

دانشگاه کاشان

دانشکده شیمی

گروه شیمی معدنی

پایان نامه

جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته شیمی معدنی

عنوان:

تهیه و شناسایی نانوساختارهای نیکل (II) و کبالت (II) با استفاده از روش هیدروترمال

استاد راهنما:

دکتر مسعود صلواتی نیاسری

به وسیله:

مریم انتصاری

دی ماه ۱۳۸۹

تقدیم به:

سپاس بر آنچه نتوان به اندک ستود، که بسیار است:

بر مهر مادرم

فروغ نگاه پدرم

و

عشق بی پایان همسرم

تشکر و قدردانی

بر خود واجب می‌دانم از عزیزانی که در طول تحصیل از الطافشان بهره بردم تشکر و قدردانی نمایم:

از جناب آقای دکتر مسعود صلواتی نیاسری استاد راهنمایم به خاطر راهنماییهای مفیدشان نهایت تشکر را دارم. همچنین از استاد عزیز و گرامیم به خاطر راهنمایی‌ها و پیگیری مستمر امور تحصیلی بی‌نهایت سپاسگزارم.

از استاد مشاورم سرکار خانم دکتر فاطمه داور که در دوران فعالیت‌های آزمایشگاهی و همچنین در تدوین پایان نامه بسیار از تجربیات ایشان بهره‌مند شدم.

از ناظر تحصیلات تکمیلی جناب آقای دکتر سید احسان روزمه و داور خارجی جناب آقای دکتر حسن حدادزاده و داور داخلی جناب آقای دکتر منصورنیا که با دقت این مجموعه را مطالعه نمودند و از نظرات ایشان بهره‌مند شدم.

از جناب آقای فریدون فلاح مسئولیت محترم آزمایشگاه تجزیه دستگاهی، که همواره شاهد همکاری صمیمانه ایشان بودم.

و دوستان خوبم خانم حمیده صیقلکار، خانم الهه اسماعیلی، خانم نوشین میر، خانم اعظم مهندس، آقای مهدی بازرگانی پور و آقای داوود قنبری و... به خاطر تمامی محبت‌هایشان تشکر و قدردانی می‌نمایم.

چکیده

در سالهای اخیر، گسترش نانومواد توجه بسیاری از محققان را به خود جلب کرده است. کاهش اندازه ذرات به ابعاد نانومتر موجب ایجاد خواص ویژه‌ای در مقایسه با حالت حجیم می‌گردد.

در تحقیق حاضر ساختارهای فلزی مختلف متشکل از فلزات واسطه‌ی ردیف اول از طریق روش هیدروترمال ساخته شدند. نانوساختارهای حاصل عبارتند از: نانوساختارهای درهم تنیده Ni(OH)_2 ، نانوذرات NiO ، نانوساختارهای هگزاگونال Co(OH)_2 و Co_2O_3 .

به منظور کاهش اندازه ذرات از اتیلن دی آمین به عنوان سورفاکتانت استفاده شده است. از آنجا که این ترکیب دارای ازدحام فضایی است، به کارگیری آن موجب کاهش بیشتر اندازه‌ی ذرات می‌شود. در آخر به منظور شناسایی محصولات یاد شده از تکنیک‌های مختلفی استفاده شد. برخی از این تکنیکها برای تمام محصولات و برخی دیگر به فراخور نیاز به کار گرفته شدند. هر چهار محصول به دست آمده توسط دستگاه‌های FT-IR، پراکندگی اشعه X (XRD) و میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) شناسایی شدند. نتایج نشان‌دهنده‌ی سنتز نانوساختارهایی با اندازه کوچک و اشکال متنوع بود که قابلیت بالقوه برای کاربردهای متفاوت را دارا هستند.

