مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی کردستان/ دوره هجدهم / بهار ۱۳۹۲/۱۲۱-۱۱۳

بررسی کارایی سیستم SBR در حذف رنگ راکتیو یلو ۳ از فاضلاب سنتتیک

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

۱. دانشیار گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران ، ایران

۲. دانشیار گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

۳. دانشیار گروه بهداشت محیط و مرکز تحقیقات بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران

۴. مربی گروه بهداشت محیط و مرکز تحقیقات بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران. (مولف مسوول) تلفن ثابت: ۶۱۳۱۵۰۴- ۰۸۷۱، ghahremani64@gmail.com

۵. کارشناس مسوول تحقیقات و بهره‌وری شرکت آب و فاضلاب روستایی استان کردستان، سنندج، ایران

چکیده

زمینه و هدف: روزانه میلیون‌ها لیتر از پساب‌های رنگی توسط صنایع نساجی و کارخانه‌ها تولید می شود؛ 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. رنگ های شیمیایی که در این صنایع به کار می رود؛ دارای خطرات بالقوه‌ای از جمله سرطان‌زایی و جهش‌زایی برای انسان می‌باشند. به علاوه نفوذ رنگ‌های متفاوت به آب‌های سطحی و زیرزمینی باعث رنگی شدن منابع آبی می‌شود.

مواد و روش‌ها: این مطالعه تجربی در مقیاس Bach scale 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 رنگ راکتیو یلو۳ به سیستم تزریق شد و راندمان حذف آن در زمان واکنش‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفت. سپس کارایی سیستم SBR در حذف رنگ و COD مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: در زمان واکنش ۲۴ ساعت راندمان حذف سیستم SBR به ترتیب برابر با ۵۸ درصد شد. همچنین این سیستم توانست در زمان واکنش ۱۴ ساعت ۹۸ درصد COD را حذف کند.

نتیجه گیری: در کل در این مطالعه با افزایش زمان واکنش کارایی سیستم SBR افزایش می‌یافت و در یک زمان واکنش مشخص راندمان حذف حالت یکنواختی پیدا می‌کرد. راندمان این سیستم در حذف رنگ و COD از یک طرف و نیز راندمان بالای سیستم‌های بی‌هوازی از طرف دیگر ما را به این نتیجه رساندکه ترکیبی از سیستم بی‌هوازی و هوازی برای حذف همزمان رنگ و COD با راندمان بالا بسیار مناسب خواهد بود.

واژگان کلیدی: SBR ، راکتیو یلو۳، رنگ، فاضلاب

وصول مقاله:۹۰/۹/۱۹ اصلاحیه نهایی:۹۱/۴/۲۲ پذیرش:۹۱/۸/۲۷

مقدمه

در حال حاضر ۱۰۰هزار نوع رنگ مختلف در سراسر دنیا تولید می‌شود که میزان تولید سالانه آن حدود۷۰۰ تا یک میلیون تن می‌باشد. صنایع نساجی بیشترین مصرف رنگ‌ها را دارند. برآوردها نشان می‌دهد که ۱۵ تا ۲۰درصد از رنگ مصرفی در این صنایع وارد پساب خروجی‌شان می‌شود البته 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 نساجی و کارخانه‌های تولید رنگدانه‌ها تولید می‌شود؛ هر لیتر از این

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-20]

پساب‌ها می تواند حاوی بیش از ۲۰ گرم از رنگدانه ها و حدواسط هایی ناشی از تجزیه آنها باشد که باعث بروز مسائل زیست‌محیطی می‌شوند(۵، ۶). رنگ‌های شیمیایی که در این صنایع به کار می رود؛ دارای خطرات بالقوه‌ای از جمله سرطان‌زایی و جهش‌زایی برای انسان می‌باشند (۷، ۸) به علاوه نفوذ رنگ‌های متفاوت به آب‌های سطحی و زیرزمینی باعث رنگی شدن منابع آبی میشود (۹، ۱۰). برخی رنگ‌ها و مواد تشکیل دهندهٔ آنها مانند نمک‌های کروم، روی، کادمیوم، مس و نیکل نیز برای ماهی‌ها سمی هستند. برخی رنگ‌های آلی سرطان‌زا هستند و اثرات نامطلوبی بر بدن انسان برجای می گذارند (۱۱، ۱۲). رنگ‌های سنتتیک به طور وسیعی در صنایع نساجی مورد استفاده قرار می گیرند. 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 (۱، ۱۳). رنگ‌های راکتیو یکی از رنگ‌های پرکاربرد صنایع نساجی هستند که می‌توانند با سیستم ایمنی بدن واکنش دهند 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. رنگ‌های راکتیو می‌توانند باعث سرخی و خارش پوست در تمام بدن به خصوص در نواحی بین انگشتان دست و پا شوند (۱۴). وجود این خطرات بالقوه پساب صنایع نساجی، تصفیه آنها امری ضروریست.

