مجله علوم پزشکی زانکو/ دانشگاه علوم پزشکی کردستان/ بهار ۱۳۹۳/ ۳۶-۲۴

بررسی کارایی جاذب معدنی پامیس در حذف رنگ آبی ۷۱ از محلول‌های آبی

فردوس کرد مصطفی پور[۱]، ادریس بذر افشان[۲]، هادی رضائی[۳]

۱- دکترای بهداشت محیط، استادیار دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی زاهدان

۲- دکترای بهداشت محیط، دانشیار دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی زاهدان

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی زاهدان

ایمیل: hadi1106@yahoo.com- تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۸۸۷۱۱۱۰۶

چکیده

مقدمه و هدف: یکی از چالش‌های پیش روی مهندسان محیط زیست، تصفیه فاضلاب‌های رنگی است. فرآیند جذب سطحی، یکی از مهمترین روش‌های حذف آلاینده‌ها از فاضلاب است. هدف از انجام این تحقیق، ارزیابی کارایی جاذب معدنی پامیس، در حذف رنگ آبی ۷۱ از محیط‌های آبی می‌باشد.

روش بررسی: این مطالعه از نوع تجربی - آزمایشگاهی است کهاثرمتغیرهایpH(۲، ۴، ۶، ۸، ۱۰ و ۱۲)، غلظت جاذب (۰/۲، ۰/۵، ۰/۸، ۱، ۳، ۵، ۷ و ۹ گرم بر لیتر)، غلظت اولیه رنگ(۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰و ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر)وزمان تماس(۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰، ۱۰۰، ۱۲۰، ۱۴۰ و ۱۸۰ دقیقه) در ۴دمای (۲۰، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد) بر کارایی حذف رنگ آبی ۷۱ از محیط‌های آبی بررسی شد.

یافته‌ها: حداکثر کارایی حذف در pH=۲، مقدار جاذب ۵گرم بر لیتر، غلظت اولیه رنگ ۴۰ میلی‌گرم بر لیتر، زمان تماس ۸۰ دقیقه و دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد بوده و برابر ۹۸/۸۸٪ می‌باشد و با افزایش pH و غلظت اولیه رنگ، کارایی جذب کاهش و با افزایش مقدار جاذب، کارایی جذب افزایش یافت و در دمای ۲۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد، با افزایش زمان تماس تا ۸۰ دقیقه، راندمان حذف افزایش و بدنبال آن کاهش یافت و در دمای ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد، با افزایش زمان تماس تا ۶۰ دقیقه، راندمان حذف افزایش و بدنبال آن کاهش یافت. نتایج نشان داد که حذف رنگ آبی ۷۱،از مدل ایزوترم فروندلیچ پیروی می‌نماید. ضریب مدل جذب در دمای ۲۵^{o}C، R=۰/۹۷۷ است.

نتیجه‌گیری: این مطالعه نشان داد که جاذب معدنی پامیس، کارایی خوبی در حذف رنگ آبی ۷۱ از محیط‌های آبی دارد.

واژه‌های کلیدی: جذب سطحی، پامیس، زاهدان، رنگ آبی ۷۱

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2025-11-16]

مقدمه

بسیاری از صنایع، از قبیل: صنایع تولید مواد آرایشی و بهداشتی، چرم سازی، چاپ و نساجی، پساب‌های رنگی تولید می‌کنند. سالانه در حدود 10^9 کیلو رنگ در جهان تولید می‌شود[۱]. صنایع نساجی، یکی از عمده‌ترین صنایع پایه هر کشور محسوب می‌شود، مصرف آب در این صنایع بسیار زیاد است. بگونه‌ای که میزان مصرف آب در این صنایع، با توجه به نوع فرآیند، بین ۲۰۰ تا ۵۰۰ لیتر به ازای هر کیلوگرم تولید محصول گزارش شده است.

معمولاً مشخصه اصلی پساب این نوع صنایع، رنگی بودن آنها است که یکی از عمده‌ترین منابع آلاینده محیط زیست بشمار می‌رود[۲-۴]. رنگهای مصنوعی که در صنایع استفاده می‌شود در سه گروه : رنگ‌زاهای آنیونی (اسیدی، مستقیم و راکتیو)، کاتیونی (همه رنگ‌زاهای بازی) و غیریونی (رنگ‌زاهای دیسپرس) طبقه بندی می‌شوند[۵].

رنگ‌ها دارای ساختار پیچیده مولکولی، غالباً سمی، سرطان‌زا (تولید گروه های آمین در تجزیه بی‌هوازی)، جهش‌زا، غیر قابل تجزیه بیولوژیک و پایدار می باشند؛ که با ورود به محیط زیست اثرات سوئی در آن ایجاد می‌کنند[۶،۷]. رنگ‌های مصنوعی در فاضلاب جذب می شوند و نوری که وارد آب می‌شود را منعکس و درنتیجه از فتوسنتز در محیط های آبی جلوگیری می‌کنند. رنگ‌های مصنوعی کلرمصرفی آب را افزایش می‌دهند و مشکلات زیبایی شناختی را بوجود می‌آورند[۸].

صنعت نساجی، یکی از بزرگترین مصرف کننده‌های رنگ در جهان شناخته شده است. حدود ۲۰-۱۰٪ از کل رنگ مصرفی در صنعت نساجی، وارد فاضلاب تولیدی می‌شود[۹]. حضور رنگ‌های آلی در فاضلاب صنایع ذکر شده، در صورت عدم تصفیه توسط یک سیستم مناسب، باعث آلوده کردن منابع آب و کاهش کیفیت آب‌های سطحی و زیر زمینی می‌شود[۱۰]. عدم کارایی درفرآیندهای رنگرزی باعث می‌شود حدود ۱۵٪ از رنگ بکار رفته بسته به ساختار رنگ، وارد پساب شود[۱۱].

