مقایسه فعالیت فتوکاتالیستی نانو ذرات اکسید روی تولیدی و تجاری جهت حذف رنگ در محیط آبی

رضا درویشی چشمه سلطانی[1]، رضا رضایی[2]، حسن هاشمی[3]، مهدی صفری[2]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: هدف از پژوهش حاضر، تولید نانو ذرات اکسید روی و مقایسه فعالیت فتوکاتالیستی آن با نوع تجاری جهت اکسیداسیون فتوکاتالیستی رنگزای متیلن بلو در محیط آبی بود.

روش‌ها: ابتدا نانو ذرات اکسید روی با استفاده از تیمار پراکسید هیدروژن تهیه شد و با استفاده از تثبیت حرارتی بر روی سطح شیشه تثبیت گردید. شیشه‌های آماده شده در داخل راکتور قرار گرفت. در نهایت، تجزیه فتوکاتالیستی متیلن بلو در این راکتور با متغیرهای مختلف بررسی شد.

یافته‌ها: فرایند فتوکاتالیستی با کاتالیست تولید شده (۹۶/۳۵ درصد) در قیاس با کاتالیست تجاری (۸۲/۸۷ درصد) جهت حذف رنگزای متیلن بلو با غلظت ۵ میلی‌گرم بر لیتر در مدت زمان ۱۲۰ دقیقه راندمان بیشتری داشت. در ادامه، با استفاده از کاتالیست تولید شده، در فواصل ۲، ۳/۵ و ۵ سانتیمتر بین لامپ‌های فرابنفش و صفحات شیشه‌ای حاوی کاتالیست، میزان حذف رنگ به ترتیب ۹۶/۳۵، ۶۳/۳۴ و ۴۵/۳۱ درصد به دست آمد.

نتیجه‌گیری: کاتالیست نانو ذرات اکسید روی تولید شده می‌تواند به عنوان یک کاتالیست مؤثر جهت فرایندهای فتوکاتالیستی به کار گرفته شود.

واژه‌های کلیدی: اکسید روی، نانو کاتالیست، رنگ آزو، پرتو فرابنفش، تثبیت

ارجاع: درویشی چشمه سلطانی رضا، رضایی رضا، هاشمی حسن، صفری مهدی. **مقایسه فعالیت فتوکاتالیستی نانو ذرات اکسید روی تولیدی و تجاری جهت حذف رنگ در محیط آبی.** مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۵؛ ۱۲ (۳): ۲۸۳-۲۷۸

دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۱/۲۳ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۸/۱۸

مقدمه

حضور ترکیبات رنگی به خصوص رنگ‌های آلی در محیطهای آبی، به دلیل سمیت و قابلیت تجزیه‌پذیری کم آن‌ها، به یکی از مشکلات جدی محیط زیست تبدیل شده است (۱). روش‌های مختلفی نظیر تجزیه بیولوژیک، جذب، روش‌های غشایی، انعقاد و لخته‌سازی، روش‌های الکتروشیمیایی و فرایندهای اکسیداسیون پیشرفته جهت حذف رنگ‌های آلی از محلول‌های آبی مورد استفاده قرار گرفته‌اند (۲، ۱).

