حذف رنگ راکتیو آبی ۱۹ از فاضلاب سنتتیک نساجی با استفاده از پودر گیاه نی

سمانه مظفری[۱]، محمدتقی قانعیان[۱]، محبوبه دهواری[۱]، بهزاد جمشیدی[۱*]

۱) گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۸/۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹٤/۵/۲۷

چکیده

مقدمه: رنگ های نساجی از عمده ترین ترکیبات آلی هستند که با ورود به فاضلاب های صنعتی، مشکلات زیست محیطی متعددی را به همراه خواهند داشت. لذا حذف این آلاینده ها از فاضلاب ها، حائز اهمیت است. در این مطالعه، کارایی پودر گیاه نی در حذف رنگ راکتیو آبی ۱۹ از فاضلاب سنتتیک نساجی مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش ها: این تحقیق یک مطالعه تجربی است. جاذب مورد نظر در شرایط آزمایشگاهی تهیه و توسط الک های استاندارد ASTM مش ۶۰ و ۱۰۰ دانه بندی شد. در این تحقیق، فاضلاب مصنوعی با دو غلظت مختلف رنگ راکتیو آبی ۱۹ (۲۵ mg/l و ۵۰) تهیه شد. اثر عواملی از قبیل pH (۱۱– ۳)، مقدار جاذب(۰/۸– ۰/۲گرم در لیتر) و زمان تماس(۱۲۰– ۱۵ دقیقه و ۲۴ ساعت) بر فرآیند جذب مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به فاکتورهای مورد بررسی، در مجموع ۳۰۰ نمونه مورد آنالیز قرار گرفت. جهت انجام آزمایشات از ارلن های ۲۵۰ میلی لیتری به عنوان راکتور ناپیوسته استفاده شد. سنجش غلظت رنگ باقی مانده در نمونه ها با استفاده از اسپکتروفتومتر UV/Visible و در طول موج ۵۹۲ nm انجام شد. پتانسیل جذب جاذب مورد استفاده در مطالعه با مدل های جذب لانگمیر، فروندلیچ و تمکین بررسی شد. به علاوه، سینتیک های جذب درجه یک کاذب و درجه دو کاذب نیز جهت ارزیابی الگوی جذب رنگ، مورد بررسی قرار گرفت.

یافته های پژوهش: نتایج آزمایش بیانگر بالاترین راندمان حذف رنگ در pH برابر با ۳ بود. مطابق با نتایج به دست آمده، بیشترین میزان حذف در ۶۰ دقیقه اول آزمایش به دست آمده است. با افزایش غلظت اولیه رنگ، راندمان حذف کاهش یافته است. نتایج به دست آمده نشان داد که با افزایش مقدار جاذب از ۰/۴ به ۰/۸ گرم در ۱۰۰ میلی لیتر، راندمان حذف تغییر چندانی ندارد به طوری که برای غلظت های ۲۵ و ۵۰ میلی گرم در لیتر، راندمان حذف به ترتیب از ۹۳/۱۲ درصد به ۹۵/۴۱ درصد و از ۹۰/۸۳ درصد به ۹۳/۹۶ درصد افزایش یافته است. ایزوترم جذب رنگ با استفاده از پودر گیاه نی از مدل ایزوترمی لانگمیر پیروی می کند. بررسی سینتیک جذب نشان دهنده تطابق بهتر داده ها با سینتیک درجه دو کاذب بوده است.

بحث و نتیجه گیری: نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر بیانگر مناسب و موثر بودن پودر گیاه نی(در شرایط بهینه آزمایش از نظر pH، مقدار جاذب و زمان تماس) به عنوان جاذب طبیعی در حذف رنگ یود.

واژه های کلیدی: ایزوترم، پودر گیاه نی، جذب، سینتیک

*نویسنده مسئول: گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران

Email: behzadjamshidi65@yahoo.com

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-10]

مقدمه

رنگ ها گروهی از مواد آلی پیچیده هستند که در نتیجه مراحل مختلف نظیر رنگرزی و تکمیل در صنعت نساجی به محیط زیست وارد می شوند(۱). رنگ های مورد استفاده در صنایع نساجی به سه گروه آنیونی(اسیدی، مستقیم، راکتیو)، کاتیونی(همه رنگ های قلیایی) و غیریونی(رنگ های دیسپرس) تقسیم می شوند(۲). مطابق با شاخص رنگ(C.I.)، در جهان بیشتر از ۱۰۰۰۰ نوع مختلف رنگ، سنتز شده و در دسترس است. رنگ های آزو(در حدود ۷۰ درصد) و آنتراکوئینون(در حدود ۱۵ درصد) جزء بزرگترین دسته بندی رنگ ها هستند(۳). مطالعات نشان داده است که رنگ ها دارای خاصیت سرطانزایی و جهش زایی بوده و برای محیط زیست زیان آور می باشند(۴،۵). رنگ ها هم چنین برای میکروب ها و گونه های ماهی، تراتوژنیک هستند(۶). به عنوان مثال چندین مطالعه اپیدمیولوژیکی نشان داده اند که استفاده از رنگ های با پایه بنزیدین باعث ایجاد سرطان مثانه در انسان می شود(۷).

رنگ های راکتیو، رنگ های آنیونی محلول در آب هستند. این رنگ ها تا حد زیادی جایگزین رنگ های دایرکت، آزو و وات شده اند. این رنگ ها به دلیل کاربرد آسان و مصرف انرژی پایین، به میزان زیادی در صنایع نساجی مصرف می شوند، بنا بر این حذف آن ها اهمیت زیادی دارد(۶،۸). رنگ راکتیو آبی ۱۹(RB19) از نظر نوع عامل رنگی جزء رنگ های آنتروکوئینون بوده و به فرآیند شیمیایی بسیار مقاوم است که در حال حاضر نیز در صنایع نساجی کاربرد دارد. این رنگ دارای راندمان تثبیت نسبتاً کمی(۸۰- ۷۵ درصد) بوده که ناشی از رقابت بین تشکیل حالت راکتیو(وینیل سولفون) و واکنش های هیدرولیز است(۸).

مهم ترین صنعتی که از رنگ ها استفاده می کند، صنعت نساجی است که فاضلاب شدیداً رنگی با غلظت ۱۰-۲۰۰ mg/l تولید می کند(۳). در این صنایع، مقادیر زیادی از فاضلاب های بسیار رنگی تولید شده که معمولاً سمی، مقاوم به تجزیه بیولوژیک و پایدار در محیط زیست می باشد(۱،۹،۱۰). تخلیه فاضلاب های رنگی حاصل از عملکرد صنایع نساجی به آب های پذیرنده، منجر به کاهش نفوذ نور خورشید و وضعیت دید، بروز پدیده اتروفیکاسیون و تداخل در اکولوژی آب های پذیرنده شده که ضمن اثر بر شدت فتوسنتز گیاهان آبزی و جلبک ها در محیط های آبی، باعث آسیب به محیط زیست می شود(۱۳-۱۱).

