

بررسی pH و زمان واکنش بر عملکرد فوتوکاتالیست های $\text{La@V}_2\text{O}_5/\text{TiO}_2$ و $\text{Sn@CaO}/\text{TiO}_2$ در حذف مالاویت گرین

نسترن پارسافرد^{۱*}، فاطمه شبانی^۲

^۱ و ^{*} - دانشیار، شیمی فیزیک، گروه شیمی کاربردی، دانشکده علوم پایه و فنی مهندسی و دانشگاه کوثر، Email:n-

parsafard@kub.a.ir

^۲ - دانشجوی کارشناسی، شیمی کاربردی، گروه شیمی کاربردی، دانشکده علوم پایه و فنی مهندسی و دانشگاه کوثر،

Email:ndastmoozeh@yahoo.com

واژگان کلیدی: مالاویت گرین، رنگدانه، عملکرد فوتوکاتالیستی، پسابها.

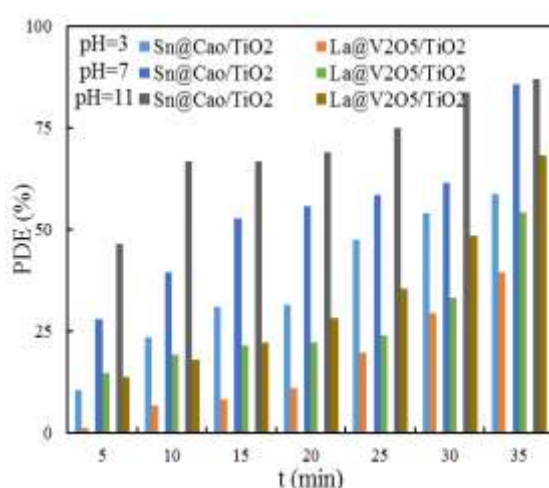
۱- مقدمه

رنگدانه مالاویت گرین یکی از انواع مهم آلاینده های شیمیایی است که به دلیل مقاومت نسبتاً بالا در برابر روش های حذف سنتی، چالش های زیادی برای محیط زیست ایجاد می کند. این نوع آلاینده ها به دلیل وجود گروه های فنولیک و کتونیک، مقاومت بالایی در برابر اکثر روش های حذف دارند و می توانند اثرات نامطلوب بر زندگی انسان ها و محیط زیست داشته باشند. از جمله این روش ها، استفاده از سیستم های فوتوکاتالیستی است که از خواص مواد نانومتری استفاده می کنند. این سیستم ها به دلیل توانایی خود در تبدیل انرژی الکترونی به انرژی شیمیایی، قابلیت حذف سریع و مؤثری از آلاینده های شیمیایی را دارند [۱]. فوتوکاتالیزاسیون به دو نوع تقسیم می شود: فوتوکاتالیزاسیون همگن: در این روش، کاتالیزور و واکنش دهنده در همان فاز قرار دارند. فوتوکاتالیزاسیون ناهمگن: در این روش، کاتالیزور و واکنش دهنده در فازهای مختلف قرار دارند. معمولاً کاتالیزور یک ماده جامد است، در حالی که واکنش دهنده ها در حالت مایع یا گازی هستند. این نوع از فوتوکاتالیزاسیون شامل جذب نور توسط کاتالیزور، تولید جفت های الکترون-حفره و واکنش های کاهش-افزایش با گونه های آغشته شده بر سطح کاتالیزور است [۲]. سیستم $\text{La@V}_2\text{O}_5/\text{TiO}_2$ یکی از نمونه های سیستم های فوتوکاتالیستی است که در زمینه حذف آلاینده های شیمیایی از محیط های آبی مورد مطالعه قرار گرفته است. در این سیستم، نانومواد لانتانیم با اکسید وانادیوم پنتاکسید ترکیب شده اند که به دلیل خاصیت های فوتوکاتالیزوری بالا، در حذف آلاینده های شیمیایی از محیط های آبی کاربرد دارند [۱]. سیستم $\text{Sn@CaO}/\text{TiO}_2$ نیز یکی دیگر از نمونه های سیستم های فوتوکاتالیستی است که در زمینه حذف آلاینده های شیمیایی از محیط های آبی مورد مطالعه قرار گرفته است. این سیستم از ترکیب نانومواد سنیومی با اکسید کلسیم و اکسید تیتانیوم تشکیل شده است که می تواند به عنوان یک کاتالیزور برای تبدیل انرژی الکترونی به انرژی شیمیایی عمل کند [۳]. این مقاله همچنین به تکمیل دانش در مورد مکانیسم های فوتوکاتالیزوری و تأثیر پارامترهای مختلف بر عملکرد این سیستم ها کمک می کند.

