بررسی عوامل مؤثر بر فرآیند فتوکاتالیستی UV/ZnO در حذف فنل از محلول‌های آبی

صدیقه سعیدی[*1]، حاتم گودینی[2]، بهرام کمره‌ئی[3]، سودابه زارع[4]، مرضیه رشیدی پور[5]، زهره ابراهیمی[6]، پروین مصطفایی[3]

[1] آموزشکده فنی و حرفه ای سما، دانشگاه آزاد اسلامی، واحده ایذه، ایذه، ایران

[2] گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران

[3] گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی لرستان، خرم آباد، ایران

[4] گروه آمار، دانشکده بهداشت، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی لرستان، خرم آباد، ایران

[5] مرکز تحقیقات گیاهان داروئی رازی، دانشگاه علوم پزشکی لرستان، خرم آباد، ایران

[6] گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور، اهواز، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹٤/۱۰/۲۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۳/۱۰

چکیده

مقدمه: فنل یک هیدروکربن آروماتیک و از مشتقات بنزن می‌باشد که در آب حلالیت بالایی دارد و حذف کامل آن به روش‌های معمول میسر نمی‌باشد. هدف از این تحقیق مطالعه حذف فنل با استفاده از فرآیند فتوکاتالیستیUV/ZnO و بررسی عوامل مؤثر در راندمان این فرآیند می‌باشد.

روش بررسی: این پژوهش در مقیاس آزمایشگاهی و به‌طور ناپیوسته راهبری گردید. جهت انجام آزمایش‌ها از یک رآکتور به حجم ۱ لیتر با استفاده از نانو ذرات اکسید روی که به روش حرارتی بر سطح شیشه تثبیت شده بودند و لامپ UV_C استفاده گردید. اثر پارامترهای مختلف مانند غلظت اولیه فنل، pH و زمان ماند بر میزان تجزیه فتوکاتالیستی فنل مورد بررسی قرار گرفتند.

یافته‌ها: در این مطالعه با بررسی پارامترهای مؤثر بر این فرآیند مشخص شد که در شرایط بهینه، غلظت اولیه فنل ۵ میلی‌گرم بر لیتر، pH برابر ۳، شدت تابش برابر $3950 \mu w/cm^2$ و مدت‌زمان ۱۲۰ دقیقه راندمان حذف ۱۰۰ درصد حاصل گردید. pH، غلظت اولیه فنل و زمان تماس بر راندمان حذف فنل موثر بوده به طوری که با کاهش pH و غلظت اولیه فنل راندمان حذف افزایش می‌یابد.

نتیجه‌گیری: تجزیه فتوکاتالیستی فنل به وسیله فرآیند UV/ZnO یک روش مؤثر در حذف این آلاینده در محلول‌های آبی می‌باشد.

کلمات کلیدی: تجزیه فتوکاتالیستی، نانو ذرات اکسید روی، فنل، pH

مقدمه

بسیاری از پساب‌های تولیدی از صنایعی مانند پالایشگاه-های نفت، کارخانجات پتروشیمی و فعالیت‌های نفتی، نساجی و ... حاوی آلاینده‌های آلی خطرناک مانند فنل و مشتقات آن هستند. تلاش‌های بسیاری در سراسر جهان برای یافتن یک فرآیند مؤثر به‌عنوان یک پیش‌تصفیه برای فرآیندهای بیولوژیکی یا یک گزینه تصفیه مجزا شده است.[1و2]

* آموزشکده فنی و حرفه ای سما، دانشگاه آزاد اسلامی، واحده ایذه، ایذه، ایران

ایمیل: *samirasaeedi294@gmail.com* - **شماره تماس:** ۰۶۱-٤۳٦۳۱۰٦۹

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.3.3.220]

فنل نوعی هیدروکربن آروماتیک و دارای خاصیت حلالیت پذیری بالا در آب بوده که به دنبال آن پس از حل شدن در آب خاصیت اسیدی پیدا می‌کند. ازاین‌رو سازمان جهانی بهداشت حداکثر غلظت مجاز فنل در آب آشامیدنی را ۰/۰۰۱ میلی‌گرم در لیتر و سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا میزان مجاز فنل در منابع آب جوامع انسانی را ۰/۳ میلی‌گرم در لیتر در نظر گرفته است.[۳و٤]

