دانشکده شیمی

گروه شیمی معدنی

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته شیمی معدنی

عنوان:

سنتز سولوترما ل نانو $Ni_3(OH)_4(NO_3)_2$ وگونه های دوپه شده آن با برخی ازعناصر واسطه وبررسی خواص نوری آن ها

استاد راهنما

دکتر عبدالعلی عالمی

استاد مشاور

دکتر علی اکبر خاندار

پژوهشگر

سیدحمزه حسینی

بهمن ۹۲

نام خانوادگی دانشجو: **حسینی**

نام: **سید حمزه**

عنوان پایان‌نامه: : سنتز سولوترما ل نانو $Ni_3(OH)_4(NO_3)_2$ وگونه های دوپه شده آن با عناصر واسطه وبررسی خواص نوری آن ها

استاد راهنما: **دکتر عبدالعلی عالمی**

استاد مشاور: **دکترعلی اکبر خاندار**

مقطع تحصیلی: **کارشناسی ارشد** رشته: **شیمی** گرایش: **معدنی** دانشـگاه: **تبریز**

دانشکده: **شیمی** تاریخ فارغ التحصیلی: بهمن ماه**۱۳۹۲** تعداد صفحه:۱۰۸

کلید واژه‌ها: نانو ذرات، سولوترمال ، نیکل هیدروکسیل نیترات

چکیده:

در کار پژوهشی حاضر نانو ذرات $Ni_3(OH)_4(NO_3)_2$ و گونه‌های دوپه شده به صورت$Ni_{3-x}Co_x(OH)_4(NO_3)_2$ X=[0.015 ,0.02 ,0.025]، $Ni_{3-x}Cu_x(OH)_4(NO_3)_2$ و $Ni_{3-x}Co_{x/2}Cu_{x/2}(OH)_4(NO_3)_2$ X=[0.01 ,0.015 ,0.02] به روش سولوترمال سنتز گردید سپس ساختار و خواص آن‌ها با بهره‌گیری از XRD ، FT-IR ، UV-Vis ، EDX ، SEM، TEM، Map analysis ، BET وطیف سنجی فلورسانس مورد مطالعه وبررسی قرار گرفت. از آنالیز FT-IR به عنوان مکمل آنالیز XRD جهت اطمینان از وجود گروه های عاملی نیز استفاده شد.با استفاده از آنالیز UV-Vis مقادیر باند گپ برای نانو پودر $Ni_3(OH)_4(NO_3)_2$ و برای ترکیبات دوپه شده با کبالت ،مس و برای دوپه همزمان آن ها محاسبه شد. همچنین استفاده از تصاویر میکروسکوپ الکترونی نمونه‌های سنتز شده، اندازه ذرات را در مقیاس نانو نشان می دهد. نتایج آنالیز EDX نیز وجود همه عناصر سازنده در ساختار ترکیبات سنتز شده را نشان می‌دهد. مساحت سطح ویژه محصولات نهایی به وسیله نتایج آنالیز BET مورد بررسی قرار گرفته است. خواص مغناطیسی ذرات با استفاده از VSM اندازه گیری شد و نشان داد نمونه‌ها در دمای اتاق رفتار مغناطیسی دارند.

