار یک میسل کروی.....	۱۰۰
شکل ۴-۱: الف و ب: حلقه های هیسترسیس برای میدانهایی که عمود(الف) و موازی (ب) با محور آسان ذرات تک-حوزه تک محور اعمال می شود. جهت محور آسان مغناطش با نقطه چین نشان داده شده است.....	۱۱۴
شکل ۴-۲: حلقه هیسترسیس مربوط به نمونه (۱).....	۱۱۶
شکل ۴-۳: حلقه هیسترسیس مربوط به نمونه (۲).....	۱۱۷
شکل ۴-۴: حلقه هیسترسیس مربوط به نمونه (۳).....	۱۱۸
شکل ۴-۵: حلقه هیسترسیس مربوط به نمونه (۴).....	۱۱۹
شکل ۴-۶: حلقه هیسترسیس مربوط به نمونه (۵).....	۱۲۰
شکل ۴-۷: حلقه هیسترسیس مربوط به نمونه (۶).....	۱۲۱

## فهرست شکل

عنوان	صفحه
شکل ۴-۸: نمودار مغناطش برحسب عکس میدان مربوط به نمونه (۱).....	۱۲۲
شکل ۴-۹: نمودار مغناطش برحسب عکس میدان مربوط به نمونه (۲).....	۱۲۲
شکل ۴-۱۰: نمودار مغناطش برحسب عکس میدان مربوط به نمونه (۳).....	۱۲۳
شکل ۴-۱۱: نمودار مغناطش برحسب عکس میدان مربوط به نمونه (۴).....	۱۲۳
شکل ۴-۱۲: نمودار مغناطش برحسب عکس میدان مربوط به نمونه (۵).....	۱۲۴
شکل ۴-۱۳: نمودار مغناطش برحسب عکس میدان مربوط به نمونه (۶).....	۱۲۴
شکل ۴-۱۴: نمودار مغناطش بر حسب میدان مربوط به نمونه (۱).....	۱۲۵
شکل ۴-۱۵: نمودار مغناطش بر حسب میدان مربوط به نمونه (۲).....	۱۲۶
شکل ۴-۱۶: نمودار مغناطش بر حسب میدان مربوط به نمونه (۳).....	۱۲۶
شکل ۴-۱۷: نمودار مغناطش بر حسب میدان مربوط به نمونه (۴).....	۱۲۷
شکل ۴-۱۸: نمودار مغناطش بر حسب میدان مربوط به نمونه (۵).....	۱۲۷
شکل ۴-۱۹: نمودار مغناطش بر حسب میدان مربوط به نمونه (۶).....	۱۲۸
شکل ۴-۲۰: الگوهای پراش نمونه (۱). دایره‌ها فاز مگنتیت و مستطیل فاز مگهمیت را نشان می‌دهند.....	۱۳۰
شکل ۴-۲۱: الگوی پراش نمونه (۲). دایره فاز مگنتیت و مستطیل فاز مگهمیت را نشان می‌دهد.....	۱۳۱
شکل ۴-۲۲: الگوی پراش نمونه (۳). دایره‌های سفید فاز مگنتیت، مستطیل سفیدرنگ فاز مگهمیت، دایره سیاه‌رنگ هماتیت و مستطیل سیاه بیانگر $Fe_{21.34}O_{32}$ می‌باشد.....	۱۳۲
شکل ۴-۲۳: الگوی پراش نمونه (۴). دایره‌های سفید فاز مگنتیت، مستطیل سفیدرنگ فاز مگهمیت، دایره سیاه‌رنگ هماتیت، مستطیل سیاه بیانگر $Fe_{21.34}O_{32}$ ، ستاره $Fe_{0.980}O$ و بیضی سیاه‌رنگ $Fe_{21.340}O_{32}$ می‌باشد.....	۱۳۲
شکل ۴-۲۴: الگوی پراش نمونه (۵). دایره سفیدرنگ فاز مگنتیت را نشان می‌دهد.....	۱۳۳
شکل ۴-۲۵: الگوی پراش نمونه (۶). دایره‌های سفیدرنگ فاز مگنتیت و مستطیل سفیدرنگ بیانگر فاز مگهمیت است.....	۱۳۴
شکل ۴-۲۶: الگوی پراش نمونه (۷). مستطیلهای سفیدرنگ فاز مگهمیت و دایره‌های سفیدرنگ فاز مگنتیت را نشان می‌دهد.....	۱۳۴
شکل ۴-۲۷: بررسی تأثیر دما در الگوی پراش.....	۱۳۵
شکل ۴-۲۸: بررسی تأثیر فاکتور $\omega$ بر روی اندازه ذرات.....	۱۳۶
شکل ۴-۲۹: بررسی تأثیر غلظت بر اندازه ذرات.....	۱۳۷
شکل ۴-۳۰: بررسی تأثیر اتمسفر اکسیژن بر محصول نهایی واکنش.....	۱۳۸
شکل ۴-۳۱: تصویر SEM از نمونه (۱).....	۱۳۹
شکل ۴-۳۲: تصویر SEM مربوط به نمونه (۲).....	۱۳۹

