



دانشکده‌ی علوم پایه

گروه آموزشی شیمی

پایان‌نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد

در رشته‌ی شیمی گرایش شیمی - فیزیک

عنوان:

**تهیه نانو کامپوزیت‌های ZnO/Ag_3VO_4 و بررسی خواص فتوکاتالیزوری آن‌ها برای
تخریب یک آلاینده آلی**

استاد راهنما:

دکتر عزیز حبیبی ینگجه

پژوهشگر:

فریبا کیانتاژ

تابستان 1394

نام خانوادگی دانشجو: کیانتاژ	نام: فریبا
عنوان پایان نامه: تهیه نانو کامپوزیت‌های ZnO/Ag_3VO_4 و بررسی خواص فتوکاتالیزوری آن‌ها برای تخریب یک آلاینده آلی	
استاد راهنما: دکتر عزیز حبیبی ینگجه	
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: شیمی
گرایش: شیمی - فیزیک	دانشگاه: محقق اردبیلی
دانشکده: علوم	تاریخ دفاع: 94/6/4
تعداد صفحات: 118	
چکیده: با افزایش سریع جمعیت جهان و صنایع، نیاز به آب سالم بیشتر از منابع موجود در بسیاری از مکان‌ها است. به علاوه آلاینده‌های حاصل از صنایع مختلف منابع آلودگی آب هستند. لذا حذف این آلاینده‌ها از فاضلاب‌ها بسیار مهم است. به خاطر این‌که این آلاینده‌ها و محصولات تخریب آن‌ها معمولاً بسیار سمی و سرطان‌زا بوده و برای زندگی آبریان بسیار خطرناک می‌باشند. فرآیندهای اکسیداسیون پیشرفته، روشی مفید برای تولید گونه‌های فعال برای از بین بردن این آلاینده‌ها است. در این پایان‌نامه نانو کامپوزیت‌های $ZnO-Ag_3VO_4$ با کسرهای مولی مختلفی از واندادات نقره با استفاده از سه روش رفلاکس، امواج ریز موج و امواج فراصوت تهیه شدند. ساختار، مورفولوژی، خلوص و خواص الکترونیکی نمونه‌های تهیه شده توسط تکنیک‌های پراش پرتوی X (XRD)، میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)، میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM)، تکنیک اسپکتروفتومتری UV-Vis، اسپکتروسکوپی FT-IR و تکنیک فتولومینسانس PL مورد بررسی قرار گرفتند. فعالیت فتوکاتالیزوری نانو کامپوزیت‌ها برای تخریب آلاینده‌ی RhB تحت تابش نور مرئی مورد مطالعه قرار گرفت. تأثیر عواملی مانند زمان‌های تهیه، دمای کلسینه، گروه‌های به دام اندازنده‌ی گونه‌های فعال بر روی سینتیک تخریب فتوکاتالیزوری نیز بررسی شدند.	
کلید واژه‌ها: ZnO/Ag_3VO_4 ، آلاینده رنگی، فتوکاتالیزور، نانو کامپوزیت	

فهرست مطالب

صفحه

شماره و عنوان مطالب

فصل اول: مقدمه

- 1-1- مقدمه 2
- 2-1- آب سالم لازمه حیات 2
- 3-1- بزرگترین مراکز مصرف کننده آب 3
- 4-1- نانو فناوری 4
- 5-1- فرآیند اکسیداسیون پیشرفته (AOP) 5
- 6-1- فتوکاتالیزورها 6
- 1-6-1- فتوکاتالیزورهای ناهمگن 7
- 7-1- کاربردهای فتوکاتالیزورهای ناهمگن 7
- 1-7-1- استفاده از فتوکاتالیزورهای ناهمگن برای تولید هیدروژن از طریق تجزیه آب 7
- 2-7-1- استفاده از فتوکاتالیزورهای ناهمگن برای تخریب میکروارگانسیم‌ها 8
- 3-7-1- استفاده از فتوکاتالیزورهای ناهمگن برای تبدیل CO₂ به سوخت 9
- 4-7-1- استفاده از فتوکاتالیزورهای ناهمگن برای حذف آلاینده‌های هوا 10
- 5-7-1- استفاده از فتوکاتالیزورهای ناهمگن برای حذف آلاینده‌های آب 11
- 8-1- مکانیسم انجام واکنش در سطح فتوکاتالیزورهای ناهمگن 12
- 9-1- هدایت الکتریکی اجسام 15
- 1-9-1- مدل کرونینگ-پنی 15
- 2-9-1- شکاف انرژی در مواد Error! Bookmark not defined.