تاکنون تکنولوژی های مختلفی نظیر جذب، احیاء شیمیایی، ترسیب، انعقاد، تجزیه میکروبی، ازن زنی، اسمز معکوس، تبادل یون و فرآیندهای غشایی، جهت حذف رنگ مورد استفاده قرار گرفته اند(۲،۱۴،۱۵). در این میان، فرآیند جذب سطحی، بیشترین فرآیند مورد استفاده می باشد. فرآیند جذب به دلیل کم هزینه بودن، کارایی بالا، ساده بودن و غیر حساس بودن نسبت به مواد سمی، یک فرآیند موثر برای حذف رنگ از فاضلاب می باشد(۱۶). ترکیباتی نظیر کربن فعال، پودر هسته انار، خاکستر هسته زیتون، سبوس گندم و لجن فعال خشک شده به عنوان جاذب جهت حذف رنگ استفاده شده اند(۱۹-۱۷،۲،۶،۱۰). فرآیند جذب سطحی با کربن فعال از موثرترین روش های حذف رنگ است. از آن جا که احیاء کربن فعال هزینه بر و گران بوده، لذا باید به دنبال جاذب های ارزان قیمت بود(۳،۱۸).

گیاه نی شامل ۱۶-۱۴ گونه است که در ایران، ۱۲ گونه آن وجود دارد و به شکل گسترده ای در ایران توزیع شده است. این گیاه دارای استفاده های متعددی می باشد. تاکنون مطالعاتی پیرامون حذف نیترات، فسفر و کروم با این گیاه انجام شده است(۲۲-۲۰). با توجه به فراوانی و دسترسی آسان به گیاه نی و قابلیت استفاده از آن به عنوان یک جاذب زیستی ارزان قیمت، در این پژوهش به بررسی حذف رنگ راکتیو آبی ۱۹ از فاضلاب سنتتیک نساجی توسط پودر این گیاه پرداخته شده است.

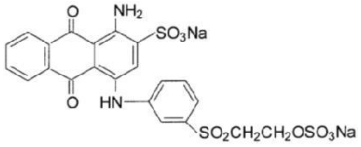
مواد و روش ها

این تحقیق یک مطالعه تجربی است و هدف از انجام آن، تعیین کارایی پودر گیاه نی در حذف رنگ راکتیو آبی ۱۹ از فاضلاب سنتتیک نساجی بوده است. رنگ راکتیو آبی ۱۹ مورد استفاده در این مطالعه، محصول شرکت دای استار آلمان بوده و از طریق شرکت نساجی یزدباف تهیه گردید و سایر مواد شیمیایی مورد استفاده در انجام آزمایشات، محصول

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-10]

شرکت مرک بود. مشخصات و ساختار شیمیایی رنگ مورد استفاده در جدول شماره ۱ ارائه شده است(۲).

جدول شماره ۱. مشخصات و ساختار شیمیایی رنگ راکتیو آبی ۱۹

فرمول شیمیایی	$C_{22}H_{16}O_{11}N_2S_3Na_2$
نام تجاری	رمازول برلیانت بلو- آر
کلاس	آزو
وزن مولکولی	۶۲۶/۵ g/mol
طول موج جذب	۵۹۲ nm
ساختار مولکولی	

در مطالعه حاضر، پارامترهایی شامل اثر pH (۱۱،۹،۷،۵،۳)، مقدار جاذب(۰/۸، ۰/۶، ۰/۴، ۰/۲ گرم در لیتر)، زمان تماس(۲، ۱/۵، ۱، ۰/۵، ۰/۲۵ و ۲۴ ساعت) و غلظت اولیه رنگ(۲۵ و ۵۰ میلی گرم در لیتر) مورد بررسی قرار گرفتند. در تمام مراحل آزمایش، پارامترهایی هم چون دما و سرعت شیکر ثابت و به ترتیب برابر با ۲۵ درجه سانتی گراد و ۱۵۰ دور در دقیقه در نظر گرفته شد. جهت اختلاط و تماس مناسب جاذب و آلاینده، از شیکر مکانیکی(مدل GFL 137; Innova انگلستان)، استفاده گردید. با توجه به پارامترهای مورد بررسی و دو بار تکرار نمونه ها، در مجموع ۳۰۰ نمونه مورد آنالیز قرار گرفته است. به منظور انجام آزمایشات، از ارلن های ۲۵۰ میلی لیتری به عنوان راکتور ناپوسته استفاده شد.

برای تهیه جاذب، ابتدا اندام های هوایی گیاه نی به طور کامل(ساقه، برگ و گل) با آب مقطر شسته شده، در دمای اتاق خشک و در سایز بزرگ، خرد گردید. سپس به مدت ۴ ساعت جوشانده شد. جهت حذف رطوبت، در دمای ۲۰۰ درجه سانتی گراد خشک و سپس آسیاب شد. جهت دانه بندی جاذب مورد نظر از الک‌های استاندارد ASTM بین ۶۰ تا ۱۰۰ مش استفاده گردید. نمونه های مورد بررسی در این مطالعه، از انحلال پودر رنگ راکتیو آبی ۱۹ در آب مقطر به صورت مصنوعی تهیه شد. بدین ترتیب که ابتدا محلول مادر با حل نمودن مقادیر معینی از پودر رنگ راکتیو آبی ۱۹ در آب مقطر(محلول ۱۰۰ میلی گرم در لیتر) آماده شده و سپس با رقیق کردن آن، محلول های استاندارد با غلظت های مورد نظر(۲۵ و ۵۰ میلی گرم در لیتر) تهیه گردید.

جهت تنظیم pH محلول ها از pH متر(مدل Mi 151) و محلول های ۰/۱ نرمال اسید سولفوریک و سدیم هیدروکسید استفاده گردید. جهت جداسازی جاذب از محلول های آبی، تمامی نمونه ها پس از اختلاط و گذشت زمان مورد نظر، با استفاده از فیلتر غشایی ۰/۴۵ میکرون فیلتر شده و سپس غلظت باقی مانده رنگ در نمونه ها با استفاده از روش اسپکتروفتومتری UV–visible (مدل Optima SP-3000 Plus ژاپن) در طول موج ۵۹۲ نانومتر، اندازه گیری شد(۲۳). جهت تعیین راندمان حذف و ظرفیت جذب از روابط ۱ و ۲ استفاده گردید(۱۷):

$$\%R: \frac{C_0 - C_t}{C_0} \times 100 \qquad (۱)$$

$$q_e: \frac{(C_0 - C_t)V}{W} \qquad (۲)$$

%R بیانگر راندمان حذف رنگ، q_e ظرفیت جذب، C_0 و C_t غلظت های اولیه و باقی مانده رنگ راکتیو آبی ۱۹ (میلی گرم در لیتر)، V حجم محلول(لیتر) و W مقدار جاذب استفاده شده(گرم در ۱۰۰ میلی لیتر) می باشد.

