بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده علوم

گروه شیمی

بررسی خواص فتوکاتالیزوری یک ماده نانومتری تهیه شده در مایع یونی ۱- اتیل-۳- متیل ایمیدازولیم اتیل سولفات

اساتید راهنما :

دکتر عزیز حبیبی ینگجه

دکتر مهدی بهبودنیا

توسط:

مهدی برزگر

تابستان ۱۳۸۸

تقدیم به

روح پاک مادر عزیزم

که قلم از ستایش مهرش عاجز است

و پدر گرامیم

به پاس یک عمر زحمت بی دریغشان

و خواهران و برادر مهربانم

که مهر و محبت بی پایانشان همواره محکم ترین تکیه گاه زندگیم بوده است.

همیشه و در همه حال قدردان زحمات بی دریغتان هستم.

تقدیر و تشکر

سپاس بیکران بر ایزد یکتا که توفیق انجام این پژوهش را بر من ارزانی داشت.

وظیفه خود می دانم از همه عزیزانی که به هر نحو ممکن در به ثمر رسیدن این پژوهش نقش داشته اند تشکر و سپاسگذاری کنم:

از جناب آقای دکتر عزیز حبیبی به پاس راهنمایی و همکاری در این پژوهش و کسب علم و معرفت در دوره تحصیلی کارشناسی ارشد از محضر گرامیشان،

از جناب آقای دکتر مهدی بهبودنیا به پاس راهنمایی و مشاوره در این پژوهش و کسب علم و ادب در دوره تحصیلی کارشناسی ارشد از محضر ارجمندشان،

از جناب آقای دکتر حمایت شکاری به پاس قبول زحمت مطالعه پایان نامه و کسب علم و معرفت در دوره تحصیلی کارشناسی ارشد از محضر ارجمندشان،

از سرکار خانمها موسوی، تقوایی و آرمان فر و همگی دوستان عزیز و گرامی در آزمایشگاه تحقیقاتی شیمی فیزیک که صمیمانه اینجانب را در انجام این پژوهش یاری داده اند.

با آرزوی سلامتی و شادکامی برای تمامی این عزیزان

مهدی برزگر

نام خانوادگی دانشجو: برزگر **نام**: مهدی

عنوان پایان نامه: بررسی خواص فتوکاتالیزوری یک ماده نانومتری تهیه شده در مایع یونی ۱-اتیل-۳-متیل ایمیدازولیم اتیل سولفات

استاد راهنمای اول : دکتر عزیز حبیبی ینگجه

استاد راهنمای دوم : دکتر مهدی بهبودنیا

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد **رشته**: شیمی **گرایش**: شیمی فیزیک

دانشگاه: محقق اردبیلی

دانشکده: علوم **تاریخ فارغ التحصیلی**: ۱۳۸۸/۶/۱۱ **تعداد صفحه**: ۱۵۰

کلید واژه ها: اکسید روی، سولفید کادمیم، مایع یونی، فتوکاتالیزور، نانو ذرات، امواج فراصوت.

چکیده: در این پایان نامه نانوذرات اکسید روی و سولفید کادمیم به روش تابش دهی امواج فراصوت و در حضور مایع یونی ۱- اتیل-۳- متیل ایمیدازولیم اتیل سولفات تهیه گردید. نانوذرات تهیه شده با استفاده از تکنیک های پراش پرتو X به روش پودری (XRD)، میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)، پراکندگی انرژی پرتوهای X (EDX) و طیف سنجی ماوراء بنفش- مرئی (UV-Vis) مورد مطالعه قرار گرفتند. همچنین تخریب فتوکاتالیزوری متیل اورانژ و متیلن بلو توسط این ذرات نانومتر و اثر دمای کلسینه شدن، مدت زمان تابش امواج فراصوت و اثر مایع یونی بر روی خواص آنها مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشا نگر آن است که ذرات نانومتری تهیه شده در حضور مایع یونی دارای خواص فتوکاتالیزوری بیشتری نسبت به مواد تهیه شده در آب هستند. افزایش خواص فتوکاتالیزوری به کاهش اندازه ذرات و در نتیجه افزایش میزان سطح فتوکاتالیزور و نیز کاهش ترکیب مجدد الکترون- حفره نسبت داده می شود.

