مقاله پژوهشی
(Original paper)

بررسی تجزیه فوتوکاتالیستی رنگزای راکتیو بلاک ۵ با استفاده از نانوکامپوزیت ZnO-CuO

کمال صالحی[۱]، افشین ملکی[۲]، بهزاد شاهمرادی[۳]، برهان منصوری[۴،۵]، فردین غریبی[۶]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران
(مؤلف مستول) kamalsalehi1366@gmail.com، شماره تماس: ۰۹۱۹۲۰۰۸۱۳۳

۲- دانشیار، مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران

۳- استادیار، مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران

۴- دانشجوی دکتری سم شناسی، مرکز تحقیقات آب و مواد غذایی، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران

۵- مرکز تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران

۶- کارشناسی ارشد، مدیریت خدمات بهداشتی، معاونت تحقیقات، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران

چکیده

زمینه و هدف: اکسیداسیون پیشرفته به طور گسترده در بسیاری از صنایع و فاضلاب‌های صنعتی برای حذف رنگزاهای آلی که به سختی تجزیه می‌شوند، استفاده می‌شود. بنابراین هدف از این مطاله برسی تجزیه فوتوکاتالیستی رنگزای راکتیو بلاک ۵ با استفاده از نانوکامپوزیت ZnO-CuO به عنوان فوتوکاتالیست درحضور نورUV می‌باشد.

روش بررسی: این تحقیق یه مطالعه تجربی است که در مقایس آزمایشگاهی انجام شد. مشخصه یابی نانوکامپوزیت سنتز شده با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی انجام شد. همچنین اثر پارامترهای مختلف نظیر غلظت اولیه رنگزا، دوز فوتوکاتالیست و pH برکارائی فرایند تخریب رنگزا مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که نرخ تخریب رنگزا با افزایش غلظت اولیه رنگزای راکتیو بلاک ۵ کاهش می‌یابد. همچنین نتایج pH و دوز کاتالیست به ترتیب نشان داد که pH= ۷ و دوز کاتالیست ۱/۲ ۱.۲ کارائی بالایی در تخریب رنگزا داشته در حالی افزایش pH و دوز کاتالیست بیشتراز این مقدار منجر به کاهش نرخ تخریب رنگزا می‌شود.

نتیجه‌گیری: در نهایت بر اساس نتایج به دست آمده می‌توان نتیجه‌گیری نمود که فرایند فوتوکاتالیستی نانوکامپوزیت ZnO-CuO برای تخریب آلاینده‌ها ی رنگی و آلودگیهای زیست محیطی مناسب می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: رنگزا، فوتوکاتالیست، اکسید روی، نانوکامپوزیت ZnO-CuO، تابش فرابنفش

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-07]

مقدمه

هر روز، آلاینده‌های آلی مضر زیادی توسط صنایع مختلف به محیط زیست تخلیه می‌شوند. از جمله این آلاینده رنگزاها می‌باشند. رنگزاها به طور گسترده در انواع صنایع مانند منسوجات، کاغذ، پارچه و چرم استفاده می‌شوند. برآورد شده سالانه در سراسر دنیا حدود ۷×۱۰^{۵} تن در ۱۰۰۰۰ نوع رنگ مختلف تولید می‌شود (۱ و۲). رنگزاها حتی در غلظت‌های کم قابل مشاهده بوده و علاوه بر اثرات منفی بر جنبه‌های زیبایی محیط، اثرات منفی بیولوژیکی و شیمیایی جدی بر محیط زیست دارند. با توجه به مقاومت آنها در برابر نور، گرما، مواد شیمیایی و آب به سختی در محیط زیست تجزیه می‌شوند. بنابراین این نوع از آلاینده باید قبل از ریخته شدن به محیط تصفیه شوند (۳).

