



بررسی کارایی خاکستر و پودر پسماند های گلاب گیری در حذف رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ از فاضلاب صنایع نساجی

مجید کرمانی: دانشیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.
مرکز تحقیقات تکنولوژی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران. majidkermani@yahoo.com

روشنک رضایی کلانتری: استاد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.
rezaei.r@iums.ac.ir

حسین صالحی برزکی: کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران غرب، تهران، ایران
hossein.salehi200@gmail.com

***سودا فلاح جوکندان:** کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.
مرکز تحقیقات مواد زائد جامد، پژوهشکده محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
(*مؤلف مسؤل). Fallah.sevda@yahoo.com

چکیده

زمینه و هدف: فاضلاب حاصل از کارخانجات و مراکز تولیدی به دلیل دارا بودن ترکیبات گوناگون روند تصفیه فاضلاب را پیچیده می کنند. در میان این صنایع، صنعت نساجی، خمیر کاغذسازی، غذایی، داروسازی و چرم سازی به علت مصرف انواع مختلفی از مواد شیمیایی، از جمله مهم ترین واردکنندگان آلاینده های رنگی به محیط زیست محسوب می شوند که آثار زیان باری بر محیط طبیعی بر جای می گذارد. هدف این مطالعه بررسی کارایی خاکستر و پودر پسماند های گلاب گیری در حذف رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ از محلول های آبی است.

روش کار: در این مطالعه تجربی، بعد از تهیه جاذب پودر و خاکستر پسماند گلاب گیری، اثر پارامترهای مختلف بهره برداری از قبیل pH (۱۰-۳)، غلظت اولیه رنگ (۲۵ mg/L، ۵۰، ۱۰۰ و ۳۰۰)، زمان تماس (۱۸۰-۵ دقیقه) و دوز جاذب (g/100 ml ۰/۰۵- ۰/۶) مورد مطالعه قرار گرفت. در نهایت نتایج توسط مدل های سینتیک و ایزوترم تحلیل گردید.

یافته ها: در این پژوهش زمان تعادل پودر و خاکستر پسماند گلاب گیری به ترتیب ۶۰ و ۴۵ دقیقه به دست آمد. حداکثر کارایی جاذب پودر و خاکستر به ترتیب معادل ۶۸ و ۸۹ درصد، در pH معادل ۳، زمان تماس تعادلی و دوز جاذب g/100 ml ۰/۴ حاصل شد. مطالعات ایزوترم برای هر دو جاذب با مدل فروندلیخ مطابق بودند. معادلات سینتیکی نیز از مدل شبه درجه دوم بهتر پیروی می کردند.

نتیجه گیری: نتایج نشان داد که پودر و خاکستر پسماندهای گلاب گیری می توانند در حذف رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ مؤثر باشند و سبب افزایش قابل توجه در ظرفیت جذب شوند. بنابراین با توجه به منابع عظیم پسماندهای گلاب گیری در ایران، میتوان این منابع ارزان و در دسترس را در حذف آلاینده های رنگی از محیط های آبی مورد استفاده قرار داد.

کلید واژه ها: جذب سطحی، پودر و خاکستر پسماند گلاب گیری، رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸، سینتیک، ایزوترم، محلول آبی.

مقدمه

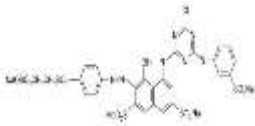
فاضلاب حاصل از کارخانجات و مراکز تولیدی به دلیل دارا بودن ترکیبات گوناگون روند تصفیه فاضلاب را پیچیده می کنند. از میان این صنایع، صنعت نساجی، خمیر کاغذسازی، غذایی، صنعت داروسازی و چرم سازی به علت مصرف انواع مختلفی از مواد شیمیایی رنگی، از جمله مهم ترین واردکنندگان آلاینده های رنگی به محیط زیست محسوب می شوند. در این بین صنعت نساجی به عنوان یکی از بزرگترین واحدهای تولیدکننده رنگ می باشد (۱-۳). پساب های رنگی اکسیژن بیوشیمیایی مورد نیاز (BOD) بالا، نوسان زیاد میزان pH و بار جامدات بالایی دارند. همچنین در برابر اکسیداسیون بیولوژیکی مقاوم هستند، حتی مقادیرهای بسیار کم این رنگزا در آب قابل مشاهده بوده و مانع از عبور نور می شود و به همین دلیل فتوسنتز گیاهان را کاهش می دهد و در فرایندهای پالایش طبیعی دخالت می کند (۴-۶). رنگ ها سبب کاهش قابلیت نفوذ نور، تاثیر بر کیفیت آب شرب، ایجاد آلرژی، تحریک پوستی، جهش های ژنتیکی، اختلال در انجام فرآیند فتوسنتز، ساختار پیچیده مولکولی، قابلیت تجزیه بیولوژیکی پایین و سرطانزا بودن می شوند، به همین دلیل کاهش و حذف انواع رنگزا دارای اهمیت قابل ملاحظه ای هستند (۷-۹) با در نظر گرفتن استاندارد های موجود جهت تخلیه پساب به داخل آب های پذیرنده و توجه به مشکلاتی که در کاربرد روش های متداول جداسازی رنگ وجود دارد، انتخاب روش مناسب با کارایی بالا جهت جداسازی رنگ ضروری می باشد. به علت زیست تجزیه پذیری پایین رنگ، فرایند های تصفیه متداول بیولوژیکی فاضلاب در تصفیه فاضلاب های رنگی موثر نیستند. بنابراین فاضلاب رنگی معمولاً توسط روش های فیزیکی و یا شیمیایی تصفیه می شود که مشکلاتی نظیر هزینه بالا، راندمان پایین و تولید محصولات جانبی سمی کاربرد این روش ها را محدود می کند (۱۰، ۱۱) از بین روش های استفاده شده برای حذف رنگها، فرایند جذب بدلیل هزینه اولیه، سادگی و انعطاف پذیری و توانایی در حذف ترکیبات آلی و غیر آلی بیشتر مورد توجه قرار گرفته است (۱۲-۱۴) به منظور کاهش هزینه تصفیه، تلاش هایی برای یافتن جاذب های ارزان انجام شده است. اخیراً مطالعات زیادی بر روی جاذب هایی

