



بررسی کارایی پودراستخوان ماهی مرکب در حذف رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ از محلول های آبی

نویسندگان: محمدتقی قانعیان* محمدحسن احرامپوش** محبوبه دهواری*** بهزاد جمشیدی***
محسن امراللهی***

* دکتری بهداشت محیط، استادیار گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد

** دکتری بهداشت محیط، استادیار گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد

*** نویسنده مسئول: دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد. تلفن: ۰۹۳۸۱۱۴۹۶۵۱ Email: mahboobehdehvari@yahoo.com

*** دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد

چکیده

سابقه و اهداف: ترکیبات رنگی از آلاینده های مهم زیست محیطی محسوب شده که غالباً سمی، سرطانزا و جهش زا بوده و می توانند باعث آلرژی و مشکلات پوستی شوند. لذا آلاینده های رنگی قبل از تصفیه به محیط زیست باید تصفیه گردند. هدف از این مطالعه بررسی کارایی پودر استخوان ماهی مرکب در حذف رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ از محلولهای آبی و بررسی تأثیر پارامترهای مختلف بر فرآیند جذب آن بوده است.

روش بررسی: این مطالعه به صورت تجربی و در مقیاس آزمایشگاهی انجام شده است. در این تحقیق اثر غلظت اولیه رنگ (۲۵ و ۵۰ میلی گرم در لیتر)، جرم جاذب (۱، ۱/۵، ۲، ۲/۵ گرم در ۱۰۰ میلی لیتر)، زمان واکنش (۱۰، ۳۰، ۶۰، ۱۲۰، ۱۸۰، ۲۴۰ دقیقه) و pH (۴، ۷، ۱۰) بر حذف رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ مورد بررسی قرار گرفت. طول موج حداکثر جذب رنگ (λ_{max}) با استفاده از اسپکتروفتومتر UV/Vis (مدل SP-3000 Plus) تعیین و غلظت مقادیر مجهول رنگ به روش اسپکتروفتومتری تعیین گردید. جاذب مورد نظر در شرایط آزمایشگاهی تهیه و با استفاده از الکهای استاندارد ASTM با اندازه های مش بین ۶۰ و ۱۰۰ دانه بندی شد.

یافته ها: براساس آنالیز طیف جذبی رنگ مورد نظر، طول موج حداکثر جذب (λ_{max}) رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ در حد ۵۱۸ نانومتر تعیین گردید. نتایج نشان داد که افزایش دوز جاذب از ۲ گرم به ۲/۵ گرم در ۱۰۰ میلی لیتر از محلول رنگ با غلظت ۲۵ و ۵۰ میلی گرم در لیتر به ترتیب منجر به افزایش راندمان جذب از ۸۵٪ به ۸۶٪ و از ۷۳٪ به ۷۷٪ گردید. افزایش pH اولیه محلول از ۴ به ۱۰ به دلیل آزاد شدن ترکیبات کربناته از جاذب به محیط واکنش و تغییر pH نهایی محلول به حدود ۹ تا ۹/۵، تأثیر چندانی بر روی راندمان جذب نداشته و برای غلظت های ۲۵ و ۵۰ میلی گرم در لیتر به ترتیب راندمان جذب از ۸۵٪ به ۷۳٪ رسیده است. بررسی اثر غلظت اولیه رنگ در حذف نشان داد که با افزایش غلظت اولیه رنگ از ۲۵ به ۵۰ میلی گرم در لیتر با ثابت نگهداشتن دوز جاذب، راندمان جذب از ۸۷٪ به ۷۵٪ کاهش می یابد ولی ظرفیت جذب (q_e) از ۱/۰۸ به ۱/۸۲ افزایش می یابد. به علاوه بیشترین میزان جذب رنگ در ۳۰ دقیقه اولیه واکنش اتفاق افتاد.

نتیجه گیری: پودراستخوان ماهی مرکب جاذب طبیعی و ارزان قیمتی است که می توان از آن برای حذف آلاینده های زیست محیطی استفاده کرد.

واژه های کلیدی: پودراستخوان ماهی مرکب، رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸، جذب سطحی، جاذب طبیعی

