

Investigating the Removal Rate of Acid Blue 113 from Aqueous Solution by Canola (*Brassica Napus*)

Mohammad Ali Zazouli¹, Jamshid Yazdani Cherati², Davood Balarak^{3*}, Masoomeh Ebrahimi⁴, Yoosef Mahdavi⁵

¹ Department of Environmental Health, Health Sciences Research Center, Faculty of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

² Department of Biostatistics, Health Sciences Research Center, Faculty of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

³ MSc Students in Environmental Health, Student Research Committee, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

⁴ MSc Students of environmental Health, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran

⁵ MSc Students of environmental Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

(Received November 4, 2012; Accepted January 22, 2013)

Abstract

Introduction: Industrial wastewater is one of the major environmental pollutants. Discharge of the colorful industrial effluent into the receptive waters leads to eutrophication and has mutagenic and carcinogenic properties. Therefore, the aim of this study was to investigate the removal of acid blue113 from aqueous solutions by Canola (*Brassica Napus*) waste.

Materials and Methods: This is an experimental-lab study. Canola waste was used as an adsorbent to remove the acid blue113 dye. The effect of various parameters on adsorbent performance was investigated. The isotherms of adsorption were determined. The dye concentration was measured in wavelength of 566 nm by spectrophotometer.

Results: The results indicated that the removal rate of dye increased with increasing the contact time and dose of adsorbent but the amount of adsorbed dye per gram adsorbent (q_e) decreased. The removal rate increased with decreasing the initial concentration of dye, too. In the optimum state, the adsorbent could adsorb about 99 percent of the dye. The data of adsorption were best fitted to Langmuir isotherm.

Conclusion: This study indicated that Canola waste can be used as an effective and inexpensive adsorbent to treat of textile effluents

Keywords: Canola, Azo dyes, Acid blue 113, Isotherm's model, Adsorption

بررسی میزان جذب رنگ اسید بلو ۱۱۳ توسط گیاه کانولا از محیط آبی

محمد علی ززولی^۱، جمشیدیزدانی^۲، داود بلارک^۳، معصومه ابراهیمی^۴، یوسف مهدوی^۵

چکیده

سابقه و اهداف: پساب های صنعتی معمولاً، یکی از عمده ترین صنایع آلاینده محیط زیست به شمار می روند. تخلیه فاضلاب های رنگی صنایع در آب های پذیرنده منجر به بروز پدیده اتریفیکاسیون و از نظر بهداشتی دارای خاصیت سرطان زایی و جهش زایی می باشد. لذا هدف از این تحقیق بررسی حذف رنگ اسید بلو ۱۱۳ از محیط های آبی با استفاده از پسماند کانولا می باشد.

مواد و روشها: این تحقیق یک نوع مطالعه تجربی- آزمایشگاهی بود. در این مطالعه از پسماند کانولا به عنوان جاذب جهت حذف رنگ اسید بلو ۱۱۳ استفاده شد. در این مطالعه تاثیر پارامترهای مختلف بر عملکرد جاذب بررسی شد و ایزوترم های جذب تعیین شد و غلظت رنگ به روش اسپکتروفتومتری در طول موج ۵۶۶ نانومتر اندازه گیری شد.

یافته ها: نتایج نشان داد با افزایش زمان تماس و افزایش دز جاذب، میزان حذف افزایش خواهد یافت ولی میزان رنگ جذب شده به ازای هر گرم جاذب کاهش می یابد. همچنین با کاهش غلظت اولیه رنگ میزان حذف افزایش خواهد یافت و در حالت بهینه جاذب قادر است باعث جذب رنگ در حدود ۹۹٪ شود. داده های جذب از ایزوترم لانگمیر نسبت به ایزوترم های فروندلیچ و تکمین بیشتر تعیبت می کند.

استنتاج: به طور کلی نتایج حاصل از این مطالعه مشخص ساخت که می توان از پسماند کانولا به عنوان یک جاذب مؤثر و ارزان قیمت و با کارایی بالا، جهت تصفیه پساب صنایع نساجی استفاده کرد.

واژه های کلیدی: گیاه کانولا، رنگ های آزو، اسید بلو ۱۱۳، مدل ایزوترمی، جذب سطحی

مقدمه

نوع صنایع، رنگی بودن آنها می باشد، که به دلیل استفاده از مواد رنگی در این گونه صنایع است (۳،۱). فاضلابهای رنگی در صنایع مختلفی از جمله صنایع نساجی و رنگرزی، صنایع داروسازی، صنایع غذایی،

پساب های صنعتی معمولاً، یکی از عمده ترین صنایع آلاینده محیط زیست به شمار می روند (۲،۱). صنایع نساجی یکی از عمده ترین صنایع پایه هر کشور محسوب می شوند و معمولاً مشخصه اصلی پساب این

مؤلف مسئول: داوود بلارک - ساری - کیلومتر ۱۸ جاده خزر آباد، مجتمع دانشگاهی پیامبر اعظم - دانشکده بهداشت

E-mail: dbalarak2@gmail.com

۱. گروه مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

۲. گروه آمار زیستی، مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران

۴. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، کمیته تحقیقات دانشجویی دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۸/۱۴ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات: ۱۳۹۱/۱۰/۱۰ تاریخ تصویب: ۱۳۹۱/۱۱/۳

باشد. ولی گران قیمت بوده و برای کاربرد آن نیاز به نیروی متخصص می باشد (۳، ۱۹-۱۵).

