مقاله پژوهشی
مجله دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان
دوره ۱۳، مهر ۱۳۹۳، ۶۴۰-۶۳۱

بررسی کارآیی پودر ساقه گیاه زرشک در حذف رنگ واکنشگر آبی ۱۹ از فاضلاب مصنوعی نساجی

محمدتقی قانعیان[۱]، طاهره جاسمی‌زاد[۲]، فاطمه سهل‌آبادی[۳]، محمد میری[۴]، محبوبه موتاب‌بفرویی[۵]

دریافت مقاله: ۹۳/۲/۲ ارسال مقاله به نویسنده جهت اصلاح: ۹۳/۴/۱۰ دریافت اصلاحیه از نویسنده: ۹۳/۶/۵ پذیرش مقاله: ۹۳/۶/۱۶

چکیده

زمینه و هدف: حضور رنگ و مواد رنگی در آب، مخاطرات بهداشتی به همراه دارد، به همین دلیل، باید از منابع آب و فاضلاب حذف شوند. هدف از این مطالعه، بررسی کارآیی پودر ساقه گیاه زرشک در حذف رنگ واکنشگر آبی ۱۹ از فاضلاب مصنوعی نساجی بوده است.

مواد و روش‌ها: این مطالعه در مقیاس آزمایشگاهی و بصورت ناپیوسته انجام شد. در این تحقیق، فاضلاب مصنوعی با دو غلظت های مختلف رنگ واکنشگر آبی ۱۹ (۲۵ و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر) تهیه و اثر pH های متفاوت (۳، ۵، ۷ و ۹) و جرم‌های مختلف جاذب (۰/۲، ۰/۴ و ۰/۶ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) در زمان‌های متفاوت (۱۵،۳۰، ۶۰، ۱۲۰، ۱۸۰ دقیقه و ۲۴ ساعت) طی فرآیند جذب مورد آزمایش قرار گرفت. مقدار باقی‌مانده رنگ با سنجش میزان جذب نور به روش اسپکتروفتومتری در طول موج ۵۹۲ نانومتر اندازه‌گیری گردید. داده‌ها با مدل‌های ایزوترم لانگمیر و فروندلیچ و مطالعات سینتیک جذب مورد آنالیز قرار گرفتند.

یافته‌ها: نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد با افزایش زمان ماند و افزایش دوز جاذب، میزان حذف رنگ افزایش یافته در حالی که با کاهش غلظت اولیه رنگ و pH، مقدار راندمان حذف رنگ، افزایش قابل توجهی داشته است. در این مطالعه، با افزایش pH از ۳ به ۹ راندمان حذف در غلظت‌های ۲۵ میلی‌گرم بر لیتر به ترتیب از ۹۰/۵ به ۳۸/۵٪ کاهش یافت. بر اساس نتایج، داده‌های جذب از ایزوترم لانگمیر تبعیت کرده، همچنین جذب رنگ واکنشگر آبی ۱۹ بر پودر ساقه زرشک با سینتیک شبه درجه دوم مطابقت بهتری داشت.

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج این تحقیق، پودر ساقه گیاه زرشک قادر به جذب رنگ واکنشگر آبی ۱۹ در حد مطلوبی بوده و می‌تواند به عنوان یک جاذب طبیعی جدید جهت حذف آلاینده‌های آلی از فاضلاب‌ها مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: جذب سطحی، پودر ساقه گیاه زرشک، رنگ واکنشگر آبی ۱۹، فاضلاب نساجی

۱- دانشیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد،یزد، ایران
۲- کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد،یزد، ایران
۳- (نویسنده مسئول) عضو مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی موثر بر سلامت، مربی و عضو هیئت علمی گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بیرجند، بیرجند، ایران
تلفن: ۸۸۲۵۱۴۰-۰۵۶۱، دورنگار: ۸۸۲۵۱۴۰-۰۵۶۱، پست الکترونیکی: fatemehsahlabadi@yahoo.com
۴- دانشجوی دکتری مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران
۵- کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، کارشناس پژوهش دانشکده پرستاری میبد، میبد، ایران

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1393.13.7.2.5]

مقدمه

در سال‌های اخیر، توسعه صنایع باعث افزایش تولید فاضلاب‌های صنعتی و بعضاً آلودگی محیط زیست شده است. رنگ‌ها یکی از مهم‌ترین آلاینده‌های موجود در فاضلاب‌های صنعتی هستند [۱] که به طور کلی در صنایع نساجی، کاغذسازی، لوازم آرایشی، غذا، داروسازی و چرم کاربرد دارند [۲]. این صنایع، با مصرف بالای آب مقادیر زیادی از فاضلاب‌های صنعتی را تولید می‌کنند [۳]. بارزترین مشخصه پساب صنایع نساجی، رنگی بودن آن است که در دو مرحله اصلی، رنگرزی و تکمیل تولید می‌شود [۴].

