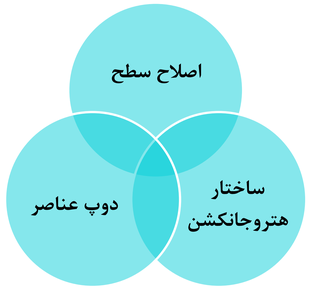
بررسی خاصیت فوتوکاتالیستی کامپوزیت بر پایه TiO2 به منظور حذف رودامین B

محمد اصانلو *[1]، فرهاد خراشه [2]، افسانه سادات لاریمی [3]

۱- دانشجوی دکتری، دانشکده مهندسی شیمی و نفت، دانشگاه صنعتی شریف

۲- استاد، دانشکده مهندسی شیمی و نفت، دانشگاه صنعتی شریف

۳- استادیار، گروه پژوهشی شیمی و فرآیند، پژوهشگاه نیرو



چکیده

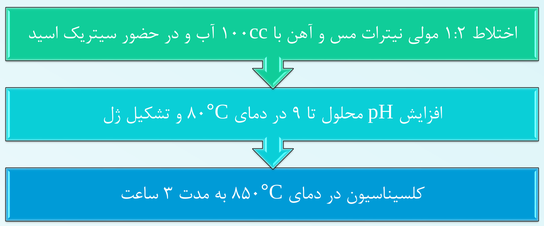
یکی از مسائل مهم و بزرگ که انسان در قرون جدید با آن مواجه شده است حل مشکلات ناشی از ورود انواع آلاینده‌های آلی و غیر آلی به محیط زیست و اکوسیستم است. برای حل این مشکلات راه‌حل های گوناگونی نظیر روش های فیزیکی، شیمیایی و زیستی ارائه شده است. یکی از راه‌هایی که پیشرفت‌های زیادی به خصوص در سالهای اخیر داشته است تخریب نوری آلاینده‌های آلی و غیرآلی به وسیله‌ی واکنش‌های اکسیداسیون پیشرفته است. در این پژوهش با استفاده از ساخت کامپوزیت فریت مس بر پایه دی اکسید تیتانیوم میزان خاصیت فوتوکاتالیستی در حذف رودامین B بررسی شده و از آنالیزهای SEM پراش اشعه ایکس (XRD) و طیف سنجی بازتاب پخشی (DRS) به منظور بررسی فاز کریستالی و اندازه گیری تراز انرژی فوتوکاتالیست ها استفاده شده است. تشکیل ساختار هتروجانکشن و دوپ کردن یک فلز به عنوان یک راهکار مهم در افزایش فعالیت فوتوکاتالیست در ناحیه مرئی بیان می شود.

