

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



پژوهشگاه سرامیک

سنتز نانو کامپوزیت های هسته غشایی اکسید کبالت / اکسید روی

دانشجو:

سید ابراهیم هاشمی امیری

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی مواد گرایش سرامیک

اساتید راهنما:

دکتر محمد رضا واعظی

دکتر سید خطیب الاسلام صدر نژاد

شهریور ۱۳۸۸

تقدیم بہ

پدر مہربان

و

مادر فداکارم

چکیده:

در این پژوهش ابتدا نانو ذرات اکسید کبالت به روش هیدروترمال تهیه شدند و سپس غشایی از جنس اکسید روی بر روی سطح این ذرات به روش سل ژل پوشش داده شد. اثر زمان و دما در سنتز اکسید کبالت به روش کلسیناسیون بررسی شد. همچنین با استفاده از یک مدل ریاضی، اثر پیش ماده استات روی و زمان بهم خوردن سیستم واکنشی بر روی ضخامت غشاء مورد تحلیل قرار گرفت. در الگوی XRD نمونه هسته غشایی نیز با افزایش نسبت مولی هسته به غشاء، فقط غشاء شناسایی شد. تصاویر TEM تهیه شده از نمونه های هسته غشایی حضور لایه ای نانومتری از اکسید روی را بر روی سطح ذرات اکسید کبالت نشان داد که مطابقت نسبی با مدل ارائه شده دارد. همچنین نتایج نشان داد که با افزایش دمای تکلیس و نیز با افزایش میزان آب اکسیژنه در فرآیند سنتز هسته مغناطش ذرات افت می کند بطوریکه نمونه هیدروکسید کبالت کلسینه شده در دمای ۱۰۰۰ درجه سانتی گراد و اکسید کبالت سنتز شده در حضور ۲۵ میلی لیتر آب اکسیژنه بیشترین مغناطیدگی را دارد. بررسی ها نشان داد که ایجاد یک لایه غیر مغناطیس از جنس اکسید روی بر روی هسته آنتی فرو مغناطیس اکسید کبالت، باعث کاهش مغناطیدگی به میزان ۴ برابر اولیه می گردد.

فهرست:

..... ۱	مقدمه:
..... ۱	بخش اول
..... ۱	مروری بر منابع
..... ۲	فصل اول
..... ۲	روشهای تولید نانو ذرات اکسیدی
..... ۱	۱-۱-۱-۱-۱-۱-۱
..... ۱	۲-۱-۱-۱-۱-۱-۱
..... ۱	۱-۲-۱-۱-۱-۱-۱
..... ۳	۲-۲-۱-۱-۱-۱-۱
..... ۳	۳-۱-۱-۱-۱-۱-۱
..... ۶	فصل دوم
..... ۶	نانوساختارهای هسته غشایی
..... ۷	۱-۲-۱-۱-۱-۱-۱
..... ۸	۲-۲-۱-۱-۱-۱-۱
..... ۱۰	۳-۲-۱-۱-۱-۱-۱
..... ۱۱	۱-۳-۲-۱-۱-۱-۱
..... ۱۲	۲-۳-۲-۱-۱-۱-۱
..... ۱۳	۳-۳-۲-۱-۱-۱-۱
..... ۱۵	۴-۲-۱-۱-۱-۱-۱
..... ۱۹	۵-۲-۱-۱-۱-۱-۱
..... ۲۴	۶-۲-۱-۱-۱-۱-۱ ZnO/Fe_3O_4 هسته غشایی
..... ۲۹	۷-۲-۱-۱-۱-۱-۱
..... ۲۹	۱-۷-۲-۱-۱-۱-۱
..... ۳۰	۲-۷-۲-۱-۱-۱-۱