بنابراین استفاده از جاذب های ارزان قیمت و طبیعی به جای کربن فعال تجاری مورد توجه محققین قرار گرفته است. امروزه محققین مختلفی از جاذب های طبیعی نظیر چیتسون، اکسی هیومیلیت، خاکستر فرار، هسته هلو و زیتون، زغال چوب، کاه جو و گندم خاک ااره برای حذف آلاننده های آلی و غیر آلی استفاده می کنند (۶). ساقه کانولا یکی از پسماندهای لیگنوسلولزی است که تولید آن در ایران و جهان به دلیل افزایش تولید و مصرف روغن های گیاهی در حال افزایش است. مطالعات نشان داده اند که در سال ۱۳۸۵ مقدار پسماند لیگنوسلولزی حاصل از کشت و برداشت دانه روغنی کانولا به بیش از ۵۸ هزار تن رسیده است که بخش زیادی از آن در مزارع باقی می ماند و یا سوزانده می شود (۲۰). با توجه به فراوانی و در دسترس بودن، جرم حجمی کم و تخلخل زیاد ساقه لیگنوسلولزی کانولا که از مهمترین عوامل موثر در جذب مواد رنگی است این گیاه را بعنوان یک جاذب موثر مطرح می نماید (۲۰). بنابراین هدف از این تحقیق بررسی کارایی جذب اسید بلو ۱۱۳ توسط ساقه گیاه کانولا (*Brassica Napus*) می باشد.

مواد و روشها:

مواد مورد استفاده: در این مطالعه رنگ اسید بلو ۱۱۳ از شرکت الوان ثابت و اسید کلریدریک و هیدروکسید سدیم از شرکت مرک تهیه شد. مشخصات رنگ: رنگ اسید بلو ۱۱۳ با فرمول شیمیایی $C_{32}H_{21}N_5Na_2O_6S_2$ از نوع رنگهای آنیونی آزو با درجه خلوص ۹۹ درصد و وزن مولکولی ۶۸۱.۶۶ گرم در مول می باشد. ساختار اسید بلو ۱۱۳ در شکل ۱ آمده است.

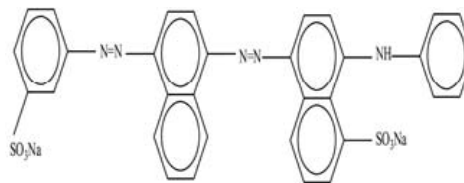
تولید مواد آرایشی و بهداشتی، کاغذ سازی، چرم سازی و صنایعی از این قبیل تولید می شوند (۱، ۵-۳). در فرآیندهای رنگرزی، در حدود ۱۵ درصد از کل رنگ تولید شده وارد فاضلاب می شود و فاضلابهای رنگی به این صورت تشکیل می گردند (۱، ۳، ۸-۶). اغلب رنگ های مورد استفاده در این صنایع از نوع رنگ های سنتتیک می باشند. معمولاً رنگ های سنتتیک به انواع رنگ های اسیدی، رنگ های راکتیو، رنگ های مستقیم، رنگ های بازی و سایر گروه ها تقسیم بندی می گردند (۱، ۳، ۶، ۹). رنگ های اسید بلو یکی از رنگ های با مصرف زیاد در صنعت نساجی بوده و جز مهمترین رنگ ها در دسته رنگ های آزو می باشد. عمدتاً مواد رنگی از دارای یک یا چند حلقه بنزنی می باشند که به دلیل سمی بودن و دیر تجزیه شدن، چنانچه بدون تصفیه وارد محیط شوند می توانند صدمات جبران ناپذیری به محیط زیست وارد کنند. بنابراین لازم است که این گونه پساب ها قبل از تخلیه به محیط زیست با استفاده از روش های مناسب مورد تصفیه قرار گیرند (۱).