مهمترین روش‌های حذف فنل و ترکیبات فنلی شامل تصفیه بیولوژیکی، استخراج در حلال، اسمز معکوس، اکسیداسیون شیمیایی و روش‌های الکتروشیمیایی می‌باشند.[۵-۷] اخیراً روش دیگری تحت عنوان فرآیندهای اکسیداسیون پیشرفته (AOP_s) شناخته شده است. این روش به علت داشتن توانایی در کاهش و معدنی کردن ترکیبات آلی مقاوم در برابر تصفیه بیولوژیکی و شیمیایی متداول به‌طور چشمگیری در فرآیندهای تصفیه مورد توجه قرار گرفته است.[۸] تولید رادیکال هیدروکسیل ($OH^{\bullet}$) در فرآیند اکسیداسیون پیشرفته، منجر به اکسید و از بین رفتن ترکیبات مقاوم در برابر اکسنده‌های متداول می‌شود. در این فرآیند از کاتالیست‌هایی مانند TiO_2 و ZnO به علت ویژگی‌های فیزیکی مانند انرژی و طول موج حفره باندی، آسان بودن اجرا و اقتصادی بودن بیشتر از بقیه کاتالیست‌ها استفاده می‌شود.[۹] در تجزیه فتوکاتالیزوری، مواد آلوده‌کننده تحت تأثیر تابش اشعه UVو در حضور ذرات اکسیدهای فلزی نظیر ZnO و TiO_2 تجزیه می‌گردند.[۱۰-۱۲]

کاتالیست اکسید روی دارای خواص الکتریکی و اپتیکی منحصر به فردی بوده و به عنوان یک فتوکاتالیست شناخته شده و همچنین تولید پتانسیل منفی بیشتر الکترون، توجه زیادی در زمینه تخریب آلاینده‌های مختلف زیست محیطی در مقایسه با کاتالیست TiO_2 جلب کرده است.[۱۳] ZnO، به‌عنوان یک کاتالیست نیمه‌هادی دارای مزایای پایداری بالا در مقابل خوردگی نوری و شیمیایی، قابلیت تجزیه ترکیبات آلی سمی، قابلیت جذب طیف وسیعی از امواج الکترومغناطیسی، قابلیت فتوکاتالیستی در معرض تابش پرتو به دلیل راندمان بالا در تولید الکترون‌ها، حرکت الکترون‌ها و جداسازی الکترون‌های نوری و منفذهای موجود در آن می‌باشد که برای اکسیداسیون طیف وسیعی از ترکیبات آلی استفاده شده است.[۱٤]

در سال‌های اخیر محققان بسیاری بر روی حذف انواع آلاینده‌های سخت تجزیه‌پذیر ازجمله فنل و مشتقات آن با استفاده از فرآیند تجزیه فتوکاتالیستی مطالعه داشته‌اند. مشرام و همکارانش(۲۰۱۱)، حذف فنل را با به‌کارگیری ZnO و پرتو فرابنفش مورد بررسی قرار دادند و به بازده حذف ۷۰ درصد دست یافتند.[۱۳] گایا و همکارانش (۲۰۰۹) در مطالعه‌ای به بررسی تجزیه فتوکاتالیستی ٤-کلروفنل با استفاده از فرآیند UV/ZnO پرداختند که بیشترین میزان حذف ٤-کلروفنل در غلظت برابر ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر و در مدت‌زمان ۳ ساعت حاصل شده است.[۱۵] هدف از این تحقیق، مطالعه حذف فنل با استفاده از فرآیند فتوکاتالیستی UV/ZnO و بررسی عوامل مؤثر در راندمان این فرآیند می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مقیاس آزمایشگاهی و به‌صورت ناپیوسته انجام شد. نانو ذرات اکسیدروی با درجه خلوص آزمایشگاهی از شرکت DPH انگلستان خریداری شد و جهت تثبیت نانو ذرات اکسید روی از روش تثبیت حرارتی استفاده گردید. به‌منظور تعیین مشخصات فیزیکی پودر نانو ذرات اکسید روی و نانو ذرات اکسید روی تثبیت‌شده بر روی شیشه از تکنیک طیف پراکنش اشعه X (XRD) و میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) استفاده گردید. فنل مورد استفاده در این تحقیق به منظور تولید غلظت مشخصی از آلودگی در آب، از شرکت مرک آلمان با درجه خلوص ۹۹ درصد برای آنالیزهای آزمایشگاهی خریداری شد. به همین منظور ابتدا طبق استاندارد متد، محلول استوک ۱ گرم بر لیتر فنل تهیه گردید. برای رسم منحنی کالیبراسیون، غلظت‌های مختلفی از فنل تهیه شد و پس

