

دانشگاه بیرجند
دانشکده علوم

پایان نامه کارشناسی ارشد شیمی تجزیه

عنوان:

مطالعه اصولی بر هم کنش یون های نقره، مس، کبالت و نیکل با
نانو ذرات پوشیده *CdS* توسط مرکاپتوسوکسینیک اسید
به عنوان ردیاب فلورسانس

استاد راهنما:

دکتر محمد سعید حسینی

استاد مشاور:

دکتر حیدر رئیسی

پژوهش و نگارش:

آتنا عباسی پیروز

مهر ۱۳۸۹

چکیده

بررسی فلزات سنگین از جمله نقره، مس، کبالت، نیکل و جیوه به عنوان یون های سمی از اهمیت بالایی برخوردار است. در این پژوهش، روشی موفق جهت بررسی جذب یون های نام برده شده بر روی نانو ذرات کوانتومی سولفید کادمیم پوشیده شده با مرکاپتوسوکسیسینیک اسید در محدوده معینی از pH شرح داده شده است. فرآیند جذب یون های فوق در محلول آنالیت به روش اسپکتروفلورومتری در طول موج نشری ۴۹۹ نانومتر مورد بررسی قرار گرفت. با اضافه کردن غلظت های معین از یون های نقره، مس، کبالت، نیکل و جیوه، در محدوده pH های میان (۴-۱۰)، اندرکنش یون های فوق با ذرات کوانتومی به شیوه *Quenching* و بر اساس معادله استرن-والمر بررسی شد. پارامترهای موثر در این زمینه شامل غلظت ترکیب مرکاپتوسوکسیسینیک اسید و زمان انجام واکنش بهینه سازی شد. بعد از بهینه سازی روش، امکان بررسی یون های نامبرده در گستره (1×10^{-5} - 1×10^{-7}) مولار میسر شد.

در قسمت دوم، این پژوهش از نتایج بدست آمده برای تعیین یون جیوه (II) به روش اسپکتروفلورومتری استفاده شد. در این روش غلظت جیوه (II) به شیوه *Quenching* مورد اندازه گیری قرار گرفت. بعد از بهینه سازی به کمک این روش امکان اندازه گیری یون جیوه در محدوده غلظتی (1×10^{-6} - 1×10^{-7}) مولار امکانپذیر شد. تکرار پذیری روش و حد تشخیص آن به ترتیب با اندازه گیری غلظت جیوه در محلول های 5×10^{-7} مولار و شاهد مورد بررسی قرار گرفت و مقدار $RSD=2/9\%$ و حد تشخیص $5/1 \times 10^{-8}$ مولار به دست آمد. سادگی، ارزانی، مستقل بودن از حجم نمونه و گزینش پذیری نسبتا بالا به یون جیوه (II) را می توان به عنوان مزایای این روش نسبت به روش های مشابه بیان کرد.

ذرات کوانتومی

- ۱-۱ مقدمه ۲
- ۲-۱ فناوری نانو چیست؟ ۳
- ۳-۱ مزایا و معایب این فناوری ۴
- ۴-۱ تعریف ذرات کوانتومی ۵
- ۵-۱ ذرات کوانتومی ۸
- ۶-۱ مهم ترین قسمت های یک ذره کوانتومی ۹
- ۷-۱ طریقه سنتز ذرات کوانتومی ۱۰
- ۷-۱-۱ سنتز آلی-فلزی ۱۰
- ۷-۱-۲ سنتز مستقیم در فاز آبی ۱۱
- ۸-۱ ویژگی هایی ذرات کوانتومی ۱۲
- ۹-۱ اصلاح سطح ذرات کوانتومی ۱۵
- ۱۰-۱ کاربرد های ذرات کوانتومی ۱۷
- ۱۰-۱-۱ علامت گذاری ذرات کوانتومی با زنجیره ای از دانه های ریز ۱۸
- ۱۰-۱-۲ نشان دار کردن پلی اتیلن گلیکول (PEG) توسط ذرات کوانتومی ۱۸
- ۱۰-۱-۳ نشانگرهای بیولوژیکی ۱۹
- ۱۰-۱-۴ دیود های نشر نوری (LEDs) ۲۰
- ۱۰-۱-۵ مولد های انرژی خورشیدی ۲۱
- ۱۰-۱-۶ ردیاب فلورسانس برای تجزیه های بیولوژیکی ۲۱
- ۱۱-۱ روش های سنجش نانو ذرات ۲۲
- ۱۱-۱-۱ روش های متداول ۲۲