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول:بررسی منابع

۱-۱- معرفی نانوذرات.....۱

۱-۲- ویژگی ها و خواص نانومواد.....۲

۱-۳- نانو و شیمی حالت جامد.....۵

۱-٤- طبقه بندی مواد نانو.....۷

۱-٤-۱- مواد نانو یک بعدی.....۸

۱-٤-۲- مواد نانو دو بعدی.....۹

۱-٤-۳- مواد نانوی صفر بعدی.....۱۰

۱-٤-٤- نانو گلها.....۱۱

۱-۵- نانو ذرات مغناطیسی و اصول پدیده مغناطیسی.....۱۲

۱-۵-۱-کاربردهای مواد نانو مغناطیس.....۱٤

۱-۵-۱-کاربردهای مواد نانو مغناطیس.....۱۵

۱-٦- پیشینه پژوهش.....۱۵

۱-٦-۱ نیکل هیدروکسیل نیترات [$Ni_3(OH)_4(NO_3)_2$].....۱۵

۱-٦-۲ ترکیبات لایه ای ۱٦

۱-٦-۳ هیدروکسیدهای دوگانه لایه‌ای ۱۷

۱-٦-٤ آنیون‌های مورد استفاده در تهیه هیدروکسیدهای دوگانه لایه‌ای ۲۲

۱-٦-۵ کاتیون های مورد استفاده در تهیه هیدروکسیدهای دوگانه لایه ای.....۲۳

۱-۷- دوپه کردن.....۲۳

۱- ۸ - روش های ساخت نانو ذرات.....۲٤

۱-۹-۱- روش های فیزیکی.....۲۵

۱-۹-۱-۱- روش های گازی.....۲۵

۱-۹-۱-۲- روش ترسیب بخار.....۲٦

۱-۹-۱-۳- روش کلوئیدی.....۲٦

۱-۹-۱-٤- روش سایش.....۲۷

۱-۹-۲- روش های شیمیایی.....۲۷

۱-۹-۲-۱- روش سل ـ ژل.....۲۷

۱-۹-۲-۲- روش مایسل معکوس/ نرمال.....۲۸

۱-۹-۲-۳- روش هیدروترمال.....۲۹

۱-۹-۲-۳-۱ روش هیدروترمال برای تولید نانو ذرات.....۳۱

۱-۱۰- سورفکتانت.....۳۲

۱-۱۱- اسید چرب.....۳۳

۱-۱۲- هدف از کار پژوهشی حاضر.....۳۵

فصل دوم

۲-۱- مواد مورد استفاده.....۳۶

۲-۲ – دستگاه های مورد استفاده.....۳۶

۲-۳ – روش های سنتز ۳۷

۲-۳-۱- روش تهیه $Ni_3(OH)_4(NO_3)_2$ در حلال های تتراهیدروفوران،دی اتیل اتر،۲-پروپانول.....۳۷

۲-۳-۲- روش تهیه $Ni_{3-x}M_x(OH)_4(NO_3)_2$ [M=Co,Cu] در حلال تتراهیدروفوران.....۳۹

۲-۳-۳- روش تهیه $Ni_{3-x}Co_{x/2}Cu_{x/2}(OH)_4(NO_3)_2$ در حلال تتراهیدروفوران.....۴۰

فصل سوم

۳- ۱- تفسیر طیف (FT-IR)..... ٤٢

۳-۲- بررسی الگوهای پراش اشعه X (XRD)..... ٤٦

۳-۲-۱- الگوی پراش اشعه X نیکل هیدروکسیل نیترات تهیه شده درحلال های مختلف..... ٤٦

۳-۲-۲- الگوی پراش اشعه X کبالت دوپه شده در نیکل هیدروکسیل نیترات..... ٤٧

۳-۲-۵- الگوی پراش اشعه X مس دوپه شده در نیکل هیدروکسیل نیترات..... ٤٨

۳-۲-٦- الگوی پراش اشعه X دوپه همزمان کبالت و مس در نیکل هیدروکسیل نیترات..... ٤٩

۳-۳- نتایج میکروسکوپ الکترونی روبشیSEM,TEM و EDX..... ٥٠

۳-۳-۱- آنالیز TEM ٥٠

۳-۳-۲- نتایج میکروسکوپ الکترونی روبشی $Ni_3(OH)_4(NO_3)_2$ تهیه شده درحلال های مختلف..... ٥١

۳-۳-۳- نتایج میکروسکوپ الکترونی $Ni_{3-x}Co_x(OH)_4(NO_3)_2$ تهیه شده درحلال تتراهیدروفوران..... ٥٦