طلوع بهداشت

فصلنامه علمی پژوهشی

دانشکده بهداشت یزد

سال دهم

شماره: سوم و چهارم

بایز و زمستان ۱۳۹۰

شماره مسلسل: ۳۲

تاریخ وصول: ۱۳۹۰/۸/۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۰/۲۸



مقدمه

رنگ ها در صنایع متعددی نظیر تولید مواد آرایشی، چرم، کاغذ و مقوا و صنایع نساجی مصرف می شوند (۱). رنگ های مصرفی در صنایع نساجی به گروه های آنیونی (اسیدی، مستقیم، راکتیو)؛ کاتیونی (همه رنگزاهای بازی) و غیر یونی (رنگزاهای دیسپرس) تقسیم می شوند (۲). رنگ های راکتیو آزو بزرگترین دسته از رنگ های مصنوعی محلول در آب هستند که از نظر نوع و ساختار دارای بیشترین تنوع می باشند (۳). رنگ ها بدلیل ساختار پیچیده اغلب پایدار و مقاوم به تجزیه بیولوژیک بوده که غالباً سمی، سرطانزا و جهش زا هستند (۴,۵,۶) و می توانند باعث آلرژی و مشکلات پوستی نیز شوند (۷). بر اساس مطالعات اپیدمیولوژیک، تماس شغلی با رنگ های پایه بنزیدین باعث ایجاد سرطان مثانه در انسان می شود (۸)، بنابراین فاضلاب های رنگی به عنوان یکی از مهمترین عوامل تهدید کننده سلامت عمومی و محیط زیست در سراسر جهان مورد توجه هستند (۹). مواد رنگی فاضلاب های صنعتی بدلیل سمیت بر روی موجودات آبی، اختلال در کارایی سیستم های متداول تصفیه فاضلاب مورد توجه هستند زیرا ورود فاضلاب های رنگی به محیط های آبی منجر به جلوگیری یا کاهش فرآیندهای فتوسنتزی می شود (۱۰). علاوه بر آن حضور آلاینده های رنگی حتی در مقادیر کمتر از ۱ میلی گرم در لیتر از نظر ظاهری قابل رؤیت و مهم می باشد (۱۱)، در نتیجه مدیریت فاضلاب های رنگی از دیدگاه زیست محیطی حائز اهمیت بوده (۱۰) و آلاینده های رنگی فاضلاب صنایع قبل از تخلیه به محیط زیست باید به نحو مطلوبی تصفیه شوند (۱۲). با توجه به موارد گفته شده، از آنجایی که رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ در ترکیب خود دارای دو

گروه رایج منوکلرو تری آزین و سولفون است به عنوان آلاینده مدل در این تحقیق انتخاب شده است (۱۰). تصفیه فاضلاب های صنایع نساجی با روش ها و فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی و یا روش های تلفیقی امکانپذیر است (۱۳). بدلیل پایداری رنگ ها در مقابل تجزیه بیولوژیک اغلب از روش های فیزیکی و شیمیایی نظیر انعقاد-لخته سازی، فرآیندهای غشایی، جذب سطحی بصورت مجزا و یا توأم با فرآیندهای بیولوژیکی استفاده می شود (۱۴, ۱۵, ۵). جذب سطحی از روش های کارآمد در حذف رنگ از فاضلاب های نساجی است که در آن از جاذب های متعددی نظیر کربن فعال، خاکستر استخوان، پوسته برنج و کیتوزان استفاده شده است (۱۷, ۱۶, ۱۵). فرآوری و احیای مجدد کربن فعال (به عنوان مؤثرترین ماده در جذب رنگ) گران بوده و در مراحل مختلف احیاء بخشی از آن هدر می رود (۱۸, ۱۹)، بنابراین اغلب محققین به دنبال جاذب های جدید و ارزان قیمت بوده و تحقیقات زیادی برای توسعه کاربرد جاذب های کم هزینه انجام شده است که از جمله می توان به زغال چوب و هسته زیتون (۲۰) و جامدات بیولوژیکی (۱۶) اشاره کرد. استخوان ماهی مرکب از جمله جاذب های ارزان قیمت و در دسترس می باشد. ماهی مرکب از ماهیان بی مهره خلیج فارس می باشد و دارای خواص دارویی است. استخوان ماهی مرکب ساختار درونی سخت و شکننده ای دارد و غنی از کلسیم می باشد و پودر آن به خمیردندان اضافه شده و به عنوان آنتی اسید نیز استفاده می شود (۲۱). با این حال تاکنون مطالعه ای در زمینه کارایی این ماده در حذف رنگ از محلول های آبی انجام نشده است. تولید و گسترش هر جاذب جدید باید با مطالعات مختلف امکان سنجی و آزمایش های ویژه ای نظیر تعیین



درجه خشک شده، سپس برای خنک شدن در دسیکاتور قرار گرفت (۲۵). جهت پودر کردن استخوان ماهی از آسیاب برقی استفاده شد و دانه بندی اجزاء پودر شده با استفاده از الکهای استاندارد ASTM با اندازه های بین مش ۱۰۰-۶۰ انجام گرفت (۲۶).

مطالعه به صورت منقطع (ارلن های حاوی ۱۰۰ میلی لیتر نمونه) بر روی محلول های آبی حاوی غلظت های ۲۵ و ۵۰ میلی گرم در لیتر رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ انجام شد. در این مطالعه تأثیر جرم جاذب، غلظت اولیه رنگ، pH و زمان واکنش در راندمان حذف رنگ بررسی گردید. جهت اختلاط و تماس مناسب جاذب و رنگ از شیکر اریتمالی (GFL 137) با سرعت ۱۲۰ دور در دقیقه استفاده گردید. جهت جداسازی ذرات جاذب از محلول فاضلاب سنتتیک از پمپ خلأ، کیف بوختر و فیلتر استات سلولز با منافذ ۰/۴۵ میکرون استفاده شد. تنظیم pH محلول با استفاده از H_2SO_4 و $NaOH$ (۱N) انجام و اندازه گیری pH با pH متر مدل Mi151 انجام شد.

ظرفیت جذب مورد تأیید قرار گیرد (۴,۲۰). لذا این مطالعه با هدف امکان سنجی استفاده از پودر استخوان ماهی مرکب در جذب رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ از محلول های آبی انجام شده است.

