



نهمین کنگره ملی مهندسی شیمی ایران

دانشگاه علم و صنعت ایران
۳-۵ آذر، ماه ۱۳۸۳

تصفیه الکتروشیمیایی پسابهای رنگی در محیط آبی و بررسی اثر ولتاژ و اثر الکترولیت کمکی در دو نمونه پساب آزمایشگاهی و پساب حقیقی

جلال بصیری پارسا^۱، محمود عباسی*^۲، فرهاد نقی زاده^۲

۱. آزمایشگاه تحقیقات کاربردی، گروه شیمی، دانشگاه بو علی سینا، همدان
۲. آزمایشگاه تحقیقات کاربردی، گروه شیمی، دانشگاه سیستان و بلوچستان
mah_chem@yahoo.com

چکیده

در این پژوهش از روش الکتروشیمیایی به عنوان یکی از قوی ترین ابزارها جهت تصفیه دو نوع پساب آزمایشگاهی و حقیقی استفاده شده است. نمونه آزمایشگاهی از مشتقات ترکیب رنگی آلیزارین به نامهای آلیزارین رد (S) و آلیزارین یلو (SS) به طور جدا گانه مورد بررسی قرار گرفتند و دو نمونه حقیقی نیز از پساب کارخانه نساجی اکباتان همدان و رنگ سازی الوان ثابت همدان در این پژوهش استفاده شده است. کلیه نمونه ها در یک راکتور الکترولیتی غیر مشتقی و بیج به حجم ۴۰۰ میلی لیتر مورد آزمایش قرار گرفته است. از یک قطعه فلز پلاتین به ابعاد ۲×۲ cm به عنوان آند و دو قطعه فلز استیل ضد زنگ ۳۰۴ به ابعاد ۲×۸ cm به عنوان کاتد استفاده شده است. الکترودها در یک راستا قرار گرفتند تا ماکزیمم تلاطم و بازده جریان حاصل شود. جهت کنترل جریان و اعمال ولتاژ از دستگاه Power Supply استفاده شده است. نمونه ها تحت تأثیر ولتاژهای ۱۶، ۱۲، ۸، ۴ ولت قرار گرفتند و اثر ولتاژ و اثر الکترولیت کمکی بر روی کاهش درصد COD در طی زمانهای مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاصل نشان می دهد با افزایش ولتاژ و افزایش ماده A به عنوان موثرترین الکترولیت کمکی، میزان کاهش درصد COD افزایش می یابد که در بهترین شرایط کاهش درصد COD طی ۱۲۰ دقیقه الکترولیز به ۹۶٪ و میزان کاهش رنگ تا ۱۰۰٪ رسیده است. نتایج کلیه آزمایشات توسط دستگاه UV-Vis مورد بررسی قرار گرفته است. و روند منطقی در کاهش ماکزیمم نقطه جذب آلاینده رنگی مشاهده شده است.

کلمات کلیدی: تصفیه الکتروشیمیایی، راکتور بیج، الکتروده، آند، کاتد، ولتاژ، الکترولیت کمکی، COD

مقدمه و تئوری

رشد روزافزون جمعیت جهان، منجر به افزایش تعداد کارخانجات و صنایع گوناگون جهت رفع نیازهای بشری شده است. صنایعی نظیر: نساجی، پتروشیمی، مواد غذایی، داروسازی و صنایع کاغذسازی و صدها نوع دیگر، گسترش چشمگیری داشته است. اگرچه تولیدات این صنایع از جمله احتیاجات جوامع بشری محسوب می‌شوند، اما باید به این نکته توجه داشت که در خروجی اکثر این صنایع ذرات و موادی حمل می‌شوند که به عنوان مهم‌ترین عامل مرگ و میر جانداران و عامل از بین برنده محیط زیست شناخته شده‌اند با توجه به تنوع مواد آلاینده موجود در پساب‌ها و نیز گستره وسیع آنها که از ترکیبات معدنی تا مواد آلی را شامل می‌شوند، روش‌ها و شیوه‌های متفاوتی برای خالص‌سازی انواع پساب‌ها پیشنهاد شده است. روش‌هایی مانند جذب توسط کربن فعال، استخراج، اکسایش شیمیایی، تخریب بیولوژیکی، اکسایش الکتروشیمیایی، اکسایش مرطوب، ازوناسیون و روش‌های فتوشیمیایی را می‌توان نام برد.

