همایش نانوفوتونیک ایران ۱۳۹۹- ۱ و ۲ آبان
Iranian Nano-Photonic Conference 2020
October 23 and 24

اثر پلاسمای تخلیه تابان آرگون بر کارایی و مورفولوژی سطحی تیتانیوم دی اکسید و بررسی آن در حذف رنگینه از محلول‌های آبی

زهرا کاظمی[۱،*]، محمدصادق ذاکر حمیدی[۲]، سیروس خرّم[۱]

[۱] پژوهشکده فیزیک کاربردی و ستاره شناسی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

چکیده: پلاسما به عنوان حالت چهارم ماده، در بخش‌های مختلف آزمایشگاهی و صنعتی به کار گرفته می‌شود. تخریب آلاینده‌های رنگی و تبدیل آن‌ها به محصولات کم خطر و ساده، در صنعت نساجی و رنگرزی بسیار با اهمیت است. تیتانیوم دی اکسید به سبب داشتن ویژگی‌های مطلوب، از جمله فوتوکاتالیست‌های موثر در از بین بردن آلاینده‌های رنگی محسوب می‌شود. در این کار تجربی، نانوذرات تیتانیوم دی اکسید به‌طور مستقیم در معرض پلاسمای تخلیه تابان آرگون قرار گرفتند و تغییرات حاصل از تابش پلاسما بر کارایی و مورفولوژی سطحی این فوتوکاتالیست و اثر آن در حذف رنگینه از محلول آبی، تحت شرایط مختلف پلاسمایی مورد بررسی قرار گرفته است. سپس بازدهی رنگ‌زدایی در فواصل زمانی متفاوت، با استفاده از نمونه‌های تیتانیوم دی اکسید قبل و بعد از اعمال پلاسما مقایسه شده است.

کلید واژگان: پلاسمای تخلیه تابان؛ فوتوکاتالیست؛ مورفولوژی؛ رنگینه

The effect of Argon glow discharge Plasma on performance and morphology of Titanium Dioxide and discussing on textile dye removal from aqueous solutions (Font Times New Roman 12 Bold)

Z.Kazemi[1],M.S.Zakerhamidi[2], S.Khorram[1]

1 Research Institute for Applied Physics and Astronomy, University of Tabriz, Tabriz, Iran

Abstract- Plasma as fourth state of mater, is using in different industrial and lab parts. Destruction of coloured effluents and convert them to simple and harmless products, is too important. TiO_2 is one of the most important photo-catalyst due to its particular properties. The aim of this paper is to eliminate dye from aqueous solutions under different Plasma conditions; then, the photo-degradation efficiency of treated TiO_2 ,in different time intervals, were measured and compared with untreated one.

Keywords: Glow Discharge Plasma, Photo-catalyst; Morphology; dye

* Zahra.kazemii1989@gmail.com

این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

[Downloaded from www.opsi.ir on 2025-11-09]

۱- مقدمه

برای اصلاح سطح فوتوکاتالیست‌ها و افزایش خواص فوتوکاتالیستی به منظور از بین بردن آلاینده‌های موجود در محلول‌های آبی، روش‌های مختلفی وجود دارد [۱،۲]. یکی از روش‌هایی که امروزه بسیار مورد توجه قرار گرفته است، تغییر مورفولوژی و اصلاح سطح به کمک پلاسما می‌باشد [۳]. در این کار تجربی، هدف ما بررسی اثر پلاسمای گاز آرگون بر مورفولوژی سطحی تیتانیوم دی اکسید و کارایی آن در حذف رنگینه از آب‌های آلوده به مواد رنگی است.

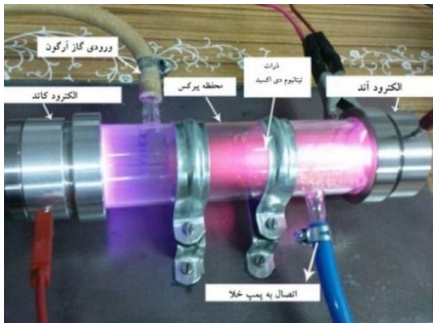
۲- روش انجام آزمایش

مرحله اول – اعمال پلاسما: نمونه‌های تیتانیوم دی اکسید در رآکتور پلاسمایی (شکل۱)، در زمان‌ها و فشارهای متفاوت تحت اثر پلاسما قرار داده شدند که بهترین نتیجه برای بالاترین بازدهی رنگ‌بری، مدت زمان ۴۵ دقیقه و فشار ۳/۰ تور می‌باشد.

هنگامی‌که نانوذرات تیتانیوم دی اکسید در محیط پلاسمایی قرار می‌گیرند، توسط پوشینه‌ی پلاسمایی احاطه می‌شوند. اعمال میدان الکتریکی حاصل از غلاف، منجر به اصلاح سطح ذرات تیتانیوم دی اکسید خواهد شد که این میدان به‌طور تقریبی از رابطه (۱) به‌دست می‌آید: این میدان برای گاز آرگون با دمای ۲ الکترون‌ولت و چگالی الکترونی ۶×۱۰^{۹} بر سانتی مکعب، برابر با $E \approx 72000\ (V/m)$ محاسبه شده است[۴،۵]:

$$E = \frac{V}{\lambda_{De}} (V/m) \qquad (۱)$$

مرحله دوم – تهیه محلول: پس از اتمام مراحل اصلاح سطح توسط پلاسما، ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول آبی حاوی مقدار معینی از تیتانیوم دی اکسید و رنگینه در بشر تهیه شده است. پس از روشن نمودن لامپ فرابنفش، با گرفتن طیف جذبی در بازه‌ی طول‌موجی ۷۵۰-۳۸۰ نانومتر در فواصل زمانی مختلف، میزان حذف رنگینه از محلول آبی تا حذف کامل رنگینه اندازه‌گیری شده است.