کلمات کلیدی: هیدروکسید نیکل، هیدروکسید کبالت، نانوساختارها، روش هیدروترمال

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱- مقدمه	۲
۱-۱- نانوفناوری چیست؟	۳
۲-۱- چگونگی پیدایش نانوفناوری	۴
۳-۱- رابطه علم نانو و فناوری	۵
۴-۱- ترکیبات لایه‌ای	۶
۱-۴-۱- هیدروکسیدهای دولایه‌ای (LDH)	۷
۲-۴-۱- ترکیب آنیون‌های بین دو لایه در LDH و LHS	۸
۳-۴-۱- روش‌های ساخت	۹
۱-۳-۴-۱- هم رسوبی	۹
۲-۳-۴-۱- روش اوره	۱۰
۳-۳-۴-۱- بازسازی ساختمان	۱۰
۴-۳-۴-۱- سل ژل	۱۱
۵-۳-۴-۱- هیدروترمال، ماکروویو، اولتراسوند	۱۱
۴-۴-۱- واکنش‌های تبادل آنیونی	۱۱
۵-۴-۱- سنتز نانوکامپوزیت‌ها با استفاده از LDH	۱۲
۶-۴-۱- کاربردهای صنعتی و محیطی	۱۴
۱-۶-۴-۱- کاربردهای کاتالیستی	۱۴
۲-۶-۴-۱- کاربردهای پزشکی	۱۶
۳-۶-۴-۱- اضافه شدن به پلیمرها	۱۷
۴-۶-۴-۱- جاذب آلودگی‌ها	۱۸
۵-۶-۴-۱- سدهای فاضلاب	۱۹

- ۱-۵- فرآیند هیدروترمال برای تولید مواد ۱۹
- ۱-۵-۱- دستگاه‌ها در تحقیقات هیدروترمال ۲۱
- ۱-۵-۲- فرآورش هیدروترمال ذرات ریز ۲۱
- ۱-۶- بررسی پیشینه نانوساختارهای هیدروکسید فلزی ۲۳
- ۱-۶-۱- نیکل (II) هیدروکسید ۲۳
- ۱-۶-۲- سنتز نانوساختارهای نیکل هیدروکسید در مخلوط آب و اتانول به روش هیدروترمال ۲۷
- ۱-۶-۳- سنتز میکروکره‌های نیکل هیدروکسید حاوی نانوساختارهای فلس مانند با استفاده از روش هیدروترمال ۲۸
- ۱-۶-۴- سنتز نانومیله‌ها و نانولوله‌های نیکل هیدروکسید به روش هیدروترمال ۲۹
- ۱-۶-۵- سنتز نانوذرات خالص $\alpha\text{-Ni(OH)}_2$ با استفاده از هیدرولیز اوره ۲۹
- ۱-۶-۶- نانوصفحات هگزاگونال هیدروکسید و اکسید کادمیوم با ساختار منفذدار ۳۰
- ۱-۶-۷- سنتز نانوفلس‌های کبالت هیدروکسید ۳۲
- ۱-۶-۸- سنتز نانوفلس‌های هگزاگونال Mg(OH)_2 ۳۳
- ۱-۷- نیکل اکسید ۳۵
- ۱-۸- نانو ساختارهای Co_3O_4 ۳۵
- ۲- بخش تجربی ۳۸
- ۲-۱- تجهیزات آزمایشگاهی ۳۸
- ۲-۱-۱- وسایل آزمایشگاهی ۳۸
- ۲-۱-۲- دستگاه‌های مورد استفاده جهت شناسایی نانوساختارها ۳۹
- ۲-۲- روش انجام آزمایش ۳۹
- ۲-۲-۱- تهیه نانوساختارهای Ni(OH)_2 ۳۹
- ۲-۲-۱-۱- بررسی اثر غلظت اتیلن‌دی‌آمین ۴۰
- ۲-۲-۱-۲- بررسی اثر غلظت هیدرازین ۴۰
- ۲-۲-۳- بررسی اثر زمان ۴۱

