



برستان



تأییدیه اعضای هیأت داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

اعضای هیئت داوران نسخه نهایی پایان نامه خانم/آقای زهرا شیبانی فردرشته : شیمی معدنی تحت عنوان: « بررسی اثر تغییرات PH بر روی اندازه ، مورفولوژی و خواص فتو کاتالیستی نانو ساختارهای روی اکسید » از نظر فرم و محتوا بررسی نموده و آن را برای اخذ درجه کارشناسی ارشد مورد تأیید قرار دادند.

اعضای هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضاء
۱- استاد راهنما	دکتر علیرضا محجوب	استاد	
۲- استاد مشاور	دکتر اکرم حسینیان سراج لوه	استادیار	
۳- استاد ناظر داخلی	دکتر علی مرسلی	دانشیار	
۴- استاد ناظر خارجی	دکتر مجتبی باقرزاده	استاد	
۵- نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر علی مرسلی	دانشیار	

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 عناوین 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..... در تاریخ..... دانشجوی رشته..... در مقطع..... دانشگاه..... 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:.....

۹۰/۱/۲۹

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
سال در دانشکده

دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی

، مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر

از آن دفاع شده است.»


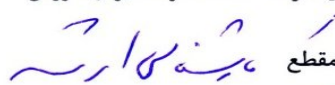
سرکار خانم/جناب آقای دکتر

و مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر

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 زهرا سینی زور دانشجوی رشته  مقطع  تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: زهرا سینی زور

تاریخ و امضا:





دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده علوم پایه

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد شیمی (معدنی)

عنوان

بررسی اثر تغییر pH بر روی اندازه، مورفولوژی و خواص فوتوکاتالیستی نانو ساختارهای

روی اکسید

نگارنده

زهراشیبانی فرد

استاد راهنما

آقای دکتر علیرضا محجوب

استاد مشاور

خانم دکتر اکرم حسینیان

شهریور ۱۳۹۰

تقدیم به :

خدای خوبم

که عالم مطلق است

و حضورش را در لحظه لحظه زندگی حس می‌کنم

و تمام انسان‌هایی

که مرا تا به این مرحله از زندگی همراهی کردند

و به همه آنان که آموختن را دوست دارند.....

تقدیر و تشکر

اکنون که به فضل پروردگار مهربان این دوره را به پایان رساندم به خاطر می‌آورم که با دست‌ان خالی آمده بودم و اکنون دانشی توشه دارم که آن را مرهون بخشندگی و تلاش ارزنده‌ی اساتید و دوستان عالیقدرم می‌دانم.

از استاد راهنمای محترم، جناب آقای دکتر علیرضا محبوب به پاس راهنمایی‌های ارزنده و مساعدت‌های بی‌دریغشان کمال تشکر را دارم که علاوه بر افزودن دانشم، درس صبر و اخلاق نیکو به من آموخت.

از استاد مشاور ارجمند خانم دکتر اکرم حسینیان که همواره طی انجام این تحقیق از محضر گرامیشان بهره برده و مرا مورد لطف قرار دادند، سپاسگزاری می‌نمایم.

از اساتید محترم آقای دکتر مرسلی و آقای دکتر قلیوند بی‌نهایت متشکرم که من را مورد لطف و عنایت خود قرار دادند و همواره از تجربیات و راهنمایی‌های با ارزش ایشان بهره‌مند بودم.

از استاد گرانقدر جناب آقای دکتر باقرزاده که با نهایت لطف، زحمت مطالعه، نظارت و تصحیح رساله مرا به عهده گرفتند، نهایت قدردانی و تشکر را دارم.

از کارشناسان محترم گروه شیمی، خانم فردین دوست، آقای آهوپای، خانم فراهانی، خانم رحمانی و همه کسانی که به نحوی در به ثمر رسیدن این تحقیق با کمک‌ها و راهنمایی‌های با ارزش خود با من همراه بودند، سپاسگزارم.