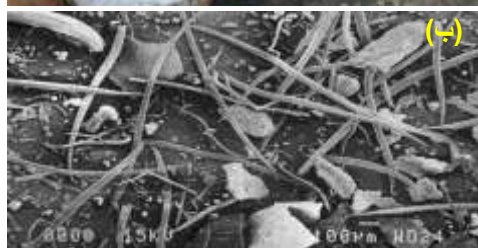
که هم مؤثر و هم ارزان قیمت باشند انجام شده است (۱۵، ۱۶). گیاه پالایی یکی از روش های طبیعی است که امروزه به منظور رفع آلودگی از محیط های آلوده استفاده می شود. گیاهان ظرفیت پذیرش غلظت های بالایی از مواد آلی را دارند، بدون آنکه علایم مسمومیت را از خود بروز دهند. عامل اصلی جذب آلاینده ها در گیاهان، گروه های کربوکسیل در پکتین دیواره سلولی است که تبدیل گروه های متوکسیل به کربوکسیل در اثر هیدرولیز و افزایش گروه های پل ساز در میزان جذب موثرند (۱۱، ۱۷) Osma و همکاران در سال ۲۰۰۷، پتانسیل دو جاذب ارزان قیمت مثل پوسته های دانه گل آفتاب گردان و ماندارین سیب را در حذف رنگ آنیونی سنتتیک راکتیو سیاه ۵ (RB5) را از محلولهای آبی بررسی کردند. نتایج این مطالعه نشان داد که پوسته های دانه گل آفتاب گردان برای حذف رنگ های آنیونی از پساب های رنگی مناسب تر از ماندارین سیب است (۱۸). Kyzas و همکاران در سال ۲۰۱۲ از زائدات صنعتی قهوه برای حذف فلزات سنگین استفاده کردند (۱۹). همچنین میری و همکاران مطالعه ای مشابه، با عنوان کارایی پودر پسماند های گلابگیری در حذف رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ از فاضلاب سنتتیک نساجی انجام دادند (۲۰) که در مطالعه حاضر علاوه بر پودر، کارایی خاکستر پسماند گلابگیری نیز مورد بررسی قرار گرفته است. یکی از جاذب های گیاهی پودر و خاکستر پسماند های گلاب گیری می باشد. گل محمدی یا گل گلاب با نام علمی Rosa Damasena خاصیت دارویی دارد. این مطالعه با هدف بررسی اثر پودر و خاکستر پسماند های گلاب گیری در حذف رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ از محلول های آبی به عنوان یک جاذب طبیعی جدید، ارزان و در دسترس و با پتانسیل بالا انجام شد. همچنین اثر پارامترهایی مثل دوز جاذب، اثر pH، غلظت اولیه رنگ، زمان تماس نیز بررسی شد.

روش کار

این مطالعه از نوع تجربی بوده که در آن کارایی خاکستر و پودر پسماند های گلاب گیری در حذف رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ از فاضلاب صنایع نساجی مورد بررسی قرار گرفت. در مطالعه ی حاضر برای تهیه جاذب پودر، مقدار مشخصی از

جدول ۱- مشخصات رنگ مورد مطالعه

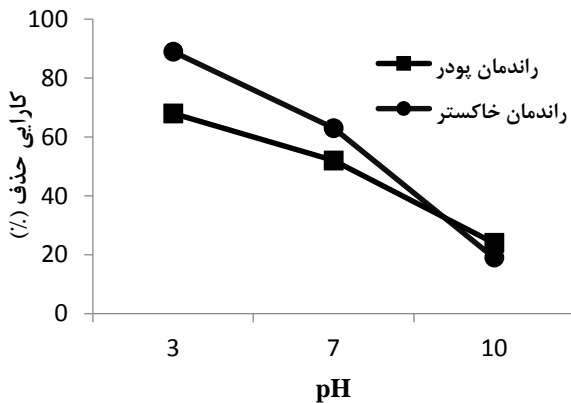
نام رنگ	Reactive Red 198
ساختار مولکولی	
نام تجاری	Levafix brilliant Red
فرمول شیمیایی	$C_{27}H_{18}ClN_7Na_4O_{15}S_5$
وزن مولکولی (گرم بر مول)	۹۶۷/۵
طول موج حداکثر (بر حسب نانومتر)	۵۱۸



شکل ۱- الف) گل های محمدی در مرحله ی گلاب گیری
ب) تصویر سطح خاکستر پسماند گلاب گیری توسط
میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) ج) تصویر سطح
پودر پسماند گلاب گیری توسط میکروسکوپ الکترونی
روبشی (SEM)
یافته‌ها