روش بررسی

رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ مورد استفاده در این تحقیق محصول شرکت دای استار (Dye star) آلمان و سایر مواد شیمیایی مورد استفاده در انجام آزمایشات محصول شرکت مرک بود. مشخصات رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ مورد استفاده در جدول ۱ ارائه شده است (۲۲, ۲۳, ۲۴).

این مطالعه یک پژوهش کاربردی بوده که به صورت تجربی و در مقیاس آزمایشگاهی انجام گرفته است. در این تحقیق از پودر استخوان ماهی مرکب به عنوان جاذب طبیعی استفاده شده است. برای آماده سازی جاذب ابتدا استخوان ماهی با آب مقطر شسته شده و به مدت ۱۰ دقیقه توسط هیتز به منظور حذف هر گونه ناخالصی جوشانده شد. به مدت ۲۴ ساعت در فور با دمای ۱۰۳

جدول ۱: مشخصات رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸

	<p>ساختار شیمیایی</p>
<p>منوآزو</p>	<p>نوع رنگ</p>
<p>$C_{27}H_{18}ClN_7Na_4O_{15}S_5$</p>	<p>فرمول شیمیایی</p>
<p>۹۶۷/۵</p>	<p>وزن مولکولی (g/mol)</p>
<p>۵۱۸nm</p>	<p>طول موج حداکثر جذب (nm)</p>
<p>Remazol Red 133</p>	<p>نام تجاری</p>
<p>۱۸۲۲۱</p>	<p>C.I.number</p>



مطابق شکل (۱) با افزایش جرم جاذب حذف رنگ افزایش یافته، بطوری که برای جرم های جاذب ۲ و ۲/۵ گرم با غلظت اولیه رنگ ۲۵ میلی گرم در لیتر، غلظت باقیمانده رنگ به ترتیب ۴ میلی گرم در لیتر و ۳/۹ میلی گرم در لیتر و با غلظت اولیه ۵۰ میلی گرم در لیتر این اعداد به ترتیب برابر با ۱۵/۱۴ میلی گرم در لیتر و ۱۲/۷۱ میلی گرم در لیتر بوده است. جهت تحلیل نقش دوز جاذب بر ظرفیت جذب، پارامتر Q_e بر اساس نتایج محاسبه که داده های آن در شکل (۲) ارائه شده است. مطابق شکل (۲) مقدار رنگ جذب شده در زمان تعادل برای جرم های جاذب ۲ و ۲/۵ گرم با غلظت اولیه رنگ ۲۵ میلی گرم در لیتر به ترتیب برابر با ۱/۰۵ و ۰/۸۴۲ میلی گرم بر گرم و با غلظت اولیه ۵۰ میلی گرم در لیتر این اعداد به ترتیب برابر با ۱/۷۴۳ و ۱/۴۹۲ میلی گرم بر گرم بوده است. این پدیده با افزایش سطح قابل دسترس برای جذب آلاینده مرتبط می باشد. با توجه به نتایج، جرم جاذب بهینه ۲ گرم در ۱۰۰ میلی لیتر تعیین و برای سایر مراحل تحقیق استفاده گردید.

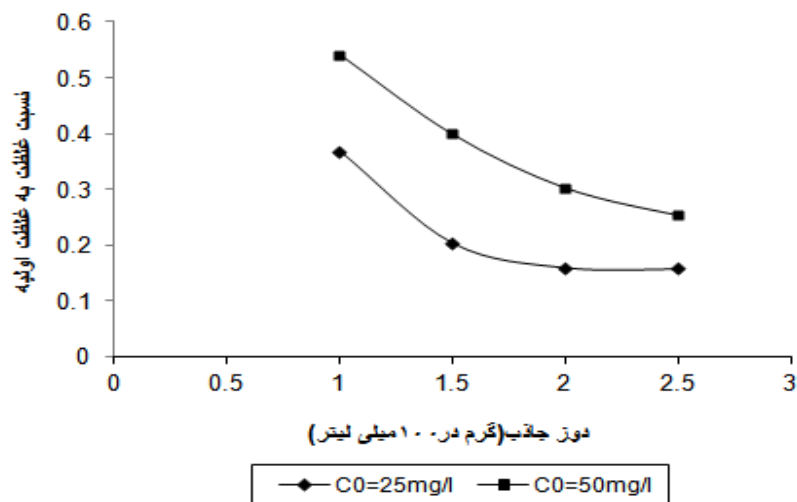
با توجه به داده های حاصل از این مرحله، مدل های ایزوترم جذب لانگمیر و فروندلیچ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از مطالعات ایزوترمی نشان داد که حذف رنگ RR198 با استفاده از پودر استخوان ماهی مرکب از مدل ایزوترم لانگمیر ($R^2=0/981$) در مقایسه با مدل فروندلیچ ($R^2=0/976$) پیروی می کند. بر اساس فاکتور جداسازی بدون بعد (R_L) در مدل لانگمیر مقدار این پارامتر برای جذب RR198 بر روی پودر استخوان ماهی مرکب کمتر از یک بوده که تأیید کننده جذب این رنگ بر اساس ایزوترم لانگمیر می باشد.

