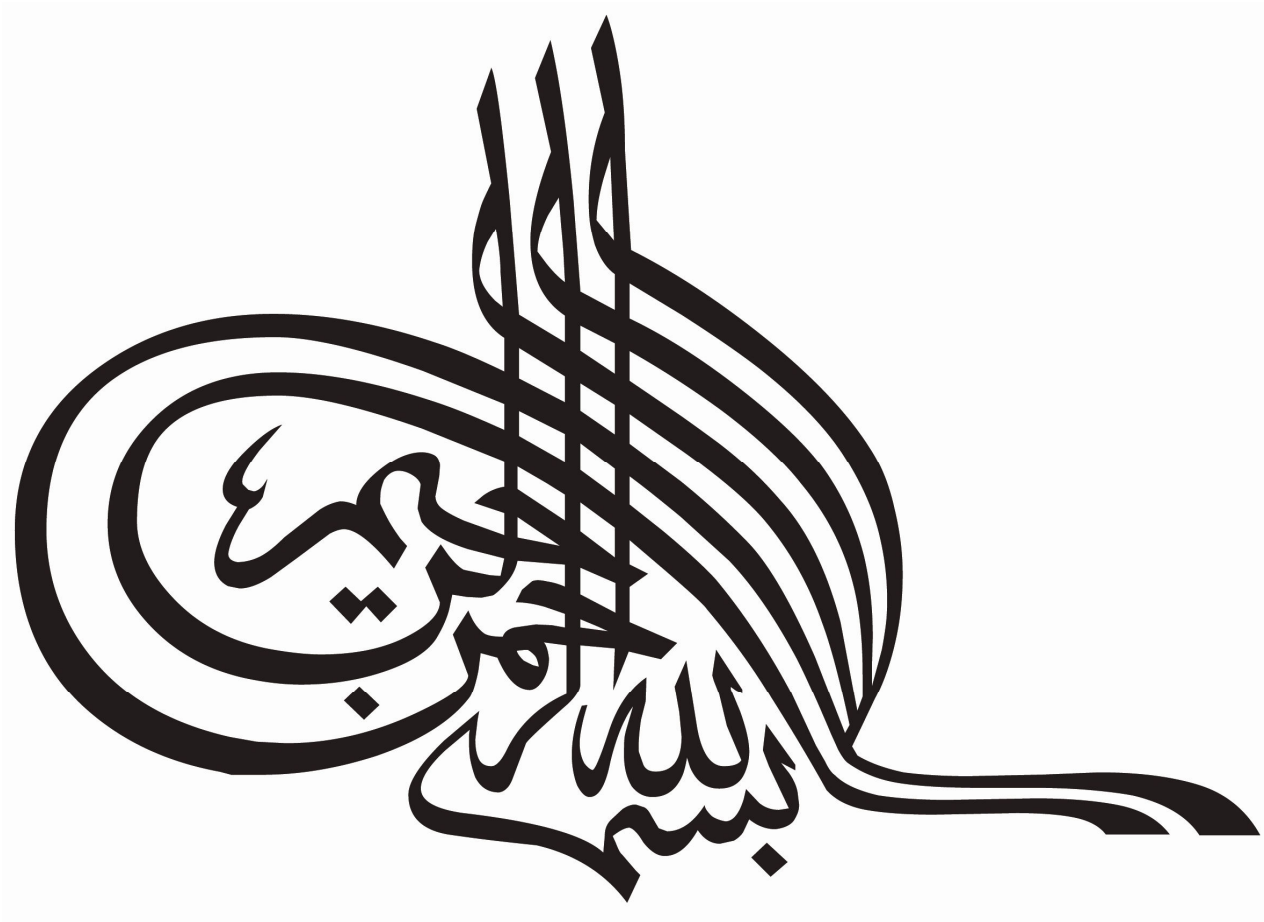

بسم الله الرحمن الرحيم

تهیه و شناسایی نانوذرات نقره

عسل کیازاده

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
در رشته شیمی معدنی

استاد راهنما: دکتر آزاده تجردی

آذر ۱۳۸۴

با سپاس و ستایش یکتای بی همتا و با تقدیر و تشکر فراوان از استاد ارجمند سرکار خانم دکتر آزاده تجردی که در راستای این پروژه مرا مورد راهنماییهایشان قرار دادند، بر خود لازم می دانم ، از تمامی بزرگوارانی که مرا مورد لطف و عنایت قرار داده اند تشکر نمایم:

* استاد محترم، جناب آقای دکتر نعیمی جمال

* سرکار خانم مهندس ترک نیک

* کادر محترم و صدیق مرکز تحقیقات سیمان

* و تشکر و قدردانی ویژه از سرکار خانم مهسا کیازاده و جناب آقای مهندس شکوهی

تقدیم به :

مادر عزیزو مهربانم

و مرحوم پدر بزرگوارم

چکیده

سنتز شیمیایی نانو ذرات نقره، اخیراً مورد توجه بسیاری از محققان قرار گرفته است . زیرا نانوذرات نقره به طور عمده، به دلیل خواص فیزیکی و شیمیایی ویژه‌ای که از خود نشان می‌دهند، کاربردهای فراوانی از قبیل کارایی الکترونیکی و نوری، بهداشتی و کاتالیتیکی دارند .

در این تحقیق، نانوذرات نقره با کاهنده های مختلفی تهیه شدند. و اما به منظور داشتن ذرات نقره در گسترهٔ نانومتر از پلی وینیل پیرولیدن (PVP)، تری سدیم سیترات و تری فنیل فسفین استفاده شده است. همچنین، سنتز از طریق مایکروویو(MW) نیز صورت پذیرفت. به طور کلی، سنتز مایکروویو روشی سریع و آسان برای تولید ذرات فلزی در اندازه یکنواخت تر است.

شناسایی نانوذرات نقره با دستگاههای XRD ، TEM ، AFM و UV-Vis صورت پذیرفته است.

و اما نوع کاهنده و پایدار کننده، تاثیرات بسزایی در اندازه و مورفولوژی نانوذرات نقره دارند.که مورد بررسی قرار گرفته است.

