ORIGINAL ARTICLE

Evaluation of the Combined GAC-SBR System Performance in the Removal of Yellow 3 and Disperse Yellow 3 Reactive Dyes from the Waste

Zabihollah Yousefi[1],
Anoshiravan Mohseni Bandpei[2],
Ramezan Ali dianati Tileki[1],
Afshin Malaki[3],
Reza Ali Mohamadpur[4],
Esmaeil Ghahramani[5]

[1] Department of Environmental Health, Faculty of Health, Health Sciences Research Center, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
[2] Department of Environmental Health, Faculty of Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
[3] Department of Statistics, Faculty of Health, Health Sciences Research Center, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
[4] Department of Environmental Health, Faculty of Health, Kurdestan University of Medical Sciences, Sari, Iran
[5] Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

(Received March 6, 2011 ; Accepted September 18, 2011)

Abstract

Background and purpose: Chemical dyes used in textile industries involve some potential risks including carcinogenic and mutagenic effects in human. Furthermore, penetration of different dyes into surface and groundwater is a source of color in water reservoirs. This study aims at investigating the removal efficiency of yellow 3 and disperse yellow 3 reactive dyes by combined CAC-SBR system.

Materials and methods: This experimental study was conducted on a batch scale and two SBR reactors were used. Wastewater samples used in this study were synthetic (COD=1800). After setting up the reactors, yellow 3 and disperse yellow 3 reactive dyes were injected to the system and its removal efficiency was investigated during different reaction times. After determining the SBR system efficiency in dye and COD removal, GAC-SBR system efficiency was examined.

Results: During 24 hours of reactions, the efficiency of SBR and GAC-SBR systems in the removal of reactive yellow3 dye was 58% and 72%, while for disperse yellow 3 it was 85 and 91%, respectively. Also, during 14 hours of reaction, the efficiency of SBR and GAC-SBR systems for COD removal was 98 and 98.5%, respectively.

Conclusion: The efficiency of GAC-SBR system in the removal of reactive yellow 3 and disperse yellow 3 dyes was higher than that of the SBR system. However, their difference was insignificant regarding the COD removal. Overall, increase in the reaction time led to increase in the efficiency of systems and in a specific time of the reaction, their removal efficiency became uniform.

Key words: Sequential batch reactors (SBR), granular activated carbon (GAC), color removal, textile industries

J Mazand Univ Med Sci 2012; 22(Supple 1): 41-49 (Persian).

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-02]

پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره بیست و یکم ویژه نامه ۱ اسفند سال ۱۳۹۰ (۴۹-۴۱)

بررسی عملکرد سیستم ترکیبی GAC-SBR در حذف رنگ راکتیو یلو۳ و دیسپرس یلو۳ از فاضلاب

ذبیح اله یوسفی[۱]
انوشیروان محسنی بندپی[۲]
رمضانعلی دیانتی تیلکی[۱]
رضاعلی محمدپور[۳]
افشین ملکی[۴]
اسمعیل قهرمانی[۵]

چکیده

سابقه و هدف: رنگ‌های شیمیایی که در صنایع نساجی به کار می‌رود؛ دارای خطرات بالقوه‌ای از جمله سرطان‌زایی و جهش‌زایی برای انسان می‌باشند. به علاوه نفوذ رنگ‌های متفاوت به آب‌های سطحی و زیرزمینی باعث رنگی‌شدن منابع آبی می‌شود، لذا هدف از این مطالعه بررسی راندمان حذف رنگ‌های راکتیو یلو۳ و دیسپرس یلو۳ توسط سیستم ترکیبی GAC-SBR می‌باشد.

مواد و روش ها: این مطالعه تجربی در مقیاس Bach صورت گرفت. از دو راکتور SBR برای انجام این مطالعه استفاده شد. فاضلاب مورد استفاده به صورت سنتتیک (COD= ۱۸۰۰) بود. پس از راه‌اندازی راکتورها رنگ‌های راکتیو یلو۳ و دیسپرس یلو۳ به سیستم تزریق شد و راندمان حذف آن در زمان واکنش‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفت. پس از تعیین کارایی سیستم SBR در حذف رنگ و COD به بررسی کارایی سیستم GAC-SBR پرداخته شد.

یافته ها: در زمان واکنش ۲۴ ساعت راندمان حذف سیستم‌های SBR و GAC-SBR برای رنگ راکتیو یلو۳ به ترتیب برابر با ۵۸ و ۷۲ درصد و برای رنگ دیسپرس یلو۳، ۸۵ و ۹۱ درصد شد. همچنین در زمان واکنش ۱۴ ساعت راندمان حذف COD در سیستم SBR و GAC-SBR به ترتیب ۹۸ و ۹۸/۵ درصد شد.

استنتاج: کارایی سیستم GAC-SBR در حذف رنگ راکتیو یلو۳ و دیسپرس یلو۳ بیشتر از سیستم SBR بود. ولی دو سیستم جهت حذف COD تفاوت چندانی نداشتند. در کل با افزایش زمان واکنش کارایی سیستم‌ها افزایش می‌یافت و در یک زمان واکنش مشخص راندمان حذف حالت یکنواختی پیدا می‌کرد.