۳-۳-٤-نتایج میکروسکوپ الکترونی $Ni_{3-x}\ Cu_x\ (OH)_4(NO_3)_2$..... ٦٣

۳-۳-۵- نتایج میکروسکوپ الکترونی$Ni_{3-x}Co_{x/2}Cu_{x/2}\ (OH)_4(NO_3)_2$ ٧٢

۳-٤- طیف سنجی مرئی ـ فرا بنفش (UV-Vis)در حالت محلول..... ٧٧

۳-٤-۱- آنالیز طیف سنجی مرئی – فرا بنفش نیکل هیدروکسیل نیترات.....۷۷

۳-۵- آنالیز فلورسانس حالت جامد.....۸۱

۳-٦ -آنالیز map.....۸۷

۳-۷ - بررسی خواص مغناطیسی نانو ذرات نیکل هیدروکسیل نیترات.....۸۸

۳-۸ -اندازه گیری سطح در واحد جرم با استفاده از آنالیز BET.....۹۰

۳-۹- نتیجه گیری.....۹۱

۳-۱۰- پیشنهادات.....۹۲

ضمائم.....۹۳

منابع.....۱۰۳

فصل اول

بررسی منابع

۱-۱- معرفی نانو ذرات

نانو ذرات از ده‌ها یا صدها اتم یا مولکول در اندازه‌ها و مورفولوژی‌های مختلف (آمورف، کریستالی، کروی شکل، سوزنی شکل و ...) ساخته شده‌اند. پیشوند نانو در اصل یک کلمه یونانی است. این پیشوند در علم مقیاس به معنی یک میلیاردم است. بنابراین یک نانومتر یک میلیاردم متر است. نانو فناوری، توانمندی تولید مواد، ابزارها و سیستم های جدید با در دست گرفتن کنترل در سطح مولکولی و اتمی و استفاده از خواص آن‌ها در مقیاس نانو است. نانو تکنولوژی در واقع مهندسی و هنر ساخت مواد در مقیاس نانومتری می‌باشد. مواد نانو موادی هستند که حداقل یکی از ابعاد آن‌ها در مقیاس نانو متر می‌باشد نظیر: نانو ذرات، نانو تیوب‌ها، نانو فیلم ها، نانو خوشه‌ها و غیره. با گذر از میکرو ذرات به نانوذرات، با تغییر بر خی از خواص فیزیکی روبه رو می شویم که دو مورد مهم از آنها عبارتند از: افزایش نسبت مساحت سطحی به حجم و ورود اندازه ذره به قلمرو اثرات کوانتومی.

افزایش نسبت مساحت سطحی به حجم که به تدریج با کاهش اندازه ذرات رخ می‌دهد، باعث غلبه یافتن رفتار اتم‌های واقع در سطح ذره به رفتار اتم‌های درونی می‌شود. این پدیده بر خصوصیات ذره در حالت انزوا و بر تعاملات آن با دیگر مواد اثر می‌گذارد. افزایش سطح، واکنش پذیری نانوذرات را به شدت افزایش می‌دهد زیرا تعداد مولکول‌ها یا اتمهای موجود در سطح در مقایسه با تعداد اتمها یا مولکولهای موجود در توده نمونه بسیار زیاد است، به گونه‌ای که این ذرات به شدت تمایل به کلوخه‌ای[1]شدن دارند. به عنوان مثال در مورد نانوذرات فلزی، به محض قرارگیری در هوا، به سرعت اکسید می‌شوند. در بعضی مواقع برای حفظ خواص مطلوب نانوذرات، جهت پیشگیری از واکنش بیشتر، یک پایدار کننده را بایستی به آنها اضافه کرد تا در برابر سایش،

[1] Agglomerated

فرسودگی و خوردگی مقاوم باشند. البته این خاصیت مزایایی هم در بر دارد. مساحت سطحی زیاد، عامل کلیدی در کارکرد کاتالیزورها و ساختارهایی همچون الکترودها می‌باشد. به عنوان مثال با استفاده از این خاصیت می‌توان کارایی کاتالیزورهای شیمیایی را به نحو مؤثری بهبود بخشید و یا در تولید نانوکامپوزیت‌ها با استفاده از این ذرات، پیوندهای شیمیایی مستحکم‌تری بین ماده زمینه و ذرات برقرار شده و استحکام آن‌ها به شدت افزایش می‌یابد. علاوه بر این، افزایش سطح ذرات، فشار سطحی را کاهش داده و منجر به تغییر فاصله بین ذرات یا فاصله بین اتم‌های ذرات می‌شود. تغییر در فاصله بین اتم‌های ذرات و نسبت سطح به حجم بالا در نانو ذرات، تأثیر متقابلی در خواص ماده دارد. تغییر در انرژی آزاد سطح، پتانسیل شیمیایی را تغییر می‌دهد. این امر در خواص ترمودینامیکی ماده (مثل نقطه ذوب) تأثیر گذار است. از دیگر خصوصیات نانو ذرات اثرات کوانتومی است. هنگامی که از نانو ذرات فلزی به عنوان کاتالیزور استفاده می‌شود، باید این ذرات تحت شرایط واکنش پایدار شوند. در غیر این صورت نانو ذرات فلزی در محلول لخته شده و تاثیر کمتر به عنوان کاتالیست نسبت به نمونه‌ی اصلی خواهند داشت [۳-۱].