ایزوترم های جذب، معادلاتی هستند که تعادل جذب بین فازهای جامد و مایع را بیان می کنند(۲۳). در مطالعه حاضر، ایزوترم های جذب لانگمیر، فروندلیچ و تمکین مورد بررسی قرار گرفتند. ایزوترم لانگمیر نشان دهنده جذب روی سطوح تک لایه جاذب است و

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-10]

ایزوتـرم فرونـدلیچ نشـان دهنـده جـذب روی سـطوح ناهمگون جاذب و فرآیند جذب چند لایه است(۲۴،۲۵). در مدل ایزوترم تمکین، فرض بر این است که حـرارت جذب همه مولکول ها در لایه به دلیل دافعـه جـاذب و جذب شونده، بـه طـور خطـی کـاهش مـی یابـد(۲۶). معادلات مرتبط با این سه ایزوتـرم در زیـر ارائـه شـده است:

ایزوترم لانگمیر:

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{K_L q_m} + \frac{C_e}{q_m} \quad (۳)$$

$$R_L = \frac{1}{1+K_L C_0} \quad (۴)$$

ایزوترم فروندلیچ:

$$log q_e = \log K_F + \frac{1}{n} log C_e \quad (۵)$$

ایزوترم تمکین:

$$q_e = B_T ln K_t + B_T ln C_e \quad (۶)$$

در معادلات بالا، q_e ظرفیـت جـذب(میلی گـرم در گرم)، K_L ثابت جذب لانگمیر(لیتر بر میلـی گـرم)، q_m ثابت لانگمیر مرتبط با حداکثر ظرفیت جذب(میلی گرم در گرم)، C_e غلظت رنگ در شرایط تعادل(میلی گرم در لیتر)، C_0 غلظت اولیـه رنـگ(میلی گـرم در لیتـر) مـی باشد. مقدار R_L نشان دهنـده ایـن اسـت کـه ایزوتـرم، خطـــی(R_L=۱)، غیـــر قابـــل برگشـــت(R_L=۰)، مطـــلوب(۰< R_L<۱) و یـا نـامطلوب(R_L>۱) مـی - باشد. 1/n و k_F (لیتر بر میلی گرم) ثابت هـای ایزوتـرم فروندلیچ بوده کـه بـه ترتیـب نشـان دهنـده شـدت و ظرفیت جذب می باشند. مقادیر 1/n نشان می دهد که جـذب برگشـت پـذیر(1/n=۰)، مطلـوب(۰<1/n<۱) و نامطلوب(1/n>۱) است. B_T(کیلوژول بـر مـول) ثابـت مرتبط با حرارت جذب بوده و K_t (لیتر بـر میلـی گـرم) ثابت پیوندی بـوده کـه نشـان دهنـده حـداکثر انـرژی پیوندی می باشد(۲،۱۷،۲۶،۲۷).

مطالعه سینتیک های جذب نیز به منظـور آزمـودن ارتباط بین زمان تماس و جذب رنگ، انجـام شـد(۲۸).

در مطالعه حاضر، سینتیک هـای درجـه یـک کـاذب و درجه دو کاذب مورد بررسی قرار گرفتند. جهـت تعیـین سینتیک درجه یک کاذب و درجه دو کاذب بـه ترتیـب منحنی t در مقابل$Ln(q_{eq}-q)$ و منحنی t در مقابل q_t، ترسیم گردید. معادلات مرتبط با این سینتیک ها در زیر ارائه شده است:

سینتیک درجه یک کاذب:

$$log(q_e - q_t) = \log q_e - \frac{K_f}{2.303} t \quad (۷)$$

سینتیک درجه دو کاذب:

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{K_2 {q_e}^2} + \frac{1}{q_e t} \quad (۸)$$

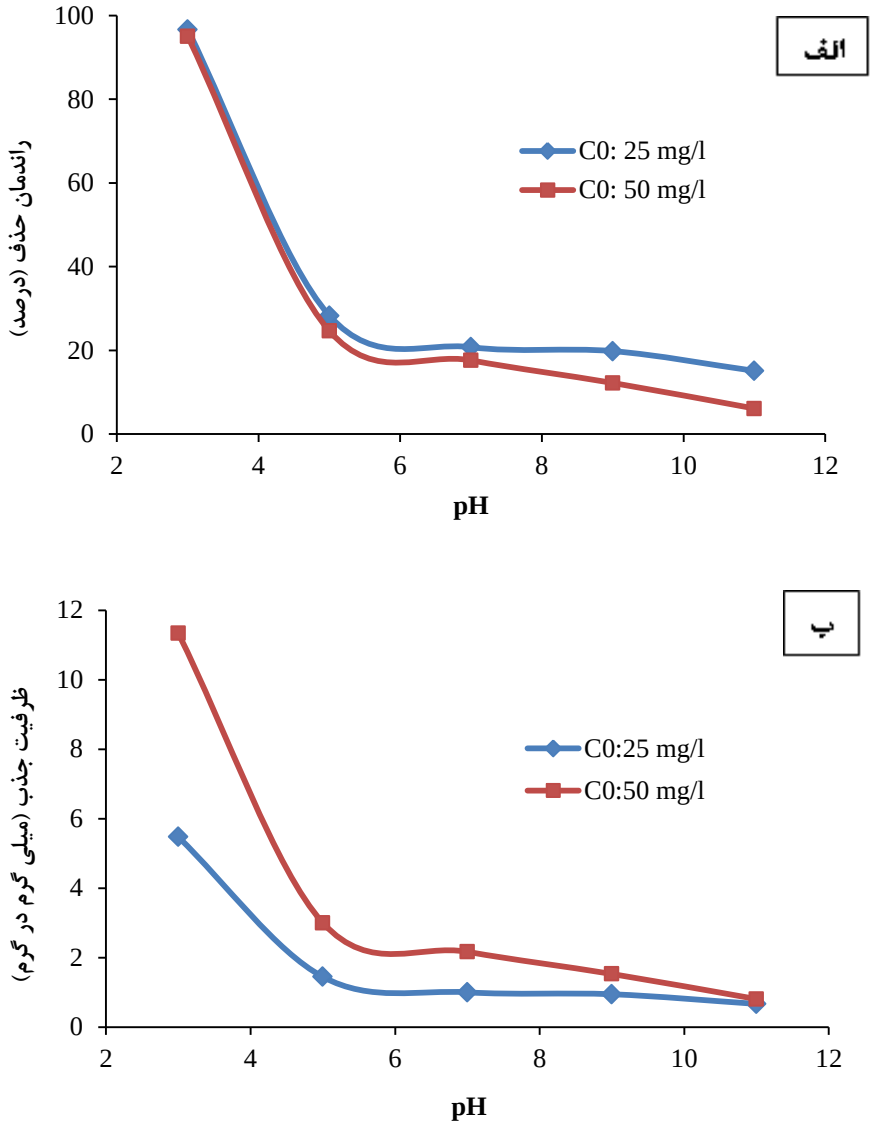
در معادلات بالا، q_e و q_t (میلی گرم در گرم) مقـدار رنگ جذب شده در زمان تعادل و زمـان t، K_f (min^{-1}) ثابت سینتیک درجه یک کاذب و K_2 (گرم بر میلی گرم در سـاعت) ثابـت سـینتیک درجـه دو کـاذب، مـی - باشد(۲۸).