بطور کلی شیوه‌های خالص‌سازی و تصفیه پساب‌ها را می‌توان به سه روش تقسیم‌بندی کرد:

الف - روش‌های بیولوژیکی

ب - روش‌های فیزیکی

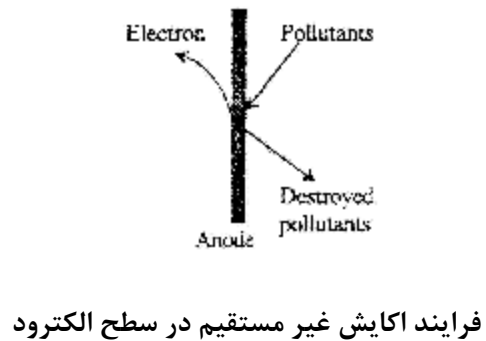
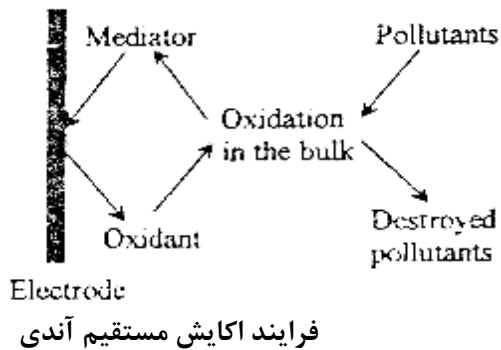
ج - روش‌های شیمیایی

از میان روش‌های مختلف شیمیایی تصفیه پساب، روش‌های الکترو شیمیایی، به دلیل حساسیت و کارایی بالا و نیز به دلیل سازگار بودن با محیط زیست مورد توجه ویژه دانشمندان قرار گرفته است. تصفیه الکترو شیمیایی به عنوان ابزاری قدرتمند برای خالص‌سازی انواع پساب‌ها شناخته شده است. با استفاده از این روش امکان کنترل و هدایت فرآیند تصفیه و جداسازی راحت آلاینده‌های موجود در پساب‌ها فراهم می‌آید. معمولاً آلاینده‌هایی که در ساختار مولکولی خود گروه الکترو اکتیو دارند را می‌توان توسط این روش از محیط حذف نمود از جمله آلاینده‌های رنگی آلی که در این پژوهش از آنها استفاده شده است. در این کار پژوهشی، از روش الکترو شیمیایی جهت حذف دو مشتق از رنگدانه‌های آلی به نام‌های آلیزارین رد (S) و آلیزارین یلو (GG) استفاده شده است. هدف از انجام این پژوهش کاهش بار COD و رنگ در محیط به عنوان دو شاخص مهم آلودگی در پساب‌ها رنگی می‌باشد. یکی از مهم‌ترین دلایل استفاده از روش‌های اکسایش الکترو شیمیایی جهت خالص‌سازی پساب‌ها را می‌توان به سازگار بودن این روش‌ها با محیط زیست در مقایسه با روش‌های مختلف تصفیه پساب اشاره کرد. در این روش می‌توان با کنترل پارامترهای خاص، فرآیند تصفیه و خالص‌سازی آلاینده‌های آلی موجود در پساب‌های صنعتی را برای رسیدن به یکی از اهداف زیر هدایت نمود:

الف - اکسایش کامل و تبدیل به CO_2 و آب و گونه‌های غیر آلی.

ب - تغییر و تبدیل ساختار شیمیایی مولکول آلی و امکان جداسازی راحت آنها.