۱-۲- ویژگی ها و خواص نانومواد

ویژگی ها و خواص نانومواد که آن ها را به عنوان عوامل انقلاب صنعتی در هزاره سوم قرار داده است بیشتر به خاطر سه نکته زیر است:

الف) اثرات سطح

اتم های موادی به اندازه۳۰ نانومتر به میزان۵ درصد،۱۰ نانومتر به میزان۲۰ درصد و۳ نانومتر به میزان۵۰ درصد در سطح قرار دارند. در نتیجه مواد نانو با ذرات کوچکتر در مقایسه با مواد نانو با ذرات بزرگتر دارای سطح بیشتری در واحد جرم هستند. با توجه به ازدیاد سطح در این مواد، تماس ماده با سایر عناصر بیشتر شده و موجب افزایش واکنش با آنها می شود. این عمل منجر به تغییرات عمده در شرایط مکانیکی و الکترونیکی این مواد خواهد شد [٤]. برای مثال سطوح بین ذرات کریستالها در بیشتر فلزات باعث تحمل فشارهای مکانیکی بر آن می شود. اگر این فلزات در مقیاس نانو ساخته شوند، با توجه به ازدیاد سطح بین کریستالها، مقاومت مکانیکی آن به شدت افزایش می یابد. برای مثال فلز نیکل در مقیاس نانو مقاومتی بیشتر از فولاد سخت شده دارد. به موازات تاثیرات ازدیاد سطح، اثرات کوانتمی با کاهش اندازه مواد (به مقیاس نانو) موجب تغییر در خواص این مواد می شود (تغییر در خواص نوری، الکتریکی و جاذبه). موادی که تحت تاثیر این تغییرات قرار می گیرند ذرات کوانتمی، لیزرهای کوانتمی برای الکترونیک نوری هستند.

ب)اثرات کوانتومی

الکترونها درمواد نیم هادی حجیم محدوده ای از انرژی ها را دارند. یک الکترون با یک انرژی متفاوت از الکترون دوم بدین ترتیب توصیف می شود که این دو الکترون در ترازهای انرژی متفاوت قرار دارند و تنها زمانی پایدار می شوند که در هر تراز فقط دو الکترون بتواند قرار گیرد. در مواد حجیم سطوح انرژی به حدی به هم نزدیک هستند که گفته می شود تقریبا هیچ اختلاف انرژی بین آنها وجود ندارد. ناحیه ممنوع برای انرژی الکترون گاف انرژی نامیده می شود و این برای هر ماده حجیم متفاوت است. الکترونهایی که لایه های پایین یا سطوح زیرین گاف انرژی را توصیف می کنند، باند الکترونی ظرفیت و لایه های بالا باند هدایت نامیده

می شوند یک تحریک به حد کافی قوی باعث می شود الکترون از باند ظرفیت به باند هدایت برود که باعث ایجاد حفره ای با بار مثبت در باند ظرفیت می شود. مینیمم انرژی که نیم هادی حجیم جذب می کند تا الکترون از باند ظرفیت به باند هدایت برود مطابق با گاف انرژی می باشد ثابت شده است که بعلت سطوح انرژی الکترونی پیوسته و همچنین تعداد اتمها در ماده حجیم،گاف انرژی این مواد ثابت است و تغییر نمی کند. وقتی الکترون از باند هدایت به باند ظرفیت بر می گردد، تمایل دارد از پایین ترین تراز هدایت به بالاترین تراز ظرفیت برگردد. به عبارت دیگر، آنها از یک طرف پل باند گپ به طرف دیگر می پرند و تابش الکترومغناطیسی نشر می کنند [۵]. بعلت ثابت بودن گاف انرژی در مواد حجیم ، این نتایج انتقال در فرکانسهای نشری تثبیت شده می باشد.

