بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه کاشان

پژوهشکده علوم وفناوری نانو

پایان‌نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته علوم و فناوری نانو

گرایش نانوشیمی

عنوان:

تهیه وشناسایی نانوذرات لانتانیم (III) هیدروکسید، لانتانیم (III) اکسیدو سریم (IV) اکسید با استفاده ازروش هیدروترمال

استاد راهنما:

پروفسور مسعود صلواتی نیاسری

به وسیله:

سکینه علیزاده ینگه قلعه

شهریورماه ۱۳۹۰

تاریخ :
شماره:
پیوست :

مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه

صورتجلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

نام و نام خانوادگی دانشجو : **خانم سکینه علیزاده ینگه قلعه** شماره دانشجویی : **۸۸۳۱۵۱۰۰۰۲**

رشته : **علوم و فناوری نانو** گرایش: **نانو شیمی** پژوهشکده : **علوم و فناوری نانو**

عنوان پایان‌نامه :" **تهیه و شناسایی نانو ذرات لانتانیم(III)هیدروکسید، لانتانیم(III)اکسید و سریم (VI) اکسید با استفاده از روش هیدروترمال** "

این پایان‌نامه به مدیریت تحصیلات تکمیلی به منظور بخشی از فعالیتهای تحصیلی لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد ارائه می‌گردد.دفاع از پایان نامه در تاریخ ۹۰/۰۶/۲۳ مورد تأیید و ارزیابی هیأت داوران قرار گرفت و با نمره به عدد: ۱۹/۸ به حروف: نوزده و هشتاد و دهم و درجه عالی به تصویب رسید.

اعضاء هیأت داوران

عنوان	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	امضاء
۱.استاد راهنما :	دکتر مسعود صلواتی نیاسری	استاد	
۲. متخصص وصاحب نظر داخل دانشگاه:	دکتر مسعود همدانیان	دانشیار	
	دکتر مهران رضایی	استادیار	
۳ . نماینده تحصیلات تکمیلی دانشگاه :	دکتر احمدرضا رحمتی	استادیار	

ابراهیم نعمتی لاس

مدیر تحصیلات تکمیلی

تقدیم به:

به پاس تعبیر عظیم و انسانی شان از کلمه ایثار و از خودگذشتگان

به پاس عاطفه سرشار و گرمای امیدبخش وجودشان که در این سردترین روزگاران بهترین پشتیبان است

به پاس قلب های بزرگشان که فریاد رس است و سرگردانی و ترس در پناهشان به شجاعت می گراید

و به پاس محبت های بی دریغشان که هرگز فروکش نمی کند

این مجموعه را به **روح تازه پرواز کرده پدرم و مادر مهربانم** تقدیم می‌کنم.

تشکر و قدرانی:

حمد و سپاس خدای را که توفیق کسب دانش و معرفت را به ما عطا فرمود. بر خود لازم می دانم از استاد ارجمندم، جناب آقای دکترمسعود صلواتی نیاسری قدردانی کنم. بدون شک بدون راهنمایی ایشان، انجام این تحقیق و پژوهش ممکن نبود. همچنین از تشریک مساعی اعضاء کمیته داوری جناب آقای دکتر همدانیان و جناب آقای دکتر رضایی به عنوان داوران داخل دانشگاه که این پایان‌نامه را مورد مطالعه قرار داده و در جلسه دفاعیه شرکت نموده‌اند، تشکر می‌نمایم. از جناب آقای دکتر رحمتی که به‌عنوان نماینده تحصیلات تکمیلی دانشگاه قبول زحمت نموده‌اند، سپاسگزاری می‌نمایم. هم‌چنین از سرکارخانم مهندس به خاطر پیشنهادهای سازنده‌شان در نگارش و تصحیح پایان نامه تشکر فراوان دارم. افراد دیگری نیز هستند که بر زندگیم، در طول دوران تحصیلم تأثیر داشتند. مهم‌ترین آن‌ها والدینم که دلیل بودنم در این سطح می‌باشند و خواهر و برادرانم که بسیار مرا تشویق کردند. بدون این افراد و دیگر دوستانم که اسمشان در اینجا ذکر نشد، تحصیلاتم در دانشگاه به سرانجامی نمی‌رسید. من نهایت سپاس‌گزاری را برای تمام کسانی که در تحصیلاتم مرا کمک کردند دارم.

