



دانشگاه کاشان

پژوهشکده علوم و فناوری نانو

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته علوم و فناوری نانو

گرایش نانوشیمی

عنوان:

تهیه و شناسایی نانو ساختارهای جیوه (II) سلنید به روش

سونوشیمیایی

استاد راهنما:

پروفسور مسعود صلواتی نیاسری

به وسیله:

مهدیه اسمعیلی زارع

مرداد ماه ۱۳۹۱



تاریخ: ۱۳۹۱، ۵، ۲۱
شماره: ۱۹۹۴۲۵
پیوست:

مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه

صورتجلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

نام و نام خانوادگی دانشجو: مهدیه اسمعیلی زارع
شماره دانشجویی: ۸۹۳۱۵۱۶۰۰۹
رشته: علوم و فناوری نانو
گرایش: نانو شیمی
پژوهشکده: علوم و فناوری نانو
عنوان پایان نامه: "تهیه و شناسایی نانو ساختارهای جیوه (II) سلنید به روش سونوشیمیایی"

این پایان نامه به مدیریت تحصیلات تکمیلی به منظور بخشی از فعالیت های تحصیلی لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد ارائه می گردد. دفاع از پایان نامه در تاریخ ۹۱/۰۵/۱۵ مورد تأیید و ارزیابی هیأت داوران قرار گرفت و با نمره ۲۰ به عدد: بیست و درجه عالی به تصویب رسید.

اعضای هیأت داوران

عنوان	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	امضاء
۱. استاد راهنما:	دکتر مسعود سلوآتی نیاسری	استاد	
۲. متخصص و صاحب نظر داخل دانشگاه:	دکتر مسعود همداتیان دکتر احمد اکبری	دانشیار دانشیار	
۳. نماینده تحصیلات تکمیلی دانشگاه:	دکتر بهنام بازیگران	استادیار	



تقدیم به

پدر و مادر عزیزم

تشکر و قدردانی

سپاس ایزد یکتا را که از موهبت فکر و اندیشه برخوردارمان نمود تا ناشناخته‌ها را نقاب از چهره برگیریم و درود بر پیامبران و اندیشمندان که در عقبه‌های زندگی شمع وجودشان روشنگر راهنمان می‌باشد و تشکر از پدر و مادرم که همواره پشتیبان و در دشواری‌ها سنگ صبورم بودند. بر خود لازم می‌دانم از تمامی اساتید بزرگوار و به ویژه اساتید دوره کارشناسی ارشد که در طول تحصیل مرا در کسب علم و معرفت و فضائل اخلاقی یاری نموده‌اند، تقدیر و تشکر نمایم.

بدین وسیله مراتب تقدیر و تشکر خود را از استاد ارجمند و فرزانه، **جناب آقای پرفسور**

مسعود صلواتی نیاسری، که راهنمایی این پروژه را به عهده گرفته و اینجانب را از راهنمایی‌های خردمندانه خود بهره‌مند کردند، ابراز می‌دارم.

از **جناب آقای دکتر همدانیان و جناب آقای دکتر اکبری** به عنوان داوران داخل

دانشگاه که مطالعه‌ی پایان‌نامه‌ی اینجانب را بر عهده گرفته و در جلسه‌ی دفاع شرکت نمودند

بسیار سپاسگزارم. همچنین از **جناب آقای دکتر بازیگران** که به عنوان نماینده‌ی تحصیلات

تکمیلی در جلسه‌ی دفاع حضور به عمل رساندند کمال تشکر را دارم.

در پایان از تمامی دوستانی که من را یاری رساندند سپاسگزارم.

چکیده:

در این پروژه نانوساختارهای جیوه سلنید با روش سونوشیمی و با استفاده از سلنیم تتراکلرید (SeCl_4) تهیه شدند و اثر انواع پارامترهای مؤثر در این روش نظیر: تغییر نوع سورفکتانت، زمان فرآیند سونیکاسیون، تغییر توان دستگاه فراصوت، اثر نوع کاهنده و ... بر روی اندازه و مورفولوژی نانوساختارها بررسی شد. برای نخستین بار از سلنیم تتراکلرید به عنوان منبع سلنیم و نیز از کمپلکس‌های $[\text{Hg}(\text{Salen})]$ ، $[\text{Hg}(\text{Salophen})]$ و $[\text{Hg}(\text{Salpn})]$ به عنوان پیش‌ماده جدید استفاده شد. استفاده از کمپلکس به عنوان منبع جیوه در تهیه نانوساختارهای HgSe به دلیل آن که کمپلکس دارای ممانعت فضایی در اطراف فلز جیوه می‌باشد باعث تولید نانوذرات کوچکتر می‌شود. برای شناسایی محصولات از آنالیزهای FT-IR ، EDX ، SEM ، PL و XRD استفاده شد. با استفاده از نتایج این بررسی‌ها مشخص شد، تغییر زمان سونیکاسیون برای تهیه محصولی با اندازه‌ی نانومتری بسیار تأثیرگذار است. همچنین نوع کاهنده و سورفکتانت بر روی شکل و اندازه‌ی محصول بسیار تأثیرگذار است.