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل ۱ : مطالعات نظری ۱

۱- مقدمه ۱

۱-۱- یک نانومتر چیست ؟ ۱

۱-۱-۱- چرا این مقیاس طولی انقدر مهم می باشد ؟ ۱

۱-۱-۲- فواید نانو فناوری چه خواهد بود ؟ ۲

۱-۲- تاریخچه ۴

۱-۳- نقره (Silver) ۷

۱-۳-۱- خواص شیمیایی ۸

۱-۳-۲- کاربرد نانو ذرات نقره ۸

۱-۴- سنتز فاز بخار نانو ذرات ۹

۱-۵- روش آسیاب کردن ۱۶

۱-۶- شیمی کلوئیدی و چگونگی پایداری ذرات فلزی ۲۰

۱-۶-۱- فتولیز یا روش پرتوکافت گاما ۲۲

۱-۶-۲- روش الکتروشیمی ۲۵

۱-۶-۳- روش کاهش شیمیایی ۲۶

۱-۷- تاثیرات معرف کاهنده ۲۸

۱-۸- تاثیرات پلیمر پایدار کننده بر روی نانو ذرات فلزی ۲۹

عنوان صفحه

فصل ۲ : مطالعات آزمایشگاهی ۳۱

۲-۱- مواد و دستگاهها ۳۲

۲-۲- سنتز ذرات نقره پایدار شده در تری فنیل فسفین ۳۳

۲-۳- سنتز نانوذرات نقره طی روش ماکروویو ۳۷

۲-۳-۱- تولید نانوذرات نقره در محیطهای الکلی در حضور PVP ۳۹

۲-۳-۲- تولید نانوذرات نقره به وسیله کاهنده های غیر الکلی در حضور PVP ۴۰

۲-۴- سنتز نانوذرات نقره در حضور تری سدیم سیترات ۴۷

فصل ۳ : بحث و نتیجه گیری ۴۸

۳- مقدمه ۴۹

۳-۱- تحلیل نتایج UV-Vis ۴۹

۳-۲- نتایج حاصل از تصاویر TEM ۵۲

۳-۳- تحلیل نتایج AFM ۵۶

۳-۴- مطالعات گسترده تر تولید نانوذرات نقره در محیط الکلی (متانول) ۶۰

۳-۵- پیشنهاد ۶۲

مراجع ۶۴

فهرست جداول

عنوان صفحه

جدول ۱-۱ ضریب الاستیسیته ۱۷

جدول ۱-۲ انرژی سطح ماده آسیاب شده ۱۸

جدول ۲-۱ مواد مورد استفاده در این پژوهش ۳۲

جدول ۲-۲ دستگاه های مورد استفاده در این پژوهش ۳۲

جدول ۲-۳ تهیه نانوذرات نقره در PVP ، برخی کاهنده های مختلف ۴۶

جدول ۲-۴ تهیه نانوذرات نقره پایدار شده در سدیم سیترات در برخی کاهنده ها ۴۸

جدول ۳-۱ مقادیر مختلف PVP ۵۲

جدول ۳-۲ نتایج حاصل از کارهای گریجالوا و همکارانش ۶۱

فهرست اشکال

عنوان صفحه

شکل ۱-۱ نانوذرات طلادر حدودnm ۳۵ ..... ۶

شکل۱-۲ فرایند برخورد و ضربه زدن ۱۶

شکل۱-۳ مراحل مختلف به تله افتادن و تراکم ذرات ۱۷

شکل ۱-۴ دافعه الکتروستاتیک بین ذرات- نمودار انرژی بر حسب فاصله بین ذرات ۲۱

شکل۱-۵ a.نانو ذرات چند وجهی نقره .b.ساختار fcc ۲۴

شکل۱-۶ نانو ذرات کروی نقره ۲۵

شکل۱-۷ دستگاه الکتروپالس ۲۶

شکل۱-۸ تصاویر SEM ذرات طلا با مورفولوژی های مختلف ۲۸

شکل۱-۹ تصویر TEM نانوذرات پلاتین ۳۰

شکل ۱-۱۰ تصویر TEM نانوذرات نقره. با رابطه دمایی$A<B<C$ ۳۱

شکل۲- ۱ الگوی پراش پرتو X نمونه ۱ ..... ۳۴

شکل۲-۲ الگوی پراش پرتو X نمونه ۲ ..... ۳۵

شکل۲-۳ ظرف مایکروویو ۳۸

شکل۲-۴ طیف UV-Vis نانوذرات نقره تهیه شده در اتیلن گلیکول ۳۹

شکل۲-۵ طیف UV-Vis نانوذرات تهیه شده در متانول ۴۰

شکل۲-۶ .طرح پراش پرتو ایکس ذرات نقره تهیه شده در سدیم بور هیدریدبا نسبت Ag^{+}/H^{-} برابر با ۲.. ۴۱

شکل۲-۷ طیف UV-Vis نانوذرات نقره تهیه شده در سدیم بورهیدرید با نسبت Ag^{+}/H^{-} برابر با ۶ .... ۴۲

شکل۲-۸ طیف UV-Vis نانوذرات نقره در DMF الف .در مدت زمان ۴۰ ثانیه درون مایکروویو..... ۴۳

ب. پس از گذشت ۴۰ دقیقه

عنوان صفحه

شکل ۲-۹ .طیف UV-Vis نانوذرات نقره تهیه شده در DMF در مدت زمان ۸۰ ثانیه درون مایکروویو. ۴۴

شکل ۲- ۱۰ طیف UV-Vis نانوذرات نقره تهیه شده در DMF با استفاده از NaOH. ۴۴

شکل ۲- ۱۱ طیف UV-Vis نانوذرات تهیه شده در DMF. ۴۵

شکل۲-۱۲ طیف UV-Vis نانوذرات نقره تهیه شده با هیدرازین هیدروکسید..... ۴۷

شکل۲-۱۳ طیفهای UV-Vis نانوذرات نقره پایدار شده در حضور سدیم سیترات با کاهنده های مختلف.. ۴۸

شکل۳-۱ طیف UV-Vis نانوذرات نقره ....نمونه غلیظ _ نمونه رقیق..... ..... ۵۰

شکل۳-۲ .باندهای جذبی نانوذرات نقره سنتز شده در مقادیر مختلفPVP. ۵۲

شکل۳-۳الف تصویر TEM نانوذرات نقره پایدار شده در PVP ۰/۱۳۹g..... .... ۵۳

شکل۳-۳ب تصویر نانوذرات نقره پایدار شده در PVP ۰/۲۸۹ g..... .... ۵۴

شکل۳-۴ تصویرTEM نانوذرات نقره سنتز شده در متانول..... ۵۵

شکل۳-۵ تصویر TEM نانودرات نقره سنتز شده در سدیم بورهیدرید..... ۵۵

شکل۳-۶ تصویر TEM نانوذرات نقره سنتز شده در DMF..... .... ۵۶

شکل۳-۷ تصاویرAFM از لایه نازک ذرات نقره پایدار شده در سدیم سیترات تهیه شده..... ۵۷
دراتیلن گلیکول بر سطح شیشه

شکل۳-۸ تصاویرAFM از لایه نازک ذرات نقره پایدار شده درPVP ، تهیه شده..... ۵۸
در متانول بر سطح شیشه

شکل۳-۹ تصاویرAFM از لایه نازک ذرات نقره پایدار شده در PVP ، تهیه شده..... ۵۹
در اتیلن گلیکول بر سطح شیشه

شکل۳-۱۰ باندهای جذبی UV-Vis در طول ۳ هفته..... ۶۱

فصل اول:

مطالعات نظری

۱- مقدمه

طبق یک تعریف اجمالی، نانو فن آوری عبارت است از:

۱- خلق مواد، قطعات و سیستم هایی مفید با کنترل آنها در مقیاس طولی نانومتر

۲- بهره برداری از خصوصیات و پدیده های جدید حاصله ، در آن مقیاس

۱-۱- یک نانومتر چیست؟

نانومتر یک میلاردیم یک متر($۱۰^{-۹}$ m) 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 می دهد.