۲- نتایج و بحث

بررسی های انجام شده نشان می دهند که هر دو سیستم فوتوکاتالیستی $\text{La@V}_2\text{O}_5/\text{TiO}_2$ و $\text{Sn@CaO}/\text{TiO}_2$ در حذف مالاویت گرین از پسابها مؤثر هستند. بررسی های انجام شده نشان می دهند که عملکرد فوتوکاتالیستی با افزایش زمان

بهبود می‌یابد. این اثر می‌تواند است به دلایل زیر مربوط باشد، افزایش تعداد ذرات فعال سطحی: با افزایش زمان، ذرات کاتالیست بیشتری فعال می‌شوند و بنابراین سطح فعال برای واکنش افزایش می‌یابد. تکمیل واکنش‌های فوتوکاتالیستی: واکنش‌های فوتوکاتالیستی معمولاً چند مرحله‌ای هستند. با افزایش زمان، احتمالاً تمام مراحل واکنش تکمیل می‌شوند. تغییرات در ساختار کریستالی کاتالیست: ممکن است با افزایش زمان، ساختار کریستالی کاتالیست تغییر کند که منجر به بهبود عملکرد شود. ایجاد گونه‌های اکسیژن فعال: با افزایش زمان، ممکن است گونه‌های اکسیژن فعال بیشتری تولید شوند که به طور مستقیم در واکنش شرکت می‌کنند. این عملکرد در pH 11 بیشترین مقدار خود را دارد که می‌تواند به این دلایل مربوط باشد: تغییر در وضعیت ابرسانی بار الکتریکی: این pH ممکن است شرایط ابرسانی بار الکتریکی بهتری برای کاتالیست ایجاد کند. تغییر در ساختار سطحی کاتالیست: ممکن است، ساختار سطحی کاتالیست به گونه‌ای تغییر کند که واکنش‌های فوتوکاتالیستی تقویت یابند. تغییر در سرعت واکنش‌های فوتوکاتالیستی: ممکن است سرعت واکنش‌های فوتوکاتالیستی افزایش یابد. ایجاد شرایط بهینه برای تولید گونه‌های اکسیژن فعال: ممکن است شرایط بهینه‌ای برای تولید گونه‌های اکسیژن فعال ایجاد شود.



شکل ۱: اثر زمان و pH بر عملکرد فوتوکاتالیستی Sn@CaO/TiO₂ و La@V₂O₅/TiO₂

بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهند که کاتالیست Sn@CaO/TiO₂ نسبت به کاتالیست La@V₂O₅/TiO₂ عملکرد بهتری دارند.

۹- نتیجه‌گیری

بررسی‌ها نشان دادند که عملکرد فوتوکاتالیستی با افزایش زمان بهبود می‌یابد. حداکثر عملکرد در pH 11 رخ می‌دهد. کاتالیست‌های حاوی کلسیم نسبت به کاتالیست‌های حاوی وانادیم عملکرد بهتری نشان می‌دهند. این یافته‌ها تأیید می‌کنند که انتخاب مناسب سیستم فوتوکاتالیستی برای حذف رنگدانه‌های خاص از پساب‌ها نیازمند در نظر گرفتن عوامل متعددی مانند زمان اثر، pH محیط، و ترکیب شیمیایی کاتالیست است. طراحی کاتالیست‌های بهینه با ترکیبی مناسب از کلسیم و وانادیم می‌تواند به حذف کاتالیستی رنگدانه مالاشیت گرین از پساب‌های صنعتی کمک شایانی کند.

منابع و مراجع

- [1] Parsafard, N., & Shoorgashti, Z. (2024). The effect of transition metal oxides in the La/TiO₂ structure for the photocatalytic degradation of malachite green under UV and visible light irradiation. *Applied Water Science*, 14(10), 220.
- [2] Khan, S., Noor, T., Iqbal, N., & Yaqoob, L. (2024). Photocatalytic Dye Degradation from Textile Wastewater: A Review. *ACS omega*.
- [3] Parsafard, N., Abedi, R., & Moodi, H. (2024). Ternary tin-doped titanium dioxide/calcium oxide (Sn-TiO₂/CaO) composite as a photocatalyst for efficient removal of toxic dyes. *RSC advances*, 14(28), 19984-19995.