چکیده:

در این پژوهش نانوساختارهای لانتانیم هیدروکسید ($La(OH)_3$) و سریم اکسید (CeO_2) به کمک روش هیدروترمال با استفاده از لانتانیم کلرید هفت آبه، آمونیوم سریم نیترات، اتیلن دی آمین و هیدرازین به عنوان پیش ماده تهیه شدند. اثر پارامترهای تجربی مختلفی از قبیل دمای واکنش، زمان واکنش، نسبت مولی واکنش دهنده‌ها بر اندازه و شکل محصولات نهایی مورد بررسی قرار گرفت. یافته‌های ما نشان داد که غلظت اتیلن دی آمین و زمان واکنش نقش مهمی درتشکیل ساختارهای میله‌مانند $La(OH)_3$ دارند. محصولات تهیه شده توسط پراش اشعه ایکس (XRD)، میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM)، میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)،طیف سنجی مادون قرمز تبدیل فوریه (FT-IR) و طیف سنجی تفکیک انرژی اشعه ایکس (EDX)، آنالیز وزن سنجی حرارتی (TGA) شناسایی شدند. لانتانیم اکسید (La_2O_3) و لانتانیم اکسی کلرید (LaOCl) بعد از کلسینه لانتانیم هیدروکسید در دمای ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد بمدت ۲ ساعت تهیه شدند.

کلمات کلیدی: نانوساختار، $La(OH)_3$ ،CeO_2، La_2O_3، LaOCl، هیدروترمال، کلسینه کردن.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه ۱

۱-۱- نانوفناوری ۲

۱-۲- نانو مواد و انواع آن ۴

۱-۲-۱- طبقه بندی نانو مواد بر اساس ساختار ظاهری آن‌ها ۴

۱-۲-۲- طبقه بندی نانومواد بر اساس ابعاد آنها ۷

۱-۳- دنیای نانومواد اکسیدی ۸

۱-۴- روش‌های ساخت نانواکسیدهای فلزی ۱۰

۱-۴-۱- فرآیندهای حالت جامد ۱۱

۱-۴-۲- فرآیندهای حالت گاز ۱۲

۱-۴-۲-۱- نشست شیمیایی بخار(CVD) ۱۳

۱-۴-۲-۲- نشست لیزر پالسی (PLD) ۱۵

۱-۴-۳- فرآیندهای حالت مایع ۱۶

۱-۴-۳-۱- سونوشیمی ۱۶

۱-۴-۳-۲- میکرو و نانوامولوسیون ۱۷

۱-۴-۳-۳- سل-ژل ۱۹

۱-۴-۳-۴- روش هم رسوبی ۲۲

۱-۴-۳-۵- هیدروترمال- سولوترمال ۲۳
عوامل مؤثر بر فرآیند هیدروترمال ۲۵
مزایا و معایب فرآیند هیدروترمال و سولوترمال ۲۶
دستگاهوری در روش هیدروترمال ۲۷
پیشرفتهای جدید در فرآیندهای هیدروترمال-سولوترمال ۲۸
۱-۵-نانوساختارهای یک بعدی ۳۰
۱-۵-۱- راه کارهای تهیه نانوساختارهای یک بعدی ۳۱
۱-۶- ترکیبات لایه‌ای ۳۲
۱-۶-۱- ترکیبات هیدروکسید لایه‌ای ۳۴
۱-۷- عناصر خاک‌های نادر ۳۵
۱-۷-۱- برخی کاربردهای عناصر خاک‌های نادر ۳۵
۱-۸- پیشینه تحقیق ۳۸
۱-۸-۱- لانتانیم ۳۸
۱-۸-۲- سریم ۴۴
فصل دوم : بخش تجربی ۴۹
۲-۱-وسایل، مواد و دستگاه‌های مورد استفاده ۵۰
۲-۱-۱- دستگاه‌ها و وسایل آزمایشگاهی ۵۰
۲-۱-۲- مواد شیمیایی ۵۰