از سال ۱۸۵۶ که اولین رنگ سنتیک ماووین ساخته شد تاکنون، حدود ۱۰۰ هزار رنگ مصنوعی در جهان با حجم سالانه ۱ میلیون تن ساخته می شود، رنگ‌های آزو شامل ۷۰-۶۰٪ از کل رنگ های تولیدی هستند (در حدود سالیانه ۷۰۰۰۰۰ تن)، که دارای یک یا تعداد بیشتری باند آزو –N=N– می‌باشند و بدلیل ارزان بودن و رنگرزی ساده، بطور گسترده برای رنگرزی الیاف مورد استفاده قرار می‌گیرند. این گروه از رنگ‌ها عمدتاً ماکرومولکول‌هایی هستند، که براحتی شکسته نمی‌شوند و بعضی از آنها حتی برای گیاهان و جانوران سمی هستند. ورود این رنگ‌ها بآب، باعث مشکلاتی از قبیل: کاهش کیفیت آب، عدم نفوذ نور بلایه های زیرین، اثر بر حلالیت گازها، سمیت خود رنگ و یا مواد حاصل از شکست آن می‌شود[۱۲،۱۳].

مقدار استاندارد توصیه شده رنگ توسط سازمان بهداشت جهانی (WHO) بر حسب TCU حداکثر مطلوب ۵ واحد و حداکثر مجاز ۱۵ واحد می‌باشد[۱۴]. رنگ آبی ۷۱ از نظر ساختار شیمیایی جزء رنگهای تری آزو است که معمولاً در فرآیندهای چاپ و صنعت نساجی استفاده می‌شود. امروزه فرآیندهای تصفیه بیولوژیکی مانند فرآیند لجن فعال و راکتورهای ناپیوسته متوالی(SBR) در کارخانه‌های نساجی برای تصفیه فاضلاب استفاده می‌شود. مواد آلی در فاضلاب

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2025-11-16]

نساجی می‌تواند توسط سیستم‌های تصفیه بیولوژیکی حذف شود اما رنگ در فاضلاب تصفیه شده باقی می‌ماند[۱۵].

فرآیندهای انعقاد و لخته سازی، تعویض یون، فیلتراسیون، اولترافیلتراسیون، فنتون، ازناسیون، تصفیه الکتروشیمیایی و جذب روش‌های کاربردی برای حذف رنگ از محلول‌های آبی هستند. همه این روشها معایبی از قبیل نیاز انرژی بالا، تولید لجن سمی یا محصولات زائد دارند. از میان روش‌های ذکر شده، جذب از دیگر تکنیک‌هابیشتر مورد توجه قرار گرفته است[۱۶،۱۷]. زیرا جذب، ساده، سریع و با کارایی بالا است[۱۸]. کربن فعال یک جاذبقوی حتی برای ترکیبات سمی است که از ساختاری منظم و کریستالی برخوردار است.این جاذب دارای منافذ بسیار زیاد و سطح جذب فوق العاده‌ای است.

امروزه، کربن فعال، یکی از پرمصرف‌ترین مواد، جهت تصفیه آب آشامیدنی و فاضلاب صنایع مختلف می‌باشد اما گران قیمت بوده و استفاده از آن نیاز بنیروی متخصص دارد، بنابراین استفاده از آن محدود شده است[۱۹].این امر باعث شده محققین بفکر استفاده از جاذب‌های جانشین باشند که اقتصادی و در عین حال موثر باشند، جاذب‌های طبیعی از قبیل زغال، خاکستر فرار، ژل سیلیکا، زائدات چوب، بیومس، زائدات کشاورزی، زائدات پشم و خاک رس، بطور موفقیت‌آمیزی در حذف رنگ، بکار برده شده‌اند[۲۰]. یکی از این جاذب‌ها، پامیس یا پوکه معدنی است که یک سنگ آتشفشانی سبک می‌باشد و بطور گسترده و با قیمت پایین، در دسترس است (معادن غنی پامیس در ایران: قروه کردستان، اردبیل، بستان آباد تبریز، کرمانشاه، دامنه‌های البرز، کرمان، سیستان وبلوچستان و در برخی مناطق استان خراسان می‌باشد).

رنگ آن سفید مایل بزرد تا خاکستری روشن و قهوه‌ای است و در اثر انباشته شدن خاکسترهای آتشفشانی و آهسته سرد شدن آنها همراه با انبساط ناشی از حباب‌های بوجود آمده توسط بخار و گازهای موجود در آن بوجود می‌آید. درجه سختی بالا، سطح گسترده، منافذدار بودن و حجم منافذ خالی بالا (تا ۸۵٪) باعث شده که فرآیند جذب بر روی آن بآسانی صورت گیرد و همچنین بآسانی فرآوری و اصلاح می‌شود از این رو سنگ پامیس بعنوان یک جاذب مطرح می‌باشد ونوع اصلی و اصلاح شده آن برای حذف آلودگی‌ها توسعه پیدا کرد[۲۱]. هدف از انجام این مطالعه، تعیین کارایی جاذب معدنی پامیس در حذف رنگ آبی ۷۱، از محلول‌های آبی می‌باشد.

آماده سازی جاذب

برای زدودن ناخالصی جاذب معدنی پامیس، این جاذب، با آب مقطر چندین بار شستشو داده شد و بمدت ۲۴ ساعت، در HCl با غلظت ۱ نرمال قرار گرفت. سپس در آب مقطر دو بار تقطیر شده، چند بار شستشو داده شد، تا هنگامی که کدربودن پساب خروجی آن، کمتر از۰/۱NTU باشد. سپس در دمای ۱۰۳ درجه سانتی‌گراد بمدت ۳۶ ساعت خشک، بوسیله آسیاب برقی خرد و در انتها از الک مش ۲۰ عبور داده شد. ذرات عبور کرده از الک برای انجام آزمایشات در شیشه‌ای ذخیره شد[۲،۲۲].

