



استفاده ترکیبی از پرتو دهی با باریکه الکترون و تصفیه بیولوژیک به منظور تصفیه پساب کارخانجات نساجی در مقیاس نیمه صنعتی

بهرام وخشور*، نیره فلاح نژادتفتی، اقدس مهدیزاده شاهی، رضا امرایی، فاطمه انوری، محمد حسین مسعودی

سازمان انرژی اتمی ایران، معاونت توسعه کاربرد پرتوها، مجتمع پژوهشی کاربرد پرتوها (یزد)

چکیده

تصفیه بیولوژیک به کمک لجن فعال یکی از مراحل اصلی و نهایی در تصفیه فاضلاب‌ها به خصوص فاضلاب‌های نساجی است. در این تحقیق به دنبال انجام موفقیت آمیز فاز آزمایشگاهی تصفیه پساب نساجی به کمک پرتو دهی با باریکه الکترون و لجن فعال اقدام به اجرای تصفیه پساب با همین تکنیک و به صورت پایلوت نیمه صنعتی شد. پساب کارخانه نساجی پس از پرتو دهی با باریکه الکترون 10 MeV ناشی از شتابدهنده الکترون Rhodotron TT200 با لجن فعال مورد تصفیه بیولوژیک قرار گرفت که پس از تصفیه، BOD که به عنوان شاخص آلودگی انواع فاضلاب‌های صنعتی و خانگی در نظر گرفته می‌شود به طور موفقیت آمیزی بیش از ۹۰٪ کاهش یافت.

کلمات کلیدی: پرتو دهی، پساب نساجی، تصفیه بیولوژیک، شتابدهنده الکترون، لجن فعال

مقدمه

تصفیه بیولوژیکی، مؤثرترین روش برای کاهش مواد آلی موجود در آب و پساب است. در این روش میکروارگانیسم‌ها عامل اصلی واکنش‌های تجزیه مواد آلی هستند و انرژی حاصل از این سوخت و ساز را برای ادامه حیات و اعمال زیستی بکار می‌برند. محصولات حاصل از این سوخت و ساز، مواد پایدار نظیر CO_2 ، آب و آمونیاک می‌باشد. قسمتی از مواد آلی نیز برای ساخت سلول‌های جدید مورد استفاده قرار می‌گیرد. در طول واکنش، سوخت و ساز در یک مخزن هوادهی و یا روی بستر باکتری انجام می‌گیرد و بایستی به طور مداوم به این محیط واکنشگر اکسیژن تزریق شود و مقدار اکسیژن مورد نیاز بستگی به کاهش مقدار BOD مورد نظر در تصفیه‌خانه دارد. پسابی که وارد مخزن هوادهی می‌شود، دارای مواد آلی است که منبع تغذیه باکتری‌ها می‌باشد. باکتری‌ها، مواد آلی و اکسیژن موجود در پساب را مصرف کرده و CO_2 تولید می‌کنند. سایر میکروارگانیسم‌ها نیز از باکتری‌ها تغذیه می‌کنند. بنابراین بعد از مرگ باکتری‌ها، مقداری از مواد مصرف شده



به سیستم برگردانده می‌شود. [۱] در این روش ما با تیمار پساب نساجی به وسیله پرتوهای الکترونی پراثری، مولکولهای آلی قابل هضم تری برای میکروارگانیسم‌ها فراهم کرده تا در نهایت با راندمان بالاتری BOD پساب اولیه را کاهش دهیم. [۲]

مواد و روشها

۱- دزیمتری و پرتودهی: در تصفیه‌ی پساب نساجی با پرتو الکترون‌های 10 MeV ناشی از شتابدهنده‌ی Rhodotron مدل $TT 200$ (IBA, Belgium) در مقیاس نیمه صنعتی، اندازه‌گیری دز جذبی سیال درون راکتور در هر لحظه از پرتودهی، به روش کالریمتری انجام شده است. در سیستم اندازه‌گیری دز به روش کالریمتری اساس کار بر اندازه‌گیری اختلاف دمای سیال، قبل و بعد از پرتودهی بنا نهاده شده است. به عبارت دیگر در این سیستم تغییرات دمای حاصل از پرتودهی سیال، به عنوان شاخص دزیمتری، بر اساس دز جذبی کالیبره شده است. در نمونه مورد بررسی دز جذبی میانگین $3/5 \text{ kGy}$ اندازه‌گیری شده است.