در مواد نانو مقیاس، مفهوم ترازهای گاف انرژی ، باند هدایتی وباند ظرفیتی هنوز وجود دارد با وجود این یک اختلاف مهم وجود دارد. وقتی، اندازه بلور نیم هادی به حد کافی کوچک شود سطوح انرژی الکترونی دیگر نمی تواند پیوسته در نظر گرفته شود و آنها حد معینی باید داشته باشند. بدین معنی که جدایش کوچک و معین مابین سطوح انرژی وجود دارد. این موقعیت معین سطوح انرژی، محدوده کوانتومی نامیده می شود و تحت این شرایط مواد نیم هادی از مشابهت با مواد حجیم باز می مانند و این باعث ظهور رفتار جذبی و نشری جدید در مواد نیم هادی می شود. چون سطوح انرژی الکترونی در مواد نانو بیشتر از آنکه پیوسته باشند، مشخص و معین هستند، افزایش یا کاهش تنها چند اتم به آن، اثر تغییر در مرزهای گاف انرژی را دارد. همچنین تغییر هندسه سطح نیز گاف انرژی را تغییر می دهد. بطوریکه کاهش اندازه آنها موجب افزایش گاف انرژی شده و طول موج نشری کوتاه تر را منجر می شوند. این اثر مشابه با مکانیک کوانتومی " ذره در جعبه" که انرژی ذرات با کاهش اندازه جعبه افزایش می یابد، است. در تایید این بیانات تئوری ، مطالعه خواص فیزیکی مواد نانو آشکار

کرده است که محدودیت قوی الکترونهای تهییج شده و حفره ها در این نانو کریستالها مثلا بعلت کاهش اندازه ایجاد می شود و منجر به مشاهده خواص نوری منحصر به فرد می شود [٦].

ج)خواص تابع اندازه

به این معنا که نه تنها در حوزه ی نانومتری خواص مواد در حالت حجیم متفاوت می‌گردد بلکه در همان محدوده‌ی نانومتری خواص ماده تابع اندازه آن می باشد.مثلا بین دو ذره نانومتری در ابعاد۲و ۵ نانومتر شاهد تغییر خواص خواهیم بود [٦].

۱-۳- نانو و شیمی حالت جامد

امروزه یکی از چالشهای عظیم در شیمی حالت جامد ، طراحی و سنتز جامدات معدنی دارای ساختار و خواص مورد نظر است . زمینه عمده ای که روی آن تمرکز شده است ، خلق ابزار مناسب برای پیش بینی پایداری و خواص شبکه معدنی مورد نظر می باشد.

برای دنبال کردن چنین هدفی محققان ابتدا باید در مکانیسمهای واکنش در سنتز شیمی حالت جامد پژوهش کنند، تا اصولی را که اساس کشف مواد جدید است را تعیین کنند . همکاری بین پژوهش های نظری و تلاشهای تجربی به منظور پیش بینی پایداری شیمیایی فازهای جدید و تصحیح متغیرهای شیمیایی بلوری باید افزایش یابد تا خاصیت فیزیکی مورد نظر بدست آید . همچنین پژوهش آینده باید روشهای بهبود مواد موجود و مواد جدید را مطالعه کند تا درک بهتری از مکانیسمهای مسئول خواص فیزیکی حاصل شود .

تلاشهای پژوهشی نیازمند آن است که نو آوریهای سنتزی و گسترش مواد ضمن یک رهیافت منسجم حمایت شود . هدف یک سنتز میتواند بطور محض شیمیایی باشد (پژوهش برای واکنشهای جدید ، فازهای جدید) یا در ارتباط با موادی باشد که خواص ویژه ای از خود نشان میدهند که می تواند خواص شیمیایی

(واکنش پذیری) ، فیزیکی یا زیست شناسی باشد . اما کار سنتز نمی تواند از درک ارتباط بین ساختار و خواص مجزا شود . بطور همزمان نباید نسبت به هر روش موجود در حال حاضر که میتواند منجر به مواد پایدار یا نیم پایدار جدید شود بی توجه بود .

در کنار بهبود فرآیندهای سنتز و تهیه مواد به روش های، تکیه بر تهیه مواد در مقیاس نانو مهم است . بنابراین روی سیستمهای یکدست شامل یک یا چندین جزء تشکیل دهنده که ابعاد آنها خود در حد نانومتر است ، مطالعه می کنیم .از طرف دیگر به سیستمهای نانومتری که خواص آنها در مقیاس نانومتر بهره برداری می‌شود باید توجه شود که تصور این مواد هنوز در سطح نامشخص وجود دارد .