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول :

۱ـ۱ـ مقدمه ۱

۱-۲- فتوکاتالیز ۱

۱-۳- نیمه هادی‌ها ۲

۱ـ۳ـ۱ـ تولید جفت الکترون ـ حفره در اثر تابش نور ۵

۱ـ۳-۲ـ مکانیسم واکنش فتوکاتالیزوری بر روی سطح نیمه هادی ۶

۱-۴- اکسید روی (ZnO) ۹

۱ـ۴ـ۱ـ خواص حرارتی (ZnO) ۱۰

۱ـ۴ـ۲ـ خواص الکتریکی (ZnO) ۱۲

۱-۴ـ۳ـ خواص شیمیایی ۱۲

۱ـ۴ـ۴ـ کاربردهای (ZnO) ۱۴

۱-۵- اثر عوامل مختلف بر سرعت و بازده واکنش‌های فتوکاتالیزوری ۱۵

۱-۵-۱- اثر اندازه ذرات فتوکاتالیزور ۱۶

۱-۵-۲- اثر جرم کاتالیزور ۱۶

۱-۵-۳- اثر طول موج ۱۷

۱-۵-۴- اثر شدت تابش ۱۷

۱-۵-۵- اثر دما ۱۷

۱-۵-۶- اثر pH محلول ۱۸

۱-۵-۷- اثر O_2 و H_2O_2 ..... ۱۸
۱-۶- کاربرد فتوکاتالیزورهای ناهمگون ۱۹
۱-۶-۱- تبدیل گروه های عاملی ۱۹
۱-۶-۱-۱- اکسیداسیون و شکست های اکسایشی ۱۹
۱-۶-۱-۲- واکنش های کاهشی ۱۹
۱-۶-۱-۳- ایزومری شدن ۲۰
۱-۶-۱-۴- واکنش‌های جانشینی ۲۰
۱-۶-۱-۵- واکنش های تراکمی ۲۰
۱-۶-۱-۶- پلیمریزاسیون ۲۱
۱-۶-۲- آلودگی زدایی از محیط ۲۱
۱-۶-۲-۱- تصفیه فتوکاتالیزوری آب ۲۱
۱-۶-۲-۲- تصفیه فتوکاتالیزوری هوا ۲۲
۱-۷- رنگ های آزو ۲۳
۱-۸- فرآیندهای اکسیداسیون پیشرفته رنگ های آزو ۲۵
۱-۹- تخریب رنگ های آزو ۲۶
۱-۹-۱- مدل اصلاح شده لانگمیر- هینشلوود ۲۹
۱-۱۰- تعریف نانو فناوری ۳۰
۱-۱۱- طبقه بندی مواد نانومتری ۳۱
۱-۱۲- عناصر پایه در فناوری نانو ۳۲
۱-۱۲-۱ نانو ذره ۳۳
۱-۱۲-۲- نانو کپسول ۳۳
۱-۱۲-۳- نانو لوله کربنی ۳۳
۱-۱۲-۴- فولرین ها ۳۴

۱-۱۳- کاربردهای نانو ذرات ۳۴
۱-۱۴- خواص نانو ذرات ۳۶
۱-۱۵- روش های تولید نانو ذرات ۳۹
۱-۱۵-۱- فرآیندهای حالت بخار ۴۰
۱-۱۶- فرآیندهای حالت مایع ۴۰
۱-۱۷- فرآیند های شیمیایی مرطوب ۴۰
۱-۱۸- تکنیک های بررسی خواص مواد نانومتری ۴۱
۱-۱۸-۱- میکروسکوپ های الکترونی ۴۲
۱-۱۸-۱-۱- میکروسکوپ‌های الکترونی روبشی (SEM) ۴۳
۱-۱۸-۱-۲- میکروسکوپ های الکترونی عبوری ۴۴
۱-۱۸-۲- پراش اشعه ایکس ۴۶
۱-۱۹- معرفی فراصوت و کاربردهای آن ۴۷
۱-۲۰- حفره سازی، منشأ اثرات سونوشیمی ۴۸
۱-۲۱- منابع فراصوت ۵۰
۱-۲۱-۱- حمام شستشوی فراصوت ۵۰
۱-۲۲- پراب فراصوت ۵۳
۱-۲۲-۱- راکتورهای سونوشیمیایی آزمایشگاهی با سیستم پراب ۵۵
۱-۲۲-۲- مزایا و معایب استفاده از سیستم پراب فراصوت برای سونوشیمی ۵۵
۱-۲۳- مایعات یونی ۵۷
۱-۲۳-۱- تاریخچه ۵۸
۱-۲۳-۲- خواص مایعات یونی ۶۱
۱-۲۳-۳- کاربردهای مایعات یونی ۶۱
۱-۲۳-۴- خواص فیزیکی مایعات یونی خالص ۶۲