۴۲	..... بررسی اثر دما	۲-۲-۱-۴
۴۳	..... تهیه NiO به وسیله کلسینه کردن Ni(OH) ₂ نیکل هیدروکسید	۲-۲-۲
۴۴	..... تهیه نانوساختارهای Co(OH) ₂	۲-۲-۳
۴۵	..... بررسی اثر غلظت اتیلن دی آمین	۲-۲-۳-۱
۴۶	..... بررسی اثر غلظت هیدرازین	۲-۲-۳-۲
۴۷	..... بررسی اثر زمان	۲-۲-۳-۱
۴۷	..... بررسی اثر دما	۲-۲-۳-۱
۴۸	..... تهیه CoO به وسیله کلسینه کردن Co(OH) ₂	۲-۲-۴
۴۹	..... آماده سازی نمونه برای گرفتن تصویر SEM	۲-۲-۵
۵۲	..... بحث و نتیجه گیری	۳
۵۲	..... معرفی	۳-۱
۵۲	..... بررسی نانوساختارهای Ni(OH) ₂	۳-۲
۵۴	..... بحث و نتیجه گیری داده ها	۳-۲-۱
۵۵	..... نتایج XRD	۳-۲-۱-۱
۵۵	..... نتایج FT-IR	۳-۲-۱-۲
۵۹	..... بررسی اثر غلظت اتیلن دی آمین بر مورفولوژی محصولات	۳-۲-۱-۳
۵۹	..... بررسی اثر غلظت هیدرازین بر مورفولوژی محصولات	۳-۲-۱-۴
۷۱	..... بررسی اثر زمان بر مورفولوژی محصولات	۳-۲-۱-۵
۷۵	..... بررسی اثر دمای واکنش بر مورفولوژی محصولات	۳-۲-۱-۶
۷۷	..... بررسی نانوساختارهای Co(OH) ₂	3-3
۷۷	..... مقدمه	3-3-1
۷۸	..... بررسی نتایج و داده ها	3-3-2
۷۸	..... نتایج XRD	3-3-2-1
۸۰	..... نتایج FT-IR	3-3-2-۲

- ۸۳.....KOH-۳-۲-۳-۳ بررسی ساختار کبالت هیدروکسید با استفاده از محلول
- ۸۴.....-۴-۲-۳-۳ بررسی اثر غلظت اتیلن دی آمین بر مورفولوژی محصولات
- ۸۵.....-۵-۲-۳-۳ بررسی اثر غلظت هیدرازین بر مورفولوژی محصولات
- ۸۹.....-۶-۲-۳-۳ بررسی اثر زمان بر مورفولوژی محصولات
- ۹۴.....-۷-۲-۳-۳ بررسی اثر دمای واکنش بر مورفولوژی محصولات
- ۹۸..... منابع


فهرست تصاویر

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱- ساختار LDH	۷
شکل ۲-۱- ساختار هیدروتالسیت	۸
شکل ۳-۱- پلیمریزاسیون In situ	۱۲
شکل ۴-۱- افزایش مستقیم زنجیره پلیمر	۱۳
شکل ۵-۱- بازسازی ساختمان LDH	۱۳
شکل ۶-۱- نانوکامپوزیت‌های حاوی LDH	۱۴
شکل ۷-۱- تصاویر SEM نانوکامپوزیت حاوی LDH	۱۴
شکل ۸-۱- ساختار لایه‌ای نیکل هیدروکسید	۲۳
شکل ۹-۱- ساختار شماتیک نیکل هیدروکسید	۲۳
شکل ۱۰-۱- تصاویر TEM نانورقه‌ها و نانونوارهای نیکل هیدروکسید	۲۴
شکل ۱۱-۱- تصاویر SEM و TEM نانوساختارهای گل مانند نیکل هیدروکسید	۲۵
شکل ۱۲-۱- تصاویر SEM و TEM نانوکره‌های توخالی نیکل هیدروکسید	۲۵
شکل ۱۳-۱- تصاویر SEM نانوساختارهای هیدروکسید نیکل	۲۵
شکل ۱۴-۱- تصاویر TEM و SEM نمونه‌های تهیه شده در غلظت‌های متفاوت از EG و زمان‌های متفاوت	۲۶
شکل ۱۵-۱- تصاویر SEM نانوفلس‌های نیکل هیدروکسید	۲۷
شکل ۱۶-۱- تصاویر TEM نیکل هیدروکسید در زمان‌های مختلف (a : ۴ h , b : ۱۲ h)	۲۸
شکل ۱۷-۱- تصویر TEM نانوذرات α -Ni(OH) ₂	۲۹
شکل ۱۸-۱- تصویر SEM با (a) بزرگنمایی کم (b) بزرگنمایی بالا، از نانودیسک‌های کادمیوم	
هیدروکسید و تصاویر c و d تصاویر TEM به صورت موازی و عمود بر محور دیسک	۳۰
شکل ۱۹-۱- تصویر شماتیک مکانیسم پیشنهادی برای شکل‌گیری نانوفلس‌های کبالت هیدروکسید	۳۱