واژه‌های کلیدی: رآکتورهای ناپیوسته متوالی(SBR)، کربن فعال دانه‌ای(GAC)، حذف رنگ، صنایع نساجی

مقدمه

در حال حاضر ۱۰۰هزار نوع رنگ مختلف در سراسر دنیا تولید می‌شود که میزان تولید سالانه آن حدود ۷۰۰ هزار تا یک میلیون تن می‌باشد. صنایع نساجی بیشترین مصرف رنگ‌ها را دارند. برآوردها نشان

مولف مسئول: انوشیروان محسنی بندپی– تهران: دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، دانشکده بهداشت E-mail: a.mohseni8@yahoo.com

۱. گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران
۲. گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
۳. گروه آمار زیستی، دانشکده بهداشت، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران
۴. گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کردستان
۵. دانشگاه علوم پزشکی مازندران

تاریخ دریافت : ۸۹/۱۲/۱۵ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات : ۹۰/۴/۱ تاریخ تصویب : ۹۰/۶/۲۷

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-02]

می‌دهد که ۱۵ تا ۲۰ درصد از رنگ مصرفی در این صنایع وارد پساب خروجی‌شان می‌شود. طبق یک نظر دیگر مقدار رنگ ورودی به پساب خروجی نساجی از ۲ درصد برای رنگ‌های پایه و ۵۰ درصد برای رنگ‌های راکتیو متغیر است. در کل مصرف رنگ در صنایع نساجی باعث تولید پساب‌های رنگی با غلظت رنگ بین ۱۰ تا ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر می‌شود(۴-۱). روزانه میلیون‌ها لیتر از پساب‌های رنگی توسط صنایع رنگرزی و کارخانه‌های تولید رنگدانه‌ها تولید می‌شود؛ هر لیتر از این پساب‌ها می‌تواند حاوی بیش از ۲۰ گرم از رنگدانه‌ها و حد واسط‌هایی ناشی از تجزیه آن‌ها باشد که باعث بروز مسائل زیست‌محیطی می‌شوند(۶،۵) این رنگ‌ها دارای خطرات بالقوه‌ای از جمله سرطان‌زایی و جهش‌زایی برای انسان می‌باشند(۸،۷). به علاوه نفوذ رنگ‌های متفاوت به آب‌های سطحی و زیرزمینی باعث رنگی‌شدن منابع آبی می‌شود(۱۰،۹). برخی رنگ‌ها و مواد تشکیل‌دهندهٔ آن‌ها مانند نمک‌های کروم، روی، کادمیوم، مس و نیکل نیز برای ماهی‌ها سمی هستند. رنگ‌های سنتتیک به‌طور وسیعی در صنایع نساجی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این رنگ‌ها اغلب دارای وزن مولکولی بالا و ساختار آروماتیکی هستند در نتیجه این ساختار آروماتیکی آن‌ها را به حالت پایدار درآورده است و تجزیه آن‌ها را مشکل کرده است(۱۳-۱۰). رنگ‌های راکتیو (یکی از پرکاربردترین رنگ‌های نساجی) می‌توانند با سیستم ایمنی بدن واکنش‌دهند و حالت حساسی را به وجود بیاورند به نحوی که وقتی شخص برای بار دوم در معرض این رنگ قرار گرفت خیلی حساس می‌شود و زود واکنش نشان می‌دهد(۱۴).

از میان روش‌های مختلفی که برای تصفیه فاضلاب صنایع نساجی به‌کار می‌رود می‌توان به روش انعقاد و لخته‌سازی اشاره کرد. با توجه به این‌که در حذف رنگ از الیاف نخی مؤثر نیست و حجم لجن تولیدی آن زیاد است روش مطلوبی نمی‌باشد(۱۷- ۱۵). استفاده از اکسیدان‌هایی مثل کلر و ازن نیز به دلیل تولید فراورده‌های جانبی (تری هالو متان) و بالا بودن هزینه آن‌ها کاربرد زیادی ندارد. روش کلرزنی در بهترین شرایط توانسته ۱۰ درصد رنگ و اکسیژن مورد نیاز شیمیایی(COD) را حذف کند ولی ازن‌زنی توانسته بیش از ۹۰ درصد رنگ را حذف کند(۱۸). استفاده از هیپوکلریت کلسیم ناموفق بوده است به طوری‌که در بیشترین دوز آن حداکثر راندمان ۳۵ درصد به وجود آمده است(۱۸). راندمان فرآیند الکتروشیمیایی نسبتاً پایین است؛ به‌طوری‌که در بهترین شرایط حداکثر ۵۰ درصد رنگ و ۳۹ درصد COD را حذف کند(۱۸). هر چند به کار بردن روش‌های فیزیکی- شیمیایی در حذف رنگ‌ها و دیگر مواد آلی غیر قابل تجزیه صنایع می‌تواند مؤثر باشد ولی در عوض نسبت به روش‌های بیولوژیکی به انرژی و مواد شیمیایی بیشتری نیاز دارد و از لحاظ انعطاف‌پذیری نیز محدود هستند(۳). روش‌های بیولوژیکی ساده‌ترین و اقتصادی‌ترین راه حل جهت حذف رنگ‌ها است. امروزه فرآیندهای بیولوژیکی به دلیل سهولت بهره‌برداری و دوست‌دار محیط زیست بودن، پرکاربردترین روش مورد استفاده برای تصفیه پساب‌های رنگی می‌باشند.