۱-۲۳-۴-۱- نقاط ذوب ۶۲
۱-۲۳-۴-۲- دانسیته ۶۲
۱-۲۳-۴-۳- ویسکوزیته ۶۲
۱-۲۳-۴-۴- کشش سطحی ۶۳
۱-۲۳-۵- خواص فیزیکی مایع یونی ۱- اتیل -۳- اتیل ایمیدازولیم اتیل سولفات ۶۳

فصل دوم :

۲-۱- وسایل، دستگاه ها و مواد شیمیایی مورد استفاده ۶۷
۲-۱-۱- وسایل مورد استفاده ۶۷
۲-۱-۲- دستگاه های مورد استفاده ۶۷
۲-۱-۳- مواد شیمیایی مورد استفاده ۶۸
۲-۲- تهیه مواد ۶۹
۲-۲-۱- تهیه مایع یونی ۶۹
۲-۲-۲- تهیه نانوذرات ZnO با استفاده از مایع یونی ۷۱
۲-۲-۳- تهیه نانوذرات ZnO با استفاده از آب ۷۲
۲-۲-۴- تهیه نانوذرات CdS با استفاده از مایع یونی ۷۲
۲-۲-۵- تهیه نانوذرات CdS با استفاده از آب و مایع یونی خالص ۷۳
۲-۲-۶- شناسایی نانو ذرات ZnO و CdS ۷۳
۲-۳- آزمایشات فتوکاتالیزوری ۷۳

فصل سوم :

۳-۱- نانو ذرات اکسید روی ۷۷
۳-۱-۱- بررسی الگوی پراش اشعه ایکس ۷۷
۳-۱-۲- بررسی تصاویر SEM ۷۸

۳-۱-۳- بررسی آنالیز عنصری EDX ۸۲
۳-۱-۴- بررسی طیف های DRS ۸۲
۳-۱-۵- بررسی طیف های FT-IR نمونه ها ۸۴
۳-۱-۶- مکانیسم تشکیل نانوذرات اکسید روی ۸۵
۳-۱-۷- بررسی فعالیت فتوکاتالیزوری نانو ذرات ۸۶
۳-۱-۷-۱- بررسی تاثیر دمای کلسینه شدن ۸۷
۳-۱-۸- بررسی تاثیر مدت زمان تابش دهی امواج فراصوت ۹۶
۳-۱-۸-۱- بررسی آنالیز عنصری EDX ۱۰۳
۳-۱-۸-۲- بررسی طیف های DRS ۱۰۵
۳-۱-۸-۳- بررسی فعالیت فتوکاتالیزوری نانوذرات ZnO تهیه شده در محلول آبی مایع یونی
در مدت زمان های مختلف تابش امواج فراصوت ۱۰۶
۳-۲- نانو ذرات سولفید کادمیم ۱۱۱
۳-۲-۱- بررسی پراش اشعه X ۱۱۱
۳-۲-۲- بررسی تصاویر SEM ۱۱۳
۳-۲-۳- بررسی آنالیز عنصری EDX ۱۱۸
۳-۲-۴- بررسی طیف های DRS ۱۱۹
۳-۲-۵- بررسی طیف های FT-IR نمونه ها ۱۲۰
۳-۲-۶- بررسی فعالیت فتوکاتالیزوری نانو ذرات CdS ۱۲۱
۳-۲-۷- بررسی مکانیسم تشکیل نانو ذرات CdS ۱۲۴
۳-۲-۸- بررسی تاثیر مدت زمان تابش دهی امواج فراصوت ۱۲۴
۳-۲-۸-۱- بررسی آنالیز عنصری EDX ۱۳۱
۳-۲-۸-۲- بررسی طیف های DRS ۱۳۲
۳-۲-۹- بررسی فعالیت فتوکاتالیزوری نانوذرات CdS تهیه شده در محلول آبی مایع یونی