جهت تعیین طول موج حداکثر جذب رنگ مورد نظر (λ_{max}) از اسپکتروفتومتر UV/Visible (مدل Optima SP-3000 Plus، کشور ژاپن) استفاده و طیف جذب رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ در محدوده طول موج ۲۰۰ تا ۸۰۰ نانومتر تهیه و بر اساس طیف جذبی بدست آمده λ_{max} رنگ مورد نظر ۵۱۸nm تعیین شد. در این تحقیق سنجش غلظت رنگ با استفاده از منحنی استاندارد تهیه شده با غلظت های ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر توسط اسپکتروفتومتر UV/Vis و معادله بهترین خط برازش بدست آمده با ضریب همبستگی مناسب ($R^2=0/999$) انجام شد (۲۷، ۲۸).

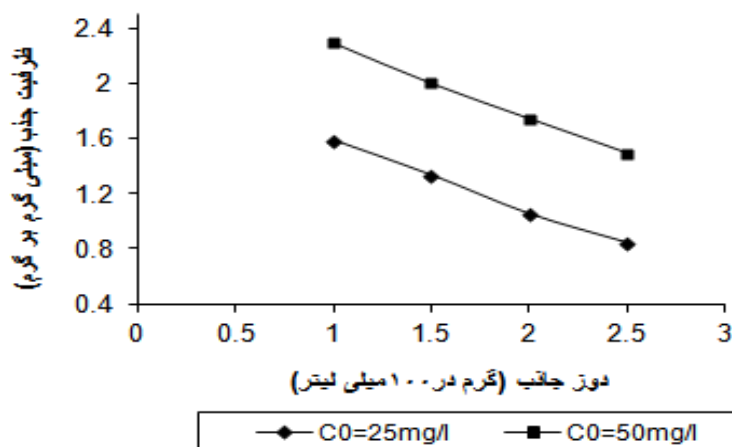
در این مطالعه نمونه های انتخاب شده جهت آنالیز رنگ و بررسی تأثیر سایر فاکتورهای مورد نظر در مطالعه به صورت تصادفی و با سه بار تکرار آزمون شده و نتایج ارائه شده بر اساس میانگین این تکرارها می باشد. داده های بدست آمده از مراحل مختلف آزمایشات به کمک نرم افزار Excel بصورت نمودارهای مناسب ترسیم و داده ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته ها

برای تعیین اثر دوز جاذب، دوزهای جاذب ۱ تا ۲/۵ گرم در ۱۰۰ میلی لیتر نمونه حل و در مدت زمان واکنش ۲۴ ساعت، $pH=7$ ، غلظت اولیه رنگ ۲۵ و ۵۰ میلی گرم در لیتر و سرعت شیکر ۱۲۰rpm مورد بررسی قرار گرفت. بر این اساس جذب رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ بر روی پودر استخوان ماهی مرکب به عنوان تابعی از جرم جاذب در شکل ۱ ارائه شده است.



شکل ۱: تأثیر دوز جذب در حذف رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸



شکل ۲: تأثیر جرم جذب بر ظرفیت جذب در حذف رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸

برای جذب RR198 بر روی پودر استخوان ماهی مرکب کمتر از یک بوده که تأیید کننده جذب این رنگ بر اساس ایزوترم لانگمیر می باشد.

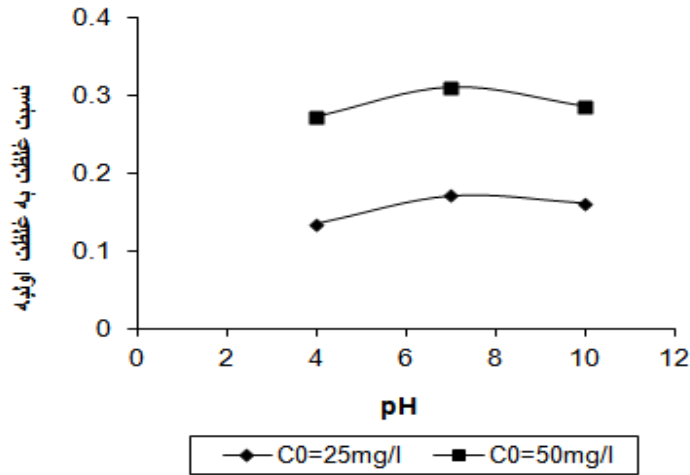
pH از جمله فاکتورهای مهمی است که بر خصوصیات سطحی و بار سطحی جذب در فرآیند جذب تأثیر می گذارد. جهت بررسی تأثیر pH، محلول رنگ با غلظت های اولیه رنگ ۵۰ و ۲۵ mg/L در pH

با توجه به داده های حاصل از این مرحله، مدل های ایزوترم جذب لانگمیر و فروندلیچ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از مطالعات ایزوترمی نشان داد که حذف رنگ RR198 با استفاده از پودر استخوان ماهی مرکب از مدل ایزوترم لانگمیر ($R^2=0/981$) در مقایسه با مدل فروندلیچ ($R^2=0/976$) پیروی می کند. بر اساس فاکتور جداسازی بدون بعد (R_L) در مدل لانگمیر مقدار این پارامتر