کلمات کلیدی: نانوساختار، نانوذره، جیوه سلنید، SeCl_4 و سونوشیمی.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول: مقدمه
۲	۱-۱- روش‌های ساخت نانوساختارها
۳	۱-۱-۱- روش‌های تهیه در حالت جامد
۵	۱-۱-۲- روش‌های تهیه در فاز گاز یا بخار
۵	۱-۱-۳- سنتز در فاز مایع
۶	۱-۱-۳-۱- روش‌های هیدروترمال و سولوترمال
۷	۱-۱-۳-۲- تخریب حرارتی
۸	۱-۱-۳-۳- روش هم‌رسوبی
۹	۱-۱-۳-۴- میکرو و نانوامولسیون
۱۰	۱-۱-۳-۵- سل-ژل
۱۲	۱-۱-۳-۶- مایکروویو
۱۳	۱-۱-۳-۷- سونوشیمی
۱۴	۱-۱-۳-۷-۱- تاریخچه‌ی فراصوت
۱۵	۱-۱-۳-۷-۲- پیشینه‌ی سنتز با فراصوت
۱۵	۱-۱-۳-۷-۳- منشاء اثرات سونوشیمیایی
۱۷	۱-۱-۳-۷-۴- عوامل موثر بر فرایند‌های سونوشیمی
۱۹	۱-۱-۳-۷-۵- روش‌های مختلف سونوشیمی
۲۱	۱-۱-۳-۷-۶- دستگاه فراصوت
۲۲	۱-۱-۳-۷-۷- مزایا و معایب فرایند سونوشیمی
۲۳	۱-۲-۱- جیوه سلنید، کاربرد و پیشینه‌ی سنتز
۲۶	۱-۲-۱- مروری بر نانوساختارهای HgSe تهیه شده به روش‌های مختلف