در مدت زمان های مختلف تابش امواج فراصوت ۱۳۴
۳-۳- نتیجه گیری کلی..... ۱۳۷
۳-۴- پیشنهادات ۱۳۹
مراجع ۱۴۰

فهرست تصاویر

عنوان صفحه

شکل(۱-۳-۱): مقایسه حالات الکترونی یک فلز (a) و یک نیمه هادی (b) ۴

شکل(۱-۳-۱-۱): تولید زوج الکترون – حفره توسط نور ۵

شکل(۱-۳-۱-۲): تحریک نیمه هادی توسط نوری با انرژی تابشی بزرگتر از شکاف انرژی نیمه هادی ۶

شکل(۱-۳-۲-۱): برانگیخته شدن نیمه هادی توسط نور و مراحل انتقال الکترون و حفره ۷

شکل(۱-۳-۲-۲): انرژی نیم رساناهای مختلف در الکترولیت آبی در pH=1 ..... ۸

شکل(۱-۴-۱): ساختارهای کریستالی اکسید روی ۱۰

شکل (۱-۴-۱-۱): تغییرات پارامتر شبکه اکسید روی با ساختار ورتزیت در اثر تغییرات دما ۱۱

شکل(۱-۴-۱-۲): هدایت حرارتی اکسید روی در اثر افزایش از دمای اتاق تا ۶۰۰ درجه سانتی گراد با نرخ $3\ ^{\circ}C/min$ ۱۲

شکل(۱-۴-۳-۱): عبور نور از اکسیدهای روی و تیتانیوم ۱۴

شکل(۱-۱۴-۱): نقطه ذوب ذرات طلا به عنوان تابعی از اندازه ذرات ۳۸

شکل(۱-۱۸-۱-۱-۱): شمای کلی یک میکروسکوپ الکترونی روبشی ۴۴

شکل(۱-۱۸-۱-۲-۱): شمای کلی یک میکروسکوپ الکترونی عبوری ۴۵

شکل(۱-۲۰-۱): نمایشی از حرکت صوت(در یک محیط مایع): پرتراکم(فشرده)- کم تراکم(رقیق) ۴۸