۲۴.....۲-۱۱-۱ تکنیک فوتولومینسانس

ساخت حسگر های فوتولومینسانس بر پایه نانو ذرات کوانتومی

۲۶	۱-۲ تعریف حسگر.....
۲۶	۲-۲ ویژگی های حسگرهای آینده ال.....
۲۶	۳-۲ حساسیت حسگر.....
۲۷	۴-۲ قدرت تفکیک حسگر.....
۲۷	۵-۲ حسگر های نوری.....
۲۹	۶-۲ تاریخچه.....
۳۰	۷-۲ تعریف فوتولومینسانس.....
۳۰	۸-۲ تئوری فوتولومینسانس.....
۳۰	۹-۲ انتقالات الکترونی در فوتولومینسانس.....
۳۱	۱۰-۲ انواع فوتولومینسانس.....
۳۱	۱-۱۰-۲ فوتو لومینسانس تهییجی (PLE).....
۳۱	۲-۱۰-۲ فوتولومینسانس با زمان معین (TRPL).....
۳۲	۳-۱۰-۲ فسفرسانس.....
۳۲	۴-۱۰-۲ فلورسانس.....
۳۳	۱۱-۲ عوامل موثر در فوتولومینسانس.....

فصل سوم

مطالعه اصولی بر هم کنش یون های نقره، مس، کبالت، نیکل با نانو ذرات پوشیده *CdS* توسط

مرکاپتوسوکسینیک اسید به عنوان ردیاب فلورسانس

۴۳	۱-۳ مقدمه
۴۳	۲-۳ هدف تحقیق
۴۴	۳-۵ وسایل و مواد مورد نیاز
۴۴	۳-۵-۱ دستگاه ها و لوازم مورد استفاده
۴۴	۳-۵-۲ مواد و معرف های مورد استفاده
۴۵	۳-۶ تهیه محلول های موردنیاز
۴۶	۳-۷ روش آزمایش
۴۸	۳-۸ مراحل بهینه سازی
۴۸	۳-۸-۱ بهینه کردن مقدار محلول مادر حاوی مرکاپتو سوکسینیک اسید
۴۸	۳-۸-۲ بهینه کردن مدت زمان واکنش
۴۹	۳-۹ تعیین محدوده pH
۵۰	۳-۱۰ تعیین محدوده pH در حضور یون های مورد نظر
۵۴	۳-۱۱ بررسی یون نقره
۵۷	۳-۱۲ بررسی یون نیکل
۵۹	۳-۱۳ بررسی یون مس
۶۲	۳-۱۴ بررسی یون کبالت
۶۴	۳-۱۵ بررسی یون جیوه
۶۷	۳-۱۶ نتیجه گیری

فصل چهارم

تعیین یون جیوه (II) به روش اسپکتروفلوریمتری با استفاده از ذرات کوانتومی *CdS* پوشیده

شده با مرکاپتوسوکسینیک اسید

۱-۴	مقدمه	۷۲
۱-۱-۴	روشهای اندازه گیری جیوه	۷۲
۱-۱-۱-۴	روش جذب اتمی	۷۲
۲-۱-۱-۴	روشهای الکتروشیمیایی	۷۲
۳-۱-۱-۴	روشهای کاتالیزوری	۷۲
۴-۱-۱-۴	روش نشر اتمی	۷۲
۵-۱-۱-۴	روش فلورسانس اشعه ایکس	۷۳
۶-۱-۱-۴	روشهای اسپکتروفتومتری	۷۳
۷-۱-۱-۴	روش فعال سازی با نوترون حرارتی	۷۳
۸-۱-۱-۴	روش فلورسانس اتمی	۷۳
۹-۱-۱-۴	روشهای کروماتوگرافی	۷۴
۱۰-۱-۱-۴	روشهای فلوریمتری مولکولی	۷۴
۲-۴	موارد استفاده جیوه، سمیت و اهمیت اندازه گیری آن	۷۴
۳-۴	هدف تحقیق	۷۵
۴-۴	وسایل و مواد مورد نیاز	۷۵
۱-۴-۴	دستگاه ها و لوازم مورد استفاده	۷۵
۲-۴-۴	مواد و معرف های مورد استفاده	۷۶
۵-۴	تهیه محلول های مورد نیاز	۷۶
۶-۴	روش آزمایش	۷۶

۷۷.....	۴-۶-۱ تهیه محلول دارای ذرات کوانتومی.....
۷۷.....	۴-۶-۲ تهیه محلول شاهد.....
۷۷.....	۴-۶-۳ تهیه محلول غنی شده از یون جیوه.....
۷۸.....	۴-۶-۴ تهیه محلول فیلتر.....
۷۸.....	۴-۷-۱ ارقام شایستگی.....
۷۸.....	۴-۷-۱ تعیین منحنی کالیبراسیون.....
۸۰.....	۴-۷-۱ انحراف استاندارد نسبی (<i>RSD</i>).....
۸۱.....	۴-۷-۲ حد تشخیص (<i>DL</i>).....
۸۲.....	پیوست.....
۸۸.....	مراجع.....