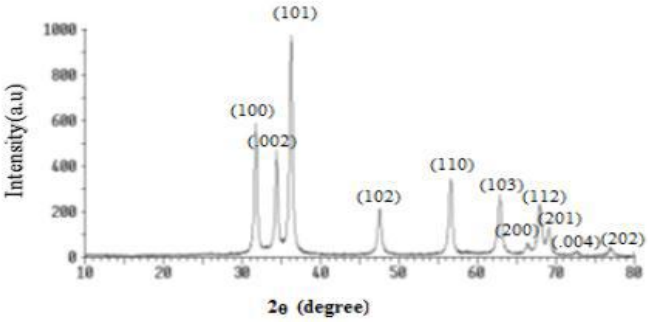
[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.3.3.220]

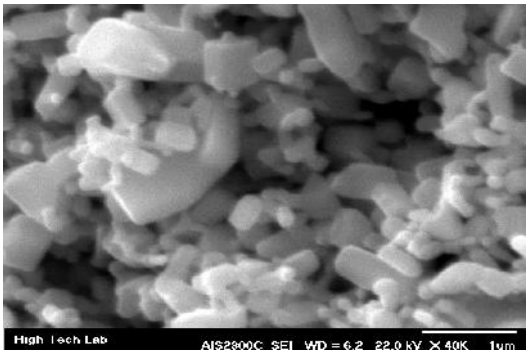
از افزودن معرف‌های مورد نیاز و بعد از گذشت ۱۵ دقیقه، جذب نمونه‌ها به استفاده از دستگاه اسپکترو فتومتر (مدل۲۱۰۰–VIS یونیکو آمریکا) در طول موج ۵۰۰ نانومتر بر اساس روش ۵۵۳۰D رنگ سنجی کتاب روش های استاندارد برای آزمایش‌های آب و فاضلاب[16] قرائت شدند. در مراحل بعدی آزمایش از محلول استوک مذکور در تهیه نمونه‌های مورد نظر فنل با غلظت‌های مورد نیاز جهت آزمایش‌ها با رقیق‌سازی به کمک آب مقطر استفاده شد. جهت مشابه‌سازی غلظت فنل در نمونه‌های مورد بررسی با متوسط مقدار آن در پساب‌های صنعتی، محلول فنل در پنج سطح ۵، ۱۰، ۲۰، ٤٠ و ۸۰ میلی-گرم بر لیتر تهیه شد. سپس نمونه‌های تهیه شده برای تعیین پارامترهای بهینه مؤثر در این آزمایش شامل pH، زمان و غلظت فنل مورد آنالیز قرار گرفتند. پارامترهای مورد بررسی در این مطالعه شامل pH در محدوده (۳، ۵، ۷، ۹ و ۱۱)، غلظت فنل در محدوده (۵، ۱۰، ۲۰، ٤٠ و ۸۰ میلی‌گرم بر لیتر) و زمان تماس در محدوده (۳۰، ٦٠، ۹۰، ۱۲۰، ۱۵۰ و ۱۸۰ دقیقه) بود. جهت اندازه‌گیری pH از pH متر (مدل211- Hana آلمان) و برای تنظیم pH از NaOH و HCl ۰/۱ نرمال استفاده گردید. تمامی آزمایش‌ها به‌صورت ناپیوسته و با در نظر گرفتن متغیرهای مختلف در درجه حرارت محیط انجام شدند.