شکل(۱-۲۰-۲): پیشرفت وتلاشی ناگهانی حباب های حفره سازی: تراکم- ترقیق ۴۹

شکل(۱-۲۱-۱-۱): حمام شستشوی فراصوت برای استفاده در سونو شیمی ۵۱

شکل(۱-۲۲-۱): سیستم پراب فراصوت برای سونو شیمی ۵۴
شمای(۱-۲۳-۱-۱): ساختار کاتیون های معمول در مایعات یونی..... ۵۹
شکل (۲-۲-۱-۱): طیف FT-IR مایع یونی ۱- اتیل -۳- متیل ایمیدازولیوم اتیل سولفات..... ۷۰
شمای (۲-۲-۱-۱): واکنش کلی تهیه مایع یونی ۷۰
شکل (۲-۳-۱): طرح ساده ای برای بررسی خواص فتوکاتالیزوری نمونه های تهیه شده..... ۷۴
شکل (۳-۱-۱-۱): طیف های پراش اشعه ایکس مربوط به نانوکریستال های ZnO تهیه شده درمحلول آبی مایع یونی وآب در مدت زمان ۱۵۰ دقیقه تابش امواج فراصوت..... ۷۸
شکل (۳-۱-۲-۱): تصاویر SEM مربوط به نانوکریستال های ZnO تهیه شده درآب در مدت زمان ۱۵۰ دقیقه تابش امواج فراصوت با بزرگ نمایی های مختلف..... ۸۰
شکل (۳-۱-۲-۲): تصاویر SEM مربوط به نانوکریستال های ZnO تهیه شده درمحلول آبی مایع یونی در مدت زمان ۱۵۰ دقیقه تابش امواج فراصوت با بزرگ نمایی های مختلف ۸۱
شکل (۳-۱-۴-۱): طیف های DRS نانوکریستال های ZnO تهیه شده در محلول آبی مایع یونی و آب در مدت زمان ۱۵۰ تابش امواج فراصوت ۸۳
شکل (۳-۱-۵-۱): مقایسه طیف های FT-IR ترکیبات شیمیایی مورد نظر (a) مایع یونی ۱- اتیل-۳- متیل ایمیدازولیم اتیل سولفات (b) نانوکریستال های ZnO تهیه شده در محلول آبی مایع یونی (c) نانوکریستال های ZnO تهیه شده درآب در مدت زمان ۱۵۰ دقیقه تابش امواج فراصوت..... ۸۴
شکل (۳-۱-۷-۱): طیف جذب UV-Vis مربوط به متیل اورانژ..... ۸۶
شکل (۳-۱-۷-۱-۱): تغییرات میزان جذب محلول متیل اورانژ بر حسب مدت زمان تابش امواج ماوراء بنفش درحضور نانو کریستال های ZnO تهیه شده در محلول آبی مایع یونی درمدت زمان ۱۵۰ دقیقه تابش امواج فراصوت در دماهای کلسینه مختلف..... ۸۷
شکل (۳-۱-۷-۱-۲): تغییرات میزان جذب محلول متیل اورانژ بر حسب مدت زمان تابش امواج ماوراء بنفش درحضور نانو کریستال های ZnO تهیه شده درآب درمدت زمان ۱۵۰ دقیقه

تابش امواج فراصوت در دماهای کلسینه مختلف.....۸۸
شکل (۳-۱-۷-۱-۳): نمودار ln A برحسب مدت زمان تابش امواج ماوراء بنفش
درحضور نانو کریستال های ZnO تهیه شده در محلول آبی مایع یونی درمدت زمان ۱۵۰ دقیقه
تابش امواج فراصوت در دمای کلسینه شدن ۴۰۰ درجه سانتی گراد ۸۹
شکل (۳-۱-۷-۱-۳): تغییرات میزان جذب محلول متیل اورانژ بر حسب مدت زمان تابش
امواج ماوراء بنفش درحضور نانو کریستال های ZnO تهیه شده در آب و محلول آبی مایع یونی
درمدت زمان ۱۵۰ دقیقه تابش امواج فراصوت بدون کلسینه کردن نمونه ها ۹۱
شکل (۳-۱-۷-۱-۴): تغییرات میزان جذب محلول متیل اورانژ بر حسب مدت زمان تابش
امواج ماوراء بنفش درحضور نانو کریستال های ZnO تهیه شده در آب و محلول آبی مایع یونی
درمدت زمان ۱۵۰ دقیقه تابش امواج فراصوت در دمای کلسینه شدن ۲۰۰ درجه سانتی گراد ۹۲
شکل (۳-۱-۷-۱-۵): تغییرات میزان جذب محلول متیل اورانژ بر حسب مدت زمان تابش
امواج ماوراء بنفش درحضور نانو کریستال های ZnO تهیه شده در آب و محلول آبی مایع یونی
درمدت زمان ۱۵۰ دقیقه تابش امواج فراصوت در دمای کلسینه شدن ۳۰۰ درجه سانتی گراد ۹۳
شکل (۳-۱-۷-۱-۶): تغییرات میزان جذب محلول متیل اورانژ بر حسب مدت زمان تابش
امواج ماوراء بنفش درحضور نانو کریستال های ZnO تهیه شده در آب و محلول آبی مایع یونی
درمدت زمان ۱۵۰ دقیقه تابش امواج فراصوت در دمای کلسینه شدن ۴۰۰ درجه سانتی گراد ۹۴
شکل (۳-۱-۷-۱-۷): تغییرات میزان جذب محلول متیل اورانژ بر حسب مدت زمان تابش
امواج ماوراء بنفش درحضور نانو کریستال های ZnO تهیه شده در آب و محلول آبی مایع یونی
درمدت زمان ۱۵۰ دقیقه تابش امواج فراصوت در دمای کلسینه شدن ۵۰۰ درجه سانتی گراد ۹۵
شکل (۳-۱-۸-۱): الگو های پراش اشعه ایکس نانوذرات ZnO تهیه شده در محلول آبی
مایع یونی در مدت زمان های مختلف تابش امواج فراصوت ۹۶
شکل (۳-۱-۸-۲): تصاویر SEM مربوط به نانوکریستال های ZnO تهیه شده درمحلول آبی
مایع یونی در مدت زمان ۳۰ دقیقه تابش امواج فراصوت با بزرگنمایی های مختلف.....۹۸