محدوده دیگری که پیشرفت های زیادی در آن صورت گرفته است ، مواد هیبرید آلی – معدنی و مواد مولکولی هستند . زمینه های مهم مطالعه شامل مواد زیر است .

- بسط مواد دارای معماری جدید
- رشد غیر یکنواخت فازها در مقیاس نانو و میکرومتر
- خلق و مدیریت و سازماندهی سیستمهای هیبرید که بیشتر آنها بی شکل هستند (مثلا چند لایه ها ، توده کردن قالب مانند ، کریستالهای مایع)
- تهیه شبکه هایی با بافت کنترل شده و حفره دار (میکرو ، و مزو متخلخل ها برای غشاها ، کاتالیزورهای جدید)

درک بهتری ازنحوه تشکیل این سیستمها به پژوهشگران اجازه می دهد تا به پیشرفتهای بیشماری در زمینه شبیه سازی مواد دست یابند . این زمینه تحقیق ، هنوز بسیار جوان است و از اشکالات زیادی رنج می برد که نمی توان بدون همکاری قوی بین شیمیدانان ، زیست شناسان و فیزیکدانان آنها را جبران کرد[۷] .مقیاس نانو در

حد فاصل بین زمینه مرسوم مورد علاقه فیزیکدان ها ماده متراکم (برای مثال یک مول از اتمهای مس حجم nm^3 $۱۰^{۲۱}$×۱ /۷ دارد) و شیمیدانها (مولکولها با طول پیوند چند دهم نانومتر)قرار دارد[۸].

۱-٤- طبقه بندی مواد نانو

تاکنون تعاریف متعددی از مواد نانو ارائه شده است اما در یک تعریف جامع می توان گفت موادی در این گروه قرار می گیرند که یکی از ابعاد اضلاع آنها کوچکتر از ۱۰۰ نانومتر باشد.

دو ویژگی مهم، مواد نانو را از دیگر گروهها متمایز می سازد که عبارتند از افزایش سطح مواد و تاثیرات کوانتمی. این عوامل می توانند باعث ایجاد تغییرات و یا به وجود آمدن خواص ویژه ای مانند تاثیر در واکنشها، مقاومت مکانیکی و مشخصه های ویژه الکتریکی در مواد نانو شوند. همانگونه که اندازه این مواد کاهش می یابد، تعداد بیشتری از اتمها در سطح قرار خواهند گرفت. به طور کلی می توان نانوذرات را به دسته های زیر تقسیم بندی کرد.

۱-٤-۱- مواد نانو یک بعدی

نانو لوله ها

در دهه های گذشته نانو لوله ها حوزه های بسیار فعال در علوم و تکنولوژی نانو بوده اند . نانو لوله های کربنی که دارای ویژگیهای منحصر به فرد الکترونیکی، حرارتی و مکانیکی بوده و تحقیقات در مورد مواد نانو لوله ای افزایش یافته است. بدین ترتیب نانولوله های کربن شور و شوق بزرگی در اینکه آیا مواد لایه ای معدنی می توانند تشکیل نانو لوله و ساختارهای مربوطه را بدهند، ایجاد کرد. سپس نانو لوله های مولیبدن و تنگستن سنتز گردید[۱۲-۹] مواد لایه ای دیگر نیز بصوررت نانو لوله ها یا فرمهای شبه لوله یا ساختارهای مربوطه نظیر بور نیترید، وانادیوم اکسید، نیکل کلراید، نیوبیوم سولفید، دی سولفید فلزات نظیرTi، Zr، Hf سنتز گردید

