

به نام خدای عشق و زیبایی

برستی



دانشگاه زابل

دانشکده علوم پایه

تأیید اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

اعضای هیئت داوران نسخه نهایی پایان نامه خانم/ آقای اربنه طهماسیان رشته شیمی معدنی تحت عنوان: سنتز و شناسایی چار چوب های فلز- آلی نانو متخلخل بر پایه ی لیگاند های ایمیدازول کربوکسیلات، پیش ماده های جدید برای تهیه نانو مواد را از نظر فرم و محتوا بررسی نموده و آن را برای اخذ درجه کارشناسی ارشد و برگزاری جلسه دفاعیه در تاریخ ۹۰ / ۹ / ۷ مورد تأیید قرار دادند.

اعضای هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضاء
۱- استاد راهنما	دکتر علی مرسلی	دانشیار	
۲- استاد ناظر داخلی	دکتر خدایار قلیبوند	استاد	
۳- استاد ناظر داخلی	دکتر علیرضا محبوب	استاد	
۴- استاد ناظر خارجی	دکتر مجتبی باقرزاده	استاد	
۵- نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر علیرضا محبوب	استاد	

آیین‌نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش‌های علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیأت علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهش‌های علمی که تحت عنوان پایان‌نامه، رساله و طرح‌های تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان‌نامه/ رساله و درآمدهای حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می باشد ولی حقوق معنوی پدید آورندگان محفوظ خواهد بود.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و با تایید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجو مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان‌نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب، نرم افزار و یا آثار ویژه (اثری هنری مانند فیلم، عکس، نقاشی و نمایشنامه) حاصل از نتایج پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و براساس آئین نامه های مصوب انجام شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته ها در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این آیین‌نامه در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۸۷/۴/۱ در شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/۴/۲۳ در هیأت رئیسه دانشگاه به تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱۵ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.

«اینجانب دانشجوی رشته متعهد می شوم کلیه نکات مندرج در آئین نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش های علمی دانشگاه تربیت مدرس را در انتشار یافته های علمی مستخرج از پایان نامه / رساله تحصیلی خود رعایت نمایم. در صورت تخلف از مفاد آئین نامه فوق الاشعار به دانشگاه وکالت و نمایندگی می دهم که از طرف اینجانب نسبت به لغو امتیاز اختراع بنام بنده و یا هر گونه امتیاز دیگر و تغییر آن به نام دانشگاه اقدام نماید. ضمناً نسبت به جبران فوری ضرر و زیان حاصله بر اساس برآورد دانشگاه اقدام خواهم نمود و بدینوسیله حق هر گونه اعتراض را از خود سلب نمودم»

امضا:

تاریخ:

۹۰۹۰۷

آیین نامه چاپ پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله) ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد/ رساله دکتری نگارنده در رشته سیسی معدنی است که در سال ۱۳۹۰ در دانشکده علوم پایه دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم/جناب آقای دکتر علی مرسلی، مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر _____ از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.


ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب ارینه طمسسیان دانشجوی رشته سیسی (معدنی) مقطع کارشناسی ارشد

تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: ارینه طمسسیان

تاریخ و امضا: 

۹.۹.۷



دانشگاه تربیت مدرس
دانشکده علوم پایه

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد رشته شیمی (معدنی)

عنوان پایان نامه

سنتز و شناسایی چارچوب های فلز- آلی نانومتخلخل بر پایه ی لیگاندهای
ایمیدازول کربوکسیلات؛ پیش ماده های جدید برای تهیه ی نانو مواد

نگارش

ارینه طهماسیان

استاد راهنما

دکتر علی مرسلی

آذر ۱۳۹۰

به پدر و مادرم

دو فرشته ی امیدم،

به برادرم یکی یکدانه ام

و

به او که دل سپردمش...

ثمره ی کوچک دستانم و گام کوچک زندگیم تقدیم به شما عزیزانم

تقدیر و تشکر

پروردگارا شکر، برای تمام نعمت هایی که به من ارزانی داشتی، برای تمام لبخند های محبت بار،
دستان یاری رسان، برای همه ی عشق و محبت و چیزهای شگفت انگیزی که به من اعطا کردی.
خدایا شکر هزار مرتبه شکر...

با سپاس فراوان از:

خانواده ام که به من چگونه زیستن را آموختند و در راه کسب علم و معرفت برایم آنچه در توان
داشتند انجام دادند.

استاد راهنمای فرهیخته، دلسوز و بزرگوام، "جناب آقای دکتر علی مرسلی"، که در طول این دوره با
لطف و عطوفت زحمات شایان تقدیری را برای من متقبل شدند و با ایده های هوشیارانه و خلاقانه
همواره محرک و مشوق اینجانب بودند. برای ایشان سلامتی، شادکامی و موفقیت روزافزون آرزومندم.
استاد دلسوزم جناب آقای دکتر خدایار قلیوند که از تجربیات و راهنمایی های با ارزش ایشان بهره
مند بودم.

استاد مهربانم جناب آقای دکتر علیرضا محجوب که همواره مرا مورد لطف و عنایت خود قرار دادند.
استاد گرانقدر جناب آقای دکتر باقرزاده که با وجود مشغله فراوان، با حوصله و دقت، زحمت مطالعه،
نظارت و تصحیح پایان نامه مرا به عهده گرفتند.

دوستان و همکاران بسیار خوبم در آزمایشگاه که در نهایت صمیمیت و محبت مرا در انجام این کار
یاری نمودند. به خصوص جناب آقای صفری فرد و آقای یزدان پرست که همواره مدیون لطف و
محبتشان هستم. برای همه این عزیزان روزهایی پر از سلامتی، شادی و موفقیت آرزومندم.

چکیده

طراحی و سنتز پلیمر های کئوردیناسیونی متخلخل یا چارچوب های فلز- آلی به علت ساختارهای جالب این ترکیبات و قابلیت های کاربردی آنها برای ذخیره و جداسازی گاز، کاتالیز، تشخیص و جداسازی انانتیومرها، خواص مغناطیسی، تنظیم لومینسانس و غیره توجه زیادی را به خود جلب کرده است. اخیرا مشخص شده است که برخی لیگاندهای آلی مسطح صلب مثل ایمیدازول-۵،۴-دی کربوکسیلیک اسید (H_3IDC) برای تشکیل چارچوب های فلز- آلی مناسب هستند. زیرا این لیگاندها از طریق برهم کنش های چند دندانه به یون های فلزی متصل می شوند و به این ترتیب مانع از در هم تنیده شدن ساختار چارچوب های فلز- آلی می شوند. سنتز چارچوب های فلز- آلی و پلیمرهای کئوردیناسیونی جدید از لیگاند ایمیدازول-۵،۴-دی کربوکسیلیک اسید در ابعاد بالک (توده) با استفاده از روش های هیدروترمال، رفلاکس و شاخه ی جانبی صورت گرفت، با روش طیف سنجی IR شناسایی و پایداری گرمایی آن ها توسط آنالیزهای وزن سنجی حرارتی (TGA) و تجزیه گرمایی تفاضلی (DTA) مورد بررسی قرار گرفت. در ادامه ساختار این ترکیبات توسط بلور نگاری پرتو-X تعیین شد. نانو چارچوب های فلز- آلی با روش سونوشیمی و هیدروترمال سنتز شدند و شکل ظاهری و مطالعات ساختاری آن ها با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) و پراش اشعه ایکس پودری (PXR) انجام گرفت. ترکیبات سنتز شده به عنوان پیش ماده های جدید جهت سنتز نانو مواد مورد استفاده قرار گرفتند. ترکیبات سنتز شده در زیر آورده شده است:

- $\{[Mg(HIDC)(H_2O)_2] \cdot 1.5H_2O\}_n$ (۱) Nano-Particles of compound ۱,
 $\{[Mg_3(IDC)_2(H_2O)_5] \cdot 2H_2O\}_n$ (۲) Nano-Particles of compound ۲,
 $\{[Na_{16}(Ni_8(IDC)_{12})(H_2O)_{20}(H_3O)_4](CH_3CN)(H_2O)_{18.5}\}_n$ (۳) Nano-Particles of compound ۳,
 $[Zn_6(IDC)_4(OH)_2(Hprz)_2]_n$ (۴) Nano-Particles of compound ۴,
 $[Zn_5(IDC)(HIDC)_2(DMF)_4]_n$ (۵) Nano-Particles of compound ۵,
 $\{Na_4[Cd_7(IDC)_6] \cdot 3bpy \cdot 7H_2O\}_n$ (۶) Nano-Particles of compound ۶,
 $\{[Sr(H_2IDC)_2(H_2O)] \cdot (H_2O)\}_n$ (۷) Nano-Particles of compound ۷,
 $[Pb(HIDC)]_n$ (۸) Nano-Particles of compound ۸,
Nano Magnesium Oxide (۹), Nano Nickel(II) Oxide (۱۰), Nano Zinc(II) Oxide (۱۱),
Nano Cadmium(II) Oxide (۱۲), Nano Strontium Carbonate (۱۳), Nano Lead Oxide (۱۴)

IDC^{3-} = imidazole-4,5-dicarboxylate,

کلمات کلیدی: چارچوب فلز- آلی، ایمیدازول-۵،۴-دی کربوکسیلیک اسید، نانوذرات، نانوساختار.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول: مقدمه
۲	۱-۱- شیمی کئوردیناسیون
۲	۱-۱-۱- تئوری های ترکیبات کئوردیناسیون
۲	۱-۱-۲- تئوری کئوردیناسیون ورنر
۴	۱-۱-۳- قاعده ی عدد اتمی موثر (EAN)
۴	۱-۱-۴- نظریه ی پیوند ظرفیت (VBT)
۵	۱-۱-۵- نظریه ی میدان بلور (CFT)
۹	۲-۱- معرفی پلیمر های کئوردیناسیونی
۱۰	۳-۱- واحد های سازنده ی پلیمر های کئوردیناسیونی
۱۰	۱-۳-۱- یونهای فلزی
۱۰	۱-۳-۱- یون های فلزات واسطه
۱۱	۱-۳-۲- یون های فلزات خاکی کمیاب
۱۲	۲-۳-۱- لیگاندهای آلی
۱۵	۳-۳-۱- آنیون های مخالف
۱۶	۴-۳-۱- مولکولهای مهمان
۱۶	۴-۱- روش های سنتز پلیمر های کئوردیناسیونی
۱۷	۱-۴-۱- روش نفوذ
۱۷	۲-۴-۱- روش هیدرو(سولوو)ترمال
۱۷	۳-۴-۱- روش میکروویو
۱۸	۴-۴-۱- روش فاقد حلال
۱۹	۵-۴-۱- افزودن پلیمرهای آلی
۲۰	۵-۱- چارچوب های فلز - آلی
۲۱	۱-۵-۱- طبقه بندی پلیمرهای کئوردیناسیونی متخلخل
۲۲	۲-۵-۱- کاربرد های چارچوب های فلز - آلی
۲۲	۱-۲-۵-۱- ذخیره ی گاز
۲۲	۲-۲-۵-۱- جداسازی ترکیبات
۲۳	۳-۲-۵-۱- استفاده به عنوان کاتالیزور
۲۳	۴-۲-۵-۱- استفاده از خاصیت لومینسانس
۲۴	۵-۲-۵-۱- استفاده به عنوان حسگر
۲۴	۶-۲-۵-۱- استفاده در سیستم های آزادسازی دارویی
۲۵	۶-۱- نقش حلال در سیستم های فرامولکولی کئوردیناسیونی
۲۶	۱-۶-۱- حلال به عنوان لیگاند

۲۸	۱-۱-۶-۱- اثر فضایی حلال های کئوردینه شونده بر آرایش ساختاری پلیمرهای کئوردیناسیونی
۲۹	۲-۶-۱- حلال به عنوان مهمان
۲۹	۱-۲-۶-۱- اثر فضایی حلال به عنوان مهمان بر آرایش ساختاری پلیمرهای کئوردیناسیونی
۳۰	۲-۲-۶-۱- اثر حلال پروتیک/آپروتیک به عنوان مهمان بر آرایش ساختاری پلیمرهای کئوردیناسیونی
۳۱	۳-۲-۶-۱- اثر هیدرولیز حلال مهمان بر آرایش ساختاری پلیمرهای کئوردیناسیونی
۳۲	۴-۲-۶-۱- اثر اشتراکی حلال به عنوان مهمان
۳۳	۳-۶-۱- حلال به عنوان لیگاند و مهمان
۳۴	۴-۶-۱- اثر حلال بر تبدیل ساختاری سیستم های فرامولکولی کئوردیناسیونی
۳۹	۵-۶-۱- تاثیر حلال در تنظیم خواص سیستم های کئوردیناسیونی
۳۹	۱-۵-۶-۱- ذخیره و جداسازی گاز
۴۱	۲-۵-۵-۱- کاتالیز
۴۳	۳-۵-۵-۱- مغناطیس
۴۴	۴-۵-۵-۱- خواص نوری
۴۶	۷-۱- مقدمه ای در مورد لیگاند ایمیدازول-۴،۵-دی کربوکسیلیک اسید
۴۶	۱-۷-۱- پلیمرهای کئوردیناسیونی متخلخل بر پایه لیگاند ایمیدازول-۴،۵-دی کربوکسیلیک اسید
۵۵	۸-۱- نانو مواد، خواص و روش های سنتز آن
۵۵	۱-۸-۱- مواد و ذرات نانو
۵۶	۲-۸-۱- مواد نانو و برخی از خواص ویژه آن ها
۵۷	۳-۸-۱- روشهای ساخت نانو مواد
۵۷	۱-۳-۸-۱- روش بالا به پایین
۵۸	۲-۳-۸-۱- روش پایین به بالا
۵۸	۴-۸-۱- استفاده از سونوشیمی در تولید نانوذرات
۵۹	۹-۱- تجزیه و تحلیل به وسیله پراش پرتو-X
۶۰	۱۰-۱- میکروسکوپ الکترونی روبشی
۶۱	هدف