در دو دهه اخیر، استفاده از کاتالیست در ابعاد نانو جهت تجزیه فتوکاتالیستی آلاینده‌های مختلف به علت خواص فتوکاتالیستی منحصر به فرد این مواد مورد توجه واقع شده است (۵-۳). نانو ذرات به علت اندازه کوچک، خصوصیات نوری و فتوکاتالیستی منحصر به فردی دارد (۷، ۶). امروزه، کاتالیست نانو ذرات اکسید روی به علت مزایای زیاد مورد توجه قرار گرفته است. نانو ذرات اکسید روی جاذب مؤثر پرتو فرابنفش است؛ به نحوی که می‌تواند جهت ارتقای اکسیداسیون فتوکاتالیستی ترکیبات آلی و غیر آلی جایگزین مؤثری جهت دیگر کاتالیست‌ها باشد (۱۱-۸، ۴). با این حال، کاربرد نانو ذرات اکسید روی به صورت خالص با محدودیت‌هایی روبه‌رو است که از آن جمله می‌توان به سرعت بالای ترکیب مجدد الکترون- حفره تولیدی در اثر تابش پرتو فرابنفش اشاره کرد که باعث کاهش راندمان تجزیه فتوکاتالیستی آلاینده‌های هدف می‌گردد (۱۵-۱۲). اگرچه کاربرد نانو ذرات به صورت سوسپانسیون باعث افزایش سطح تماس مایع- جامد می‌گردد، ولی دارای معایبی نظیر غیر فعال شدن سریع و تمایل به تجمع در راکتور می‌باشد. همچنین، آزاد شدن نانو ذرات در محیط، پیامدهای زیست محیطی و بهداشتی عدیده‌ای خواهد داشت (۲۰-۱۶، ۹)، این مطلب لزوم تثبیت نانو ذرات بر روی یک بستر مناسب را می‌طلبد. تثبیت نانو ذرات اکسید روی بر روی بستری از جنس اغلب غیر آلی نظیر شیشه می‌تواند باعث افزایش عمر کاتالیست در راکتور شده، ضمن آن که پتانسیل استفاده مجدد از کاتالیست در راکتور فتوکاتالیستی را می‌افزاید (۲۱، ۷). روش‌های مختلفی جهت تولید کاتالیست نظیر ترسیب اکسیداسیون حرارتی (Oxidation deposition thermal)، اسپری پیرولیز (Spray pyrolysis)، ترسیب شیمیایی بخار (Chemical deposition vapor)، سل- ژل و ترسیب شیمیایی به کار گرفته شده است (۹)، با این حال با توجه به ملاحظات اقتصادی و امکان‌پذیری کار، روش ترسیب شیمیایی مطلوبیت بیشتری خواهد داشت.

با توجه به موارد عنوان شده در فوق، هدف از مطالعه حاضر، تولید نانو ذرات اکسید روی وتثبیت آن‌ها بر روی سطح شیشه و در نهایت، مقایسه فعالیت فتوکاتالیستی نانو ذرات تولیدی با نوع تجاری جهت اکسیداسیون فتوکاتالیستی رنگزای متیلن بلو به عنوان یک ترکیب آلی شاخص در محیط آبی بود.

۱- استادیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران
۲- استادیار، مرکز تحقیقات بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران
۳- استادیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران
نویسنده مسؤول: مهدی صفری
Email: safari.m.eng@gmail.com

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-11]

روش‌ها

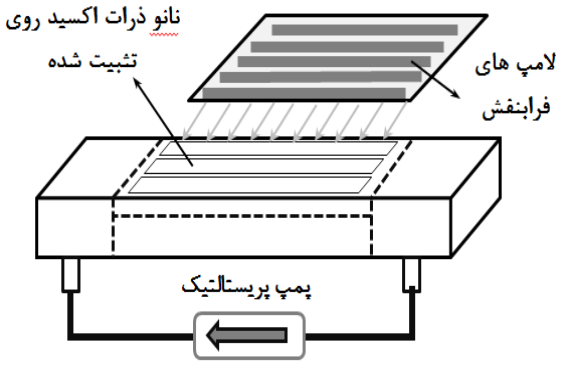
مواد آزمایشگاهی مورد استفاده در پژوهش با درجه آزمایشگاهی از شرکت مرک آلمان و نیز رنگزای متیلن بلو از همان شرکت تهیه شد. جهت تنظیم pH اولیه نیز از اسید کلریدریک و سود یک‌دهم مولار استفاده شد.

جهت تهیه نانو ذرات اکسید روی، در ابتدا ۳/۶ گرم نیترات آمونیوم در ۴۰ میلی‌لیتر آب بدون یون حل شد. سپس ۰/۹ میلی‌لیتر آمونیاک به محلول فوق اضافه شد. ۱۰ میلی‌لیتر نیترات روی در حالت اختلاط و در دمای اتاق به مدت ۳ ساعت بر روی محلول چکانده شد. پس از نگهداری محلول حاصل به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق، ۴۰ میلی‌لیتر محلول آب اکسیژنه (۷/۵ درصد وزنی) به مدت ۳ ساعت در دور تند به آن افزوده شد. رسوب تولید شده پس از فیلتراسیون با آب بدون یون شسته شد. در نهایت، پودر حاصل به مدت ۳ ساعت در اون خشک شده و جهت به دست آوردن کاتالیست نهایی در دمای $400\ ^{\circ}C$ به مدت ۴ ساعت حرارت داده شد (۲۲).