شکل (۳-۱-۸-۳): تصاویر SEM مربوط به نانوکریستال های ZnO تهیه شده درمحلول آبی مایع یونی در مدت زمان ۶۰ دقیقه تابش امواج فراصوت با بزرگنمایی های مختلف.....۹۹
شکل (۳-۱-۸-۴): تصاویر SEM مربوط به نانوکریستال های ZnO تهیه شده درمحلول آبی مایع یونی در مدت زمان ۹۰ دقیقه تابش امواج فراصوت با بزرگنمایی های مختلف..... ۱۰۱
شکل (۳-۱-۸-۵): تصاویر SEM مربوط به نانوکریستال های ZnO تهیه شده درمحلول آبی مایع یونی در مدت زمان ۱۲۰ دقیقه تابش امواج فراصوت با بزرگنمایی های مختلف ۱۰۲
شکل (۳-۱-۸-۱-۱): الگوی پراکندگی انرژی پرتوهای X نانوکریستال های ZnO تهیه شده درمحلول آبی مایع یونی درمدت زمان های مختلف تابش امواج فراصوت..... ۱۰۴
شکل (۳-۱-۸-۲-۱): طیف های DRS مربوط به نانوکریستال های ZnO تهیه شده درمحلول آبی مایع یونی درمدت زمان های مختلف تابش امواج فراصوت..... ۱۰۵
شکل (۳-۱-۸-۳-۱): تغییرات میزان جذب محلول متیل اورانژ بر حسب مدت زمان تابش امواج ماوراء بنفش درحضور نانو کریستال های ZnO تهیه شده در محلول آبی مایع یونی درمدت زمان ۳۰ دقیقه تابش امواج فراصوت در دماهای مختلف کلسینه شدن..... ۱۰۶
شکل (۳-۱-۸-۳-۲): تغییرات میزان جذب محلول متیل اورانژ بر حسب مدت زمان تابش امواج ماوراء بنفش درحضور نانو کریستال های ZnO تهیه شده در محلول آبی مایع یونی درمدت زمان ۶۰ دقیقه تابش امواج فراصوت در دماهای مختلف کلسینه شدن..... ۱۰۷
شکل (۳-۱-۸-۳-۳): تغییرات میزان جذب محلول متیل اورانژ بر حسب مدت زمان تابش امواج ماوراء بنفش درحضور نانو کریستال های ZnO تهیه شده در محلول آبی مایع یونی درمدت زمان ۹۰ دقیقه تابش امواج فراصوت در دماهای مختلف کلسینه شدن..... ۱۰۸
شکل (۳-۱-۸-۳-۴): تغییرات میزان جذب محلول متیل اورانژ بر حسب مدت زمان تابش امواج ماوراء بنفش درحضور نانو کریستال های ZnO تهیه شده در محلول آبی مایع یونی درمدت زمان ۱۲۰ دقیقه تابش امواج فراصوت در دماهای مختلف کلسینه شدن ۱۰۹
شکل (۳-۲-۱-۱): الگوی پراش پرتوهای ایکس ذرات نانومتری CdS تهیه شده در آب،