روشهای مختلفی برای حذف رنگزاها از پسابها استفاده شده است از جمله این روشها می‌توان کواگولاسیون و فلوکولاسیون، اکسیداسیون یا ازوناسیون اولترافیلتراسیون، جذب الکتروشیمیایی جداسازی غشایی تعویض یون و فرایند جذب سطحی نام برد. روشهای اولترافیلتراسیون و اسمز معکوس به دلیل هزینه بسیار بالای بهره برداری، اقتصادی نمی‌باشند (۴-۷). روشهای جذب سطحی باعث انتقال آلاینده از یک فاز به فاز دیگر شده و ایجاد آلودگیهای ثانویه می‌کنند. همچنین روشهای تصفیه بیولوژیکی به دلیل سمی بودن زیاد اغلب رنگزاها برای میکرو ارگانیسم‌های موجود در فرایند و مقاوم بودن بسیاری از رنگزاها در برابر تجزیه‌ی بیولوژیکی راندمان پایینی در حذف رنگ دارند و برای رنگ‌زدایی از فاضلاب صنایع نساجی قابل کاربرد نیستند (۸).

امروزه فرایندهای اکسیداسیون پیشرفته به دلیل سازگاری با محیط زیست و راندمان بالا جهت تصفیه فاضلاب صنایع نساجی توجه بسیاری از محققین را به خود جلب کرده‌اند. فرایندهای اکسیداسیون پیشرفته نسبت به سایر روش‌ها جهت رنگ زدایی از پساب نساجی موثر تر بوده به طوری که در این فرایندها تجزیه رنگزاها با استفاده از رادیکال‌های هیدروکسیل قوی تولیدی صورت می‌گیرد از اینرو باعث تبدیل آلاینده‌های رنگی به مواد معدنی (دی اکسیدکربن و آب) می‌شود (۹ و۱۰). تخریب و تجزیه آلاینده‌ها در این روش با سرعت بسیار بالایی صورت گرفته و مواد زاید جامدی تولیدی توسط این سیستم حداقل می‌باشد. به طور کلی در این سیستم رادیکال‌های هیدروکسیل با استفاده از ازن، پراکسید هیدروژن یا نور uv تولید می‌شود. و نیم رساناها از جمله اکسید روی به عنوان کاتالیست برای تخریب آلاینده‌ها استفاده می‌شود (۱۱).

اکسید روی، نیمه هادی با شکاف انرژی ۳/۳۷ الکترون ولت و انرژی تحریک زیاد (۶۰ mev) می‌باشد (۲) و از آن در بسیاری از زمینه‌ها از جمله سلول‌های خورشیدی، سنسورهای گاز، سلول‌های الکتروشیمیایی، فعالیت‌های ضد باکتریایی و فرایندهای فوتوکاتالیستی استفاده می‌شود. این کاتالیست دارای ساختارهای متعددی مانند نانومیله، نانوسیم، نانولوله‌ها بوده و با استفاده از روشهای مختلف از جمله فرآیند سل ژل، هیدروترمال، تجزیه در اثر حرارت اسپری، رسوب شیمیایی تولید و سنتز می‌شود (۱۲-۱۴).

روش هیدروترمال به دلیل دمای نسبتا پایین، مواد مورد نیاز کمتر برای رشدکریستال‌ها، هزینه کم و سهولت انجام مراحل از اهمیت خاصی برخوردار است (۱۴). از

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-07]

مزایایی دیگر روش هیدروترمال سازگاری با محیط زیست بوده چون در محیط بسته و در دمای کمتر از سایر روش‌ها اتفاق می‌افتد. افزون بر این کمتربودن دمای واکنش باعث کنترل بهتر استوکیومتری، بهم چسپندگی کمتر ذرات و رشد کریستال‌ها می‌شود (۱۵, ۱۶).

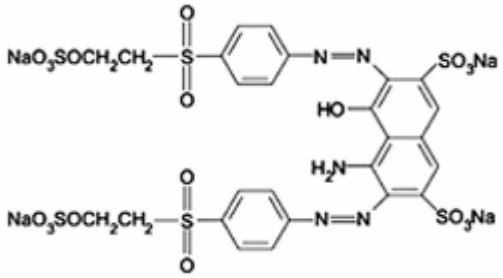
لذا هدف از این مطالعه بررسی امکان سنجی حذف رنگزای راکتیو بلاک ۵ با استفاده از نانوکامپوزیت CuO-ZnO سنتز شده به روش هیدروترمال ملایم و بررسی پارامترهای عملیاتی و اثر آنها بر فرایند فوتوکاتالیستی می‌باشد.