از میان روش‌های بیولوژیکی دو روش لجن فعال و رآکتورهای ناپیوسته متوالی (SBR) بیشترین کاربرد را برای تصفیه پساب صنایع نساجی دارند. سیستم لجن فعال دارای راندمان خوبی در حذف رنگ و مواد آلی است ولی به علت نیاز به حوض ته‌نشینی از لحاظ اقتصادی زیاد به صرفه نیست(۱۱،۲۲-۱۹). سیستم SBR یک سیستم ساده و انعطاف‌پذیر است که بدون نیاز به حوض ته نشینی کل واکنش‌ها در یک راکتور انجام می‌شود و به وفور برای تصفیه فاضلاب صنایع به کار می‌رود. این سیستم قادر به حذف آلاینده‌های مختلف فاضلاب از جمله مواد آلی، رنگ و ترکیبات کلردار است(۲۳). هزینه راه‌اندازی و بهره‌برداری سیستم‌های SBR برابر با ۴۰ درصد از هزینه‌هایی است که صرف لجن فعال می‌شود. همچنین سیستم SBR به زمان مطابقت

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-02]

کمتری نسبت به سیستم لجن فعال نیاز دارد یعنی میکروارگانیزم‌ها در این سیستم زودتر با شرایط سازگار می‌شوند(۲۴). مطالعات نشان می‌دهد که سیستم SBR کارایی خوبی در حذف رنگ فاضلاب نساجی هستند(۲۸-۲۵). البته از محدودیت‌های کاربرد SBR در حذف رنگ پساب نساجی وجود مواد حد واسط از تجزیه‌ای است (مثل آمین‌های آروماتیکی) این مواد حد واسط گاهاً سمی بوده و کارایی سیستم را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد و آمین‌های آروماتیکی که ممکن است سمی باشد و تا حدودی در محیط به کندی تجزیه شود را کاهش می‌دهند(۲۹). بنابراین تجزیه برخی از این رنگ‌ها نمی‌تواند مشکلات زیست محیطی آنها را حل کند و نیاز به یک جاذب که بتواند رنگ‌های تجزیه شده را جذب کند بعضاً ضروری است در این میان کربن فعال گرانولی[1] نیز دارای ظرفیت بالا درجذب مواد آلی، رنگ‌های مختلف و مواد غیرقابل تجزیه است(۳۱،۳۰). لذا این تحقیق با تلفیقی از سیستم SBR (به دلیل کارآیی مناسب در حذف رنگ و مواد آلی) وGAC (به‌عنوان جاذب ترکیبات سمی و رنگ‌های تجزیه شده و ترکیبات غیرقابل تجزیه) طراحی شده است تا بازده این سیستم تلفیقی جهت حذف رنگ‌های متداول راکتیو یلو۳ و دیسپرس یلو۳ از پساب صنایع نساجی با استفاده از سیستم ترکیبی رآکتورهای ناپیوسته متوالی و کربن فعال دانه‌ای (SBR- GAC) افزایش یابد.

مواد و روش ها

این مطالعه که از نوع تجربی- مداخله‌ای بود، در مقیاس منقطع[2] صورت گرفت. در آن از دو راکتور شیشه‌ای با ابعاد ۲۵ × ۲۵ × ۲۵ استفاده شد. برای هریک از راکتورها دو شیر تخلیه پساب و یک شیر تخلیه لجن (در کف) تعبیه شد. برای تامین گرمای لازم جهت فعالیت میکروارگانیسم‌ها دو عدد بخاری آکواریم برای هر راکتور نصب شد. برای کنترل دما و نشان دادن هر لحظهٔ دمای راکتور از دماسنج های صفحه‌ای استفاده شد. برای تامین هوای لازم جهت فعالیت ارگانیزم‌های هوازی نیز، دو عددپمپ آکواریوم (مدل Royal U-9900) به کار برده شد. برای تنظیم جریان ورودی به راکتور نیز از دو مخزن ۱۰ لیتری استفاده گردید. برای راه‌اندازی راکتورها به هر کدام از آن‌ها ۲ لیتر لجن اضافه شد. (لجن تزریق شده از واحد برگشت لجن تصفیه خانه فاضلاب شهرک یصرب قائم‌شهر برداشته شد). میزان غلظت جامدات معلق مایع مخلوط (MLSS) لجن تزریقی حدود ۸۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود. برای تغذیه روزانه این راکتورها از فاضلاب صناعی استفاده شد. ویژگی و ترکیب این فاضلاب در جداول شماره ۱و۲ ارائه شده است. سیکل زمانی و ویژگی سیستم SBR مورد استفاده مطابق با جداول شماره ۳ و ۴ بود. پس از سازگاری زیستی سیستم به یکی از راکتورها، ابتدا رنگ راکتیو یلو۳ و سپس رنگ دیسپرس یلو۳ تزریق شد. رنگ‌های تزریق شده از پرکاربردترین رنگ‌های مورد استفاده در صنایع نساجی بودند که مشخصات آن‌ها در جداول شماره ۵ و۶ آورده شده است. جهت درست نمودن محلول رنگ با غلظت موردنظر بر اساس درصد خلوص رنگ و دانسیته آن و حجم محلول داخل رآکتور عمل می‌شد. اندازه‌گیری این رنگ‌ها توسط دستگاه اسپکتوفتومتری (visible Hatch DR2800) انجام شد و طول موج ماکزیمم برای رنگ راکتیو یلو ۳۹۳ نانومتر و برای دیسپرس یلو۳ ۴۱۲ نانومتر بود. کلیه آزمایشات و ساخت محلول‌های استاندارد رنگ جهت درجه‌بندی بر اساس رهنمودهای کتاب روش‌های استاندارد آزمایشات آب و فاضلاب (استاندارد متد) انجام شد(۳۲). در این مطالعه پس از اندازه‌گیری حذف رنگ در راکتور SBR به آن کربن فعال گرانولی اضافه شد و کارایی سیستم در