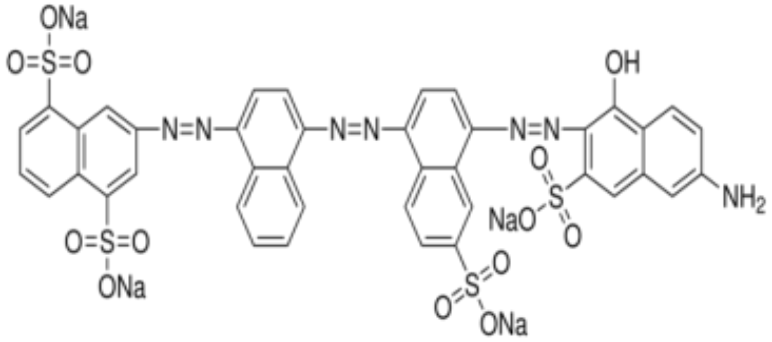
آزمایشات و مواد شیمیایی مورد استفاده

تمام مواد شیمیایی، از شرکت مرک آلمان تهیه شد. ساختار شیمیایی رنگ direct blue 71 در شکل ۱ نشان داده شده است. رنگ مورد مورد نظر دارای

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2025-11-16]

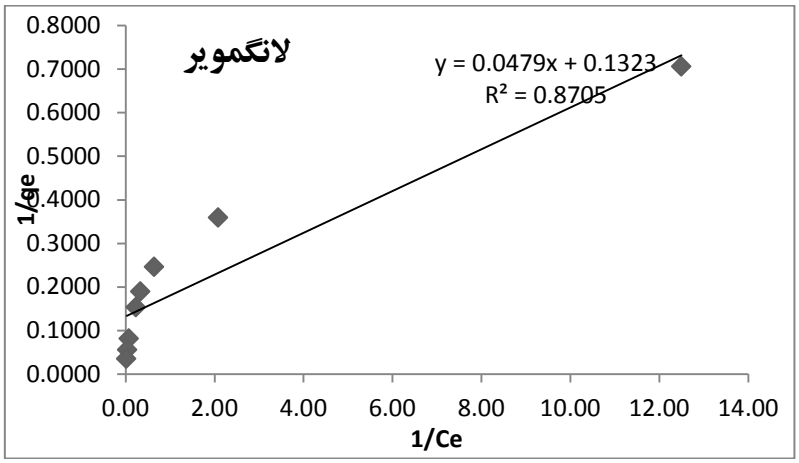
فرمول شیمیایی $C_{40}H_{23}N_7Na_4O_{13}S_4$ و جرم آن ۹۶۵/۹۴ گرم برمول است. برای تنظیم pH، از محلولHclوNaOHیک نرمال استفاده شد. برای اندازه‌گیری میزان جذب رنگ ها، ابتدا حداکثر طول موج جذب رنگ مورد نظر، با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتر Shimadzu مدل UV-120 -02، DR5000 ساخت کمپانی Hach آمریکا تعیین شد. با استفاده از این روش، حداکثر طول موج رنگ آبی ۷۱، برابر ۵۸۵ نانومتر بدست آمد. بعد از بدست آوردن حداکثر طول موج جذب، اقدام به رسم منحنی کالیبراسیون شد.

برای این کار، غلظت‌های مختلفی از محلول رنگ تهیه شد، و مقدار جذب آنها در طول موج ۵۸۵ نانومتر، با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر ثبت و سپس با استفاده از نرم افزار Excel، منحنی کالیبراسیون رسم شد. آزمایش‌ها در سیستم ناپیوسته و در بشرهای به حجم ۲۰۰ میلی‌لیتر انجام گرفت.جهت انجام آزمایشها، مقدار مشخصی از جاذب به محلول‌های رنگ اضافه شد، نمونه‌های رنگ داخل شیکر انکوباتور قرار گرفت و با دور ۱۵۰ rpm چرخانده شد. برای تعیین میزان حذف رنگ، در زمان‌های تماس مختلف نمونه برداری و میزان جذب رنگها بروش اسپکتروفتومتری خوانده شد. غلظت باقیمانده رنگ با استفاده از منحنی کالیبراسیون تعیین شد.

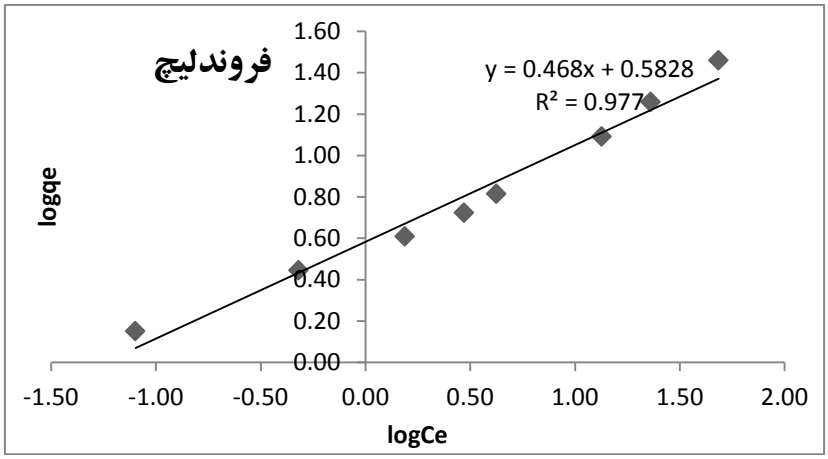


شکل ۱: ساختار شیمیایی رنگdirect blue 71

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2025-11-16]



شکل ۲: ایزوترم لانگمویر جذب رنگ آبی ۷۱ بروی جاذب معدنی پامیس، در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد



شکل ۳: ایزوترم فروندلیچ جذب رنگ آبی ۷۱ بروی جاذب معدنی پامیس، در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد

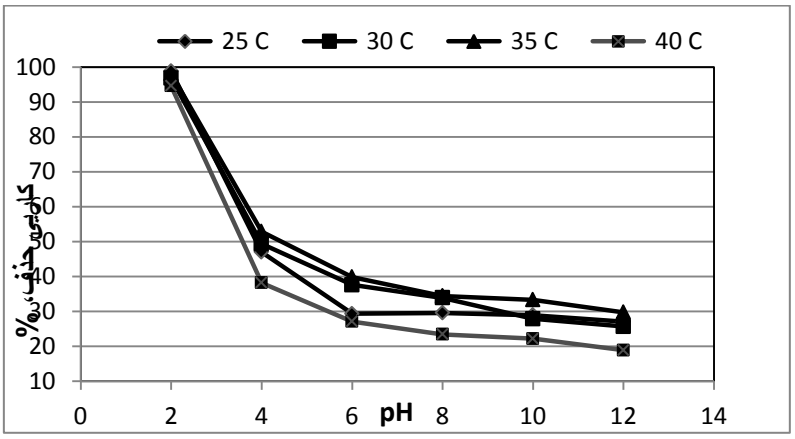
نتایج این مطالعه نشان داد که در دمای بهینه ۲۵ درجه سانتی‌گراد جذب رنگ آبی ۷۱ بر روی جاذب معدنی پامیس، ایزوترم رنگ، از مدل فروندلیچ پیروی می‌کند.