رنگ‌ها باعث مشکلات بهداشتی بسیار زیادی از جمله حساسیت پوستی، تحریک پوست، سرطان، جهش و غیره می‌شوند [۵]. آب‌های بسیار رنگی نه تنها از نظر زیبا شناختی ناخوشایند هستند بلکه باعث کاهش نفوذ نور به داخل آب شده و در نتیجه کاهش بازده فتوسنتز گیاهان آبزی را به دنبال خواهند داشت [۶]. مولکول‌های رنگ به دلیل ساختار مولکولی پیچیده به تجزیه زیستی بسیار مقاوم هستند. با توجه به ویژگی‌ها و مشکلات ناشی از رنگ‌ها، حذف رنگ‌های مصنوعی از فاضلاب قبل از تخلیه به محیط زیست و از آب خام قبل از استفاده به عنوان آب شرب برای حفاظت از بهداشت و محیط زیست ضروری است. روش‌های مورد استفاده برای حذف رنگ از فاضلاب شامل روش‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی نظیر انعقاد و لخته‌سازی، ترسیب، جذب، فیلتراسیون غشایی، تکنیک‌های الکتروشیمیایی، ازن زنی و غیره است [۷]. به علت پایین بودن قابلیت تجزیه زیستی رنگ‌ها، فرایندهای تصفیه متداول زیستی فاضلاب در تصفیه فاضلاب‌های رنگی موثر نیستند. بنابراین فاضلاب رنگی معمولاً توسط روش‌های فیزیکی و یا شیمیایی تصفیه می‌شود [۱].

فرآیند جذب یکی از فرایندهای فیزیکوشیمیایی است که طی سال‌های گذشته به علت هزینه اولیه پایین، سهولت در بهره برداری، قابلیت انعطاف و سادگی برای تصفیه پساب‌ها جهت حذف رنگ، مواد آلی و فلزات توسعه یافته است[۵]. جاذب‌های کم هزینه بر اساس قابلیت دسترسی به مواد طبیعی، پسماندهای صنعتی/ کشاورزی/ خانگی یا محصولات فرعی نظیر لجن، خاکستر فرار و محصولات مصنوعی و بر اساس ماهیت به دو نوع غیر آلی و آلی تقسیم‌بندی می‌شوند [۷]. مطالعات زیادی بر روی جاذب‌های ارزان قیمت مثل پوسته تخم مرغ و پوسته دانه گل آفتابگردان، خاک اره و غیره انجام گرفته است [۲، ۸-۷]. بنابراین، با توجه به ارزان و در دسترس بودن پسماندهای کشاورزی (مواد جاذب طبیعی) و قابل تجزیه‌ی زیستی بودن آن‌ها در مقایسه با مواد جاذب سنتزی شیمیایی که علاوه بر مخاطرات زیست محیطی، مخارج زیادی را برای خرید این نوع مواد شیمیایی تحمیل می‌نماید و با توجه به فراوانی پسماندهای درخت زرشک در شهرستان بیرجند برای اولین بار از پودر ساقه درخت زرشک به عنوان یک جاذب طبیعی جدید برای حذف رنگ واکنشگر آبی ۱۹ از فاضلاب مصنوعی استفاده شد. هدف این مطالعه، معرفی یک جاذب طبیعی جدید در حذف رنگ به عنوان یک آلاینده آلی از فاضلاب مصنوعی بوده است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مقیاس آزمایشگاهی به صورت ناپیوسته و در آزمایشگاه پایلوت دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد در سال ۱۳۹۱ انجام شد. در این تحقیق از پودر ساقه درخت زرشک تهیه شده از باغات شهرستان بیرجند به عنوان جاذب طبیعی و از رنگ واکنشگر آبی ۱۹ به عنوان ماده جذب شونده استفاده

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1393.13.7.2.5]

گردید. رنگ واکنشگر آبی ۱۹ مصرفی محصول شرکت دایستار (Dye Star) آلمان بوده که از طریق یکی از صنایع نساجی یزد تهیه شد. نمونه‌های مورد بررسی در این مطالعه از انحلال پودر رنگ واکنشگر آبی ۱۹ در آب مقطر به صورت مصنوعی تهیه گردید.

فاکتورهای مهم مورد بررسی در این مطالعه شامل pH، زمان تماس، غلظت اولیه رنگ و دوز جاذب بوده است. آزمایشات در سه سطح دوز جاذب (۰/۲، ۰/۴ و ۰/۶ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر)، دو غلظت مختلف رنگ واکنشگر آبی ۱۹ (۲۵ و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر)، شش سطح زمان متفاوت (۱۵، ۳۰، ۶۰، ۱۲۰، ۱۸۰ دقیقه و ۲۴ ساعت) و چهار سطح مختلف pH (۳، ۵، ۷ و ۹) انجام شد [۷، ۳]. کنترل pH محلول با دستگاه pH متر HACH مدل HQ40d ساخت کشور آمریکا صورت گرفت.