از هم‌آزمایشگاهی‌های عزیزم، خانم شیرین عزتی، خانم حوریه رضایی و خانم معصومه چمک، سمیه رنجبر محمدی، خانم نغمه فعال همدانی، خانم سامال بابانزاده، خانم زهرا کریمی، خانم مینو باقری و خانم زینب طلایی، آقای سیدمحسن هراتی و آقای حسن آقایان به خاطر همه مساعدت‌هایشان، متشکرم. یاد و خاطره شما عزیزان همواره در ذهنم باقی خواهد ماند.

و در آخر بر خود واجب می‌دانم که از استاد عزیزم سرکار خانم دکتر آقابیگی که در طول دوران کارشناسی در نهایت صبر و حوصله مرا یاری فرمودند و همواره از رهنمودهای با ارزش ایشان بهره‌مند بودم.

چکیده

در این پژوهش، نانو ساختارهای روی اکسید با بکارگیری روش های سل-ژل و هیدروترمال در pH های مختلف (اسیدی، خنثی و قلیایی) سنتز شدند و کارآیی فوتوکاتالیستی آنها در شرایط مختلف مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت. در دو نوع از روش های سل-ژل از اگزالیک اسید، مالونیک اسید، سوکسینیک اسید و گلووتاریک اسید برای تشکیل پیش ماده استفاده کردیم و در نهایت، سایز نانوذرات ZnO حاصل از کلسینه کردن پیش ماده های مختلف را با یکدیگر مقایسه نمودیم. در نوع دیگری از روش سل-ژل و هیدروترمال، نانو ساختارهای روی اکسید در حضور سورفکتانت ها (PVP, SDS) در pH های مختلف سنتز شدند. در همه موارد، ترکیب شیمیایی، شناسایی ماده پودری، ریخت شناسی (مورفولوژی) و اندازه ذرات محصولات نهایی توسط روشهای طیف سنجی زیرقرمز (FTIR)، پراش پرتو X پودری (XRD) و میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) تعیین و مورد بررسی قرار گرفتند. مهمترین ویژگی این کار تحقیقاتی، سنتز نانو ساختارهای ZnO با مورفولوژی یکنواخت و اندازه های کوچک (نانومتری) در شرایط خیلی اسیدی (pH=1) و شرایط خیلی بازی (pH=14) می باشد که تاکنون مورد بررسی قرار نگرفته است. آزمایشات حذف رنگ کنگورد (بعنوان آلاینده آلی در آب) برای بررسی فعالیت فوتوکاتالیستی و جذب سطحی، بر روی نانو ساختارهای سنتز شده انجام گرفت و در نهایت نتایج حذف رنگ با دیگر تحقیقات انجام شده در این زمینه مورد مقایسه قرار گرفت. در همه موارد نتایج نشان دهنده افزایش قابل توجه بازده حذف رنگ در حضور نانو ساختارهای روی اکسید نسبت به نمونه تجاری آن بود.

کلید واژه: روی اکسید، تغییرات pH، سنتز سل-ژل، سنتز هیدروترمال، خواص فوتوکاتالیستی، خواص

جذب سطحی

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول: مقدمه
۲	۱-۱ نانو فن آوری
۳	۱-۱-۱ اهمیت مقیاس نانو
۳	۲-۱-۱ تعریف نانو ساختار
۳	۳-۱-۱ طبقه بندی نانو ساختارها
۴	۴-۱-۱ مزایای استفاده از نانوفن آوری
۵	۵-۱-۱ معایب و مشکلات استفاده از نانو فن آوری
۵	۶-۱-۱ کاربرد های نانو فن آوری
۶	۲-۱ روش های تولید نانوذرات
۷	۳-۱ نقش کاهش اندازه بر روی خواص ذرات
۸	۴-۱ بررسی ساختار و خواص روی اکسید
۱۱	۱-۴-۱ نقص های شبکه در روی اکسید
۱۲	۲-۴-۱ روش های سنتز نانو ساختارهای روی اکسید
۱۳	۱-۲-۴-۱ روش سل - ژل