تاکنون روش های مختلفی از جمله روش های بیولوژیک فرآیندهای غشایی و فرآیندهای اکسیداسیون پیشرفته و سایر روش ها برای تصفیه اینگونه پساب ها مورد استفاده قرار گرفته است (۴، ۱۳-۱۰). اکثر مطالعاتی که در زمینه حذف رنگ صورت گرفته بر پایه فرایندهای اکسیداسیون پیشرفته می باشد که علیرغم درصد بالای حذف رنگ در این فرآیندها تشکیل محصولات جانبی و هزینه آنها یک معضل محسوب می گردد (۱۴). فرآیند جذب سطحی نیز یکی از معمولترین فرآیندهای مورد استفاده در تصفیه آب و فاضلاب می باشد. معمولاً فرآیند جذب سطحی بر روی کربن فعال انجام می گیرد، که دارای ظرفیت و سطح جذب بالا می

لیتر است غلظت اولیه رنگ (۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰، ۱۰۰) برای مطالعه در فاضلاب ساختگی انتخاب گردید. اثر pH در گستره (۲-۱۱) و زمان ماند (۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۵، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰) و دوز جاذب در گستره ۰/۲ تا ۲ گرم در ۱۰۰ سی سی با توجه به مطالعات قبلی انتخاب شد که در مراحل جداگانه در طول تحقیق بررسی شدند (۲۰). برای کار در سیستم ناپیوسته از یک ارلن مایر ۲۵۰ میلی لیتر استفاده شد. در هر بار آزمایش جذب و حجم مشخصی از محلول رنگ مورد مطالعه با غلظت معین به داخل ارلن اضافه می شد. شرایط مورد نظر تنظیم و دوز خاصی از جاذب به آن اضافه می گشت. و سپس در همزن مغناطیسی با ۱۸۰ دور در دقیقه به مدت ۶۰ دقیقه مخلوط گردید آنگاه نمونه مورد نظر با ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ شد و در آخر غلظت باقیمانده رنگ در طول موج ۵۶۵ نانومتر اندازه گیری شد.

ایزوترم های جذب:

به منظور بررسی اثر جرم ماده جاذب بر حذف رنگ جهت استخراج ایزوترم های جذب، بعد از به دست آوردن زمان تعادل از طریق انجام آزمایش سینتیکی اولیه، امکان انجام آزمایشهای تعادلی عملیات جذب فراهم خواهد شد. داده های حاصله از آزمایش های تعادلی معمولاً تحت عنوان ایزوترمهای جذب شناخته می شوند. این داده ها، داده های پایه ای به منظور طراحی سیستمهای جذب سطحی به حساب می آیند. برای این منظور از مدلهای کلاسیک جذب سطحی یعنی مدل های لانگمویر و فرندلیخ و تکمین استفاده شد که بیانگر ارتباطات تعادلی غلظت ماده حذف شونده بین ماده جاذب و محلول می باشند (۶). معادلات مربوط به ایزوترم ها در جدول ۱ و نتایج حاصل از معادلات ایزوترمی در نمودار ۵ نشان داده شده است.



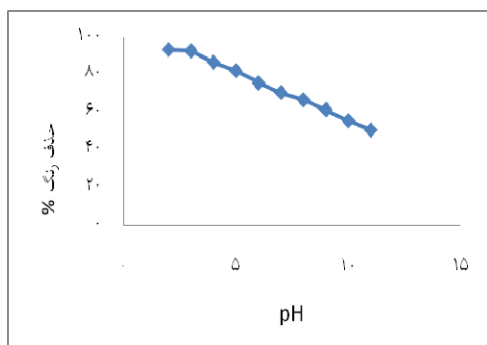
شکل ۱: ساختار اسید بلو ۱۱۳

آماده سازی جاذب: ساقه کانولا (*Brassica Napus*) پسماند لیگنوسولوزی گیاه کانولا است که برای تولید دانه های روغنی و استخراج روغن خوراکی کاشته می شود ساقه های کانولا از محل مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی تبریز جمع آوری شدند. سپس در آزمایشگاه شسته و مواد زائد همراه ساقه جداسازی شد و بعد از آن در فور در درجه حرارت ۱۰۵ سانتی گراد خشک گردیدند. سپس با استفاده از هیدروکلریک اسید ۰/۱ مولار برای مدت ۵ ساعت بیومس خشک شده فعال سازی شد. برای از بین بردن اسید با آب مقطر دو بار تقطیر، سه بار شسته شد و دوباره در مقابل آفتاب خشک شد. پس از این مرحله، بیومس حاصله در هاون آسیاب شد و با استفاده از الک ۱۰-۱۸ مش، بیومس را در اندازه ۱ تا ۲ میلی متر در آورده و آماده برای استفاده شدند (۲۰).

کلیه غلظت های اندازه گیری (λ_{max}) رنگ مطابق با حداکثر طول موج اندازه گیری شد که با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتری DR4000 برای رنگ اسید بلو ۱۱۳، ۵۶۶ نانومتر به دست آمد. برای تنظیم PH از محلول یک نرمال HCl یا NaOH استفاده شد. برای تعداد نمونه ها از فاکتوریل استفاده شده بود که برای جلوگیری از ازدیاد داده ها تمام پارامترها بصورت بهینه آورده شده است.