[۱۵-۱۳] و بدین ترتیب نانو لوله ها سمبل توسعه حوزه تحقیقاتی جدید و سریع نانو فناوری شدند. نانو لوله های معدنی می توانند حداقل ویژگیهای متعدد نانولوله های کربن را دارا باشند . این مواد محدوده وسیعی از ویژگیهای مفیدی را دارند که از جمله این ویژگیها، ابر رسانایی در دماهای بالا، رها سازی نیروی الکتریکی بالا، خواص نوری غیر خطی، فتو لومینسانس، مقاومت مغناطیسی متعدد برای ذخیره سازی اطلاعات، ویژگیهای فرو الکتریک و فرو مغناطیس برای محاسبات کوانتومی می باشند. نشان داده شده است که نانو لوله ها کاندیدای امیدبخشی برای استفاده در ترانزیستورهای الکترونی، سنسورها، خازنها و سیستمهای ذخیره کننده می باشند[۱۷-۱٦]. نانو لوله ها دارای چندین سطح مختلف (سطح بیرونی، داخلی، لبه ها و دیواره ها) می باشد که در اصل می تواند در موارد مختلف مهم واقع شوند. با وجود این، بطور عمومی چالشهای سنتزی برای تولید نانولوله های معدنی با کیفیت بالا وجود دارد. در اغلب موارد شرایط سنتزی غیر متعادل مورد استفاده قرارمی گیرد و مواد ، وادار به تشکیل غیر نرمال نانو لوله می شوند. در همچون روشهایی نظیر ته نشینی بخار مواد شیمیایی، اغلب مخلوطی از شکلها و اندازه ها بدست می آید. چندین مرحله تصفیه ممکن است برای بدست آوردن نانو لوله هایی با اندازه یکسان لازم باشد و این باعث ایجاد مواد با بهره کم می شود.

نانو سیمها و نانونوارها

نانوسیمها از قرار گرفتن ذرات بسیار ریز از مواد مختلف به صورت خطی ساخته می شوند. نانوسیمهای نیم هادی از سیلیکون، گالیم نیترات و ایندیوم فسفات ساخته شده و دارای قابلیتهای بسیار خوب نوری، الکتریکی و مغناطیسی است و نوع سیلیکونی این سیمها می تواند بخوبی در یک شعاع بسیار کوچک بدون آسیب رسانی به ساختار سیم خم شود. این سیمها برای ثبت مغناطیسی اطلاعات در حافظه کامپیوترها، وسایل نانوالکترونیکی و نوری و اتصال مکانیکی ذرات کوانتمی به کار می روند[۱۸]. شایان توجه است که از میان نانو ساختارهای

یک بعدی با اشکال هندسی ویژه، نانو نوارها یا نانو کمربندها دارای یک برش عرضی مستطیلی هستند که نسبت سطح به حجمشان بسیار بالا بوده و بنابراین پتانسیل کاربردی بالایی در ترانزیستورهای اثر میدان و سنسورهای گاز و غیره نشان می دهد. به نظر می رسد، سیستمهای جالب ویژگیهای مکانیکی ، الکتریکی ، نوری و مغناطیسی قابل توجهی از خود نشان دهند که کاملا متفاوت از مواد پودری پلی کریستالی حجیم می باشد [۲۰- ۱۹] .

۱-٤-۲- مواد نانو دو بعدی

نانو لایه ها یا نانو صفحات

در سالهای اخیر نانو صفحه های دو بعدی بعلت خواص منحصر به فرد الکتریکی، مغناطیسی، نوری و کاتالیتیکی بسیار مورد توجه واقع شده اند. این خواص از سطح بسیار وسیع و اثرات کوانتوم مکانیکی آنها ناشی می شود. این صفحات ضخامت چند نانو متری دارند. تهیه این مواد به دو روش انجام می شود.

۱- تکنولوژیهای فیزیکی همچون تبخیر با دما ۲- روشهای شیمیایی نرم همچون سنتز هیدروترمال - سولوترمال با کمک گرفتن از سورفکتانت[۲۱] .در مواد لایه ای، ساختار به شدت آنیزوتروپ بوده و نیروهای موجود نقش بسیار پیچیده ای را بازی می کنند. در این سیستمها که رشد در سطح دیسک می باشد، اثرات کوانتومی بوسیله دو نوع مقیاس طولی برای میکرو کریستالها تعیین می شود: ۱ – ضخامت لایه ها ۲- بعد رشد [۲۲].

نیم هادیهایی نظیر HgI_2, Bi_2S_3, Sb_2S_3 PbI_2, BiI_3 خواص جدیدی از خود نشان می دهند که از آنیزوتروپی در ساختارشان منتج می شود اما برخلاف هالیدها، سولفیدها به شدت غیر محلول هستند. بنابراین

مطالعه بیسموت سولفید و آنتیموان سولفید برای درک خواص نوری دیسکها آسانتر است و جذب نور گونه های دیگر در این مواد بطور مجازی حذف می شود.