- ۱۴-۱-۴-۲-۲-۲ مراحل سل-ژل..... ۱۴
- ۱۴-۱-۴-۲-۳ مزایای سل-ژل..... ۱۴
- ۱۶-۱-۴-۲-۴ روش هیدروترمال..... ۱۶
- ۱۶-۱-۴-۳ کاربرد های نانوساختار های روی اکسید..... ۱۶
- ۱۷-۱-۵ ترکیبات آلی آلاینده محیط زیست و روش های تخریب آنها..... ۱۷
- ۱۹-۱-۵-۱ معرفی فوتوکاتالیستهای نیمه رسانا..... ۱۹
- ۲۰-۱-۵-۲ حذف آلاینده های آلی بوسیله روی اکسید..... ۲۰
- ۲۲-۱-۵-۳ مکانیسم تخریب فوتوکاتالیستی آلاینده های آلی توسط روی اکسید..... ۲۲
- ۲۳-۱-۶ سورفکتانت های آلی برای سنتز نانوساختارهای معدنی..... ۲۳
- ۲۴-۱-۶-۱ سدیم دودسیل سولفات (SDS)..... ۲۴
- ۲۵-۱-۶-۲ پلی وینیل پیرولیدین (PVP)..... ۲۵
- ۲۶-۱-۷ مروری بر تحقیقات انجام شده در زمینه سنتز روی اکسید در pH های مختلف..... ۲۶
- ۳۱-۱-۸ شناسایی مواد نانوساختاری..... ۳۱
- ۳۲-۱-۹ اهداف..... ۳۲
- ۳۳-۱-۳ فصل دوم: بخش تجربی..... ۳۳

- ۳۴-۱-۲- دستگاه‌های مورد استفاده.....
- ۳۵-۲-۲- مواد مورد استفاده.....
- ۳۷-۳-۲- بخش سنتز.....
- ۳۷-۱-۳-۲- سنتز نانوساختار های روی اکسید به روش سل ژل.....
- ۳۷-۱-۳-۲- روش سل-ژل (الف).....
- ۳۹-۲-۳-۱- روش سل-ژل (ب).....
- ۴۰-۳-۱-۳- روش سل-ژل (ج).....
- ۴۱-۲-۳-۲- سنتز نانوساختار های روی اکسید به روش هیدروترمال.....
- ۴۳-۴-۲- بخش کاربرد.....
- ۴۳-۱-۴-۲- بررسی جذب سطحی رنگ کنگورد توسط نانوساختار های روی اکسید.....
- ۴۳-۲-۴-۲- مطالعه تخریب فوتوکاتالیستی رنگ کنگورد توسط نانوساختار های روی اکسید.....
- ۴۵- فصل سوم: بحث و نتیجه‌گیری.....
- ۴۶-۱-۳- سنتز نانو ذرات روی اکسید به روش سل-ژل (الف).....
- ۴۶-۱-۱-۳- سنتز با دی کربوکسیلیک اسیدها در شرایط خنثی.....
- ۴۷-۱-۱-۳- بررسی طیف FTIR.....
- ۴۸-۲-۱-۳- بررسی تصاویر SEM و آنالیز EDAX نانوذرات روی اکسید.....
- ۵۱-۳-۱-۳- بررسی الگوی پراش XRD نانوذرات روی اکسید.....
- ۵۲-۴-۱-۳- بررسی توزیع اندازه نانوذرات روی اکسید.....