فصل دوم : بخش تجربی

۶۳	۱-۲- مواد و حلال های مصرفی
۶۳	۲-۲- دستگاه های مورد استفاده
۶۴	۳-۲- روش انجام آزمایشات
۶۴	سنتز کمپلکس های معدنی و پلیمرهای کئوردیناسیونی به روش هیدرو(سولو)ترمال
۶۵	سنتز کمپلکس های معدنی و پلیمرهای کئوردیناسیونی به روش شاخه جانبی
۶۵	۴-۲- سنتز کمپلکس های معدنی در ابعاد بالک (توده) و نانو
۶۵	۱-۴-۲- سنتز چارچوب فلز-آلی $\{[Mg(HIDC)(H_2O)_2] \cdot 1.5H_2O\}_n$ (۱)
۶۶	۲-۴-۲- سنتز نانو ذرات ترکیب ۱ با روش التراسونیک
۶۶	۳-۴-۲- سنتز نانو ساختارهای MgO از ترکیب ۱ به روش کلسینه کردن مستقیم

- ۶۷ ۴-۴-۲- سنتز چارچوب فلز- آلی $\{[Mg_3(IDC)_2(H_2O)_5] \cdot 2H_2O\}_n$ (۲) ۶۷
- ۶۷ ۵-۴-۲- سنتز نانو ذرات ترکیب ۲ با روش هیدروترمال ۶۷
- ۶۸ ۶-۴-۲- سنتز نانوساختارهای MgO از ترکیب ۲ به روش کلسینه کردن مستقیم ۲ ۶۸
- ۶۸ ۷-۴-۲- سنتز چارچوب آلی- فلزی $\{[Na_{16}(Ni_8(IDC)_{12})(H_2O)_{20}(H_3O)_4](CH_3CN)(H_2O)_{18.5}\}_n$ (۳) ۶۸
- ۶۹ ۸-۴-۲- سنتز نانو ذرات ترکیب ۳ با روش التراسونیک ۶۹
- ۶۹ ۹-۴-۲- سنتز نانوذرات NiO از ترکیب ۳ به روش کلسینه کردن مستقیم ۶۹
- ۶۹ ۱۰-۴-۲- سنتز چارچوب فلز- آلی $[Zn_6(IDC)_4(OH)_2(Hprz)_2]_n$ (۴) ۶۹
- ۷۰ ۱۱-۴-۲- سنتز نانو ذرات ترکیب ۴ با روش هیدروترمال ۷۰
- ۷۰ ۱۲-۴-۲- سنتز نانوذرات ZnO از ترکیب ۴ به روش کلسینه کردن مستقیم ۷۰
- ۷۱ ۱۳-۴-۲- سنتز چارچوب فلز- آلی $[Zn_5(IDC)_2(HIDC)_2(DMF)_4]_n$ (۵) ۷۱
- ۷۱ ۱۴-۳-۲- سنتز نانوذرات ZnO از ترکیب ۵ به روش کلسینه کردن مستقیم ۷۱
- ۷۲ ۱۵-۳-۲- سنتز نانوذرات ZnO از ترکیب ۵ حلال زدایی شده به روش کلسینه کردن مستقیم ۷۲
- ۷۲ ۱۶-۳-۲- سنتز چارچوب فلز- آلی $\{Na_4[Cd_7(IDC)_6] \cdot 3bpy \cdot 7H_2O\}_n$ (۶) ۷۲
- ۷۳ ۱۷-۳-۲- سنتز نانو ذرات ترکیب ۶ با روش هیدروترمال ۷۳
- ۷۳ ۱۸-۳-۲- سنتز نانوذرات CdO از ترکیب ۶ به روش کلسینه کردن مستقیم ۷۳
- ۷۳ ۱۹-۳-۲- سنتز پلیمر کئوردیناسیونی $\{[Sr(H_2IDC)_2(H_2O)] \cdot (H_2O)\}_n$ (۷) ۷۳
- ۷۴ ۲۰-۳-۲- سنتز نانو پلیمر کئوردیناسیونی ۷ با روش التراسونیک ۷۴
- ۷۴ ۲۱-۳-۲- سنتز نانوذرات $SrCO_3$ از ترکیب ۷ به روش کلسینه کردن مستقیم ۷۴
- ۷۵ ۲۲-۳-۲- بررسی جذب و واجذب برگشت پذیر آب در ترکیب ۷ ۷۵
- ۷۵ ۲۳-۳-۲- سنتز پلیمر کئوردیناسیونی $[Pb(HIDC)]_n$ (۸) ۷۵
- ۷۶ ۲۴-۳-۲- سنتز نانو ذرات ترکیب ۸ با روش التراسونیک ۷۶
- ۷۶ ۲۵-۳-۲- سنتز نانوذرات Pb_3O_4 از ترکیب ۸ به روش کلسینه کردن مستقیم ۷۶
- ۷۷ ۴-۲- طیف های IR کمپلکس ها و نانوساختارهای تهیه شده ۷۷

۸۶ فصل سوم : نتایج و بحث

- ۸۷ ۱-۳- تهیه چارچوب فلز- آلی $\{[Mg(Hidc)(H_2O)_2] \cdot 1.5H_2O\}_n$ (۱) در ابعاد بالک (توده) و نانو ۸۷
- ۸۸ ۱-۱-۳- خواص طیفی ترکیب ۱ ۸۸
- ۸۸ ۲-۱-۳- ساختار بلوری ترکیب ۱ ۸۸
- ۸۹ ۳-۱-۳- بررسی ساختار و مورفولوژی نانوذرات ترکیب ۱ ۸۹
- ۹۲ ۴-۱-۳- مطالعات ساختاری و مورفولوژی نانوساختارهای به دست آمده از کلسینه مستقیم ترکیب ۱ ۹۲
- ۹۴ ۲-۳- تهیه چارچوب فلز- آلی $\{[Mg_3(IDC)_2(H_2O)_5] \cdot 2H_2O\}_n$ (۲) در ابعاد بالک (توده) و نانو ۹۴
- ۹۴ ۱-۲-۳- خواص طیفی ترکیب ۲ ۹۴
- ۹۵ ۲-۲-۳- ساختار بلوری ترکیب ۲ ۹۵
- ۹۶ ۳-۲-۳- بررسی ساختار و مورفولوژی نانوذرات ترکیب ۲ ۹۶
- ۹۷ ۴-۲-۳- مطالعات ساختاری و مورفولوژی نانوساختارهای به دست آمده از کلسینه مستقیم ترکیب ۲ ۹۷
- ۹۷ ۳-۳- تهیه چارچوب فلز- آلی $\{[Na_{16}(Ni_8(IDC)_{12})(H_2O)_{20}(H_3O)_4](CH_3CN)(H_2O)_{18.5}\}_n$ (۳) در ابعاد بالک (توده) و نانو ۹۷