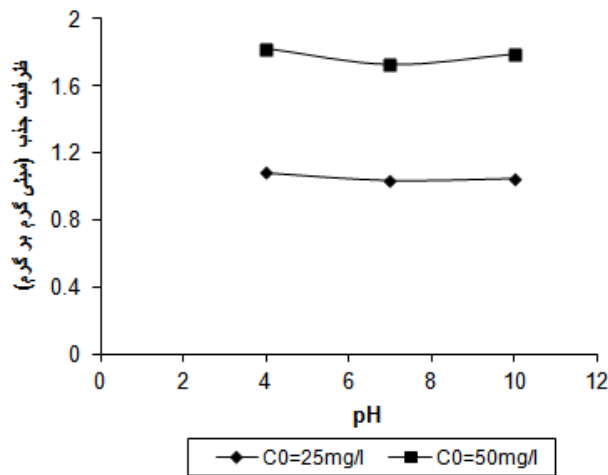


تعیین مقدار گردید. نتایج تأثیر pH بر روی میزان حذف و ظرفیت جذب در شکل ۳ و ۴ نشان داده شده است.

های ۴،۷،۱۰ تهیه گردیده و سپس ۲ گرم از پودر استخوان ماهی مرکب به ۱۰۰ میلی لیتر محلول رنگ اضافه شد. بعد از زمان تماس ۲۴ ساعت غلظت های باقی مانده رنگ به روش اسپکتروفتومتری



شکل ۳: تأثیر pH محلول بر جذب رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸



شکل ۴: تأثیر pH بر ظرفیت جذب رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸

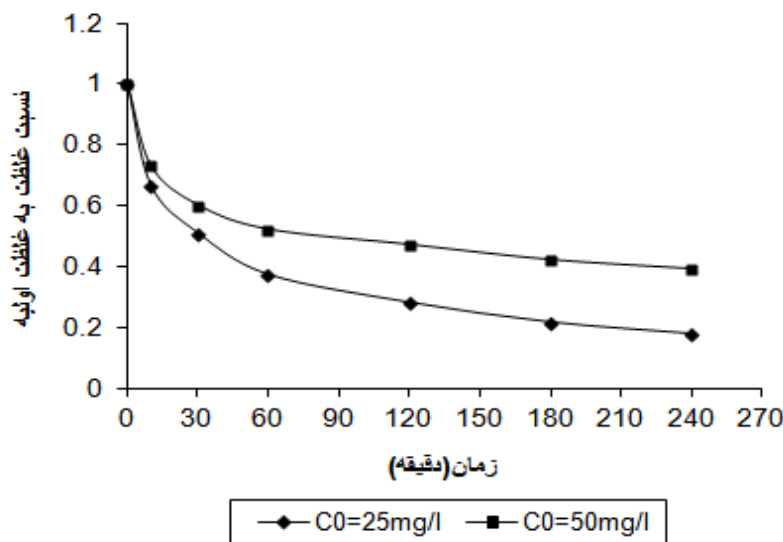


اولیه رنگ، کاهش و با افزایش زمان تماس، افزایش می یابد. با توجه به شکل ۵، بیشترین راندمان حذف در دقایق اولیه واکنش انجام شده و میزان رنگ جذب شده در واحد جرم جذب با افزایش غلظت اولیه رنگ از ۲۵ به ۵۰ میلی گرم در لیتر افزایش یافته است. راندمان حذف رنگ طی زمان ۴ ساعت برای فاضلاب مصنوعی با غلظت ۲۵ و ۵۰ میلی گرم در لیتر به ترتیب ۸۴٪ و ۶۴٪ بوده است.

با استفاده از داده های بدست آمده از این مرحله، سینتیک های جذب درجه اول و درجه دوم مورد بررسی قرار گرفت. مطالعات سینتیک جذب نشان داد که جذب رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ از سینتیک درجه دوم کاذب ($R^2=0/997$) تبعیت می کند. ثابت های سینتیک جذب برای غلظت ۲۵ میلی گرم در لیتر برابر $0/039 \text{ g/mg.min}$ و برای غلظت ۵۰ میلی گرم در لیتر برابر $0/033 \text{ g/mg.min}$ بوده است.

با توجه به شکل و نتایج بدست آمده، افزایش pH از ۴ به ۱۰ تأثیر چندانی بر روی حذف رنگ نداشته است. کارایی حذف در pH ۴، ۷ و ۱۰ برای غلظت اولیه ۲۵ mg/L محلول به ترتیب ۸۷٪، ۸۴٪ و ۸۵٪ و برای غلظت اولیه ۵۰ mg/L محلول به ترتیب برابر با ۷۵٪، ۷۱٪ و ۷۳٪ بوده است.

با توجه به اینکه تعیین زمان مناسب تعادل جذب یا اشباع جاذب یک پارامتر مهم در طراحی ستون های جذب می باشد، در این مطالعه جهت تعیین تأثیر این عامل در جذب رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ از غلظت های ۲۵ و ۵۰ میلی گرم در لیتر و دوز جاذب ۲ گرم در ۱۰۰ میلی لیتر استفاده شد. جهت تعیین اثر زمان بر روند جذب، نمونه برداری و تعیین راندمان حذف رنگ در زمان های ۱۰، ۳۰، ۶۰، ۱۲۰، ۱۸۰ و ۲۴۰ دقیقه انجام شد. تأثیر غلظت اولیه و زمان تماس بر میزان حذف رنگ در شکل ۵ ارائه شده است. نتایج نشان داد که راندمان حذف رنگ با افزایش غلظت