فهرست جداول

جدول ۳-۱: $pH= (۴-۱۰)$ محلول شاهد	۴۹
جدول (پ-۳-۱): نتایج بدست آمده یون نقره در $pH= ۴-۱۰$	۸۲
جدول (پ-۳-۲): نتایج بدست آمده یون کبالت در $pH= ۴-۱۰$	۸۲
جدول (پ-۳-۳): نتایج بدست آمده یون جیوه در $pH= ۴=۱۰$	۸۲
جدول (پ-۳-۴): نتایج بدست آمده یون نیکل در $pH= ۴- ۱۰$	۸۲
جدول (پ-۳-۵): نتایج بدست آمده یون مس در $pH= ۴-۱۰$	۸۲
جدول (پ-۳-۶): نتایج بدست آمده یون نقره در $pH= ۵$	۸۲
جدول (پ-۳-۷): نتایج بدست آمده یون نقره در $pH=۶$	۸۳
جدول (پ-۳-۸): نتایج بدست آمده یون نقره در $pH=۷$	۸۳
جدول (پ-۳-۹): نتایج بدست آمده یون نقره در $pH=۸$	۸۳
جدول (پ-۳-۱۰): نتایج بدست آمده یون نیکل در $pH=۵$	۸۳
جدول (پ-۳-۱۱): نتایج بدست آمده یون نیکل در $pH=۶$	۸۳
جدول (پ-۳-۱۲): نتایج بدست آمده یون نیکل در $pH= ۷$	۸۳
جدول (پ-۳-۱۳): نتایج بدست آمده یون نیکل در $pH= ۸$	۸۴
جدول (پ-۳-۱۴): نتایج بدست آمده یون مس در $pH= ۵$	۸۴
جدول (پ-۳-۱۵): نتایج بدست آمده یون مس در $pH= ۶$	۸۴
جدول (پ-۳-۱۶): نتایج بدست آمده یون مس در $pH= ۷$	۸۴
جدول (پ-۳-۱۷): نتایج بدست آمده یون مس در $pH= ۸$	۸۴
جدول (پ-۳-۱۸): نتایج بدست آمده یون کبالت در $pH= ۵$	۸۴
جدول (پ-۳-۱۹): نتایج بدست آمده یون کبالت در $pH= ۶$	۸۵
جدول (پ-۳-۲۰): نتایج بدست آمده یون کبالت در $pH= ۷$	۸۵

جدول (پ-۳-۲۱): نتایج بدست آمده یون کبالت در $pH=8$ ۸۵

جدول (پ-۳-۲۲): نتایج بدست آمده یون جیوه در $pH=5$ ۸۵

جدول (پ-۳-۲۳): نتایج بدست آمده یون جیوه در $pH=6$ ۸۵

جدول (پ-۳-۲۴): نتایج بدست آمده یون جیوه در $pH=7$ ۸۵

جدول (پ-۳-۲۵): نتایج بدست آمده یون جیوه در $pH=8$ ۸۶

فهرست شکل ها

- شکل ۱-۱: مقایسه اندازه ذرات کوانتومی ۶
- شکل ۱-۲: نمودار انرژی پیوند ۷
- شکل ۱-۳: نمودار طیف فوتولومینسانس بر حسب اندازه ذرات ۸
- شکل ۱-۴: مهم ترین قسمت های یک ذره کوانتومی ۹
- شکل ۱-۵: نمودار دانسیته حالت ذرات کوانتومی ۱۴
- شکل ۱-۶: طیف ذرات کوانتومی ۱۵
- شکل ۱-۷: برخی شاخه های نانو ذرات کوانتومی ۲۲
- شکل ۱-۲: نمودار جاکوبی (فرآیند فلورسانس و فسفرسانس) ۳۳
- شکل ۲-۲: نمودار تغییرات pH ۴۰
- شکل ۱-۳: مرکاپتوسوکسینیک اسید ۴۴
- شکل ۳-۱: نمودار محلول شاهد در $pH = 4 - 10$ ۴۹
- شکل ۲-۳: نمودار طیف نشری و جذبی CdS پوشیده شده توسط مرکاپتوسوکسینیک اسید ۵۰
- شکل ۳-۳: نمودار یون نقره در $pH = 4 - 10$ ۵۱
- شکل ۴-۳: نمودار یون کبالت در $pH = 4 - 10$ ۵۲
- شکل ۵-۳: نمودار یون جیوه در $pH = 4 - 10$ ۵۲
- شکل ۶-۳: نمودار یون نیکل در $pH = 4 - 10$ ۵۳
- شکل ۷-۳: نمودار یون مس در $pH = 4 - 10$ ۵۳
- شکل ۸-۳: یون نقره در محدوده غلظتی $1 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-7}$ و در $pH = 5$ ۵۴
- شکل ۹-۳: یون نقره در محدوده غلظتی $1 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-7}$ و در $pH = 6$ ۵۵
- شکل ۱۰-۳: یون نقره در محدوده غلظتی $1 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-7}$ و در $pH = 7$ ۵۵
- شکل ۱۱-۳: یون نقره در محدوده غلظتی $1 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-7}$ و در $pH = 8$ ۵۶