شکل ۱- اجزای پلاسمای تخلیه تابان مورد استفاده در این مقاله

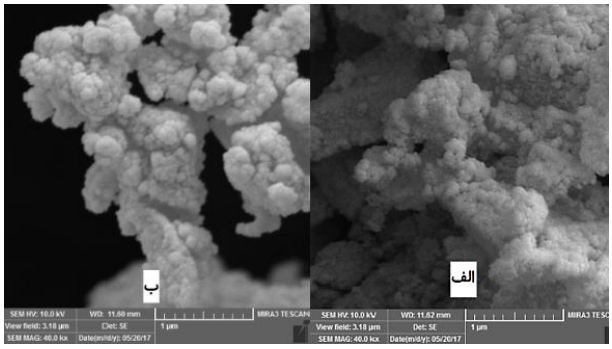
۳- نتایج و بحث

اعمال میدان الکتریکی حاصل از غلاف، منجر به اصلاح سطح یا به‌طور دقیق‌تر ایجاد سطحی منظم در ابعاد نانو شده‌است. همچنین از بررسی تصاویر SEM به‌دست آمده (شکل۲) به این نتیجه رسیدیم که در نمونه‌ی اولیه، نانوذرات تیتانیوم دی اکسید به‌صورت توده‌ای و بزرگ هستند که در اثر اعمال پلاسما، اندازه ذرات نسبت به نمونه‌ی بدون پلاسمایی آن، کاهش یافته است و سبب شده نانوذرات تیتانیوم دی

این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

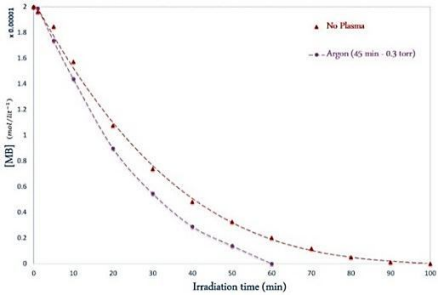
[Downloaded from www.opsi.ir on 2025-11-09]

اکسید اصلاح شده توسط پلاسما به سطح تماس بیشتری نسبت به نمونه غیر پلاسمایی دست یابند و عملکری بهتری را در فرآیند فوتوکاتالیستی و حذف رنگینه از خود نشان می‌دهد.



شکل ۲- الف) تصویر SEM نمونه‌ی تیتانیوم دی اکسید قبل از اعمال پلاسما ب) تصویر SEM نمونه‌ی تیتانیوم دی اکسید اصلاح شده توسط پلاسمای تخلیه تابان آرگون به مدت ۴۵ دقیقه و فشار ۰/۳ تور

با بررسی نمودارها مشاهده شده است که کاهش غلظت رنگینه در حضور نانوذرات تیتانیوم دی اکسید اصلاح شده توسط پلاسمای آرگون با بازدهی بیشتری انجام شده و در زمان کوتاه‌تری نسبت به نمونه‌ی بدون پلاسمایی آن موفق به حذف کامل رنگینه شده است.



نمودار ۱- تغییرات غلظت رنگینه بر حسب زمان در گاز آرگون، طی اعمال پلاسما به مدت ۴۵ دقیقه و فشار ۰/۳ تور برای تیتانیوم دی اکسید

۴- نتیجه‌گیری

در این کار تجربی، روشی جدید برای اصلاح سطح فوتوکاتالیست‌ها توسط پلاسمای تخلیه تابان آرگون انجام شده است، که سبب از بین بردن آلاینده‌های رنگی در فاضلاب‌ها با بازدهی بالا می‌شود. در این میان پلاسمای تخلیه تابان گاز آرگون به کار گرفته شده، به علت تغییر مورفولوژی سطح تیتانیوم دی اکسید و ایجاد سطح تماس بیشتر نسبت به نمونه‌ی تیتانیوم دی اکسید بدون اعمال پلاسما، بازدهی بیشتری در رنگ‌زدایی از خود نشان داده است.

مراجع

۱. Juan Coronado, *Design of Advanced Photocatalytic Materials for Energy and Environmental Applications,* Springer - Verlag London (2013).
2. N. Daneshvar, D. Salari, and A. R. Khataee,et. al. J**. Photochem. Photobiol**. A Chem., 157(1), 111–116, (2003).
3. M. Taseidifar, A. Khataee, B. Vahid, S. Khorram, and S. W. Joo, et. al. **J. Mol. Catal. A Chem**., 404–405, 218–226, 2015).
4. M.A. Lieberman, A.J. Lichtenberg, "Principles of Plasma Discharges and Materials Processing", (2005).

5. F.F. Chen, *Introduction to plasma physics and controlled fusion*, 1984.

این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

[Downloaded from www.opsi.ir on 2025-11-09]