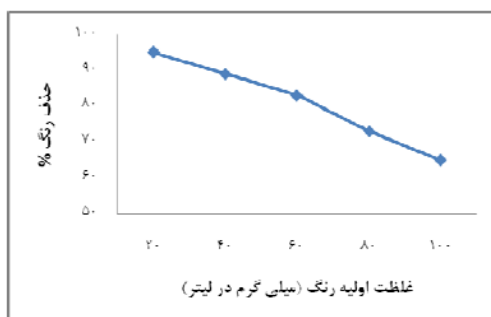
آزمایشات جذب در ستون ناپیوسته:

مطالعات منابع علمی نشان داد که مهمترین متغیرهای موثر بر جذب شامل pH محلول، دوز جاذب، زمان تماس و غلظت رنگ می باشد. با توجه به اینکه غلظت رنگ در پساب صنایع نساجی ۱۰ تا ۱۰۰ میلی گرم در



نمودار ۱: تاثیر pH بر روی کارایی حذف رنگ AB113

تاثیر غلظت اولیه رنگ: تاثیر غلظت اولیه رنگ بر روی کارایی حذف رنگ در سیستم مورد مطالعه با تغییر در غلظت اولیه رنگ بر حسب میلی گرم در لیتر (۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰، ۱۰۰) انجام شد. آزمایشات در pH بهینه ۲.۵ و دوز جذب ۱۰ گرم در لیتر و زمان تعادل ۴۵ دقیقه صورت گرفت. در نمودار ۲ نتایج حاصل از تاثیر غلظت اولیه رنگ بر روی کارایی حذف نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می شود با افزایش غلظت رنگ میزان حذف کاهش می یابد بطوریکه برای غلظت های ۲۰، ۱۰۰ میلی گرم در لیتر میزان حذف در زمان تعادل ۴۵ دقیقه به ترتیب برابر با ۹۴/۶۵ درصد می باشد. آنالیز داده ها با استفاده از رگرسیون خطی به طور معنی داری نشان داد با افزایش یک واحد غلظت رنگ، میزان درصد حذف به اندازه ۰/۱۷۲ کاهش می یابد ($p \leq 0/001$).



نمودار ۲: تاثیر غلظت اولیه رنگ بر روی کارایی حذف رنگ AB113

جدول ۱: معادلات ایزوترمی

$\frac{c_e}{q_e} = \frac{1}{q_m K} + \frac{1}{q_m} c_e$	مدل لانگمیر
$\log q_e = \log k + \frac{1}{n} \log c_e$	مدل فروندلیخ
$q_e = B_1 \ln(k_1) + B_1 \ln(C_e)$	مدل تکمین

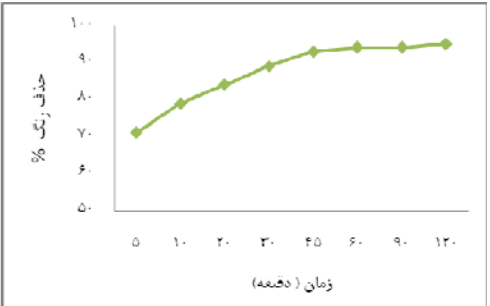
با توجه به نتایج بدست آمده از آزمایشات ناپیوسته سنتتیک فرآیند جذب، ایزوترمهای جذب و ظرفیت جذب تعیین گردید. جهت تعیین ظرفیت جذب از رابطه استفاده شد. در این رابطه q_e ظرفیت جذب بر حسب میلی گرم به ازای هر گرم جذب C_0 ، غلظت اولیه رنگ بر حسب میلی گرم در لیتر C_e ، غلظت رنگ در زمان t بر حسب میلی گرم در لیتر M ، جرم جاذب بر حسب گرم V ، حجم نمونه بر حسب لیتر می باشد.

نتایج:

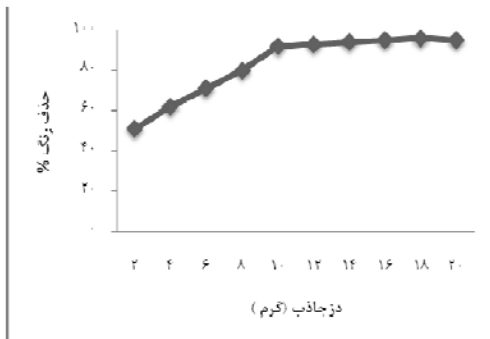
تاثیر: PH برای تعیین pH بهینه جهت دستیابی به بیشترین حذف رنگ AB113 از رنگ با غلظت ۲۰ میلی گرم در لیتر، با مقدار جاذب ۱۰ گرم در لیتر، زمان تماس ۴۵ دقیقه و pH 2-11 استفاده شد. غلظت رنگ، دوز جاذب و زمان تماس برای بدست آوردن pH بهینه ابتدا با استفاده از PH ثابت و تغییر سایر پارامترها بهینه سازی شد. همانطور که در شکل ۲ نشان داده شده است در pH اسیدی بخاطر اینکه رنگ اسیدی می باشد میزان حذف بالا می باشد و با افزایش pH میزان حذف کاهش می یابد. بنابراین pH بهینه برای حذف رنگ AB113 2 تا ۳ می باشد. برای اینکه pH بهینه بین عدد ۲ تا ۳ بدست بیاید یک بار دیگر آزمایش از ۲ تا ۳ و بصورت اعشاری ۰.۱ انجام می شود و $pH = 2.5$ به عنوان بهینه بدست می آید. آنالیز داده ها با استفاده از رگرسیون خطی به طور معنی داری نشان داد با افزایش یک واحد pH، میزان درصد حذف به اندازه ۰/۳۸ کاهش می یابد ($p \leq 0/001$).

تاثیر زمان تماس: تاثیر زمان تماس بر روی کارایی حذف رنگ در سیستم مورد مطالعه با تغییر در زمان تماس از ۱۰ دقیقه تا ۱۲۰ دقیقه انجام شد. تمام مطالعات این مرحله در PH بهینه با دوز جاذب ۱۰ گرم در لیتر و مقدار رنگ ۲۰ میلی گرم در لیتر انجام پذیرفت (البته برای تمام دزهای جاذب و رنگ زمان تعادل بدست آورده شد). همانطوری که در نمودار ۴ نشان داده شده است با افزایش زمان تماس تا ۴۵ دقیقه میزان حذف رنگ افزایش می یابد بطوریکه میزان حذف در دقیقه ۵ برابر با ۷۰ درصد و در نمونه ۴۵ دقیقه ای برابر با ۹۱ درصد می باشد. ولی با افزایش زمان تماس از ۴۵ دقیقه میزان حذف تقریباً ثابت می باشد بنابراین زمان تماس ۴۵ دقیقه به عنوان زمان تماس بهینه خوانده می شود. آنالیز داده ها با استفاده از رگرسیون خطی به طور معنی داری نشان داد با افزایش یک واحد زمان تماس، میزان درصد حذف به اندازه ۰/۱۱۲ افزایش می یابد) $(p \leq 0/001)$.

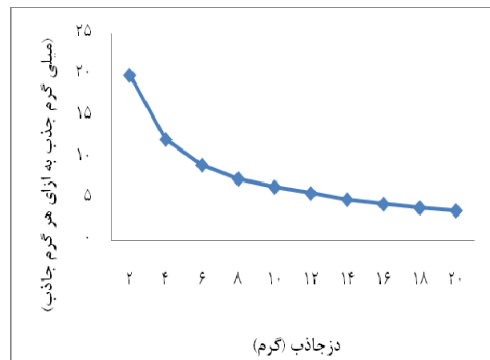
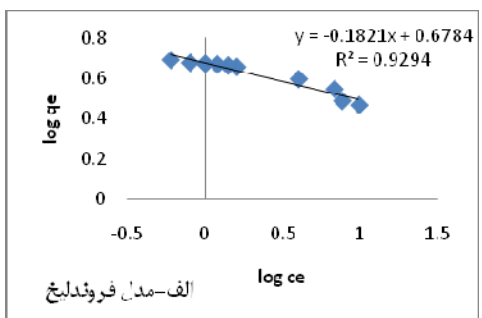
تاثیر دوز جاذب: تاثیر غلظت اولیه جاذب بر روی کارایی حذف رنگ در سیستم مورد مطالعه با تغییر در غلظت اولیه جاذب بر حسب گرم (۲ تا ۲۰ گرم در لیتر) انجام شد آزمایشات در $PH = ۲.۵$ (بهینه) و مقدار اولیه رنگ ۲۰ میلی گرم در لیتر در زمان تعادل ۴۵ دقیقه انجام شد و همانطور که در شکل ۳(الف) مشاهده می شود با افزایش مقدار جاذب درصد حذف رنگ نیز افزایش می یابد بطوریکه در غلظت ۲ گرم در لیتر میزان حذف ۵۱٪، اما در غلظت ۱۰ گرم در لیتر میزان حذف بالای ۹۰ درصد می باشد. البته در غلظت های بالای ۱۰ گرم در لیتر شیب حذف رنگ بسیار کم و در حد تعادل می باشد. با اینکه با افزایش مقدار جاذب میزان حذف نیز افزایش می یابد ولی میزان رنگ جذب شده به ازای هر گرم جاذب (qe) کاهش می یابد و حداکثر ظرفیت جذب گیاه ۲۰ میلی گرم به ازای هر گرم جاذب می باشد که در نمودار ۳(ب) نشان داده شده است.