نانو ذرات اکسید روی تولیدی در مرحله قبل با استفاده از روش تثبیت حرارتی بر روی سطح شیشه تثبیت شد (۲۱). در این الگو جهت تثبیت مناسب نانو ذرات بر روی سطح شیشه‌هایی با ابعاد ۳×۲۰ سانتی‌متر، سطح شیشه‌ها با استفاده از هیدروکسید سدیم غلیظ با درجه‌بندی صنعتی (۵۰ درصد) جهت اتصال مستحکم شیمیایی نانو ذرات اکسید روی بر روی سطح شیشه بانددهی شد. استفاده از هیدروکسید سدیم غلیظ باعث افزایش گروه‌های هیدروکسیل بر روی سطح شیشه شده و پیوند کووالانسی و یا هیدروژنی نانو ذرات بر روی سطح را در پی خواهد داشت (۲۳). در ابتدا سوسپانسیون ۳ درصد از نانو ذرات تولیدی تهیه شد، سپس نانو ذرات تولیدی با استفاده از یک همزن مغناطیسی (Heidolph MR 3001, Germany) با سرعت ۳۰۰ دور در دقیقه به مدت ۶۰ دقیقه همزده شد. پس از آن، سوسپانسیون حاصل با استفاده از حمام التراسونیک (Starsonic 18-35, Liarre, Italy) با فرکانس ۳۰ کیلو هرتز به مدت ۹۰ دقیقه جهت جدا شدن نانو ذرات تجمع یافته و رسیدن به محیطی هموژن سونیکه شد. سطح شیشه‌ها با سوسپانسیون تولیدی پوشانده گردید و در دمای ۹۰ درجه سانتیگراد به مدت یک ساعت خشک شد. در نهایت، در دمای ۴۵۰ درجه سانتیگراد به مدت ۳ ساعت در یک کوره الکتریکی (Exciton Co., Iran) کلسینه شد. میزان کاتالیست قرار گرفته بر روی سطح شیشه‌ها با استفاده از اختلاف وزن شیشه‌ها قبل و بعد از قرار گرفتن کاتالیست تعیین گردید. با این روش میزان کاتالیست قرار گرفته بر روی سطح شیشه ۰/۱۷ + ۱/۵ میلی‌گرم بر سانتیمتر مربع تخمین زده شد.

در مطالعه حاضر از یک راکتور مکعب مستطیل استفاده شد؛ به نحوی که صفحات شیشه‌ای حاوی نانو ذرات اکسید روی تثبیت شده در سطح بالایی راکتور قرار گرفت تا فاصله صفحات شیشه‌ای از ۵ عدد لامپ فرابنفش ۶ وات (Philips, Holland) در کمترین میزان باشد (شکل ۱). لامپ‌های فرابنفش مورد استفاده از نوع لامپ‌های UVC کم فشار با پیک شدت تابش در طول موج ۲۵۴ نانومتر بود.

از رنگ متیلن بلو به عنوان ترکیب رنگی پایه جهت مقایسه فعالیت فتوکاتالیستی دو نوع کاتالیست تجاری و تولید شده استفاده شد. مشخصات رنگزای متیلن بلو در جدول ۱ نشان داده شده است. جهت باز چرخش جریان و نیز تزریق محلول حاوی رنگ به درون راکتور در مطالعه جریان پیوسته از یک پمپ پریستالتیک با دقت بالا استفاده شد (Heidolph 5001, Germany).

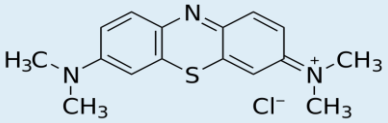


شکل ۱. شماتیک راکتور فتوکاتالیستی حاوی نانو ذرات اکسید روی تثبیت شده

آزمون‌ها

جهت بررسی مورفولوژی سطح کاتالیست نانو ذرات اکسید روی تولیدی، از میکروسکوپ الکترونی روبشی (Scanning electron microscopy) فیلیپس استفاده شد (XL 30, the Netherlands). علاوه بر این، جهت پی بردن به خلوص نانو ذرات و حضور احتمالی دیگر عناصر در ترکیب کاتالیست از میکروآنالیز اشعه ایکس متفرق کننده انرژی (Energy dispersive X-ray microanalysis) با ولتاژ ۳۰ کیلو ولت استفاده شد. غلظت باقیمانده متیلن بلو در محلول پس از سانتریفیوژ کردن نمونه با دور ۴۰۰۰ عکس دقیقه و به مدت ۵ دقیقه، با استفاده از یک اسپکتروفوتومتر (Unico 2100) در طول موج ۶۶۰ نانومتر اندازه‌گیری گردید. جهت بررسی معدنی‌سازی رنگ طی حذف فتوکاتالیستی از آنالیز اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD یا Chemical oxygen demand) بر اساس آزمایش‌های استاندارد آب و فاضلاب استفاده شد.