کوچکترین مدارات مجتمع کنونی ۲۵۰ نانو متر است که یک میلیون اتم در یک لایه مربعی با ارتفاع اتمی را شامل می شود. پروتئین ها، مولکول هایی که واکنش های شیمیایی را در سلول ها تسهیل می کنند، ۱ تا۲۰ نانومتر اندازه دارند. برای مقایسه، اندازه یک شیی نوعی با اندازه تقریبی ۱۰ نانومتر ، هزار برابر کوچکتر از قطر تار موی انسان است.

۱-۱-۱- چرا این مقیاس طولی این قدرمهم می باشد؟

خصوصیات موجی شکل (مکانیک کوانتومی) الکترونها در درون مواد و اندرکنش های اتمی، با تغییرات مواد در مقیاس نانومتری تحت تأثیر قرار می گیرند. با ایجاد ساختار های نانومتری، کنترل خصوصیات اساسی مواد مانند دمای ذوب، رفتار مغناطیسی، ظرفیت شارژ و حتی رنگ آنها بدون تغییر ترکیب شیمیایی مواد، ممکن خواهد بود. به کارگیری این پتانسیل باعث ایجاد محصولات و فناوری های جدید ابر کارایی خواهد شد که قبلاً ممکن نبوده است.

سازماندهی سیستماتیک مواد در مقیاس طولی نانومتر ، مشخصه کلیدی سیستم های زیستی است. نانو فناوری اجازه خواهد داد که اجزا و مجموعه هایی را داخل سلول ها جای داده و مواد جدیدی را با استفاده از روش های خود ترکیبی طبیعت بسازیم. درخود ترکیبی، اطلاعات مورد نیاز برای ترکیب نانو اجزا روی سطوح مربوطه قرار خواهند داشت. هیچ روبات یا وسیله ای برای قرار دادن

المان ها درکنار هم لازم نیست. این ترکیب قدرتمند علم مواد و علم زیست شناسی باعث به وجود آمدن فرایند ها و صنایع جدیدی خواهد شد. ساختارهای نانو مقیاس نظیر نانو ذره ها و نانو لایه ها دارای نسبت های سطح به حجم خیلی بالایی هستند و بنابراین اجزای ایده آلی برای استفاده در مواد کامپوزیت، واکنش های شیمیایی ، انتقال دارو و ذخیره انرژی می باشند. سرامیک های نانو ساختاری اغلب از سرامیک های ساخته شده در مقیاس میکرون که هزار برابر بزرگتر از انواع نانو-متری اند و به سختی با چشم انسان قابل رؤیت هستند، سخت تر و محکم ترند. کاتالیزور های نانو مقیاس بازده واکنش شیمیایی و احتراق را افزایش داده و در همان حال آلودگی و مواد زاید را به طور قابل ملاحظه ای کاهش می دهند. بیش از نیمی از دارو های مفید امروزی در مقیاس میکرون قابل حل در آب نیستند. در صورتی که به احتمال زیاد اگر در اندازه های نانومتر باشند در آب حل خواهند شد. بنابراین نانو ساختار سازی، شانس یافتن دارو های جدید را با فرم های کاربردی تر می دهد. زیرا نانو ساختار ها خیلی کوچک اند و می توانند در ساخت سیستم هایی به کار برده شوند که تراکم اجزای خیلی بیشتری نسبت به انواع مقیاس میکرون دارند. بنابراین مفاهیم تازه قطعات الکترونیکی، مدارات سریعتر ،عملکرد های پیچیده تر و مصرف بسیار کمتر را می توان با کنترل واکنش و پیچیدگی نانو ساختارها به طور همزمان به دست آورد. اینها تنها مزایای اندکی از ساخت ماده در مقیاس نانو است.

۱-۱-۲- فواید نانو فناوری چه خواهد بود؟

مفاهیم جدید نانو فناوری چنان وسیع و نافذ هستند که احتمال می رود علم و فناوری را از طریقی که غیر قابل پیش بینی اند. تغییر دهند.