۹۹	۱-۳-۳- خواص طیفی ترکیب ۳
۹۹	۲-۳-۳- ساختار بلوری ترکیب ۳
۱۰۰	۳-۳-۳- بررسی ساختار و مورفولوژی نانوذرات ترکیب ۳
۱۰۳	۴-۳-۳- مطالعات ساختاری و مورفولوژی نانوذرات به دست آمده از کلسینه مستقیم ترکیب ۳
۱۰۵	۴-۳- تهیه چارچوب فلز- آلی $[Zn_6(IDC)_4(OH)_2(Hprz)_2]_n$ (۴) در ابعاد بالک (توده) و نانو
۱۰۵	۱-۴-۳- خواص طیفی ترکیب ۴
۱۰۶	۲-۴-۳- ساختار بلوری ترکیب ۴
۱۰۷	۳-۴-۳- بررسی ساختار و مورفولوژی نانوذرات ترکیب ۴
۱۰۹	۴-۴-۳- مطالعات ساختاری و مورفولوژی نانوذرات به دست آمده از کلسینه مستقیم ترکیب ۴
۱۱۱	۵-۳- تهیه چارچوب فلز- آلی $[Zn_5(IDC)_2(HIDC)_2(DMF)_4]_n$ (۵) در ابعاد بالک (توده)
۱۱۱	۱-۵-۳- خواص طیفی ترکیب ۵
۱۱۲	۲-۵-۳- ساختار بلوری ترکیب ۵
۱۱۳	۲-۵-۳- مطالعات ساختاری و مورفولوژی نانوذرات به دست آمده از کلسینه مستقیم ترکیب ۵ و بررسی اثر حضور و عدم حضور مولکول های مهمان بر مورفولوژی و اندازه ی نانوذرات حاصل
۱۱۶	۶-۳- تهیه چارچوب فلز- آلی $\{Na_4[Cd_7(IDC)_6] \cdot 3bpy \cdot 7H_2O\}_n$ (۶) در ابعاد بالک (توده) و نانو
۱۱۶	۱-۶-۳- خواص طیفی ترکیب ۶
۱۱۷	۲-۶-۳- ساختار بلوری ترکیب ۶
۱۱۸	۳-۶-۳- بررسی ساختار و مورفولوژی نانوذرات ترکیب ۶
۱۲۰	۴-۶-۳- مطالعات ساختاری و مورفولوژی نانوذرات به دست آمده از کلسینه مستقیم ترکیب ۶
۱۲۲	۷-۳- تهیه پلیمر کئوردیناسیونی $\{[Sr(H_2IDC)_2(H_2O)] \cdot (H_2O)\}_n$ (۷) در ابعاد بالک (توده) و نانو
۱۲۲	۱-۷-۳- خواص طیفی ترکیب ۷
۱۲۲	۲-۷-۳- ساختار بلوری ترکیب ۷
۱۲۶	۳-۷-۳- خواص حرارتی ترکیب ۷
۱۲۶	۴-۷-۳- بررسی ساختار و مورفولوژی نانوذرات ترکیب ۷
۱۲۹	۵-۷-۳- مطالعات ساختاری و مورفولوژی نانوذرات به دست آمده از کلسینه مستقیم ترکیب ۷
۱۳۱	۶-۷-۳- بررسی جذب و واجذب آب در ترکیب های $\{[Sr(H_2IDC)_2(H_2O)] \cdot (H_2O)\}_n$ (۷) و $[Sr(H_2IDC)_2]_n$
۱۳۱	۷-۷-۳- بررسی طیفی جذب و واجذب آب در ترکیب های ۷ و $[Sr(H_2IDC)_2]_n$
۱۳۴	۸-۳- تهیه پلیمر کئوردیناسیونی $[Pb(HIDC)]_n$ (۸) در ابعاد بالک (توده) و نانو
۱۳۴	۱-۸-۳- خواص طیفی ترکیب ۸
۱۳۴	۲-۸-۳- خواص حرارتی ترکیب ۸
۱۳۴	۳-۸-۳- بررسی ساختار و مورفولوژی نانوذرات ترکیب ۸
۱۳۷	۴-۸-۳- مطالعات ساختاری و مورفولوژی نانوذرات به دست آمده از کلسینه مستقیم ترکیب ۸

۱۳۹ نتایج

۱۴۰ مراجع

فهرست جدول ها

صفحه	عنوان
۱۲۴	جدول ۳-۱- داده های بلور نگاری پلیمر کئوردیناسیونی $\{[\text{St}(\text{H}_2\text{IDC})_2(\text{H}_2\text{O})] \cdot (\text{H}_2\text{O})\}_n$ (۷)
۱۲۵	جدول ۳-۲- طول پیوندهای انتخابی [Å] و زوایای [°] کمپلکس ۷