برای آماده‌سازی جاذب ابتدا ساقه درخت زرشک، جوشانده و سپس در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت در آون خشک گردید. سپس با استفاده از آسیاب برقی، ساقه درخت زرشک را پودر نموده و در نهایت دانه‌بندی جاذب با استفاده از الک‌های استاندارد ASTM با مش ۴۰ و۶۰ ساخت ایران صورت گرفت.

مطالعات جذب: محلول رنگ مورد نظر در ارلن مایر ۲۵۰ میلی‌لیتر ریخته و pH با استفاده از NaOH و HCl ۰/۱ نرمال در ۳، ۵، ۷ و ۹ تنظیم گردید و سپس مقدار ۰/۴ گرم پودر ساقه درخت زرشک به آن‌ها اضافه گردید. پس از آن، ارلن‌ها بر روی شیکر اوربیتال (GFL 137) ساخت انگلستان با سرعت ۱۲۰ دور در دقیقه در زمان ماندهای ۱۸۰، ۱۲۰، ۶۰، ۳۰ و ۱۵ دقیقه قرار داده شد. برای جداسازی جاذب از محلول، از فیلتر استات سلولز ۰/۲ میکرون استفاده شد. غلظت نهایی رنگ در محلول در حداکثر طول موج رنگ واکنشگر آبی ۱۹ (۵۹۲ نانومتر) با استفاده از اسپکتروفتومتر UV/Vis (مدل Optima SP-Plus 3000، کشور ژاپن) اندازه‌گیری گردید.

درصد حذف رنگ و ظرفیت جذب جاذب به ترتیب با استفاده از روابط ۱ و ۲ محاسبه گردید:

$$E = \frac{C_0 - C}{C_0} \times 100 \quad [1]$$

$$q_e = \frac{(C_0 - C_e)}{M} \times V \quad [2]$$

در این روابط، E راندمان حذف رنگ (درصد)، C_0 غلظت اولیه رنگ (میلی‌گرم در لیتر)، C غلظت باقی‌مانده رنگ (میلی‌گرم در لیتر) q_e غلظت ماده جذب شونده در فاز جامد در تعادل (میلی‌گرم بر گرم)، M جرم جاذب (گرم) و V حجم محلول رنگ (لیتر) است [۸]. ایزوترم جذب و حداکثر ظرفیت جذب جاذب‌ها با استفاده از مدل‌های لانگمیر و فروندلیچ و سینتیک‌های جذب توسط مدل‌های سینتیک شبه درجه اول و دوم بررسی گردید [۷، ۹].

پس از انجام آزمایش‌ها و به دست آمدن نتایج از نرم‌افزار Excel ۲۰۰۷ برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و رسم جداول و نمودارها استفاده شد.

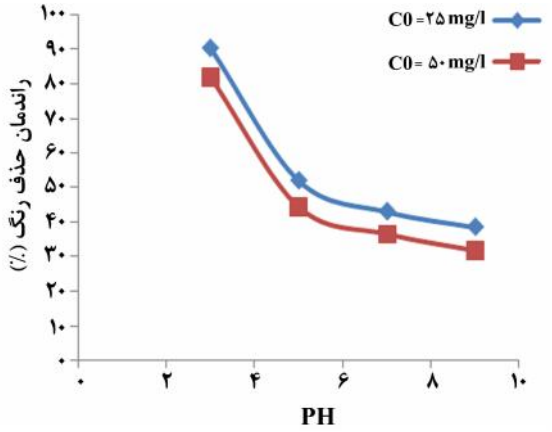
نتایج

pH محلول از پارامترهای اثرگذار بر بار سطحی ذرات جاذب بوده و فاکتوری مهم در میزان جذب آلاینده‌ها می‌باشد، به همین دلیل در این مطالعه، اثر pH محلول برحذف رنگ راکتیو آبی ۱۹ در حضور دز جاذب ۰/۶ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول رنگ با غلظت‌های ۲۵ و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر بررسی شد که نتایج آن در نمودار ۱ ارائه شده است. براساس نتایج، با افزایش pH کارآیی حذف کاهش یافته به طوری که با افزایش pH از ۳ به ۹ راندمان حذف در غلظت‌های ۲۵ میلی‌گرم بر لیتر به

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-08]

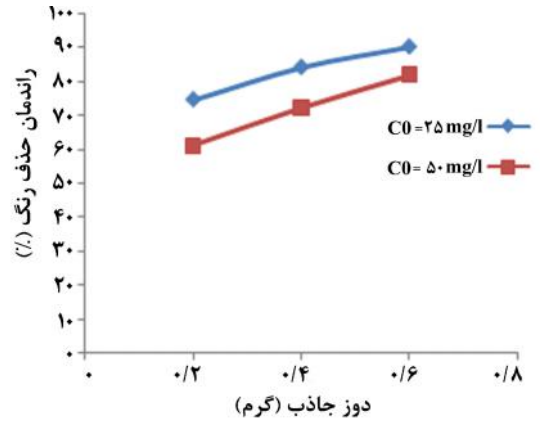
[DOR: 20.1001.1.17353165.1393.13.7.2.5]

ترتیب از ۹۰/۵ به ۳۸/۵ درصد و در غلظت رنگ ۵۰ میلی‌گرم در لیتر از ۸۲ به ۳۱/۷٪ کاهش یافت. بر اساس نتایج، بالاترین راندمان حذف در pH ۳ مشاهده گردید لذا ادامه آزمایشات در این pH انجام شد.