- شکل ۱-۲۰- تصاویر SEM و TEM نانوساختارهای گل مانند کبالت هیدروکسید ۳۲
- شکل ۱-۲۱. ساختار الکترونی یون Mg^{+2} و ساختمان مولکولی هیدرازین ۳۲
- شکل ۱-۲۲- تصویر SEM نانوفلس‌های هگزاگونال منیزیم هیدروکسید ۳۴
- شکل ۲-۱- بررسی تغییر غلظت اتیلن‌دی‌آمین در نمونه‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ از نیکل ۳۹
- شکل ۲-۲- بررسی تغییر غلظت هیدرازین در نمونه‌های ۴، ۵، ۶، ۷ و ۸ از نیکل ۴۰
- شکل ۲-۳- بررسی تغییر شرایط زمان در نمونه‌های ۹ و ۱۰ از نیکل ۴۱
- شکل ۲-۴- بررسی تغییر شرایط دما در نمونه‌های ۱۲ و ۳ از نیکل ۴۱
- شکل ۲-۵- تصویر SEM نمونه شماره ۱۳ از نیکل ۴۲
- شکل ۲-۶- بررسی تغییر غلظت اتیلن‌دی‌آمین در نمونه‌های ۱، ۲ و ۳ از کبالت ۴۴
- شکل ۲-۷- بررسی تغییر غلظت هیدرازین در نمونه‌های ۳، ۴، ۵، ۶ و ۷ از کبالت ۴۵
- شکل ۲-۸- بررسی تغییر شرایط زمان در نمونه‌های ۸ و ۹ از کبالت ۴۶
- شکل ۲-۹- تصویر SEM نمونه شماره ۱۱ از کبالت ۴۷
- شکل ۲-۱۰- تصویر SEM نمونه شماره ۱۲ از کبالت ۴۸
- شکل ۳-۱. طرح شماتیکی روش ساخت نانوساختارهای $Ni(OH)_2$ ۵۲
- شکل ۳-۲- الگوی XRD نانوساختارهای لارو-مانند نیکل هیدروکسید ۵۴
- شکل ۳-۳- الگوی XRD نانوذرات NiO ۵۵
- شکل ۳-۴- طیف FT-IR $(a) Ni(NO_3)_2$ ، $(b) \alpha-Ni(OH)_2$ ، $(c) \beta-Ni(OH)_2$ ، $(d) NiO$ ۵۷
- شکل ۳-۵- تصاویر SEM مربوط به تغییر غلظت اتیلن دی آمین در نمونه ۱ (نسبت نیکل به اتیلن دی آمین ۱:۲) ۶۰
- شکل ۳-۶- تصاویر SEM مربوط به تغییر غلظت اتیلن دی آمین در نمونه ۲ (نسبت نیکل به اتیلن دی آمین ۱:۳) ۶۱
- شکل ۳-۷- تصاویر SEM مربوط به تغییر غلظت اتیلن دی آمین در نمونه ۳ (نسبت نیکل به اتیلن دی آمین ۱:۴) ۶۲
- شکل ۳-۸- تصاویر SEM مربوط به تغییر غلظت هیدرازین در نمونه ۴ (غلظت هیدرازین ۰/۱۲۵ ml) ۶۳