۳۴

فصل دوم: بخش تجربی

۳۵

۱-۲- وسایل، مواد و دستگاه‌های مورد استفاده

۳۵

۱-۱-۲- وسایل آزمایشگاهی

۳۵

۲-۱-۲- مواد شیمیایی

۳۵

۳-۱-۲- دستگاه فراصوت مورد استفاده برای سنتز نانوذرات

۳۷

۴-۱-۲- دستگاه‌های مورد استفاده برای شناسایی

۳۸

۲-۲- روش انجام آزمایش

۳۸

۱-۲-۲- تهیه نانوساختارهای HgSe

۳۸

۱-۱-۲-۲- سنتز پیش‌ماده

۳۹

۲-۱-۲-۲- سنتز نانوساختارهای جیوه سلنید با استفاده از منابع مختلف نمک

۴۱

۳-۱-۲-۲- سنتز نانوساختارهای جیوه سلنید با استفاده از پیش‌ماده‌های متفاوت

۴۵

۳-۲- آماده سازی نمونه برای گرفتن تصویر SEM

۴۵

۴-۲- آماده سازی نمونه برای بررسی خواص نوری

۴۶

۵-۲- شرایط آزمایشگاهی

۵۰

فصل سوم: بحث و نتیجه‌گیری

۵۱

۱-۳- مقدمه

۵۲

۲-۳- نانوساختارهای HgSe سنتز شده از نمک $HgCl_2$

۵۲

۱-۲-۳- بررسی آنالیز فاز به روش پراش اشعه ایکس

۵۶

۲-۲-۳- آنالیز EDX

۵۷

۳-۲-۳- طیف فتولومینسانس

۵۸

۴-۲-۳- بررسی نتایج SEM

۵۸

۱-۴-۲-۳- نتایج حاصل از بررسی انواع مواد فعال سطحی

۶۳

۲-۴-۲-۳- بررسی اثر مقدار TEA

۶۳

۳-۴-۲-۳- بررسی اثر تغییر دما

۶۳	۳-۲-۴- بررسی اثر تغییر توان
۷۰	۳-۲-۴-۵- بررسی اثر تغییر زمان
۷۷	۳-۲-۴-۶- بررسی مورفولوژی ذرات در غیاب اولتراسوند
۷۸	۳-۳- نانوساختارهای HgSe سنتز شده از نمک $\text{Hg}(\text{CH}_3\text{COO})_2$
۷۸	۳-۱-۳- بررسی آنالیز فاز به روش پراش اشعه ایکس
۸۰	۳-۲-۳- آنالیز EDX
۸۱	۳-۳-۳- طیف فتولومینسانس
۸۲	۳-۴-۳- بررسی نتایج SEM
۸۲	۳-۱-۴-۳- نتایج حاصل از بررسی انواع مواد فعال سطحی
۸۶	۳-۲-۴-۳- بررسی اثر تغییر دما
۸۶	۳-۳-۴-۳- بررسی اثر تغییر توان
۸۶	۳-۴-۴-۳- بررسی اثر تغییر زمان
۹۴	۳-۵-۴-۳- بررسی مورفولوژی ذرات در غیاب اولتراسوند
۹۶	۳-۴-۳- نانوساختارهای HgSe سنتز شده از نمک HgBr_2
۹۶	۳-۱-۴-۳- بررسی آنالیز فاز به روش پراش اشعه ایکس
۹۷	۳-۲-۴-۳- آنالیز EDX
۹۷	۳-۳-۴-۳- طیف فتولومینسانس
۹۸	۳-۴-۴-۳- بررسی نتایج SEM
۹۸	۳-۱-۴-۴-۳- نتایج حاصل از بررسی نوع ماده اولیه
۹۹	۳-۲-۴-۴-۳- نتایج حاصل از بررسی مقدار کاهنده
۹۹	۳-۳-۴-۴-۳- بررسی اثر تغییر کاهنده
۹۹	۳-۴-۴-۴-۳- بررسی مورفولوژی ذرات در غیاب اولتراسوند
۱۰۷	۳-۵- نانوساختارهای HgSe سنتز شده از پیش ماده $[\text{Hg}(\text{Salen})]$
۱۰۷	۳-۱-۵-۳- بررسی آنالیز فاز به روش پراش اشعه ایکس
۱۰۸	۳-۲-۵-۳- طیف FT-IR

۱۰۹	۳-۵-۳- طیف فتولومینسانس
۱۱۰	۳-۵-۴- آنالیز EDX
۱۱۱	۳-۵-۵- بررسی نتایج SEM
۱۱۱	۳-۵-۱- نتایج حاصل از بررسی اثر افزودن سورفکتانت
۱۱۲	۳-۵-۲- بررسی اثر تغییر توان
۱۲۰	۳-۵-۳- بررسی اثر تغییر زمان
۱۲۰	۳-۵-۴- بررسی اثر تغییر دما
۱۲۵	۳-۵-۵- بررسی اثر نوع کاهنده
۱۲۵	۳-۵-۶- بررسی مورفولوژی ذرات در غیاب اولتراسوند
۱۲۸	۳-۵-۶- ساز و کار تشکیل HgSe از پیش‌ماده [Hg(Salen)]
۱۲۹	۳-۶-۱- نانو ساختارهای HgSe سنتز شده از پیش‌ماده [Hg(Salophen)]
۱۲۹	۳-۶-۱- بررسی آنالیز فاز به روش پراش اشعه ایکس
۱۲۹	۳-۶-۲- طیف فتولومینسانس
۱۳۱	۳-۶-۳- طیف FT-IR
۱۳۱	۳-۶-۴- آنالیز EDX
۱۳۳	۳-۶-۵- بررسی نتایج SEM
۱۳۳	۳-۶-۱- نتایج حاصل از بررسی اثر افزودن سورفکتانت
۱۳۳	۳-۶-۲- بررسی اثر تغییر دما
۱۴۱	۳-۶-۳- بررسی اثر تغییر زمان
۱۴۱	۳-۶-۴- بررسی اثر تغییر توان
۱۴۶	۳-۶-۶- ساز و کار تشکیل HgSe از پیش‌ماده [Hg(Salophen)]
۱۴۶	۳-۷-۱- نانو ساختارهای HgSe سنتز شده از پیش‌ماده [Hg(Salpn)]
۱۴۶	۳-۷-۱- بررسی آنالیز فاز به روش پراش اشعه ایکس
۱۴۷	۳-۷-۲- طیف FT-IR
۱۴۷	۳-۷-۳- آنالیز EDX

۱۴۹	۳-۷-۴- بررسی نتایج SEM حاصل از بررسی اثر افزودن سورفکتانت
۱۵۵	۳-۷-۵- ساز و کار تشکیل HgSe از پیش ماده [Hg(Salpn)]
۱۵۵	۳-۸- نتیجه گیری
۱۶۰	منابع و مآخذ

فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان
۳۲	جدول ۱-۱- رابطه بین عوامل کمپلکس‌زا و اندازه ذرات
۳۶	جدول ۱-۲- مواد شیمیایی مورد استفاده در این پروژه
۴۶	جدول ۲-۲- شرایط آزمایشگاهی به کار رفته برای سنتز نانوساختارهای HgSe از نمک جیوه کلرید
۴۷	جدول ۳-۲- شرایط آزمایشگاهی به کار رفته برای سنتز نانوساختارهای HgSe از نمک جیوه استات
۴۷	جدول ۴-۲- شرایط آزمایشگاهی به کار رفته برای سنتز نانوساختارهای HgSe از نمک جیوه برومید
۴۸	جدول ۵-۲- شرایط آزمایشگاهی به کار رفته برای سنتز نانوساختارهای HgSe از پیش‌ماده‌ی [Hg(Salen)]
۴۹	جدول ۶-۲- شرایط آزمایشگاهی به کار رفته برای سنتز نانوساختارهای HgSe از پیش‌ماده‌ی [Hg(Salophen)]
۴۹	جدول ۷-۲- شرایط آزمایشگاهی به کار رفته برای سنتز نانوساختارهای HgSe از پیش‌ماده‌ی [Hg(Salpn)]
۱۵۹	جدول ۱-۳- جمع بندی شرایط بهینه سنتز نانوساختارهای HgSe با استفاده از مواد اولیه متفاوت

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۴	شکل ۱-۱- انواع آسیاب‌های مختلف: (الف) گلوله‌ای-سیاره ای، (ب) گلوله‌ای ارتعاشی، (ج) گلوله‌ای غلتشی، (د) گلوله‌ای شافتی، (ه) گلوله‌ای مغناطیسی
۱۰	شکل ۲-۱- شماتیک یک نانو راکتور
۱۶	شکل ۳-۱- مناطق به همراه برخی از گونه‌هایی که در اثر تخریب در سه ناحیه مختلف حباب انفجاری تشکیل می‌شود
۲۱	شکل ۴-۱- تقسیم‌بندی روش سونوشیمی
۲۲	شکل ۵-۱- نمونه دستگاه فراصوت از نوع میله‌ای با شدت بالا
۲۷	شکل ۶-۱- تصویر SEM فیلم نازک HgSe رشد یافته
۲۷	شکل ۷-۱- تصویر SEM نمونه HgSe سنتز شده در (a) حلال DMF و (b) حلال EG
۲۸	شکل ۸-۱- تصویر TEM نمونه HgSe سنتزی در (a) حلال DMF و (b) حلال EG
۲۹	شکل ۹-۱- تصاویر TEM نانوذرات HgSe تولیدی در سیستم کاهنده‌های مختلف: (a) در PEG 400، (b) در دکستروز و (c) در هیدروکسیل آمین
۳۰	شکل ۱۰-۱- الگوی XRD نمونه‌های HgSe بعد از ۱۲۰ دقیقه سونیکیشن در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد (a) با استفاده از مخلوط مولار در هوا (b) مقدار اضافه از Se و (c) تحت جو نیتروژن
۳۱	شکل ۱۱-۱- تصاویر TEM نانوذرات HgSe تولیدی در حضور عوامل کمپلکس‌زای مختلف: (a) اتیلن دی آمین، (b) NH ₃ ، (c) TEA(0.2 mol/L) و (d) TEA(0.133 mol/L)
۳۲	شکل ۱۲-۱- الگوی XRD نانوذرات HgSe تولیدی در حضور عوامل کمپلکس‌زای مختلف: (a) بدون هیچ عامل کمپلکس‌زا، (b) اتیلن دی آمین، (c) NH ₃ و (d) TEA(0.2 mol/L)
۳۳	شکل ۱۳-۱- تصاویر TEM نانوذرات HgSe تهیه شده در: (a) اتیلن گلیکول، (b) تک نانومیله- اتیلن گلیکول، (c) دی اتیلن گلیکول و (d) پلی اتیلن گلیکول ۲۰۰
۳۷	شکل ۱-۲- دستگاه فراصوت مورد استفاده در این پروژه
۴۰	شکل ۲-۲- نمای ساده‌ای از نانوذرات HgSe سنتزی با استفاده از نمک HgCl ₂