- ۲-۳ سنتز نانوذرات روی اکسید به روش سل-ژل (ب) ۵۴
- ۱-۲-۳ سنتز با دی کربوکسیلیک اسیدها در شرایط pH اسیدی ۵۴
- ۱-۱-۲-۳ بررسی طیف FTIR ۵۶
- ۲-۱-۲-۳ بررسی تصاویر SEM نانوذرات روی اکسید در شرایط اسیدی ۵۸
- ۳-۱-۲-۳ بررسی الگوی پراش XRD نانوذرات روی اکسید در شرایط اسیدی ۶۲
- ۴-۱-۲-۳ بررسی توزیع اندازه نانوذرات روی اکسید ۶۳
- ۲-۲-۳ سنتز با دی کربوکسیلیک اسیدها در شرایط خنثی و بازی ۶۴
- ۱-۲-۲-۳ بررسی طیف FTIR ۶۴
- ۲-۲-۲-۳ بررسی تصاویر SEM نانوذرات روی اکسید ۶۷
- ۳-۲-۲-۳ بررسی الگوی پراش XRD نانوذرات روی اکسید ۶۹
- ۴-۲-۲-۳ بررسی توزیع اندازه نانو ذرات روی اکسید ۷۱
- ۳-۳ بررسی مکانیسم سل ژل با دی کربوکسیلیک اسیدها ۷۲
- ۴-۳ سنتز نانو ذرات روی اکسید به روش سل-ژل (ج) ۷۳
- ۱-۴-۳ بررسی طیف FTIR ۷۳
- ۲-۴-۳ بررسی تصاویر SEM ۷۴
- ۳-۴-۳ بررسی الگوی پراش XRD ۷۶
- ۴-۴-۳ بررسی توزیع اندازه ذرات روی اکسید ۷۸
- ۵-۳ سنتز نانو ذرات روی اکسید به روش هیدروترمال ۷۹
- ۱-۵-۳ بررسی طیف FTIR ۷۹
- ۲-۵-۳ بررسی تصاویر SEM ۸۰

- ۳-۵-۳ بررسی الگوی پراش XRD ۸۳
- ۳-۶-۶ بررسی فوتوکاتالیستی و میزان جذب سطحی رنگ کنگورد ۸۵
- ۳-۶-۱ بررسی اثر دمای کلسینه روی درصد تخریب رنگ ۸۵
- ۳-۶-۲ بررسی تخریب رنگ کنگورد با نمونه های سنتز شده با روش سل-ژل (ب) در pH های مختلف ۸۷
- ۳-۶-۳ بررسی تخریب رنگ کنگورد با نمونه های سنتز شده با روش سل-ژل (ب) در pH=۴ ۸۸
- ۳-۶-۴ مقایسه تخریب رنگ کنگورد در نمونه های سنتز شده به روش سل-ژل (الف) و (ب) در شرایط خنثی ۹۰
- ۳-۶-۵ بررسی تخریب رنگ توسط نانوذرات سنتز شده با روش سل-ژل (ج) ۹۳
- ۳-۶-۶ بررسی تخریب رنگ توسط نانوذرات سنتز شده با روش هیدروترمال ۹۵
- ۳-۷-۷ نتیجه گیری ۹۷
- مراجع ۹۹

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۱۲	جدول ۱-۱- انواع نقص شبکه در نانو ساختارهای روی اکسید.....
۸۶	جدول ۱-۳- مقایسه درصد تخریب رنگ کنگورد در دماهای مختلف برای نمونه های سنتز شده به روش سل- ژل (ب) در $pH=4$
۸۷	جدول ۲-۳- مقایسه درصد تخریب رنگ کنگورد در pH های مختلف برای نمونه های سنتز شده به روش سل- ژل (ب).....
۹۰	جدول ۳-۳- مقایسه درصد تخریب رنگ کنگورد در $pH=4$ برای نمونه های سنتز شده به روش سل- ژل (ب) با پیش ماده های مختلف.....
۹۲	جدول ۴-۳- مقایسه درصد تخریب رنگ کنگورد در $pH=7$ برای نمونه های سنتز شده به روش سل- ژل (ب) و (الف) با پیش ماده های مختلف.....
۹۵	جدول ۵-۳- مقایسه نتایج فوتوکاتالیستی بدست آمده با نتایج قبلی و نمونه تجاری.....
۹۷	جدول ۶-۳- مقایسه نتایج فوتوکاتالیستی بدست آمده با نتایج قبلی و نمونه تجاری.....
۹۸	جدول ۷-۳- شرایط بهینه نتایج فوتوکاتالیستی در هر یک از روش های بکار رفته و مقایسه آنها با نمونه تجاری.....