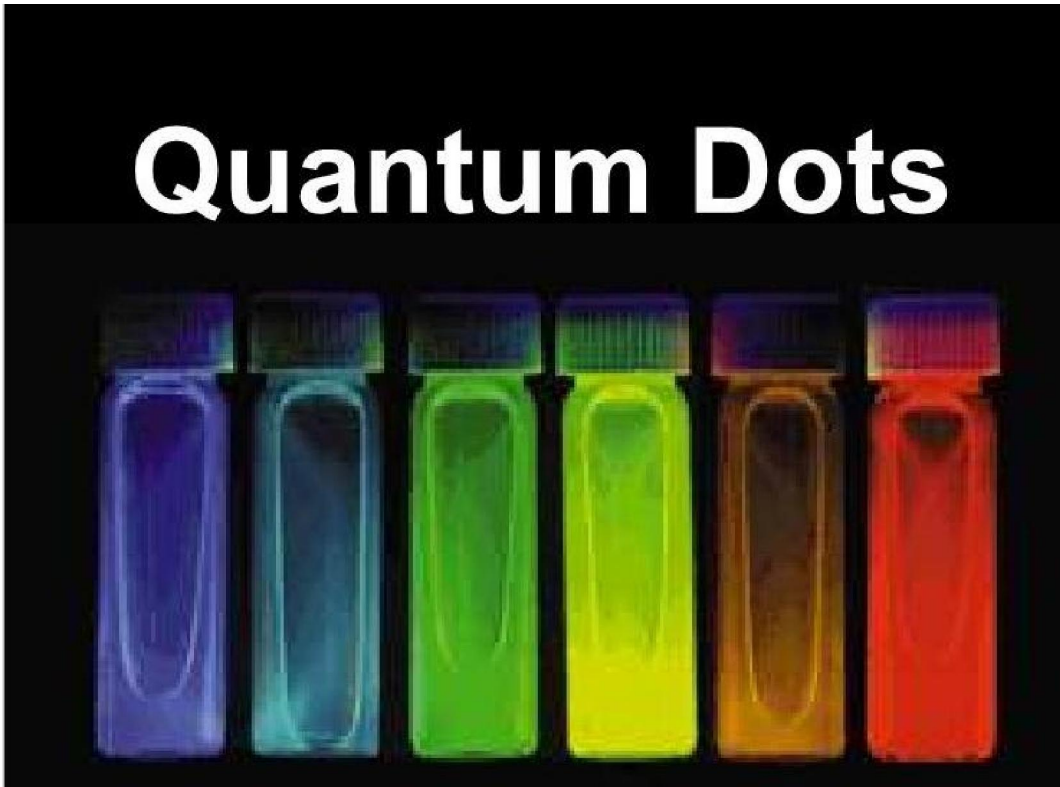
- شکل ۳-۱۲: یون نیکل در محدوده غلظتی $1 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-7}$ و در $pH=5$ ۵۷
- شکل ۳-۱۳: یون نیکل در محدوده غلظتی $1 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-7}$ و در $pH=6$ ۵۷
- شکل ۳-۱۴: یون نیکل در محدوده غلظتی $1 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-7}$ و در $pH=7$ ۵۸
- شکل ۳-۱۵: یون نیکل در محدوده غلظتی $1 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-7}$ و در $pH=8$ ۵۸
- شکل ۳-۱۶: یون مس در محدوده غلظتی $1 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-7}$ و در $pH=5$ ۵۹
- شکل ۳-۱۷: یون مس در محدوده غلظتی $1 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-7}$ و در $pH=6$ ۶۰
- شکل ۳-۱۸: یون مس در محدوده غلظتی $1 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-7}$ و در $pH=7$ ۶۰
- شکل ۳-۱۹: یون مس در محدوده غلظتی $1 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-7}$ و در $pH=8$ ۶۱
- شکل ۳-۲۰: یون کبالت در محدوده غلظتی $1 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-7}$ و در $pH=5$ ۶۲
- شکل ۳-۲۱: یون کبالت در محدوده غلظتی $1 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-7}$ و در $pH=6$ ۶۲
- شکل ۳-۲۲: یون کبالت در محدوده غلظتی $1 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-7}$ و در $pH=7$ ۶۳
- شکل ۳-۲۳: یون کبالت در محدوده غلظتی $1 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-7}$ و در $pH=8$ ۶۳
- شکل ۳-۲۴: یون جیوه در محدوده غلظتی $1 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-7}$ و در $pH=5$ ۶۴
- شکل ۳-۲۵: یون جیوه در محدوده غلظتی $1 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-7}$ و در $pH=6$ **Error! Bookmark not defined.**
- شکل ۳-۲۶: یون جیوه در محدوده غلظتی $1 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-7}$ و در $pH=7$ ۶۵
- شکل ۳-۲۷: یون جیوه در محدوده غلظتی $1 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-7}$ و در $pH=8$ ۶۶
- شکل ۳-۲۸: TEM نانو ذرات کوانتومی CdS ۶۸
- شکل ۳-۲۹: TEM نانو ذرات کوانتومی CdS پوشیده شده با مرکاپتوسوکسینیک اسید ۶۹
- شکل ۳-۳۰: TEM نانو ذرات کوانتومی CdS پوشیده شده با مرکاپتوسوکسینیک اسید+یون جیوه ۷۰
- شکل ۴-۱: طیف های نشری محلول های حاوی یون جیوه برای تعیین منحنی کالیبراسیون ۷۹
- شکل ۴-۲: طیف های نشری محلول های حاوی یون جیوه ۸۰