روش تحقیق

۲-۱-مواد

ماده رنگزای راکتیو بلاک ۵ از شرکت الوان ثابت همدان تهیه و بدون خالص سازی مورد بررسی قرارگرفت. ساختار شیمایی و همچنین بعضی خصوصیات دیگر آن در شکل (۱) نشان داده شده است. اکسید روی خالص، اکسید مس و سایر مواد مورد استفاده با درصد خلوص آزمایشگاهی از شرکت مرک آلمان تهیه گردید.

جدول ۱: خصوصیات رنگزای راکتیو بلاک ۵

λ_{max} (nm)	وزن مولکولی (g/mol)	فرمول مولکولی	ساختار مولکولی
۵۹۷	۹۹۲/۸۲	$C_{26}H_{21}N_5Na_4O_{19}S_6$	

سنتز نانوکامپوزیت اکسید روی با اکسیدمس

جهت سنتز نانو مواد کاتالیستی مقدار مشخصی از اکسید روی و اکسید فلزی مس با نسبت‌های مختلف (۱/۱، ۱/۲، ۱/۳ دی‌اکسیدروی با اکسید مس) با هم ترکیب شده سپس حلال مناسب (NaOHl) به میزان ۱۰ میلی‌لیتر به آن اضافه شد. در مرحله بعد مقدار ۱ میلی‌لیتر از سورفاکتانت ان بوتیل آمین به محلول اضافه گردید و به مدت سه دقیقه به هم زده شد. پس از اطمینان از اندود بودن کامل طبق روش هیدروترمال در کوره در دمای ۱۲۰ درجه سلسیوس به مدت ۱۲ ساعت قرار داده شد تا واکنش‌های شیمیایی مورد نظر روی دهد. پس از طی شدن زمان واکنش مناسب، ترکیب حاصله را با آب ۲ بار تقطیر چند بار شستشو داده تا آلودگی‌های احتمالی و سورفکتانت برطرف شود. سپس در دمای محیط قرار داده شد تا خشک شود. بعد از خشک شدن در دسیکاتور قرار گرفت تا خصوصیات آن تعیین شود (۱۳) .

روش انجام آزمایشات

جهت انجام آزمایشات فوتوکاتالیستی ابتدا محلول مادر اسید بلاک ۱ (۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) با حل کردن ۱ گرم از رنگدانه در ۱ لیتر آب مقطر تهیه شد. سپس

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-07]

فاکتورهای موثر بر انجام فرایندهای مورد مطالعه شامل نوع نانوکامپوزیت، pH، غلظت رنگزا و دوز نانو کامپوزیت در مراحل جداگانه در طول تحقیق، مطالعه شد. همه آزمایشات در حالت ناپیوسته در بشر به حجم ۲۰۰ میلی‌لیتر با استفاده از شیکر انجام شد. در هر مرحله بعد از ساخت محلول رنگدانه با غلظت‌های ۲۵ تا ۱۲۵ میلی‌گرم در لیتر از محلول مادر و تنظیم pH بین ۳ الی ۱۱، مقدار مشخصی از نانوذره (۰/۵ تا ۲ گرم در لیتر) به آن اضافه شد و محلول به مدت ۱۰۰ در معرض تابش اشعه uv با شدت تابش ۳۰ وات بر متر مربع قرار داده شد. در طی آزمایشات تخریب فوتوکاتالیستی رنگزای راکتیو بلاک ۵، در فواصل زمانی مشخص (بازه زمانی ۲۰ دقیقه) نمونه‌برداری از محلول مورد بررسی انجام شد. میزان جذب نمونه‌ها بعد از سانتیریفوژ (با دور ۲۰۰۰) با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر در طول موج ۵۹۷ نانومتر تعیین گردید. میزان تخریب رنگزا قبل و پس از افزودن نانوذره و گذشت زمان مورد نیاز برای رسیدن به تعادل با در نظر گرفتن کلیه شرایط، اندازه‌گیری و بازده حداکثر حذف رنگزا محاسبه شد.

$$E = \frac{C_0 - C_e}{C_0} \times 100 \qquad (1)$$

در این روابط، C_0 و C_e به ترتیب غلظت اولیه و نهایی رنگ در محلول (mg/L) و E راندمان حذف می‌باشد.