پسماندهای گلاب گیری از کارگاه های گلاب گیری اطراف کاشان تهیه شد و پس از پاکسازی و جدا کردن اجسام خارجی محتمل در بوته چینی ریخته و به طور کامل به صورت پودر در آمد. در این مرحله پودر خرد شده توسط الک های استاندارد ASTM در محدوده ۲۵۰ تا ۳۰۰ میکرومتر (۰/۲۵ تا ۰/۳ میلی متر)، مش ۵۰ تا ۷۰ الک شد. برای تهیه جاذب خاکستر، پسماندهای گلاب گیری بعد از پاکسازی در کوره در درجه حرارت های ۳۰۰ و ۴۰۰ و ۵۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲ ساعت قرار داده و پس از استخراج از کوره به روش ذکر شده الک گردید. آزمایشات برای هر جاذب به صورت جداگانه انجام شد. محلول های استاندارد با غلظت مختلف از محلول استوک رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ 1000 mg/L تهیه شد و در آزمایش مورد استفاده قرار گرفت. سنجش غلظت باقیمانده رنگ در نمونه ها با استفاده از اسپکتروفتومتر UV/visible و در طول موج 518 nm انجام شد (۲۱). مشخصات و فرمول شیمیایی رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ در جدول ۱ و تصویر گل های گلاب گیری و مورفولوژی سطح خاکستر و پودر پسماند گلاب گیری توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) در شکل ۱ (به ترتیب الف)، (ب) و (ج)) نشان داده شده است. تغییرات جذب رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ در زمان های تماس مختلف (۱۸۰ و ۱۲۰، ۶۰، ۴۵، ۳۰، ۱۵، ۵ دقیقه)، محدوده pH اولیه (۳، ۷، ۱۰)، غلظت های مختلف (300 mg/lit و 50 ، 25) و دوز جاذب (0.06 cc ، 0.04 ، 0.02 ، 0.01 ، 0.005) با انجام آزمایشات سینتیکی مورد بررسی قرار گرفت. جهت بررسی هر کدام از پارامترها ی مذکور، دیگر پارامترها ثابت نگه داشته شد. زمان تعادلی، pH بهینه، غلظت بهینه، دوز جاذب بهینه و در نهایت مدل سینتیکی جذب برای هر یک از جاذب ها به دست آمد و کارایی دو جاذب در جذب رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ باهم مقایسه گردیدند. آزمایشات تعادل (ایزوترم) نیز با مقادیر بهینه متغیرها انجام شد. سپس مدل های جذب لانگمویر و فروندلیچ بر روی هر یک از جاذب ها مورد مطالعه قرار گرفت. کلیه روش های مورد استفاده بر اساس کتاب روشهای استاندارد برای آزمایشات آب و فاضلاب انجام خواهد گردید (۲۲). نتایج حاصل از آزمایشات به کمک نرم افزار Excel مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

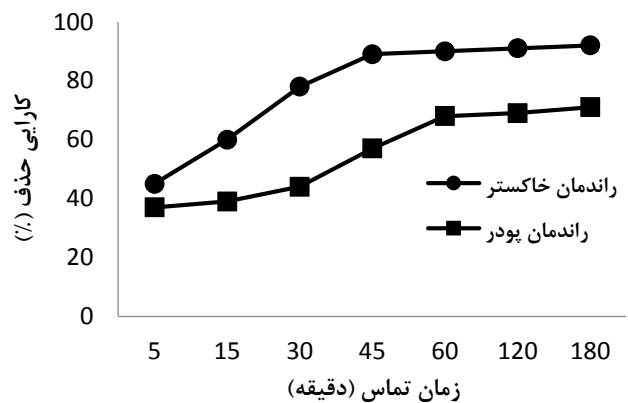
از تاثیر pH بر روی کارایی حذف رنگ نشان داده شده است. مشاهده می گردد که با افزایش pH کارایی حذف کاهش می یابد. pH بهینه در سیستم مورد مطالعه برای هر دو جاذب برابر با ۳ تعیین گردید.



نمودار ۲: تاثیر تغییرات pH بر روی میزان کارایی حذف رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ (زمان تماس برای پودر ۶۰ min و برای خاکستر ۴۵ min، دوز جاذب ۰/۴ g/100 ml، غلظت رنگ ۲۵ mg/L)

تاثیر غلظت اولیه رنگ بر روی کارایی حذف: تاثیر غلظت اولیه رنگ بر کارایی حذف، با تغییر در غلظت رنگ (۳۰۰، ۱۰۰، ۵۰، ۲۵) در pH=۳ و مقدار ماده جاذب (۰/۴ g/100 ml) در زمان تعادل، بررسی گردید. نتایج حاصل از تاثیر غلظت اولیه رنگ بر روی کارایی حذف راکتیو قرمز ۱۹۸ در نمودار ۳ نشان داده شده است. کارایی حذف با افزایش غلظت اولیه کاهش می یابد به گونه ای که با افزایش غلظت رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ از ۲۵ میلی گرم در لیتر به ۳۰۰ میلی گرم در لیتر روی پودر و خاکستر پسماند گلاب گیری حذف رنگ به ترتیب، از ۶۸٪ به ۲۲٪ و از ۸۹٪ به ۲۴٪ کاهش یافت.

تاثیر زمان بر روی کارایی حذف رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸: زمان واکنش از پارامترهای مؤثر در طراحی و بهره برداری فرایندهای جذب می باشد سرعت جذب در آزمایشات جذب به زمان انجام واکنش مرتبط می باشد. نمودار ۱ تاثیر زمان تماس بر جذب رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ روی پودر و خاکستر پسماند گلاب گیری را نشان می دهد. وقتی زمان تماس از ۵ دقیقه به ۱۸۰ دقیقه افزایش می یابد راندمان حذف، افزایش یافته و با گذشت زمان، سرعت جذب کاهش می یابد. بنابراین بیشترین میزان حذف رنگ بر روی پودر پسماندهای گلاب گیری، مربوط به ۶۰ دقیقه اول فرآیند است و پس از آن تقریباً ثابت می باشد. زمان تعادل در سیستم مورد مطالعه بر روی خاکستر پسماندهای گلاب گیری در حذف رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ برابر با ۴۵ دقیقه تعیین گردید.