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱- تصویر شمایی از ساخت ذرات در ابعاد نانو.....	۷
شکل ۱-۲- ساختار هگزاگونالی ورتزایت.....	۱۰
شکل ۱-۳- الف) ساختار نمک سنگی ب) ساختار بلاندروی.....	۱۰
شکل ۱-۴- تصویر شمایی از فرآیند سل- ژل.....	۱۵
شکل ۱-۵- ساختار مولکولی رنگ کنگورد.....	۲۱
شکل ۱-۶- طیف جذبی محلول کنگورد.....	۲۱
شکل ۱-۷- مکانیسم واکنش تخریبی فوتوکاتالیستی توسط نیمه رسانا.....	۲۳
شکل ۱-۸- ساختار مولکولی سدیم دودسیل سولفات.....	۲۴
شکل ۱-۹- ساختار مولکولی پلی وینیل پیرولیدن و منومر آن.....	۲۵
شکل ۱-۱۰- مورفولوژی های (الف) خارپشت مانند (ب) گل مانند.....	۲۹
شکل ۱-۱۱- نانومیله های سنتز شده در محیط اسیدی با حفرات شش ضلعی.....	۳۰
شکل ۲-۱- تصویر کوره حرارتی	۳۹
شکل ۲-۲- تصویر ظرف اتوکلاو در روش هیدروترمال.....	۴۲

شکل ۲-۳- شمای سیستم آزمایشگاهی بکاررفته در فرآیند فوتوکاتالیستی..... ۴۴

شکل ۳-۱- طیف FTIR مربوط به (الف) روی اگزالات (ب) روی مالونات (ج) روی سوکسینات (د) روی

گلوتارات تهیه شده با روش سل-ژل (الف) در $\text{pH}=7$ ۴۷

شکل ۳-۲- طیف FTIR مربوط به نانوذرات ZnO سنتز شده به روش سل-ژل (الف) در $\text{pH}=7$ ۴۸

شکل ۳-۳- تصویر SEM، نانوذرات ZnO سنتز شده به روش سل-ژل (الف) با پیش ماده روی اگزالات

در $\text{pH}=7$ ۴۹

شکل ۳-۴- تصویر SEM، نانوذرات ZnO سنتز شده به روش سل-ژل (الف) با پیش ماده روی مالونات در

$\text{pH}=7$ ۴۹

شکل ۳-۵- تصویر SEM، نانوذرات ZnO سنتز شده به روش سل-ژل (الف) با پیش ماده روی سوکسینات

در $\text{pH}=7$ ۵۰

شکل ۳-۶- تصویر SEM، نانوذرات ZnO سنتز شده به روش سل-ژل (الف) با پیش ماده روی گلوتارات

در $\text{pH}=7$ ۵۰

شکل ۳-۷- نمودار EDAX نانوذرات روی اکسید با پیش ماده (الف) روی اگزالات (ب) روی مالونات (ج)

روی سوکسینات (د) روی گلوتارات..... ۵۱

شکل ۳-۸- طرح XRD نانوذرات روی اکسید سنتز شده به روش سل-ژل (الف) با پیش ماده روی

مالونات در $\text{pH}=7$ ۵۲

شکل ۳-۹- نمودار توزیع اندازه ذرات نمونه های سنتز شده با روش سل-ژل (الف) با پیش ماده (الف) روی اگزالات (ب) روی مالونات (ج) روی سوکسینات (د) روی گلو تارات۵۳

شکل ۳-۱۰- طیف FTIR روی اگزالات تهیه شده با روش سل-ژل (ب) در $\text{pH}=4$ ۵۷

شکل ۳-۱۱- طیف FTIR، ZnO حاصل از روی اگزالات، تهیه شده با روش سل-ژل (ب) در شرایط (الف) دمای 400°C و زمان ۴ ساعت (ب) دمای 500°C و زمان ۳ ساعت (ج) دمای 600°C و زمان ۲ ساعت۵۸