1. Granular Activated Carbon (GAC)
2. Batch

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-02]

این حالت نیز مورد بررسی قرار گرفت. کربن فعال گرانولی به کار رفته در این پژوهش دارای سایز ۲/۵ ، ساخت شرکت Merck آلمان استفاده شد. حذف این رنگ‌ها در زمان ماندهای مختلف (۲، ۴، ۶، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۴و ۲۴ ساعت) مورد بررسی قرارگرفت.

جدول شماره ۱ : ویژگی فاضلاب صناعی مورد استفاده

پارامترها	میزان
COD (mg/l)	۱۸۰۰ (۱۷۹۰–۱۸۲۰)
BOD_5 (mg/l)	۸۰۰ (۷۹۰–۸۰۹)
TSS (mg/l)	۱۴۶ (۱۳۹–۱۵۰)
دما (°C)	۲۱ (۲۰–۲۲)
pH	۷/۴

جدول شماره ۲ : ترکیب فاضلاب صناعی مورد استفاده

ماده شیمیایی	غلظت (mg/l)
گلوکز	۱۷۵۰
بی‌کربنات سدیم *	۶۷۵
اوره	۱۱۵
فسفات دی‌هیدروژن پتاسیم **	۵۵
سولفات منیزیم هفت آبه ***	۴۲/۵
کلرید فریک	۳/۵

*. NaHCO3
**. KH2PO4
***. MgSO4. 7H2O

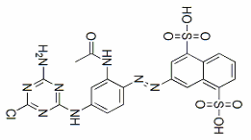
جدول شماره ۳ : سیکل زمانی سیستم SBR در این مطالعه

مرحله	مدت زمان
پرکردن	۲۰دقیقه
واکنش	متغیر (۲۴–۲) ولی در اکثر آزمایشات ۱۰ ساعت
ته‌نشینی*	۲ ساعت
تخلیه	۵ دقیقه
سکون	۵ دقیقه

جدول شماره ٤ : شرایط سیستم SBR در این مطالعه

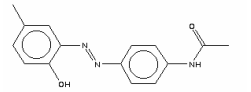
پارامترها	میزان
اکسیژن محلول (DO) (mg/l)	۳/۸ (۳/۴–۳/۸)
pH	۷/۸
دما (°C)	۲۱(۲۰–۲۲)
MLSS (mg/l)	۲۵۰۰ (۲۴۰۰–۲۶۵۰)
شاخص حجمی لجن (SVI)	۱۳۰ (۱۱۹–۱۴۲)
غلظت لجن (درصد)	۰/۶۳ درصد
سرعت ویژه جذب اکسیژن (SOUR) (گرم اکسیژن در ساعت به ازای یک گرم MLSS)	۱۳ (۹/۲–۱۵)
سن لجن (روز)	۱۰
نسبت غذا به میکروارگانیزم (F/M)	۰/۳۸۴

جدول شماره ۵ : ویژگی های رنگ راکتیو۳

نام شیمیایی	راکتیو یلو ۳ (RY3)
کلاس	راکتیو
شاخص رنگ (CI) *	۱۳۲۵۴
وزن مولکولی(g/Mol)	۵۹۲/۹۹۲
طول موج ماکزیمم (nm) **	۳۹۳
ساختار شیمیایی	

*. Color Index
**. λMax

جدول شماره ٦ : ویژگی‌های رنگ دیسپرس یلو۳

نام شیمیایی	دیسپرس یلو ۳ (DY3)
کلاس	دیسپرس
شاخص رنگ (CI) *	۱۱۸۵۵
وزن مولکولی) (g/Mol	۲۶۹/۲۹۸۶
طول موج ماکزیمم (nm) **	۴۱۲
ساختار شیمیایی	