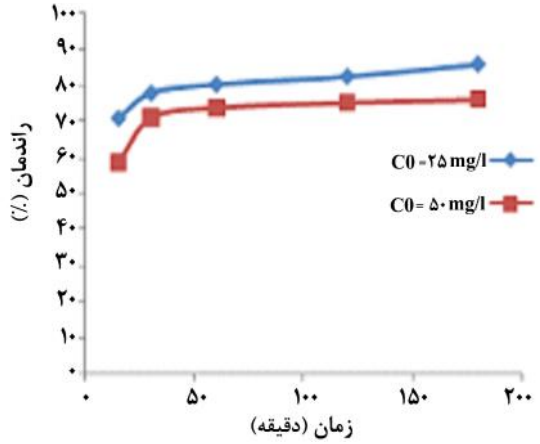
نمودار ۱- تأثیر pH بر جذب رنگ RB19 بر پودر ساقه زرشک (دوز جاذب ۰/۶gr/100ml، زمان ۲۴ ساعت)

در این مطالعه اثر جرم جاذب بر حذف رنگ با غلظت ۲۵ و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر pH=۳ (بهینه) بررسی شد که نتایج آن در نمودار ۲ ارائه شده است. بر اساس نتایج این تحقیق، با افزایش میزان پودر ساقه درخت زرشک، میزان حذف رنگ راکتیو آبی ۱۹ افزایش یافت، به طوری که با افزایش وزن جاذب از ۰/۲ به ۰/۶ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر میزان حذف رنگ در شرایط یکسان برای غلظت ۲۵ میلی‌گرم بر لیتر به ترتیب از ۷۴/۷ به ۹۰/۵٪ و برای غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر از ۶۱/۳ به ۸۲٪ افزایش یافت. با توجه به این که راندمان حذف در جرم ۰/۶ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر راندمان حذف بهتری را نشان داد بنابراین ادامه آزمایشات در جرم جاذب ۰/۶ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر، انجام گرفت.



نمودار ۲- تأثیر جرم جاذب در جذب رنگ RB19 (زمان تماس= ۲۴ ساعت، pH = ۳)

یکی دیگر از متغیرهایی که بر کارآیی فرایند جذب تأثیر می‌گذارد، زمان واکنش است. جهت تعیین اثر زمان تماس، نمونه‌برداری در زمان‌های ۱۵، ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ دقیقه انجام شد که نتایج آن در نمودار ۳ نشان داده شده است. بیشترین راندمان حذف رنگ در ۳۰ دقیقه اولیه واکنش اتفاق افتاد، به علاوه میزان ظرفیت و راندمان جذب رنگ با افزایش زمان تماس افزایش می‌یابد. با توجه به شکل ۳، راندمان حذف رنگ طی زمان ۳۰ و ۱۸۰ دقیقه برای فاضلاب مصنوعی با غلظت ۲۵ میلی‌گرم بر لیتر به ترتیب ۷۱ و ۸۶٪ و برای غلظت ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر به ترتیب ۵۸/۸ و ۷۶/۲٪ بوده است.



نمودار ۳- اثر زمان تماس در راندمان حذف (دوز جاذب ۰/۶ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر، pH=۳)

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1393.13.7.2.5]

دو مدل سینتیکی که به طور گسترده در منابع به منظور بررسی روند جذب به کار می‌روند شامل مدل‌های سینتیک شبه درجه اول و دوم می‌باشند [۱۰].

معادله سینتیک شبه درجه اول در معادله زیر نشان داده شده است:

$$\log(q_e - q_t) = \log q_e - \frac{k_1}{2.303}t$$

در این معادلات، k_1 ثابت سرعت جذب شبه درجه اول، q_e و q_t مقدار رنگ جذب شده (میلی‌گرم بر گرم) در شرایط تعادل و در زمان t هستند [۱۱-۱۰].

معادله سینتیک شبه درجه دوم در معادله زیر آورده شده است:

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{k_2 q_e^2} + \frac{1}{q_e}t$$

در این معادله، k_2 ثابت سرعت جذب شبه درجه دوم است [۱۱، ۹].

جهت بررسی مکانیسم جذب رنگ RB19 بر روی پودر ساقه زرشک، سینتیک‌های شبه درجه اول و دوم مورد استفاده قرار گرفت و مشخص گردید که داده‌ها با واکنش شبه درجه دوم همخوانی دارند. در این مطالعه، R^2 در سینتیک شبه درجه اول برای غلظت ۲۵ و ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر به ترتیب برابر ۸۶/۸٪ و ۵۵/۹٪ و در سینتیک شبه درجه دوم در هر دو غلظت اولیه رنگ برابر ۹۹/۹٪ بود.