جدول ۱. مشخصات رنگزای متیلن بلو مورد استفاده

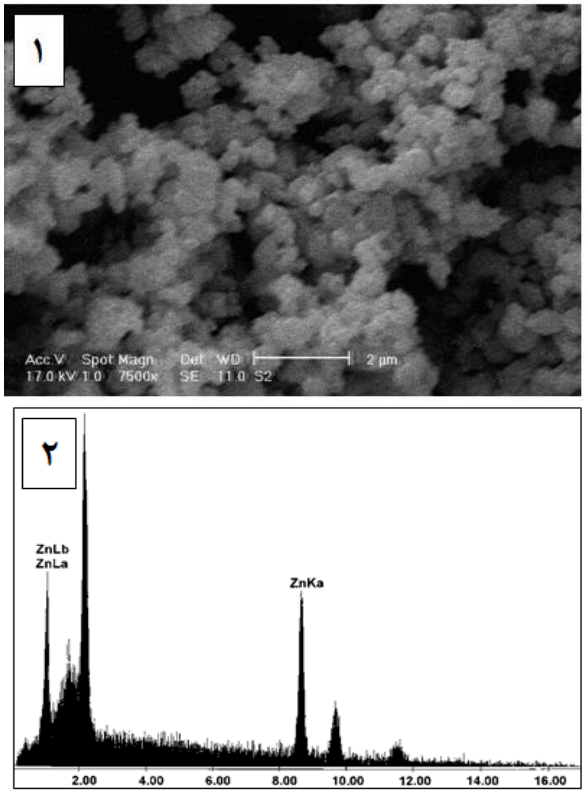
ساختار	فرمول	جرم مولکولی (گرم بر مول)	حداکثر طول موج جذبی (نانومتر)
	$C_{16}H_{18}N_3SCl$	۳۱۹/۸۵	۶۶۰

www.mui.ac.ir
[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-11]

یافته‌ها

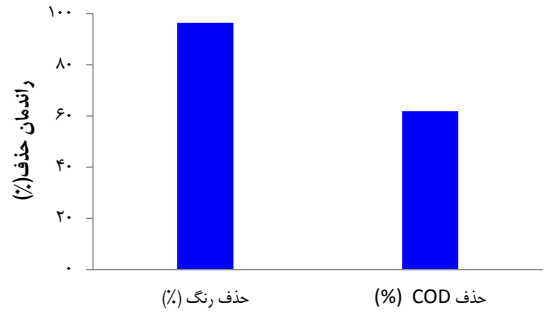
شکل ۲-۱ ساختار سطحی نانو ذرات اکسید روی تولید شده را نشان می‌دهد. این ساختار که بیانگر عدم تجمع نانو ذرات به دست آمده است و گویای مطلوبیت کاتالیست به دست آمده جهت راه‌اندازی یک فرایند فتوکاتالیستی با کارایی مطلوب و نرخ پایین ترکیب مجدد الکترون- حفره تولیدی خواهد بود. میکروگراف اشعه ایکس متفرق کننده انرژی نیز خلوص ۱۰۰ درصدی نانو ذرات اکسید روی تولیدی را نشان می‌دهد (شکل ۲-۲). حضور پیک‌های چندگانه بر روی گراف ایدکس ماهیت اصلی و بکر نانو ذرات اکسید روی حاصل را نشان می‌دهد.

شکل ۳ مقایسه فعالیت فتوکاتالیستی نانو ذرات تولیدی و نانو ذرات اکسید روی تجاری را نشان می‌دهد. با توجه به شکل ۳، راندمان حذف رنگزای متیلن بلو توسط نانو ذرات اکسید روی تولید شده طی مدت زمان ۱۲۰ دقیقه ۹۶/۳۵ درصد گزارش شد، حال آن که جهت نانو ذرات تجاری ۸۲/۸۷ درصد به دست آمد.