داده هـای بـه دسـت آمـده از مراحـل مختلـف آزمایشـات بـه کمـک نـرم افـزار Excel بـه صـورت نمودارهای مناسب ترسیم و مورد تجزیه و تحلیل قـرار گرفت.

یافته های پژوهش

اثر pH: تغییرات pH بر روی راندمان حـذف رنـگ راکتیو آبی ۱۹ توسط پودر گیاه نـی، تـاثیر مـی گـذارد. مطابق با نتایج ارائه شده در نمـودار شـماره ۱ الـف، بـا افزایش pH از ۳ به ۱۱، راندمان حـذف بـرای غلظـت های ۲۵ و ۵۰ میلی گرم در لیتر رنگ راکتیو آبی ۱۹ به ترتیب از ۹۶/۷۰ درصـد بـه ۱۵/۰۹درصـد و از ۹۵/۰۷ درصد به ۶/۱۰ درصد کاهش یافته است. بـه عـلاوه در شرایط مشابه، ظرفیت جذب بـرای غلظـت هـای ۲۵ و ۵۰ میلی گرم در لیتر رنگ به ترتیب از ۵/۴۷ بـه ۰/۶۷ و از ۱۱/۳۳ به ۰/۸۱ میلی گرم در گرم، کـاهش یافتـه است(نمودار شماره ۱ ب).

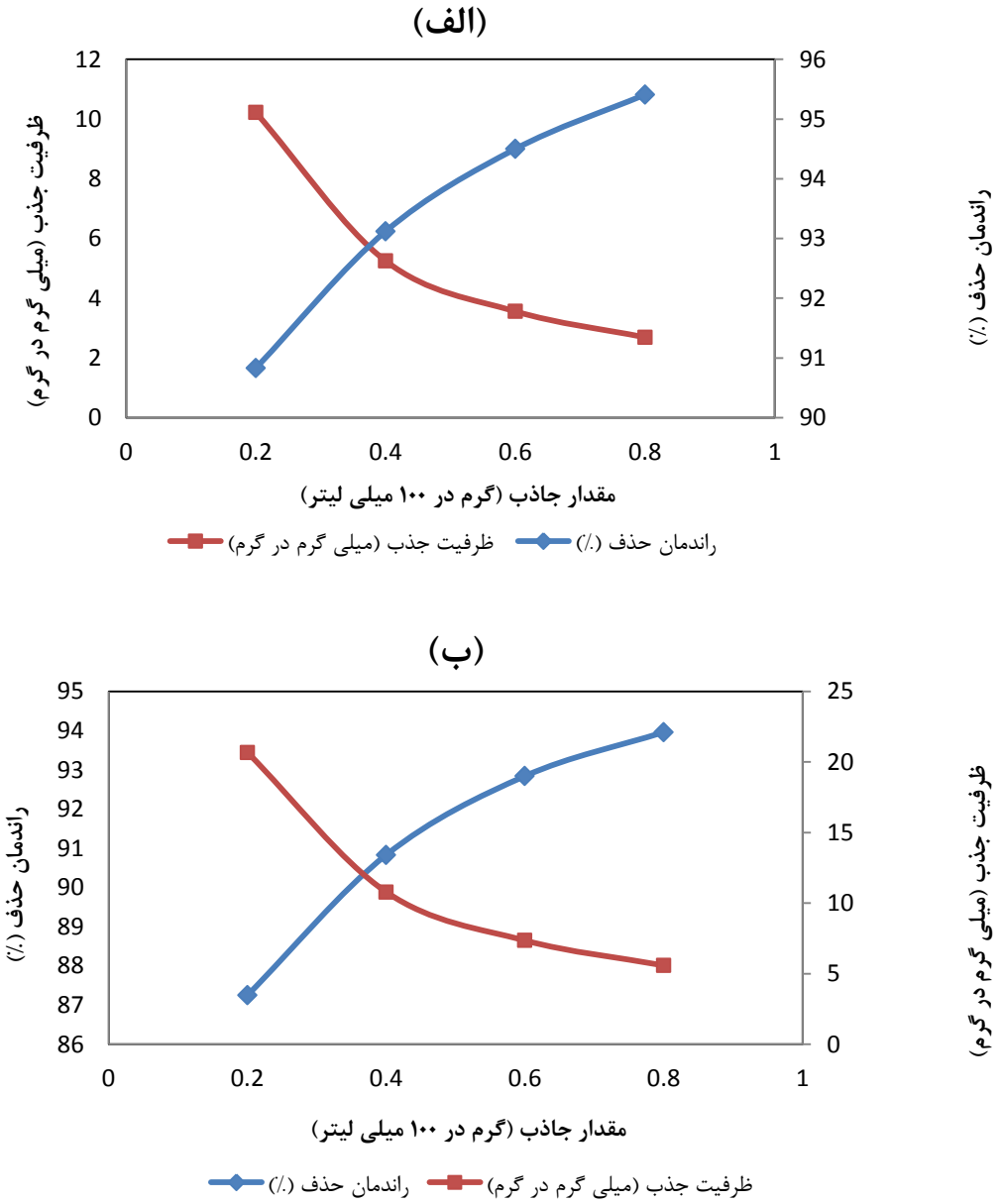
[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-10]



نمودار شماره ۱. اثر pH بر راندمان حذف(الف) و ظرفیت جذب(ب) رنگ راکتیو آبی ۱۹ توسط پودر گیاه نی (مقدار جاذب: ۰/٤ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر، زمان تماس: ۲٤ ساعت)

اثر مقدار جاذب: نتایج به دست آمده از تاثیر مقدار جاذب بر راندمان حذف رنگ در نمودار شماره ۲ ارائه شده است. همان طور که مشاهده می شود، افزایش مقدار جاذب از ۰/۲ به ۰/۴ گرم در ۱۰۰ میلی لیتر، منجر به افزایش کارایی حذف از ۹۰/۸۳ درصد به ۹۳/۱۲ درصد برای غلظت رنگ ۲۵ میلی گرم در لیتر و از ۸۷/۲۵ درصد به ۹۰/۸۳ درصد برای غلظت رنگ ۵۰ میلی گرم در لیتر شده است. به علاوه در مقدار جاذب ۰/۸ گرم در ۱۰۰ میلی لیتر، برای غلظت های ۲۵ و ۵۰ میلی گرم در لیتر راندمان حذف به ترتیب به ۹۵/۴۱ درصد و ۹۳/۹۶ درصد رسیده است.