- شکل ۲-۳- نمای ساده‌ای از نانوذرات HgSe سنتزی ۴۲
- شکل ۲-۴- نمای ساده‌ای از نانوذرات HgSe سنتزی ۴۳
- شکل ۲-۵- نمای ساده‌ای از نانوذرات HgSe سنتزی ۴۴
- شکل ۳-۱- الگوی XRD (a) نمونه شماره ۱ و (b) نمونه شماره ۴ ۵۳
- شکل ۳-۲- الگوی XRD (c) نمونه شماره ۳ ۵۴
- شکل ۳-۳- الگوی XRD (a) نمونه شماره ۱۴، (b) نمونه شماره ۱۵ ۵۵
- شکل ۳-۴- آنالیز EDX نمونه شماره یک ۵۶
- شکل ۳-۵- طیف PL نمونه شماره یک ۵۷
- شکل ۳-۶- تصویر SEM نمونه‌ی شماره یک، سورفکتانت TEA، حلال آب، توان ۶۰ وات، زمان ۳۰ دقیقه و در حضور ۲ ml هیدرازین ۵۹
- شکل ۳-۷- تصویر SEM نمونه‌ی شماره ۲، بدون سورفکتانت، حلال آب، توان ۶۰ وات، زمان ۳۰ دقیقه و در حضور ۲ ml هیدرازین ۶۰
- شکل ۳-۸- تصویر SEM نمونه‌ی شماره ۳، سورفکتانت CTAB، حلال آب، توان ۶۰ وات، زمان ۳۰ دقیقه و در حضور ۲ ml هیدرازین ۶۱
- شکل ۳-۹- تصویر SEM نمونه‌ی شماره ۴، سورفکتانت SDBS، حلال آب، توان ۶۰ وات، زمان ۳۰ دقیقه و در حضور ۲ ml هیدرازین ۶۲
- شکل ۳-۱۰- تصویر SEM نمونه شماره ۵، حلال آب، توان ۶۰ وات، زمان ۳۰ دقیقه، یک میلی لیتر TEA و در حضور ۲ ml هیدرازین ۶۴
- شکل ۳-۱۱- تصویر SEM نمونه شماره ۶، حلال آب، توان ۶۰ وات، زمان ۳۰ دقیقه، ۱/۵ میلی لیتر TEA و در حضور ۲ ml هیدرازین ۶۵
- شکل ۳-۱۲- تصویر SEM نمونه شماره ۷، دما ۴۵°C، حلال آب، توان ۶۰ وات، زمان ۳۰ دقیقه و در حضور ۲ ml هیدرازین ۶۶
- شکل ۳-۱۳- تصویر SEM نمونه شماره ۸، دما ۶۵°C، حلال آب، توان ۶۰ وات، زمان ۳۰ دقیقه و در حضور ۲ ml هیدرازین ۶۷

- شکل ۳-۱۴- تصویر SEM نمونه شماره ۹، توان ۴۰ وات، حلال آب، زمان ۳۰ دقیقه و در حضور ۲ml هیدرازین
- شکل ۳-۱۵- تصویر SEM نمونه شماره ۱۰، توان ۵۰ وات، حلال آب، زمان ۳۰ دقیقه و در حضور ۲ml هیدرازین
- شکل ۳-۱۶- تصویر SEM نمونه شماره ۱۱، حلال آب، توان ۶۰ وات، زمان ۱۵ دقیقه، SDBS به عنوان سورفکتانت و در حضور ۲ml هیدرازین
- شکل ۳-۱۷- تصویر SEM نمونه شماره ۱۲، حلال آب، توان ۶۰ وات، زمان ۴۵ دقیقه، SDBS به عنوان سورفکتانت و در حضور ۲ml هیدرازین
- شکل ۳-۱۸- تصویر SEM نمونه شماره ۱۳، حلال آب، توان ۶۰ وات، زمان ۶۰ دقیقه، SDBS به عنوان سورفکتانت و در حضور ۲ml هیدرازین
- شکل ۳-۱۹- تصویر SEM نمونه شماره ۱۶، حلال آب، توان ۶۰ وات، زمان ۱۵ دقیقه، TEA به عنوان سورفکتانت و در حضور ۲ml هیدرازین
- شکل ۳-۲۰- تصویر SEM نمونه شماره ۱۷، حلال آب، توان ۶۰ وات، زمان ۴۵ دقیقه، TEA به عنوان سورفکتانت و در حضور ۲ml هیدرازین
- شکل ۳-۲۱- تصویر SEM نمونه شماره ۱۸، حلال آب، توان ۶۰ وات، زمان ۶۰ دقیقه، TEA به عنوان سورفکتانت و در حضور ۲ml هیدرازین
- شکل ۳-۲۲- تصویر SEM بررسی اثر فراصوت، نمونه شماره ۱۴، حلال آب، TEA به عنوان سورفکتانت و در حضور ۲ml هیدرازین
- شکل ۳-۲۳- تصویر SEM بررسی اثر فراصوت، نمونه شماره ۱۵، حلال آب، SDBS به عنوان سورفکتانت و در حضور ۲ml هیدرازین
- شکل ۳-۲۴- الگوی XRD (a) نمونه شماره ۱۹ و (b) نمونه شماره ۲۰
- شکل ۳-۲۵- الگوی XRD نمونه شماره ۲۲
- شکل ۳-۲۶- آنالیز EDX نمونه شماره ۲۰
- شکل ۳-۲۷- طیف PL نمونه شماره ۲۰
- شکل ۳-۲۸- تصویر SEM مربوط به افزودن سورفکتانت TEA، نمونه شماره ۱۹، حلال آب، توان ۶۰ وات،