شکل ۵: اثر غلظت اولیه رنگ و زمان تماس در حذف رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸



بحث و نتیجه گیری

بررسی اثر جرم جاذب و تعیین جرم بهینه جاذب مورد استفاده در فرآیندهای جذب یکی از مهمترین مسائلی است که باید مورد توجه قرار گیرد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که با افزایش جرم جاذب میزان حذف آلاینده افزایش می یابد، اما میزان رنگ جذب شده در واحد جرم جاذب کاهش می یابد، در واقع افزایش جرم جاذب باعث بیشتر شدن مکان های جذب شده و ظرفیت کل نقاط فعال موجود در سطح جاذب به طور کامل مورد استفاده قرار نمی گیرد. در این راستا نتایج مشابهی نیز توسط سولک و همکارانش (۲۰۰۷) تأیید شده است (۲۹).

pH محیط واکنش یکی از مهمترین عواملی است که با تأثیر بر بار سطحی جاذب، راندمان فرآیند را تحت تأثیر قرار می دهد. مطابق با نتایج بدست آمده تغییر pH تأثیر چندانی بر روی حذف رنگ نداشت. بنابراین pH ثانویه محلول ها بعد از شیک شدن و فیلتر شدن اندازه گیری شد. نتایج سنجش pH ثانویه محلول ها نشان داد که pH محلول به ۹ تغییر یافته است که به دلیل آزاد شدن CaOH^+ ، CaHCO_3^+ ، Ca^{2+} ، CO_3^{2-} ، HCO_3^- موجود در ترکیب استخوان ماهی مرکب می باشد. افزایش حل شدن استخوان ماهی مرکب در محلول باعث تولید Ca^{2+} بیشتری می شود که موجب افزایش تعداد مکانهای مثبت خواهد گردید، در نتیجه مقدار رنگ حذف شده از محلول افزایش می یابد. کاهش ظرفیت جذب در pH بالا را می توان به دلیل رقابت محلهای فعال بوسیله یونهای OH^- و دافعه الکترواستاتیکی رنگ بوسیله سطح با بار منفی ذکر کرد (۳۰). اونگ و همکارانش در سال ۲۰۰۷ از سبوس برنج اصلاح شده با اتیلن دی آمین به عنوان جاذب جهت حذف رنگ بازی آبی ۳ و راکتیو نارنجی ۱۶ استفاده کردند. این

محققین گزارش کردند با افزایش pH راندمان حذف رنگ بازی آبی ۳ افزایش و راندمان حذف رنگ راکتیو نارنجی ۱۶، کاهش یافته است که این نتایج به تغییرات ماهیت آلاینده و بار سطحی جاذب در شرایط مختلف pH بستگی دارد (۱۷).

تغییرات غلظت اولیه آلاینده از عوامل دیگری است که میزان جذب را تحت تأثیر قرار می دهد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که با افزایش غلظت اولیه رنگ از ۲۵ به ۵۰ میلی گرم در لیتر میزان رنگ جذب شده در واحد جرم جاذب (q_e) افزایش و راندمان حذف کاهش می یابد. علت افزایش ظرفیت جذب جاذب با افزایش غلظت اولیه رنگ، این است که در چنین شرایطی نیروی انتقال جرم افزایش یافته، این پدیده بر نیروی مقاومت کننده در برابر جذب غلبه کرده و باعث ایجاد نیروی رانش قابل توجهی جهت انتقال آلاینده از فاز مایع به سطح مشترک جاذب- مایع می شود. چنین نتایجی توسط عسگری و غنی زاده در سال ۲۰۰۹ و Mehmet و همکارانش در سال ۲۰۰۴ نیز تأیید شده است (۴،۳۱). علت کاهش راندمان جذب با افزایش غلظت اولیه رنگ این است که در یک جرم جاذب ثابت با افزایش غلظت اولیه رنگ، میزان سطح فعال در دسترس برای جذب ثابت مانده اما تعداد مول های آلاینده موجود در محیط واکنش، افزایش یافته که این نتیجه با یافته های سایر محققین از جمله موسوی و همکاران (۲۰۰۹) و قانعیان و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت دارد (۲۴،۳۲).

در این مطالعه مشخص شد که با افزایش زمان تماس، میزان جذب افزایش می یابد. جذب رنگ RR198 در دقایق اولیه با سرعت زیاد صورت گرفته و با گذشت زمان تماس، کاهش می یابد که این امر می تواند به دلیل کاهش غلظت رنگ محلول و کاهش



تحقیق کارایی حذف رنگ RR198 توسط پودر استخوان ماهی مرکب مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق تأثیر پارامترهایی نظیر pH، جرم جاذب، زمان واکنش و غلظت اولیه رنگ در حذف رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که کارایی حذف رنگ با افزایش زمان تماس، افزایش و با افزایش غلظت اولیه محلول رنگ، کاهش می یابد. با توجه به کارایی مناسب، هزینه پایین و پتانسیل دسترسی به این جاذب طبیعی توصیه می شود عملکرد این جاذب در حذف آلاینده های دیگر نظیر فلزات سنگین مورد بررسی قرار گیرد.