- 17-9-3- شکاف انرژی در نیم رساناها.....
- 10-1- فتوکاتالیزورهای با کارایی بالا.....
- 20-11-1- گذری بر انواع رنگینه های معمول و بررسی ساختار آنها.....
- 1-11-1- متیل اورانژ.....
- 22-11-1- متیلن بلو.....
- 22-11-3- رودامین B.....
- 12-1- روش های تهیهی نانو مواد.....
- 1-12-1- امواج فراصوت.....
- 2-12-1- روش ریز موج.....
- 3-12-1- روش سل- ژل.....
- 4-12-1- روش هیدروترمال.....
- 13-1- بررسی سینتیک فرآیندهای فتوکاتالیزوری.....
- 1-13-1- مدل سینتیکی لانگمیر - هینشلوود.....
- 2-13-1- سینتیک درجه اول.....
- 14-1- اثر عوامل مختلف بر فعالیت فتوکاتالیزوری.....
- 1-14-1- اثر دما.....
- 2-14-1- اثر غلظت مادهی رنگی.....
- 3-14-1- اثر مورفولوژی ذرات.....
- 4-14-1- اثر مقدار کاتالیزور.....
- 5-14-1- اثر pH محلول.....
- 6-14-1- اثر دوپ عناصر و افزایش سرعت فرآیندهای فتوکاتالیزوری.....
- 15-1- بررسی منابع.....
- 1-15-1- تأثیر تشکیل اتصال هترو p-n بین Ag_3VO_4 و C_3N_4 -g در فعالیت فتوکاتالیزوری آنها.....
- 2-15-1- بهبود فعالیت فتوکاتالیزوری اکسید تیتانیوم با تشکیل اتصال هترو با وانادات نقره بر روی بستر گرافن.....
- 3-15-1- تأثیر تولید نقره ی فلزی بر فعالیت فتوکاتالیزوری نانوکامپوزیت های Ag_3VO_4 و $MgFe_2O_4$

فصل دوم: بخش تجربی

- 1-2-1- وسایل، دستگاه ها و مواد شیمیایی مورد استفاده.....34
- 2-1-1- وسایل مورد نیاز.....34
- 2-1-2- دستگاه‌های مورد استفاده.....34
- 2-1-3- مواد شیمیایی مورد استفاده.....35
- 2-2- تهیه نانوکامپوزیت‌های اکسید روی - وانادات نقره به روش رفلاکس.....36
- 2-3- تهیه نانوکامپوزیت‌های اکسید روی - وانادات نقره با روش ریز موج.....37
- 2-4- تهیه نانوکامپوزیت‌های اکسید روی - وانادات نقره توسط امواج فراصوت.....38
- 2-5- شناسایی نانوذرات.....39
- 2-6- بررسی فعالیت فتوکاتالیزوری.....40
- 2-7- بررسی میزان توانایی جذب سطحی نانوذرات.....42

فصل سوم: بحث و نتیجه‌گیری

- 3-1- تهیه نانوکامپوزیت‌های اکسید روی - وانادات نقره به روش رفلاکس.....44
- 3-1-1- بررسی الگوهای XRD.....44
- 3-1-2- بررسی طیف‌های EDX.....45
- 3-1-3- بررسی مورفولوژی با SEM.....47
- 3-1-4- بررسی مورفولوژی با کمک میکروسکوپ الکترونی عبوری.....51
- 3-1-5- تفسیر نتایج طیف‌های FT-IR.....53
- 3-1-6- تفسیر نتایج به دست آمده از طیف‌های DRS.....54
- 3-1-7- محاسبه‌ی شکاف انرژی نانوکامپوزیت‌ها.....55
- 3-1-8- نتایج به دست آمده از طیف‌های فتولومینسانس.....56
- 3-1-9- مکانیسم تشکیل اتصال n-n بین دو نیم‌رسانای ZnO و Ag_3VO_4 و نحوه‌ی انتقال جفت‌های الکترون/حفره.....57
- 3-1-10- بررسی شدت جذب محلول با گذشت زمان.....58
- 3-1-11- بررسی فعالیت فتوکاتالیزوری نانوکامپوزیت‌ها.....60