ایزوترم‌های جذب، معادلاتی برای نشان دادن تعادل جذب بین فاز مایع و جامد می‌باشند. در این مطالعه از مدل‌های ایزوترمی فروندلیچ و لانگمیر برای رسم داده‌های جذب استفاده گردید که مؤلفه‌های مرتبط با آن‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است. در این مطالعه، مقایسه میزان ضریب همبستگی داده‌های ایزوترم جذب برای غلظت‌های ۲۵ و ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر رنگ نشان داد که داده‌های جذب به نحو مطلوب‌تری از ایزوترم لانگمیر تبعیت می‌کند.

جدول ۱- پارامترهای مدل‌های لانگمیر و فروندلیچ در جذب رنگ RB19 توسط پوست ساقه زرشک

ایزوترم لانگمیر			ایزوترم فروندلیچ		
	۲۵ (mg/L)	۵۰ (mg/L)		۲۵ (mg/L)	۵۰ (mg/L)
b (L/mg)	۵/۷۱۴	۱۸/۰۵	$K(mg/g).(L/mg)^{1/n}$	۲۶/۵۵	۲۷۷۹/۴۳
q_{max}(mg/g)	۰/۴۷۳	۰/۳۵۸	1/n	۳/۸۱۸	۴/۲۸۴
R^2	٪۹۴/۹	٪۹۶/۳	R^2	٪۹۱/۵	٪۹۴/۵
R_L	۰/۰۰۷	۰/۰۰۱۱			

بحث

در مرحله اثر pH مشخص شد که با افزایش pH، کارآیی حذف رنگ کاهش می‌یابد. مقدار pH نقش مهمی در فرایند جذب و به خصوص بر ظرفیت جذب دارد. بار سطحی جاذب به pH وابسته است، زیرا سطح جاذب، دارای پلیمرهای زیستی با گروه‌های عملکردی مختلفی است [۱۲]. در این تحقیق بیشترین راندمان حذف رنگ در pH=۳ مشاهده شد. Ozcan و همکاران، مطالعه بنتونیت اصلاح شده با یک سورفاکتانت کاتیونی را به عنوان جاذب برای حذف رنگ راکتیو آبی ۱۹ از محلول‌های آبی انجام دادند. در این مطالعه، pH مؤثر جهت جذب حدود ۱/۵ بود [۱۳] همچنین در مطالعه

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1393.13.7.2.5]

Amin بر روی حذف رنگ اسیدی توسط کربن فعال، نشان داد که جذب رنگ در pH پایین‌تر، بالاتر بود. در این مطالعه، pH بهینه ۱ به دست آمد. نتایج این مطالعات با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد و با افزایش pH محلول، رنگ جذب شده به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد [۱۴].

Ghaneian و همکاران مطالعه‌ای تحت عنوان کاربرد پوسته تخم‌مرغ به عنوان جاذب طبیعی در حذف رنگ واکنشگر قرمز ۱۲۳ از فاضلاب سنتتیک نساجی انجام دادند. در مطالعه این محققین، تغییرات pH محیط از محدوده اسیدی به قلیایی (۸-۵) باعث افزایش راندمان جذب رنگ از ۳۰ به ۴۸٪ شد [۱۵]. همچنین Garg و همکاران در مطالعه‌ای خاک اره‌های تصفیه شده با فرمالدئید و سولفوریک اسید را برای جذب رنگ مالاشیت گرین در غلظت‌های متفاوت رنگ، دز جاذب، pH و زمان اختلاط بکار بردند. pH در رنج ۹-۶ برای حذف رنگ توسط هر دو جاذب مطلوب بود [۱۶]

Arami و همکاران در مطالعه‌ای جذب رنگ‌های اسیدی قرمز ۱۴ (AR14) و اسیدی آبی ۹۲ (AB92) را بر روی منافذ ریز و متوسط پوسته تخم مرغ در محلول آبی در یک سیستم بسته با توجه به غلظت اولیه رنگ، pH، زمان تماس، اندازه ذره و دز جاذب در ۱±۲۰ درجه سانتی‌گراد بررسی کردند. در این تحقیق حداکثر جذب برای AR14، ۸۹/۶٪ و برای AB92 ۸۲/۸٪ در pH ۱۲ مشاهده گردید [۱۱]. Royer و همکاران کاربرد پوسته میوه کاج برزیلی در اشکال طبیعی و کربنیزه شده را به عنوان جاذب‌هایی برای حذف متیلن بلو از محلول‌های آبی بررسی کردند. بر اساس نتایج این تحقیق در pH بازی (pH=۸/۵) جذب متیلن بلو مطلوب بود [۱۷]. همچنین Kyzas و همکاران از پسماندهای صنعتی قهوه برای حذف رنگ‌های راکتیو و بازی به عنوان جاذب ارزان قیمت استفاده کردند. بر اساس نتایج آزمایشات جذب، pH بهینه برای رنگ راکتیو ۲ و برای رنگ بازی ۱۰ به دست آمد [۱۸].