نمودار ۴: تاثیر زمان تماس بر روی کارایی حذف رنگ AB113



نمودار ۳(الف): تاثیر دز جاذب بر روی کارایی حذف رنگ AB113

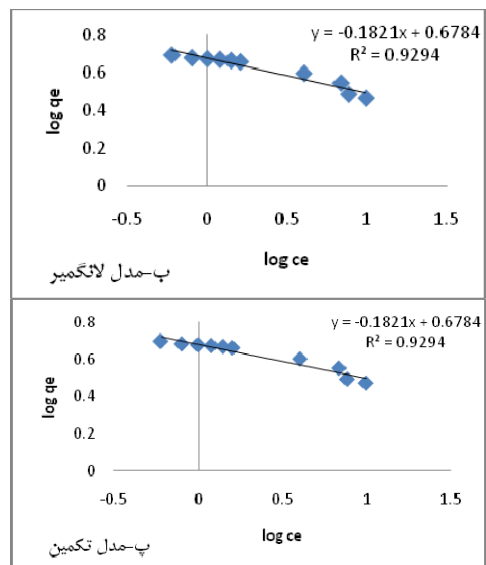


نمودار ۳(ب): میزان رنگ جذب شده به ازای هر گرم جاذب (غلظت اولیه رنگ) 1 mg/100

محو، ناطقی، یوسفی ملکی و Tan در مورد حذف رنگ کاملاً مطابقت دارد (۸-۶، ۲۱، ۲۲).

ذرات کانولا دارای ساختاری غیر متبلور بوده و دارای خلل و فرج و سطوح مناسب برای جذب است که با مطالعات صورت گرفته همخوانی کامل دارد (۲۳). مقدار pH محلول نقش مهمی را در کل فرایند و ظرفیت جذب ایفا می نماید و نه تنها بار سطحی جاذب بلکه درجه یونیزاسیون مواد موجود در محلول و تفکیک گروههای عاملی در مکانهای فعال جاذب و همچنین شیمی محلول را نیز تحت تاثیر قرار می دهد و نقشی ضروری در جاذبه الکترواستاتیکی بین جاذب و رنگ زای ایفا می کند. نتایج این مرحله بیان گر این بود که ظرفیت جذب با افزایش pH کاهش یافته و در بهترین شرایط ۹۹ درصد حذف صورت گرفته بود. جذب بیشتر رنگ در pH پایین تر ممکن است در اثر جذب الکترواستاتیکی بین یون های رنگی با بارهای منفی و سطح جاذب با بار مثبت باشد. نتایج مشابهی توسط (۱، ۷، ۲۴، ۲۵).

با افزایش دز جاذب میزان حذف نیز افزایش می یابد ولی میزان رنگ جذب شده به ازای هر گرم جاذب کاهش می یابد که به علت پرشدن سطح فعال جاذب می باشد که با مطالعاتی در زمینه حذف رنگ مطابقت دارد (۱۲، ۲۶). و با توجه به اینکه به ازای یک مقدار مشخص از یک جاذب، محلهای جذب ثابت می باشد، بنابراین با افزایش غلظت اولیه رنگ، کارایی حذف رنگ کاهش می یابد. همچنین کاهش نسبت باقی مانده ی رنگ به غلظت اولیه رنگ با افزایش غلظت اولیه رنگ را می توان به دلیل افزایش نیروی رانش در اثر افزایش غلظت اولیه رنگ مربوط دانست، که بین مولکول های رنگ دافعه ایجاد شده و از جذب رنگ روی جاذب جلوگیری می شود (۶، ۲۴، ۲۷، ۲۸). در این تحقیق زمان رسیدن به حداکثر جذب در ۴۵ دقیقه ابتدایی صورت می گیرد و این نشان دهنده این است که



تموداره ۵: نتایج حاصل از معادلات کلاسیک جذب سطحی

بحث:

در سال های اخیر، روش جذب سطحی رنگ های آلی به طور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته شده است. در این پژوهش کارآیی حذف رنگ اسید بلو ۱۱۳ توسط پسماند کانولا مورد بررسی قرار گرفته شد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که کارآیی حذف رنگ با افزایش زمان تماس افزایش می یابد که بخاطر تماس بیشتر آلاینده با جاذب می باشد. جذب رنگ در دقایق ابتدایی با سرعت زیاد صورت گرفته و با گذشت زمان تماس، مقدار جذب کاهش می یابد، که این امر می تواند به دلیل کاهش غلظت رنگ محلول و کاهش نقاط فعال در سطح جاذب باشد. چون که در مراحل اولیه جذب مکان های خالی زیادی در دسترس می باشد و با گذشت زمان این مکانها توسط مولکولهای رنگ اشغال می شوند. به طور کلی ظرفیت جذب با افزایش زمان تماس افزایش و در یک زمان مشخص ثابت می ماند و از آن زمان به بعد رنگ محلول حذف نمی گردد. در این زمان مقدار رنگ جذب شده با مقدار واجذب شده در حالت تعادل قرار دارد که با مطالعات