- 3-1-12- بررسی اثر مدت زمان رفلاکس بر روی فعالیت فتوکاتالیزوری.....63
- 3-1-13- بررسی اثر دمای کلسینه در فعالیت فتوکاتالیزوری.....65
- 3-1-14- بررسی اثر گروه‌های به دام اندازنده‌ی گونه‌های فعال.....66
- 3-1-15- مقایسه‌ی فعالیت فتوکاتالیزوری نانوکامپوزیت‌های دیگر با ZnO/Ag_3VO_467
- 3-1-16- بررسی میزان بازیافت فتوکاتالیزور.....68
- 3-2-2- تهیه نانوکامپوزیت‌های اکسید روی- وانادات نقره به روش تابش امواج ریز موج..... Error! Bookmark not defined.
- 3-2-1- بررسی الگوهای XRD.....69
- 3-2-2- بررسی طیف‌های EDX..... Error! Bookmark not defined.
- 3-2-3- بررسی مورفولوژی با SEM..... Error! Bookmark not defined.
- 3-2-4- تفسیر نتایج به دست آمده از طیف‌های DRS.....76
- 3-2-5- محاسبه‌ی شکاف انرژی نانوکامپوزیت-ها.....77
- 3-2-6- نتایج به دست آمده از طیف‌های فتولومینسانس.....78
- 3-2-7- بررسی شدت جذب محلول با گذشت زمان.....79
- 3-2-8- بررسی فعالیت فتوکاتالیزوری نانوکامپوزیت‌ها.....79
- 3-2-9- بررسی اثر مدت زمان تابش امواج ریز موج بر روی فعالیت فتوکاتالیزوری..... Error! Bookmark not defined.
- 3-2-10- بررسی اثر دمای کلسینه در فعالیت فتوکاتالیزوری..... Error! Bookmark not defined.
- 3-2-11- بررسی اثر گروه‌های به دام اندازنده‌ی گونه‌های فعال..... Error! Bookmark not defined.
- 3-2-12- مقایسه‌ی میزان تخریب آلاینده‌های دیگر توسط فتوکاتالیزور بهینه.....84
- 3-2-13- بررسی میزان بازیافت فتوکاتالیزور..... Error! Bookmark not defined.
- 3-3-3- تهیه نانوکامپوزیت‌های ZnO/Ag_3VO_4 با استفاده از امواج فراصوت.....87
- 3-3-1- بررسی الگوهای XRD..... Error! Bookmark not defined.
- 3-3-2- بررسی طیف‌های EDX..... Error! Bookmark not defined.
- 3-3-3- بررسی مورفولوژی با SEM..... Error! Bookmark not defined.

95	.....ها
96	.....FT-IR طیف‌های
97	.....نتایج به دست آمده از طیف‌های فتولومینسانس
98	.....بررسی شدت جذب محلول با گذشت زمان
99	.....بررسی فعالیت فتوکاتالیزوری نانوکامپوزیت‌ها
101	.....بررسی اثر مدت زمان تابش امواج فراصوت بر روی فعالیت فتوکاتالیزوری
102	.....بررسی اثر دمای کلسینه در فعالیت فتوکاتالیزوری
104	.....بررسی میزان بازیافت فتوکاتالیزور
106	.....نتیجه گیری
108	.....پیشنهادات برای کارهای آتی
109	.....فهرست منابع و مأخذ
Error! Bookmark not defined.	.....DRS طیف‌های
5-3-3	محاسبه‌ی شکاف انرژی نانوکامپوزیت-
4-3-3	تفسیر نتایج به دست آمده از طیف‌های
6-3-3	تفسیر نتایج طیف‌های FT-IR
7-3-3	نتایج به دست آمده از طیف‌های فتولومینسانس
8-3-3	بررسی شدت جذب محلول با گذشت زمان
9-3-3	بررسی فعالیت فتوکاتالیزوری نانوکامپوزیت‌ها
10-3-3	بررسی اثر مدت زمان تابش امواج فراصوت بر روی فعالیت فتوکاتالیزوری
11-3-3	بررسی اثر دمای کلسینه در فعالیت فتوکاتالیزوری
12-3-3	بررسی اثر گروه‌های به دام اندازنده‌ی گونه‌های فعال
13-3-3	بررسی میزان بازیافت فتوکاتالیزور
4-3	نتیجه گیری
5-3	پیشنهادات برای کارهای آتی
109	فهرست منابع و مأخذ