نقاط فعال در سطح جاذب باشد. بطور کلی ظرفیت جذب با افزایش زمان تماس و غلظت اولیه رنگ، افزایش می یابد و در یک زمان مشخص مقدار Q_e ثابت می ماند. در این زمان مقدار رنگ جذب شده با مقدار وا جذب در حالت تعادل قرار دارد (۳۳). تغییرات در میزان جذب در زمان های مختلف احتمالاً بدین دلیل است که در زمان های تماس اولیه اغلب نقاط موجود در سطح جاذب خالی است و غلظت آلاینده در فاز مایع بیشتر می باشد ولی با گذشت زمان، غلظت آلاینده کاهش یافته که منجر به کاهش سرعت جذب می گردد.

با توجه به اهمیت حذف رنگ از فاضلاب صنایع نساجی، در این

References

- 1-Andre B, Santos D, Francisco J, et al. Review paper on current technologies for decolourisation of textile wastewaters: Perspectives for anaerobic biotechnology. *Bioresource Technology* 2007; 98: 2369-2385.
- 2-Rasoulifard M.H, Taheri Qazvini N, Farhangnia E, et al. Removal of Direct Yellow 9 and Reactive Orange 122 from Contaminated Water Using Chitosan as a Polymeric Bioadsorbent by Adsorption Process. *Journal of Colour Science and Technology* 2010; 4:17-23. [Persian]
- 3-Akhtar S, Khan AA, Husain Q. Potential of immobilized bitter melon (*Momordica charantia*) peroxidases in the decolorization and removal of textile dyes from polluted wastewater and dyeing effluent. *Chemosphere* 2005; 60: 291-301.
- 4-Qanizadeh Gh, Asgary Gh. Removal of Methylene Blue dye from synthetic wastewater by using bone char. *Journal of Health and Environment* 2009; 2: 104-113. [Persian]
- 5-Dinç AR, Güneş Y, Karakaya N. Coal-based bottom ash (CBBA) waste material as adsorbent for removal of textile dyestuffs from aqueous solution. *Journal of Hazardous Material* 2007; 141(3): 529-535.
- 6-Ledakowicz S, Solecka M, Zylla R. Biodegradation, decolourisation and detoxification of textile wastewater enhanced by advanced oxidation processes. *Biotechnology* 2001; 89(2-3): 175-184.
- 7-Ismene J, Christoph H, Klaus S. Mutagenicity of different textile dye products in *Salmonella typhimurium* and mouse lymphoma cells. *Mutation Research* 2004; 561: 35-44.



- 8-Golka K, Kopps S, Myslak ZW. Carcinogenicity of azo colorants: influence of solubility and bioavailability. *Toxicology Letters* 2004; 151:203-210.
- 9-Daneshvar N, Salari D, Khataee AR. Photocatalytic degradation of azo dye acid red 14 in water: investigation of the effect of operational parameters. *Journal of Photochemical Photobiology* 2003; 157:111-116. [Persian]
- 10-Ghaneian MT, Ehrampoush MH, Ganizadeh Gh, et al. Application of Ozonation on the removal of Reactive Red 198 dye at alkaline Condition, Yazd Faculty of Public Health, Tolooe Behdasht, 2010; 1:11-21. [Persian]
- 11-Nilsson I, Moller A, Mattiasson B, et al. Decolorization of synthetic and real textile wastewater by the use of white-rot fungi. *Enzyme Microb Technology* 2006; 38:94-100.
- 12-Mohorcic M, Teodorovic S, Golob V, et al. Fungal and enzymatic decolourisation of artificial textile dye baths. *Chemosphere* 2006; 63:1709-1717.
- 13-Tang C, Chen V. The photo catalytic degradation of reactive black 5 using TiO_2/UV in an annular photo reactor. *Water Reserch* 2004; 38:2775-2781.
- 14-Chao H, Yun Y, Xing FH, et al. Influence of silver doping on the photocatalytic activity of titania films. *Appl Surf Science* 2002; 200(1-4): 239-47.
- 15-Sloicarf YM. Method of decolonization of textile wastewater. *Dyes Pigm* 1998; 37:335-356.
- 16-Rahman IA, Saad B. Utilization of Guava seed as a Source of activated carbon for removal of methylene Blue from aqueous solution. *Malaysian journal chemistry* 2003; 5:8-14.
- 17-Ong ST, Lee CK, Zainal Z. Removal of basic and reactive dyes using ethylenediamine modified rice hull. *Bioresource Technology* 2007; 98(15): 2792-2799.
- 18-Tsai WT, Hsien KJ, Hsu HC, et al. Utilization of ground eggshell waste as an adsorbent for the removal of dyes from aqueous solution. *Bioresource Technology* 2008; 99(6): 1623-1629.
- 19-Pavan F.A, Gushikem Y, Removal of methylene blue dye from aqueous solutions by adsorption using yellow passion fruit peel as adsorbent. *Bioresource Technology* 2008; 8: 3162-3165.
- 20-Banat F, Al-Asheh S, Al-Ahmad R, et al. bench-scale and packed bed sorption of methylene blue using treated olive pomace and charcoal. *Bioresource Technology* 2007; 98:3017-3025.
- 21-Cuttlebone - Wikipedia, the free encyclopedia. Available from: <http://en.wikipedia.org>.