یافته‌ها

مطالعه تأثیر نوع نانوکامپوزیت سنتز شده در فرایند تخریب فوتوکاتالیستی راکتیو بلاک ۵ در شرایط pH معادل ۵ با غلظت رنگدانه ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و دوز نانوذره ۱ گرم در لیتر در زمان تماس بین ۲۰ تا ۱۰۰ دقیقه انجام گرفت. شکل ۲ نشان می‌دهد که نانوکامپوزیت اکسید روی سنتز شده بانسبت ۳ به۱ با اکسید مس بیشترین کارائی را در تخریب رنگدانه دارد. لذا تعیین دوز بهینه نانو کامپوزیت، تعیین pH بهینه و تعیین غلظت رنگدانه بهینه براساس نانو کامپوزیت ۳ به ۱ اکسیدروی سنتزشده با اکسید مس صورت گرفت.

فاضلابهای صنایع رنگیزا با pHهای مختلف به محیط تخلیه می‌شوند از اینرو بررسی نقش pH در تخریب رنگزا ضروری به نظر می‌رسد. pH محیط واکنش اثر قابل ملاحظه‌ای بر روی خصوصیات سطحی از جمله بارهای سطحی نانوذرات دارد. بررسی تأثیر اولیه pH محلول بر کارائی تخریب رنگزای راکتیوبلاک ۵ با تغییر pH اولیه (۳-۱۱) تحت شرایط ثابت غلظت اولیه رنگزای راکتیو بلاک ۵ ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و غلظت نانوکامپوزیت ۱ گرم در لیتر بررسی شد. در جدول ۳ نتایج حاصل از تأثیر pH بر کارئی تخریب رنگزای راکتیو بلاک ۵ نشان داده شده است. همانطوری که مشاهده می‌گردد با افزایش pH تا ۷ کارائی تخریب رنگزای اسید بلاک افزایش می‌یابد و سپس کاهش می‌یابد. pH بهینه در این مطالعه ۷ تعیین گردید.

دوز نانوکامپوزیت در فرایند فوتوکاتالیستی یکی از پارامترهای موثر و تأثیرگذار در تخریب رنگزا می‌باشد به منظور بررسی تأثیر دوز نانوکامپوزیت بر کارائی تخریب رنگزای راکتیو بلاک ۵ محلولی با pH برابر ۷ و غلظت رنگزای ۱۰۰ در دوزهای جاذب ۲- ۰/۵تهیه شد و مورد بررسی قرار گرفت نتایج در جدول ۴ ارائه شده است. همان طوری که از جدول پیداست با افزایش دوز جاذب تا ۱/۲گرم در لیتر میزان تخریب رنگزا افزایش می‌یابد سپس شروع به کاهش نمود. مقدار دوز بهینه

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-07]

نانوکامپوزیت جهت انجام ادامه آزمایشات فوتوکاتالیستی ۱ گرم در لیتر در نظر گرفته شد.

نتایج حاصل از تاثیر غلظت اولیه رنگزا با غلظتهای ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر در pH برابر با ۷ و دوز نانوکامپوزیت ۱/۲ گرم در لیتر در شکل ۵ نشان داده شده است. براساس نتایج حاصله مشخص گردیدکه با افزایش غلظت رنگزا از ۵۰ تا ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر راندمان تخریب رنگزای راکتیو بلاک ۵ کاهش می‌یابد.

بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج نمودار ۳، راندمان تخریب رنگزای راکتیو بلاک۵ با افزایش pH تا ۷ افزایش می‌یابد سپس به طور جزئی کاهش می‌یابد کاهش تجزیه رنگزا با افزایش pH در این مطالعه را می‌توان براساس pHzpc تفسیر کرد. در فعالیت‌های فوتوکاتالیستی معمولاً pHzpc اکسید روی برابر ۰/۳+ ۹ می‌باشد. سطح کاتالیست در pHهای کمتر از ۹ مثبت بوده و در pH بالایی ۹ منفی می‌باشد از اینرو در pH کمتر از ۹ کاتالیست معمولاً دارای بار سطحی مثبت می‌باشند در این محلول‌ها بارهای مثبت کاتالیست با رنگزای آنیونی وارد واکنش شده و باعث افزایش تجزیه رنگزا می‌شوند. و در pH بالایی ۹ بارهای سطحی کاتالیست منفی شده و با رنگزا آنیونی یکدیگر را دفع کرده و منجربه کاهش فعالیت فوتوکاتالیستی می‌شود (۲). به طوری که نتایج حاصله با مطالعه‌ای که و همکاران که بر روی تجزیه رنگزای متیلن بلو با استفاده از نانوذرات اکسید روی آلایش شده با کبالت مطابقت دارد (۱۷).

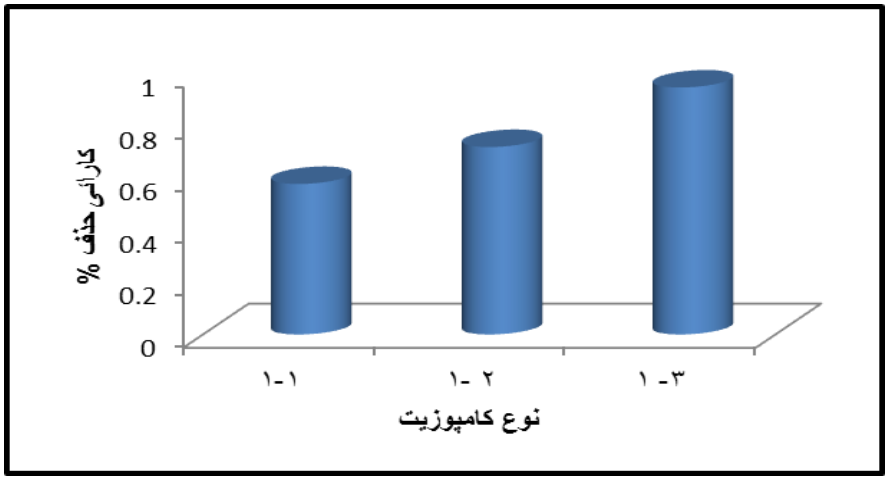
تعیین میزان بهینه استفاده از نانوکامپوزیت برای تخریب رنگزا موضوع بسیار مهمی محسوب می‌شود چرا که میزان تخریب به توجه به مسائلی زیست محیطی، ذخیره انرزی و مقرون به صرفه بودن نانوکامپوزیت تولیدی و مصرفی تعیین می‌شود. تأثیر دوز نانوکامپوزیت بر کارائی تخریب رنگزای راکتیو بلاک۵ محلولی با pH برابر ۷ و غلظت رنگزای ۱۰۰ در دوزهای جاذب ۲-۰/۵ مورد بررسی قرار گرفت. همان طوری که از جدول ۴ پیداست با افزایش دوز نانو کاتالیست تا میزان ۱/۲ گرم در لیتر میزان تخریب افزایش یافته سپس شروع به کاهش می‌کند. افزایش تخریب رنگزا در اثر افزایش میزان دوز را می‌توان اینطور تفسیر کرد که با افزایش دوز نانوکامپوزیت مکان‌های فعال در دسترس افزایش یافته و نفوذ نور فرابنفش به داخل محلول افزایش می‌یابد و باعث افزایش تخریب رنگزا می‌شود. اما افزایش دوز نانو کامپوزیت بیشتر از دوز بهینه منجر به کاهش نفوذ نور و یا کاهش مکان‌های فعال برای جذب و تولید رادیکال‌های هیدروکسیل شده و باعث کاهش میزان تخریب رنگزا می‌شود (۱). نتایج حاصله با نتایج تحقیقی که محقق و همکاران بر روی حذف رنگزای اسید بلاک ۹۲ با استفاده از نانوکامپوزیت اکسید روی انجام شد مطابقت دارد (۱۸) .