فهرست شکل ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱- مثالی از تشکیل اربیتال های هیبریدی در Co^{III} اکتاهدرال	۵
شکل ۲-۱- پنج اربیتال d	۶
شکل ۳-۱- نمایش حالت انرژی اربیتال های d در محیط منفی الکتروستاتیک کروی	۶
شکل ۴-۱- نحوه ی قرار گرفتن اربیتال های d نسبت به لیگاند ها در تقارن هشت وجهی	۷
شکل ۵-۱- دیاگرام شکافتگی اربیتال های d در تقارن هشت وجهی	۷
شکل ۶-۱- نحوه ی قرار گرفتن اربیتال های d نسبت به لیگاند ها در تقارن چهار وجهی	۸
شکل ۷-۱- دیاگرام شکافتگی اربیتال های d در تقارن تتراهدرال	۸
شکل ۸-۱- تشکیل پلیمرهای کئوردیناسیونی	۹
شکل ۹-۱- نمایش شبکه های تک بعدی (الف)، دوبعدی (ب) و سه بعدی (ج)	۱۰
شکل ۱۰-۱- ساختار های کئوردیناسیونی یونهای فلزی واسطه	۱۱
شکل ۱۱-۱- نمونه هایی از لیگاند های اتصال دهنده در پلیمر های کئوردیناسیونی	۱۳
شکل ۱۲-۱- الف) چارچوب $\{\text{Cu}(4,4\text{-bpy})_2(\text{H}_2\text{O})_2\} \cdot \text{SiF}_6^-$ در امتداد محور c. ب) پیوند هیدروژنی آنیون SiF_6^- با مولکول های آب	۱۶
شکل ۱۳-۱- نمایش کانال های قابل تنظیم پلیمرهای کئوردیناسیونی متخلخل از نظر اندازه، شکل، ابعاد و عاملیت های شیمیایی سطح حفره	۲۰
شکل ۱۴-۱- طبقه بندی پلیمرهای کئوردیناسیونی متخلخل	۲۱
شکل ۱۵-۱- مثال شماتیکی از گزینش پذیری در فرایند کاتالیزوری	۱۶
شکل ۱۶-۱- الف و ب) نمایش SBU های سه هسته ای $\text{Mg}_3(\text{O}_2\text{CR})_6$ در $[\text{Mg}_3(\text{bdc})_3(\text{solvent})_4]_n$ و $[\text{Mg}_3(\text{bdc})_3(\text{EtOH})_2]_n$ و ج) نمایش SBU های چهار هسته ای $\text{Mg}_4(\text{O}_2\text{CR})_6$ در $[\text{Mg}(\text{bdc})(\text{DMF})]_n$	۲۷
شکل ۱۷-۱- نمایش اثرات فضایی حلال های مختلف بر آرایش زنجیره های پلیمری	۲۹
شکل ۱۸-۱- نمایش ساختار های دو بعدی حاصل از حضور حلال های مختلف	۳۲
شکل ۱۹-۱- از چپ به راست به ترتیب ساختار های کئوردیناسیونی $\{\text{Mn}(\text{tcdbc})(\text{py})_2(\text{H}_2\text{O})_2\}(\text{py})_2$ ، $\{\text{Mn}(\text{tcdbc})(\text{dioxane})(\text{H}_2\text{O})_2\}(\text{dioxane})$ ، $\{\text{Mn}(\text{tcdbc})(\text{MeOH})_3\}(\text{MeOH})_n$ و $[\text{Mn}_5(\text{tcdbc})_5(\text{DMF})_5]_n$	۳۳
شکل ۲۰-۱- نمایش تخریب و بازآرایی SBU های $[\text{Cu}_2(\text{OOCR})_4]_n$ در طول تبدیل ساختاری $[\text{Cu}(5\text{-bn})_2]_n$ به $[\text{Cu}(5\text{-bn})_2(\text{H}_2\text{O})_2]_n$	۳۶
شکل ۲۱-۱- الف) تبدیل ساختاری بین $\{\text{Cd}_2(5\text{-bn})_4(\text{H}_2\text{O})\}(\text{EtOH})_n$ و $\{\text{Cd}_2(5\text{-bn})_4(\text{H}_2\text{O})\}(\text{MeOH} \cdot \text{H}_2\text{O})_n$ و ب) نمایش فرآیند تعویض حلال $\{\text{Cd}_2(5\text{-bn})_4(\text{H}_2\text{O})\}(\text{dioxane})$	۳۷
شکل ۲۲-۱- اثرات تنفسی حاصل از حلال در چارچوب های دینامیک	۳۸
شکل ۲۳-۱- نمایش تبدیل تک بلور به تک بلور ترمودینامیکی و سینتیکی $\{\text{Cu}(\text{iba})_2\}(\text{H}_2\text{O})_2$ از طریق روش های مختلف آب زدایی	۳۹
شکل ۲۴-۱- مقایسه ی ایزوترم های جذب CO_2 و CH_4 در 304 K توسط گونه های دارای آب (چپ) و آب زدایی شده ی (راست) چارچوب فلز-آلی MIL-53-Cr	۴۱
شکل ۲۵-۱- شکل سمت چپ نمایشگر حفرات بسیار بزرگ موجود در چارچوب آنیونی $[\text{In}_{48}(\text{Himdc})_{96}]^{48-}$ است. شکل سمت راست به صورت شماتیک نمایان گر نقش کاتالیزوری کلاترات های پورفیرین-فلز در واکنش اکسیداسیون می باشد	۴۲