- زمان ۳۰ دقیقه و در حضور ۲ml هیدرازین
- ۸۴ شکل ۳-۲۹- تصویر SEM مربوط به افزودن سورفکتانت SDS، نمونه شماره ۲۰، حلال آب، توان ۶۰ وات،
زمان ۳۰ دقیقه و در حضور ۲ml هیدرازین
- ۸۵ شکل ۳-۳۰- تصویر SEM مربوط به افزودن سورفکتانت TGA، نمونه شماره ۲۱، حلال آب، توان ۶۰ وات،
زمان ۳۰ دقیقه و در حضور ۲ml هیدرازین
- ۸۷ شکل ۳-۳۱- تصویر SEM نمونه شماره ۲۷، حلال آب، توان ۶۰ وات، زمان ۳۰ دقیقه، دما ۵۵°C،
سورفکتانت SDS و در حضور ۲ml هیدرازین
- ۸۸ شکل ۳-۳۲- تصویر SEM نمونه شماره ۲۸، حلال آب، توان ۶۰ وات، زمان ۳۰ دقیقه، دما ۷۵°C،
سورفکتانت SDS و در حضور ۲ml هیدرازین
- ۸۹ شکل ۳-۳۳- تصویر SEM نمونه شماره ۲۵، حلال آب، توان ۴۰ وات، زمان ۳۰ دقیقه، سورفکتانت SDS و
در حضور ۲ml هیدرازین
- ۹۰ شکل ۳-۳۴- تصویر SEM نمونه شماره ۲۶، حلال آب، توان ۵۰ وات، زمان ۳۰ دقیقه، سورفکتانت SDS و
در حضور ۲ml هیدرازین
- ۹۱ شکل ۳-۳۵- تصویر SEM نمونه شماره ۲۲، حلال آب، توان ۶۰ وات، زمان ۱۵ دقیقه، سورفکتانت TEA و
در حضور ۲ml هیدرازین
- ۹۲ شکل ۳-۳۶- تصویر SEM نمونه شماره ۲۳، حلال آب، توان ۶۰ وات، زمان ۴۵ دقیقه، سورفکتانت TEA و
در حضور ۲ml هیدرازین
- ۹۳ شکل ۳-۳۷- تصویر SEM نمونه شماره ۲۴، حلال آب، توان ۶۰ وات، زمان ۶۰ دقیقه، سورفکتانت TEA و
در حضور ۲ml هیدرازین
- ۹۵ شکل ۳-۳۸- تصویر SEM بررسی اثر فراصوت، نمونه شماره ۲۹، حلال آب، سورفکتانت SDS و در حضور
۲ml هیدرازین
- ۹۶ شکل ۳-۳۹- الگوی XRD نمونه شماره ۳۰
- ۹۷ شکل ۳-۴۰- آنالیز EDX نمونه شماره ۳۰
- ۹۸ شکل ۳-۴۱- طیف PL نمونه شماره ۳۰

- شکل ۳-۴۲- تصویر SEM نمونه شماره ۳۰، ماده اولیه HgBr_2 ، توان ۶۰ وات، زمان ۳۰ دقیقه، سورفکتانت TEA و در حضور ۲ml هیدرازین
- شکل ۳-۴۳- تصویر SEM نمونه شماره ۳۱، ماده اولیه $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ ، توان ۶۰ وات، زمان ۳۰ دقیقه، سورفکتانت TEA و در حضور ۲ml هیدرازین
- شکل ۳-۴۴- تصویر SEM نمونه شماره ۳۲، ماده اولیه HgBr_2 ، توان ۶۰ وات، زمان ۳۰ دقیقه، سورفکتانت TEA و در حضور ۳ml هیدرازین
- شکل ۳-۴۵- تصویر SEM نمونه شماره ۳۳، ماده اولیه HgBr_2 ، توان ۶۰ وات، زمان ۳۰ دقیقه، سورفکتانت TEA و در حضور ۴ml هیدرازین
- شکل ۳-۴۶- تصویر SEM نمونه شماره ۳۶، ماده اولیه HgBr_2 ، توان ۶۰ وات، زمان ۳۰ دقیقه، سورفکتانت TEA و در حضور KBH_4
- شکل ۳-۴۷- تصویر SEM نمونه شماره ۳۴، ماده اولیه HgBr_2 ، توان ۶۰ وات، زمان ۳۰ دقیقه، سورفکتانت TEA و در حضور پودر Zn
- شکل ۳-۴۸- تصویر SEM نمونه شماره ۳۵، ماده اولیه HgBr_2 ، توان ۶۰ وات، زمان ۳۰ دقیقه، سورفکتانت TEA و در حضور پودر Zn در دمای 96°C
- شکل ۳-۴۹- تصویر SEM مربوط به اثر فراصوت، نمونه شماره ۳۷، ماده اولیه HgBr_2 ، سورفکتانت TEA و در حضور ۲ml هیدرازین
- شکل ۳-۵۰- الگوی XRD نمونه شماره ۳۸
- شکل ۳-۵۱- طیف FT-IR پیش ماده $[\text{Hg}(\text{Salen})]$
- شکل ۳-۵۲- طیف PL نمونه شماره ۳۸
- شکل ۳-۵۳- آنالیز EDX نمونه شماره ۳۸
- شکل ۳-۵۴- تصویر SEM نمونه شماره ۳۸، حلال پروپیلن گلیکول، توان ۶۰ وات، زمان ۳۰ دقیقه و در حضور ۲ml هیدرازین
- شکل ۳-۵۵- تصویر SEM مربوط به افزودن سورفکتانت SDS، نمونه شماره ۴۰، حلال پروپیلن گلیکول، توان ۶۰ وات، زمان ۳۰ دقیقه و در حضور ۲ml هیدرازین
- شکل ۳-۵۶- تصویر SEM مربوط به افزودن سورفکتانت SDBS، نمونه شماره ۳۹، حلال پروپیلن گلیکول،