نتیجه گیری:

براساس نتایج بدست آمده ساقه کانولا که به عنوان یک ماده زائد محسوب می شود که می تواند یک جاذب موثر و ارزان و در دسترس برای حذف رنگ AB113 از پساب صنایع نساجی مورد استفاده قرار گیرد. میزان حذف به پارامترهایی مانند زمان تماس ، PH، دزجاذب و همچنین غلظت اولیه رنگ بستگی دارد و با افزایش زمان میزان حذف نیز افزایش می یابد همچنین با توجه به داده های تعادلی بهترین ایزوترم، لانگمیر می باشد. لذا پیشنهاد می شود که از فاضلاب کارخانه نساجی به جای ساخت فاضلاب سنتتیک استفاده شود و نیز از این جاذب برای جذب ترکیبات آلی دیگر استفاده شود.

سپاسگزاری:

نویسندگان این مقاله از حمایت های مادی معاونت تحقیقات و فناوری و کمیته تحقیقات دانشجویی دانشگاه علوم پزشکی مازندران تشکر و قدردانی می نمایند.

نسبت به جاذب های دیگر مثل کربن فعال، نانوذرات اکسید نیکل، خاکستر استخوان، کربن فعال از تیره های فرسوده جذب در زمان کوتاهی صورت می گیرد (۶، ۷، ۱۰، ۲۹). در بهترین شرایط میزان جذب بالای ۹۹ درصد می باشد و در مقایسه با جاذب های دیگر مثل کربن فعال و خاکستر استخوان و گل قرمز جذب بالاتری دارد که می تواند بخاطر وجود ساختار لیگنوسلولزی قوی گیاه کانولا باشد (۳، ۶، ۱۰).

ایزوترم های جذب:

استفاده از گل قرمز برای حذف رنگ AB113 با توجه به داده های تعادلی از ایزوترم لانگمیر تبعیت می کند (R2=0.993) همچنین از ایزوترم تکمین با (R2=0.94) بهتر از ایزوترم فروندلیخ با (R2=0.929) پیروی می کند که با مطالعاتی که درباره حذف رنگ توسط اصلیمان و همچنین مطالعه سمرقندی با جاذب معدنی پامیس کاملاً تطابق داشته است (۱، ۱۵).

References

1. Samarghandi MR, Sepehr MN, Zarrabi M, Norouzi M, FAMraie. Mechanism and Removal Efficiency of C.I. Acid Blake 1 by Pumice Stone Adsorbent. Health & Environmental. 2011;3(4):399-410.
2. Li Q, Yue Q-Y, Sun H-J, Su Y, Gao B-Y. A comparative study on the properties, mechanisms and process designs for the adsorption of non-ionic or anionic dyes onto cationic-polymer/bentonite. Journal of Environmental Management. 2010;91(7):1601-11.
3. Shokohi R, Jafari Z. Removal dye Acid Blue 113 from aqueous environment by adsorption on Activated red mud. medical kordestan. 2011;16:55-65.
4. Jaafari SJ, Shokouhi R, Zadeh EH, Taghavi M, Arezoumandi R, Ahadi H. Removal of Reactive Black 5 (RB5) dye from aqueous solution by using of adsorption onto activated red mud: kinetic and equilibrium study. Jundishapur Health Sciences. 2012;4(1):57-67.
5. Ghaneian M, Ehrampoush M, Ganizadeh G, Shahi MA, Momtaz M. Application of Ozonation on the removal of Reactive Red 198 dye at alkaline Condition. College Health Yazd. 2010;9(2):11-21.
6. Mahvi A, Heibati B. Removal Efficiency of Azo Dyes from Textile Effluent Using Activated Carbon Made from Walnut Wood and Determination of Isotherms of Acid Red18. public Ardabil. 2009;1(3):7-15.
7. Nateghi R, Bonyadinejad GR, Amin MM. Nickel oxide nanoparticles application as an efficient adsorbent for dye removal from synthetic wastewater treatment. Health Systems Research. 2009;6:1015-21.
8. Yosefi Z, Mohseni A, Mohamadpour RA, Molki A, Gharemani A. Removal performance of the GAC-SBR hybrid system to removal Reactive Yellow 3 and Disperse Yellow 3 dye of wastewater. Mazandaran University of Medical Sciences. 1390;21(1):41-9.