محصولات نانو فناوری موجود، عبارت اند از: تایر های با پوشش مقاوم تولید شده از ترکیب ذرات مقیاس نانو متر خاک رس معدنی با پلیمر ها، دارو های نانو ذره با ویژگی های تحویل دهی و کنترل بسیار بهبود یافته، چاپ بسیار بهبود یافته با استفاده از ذرات مقیاس نانومتر با بهترین خصوصیات رنگ ها و رنگدانه ها، لیزر و هدهای دیسک مغنا طیسی بسیار پیشرفته با کنترل دقیق

ضخامت لایه ها. بسیاری کاربرد های دیگر که هم اکنون در حال توسعه اند و یا انتظار پیشرفت آنها می رود، فهرست زیر را شامل می شوند:

- صنایع هوانوردی و اتوماسیون : مواد تقویت شده با نـانو ذره بـرای بدنـه هـای سـبک تـر، تایرهای تقویت شده با نانو ذره ها که فرسایش کمتـری داشـته و قابـل بازیافـت انـد، نقاشـی خارجی که نیاز به شستشو ندارد، پلاستیک هـای غیـر قابـل اشـتعال و ارزان، سیـستم هـای الکترونیک برای کنترل، پوشش خود تعمیر.
- الکترونیک و ارتباطات : سیستم ضبط چند رسانه ای با استفاده از نانو لایه ها، صفحات نمایش مسطح، فناوری سیستم های بی سیم، قطعات و فرایند های جدید در فناوری های اطلاعات و ارتباطات، هزاران برابر افزایش در ظرفیت وسرعت پردازش داده ها با قیمت پائین تر و بازدهی مصرفی بیشتر در مقایسه با مدارات الکترونیکی کنونی.
- مواد شیمیایی و مواد کاتالیزوری: که بازده انژری واکنش های شیمیایی را بالا برده و بازده عمل احتراق (و بنابراین آلودگی کمتر) در وسایط نقلیه موتوری را بهبود می دهد، دریل ها و ابزارهای برش بسیار سخت و غیر شکننده، سیال های مغناطیسی هوشمند برای آب بندی محیط های خلأ و روان کننده ها.
- درمان، بهداشت و علوم زیستی : دارو های نانو ساختاری جدید، سیستم های ژنتیکی و دارو رسانی به مکان تعیین شده در بدن، پیوند سازگار اعضاء و مایعات بدن،خود تشخیصی برای استفاده در خانه، حسگرهایی برای" آزمایشگاه روی تراشه"، موادی برای بازسازی بافت ها و استخوان های بدن.
- ساخت وتولید : مهندسی ابزار سازی مبتنی بر نسل های جدید از میکروسکوپ ها و تکنیک های اندازه گیری، فرایندها و ابزار جدید برای کنترل مواد در اندازه های اتمی، نانوپودرهایی با ویژگی های خاص که به مواد توده ای تزریق می شوند و ممکن است شامل حسگرهایی با شند که نواقص اولیه را آشکار ساخته و نیز محرک هایی که این مشکلات را

برطرف می کنند، براق سازی مکانیکی، شیمیایی با نانو ذرات ،خود ترکیبی ساختارها از مولکول ها، بیو مواد و بیو ساختارها.

- فناوری های انرژی : انواع جدیدی از باتری ها، فتو سنتز مصنوعی برای انرژی پاک، سلول خورشیدی چاه کوانتومی ، ذخیره ایمن هیدروژن برای استفاده به عنوان سوخت پاکیزه و صرفه جویی انرژی با استفاده از مواد سبک تر و مدارات کوچکتر.
- کاوش در فضا : وسایل فضایی کم وزن، تولید و مدیریت اقتصادی تر انرژی و سیستم های روباتیک توانا و خیلی ریز.
- محیط زیست : غشای جدا کننده برای فیلتر کردن آلودگی ها و یا حتی نمک از آب، جدا کننده های نانو ساختاری برای خارج کردن آلودگی ها از پساب های صنعتی، مشخص کردن اثرات نانو ساختارها در محیط زیست، تعدیل آسیب های صنعتی به محیط زیست با کاهش زیاد در مصرف انرژی و مواد، کاهش منابع آلودگی و فرصتهای بیشتر برای بازیافت .
- امنیت ملی : مدارات الکترونیکی بسیار کارآمد ، پوششها و مواد نانو ساختاری سخت، پارچه های سبک خود تعمیر ، جایگزین خون، سیستم های امنیت ظریف [۱] .