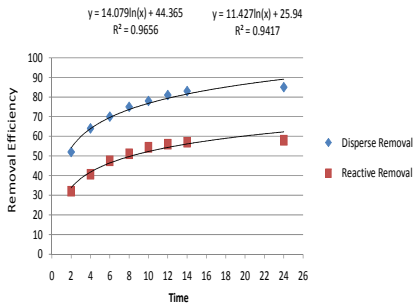
*. Color Index
**. λMax

یافته ها

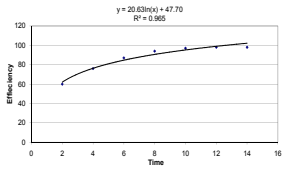
در این مطالعه غلظت رنگ ورودی به سیستم SBR برابر با ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بودکه در این غلظت رنگ ورودی ثابت، راندمان حذف رنگ‌های راکتیو یلو۳ و دیسپرس یلو۳ در زمان ماندهای مختلف متفاوت بود. بازده حذف رنگ‌های راکتیو یلو۳ و دیسپرس یلو۳ در زمان ماندهای مختلف در نمودار شماره ۲ آورده شده است. طبق نمودار شماره ۲ با افزایش زمان واکنش هوازی در سیستم SBR بازده حذف رنگ افزایش پیدا کرده است. بازده حذف رنگ راکتیویلو ۳ توسط سیستم SBR زیاد بالا نبود و در بهترین حالت در زمان واکنش ۲۴ ساعت بازده حذف ۵۸ درصد شد، و با زمان واکنش ۱۲ ساعته (بازده ۵۶ درصد) به دست آمد که از لحاظ آماری تفاوت بازده حذف رنگ در دو زمان واکنش ۱۲ و ۲۴ ساعته معنی‌دار نبوده است($\alpha<0/05$). بازده حذف رنگ دیسپرس یلو۳ بالاتر از راکتیو یلو۳ و به لحاظ آماری دارای تفاوت معنی‌دار بود($\alpha>0/05$).

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-02]

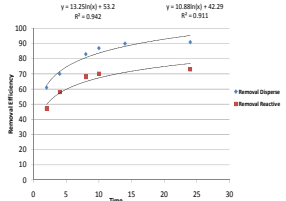
بیشترین بازده حذف رنگ دیسپرس یلو۳ در زمان ۲۴ ساعت بود که بازده حذف ۸۵ درصد به دست آمد. میزان حذف COD نیز در این سیستم مورد ارزیابی قرار گرفت که کارایی بسیار بالا بود. COD ورودی به سیستم در حدود ۱۸۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود. با افزایش زمان واکنش هوازی بازده حذف COD افزایش می‌یافت. شدت این افزایش تا زمان واکنش ۱۰ ساعته بالا بود ولی از ۱۰ ساعت به بعد نمودار به سمت ثابت شدن تمایل پیدا می‌کرد (نمودار شماره ۳). در شرایط بهینه بازده حذف COD توسط SBR در زمان واکنش ۱۴ ساعت به ۹۸ درصد رسید. در مرحله بعد به سیستم SBR مورد مطالعه کربن فعال گرانولی اضافه شد و بازده حذف رنگ‌های راکتیو یلو۳ و دیسپرس یلو۳، در این شرایط ارزیابی شد. در این شرایط نیز با افزایش زمان واکنش هوازی بازده حذف رنگ بیشتر شد، با این تفاوت که بازده حذف بیشتر از زمانی بود که SBR بدون کربن فعال گرانولی راه‌اندازی می‌شد. به این سیستم ترکیبی GAC-SBR گفته می‌شود. غلظت کربن فعال گرانولی اضافه شده یک گرم در لیتر بود. میزان حذف رنگ‌های دیسپرس یلو۳ و راکتیو یلو۳ در سیستم GAC-SBR در نمودار شماره ۴ نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود بیشترین بازده حذف رنگ راکتیو یلو۳ در این سیستم (با غلظت رنگ ورودی ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) در زمان ۲۴ ساعته (۷۲ درصد) بود. البته در زمان واکنش ۱۶ ساعته نیز تقریباً این بازده به دست آمد. بازده این سیستم برای رنگ دیسپرس یلو ۳ هم بازده حذف با اضافه کردن کربن فعال بیشتر شد به‌طوری‌که در بیشترین بازده خود توانست ۹۱ درصد آن را حذف کند. بازده حذف COD نیز در این سیستم مورد بررسی قرار گرفت که بازده حذف بسیار بالا بود. بازده حذف COD در این سیستم در نمودار شماره ۵ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود در زمان واکنش‌های پایین بازده حذف COD نسبت به سیستم SBR بالاتر، ولی در زمان واکنش‌های بالاتر تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نمی‌شد.