- شکل ۱-۲۶- الف) شمایی از نانو توپ ها و حالت تجمع یافته ی آنها. ب) (چپ) منحنی %T نسبت به T مربوط به Fe^{II} در حالت های جذب و واجذب نموده ی استونیتریل. شکل کوچک تر نشان دهنده ی طیف مازباتر نمونه های جذب کرده (بالا) و واجذب نموده (پایین) می باشد. (راست) منحنی %T نسبت به T مربوط به Fe^{II} برای نمونه های حاصل از حلال های مختلف ۴۴
- شکل ۱-۲۷- طیف بر انگیزتگی (راست) و نشر (چپ) Eu^{III} و Tb^{III} در حالت های آب زدایی شده و مجدداً آبدار شده $\{[Eu_2(fumarate)_2(oxalate)(H_2O)_4].4H_2O\}$ و $\{[Tb_2(fumarate)_2(oxalate)(H_2O)_4].4H_2O\}$ ۴۵
- شکل ۱-۲۸- دپروتونه شدن مرحله به مرحله ی H_3IDC و تشکیل آنیون های H_2IDC^- ، $HIDC^{2-}$ و IDC^{3-} ۴۷
- شکل ۱-۲۹- شیوه های کئوردیناسیونی متفاوت آنیون های H_2IDC^- ، $HIDC^{2-}$ و IDC^{3-} ۴۷
- شکل ۱-۳۰- مقایسه ی زاویه ی M-X-M و زاویه ی Si-O-Si ۴۸
- شکل ۱-۳۱- الف) ساختارهای $\{[Ln_2(IDC)_2(H_2O)_3](H_2O)\}_n$ (Ln = Gd(III) و Eu(III))، ب) توپولوژی های زئولیت مانند آنها و ج) خواص جذب انتخابی آنها ۴۸
- شکل ۱-۳۲- نمایش چارچوب متخلخل $[Ln_2(IDC)_2(H_2O)_3].1.625H_2O$ با دو نوع لوله ی مارپیچ و کانال های غیر کایرال ۴۹
- شکل ۱-۳۳- الف) ساختار سه بعدی Tb-PCP ب) شدت انتقال لومینسانس $^5D_4 \rightarrow ^7F_5$ برای Tb-PCP در حضور کاتیون های مختلف ۵۰
- شکل ۱-۳۴- الف) ساختارهای سه پلیمر کئوردیناسیونی حاصل از واحد های سازنده ی $Mg(II)$ و H_3IDC و ب) ایزوترم های جذب H_2O در ۲۹۸K برای دو PCP ۵۰
- شکل ۱-۳۵- الف) ساختار متخلخل سه بعدی $[Zn_6(IDC)_4(OH)_2(Hprz)_2]_n$ و ب) خاصیت جذب انتخابی آب از مخلوط حلال های آلی ۵۱
- شکل ۱-۳۶- الف) لایه های شش ضلعی دو بعدی تشکیل از لیگاندهای IDC^{3-} و ب) روش طراحی و کنترل کانال ها با طول لیگاندهای پیلار مختلف ۵۲
- شکل ۱-۳۷- حفرات قفس مانند $M_{21}L_{12}$ و ساختار سه بعدی حاصل از این حفرات ۵۲
- شکل ۱-۳۸- ساختار rho-ZMOF ۵۳
- شکل ۱-۳۹- الف) واحد های $[Ni_8(IDC)_{12}]^{20-}$ مکعبی مجزا ب) اتصال واحدهای ساختمانی توسط یون های سدیم و ساختار سه بعدی متخلخل حاصل ۵۴
- شکل ۱-۴۰- ساختارهای سه بعدی متخلخل حاصل از اتصال واحدهای ساختمانی $[Ni_8(IDC)_{12}]^{20-}$ توسط یون های لیتیم (الف) و سدیم (ب) ۵۴
- شکل ۱-۲- طیف IR چارچوب فلز- آلی $\{[Mg(HIDC)(H_2O)_2].1.5H_2O\}_n$ (۱) (قرص KBr) ۷۷
- شکل ۲-۲- طیف IR نانو چارچوب فلز- آلی $\{[Mg(HIDC)(H_2O)_2].1.5H_2O\}_n$ (۱) (قرص KBr) ۷۷
- شکل ۲-۳- طیف IR چارچوب فلز- آلی $\{[Mg_3(IDC)_2(H_2O)_5].2H_2O\}_n$ (۲) (قرص KBr) ۷۷
- شکل ۲-۴- طیف IR نانو چارچوب فلز- آلی $\{[Mg_3(IDC)_2(H_2O)_5].2H_2O\}_n$ (۲) (قرص KBr) ۷۸
- شکل ۲-۵- طیف IR چارچوب فلز- آلی $\{[Na_{16}(Ni_8(IDC)_{12})(H_2O)_{20}(H_3O)_4](CH_3CN)(H_2O)_{18.5}\}_n$ (۳) (قرص KBr) ۷۸
- شکل ۲-۶- طیف IR نانو چارچوب فلز- آلی $\{[Na_{16}(Ni_8(IDC)_{12})(H_2O)_{20}(H_3O)_4](CH_3CN)(H_2O)_{18.5}\}_n$ (۳) (قرص KBr) ۷۸
- شکل ۲-۷- طیف IR چارچوب فلز- آلی $[Zn_6(IDC)_4(OH)_2(Hprz)_2]_n$ (۴) (قرص KBr) ۷۹
- شکل ۲-۸- طیف IR نانو چارچوب فلز- آلی $[Zn_6(IDC)_4(OH)_2(Hprz)_2]_n$ (۴) (قرص KBr) ۷۹
- شکل ۲-۹- طیف IR چارچوب فلز- آلی $[Zn_5(IDC)_2(HIDC)_2(DMF)_4]_n$ (۵) (قرص KBr) ۷۹

- شکل ۲-۱۰- طیف IR چارچوب میزبان $[Zn_5(IDC)_2(HIDC)_2]_n$ (۵) (قرص KBr) ۸۰
- شکل ۲-۱۱- طیف IR کمپلکس فرامولکول $\{Na_4[Cd_7(IDC)_6 \cdot 3bpy \cdot 7H_2O]\}_n$ (۶) (قرص KBr) ۸۰
- شکل ۲-۱۲- طیف IR نانو ترکیب $\{Na_4[Cd_7(IDC)_6 \cdot 3bpy \cdot 7H_2O]\}_n$ (۶) (قرص KBr) ۸۰
- شکل ۲-۱۳- طیف IR پلیمر کنوردیناسیونی $\{[Sr(H_2IDC)_2(H_2O)] \cdot (H_2O)\}_n$ (۷) (قرص KBr) ۸۱
- شکل ۲-۱۴- طیف IR نانو ترکیب $\{[Sr(H_2IDC)_2(H_2O)] \cdot (H_2O)\}_n$ (۷) (قرص KBr) ۸۱
- شکل ۲-۱۵- طیف IR پلیمر کنوردیناسیونی $[Pb(HIDC)]_n$ (۸) (قرص KBr) ۸۱
- شکل ۲-۱۶- طیف IR نانو ترکیب $[Pb(HIDC)]_n$ (۸) (قرص KBr) ۸۲
- شکل ۲-۱۷- طیف IR MgO حاصل از کلسینه ی ترکیب $\{[Mg(HIDC)(H_2O)_2] \cdot 1.5H_2O\}_n$ (۱) در دمای $^{\circ}C$ ۶۵۰ (قرص KBr) ۸۲
- شکل ۲-۱۸- طیف IR NiO حاصل از کلسینه ترکیب $\{[Na_{16}(Ni_8(IDC)_{12})(H_2O)_{20}(H_3O)_4](CH_3CN)(H_2O)_{18.5}\}_n$ (۳) در دمای $^{\circ}C$ ۷۰۰ (قرص KBr) ۸۲
- شکل ۲-۱۹- طیف IR ZnO حاصل از کلسینه ترکیب $[Zn_5(IDC)_2(HIDC)_2(DMF)_4]_n$ (۶) در دمای $^{\circ}C$ ۶۰۰ (قرص KBr) ۸۳
- شکل ۲-۲۰- طیف IR CdO حاصل از کلسینه ترکیب $\{Na_4[Cd_7(IDC)_6 \cdot 3bpy \cdot 7H_2O]\}_n$ (۶) در دمای $^{\circ}C$ ۵۰۰ (قرص KBr) ۸۳
- شکل ۲-۲۱- طیف IR ZnO حاصل از کلسینه ترکیب $\{[Sr(H_2IDC)_2(H_2O)] \cdot (H_2O)\}_n$ (۷) در دمای $^{\circ}C$ ۵۰۰ (قرص KBr) ۸۳
- شکل ۲-۲۲- طیف IR Pb_3O_4 حاصل از کلسینه ترکیب $[Pb(HIDC)]_n$ (۸) در دمای $^{\circ}C$ ۴۰۰ (قرص KBr) ۸۴
- شکل ۲-۲۳- طیف IR $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ (قرص KBr) ۸۴
- شکل ۲-۲۴- طیف IR $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ (قرص KBr) ۸۴
- شکل ۲-۲۵- طیف IR Pb_3O_4 حاصل از کلسینه ترکیب $[Pb(HIDC)]_n$ (۸) در دمای $^{\circ}C$ ۴۰۰ (قرص KBr) ۸۵
- شکل ۲-۲۶- طیف IR لیگاند H_3IDC (قرص KBr) ۸۵
- شکل ۲-۲۷- طیف IR نمک لیگاند Na_2HIDC (قرص KBr) ۸۵
- شکل ۳-۱- لیگاند ایمیدازول-۵،۴- دی کربوکسیلیک اسید و فرم های آنیونی حاصل از نمک نمودن آن ۸۷
- شکل ۳-۲- نمایش (a) محیط شیمیایی اطراف Mg^{II} در ترکیب ۱ و (b) چارچوب فرامولکولی سه بعدی ترکیب ۱ و کانال های تک بعدی اشغال شده توسط مولکول های آب ۸۹
- شکل ۳-۳- طیف IR (a) ترکیب ۱ در ابعاد نانو سنتز شده توسط روش سونوشیمی و (b) ترکیب ۱ سنتز شده در ابعاد بالک ۹۰
- شکل ۳-۴- الگو های XRD (a) شبیه سازی شده بر مبنای داده های تک بلور ترکیب ۱ و (b) نانوساختارهای ترکیب ۱ تهیه شده توسط سونوشیمی ۹۰
- شکل ۳-۵- تصاویر SEM نانومیله های ترکیب ۱ به دست آمده از محلولی با غلظت 0.05 M از مواد اولیه در التراسونیک با قدرت دستگاه 138 W در دو مقیاس مختلف ۹۱
- شکل ۳-۶- تصاویر SEM نانومیله های ترکیب ۱ به دست آمده از محلول های 0.025 M مواد اولیه در التراسونیک با قدرت دستگاه 138 W در دو مقیاس مختلف ۹۲
- شکل ۳-۷- الگوی XRD نانو ساختارهای MgO حاصل از کلسینه ترکیب ۱ در دمای $^{\circ}C$ ۶۵۰ ۹۲
- شکل ۳-۸- تصاویر SEM نانوسیم ها و نانوساختارهای MgO حاصل از کلسینه کردن (a) ترکیب ۱ در ابعاد بالک و (b) نانوذرات ترکیب ۱ (0.05 M) به مدت ۴ ساعت در دمای $^{\circ}C$ ۶۵۰ در دو مقیاس مختلف ۹۳