از میان روش‌های مختلفی که برای تصفیه فاضلاب صنایع نساجی به کار می‌رود می‌توان به روش انعقاد و لخته‌سازی اشاره کرد که با توجه به اینکه در حذف رنگ از الیاف نخی مؤثر نیست و حجم لجن تولیدی آن زیاد است روش مطلوبی نمی باشد (۱۷-۱۵). استفاده از اکسیدان‌هایی مثل کلر و ازن نیز به دلیل تولید فرآورده‌های جانبی (تری هالو متان) و بالا بودن هزینه آنها کاربرد زیادی ندارد روش کلرزنی در بهترین شرایط توانسته ۱۰ درصد رنگ و 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؛ به طوریکه در بهترین شرایط حداکثر ۵۰ درصد رنگ و ۳۹ درصد COD را حذف کند (۱۸). در کل هر چند به کاربردن روش‌های فیزیکی- شیمیایی در حذف رنگ ها و دیگر مواد آلی غیرقابل 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 رنگ‌هاست. 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 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 ته نشینی از لحاظ اقتصادی زیاد به صرفه نیست (۱۱، ۲۲-۱۹).

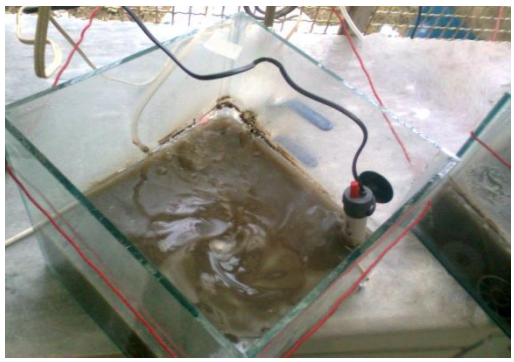
سیستم SBR یک سیستم ساده و انعطاف پذیر است که بدون نیاز به حوض ته نشینی، کل واکنش‌ها در یک راکتور انجام می‌شود و به وفور برای تصفیه فاضلاب صنایع به کار می‌رود. این سیستم قادر به حذف آلاینده‌های مختلف فاضلاب از جمله مواد آلی، رنگ و ترکیبات کلردار است (۲۳). هزینه راه‌اندازی و بهره‌برداری سیستم‌های SBR برابر با ۴۰ درصد از هزینه‌هایی است که صرف لجن فعال می‌شود همچنین سیستم SBR به زمان مطابقت کمتری نسبت به سیستم لجن فعال نیاز دارد یعنی میکروارگانیزم‌ها در این سیستم زودتر با شرایط سازگار می‌شوند (۲۴). مطالعات نشان داده که سیستم SBR کارایی خوبی در حذف رنگ فاضلاب نساجی هستند (۲۸-۲۵). در کل این

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-20]

سیستم‌ها برای CODهای بالا بسیار موثر است که فاضلاب‌های نساجی از این دسته هستند ولی برای بالا بردن حذف رنگ، اضافه کردن یک سیستم دیگر به سیستم بیولوژیکی بسیار موثر است، بطوری که در یک مطالعه که قریشی و همکاران بر روی اثر سیستم SBR-GAC بر حذف رنگ انجام دادند و کربن فعال گرانولی را به SBR اضافه کردند راندمان حذف به بالای ۷۶ درصد رسید (۲۹). هدف ما از انجام این مطالعه بررسی کارایی سیستم ترکیبی SBR در حذف رنگ راکتیو یلو ۳ از پساب صنایع نساجی مازندران می‌باشد.