## فهرست شکل

صفحه	عنوان
۱۴۰	شکل ۴-۳۳: تصویر SEM مربوط به نمونه (۳)
۱۴۰	شکل ۴-۳۴: تصویر SEM مربوط به نمونه (۴)
۱۴۱	شکل ۴-۳۵ (a): تصویر TEM مربوط به نمونه (۱)
۱۴۲	شکل ۴-۳۵ (b): تصویر TEM مربوط به نمونه (۱)
۱۴۲	شکل ۴-۳۶ (a): تصویر TEM مربوط به نمونه (۵)
۱۴۳	شکل ۴-۳۶ (b): تصویر TEM مربوط به نمونه (۵)
۱۴۶	شکل ۴-۳۷: شماتیکی از سیستم مورد استفاده برای انجام آزمایش
۱۴۸	شکل ۴-۳۸: شماتیکی از طرح پیشنهادی برای جداسازی مغناطیسی



## فصل اول

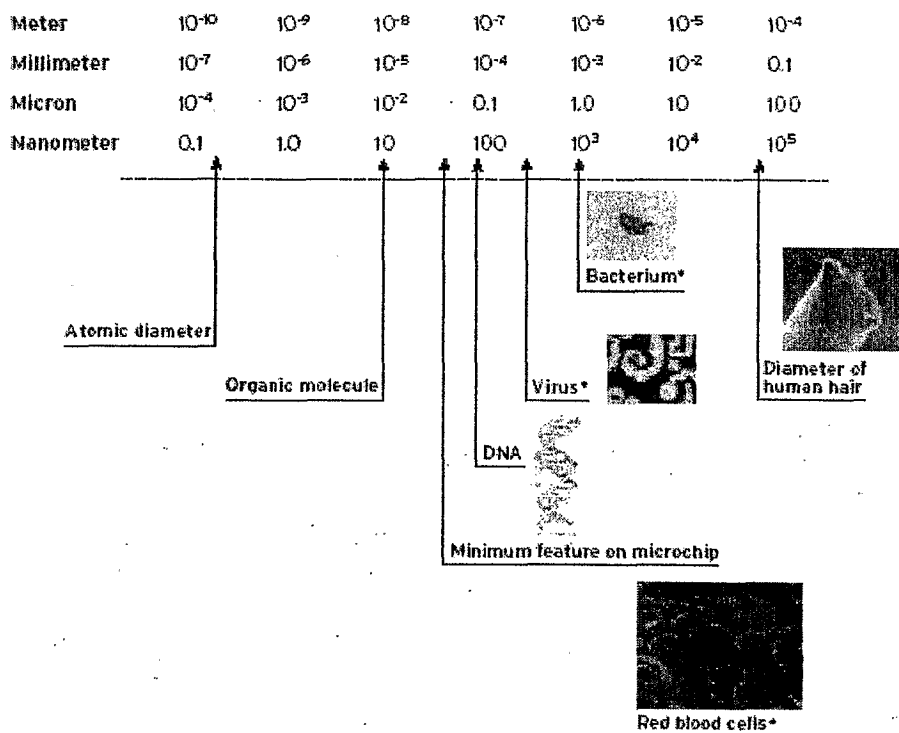
مقدمه‌ای بر نانوتکنولوژی و کاربردهای آن

## ۱-۱ مقدمه

این طور به نظر می‌رسد که نانو تکنولوژی، همراه با مهندسی ژنتیک، یکی از بزرگ‌ترین زمینه‌های تحقیقاتی است که رشد فزاینده‌ای را در قرن حاضر داشته است. در حال حاضر نانو تکنولوژی به بزرگی و عظمت مهندسی ژنتیک است. نخستین نوشته‌ها بر روی این موضوع از نظر بسیاری از ما، داستان علمی تخیلی تلقی می‌شد. در هر حال، بسیاری از پیشگویی‌های انجام شده، هم‌اکنون یک واقعیت علمی به‌شمار می‌روند. با استفاده از سیستم‌های نانو، در مقایسه با مواد قدیمی یا متداول، محصولات بهتر و ارزان‌تری را می‌توان ساخت. در ادامه، توصیف بیشتری از نانو تکنولوژی و کاربردهای آن خواهیم داشت.