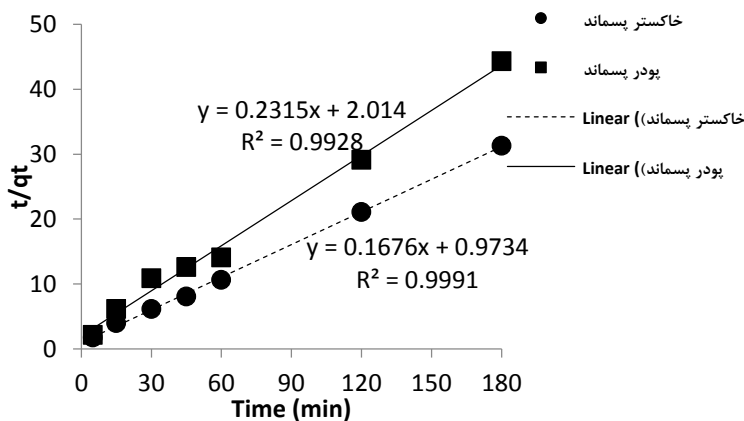


نمودار ۱: تاثیر زمان تماس بر روی میزان کارایی حذف رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ (pH=۳، دوز جاذب ۰/۴ g/100 ml، غلظت رنگ ۲۵ mg/L)

تاثیر pH بر روی کارایی حذف رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸: با هدف مطالعه تاثیر pH اولیه محلول بر کارایی حذف رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ توسط پودر و خاکستر پسماندهای گلاب گیری، محلول های مورد نظر با pH های اولیه (۳، ۷ و ۱۰) در غلظت ثابت ۲۵ میلی گرم در لیتر آلاینده و مقدار ثابتی از ماده جاذب (۰/۴) گرم در زمان تعادل، مورد بررسی قرار گرفت. در نمودار ۲، نتایج حاصل

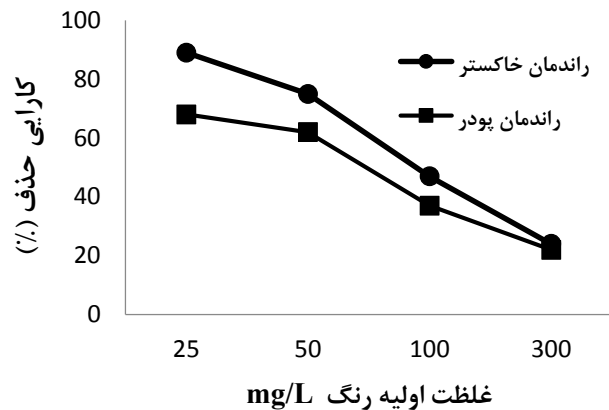
نمودار ۴: تاثیر تغییرات دوز جاذب بر روی میزان کارایی حذف رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ (pH=۳، دوز جاذب ۰/۴g/100ml، غلظت رنگ ۲۵ mg/L، زمان تماس برای پودر ۶۰ min و برای خاکستر ۴۵ min)

مطالعه ی سینتیکی: جهت بررسی سینتیک جذب، مدل های سینتیکی درجه اول کاذب و درجه دوم کاذب مورد مطالعه قرار گرفت. معادله درجه دوم کاذب با داده های آزمایشگاهی مطابقت بیشتری داشته و ضریب همبستگی آن برای پودر و خاکستر پسماندهای گلاب گیری به ترتیب برابر با $R^2 = 0/9928$ و $R^2 = 0/9991$ بود، بنابراین سینتیک جذب رنگ توسط پودر و خاکستر پسماندهای گلاب گیری از معادله درجه دوم کاذب پیروی می نماید. در نمودار ۵ مدل سینتیکی درجه دوم کاذب ارائه شده است.



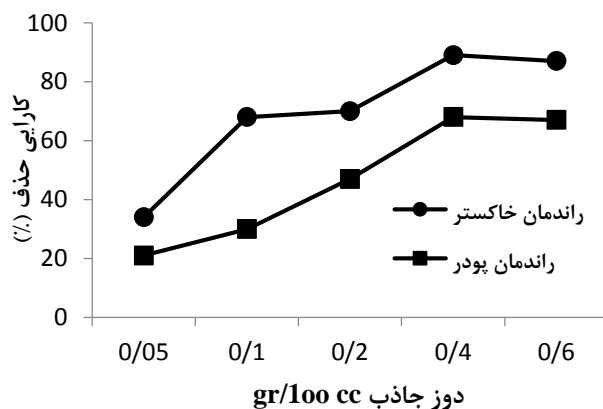
نمودار ۶- نمودار سینتیک جذب شبه درجه دوم رنگ قرمز ۱۹۸ توسط پودر و خاکستر پسماند های گلاب گیری (pH=۳، دوز جاذب ۰/۴ g/100 ml، غلظت رنگ ۲۵ mg/L، زمان تماس برای پودر ۶۰ min و برای خاکستر ۴۵ min)

مطالعه ی ایزوترم: برای بررسی ایزوترم جذب رنگ با استفاده از پودر و خاکستر پسماندهای گلاب گیری از مدل های جذب لانگمیر و فروندلیچ استفاده گردید. ایزوترم جذب رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ بوسیله پودر و خاکستر پسماندهای گلاب گیری به ترتیب با ضریب همبستگی



نمودار ۳: تاثیر تغییرات غلظت اولیه رنگ راکتیو قرمز بر روی میزان کارایی حذف (pH=۳، دوز جاذب ۰/۴g/100 ml، زمان تماس برای پودر ۶۰ min و برای خاکستر ۴۵ min)

تاثیر مقدار ماده جاذب بر روی کارایی حذف رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸: تأثیر دوز جاذب بر کارایی حذف در سیستم مورد مطالعه، با تغییر در مقدار ماده جاذب (۰/۶، ۰/۴، ۰/۲، ۰/۱، ۰/۰۵ گرم) در pH=۳ و غلظت اولیه و ثابت رنگ ۲۵ mg/L در زمان تعادل بررسی شد. نمودار ۳، گویای نتایج حاصل از تاثیر مقدار ماده جاذب بر روی کارایی حذف می باشد. مشاهده گردید که کارایی حذف با افزایش مقدار ماده جاذب افزایش می یابد. به طوری که با افزایش دوز جاذب از ۰/۰۵ gr/100cc به ۰/۶ gr/100cc حذف رنگ بر روی پودر و خاکستر پسماند های گلاب گیری به ترتیب، از ۲۱٪ به ۶۷٪ و از ۳۴٪ به ۸۷٪ افزایش می یابد.



موجود در ساختار آن را نشان می دهد. در تصاویر SEM خاکستر، کریستال های میله ای با وضوح کمتری دیده می شوند که علت آن یکدست شدن ساختار آن پس از حرارت دادن می باشد.