محلول آبی مایع یونی و مایع یونی خالص در مدت زمان ۶۰ دقیقه تابش امواج فراصوت..... ۱۱۲
شکل (۳-۲-۲-۱): تصاویر SEM مربوط به نانوکریستال های CdS تهیه شده درآب در
مدت زمان ۶۰ دقیقه تابش امواج فراصوت با بزرگ نمایی های مختلف..... ۱۱۴
شکل (۳-۲-۲-۲): تصاویر SEM مربوط به نانوکریستال های CdS تهیه شده در محلول آبی
مایع یونی در مدت زمان ۶۰ دقیقه تابش امواج فراصوت با بزرگ نمایی های مختلف..... ۱۱۶
شکل (۳-۲-۲-۳): تصاویر SEM مربوط به نانوکریستال های CdS تهیه شده در مایع یونی
خالص در مدت زمان ۶۰ دقیقه تابش امواج فراصوت با بزرگ نمایی های مختلف ۱۱۷
شکل (۳-۲-۳-۱): الگوی EDX نانو ذرات CdS تهیه شده درآب و محلول آبی مایع ۱۱۸
شکل (۳-۲-۴-۱): طیف های DRS نانوکریستال های CdS تهیه شده در آب، محلول آبی
مایع یونی و مایع یونی خالص در مدت زمان ۶۰ دقیقه تابش امواج فراصوت..... ۱۱۹
شکل (۳-۲-۵-۱): مقایسه طیف FT-IR مایع یونی ۱- اتیل-۳- متیل ایمیدازولیم
اتیل سولفات به همراه طیف مربوط نانوکریستال های CdS تهیه شده در محلول آبی مایع
یونی و آب در مدت زمان ۶۰ دقیقه تابش امواج فراصوت..... ۱۲۰
شکل (۳-۲-۶-۱): تغییرات میزان جذب محلول آبی متیلن بلو بر حسب مدت زمان تابش
امواج ماوراء بنفش درحضور نانو کریستال های CdS تهیه شده در آب، محلول آبی مایع
یونی و مایع یونی خالص در مدت زمان ۶۰ دقیقه تابش امواج فراصوت..... ۱۲۱
شکل (۳-۲-۶-۲): تغییرات میزان جذب محلول آبی متیلن بلو بر حسب مدت زمان تابش
نور مرئی در حضور نانو کریستال های CdS تهیه شده در آب، محلول آبی مایع یونی و
مایع یونی خالص در مدت زمان ۶۰ دقیقه تابش امواج فراصوت..... ۱۲۲
شکل (۳-۲-۸-۱): الگوهای پراش اشعه ایکس نانوذرات CdS تهیه شده در محلول آبی
مایع یونی در مدت زمان های مختلف تابش امواج فرا صوت..... ۱۲۵
شکل (۳-۲-۸-۲): تصاویر SEM مربوط به نانوکریستال های CdS تهیه شده در محلول آبی
مایع یونی در مدت زمان ۷ دقیقه تابش امواج فراصوت با بزرگ نمایی های مختلف..... ۱۲۷

شکل (۳-۲-۸-۳): تصاویر SEM مربوط به نانوکریستال های CdS تهیه شده در محلول آبی مایع یونی در مدت زمان ۱۵ دقیقه تابش امواج فراصوت با بزرگ نمایی های مختلف..... ۱۲۹
شکل (۳-۲-۸-۴): تصاویر SEM مربوط به نانوکریستال های CdS تهیه شده در محلول آبی مایع یونی در مدت زمان ۳۰ دقیقه تابش امواج فراصوت با بزرگ نمایی های مختلف..... ۱۳۰
شکل (۳-۲-۸-۱-۱): الگوی پراکندگی انرژی پرتوهای X نانوکریستال های CdS در مدت زمان های مختلف تابش امواج فراصوت..... ۱۳۲
شکل (۳-۲-۸-۲-۱): طیف های DRS مربوط به نانوکریستال های CdS تهیه شده در محلول آبی مایع یونی در مدت زمان های مختلف تابش امواج فراصوت ۱۳۳
شکل (۳-۲-۹-۱): تغییرات میزان جذب محلول متیلن بلو بر حسب مدت زمان تابش امواج ماوراء بنفش درحضور نانو کریستال های CdS تهیه شده در محلول آبی مایع یونی در مدت زمان های مختلف تابش امواج فراصوت..... ۱۳۴
شکل (۳-۲-۹-۲): تغییرات میزان جذب محلول متیلن بلو بر حسب مدت زمان تابش نور مرئی درحضور نانو کریستال های CdS تهیه شده در محلول آبی مایع یونی در مدت زمان های مختلف تابش امواج فراصوت..... ۱۳۵