- شکل ۳-۹- تصاویر SEM مربوط به تغییر غلظت هیدرازین در نمونه ۵ (غلظت هیدرازین ml ۰/۲۵).... ۶۴
- شکل ۳-۱۰- تصاویر SEM مربوط به تغییر غلظت هیدرازین در نمونه ۶ (غلظت هیدرازین ml ۰/۵).... ۶۵
- شکل ۳-۱۱- تصاویر SEM مربوط به تغییر غلظت هیدرازین (غلظت هیدرازین ml ۰/۷۵)..... ۶۶
- شکل ۳-۱۲- تصاویر SEM مربوط به تغییر غلظت هیدرازین در نمونه ۳ (غلظت هیدرازین ml ۱)..... ۶۷
- شکل ۳-۱۳- تصاویر SEM مربوط به تغییر غلظت هیدرازین در نمونه ۷ (غلظت هیدرازین ml ۲)..... ۶۸
- شکل ۳-۱۴- تصاویر SEM مربوط به تغییر غلظت هیدرازین در نمونه ۸ (غلظت هیدرازین ml ۳)..... ۶۹
- شکل ۳-۱۵- اثر زمان بر مورفولوژی محصولات در نمونه ۹ (بعد از ۱۲ ساعت)..... ۷۱
- شکل ۳-۱۶- اثر زمان بر مورفولوژی محصول در نمونه ۱۰ (بعد از ۱۸ ساعت)..... ۷۲
- شکل ۳-۱۷- اثر زمان بر مورفولوژی محصولات در نمونه ۳ (بعد از ۲۴ ساعت)..... ۷۳
- شکل ۳-۱۸- اثر دما بر مورفولوژی محصولات در نمونه ۱۲..... ۷۴
- شکل ۳-۱۹- تصویر SEM نمونه کلسینه شده در دمای °C ۳۰۰ به مدت ۴ ساعت..... ۷۵
- شکل ۳-۲۰- تصاویر TEM مربوط به NiO b) و Ni(OH)₂ a)..... ۷۶
- شکل ۳-۲۲- طرح شماتیک روش ساخت نانوساختارهای Co(OH)₂..... ۷۸
- شکل ۳-۲۳- طیف XRD مربوط به Co(OH)₂..... ۷۹
- شکل ۳-۲۴- طیف XRD نمونه شماره 12 (Co₃O₄)..... ۷۹
- شکل ۳-۲۵- طیف FT-IR نمونه‌های Cobalt Hydroxide a) و Cobalt Nitrate b)..... ۸۱
- شکل ۳-۲۶- طیف FT-IR نمونه Co₃O₄..... ۸۲
- شکل ۳-۲۷- بررسی ساختار کبالت هیدروکسید با استفاده از محلول KOH..... ۸۴
- شکل ۳-۲۸- تصاویر SEM مربوط به تغییر غلظت اتیلن‌دی‌آمین در نمونه ۱ کبالت (نسبت کبالت به اتیلن‌دی‌آمین در a برابر ۱:۲ و در b و c برابر ۱:۳ است)..... ۸۶
- شکل ۳-۲۹- تصاویر SEM مربوط به تغییر غلظت اتیلن دی آمین در نمونه ۳ کبالت (نسبت کبالت به اتیلن‌دی‌آمین برابر ۱:۴)..... ۸۷
- شکل ۳-۳۰- تصاویر SEM مربوط به تغییر غلظت هیدرازین در نمونه ۴ کبالت (غلظت هیدرازین ml ۰/۲۵)..... ۸۸

- شکل ۳-۳۱- تصاویر SEM مربوط به تغییر غلظت هیدرازین در نمونه ۵ کبالت
 (غلظت هیدرازین ml ۰/۵)..... ۸۹
- شکل ۳-۳۲- تصاویر SEM مربوط به تغییر غلظت هیدرازین در نمونه ۳ کبالت
 (غلظت هیدرازین ml ۱)..... ۹۰
- شکل ۳-۳۳- تصاویر SEM مربوط به تغییر غلظت هیدرازین در نمونه ۶ کبالت
 (غلظت هیدرازین ml ۲)..... ۹۱
- شکل ۳-۳۴- تصاویر SEM مربوط به تغییر غلظت هیدرازین در نمونه ۷ کبالت
 (غلظت هیدرازین ml ۳)..... ۹۲
- شکل ۳-۳۵- اثر زمان بر مورفولوژی محصولات در نمونه ۸ کبالت هیدروکسید
 (بعد از ۱۲ ساعت)..... ۹۲
- شکل ۳-۳۶- اثر زمان بر مورفولوژی محصولات در نمونه ۹ (بعد از ۱۸ ساعت)..... ۹۳
- شکل ۳-۳۷- اثر دمای واکنش بر مورفولوژی محصولات در نمونه ۱۱ کبالت (C ۱۶۰°)..... ۹۵
- شکل ۳-۳۸- تصویر SEM مربوط به نمونه شماره ۱۲ (CO₃O₄)..... ۹۶
- شکل ۳-۳۹- تصویر TEM نانوساختارهای هگزاگونال کبالت هیدروکسید..... ۹۶

The page features a decorative design with three blue circles of varying sizes, each composed of concentric circles in different shades of blue. These circles are arranged along a diagonal line that runs from the top-left towards the bottom-right. The largest circle is at the top, a smaller one is in the middle, and another large one is at the bottom right, partially cut off by the edge of the page. The background is white.