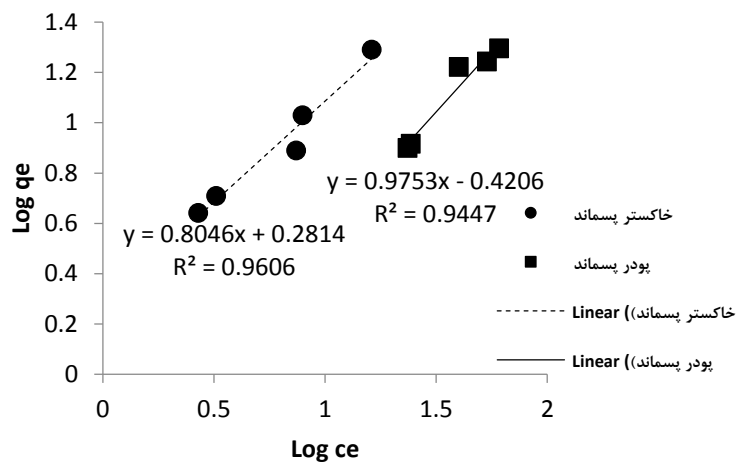
تأثیر زمان بر روی کارایی حذف رنگ راکتیو قرمز

۱۹۸: بررسی تأثیر زمان تماس بر روی جذب رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ توسط پودر پسماندهای گلابگیری، نشان می دهد که زمان رسیدن به تعادل ۶۰ دقیقه و با حداکثر کارایی ۶۸ درصد می باشد و در مطالعه روی خاکستر پودر پسماندهای گلاب گیری زمان رسیدن به تعادل ۴۵ دقیقه با حداکثر کارایی ۸۹ درصد گزارش شد. بر اساس یافته های این مطالعه با افزایش زمان تماس، در مراحل اولیه از زمان، جذب سریع تر بوده و سپس آهسته می گردد تا به تعادل می رسد. عموماً، نرخ حذف آلاینده (جذب شونده) در ابتدا سریع بوده، اما به تدریج با گذشت زمان کاهش یافته تا اینکه به حالت تعادل می رسد. این پدیده ناشی از این حقیقت است که در ابتدا و در مراحل اولیه جذب، شمار زیادی از سایت های سطحی خالی، برای انجام جذب در دسترس بوده اما با گذشت زمان، سایت های سطحی خالی باقی مانده، در جذب آلاینده ها با مشکل مواجه می شوند که این امر می تواند به دلیل نیروهای بازدارنده بین مولکولهای جذب شونده بر سطح جاذب جامد و توده مایع باشد (۲۳). در مطالعه Khaled و همکاران که حذف رنگ راکتیو آبی را به وسیله پوست پرتقال بررسی کرده است، حداکثر جذب را پس از گذشت زمان تماس ۶۰ دقیقه گزارش و علت آن را وجود سایت های جذب در دسترس بیشتر در مراحل اولیه از زمان، بیان کرده است (۲۴). نتایج مشابه توسط Gulnaz در حذف رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ نیز گزارش شده است (۲۵).

تأثیر pH بر روی کارایی حذف رنگ راکتیو قرمز

۱۹۸: pH از فاکتورهای مهمی است که از طریق تأثیر بر ساختار رنگ و بار سطحی، می تواند در فرآیند جذب مؤثر باشد. در این تحقیق بر اساس نتایج بدست آمده، حداکثر جذب در pH اسیدی (pH=۳) صورت گرفته و با افزایش pH کارایی حذف کاهش یافته است. علت این پدیده می تواند به این دلیل باشد که در مقادیر pH بالاتر، سطح پودر

۰/۹۴۴۷ و ۰/۹۶۰۶ از مدل فروندلیچ تبعیت می نمود که بیانگر تناسب بهتر مدل جذب فروندلیچ، جهت توصیف تعادل جذب رنگ می باشد. پارامترهای دو مدل جذب لانگمویر و فروندلیچ در مورد رنگ مورد مطالعه برای پودر و خاکستر پسماند های گلاب گیری در جدول ۲ ارائه شده است.



نمودار ۷- نمودار ایزوترم جذب فروندلیچ برای جذب سطحی رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ توسط پودر و خاکستر پسماند گلاب گیری (pH=۳)، دوز جاذب g/100 ml ۰/۴، غلظت رنگ ۲۵ mg/L، زمان تماس برای پودر ۶۰ min و برای خاکستر ۴۵ min

جدول ۲- پارامترهای دو مدل جذب لانگمویر و فروندلیچ در مورد رنگ مورد مطالعه برای پودر و خاکستر پسماند گلاب گیری

جاذب	مدل فروندلیچ			مدل لانگمویر		
	R ²	1/n	K _F (mg/g)(L/mg)	R ²	q _m mg/g	K _L L/mg
پودر	۰/۹۴۴	۰/۹۷۵	۲/۶۳	۰/۹۴۱	۱/۸۱	۱/۳۳
خاکستر	۰/۹۶۰	۰/۸۰۴	۱/۹	۰/۹۳۹	۵۰	۰/۰۳۴

بحث

بررسی تصاویر SEM نمونه های پودر و خاکستر پسماندهای گلابگیری: سطح پودر و خاکستر پسماندهای گلاب گیری با استفاده از تصاویر SEM مشاهده شد. تصویر SEM پودر پسماندهای گلابگیری کریستال های میله ای

سنتتیک نساجی نیز حاصل شده است. در این مطالعه با افزایش غلظت اولیه رنگ، مقدار رنگ جذب شده نیز افزایش می یابد؛ به نحوی که میتوان گفت: حذف رنگ، تحت تأثیر غلظت اولیه رنگ می باشد (۲۰). نتایج مطالعه Amin (۲۰۰۸) در استفاده از باگاس نیشکر جهت جذب رنگ راکتیو نارنجی نیز نشان داد که، افزایش غلظت اولیه رنگ باعث کاهش راندمان حذف می شود (۲۸).