9. Ghaneian M, Ehrampoush MH, Ghanizadeh G, Momtaz M. Study of Eggshell Performance as a Natural Sorbent for the Removal of Reactive Red 198 Dye from Aqueous Solution. *College Health Yazd*. 2011;10(1):70-81.
10. Ghanizadeh G, Asgari G. Removal of Methylene Blue Dye from Synthetic Wastewater with Bone Char. *Health & Environmental*. 2009;2(2):102-12.
11. Gok o, Ozcan AS, Ozcan A. Adsorption behavior of a textile dye of Reactive Blue 19 from aqueous solutions onto modified bentonite. *Applied Surface Science*. 2010(256):5439-43.
12. C Ferdag Necip Atarb AO. Biosorption of acidic dyes from aqueous solution by *Paenibacillus macerans*: Kinetic, thermodynamic and equilibrium studies. *Chemical Engineering Journal*. 2009;150(1):122-30.
13. Crini Gg, Badot P-M. Application of chitosan, a natural aminopolysaccharide, for dye removal from aqueous solutions by adsorption processes using batch studies: A review of recent literature. *Progress in Polymer Science*. 2008;33(4):399-447.
14. Naddafi K, Nodehi RN, rad MJ. Removal of Reactive Blue 29 Dye from Water by Single-Wall Carbon Nanotubes. *Health & Environmental*. 2011;3(4):359-68.
15. Asilian H, Moussavi GR, Mahmoudi M. Adsorption of Reactive Red 198 Azo Dye from Aqueous Solution onto the Waste Coagulation Sludge of the Water Treatment Plants. *Health & Environmental*. 2010;3(1):94-103.
16. Shokohi R, Samarghandi MR, Pourfarzi F, Siboni MS, vahedi H. Removal of Reactive Black 5 (RB5) Dye from Aquatic Solution by Using of Adsorption onto Synthesized Sodium Alginate Magnetic Beads. *Health & Environmental*. 2011;4(1):1-10.
17. Hadi M, Samarghandi MR, Azizian S, Samadi MT, Shokoohi R, Rahmani A. Using Thomas Model to Evaluate Dye Removal from Aqueous Solutions in Fixed-bed Columns of Activated Carbon. *water and wastewater*. 2011(1):23-34.
18. Toor M, Jin B. Adsorption characteristics, isotherm, kinetics, and diffusion of modified natural bentonite for removing diazo dye. *Chemical Engineering* 2011(187):79-88.
19. Tan C-y, Li M, Lin Y-M, Lu X-Q, Chen Z-l. Biosorption of Basic Orange from aqueous solution onto dried *A. filiculoides* biomass: Equilibrium, kinetic and FTIR studies. *Desalination*. 266(3):56-62.
20. Hamzeh Y, Izadyar S, Azadeh E, Abyaz A, Asadollahi Y. Application of Canola Stalks Waste as Adsorbent of Acid Orange 7 from Aqueous Solution. *Health & Environmental*. 2011;4(1):48-56.
21. Tan C-y, Li G, Lu X-Q, Chen Z-l. Biosorption of Basic Orange using dried *A. filiculoides*. *Ecological Engineering*. 2010;36(10):1333-40.
22. Maleki A, Mahvi AH, Zazouli MA, IZANLOO H, BARATI AH. Aqueous Cadmium Removal by Adsorption on Barley Hull and Barley Hull Ash. *Asian Journal of Chemistry*. 2011;23(3):1373-6.
23. Al-Momani F, Touraud E, Degorce-Dumas JR, Roussy J, Thomas O. Biodegradability enhancement of textile dyes and textile wastewater by VUV photolysis. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*. 2002;153(13):191-7.
24. Zazouli MA, Taghavi M, Bazrafshan E. Influences of Solution Chemistry on Phenol Removal From Aqueous Environments by Electrocoagulation Process Using Aluminum Electrodes. *Health Scope*. 2012;1(2):66-70.
25. Bazrafshan E, Mostafapour FK, Faridi H, Zazouli MA. Application of *Moringa peregrina* seed extract as a natural coagulant for phenol removal from aqueous solutions. *African Journal of Biotechnology* 2012;11(103):16758-66.
26. Bazrafshan E, Mostafapour FK, Zazouli MA. Methylene blue (cationic dye) adsorption into *Salvadora persica* stems ash. *African Journal of Biotechnology* 2012;11(101):16661-8.
27. Moussavi G, Mahmoudi M. Removal of azo and anthraquinone reactive dyes from industrial wastewaters using MgO nanoparticles. *Hazardous Materials*. 2009;168:806-12.
28. Zazouli MA, Taghavi M. Phenol Removal from Aqueous Solutions by Electrocoagulation Technology Using Iron Electrodes: Effect of Some Variables. *Journal of Water Resource and Protection*. 2012;4:980-3.
29. Hoseinzadeh E, Rahmani AR. Producing Activated Carbon from Scrap Tires by Thermo-Chemical Method and Evaluation its Efficiency at Removal Acid Black 1 Dye. *Health & Environmental*. 2012;4(4):428-38.