نتایج

جهت تعیین مشخصات ساختاری نانو ذرات اکسید روی از تکنیک‌های پرتو ایکس و میکروسکوپ الکترونی روبشی استفاده شد که در شکل‌های ۱و ۲ ارائه شده‌اند. همچنان که از شکل ۱ مشاهده می‌گردد پیک‌های حاصل مربوط به اکسید روی می‌باشد که نشان دهنده خلوص بالای این نانو ذره می-باشد. شکل ۲ نشان می‌دهد که ذرات مورد استفاده در اندازه نانو و به شکل کریستالی می باشند.



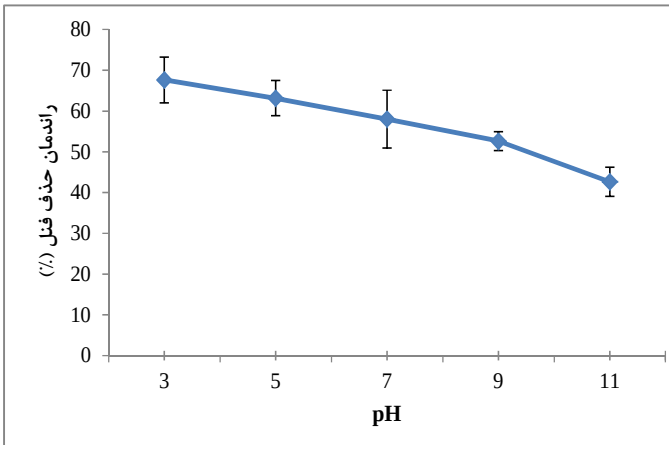
شکل ۱: تکنیک پراش پرتو ایکس (XRD) نانو ذرات اکسید روی



[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.3.3.220]

شکل ۲: تصویر SEM از نانو ذرات اکسید روی تثبیت‌شده بر شیشه

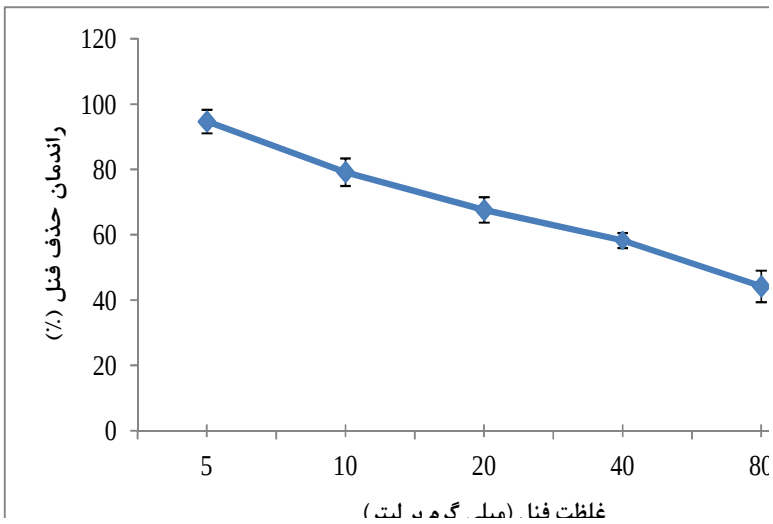


نمودار ۱: تأثیر pH در حذف فنل در فرآیند UV/ZnO (غلظت اولیه فنل ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر، زمان تماس ۹۰ دقیقه، شدت پرتودهی $۳۹۵۰\mu w/cm^2$)

تأثیرpH در حذف فنل با غلظت اولیه ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر، زمان تماس ۹۰ دقیقه و شدت پرتودهی $۳۹۵۰\mu w/cm^2$ در نمودار ۱ نشان داده شده است. همچنان که نمودار نشان می‌دهد بیشترین میزان حذف فنل در pH ۳ می‌باشد که با افزایش pH راندمان کاهش می‌یابد.

