

## ارزیابی کربن فعال تهیه شده از چوب درخت گردو در حذف رنگ‌های آزو در پساب‌های نساجی و تعیین ایزوترم‌های Acid Red18

امیر حسین محوی<sup>۱</sup>، بهزاد هبیتی<sup>۲</sup>

۱. عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشکده بهداشت، گروه مهندسی بهداشت محیط

۲. نویسنده مسئول: دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشکده بهداشت، گروه مهندسی بهداشت محیط، E-mail:bheibati@gmail.com

### چکیده

**زمینه و هدف:** رنگ‌های نساجی و دیگر مواد رنگی صنعتی یکی از بزرگترین ترکیبات آلی را تشکیل می‌دهند که افزایش خطرات زیست محیطی را به دنبال دارد. بنابراین لازم است که این گونه پساب‌ها قبل از تخلیه به محیط با استفاده از روش‌های مؤثر مورد تصفیه قرار گیرند. هدف از این مطالعه بررسی کارایی حذف و تعیین ایزوترم‌های جذب رنگ Acid Red18 از محیط آبی، با استفاده از کربن فعال تهیه شده از چوب درخت گردو می‌باشد.

**روش کار:** مطالعه حاضر، یک مطالعه بنیادی- کاربردی است که در مقیاس آزمایشگاهی انجام گرفت. پارامترهای مختلفی از جمله غلظت اولیه محلول رنگ، اثر جرم ماده جاذب بر حذف رنگ جهت استخراج ایزوترم‌های جذب و pH بررسی شد. برای اندازه‌گیری غلظت باقیمانده رنگ از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۱۸ نانومتر استفاده گردید. **یافته‌ها:** نتایج نشان داد که رنگ Acid Red18 از ایزوترم فروندلیج ( $R^2 > 0.962$ ) پیروی می‌کند. با استفاده از مدل لانگمویر، حداکثر ظرفیت جذب این رنگ را ۳۲/۸ میلی‌گرم بر گرم محاسبه شد.

**نتیجه‌گیری:** بطور کلی نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که می‌توان از کربن فعال ساخته‌شده از چوب گردو به عنوان یک نوع جاذب مؤثر جهت حذف رنگ‌های آزو استفاده کرد.

**واژه‌های کلیدی:** ایزوترم، حذف رنگ، کربن فعال، فروندلیج و لانگمویر، Acid Red18

پذیرش: ۸۹/۱۲/۲۲

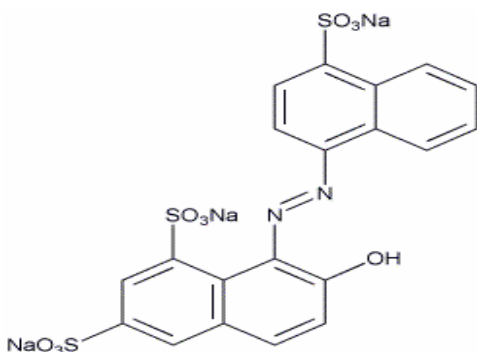
دریافت: ۸۹/۱۱/۱۳

### مقدمه

دارد. حدود ۲۰-۱٪ از کل تولیدات جهانی رنگ‌ها در طول فرآیندهای رنگ‌کاری از دست می‌رود و در جریان‌های نساجی رها می‌شود. این مواد رنگی از ساختار شیمیایی متفاوتی همچون اسیدی، قلیایی، ری‌اکتیو، دیسپرس، آزو، دی‌آزو، پایه آنتراکینون و رنگ‌های فلزی تشکیل شده‌اند [۲۰۱]. اغلب رنگ‌های مورد استفاده در این صنایع از نوع رنگ‌های سنتتیک

رنگ‌های سنتتیک به عنوان یکی از مشکلات اساسی از نظر زیست محیطی محسوب می‌گردد. به خاطر اینکه این نوع رنگ‌ها ممکن است در اثر تجزیه به محصولات سمی تبدیل گردند. رنگ‌های نساجی و دیگر مواد رنگی صنعتی یکی از بزرگترین ترکیبات آلی را تشکیل می‌دهند که افزایش خطرات زیست‌محیطی را به دنبال