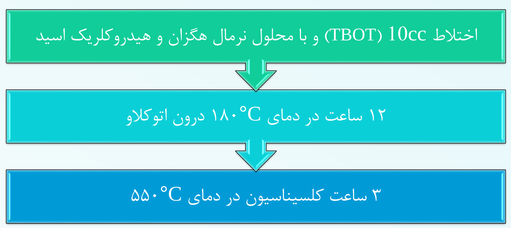
مقدمه

با پیشرفت های روزافزون زندگی بشر و صنعتی شدن زندگی انسان ها شاهد ورود انواع آلاینده ها به محیط زیست هستیم [۱و۲]. به طوری که آلودگی آب به یکی از مهمترین نگرانی‌ها در زندگی بشر به خصوص در سالیان اخیر تبدیل شده است. به طور کلی رنگ ها، حلال‌ها و فلزات سنگین از مهمترین آلاینده های آب به شمار می روند. رنگ رودامین B در صنایعی نظیر: نساجی، چرم، داروسازی، و آرایشی بکار می‌رود در نتیجه حذف آن از محیط آبی بسیار حائز اهمیت است [۲]. از مهمترین روش ها در حذف رنگ ها می توان به: جذب، فرآیندهای غشایی، انعقاد و لخته سازی و فرآیندهای اکسیداسیون پیشرفته اشاره کرد. به طور کلی فرآیند اکسیداسیون پیشرفته بر اساس تولید رادیکال های فعال به خصوص رادیکال های هیدروکسیل در آب بوده که سبب تصفیه و حذف آلاینده های آب می شود [۳]. در سالیان اخیر تحقیقات بسیاری روی استفاده از نیمه‌هادی هایی نظیر اکسید روی [۴]، اکسید آهن [۲]، دی اکسید تیتانیوم [۵] و اکسید مس [۶] به منظور حذف ترکیبات آلی از آب انجام گرفته است. دی اکسید تیتانیوم به دلیل فعالیت فوتوکاتالیستی بالا یکی از پرکاربردترین فوتوکاتالیست ها می باشد اما دارای معایبی نظیر انرژی باندگپ زیاد و بازترکیب الکترون و حفره است. در این پژوهش با استفاده از تشکیل ساختار هتروجانکشن بین دی اکسید تیتانیوم و فریت مس به عنوان یک ترکیب مغناطیسی و استفاده از دوپ عنصر نقره میزان تخریب رودامین B مورد بررسی قرار گرفته است.

سنتز فوتوکاتالیست و نتایج

در این پژوهش از روش سل-ژل و هیدروترمال و ترسیب نوری به منظور ساخت فوتوکاتالیست های فریت مس و دی اکسید تیتانیوم و دوپ عنصر نقره استفاده شده است. همچنین برای ساخت فوتوکاتالیست ها از تترا ان بوتیل ارتو تیتانات، هیدروکلریک اسید، متانول، سیتریک اسید، آمونیاک، نمک های نیترات مس، آهن و نقره استفاده شده است. همچنین تمامی مواد مصرفی در این پژوهش از شرکت مرک تهیه شده است. شمای کلی ساخت فوتوکاتالیست ها مطابق شکل های زیر می باشد. همچنین به منظور بارگذاری نقره روی فوتوکاتالیست بهینه در حضور گاز نیتروژن متانول و آب انجام شده است.