یافته ها

بررسی تاثیر pH بر روی کارایی حذف رنگ مورد مطالعه

تاثیر pH در محدوده ۱۲- ۲ در ۴ دمای ۲۵،۳۰،۳۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد بررسی شد. همانطور که در نمودار ۲ مشخص است با کاهش pH، راندمان حذف افزایش می یابد.

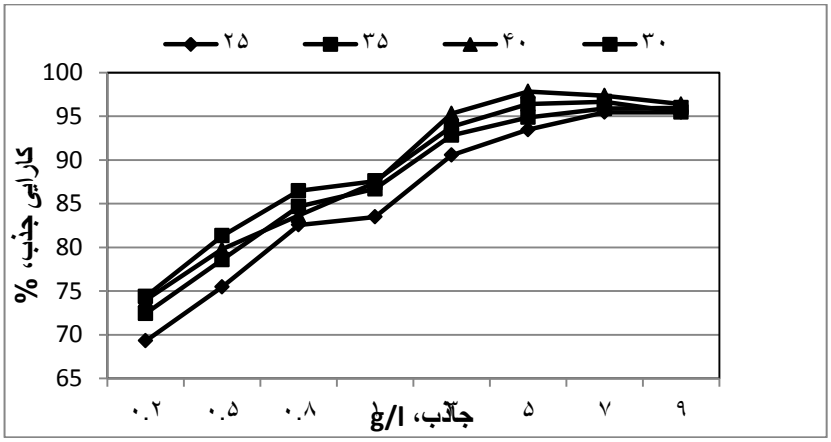
[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2025-11-16]



شکل٤: تاثیر pH در دماهای متفاوت بر روی کارایی حذف رنگ
(زمان تماس ۸۰ دقیقه، غلظت اولیه رنگ l ٤٠ میلی‌گرم برلیتر و غلظت جاذب ٥گرم برلیتر)

بررسی تأثیر غلظت جاذب بر روی کارایی حذف رنگ مورد مطالعه

برای اینکار، مقدارهای مختلف جاذب را بمحلول رنگ اضافه نموده و نتیجه نشان داده که با افزایش مقدار جاذب کارایی، حذف رنگ افزایش یافت. این نتیجه نمودار ۳ نشان داده شده است.

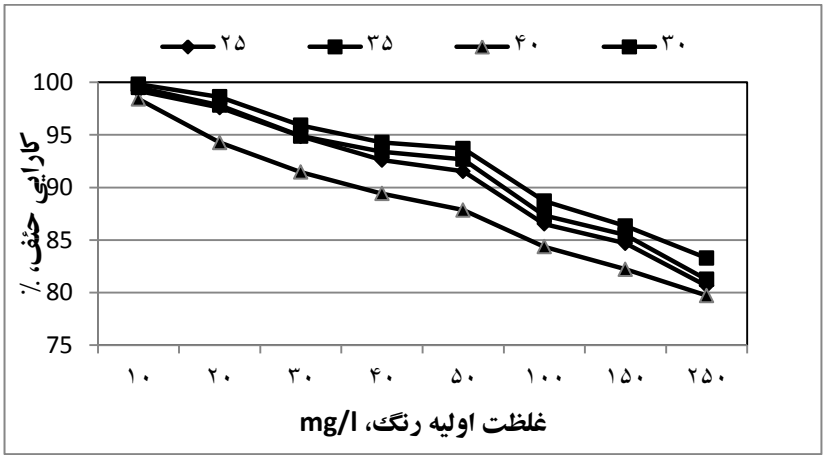


شکل ٥: تاثیر مقدارهای مختلف جاذب در دماهای متفاوت بر روی کارایی حذف رنگ
(زمان تماس ۸۰ دقیقه، غلظت اولیه رنگ ٤٠ میلی‌گرم بر لیتر وpH=۲)

بررسی تاثیر غلظت اولیه رنگبر روی کارایی حذف رنگ مورد مطالعه

جهت بررسی تاثیر غلظت اولیه رنگ، محلول‌های رنگ با غلظت۲۵۰-۱۰ میلی‌گرم بر لیتر از محلول مادر ساخته شد. نتایج حاصل از این تحقیق، در نمودار ۴ نشان داده شده است. همانطور که در نمودار مشخص است، با افزایش غلظت اولیه رنگ، کارایی حذف کاهش یافت.

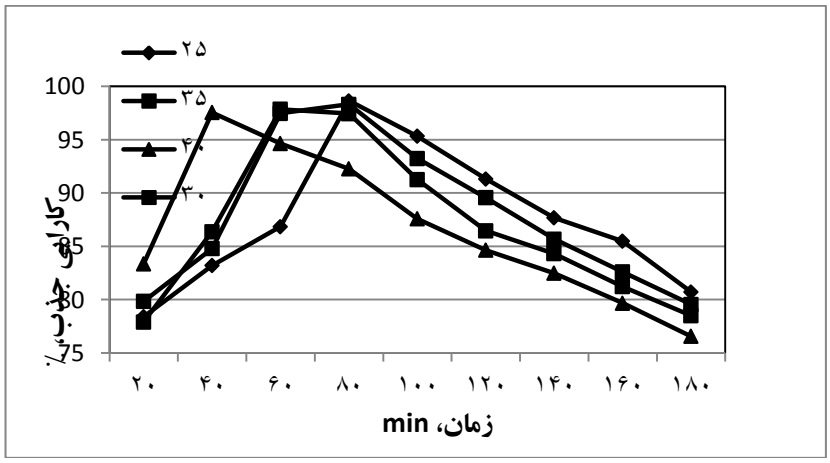
[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2025-11-16]