۲-۱-۳- دستگاه‌های مورد استفاده جهت شناسایی محصولات ۵۰

۲- ۲- روش انجام آزمایش ۵۲

۲-۲- ۱- تهیه نانوساختارهای $La(OH)_3$ ۵۲

۲-۱-۱- ۱- تغییر غلظت اتیلن دی آمین ۵۳

۲-۱-۱- ۲- تغییر غلظت هیدرازین ۵۳

۲-۱-۱- ۳- تغییر دمای واکنش ۵۳

۲-۱-۱- ۴- تغییر زمان واکنش ۵۳

۲-۲- ۲- تهیه LaOCl ۵۵

۲-۲- ۳-تهیه La_2O_3 ۵۵

۲-۲- ۴- تهیه نانو ذرات CeO_2 ۵۵

۲-۲-۴- ۱- تغییر غلظت اتیلن دی آمین ۵۶

۲-۲-۴- ۲- تغییر غلظت هیدرازین ۵۶

۲-۲-۴- ۳- تغییر زمان واکنش ۵۶

۲-۲-۴- ۴- تغییر دمای واکنش ۵۷

فصل سوم : بحث و نتیجه‌گیری ۵۸

۳- ۱- مقدمه ۵۹

۳- ۲- بحث ونتایج داده‌ها ۶۰

۳-۲- ۱- نانوساختارهای $La(OH)_3$ ۶۰

۳-۲-۱- ۱- نتایج SEM ۶۰
۳-۲-۱- ۲- نتایج XRD ۷۵
۳-۲-۱- ۳- نتایج EDX ۸۱
۳-۲-۱- ۴- نتایج FT-IR ۸۶
۳-۲-۱- ۵- نتایج TEM ۸۷
۳-۲-۱- ۶- واکنشهای پیشنهادی درتهیه $La(OH)_3$ ۸۷
۳-۲- ۲- لانتانیم اکسی کلرید ۹۰
۳-۲-۲- ۱- نتایج XRD ۹۰
۳-۲-۲- ۲- نتایج EDX ۹۰
۳-۲-۲- ۳- نتایج FT-IR ۹۲
۳-۲-۲- ۴- نتایج TGA ۹۴
۳-۲- ۳- لانتانیم اکسید (La_2O_3) ۹۵
۳-۲-۳- ۱- نتایج XRD ۹۵
۳-۲- ۴- نانوساختارهای CeO_2 ..... ۹۷
۳-۲-۴- ۱- نتایج SEM ۹۷
۳-۲-۴- ۲- نتایج XRD ۱۰۶
۳-۲-۴- ۳- نتایج EDX ۱۰۸
۳-۲-۴- ۴- نتایج FT-IR ۱۱۲
۳-۲-۴- ۵- نتایج TEM ۱۱۳

۳-۲-۴- ۶- واکنشهای پیشنهادی درتهیه CeO_2.....۱۱۳

۳- ۳- نتیجه‌گیری.....۱۱۶

۳- ۴- پیشنهادات.....۱۱۷

فهرست مراجع.....۱۱۹

فهرست شکل‌ها

شکل ۱- ۱- مقایسه اجسام مختلف بر حسب نانومتر ۴

شکل ۱- ۲- روشهای تولید نانومواد ۱۱

شکل ۱- ۳- فرآیند تولید بالا به پایین ۱۲

شکل ۱- ۴- انواع آسیاب‌های گلوله‌ای: الف) آسیاب گلوله‌ای سیارهای، ب) آسیاب گلوله‌ای ارتعاشی، ج) آسیاب گلوله‌ای غلتشی، د) آسیاب گلوله‌ای شافتی و ه) آسیاب گلوله‌ای مغناطیسی ۱۳

شکل ۱- ۵- روشهای تولید پایین به بالا ۱۴

شکل ۱- ۶- مراحل تشکیل ذرات در فرایندCVD ۱۵

شکل ۱- ۷- مکانیسم پیشنهادی برای تشکیل نانودرات با روش میکروامولسیون ۱۸

شکل ۱- ۸- مراحل عملیات سل- ژل ۲۱

شکل ۱- ۹- نمایی از اتوکلاو مورد استفاده در روش هیدروترمال..... ۲۸

شکل ۱- ۱۰- رآکتورهای جریان پیوسته برای تولید نانوذرات..... ۲۹

شکل ۱- ۱۱- راکتورهای سولوترمال به کمک ماکروویو ۳۰

شکل ۱- ۱۲- شماتیک شش روش مختلف برای تهیه ساختارهای یک بعدی: A) دیکته شده با ساختار بلوری ذاتاً ناهمسانگرد یک جامد؛ B) محدود شده با قطره مایع در فرآیندVLS (Vapor- Liquid- Solid؛C) جهت‌گیری با استفاده از قالب؛ D) کنترل سینتیکی با استفاده از عوامل پوشاننده؛ E) خودسامانی نانوساختارهای صفر بعدی؛ F) کاهش اندازه میکرو ساختارهای 1D ۳۳

.شکل ۳- ۲- تصویر SEM نمونه تهیه شده در غیاب اتیلن دی آمین و هیدرازین و حرارت داده شده در ۱۸۰ ˚C بمدت ۲۴ h. ۶۲