۲- تصفیه بیولوژیک: پس از وارد کردن مقدار زیادی از میکروارگانیسم‌ها به یک مخزن پساب و دمیدن هوا در آن برای چند ساعت، مواد آلی موجود در آب به مصرف میکروارگانیسم‌ها می‌رسد و سپس همین موجودات ذره‌بینی به صورت لخته‌هایی ته نشین می‌شوند و آب خروجی که مواد آلی خود را از دست داده به صورت شفاف از مخزن خارج می‌شود و لخته‌های ته‌نشین شده به مخزن هوادهی بازگشت داده می‌شوند تا فرآیند تکرار شود. [۳] در این پروژه پساب نساجی پس از پرتودهی با دز جذبی $3/5$ کیلوگری توسط سیستم پایلوت تصفیه بیولوژیک فاضلاب که نمای کلی آن در شکل ۱ آورده شده است و جزئیات آن توضیح داده شده است تیمار گردید.

شکل ۱- آرایش کلی پایلوت تصفیه بیولوژیک

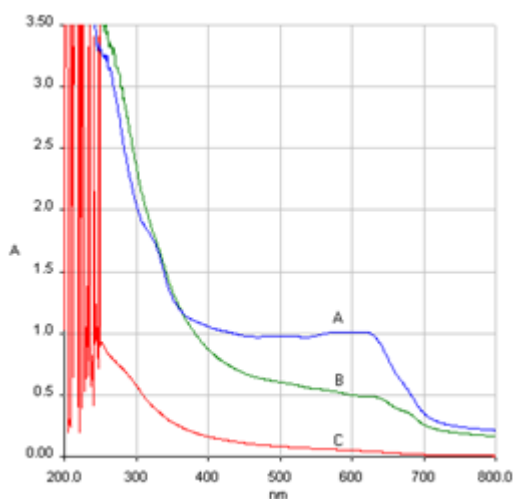


- ۱- مخزن ذخیره فاضلاب T-B1: مخزن فاضلاب ورودی (پساب پرتودهی شده) ۶۰۰ لیتری و دارای حسگر سطح می باشد.
- ۲- پمپ P-B1: پمپ پرستالیک با دبی ماکزیمم ۱ لیتر در دقیقه، که فاضلاب را با دبی قابل تنظیم وارد تانک هوادهی می کند.
- ۳- تانک مواد غذایی T-B2: با حجم ۵۰ لیتر که مواد غذایی مورد نیاز لجن فعال را در آن می ریزند.
- ۴- پمپ P-B2: یک پمپ که مواد غذایی را با ماکزیمم ظرفیت ۹۰ میلی لیتر در دقیقه وارد تانک هوادهی می کند.
- ۵- تانک هوادهی T-B3: جایی که هوا (اکسیژن) به مخلوط فاضلاب و لجن فعال تزریق می شود. دارای حجم ۲۵۰ لیتر و زمان ماند هیدرولیک ۱۲ ساعت می باشد.
- ۶- تانک ته نشینی (شفاف کننده نهایی یا تانک ته نشینی ثانویه) T-B4: که در آن توده بیولوژیک ته نشین شده و لجن بیولوژیک از آب تیمار شده شفاف جدا می شود. با حجم ۱۲۵ لیتر و زمان ماند ۴ ساعت، دارای یک اسکریپر (جارو کننده کف) (M-B3) با دور قابل تنظیم، سرریز فاضلاب تصفیه شده از این تانک وارد تانک ذخیره می شود.
- ۷- پمپ برگشت دهنده لجن P-B3: یک پمپ پرستالیک با دبی ماکزیمم ۱ لیتر در دقیقه، که لجن ته نشین شده در تانک ته نشینی را به تانک هوادهی بر می گرداند.
- ۸- پمپ هوادهی P-B4: پمپ قابل تنظیم که هوا را وارد تانک هوادهی می کند.
- ۹- تانک ذخیره فاضلاب تصفیه شده T-B5: با حجم ۴۰ لیتر و دارای حسگر سطح.
- ۱۰- پمپ P-B5: پمپ انتقال دهنده فاضلاب تصفیه شده به مخزن ذخیره، که عملکرد آن با سنسور سطح آب موجود در تانک ذخیره تنظیم می شود.
- ۳- تصفیه پساب: لجن فعال از کارخانجات نساجی یزدباف و نقشین در دو دوره مختلف تهیه شد و سپس جریان فاضلاب (پرتودهی شده با دز جذبی ۳/۵ کیلوگری) با دبی ۳۵۰ میلی لیتر در دقیقه، با هوادهی ۲۰ لیتر بر دقیقه برقرار گردید. دبی برگشت لجن روی ۲۶۰ میلی لیتر بر دقیقه تنظیم گردید. دبی مواد غذایی ۳۰ میلی لیتر بر دقیقه تنظیم شد.