شکل٦: تاثیر غلظت اولیه رنگ در دماهای متفاوت، بر روی کارایی حذف رنگ (زمان تماس ۸۰ دقیقه، غلظت جاذب۵ گرم بر لیتروpH=۲)

بررسی تاثیر زمان تماس، بر روی کارایی حذف رنگ مورد مطالعه

تاثیر زمان تماس در فواصل زمانی ۲۰ تا ۱۸۰ دقیقه در ۴ دما بررسی شد نتایج در نمودار ۵ نشان داده که در دماهای ۲۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد تا۸۰ دقیقه کارایی حذف افزایش داشته و در دماهای ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد تا ۶۰ دقیقه کارایی حذف افزایش داشته است.



شکل ۷: تاثیر زمان تماس در دماهای متفاوت، بر روی کارایی حذف رنگ (غلظت اولیه رنگ ٤٠ میلی‌گرم بر لیتر، غلظت جاذب۵ گرم بر لیتر وpH=۲)

بحث

مقدارpH محلول، از پارامترهای مهم تاثیرگذار بر واکنش‌های شیمیایی و بیولوژیکی فاضلاب محسوب می‌شود. نتایج تحقیقات انجام شده، توسط بسیاری از محققان تاییدکننده این موضوع است که pH، عامل بسیار مؤثری در فرآیند جذب محسوب می‌شود. pH

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2025-11-16]

محلول رنگزا، در کل فرآیند و ظرفیت جذب، نقش مهمی دارد و نه‌تنها بار سطحی جاذب را، تحت تاثیر قرار می‌دهد بلکه درجه یونیزاسیون مواد موجود در محلول و تفکیک گروه‌های عاملی روی مکان‌های جذب را هم متاثر می‌کند[۲۳].

تغییر در pH، بر فرآیند جذب سطحی در طی تجزیه و گسستگی گروه‌های وابسته، در سطوح فعال جاذب تاثیر می‌گذارد. درنتیجه، این مسأله، منجر بتغییر در سینتیک واکنش جذب و خصوصیات تعادلی بین جاذب و ماده جذب شونده در فرآیند جذب سطحی می‌شود. جذب سطحی گونه‌های مختلف آنیونی و کاتیونی بر روی چنین جاذب هایی، بر اساس رقابت جذب سطحی یونهای H^+و OH^- با ماده جذب شونده تعریف می‌شود. سطوح جذب، آنیون‌ها را در pH پایین و در حضور یونهای H^+ بهتر جذب می‌کند[۲۴].

این مطالعه نشان داد که، pH بهینه در دمای ۲۵°C، برابر ۲ می‌باشد که در این pH، راندمان حذف برابر ۹۸/۸۸٪ شده است. و pH بهینه در دمای ۳۰°C، برابر ۲ و راندمان حذف برابر ۹۶/۸۴٪ می‌باشد. و pH بهینه در دمای ۳۵°C، برابر ۲ و راندمان حذف برابر ۹۸/۱۶٪ می‌باشد. و pH بهینه در دمای ۴۰°C، برابر ۲ و راندمان حذف برابر ۹۴/۵۹٪ می‌باشد.

بر اساس نتایج حاصله از این تحقیق، راندمان حذف رنگ مورد مطالعه، با کاهش pH، افزایش می‌یابد. بطوریکه بیشترین میزان حذف، در pH برابر ۲ و دمای ۲۵°C اتفاق افتاده است. چون در pHهای اسیدی، ذرات جاذب زودتر دارای بار مثبت شده و با آنیون‌های رنگ پیوند الکترواستاتیکی برقرار نموده و راندمان حذف افزایش می‌یابد. با افزایش pH محیط، سایت‌های جذب در دسترس با بار منفی افزایش و سایت‌های جذب در دسترس با بار مثبت کاهش می‌یابند که این امر بکاهش راندمان حذف در pH بالاتر کمک می‌کند[۲۵]. همچنین در مطالعه‌ای که ضرابی و همکارانش، از جاذب معدنی پامیس، برای حذف رنگ اسید بلاک ۱ استفاده کردند، نتایج نشان داد با افزایش pH، راندمان حذف رنگ کاهش یافته بطوریکه در PH=۳، راندمان حذف رنگ ۹۴٪ و در pH=۱۱، راندمان حذف رنگ ب ۶۵٪ رسید[۲].

در مطالعه‌ای که امامی و همکارانش در مورد بررسی عوامل مؤثر بر رنگبری یک رنگزای آزو راکتیو (راکتیو قرمز۱۲۰) به روش فنتون انجام دادند، بهترین مقدار pH در رنگبری برابر ۳ بود [۲۶]. در مطالعه‌ای دیگر عسگری و همکارانش از پامیس اصلاح شده با مس برای حذف فنل استفاده کردند، نتایج نشان داد کارایی حذف رنگ با کاهشpH افزایش داشت[۲۷].

در مطالعات جذب، تعیین دوز مناسب جاذب، یکی از مهمترین مسائلی است که باید مورد توجه قرار گیرد.

بر اساس نتایج حاصله از این تحقیق، مشخص شد که در دمای ۲۵°C مقدار جاذب بهینه، ۷ گرم بر لیتر و راندمان حذف ۹۵/۴۶٪ و در دمای ۳۰°C مقدار جاذب بهینه ۹ گرم بر لیتر و راندمان حذف ۹۵/۹۸٪ و در دمای ۳۵°C مقدار جاذب بهینه، ۷ گرم بر لیتر و راندمان حذف ۹۶/۶۷٪ بود و با افزایش غلظت جاذب، میزان کارایی حذف رنگ، افزایش می‌یابد. و در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد مقدار جاذب بهینه، ۷ گرم بر لیتر و بازده حذف، ۹۷/۳۷٪ نشان داده شد؛ که بیشترین بازده در بین دماهای فوق بود. در جذب سطحی، با کاهش اندازه ذرات جاذب، میزان سطح فیزیکی و سطح تماس جذب، افزایش و در نتیجه کارایی حذف افزایش

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2025-11-16]

می‌یابد. علاوه بر آن، ذرات با اندازه کوچکتر نسبت بذرات با اندازه بزرگتر با سرعت بیشتری می‌چرخند که این امر ضمن افزایش زمان تماس، فاصله بین ذرات جذب شونده با جاذب را کاهش می‌دهد[۲۸].