عوامل موثر در رنگ‌بری از قبیل pH، زمان تماس، غلظت اولیه رنگ و ایزوترم جذب رنگ‌زا می‌باشد، که باتوجه به ساختار کربن فعال و به علت دارا بودن تخلخل مناسب و دانسیته مناسب می‌تواند به عنوان یک جاذب خوب در حذف عوامل مزاحم در آب و فاضلاب از جمله رنگ شناخته شود. در این پژوهش ماده رنگ‌زای Acid Red 18 به عنوان شاخص مواد رنگ‌زای گروه آزو انتخاب گردیده است که ساختار شیمیایی آن در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱. ساختار شیمیایی رنگ آزو Acid Red 18

## ۲- مواد و روش‌ها

مطالعه مورد نظر یک مطالعه بنیادی-کاربردی است که به صورت ناپیوسته در مقیاس آزمایشگاهی انجام گرفت. متغیرهای مورد استفاده در این تحقیق شامل غلظت اولیه رنگ، pH، زمان تماس و مقدار دوز اولیه جاذب می‌باشد که از مدل‌های ایزوترمی لانگمویر و فروندلیچ در جذب رنگ Acid Red 18 توسط کربن فعال ساخته‌شده از چوب گردو صورت گرفت. تمام مواد شیمیایی مورد استفاده از شرکت مرک آلمان تهیه گردید و بدون عملیات خالص‌سازی مورد استفاده قرار گرفت. در این پژوهش برای تهیه ماده جاذب از چوب درخت گردو استفاده گردید. در مرحله نخست چوب‌ها به قطعات ۵/ سانتیمتری در آورده شد و

می‌باشند. معمولاً رنگ‌های سنتتیک به انواع رنگ‌های اسیدی، رنگ‌های راکتیو، رنگ‌های مستقیم، رنگ‌های بازی و سایر گروه‌ها تقسیم‌بندی می‌شوند [۳]. مواد رنگ‌زای مختلفی در صنایع استفاده می‌شود که معمول‌ترین آنها رنگ‌های گروه آزو می‌باشد. رنگ‌های آزو یکی از بزرگترین گروه رنگ‌های سنتتیک را به خود اختصاص داده که دارای یک یا تعداد بیشتری باند آزو-N-N- می‌باشند [۴]. رنگ‌های آزو معمولاً با وجود یک یا چند پیوند آزو (-N-N-) قابل شناسایی می‌باشند که بیشتر در صنایع نساجی، چرم و مواد غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد [۵].

عمدتاً مواد رنگ‌زا دارای یک یا چند حلقه بنزنی می‌باشند که به دلیل سمی بودن و دیرتجزیه‌بودن، چنانچه بدون تصفیه وارد محیط شوند، می‌توانند صدمات جبران‌ناپذیری به محیط زیست وارد کنند. تاکنون روش‌های مختلفی از جمله روش‌های بیولوژیک [۶ و ۷]، فرآیندهای غشایی [۸] و فرآیندهای اکسیداسیون پیشرفته [۶] و سایر روش‌ها برای تصفیه اینگونه پساب‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. فرآیند جذب سطحی یکی از معمول‌ترین فرآیندهای مورد استفاده در تصفیه آب و فاضلاب می‌باشد. معمولاً فرآیند جذب سطحی بر روی کربن فعال انجام می‌گیرد. فناوری جذب با کربن فعال به عنوان یکی از فناوری‌های کنترلی موجود پذیرفته شده است. کربن فعال که به صورت وسیع مورد استفاده قرار می‌گیرد دارای ظرفیت و سطح جذب بالا می‌باشد. کربن فعال تجاری معمولاً گران‌قیمت بوده و برای کاربرد آن نیاز به نیروی متخصص می‌باشد. امروزه محققان مختلفی از جاذب‌های طبیعی از جمله کاه جو و گندم [۴]، خاکاره چوب [۵، ۶] و سایر جاذب‌های طبیعی برای حذف آلاینده‌های آلی و غیر آلی به‌خصوص رنگ‌ها استفاده می‌کنند. هدف از این تحقیق ارزیابی کربن فعال تهیه‌شده از چوب درخت گردو به عنوان جاذب در فرآیند جذب سطحی رنگ Acid Red 18 با بررسی

با توجه به نتایج بدست آمده از آزمایشات ناپیوسته سنتیک فرآیند جذب، ایزوترم‌های جذب و ظرفیت جذب تعین گردید. جهت تعیین ظرفیت جذب از رابطه زیر استفاده شد [۸،۹].