شکل ۳-۱۲- تصویر SEM نانوذرات روی اکسید در $\text{pH}=1$ (الف) در مقیاس $1\ \mu\text{m}$ با محلول ۴ مولار HCl (ب) در مقیاس $500\ \text{nm}$ با محلول ۴ مولار HCl (ج) در مقیاس $1\ \mu\text{m}$ با محلول ۴ مولار HNO_3 ۵۹

شکل ۳-۱۳- تصویر FESEM نانوذرات روی اکسید در $\text{pH}=1$ با روش سل-ژل (ب) و تنظیم pH با محلول اگزالیک اسید۵۹

شکل ۳-۱۴- تصویر SEM نانوذرات روی اکسید در $\text{pH}=4$ با روش سل-ژل (ب)۶۰

شکل ۳-۱۵- تصویر FESEM و SEM نانو ذرات روی اکسید سنتز شده در $\text{pH}=4$ (الف) پیش ماده روی مالونات و HNO_3 (ب) پیش ماده روی سوکسینات و HNO_3 (ج) پیش ماده روی گلو تارات و HNO_3 (د) پیش ماده روی مالونات و HCl (ه) پیش ماده روی سوکسینات و HCl (ر) پیش ماده روی گلو تارات و HCl (ز) پیش ماده روی مالونات و مالونیک اسید (س) پیش ماده روی سوکسینات و سوکسینیک اسید (ش) پیش ماده روی گلو تارات و گلو تاریک اسید۶۱

شکل ۳-۱۶- الگوی پراش XRD، ZnO سنتز شده به روش سل-ژل (ب) با استفاده از پیش ماده روی اگزالات (الف) $\text{pH}=4$ (ب) $\text{pH}=1$ و محلول HNO_3 (ج) $\text{pH}=1$ و محلول HCl۶۲

شکل ۳-۱۷- نمودار توزیع اندازه ذرات نمونه Z1۶۳

شکل ۳-۱۸- طیف FTIR قبل از کلسینه نمونه های سنتز شده به روش سل- ژل (ب) در ۱۴ و ۹٫۷ pH با پیش ماده روی اگزالات..... ۶۵

شکل ۳-۱۹- طیف FTIR نانوذرات روی اکسید سنتز شده به روش سل- ژل (ب) در ۱۴ و ۷٫۹ pH..... ۶۶

شکل ۳-۲۰- تصویر SEM نانوذرات سنتز شده با روش سل- ژل (ب) در pH=۷ با پیش ماده های (الف) روی اگزالات (ب) روی مالونات (ج) روی سوکسینات (د) روی گلوترات..... ۶۷

شکل ۳-۲۱- تصویر SEM نانوذرات سنتز شده با روش سل- ژل (ب) در pH=۹ با پیش ماده های (الف) روی اگزالات (ب) روی مالونات (ج) روی سوکسینات (د) روی گلوترات..... ۶۸

شکل ۳-۲۲- تصویر SEM نانوذرات سنتز شده با روش سل- ژل (ب) در pH=۱۴ با پیش ماده های (الف) روی اگزالات (ب) روی مالونات (ج) روی سوکسینات (د) روی گلوترات..... ۶۸

شکل ۳-۲۳- الگوی پراش XRD، نانوذرات روی اکسید سنتز شده به روش سل-ژل (ب) با استفاده از پیش ماده روی اگزالات (الف) pH= ۱۴ (ب) pH= ۹ (ج) pH= ۷ ۷۰

شکل ۳-۲۴- نمودار توزیع اندازه ذرات، نانوذرات روی اکسید سنتز شده از پیش ماده روی اگزالات (الف) pH= ۱۴ (ب) pH= ۹ (ج) pH= ۷..... ۷۱

شکل ۳-۲۵- نحوه تشکیل پیوند بین اکسیژن و یون روی در پیش ماده های (الف) روی اگزالات، (ب) روی مالونات (ج) روی سوکسینات (د) روی گلوترات..... ۷۲