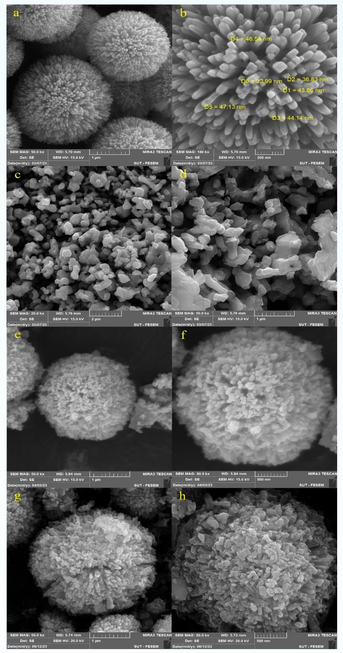


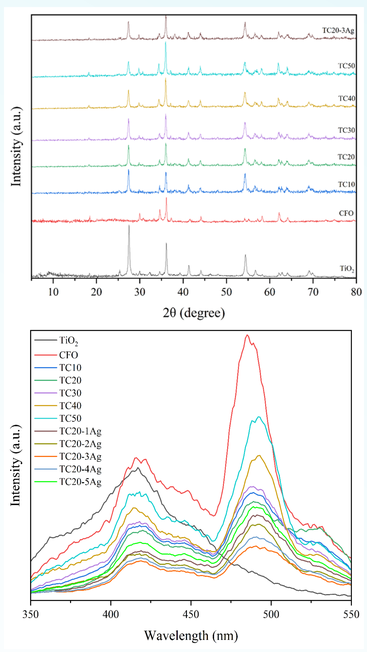


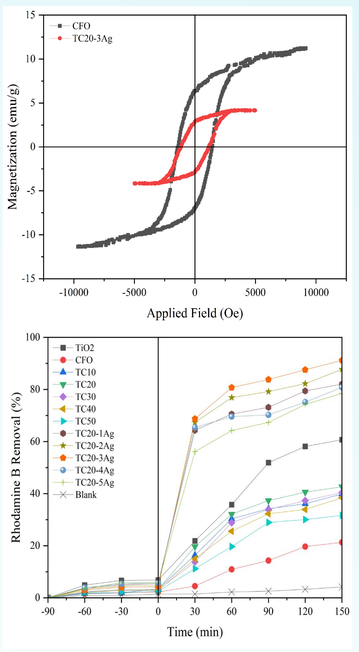
مطابق نتایج آنالیز XRD دی اکسید تیتانیوم ساخته شده دارای فاز کریستالی روتایل و فریت مس دارای ساختاره spinal می باشد.

مطابق آنالیز SEM دی اکسید تیتانیوم ساختار نانو دندانه ای را به خوبی تشکیل داده است، همچنین فریت مس ساختار میکرو کروی را تشکیل داده است.

در انتها بر اساس آنالیز DRS و معادله tauc فریت مس دارای باند گپ برابر 1.5 ev و دی اکسید تیتانیوم 3.1 ev می باشد.

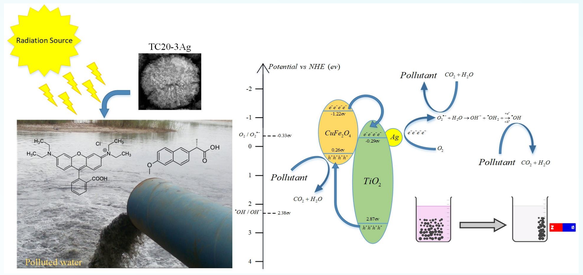






تحلیل نتایج

در این پژوهش با استفاده از ساخت دی اکسید تیتانیوم با مورفلوژی دندانه ای میزان فعالیت فوتوکاتالیستی در تخریب آلاینده رودامین B با غلظت ۱۰ppm پس از ۲۴۰ دقیقه حدود ۲۵٪ همچنین پس از بارگذاری فریت مس و نقره توانسته است میزان فعالت فوتوکاتالیست در حضور ۳٪ وزنی نقره ۲۰٪ وزنی فریت مس تا ۹۱٪ برسد. علاوه بر این استفاده از فوتوکاتالیست فریت مس در کنار دی اکسید تیتانیوم توانسته است میزان جداسازی و استفاده مجدد فوتوکاتالیست را افزایش دهد.



منابع

1. Rezig, W. and M. Hadjel, Photocatalytic degradation of Vat Green 03 textile dye, using the Ferrihydrite-Modified Diatomite with TiO2/UV process. Oriental Journal of Chemistry, 2014. 30(3): p. 993-1007.

2. Liang, H., et al., Diatomite coated with Fe2O3 as an efficient heterogeneous catalyst for degradation of organic pollutant. Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers, 2015. 49: p. 105-112.

3. Deng, Y. and R. Zhao, Advanced oxidation processes (AOPs) in wastewater treatment. Current Pollution Reports, 2015. 1(3): p. 167-176.

4. Zhu, Q., et al., Preparation and characterization of Cu2O–ZnO immobilized on diatomite for photocatalytic treatment of red water produced from manufacturing of TNT. Chemical engineering journal, 2011. 171(1): p. 61-68.

5. Huang, M., et al., Photocatalytic discolorization of methyl orange solution by Pt modified TiO2 loaded on natural zeolite. Dyes and pigments, 2008. 77(2): p. 327-334.

6. Choi, J., et al., Preparation and characterization of graphene oxide supported Cu, Cu2O, and CuO nanocomposites and their high photocatalytic activity for organic dye molecule. Current Applied Physics, 2017. 17(2): p. 137-145.