تأثیر مقدار ماده جاذب بر روی کارایی حذف رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸: با افزایش میزان جاذب، کارایی حذف رنگ افزایش می یابد و بیشترین میزان حذف رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ در پودر پسماند گلابگیری (۰/۶۸٪) و در خاکستر پودر پسماند های گلابگیری (۰/۸۹٪) با استفاده از دوز ۰/۴ گرم جاذب بدست آمد و در دوز بیشتر تغییر قابل توجهی در حذف رنگ مشاهده نشد. این می تواند به دلیل در دسترس بودن سایت های جذب بیشتر برای جذب رنگ باشد. افزایش جذب با افزایش میزان جاذب مربوط به میزان مکانهای جذب بیشتر و مساحت سطح بیشتر در مقادیر بالاتر است (۲۳). در مطالعه ای مشابه نیز حداکثر راندمان جذب راکتیو قرمز ۱۹۸ بر روی پودر پسماند گلابگیری، معادل ۳/۴۸ میلی گرم بر گرم (۰/۹۳/۷۸٪) با دوز ۰/۴ گرم در لیتر حاصل شد (۲۰). بررسی کارایی پودر گل گیاه تلخه در حذف رنگ راکتیو آبی ۱۹ توسط قانعیان و همکاران نشان داد که افزایش دوز جاذب از طرفی باعث افزایش کارایی حذف و از سویی سبب کاهش ظرفیت جذب این رنگ ها می شود (۲۹). همچنین این نتایج توسط Gok و همکاران تأیید شده است. این محقق گزارش کرد که افزایش دوز جاذب بنتونیت سبب افزایش راندمان حذف رنگ های راکتیو آبی ۱۹ می گردد (۳۰).

مطالعه ی سینتیک و ایزوترم: معادله درجه دوم کاذب تطابق بسیار خوبی با داده های آزمایشگاهی داشته و ضریب همبستگی آن با داده های آزمایشگاهی بالا بود. Celekli و همکاران جلبک *Spirogyra majuscula* را برای حذف راکتیو قرمز ۱۲۰ از محیط های آبی مورد استفاده قرار دادند و مشاهده کردند که معادله درجه دوم کاذب در مقایسه با سایر مدل های سینتیک تطابق بهتری با داده های آزمایشگاهی دارد (۲۷). آنالیز سینتیک جذب راکتیو

پسماندهای گلابگیری بیشتر دارای بار منفی بوده و گروه های هیدروکسیل (OH-) در سطح جاذب سبب دفع مولکول های آنیونی رنگ می شوند و در مقادیر pH پایین تر، افزایش جاذبه الکترواستاتیک بین بارهای منفی و بارهای مثبت سایت-های جذب و برهم کنش الکترواستاتیک قوی بین آنیون های رنگ و سورفکتانت کاتیونی باعث افزایش ظرفیت جذب می شود. در مطالعه میری و همکاران نیز جذب سطحی رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ توسط جاذب مشابه، کاملاً متأثر از مقدار pH محلول است؛ به نحوی که حداکثر جذب معادل ۵/۱۹ میلی گرم بر گرم (۰/۹۳/۶۰٪) برای pH معادل ۴ حاصل گردید (۲۰). همچنین طبق نتایج حاصل از مطالعه Yakup Arica (۲۰۰۷) و Celekli (۲۰۰۹) در حذف رنگ راکتیو قرمز ۱۲۰ توسط بیومس قارچی (بومی و اصلاح شده) و جلبک *Spirogyra majuscula* نشان داد که حداکثر حذف و جذب در pH برابر ۳ اتفاق می افتد (۲۶، ۲۷).

تأثیر غلظت اولیه رنگ بر روی کارایی حذف: غلظت اولیه آلاینده در محلول، به دلیل ایجاد پتانسیل انتقال جرم تأثیر زیادی بر روی میزان جذب آلاینده از محلول دارد. نتایج حاکی از آن است که افزایش غلظت اولیه آلاینده سبب کاهش کارایی فرآیند می گردد که به دلیل وجود سایت های جذب قابل دسترس و به اندازه کافی در غلظت های کم، می باشد. از سوی دیگر با افزایش غلظت اولیه، ظرفیت جذب افزایش یافته است. زیرا در محلول های با غلظت بالا مولکول های رنگ دارای نیروی رانش بیشتری بوده به نیروی مقاومت انتقال جرم بین فاز جامد و محلول غلبه می نمایند. بنابراین با افزایش غلظت اولیه، ظرفیت جذب رنگ افزایش می یابد. نتایج بیان کننده این مسئله می باشند که حذف رنگ به غلظت ورودی بستگی دارد و با افزایش غلظت رنگ، کارایی حذف کاهش می یابد و بیشترین کارایی حذف در غلظت های اولیه پایین تر حاصل می شود. در حالت عکس، در محلول های با غلظت بالا مولکول های رنگ دارای نیروی رانش بیشتری بوده به نیروی مقاومت انتقال جرم بین فاز جامد و محلول غلبه می نمایند. بنابراین با افزایش غلظت اولیه، ظرفیت جذب رنگ افزایش می یابد. نتایج مشابه در مطالعه کارایی پودر پسماند های گلابگیری در حذف رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ از فاضلاب

این مقاله حاصل بخشی از پایان نامه با عنوان "بررسی کارایی پودر و خاکستر پسماندهای گلاب گیری در حذف رنگ های راکتیو آبی ۲۹ و قرمز ۱۹۸ از محلول های آبی" مصوب دانشگاه دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران غرب در سال ۱۳۹۳، می باشد که نویسندگان نهایت تقدیر و تشکر را از حمایت های آن دانشگاه دارند.