فهرست شکل‌ها

شماره و عنوان شکل	صفحه
شکل 1-1-1- مکانیسم انجام واکنش در سطح فتوکاتالیزورها.....	13
شکل 1-2- تقسیم بندی مواد بر اساس هدایت الکتریکی.....	17
شکل 1-3- شکاف انرژی برخی از نیم‌رساناها.....	Error! Bookmark not defined.
شکل 1-4- درصد نور مرئی، فرابنفش و زیر قرمز موجود در نور خورشید.....	19
شکل 1-5- ساختار مولکولی متیل اورانژ.....	20
شکل 1-6- ساختار مولکولی متیلن بلو.....	22
شکل 1-7- ساختار رودامین B.....	22
شکل 1-8- تشکیل و فروپاشی حباب‌ها.....	23
شکل 1-9- مکانیسم انتقال و تشکیل جفت الکترون / حفره در نانوکامپوزیت $g-C_3N_4/Ag_3VO_4$	30
شکل 2-1- شمایی از روش تهیه نانوکامپوزیت‌های ZnO/Ag_3VO_4	37
شکل 2-2- پروپ اولتراسونیک استفاده شده.....	39
شکل 2-3- شمایی از راکتور استفاده شده.....	41
شکل 3-1- الگوهای XRD نانوکامپوزیت‌های تهیه شده با استفاده از روش رفلاکس.....	45
شکل 3-2- طیف‌های EDX برای نمونه‌های (a) ZnO (b) نانوکامپوزیت با کسر مولی 0/218 نسبت به وانادات نقره.....	46
شکل 3-3- طیف EDX برای نمونه‌ی Ag_3VO_4	47
شکل 3-4- تصاویر SEM به دست آمده برای نمونه‌های (a) اکسید روی (b) اکسید روی- وانادات نقره با کسر مولی 0/02 نسبت به وانادات نقره.....	48
شکل 3-5- تصاویر SEM به دست آمده برای نمونه‌های (c) اکسید روی- وانادات نقره با کسر مولی 0/044 نسبت به وانادات نقره (d) اکسید روی- وانادات نقره با کسر مولی 0/110 نسبت به وانادات نقره.....	49
شکل 3-6- تصاویر SEM به دست آمده برای نمونه‌های (e) اکسید روی- وانادات نقره با کسر مولی 0/218 نسبت به وانادات نقره (f) اکسید روی- وانادات نقره با کسر مولی 0/426 نسبت به وانادات نقره.....	50
شکل 3-7- تصویر SEM به دست آمده برای نمونه‌ی وانادات نقره.....	51
شکل 3-8- تصویر TEM به دست آمده برای نانوکامپوزیت اکسید روی- وانادات نقره با کسر مولی 0/218 نسبت به وانادات نقره با بزرگ‌نمایی 50nm.....	52
شکل 3-9- تصویر TEM به دست آمده برای نانوکامپوزیت اکسید روی- وانادات نقره با کسر مولی 0/218 نسبت به وانادات نقره با بزرگ‌نمایی 100nm.....	52
شکل 3-10- طیف‌های FT-IR نمونه‌های تهیه شده به روش رفلاکس.....	53
شکل 3-11- طیف‌های DRS نانوکامپوزیت‌های اکسید روی- وانادات نقره تهیه شده به روش رفلاکس.....	54
شکل 3-12- نمودارهای $(\alpha hv)^2$ بر حسب $h\nu$ برای کسرهای مولی مختلفی از وانادات نقره.....	55
شکل 3-13- طیف‌های PL برای نمونه‌های ZnO , Ag_3VO_4 و نانوکامپوزیت با کسر مولی 0/218 نسبت به وانادات نقره .	56
شکل 3-14- دیاگرام جدایی جفت‌های الکترون / حفره در نانوکامپوزیت‌های $ZnO-Ag_3VO_4$	58