شکل ۳-۲۶- طیف FTIR نانوذرات روی اکسید سنتز شده به روش سل- ژل (ج) در ۵ و ۹٫۷ pH..... ۷۴

شکل ۳-۲۷- تصویر FESEM نمونه روی اکسید سنتز شده با روش سل- ژل (ج) در pH=۹..... ۷۵

شکل ۳-۲۸- تصویر FESEM نمونه روی اکسید سنتز شده با روش سل- ژل (ج) در (الف) pH=۵ و (ب) pH=۷..... ۷۶

شکل ۳-۲۹- الگوی پراش XRD، نانوذرات روی اکسید سنتز شده به روش سل-ژل (ج) در حضور SDS (الف) pH= ۵ (ب) pH= ۷ (ج) pH = ۹ ۷۷

شکل ۳-۳۰- نمودار توزیع اندازه ذرات، نانوذرات روی اکسید سنتز شده با روش سل-ژل (ج) در حضور SDS (الف) pH= ۷ (ب) pH= ۵ ۷۸

شکل ۳-۳۱- طیف FTIR نانوذرات روی اکسید سنتز شده به روش هیدروترمال در ۱۲ و ۵، pH=۵/۵ ۸۰

شکل ۳-۳۲- تصویر FESEM نمونه روی اکسید سنتز شده با روش هیدروترمال در pH=۵/۵ (الف) مقیاس ۱μm و (ب) مقیاس ۵۰۰nm ۸۱

شکل ۳-۳۳- تصویر FESEM نمونه روی اکسید سنتز شده با روش هیدروترمال در pH=۷ (الف) مقیاس ۱μm و (ب) مقیاس ۵۰۰nm ۸۱

شکل ۳-۳۴- تصویر FESEM نمونه روی اکسید سنتز شده با روش هیدروترمال در pH=۱۲ (الف) مقیاس ۱μm و (ب) مقیاس ۵۰۰nm ۸۲

شکل ۳-۳۵- پیوند هیدروژنی بین PVP و آب ۸۲

شکل ۳-۳۶- تشکیل نانومیله های روی اکسید در داخل لوله ی حاصل از زنجیره PVP ۸۳

شکل ۳-۳۷- الگوی پراش XRD، نانوذرات روی اکسید سنتز شده به روش هیدروترمال در حضور PVP (الف) pH= ۷ (ب) pH= ۵/۵ (ج) pH = ۱۲ ۸۴

شکل ۳-۳۸- نمودار بررسی درصد تخریب رنگ کنگورد نسبت به زمان در دماهای مختلف برای نمونه سنتز شده با روش سل ژل (ب) در pH=۴ ۸۶

شکل ۳-۳۹- نمودار تغییرات طیف جذبی واکنش رنگ زدایی فوتوکاتالیستی محلول کنگورد با پیش ماده روی اگزالات در pH های مختلف ۸۸

شکل ۳-۴۰- نمودار تغییرات طیف جذبی واکنش رنگ زدایی فوتوکاتالیستی محلول کنگورد در $\text{pH}=4$
(الف) پیش ماده مالونیک اسید (ب) پیش ماده سوکسینیک اسید (ج) پیش ماده گلووتاریک
اسید.....۸۹

شکل ۳-۴۱- نمودار درصد تخریب رنگ کنگورد نسبت به زمان برای نمونه سنتز شده با روش سل-ژل
(الف).....۹۱

شکل ۳-۴۲- نمودار درصد تخریب رنگ کنگورد نسبت به زمان برای نمونه های سنتز شده با روش سل-
ژل (ج).....۹۳

شکل ۳-۴۳- نمودار تغییرات طیف جذبی واکنش رنگ زدایی فوتوکاتالیستی محلول کنگورد در pH های
مختلف برای نمونه های سنتز شده با روش سل-ژل (ج).....۹۴

شکل ۳-۴۴- نمودار درصد تخریب رنگ کنگورد نسبت به زمان برای نمونه های سنتز شده با روش
هیدروترمال.....۹۶