مواد و روش‌ها

پایلوت: این مطالعه تجربی-آزمایشگاهی در مقیاس Bach scale صورت گرفت. در آن از دو راکتور شیشه‌ای با ابعاد ۲۵*۲۵*۲۵ استفاده شد (شکل ۱). برای هر یک 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 عدد پمپ آکواریوم (مدل Royal U-9900) به کار برده شد. برای تنظیم جریان ورودی به راکتور نیز از دو مخزن ۱۰ لیتری استفاده شد. 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 MLSS لجن تزریقی حدود ۸۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود. برای تغذیه روزانه این راکتورها از فاضلاب سنتتیک استفاده شد.



شکل ۱- راکتور SBR مورد استفاده در این مطالعه

فاضلاب سنتتیک: برای ساخت این فاضلاب سنتتیک ابتدا ۳ نمونه از فاضلاب صنایع نساجی مازندران گرفته شد و COD آن اندازه‌گیری گردید که متوسط سه دفعه ۱۸۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود، بر همین اساس COD فاضلاب سنتتیک مورد استفاده را ۱۸۰۰ میلی‌گرم در لیتر در نظر گرفتیم. ترکیب این فاضلاب در جدول ۱ ارائه شده است. سیکل زمانی سیستم SBR مورد استفاده مطابق با جدول ۲ بود.

رنگ: پس از آدابته شدن سیستم به یکی از راکتورها، رنگ راکتیو یلو۳ تزریق شد. رنگ تزریق شده یکی از پرکاربردترین رنگ‌های مورد استفاده در صنایع نساجی مازندران بود که مشخصات آن در (جدول ۳) آورده شده است. اندازه‌گیری رنگ راکتیو یلو ۳ توسط دستگاه اسپکتوفتومتری (Hch DR2800visible) انجام شد و طول موج ماگزیمم برای این کار ۳۹۳ نانومتر بود. کلیه آزمایشات و ساخت محلول‌ها بر اساس رهنمودهای کتاب

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-20]

روش‌های استاندارد بود (۳۰). تعداد نمونه ها در این پروژه تا زمان پایدار شدن راندمان حذف ادامه داشت. بطور متوسط برای هر زمان ماند ۶ نمونه از پایلوت گرفته شد در نتیجه برای مجموع دو راکتور نزدیک ۱۰۶ نمونه توسط دستگاه اسپکتوفتومتری قرائت گردید. در هنگام تزریق رنگ، یکی از راکتورها به عنوان شاهد استفاده می‌شد. حدود ۳ هفته طول کشید که میکروارگانیزم‌ها با سیستم کاملا سازگار شدند. تعداد نمونه‌ها در این پروژه بر اساس پایداری راندمان خروجی بود. بطوریکه در اکثر زمان‌های ماند در دو راکتور پس از ۶ بار نمونه برداری، سیستم به فاز پایداری می‌رسید. لذا تعداد نمونه‌ها از پساب خروجی در زمان‌های مختلف ۹۶ نمونه بود. داده‌های حاصل از این مطالعه با استفاده از نرم افزار Excel مورد آنالیز قرار گرفت و رگرسیون داده‌ها بر روی نمودارها آورده شده است.

جدول ۱- ترکیبات فاضلاب سنتتیک

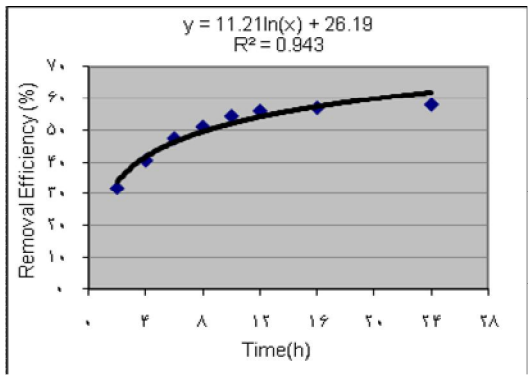
ماده شیمیایی	غلظت (mg/l)
گلوکز	۱۷۵۰
بی‌کربنات سدیم[1]	۶۷۵
اوره	۱۱۵
فسفات دی‌هیدروژن پتاسیم[2]	۵۵
سولفات منیزیم هفت آبه[3]	۴۲/۵
کلرید فریک	۳/۵