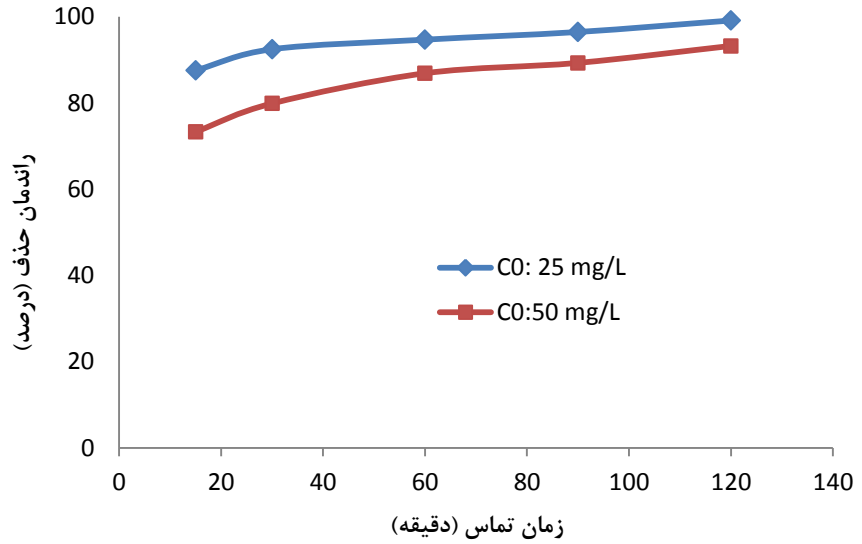
[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-10]



نمودار شماره ۲. اثر مقدار جاذب بر راندمان حذف و ظرفیت جذب رنگ راکتیو آبی ۱۹ توسط پودر گیاه نی (pH:۳، زمان تماس: ۲٤ ساعت، غلظت اولیه رنگ(الف) ۲۵ میلی‌گرم در لیتر(ب) ۵۰ میلی‌گرم در لیتر)

اثر زمان تماس: همان طور که نتایج نشان می دهد (نمودار شماره ۳) با افزایش زمان تماس، راندمان حذف، افزایش یافته است و بیشترین حذف رنـگ طـی زمـان تماس ۶۰ دقیقه انجام شده و پس از آن کاهش غلظت، تدریجی بوده است. لذا زمان تماس ۶۰ دقیقه به عنوان زمان تماس بهینه در این تحقیق تعیین شد.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-10]



نمودار شماره ۳. اثر زمان تماس و غلظت اولیه رنگ بر راندمان حذف رنگ راکتیو آبی ۱۹ توسط پودر گیاه نی (مقدار جاذب: ۰/٤ گرم در ۱۰۰ میلی لیتر، pH: ۳)

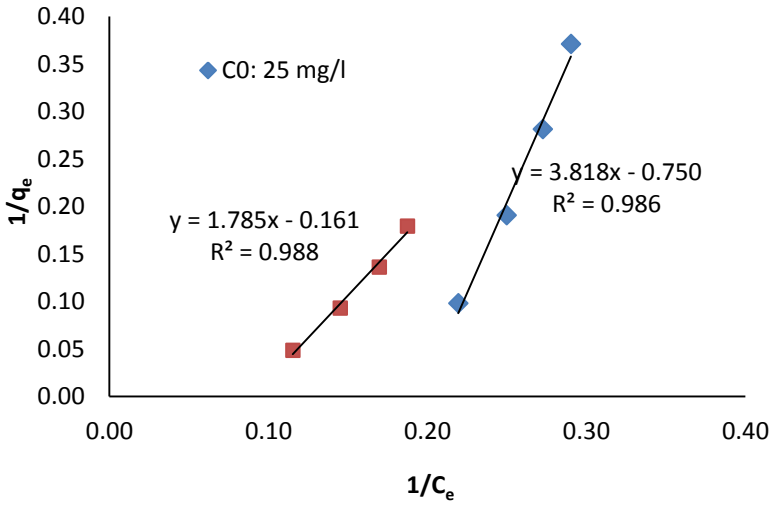
اثر غلظت اولیه رنگ: مطابق با نتایج به دست آمده، مقدار رنگ جذب شده(q_e) بر روی پودر گیاه نی با افزایش در غلظت اولیه رنگ، افزایش می یابد. در زمان تماس ۶۰ دقیقه، مقدار رنگ جذب شده از ۵/۳۳ میلی-گرم در گرم در غلظت ۲۵ میلی گرم در لیتر به ۱۰/۲۵ میلی گرم در گرم در غلظت ۵۰ میلی گرم در لیتر رسیده است. به علاوه، در شرایط مشابه برای غلظت های ۲۵ و ۵۰ میلی گرم در لیتر راندمان حذف به ترتیب به ۹۴/۶۷ درصد و ۸۶/۸۷ درصد رسیده است(نمودار شماره ۳).

ایزوترم‌های جذب: مطالعه ایزوترم های جذب در فرآیند جذب برای بهینه سازی عملکرد سیستم های تصفیه، مهم است. در مطالعه حاضر، ایزوترم های فروندلیچ، لانگمیر و تمکین مورد بررسی قرار گرفتند(جدول شماره ۲). مطابق با نتایج به دست آمده، ایزوترم لانگمیر به عنوان مناسب ترین ایزوترم تعیین شد. ضریب همبستگی(R^2) مربوط به هر سه ایزوترم بالاتر از ۰/۹ به دست آمد. اما مقدار پارامتر 1/n در مدل ایزوترمی فروندلیچ در غلظت های ۲۵ و ۵۰ میلی گرم در لیتر به ترتیب برابر با ۴/۷۶۹ و ۲/۶۷۸ بوده که بالاتر از یک بوده و نشان دهنده عدم تطابق داده ها با این مدل ایزوترمی می باشد. مقدار پارامتر ضریب همبستگی برای ایزوترم لانگمیر بالاتر از ایزوترم تمکین و برابر با ۰/۹۸۶ و ۰/۹۸۸ (به ترتیب غلظت های ۲۵ و ۵۰ میلی گرم در لیتر) بوده که نشان دهنده تطابق بهتر داده ها با این ایزوترم است. به علاوه، مقادیر پارامتر R_L در ایزوترم لانگمیر برای هر دو غلظت رنگ بین صفر و یک بوده(۰/۰۰۸ و ۰/۰۰۲ به ترتیب برای غلظت های ۲۵ و ۵۰ میلی گرم در لیتر) که تایید می کند جذب رنگ راکتیو آبی ۱۹ توسط پودر گیاه نی تحت شرایط این تحقیق، مطلوب است. نتایج حاصل از ایزوترم لانگمیر در نمودار شماره ۴ ارائه شده است.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-10]