در مطالعه‌ای، رحمانی و همکارانش، از سنگ معدنی پامیس در حذف آهن از آب استفاده کردند؛ نتایج نشان داد که میزان بازده حذف آهن محلول، با افزایش مقدار جاذب پامیس افزایش یافته است[۲۹]. در تحقیق دیگری که توسط غلامی وهمکارانش در خصوص قابلیت کربن پوست پرتقال در حذف رنگزای مستقیم مشکی ۲۲ از محیط‌های آبی صورت گرفت، نتایج نشان داد که با افزایش دوز جاذب از ۰/۵ تا ۲ گرم در لیتر میزان کارایی حذف، از ۲۲/۰۱٪ تا ۸۷/۳۲٪ افزایش یافته است[۳۰]. دلیل این امراین است که بطور طبیعی، با افزایش مقدار جاذب، درصد حذف افزایش می‌یابد.

غلظت اولیه رنگ، یکی دیگر از عواملی است که بر بازده جذب تاثیر گذار است. بر اساس نتایج حاصله از این تحقیق، مشخص شد که در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، غلظت رنگ اولیه بهینه، ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر و کارایی حذف رنگ، ۹۹/۲٪، کارایی حذف رنگ در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد، ۹۹/۵۲٪، در ۳۵ سانتی‌گراد ۹۹/۸۳٪ و در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد، ۹۸/۴۲٪ می‌باشد ولی درهمه دماها غلظت رنگ اولیه بهینه همان ۱۰ میلی‌گرم برلیتراست. نتایج حاکی از آن است که با افزایش غلظت رنگ، درصد کارایی حذف رنگ‌زا کاهش یافته است. دلایل آن را می‌توان این گونه تفسیر نمود که اولاً، با افزایش غلظت رنگ‌زا، بین مولکولهای رنگ‌زا دافعه ایجاد شده و از جذب شدن آن ها توسط جاذب جلوگیری می‌شود و ثانیاً، سطح جذب قابل دسترس، ثابت می‌باشد؛ برای همین در فرآیند جذب، ابتدا سطح جاذب با غلظت مشخصی از رنگ‌زا اشغال شده و پس از آن امکان جذب بیشتر وجود ندارد.

بعبارتی دیگر جاذب ها دارای یک تعداد محل‌های فعال محدود می‌باشند، که در غلظت‌های بالا اشباع می‌شوند و بدنبال آن درصد جذب کاهش می‌یابد[۳۰]. تحقیقی که توسط دکتر محوی و همکارانش برروی حذف رنگ راکتیو اورنج ۳ آر با کاربرد فتوکاتالیستها انجام دادند؛ نشان می‌دهد که با افزایش غلظت اولیه رنگ، میزان راندمان حذف بطور چشمگیری کاهش می‌یابد[۳۱].

بر اساس نتایج حاصله از این تحقیق مشخص شد که، در دمای ۲۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد، مدت زمان بهینه ۸۰ دقیقه و کارایی حذف رنگ بترتیب، ۹۸/۶۵٪ و ۹۸/۳۱٪ و در دمای ۳۵ و ۴۰درجه سانتی‌گراد، مدت زمان بهینه ۶۰ دقیقه و کارایی حذف رنگ بترتیب، ۹۷/۸۵٪ و ۹۴/۶۳٪ می باشد. نتایج نشان داد که، بیشترین درصد حذف در زمان ۸۰ دقیقه و دمای $۲۵^{O}C$ صورت گرفته است و پس از گذشت زمان بیشتر، میزان جذب رنگ کاسته می‌شود که این امر، بعلت اشباع شدن سایت‌های جذب قابل دسترس در سطح جذب می‌باشد. در طی فرآیند جذب، سطح جاذب توسط مولکول‌های ماده جذب شده مسدود و پس از مدت زمانی پوشانیده می‌شود. وقتی این اتفاق می‌افتد جاذب نمی‌تواند مولکول‌های رنگزای بیشتری را جذب نماید. از آنجا که هر ذره جاذب حجم مشخصی از مایع را تصفیه می‌کند، افزایش مقدار جاذب، رسیدن بحالت تعادل بین جاذب و جذب شونده را تسریع می‌کند زیرا تعداد ذراتی که حجم یکسانی از مایع را تصفیه می‌کنند، افزایش می‌یابد. بطورکلی، ظرفیت جذب با زمان

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2025-11-16]

افزایش می‌یابد و در یک زمان مشخص، بمقدار ثابتی می‌رسد و هیچ مولکول رنگزایی، از محلول حذف نمی‌شود. در این لحظه، مقدار رنگزای جذب شده با مقدار رنگزای واجذب شده، در حالت تعادل دینامیکی قرار دارد. جذب رنگزا، در مراحل اولیه زمان تصفیه، سریع و در نزدیکی حالت تعادل، کند می‌شود. واضح است که در مراحل اولیه، تعداد زیادی از مکان‌های سطحی خالی برای جذب سطحی در دسترس می‌باشد و با گذشت زمان، اشغال مکان‌های سطحی خالی مشکل است زیرا بین مولکول‌های رنگزای جذب شده روی سطح جامد و مولکول‌هایی که در فاز محلول قرار دارند، دافعه بوجود می‌آید[۲۴].

در تحقیقی که توسط فونگارو روی جذب رنگ آراو ۱۶ با کاربرد جاذب خاکستر فرار انجام داده است، نشان می دهد که میزان جذب این رنگ پس از گذشت یک ساعت بشدت کاهش می‌یابد[۳۲] و در مطالعه‌ای که ندافی و همکارانش در مورد حذف رنگ راکتیو بلو ۲۹ از محیط آبی توسط جذب سطحی بر روی نانو لوله‌های کربنی تک جداره انجام دادند، زمان تعادل حدود ۴ ساعت بدست آمد [۳۳].