نتایج مطالعه حاضر نشان داد با افزایش مقدار جاذب، کارآیی حذف افزایش می‌یابد. افزایش کارآیی حذف رنگ با مقدار جاذب می‌تواند به افزایش سطح جاذب و افزایش تعداد محل‌های جذب زیستی در دسترس برای جذب نسبت داده شود [۱۹]. در مطالعه Ghaneian و همکاران، میزان جذب رنگ واکنشگر قرمز ۱۲۳ بر روی پوسته تخم مرغ تابعی از جرم جاذب مورد استفاده بود و با افزایش جرم جاذب از ۱ گرم به ۵ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر راندمان جذب رنگ از ۴۸ به ۸۰/۷٪ افزایش یافت [۱۵] Gok و همکاران مشاهده کردند جذب رنگ واکنشگر آبی ۱۹ با افزایش مقدار جاذب، افزایش یافت. در مطالعه آن‌ها حداکثر حذف رنگ با مقدار ۰/۰۲۵ گرم در ۵۰ میلی‌لیتر به دست آمد [۱۰]. Lima و همکاران مشاهده کردند حذف رنگ، حداقل در ۵ گرم در لیتر جاذب زیستی به دست آمد. برای مقدار جاذب زیستی بیشتر از این مقدار، حذف رنگ تقریباً ثابت بود [۲۰]. Akar و همکاران دریافتند که با افزایش غلظت بیومس از ۰/۲ به ۳ گرم در لیتر، درصد جذب زیستی از ۲/۷۸ به ۸۴/۷۰٪ افزایش می‌یابد [۱۲]. نتایج مشابه توسط محققان دیگر نیز گزارش شده است [۲۲-۲۱].

در مطالعه حاضر، نتایج اثر غلظت اولیه رنگ و زمان تماس نشان داد با افزایش غلظت اولیه رنگ، کارآیی حذف رنگ کاهش و با افزایش زمان تماس، کارآیی حذف رنگ افزایش می‌یابد. به طور کلی با افزایش زمان تماس، میزان جذب رنگ تا رسیدن به زمان تعادل افزایش و پس از آن

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1393.13.7.2.5]

ثابت می‌ماند [۲۳]. Gok و همکاران در مطالعه رفتار جذب رنگ راکتیو آبی ۱۹ از محلول‌های آبی بر روی بنتونیت اصلاح شده گزارش کردند که ظرفیت جذب با افزایش زمان تماس افزایش یافت و حذف رنگ به غلظت رنگ وابسته بود [۱۰]. Karaoglu و همکارانش، حذف رنگ واکنشگر آبی ۲۲۱ را توسط کائولین انجام دادند. میزان جذب با افزایش غلظت اولیه رنگ، افزایش یافته بود [۲۴]. نتایج این مطالعات با نتایج مطالعه حاضر همخوانی داشت.

در مطالعه حاضر، مکانیسم جذب رنگ واکنشگر آبی ۱۹ بر روی پودر ساقه درخت زرشک به خوبی با واکنش سینتیک شبه درجه دوم متناسب بود. داده‌های مطالعه Karaoglu و همکارانش نیز با سینتیک شبه درجه دوم مطابقت داشت [۲۴]. مطالعات Gok و همکاران، Ozcan و همکاران و Amin نیز به نتایج مشابهی دست یافتند [۱۴-۱۳، ۱۰]. اما مطالعات دیگر مثل جذب رنگ‌های راکتیو توسط کربن فعال مغز نارگیل [۱] و جذب رنگ مالاشیت گرین توسط خاک اره تصفیه شده [۱۶] بر اساس داده‌های حاصل از جذب، مدل سینتیکی شبه درجه اول را مطرح کردند.

نتایج نشان داده شده در جدول ۱ نشان می‌دهد داده‌های جذب با مدل ایزوترم لانگمیر مطابقت بهتری دارد. در مطالعه Elkady و همکاران مشخص شد داده‌های جذب با استفاده از هر دو مدل ایزوترم لانگمیر و تمکین مطابقت داشت [۲۳]. Ozcan و همکاران در مطالعه بنتونیت اصلاح شده با یک سورفاکتانت کاتیونی به عنوان جاذب برای حذف رنگ واکنشگر آبی ۱۹ از محلول‌های آبی دریافتند که مدل ایزوترم لانگمیر بهترین تطابق را با داده‌های تحقیق داشت [۱۳]. Amin در مطالعه حذف رنگ راکتیو توسط جذب بر روی کربن فعال آماده شده از تفاله نیشکر دریافت داده‌های جذب با مدل‌های ایزوترم لانگمیر و فروندلیچ همخوانی دارد [۱۴].

این مطالعه تنها بر روی فاضلاب مصنوعی انجام گرفته و پیشنهاد می‌گردد بر روی فاضلاب واقعی نیز اثر این جاذب بررسی گردد.