جدول شماره ۲. پارامترهای مرتبط با ایزوترم‌های جذب رنگ راکتیو آبی ۱۹

مدل های ایزوترمی	پارامترها	غلظت اولیه رنگ (میلی‌گرم در لیتر)	
		۲۵	۵۰
لانگمیر	qm (mg/g)	۰/۲۶۲	۰/۵۶۰
	b (L/mg)	۵/۰۸۹	۱۱/۰۹۱
	RL	۰/۰۰۸	۰/۰۰۲
	R2	۰/۹۸۶	۰/۹۸۸
فروندلیچ	Kf (mg/g)(L/mg)1/n	۱۳۷/۵۵	۱۵/۸۷۹
	1/n	۴/۷۶۹	۲/۶۷۸
	R2	۰/۹۹۸	۰/۹۹۹
تمکین	KT (L/mg)	۲۷/۳۹	۳۱/۲۶
	B (mg/g)	۳۱/۸۶	۴۷/۷۶
	R2	۰/۹۵۲	۰/۹۶۶



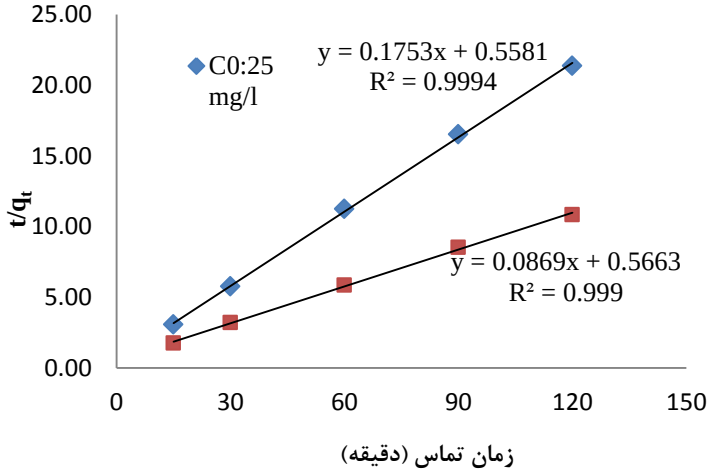
نمودار شماره ٤. مدل ایزوترمی لانگمیر

سینتیک های جذب: مطالعه سینتیک واکنش برای تعیین فاکتورهایی هم چون کنترل واکنش های شیمیایی و مکانیسم انتقال جرم استفاده می شود. در مطالعه حاضر، سینتیک های درجه یک کاذب و درجه دو کاذب مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن در جدول شماره ۳ و نمودار شماره ۵ ارائه شده است.

جدول شماره ۳. پارامترهای مرتبط با سینتیک‌های جذب رنگ راکتیو آبی ۱۹

مدل‌های سینتیکی	پارامترها	غلظت اولیه رنگ (میلی‌گرم در لیتر)	
		۲۵	۵۰
درجه یک کاذب	qe.calc (mg/g)	۱/۳۸۹	۴/۲۵۹
	qe.exp (mg/g)	۶/۲۵	۱۲/۵
	K1(l/min)	۰/۰۰۶	۰/۰۰۹
	R2	۰/۹۵۵	۰/۹۷۵
درجه دو کاذب	qe.calc (mg/g)	۵/۷۱	۱۱/۶۳
	qe.exp (mg/g)	۶/۲۵	۱۲/۵
	K2(g/mg.min)	۰/۰۵۵	۰/۰۱۳
	R2	۰/۹۹۹	۰/۹۹۹

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-10]



نمودار شماره ۵. مدل سینتیک درجه دو کاذب

جهت تعیین بهترین مدل سینتیک به منظور پیش بینی روند جذب، ضریب همبستگی(R^2) و مقایسه داده های تجربی با داده های عملی(تئوری) در نظر گرفته شدند. میزان ظرفیت جذب تئوری با میزان واقعی آن، در سینتیک درجه یک کاذب، تفاوت قابل ملاحظه ای داشت اما در سینتیک درجه دو کاذب، این تفاوت بسیار ناچیز بوده که این امر نشان‌دهنده تبعیت داده ها از سینتیک درجه دو کاذب می باشد. به علاوه، مدل سینتیک درجه دو کاذب، بالاترین مقدار ضریب همبستگی را نیز دارد(R^2=۰/۹۹۹) برای هر دو غلظت ۲۵ و ۵۰ میلی گرم در لیتر)، لذا این مدل سینتیک به عنوان بهترین مدل سینتیک در نظر گرفته شد.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر بیانگر تاثیر pH محلول بر جذب رنگ توسط پودر گیاه نی است. به طوری که با تغییر pH از ۳ به ۱۱، راندمان حذف رنگ کاهش یافته است. منصوریان و همکاران(۲۰۱۴) طی مطالعه ای از پوسته Acacia tortilis (نوعی اقاقیا) به عنوان جاذبی جهت حذف رنگ راکتیو آبی ۱۹ استفاده کردند. نتایج این محققین با نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر مطابقت دارد. نتایج مطالعه این محققین نشان داد که با کاهش pH، راندمان حذف رنگ، افزایش می یابد. آن ها طی مطالعه خود بیان کردند که دلیل افزایش راندمان با کاهش pH، افزایش بارهای مثبت روی سطح جاذب بوده که منجر به جذب گروه های عاملی با بار منفی قرار گرفته روی رنگ های راکتیو می شود(۲۹). جمشیدی و همکاران(۲۰۱۳) نیز طی مطالعه خود در مورد حذف رنگ راکتیو آبی ۱۹ توسط خاکستر هسته زیتون به همین نتایج دست یافتند. طی مطالعه این محققین با افزایش pH از ۴ به ۱۰، راندمان حذف رنگ کاهش یافته بود(۲).

مقدار جاذب از جمله عواملی است که در فرآیند جذب مورد بررسی قرار می‌گیرد. مطابق با نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر، افزایش مقدار جاذب از ۰/۲ به ۰/۴ گرم در ۱۰۰ میلی لیتر، منجر به افزایش در کارایی حذف شده است در حالی‌که افزایش مقدار جاذب از ۰/۴ به ۰/۸ گرم در ۱۰۰ میلی لیتر روند افزایشی ملایمی داشته است. این نتایج هم چنین توسط قانعیان و همکاران(۲۰۱۲) طی مطالعه ای در مورد حذف رنگ راکتیو آبی ۱۹ توسط پودر استخوان ماهی مرکب نیز به دست آمده بود. این محققین علت افزایش راندمان حذف با افزایش مقدار جاذب را افزایش ناحیه سطحی جاذب و بیشتر شدن مکان های جذب، بیان کردند(۲۳). نتایج مشابهی نیز توسط الکادی و همکاران(۲۰۱۱) ارائه شده است. آن ها طی مطالعه خود، سینتیک و ایزوترم جذب رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ توسط ترکیبات زیستی پوسته تخم مرغ را بررسی نمودند. بر اساس نتایج این محققین، راندمان حذف تا محدوده معینی از مقدار جاذب، افزایش یافته و سپس ثابت مانده است(۳۰). دهواری و همکاران(۲۰۱۳) طی

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-10]

مطالعه خود در مورد حذف رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ توسط پودر ذرت نیز به همین نتایج دست یافتند(۲۸).