..... ۳۲	۳-۷-۲- پائیزی حراری
..... ۳۲	۴-۷-۲- شیمی سطح و خواص کاتالیستی
..... ۳۳	۵-۷-۲- خواص مغناطیسی نانو لای ها
..... ۳۴	۸-۲- کاربرد نانو لای ها
..... ۳۴	۱-۸-۲- افزایش پائیزی کلویدها
..... ۳۴	۲-۸-۲- تولید کربناتهای فوتوری
..... ۳۵	۳-۸-۲- کاربرد در پزشکی و دارو سازی
..... ۳۸	فصل سوم
..... ۳۸	خواص مغناطیسی نانو مواد
..... ۳۹	۱-۳- منشأ پائیزی خاصیت مغناطیسی
..... ۴۰	۲-۳- حلقه های استریزی
..... ۴۲	۳-۳- رفتار سوپر پارا مغناطیس
..... ۴۳	۴-۳- اثر اندازه ذرات بر خواص مغناطیسی
..... ۴۵	فصل چهارم
..... ۴۵	روش پژوهش
..... ۴۶	۱-۴- مواد اولیه
..... ۴۶	۲-۴- روش سنتز نانوذرات هسته غشایی:
..... ۵۵	۳-۴- آنالیز نانو پودرها
..... ۵۷	فصل پنجم
..... ۵۷	نتایج و بحث
..... ۵۸	۱-۵- آنالیز پراش پرتو ایکس
..... ۶۵	۲-۵- مکانیزم شروع پلی تشکیل نانوذرات اکسید کبالت
..... ۶۶	۳-۵- مکانیزم ایجاد پوشش اکسید روی بر روی اکسید کبالت
..... ۶۷	۴-۵- بررسی آنالیز حرارتی
..... ۶۹	۵-۵- بررسی تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی
..... ۷۴	۶-۵- آنالیز BET
..... ۷۶	۷-۵- آنالیز طیف مادون قرمز تبدیلی شده فوری

۸-۵- بررسی تصاویر میکروسکوپ الکترونی عبوری نانو ساختارهای هسته/غشایی

۹-۵- تست خواص مغناطیسی

۱-۹-۵- بررسی اثر کلسینه کردن پودر هیدروکسی کبالت بر خواص مغناطیسی نمونه

۲-۹-۵- بررسی اثر آب اکسیژنه بر خواص مغناطیسی اکسید کبالت سنتز شده به روش هیدروترمال

۳-۹-۵- بررسی اثر پوشش اکسید روی بر خواص مغناطیسی اکسید کبالت در ساختار هسته غشایی

نتیجه گیری :

پیشنهادات :

مراجع :

مقدمه:

اکسید روی به عنوان یک نیمه هادی با انرژی باند ممنوعه $3/37$ الکترون ولت دارای خواص نوری و الکتریکی قابل توجهی بوده و از کاربردهای آن می توان به کاربرد نانو ذرات اکسید روی در ساخت فوتوکاتالیست هاو حسگرهای گازی و ... اشاره کرد. نانو اکسیدهای فلزات واسطه بدلیل خاصیت اپتیکی، الکترونیکی، شیمیایی و مغناطیسی کاربردهای بسیاری در ساخت حسگرها، آلیاژهای حافظه دار، باتریهای شارژ مجدد لیتیومی و حاملهای دارو در صنعت مهندسی پزشکی دارند. از این بین اکسیدهای کبالت نظیر Co_3O_4 که دارای ساختار کریستالی اسپینلی می باشد بسیار حائز اهمیت می باشند.

هدف از انجام این پروژه سنتز نانوکامپوزیت های هسته غشایی اکسید کبالت / اکسید روی می باشد. هسته این نانوکامپوزیت یک ماده فرومغناطیس است و غشاء خارجی ZnO به عنوان یک نیمه هادی مهم و پر کاربرد مطرح است. بنابر این هدف سنتز یک نانوکامپوزیت سرامیکی است که همزمان خواص هر دو اکسید را دارا باشد. در ادامه به بررسی در مورد تاثیر پارامترهای مختلف همچون دما، زمان و غلظت پیش ماده های استفاده شده بر محصول نهایی پرداخته شده است. یکی دیگر از اهداف مهم این تحقیق اندازه گیری خواص مغناطیسی نانوذرات سنتز شده در شرایط مختلف می باشد.