۱-۲- تاریخچه

محققین و دانشمندان علم مواد و فیزیک بر این باورند که بسیاری از خواص فیزیکی مواد ارتباط تنگاتنگی با ریز ساختار ماده به مفهوم گسترده آن، آرایش اتم ها (ساختار اتمی)، ترکیب شیمیایی و اندازه یک جامد در یک یا دو سه بعد دارد. بدیهی است با پذیرفتن چنین اصلی انتظار تغییر خواص فیزیکی یک جامد را در اثر تغییر یافتن یکی از پارامتر های فوق داشته باشیم.

در ارتباط با نانو مواد گزارشهای متعددی در خصوص تغییرات خواص فیزیکی در اثر کاهش اندازه ذرات ارایه شده است که وقوع چنین پدیده هایی پرسشهای بسیار زیادی را برای دانشمندان علوم مختلف طرح نموده است.

لذا با توجه به کاربرد های بسیار جالبی که نانو مواد دارند، تلاشهای زیادی جهت درک پدیده های نو ظهور ایجاد شده در اثر کاهش اندازه، در حال انجام می باشد.

به طور کلی در یک تقسیم بندی عمومی، محصولات نانو مواد شامل :

- نانو ذرات [1]
- نانوسیمها و نانولوله ها[2]
- نانو فیلمها

اما کاربرد نانو ذرات معمولاً به عنوان پیش ماده و یا اصلاح ساز پدیده های فیزیکی و شیمیایی یا فرایند های بیولوژیکی میباشد و نانو لوله ها با خواص الکتریکی ، مکانیکی ، اپتیکی، کارایی های گوناگونی دارند و درمورد فیلم ها که بر روی سطح یک زیر پایه ساخته شده اند کاربرد هایی نظیر: نانو پوشش های حفاظتی برای افزایش مقاومت در برابر خوردگی، افزایش سختی سطوح و حفاظت در مقابل عوامل مخرب محیطی و همچنین کاربرد های الکترونیکی را می توان نام برد [۲] .

به طور کلی ، طی دو روش می توان نانو ذرات را تولید کرد :

۱) بالا به پایین .[3]

۲) پایین به بالا[4].

در روش نخست ذرات طی مراحل آسیاب شدن به دست می آیند و در روش دوم سنتز ذرات از طریق روشهایی چون : کاهش در برابر یک پایدار کننده – روشهای فتو شیمیایی – سنتز فاز بخار، و... صورت می پذیرد.

توضیحات کامل آن در فصل های بعدی آمده است.

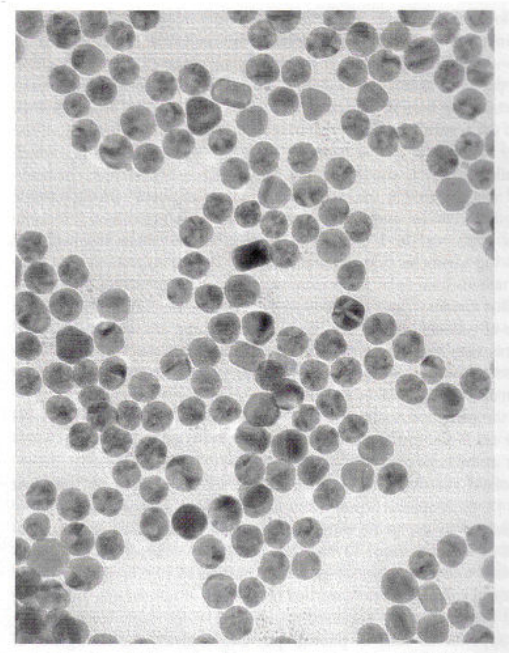
اما به لحاظ تاریخچه، در واقع می توان چنین گفت که علم ذرات فلز، با آزمایشهای مایکل فاراده آغاز شد. فاراده به روش احیاء ، ذرات طلا را از محلول $[AuCl_4]^-$ –تترا کلرو آئورات – ایجاد کرد. در این روش از فسفر به عنوان کا هنده استفاده کرد. ذراتی که فاراده تولید کرد، ۳۰nm-۳ بود. بعد

1 zero- dimensional nano structures
2 one- dimensional nano structures
3 Top – down
4 Bottom- up

از فاراده با پیشرفت تکنولوژی و پدیدآمدن دستگاه های گوناگون، ذرات فلزی متفاوتی با اندازه های گوناگون سنتز شدند .گزارشهای اخیر سهم گسترده ای در زمینه تولید نانو ذرات فلزی داشتند و مطالعات فراوانی تا کنون در زمینه هسته گذاری[۱] و رشد بلور[۲]و انباشتگی ذرات[۳] صورت پذیرفته است [۳] .