فصل اول

مقدمه

چکیده

کلمات کلیدی: هیدروکسید نیکل، هیدروکسید کبالت، نانوساختارها، روش هیدروترمال

در سال‌های اخیر، گسترش نانومواد توجه بسیاری از محققان را به خود جلب کرده است. کاهش اندازه ذرات به ابعاد نانومتر موجب ایجاد خواص ویژه‌ای در مقایسه با حالت حجیم می‌گردد.

در تحقیق حاضر ساختارهای فلزی مختلف متشکل از فلزات واسطه‌ی ردیف اول از طریق روش هیدروترمال ساخته شدند. نانوساختارهای حاصل عبارتند از: نانو ساختارهای درهم‌تنیده Ni(OH)_2 ، نانوذرات NiO ، نانوساختارهای هگزاگونال Co(OH)_2 و Co_3O_4 .

به منظور کاهش اندازه ذرات از اتیلن دی آمین به عنوان سورفاکتانت استفاده شده است. از آن‌جا که این ترکیب دارای ازدحام فضایی است، به کارگیری آن موجب کاهش بیشتر اندازه‌ی ذرات می‌شود. در آخر به منظور شناسایی محصولات یاد شده از تکنیک‌های مختلفی استفاده شد. برخی از این تکنیک‌ها برای تمام محصولات و برخی دیگر به فراخور نیاز به کار گرفته شدند. هر چهار محصول به دست آمده توسط دستگاه‌های FT-IR، پراکندگی اشعه‌ی X (XRD) و میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) شناسایی شدند. نتایج نشان‌دهنده‌ی سنتز نانوساختارهایی با اندازه‌ی کوچک و اشکال متنوع بود که قابلیت بالقوه برای کاربردهای متفاوت را دارا هستند.

۱ - مقدمه

۱-۱ - نانوفناوری چیست؟

نانوفناوری، توانایی انجام کار در سطح اتمی و مولکولی برای ایجاد ساختارهای بزرگ و جدید است. رفتار مواد در ابعاد نانومتر (10^{-9} m) در مقایسه با رفتار ساختارهای حجیم بسیار تفاوت دارد.

نانوفناوری به مواد و سیستم‌هایی مربوط می‌شود که ساختار و اجزای آن‌ها به دلیل ابعاد نانومتری، خواص فیزیکی و شیمیایی ویژه‌ای را نشان می‌دهد. هدف از توسعه‌ی نانوفناوری، کنترل ساختارها و دستگاه‌ها در سطح اتمی، مولکولی و فرامولکولی و یادگیری چگونگی ساخت و تولید و کاربرد این دستگاه‌هاست. رفتارهای جدید در مقیاس نانو را نمی‌توان از روی مشاهدات در مقیاس‌های بزرگ‌تر پیش‌بینی کرد. در واقع تغییرات مهم رفتاری را نمی‌توان از کاهش فوق‌العاده‌ی ابعاد دانست، بلکه پدیده‌های ذاتی و جدید حاکم در مقیاس نانو، همچون محدودیت اندازه و اعتبار بی‌چون و چرای پدیده‌های رابط و مکانیک کوانتومی را باید از دلایل اصلی شمرد. زمانی که بتوانیم اندازه را کنترل کنیم، ارتقای ویژگی‌های ساده و عملکرد دستگاه‌ها به سطحی فراتر از آنچه که امروز می‌دانیم و یا حتی امکان‌پذیر فرض می‌کنیم، میسر خواهد شد. کاهش ابعاد نانو ساختارها می‌تواند مواردی همچون نانولوله‌های کربنی، سیم‌ها و فیلم‌های نازک، ساختارهای مبتنی بر DNA و لیزرافشان‌هایی با ویژگی‌های بی‌نظیر را به ارمغان آورد.

همه‌ی مواد و سیستم‌ها، زیربنای ساختاری در مقیاس نانو ترتیب می‌دهند. در این‌جا مثال‌هایی ذکر می‌شود.

یک مولکول آب دارای قطری در حد یک نانومتر است. قطر یک نانو لوله‌ی تک لایه $1/20$ نانومتر است، کوچک‌ترین ترانزیستورها به اندازه‌ی 20 نانومتر هستند، مولکول DNA در حدود

۲/۵ نانومتر پهنا دارد و پروتئین‌ها بین یک تا ۲۰ نانومتر می‌باشند، قطر ATP حدود ۱۰ نانومتر است.