نمودار شماره ۱: بازده حذف رنگ‌های راکتیو یلو۳ و دیسپرس یلو۳ با افزایش زمان درسیستم SBR

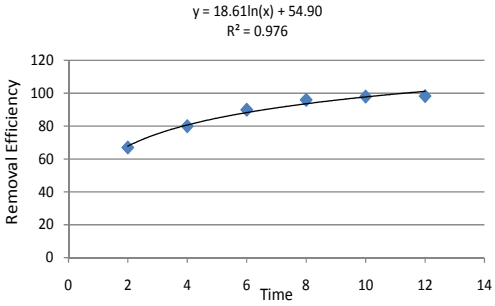


نمودار شماره ۲: بازده حذف COD درسیستم SBR با افزایش زمان واکنش



نمودار شماره ۳: بازده حذف رنگ‌های راکتیو یلو۳ و دیسپرس یلو۳ با افزایش زمان درسیستم GAC-SBR

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-02]



نمودار شماره ٤: بازده حذف COD در سیستم GAC-SBR با افزایش زمان واکنش

بحث

سیستم SBR یک سیستم ساده و انعطاف‌پذیر است که بدون نیاز به حوض ته‌نشینی کل واکنش‌ها در یک راکتور انجام می‌شود و به وفور برای تصفیه فاضلاب صنایع به کار می‌رود. این سیستم قادر به حذف آلاینده‌های مختلف فاضلاب از جمله مواد آلی، رنگ و ترکیبات کلرینه است(۲۸). هزینه راه‌اندازی و بهره‌برداری سیستم‌های SBR برابر با ۴۰ درصد از هزینه‌هایی است که صرف لجن فعال می‌شود. همچنین سیستم SBR به زمان مطابقت کمتری نسبت به سیستم لجن فعال نیاز دارد یعنی میکروارگانیزم‌ها در این سیستم زودتر با شرایط سازگار می‌شوند(۲۴). با مشاهده نمودارهای ۲ تا ۵ می‌توان زمان مناسب برای عملکرد سیستم‌های SBR و GAC-SBR را تعیین کرد. با تامل در این نمودارها می‌توان تشخیص داد که در زمان‌های بیشتر از ۱۲ ساعت نمودار به سمت ثابت شدن گرایش پیدا می‌کند. کمتر از ۵ درصد از حذف رنگ راکتیو یلو ۳ و دیسپرس یلو۳ در زمان‌های بیش از ۱۲ ساعته اتفاق می‌افتد. البته در مطالعات دیگر هم کاهش شدت حذف آلاینده‌هایی مثل رنگ با گذشت زمان دیده شده است. برای مثال در مطالعه‌ای که آقای لورنک و همکاران بر حذف رنگ پساب نساجی انجام دادند به این نتیجه رسیدند که با گذشت زمان شدت کاهش رنگ کاهش یافته و به مرور زمان ثابت می‌شود(۳۷). توجه به نمودارهای فوق این مطلب را می‌رساند که کارایی سیستم SBR برای حذف رنگ دیسپرس یلو بهتر از رنگ راکتیو یلو بود؛ به‌طوری‌که بازده حذف رنگ دیسپرس یلو۳ تقریباً ۱/۵ برابر راکتیو یلو۳ بود.

در این سیستم در لحظه‌های ورود مواد غذایی به سیستم به علت فراوانی سوبسترا و مهیا بودن شرایط رشد میکروارگانیزم‌ها به سرعت رشد کرده و مواد غذایی را مصرف می‌کنند. لذا در ۲ ساعت اول واکنش بازده حذف COD بسیار بالا (بالای ۶۰ درصد) بوده و به تدریج با گذشت زمان که مواد غذایی مصرف می‌شوند روند افزایش بازده حذف کمتر می‌شود. در کل در سیستم SBR مورد مطالعه بازده حذف COD در بیشترین حالت خود ۹۸ درصد، به‌طوری‌که COD پساب خروجی به ۵۴ میلی‌گرم در لیتر رسید و از لحاظ استانداردهای زیست محیطی برای تخلیه در آب‌های سطحی مناسب بود(۳۳). با مشاهده نمودارهای فوق نتیجه‌گیری می‌شود که در این سیستم SBR مورد استفاده بهترین زمان واکنش، ۱۰ ساعت است زیرا در این زمان حذف COD و رنگ بهینه است. با مقدار COD ورودی که داشتیم (۱۸۰۰) حداقل زمان مورد نیاز برای حذف بهینه آن ۱۰ ساعت بود. طبق استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست ایران (جدول شماره۷) مقدار COD مجاز برای تخلیه پساب خروجی تصفیه‌خانه‌های فاضلاب به آب‌های سطحی برابر با ۶۰ میلی‌گرم در لیتر است. لذا در زمان ۱۰ ساعت که بازده حذف COD ۹۸ درصد است و نیز با توجه به COD ورودی (۱۸۰۰میلی‌گرم در لیتر) این استاندارد رعایت می‌شود. ۵۴=۱۷۴۶- ۱۸۰۰ ۱۷۴۶ = ۹۷ ٪ × ۱۸۰۰

اضافه کردن کربن فعال گرانولی به سیستم SBR باعث افزایش بازده حذف رنگ راکتیو یلو ۳ تا سقف ۱۴ درصد شد، همچنین بازده حذف رنگ دیسپرس یلو۳ را نیز تا ۹ درصد بالا برد. کارایی کربن فعال گرانولی به تنهایی در حذف رنگ‌های دیسپرس یلو۳ و راکتیو یلو۳ پایین است و کاربرد این جاذب در سیستم SBR برای مواقعی که درصدهای بالایی از حذف