نتایج اثر غلظت اولیه فنل در حذف فنل در فرآیند UV/ZnO در pH=۳، زمان تماس ۹۰ دقیقه و شدت پرتودهی $۳۹۵۰\mu w/cm^2$ در نمودار ۲ نشان داده است. با افزایش غلظت اولیه فنل راندمان حذف کاهش می‌یابد به طوری که بیشترین راندمان حذف در غلظت اولیه ۵ میلی گرم بر لیتر می‌باشد که برابر ۹٤/۷ درصد بوده است.

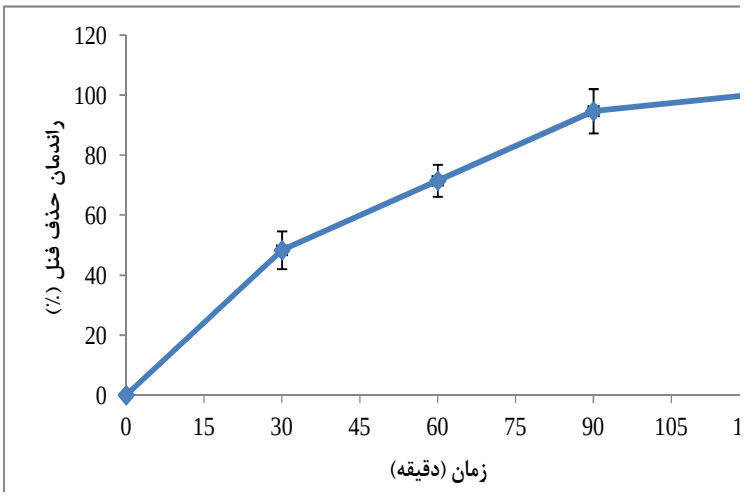
تأثیر زمان تماس در تجزیه فتوکاتالیستی فنل در نمودار ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان داده است که با افزایش زمان تماس میزان راندمان حذف فنل افزایش یافته است به طوری که با افزایش زمان تماس به ۱۲۰ دقیقه میزان حذف صد در صد برای غلظت ۵ میلی‌گرم بر لیتر فنل در pH برابر با ۳ فراهم می‌شود.



[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.3.3.220]

نمودار ۲: تأثیر غلظت اولیه فنل در حذف فنل در فرآیند UV/ZnO (pH=۳)، زمان تماس ۹۰ دقیقه، شدت پرتودهی $۳۹۵۰\mu w/cm^2$.



نمودار ۳: تأثیر زمان تماس در حذف فنل در فرآیند UV/ZnO: pH=۳، غلظت فنل ۵ میلی‌گرم بر لیتر، شدت پرتودهی $۳۹۵۰\mu w/cm^2$

بحث و نتیجه‌گیری

فرآیند تجزیه فتوکاتالیستی یکی از روش‌های مؤثر در حذف بسیاری از آلاینده‌های آلی سخت تجزیه‌پذیر مانند فنل و مشتقات آن است. نتایج به دست آمده از تصویر XRD نشان می‌دهد که نانو ذرات اکسید روی دارای درصد خلوص بالا و ساختار کریستالی شش وجهی بوده که بر اساس مطالعه بنهبال و همکاران (۲۰۱۳) پیک‌های تیز روی نمودار، نشان‌دهنده تبلور خوب نانو ذرات ZnO می‌باشند.[۱۷] با توجه به تصویر SEM اندازه نانو ذرات اکسید روی در این مطالعه کمتر از ۵۰ nm می باشد و تشکیل نانو ذرات ZnO کروی بر صفحات شیشه‌ای، نشان می‌دهد که در کنار هم تجمع یافته و تثبیت به‌خوبی انجام شده است. بررسی تکنیک‌های پرتو ایکس و میکروسکوپ الکترونی روبشی، نشان دهنده‌ی عدم وجود ناخالصی در نانو ذرات اکسید روی مورد استفاده در این تحقیق بود.