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که با افزایش pH، کارآیی حذف رنگ کاهش می‌یابد و بیشترین راندمان حذف رنگ در pH=۳ مشاهده شد. همچنین با افزایش مقدار جاذب، کارآیی حذف رنگ افزایش یافت. نتایج اثر غلظت اولیه رنگ و زمان تماس نشان داد که با افزایش غلظت اولیه رنگ، کارآیی حذف رنگ کاهش و با افزایش زمان تماس، کارآیی حذف رنگ افزایش می‌یابد. در مطالعه حاضر، مکانیسم جذب رنگ واکنشگر آبی ۱۹ بر روی پودر ساقه درخت زرشک به خوبی با واکنش سینتیک شبه درجه دوم متناسب بود و داده‌های جذب با مدل ایزوترم لانگمیر مطابقت بهتری داشت. بر اساس نتایج این تحقیق، پودر ساقه گیاه زرشک قادر به جذب رنگ راکتیو آبی ۱۹ در حد مطلوبی بوده و می‌تواند به عنوان یک جاذب طبیعی جدید جهت حذف آلاینده‌های آلی از فاضلاب‌ها مورد استفاده قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

این تحقیق با حمایت مالی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد در قالب طرح تحقیقاتی انجام شده است که بدینوسیله تشکر و قدردانی می‌شود.

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1393.13.7.2.5]

References

[1] Santhi T, Manonmani S, Vasantha VS, Chang YT. A new alternative adsorbent for the removal of cationic dyes from aqueous solution. *Arabian of Chemistry J* 2011; in press.

[2] Osma JF, Saravia V, Toca-Herrera JL, Rodriguez Couto S. Sunflower seed shells: A novel and effective low-cost adsorbent for the removal of the diazo dye Reactive Black 5 from aqueous solutions. *Hazardous Materials J* 2007; 147 (3): 900–5.

[3] Neppolian B, Choi HC, Sakthivel S, Arabindoo B, Murugesan V. Solar light induced and TiO_2 assisted degradation of textile dye reactive blue 4. *Chemosphere* 2002; 46(8): 1173–81.

[4] Tsai WT, Chang C.Y, Ing C.H, Chang C.F. Adsorption of acid dyes from aqueous solution on activated bleaching earth. *Colloid and Interface Science J* 2004; 275 (1): 72–8.

[5] Gomez V, Larrechi MS, Callao MP. Kinetic and adsorption study of acid dye removal using activated carbon. *Chemosphere* 2007; 69 (7): 1151–8.

[6] Iram M, Guo C, Guan Y, Ishfaq A, Liu H. Adsorption and magnetic removal of neutral red dye from aqueous solution using Fe_3O_4 hollow nanospheres. *Hazardous Materials J* 2010; 181 (1-3): 1039–50.

[7] Gupta VK, Suhas S. Application of low-cost adsorbents for dye removal – A review. *Environmental Management J* 2009; 90 (8): 2313–42.

[8] Ehrampoush MH, Ghanizadeh Gh, Ghaneian MT. Equilibrium and kinetics study of reactive red 123 dye removal from aqueous solution by adsorption on eggshell. *Environl Health Science Engineering J* 2011; 8(2): 101 -8.

[9] Ho Y.S, McKay G. Pseudo-second order model for sorption processes. *Process Biochem* 1999; 34 (5): 451–65.

[10] Gok O, Ozcan AS, Ozcan A. Adsorption behavior of a textile dye of Reactive Blue 19 from aqueou solutions onto modified bentonite. *Applied Surface Science* 2010; 256: 5439–43.

[11] Arami M, Limaee NY, Mahmoodi NM. Evaluation of the adsorption kinetics and equilibrium for the potential removal of acid dyes using a biosorbent. *Chemical Engineering J* 2008; 139 (1): 2–10.

[12] Akar ST, Gorgulu A, Kaynak Z, Anilan B, Akar T. Biosorption of Reactive Blue 49 dye under batch and continuous mode using a mixed biosorbent of macro-fungus Agaricus bisporus and Thuja orientalis cones. *Chemical Engineering J* 2009; 148 (1): 26–34.

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1393.13.7.2.5]

[13] Ozcan A, Omeroglu C, Erdogan Y, Safa Ozcan A. Modification of bentonite with a cationic surfactant: An adsorption study of textile dye Reactive Blue 19. *Hazardous Materials J* 2007; 140 (1-2): 173–9.

[14] Amin NK. Removal of reactive dye from aqueous solutions by adsorption onto activated carbons prepared from sugarcane bagasse pith. *Desalination* 2008; 223 (1-3): 152–61.

[15] Ghaneian MT, Ghanizadeh GH, Gholami M. Application of Eggshell as a Natural Sorbent for the Removal of Reactive Red 123 Dye from Synthetic Textile Wastewater. *Tabibe shargh J* 2009; 11(4): 25-34. [Farsi]

[16] Garg VK, Gupta R, Yadav AB, Kumar R. Dye removal from aqueous solution by adsorption on treated sawdust. *Bioresource Technology* 2003; 89 (2): 121–4.