- شکل ۳-۹- الگو های XRD (a) شبیه سازی شده بر مبنای داده های تک بلور ترکیب ۲ و (b) ترکیب ۲ تهیه شده تحت شرایط هیدروترمال ۹۵
- شکل ۳-۱۰- نمایش (a) محیط شیمیایی اطراف Mg^{II} در ترکیب ۲، (b) چارچوب کئوردیناسیونی سه بعدی ترکیب ۲ در امتداد محور a ۹۶
- شکل ۳-۱۱- طیف IR (a) نانو ذرات ترکیب ۲ و (b) ترکیب ۲ سنتز شده در ابعاد بالک ۹۷
- شکل ۳-۱۲- تصاویر SEM نانوذرات ترکیب ۲ به دست آمده تحت شرایط هیدروترمال در دو مقیاس مختلف ... ۹۷
- شکل ۳-۱۳- الگوی XRD نانو ساختارهای MgO حاصل از کلسینه ترکیب ۲ در دمای $650^{\circ}C$ ۹۸
- شکل ۳-۱۴- تصاویر SEM نانوساختارهای MgO حاصل از کلسینه ی مستقیم ترکیب ۲ در ابعاد بالک در دو مقیاس مختلف ۹۸
- شکل ۳-۱۵- نمایش (a) واحد مکعبی $[Ni_8(IDC)_{12}]^{20-}$ و (b) چارچوب فلز- آلی $\{[Na_{16}(Ni_8(IDC)_{12})(H_2O)_{20}(H_3O)_4](CH_3CN)(H_2O)_{18.5}\}_n$ (۳) ۱۰۰
- شکل ۳-۱۶- طیف IR (a) نانو ذرات ترکیب ۳ سنتز شده توسط روش سونوشیمی و (b) ترکیب ۳ سنتز شده در ابعاد بالک ۱۰۱
- شکل ۳-۱۷- الگو های XRD (a) شبیه سازی شده بر مبنای داده های تک بلور ترکیب ۳ و (b) نانوذرات ترکیب ۳ تهیه شده توسط سونوشیمی ۱۰۲
- شکل ۳-۱۸- تصاویر SEM و هیستوگرام توزیع اندازه نانوذرات کمپلکس ۳ به دست آمده از محلول های 0.05 M از نمک فلزی و 0.0375 M از لیگاند در التراسونیک با قدرت دستگاه 138 W ۱۰۲
- شکل ۳-۱۹- تصاویر SEM و هیستوگرام توزیع اندازه نانوذرات کمپلکس ۳ به دست آمده از محلول های 0.1 M از نمک فلزی و 0.75 M از لیگاند در التراسونیک با قدرت دستگاه 138 W ۱۰۳
- شکل ۳-۲۰- الگوی XRD نانو ذرات NiO حاصل از کلسینه ترکیب ۳ در دمای $700^{\circ}C$ ۱۰۴
- شکل ۳-۲۱- تصاویر SEM نانوذرات NiO حاصل از کلسینه کردن (a) ترکیب ۳ در ابعاد بالک و (b) نانوذرات ترکیب ۳ (0.05 M نمک فلزی و 0.0375 M لیگاند) به مدت ۴ ساعت در دمای $700^{\circ}C$ ۱۰۴
- شکل ۳-۲۲- الگو های XRD (a) شبیه سازی شده بر مبنای داده های تک بلور ترکیب ۴ و (b) ترکیب ۴ تهیه شده تحت شرایط هیدروترمال ۱۰۶
- شکل ۳-۲۳- نمایش (a) محیط شیمیایی اطراف Zn(II) در ترکیب ۴، (b) حلقه های بزرگ $[Zn_8(IDC)_6(OH)_2]$ و کوچک $[Zn_4(IDC)_2(OH)_2]$ و کانال لوله ای شکل باز در امتداد محور b و (c) چارچوب سه بعدی ترکیب ۴ در امتداد محور a ۱۰۷
- شکل ۳-۲۴- طیف IR (a) نانو ذرات ترکیب ۴ و (b) ترکیب ۴ سنتز شده در ابعاد بالک ۱۰۸
- شکل ۳-۲۵- تصاویر SEM نانوذرات ترکیب ۴ به دست آمده تحت شرایط هیدروترمال در دو مقیاس مختلف . ۱۰۹
- شکل ۳-۲۶- الگوی XRD نانو ذرات ZnO حاصل از کلسینه ترکیب ۴ در دمای $550^{\circ}C$ ۱۰۹
- شکل ۳-۲۷- تصاویر SEM و هیستوگرام توزیع اندازه نانوذرات ZnO حاصل از کلسینه ی مستقیم ترکیب ۴ در ابعاد بالک در دو مقیاس مختلف ۱۱۰
- شکل ۳-۲۸- الگو های XRD (a) شبیه سازی شده بر مبنای داده های تک بلور ترکیب ۵ و (b) ترکیب ۵ تهیه شده تحت شرایط هیدروترمال ۱۱۲
- شکل ۳-۲۹- نمایش (a) محیط شیمیایی اطراف Zn^{II} در ترکیب ۶، (b) چارچوب ترکیب ۶ در امتداد محور a، (c) چارچوب ترکیب ۶ بعد از خروج مولکول های مهمان در امتداد محور a ۱۱۳
- شکل ۳-۳۰- الگوی XRD نانوذرات ZnO حاصل از کلسینه ترکیب ۶ در دمای $600^{\circ}C$ ۱۱۴