با توجه به نمودار ۱، راندمان حذف فنل در شرایط اسیدی نسبت به شرایط قلیایی بیشتر است، به‌طوری‌که بیشترین راندمان حذف در شرایط ثابت آزمایش، در غلظت ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر و مدت زمان ۹۰ دقیقه در pH=۳ برابر ۶۷/۶ درصد و کمترین راندمان در pH=۱۱ (۴۳ درصد) حاصل شد. عوامل تأثیرگذار بر pH را می‌توان به علت حضور بیشتر یون‌های H^+ در محیط اسیدی و به دنبال آن تشکیل رادیکال‌های $OH^{\bullet}$، و همچنین واکنش‌های الکترواستاتیک بین فنل و سطح ماده کاتالیست دانست.[۱۸و۱۹] لاتاسری و همکارانش اثر pH بر تجزیه فتوکاتالیستی فنل، - o کلروفنل و - p کلروفنل با استفاده از فرآیند UV/ZnO بررسی کردند و میزان تجزیه فنل در محلول‌های اسیدی ملایم و خنثی، مطلوب گزارش کردند و علت این رفتار را ناشی از جذب کلروفنل ها در شرایط اسیدی بر سطح ZnO ذکر کردند.[۲۰] در تحقیقی دیگر لیو و همکارانش (۲۰۰۷) به تأثیر pH محلول (5-2) بر فعالیت فتوکاتالیستی $N\text{-}TiO_2$ در تجزیه ٤- کلروفنل پرداختند و به این نتیجه رسیدند که کارایی فرآیند با کاهش pH از 5 به 3 افزایش می‌یابد، اما با کاهش pH به 2 راندمان آن کاهش می‌یابد و pH بهینه را 3 گزارش کردند.[۲۱]

با توجه به نمودار ۲ راندمان حذف با غلظت اولیه فنل رابطه معکوس دارد، به‌طوری‌که در غلظت ۵ میلی‌گرم بر لیتر بیشترین راندمان حذف (۹٤/۷٪) حاصل می‌شود اما میزان حذف در غلظت ۸۰ میلی‌گرم بر لیتر در شرایط ثابت آزمایش

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.3.3.220]

برابـر ٤٤/٢٪ مـی‌باشـد. علـت کـاهش میـزان رانـدمان تجزیـه فتوکاتالیستی با افزایش غلظت اولیه فنل را می‌توان برابـر بـودن غلظت رادیکال‌های تولیدشده در محلـول و تولیـد محصـولات میانی واکنش‌پذیرتر از خود فنل دانسـت.[۱۸و۲۲] پردیشـی و پاتـل (2008) مطالعه‌ای بر روی حذف فنل از پساب به‌وسـیله فرآینـد فتوکاتالیستی $UV+Tio_2$ انجام دادند و طی آن گـزارش کردنـد که بازده حذف فنل با افزایش میزان غلظت فنـل از 25 بـه ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر کاهش می‌یابد.[۲۳] در مطالعـه‌ای دیگـر پاریـدا و همکارانش (۲۰۰٦) با بررسی تـأثیر غلظـت اولیـه سوبسـترا بـر تجزیه 4-- نیتروفنل (100-20 میلی‌گرم بر لیتـر) بـه ایـن نتیجـه رسیدند که با افزایش غلظت اولیه آلاینده از ۲۰ به ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، به علت جـذب اشـعه توسـط آلاینـده در مقـدار معـین کاتالیسـت، میـزان تجزیـه از ۱۰۰٪ بـه ٤۰/۹ درصـد کـاهش می‌یابد.[۲٤] همچنین با توجه به نمودار ۳ که تأثیر زمان تمـاس را در فرآیند فتوکاتالیستی UV/ZnO در حذف فنل نشان مـی‌دهـد مشاهده می‌شود که با افزایش زمان تماس، راندمان حـذف فنـل نیز افزایش می‌یابد به‌طوری‌که در بـالاترین زمـان تمـاس (۱۲۰ دقیقه)، میزان حذف در غلظت ۵ میلی‌گـرم بـر لیتـر برابـر ۱۰۰ درصد به‌دست می‌آید.