از دیگر عوامل تاثیرگذار در حذف رنگ، زمان تماس می باشد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که با افزایش زمان تماس، راندمان حذف افزایش می‌یابد. با این‌حال، بیشترین میزان جذب رنگ در ۶۰ دقیقه اول حاصل می شود، سپس میزان جذب روند ملایم تری در پیش می گیرد تا به تعادل می رسد. در واقع، جذب مولکول های رنگ بر روی سطوح خارجی جاذب در شروع فرآیند جذب به سرعت انجام شده، اما به تدریج به دلیل نیروی دافعه الکترواستاتیک نسبی بارهای سطحی منفی جذب شده روی سطح جاذب و بارهای منفی موجود در توده سیال، سرعت انتشار آلاینده در داخل تخلخل ها و به دنبال آن سرعت جذب کاهش می یابد(۳۱). در مطالعه موسوی و همکاران(۲۰۱۳) در مورد حذف رنگ اسیدی نارنجی ۷ از فاضلاب سنتتیک نساجی توسط نانوتیوب های کربنی تک جداره نیز نتایج مشابهی به دست آمد(۳۲).

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که با افزایش غلظت اولیه رنگ راکتیو آبی ۱۹، ظرفیت جذب افزایش می یابد. علت افزایش ظرفیت جذب جاذب با افزایش غلظت اولیه رنگ، این است که در چنین شرایطی نیروی انتقال جرم افزایش یافته که این پدیده بر نیروی مقاومت کننده در برابر جذب غلبه کرده و باعث ایجاد نیروی رانش قابل توجه ای جهت انتقال آلاینده از فاز مایع به سطح مشترک جاذب-مایع می شود(۳۳). نتایج تعدادی از مطالعات مشابه نیز با نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر مطابقت دارد(۲۹،۳۳).

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که مدل ایزوترم لانگمیر در مقایسه با ایزوترم های فروندلیچ و تمکین، تطابق بهتری با داده های جذب دارد. در چندین مطالعه، ایزوترم لانگمیر به عنوان ایزوترم مناسب برای توصیف مکانیسم جذب رنگ روی جاذب های مختلف گزارش شده است. بر اساس فاکتور جداسازی بدون بعد(R_L) در مدل لانگمیر، مقدار این پارامتر برای هر دو غلظت رنگ مورد بررسی بین صفر و یک بوده که نشان دهنده مطلوب بودن این مدل ایزوترمی است. نتایج مشابهی توسط دیگر محققین نیز به دست آمده است. نتایج مطالعه انجام شده توسط جمشیدی و همکاران(۲۰۱۳) نشان داد که حذف رنگ راکتیو آبی ۱۹ توسط خاکتر هسته زیتون نیز از مدل ایزوترمی لانگمیر پیروی می کند(۲).

به علاوه در این مطالعه مشخص شد که داده ها با سینتیک درجه دو کاذب با ضریب همبستگی بالاتر از ۰/۹۹، تطابق بهتری دارند. نتایج مشابهی توسط محققین دیگر برای جاذب های مختلف گزارش شده است. جمشیدی و همکاران طی مطالعه خود بر روی حذف رنگ راکتیو آبی ۱۹ توسط خاکستر هسته زیتون و هم چنین قانعیان و همکاران طی مطالعه خود بر روی حذف رنگ راکتیو آبی ۱۹ توسط پودر استخوان ماهی مرکب بدین نتیجه رسیدند که داده ها با سینتیک درجه دو کاذب تطابق بهتری دارند(۲،۲۳).

مطابق با نتایج به دست آمده، راندمان حذف رنگ با افزایش زمان تماس، افزایش و با افزایش غلظت اولیه محلول رنگ، کاهش یافته است و بیشترین راندمان حذف رنگ در شرایط اسیدی(pH=۳) به دست آمد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که پودر گیاه نی ماده موثری در حذف رنگ می باشد. پودر گیاه نی جاذبی طبیعی و ارزان بوده که می تواند جهت حذف آلاینده های زیست محیطی استفاده شود.

سپاسگزاری

مقاله حاضر نتیجه یک طرح تحقیقاتی بوده است که در کمیته تحقیقات دانشجویی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد با کد ۲۷۳۵ به تصویب رسیده است. بدین وسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد جهت حمایت های مالی از این طرح سپاسگزاری می گردد.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-10]

References

1. Almomani F, Touraud E, Degorcedumas JR, Roussy J, Thomas O. Biodegradability enhancement of textile dyes and textile wastewater by VUV photolysis. J Photochem Photobiol A 2002;153:191-7.
2. Jamshidi B, Ehrampoush MH, Dehvari M. Utilization of Olive Kernel Ash in Removal of RB19 from Synthetic Textile Wastewater. J Environ Treat Tech2013; 1:151-7.
3. Moussavi Gh, Mahmoudi M. Removal of azo and anthraquinone reactive dyes from industrial wastewaters using MgO nanoparticles. J Hazard Mater 2009;168: 806–12.
4. Lucas MS, Peres JA. Degradation of Reactive Black 5 by Fenton/UV-C and ferrioxalate/H2O2/ solar light processes. Dyes Pig2007;74:622-9.
5. Kim SY, An JY, Kim BW. The effects of reductant and carbon source on the microbial decolorization of azo dyes in an anaerobic sludge process. Dyes Pigm 2008;76: 256-63.
6. Demirbas E, Nas MZ. Batch kinetic and equilibrium studies of adsorption of reactive blue 21 by fly ash and sepiolite. Desalination 2009;243:8-21.
7. Golka K, Kopps S, Myslak ZW. Carcinogenicity of azo colorants influence of solubility and bioavailability. Toxicol Lett 2004; 151:203-10.
8. Ghaneian MT, Ehrampoush MH, Ghanizadeh Gh, Dehvary M, Abootoraby M, Jasemizad T. [Application of solar irradiation/K2S2O8 photochemical oxidation process for the Removal of reactive blue 19 dye fromaqueous solutions]. Iran J Health Environ 2010;3:165-76. (Persian)
9. Azbar N, Yonar T, Kestioglu K. Comparison of various advanced oxidation processes and chemical treatment methods for COD and color removal from a polyester and acetate fiber dyeing effluent. Chemosphere 2004;55:35-43.
10. Dinçer AR, Güneşn Y, Karakaya N. Coal-based bottom ash (CBBA) waste material as adsorbent for removal of textile dyestuffs from aqueous solution. J Hazard Mater 2007;141:529-35.
11. Neppolian B, Choi HC, Sakthivel S, Arabindoo B, Murugesan V. Solar light induced and TiO2 assisted degradation of textile dye reactive blue 4. Chemosphere2002;46:1173–81.
12. Nilsson I, Moller A, Mattiasson B, et al. Decolorization of synthetic and real textile wastewater by the use of white-rot fungi. Enzyme Microb Technol2006;38:94-100.
13. Pearce CI, Lloyd JR, Guthrie JT. The removal of colour from textile wastewater using whole bacterial cells a review. Dyes Pig2003;58:179-96.
14. Sathishkumar P, Arulkumar M, Palvannan T. Utilization of agro-industrial waste Jatropha curcas pods as an activated carbon for the adsorption of reactive dye remazol brilliant blue R . J Clean Product2012; 22:67-75.
15. Arulkumar M, Sathishkumar P, Palvannan T. Optimization of orange G dye adsorption by activated carbon of Thespesia populnea pods using response surface methodology. J Hazard Mater 2011;186:827-34.
16. Karaoglu MH, Dogan M, Alkan M. Kinetic analysis of reactive blue 221 adsorption on kaolinite. Desalination 2010; 256:154-65.
17. Ghaneian MT, Jamshidi B, Dehvari M, Amrollahi M. Pomegranate seed powder as a new biosorbent of reactive red 198 dye from aqueous solutions: adsorption equilibrium and kinetic studies. Res Chem Int 2013; 3:39.
18. Cicek F, Ozer D, Ozer A, Ozer A. Low cost removal of reactive dyes using wheat bran. J Hazard Mater2007;146:408–16.
19. Pala A, Tokat E. Color removal from cotton textile industry wastewater in an activated sludge system with various additives. Water Res 2002; 36:2920-5.
20. Fallahi F, Ayati, B, Ganjidoust H. [Lab scale study of nitrate removal by phytoremediation]. Water Wastewater 2012;23:57-65. (Persian)
21. Southichak B, Nakano K, Nomura M, Chiba N, Nishimura O. Pb (II) biosorption on reed biosorbent derived from wetland effect of pretreatment on functional groups. Water Sci Technol 2006;54:133–41.
22. Rawajfih Z, Nsour N. Thermodynamic analysis of sorption isotherms of chromium (VI) anionic species on reed biomass. J Chem Therm2008;40:846-51.
23. Ghaneian MT, Momtaz M, Dehvari M. An investigation of the efficacy of