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-02]

آلاینده‌ها مورد نیاز باشد بسیار مناسب است. در این مطالعه برای متغیرهای مختلف غلظت رنگ ورودی ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر را انتخاب شد. دلیل اصلی انتخاب این پارامتر این بود که غلظت رنگ خروجی از کارخانه نساجی مازندران تقریباً در این محدوده بود. بدین ترتیب که در این کارخانه به ازای هربار رنگرزی برای هر ۳ کیلوگرم رنگ خالص ۲۰ متر مکعب آب مصرف می‌شد. با توجه به میزان رنگ خروجی از فرآیند نساجی در بدترین شرایط غلظت رنگ خروجی در حدود ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر می‌شود(۴-۱، ۲۵). در این مطالعه با توجه به زمان واکنش‌های نسبتاً پایین نسبت به مطالعات دیگر بازده حذف COD بسیار بالا و بازده حذف رنگ نیز تا حدودی رضایت بخش بود. در مطالعه‌ای که آقای علیزاده و همکارانش از فرآیند ترکیبی کربن فعال پودری و لجن فعال استفاده کردند بازده حذف COD و رنگ در زمان واکنش‌های ۱۲ تا ۵۶ ساعته به ترتیب ۹۶ و ۹۲ درصد بود. البته در زمانی که لجن فعال بدون کربن فعال استفاده شد بازده حذف COD و رنگ به ترتیب ۹۰ و ۸۸ درصد بود. یعنی در کل بازده حذف COD در این سیستم در مقایسه با سیستم مورد استفاده مطالعه حاضر پایین‌تر، ولی بازده حذف رنگ بالاتر بود(۳۱).

در حالت کلی سیستم SBR مورد مطالعه ما برای حذف COD دارای بازده بسیار بالایی نسبت به کارهای انجام شده بود. میزان حذف COD در SBR مورد استفاده با واکنش هوازی در بالاترین حالت خود بالای ۹۸ درصد بود درحالی‌که دکتر تکدستان و همکاران در بیشترین حالت به باده ۹۵ درصد (۳۳) ونکاتا و همکاران به ۹۲ درصد(۳۴) اوذر و همکاران به ۹۵ درصد(۳۵) لورنک و همکاران به ۸۰ درصد(۳۶) رسیدند.

با نگرشی کلی بر یافته‌های این پژوهش می‌توان دریافت که کارایی سیستم SBR در حذف رنگ دیسپرس یلو۳ بالا بوده و قابل استفاده عملی در کارخانه نساجی مازندران می‌باشد. لذا پیشنهاد می‌گردد با توجه به معیوب بودن سیستم تصفیه فاضلاب این کارخانه، به‌طور عملی فرآیند SBR جهت تصفیه فاضلاب آن مورد استفاده قرار گیرد.

کاربرد چنین سیستمی در صنایع نساجی با رنگ پساب خروجی نسبتاً پایین مناسب است. در نهایت به این نتیجه می‌رسیم که این سیستم جهت تصفیه پساب صنایع نساجی با غلظت رنگ خروجی پایین و COD بالا بسیار مناسب و ایده‌آل می‌باشد.

References

1. Dalvand A, Gholami M, Joneidi A, Mahmoodi NM. Investigation of Electrochemical Coagulation Process Efficiency for Removal of Reactive Red 198 from Colored Wastewater. Journal of Color Science and Technology 2009; 3: 97-105.
2. Pandey A, Singh P, Iyengar L. View Bacterial decolorization and degradation of azo dyes. International Biodeterioration & Biodegradation 2007; 59: 73-84.
3. Asilian H, Mosavi GH, Mahmoudi M. Decolorization of Azo reactive 198 red dye from liquid solution by sludge absorption from water treatment coagulation process. J of health and environment 2009; 3: 93-102.
4. Mezohegyi G, et al. Innovative Reactor Design for anaerobic decolorization of azo dyes in 10th international conference on environmental science and technology 2007. Kos Island.
5. Hoseinian SM. Municipal and industrial wastewater treatment, Shar Ab Publisher, Tehran, 2002.
6. Banat F, Al-AshehS., Al-Rawashdeh MM, Nusair M. Microwave- and acid-treated bentonite as adsorbents of methylene blue

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-02]

from a simulated dye wastewater. Bull Engineering Geology Environment, 2008. 66.