بخش اول

مروری بر منابع

فصل اول

روشهای تولید نانو ذرات اکسیدی

۱-۱- هیدرولیز

یکی از روشهای متداول برای تهیه نانوذرات اکسید فلزی ، روش هیدرولیز می باشد . این فرایند شامل حل کردن نمک ماده اولیه ، که معمولا کلریدی یا نیتریدی است (مانند $AlCl_3$ برای تهیه Al_2O_3 و $Y(NO_3)_3$ برای تهیه Y_2O_3) می باشد . در ادامه هیدروکسیدهای فلزی مربوطه در اثر اضافه کردن یک محلول بازی ، مانند هیدروکسید سدیم ، تشکیل شده و رسوب می کنند. نمکهای کلریدی به وجود آمده نیز شسته می شوند و هیدروکسید فلزی بدست آمده بعد از فیلتراسیون و شستشو کلسینه می شود . این روش یک روش مناسب برای تهیه کامپوزیت اکسیدهای مختلف از طریق همرسوبی هیدروکسید آنها در یک محلول می باشد . یکی از معایب این روش مشکل بودن کنترل اندازه و پخش ذرات می باشد . اغلب اوقات رسوب دهی سریع و کنترل نشده منجر به تشکیل ذرات درشت می شود.

ترسیب از یک محلول عموما شامل تشکیل هیدروکسید غیر قابل حل در حلال است که می تواند بوسیله دی هیدراته شدن توسط حرارت به اکسیدش تبدیل شود . فرآوری های شیمیایی برای تولید ذرات جدا از هم کلوئیدی (با اندازه دانه بزرگتر از ۱ میکرون) بطور گسترده ای بررسی شده اند. ذرات کلوئیدی پوشش داده شده را می توان با استفاده از نیروی عامل هیدرولیزی تهیه کرد [۱, ۲].

۱-۲- هیدروترمال

۱-۲-۱- تعریف فرآیند هیدروترمال

فرایند هیدروترمال یکی از فرآیندهای رایج در چند دهه اخیر بوده است که به دلیل ویژگی های منحصر به فرد آن توجه بسیاری از محققین را به خود جلب نموده است . واژه هیدروترمال اساسا ریشه زمین شناختی

داشته و اولین بار توسط زمین شناس انگلیسی سر رودریک مارچیسون^۱ برای نشان دادن تاثیر آب در فشار و دمای بالا بر روی پوسته زمین و تشکیل سنگها و مواد معدنی به کار رفت و اولین استفاده تجاری از این روش در سال ۱۸۹۲ جهت استخراج مواد معدنی بوده است. امروزه روش هیدروترمال از جایگاه ویژه ای در علوم مختلف برخوردار است و شاخه های زیادی پیدا کرده است که از آن جمله میتوان به : سنتز هیدروترمال^۲ ، رشد هیدروترمال^۳ ، تحول هیدروترمال^۴ ، دگرذیسی هیدروترمال^۵ ، تجزیه هیدروترمال^۶ ، تعادل فازی هیدروترمال^۷ و واکنش الکتروشیمیایی هیدروترمال^۸ اشاره نمود که در علوم مختلف مانند مواد ، زمین شناسی، متالورژی، فیزیک، شیمی ، بیولوژی و غیره کاربرد دارند[۳].

کار بر روی این روش از اواسط قرن ۱۹ با کار بر روی کوارتز آغاز شد . علی‌رغم تمامی پیشرفتهایی که در این زمینه صورت گرفته است هنوز تعریف مشخص و استانداردی برای فرآیند هیدروترمال وجود ندارد . در برخی موارد به هر واکنش شیمیایی ناهمگن که در حضور یک حلال آبی و در شرایط فشار و دمای بالا برای حل شدن یا تبلور مجدد موادی که در شرایط عادی غیر محلول می باشند انجام شود را واکنش هیدروترمال می گویند. اما تعریف جامع تری نیز ارائه شده که در آن به هر واکنش شیمیایی هتروژن که در حضور یک حلال آبی در بالاتر از دمای محیط و در فشار بالاتر از ۱ اتمسفر انجام شود، واکنش هیدروترمال می گویند. از این فرآیند معمولاً جهت سنتز فازهای جدید ، پایدارسازی کمپلکسهای جدید ، رشد کریستال ترکیبات غیرآلی ، تهیه مواد ریز و کریستالی با اندازه و مورفولوژی خاص برای کاربردهای ویژه استفاده می شود . در این فرآیند سیال به عنوان محیطی برای انتقال انرژی ، دما و فشار عمل کرده و در فرایندهای جذب یا وا جذب سطحی ، حل شدن یا رسوب دهی موثر بوده و همچنین میتواند با مواد دیگر واکنش دهد[۳].