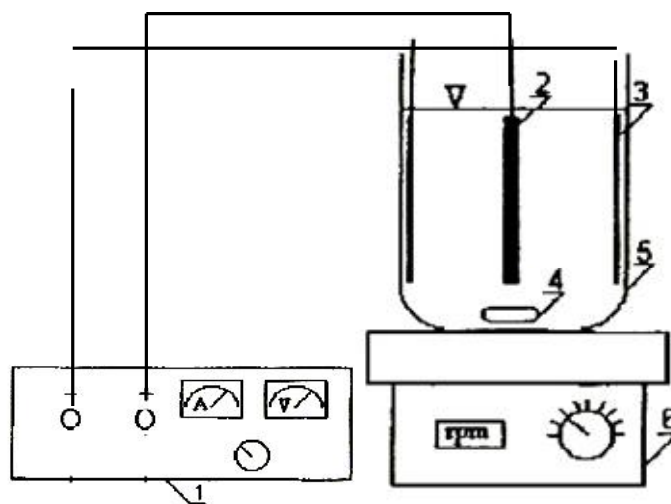
ج - تخریب جزئی مولکول و تبدیل به مواد با سمیت کمتر که بتوان آنها را به روش‌های بیولوژیکی از بین برد. اساس مکانیسم تخریب آلاینده‌های رنگی که در ساختار خود گروه الکترواکتیو دارند، به روش الکترو شیمیایی، بر پایه دو مکانیسم اکسایش آندی مستقیم و اکسایش غیر مستقیم استوار است که در این پژوهش از روش اکسایش غیر مستقیم جهت تخریب آلاینده‌ها استفاده شده است.



در روش اکسایش غیر مستقیم ابتدا در سطح الکتروود اکسندۀ فعال و قوی تشکیل شده سپس آلاینده ها توسط این اکسندۀ در طی واکنش تخریب و از بین می روند.

کارهای تجربی

نمونه های آزمایشگاهی حاوی رنگدانه های آلیزارین رد (s) ساخته شرکت فلوکا و آلیزارین یلو (GG) از شرکت مرک آلمان که جزو دسته رنگهای آزو است، استفاده شده است. دو نمونه حقیقی نیز از پساب کارخانه نساجی اکباتان و کارخانه رنگسازی الوان ثابت همدان استفاده شده است. منبع تغذیه مورد استفاده به عنوان منبع اعمال ولتاژ از دستگاه ADAK-PS-450 ساخت ایران با محدوده اعمال ولتاژ ۴۰ ولت و شدت جریان ۵ آمپر استفاده شده است. حجم رآکتور الکترو شیمیایی ۴۰۰ میلی لیتر می باشد. از دو قطعه الکتروود استیل ضد زنگ ۳۰۴ هر کدام به ابعاد ۲×۸cm به عنوان کاتد و یک الکتروود پلاتینی به ابعاد ۲×۲cm ساخت شرکت آذر الکتروود ارومیه به عنوان آند استفاده شده است. الکتروودها در یک راستا و موازی هم قرار گرفته اند تا حداکثر تلاطم و بازدهی جریان فراهم آید.



طرح آزمایشگاهی سیستم الکترو لیز

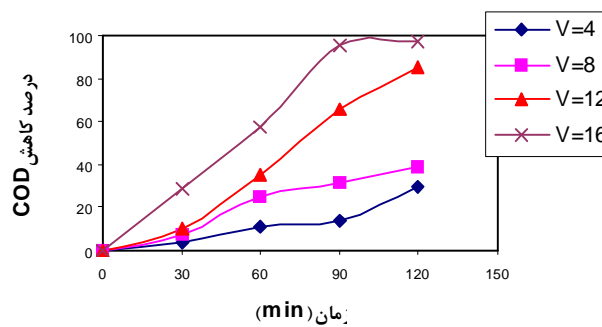
(۱) منبع تغذیه، (۲) الکتروود آند (Pt)، (۳) الکتروود کاتد (SS-304)، (۴) مغنت، (۵) رآکتور الکترو شیمیایی، (۶) همزن مغناطیسی

اندازه گیری COD به روش کلاسیک Open Reflex صورت گرفت و از دستگاه اسپکتروفوتومتری UV/VIS مدل UV-256 ساخت شرکت شیمادزو ژاپن جهت اندازه گیری و ثبت میزان جذب ماده آلاینده استفاده