فهرست نمودارها

نمودار ۱-۳: نمودار Stern-volmer یون نقره.....	۵۶
نمودار ۲-۳: نمودار Stern-volmer یون نیکل.....	۵۹
نمودار ۳-۳: نمودار Stern-volmer یون مس.....	۶۱
نمودار ۴-۳: نمودار Stern-volmer یون کبالت.....	۶۴
نمودار ۵-۳: نمودار Stern-volmer یون جیوه.....	۶۶
نمودار ۱-۴: نمودار منحنی کالیبراسیون.....	۷۹

فصل اول

ذرات کوانتومی



۱-۱ مقدمه

در طول تاریخ بشر از زمان یونان باستان، مردم و به خصوص دانشمندان آن دوره بر این باور بودند، که مواد را می‌توان آنقدر به اجزاء کوچک تقسیم کرد تا به ذراتی رسید که دیگر خرد نشوند، و این ذرات، بنیان مواد را تشکیل می‌دهند. شاید بتوان دموکریتوس فیلسوف یونانی را پدر فناوری و علوم نانو دانست، چرا که در حدود ۴۰۰ سال قبل از میلاد مسیح او اولین کسی بود که واژه اتم را، که به معنی تقسیم نشدنی، در زبان یونانی است، برای توصیف ذرات سازنده مواد به کار برد. با تحقیقات و آزمایش‌های بسیار، دانشمندان تاکنون ۱۰۸ نوع اتم و تعداد زیادی ایزوتوپ کشف کرده‌اند. آنها همچنین پی برده‌اند که اتم‌ها از ذرات کوچکتری مانند کوارک‌ها و لپتون‌ها تشکیل شده‌اند. با این حال، این کشف‌ها در تاریخ پیدایش این فناوری پیچیده زیاد مهم نیست. نانوتکنولوژیست‌ها شیشه‌گران قرون وسطایی بوده‌اند که از قالب‌های قدیمی برای شکل دادن شیشه‌ها استفاده می‌کردند. البته این شیشه‌گران نمی‌دانستند که چرا با اضافه کردن طلا به شیشه رنگ آن تغییر می‌کند. در آن زمان برای ساخت شیشه‌های کلیساهای قرون وسطایی از ذرات نانومتری طلا استفاده می‌کردند و با این کار شیشه‌های رنگی بسیار جذابی را تهیه می‌کردند. این قبیل شیشه‌ها هم اکنون در بین شیشه‌های بسیار قدیمی یافت می‌شوند. نقطه شروع و توسعه اولیه فناوری نانو به طور دقیق مشخص نیست. شاید بتوان گفت که اولین نقطه شروع و توسعه اولیه فناوری نانو به وجود آمده در این شیشه‌ها بر پایه این حقیقت استوار است که مواد با ابعاد نانو دارای همان خواص مواد با ابعاد میکرو نمی‌باشند. در واقع یافتن مثال‌هایی برای استفاده از نانو ذرات فلزی چندان سخت نیست. رنگدانه‌های تزیینی جام‌مشهور لیکرگوس^۱ در روم باستان (قرن چهارم بعد از میلاد) نمونه‌ای از آنهاست. این جام هنوز در موزه بریتانیا قرار دارد و بسته به جهت نور تابیده به آن رنگهای متفاوتی دارد. نور انعکاس یافته از آن