¹ Sir Roderick Murchison

² Hydrothermal Synthesis

³ Hydrothermal Growth

⁴ Hydrothermal Alteration

⁵ hydrothermal metamorphism

⁶ hydrothermal decomposition

⁷ hydrothermal phase equilibria

⁸ hydrothermal electrochemical reaction

۱-۲-۲- فرآیند هیدروترمال

روش سنتز در این فرآیند بدین صورت است که در ابتدا مواد اولیه در داخل اتوکلاوهایی از جنس تفلون که از قابلیت تحمل فشار در دمای بالای خوبی برخوردار هستند قرار داده می شوند. در ادامه معمولا این اتوکلاوها به مدت مشخصی در دمای ثابتی که معمولا بالاتر از دمای جوش حلال می باشد قرار داده می شوند. پس از گذشت زمان مورد نظر اتوکلاوها سرد شده و مواد بدست آمده از آنها خارج می شوند. در نهایت عملیات فیلتراسیون، شستشو و خشک کردن رسوبات بدست آمده انجام می شود. عوامل زیادی در محصول نهایی بدست آمده در این روش موثر می باشند که عبارتند از:

- مواد اولیه اسفاده شده (حلال، پیش ماده ها، اندازه ذرات، غلظت، pH و ...)

- شرایط هیدروترمال (دما، زمان، فشار، هم خوردن ماده، pH و ...)

- شرایط جمع آوری رسوبات (روش استفاده جهت جداسازی ذرات، تعداد دفعات شستشو، حلال

شستشو، دمای خشک کردن، اتمسفر خشک کردن و ...)

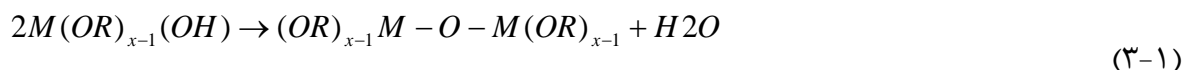
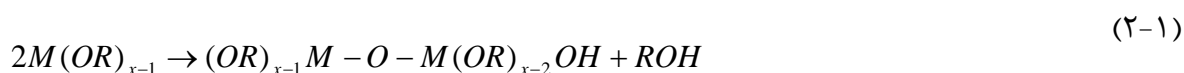
۱-۳- سل ژل

در اواسط دهه ۱۸۰۰ میلادی، گزارش‌هایی در مورد ژل گون شدن سیلیسیم تتراکلرایدی که در یک ظرف در باز باقی مانده و هیدرولیز شده بود، ارائه شد. از این زمان، بیولوژیست‌ها فعالیت خود را در مورد ژل‌ها و کلوئیدها انجام دادند. در اوایل دهه ۱۹۳۰ میلادی، آئروژل‌ها کشف شد. فن آوری سل-ژل از آن زمان تا کنون برای مطالعات تعادل‌های فازی استفاده می شود که زمینه جدیدی را در مطالعات سرامیک‌ها ایجاد کرده است [۲].

بصورت کلی فرآیند سل-ژل، هیدرولیز و چگالش آلکوکسیدهای فلزی است. آلکوکسیدهای فلزی فرمول عمومی $M(OR)_x$ دارند و در واقع یون آلکوکسید پایه مضاعف یک الکل است. سنتز کلی آلکوکسیدهای فلزی شامل واکنش گروه‌های فلزی (شامل فلزات، هیدروکسید فلزات، اکسید فلزات و یا هالید فلزات) با یک الکل است. به علت اینکه آلکوکسیدهای فلزی می‌توانند به آسانی هیدرولیز شوند، آلکوکسیدهای فلزی آغازگرهای مناسبی بشمار می‌آیند. در ابتدا، یک آلکوکسید با ترکیب شدن با آب به یک هیدروکسید از آن فلز و یک الکل تبدیل می‌شود [۴].