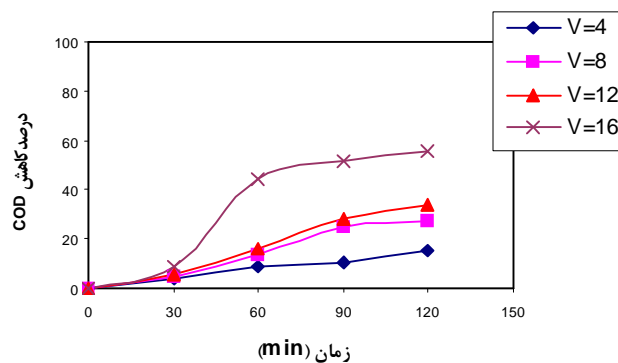
شده است. سل مورد استفاده برای کلیه نمونه ها از کوارتز شرکت بکمن آمریکا می باشد. نمونه ها تحت تاثیر ولتاژهای ۱۶،۱۲،۸،۴ ولت طی زمان ۱۲۰ دقیقه و در Ph مختلف قرار گرفته اند و میزان COD طی ۱۲۰ دقیقه بطور مداوم اندازه گیری شد. از نمک NaCl به عنوان موثرترین الکترولیت کمکی استفاده شده است و تاثیر غلظت آن مورد بررسی قرار گرفته است.

نتایج و بحث

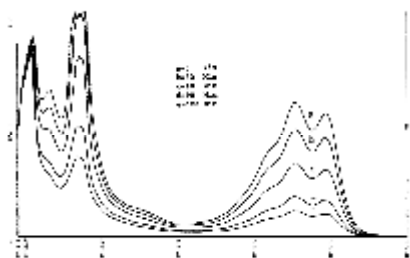
همانطور که اشاره شد، نمونه ها تحت تاثیر ولتاژهای مختلف قرار گرفته اند که با افزایش ولتاژ میزان کاهش درصد COD افزایش می یابد که این امر نشانگر کاهش میزان آلودگی محیط از آلایندهاست. نتایج در نمودارهای زیر آورده شده است:



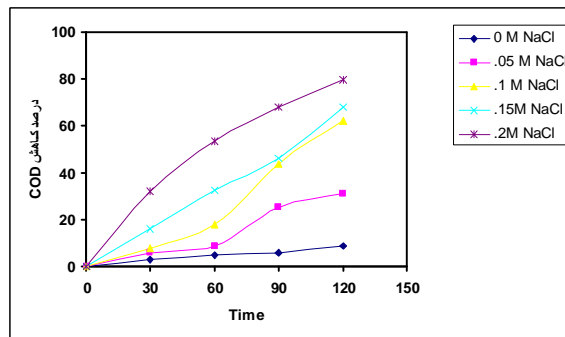
نمودار مقایسه‌ای بین درصد کاهش COD آلیزارین رد (S) برحسب زمان در Ph=۷



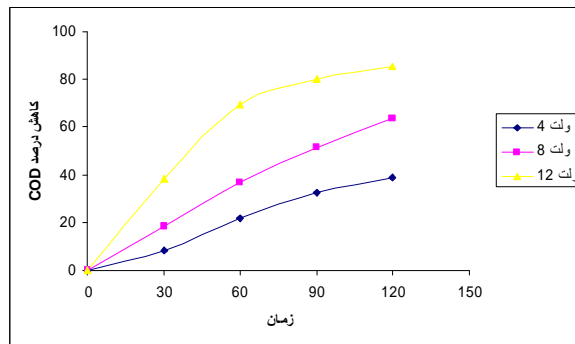
نمودار مقایسه‌ای بین درصد کاهش COD آلیزارین رد (S) برحسب زمان در pH=۹/۵



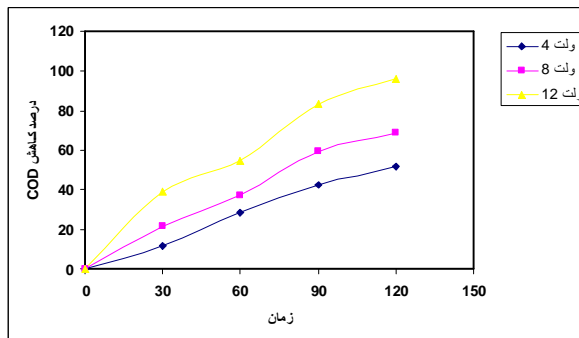
طیف UV مربوط به آلیزارین رد (S) در محیط با pH=۱۳ و ولتاژ ۸ ولت در ولتاژهای مختلف