¹ *Lycurgus*

سبز است ولی اگر نوری از درون آن بتابد، به رنگ قرمز دیده می‌شود. آنالیز این شیشه حکایت از وجود مقادیر بسیار اندکی از بلورهای فلزی ریز ۷۰۰ نانومتری دارد، که حاوی نقره و طلا با نسبت مولی تقریباً ۱۴ به ۱ است حضور این نانو بلورها باعث رنگ ویژه جام لیکرگوس گشته است [۱].

۲-۱ 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 ۱۰۰-۱ نانومتر می‌باشد. (۱ نانومتر، یک میلیاردم متر است) [۲].

اولین جرقه فناوری نانو که البته در آن زمان هنوز به این نام شناخته نشده بود، در سال ۱۹۵۹ زده شد. در این سال ریچارد فاینمن طی یک سخنرانی با عنوان «فضای زیادی در سطوح پایین وجود دارد». سخنرانی او شامل این مطلب بود، که می‌توان تمام دایره‌المعارف بریتانیا را بر روی یک سنجاق نگارش کرد. یعنی ابعاد آن را به اندازه $1/25000$ ابعاد واقعی آن کوچک کرد. او همچنین از دوتایی کردن اتم‌ها برای کاهش ابعاد کامپیوترها سخن گفت (در آن زمان ابعاد کامپیوترها بسیار بزرگتر از ابعاد کنونی بودند اما او احتمال می‌داد که ابعاد آنها را بتوان حتی از ابعاد کامپیوترهای کنونی نیز کوچکتر کرد). او همچنین در آن سخنرانی توسعه بیشتر فناوری نانو را پیش‌بینی نمود و 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 [۳ و ۱].

واژه فناوری نانو اولین بار توسط نوریوتاینگوچی استاد دانشگاه علوم توکیو در سال ۱۹۷۴ بر زبانها جاری شد. او این واژه را برای توصیف ساخت مواد (وسایل) دقیقی که حد تغییرات ابعادی آنها در حد نانومتر می‌باشد، به کار برد. در سال ۱۹۸۶ این واژه توسط کی اریک درکسلر^۱ در کتابی تحت عنوان: «موتور آفرینش: آغاز دوران فناوری نانو» باز آفرینی و تعریف مجدد شد.

¹Erich Drexler

وی این واژه را به شکل عمیق‌تری در رساله دکترای خود مورد بررسی قرار داده و بعدها آنرا در کتابی تحت عنوان «نانوسیستم‌ها ماشین‌های مولکولی»^۱ توسعه داد [۱].

تفاوت اصلی فناوری نانو با فناوری‌های دیگر در مقیاس مواد و ساختارهایی است که در این فناوری مورد استفاده قرار می‌گیرند. البته تنها کوچک بودن اندازه مد نظر نیست؛ بلکه زمانی که اندازه مواد در این مقیاس قرار می‌گیرد، خصوصیات ذاتی آنها از جمله رنگ، استحکام و مقاومت در برابر خوردگی تغییر می‌یابد. در حقیقت اگر بخواهیم تفاوت این فناوری را با فناوری‌های دیگر به صورت قابل ارزیابی بیان نماییم، می‌توانیم وجود "عناصر پایه" را به عنوان یک معیار ذکر کنیم. عناصر پایه در حقیقت همان عناصر نانو مقیاسی هستند که ویژگی‌های نانو مقیاس با خواص آن‌ها در مقیاس بزرگتر فرق می‌کند. اولین و مهمترین عنصر پایه، نانو ذره است. منظور از نانو ذره، همانگونه که از نام آن مشخص است، ذراتی با ابعاد نانومتری در هر سه بعد می‌باشد. نانو ذرات می‌توانند از مواد مختلفی چون نانو ذرات فلزی و سرامیکی تشکیل شوند. دومین عنصر پایه، نانوکپسول است، همان طوری که از اسم آن مشخص است، کپسول‌هایی هستند که قطر نانومتری دارند و می‌توان مواد مورد نظر را درون آنها قرار داد و کپسوله کرد. سال‌هاست که نانوکپسول‌ها در طبیعت تولید می‌شوند؛ مولکول‌های موسوم به فسفولیپیدها که یک سر آنها آبگریز و سر دیگر آنها آبدوست است، وقتی در محیط آبی قرار می‌گیرند، خود به خود کپسول‌هایی را تشکیل می‌دهند که قسمت‌های آبگریز مولکول در درون آنها واقع می‌شود و از تماس با آب محافظت می‌شود. حالت برعکس نیز قابل تصور است [۳ و ۱].