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-10]

cuttlefish bone powder in the removal of reactive blue 19 dye from aqueous solutions: equilibrium and isotherm studies. J Community Health Res 2012;:68-78.
24. Ghaneian MT, Ghanizadeh Gh, Tahghighi Haji Alizadeh M, Ehrampoush MH, Mohd Said F. Equilibrium and kinetics of phosphorous adsorption onto bone charcoal from aqueous solution. Environ Technol 2013;35:882-890.
25. Malakootian M, Moussavi S GH, Toolabi A. [A study of kinetics and biosorption isotherms of heavy metals by algae ulothrix zonata from industrial wastewater]. J Ilam Uni Med Sci 2011;19:26-37.(Persian)
26. Ghaneian MT, Ehrampoush MH, Mosleh Arany A, Jamshidi B, Dehvari M. Equilibrium and kinetic studies of Cr (VI) removal from synthetic wastewater by Acroptilon repense flower powder. Pol J Chem Tech 2013;15:40-7.
27. Sdiri AT, Higashi T, Jamoussi F. Adsorption of copper and zinc onto natural clay in single and binary systems. Int J Environ Sci Technol 2014;11:1081-92.
28. Dehvari M, Ghaneian MT, Fallah F, Sahraee M, Jamshidi B. Evaluation of maize tassel powder efficiency in removal of reactive red 198 dye from synthetic textile wastewater. J Commun Health Res 2013;1:153-65.
29. Jafarimansoorian H, Jonidijafari AH, Yari AR, Mahvi A, Alizadeh M, Sahebian H. Application of acaciatortilis shuck as of low-cost adsorbent to removal of azo dyes reactive red 198 and blue 19 from aqueous solution. Arch Hyg Sci2014;3:165-75.
30.Elkady MF, Ibrahim AM, Ellatif MMA. Assessment of the adsorption kinetics, equilibrium and thermodynamic for the potential removal of reactive red dye using eggshell biocomposite beads. Desalination 2011;278:412-23.
31.Ghaneian MT, Dehvari M, Taghavi M, Amrollahi M, Jamshidi B. Application of pomegranate seed powder in the removal of Reactive Red 198 dye from aqueous solutions. Jondishapoor Health Sci J 2012;4:45-55.
32. Moussavi SP, Emamjomeh MM, Ehrampoush MH. [Removal of acid orange 7 dye from synthetic textile wastewater by single-walled carbon nanotubes: adsorption studies, isotherms and kinetics]. J Rafsanjan Uni Med Sci 2014;12:907-18. (Persian)
33. Ghaneian MT, Ehrampoush MH, Dehvari M, Jamshidi B, Amrollahi M. [A survey of the efficacy of cuttle fish bone powder in the removal of reactive red 198 dye from aqueous solution]. Tooloe Behdasht 2011;10:127-38. (Persian)

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-10]

Removal of Reactive Blue 19 Dye from Textile Synthetic Wastewater Using Reed Powder

Mozafari S[1], Taghighaneian M[1], Dehvari M[3], Jamshidi B[4]*

(Received: October 27, 2014 Accepted: August 18, 2015)

Abstract

Introduction: Textiledyes are one of the most common organic compounds that by entering the industrial wastewaters cause numerous environmental problems. So, the removal of these pollutants from wastewaters is important. In this study, the efficiency of reed powder in the removal of Reactive Blue19dye from textile synthetic waste water was investigated.

Materials & methods: This research is an experimental study. Target adsorbent was prepared in laboratory scale and pulverized by standard ASTM sieves (60-100 mesh).In this study, the synthetic waste water was prepared with different concentrations of reactive blue19 dye(25, 50 mg/l). The effect of factors such as pH(3-11), amount of adsorbent(0.2-0.8 gr/l) and different time (15-120 min and 24h) were tested during the absorption process. According to studied factors, in total 300 samples were analyzed. For experiments a flask of 250 m L was used as a batch reactor. The residual dye concentration in the samples was measured using a UV/Visible spectrophotometer at 592nm wavelength. The adsorption potential of adsorbent was investigated by Langmuir and Freundlich models. In addition, the pseudo- first order and pseudo-second order kinetics for assessment of adsorption pattern were studied.

Findings: The results showed that the highest removal efficiency is at pH3. According to obtained results, maximum removal efficiency was in the first 60 minutes. With increasing initial dye concentration, the removal efficiency decreased. The results showed that with increasing amount ofadsorbentfrom0.4to0.8 gr/100ml, removal efficiency does not change. So that, for concentrations of 25 and 50mg/l, the removal efficiency from 93.12%to95.41%andfrom90.83%to93.96%i ncreased. Dye Adsorption isotherm using reed powder followed the Langmuir isotherm model. Adsorption kinetics data indicating a better fit with the pseudo-second order kinetic.

Discussion & Conclusions: The obtained results of this study showed that reed powder (in optimal conditions of pH, amount of adsorbent and contact time)is a natural adsorbent of appropriate and effective for the removal of dye.

Keywords: Isotherm, Reed powder, Adsorption, Kinetic

1.Dept of Environmental Health, Faculty of Health, Shahid sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran
**Correspondent author E-mail: behzadjamshidi65@yahoo.com*

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-10]