شکل ۳- ۳- تصاویر SEM نمونه تهیه شده در غیاب اتیلن دی آمین، ۰/۱۳ mL هیدرازین و حرارت داده شده در ۱۸۰ ˚C بمدت ۲۴ h.....۶۴
شکل ۳- ۴- تصاویر SEM نمونه تهیه شده درمقدار ۱۱ /۰ mL اتیلن دی آمین، ۰/۱۳ mL هیدرازین و حرارت داده شده در ۱۸۰ ˚C بمدت ۲۴ h.....۶۵
شکل ۳- ۵- تصاویر SEM نمونه تهیه شده درمقدار ۲۲ /۰ mL اتیلن دی آمین، ۰/۱۳ mL هیدرازین و حرارت داده شده در ۱۸۰ ˚C بمدت ۲۴ h.....۶۶
شکل ۳- ۶- تصاویر SEM نمونه تهیه شده درمقدار ۳۳ /۰ mL اتیلن دی آمین، ۰/۱۳ mL هیدرازین، و حرارت داده شده در ۱۸۰ ˚C بمدت ۲۴ h نمونه شماره ۵.....۶۷
شکل ۳- ۷- تصاویر SEM نمونه تهیه شده درمقدار ۴۴ /۰ mL اتیلن دی آمین، ۰/۱۳ mL هیدرازین، و حرارت داده شده در ۱۸۰ ˚C بمدت ۲۴ h.....۶۸
شکل ۳- ۸- تصویر SEM نمونه تهیه شده درمقدار ۰/۵۵ mL اتیلن دی آمین، ۰/۱۳ mL هیدرازین، و حرارت داده شده در ۱۸۰ ˚C بمدت ۲۴ h.....۶۹
شکل ۳- ۹- تصاویر SEM نمونه تهیه شده درغیاب هیدرازین، مقدار ۴۴ mL /۰ اتیلن دی آمین و حرارت داده شده در ۱۸۰ ˚C بمدت ۲۴ h.....۷۱
شکل ۳- ۱۰- تصاویر SEM نمونه تهیه شده درمقدار۰/۰۶ میلی‌لیتر هیدرازین، ۴۴ mL /۰ اتیلن دی آمین و حرارت داده شده در ۱۸۰ ˚C بمدت ۲۴ h.....۷۲
شکل ۳- ۱۱- تعیین اندازه ذرات در تصاویر SEM نمونه تهیه شده درمقدار۰/۰۶ میلی‌لیتر هیدرازین، ۴۴ mL /۰ اتیلن دی آمین و حرارت داده شده در ۱۸۰ ˚C بمدت ۲۴ h.....۷۳
شکل ۳- ۱۲- تصاویر SEM نمونه تهیه شده درمقدار۰/۰۶ میلی‌لیتر هیدرازین، ۴۴ mL /۰ اتیلن دی آمین و حرارت داده شده در ۱۸۰ ˚C بمدت ۲۴ h.....۷۴

شکل ۳- ۱۳- تصاویر SEM نمونه تهیه شده درمقدار mL ۴۴ /۰ اتیلن دی آمین، mL ۰/۱۳ هیدرازین، و حرارت داده شده در C˚ ۱۲۰ بمدت h ۲۴.....۷۶
شکل ۳- ۱۴- تصاویر SEM نمونه تهیه شده درمقدار mL ۴۴ /۰ اتیلن دی آمین، mL ۰/۱۳ هیدرازین، و حرارت داده شده در C˚ ۱۶۰ بمدت h ۲۴.....۷۷
شکل ۳- ۱۵- شکل ۳- ۱۴- تصاویر SEM نمونه تهیه شده درمقدار mL ۴۴ /۰ اتیلن دی آمین، mL ۰/۱۳ هیدرازین، و حرارت داده شده در C˚ ۱۶۰ بمدت h ۱۲.....۷۸
شکل ۳- ۱۶- شکل ۳- ۱۴- تصاویر SEM نمونه تهیه شده درمقدار mL ۴۴ /۰ اتیلن دی آمین، mL ۰/۱۳ هیدرازین، و حرارت داده شده در C˚ ۱۶۰ بمدت h ۱۸.....۷۹
شکل ۳- ۱۷- الگوی XRD نمونه تهیه شده درمقدار mL ۴۴ /۰ اتیلن دی آمین، mL ۰/۱۳ هیدرازین، و حرارت داده شده در C˚ ۱۶۰ بمدت h ۲۴.....۸۲
شکل ۳- ۱۸- الگوی XRD نمونه تهیه شده در غیاب اتیلن دی آمین، mL ۰/۱۳ هیدرازین، و حرارت داده شده در C˚ ۱۸۰ بمدت h ۲۴.....۸۳
شکل ۳- ۱۹- الگوی XRD نمونه تهیه شده درغیاب هیدرازین، مقدار mL ۴۴ /۰ اتیلن دی آمین و حرارت داده شده در C˚ ۱۸۰ بمدت h ۲۴.....۸۴
شکل ۳- ۲۰- الگوی XRD نمونه تهیه شده در غیاب اتیلن دی آمین و هیدرازین و حرارت داده شده در C˚ ۱۸۰ بمدت h ۲۴.....۸۵
شکل ۳- ۲۱- طیف EDX نمونه تهیه شده درمقدار mL ۴۴ /۰ اتیلن دی آمین، mL ۰/۱۳ هیدرازین، و حرارت داده شده در C˚ ۱۸۰ بمدت h ۲۴.....۸۶
شکل ۳- ۲۲- طیف FT-IR نمونه تهیه شده درمقدار mL ۴۴ /۰ اتیلن دی آمین، mL ۰/۱۳ هیدرازین، و حرارت داده شده در C˚ ۱۸۰ بمدت h ۲۴.....۸۸