۳-۱ مزایا و معایب این فناوری

ساخت ابزار در مقیاس مولکولی دارای مزایا و معایب بسیاری است، از مزایای آن می‌توان

به نکات زیر اشاره کرد:

¹ *Engines of Creation. The Coming Age of Nanotechnology*

۱- با استفاده از نانو تکنولوژی، محصولات می توانند تا پنج برابر قویتر، تا ده برابر موثرتر و میلیون ها برابر فشرده تر عمل کنند.

۲- محصولات نانو تکنولوژی می توانند در طی چند روز طراحی شوند و در عرض چند ساعت پخش گردد.

۳- حتی محصولات را می توان از قبل طراحی کرد و به عبارت دیگر از پیش طراحی شده باشند. به طور کلی، این فناوری برای ما فرآیند های سریع، ارزان با تولیدات بهتر و محیط زیستی پاکیزه تر به همراه خواهد داشت.

اما مهم ترین عیبی که این فناوری به دنبال خود دارد، سوق دادن این فناوری و استفاده از آن در تولید سلاح های مرگبار است که ارزان بودن این سلاح ها خود نوید خطرناک شدن آینده را برای ما به دنبال دارد. در هر صورت حرکت سریع این تکنولوژی، با این چالش ها و مزایا به صورتی غیر قابل اجتناب به نظر می رسد [۴].

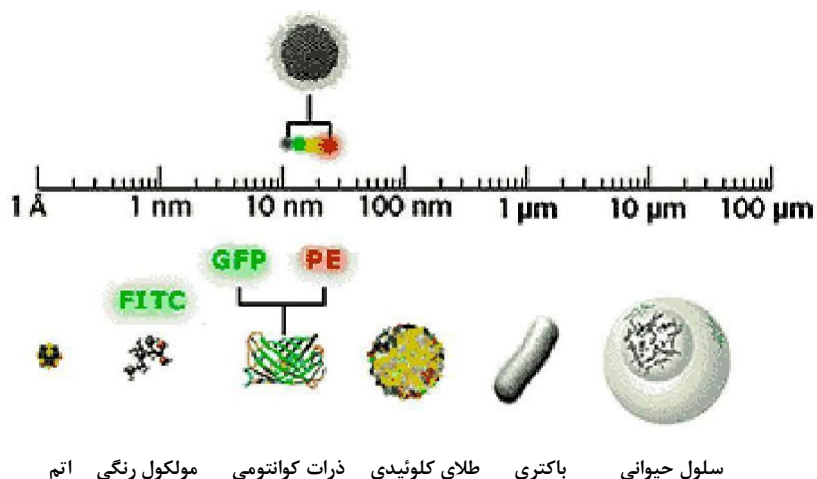
در ادامه، در مورد نوع ویژه ای از نانو ذرات، یعنی نانو کریستال های نیمه رسانا (*Quantum dots*) مطالبی بیان می شود.

۴-۱ تعریف ذرات کوانتومی

ذرات کوانتومی به عنوان نانو کریستال های نیمه رسانا کروی، با ابعاد فیزیکی که از شعاع بوهر تهیهی کوچکتر هستند، شامل نوع جدیدی از نیمه رسانا ها می باشند و دارایی کاربردهای زیادی هستند. می توان ذرات کوانتومی را از مواد گوناگون تهیه کرد؛ اصولاً ذرات کوانتومی از نیمه رسانا های گروه های ۳-۵ و ۲-۶ ساخته می شوند. برای مثال می توان از ترکیباتی چون *Ga-As, In-P, CdS, ZnS* به عنوان ذرات کوانتومی نام برد، نخستین ذره کوانتومی که ساخته شد *CdSe* می باشد [۵-۸].