در شکل (۱-۱) تصویر TEM نمونه ای از ذرات طلا که با کاهش پیش ماده تترا کلرو آئورات به وسیله سدیم سیترات به دست آمده اند، قابل مشاهده است . به طور کلی روشهای گوناگونی به منظور سنتز ذرات فلزی وجود دارند، درواقع روش ساخت نانوذرات، در تعیین اندازه ذرات و مورفولوژی و ترکیب نانو ذرات فلزی نقش بسزایی دارد.

اما، مشکل عمده در طرق مختلف سنتز نانو ذرات، تهیه یک نمونه همگن و یکنواخت به لحاظ شکل و اندازه از ذرات کاملاً مجزا و منفرد است که البته پیشرفت در روشهای سنتزی به دنبال حل این مشکل است.



شکل ۱-۱ نانوذرات طلادر حدود۳۵ nm

[1] Nucleation
[2] growth
[3] agglomeration

۱-۳- نقره

نقره، یکی ازعناصر شیمیایی، با نشانه Ag ، دارای عدد اتمی ۴۷ و وزن اتمی ۱۰۷/۸۶۸۲ است .

نقره، فلزی سفید مایل به خاکستری و براق که از نظر شیمیایی یکی از فلزات سنگین و از جمله فلزات نجیب و از نظر تجاری عنصری گرانبها تلقی می‌گردد. باید توجه داشت که عناصر مس، نقره و طلا به وجود آورنده گروه 1b جدول تناوبی عناصر می‌باشند.

نقره یکی از عناصری است که از گذشته‌های دور و دورانهای باستانی به عنوان یک فلز شناخته شده و مورد استفاده واقع می‌شده و از آن در کتابهای فراعنه مصری، که قدمت این کتابها به حدود ۳۶۰۰ سال قبل از میلاد مسیح بالغ می‌گردد، به عنوان فلزی که از نظر ارزش دارای ۵/۲ ارزش طلا است، یاد شده است.

از نقره، ۲۵ ایزوتوپ رادیو اکتیو شناخته شده‌اند که اجرام اتمی ۱۰۲ الی ۱۱۷ دارند. نقره معمولی از دو ایزوتوپ با جرمهای ۱۰۷ و ۱۰۹ تشکیل شده است.

نقره جزء عناصر به نسبت کمیاب بوده و از نظر مرتبه فراوانی در قشر جامد زمین، در مرتبه شصت و سومین عنصر قرار دارد. این عنصر تشکیل دهنده حدود ۱×۱۰^{-۶}٪ از پوسته زمین است. برخی اوقات نقره به صورت عنصر آزاد نیز یافت می شود (نقره خالص) و گاهی نیز به صورت آلیاژ با سایر فلزات ملاحظه می‌شود. کشور نروژ مهمترین ذخایر نقره خالص را دارد و در آن کشور قطعه‌ای از نقره خالص که وزن آن بالغ بر ۷۵۰ کیلو بوده، یافت شده است. در هر صورت باید توجه داشت که در اکثر نقاط، نقره به صورت مواد معدنی حاوی ترکیبهای نقره ملاحظه می‌شود. مهمترین کانیهای نقره عبارت اند از: آرجنتیت[۱] و سرارجیریت [۲].

فلز نقره- نقره خالص فلزی براق و به نسبت نرم که تا اندازه‌ای سخت‌تر از طلا است. زمانیکه این فلز پرداخت شود، دارای درخشندگی می‌شود و می‌تواند ۹۵٪ از نور تابیده به خود را بازتاب نماید. این عنصر در میان کلیه فلزات، مقام بهترین رسانا در زمینه گرما و الکتریسیته را دارا است و در زمینه قدرت چکش خواری و مفتول شوندگی دارای مرتبه دوم پس از طلا است. چگالی نقره ۱۰/۵ برابر

[1] Ag_2S,argentite
[2] AgCl.horn silver cerargrytie

آب است، به صورتیکه یک متر مکعب از آن وزن ۱۰۵۰۰ کیلوگرم دارد. نقره در ۹۶۱ درجه سانتی‌گراد ذوب شده و در حدود ۲۲۰۰ درجه سانتی‌گراد می‌جوشد.