شکل ۳- ۲۳- a و b تصاویر TEM نمونه تهیه شده درمقدار mL ۴۴ /۰ اتیلن دی آمین، mL ۰/۱۳ هیدرازین، و حرارت داده شده در C˚ ۱۸۰ بمدت h ۲۴.....۸۹
شکل ۳- ۲۴- الگوی XRD محصول کلسینه شده در C˚ ۷۰۰ بمدت h ۲ حاصل از نمونه تهیه شده درمقدار mL ۴۴ /۰ اتیلن دی آمین، mL ۰/۱۳ هیدرازین، و حرارت داده شده در C˚ ۱۸۰ بمدت h ۲۴.....۹۱
شکل ۳- ۲۵- طیف EDX محصول کلسینه شده در C˚ ۷۰۰ بمدت h ۲حاصل از نمونه تهیه شده درمقدار mL ۴۴ /۰ اتیلن دی آمین، mL ۰/۱۳ هیدرازین، و حرارت داده شده در C˚ ۱۸۰ بمدت h ۲۴.....۹۲
شکل ۳- ۲۶- طیف FT-IR محصول کلسینه شده در C˚ ۷۰۰ بمدت h ۲حاصل از نمونه تهیه شده درمقدار mL ۴۴ /۰ اتیلن دی آمین، mL ۰/۱۳ هیدرازین، و حرارت داده شده در C˚ ۱۸۰ بمدت h ۲۴.....۹۳
شکل ۳- ۲۷- طیف TGA نمونه تهیه شده درمقدار mL ۴۴ /۰ اتیلن دی آمین، mL ۰/۱۳ هیدرازین و حرارت داده شده در C˚ ۱۸۰ بمدت h ۲۴.....۹۵
شکل ۳- ۲۸- الگوی XRD محصول شستشو داده شده با سود کلسینه شده در C˚ ۷۰۰ بمدت h ۲حاصل از نمونه تهیه شده درمقدار mL ۴۴ /۰ اتیلن دی آمین، mL ۰/۱۳ هیدرازین و حرارت داده شده در C˚ ۱۸۰ بمدت h ۲۴.....۹۶
شکل ۳- ۳۰- تصاویر SEM نمونه CeO_2 تهیه شده در شرایط mL ۰/۰۷ اتیلن دی آمین و mL ۰/۰۹ هیدرازین حرارت داده شده در C˚ ۱۸۰ بمدت h ۵.....۹۸
شکل ۳- ۳۱- تصاویر SEM نمونه CeO_2 تهیه شده در شرایط mL ۰/۱۵ اتیلن دی آمین و mL ۰/۰۹ هیدرازین حرارت داده شده در C˚ ۱۸۰ بمدت h ۵.....۹۹