این نانو ذرات دارای ۳ بعد می باشند. اندازه ذرات کوانتومی را می توان با دما و زمان کنترل کرد، این محدوده زمانی از چند دقیقه تا چند ساعت متغیر می باشد، که به اندازه ذرات

بستگی دارد. اندازه ذرات کوانتومی بین ۱۰-۲ نانومتر می باشند، یعنی معادل کنار هم قرار گرفتن ۱۰ تا ۵۰ اتم، ذرات کوانتومی که به طور خودبخودی ساخته می شوند، اندازه آن ها بین ۵۰-۱۰ نانومتر می باشد. اگر اندازه ذرات کوانتومی، را با دیگر حالت ها مقایسه کنیم، این ذرات کوانتومی از اتم ها بزرگتر و از سلول های حیوانی کوچکتر هستند [۹ و ۵۰].

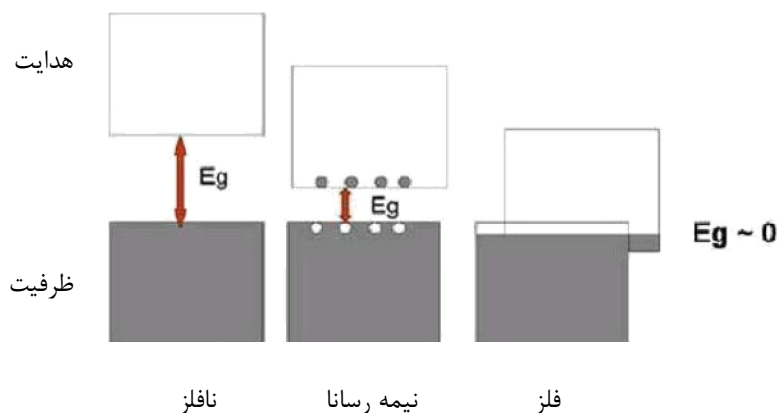


شکل ۱-۱: مقایسه اندازه ذرات کوانتومی

توزیع و کنترل اندازه نانو کریستال های نیمه رسانا از دیدگاه کاربرد نانو ذرات حائز اهمیت است. اثر اندازه ذرات نانو کریستال های نیمه رسانا در چندین آزمایش مورد توجه قرار گرفته است؛ اندازه نانو ذرات در فتوالکترونیک، برچسب دار کردن بیولوژیکی، به عنوان ردیاب برای ساختارهای *DNA* و ردیاب فلورسانس در تعیین پپتید ها موثر می باشند. برای ساخت ذرات کوانتومی نمی توان از روش های قدیمی استفاده کرد، زیرا روش های قدیمی یک سری نقایص دارند، این نقایص عبارتند از: کمبود تنوع، تنظیم نور، کیفیت الکترونی پر هزینه و مهم ترین نقص نیمه رساناهای قدیمی این است که، شکاف باند^۱ این نیمه رساناها تثبیت شده است و فرکانس نشری این نیمه رسانا های قدیمی به راحتی نمی تواند تغییر کنند. برای حل این موضوع باید از تکنولوژی ویژه ای استفاده کرد. از طریق این تکنولوژی های ویژه می توان نیمه رساناهای

^۱ Band gap

جدیدی ساخت با خواص الکترونی خوب و محدوده ای گسترده از فرکانس نشری که تغییرات شکاف باندی متغییری با حداقل هزینه ایجاد خواهد شد [۵۱۰].



شکل ۱-۲. نمودار انرژی پیوند

در ذرات کوانتومی شکاف باندی از اهمیت خاصی برخوردار است، شکاف باندی فاصله بین بالاترین ترازهای الکترونی پر شده (باند ظرفیت)^۱ و پایین ترین ترازهای الکترونی پر نشده (تراز هدایت)^۲ می باشند، که احتمال حضور الکترون در این ناحیه صفر است [۱۱].

فاصله بین سطوح انرژی در ذرات کوانتومی تابع اندازه ذرات کوانتومی می باشد، در هر ذره کوانتومی، فاصله بین سطوح انرژی آن می تواند متفاوت از دیگری باشد، زیرا هر ذره کوانتومی دارای اندازه ویژه خود است و هم چنین هر ذره کوانتومی با اندازه ویژه خود دارای یک رنگ متفاوت در فلورسانس می باشد، که در فلورمتری، رنگ آبی نشان دهنده ذره کوانتومی است با کمترین اندازه و طول موج نشری در حالیکه رنگ قرمز، ناشی از بیشترین اندازه و بلندترین طول موج نشری را شامل می شود؛ رنگ های سبز، زرد و نارنجی در بین رنگ های آبی و قرمز قرار می گیرند [۱۱ و ۸].

¹ Valence band

² Conduction band