نانوفناوری، اتحاد ساختارهای نانویی در جهت ایجاد ساختارهای بزرگ‌تر را که می‌توانند در صنعت، پزشکی و حفاظت محیط‌زیست استفاده شوند، شامل می‌شود. هنوز چند دهه به توانایی تولید فرآورده‌های تجاری مانده است ولی مدل‌های نظری رایانه‌ای و محاسباتی نشان می‌دهد که دستیابی به سیستم‌های تولید مولکولی امکان‌پذیر است چرا که این مدل‌ها قوانین فیزیک کنونی را نقض نمی‌کند. امروزه، دانشمندان وسایل و فنون زیادی را که برای تبدیل نانوفناوری از مدل‌های رایانه‌ای به واقعیت لازم است، اختراع و تدبیر می‌کنند.

۱-۲ - چگونگی پیدایش نانوفناوری

اولین جرقه نانوفناوری در سال ۱۹۵۹ توسط ریچارد فاینمن^۱ طی یک سخنرانی با عنوان «فضای زیادی در سطوح پایین وجود دارد»^۲ زده شد، در حالیکه واژه نانوفناوری اولین بار توسط نوریو تانیگوچی^۳ استاد دانشگاه علوم توکیو در سال ۱۹۷۴ ابداع شد. او این واژه را برای توصیف ساخت مواد در حد نانومتر بکار برد. در سال ۱۹۸۶ این واژه توسط ک. اریک دکسلر^۴ در کتابی تحت عنوان «موتور آفرینش: آغاز دوران نانوفناوری» بازآفرینی و تعریف مجدد شد. از نظر دکسلر و همکارانش، اصطلاح نانوفناوری به معنای نانوفناوری مولکولی^۵ است. نانوفناوری مولکولی عبارت است از فشردن اتمها طبق یک دستورالعمل مشخص و دستیابی به مولکول‌ها با شکل و اندازه‌ی دلخواه. یکی از اهداف نانوفناوری مولکولی، ساخت یک ماشین مولکولی است. ماشین مولکولی، نانو ساختاری است که می‌تواند اعمال خاصی را روی اتمها یا

¹ Richard Feynman

² There is a plenty of room at the bottom.

³ Norio Taniguchi

⁴ K. Erik Dexler

⁵ Molecular Nanotechnology

مولکول‌ها انجام دهد. یکی از این اعمال، سر هم کردن نانو ساختارها است که این ماشین مولکولی سرهم کننده یا سامان دهنده¹ نامیده می‌شود. سامان دهنده‌ای که می‌تواند از خود الگو بگیرد و مانند یک ویروس عمل کند. طبیعت مثال‌های شگفت‌انگیزی از چنین ماشین‌های مولکولی ایجاد کرده است مانند ویروس‌ها، ریبوزوم‌ها و غیره [۱].

۱-۳ - رابطه‌ی علم نانو و فناوری

به منظور درک بهتر رابطه‌ی بین علم نانو و فناوری، در اینجا به بخشی از ایده‌ی صاحب‌نظران پرداخته می‌شود. طبق لغتنامه‌ی دانشگاهی مریام - وبستر² نانوفناوری عبارت است از «دستکاری کوچکترین اجزاء ماده یا اتم‌ها». طبق واژه‌نامه‌ی ماشین خلقت³ نانوفناوری عبارت است از «هنر دستکاری مواد در مقیاس اتمی یا مولکولی و به خصوص ساخت قطعات و لوازم میکروسکوپی». پژوهشگاه نانوفناوری انگلستان: قلمروی از علم و فناوری که به ابعاد ۰/۱ تا ۱۰۰ نانومتر می‌پردازد، در جایی که این ابعاد بتوانند نقش مهمی را در خواص قطعه ایفا کنند. درحالی‌که تعاریف زیادی برای فناوری نانو وجود دارد، NNI⁴ تعریفی را برای فناوری نانو ارائه می‌دهد که دربرگیرنده‌ی هر سه خصوصیت زیر باشد:

۱- توسعه فناوری و تحقیقات در سطوح اتمی، مولکولی و یا ماکرومولکولی در مقیاس یک تا صد نانومتر.

۲- خلق و استفاده از ساختارها، ابزار و سامانه‌هایی که به خاطر اندازه‌ی کوچک یا حد میانه آن‌ها، خواص و عملکرد نوینی دارند.