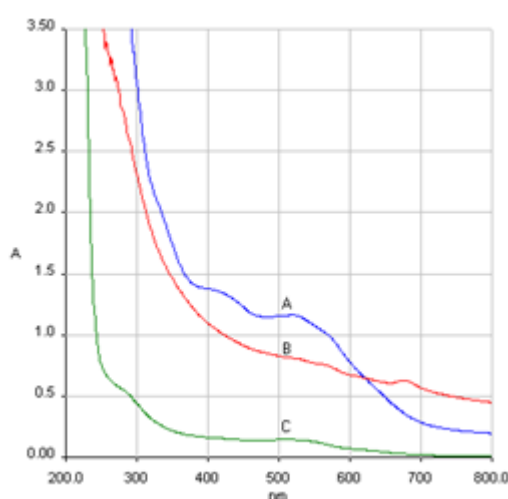
DO تانک هوادهی بطور منظم کنترل می‌شود در طی پروسه ۲۴ ساعته سعی بر این شد که میزان DO بین ۲ تا ۴ میلی گرم در لیتر باشد و به محض مشاهده کاهش یا افزایش میزان DO با کاهش یا افزایش میزان هوادهی و یا میکسینگ میزان DO تنظیم می‌شد. همچنین در طی فرآیند ۲۴ ساعته PH در تانک هوادهی بطور منظم کنترل می‌شد، در طی فرآیند ۲۴ ساعته سعی بر این شد که میزان PH بین ۷ تا ۸ ثابت نگه داشته شود و به محض مشاهده کاهش یا افزایش میزان PH با افزودن اسید یا باز میزان PH تنظیم می‌شد. همچنین دمای تانک هوادهی نیز در زمان‌های مختلف ثبت می‌شد.

نتیجه گیری

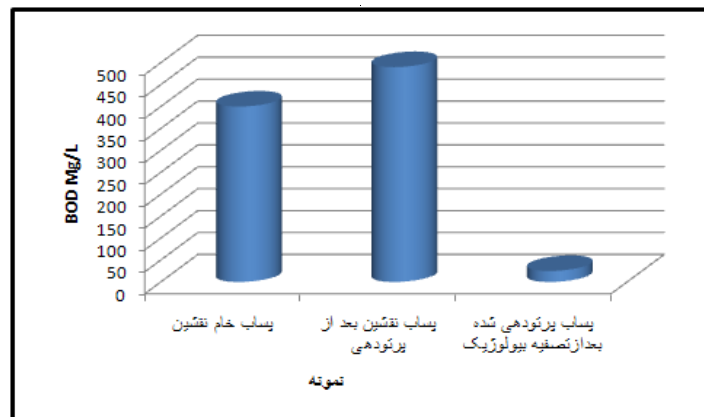
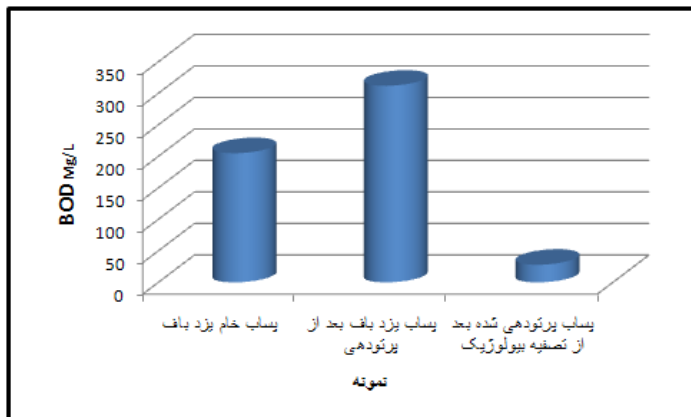
نمونه‌های پساب پس از پرتودهی با لجن فعال مورد تصفیه بیولوژیک قرار گرفتند. طیف جذبی پساب کارخانه‌های نقشین و یزدباف پس از پرتودهی و تصفیه بیولوژیک در شکل‌های ۲ و ۳ نشان داده شده است. جذب‌های مشاهده شده در طول موج‌های ماکزیمم ۶۱۴ و ۵۲۰ نانومتر به ترتیب برای پساب‌های کارخانه نقشین و یزدباف به عنوان شاخص جهت محاسبه راندمان رنگ‌زدایی انتخاب شده است. همچنین میزان BOD قبل و بعد از هر فرآیند اندازه گیری شد که نمودار تغییرات آن در شکل‌های ۴ و ۵ آمده است. همانطور که نشان داده شده است، مقادیر BOD نمونه‌ها بعد از پرتودهی افزایش یافته است. که حاکی از شکستن مولکول‌های بزرگ رنگ و دیگر مواد آلی بوده که این امر قابلیت هضم بیولوژیک این مواد را افزایش داده است. همچنین تأثیرات پرتودهی و تصفیه بیولوژیک بر روی رنگ پساب در شکل‌های ۴ و ۵ آمده است.