به محض اینکه هیدرولیز انجام شد، سل می‌تواند واکنش خود را گسترده تر کرده و در نتیجه چگالش (پلیمری شدن) محلول پدید می‌آید.



این سه مرحله، واکنش‌های چگالشی است که منجر به تشکیل ژل می‌شود. در مرحله چگالش، دو فلز هیدرولیز شده منفک به همدیگر متصل شده و یک الکل با آب آزاد می‌کند (معادله های دوم و سوم). چگالش توسط تبدیلات هسته دوست یا افزودن هسته دوست‌ها به محلول انجام می‌گیرد [۵].

فاکتورهایی که باید در یک فرآیند سل-ژل ملاحظه شوند، شامل نوع حلال، درجه حرارت آغازگرها، کاتالیزورها، افزودنی‌ها و اختلاط مکانیکی است. این فاکتورها می‌توانند روی سینتیک، فرآیندهای رشد، هیدرولیز و چگالش تاثیر بگذارند. محیط اسیدی برای هیدرولیز مناسبتر است. این امر به این دلیل است که ذرات بصورت کامل یا تقریباً کامل هیدرولیز شده و قبل از چگالش می‌توانند تشکیل شوند. در شرایط اسیدی پیوند متقابل کم چگال تری ایجاد می‌شود که هنگام متلاشی شدن ژل، محصول نهایی چگال تری از آن بدست

می‌آید. مهم‌ترین مرحله فرآیند سل - ژل مرحله چگالش آن است که در اثر استفاده از محیط اسیدی چگالش قبل از هیدرولیز تکمیل می‌شود. pH محلول علاوه بر این بر روی نقطه ایزوالکتریک و پایدارسازی سل اثر می‌گذارد. با تغییر فاکتورهایی که روی سرعت های واکنش و هیدرولیز و چگالش تاثیر می‌گذارند، می‌توان ساختار و ویژگی‌های سل - ژل بهتری تهیه کرد [۶۵].

مواد هیبریدی آلی - غیر آلی می‌توانند با این روش تهیه شوند. این مواد را می‌توان به سه دسته تقسیم کرد:

- مواد آلی که برای اشباع ژل اکسیدی متخلخل استفاده می‌شوند.
 - مواد آلی که در محلول (حالت مایع) سل - ژل وارد شده و بعد از ژلاسیون در یک زمینه اکسیدی گیر می‌کنند.
 - موادی که به محض واکنش آغازگرهای سل - ژل در محلول بعد از ژلاسیون تشکیل پیوند شیمیایی با اکسید می‌دهند.
- ژل‌های چند جزئی را می‌توان به طریق ترموشیمی^۱ به پودره‌ای نیتريدی نانو کامپوزیتی تبدیل کرد [۴۱].

¹ Thermochemistry

فصل دوم

نانوساختارهای هسته غشایی

۲-۱- مقدمه:

نانو غشاء ها^۱ (پوسته) لایه های نازک نانو متری هستند که روی نانو ذرات مختلف پوشش داده می شوند. لذا با توجه به حضور دو ذره در کنار هم خواص مشاهده شده در این ترکیب نو متفاوت از خواص هر یک از هسته^۲ و غشاء به تنهایی خواهد بود. بدین ترتیب می توان با تغییر نسبت هسته به غشاء خواص مربوط به این ترکیب را تغییر داد. همچنین با توجه به روشهای متعدد برای سنتز نانو ذرات می توان پارامترها را یی چون شکل ذرات، اندازه، مورفولوژی و سطح ویژه آنها را کنترل نمود. با توجه به پیشرفت تکنیک های سنتز نانو مواد می توان نانو ذرات هسته غشایی با خواص مختلف الکتریکی، مغناطیسی، اپتیکی، کاتالیستی و غیره را تهیه کرد [۷].