فهرست جداول

عنوان صفحه

جدول (۱-۱۴-۱): مقایسه رفتار مغناطیسی فلزات به شکل توده‌ای و نانو ذرات..... ۳۹

جدول (۱-۲۳-۱-۱): ساختار آنیون های معمول در مایعات یون..... ۵۹

جدول (۱-۲۳-۵-۱): دانسیته ρ، سرعت صوت u، ضریب شکست n_D، کشش سطحی σ و ویسکوزیته دینامیکی η برای $[emim][EtSO_4]$ در چندین دمای مختلف..... ۶۴

جدول (۱-۲۳-۵-۲): مقایسه داده‌های تجربی مربوط به $[emim][EtSO_4]$ با دو حلال مولکولی در دمای ۲۹۸/۱۵ K..... ۶۵

جدول (۳-۱-۳-۱): نسبت درصد اتمی متوسط برای ZnO تهیه شده درمحلول آبی مایع یونی وآب در مدت زمان ۱۵۰ دقیقه تابش امواج فراصوت..... ۸۲

جدول (۳-۱-۷-۱-۱): ثابت سرعت مرتبه اول مشاهده شده برای واکنش در دماهای کلسینه شدن مختلف..... ۹۰

جدول (۳-۱-۸-۱-۱): نسبت درصد اتمی متوسط برای ZnO تهیه شده در محلول آبی مایع یونی در مدت زمان های مختلف تابش امواج فراصوت..... ۱۰۳

جدول (۳-۱-۸-۳-۱): ثابت سرعت مرتبه اول مشاهده شده برای واکنش تخریب متیل اورانژ برروی نانوذرات ZnO تهیه شده در مدت زمان های تابش دهی امواج فراصوت و دماهای کلسینه شدن مختلف..... ۱۱۰

جدول (۳-۲-۸-۱): اندازه نانوذرات CdS تهیه شده در محلول آبی مایع یونی در مدت زمان های مختلف تابش امواج فرا صوت..... ۱۲۵

جدول (۳-۲-۸-۱-۱): نسبت درصد اتمی متوسط برای نانوکریستال های CdS تهیه شده در

محلول آبی مایع یونی در مدت زمان های مختلف تابش امواج فراصوت ۱۳۱
جدول (۳-۲-۹-۱): ثابت های سرعت مشاهده شده برای تخریب متیلن بلو توسط نانو ذرات CdS تهیه شده در محلول آبی مایع یونی در مدت زمان های مختلف تابش امواج فراصوت ۱۳۶

۱ـ۱ـ مقدمه

امروزه همه موجودات زنده برروی کره زمین با مجموعه ای از مشکلات محیطی مربوط به زباله‌های خطرناک، آلودگی آب های سطحی و زیر زمینی و کنترل مسمومیت ناشی از هوای آلوده مواجه می‌باشند. آب، خاک و هوا بوسیله مواد شیمیایی خطرناک آلوده می‌شوند. فلزات سنگین، سوخت وسایط نقلیه، حلال‌ها، مواد مخرب و محصولات فرعی کارخانجات برجسته‌ترین آلاینده ها هستند.

حلال‌ها، ترکیبات آلی فرار، ترکیبات آلی فرار کلردار، دی‌آکسین‌ها[1]، دی بنزوفوران‌ها[2]، حشره‌کش‌ها، کلروفنل‌ها، آزبست‌ها، فلزات سنگین و ترکیبات ارسنیک دسته‌های عمومی از ترکیبات مربوطه هستند.

به منظور نظارت و نیز کنترل این مشکلات، تحقیقات وسیعی برای توسعه بیوشیمی، تجزیه پیشرفته و روش های وابسته به خواص شیمیایی و فیزیکی مواد برای مشخص کردن و حذف مواد شیمیایی خطرناک از هوا، آب وخاک در دست انجام است.

روش های مختلفی برای کنترل آلاینده های مختلف مورد استفاده قرارگرفته است. این روش ها شامل روش های فیزیکی، شیمیایی و بیوشیمیایی است [۹ـ۷].

یکی از روش های مهم حذف آلاینده های مختلف موجود در طبیعت استفاده از فتوکاتالیزورها[3] است.

1) Dioxins
2) Dibenzofurans
3) Photocatalysts