شکل ۳: طیف جذبی پساب نقشین
(A) پساب خام (B) پساب پرتودهی شده (C) پساب پرتودهی شده بعد از تصفیه بیولوژیک)



شکل ۲: طیف جذبی پساب یزدباف
(A) پساب خام (B) پساب پرتودهی شده (C) پساب پرتودهی شده بعد از تصفیه بیولوژیک)



شکل ۵: نمودار تغییرات BOD در پساب کارخانجات یزدباف

شکل ۴: نمودار تغییرات BOD در پساب کارخانجات نقشین

بحث

همان طور که مشاهده شد فرآیند تصفیه بیولوژیک توانست با کمک فرآیند پرتو دهی به طور بسیار موثری تصفیه پساب نساجی را از منابع مختلف انجام دهد به طوری که پس از پرتو دهی میزان جذب در طول موج های ماکزیمم ۶۱۴ و ۵۲۰ نانومتر کاهش یافته است و درصد حذف رنگ به ترتیب به مقدار ۵۱٪ و ۳۰٪ می رسد. پرتو دهی محلول های آبی با پرتو های الکترونی یا اشعه گاما باعث تشکیل رادیکال های آزاد هیدروکسیل (OH°)، اتم هیدروژن، الکترون آب پوشیده (e_{aq}) و سایر گونه های برانگیخته می شود. این گونه ها قادرند با حمله به آلاینده های آلی، آن ها را تخریب و باعث رنگ زدایی شوند. [۴] در اثر پرتو دهی مولکول های رنگ شکسته شده و به ترکیبات آلی متوسط و کوچکتر تبدیل می شوند. اسیدهای آلی یکی از انواع اصلی محصولات واسطه موقتی است که در طول پرتو دهی به وجود می آیند. [۵] در نهایت پس از تصفیه بیولوژیک راندمان رنگ زدایی برای پساب های نقشین و یزدباف به ترتیب به مقادیر ۹۵٪ و ۸۸٪ افزایش می یابد. همچنین تصفیه بیولوژیک BOD پساب کارخانجات نساجی یزدباف را از ۳۱۲ Mg/L به ۲۸ Mg/L رسانده و آن را ۹۱/۰۲ درصد کاهش داده و در مورد پساب کارخانه نساجی نقشین آن را از ۴۹۰ Mg/L به ۲۵ Mg/L رساند که کاهش بسیار موفقیت آمیزی در حدود ۹۴/۹ درصد را نشان می دهد.



دانشگاه گیلان

۷ و ۸ اسفند ماه ۱۳۹۲
رشت - دانشگاه گیلان

بیستین کنفرانس هسته ای ایران



Nuclear society of Iran
20th Iranian Nuclear Conference
26-27 February , 2014
University of Guilan Rasht - Iran

منابع

۱-Soli J Areceivala, Shyam R Asolekar, "Wastewater treatment for pollution control and reuse" McGraw-Hill, Third edition ۲۰۰۷ ۱۲۳-۱۴۰

۲- بهرام و خورشور و همکاران " بررسی تأثیر توأم پرتوهای الکترونی پراانرژی و سیستم لجن فعال بر تصفیه و رنگ زدایی پساب نساجی " نوزدهمین کنفرانس هسته ای ایران، اسفند ۱۳۹۱

۳-Gabriel Bitton, "Wastewater Microbiology", Willy-Liss third edition ۲۰۰۵ ۲۲۵-۲۵۹

۴- Cooper W.J., Gehringer P., Pikaev A.K., Kurucz C.N., Mincher B.J., Chapter ۹: radiation process: Advanced oxidation processes for water and wastewater treatment, Editor: Simon Parsons, ۲۰۰۴.

۵-Tak-Hyun Kim, Jae-Kwang Lee, Myun-Joo Lee "Biodegradability enhancement of textile wastewater by electron beam irradiation", Radiation Physics and Chemistry(۲۰۰۷)