۳- توانایی کنترل یا دستکاری در سطوح اتمی.

¹ Assembler

² Merriam-Webster's Collegiate Dictionary

³ Engines of Creation Glossary

⁴ National Nanotechnology Initiative

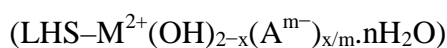
با توجه به همه تعاریف ارائه شده ما می‌توانیم بطور جامع سه واژه علم نانو، نانوفناوری و فناوری نانو را اینگونه بیان کنیم که:

علم نانو: مطالعه پدیده‌ها و دستکاری مواد در مقیاس اتمی و مولکولی که در این مقیاس کوچک، خصوصیات مواد با ویژگی‌هایشان در مقیاس بزرگ متفاوت است.
فناوری نانو: فرآوری و ارزیابی مواد نانومتری برای کاربردهای پزشکی، ساختمانی، الکتریکی و غیره.

نانوفناوری: طراحی، شناسایی، تولید و کاربرد ساختارها، طرح‌ها و سامانه‌ها با استفاده از کنترل شکل و اندازه مواد در مقیاس نانو.
در این پژوهش با استفاده از روش هیدروترمال، نانوساختارهای نیکل و کبالت هیدروکسید سنتز شده‌اند. این دو ترکیب از جمله ترکیبات لایه‌ای هستند که در زیر به بررسی این دسته از نانوساختارها پرداخته شد.

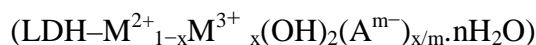
۱-۴ - ترکیبات لایه‌ای

ترکیبات لایه‌ای نوع خاصی از ترکیباتی هستند که ساختمان بلوری آنها از قرار گرفتن واحدهای دو بعدی، بوسیله نیروهای ضعیف ساخته شده است. مثال‌های ساده و شناخته‌شده این ترکیبات عبارتند از: گرافیت، هیدروکسیدهای فلزات قلیایی خاکی، فلزات واسطه و کمپلکس‌های دیگری هم با ساختار هیدروکسید لایه‌ای وجود دارند که به دو گروه طبقه‌بندی می‌شوند، دسته اول نمک‌های هیدروکسید لایه‌ای¹ با فرمول زیر:



¹ Layered Hydroxides Salts

و دسته دوم هیدروکسیدهای دولایه‌ای^۱ با فرمول مشابه که در زیر نشان داده شده است:



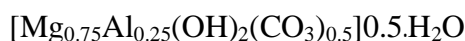
ساختمان LDH و LHS اصلاح شده‌ی ساختار بروکیت^۲ (منیزیم هیدروکسید) است. هیدروکسیدهای لایه‌ای دیگر که آرایش بروکیت مانند دارند عبارت اند از هیدروکسیدهای فلزاتی مانند کلسیم، منیزیم، آهن، کبالت و نیکل. اهمیت ترکیبات لایه‌ای در توانایی آنها در حفظ گونه‌های شیمیایی دارای بار الکتریکی سازگار با لایه‌ها است. این امر می‌تواند موجب انبساط و انقباض در امتداد محور اصلی (که معمولاً عمود بر محور اصلی است) شود، در حالیکه ساختمان کلی ترکیب تغییری نمی‌کند. به این فرآیند واکنش توپوتاکتیک^۳ می‌گویند [۲].

۱-۴-۱ هیدروکسیدهای دولایه‌ای (LDH)

هیدروکسیدهای دولایه‌ای که با علامت اختصاری (LDH) نشان داده می‌شوند (شکل ۱-۱)، کلی‌های آنیونی^۴ دارای ویژگی مبادله کردن آنیون هستند و فرمول عمومی آنها به صورت زیر می‌باشد:



بارزترین و عمده‌ترین سنگ معدن آنها هیدروتالکیت^۵ است، به همین دلیل به LDH ترکیبات هیدروتالکیت مانند هم گفته می‌شود که فرمول شیمیایی هیدروتالکیت به صورت زیر است (شکل ۱-۲).



کلی و LDH شباهت‌های زیادی دارند که عبارت اند از:

¹ Layered Double Hydroxides

² Brucite

³ Topotactic reaction

⁴ Anionic clays

⁵ Hydrotalcite