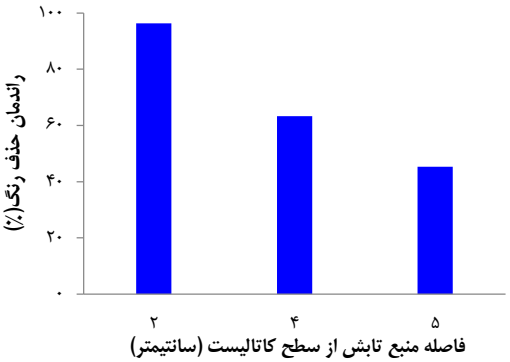
شکل ۲. تصویر میکروسکوپ الکترونی (۱) و میکروگراف ایدکس (۲) به دست آمده از آنالیز نانو ذرات اکسید روی تولیدی

جهت بررسی میزان معدنی‌سازی ترکیب رنگی طی فرایند فتوکاتالیستی و با استفاده از نانو ذرات اکسید روی تولید شده، ۵ میلی‌گرم بر لیتر رنگزای متیلن بلو، نرخ بازچرخه ۶۰ دور در دقیقه، زمان ماند ۱۲۰ دقیقه و pH برابر با ۷ در نظر گرفته شد. نتایج به دست آمده که به صورت یک نمودار کوچکتر در شکل ۳ لحاظ شده است، گویای حذف ۶۱/۸۷ درصدی COD طی تجزیه فتوکاتالیستی ماده رنگزا بود. در قیاس با حذف ۹۶/۳۵ درصدی رنگزای متیلن بلو، این میزان حذف COD مقدار قابل توجهی است که بیانگر کارایی به نسبت بالای فرایند فتوکاتالیستی حاوی کاتالیست نانو اکسید روی سنتز شده جهت معدنی‌سازی ترکیبات رنگی می‌باشد.



شکل ۳. مقایسه فعالیت فتوکاتالیستی نانو ذرات اکسید روی تولیدی و نانو ذرات اکسید روی تجاری جهت حذف رنگزای متیلن بلو و میزان حذف COD (Chemical oxygen demand) طی فرایند فتوکاتالیستی با نانو ذرات تولید شده

در شکل ۴، تأثیر فاصله لامپ‌ها بر راندمان حذف فتوکاتالیستی رنگزای متیلن بلو نشان داده شده است. با افزایش فاصله لامپ‌ها از سطح کاتالیست راندمان حذف فتوکاتالیستی ماده رنگزا کاهش می‌یابد، در مدت زمان ۱۲۰ دقیقه، راندمان حذف ماده رنگزا با در نظر گرفتن فواصل ۲، ۳/۵ و ۵ سانتی‌متر به ترتیب ۹۶/۳۵، ۶۳/۳۴ و ۴۵/۳۱ درصد به دست آمد.

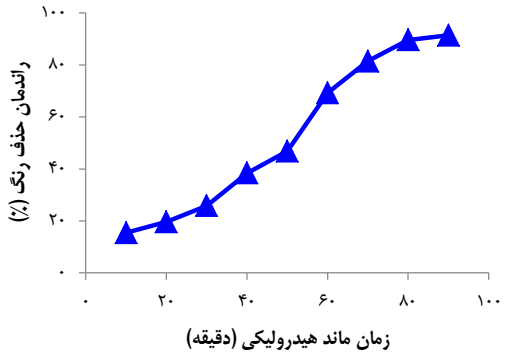


شکل ۴. تأثیر فاصله منبع تابش بر روی راندمان حذف فتوکاتالیستی رنگزای متیلن بلو با استفاده از کاتالیست نانو ذرات اکسید روی تولیدی

جهت بررسی تأثیر زمان ماند هیدرولیکی بر عملکرد فرایند، تغییرات زمان ماند هیدرولیکی بین ۱۰ و ۹۰ دقیقه در نظر گرفته شد. افزون بر این، غلظت رنگ متیلن بلو، فاصله لامپ‌ها تا سطح کاتالیست و pH به ترتیب ۵ میلی‌گرم بر لیتر، ۲ سانتیمتر و ۷ در نظر گرفته شد. همان‌طور که در شکل ۵ قابل ملاحظه است، با افزایش زمان ماند هیدرولیکی (کاهش دبی جریان ورودی) از

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-11]

۱۰ دقیقه به ۹۰ دقیقه، راندمان حذف فتوکاتالیستی رنگ از ۱۵/۴۲ به ۹۱/۴ درصد افزایش یافت.