۱-٤-۳- مواد نانوی صفر بعدی

نقاط کوانتومی ، موادی نانوساختار هستند که بعنوان موادی با دیمانسیون صفر شناخته شده اند[۲۳] . این مواد نانو بلور ، نیم هادی هستند. نیم هادیها ستون صنعت الکترونیک مدرن هستند و کاربردهایی مثلا در کامپیوترهای شخصی و ... دارند. بیشترین اهمیت این نیم هادیها در این است که هدایت الکتریکی می تواند بوسیله یک تهییج خارجی (ولتاژ و ...) در سطح وسیعی تغییر کند. نقاط کوانتومی گروه منحصر به فردی از نیم هادیها هستند که بعلت بسیار کوچک بودن آنها رفتار متفاوت با انعطاف پذیری بی سابقه و توانایی که قبلا در علوم و تکنولوژی دیده نشده بود را از خود نشان می دهند. این نیم هادیهای نانو بلوری شامل عناصری از گروههای II- IV ، III - V و IV-VI و شکل کروی با قطری حدودnm ۱۲-۱ می باشند. در چنین اندازه کوچکی، این نانو ذرات متفاوت از جامدات حجیم رفتار می کنند که بعلت اثرات محدودیت کوانتومی است [٦]. محدودیتهای کوانتومی پاسخگو برای ویژگیهای اپتوالکترونیکی جالب نقاط کوانتومی است که شامل بازده بالای کوانتومی و سطح مقطع نشری قابل تنظیم با اندازه ذره و باند طیفی باریک آنهاست. بعلاوه ویژگیهای بسیار وابسته به اندازه آنها منجر به یک نشر قابل تنظیم می باشد که کاربردهایی در علوم و تکنولوژی ایجاد می کند. در نقاط کوانتومی الکترونها درست مثل وضعیتشان در یک اتم ، موقعیت‌های گسسته‌ای از انرژی را اشغال می‌کنند. به همین علت به آنها لفظ اتمهای مصنوعی نیز اطلاق می‌شود [٦]. نقاط کوانتومی نیم‌هادیها، با تحریک الکتریکی یا توسط گستره وسیعی از طول موج‌ها، در فرکانس‌های کاملاً مشخصی به فلورسانس می‌پردازند، بدین صورت که، فرکانسی از نور را جذب کرده و در فرکانسی مشخص که تابع اندازه آنهاست، به نشر نور

می‌پردازند. این ذرات همچنین می‌توانند بر حسب ولتاژ اعمال‌شده، به انعکاس، انکسار یا جذب نور بپردازند. این ویژگی کاربردهایی در مواد فتوکرومیک و الکتروکرومیک (موادی که به ترتیب بر اثر اعمال نور یا الکتریسیته تغییر رنگ می‌دهند) و پیل‌های خورشیدی خواهد داشت [٦].

١-٤-٤- نانو گلها

طبقه بندی بعضی نانوساختارها در گروههای بالا مشکل است. اغلب امکان تشکیل مورفولوژی های مختلف وابسته به تصور نویسنده است. بنابراین عبارت غیر استاندارد شامل نانو چرخها، نانو کاسه ها، نانو درختها، نانو مدادها و غیره شناخته شده است. نانو گلها نیز از جمله این مواد است. نانو گلها که اخیرا گزارش شده اند، همانند نانو لوله ها ، نانو میله ها یا نانو سیمها، یکی از حوزه های داغ نانو فناوری هستند. اگرچه مطالعه روی این ساختارها به اندازه نانو لوله ها یا نانو میله ها و ... نیست، با وجود این در دهه اخیر تعداد مقالاتی که به این ساختارها اشاره دارد زیاد شده است. در دو سال گذشته یک سری از ساختارهای نانو گل و شبه نانو گل بدست آمده است که غالبا باهم و یا در توازن با نانوفرمهای دیگر استفاده شده است. بسته به شرایط واکنش کاربردهای نانو گلها بعنوان مثال در اپتوالکترونیکها یا سنسورها، در کاتالیزورها یا پیلهای خورشیدی می باشد[٢٤].