نتیجه‌گیری

حداکثر کارایی حذف، در pH=۲، مقدار جاذب ۵ گرم برلیتر، غلظت اولیه رنگ ۴۰ میلی‌گرم برلیتر، زمان تماس ۸۰ دقیقه و دمای ۲۵درجه سانتی‌گراد و برابر ۹۸/۸۸٪ می‌باشد. با افزایش pH و غلظت اولیه رنگ، کارایی جذب کاهش و با افزایش مقدار جاذب، کارایی جذب افزایش یافت. در دمای ۲۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد با افزایش زمان تماس تا ۸۰ دقیقه، بازده حذف افزایش و بدنبال آن کاهش یافت و در دمای ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد، با افزایش زمان تماس تا ۶۰ دقیقه، بازده حذف افزایش و بدنبال آن کاهش یافت. نتایج نشان داد که حذف رنگ آبی ۷۱، از مدل ایزوترم فروندلیچ پیروی می‌نماید. ضریب مدل جذب در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، R^2=۰/۹۷۷ است. این مطالعه نشان داد که جاذب معدنی پامیس، کارایی خوبی در حذف رنگ آبی ۷۱ از محیط های آبی دارد.

References

1. Andre B,SantosD,Francisco J, Jules B,Lierv.Review paper on Current Technologies For decolarisation of textile wastewater perspectives for anaerobic biotechnology.Bioresource Technology,2007 ; 98: 2369-2385.

۲.ضرابی م، سمرقندی م، نوری سپهر م، نوروزی م، شاهرخی ا، امرائی ف. بررسی کارایی و مکانیسم حذف رنگ اسید بلاک ۱ با استفاده از جاذب معدنی پامیس. مجله سلامت و محیط. زمستان۱۳۸۹، صفحات ۳۹۹ تا ۴۱۰.

3. Ravi K, Deebika B, Balu K. Decolourization of aqueous dye solutions by a novel adsorbent:application of statistical designs and surface plots for the optimization and regression analysis, Hazard.Mater.J. 2007;B122:75–83.

4. Colindres P, Madeira HY, Reguera E. Removal of Reactive Black 5 from aqueous solution by ozone for water reuse in textile dyeing processes. Desalination, 2010؛258:154–158.

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2025-11-16]

5. Daneshvar D, Vatanpour V, Khataee AR, Rasoulifard MH, Rastegar M. Decolorization of Mixture of Dyes Containing Malachite Green and Orange II by Fenton-likeReagent, Color Sci.Tech.J.2008;۱83-۱89.

6. Zollinger H, Ebel HF, BrezingerCD.'Color chemistry'.Ist ed. New York: VCH publishers, 1987:87-89.

7. Walker GM, Weatherley LR. 'Biodegradation and bio sorption of acid anthraquinion dye '. Environ Pollut, 2000; 18: 219-23.

8.Tunc S,GurkanT,Duman O. Decolorizatation of DB71 and AR66 From aqueous Solution by fentonProcess.chemical Engineering journal 431-442 (2012): 181-182.

9. Allen SJ.''Equilibrium adsorption isotherms for peat''. 1987;Fuel 66 : 1171-1175.

10. Sloicarf YM. ''Method of decolorization of textile wastewater''. Dyes and pigments, 1998; (37):335-356.

11. MerzoukB,GourichB,SekkiA,MadaniK,VialC,BarkauiM.Studies on The dcolorization of textile dye wastewater by 34 odrigues 34 electro coagulation process.chem engine J.2009;149(1-3):207-214

۱۲. آموزگار م. ع، اسد ص، سربلوکیم ن، پوربابای ا.ع، دستغیب س.م.ع. اثر فاکتورهای مختلف بر رنگبری از رنگ‌های آزو، توسط باکتری‌های نمک دوست و تحمل پذیر نمک، مجله زیست شناسی ایران ویژه نامه میکروبیولوژی، بهار ۱۳۸۷، جلد۲۱، شماره ۱.

۱۳. یوسفی ذ، محسنی بندپی ا، دیانتی تیلکی ر، محمد پور ر، ملکی ا، قهرمانی ا، بررسی عملکرد سیستم ترکیبی در حذف رنگ راکتیویلو۳، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ۱۳۹۰، دوره۲۱، ویژه نامه۱، صفحات ۴۱ تا ۴۹.

۱۴. جرج اسمیت، اصول تصفیه آب برای کاربرد جهانی، ترجمه محوی ا، علوی نخجوانی ن، تهران،ان تشارت اندیشه رفیع، چاپ اول، ۱۳۸۷، صفحه۱۷.

15. Liu G, Jin R, Zang A, Wang j, Rang H. Bioaugmentation on decolorization of C.I. Direct Blue 71 by using genetically engineered strain Escherichia coli JM109 (pGEX-AZR).Journal of Hazardous materials, 2009;163:1123-1128.

16. Tunc S, GurkanT, DumanO.Decolorizatation of DB71 and AR66 From aqueous Solution by fentonProcess. chemical Engineering journal, 431-442 (2012): 181-182.

17. BulutY, GozubenliN,AydinH.Equilibrium and Kinetics studies for adsorption of Direct Blue 71 from aqueous solution by wheat shell.journal of hazardous materials, 2007;144:300-306.

18. Alvares34odrigues L, luciacaetano pinto da silva M, orlandalvarez-mendes M, dos reiscoutinho A, patrocinoThim G. phenol removal from aqueous solution by activated carbon produced from avocado kernel seeds. Chemical Engineering journal, 2011;174: 49-57.

۱۹. چوپانوگلاس ج، بورتون ف، استنسل ه، مهندسی فاضلاب- تصفیه و استفاده مجددمتکف و ادی، ترجمه خانی م، یغمائیان ک، حجتی م، انتشارات خانیران، سال ۱۳۹۰.

20. Bulut Y, Aydin H. A Kinetics and thermodynamics study of methylene blue adsorption on wheat shells. desalination, 2006;194:259-267.