شکل ۵. تأثیر زمان ماند هیدرولیکی بر راندمان حذف فتوکاتالیستی رنگزای متیلن بلو با استفاده از نانو ذرات اکسید روی تولیدی

بحث

افزایش راندمان حذف رنگ با استفاده از نانو ذرات تولیدی را می‌توان به الگوی ساخت این نانو ذرات نسبت داد. دوپه کردن نانو ذرات اکسید روی به وسیله نیتروژن باعث کند شدن ترکیب مجدد الکترون و حفره تولیدی طی فرایند فتوکاتالیستی و در نتیجه باعث افزایش راندمان حذف فتوکاتالیستی رنگزای متیلن بلو می‌گردد. در مطالعه حاضر نیز میزان معدنی شدن رنگزای متیلن بلو با استفاده از آزمایش COD مورد پایش واقع شد. در راستای نتایج این مطالعه، Joshi و Shrivastava در نتایج مطالعه خود بر روی حذف فتوکاتالیستی رنگزای متیلن بلو با استفاده از کاتالیست دی اکسید تیتانیوم، حذف ۸۰ درصدی COD را گزارش نمودند (۲۴).

مکانیسم تولید جفت الکترون- حفره جهت حذف آلاینده هدف در یک فرایند فتوکاتالیستی مبتنی بر کاتالیست نانو ذرات اکسید روی با توجه به روابط (۲-۱) خواهد بود (۱۱، ۱۰):

$$ZnO + h\upsilon \rightarrow ZnO(e^- + h^+) \quad (۱)$$

$$h^+ + H_2O \rightarrow H^+ + OH^\bullet \quad (۲)$$

با توجه به روابط فوق، با افزایش فاصله لامپ‌ها، سرعت تحریک فتوکاتالیست جهت تولید الکترون- حفره و متعاقب آن رادیکال هیدروکسیل کاهش می‌یابد. بنابراین، راندمان تجزیه فتوکاتالیستی رنگ کاهش خواهد یافت. کاهش فاصله لامپ‌ها و به تبع آن افزایش شدت تابش، باعث افزایش تولید جفت الکترون- حفره و رادیکال هیدروکسیل بر روی سطح کاتالیست شده که افزایش راندمان حذف فتوکاتالیستی آلاینده هدف را در پی خواهد داشت (۲۵). Laoufi و همکاران در پژوهشی بر روی حذف فتوکاتالیستی ترکیبات مقاوم دارویی با استفاده از کاتالیست دی اکسید تیتانیوم، نشان دادند که با افزایش فاصله لامپ‌های فرابنفش از فتوکاتالیست، راندمان حذف ترکیبات دارویی کاهش می‌یابد. با این وجود، این کاهش راندمان، با افزایش فاصله لامپ‌ها، هیچ‌گاه به کمتر از ۸۰ درصد نرسید (۲۶).

بررسی جریان پیوسته

افزایش راندمان حذف با افزایش زمان ماند هیدرولیکی را می‌توان به افزایش زمان مواجهه آلاینده هدف با کاتالیست تحریک شده با پرتو فرابنفش نسبت داد. در راستای نتایج مطالعه حاضر، Meshram و همکاران در مطالعه‌ای بر روی حذف ترکیب آلی فنول با استفاده از نانوکمپوزیت ذرات اکسید روی و بنتونیت، به این نتیجه رسیدند که افزایش نرخ جریان و به تبع آن کاهش زمان ماند باعث کاهش چشمگیر راندمان حذف می‌گردد (۲۷).

در مطالعه حاضر، فعالیت فتوکاتالیستی نانو ذرات اکسید روی تولید شده با استفاده از حذف فتوکاتالیستی رنگزای متیلن بلو مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان دادکه راندمان حذف فتوکاتالیستی رنگزای متیلن بلو توسط نانو ذرات تولید شده بیشتر از نانو ذرات تجاری است. همچنین، با افزایش فاصله منبع تابش از سطح کاتالیست، راندمان حذف کاهش یافت که بیانگر اهمیت فاصله منبع تابش و سطح کاتالیست می‌باشد. نتایج به دست آمده، کارایی مطلوب نانو ذرات اکسید روی تولید شده جهت تصفیه پساب رنگی از محلول‌های آبی را نشان داد.

تشکر و قدردانی

این پژوهش با حمایت دانشگاه علوم پزشکی کردستان انجام شده است. از این رو، نویسندگان این مقاله از معاونت محترم پژوهشی آن دانشگاه و همکاران اجرایی تشکر می‌نمایند.