[1] $NaHCO_3$
[2] KH_2PO_4
[3] $MgSO_4 . 7H_2O$

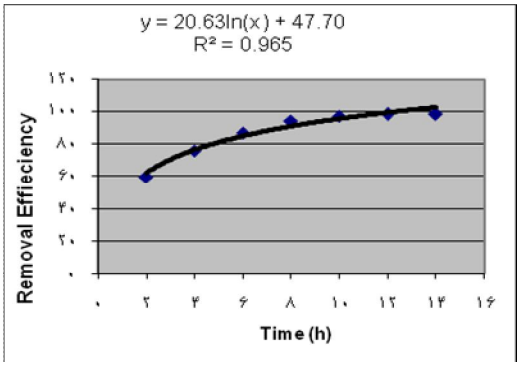
[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-20]

یافته‌ها

نتایج آنالیز پارمترهای اصلی موثر بر راهبری سیستم SBR در جدول ۴ نشان داده شده است. در زمانی که کلیه این پارامترها کنترل شدند و شرایط سیستم SBR بهینه گردید رنگ راکتیو یلو ۳ را به یکی از راکتورها تزریق کردیم. غلظت رنگ ورودی به سیستم SBR برابر با ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود. که نتایج به دست آمده در (شکل۲) آورده شده است. همانطور که مشاهده شود با افزایش زمان واکنش هوازی در سیستم SBR راندمان حذف رنگ راکتیو یلو ۳ افزایش پیدا کرده است. راندمان حذف رنگ راکتیو توسط سیستم SBR زیاد بالا نبود و در بهترین حالت در زمان واکنش ۲۴ ساعت راندمان حذف ۵۸ درصد شد، البته فرق چندانی با زمان واکنش ۱۲ ساعته (راندمان ۵۶ درصد) نداشت. 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 راندمان 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 (شکل ۳). در شرایط بهینه، راندمان حذف COD توسط SBR در زمان واکنش ۱۴ ساعت به ۹۸ درصد رسید. راندمان حذف COD در این سیستم در (شکل ۳) نشان داده شده است.



شکل ۲) راندمان حذف رنگ راکتیو یلو ۳ با افزایش زمان واکنش هوازی در سیستم SBR



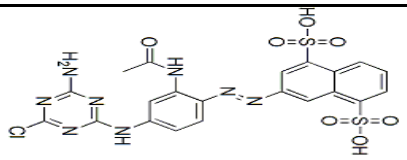
شکل ۳) راندمان حذف COD با افزایش زمان واکنش هوازی در سیستم SBR

جدول ۲) مشخصات سیکل زمانی راکتورهای SBR مورد استفاده

مرحله	مدت زمان
پرکردن	۲۰دقیقه
واکنش	۱۰ساعت
ته‌نشینی	۲ ساعت
تخلیه	۵ دقیقه
سکون	۵ دقیقه

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-20]

جدول ۳) ساختار و مشخصات رنگ راکتیو یلو۳

نام شیمیایی	راکتیو یلو ۳ (RY3)
کلاس	راکتیو
شاخص رنگ[1] (CI)	۱۳۲۵۴
وزن (مولکولیg/Mol)	۵۹۲/۹۹۲
طول موج ماکزیمم[2] (nm)	۳۹۳
ساختار شیمیایی	

جدول ۴ مشخصات راکتور SBR در حال بهره‌برداری

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

1. Color Index
2. λ_{Max}

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-20]