21. Roshani B, Asgari G,Ghanizade G. The investigation of kinetic and isotherm of floride adsorption on to functionalize pumice stone. j of hazardous material, 217-218(2012):123-132.

22. Kitis M, Kaplan SS, Karakaya E, Yigit NO. Givelekoglu. Adsorption of ntural organic matter from waters by iron coated pumice. Chemosphere, 2007; 66:130-138

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2025-11-16]

۲۳. غنی زاده ق، عسگری ق، حذف رنگ متیلن بلو از فاضلاب سنتتیک با استفاده از خاکستر استخوان، مجله سلامت و محیط ۱۳۸۸، ۲(۲): ۱۱۳-۱۰۴.

۲۴. خرم فرش، محمودی ن، آرامی م، قرنجیگ ک، رنگبری پساب رنگی نساجی با جاذب طبیعی پوسته تمر هندی: بررسی ایزوترم و سینتیک جذب، نشریه علمی پژوهشی علوم و فناوری رنگ، ۱۳۸۸، (۳): صفحات ۸۱ تا ۸۸

25. Kim TY, Min BJ, Choi SY, Park SS, cho SY, Kim SJ. Separation characteristics of Reactive Orange Dye from Aqueous solution Using Biosorbent.Proceeding of The Word Congress on Engineering and Computer Science 2008 WCECS 2008, October 22-24, 2008, SanFrancisco. USA.

۲۶. امامیف، تهرانی بقاع، قرنجیگک، بررسی عوامل مؤثر بر رنگبری یک رنگزای آزو راکتیو(C.I. Reactive Red 120) بروش فنتون، نشریه علمی پژوهشی علوم و فناوری رنگ، ۱۳۸۹، (۴): صفحات ۱۰۵ تا ۱۱۴.

۲۷. عسگری ق، رحمانی ع، عسگری ف، هدایتی ک، بررسی حذف فنل از محلول‌های آبی با استفاده از پامیس اصلاح شده با مس، مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی همدان، ۱۷،۱۳۸۹(۴): صفحه ۵۸

28. Mckay G, EI-Geundi M, Nassr MM,.''External mass transport process uring the adsorption of dyes onto bagasse pith''.water res. 1998; 22 (12):1527-1533.

۲۹. رحمانی ع، عباسی م، کاشی تراش ز، بررسی کاربرد سنگ آتشفشانی پامیس در حذف آهن از آب، مجله آب و فاضلاب،۳۹، ۱۳۹۰(۲): صفحه۳۹ تا ۴۵.

۳۰. غلامی ح، غلامی م، قلیزاده ع، رستگار ا، قابلیت کربن پوست پرتقال در حذف رنگزای مستقیم مشکی ۲۲ از محیط‌های آبی، مجله دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، ۱۳۹۱، صفحات ۴۵ تا ۵۵.

31. MahviAH, Ghanbariamn, NasseriS, KhairiA. Mineralization and discoloration of Textile Wastewater by Tio2 nanoparticles.Journal of Desalination. 239(2009) 309-316.

32. Fungaro DA, Terezinha Elizabeth Mt,IvoneBorrely CS. Adsorption of Reactive Orange 16 onto Zeolite synthesized from fly Ash: Kinetics and equilibrium studies Proceedings of the symposium Brasil- Japan in Economy. Science and technological Innovation.sao Paulo-SP, Brazil, 14-16 June 2008

۳۳. ندافی ک، نبی زاده ر، جهانگیری راد م، حذف رنگ راکتیو بلو ۲۹ از محیط آبی توسط جذب سطحی بر روی نانوتیوب‌های کربنی تک دیواره، مجله سلامت و محیط،۳،۱۳۸۹(۴)، صفحات۳۵۹ تا ۳۶۸.

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2025-11-16]

Survey of efficiency Pumice stone for decolorization of dye direct blue 71 from aqueous solutions

F. Kurd Mostafapour[1], E. Bazrafshan[2], H. Rezaei[3]
Assistant Professor of Environmental Engineering, Department of Health, Zahedan University of Medical Sciences, Zahedan, Iran
Associate Professor of Environmental Engineering, Department of Health, Zahedan University of Medical Sciences, Zahedan, Iran
MSc Student of Environmental Engineering, Department of Health, Zahedan University of Medical Sciences, Zahedan, Iran; E-mail: hadi1106@yahoo.com; Mobile: 09188711106

ABSTRACT
Background and Aim: Colored wastewater treatment is one of the major challenges facing environmental engineering. Adsorption process for the removal of pollutants from wastewater is one of the most important methods. The purpose of this study was to evaluate the efficacy of inorganic adsorbents for the removal of pumice is blue 71 from aqueous solutions.
Material and Methods: This experimental study - which Asrmtghyyrhay laboratory pH (2, 4, 6, 8, 10, 12), adsorbent concentration (9, 7, 5, 3, 1, 0.8, 0.5, 0.2) g/l and initial dye concentration (10, 20, 30, 40, 50, 100, 150, 250) ppm and contact time (20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180) at 4 ° C (25, 30, 35, 40) ° C isotherm model and the adsorption efficiency was investigated.
Results: Maximum removal efficiency at pH=2, adsorbent dosage 5 g/l, primary concentration or dye 40 mg/l, and contact time 80 min and s 25°C % 98.88 was achieved. By increase pH and primary concentration or dye efficiency of adsorption was decreased and By increase adsorbent dose efficiency of adsorption was increased and at S 25°C and 30°C By increase contact time 80 min efficiency of adsorption was increased and later was decreased and at S 35°C and 40°C By increase contact time 60 min efficiency of adsorption was increased and later was decreased. The results show that in all four temperatures, equations of Freundlich isotherm models will follow. Absorption coefficient model for S25^{o}C (R^2=0.977), 30°C (R^2=0.966), 35°C (R^2=0.924), 40°C (R^2=0.963).
Conclusion: This study showed that the mineral pumice efficient adsorbent for removing blue from aqueous solutions is 71.
Key words: Adsorption, pumice, Zahedan, blue 71

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2025-11-16]