

افزایش عملکرد مواد پیزوالکتریک برای تخریب آلاینده های آلی

علیرضا محمودی هاشمی^{۱*}، شهربانو رحمان ستایش^۲، مهدی حسن زاده^۳

۱ و* - : علیرضا محمودی هاشمی، دانشجوی کارشناسی ارشد، رشته شیمی، گروه شیمی فیزیک، دانشکده شیمی، دانشگاه صنعتی شریف

Ali.mahmodi@sharif.edu

۲: دانشیار، رشته شیمی، گروه شیمی فیزیک، دانشکده شیمی، دانشگاه صنعتی شریف، Setayesh@sharif.edu

۳: دانشیار، مهندسی نساجی، شیمی نساجی، دانشکده نساجی، دانشگاه یزد، m.hasanzadeh@yazd.ac.ir

واژگان کلیدی: سرامیک های پیزوالکتریک، تخریب پیزوکاتالیزوری رنگ رودامین، پیزوکاتالیست، امواج فراصوت

۱- مقدمه

هر ساله در مقیاس جهانی مقادیر زیادی رنگ های سنتزی آلی تولید می گردند. رنگ های نساجی و سایر ترکیبات رنگ های صنعتی دسته بزرگی از ترکیبات آلی را شامل می شوند که استفاده از آن ها می تواند خطرات زیست محیطی به همراه داشته باشد. رودامین B یک رنگینه صورتی مایل به ارغوانی و بسیار سمی است که در دسته بندی رنگینه ها با نام رنگینه بازی شناخته می شود. از این رو تصفیه پساب های صنعتی از اهمیت بالایی برخوردار می باشد [1].

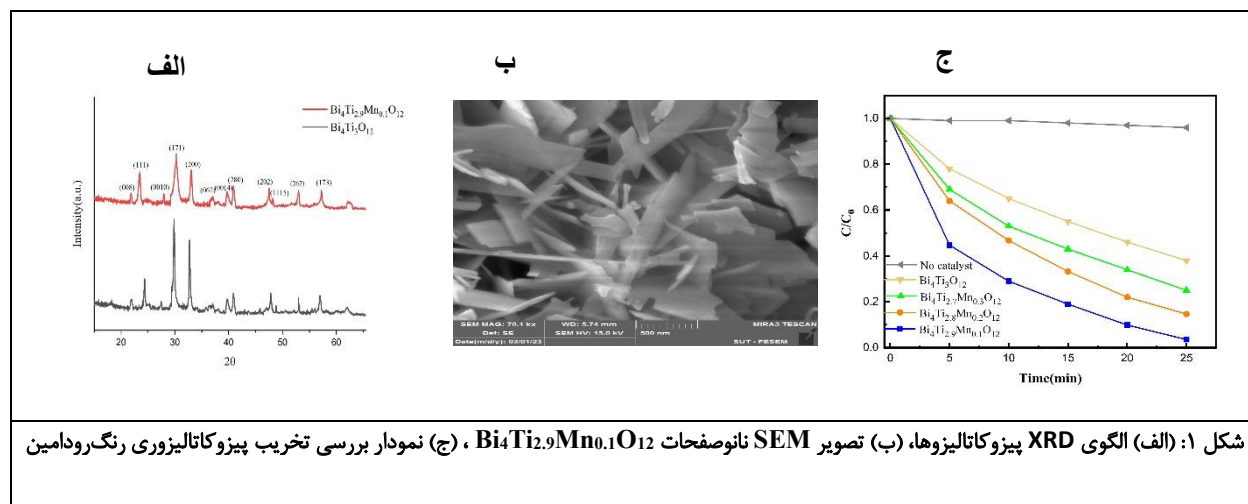
فرایندهای اکسایش پیشرفته (AOP) فناوری هایی هستند که به وسیله تولید رادیکال های هیدروکسیل مشخص می شوند. رادیکال های هیدروکسیل، مواد بسیار واکنش پذیر و غیر انتخابی مورد استفاده برای تخریب ترکیبات آلی سمی موجود در محیط هستند. از جمله این فرایندها می توان به تخریب آلاینده ها بوسیله مواد پیزوالکتریک اشاره کرد که یک پدیده نوظهور در زمینه کاتالیست به شمار می آید. اثر پیزوالکتریک نوعی برهم کنش الکترومکانیکی است که در برخی مواد وجود دارد و منجر به ایجاد پاسخ الکتریکی در ماده در اثر اعمال تنش مکانیکی و بر عکس می شود. در فرایند تخریب پیزوکاتالیزوری با اعمال امواج فراصوت به ماده پیزوالکتریک بار الکتریکی در سطح ماده تجمع پیدا کرده و باعث افزایش جدایی جفت الکترون-حفره و انتقال آن ها به سطح پیزوالکتریک می شود و به دنبال آن گونه های باردار تولید شده با انجام واکنش های الکتروشیمیایی، گونه های فعال رادیکالی تولید کرده و موجب تخریب آلاینده ها می گردند [2].