آبی ۱۹ بوسیله پودر گیاه تلخه نیز نشان داد که سینتیک جذب از معادله درجه دوم کاذب پیروی می کند (۲۹). ایزوترم جذب رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ بوسیله پودر پسماندهای گلابگیری با ضریب همبستگی (۰/۹۴) و بوسیله خاکستر پسماندهای گلاب گیری با ضریب همبستگی (۰/۹۶) از مدل فروندلیچ تبعیت می نمود که بیانگر تناسب بهتر مدل جذب فروندلیچ، جهت توصیف تعادل جذب رنگ میباشد. نتایج مطالعه ایزوترم جذب رنگ متیلن بلو توسط خاکستر ساقه پرسیکا نشان داد که داده های حاصل از ایزوترم فروندلیچ تبعیت می کند (۳۱). نتایج مشابه در بررسی کارایی خاکستر سبوس برنج در حذف ترکیبات فنلی نیز از ایزوترم فروندلیچ تبعیت می کند (۳۲).

نتیجه گیری

نتایج نشان داد که پودر و خاکستر پسماندهای گلاب گیری در حذف رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ می توانند بر کارایی حذف آلاینده مؤثر باشند و سبب افزایش قابل توجه در ظرفیت جذب شوند. نتایج بررسی تأثیر متغیرهای مختلف بر کارایی حذف و ظرفیت جذب رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ توسط پودر و خاکستر پسماند گلابگیری، نشان داد که کارایی فرایند با افزایش زمان تماس و دوز جاذب افزایش یافته اما با افزایش pH و غلظت اولیه آلاینده کاهش می یابد. از سوی دیگر نتایج حاکی از آن است که ظرفیت جذب این جاذب ها با غلظت اولیه آلاینده و با کاهش دوز جاذب، افزایش می یابد. بر اساس نتایج، داده های حاصل از مدل ایزوترمی فروندلیچ تبعیت می کند. معادلات سینتیکی نیز از مدل شبه درجه دوم بهتر پیروی می کند. فرایند حذف رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ روی خاکستر پسماند گلاب گیری کارایی بالاتری دارد و بین هر دو جاذب، پودر پسماند گلاب گیری پس از تبدیل شدن به خاکستر، جذب به مراتب بالاتر و قابل قبول تری را در حذف رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ از خود نشان می دهد. بنابراین با توجه به منابع عظیم تفاله های گلاب گیری در ایران، میتوان این منابع ارزان و در دسترس را در حذف آلاینده های رنگی از محیط های آبی مورد استفاده قرار داد.

تقدیر و تشکر

منابع

1. Trivedy R. Pollution management in industries. 1989.
2. Routh T. Anaerobic treatment of vegetable tannery wastewater by UASB process. *Indian Journal of Environmental Protection*. 2000;20(2):115-23.
3. Ali M, Sreekrishnan T. Aquatic toxicity from pulp and paper mill effluents: a review. *Advances in environmental research*. 2001;5(2):175-96.
4. Daneshvar N, Salari D, Khataee A. Photocatalytic degradation of azo dye acid red 14 in water: investigation of the effect of operational parameters. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*. 2003;157(1):111-6.
5. Golka K, Kopps S, Myslak ZW. Carcinogenicity of azo colorants: influence of solubility and bioavailability. *Toxicology letters*. 2004;151(1):203-10.
6. Mozia S, Tomaszewska M, Morawski AW. Removal of azo-dye Acid Red 18 in two hybrid membrane systems employing a photodegradation process. *Desalination*. 2006;198(1-3):183-90.
7. Lima EC, Royer B, Vaghetti JC, Simon NM, da Cunha BM, Pavan FA, et al. Application of Brazilian pine-fruit shell as a biosorbent to removal of reactive red 194 textile dye from aqueous solution: kinetics and equilibrium study. *Journal of hazardous materials*. 2008;155(3):536-50.
8. Carneiro PA, Umbuzeiro GA, Oliveira DP, Zanoni MVB. Assessment of water contamination caused by a mutagenic textile effluent/dyehouse effluent bearing disperse dyes. *Journal of Hazardous Materials*. 2010;174(1):694-9.
9. Rahmani Z, Kermani M, Gholami M, Jafari AJ, Mahmoodi NM. Effectiveness of photochemical and sonochemical processes in degradation of Basic Violet 16 (BV16) dye from aqueous solutions. *Iranian journal of environmental health science & engineering*. 2012;9(1):1.
10. Gholizadeh A, Kermani M, Gholami M, Farzadkia M, Yaghmaeian K. Removal efficiency, adsorption kinetics and isotherms of phenolic compounds from aqueous solution using rice bran ash. *Asian Journal of Chemistry*. 2013;25(7):3871.
11. Shirzad-Siboni M, Fallah S, Tajasosi S. Removal of Acid Red 18 and Reactive Black 5 Dyes from Aquatic Solution by Using of Adsorption on Azolla filiculoides: a Kinetic Study. *Journal of Guilan University of Medical Sciences*. 2014;22(88):42-50.
12. Hosseini S, Khan MA, Malekbala MR, Cheah W, Choong TS. Carbon coated monolith, a mesoporous material for the removal of methyl orange from aqueous phase: Adsorption and desorption studies. *Chemical engineering journal*. 2011;171(3):1124-31.
13. El Nemr A, Abdelwahab O, El-Sikaily A, Khaled A. Removal of direct blue-86 from aqueous solution by new activated carbon developed from orange peel. *Journal of hazardous materials*. 2009;161(1):102-10.
14. Moussavi G, Mahmoudi M. Removal of azo and anthraquinone reactive dyes from industrial wastewaters using MgO nanoparticles. *Journal of Hazardous Materials*. 2009;168(2):806-12.
15. Gholizadeh A, Kermani M, Gholami M, Farzadkia M. Comparative Investigation of 2-Chlorophenol and 4-Chlorophenol Removal Using Granulated Activated Carbon and Rice Husk Ash. *Tolooebehdasht*. 2013;11(3):66-78.
16. Kermani M, Gholami M, Gholizade A, Farzadkia M, Esrafil A. Effectiveness of rice husk ash in removal of phenolic compounds from aqueous solutions, equilibrium and kinetics studies. *Iranian Journal of Health and Environment*. 2012;5(1):107-20.
17. Bina B, Kermani M, Movahedian H, Khazaei Z. Biosorption and Recovery of Copper and Zinc from Aqueous Solutions by Nonliving Biomass of Marine Brown Algae of *Sargassum* sp. 2006.
18. Osma JF, Saravia V, Toca-Herrera JL, Couto SR. Sunflower seed shells: a novel and effective low-cost adsorbent for the removal of the diazo dye Reactive Black 5 from aqueous solutions. *Journal of Hazardous Materials*. 2007;147(3):900-5.
19. Kyzas GZ. Commercial coffee wastes as materials for adsorption of heavy metals from aqueous solutions. *Materials*. 2012;5(10):1826-40.