(۱)

$$q_e = \frac{(C_0 - C_e) V}{M}$$

که در این رابطه  $C_0$  و  $C_e$  غلظت اولیه و نهایی رنگ در محلول (mg/l) و  $V$  حجم محلول (L) و  $m$  جرم جاذب می باشد (g). جهت تعیین مدل‌های ایزوترمی، مقدار ۰/۸ گرم از جاذب به محلول‌های رنگ با غلظت‌های ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰ اضافه شد و pH محلول‌ها روی ۷ تنظیم گردید. محلول‌های مورد نظر به مدت ۲ روز بر روی همزن با ۱۶۰ rpm قرار داده شد، بعد از اتمام زمان مورد نیاز و پس از فیلتر شدن، غلظت‌های باقی مانده رنگ به روش اسپکتروفتومتری تعیین مقدار گردید. ایزوترم‌های جذب، معادلاتی برای تشریح حالت تعادل جزء جذب شونده بین فاز جامد و سیال می باشد. در این تحقیق داده‌های تجربی تعادل جذب با مدل‌های ایزوترم جذب فروندلیچ و لانگمویر مورد بررسی قرار گرفت. معادله خطی ایزوترم لانگمویر به صورت معادله (۲) می باشد.

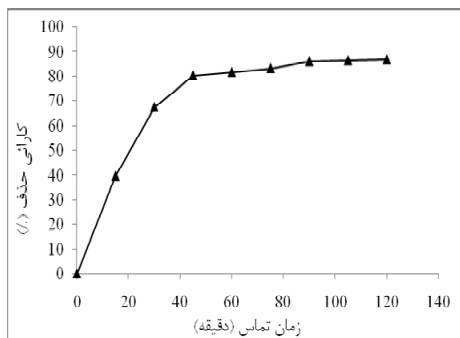
$$\frac{c_e}{q_e} = \frac{1}{q_m b} + \frac{1}{q_m} c_e \quad (2)$$

$q_e$  مقدار جزء جذب شده در واحد جرم جسم جاذب برحسب میلی گرم بر گرم،  $C_e$  غلظت تعادلی ماده جذب شده در محلول بعد از جذب سطحی بر حسب میلی گرم بر لیتر،  $q_m$  نشان دهنده ظرفیت جذب و  $b$  ثابت لانگمویر می باشد که از رسم نمودار  $\frac{C_e}{q_e}$  در مقابل  $C_e$  بدست می آیند. یکی از ویژگی‌های معادله لانگمویر، پارامتر بدون بعد ضریب جداسازی RL می باشد که از رابطه (۳) محاسبه می شود.

(۳)

$$R_L = \frac{1}{(1 + bC_0)}$$

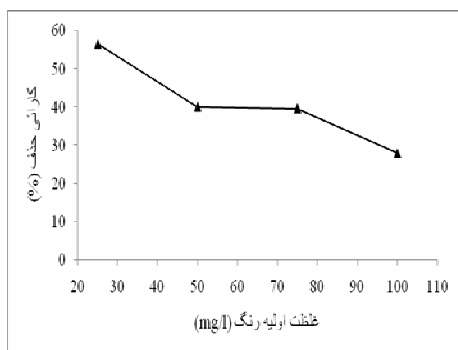
آغشته به اسید فسفریک گردید که اسید فسفریک نقش ماده فعال کننده را ایفا می کند. سپس چوب‌های آغشته به اسید فسفریک در داخل کوزه‌های بدون لعاب قرار گرفت و دهانه کوزه با گل کوزه‌گری پوشانده و تنها یک منفذ کوچک برای خروج بخارات گذاشته شد. سپس کوزه‌ها در داخل کوره به مدت ۲ ساعت در دمای ۹۰۰ درجه سیلیسیوس قرار داده شد. پس از خارج کردن کوزه‌ها از داخل کوره، کربن‌های فعال شده از داخل کوزه درآورده شد و با آب مقطر شستشو گردید و در داخل فور قرار گرفت تا خشک گردد. در نهایت کربن فعال به وسیله هاون خرد گردید و به وسیله الک با مش بین ۲۰-۳۰ جدا و آماده برای استفاده شدند. رنگ مورد استفاده از شرکت الوان ثابت با درصد خلوص ۹۹٪ تهیه شد. کلیه غلظت‌های رنگ مطابق با حداکثر طول موج ( $\lambda_{max}$ ) اندازه گیری شد که با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری UV/VIS (Shimadzo-1700, Japan) برای رنگ Acid Red18، ۵۱۸ نانومتر به دست آمد. برای تنظیم pH (Sartorius PP-50) از محلول NaOH یا HCl یک نرمال استفاده شد. به منظور بررسی اثر جرم ماده جاذب بر حذف رنگ جهت استخراج ایزوترم‌های جذب، بعد از به دست آوردن زمان تعادل از طریق انجام آزمایش سینتیکی اولیه، امکان انجام آزمایش‌های تعادلی عملیات جذب فراهم خواهد شد. داده‌های حاصله از آزمایش‌های تعادلی معمولاً تحت عنوان ایزوترم‌های جذب شناخته می شوند. این داده‌ها، داده‌های پایه‌ای به منظور طراحی سیستم‌های جذب سطحی به حساب می آیند. برای این منظور از مدل‌های کلاسیک جذب سطحی یعنی مدل‌های لانگمویر و فروندلیچ استفاده شد که بیانگر ارتباطات تعادلی غلظت ماده حذف شونده بین ماده جاذب و محلول می باشند. به منظور محاسبه مقدار پارامترهای مدل‌های ایزوترمی لانگمویر و فروندلیچ با توجه به نتایج بدست آمده در این مطالعه مطابق زیر عمل گردید.