جهت بررسی تأثیر غلظت اولیه رنگ در راندمان تخریب تأثیر غلظت های ۲۵۰-۵۰ میلی‌گرم در لیتر رنگ مورد بررسی قرار گرفت. شکل ۳ بیانگر آن است با افزایش غلظت رنگزا میزان تخریب رنگزا کاهش می‌یابد. علت کاهش تجزیه رنگزا در غلظت‌های بالا ممکن است در نتیجه کاهش نفوذ نور و یا کاهش مکانهای فعال برای جذب و تولید رادیکال‌های هیدروکسیل باشد به طوری که با افزایش غلظت رنگزا بیشتر مولکول‌های رنگزا روی سطح نانو ذرات جذب شده و مانع از تولید رادیکال‌های

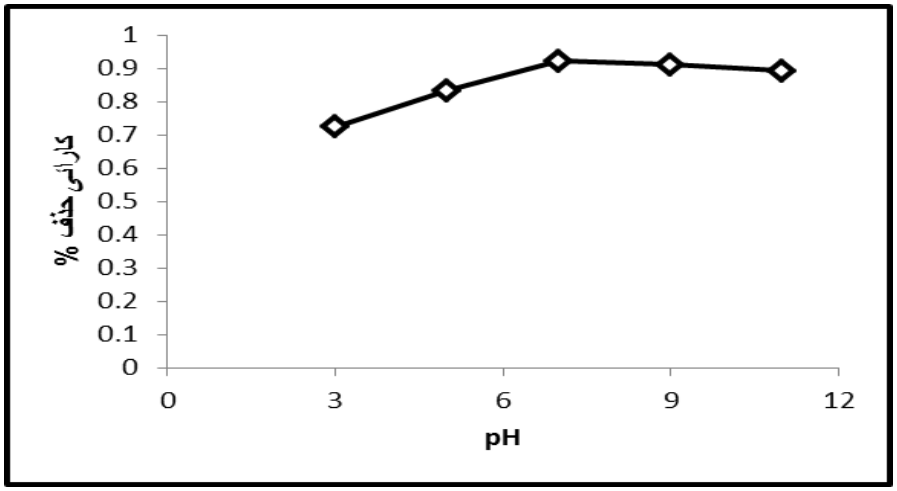
[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-07]

هیدروکسیل می‌شوند (۱۸). به طوری که نتایج بدست آمده با مطالعه Vignesh و همکاران بروی حذف رنگزای متیلن بلو با استفاده از نانوذرات اکسید روی آلایش شده با نیکل و کبالت و تالیم مطابقت دارد (۲).

به طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که نانوکامپوزیت ZnO-Cu کارائی بالایی در تخریب رنگزای راکتیو بلاک ۵ داشته و می‌توان از آن به عنوان یک گزینه کارآمد برای تصفیه پسابهای رنگی و تخریب آلاینده‌های زیست محیطی استفاده کرد.