- شکل 3-15- نمودارهای جذب بر حسب طول موج برای تخریب RhB بر روی نانوکامپوزیت با کسر مولی 0/218 نسبت به وانادات نقره..... 59
- شکل 3-16- نمونه‌ای از رنگ‌زدایی رودامین B..... 60
- شکل 3-17- مقایسه‌ی فعالیت فتوکاتالیزوری نانوکامپوزیت‌ها با کسرهای مولی مختلفی از وانادات نقره..... 61
- شکل 3-18- نمودارهای $(\ln([C]_0/[C]_t))$ بر حسب زمان تابش برای نانوکامپوزیت‌ها با کسرهای مولی مختلفی از وانادات نقره 62
- شکل 3-19- ثابت‌های سرعت مشاهده شده برای تخریب RhB بر روی نمونه‌های مختلف 63
- شکل 3-20- اثر زمان رفلاکس بر روی فعالیت فتوکاتالیزوری نانوکامپوزیت با کسر مولی 0/218 از وانادات نقره 64
- شکل 3-21- ثابت‌های سرعت مشاهده شده برای تخریب RhB بر روی نانوکامپوزیت با کسر مولی 0/218 نسبت به وانادات نقره در زمان‌های مختلف رفلاکس..... 65
- شکل 3-22- نمودار تغییرات ثابت سرعت تخریب RhB بر روی نانوکامپوزیت اکسید روی - وانادات نقره با کسر مولی 0/218 نسبت به وانادات نقره کلسینه شده در دماهای مختلف..... 66
- شکل 3-23- نمودار ستونی ثابت سرعت تخریب RhB بر روی نانوکامپوزیت‌ها در حضور به دام اندازنده‌های مختلف.... 67
- شکل 3-24- نمودار ستونی ثابت سرعت برای تخریب RhB بر روی فتوکاتالیزورهای مختلف تحت تابش نور مرئی..... 68
- شکل 3-25- نمودار تخریب RhB بر روی نانوکامپوزیت‌های ZnO/Ag₃VO₄ با کسر مولی 0/218 نسبت به وانادات نقره پس از 5 مرحله بازیابی 69
- شکل 3-26- الگوهای XRD نانوکامپوزیت‌های تهیه شده تحت تابش ریز موج..... 69
- شکل 3-27- طیف EDX برای نمونه‌ی ZnO..... 71
- شکل 3-28- طیف EDX برای نمونه‌ی Ag₃VO₄..... 72
- شکل 3-29- طیف EDX برای نانوکامپوزیت با کسر مولی 0/218 نسبت به وانادات نقره..... 72
- شکل 3-30- تصاویر SEM به دست آمده برای نمونه های ZnO(a) و ZnO/Ag₃VO₄ (b) با کسر مولی 0/044 نسبت به وانادات نقره..... 73
- شکل 3-31- تصاویر SEM به دست آمده برای نمونه‌های Zn/Ag₃VO₄ (c) با کسر مولی 0/011 از وانادات نقره (d) ZnO/Ag₃VO₄ با کسر مولی 0/218 از وانادات نقره 74
- شکل 3-32- تصاویر SEM برای نمونه‌های ZnO/Ag₃VO₄ (e) با کسر مولی 0/426 از وانادات نقره (f) وانادات نقره 75
- شکل 3-33- طیف‌های DRS نانوکامپوزیت‌های اکسید روی- وانادات نقره تهیه شده تحت تابش ریز موج..... 76
- شکل 3-34- نمودار $(ahv)^2$ بر حسب $h\nu$ برای کسرهای مولی مختلفی از وانادات نقره 77
- شکل 3-35- طیف‌های PL مربوط به نمونه‌های ZnO, Ag₃VO₄ و نانوکامپوزیت با کسر مولی 0/218 از وانادات نقره 78
- شکل 3-36- نمودارهای جذب بر حسب طول موج برای تخریب RhB بر روی نانوکامپوزیت با کسر مولی 0/218 نسبت به وانادات نقره..... 79
- شکل 3-37- مقایسه‌ی فعالیت فتوکاتالیزوری نانوکامپوزیت‌ها با کسرهای مختلفی از وانادات نقره با کسر مولی 0/218 از وانادات نقره تهیه شده با روش ریز موج 80
- شکل 3-38- ثابت‌های سرعت مشاهده شده برای تخریب RhB بر روی نمونه‌های مختلف..... 81
- شکل 3-39- اثر مدت زمان تابش امواج ریز موج بر روی فعالیت فتوکاتالیزوری نانوکامپوزیت با کسر مولی 0/218 از وانادات نقره..... 82