بحث

سیستم SBR یک سیستم ساده و انعطاف پذیر است که بدون نیاز به حوض ته نشینی کل واکنش ها در یک راکتور انجام می‌شود و به وفور برای تصفیه فاضلاب صنایع به کار می رود. این سیستم قادر به حذف آلاینده های مختلف فاضلاب از جمله مواد آلی، رنگ و ترکیبات کلرینه است (۲۸). هزینه راه اندازی و بهره برداری سیستم های SBR برابر با ۴۰ درصد از هزینه هایی است که صرف لجن فعال می‌شود، همچنین سیستم SBR به زمان مطابقت کمتری نسبت به سیستم لجن فعال نیاز دارد یعنی میکروارگانیزم ها در این سیستم زودتر با شرایط سازگار می‌شوند (۲۴). با مشاهده شکل‌های (۱، ۲) می‌توان زمان مناسب برای عملکرد سیستم‌های 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 در زمان‌های بیش از ۱۲ ساعته اتفاق می‌افتد. البته مطالعات دیگر هم بر کاهش حذف آلاینده‌هایی مثل رنگ که با گذشت زمان کم می‌شود تاکید داشته اند. مثلاً در مطالعه‌ای بر روی حذف رنگ پساب نساجی انجام داده شد به این نتیجه رسیدند که با گذشت زمان شدت کاهش رنگ کاهش یافته و به مرور زمان ثابت می‌شود (۳۱). از زمان ۱۰ ساعت برای واکنش استفاده کردیم، دلیل استفاده از این زمان حذف بهینه COD در این شرایط بود. با مقدار COD ورودی که داشتیم (۱۸۰۰) حداقل زمان مورد نیاز برای حذف بهینه آن ۱۰ ساعت بود. طبق استانداردهای سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران 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 راندمان حذف COD ۹۸ درصد است و نیز با توجه به COD ورودی (۱۸۰۰میلی‌گرم‌درلیتر) این استاندارد رعایت می‌شود. ۵۴=۱۷۴۶ - ۱۸۰۰ ۱۷۴۶ = ۹۷ ٪ × ۱۸۰۰ . در این مطالعه برای متغیرهای مختلف غلظت رنگ ورودی ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر را انتخاب کردیم. 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 مترمکعب آب مصرف می‌شد. باتوجه به میزان رنگ خروجی از فرآیندهای نساجی(۴-۱، ۲۵). در بدترین شرایط غلظت رنگ خروجی در حدود ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر می‌شود. در این مطالعه با توجه به زمان واکنش‌های نسبتاً پایین نسبت به مطالعات دیگر راندمان حذف COD بسیار بالا و راندمان حذف رنگ نیز تا حدودی رضایت بخش بود.

در حالت کلی سیستم SBR مورد مطالعه ما برای حذف COD دارای راندمان 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 در حالیکه تکدستان و همکاران، در بیشترین حالت به راندمان ۹۵ درصد (۳۲) اوذر و همکاران ۹۵ به درصد (۳۳) لورنکو و همکاران به ۸۰ درصد (۳۴) سانتود و همکاران به ۹۶ درصد (۲۸) رسیدند. در کل سیستم های بیولوژیکی در حین سادگی و ارزان بودن فرآیند، یک روش مطلوب برای حذف BOD و COD فاضلاب صنایع می‌باشد ولی برای بالا بردن راندمان حذف رنگ این سیستم‌ها اضافه کردن یک فرآیند دیگر در کنار آن بسیار مطلوب و باعث بالا رفتن راندمان خواهد شد. بطوریکه در مطالعه‌ای که گوهری و همکاران از سیستم ترکیبی انعقاد و SBR استفاده کردند راندمان حذف رنگ به ۸۹ درصد رسید.

نتیجه‌گیری

کلی این مطالعه نشان داد که کاربرد چنین سیستمی در صنایع نساجی با رنگ پساب خروجی نسبتاً پایین مناسب است و سیستم جهت تصفیه پساب صنایع نساجی با غلظت رنگ خروجی پایین و COD بالا بسیار مناسب و ایده‌آل می‌باشد.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-20]

تشکر و قدردانی

این مطالعه حاصل طرح تحقیقاتی مصوب معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی مازندران بود. نویسندگان این مقاله بدینوسیله تشکر و قدردانی خود را نسبت به این معاونت ابراز می‌دارند.