شکل ۳- ۳۲- تصاویر SEM نمونه CeO_2 تهیه شده در شرایط ۰/۲۲ mL اتیلن دی آمین و ۰/۰۹ mL هیدرازین حرارت داده شده در ۱۸۰ ˚C بمدت ۵ h.....۹۹
شکل ۳- ۳۳- تصاویر SEM نمونه CeO_2 تهیه شده در شرایط ۰/۳۰ mL اتیلن دی آمین و ۰/۰۹ mL هیدرازین حرارت داده شده در ۱۸۰ ˚C بمدت ۵ h.....۱۰۰
شکل ۳- ۳۴- تصاویر SEM نمونه CeO_2 تهیه شده در شرایط ۰/۳۷ mL اتیلن دی آمین و ۰/۰۹ mL هیدرازین حرارت داده شده در ۱۸۰ ˚C بمدت ۵ h.....۱۰۱
شکل ۳- ۳۵- تصاویر SEM نانوذرات CeO_2 تهیه شده در غیاب هیدرازین و ۰/۳۰ mL اتیلن دی آمین، حرارت داده شده در ۱۸۰ ˚C بمدت ۵ h.....۱۰۳
شکل ۳- ۳۶- تصاویر SEM نمونه CeO_2 تهیه شده در شرایط ۰/۳۰ mL اتیلن دی آمین و ۰/۰۹ mL هیدرازین حرارت داده شده در ۱۸۰ ˚C بمدت ۱۲ h.....۱۰۴
شکل ۳- ۳۷- تصاویر SEM نمونه CeO_2 تهیه شده در شرایط ۰/۰۷ mL اتیلن دی آمین و ۰/۰۹ mL هیدرازین حرارت داده شده در ۱۸۰ ˚C بمدت ۱۸ h.....۱۰۵
شکل ۳- ۳۸- تصاویر SEM نمونه CeO_2 تهیه شده در شرایط ۰/۳۰ mL اتیلن دی آمین، mL ۰/۰۹ هیدرازین، حرارت داده شده در ۱۲۰ ˚C بمدت ۵ h.....۱۰۷
شکل ۳- ۳۹- الگوی XRD نمونه CeO_2 تهیه شده در شرایط ۰/۳۰ mL اتیلن دی آمین و ۰/۰۹ mL هیدرازین حرارت داده شده در ۱۸۰ ˚C بمدت ۵ h.....۱۰۹
شکل ۳- ۴۰- الگوی XRD نمونه تهیه شده درغیاب هیدرازین، مقدار ۰/۳۰ mL اتیلن دی آمین و حرارت داده شده در ۱۸۰ ˚C بمدت ۵ h.....۱۱۰
شکل ۳- ۴۱- الگوی XRD نمونه تهیه شده در غیاب اتیلن دی آمین، ۰/۰۹ mL هیدرازین، و حرارت داده شده در ۱۸۰ ˚C بمدت ۵ h.....۱۱۱

شکل ۳- ۴۲- طیف EDX نمونه CeO_2 تهیه شده در شرایط ۰/۳۰ mL اتیلن دی آمین و ۰/۰۹ mL هیدرازین حرارت داده شده در ۱۸۰ ˚C بمدت ۵ h.....۱۱۲
شکل ۳- ۴۳- طیف FT-IR نمونه CeO_2 تهیه شده در شرایط ۰/۳۰ mL اتیلن دی آمین و ۰/۰۹ mL هیدرازین حرارت داده شده در ۱۸۰ ˚C بمدت ۵ h.....۱۱۴
شکل ۳- ۴۴- (a) تصویر SEM و (b)، (c)، (d) و (e) تصاویر TEM نمونه CeO_2 تهیه شده در شرایط ۰/۳۰ mL اتیلن دی آمین و ۰/۰۹ mL هیدرازین حرارت داده شده در ۱۸۰ ˚C بمدت ۵ h.....۱۱۵

فهرست جدول‌ها

جدول ۲- ۱-مواد شیمیایی مورد استفاده در این پژوهش..... ۵۱

جدول ۲- ۲- شرایط و نوع نانو ساختارهای $La(OH)_3$ تهیه شده به روش هیدروترمال ۵۴

جدول ۲- ۳- شرایط و نوع نانوساختارهای CeO_2 تهیه شده به روش هیدروترمال..... ۵۷

فهرست علائم و اختصارات

1D	one-Dimentional
BPR	Back-Pressure Regulator
REE	Rare Earth Element
DVD	Digital Video Disc
LCD	Liquid Crystal Display
XRD	X-ray Diffraction Pattern
SEM	Scanning Electron Microscope
FESEM	Filed Emission SEM
TEM	Transmission Electron Microscope
FT-IR	Fourier Transform Infra-Red
TGA	ThermoGravimetric Analysis
EDX	Energy Dispersive analysis of X-ray
JCPDS	Joint Committee for Powder Diffraction Studies

فصل اول:

مقدمـــه