نانو غشاء ها از یک هسته مرکزی تشکیل می شوند که توسط لایه نازکی از یک ماده دیگر به روشهای مختلف پوشش داده می شوند. این نوع نانو کامپوزیت ها خواصی کاملا متفاوت، بهبود یافته و بهتر نسبت به هر یک از نانو ذرات هسته یا غشاء به تنهایی دارند. همچنین یک نانو غشاء می تواند خواص هسته و پوسته را بطور همزمان داشته باشد. بنا براین نانو کامپوزیت های هسته غشایی از حیث کاربرد و ویژگی نسبت به نانو ذرات دیگر برتری دارند. خواص این مواد را می توان با تغییری نسبت به غشاء از لحاظ کمی، ضخامت غشاء پوششی روی هسته و نوع ماده استفاده شده براحتی تغییر داد. ضخامت لایه پوششی می تواند بسته به شرایط مختلف از ۱ تا ۲۰ نانو متر متغیر باشد. در مواردی که غشاء فلزی یا نیمه هادی بر روی یک هسته دی الکتریک پوشش داده می شود ضخامت در ابعاد نانو متری بسیار مهم است، زیرا هر چه قدر ابعاد ذرات کوچکتر باشد سطح ویژه بالاتری خواهیم داشت. همچنین بسته به اینکه در موارد خاص پایداری حرارتی هسته مد نظر باشد

¹ Shells

² Core

ضخامت غشاء اهمیت فراوانی دارد . نانو ذرات هسته غشایی به روشهای مختلف در مورفولوژی های گوناگون سنتز می شوند [۷].

هسته با مورفولوژی های نانو میله^۱ ، نانو لوله^۲ ، نانو حلقه^۳ و نانو مکعب^۴ و غیره می تواند توسط لایه نازکی از غشاء پوشش داده شود. این مواد می توانند از لحاظ اقتصادی نیز مورد توجه باشند ، بطوریکه یک ماده گرانبها و با ارزش بر روی یک ماده ارزان تر پوشش داده شود . بدین ترتیب مقداری کمتر از حد معمول از آن ماده قیمتی مورد نیاز خواهد بود . این گونه مواد برای اهداف و کاربردهای متنوعی همچون بالا بردن پایداری شیمیایی محلولها و کلویدها^۱ و خواص لومینسانس مطلوبتر بیوسنسورها و دارو رسانی سنتز می شوند. نانو غشاء ها تقریبا با داشتن هر ماده ای به عنوان ماده آغازین قابلیت سنتز دارند، مثل نیمه هادی ها، فلزات ، مواد عایق و دی الکتریک مثل سیلیکا و پلی استیرن که از لحاظ شیمیایی خنثی بوده و قابلیت حل شدن در آب را دارند، بنا بر این مواد می توانند کاربردهای بیولوژیکی داشته باشند [۸].

۲-۲- انواع سیستمهای هسته غشایی

نانو غشاءها میتوانند بصورت ترکیب های مختلفی از انواع مواد در کنار هم حضور داشته باشند ، مثل هسته/غشاء دی الکتریک/فلز - دی الکتریک /نیمه هادی- دی الکتریک/دی الکتریک- نیمه هادی/فلز- فلز/فلز- نیمه هادی / نیمه هادی- نیمه هادی / دی الکتریک- فلز/ دی الکتریک و غیره. ساختارهای نانو غشاء می تواند برای تولید کریستاله ای کلوییدی و حبابهای کوانتومی^۵ مورد استفاده قرار گیرد. در واقع می توان ساختارهای هسته غشایی چند لایه را نیز داشت، این مواد از یک هسته و چند غشاء به دور آن تشکیل می شود. به همین ترتیب نانو غشاء های چند لایه می توانند از یک دسته هسته غشاء تکرار شونده تشکیل شوند . این ترکیب ها