Reference

1. Alvand D., Alvand ABD. A review of electrochemical coagulation process efficiency for removing red reactive dyes 198 from colored wastewater. Scientific and Research Publications of Science and Technology of Dye. 2009;25:105-102.
2. Pandey A, P Singh and L Iyengar. View Bacterial decolorization and degradation of azo dyes. International Biodeterioration & Biodegradation 2007;59: 73–84.
3. Asilian H, GH Mousavi, M Mahmoudi. Removal of azo 198 red reactive color from aquatic solution using adsorption on sludge from coagulation process in water treatment plant, health and environment magazine. Iranian Jornal of Health and Environment. 2011p:93-102
4. Mezohegyi G, Bengoa. C. Fabregat A. Innovative reactor design for anaerobic decolorization of azo dyes. In 10th international conference on environmental science and technology 2007. Kos Island, Greece.
5. SM Hoseinian. Treatment plants for urban and industrial wastewater, 2002. Shahr ab publication, Tehran
6. Banat F, Al-AshehS, Al-Rawashdeh MM, Nusair M. Microwave- and acid-treated bentonite as adsorbents of methylene blue from a simulated dye wastewater. Bull Engineering Geology Environment, 2008. 66-73.
7. Meric S, Selcuk H, and Belgiorno V. Acute toxicity removal in textile finishing wastewater by Fenton's oxidation, ozone and coagulation–flocculation processes. Water Research 2005;36:1147-1153.
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: 550-556.
9. Kang S. Oxidation and coagulation of textile wastewater by the Fenton process. Chemosphere 2002; 46:923-8
10. Kim TH, Park Ch, Shin EB, Kim S. Decolorization of disperse and reactive dyes by continuous electrocoagulation process. Desalination 2002;150:165-175.
11. Behdani Z. A survey of the efficiency of blue disperse color removal in biological reactor with adding minerals 2004, Medical University of Mazandaran, Sari.2004
12. Ling LC. Treatment of a reactive dye, a disperse dye and their mixtures using H2O2 / pyridine/Cu (II) system. Thesis submitted in fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science.
13.Prigione V Cristina G; Marchisio L, Filipello V. Biosorption of simulated dyed effluents by inactivated fungal biomasses. Bioresource Technology 2008;99:3559–3567.
14. HSE. Control of substances hazardous to health. 4th ed. 2002, P:230-240
15. Dehghani MH. Application of SCR technology for degradation of reactive yellow dye in aqueous solution. Water Quality Research 2008;43:1-10.
16. Amirbeigi H. Treatment basics and water hygiene. 2003, Tehran: Andishe Rafi.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-20]

17. Poona and Nigma. Microbial process for the decolorization of textil effluent containing azo, diazo and reactive dyes. Process Biochemistry 1996;31:435-442.
18. Szpyrkowicz L, C Juzzolino and SN Kaul. A comparative study on oxidation of disperse dyes by electrochemical process, ozone , hypochlorite and fenton reagent. Water Research 2001;35:2129–2136.
19. Minke R and U Rott. Investigation on the anaerobic pretreatment of a coloured textile wastewater. Wasser-Abwasser 2002; 13:143-151.
20. Sponza DT and M Is¸ık.Toxicity and intermediates of C.I. direct red 28 dye through sequential anaerobic/aerobic treatment. Process Biochemistry 2005; 12:40-47.
21. PRajagur , Kalaiselvi K, Palanivel M, Subburam V. Biodegration of azo dyes in a sequential anaerobic-airobic system. Microbial Biotechnology 2000;54:268-273.
22. Kapdan I, F. Kargi , G. McMullan, R. Marchant. Comparison of white-rot fungi cultures for decolorization of textile dyestuffs. Bioprocess Engineering 2000; 22:347-351.
23. Kargi F and A Uygur. Hydraulic residence time effects in biological nutrient removal using five-step sequencing batch reactor. Enzyme and Microbial Technology 2004;35;167-172.
24. Mohan SV and NC Rao. Treatment of complex chemical wastewater in a sequencing batch reactor (SBR) with an aerobic suspended growth configuration. Process Biochemistry 2005;40:1501-1508.
25. Mohan SV, Chandrasekhara N. Simulated acid azo dye (Acid black 210) wastewater treatment by periodic discontinuous batch mode operation under anoxic–aerobic–anoxicmicroenvironment conditions. Ecological Engineering 2007; 31; 242-250.
26. Ong SA, Toorisaka E, Hirata M, Hano T, Treatment of azo dye Orange II in aerobic and anaerobic-SBR systems. Process Biochemistry 2005;40;2907-2914.
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;365-370.
28. Sirianuntapiboon S, Chairattanawan K. Some properties of a sequencing batch reactor system for removal of vat dyes. Bioresource Technology 2006; 97;1243-52.
29. Gohary F, Tawfik A. "Decolorization and COD reduction of disperse and reactive dyes wastewater using. Desalination 2009;249:1159–1164.
30. Association APH, AWW. Association, and W.E. Federation, standard method for the examination of water & wastewater. 21st. ed. Washington: American Public Health Association. 2005. P:230-251.
31. Chu H. Reous of actived sludge biomass. Reous Biochemistry 2002; 37: 595-600.
32. Takdastan A. Investigation of the efficiency of sequential discontinuous reactor for treatment under different conditions of implementation, 10th national congress for environmental health, 2007, Hamedan.
33. Ozer C, Yasar S, Cirik k. Effect of cycle ratio on biodegradation of azo dye in sequencing batch reactor. Journal of Biotechnology 2008;136: 460-495.
34. 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 sjku.muk.ac.ir on 2026-11-20]