بـه‌طـورکلی نتـایج آزمـایش‌هـا نشـان داد کـه فرآینـد فتوکاتالیستی UV/ZnO در مقیاس آزمایشـگاهی روش مناسـبی برای حذف فنل از محلول‌های آبی می‌باشد. علاوه بر آن میزان حذف فنل به میزان زیادی به pH محـیط واکـنش بسـتگی دارد، به‌طوری‌که در pH اسیدی بیشترین راندمان حذف حاصل شد، با افزایش زمان‌ماند و کاهش غلظت اولیه فنل، میزان حذف فنل نیز افزایش چشمگیری داشت.

تشکر و قدردانی

از همکاری کارشناسان و مسئولین آزمایشگاه‌های تحقیقاتی دانشکده بهداشـت و مرکـز تحقیقـات دانشـگاه علـوم پزشـکی لرستان کمال تشکر و قدردانی را داریم.

منابع

1. Juang RS, Huang WC, Hsu YH. Treatment of phenol in synthetic saline wastewater by solvent extraction and two-phase membrane biodegradation. J Hazard Mater 2009;164(1):46-52.

2. Moussavi G, Khavanin A, Alizadeh R. The investigation of catalytic ozonation and integrated catalytic ozonation/biological processes for the removal of phenol from saline wastewaters. J Hazard Mater 2009;171(1-3):175-181.

3. Mukherjee S, Kumar S, Misra AK, Fan M. Removal of phenols from waters environmental by activated carbon, baggasse ash and wood charcoal. Chem Eng J 2007;129(1-3):133-142.

4. Gogate PR, Pandit AB. A review of imperative techcologies for wastewater treatment I: Oxidation technologies at ambient conditions. J Adv Environ Res 2004;8(3-4):501-551.

5. Ra JS, Oh SY, Lee BC, Kim SD. The effect of suspended particles coated by humic acid on the toxicity of pharmaceuticals, estrogens, and phenolic compounds. Inter Environ 2008; 34(2):184-92.

6. Wu J, Yu HQ. Biosorption of 2, 4-dichlorophenol by immobilized white-rot fungus Phanerochaete chrysosporium from aqueous solutions. Biores Technol 2007;98(2): 253-259.

7. Akar T, Ozcan AS, Tunali S, Ozcan A. Biosorption of a textile dye (Acid Blue 40) bycone biomass of Thujaorientalis: Estimation of equilibrium, thermodynamic and kinetic parameters.Biores Technol 2008;99(8):3057-3065.

8. Bach A, Shemer H, Semiat R. Kinetics of phenol mineralization by Fenton-like oxidation. Desalination 2010;264(3):188–192.

9. Aghaei M, Khezri B, Zare K, Aghaei H. Kinetic Study of Photocatalytic Reduction of CO_2 with H_2O Using TiO_2 Catalyst. IJCCE 2011;30(2): 88-95.

10. Akbal F, Nur Onar A. Photocatalytic degradation of phenol. J Environ Monit 2003;83: 295-302.

11. Singh N, Singh J. An enzymatic method for removal of phenol from Industrial effluent. Prep Biochem Biotechnol 2002;32 (2): 127-133.

12. Lanouette, KH. Treatment of phenolic wastes. Chem Eng 1997;84(22): 99-106.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.3.3.220]

13. Meshram S, Limayeb R, Ghodkec S, NigamaS, Sonawanea S, Chikate R. Continuous flow photocatalytic reactor using ZnO–bentonite nanocomposite for degradation of phenol. Chem Eng J 2011;172:1008– 1015.

14. Xio 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 2010;(2-3): 149-155.

15. Gaya UI, Abdullah AH, Zainal Z, Hussein MZ. Photocatalytic treatment of 4-chlorophenol in aqueous ZnO suspensions: Intermediates, influence of dosage and inorganic anions. J Hazard Mater 2009;168: 57–63.

16. APHA, AWWA, WEF. Standardmethods for the examination of water and wastewater. 21st ed. Washington DC: American Public Health Association; 2005.