## ۲-۱ نانو چیست؟

نانو معادل واژه یونانی (**dwarf**)، به معنای مقیاس یک بیلیونیم متر است. در نظر بگیرید که قطر یک تار موی انسان تقریباً ۷۵۰۰۰ نانومتر است. به عبارتی ۱۰ اتم هیدروژن که دنبال هم قرار داده شده باشند، برابر یک نانومتر می‌باشند. با توجه به شکل (۱-۱) می‌توان ذهنیتی در مورد این مقیاس بدست آورد.



شکل ۱-۱: مقایسه ابعاد مختلف طول با یکدیگر

اندازه‌گیری و تعریف فناوری نانو مشکل است. علوم نانو جدید نیستند چرا که شیمیدان‌ها به شما خواهند گفت آن‌ها صدها سال است که از علم نانو در کار خود استفاده می‌کنند. پنجره‌های رنگارنگ شیشه‌ای کلیساهای قرون وسطی دارای نانوذرات طلا در اندازه‌های مختلف بوده‌اند که براساس اندازه معینی از ذرات، به رنگ‌های نارنجی، بنفش، قرمز، و متمایل به سبز رویت می‌شدند. انیشتین<sup>۱</sup> به عنوان بخشی از رساله دکترای خود، اندازه یک ملکول شکر را یک نانومتر برآورد کرد. بنابراین می‌توان از شیشه‌گران قرون وسطی و انیشتین به‌عنوان دانشمندان نانو یاد نمود. آنچه در خصوص علم نانو جدید می‌باشد تمرکز بیش از حد آن بر توسعه فناوری نانوی کاربردی و ظهور ابزارهای مناسب برای فعالیت در این حیطه است. تحقیق در قلمرو نانو تکنولوژی از اواخر دهه ۱۹۵۰ آغاز شد [۱]. در این زمان ریچارد فاینمن<sup>۲</sup> فیزیکدان برجسته آمریکایی ایده کار با اتم‌ها و مولکول‌ها را مطرح کرد و از آن پس محققان جهان به کار در این عرصه روی آوردند و در دهه ۱۹۹۰ نخستین نتایج

<sup>۱</sup> Einstein

<sup>۲</sup> Richard Feynman

چشمگیر از رهگذر این تحقیقات به دست آمد. دانشمندان با تحقیق در مقیاس کوچک که یک میلیون بار کوچکتر از سر سوزن است می توانند خواص ماده را تغییر دهند به گونه ای که رفتار متفاوتی از اجسام بزرگ و معمولی از خود نشان می دهند. در این قلمرو، اتمها و ذرات رفتاری غیر متعارف را از خود به نمایش می گذارند، لذا قابلیت های این علم فقط توانایی کوچک کردن اجسام نیست.

دانشمندان با استفاده از این مواد در تلاشند دستگاهها و ابزارهایی بسازند که از قابلیت های بسیار شگفت انگیز برخوردار باشند. در واقع، متخصصان نانو می کوشند با کاربر روی چگونگی حرکت اتمها و نوع قرار گرفتن آنها در کنار یکدیگر و نیز با تغییرات خاص به ترکیبات مقاومتری از مواد دست یابند و کیفیت مواد تولیدی را بهبود بخشیده و در نهایت تولید مواد مختلف را اقتصادی تر کنند.

بر اساس مهم ترین تعریف، نانو تکنولوژی تحقیق و توسعه فناوری در سطح اتم و مولکولها در اندازه هایی در حدود ۱۰۰-۱ نانومتر جهت دستیابی به درک اساسی از پدیده ها و مواد در سطح نانو و ساخت و استفاده از ساختارها، وسایل و سیستم های دارای ویژگی ها و عملکرد جدید به دلیل داشتن اندازه های کوچک می باشد.

نانو، فناوری ریزسازی به دنبال فناوری میکرو است. به دلیل یکسری از قواعد علمی، در اندازه های نانو، مواد دارای خواص بسیار متفاوت از خواص همان مواد به صورت توده می باشند. این مسئله باعث پیدایش مواد محکم تر، سبک تر و هادی تر شده و خواص مغناطیسی عالی، عایق بهتر گرمایی و فرسایش کمتر به ماده می دهد.

نانو تکنولوژی یک رشته جدید نیست بلکه رویکردی جدید در تمام رشته ها است و هدف آن ساخت اشیا اتم به اتم و مولکول به مولکول است، راهی که طبیعت میلیون ها سال است انجام می دهد. خواص و عملکرد بدیع مقیاس نانو را می توان با کنترل مواد در بلوک ساختمانی اش اعم از اتم، مولکول و نانو ساختار بدست آورد و نانو تکنولوژی عبارت از گردآوری این نانو ساختارها در مواد و