- شکل 3-40- نمودار تغییرات ثابت سرعت تخریب RhB نانوکامپوزیت اکسید روی- وانادات نقره با کسر مولی 0/218 با وانادات نقره کلسینه شده در دماهای مختلف..... 83
- شکل 3-41- نمودارهای ثابت سرعت تخریب برای گونه‌های به دام اندازنده‌ی گروه‌های فعال 84
- شکل 3-42- نمودار ثابت سرعت مشاهده شده برای تخریب آلاینده‌ی متیلن بلو..... 85
- شکل 3-43- نمودار ثابت سرعت مشاهده شده برای تخریب آلاینده‌ی متیل اورانژ..... 85
- شکل 3-44- نمودار ثابت سرعت مشاهده شده برای تخریب آلاینده‌ی رودامین B..... 86
- شکل 3-45- نمودار تخریب رودامین B بر روی نانوکامپوزیت ZnO/Ag_3VO_4 با کسر مولی 0/218 از وانادات نقره پس از 5 مرحله بازیابی..... 87
- شکل 3-46- الگوهای XRD نانوکامپوزیت‌های تهیه شده با استفاده از امواج فراصوت..... 88
- شکل 3-47- طیف‌های EDX برای نمونه‌ی ZnO..... 89
- شکل 3-48- طیف‌های EDX برای نمونه Ag_3VO_4 89
- شکل 3-49- طیف‌های EDX برای نانوکامپوزیت اکسید روی- وانادات نقره با کسر مولی 0/073 از وانادات نقره..... 90
- شکل 3-50- تصاویر SEM به دست آمده برای نمونه‌های (a) اکسید روی (b) اکسید روی-وانادات نقره با کسر مولی 0/044 از وانادات نقره..... 91
- شکل 3-51- تصاویر SEM به دست آمده برای نمونه‌های (c) اکسید روی- وانادات نقره با کسر مولی 0/073 از وانادات نقره (d) اکسید روی- وانادات نقره با کسر مولی 0/110 از وانادات نقره 92
- شکل 3-52- تصاویر SEM به دست آمده برای نمونه‌های (e) اکسید روی - وانادات نقره با کسر مولی 0/218 از وانادات نقره (f) وانادات نقره 93
- شکل 3-53- طیف‌های DRS نانوکامپوزیت‌های اکسید روی- وانادات نقره تهیه شده با استفاده از امواج فراصوت Error! Bookmark not defined.
- شکل 3-54- نمودارهای $(ah\nu)^2$ بر حسب $h\nu$ برای کسرهای مولی مختلفی از وانادات نقره. 95
- شکل 3-55- طیف‌های FT- IR نمونه‌های تهیه شده به روش امواج فراصوت..... 96
- شکل 3-56- طیف‌های فتولومینسانس برای نمونه‌های اکسید روی، وانادات نقره، نانوکامپوزیت با کسر مولی 0/073 نسبت به وانادات نقره..... 97
- شکل 3-57- نمودارهای جذب بر حسب طول موج برای تخریب RhB بر روی فتوکاتالیزور اکسید روی 98
- شکل 3-58- نمودارهای جذب بر حسب طول موج برای تخریب RhB بر روی نانوکامپوزیت اکسید روی - وانادات نقره با کسر مولی 0/073 از وانادات نقره. 99
- شکل 3-59- مقایسه‌ی فعالیت فتوکاتالیزوری نانوکامپوزیت‌ها با کسرهای مختلفی از وانادات نقره. 100
- شکل 3-60- ثابت‌های سرعت مشاهده شده برای تخریب RhB بر روی نمونه‌های مختلف..... 101
- شکل 3-61- اثر زمان تابش امواج فراصوت بر روی فعالیت فتوکاتالیزوری نانوکامپوزیت با کسر مولی 0/073 از وانادات نقره. 102
- شکل 3-62- نمودار تغییرات ثابت سرعت تخریب RhB بر روی نانوکامپوزیت اکسید روی- وانادات نقره با کسر مولی 0/073 نسبت به وانادات نقره کلسینه شده در دماهای مختلف..... 103
- شکل 3-63- نمودار ستونی ثابت سرعت تخریب RhB بر روی نانوکامپوزیت‌ها در حضور به دام اندازنده‌های مختلف..... 104

شکل 3-64- نمودار تخریب RhB بر روی نانوکامپوزیت ZnO/Ag₃VO₄ با کسر مولی 0/073 نسبت به Ag₃VO₄
پس از 5 مرحله
بازیابی.....105