17. Benhebal H, Chaib M, Salmon T, Geens J, Leonard A, Lambert SD, Crine M, Heinrichs B. Photocatalytic degradation of phenol and benzoic acid using zinc oxide powders prepared by the sol–gel process. AE Journal 2013;52(3):517-523.

18. Caturla F, Martin-Martinez JM, Molina-Sabio M, Rodriguez-Reionoso F, Torregrosa R. Adsorption of Substituted Phenols on activated carbon. J Colloid Interface Sci 1988;124(2):528-34.

19. Busca G, Berardinelli S, Resini C, Arrighi L. Technologies for the removal of phenol from fluid streams: A short review of recent developments. J Hazard Mater 2008;160 (2-3):265-288.

20. Lathasree S, Rao AN, Siva Sankar B, Sadasivam V, Rengaraj K. Heterogeneous photocatalytic mineralization of phenols in aqueous solutions. J Mol Catal A:Chem 2004; 223(1-2):101-105.

21. Yu H, Zheng X, Yin Z, Tao F, Fang B, Hou K. Preparation of nitrogen-doped TiO2 nanoparticle catalyst and its catalytic activity under visible light. Chin J Chem Eng 2007;15(6):802–807.

22. Moussavi G, Khavanin A, Alizadeh R. The investigation of catalytic ozonation and integrated catalytic ozonation/biological processes for the removal of phenol from saline wastewaters. J Hazard Mater 2009;171(1-3):175-181.

23. Pardeshi SK, Patil AB. A Simple Route for Photocatalytic Degradation of Phenol in Aqueous Zinc Oxide Suspension Using Solar Energy. Sol Energy 2008;82(8):700-705.

24. Parida KM, Dash SS, Das DP. Physico-chemical characterization and photocatalytic activity of zinc oxide presented by various methods. J Colloid Interface Sci 2006;298(2):787-793.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.3.3.220]

Investigation of Experimental Factors in Photocatalytical Degradation of Phenol from Aqueous Solution by UV/ZnO

Sedigheh Saeedi[*1], Hatam Godini[2], Bahram Kamarehie[3], Sudabeh Zare[4], Marziyeh Rashidipoor[5], Zohre Ebrahimi[6], Parvin Mostafaee[3]

1. Sama Technical and Vocational Training College, Islamic Azad University, Izeh Branch, Izeh, Iran
2. Environmental Health Engineering Department, School of Health, Alborz University of Medical Sciences, Karaj, Iran
3. Environmental Health Engineering Department, School of Health, Lorestan University of Medical Sciences, Khoram Abad, Iran
4. Statistics Department, School of Health, Lorestan University of Medical Sciences, Khorramabad, Iran
5. Razi Herbal Medicine Research Center, Lorestan University of Medical Sciences, Khorramabad, Iran
6. Environmental Health Engineering Department, School of Health, Jondi Shapoor University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

**** E-mail: samirasaeedi294@gmail.com***

Received: 13 Jan 2016 ; Accepted:30 May 2016

ABSTRACT

Background and purpose: Phenol is an aromatic hydrocarbon and one of the banzan derivatives which have a higher dissolution rate in water and common methods cannot completely remove it. The main objective of this research was to study removal of phenol using UV/ZnO.

Materials and Methods: This study was conducted in a batch system. the experiments was conducted in a reactor with a capacity of 1 liter using zinc oxide nanoparticles that fixed on glass with the thermal fixing method and UVc radiation were used. The effects of initial concentration of phenol, solution pH, and contact time on the photocatalytic removal of phenol were studied.

Results: The results showed that the best conditions for the removal of phenol were achieved at pH 3, 5 mg/L initial phenol concentration, 3950 μw/cm² radiation intensity and 120 min contact time (100% removal efficiency). The pH, initial phenol concentration, and contact time have an effect on phenol removal efficiency; the phenol removal efficiency increases with the decrease of initial phenol concentration and pH.

Conclusion: Results of the present study showed that the photocatalytic degradation process (UV/ZnO) is an effective method in removal of phenol from aqueous solutions.

Keywords: Photocatalytic oxidation, ZnO nanoparticles, Phenol, pH

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.3.3.220]