۱-۳-۱- خواص شیمیایی

اگرچه نقره از نظر شیمیایی در میان فلزات نجیب ، فلزی بسیار واکنش پذیر تلقی می گردد، ولی باید در نظر داشت که در مقایسه با سایر عناصر از مرتبه واکنش پذیری قابل ملاحظه‌ای برخوردار نمی‌باشد. این عنصر به آسانی اکسیده شدن آهن اکسید نمی‌شود، اما با گوگرد و هیدروژن سولفید واکنش داشته و تشکیل همان تیرگی آشنا را می‌دهد که در نقره ملاحظه می‌کنید.

نقره نمی‌تواند با اسیدهای غیر اکسید کننده مانند اسیدهای کلریدریک و سولفوریک یا بازهای قوی مانند سدیم هیدروکسید واکنش نماید، اما اسیدهای اکسید کننده مانند نیتریک اسید یا سولفوریک غلیظ اسید آن را در خود حل کرده و یون (Ag^{+}) را تشکیل می‌دهد. این یون که در کلیه ترکیب های ساده و محلول نقره وجود دارد، تقریباً به صورت ساده‌ای با استفاده از عوامل احیاء کننده آلی، مانند آنچه در آئینه‌های نقره‌ای ملاحظه می‌شود،به فلز آزاد احیاء می‌گردد [۴] .

۱-۳-۲- کاربرد نانو ذرات نقره

نانوذرات نقره به طور عمده، به دلیل خواص فیزیکی و شیمیایی ویژه‌ای که از خود نشان می دهند در مصارف الکترونیکی، نوری، دارویی و بهداشتی و کاتالیتیکی کاربرد فراوان دارند.

از نانونقره در برخی از لوازم طبی ملغمه‌های دندانپزشکی مستحکم و باطریهای انباره‌ای مقاوم در برابر خوردگی استفاده می‌شود.

همچنین نانوذرات نقره دارای خواص قارچ کشی نیز هستند و در فرآیندهای استریل کردن[1] آب نیز استفاده می‌شوند.

[1] sterilization

اما به تازگی پارچه‌هایی از الیافی که حاوی نانوذرات نقره هستند، تولید شده‌اند که در تهیه لباسهای بیماران در بیمارستانها و همچنین لباس جراحان و پزشکان قابل استفاده است در واقع نانوذرات نقره باعث استریل بودن و ضد باکتری شدن لباس می‌شود. به طور کلی، شیشه‌ها و پارچه‌هایی که پوششی از نانوذرات دارند هیچ گاه احتیاج به شستشو ندارند. و کیفیت و عمر دندانهایی که با نانو مواد پر می‌شوند بسیار بیشتر از دندانهای پر شده با مواد معمولی است.

همچنین ساخت نانوحسگرهای LSPR- در تشخیص بیماری آلزایمر- از نانوذرات نقره است. این نانوحسگرها در واقع برتری خود را با بهره‌گیری از خواص نوری غیر معمول نانوذرات نقره به دست آورده اند. الکترونهای هدایتی در این نانوذرات قادر به نوسان جمعی در پاسخ به یک طول موج نوری مشخص است. حداکثر طول موج برای این پدیده وابسته به عوامل زیادی همچون شکل، اندازه، ترکیب و فضای درون ذره‌ای نانوذرات است. به علاوه فاکتورهای دیگری مانند حلال، خواص دی- الکتریکی محیط و مولکولهای پیرامون سطح نیز بر آن موثرند.

همان طور که ذکر شد نانو ذرات نقره برای عوامل بیماری زا یک سم تلقی می‌شوند در حالیکه برای بدن انسا ن، غذاها و بافتها بی‌ضرر هستند.

امروزه شرکت سامسونگ فرآیندی برای تولید نقره در مقیاس نانو به منظور استفاده در فیبرهای پوششی، فیلترها و سطوح مورد استفاده در ضد باکتریهای بی‌رنگ توسعه داده است.

یونهای نقره توانایی خود را در استریلیزه کردن بیش از ۶۵۰ نوع باکتری به اثبات رسانده‌اند. در واقع فناوری نانونقره از رشد باکتری‌ها در ماشینهای لباسشویی، یخچالها و تهویه کننده‌های هوا جلوگیری می‌کند [۵] .

۱-۴- سنتز فاز بخار نانو ذرات

در سنتز فاز بخار نانو ذرات، شرایط به قسمی ایجاد می‌شود که مخلوط فاز بخار به طور دینامیکی ناپایدار باشد تا مواد به صورت جامد در اندازه نانو تهیه شوند، بنابراین چیزی که مفید است، ایجاد بخار فوق اشباع است. و این مسأله به دانش در مورد شیمی بخار اشباع بر می‌گردد که درآن به لحاظ ترمودینامیکی مولکول‌های فاز بخار تمایل دارند که به طور شیمیایی واکنش دهند و