- 22-Moussavi Gh, Mahmoudi M. Removal of azo and anthraquinone reactive dyes from industrial wastewaters using MgO nanoparticles. *Journal of hazardous materials* 2009; 168:806-812. [Persian]
- 23-Karcher S, Kornmuller A, Jekel M. Cucurbituril for Water Treatment. PART I: Solubility of Cucurbituril and Sorption of Reactive Dyes. *Water research* 2001; 35(14):3309-3316.
- 24-Moussavi G, Mahmoudi M. Degradation and biodegradability improvement of the reactive red 198 azo dye using catalytic ozonation with MgO nanocrystals. *Chemical Engineering Journal* 2009; 152(1): 1-7. [Persian]
- 25- Nasr BA, Walha K, Charcosset C, Ben Amar C, et al. Removal of fluoride ions using cuttlefish bones. *Journal of Fluorine Chemistry* 2011; 132:57-62.
- 26-American.Society for testing and materials. Test Method for Particle Size Distribution of Granular Activated Carbon. ASTM D 28 62-97 Ro4. Annual. Book of ASTM Standards, 2007.
- 27-Ling C, Mohamed A, Bahatia S. Photo degradation of methylene blue dye in aqueous stream. *Journal Technology* 2004; 40: 91-103.
- 28-Chakrabarti S, Dutta BK. Photo catalytic degradation of model textile dyes in wastewater using ZnO as semiconductor catalyst. *Journal Hazardous Material* 2004; 112(3): 269-78.
- 29-Sulak MT, Demirbas E, Kobya M. Removal of Astrazon Yellow 7GL from aqueous solutions by adsorption onto wheat bran. *Bioresource Technology* 2007; 98(13):2590-8.
- 30-Kitis M, Karakaya E. Yigit NO, et al. Heterogeneous catalytic degradation of cyanide using copper-impregnated pumice and hydrogen peroxide. *Water research* 2005; 39:1652-1662.
- 31-Mehmet D, Mahir A, Aydın T, et al. Kinetics and mechanism of removal of methylene blue by adsorption onto perlite. *Journal Hazardous Material* 2004; 109(1-3): 141-148.
- 32-Ghaneian MT, Havaeji Z. Introduction to textile industries wastewater treatment. *Iranian Educational and Research Center* 2009; 23-29. [Persian]
- 33-Renganathan S, Kalpana J, Dharmendra Kumar M, et al. Equilibrium and Kinetic Studies on the Removal of Reactive Red 2 Dye from an Aqueous Solution Using a Positively Charged Functional Group of the *Nymphaea rubra* Biosorbent. *Clean-Soil, Air, Water* 2009; 37:901-907.



A Survey of the Efficacy of Cuttle Fish Bone Powder in the Removal of Reactive Red 198 dye from Aqueous Solution

Ghaneian M.T*(Ph.D) Ehrampoush M.H** (Ph.D) Dehvary M*** (M.Sc) Jamshidi B**** (M.Sc) Amrollahi M**** (M.Sc)

* Assistant Professor, Department of Environmental Health Engineering, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

** Professor, Department of Environmental Health Engineering, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

***Corresponding Author:M.Sc Student, of Environmental Health Engineering, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran.

**** M.Sc Student of Environmental Health Engineering, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran.

Abstract

Background: Dye compounds are the important contaminants of the environment. The dyes are often toxic, carcinogenic and mutagenic and can lead to allergies and skin problems. Thus, the dye contaminants should be treated before discharge to environment. The aim of this study was the evaluation of efficacy of Cuttle fish bone powder for the removal of Reactive Red 198 dye from aqueous solution and investigation of the effect of different parameters on absorption processes.

Methods: This study was performed experimentally and in laboratory scale. In this research the effect of initial dye concentration (25 and 50 mg/l), absorbent dosage (1, 1/5, 2, 2/5 gr/100ml), reaction time (10, 30, 60, 120, 180 and 240 min) and pH (4, 7, 10) were investigated. The maximum absorption wave length of dye (λ_{max}) was determined by UV/Vis spectrophotometer (model of SP-3000 Plus) and concentration of the unknown dye was determined by spectrophotometry method. The target absorbent was prepared in laboratory condition and pulverized by standard ASTM sieves with the range of 60-100 mesh.

Results: According to analysis of absorption spectra, maximum absorption wave length (λ_{max}) of RR198 dye was determined 518 nm. The result showed that increasing absorbent dose from 2 to 2/5 gr /100ml in concentrations of 25 and 50 mg/l would lead to increase of the absorption efficiency from 63% to 70% and from 73% to 77%. Initial pH increase from 4 to 10 because of releasing of carbonat compounds from absorbent to reaction environment and change of final pH around 9-9/5, had no effect on the absorption efficiency and for concentrations of 25 and 50 mg/l, absorption efficiency reached from 85% to 73% respectively. Investigation of the effect of dye initial concentration showed that increasing initial concentration of dye from 25 to 50 mg/l and without changing absorbent dose would lead to decrease in the absorption efficiency from 87% to 75% but the absorption capacity (q_e) increased from 1/08 to 1/82. Moreover the maximum absorption took place at 30 min of the first reaction.

Conclusion: Cuttle fish bone powder is a natural and cheap absorbent that can be used for the removal of contaminants in the environment.

Keywords: Cuttle fish bone powder, Reactive Red 198 dye, Absorption, Natural absorbent