7. Meric S, Selcuk H, Belgiorno V. Acute toxicity removal in textile finishing wastewater by Fenton's oxidation, ozone and coagulation–flocculation processes. Water Research, 2005. 39.
8. Sye W. Applications of chitosan beads and porous crab shell powder combined with solid-phase microextraction for detection and the removal of colour from textile wastewater. Carbohydrate Polymers, 2008. 72.
9. Kang S. Oxidation and Coagulation of Textile Wastewater by the Fenton Process. Chemosphere, 2002. 46.
10. Kim TH, Park C, Shin EB, Kim S. Decolorization of disperse and reactive dyes by continuous electrocoagulation process. Desalination, 2002; 150: 165-175.
11. Behdani Z. A survey on the decolorization of textile Disperse Dye in biological reactor with added inorganic materials, Mazandaran University of Medical Sciences, 2004.
12. LING LC. TREATMENT OF A REACTIVE DYE, A DISPERSE DYE, AND THEIR MIXTURES USING H2O2/pyridine/Cu(II) SYSTEM. 2009.
13. Prigione V, Varese GC, Casieri L, Marchisio VF. Biosorption of simulated dyed effluents by inactivated fungal biomasses. Bioresource Technology 2008; 99: 3559-3567.
14. HSE, Control of substances hazardous to health, ed. 4. 2002.
15. Dehghani MH. Application of SCR Technology for Degradation of Reactive Yellow Dye in Aqueous Solution. Water Quality Research, 2008. 43(2/3): 1-10.
16. Amirbeigi H. Fundamental of Water sanitary and treatment, Andisheh Rafie Publisher, Tehran, 2003.
17. Nigam P, Banat I, Singh D, Marchant R. Microbial process for the decolorization of textil effluent containing Azo, Diazo and Reactive Dyes. Process Biochemistry 1996; 31(5): 435-442.
18. Szpyrkowicz L, Juzzolino C, Kaul SN. A comparative study on oxidation of disperse dyes by electrochemical process, ozone, hypochlorite and fenton reagent. Water Research 2001; 35(9): 2129-2136.
19. Minke R, Rott U. Investigation on the anaerobic pretreatment of a coloured textile wastewater. Wasser-Abwasser 2002. 143.
20. Sponza D.T, Is¸ık M. Toxicity and intermediates of C.I. Direct Red 28 dye through sequential anaerobic/aerobic treatment. Process Biochemistry, 2005. 40.
21. Rajaguru P, Kalaiselvi M, Palanivel M, Subburam V. Biodegration of azo dyes in a sequential anaerobic-airobic system. Microbial Biotechnology, 2000. 54.
22. Kapdan I, Kargi F, McMullan G, Marchant R. Comparison of white-rot fungi cultures for decolorization of textile dyestuffs. Bioprocess Engineering, 2000. 22.
23. Kargi F, Uygur A. Hydraulic residence time effects in biological nutrient removal using five-step sequencing batch reactor. Enzyme and Microbial Technology, 2004. 35.
24. Mohan SV, Rao NC. Treatment of complex chemical wastewater in a sequencing batch reactor (SBR) with an aerobic suspended growth configuration. Process Biochemistry, 2005. 40.
25. Mohan SV, Chandrasekhara N. Simulated acid azo dye (Acid black 210) wastewater treatment by periodic discontinuous batch mode operation under anoxic-aerobic-anoxic microenvironment conditions. ecological

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-02]

engineering 2007. 3.

26. Ong SA, Toorisaka E, Hirata M. Treatment of azo dye Orange II in aerobic and anaerobic-SBR systems. Process Biochemistry, 2005. 40.
27. Keharia H, Patel H, Madamwar D. Decolorization screening of synthetic dyes by anaerobic methanogenic sludge using a batch decolorization assay. World Journal of Microbiology & Biotechnology, 2004. 20.
28. Sirianuntapiboon S, Chairattanawan K. Some properties of a sequencing batch reactor system for removal of vat dyes. Bioresource Technology, 2006. 97.
29. Panswad T, Techovanich A, Anotai J. Comparison of dye wastewater treatment by normal and anoxic+anaerobic/aerobic SBR activated sludge processes. Water Science and Technology 2001; 43(2): 355-362.
30. Chu H. Reous of actived sludge Biomass. Reous Biochemistry, 2002; 37: 595-600.
31. Association APH, A.W.W. Association, and W.E. Federation, Standard Method for the examination of water & wastewater, ed. 21st. 2005, Washington: American Public Health Association.
32. Farzadkia M. Application of High Rate Stabilization Ponds for Treatment of Kermanshah City Slaughterhouse, Journal of Water & Wastewater, 2005(Issue 51): 10-16.
33. Takdastan A, Khani MR, Pouramini N, Pazouki M. Sequencing batch reactor (SBR) in wastewater treatment in different operational conditions. In proceeding of 10th National congress on environmental health, 2007.
34. Mohan SV, Rao NC, Sarma N. simulated acid azo dye wastewater treatment using suspended growth configured sequencing batch reactor (sbr) under anoxic-aerobic-anoxic microenvironment. Applied ecology and environmental research, 2009. 7(1): 25-34.
35. Cinar O, Yasara S, Kertmena M, Demirozb K, OzguYigit N, Kitis M. Effect of cycle ratio on biodegradation of azo dye in sequencing batch reactor. Journal of Biotechnology 2008. 136: 460-495.
36. Lourenc N, Novais JM, Pinheiro HM. Effect of some operational parameters on textile dye biodegradation in a sequential batch reactor. Journal of Biotechnology, 2001. 89: 163-174.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-02]