فصل اول

مقدمه

1-1- مقدمه

آب یکی از مهم‌ترین عناصر حیاتی زندگی ما و دیگر موجودات است. همان طور که می‌دانیم حدود 70 درصد کره خاکی ما با آب پوشیده شده و حدود 3 درصد از این آمار گزارش شده را آب شیرین تشکیل می‌دهد (حاتمی و رضوی 1383). با افزایش جمعیت جهان و ایجاد کارخانه‌ها و مراکز تولیدی بشر خواسته و ناخواسته مواد آلاینده‌ای را وارد محیط زیست پیرامون خود و البته آب می‌کند و سلامتی خود و دیگر موجودات ساکن در زمین را به خطر می‌اندازد و امراضی برگشت‌ناپذیر مانند سرطان را با ورود این مواد به طبیعت برای خود رقم می‌زند. از بین بردن این آلاینده‌های وارد شده به محیط زیست یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های بشر بوده و هست. لذا چالش‌هایی در بین جوامع برای به حداقل رساندن آسیب‌های این آلاینده‌ها و حذف آن‌ها از آب و هوا ایجاد شده است. کشورهای زیادی برای حل این مشکلات سرمایه‌گذاری کرده و از دانشمندان و مغزهای خود در این راستا بهره‌ها جسته‌اند، زیرا ادامه زندگی در این کره خاکی که بشر همواره خود را حاکم آن دانسته مستلزم عدم دستکاری در نظم و حذف آلاینده‌هایی است که خود آن‌ها را وارد طبیعت می‌کند. یکی از این فعالیت‌ها تصفیه آب و حذف آلاینده‌های آن به طور کامل، توسط مواد ارزان قیمت و در دسترس و در مدت زمان کم است.

1-2- آب سالم لازمه حیات

در دسترس بودن آب سالم و پاک یکی از مهم‌ترین مسائل پیش روی بشر می‌باشد. به تدریج که مقدار مصرف آب بیشتر می‌شود، مواد آلاینده نیز به روش‌های مختلف باعث آلوده شدن منابع آبی می‌گردند و این مسأله در آینده بحرانی‌تر خواهد شد. پذیرش حق برخورداری از آب سالم به عنوان یک

حق برای بشر ممکن است مهم‌ترین گام در برطرف کردن دشواری تأمین این بنیادی‌ترین عنصر زندگی مردم باشد. امروزه در جهان یک میلیارد نفر به دلایل بلاهای طبیعی، جنگ و زیر ساخت‌های ضعیف خالص‌سازی آب، به آب بهداشتی دسترسی ندارند (طاهری و همکارانش، 1389). از نظر اقتصادی علاوه بر این که آب تبدیل شده به فاضلاب به خودی خود غیر قابل استفاده است، باعث آلودگی منبع آب سطحی و زیر زمینی می‌شود. بنابراین آب به عنوان منبع حیاتی محدود با کمبود شدیدی که در جهان دارد مورد تهدید قرار گرفته است. با توجه به مخاطرات بهداشتی و ملاحظات اقتصادی توجه به تولید، جمع‌آوری و بهسازی فاضلاب امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است (جی یون و مدرس، 1393).

1-3- بزرگترین مراکز مصرف‌کننده آب

یکی از بزرگ‌ترین مراکز مصرف‌کننده آب، صنعت رنگ‌رزی و نساجی است. صنایع پارچه بافی برای رنگ کردن محصولاتشان از رنگینه‌های آلی استفاده می‌کنند. به دلیل این که رنگینه‌ها به طور کامل توسط فیبرها جذب نمی‌شوند، پساب‌های حاصل از این صنایع حاوی مواد رنگی و سمی فراوانی هستند. ورود این آب زاید به طبیعت برای زندگی آبزیان خطرآفرین است. این فاضلاب صنعت نساجی شامل رنگینه در محدوده‌ی 10-200 mg/lit است (Lucas et al, 2013). بررسی‌ها نشان می‌دهد که حدود 10-15٪ رنگینه در فرایند رنگ کردن وارد فاضلاب می‌شود که این منبع مهمی برای آلودگی محیط‌زیست است. رنگینه‌های آلی معمولاً از لحاظ شیمیایی و زیستی پایدار بوده (Dutta et al, 2013) و دارای درجه آروماتیسیت بالا می‌باشند. در نتیجه تخریب آن‌ها توسط میکروارگانیسم‌ها به کندی صورت می‌گیرد (حبیبی ینگجه، 1389).