[17] Royer B, Cardoso NF, Lima EC, Vaghetti JC, Simon NM, Calvete T, et al. Applications of Brazilian pine-fruit shell in natural and carbonized forms as adsorbents to removal of methylene blue from aqueous solutions-Kinetic and equilibrium study. *Hazardous Materials J* 2009; 164 (2-3): 1213–22.

[18] Kyzas GZ, Lazaridis NK, Mitropoulos Ach. Removal of dyes from aqueous solutions with untreated coffee residues as potential low-cost adsorbents: Equilibrium, reuse and thermodynamic approach. *Chemical Engineering J* 2012; 189-190: 1-41.

[19] Mahmoodi NM, Hayati B, Arami M, Lan C. Adsorption of textile dyes on Pine Cone from colored wastewater: Kinetic,equilibrium and thermodynamic studies. *Desalination* 2011; 268 (1-3): 117-25.

[20] Lima EC, Royer B, Vaghetti J, Simon N.M, da Cunha B.M, Pavan F.A, 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. *Hazardous Materials J* 2008; 155 (3): 536–50.

[21] Waranusantigul P, Pokethitiyook P, Kruatrachue M, ES Upatham. Kinetics of basic dye (methylene blue) biosorption by giant duckweed (Spirodela polyrrhiza). *Environmental Pollution* 2003; 125 (3): 385–92.

[22] Ozer A, Akaya G, Turabik M. The removal of Acid Red 274 from wastewater: combined biosorption and biocoagulation with Spirogyra rhizopus. *Dyes and Pigments* 2006; 71 (2): 83–9.

[23] Elkady MF, Ibrahim AM, Abd El- Latif MM. Assessment of the adsorption kinetics, equilibrium and thermodynamic for the potential removal of reactive red dye using eggshell biocomposite beads. *Desalination* 2011; 278 (1-3): 412–23.

[24] Karaoglu MH, Dogan M, Alkan M. Kinetic analysis of reactive blue 221 adsorption on kaolinite. *Desalination* 2010; 256 (1-3): 154-65

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1393.13.7.2.5]

Survey thef Efficiency of Barberry Stem Powder in Removal of the Reactive Blue 19 from Textile Industrial Wastewater

M.T Ghaneian[1], T. Jasemizad[2], F. Sahlabadi[3], M. Miri[4], M. Mootab[5]

Received: 22/04/2014 Sent for Revision: 01/07/2014 Received Revised Manuscript: 27/08/2014 Accepted: 07/09/2014

Background and Objective: Dyes have complicated structures, usually toxic and resistant to biological treatment which entered to environment by industrial waste streams. The aim of this study was the survey of isotherm and kinetic adsorption studies of Reactive Blue 19 (RB19) dye onto Barberry stems powder from textile industrial wastewater.

Materials and Methods: This study was done in laboratory scale and used Barberry stems powder for removal of RB19 dye. In this study the effects of initial dye concentrations (25 and 50 mg/L), pH (2, 4, 7, 9), adsorbent doses (0.2, 0.4 and 0.6 gr/100 ml) and contact time (15, 30, 60, 120, 180 min and 24 hr) were investigated. The dye concentration was determined by using the UV/Vis spectrophotometer at 592 nm. For better understanding of the adsorption process, the experimental data were analyzed with Langmuir and Freundlich isotherm models and kinetic studies.

Results: The results showed that removal of RB19 dye with Barberry stems powder as a natural biosorbent increased by expanding of time and adsorbent dose. By decreasing the initial dye concentration and pH, dye removal efficiency has increased. In this study, the best fit of the adsorption isotherm data was obtained using the Langmuir model. Kinetic analysis of our results showed that the findings well fitted by pseudo-second-order reaction.

Conclusion: We can conclude that Barberry stems powder as a biosorbent could be used for dye removal from aqueous solutions.

Key words: Adsorption process, Barberry stems powder, Reactive Blue 19 dye, Isotherm, Kinetic

Funding: This study was funded by research deputy of Yazd University of Medical Sciences.

Conflict of interest: None declared.

Ethical approval: The Ethics Committee of Yazd University of Medical Sciences approved the study.

How to cite this article: Ghaneian MT, Jasemizad T, Sahlabadi F, Miri M, Mootab M. Survey the Efficiency of Barberry Stem Powder in Removal of the Reactive Blue 19 from Textile Industrial Wastewater. *J RafsanjanUniv Med Sci* 2014; 13(7): 631-40. [Farsi]

1- Associate Prof. Department of Health Services, Faculty of Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences-Yazd, Iran
2- MS.c of Environmental Health Engineering, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences,Yazd, Iran
3- Department of Environmental Health Engineering, Social determinants of health research center University of Medical Sciences,Birjand, Iran.
(Corresponding Author): Tel: (0561) 8825140, Fax: (0561) 8825140, E-Mail: fatemehsahlabadi@yahoo.com
4- MS.c Student, in Environmental Health Engineering, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences,Yazd, Iran
5- MS.c of Environmental Health Engineering, research expert of nursing department of Meybod, Yazd, Iran

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1393.13.7.2.5]