توان ۶۰ وات، زمان ۳۰ دقیقه و در حضور ۲ ml هیدرازین

۱۱۶ شکل ۳-۵۷- تصویر SEM مربوط به افزودن سورفکتانت PEG-600، نمونه شماره ۴۱، حلال پروپیلن

گلیکول، توان ۶۰ وات، زمان ۳۰ دقیقه و در حضور ۲ ml هیدرازین

۱۱۷ شکل ۳-۵۸- تصویر SEM مربوط به افزودن سورفکتانت PVP25000، نمونه شماره ۴۲، حلال پروپیلن

گلیکول، توان ۶۰ وات، زمان ۳۰ دقیقه و در حضور ۲ ml هیدرازین

۱۱۸ شکل ۳-۵۹- تصویر SEM نمونه شماره ۴۷، حلال پروپیلن گلیکول، توان ۴۰ وات، زمان ۳۰ دقیقه و در

حضور ۲ ml هیدرازین

۱۱۹ شکل ۳-۶۰- تصویر SEM نمونه شماره ۴۸، حلال پروپیلن گلیکول، توان ۵۰ وات، زمان ۳۰ دقیقه و در

حضور ۲ ml هیدرازین

۱۲۱ شکل ۳-۶۱- تصویر SEM نمونه شماره ۴۵، حلال پروپیلن گلیکول، توان ۶۰ وات، زمان ۱۵ دقیقه و در

حضور ۲ ml هیدرازین

۱۲۲ شکل ۳-۶۲- تصویر SEM نمونه شماره ۴۶، حلال پروپیلن گلیکول، توان ۶۰ وات، زمان ۴۵ دقیقه و در

حضور ۲ ml هیدرازین

۱۲۳ شکل ۳-۶۳- تصویر SEM نمونه شماره ۴۳، حلال پروپیلن گلیکول، توان ۶۰ وات، زمان ۳۰ دقیقه، دما

۵۰°C و در حضور ۲ ml هیدرازین

۱۲۴ شکل ۳-۶۴- تصویر SEM نمونه شماره ۴۴، حلال پروپیلن گلیکول، توان ۶۰ وات، زمان ۳۰ دقیقه، دما

۷۰°C و در حضور ۲ ml هیدرازین

۱۲۶ شکل ۳-۶۵- تصویر SEM نمونه شماره ۴۹، حلال پروپیلن گلیکول، توان ۶۰ وات، زمان ۳۰ دقیقه و در

حضور KBH_4

۱۲۷ شکل ۳-۶۶- تصویر SEM نمونه شماره ۵۰، حلال پروپیلن گلیکول، توان ۶۰ وات، زمان ۳۰ دقیقه و در

حضور پودر Zn

۱۲۸ شکل ۳-۶۷- تصویر SEM مربوط به بررسی اثر فراصوت، نمونه شماره ۵۱، حلال پروپیلن گلیکول و در

حضور ۲ ml هیدرازین

۱۲۸ شکل ۳-۶۸- نمای ساده‌ای از فرآیند تشکیل نانوساختارهای HgSe از پیش‌ماده $[\text{Hg}(\text{Salen})]$