در این پژوهش پیزوسرامیک های $\text{Bi}_4\text{Ti}_{3-x}\text{Mn}_x\text{O}_{12}$ ($x=0, 0.1, 0.2, 0.3$) به روش هیدروترمال سنتز و با استفاده از روش های مختلف مشخصه یابی شدند. از پیزوسرامیک های سنتز شده جهت تجزیه پیزوکاتالیزوری رنگ رودامین B استفاده شد.

۲- روش

به منظور انجام آزمایش تخریب پیزوکاتالیزوری، از حمام اولتراسونیک (فراصوت) برای اعمال میدان مکانیکی خارجی به پیزوکاتالیزور سنتز شده استفاده شد. برای انجام فرایند تخریب، ۵۰ میلی لیتر محلول ماده رنگزا رودامین B با غلظت مشخص تهیه و مقدار معینی از کاتالیزور سنتز شده به آن اضافه گردید. پس از هم خوردن، محلول آلاینده تحت امواج فراصوت قرار گرفت و جذب آن در ناحیه مرئی و در طول موجی که آلاینده بیشترین جذب را دارد به کمک دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه گیری شد. به منظور بررسی ساختاری و شناسایی فازهای کریستالی و مورفولوژی و ویژگی های سطحی پیزوکاتالیزورهای سنتز شده به ترتیب از آنالیز پراش پرتو ایکس و روش تصویر برداری میکروسکوپ الکترونی روبشی نشر میدانی (FE-SEM) استفاده شد که نتایج آن در شکل ۱ آمده است. نتایج حاصل از نمودار تخریب پیزوالکتریک که در شکل ۱ مورد مقایسه قرار گرفته بیانگر این بود که پیزوکاتالیزور

$\text{Bi}_4\text{Ti}_{2.9}\text{Mn}_{0.1}\text{O}_{12}$ عملکرد بهتری در تخریب آلاینده رنگزا داشته و بازده تخریب رنگ رودامین B در حضور این پیژوکاتالیزور به ۹۷ درصد در مدت زمان ۲۵ دقیقه افزایش می یابد [3,4].



۳- بحث و نتیجه گیری

در این پژوهش نانوصفحات $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ به روش هیدروترمال سنتز شدند و برای بهبود خواص پیژوکاتالیزوری با دوپ کردن منگنز به ساختار $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ پیژوکاتالیزورهای $\text{Bi}_4\text{Ti}_{3-x}\text{Mn}_x\text{O}_{12}$ به روش هیدروترمال تهیه شدند. الگوهای پراش XRD تشکیل ساختار کریستالی اورتورومبیک نانوصفحات $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ و $\text{Bi}_4\text{Ti}_{2.9}\text{Mn}_{0.1}\text{O}_{12}$ را تأیید کردند. فعالیت پیژوکاتالیزور $\text{Bi}_4\text{Ti}_{3-x}\text{Mn}_x\text{O}_{12}$ با مقادیر متفاوت از منگنز ($x = 0/1, 0/2, 0/3$) در تجزیه رنگ رودامین B مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که پیژوکاتالیزور $\text{Bi}_4\text{Ti}_{2.9}\text{Mn}_{0.1}\text{O}_{12}$ بیشترین فعالیت پیژوکاتالیزوری را دارد. دوپ شدن منگنز در ساختار بیسموت تیتانات با تغییر در سطح ترازهای نوار هدایت و پذیرش موجب کاهش شکاف انرژی و بهبود انتقال الکترون به نوار هدایت شده و سرعت تولید گونه های رادیکالی را برای تخریب آلاینده سرعت می بخشد.

منابع و مراجع

- [1] Saquib, M., & Muneer, M. (2003) TiO_2 -mediated photocatalytic degradation of a triphenylmethane dye in aqueous suspensions, J. Hazard. Mater, 56(23) 37-49.
- [2] Rayaroth, P., & Charuvila, T. (2022) Advanced oxidation processes (AOPs) based wastewater treatment - unexpected nitration side reactions - a serious environmental issue: A review, J. Chem. Eng, 430(67)133-155.
- [3] Gou, X., & Liu, Y., (2022) Non-ferroelectric intercalation structure based on Aurivillius phase $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$: A research arena to achieve high energy storage performance, Ceram. Int, 48(2022)9534-9543
- [4] Piir, V., & Sekushin, A., (2012) Bismuth manganese titanate: Crystal structure and properties Solid State, Ionics. 225 (20) 464-470.