اثر غلظت NaCl بر روی کاهش در صد COD آلیزارین یلو (GG) در زیر آورده شده است:



نمودار نتایج پساب کارخانه الوان ثابت همدان در ولتاژهای مختلف و غلظت ۰.۲ از NaCl



نمودار نتایج پساب کارخانه نساجی اکباتان در ولتاژهای مختلف و غلظت ۰.۲ از NaCl

نتیجه گیری کلی

با توجه به داده‌های بدست آمده از انجام آزمایشات الکتروشیمیایی بر روی رنگدانه‌های آلیزارین رد (S) و آلیزارین یلو (GG) و نیز پساب‌های حقیقی می‌توان نتایج زیر را بدست آورد.
 - بطور کلی در تمامی شرایط با افزایش ولتاژ میزان کاهش درصد COD افزایش می‌یابد. این امر مؤید کاهش بار آلی در محیط می‌باشد و نیز نشانگر تخریب الکتروشیمیایی ترکیب مورد نظر است.

- بررسی مکانیسم تخریب الکتروشیمیایی آلیزارین رد (S) و آلیزارین یلو (GG) احتمال تبعیت واکنش از اکسایش غیر مستقیم را نشان می‌دهد. این مکانیسم همراه با تشکیل اکسنده فعال در سطح الکتروود است. بررسی غلظتهای مختلف از این ترکیب نشان می‌دهد که با افزایش غلظت نمک NaCl میزان کاهش درصد COD به طور چشمگیری افزایش می‌یابد و رنگ محلول به طور کامل در بعضی از محیطها از بین می‌رود. - انجام آزمایش الکترولیز بر روی پسابهای حقیقی که محتوی ترکیبات رنگی هستند، از تأثیر فوق‌العاده این روش در کاهش درصد COD و رنگ در حضور نمک NaCl حکایت دارد.

منابع و مراجع

1. A. G. Vlyssides, M. Loizidou, P. K. Karlis, A. A. Zorpas. D. Papaioannou. 1999. "Electrochemical Oxidation of Textile dye wastewater using a Pt/Ti electrode", Journal of Hazardous Materials B. 70: 41-52.
2. APHA (1997) Standard Methods for Examination of water and wastewater, American Public Health Association, Washington DC. USA.
3. Cesar Pulgarin, Nevenka Adler, Paul Peringer and Christons Comninellis. 1994. "Electrochemical detoxification of a 1, 4-Benzoquinone solution in wastewater treatment", Wat. Res., Vol. 28, No. 4, pp. 887-893.
4. Cuangming Liu, Xiangzhong Li, Jincal Zhao, Satoshi Horikoshi, Hisao Hidaka. 2000. "Photo Oxidation Mechanism of dye Alizarin Red in TiO₂ Dispersion under visible illumination: an experimental and Theoretical examination". Journal of Molecular catalysis A: chemical 153: 221-229.
5. Enric Brillas, Roser Sauleda, Juan Casado. 1998. "Degradation of 4-Chlorophenol by Anodic Oxidation. Electro-Fenton, Photo electro-Fenton and Peroxi-Coagulation Processes", J. Electrochem. Soc., Vol. 145, NO. 3.
6. Lidia Szpyrkowiz, Claudia Juzzolino, Santosh, N. Kaul, Salvatore Daniele and Marco D. De Fareri. 2000. "Electrochemical Oxidation of Dying Baths Bearing Disperse Dyes", Ind. Eng. Chem. Res., 39: 3241-3248
7. Yaxiong, Peter J. Strunk, HongYunxia, Xih Zhu and Hans T. Karlsson. 2001. "Treatment of Dye Waste water Containing Acid Three-Dimensional Electrode", Wat. Res., Vol. 35, No. 17, pp. 4226-4230.