References

1. Darvishi Cheshmeh Soltani R, Khataee AR, Safari M, Joo SW. Preparation of bio-silica/chitosan nanocomposite for adsorption of a textile dye in aqueous solutions. Int Biodeterior Biodegradation 2013; 85: 383-91.
2. Ullah R, Dutta J. Photocatalytic degradation of organic dyes with manganese-doped ZnO nanoparticles. J Hazard Mater 2008; 156(13): 194-200.
3. Chiu WS, Khiew PS, Cloke M, Isa D, Tan TK, Radiman S, et al. Photocatalytic study of two-dimensional ZnO nanopellets in the decomposition of methylene blue. Chem Eng J 2010; 158(2): 345-52.
4. Hong RY, Li JH, Chen LL, Liu DQ, Li HZ, Zheng Y, et al. Synthesis, surface modification and photocatalytic property of ZnO nanoparticles. Powder Technol 2009; 189(3): 426-32.
5. Shen W, Li Z, Wang H, Liu Y, Guo Q, Zhang Y. Photocatalytic degradation for methylene blue using zinc oxide prepared by codeposition and sol-gel methods. J Hazard Mater 2008; 152(1): 172-5.
6. Jang YJ, Simer C, Ohm T. Comparison of zinc oxide nanoparticles and its nano-crystalline particles on the photocatalytic degradation of methylene blue. Mater Res Bull 2006; 41(1): 67-77.
7. Fatimah I, Wang S, Wulandari D. ZnO/montmorillonite for photocatalytic and photochemical degradation of methylene blue. Appl Clay Sci 2011; 53(4): 553-60.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-11]

8. Zhao B, Wang CL, Chen YW, Chen HL. Synthesis of hierarchy ZnO by a template-free method and its photocatalytic activity. Mater Chem Phys 2010; 121(1-2): 1-5.
9. Akyol A, Bayramoglu M. Photocatalytic performance of ZnO coated tubular reactor. J Hazard Mater 2010; 180(1-3): 466-73.
10. Darvishi Cheshmeh Soltani R, Rezaee A, Safari M, Khataee AR, Karimi B. Photocatalytic degradation of formaldehyde in aqueous solution using ZnO nanoparticles immobilized on glass plates. Desalination Water Treat 2013; 53(6): 1613-20.
11. Soltani RDC, Rezaee A, Khataee AR, Safari M. Photocatalytic process by immobilized carbon black/ZnO nanocomposite for dye removal from aqueous medium: Optimization by response surface methodology. J Ind Eng Chem 2014; 20(4): 1861-8.
12. Anandan S, Vinu A, Mori T, Gokulakrishnan N, Srinivasu P, Murugesan V, et al. Photocatalytic degradation of 2,4,6-trichlorophenol using lanthanum doped ZnO in aqueous suspension. Catal Commun 2007; 8(9): 1377-82.
13. Height MJ, Pratsinis SE, Mekasuwandumrong O, Praserthdam P. Ag-ZnO catalysts for UV-photodegradation of methylene blue. Appl Catal B 2006; 63(3-4): 305-12.
14. Mahmood MA, Baruah S, Dutta J. Enhanced visible light photocatalysis by manganese doping or rapid crystallization with ZnO nanoparticles. Mater Chem Phys 2011; 130(1-2): 531-5.
15. Xie W, Li Y, Sun W, Huang J, Xie H, Zhao X. Surface modification of ZnO with Ag improves its photocatalytic efficiency and photostability. J Photochem Photobiol A Chem 2010; 216(2-3): 149-55.
16. Aschberger K, Micheletti C, Sokull-Kluttgen B, Christensen FM. Analysis of currently available data for characterising the risk of engineered nanomaterials to the environment and human health--lessons learned from four case studies. Environ Int 2011; 37(6): 1143-56.
17. Peralta-Videa JR, Zhao L, Lopez-Moreno ML, de La Rosa G, Hong J, Gardea-Torresdey JL. Nanomaterials and the environment: a review for the biennium 2008-2010. J Hazard Mater 2011; 186(1): 1-15.
18. Savolainen K, Alenius H, Norppa H, Pylkkanen L, Tuomi T, Kasper G. Risk assessment of engineered nanomaterials and nanotechnologies--a review. Toxicology 2010; 269(2-3): 92-104.
19. Som C, Wick P, Krug H, Nowack B. Environmental and health effects of nanomaterials in nanotextiles and facade coatings. Environ Int 2011; 37(6): 1131-42.
20. Stone V, Nowack B, Baun A, van den Brink N, Kammer F, Dusinska M, et al. Nanomaterials for environmental studies: classification, reference material issues, and strategies for physico-chemical characterisation. Sci Total Environ 2010; 408(7): 1745-54.
21. Behnajady MA, Modirshahla N, Mirzamohammady M, Vahid B, Behnajady B. Increasing photoactivity of titanium dioxide immobilized on glass plate with optimization of heat attachment method parameters. J Hazard Mater 2008; 160(2-3): 508-13.
22. Saleh TA, Gondal MA, Drmosh QA, Yamani ZH, AL-yamani A. Enhancement in photocatalytic activity for acetaldehyde removal by embedding ZnO nano particles on multiwall carbon nanotubes. Chem Eng J 2011; 166(1): 407-12.
23. Fathinia M, Khataee AR, Zarei M, Aber S. Comparative photocatalytic degradation of two dyes on immobilized TiO2 nanoparticles: Effect of dye molecular structure and response surface approach. J Mol Catal A Chem 2010; 333(1-2): 73-84.
24. Joshi KM, Shrivastava VS. Removal of methylene blue dye aqueous solution using photocatalysis. International Journal of Nano Dimension 2012; 2(4): 241-52.
25. Shafaei A, Nikazar M, Arami M. Photocatalytic degradation of terephthalic acid using titania and zinc oxide photocatalysts: Comparative study. Desalination 2010; 252(1-3): 8-16.
26. Laoufi NA, Hout S, Tassalit D, Ounnar A, Djouadi A, Chekir N, et al. Removal of a Persistent Pharmaceutical Micropollutant by UV/TiO2 Process Using an Immobilized Titanium Dioxide Catalyst: Parametric Study. Chemical Engineering Transactions 2013; 32: 1951-6.
27. Meshram S, Limaye R, Ghodke S, Nigam S, Sonawane S, Chikate R. Continuous flow photocatalytic reactor using ZnO-bentonite nanocomposite for degradation of phenol. Chem Eng J 2011; 172(2-3): 1008-15.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-11]