20. Miri M, Fallahzadeh RA, Ghaneian MT, Gholami M, Mahdavifar R, Shahriyari AR. The Efficiency of Residues of Rosa Damasena Powder in Removing Reactive Red 198 Dye from Synthetic Textile Effluent. *Journal of Environmental Health Engineering*. 2014;1(4):271-80.
21. Wu C-H. Effects of sonication on decolorization of CI Reactive Red 198 in UV/ZnO system. *Journal of hazardous materials*. 2008;153(3):1254-61.
22. Federation WE, Association APH. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association (APHA): Washington, DC, USA. 2005.
23. Bayramoglu G, Gursel I, Tunali Y, Arica MY. Biosorption of phenol and 2-chlorophenol by *Funaliatrogii* pellets. *Bioresource technology*. 2009;100(10):2685-91.
24. Khaled A, El Nemr A, El-Sikaily A, Abdelwahab O. Removal of Direct N Blue-106 from artificial textile dye effluent using activated carbon from orange peel: Adsorption isotherm and kinetic studies. *Journal of Hazardous Materials*. 2009;165(1):100-10.
25. Gulnaz O, Sahnurova A, Kama S. Removal of Reactive Red 198 from aqueous solution by *Potamogeton crispus*. *Chemical Engineering Journal*. 2011;174(2):579-85.
26. Arica MY, Bayramoglu G. Biosorption of Reactive Red-120 dye from aqueous solution by native and modified fungus biomass preparations of *Lentinus sajor-caju*. *Journal of hazardous materials*. 2007;149(2):499-507.
27. Celekli A, Yavuzatmaca M, Bozkurt H. Kinetic and equilibrium studies on the adsorption of reactive red 120 from aqueous solution on *Spirogyra majuscula*. *Chemical Engineering Journal*. 2009;152(1):139-45.
28. Amin NK. Removal of reactive dye from aqueous solutions by adsorption onto activated carbons prepared from sugarcane bagasse pith. *Desalination*. 2008;223(1):152-61.
29. Ghaneian M, Dehvari M, Jourabi Yazdi N, Mootab M, Jamshidi B. Evaluation of efficiency of Russian Knapweed flower powder in removal of Reactive Blue 19 from synthetic textile wastewater. *Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences*. 2013;12(10):831-42.
30. Gök Ö, Özcan AS, Özcan A. Adsorption behavior of a textile dye of Reactive Blue 19 from aqueous solutions onto modified bentonite. *Applied Surface Science*. 2010;256(17):5439-43.
31. Bazrafshan E, Kord Mostafapour F. Evaluation of color removal of Methylene blue from aqueous solutions using plant stem ash of *Persica*. *Journal of North Khorasan University of Medical Sciences*. 2013;4(4):523-32.
32. Gholizadeh A, Kermani M, Gholami M, Farzadkia M. Kinetic and isotherm studies of adsorption and biosorption processes in the removal of phenolic compounds from aqueous solutions: comparative study. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*. 2013;11(1):1.

Study of the performances of Ash and Powder from Rosa Damascena in Removal of Reactive Red 198 from Textile Industry Wastewater

Majid Kermani: Associate Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Research Center for Environmental Health Technology, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

majidkermani@yahoo.com

Roshanak rezaei Kalantary: Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran. rezaei.r@iums.ac.ir

Hossein Salehi Barzaki: MSc of Environmental Engineering, Islamic Azad University of Tehran West Branch, Tehran, Iran.

hossein.salehi200@gmail.com

Sevda Fallah Jokandan: MSc of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Center for Solid Waste Research, Institute for Environmental Research, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran. (*Corresponding author). Fallah.sevda@yahoo.com

Background and objective: Wastewater from factories and manufacturing centers because of various compounds complicates the process of wastewater treatment. Among this industries, the textile, paper pulp, food, pharmacy and leather industry due to consumption of various types of chemicals are the most important importers of color pollutants to environment, which have harmful effects on the natural environment. The aim of this study is study of the performances of ash and powder from Rosa Damascena in removal of reactive red 198 from textile industry wastewater.

Methods: In this experimental study, after the preparing of powder and ash Rosa Damascena Wastes absorbent, the effect of various parameters of operation such as pH (3-10), the initial concentration of dye (25, 50, 100 and 300 mg/L), contact time (5-180 minutes) and absorbent dose (0.05- 0.6 gr/100 ml) were studied. Finally the results were analyzed by kinetics and isotherm modeling.

Results: In this study, equilibrium time of powder and ash Rosa Damascena Wastes Obtained 60 and 45 minutes respectively. The Maximum efficiency of absorbent powder and ash was obtained 68 and 89 percent, respectively, at pH 3, contact time of equilibrium and absorbent dosage 0.4 gr/100 ml. isotherm studies matched with Freundlich isotherm models for both absorbents. Kinetic equations followed the pseudo-second of the model better.

Conclusion: The results showed that Powder and ash of Rosa Damascena Wastes can be effective in removal of Reactive Red 198 and be cause a significant increase in capacity of absorption. Therefore according to Enormous resources of Rosewater Wastes in Iran, these cheap and available resources can be used to remove color pollutants from aqueous solutions.

Key words: Adsorption, Ash and Powder from Rosa Damascena, Reactive Red 198, kinetics, Isotherms, Aqueous solution.