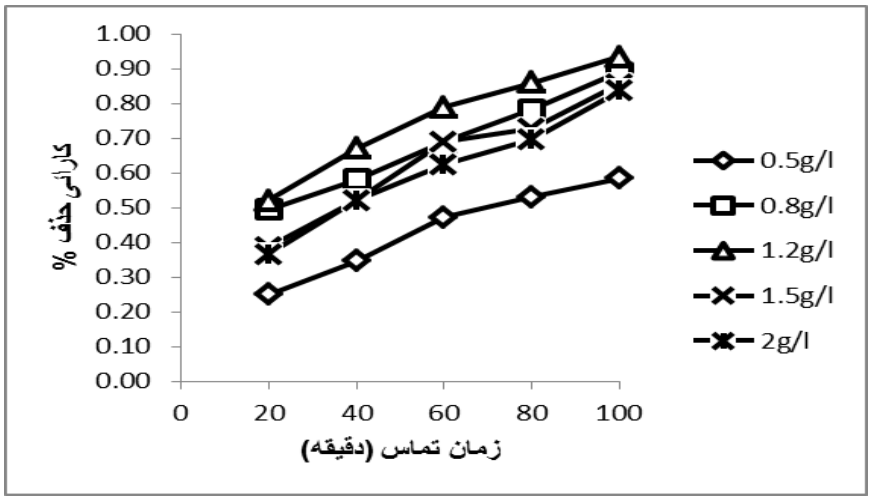


شکل ۱: تأثیر نوع نانوکامپوزیت سنتز شده درتخریب رنگزای راکتیو بلاک ۵

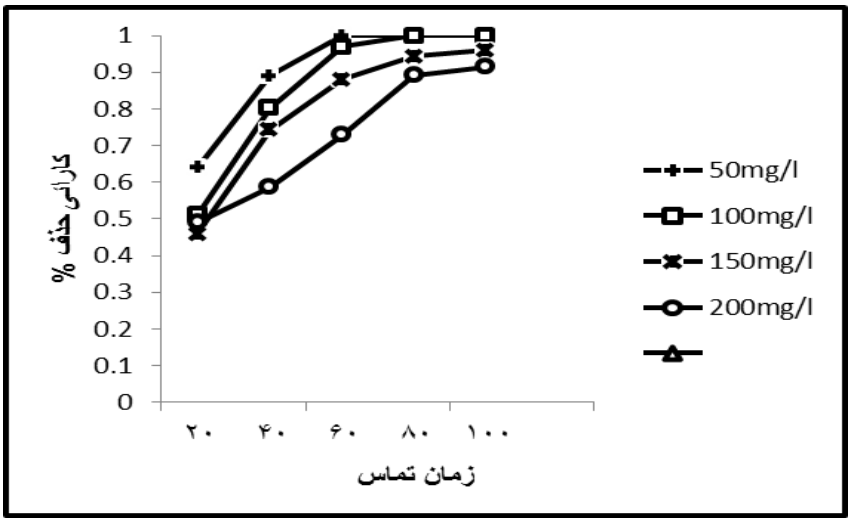


شکل ۲: تأثیر pH اولیه محلول در تخریب رنگزای راکتیو بلاک ۵

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-07]



شکل ۳: تأثیر مقدار کاتالیست در تخریب رنگزای راکتیو بلاک ۵



شکل ٤: تأثیر غلظت اولیه رنگزا بر میزان تخریب رنگزای راکتیو بلاک ۵

References

1 Ertugay N, Acar FN. The degradation of Direct Blue 71 by sono, photo and sonophotocatalytic oxidation in the presence of ZnO nanocatalyst. Appl Surface Sci. 2014.

2. Vignesh K, Rajarajan M, Suganthi A. Visible light assisted photocatalytic performance of Ni and Th co-doped ZnO nanoparticles for the degradation of methylene blue dye. J Ind Engin Chem. 2014.

3 Golob V, Ojstršek A. Removal of vat and disperse dyes from residual pad liquors. Dye Pigments. 2005;64۶۱.-۵۷:(۱)

4. Orfao J, Silva A, Pereira J, Barata S, Fonseca I, Faria P, et al. Adsorption of a reactive dye on chemically modified activated carbons—influence of pH. J Coll Interface Sci. 2006;296(2):480-9.

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-07]