۱۳۰ شکل ۳-۶۹- الگوی XRD محصولات HgSe (a) نمونه شماره ۵۳ و (b) نمونه شماره ۵۶

- شکل ۳-۷۰- طیف PL نمونه شماره ۵۳ ۱۳۱
- شکل ۳-۷۱- طیف FT-IR پیش ماده [Hg(Salophen)] ۱۳۲
- شکل ۳-۷۲- آنالیز EDX نمونه شماره ۵۳ ۱۳۲
- شکل ۳-۷۳- تصویر SEM نمونه شماره ۵۲، حلال پروپیلن گلیکول، توان ۶۰ وات، زمان ۳۰ دقیقه و در حضور ۲ml هیدرازین ۱۳۴
- شکل ۳-۷۴- تصویر SEM مربوط به افزودن سورفکتانت SDS، نمونه شماره ۵۳، حلال پروپیلن گلیکول، توان ۶۰ وات، زمان ۳۰ دقیقه و در حضور ۲ml هیدرازین ۱۳۵
- شکل ۳-۷۵- تصویر SEM مربوط به افزودن سورفکتانت SDBS، نمونه شماره ۵۴، حلال پروپیلن گلیکول، توان ۶۰ وات، زمان ۳۰ دقیقه و در حضور ۲ml هیدرازین ۱۳۶
- شکل ۳-۷۶- تصویر SEM مربوط به افزودن سورفکتانت PEG600، نمونه شماره ۵۵، حلال پروپیلن گلیکول، توان ۶۰ وات، زمان ۳۰ دقیقه و در حضور ۲ml هیدرازین ۱۳۷
- شکل ۳-۷۷- تصویر SEM مربوط به افزودن سورفکتانت PVP25000، نمونه شماره ۵۶، حلال پروپیلن گلیکول، توان ۶۰ وات، زمان ۳۰ دقیقه و در حضور ۲ml هیدرازین ۱۳۸
- شکل ۳-۷۸- تصویر SEM نمونه شماره ۶۱، حلال پروپیلن گلیکول، توان ۶۰ وات، زمان ۳۰ دقیقه، دما ۵۰°C، سورفکتانت SDS و در حضور ۲ml هیدرازین ۱۳۹
- شکل ۳-۷۹- تصویر SEM نمونه شماره ۶۲، حلال پروپیلن گلیکول، توان ۶۰ وات، زمان ۳۰ دقیقه، دما ۷۰°C، سورفکتانت SDS و در حضور ۲ml هیدرازین ۱۴۰
- شکل ۳-۸۰- تصویر SEM نمونه شماره ۵۷، حلال پروپیلن گلیکول، توان ۶۰ وات، زمان ۱۵ دقیقه، سورفکتانت SDS و در حضور ۲ml هیدرازین ۱۴۲
- شکل ۳-۸۱- تصویر SEM نمونه شماره ۵۸، حلال پروپیلن گلیکول، توان ۶۰ وات، زمان ۴۵ دقیقه، سورفکتانت SDS و در حضور ۲ml هیدرازین ۱۴۳
- شکل ۳-۸۲- تصویر SEM نمونه شماره ۵۹، حلال پروپیلن گلیکول، توان ۴۰ وات، زمان ۳۰ دقیقه، سورفکتانت SDS و در حضور ۲ml هیدرازین ۱۴۴
- شکل ۳-۸۳- تصویر SEM نمونه شماره ۶۰، حلال پروپیلن گلیکول، توان ۵۰ وات، زمان ۳۰ دقیقه، ۱۴۵

سورفکتانت SDS و در حضور ۲ml هیدرازین

- ۱۴۶ شکل ۳-۸۴- نمای ساده‌ای از تشکیل نانوساختارهای HgSe از پیش‌ماده [Hg(Salophen)]
- ۱۴۷ شکل ۳-۸۵- الگوی XRD نمونه شماره ۶۴
- ۱۴۸ شکل ۳-۸۶- طیف FT-IR پیش‌ماده [Hg(Salpn)]
- ۱۴۸ شکل ۳-۸۷- آنالیز EDX نمونه شماره ۶۴
- ۱۵۰ شکل ۳-۸۸- تصویر SEM نمونه شماره ۶۳، حلال پروپیلن گلیکول، توان ۶۰ وات، زمان ۳۰ دقیقه و در حضور ۲ml هیدرازین
- ۱۵۱ شکل ۳-۸۹- تصویر SEM مربوط به افزودن سورفکتانت SDS، نمونه شماره ۶۴، حلال پروپیلن گلیکول، توان ۶۰ وات، زمان ۳۰ دقیقه و در حضور ۲ml هیدرازین
- ۱۵۲ شکل ۳-۹۰- تصویر SEM مربوط به افزودن سورفکتانت SDBS، نمونه شماره ۶۵، حلال پروپیلن گلیکول، توان ۶۰ وات، زمان ۳۰ دقیقه و در حضور ۲ml هیدرازین
- ۱۵۳ شکل ۳-۹۱- تصویر SEM مربوط به افزودن سورفکتانت PEG600، نمونه شماره ۶۶، حلال پروپیلن گلیکول، توان ۶۰ وات، زمان ۳۰ دقیقه و در حضور ۲ml هیدرازین
- ۱۵۴ شکل ۳-۹۲- تصویر SEM مربوط به افزودن سورفکتانت PVP25000، نمونه شماره ۶۷، حلال پروپیلن گلیکول، توان ۶۰ وات، زمان ۳۰ دقیقه و در حضور ۲ml هیدرازین
- ۱۵۵ شکل ۳-۹۳- نمای ساده‌ای از تشکیل نانوساختارهای HgSe از پیش‌ماده [Hg(Salpn)]