¹ Nanorod

² Nanotube

³ Nanoring

⁴ Nanocube

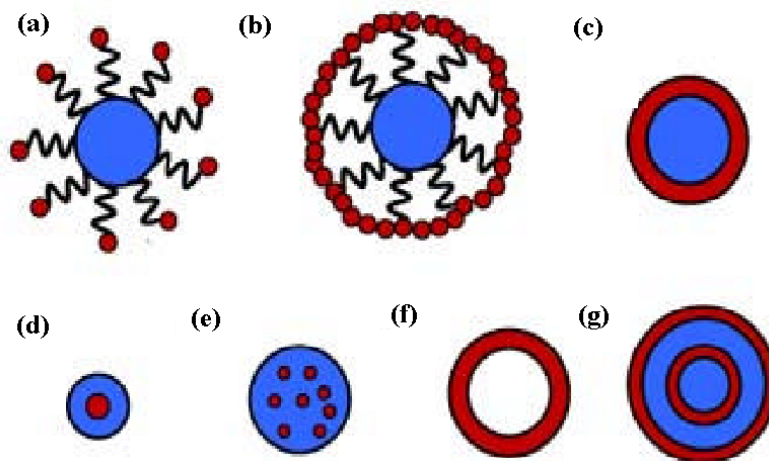
⁵ Quantum bubbles

می توانند خواص اپتیکی قابل کنترلی از طیف های الکترو مغناطیسی در محدوده نور مرئی تا مادون قرمز بسته به ترکیب های مختلف هسته و غشاء نسبت به هم از خود بروز دهند [۷].

در شکل ۱-۲ نمونه های مختلفی از سیستمهای هسته غشایی نمایش داده شده است با توجه به شکل در (۱-۲a) سطح هسته بوسیله مولکولهای دو سر (اصلاح کننده^۱) اصلاح شده است سپس ذرات کوچک بر روی آنها قرار گرفته است. در شکل (۱-۲b) نانو ذرات، پیرامون هسته رشد یافته اند و بطور کامل آنرا احاطه کرده اند. در شکل (۱-۲c) یک لایه صاف و هموار به روش هم رسوبی شیمیایی بر روی هسته پوشش داده شده است. همینطور در شکل (۱-۲d) هسته بسیار کوچک طلا یا نقره به اندازه ۱۰ تا ۵۰ نانومتر بطور یکدست درون پوششی از جنس سیلیکا احاطه شده است. در (۱-۲e) چند ذره کلوییدی بسیار ریز درون یک ذره واحد با ابعاد بزرگتر قرار دارد. در شکل مربوط به (۱-۲f) هسته بوسیله تکلیس یا حل شدن در یک حلال مناسب از سیستم هسته غشایی خارج شده است. در این حالت امکان دسترسی به ذرات تو خالی موسوم به حبابهای کوانتومی وجود دارد. و در (۱-۲g) سیستم های هسته غشایی چند لایه^۲ که چند لایه پوسته بصورت متحدالمرکز بطور متوالی بر روی هسته پوشش داده می شوند، دیده می شود [۹۷].

¹ Modifier

² multishell



شکل (۱-۲): اشکال مختلف از نانو ساختارهای هسته غشایی. (a) هسته اصلاح شده احاطه شده بوسیله ذرات پوسته. (b) ذرات زیادی از پوسته برای ایجاد یک پوشش کامل به دور هسته جمع شده اند. (c) پوشش یکنواخت بر روی هسته دی الکتریک. (d) کپسوله کردن ذرات بسیار ریز توسط یک ماده ی دی الکتریک. (e) محاط کردن ذرات ریز درون یک ذره دی الکتریک. (f) حباب کوانتومی. (g) ذرات هسته غشایی چند لایه [۹ و ۷].

۲-۳- سنتز نانو ذرات هسته غشایی

تکنیک های متعددی برای سنتز این نانو کامپوزیت ها وجود دارد که مشتمل بر یک سنتز چند مرحله ای است که بایستی بصورت کنترل شده و دقیق صورت گیرد تا هسته بطور کامل توسط غشاء پوشش داده شود. روشهای سنتز این مواد عبارتند از رسوب یا ته نشینی، پلیمریزاسیون پیوندی، میکرو امولوسیون، میسل معکوس^۱، سل ژل، جذب لایه به لایه و غیره. با وجود تکنیک های فوق مشکل کنترل ضخامت و یکنواختی لایه پوشش داده شده هنوز وجود دارد. اگر واکنش بخوبی کنترل نشود، امکان آگلومراسیون ذرات هسته و تشکیل نانو ذرات منفرد از جنس پوسته و یا پوشش غیر یکنواخت وجود دارد. هر چند با پیدایش روش های جدید امروزی مشکل نشستن لایه یکنواخت بر روی هسته بطور کامل حل شده است. بطوریکه سطح هسته باردار می شود و لایه غشایی

¹ Reverse micelle