5 Kannan N, Sundaram MM. Kinetics and mechanism of removal of methylene blue by adsorption on various carbons—a comparative study. Dye Pigments. 2001;51(1):25-40.
6. Ciardelli G, Corsi L, Marcucci M. Membrane separation for wastewater reuse in the textile industry. Resources Conserv Recycl. 2001;31(2):189-97.
7 Golka K, Kopps S, Myslak ZW. Carcinogenicity of azo colorants: influence of solubility and bioavailability. Toxicol Lett. 2004;151(1):203-10.
8. Karagozoglu B, Tasdemir M, Demirbas E, Kobya M. The adsorption of basic dye (Astrazon Blue FGRL) from aqueous solutions onto sepiolite, fly ash and apricot shell activated carbon: Kinetic and equilibrium studies. J Hazardous Mater. 2007;147(1):297-306.
9. Bergamini R, Azevedo EB, Araújo LR. Heterogeneous photocatalytic degradation of reactive dyes in aqueous TiO< sub> 2</sub> suspensions: Decolorization kinetics. Chem Engin J. 2009;149(1):215-20.
10. Giahi M, Moradidoost A, Bagherinia M, Taghavi H. The photocatalytic degradation of cationic surfactant from wastewater in the presence of nano-zinc oxide using Taguchi method. Russian J Physical Chem A. 2013;87(13):2279-84.
11. Soltani N, Saion E, Yunus W, Erfani M, Navasery M, Bahmanrokh G, et al. Enhancement of visible light photocatalytic activity of ZnS and CdS nanoparticles based on organic and inorganic coating. Appl Surface Sci. 2014;290:440-7.
12. Shahmoradi B, Namratha K, Byrappa K, Soga K, Ananda S, Somashekar R. Enhancement of the photocatalytic activity of modified ZnO nanoparticles with manganese additive. Res Chem Inter. 2011;37(2-5):329-40.
13. Shahmoradi B, Soga K, Ananda S, Somashekar R, Byrappa K. Modification of neodymium-doped ZnO hybrid nanoparticles under mild hydrothermal conditions. Nanoscale. 2010;2(7):1160-4.
14 Aneesh P, Vanaja K, Jayaraj M, editors. Synthesis of ZnO nanoparticles by hydrothermal method. NanoScience+ Engineering; 2007: International Society for Optics and Photonics.
15 Baruah S, Dutta J. Hydrothermal growth of ZnO nanostructures. Sci Technol Advan Mater. 2009;10(1):1-18.
16 Ismail AA, El-Midany A, Abdel-Aal E, El-Shall H. Application of statistical design to optimize the preparation of ZnO nanoparticles via hydrothermal technique. Mater Lett. **2005;59(14):1924-8.**
17 Senthilraja A, Subash B, Krishnakumar B, Rajamanickam D, Swaminathan M, Shanthi M. Synthesis, characterization and catalytic activity of co-doped Ag–Au–ZnO for MB dye degradation under UV-A light. Material Sci Semicond Proc. 2014;22:83-91.
18 Mohaghegh N, Tasviri M, Rahimi E, Gholami MR. Nano sized ZnO composites: Preparation, characterization and application as photocatalysts for degradation of AB92 azo dye. Materials Sci Semicond Proc. 2014;21:167-79.

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-07]

Original paper

Investigation of Photocatalytic degradation of reactive black5 dye using ZnO-CuO nanocomposite

Kamal Salehi[1], Afshin Maleki[2], Behzad Shahmoradi[3], Borhan Mansouri[4,5], Fardin Gharibi[6]
1- MSc Student, Health Department, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran.
kamalsalehi1366@gmail.com; Mobile: 09192008133
2- Associate Professor, Kurdistan Environmental Health Research Center, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran.
3- Assisstant Professor, Kurdistan Environmental Health Research Center, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran.
4- PhD Student, Kurdistan Environmental Health Research Center, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran;
5- Student Research Center, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran.
6- MsPH Health Management, Deputy of Research and Technology, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran.

Abstract
Background and Aim: Advanced oxidation processes (AOPs) are widely used for the removal of recalcitrant organic dyes from industrial and municipal wastewater. So, the aim of this study was to evaluate the degradation of reactive black 5 using ZnO ZnO-CuO nano composite as a catalyst in the presence of UV light.
Material and Methods: This research was an experimental study and performed at laboratory scale. The nanocomposite was characterized by scanning electron microscope (SEM). The effects of parameters on the photocatalysis process such as initial dye concentration, photocatalyst dose and pH were also studied.
Result: results showed that the degradation rate decreases as the initial reactive black5 (RB5) concentration increases. Also photocatalyst dose and pH results showed that the degradation efficiency of RB5 was carried out effectively at an initial pH 5 and photocatalyst dose 1.2 respectively, while increasing the pH and photocatalyst dose causes a decrease of the removal rate.
Conclusion: It could be concluded that the photocatalytic process of ZnO-CuO/UV nanocomposite could be suitable technique for degradation of dyes and environmental pollution from effluents.
Key word: Dye, photocatalyst, zinc oxide, ZnO-CuO nanocomposite, UV light

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-07]