1-4- نانو فناوری

نانوساختارها شامل ساختارهایی هستند که حداقل یک بعد آن‌ها کوچک‌تر از 100 نانومتر باشد. نانوفناوری از واحدهای موجود در طبیعت که امکان کنار هم قرار گرفتن و نیز ساخته شدن بر اساس واکنش‌های متقابل ذرات را دارند، استفاده می‌کند. از این رو اتم‌ها، مولکول‌ها و اجسام جامد واحدهای ساختمانی اساسی در نانوفناوری به شمار می‌روند. با این وجود یک تفاوت اساسی با تعریف کلاسیک مواد سازنده که در شرایط عادی مورد استفاده قرار می‌گرفته وجود دارد. در تعریف کلاسیک نیز مواد سازنده متشکل از اتم‌ها، مولکول‌ها و یون‌ها در مواد جامد هستند اما کوچکترین واحد در تعریف کلاسیک شامل تعداد زیادی از ذرات مشابه هست. در حالی که در نانوفناوری، مجموعه‌های کوچک ذرات یا حتی یک ذره‌ی مجزا به عنوان واحدهای سازنده مورد استفاده قرار می‌گیرد (کولر، 1956). می‌توان گفت نانوفناوری، فناوری در سطح اتم‌ها و مولکول‌هاست و به عبارتی توانمندی تولید مواد، ابزارها و سیستم‌های جدید با در دست گرفتن کنترل آن‌ها در سطوح مولکولی و اتمی و استفاده از خواص ظاهر شده در این سطوح است (نوری و خدایاری، 1384). وقتی اندازه مواد کاهش می‌یابد به تبع آن خواص فیزیکی و شیمیایی آن‌ها نیز با خواص ماکروسکوپی متفاوت است (Duncan, 2011). این فناوری به ما توانایی کار کردن در ابعاد نانو با هدف ساخت، کنترل و استفاده از مواد با بازده مناسب را می‌دهد. فناوری نانو را می‌توان موج چهارم انقلاب صنعتی دانست که در تمام گرایش‌های علمی راه پیدا کرده و بشر را به سوی زندگی آسان‌تر سوق داده است. نانو یک مقیاس و یک نگرش جدید به دنیای مواد است (نجف‌زاده، 1389).

Family name: Kiantazh	Name: Fariba
Title of Thesis: Preparation of ZnO/Ag ₃ VO ₄ nanocomposites and investigation of their photocatalytic activities in degradation of an organic pollutant	
Supervisor: Ph. D. Aziz Habibi-Yangjeh	
Graduate Degree: Master of Science (M.Sc.)	Major: Chemistry
Specialty: Physical Chemistry	University: Mohaghegh Ardabili
Faculty: Department of Applied Chemistry	
Graduation date: 2015/8/26	Number of pages: 118
<p>Abstract:</p> <p>Due to rapid increase in the world population and number of industries, the demand for clean water has exceeded the water supply in many places. In addition, various pollutants from different industries are sources of water contamination. Hence, removal of these pollutants from wastewater is of a great importance, because these pollutants and their degradation products are usually toxic and carcinogenic, posing a serious hazard to aquatic living organisms. Advanced oxidation process is an interesting technique based on generation of reactive species for removal of the pollutants. In this thesis, the three methods of refluxing, microwave, and ultrasonic irradiation are applied for preparation of ZnO/Ag₃VO₄ nanocomposites with different mole fraction of silver vanadate. The microstructure, morphology, purity, and electronic properties of the as-prepared samples were studied using X-ray diffraction, scanning electron microscopy, Transmission electron microscopy, UV-vis diffuse reflectance spectroscopy, Fourier transform-infrared spectroscopy, and photoluminescence techniques. Photocatalytic activity of the nanocomposites was examined by degradation of rhodamine B under visible-light irradiation. Effects of different parameters such as preparation time, calcination temperature, scavengers of reactive species on the kinetic of photodegradation reaction were investigated.</p>	
Keywords: ZnO/Ag ₃ VO ₄ , Dye pollutants, Photocatalysis, Nanocomposite	



University of Mohaghegh Ardabili

Faculty of Science

Department of Applied Chemistry

**Thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of
M.Sc. in physical chemistry**

Title:

**Preparation of ZnO/Ag₃VO₄ nanocomposites and investigation of their
photocatalytic activities in degradation of an organic pollutant**

Supervisor:

Ph.D. Aziz Habibi-Yangjeh

By:

Fariba Kiantazh

August - 2015