Journal of Health System Research
Received: 12.04.2015
Vol. 12, No. 3, Autumn 2016
Accepted: 09.11.2015

Comparison of Photocatalytic Activity of Synthesized and Commercial ZnO Nanoparticles in Dye Removal in Aqueous Environment

Reza Darvishi Cheshmeh Soltani[1], Reza Rezaee[2], Hassan Hashemi[3], Mahdi Safari[2]

Original Article

Abstract

Background: The aim of this investigation was to synthesize ZnO nanoparticles and compare their photocatalytic activity with its commercial form in terms of photocatalytic oxidation of methylene blue dye in aqueous environment.

Methods: In this study, ZnO nanoparticles were prepared using hydrogen peroxide treatment and were immobilized on glass surface using thermal immobilization. The prepared glasses were placed inside the reactor. Finally, the photocatalytic degradation of methylene blue in the reactor was investigated using different parameters.

Findings: The results of the study showed that the photocatalytic process with the synthesized catalyst (96.35%) had higher efficiency compared to the commercial catalyst (82.87%) in terms of degradation of 5 mg/l methylene blue within 120 minutes. Subsequently, using the synthesized catalyst, at distances of 2, 3.5, and 5 cm between the UV lamps and glass plates containing immobilized ZnO nanoparticles, the dye removal rates were 96.35%, 63.34%, and 45.31%, respectively.

Conclusion: According to the findings, it can be concluded that synthesized ZnO nanoparticles can be applied as an efficient catalyst in photocatalytic processes.

Keywords: Zinc oxide, Nanocatalyst, Azo dye, UV light, Immobilization

Citation: Darvishi Cheshmeh Soltani R, Rezaee R, Hashemi H, Safari M. **Comparison of Photocatalytic Activity of Synthesized and Commercial ZnO Nanoparticles in Dye Removal in Aqueous Environment.** J Health Syst Res 2016; 12(3): 278-83.

1- Assistant Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran
2- Assistant Professor, Environmental Health Research Center, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran
3- Assistant Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran
Corresponding Author: Mahdi Safari, Email: safari.m.eng@gmail.com

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-11-11]