شکل ۳-۳۱- تصاویر SEM و هیستوگرام توزیع اندازه نانوذرات ZnO حاصل از کلسینه مستقیم ترکیب ۵ در دو مقیاس مختلف	۱۱۴
شکل ۳-۳۲- تصاویر SEM و هیستوگرام توزیع اندازه نانوذرات ZnO حاصل از کلسینه ترکیب ۵ بعد از خروج مولکول های مهمان در دو مقیاس مختلف	۱۱۵
شکل ۳-۳۳- الگو های XRD (a) شبیه سازی شده بر مبنای داده های تک بلور ترکیب ۶ و (b) ترکیب ۶ تهیه شده تحت شرایط هیدروترمال	۱۱۷
شکل ۳-۳۴- نمایش (a) محیط شیمیایی اطراف Cd(II) در ترکیب ۶، (b) حفره ی قفسی شکل $M_{21}L_{12}$ و (c) ساختار نانومتخلخل ترکیب ۶ در امتداد محور a	۱۱۸
شکل ۳-۳۵- طیف IR (a) نانو ذرات ترکیب ۶ و (b) ترکیب ۶ سنتز شده در ابعاد بالک	۱۱۹
شکل ۳-۳۶- تصاویر SEM نانوذرات کمپلکس ۶ به دست آمده تحت شرایط هیدروترمال	۱۲۰
شکل ۳-۳۷- الگوی XRD نانوذرات CdO حاصل از کلسینه ترکیب ۶ در دمای $500^{\circ}C$	۱۲۰
شکل ۳-۳۸- تصاویر SEM و هیستوگرام توزیع اندازه نانوذرات CdO حاصل از کلسینه ی مستقیم ترکیب ۶ در ابعاد بالک در دو مقیاس مختلف	۱۲۱
شکل ۳-۳۹- تصاویر نانوذرات CdO حاصل از کلسینه ی مستقیم ترکیب ۶ در ابعاد نانو	۱۲۱
شکل ۳-۴۰- (a) نمایش پلیمر کئوردیناسیونی سه بعدی $\{[Sr(H_2IDC)_2(H_2O)].(H_2O)\}_n$ (۷) در راستای محور c و (b) نمایش پلیمر کئوردیناسیونی ۷ در راستای محور z	۱۲۳
شکل ۳-۴۱- محیط کئوردیناسیونی اطراف Sr^{II} در کمپلکس $\{[Sr(H_2IDC)_2(H_2O)].(H_2O)\}_n$ (۷)	۱۲۵
شکل ۳-۴۲- رفتار گرمایی ترکیب $\{[Sr(H_2IDC)_2(H_2O)].(H_2O)\}_n$ (۷)	۱۲۶
شکل ۳-۴۳- طیف IR (a) نانوساختارهای ترکیب ۷ تهیه شده توسط روش سونوشیمی و (b) ترکیب ۷ سنتز شده در ابعاد بالک	۱۲۷
شکل ۳-۴۴- الگو های XRD (a) شبیه سازی شده بر مبنای داده های تک بلور ترکیب ۷ و (b) نانوساختارهای ترکیب ۷ تهیه شده توسط سونوشیمی	۱۲۸
شکل ۳-۴۵- تصاویر SEM نانوفیبرهای کمپلکس ۷ به دست آمده از محلول های 0.075 M از نمک فلزی و 0.0125 M از لیگاند در التراسونیک با قدرت دستگاه 138 W در دو مقیاس مختلف	۱۲۹
شکل ۳-۴۶- تصاویر SEM نانوفیبرهای کمپلکس ۷ به دست آمده از محلول های 0.15 M از نمک فلزی و 0.025 M از لیگاند در التراسونیک با قدرت دستگاه 138 W در دو مقیاس مختلف	۱۲۹
شکل ۳-۴۷- الگوی XRD نانوذرات $SrCO_3$ حاصل از کلسینه ترکیب ۷ در دمای $500^{\circ}C$	۱۳۰
شکل ۳-۴۸- تصاویر SEM و هیستوگرام توزیع اندازه نانوذرات $SrCO_3$ حاصل از کلسینه ترکیب ۷ به مدت ۴ ساعت در دمای $500^{\circ}C$	۱۳۰
شکل ۳-۴۹- طیف های IR (a) ترکیب ۷، (b) ترکیب حرارت داده شده و (c) ترکیب ۷ بدست آمده از فرایند جذب مجدد آب	۱۳۲
شکل ۳-۵۰- الگو های XRD (a) شبیه سازی شده از داده های بلورنگاری ترکیب ۷، (b) ترکیب ۷ سنتز شده، (c) ترکیب ۷ حرارت داده شده و (d) ترکیب ۷ بدست آمده از فرایند جذب مجدد آب	۱۳۳
شکل ۳-۵۱- رفتار گرمایی ترکیب $[pb(HIDC)]_n$ (۸)	۱۳۵
شکل ۳-۵۲- طیف IR (a) نانو ذرات ترکیب ۸ سنتز شده توسط روش سونوشیمی و (b) ترکیب ۸ سنتز شده در ابعاد بالک	۱۳۵
شکل ۳-۵۳- الگوهای XRD (a) ترکیب ۸ در ابعاد بالک و (b) نانوذرات ترکیب ۸	۱۳۶

شکل ۳-۵۴- تصاویر SEM نانوساختارهای ترکیب ۸ با مورفولوژی میکروکره به دست آمده از محلولی با غلظت 0.1 M از مواد اولیه در التراسونیک با قدرت دستگاه 138 W در دو مقیاس مختلف ۱۳۶

شکل ۳-۵۵- تصاویر SEM نانوذرات ترکیب ۸ به دست آمده از محلولی با غلظت 0.05 M مواد اولیه در التراسونیک با قدرت دستگاه 138 W در دو مقیاس مختلف ۱۳۷

شکل ۳-۵۶- الگوی XRD نانو ذرات Pb_3O_4 حاصل از کلسینه ترکیب ۸ در دمای $400^\circ C$ ۱۳۸

شکل ۳-۵۷- تصاویر SEM نانوذرات Pb_3O_4 حاصل از کلسینه کردن ترکیب ۸ به مدت ۴ ساعت در دمای $400^\circ C$ در دو مقیاس مختلف ۱۳۸

فصل اول

مقدمه