شکل ۲. تأثیر زمان تماس بر روی کارایی حذف Acid Red18 (غلظت اولیه رنگ ۵۰ mg/l، دوز جاذب ۰/۸ گرم، pH=۵)

### ۳-۲- تأثیر غلظت اولیه رنگ

نتایج حاصل از تأثیر غلظت اولیه رنگ با غلظت‌های ۰/۸، ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ در pH=۵ با دوز جاذب ۰/۸ گرم در شکل ۳ نشان داده شده است. همان‌طور که در شکل ۳ مشخص است، با افزایش غلظت اولیه رنگ از ۲۵ mg/L به ۱۰۰ mg/L راندمان حذف Acid Red18 کاهش می‌یابد. با توجه به شکل شماره ۳ مقدار راندمان حذف رنگ Acid Red18 در غلظت‌های اولیه ۰/۸، ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ به ترتیب برابر با ۵۶/۵۶، ۴۰/۰۸، ۳۹/۶۸، ۲۸/۰۲ درصد تعیین شده است. مطابق نتایج به دست آمده از آزمایشات و با توجه به شکل ۴ می‌توان به این نتیجه رسید که کارایی حذف رنگ Acid Red18 با افزایش رنگ از ۱۰ mg/l به ۸۰ mg/l به صورت صعودی کاهش می‌یابد، بنابراین با افزایش غلظت اولیه رنگ از ۸۰ mg/l به بعد کارایی حذف ادامه یافته ولی سرعت حذف کاهش می‌یابد.



شکل ۳. تأثیر غلظت اولیه رنگ بر روی کارایی حذف رنگ Acid Red18 (در حضور ۰/۸ گرم کربن فعال در ۲۰۰ سی سی نمونه در pH=۵)

با استفاده از این پارامتر، نوع فرآیند جذب را می‌توان مشخص ساخت. مقادیر ارائه شده برای این پارامتر در جدول ۱ آورده شده است [۷].

پارامتر RL	نوع فرآیند جذب
RL > ۱	غیر مطلوب
RL = ۱	خطی
۰ < RL < ۱	مطلوب
RL = ۰	معکوس ناپذیر

معادله ایزوترم جذب فروندلیچ به صورت معادله (۴) می‌باشد.

$$\log q_e = \log K_f + \frac{1}{n} (\log C_e) \quad (4)$$

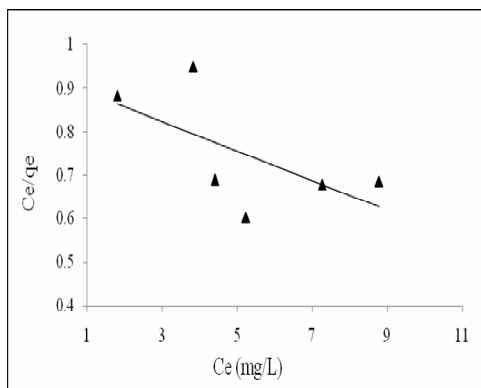
$C_e$  غلظت تعادل میلی‌گرم در لیتر،  $q_e$  ظرفیت جذب در زمان تعادل بر حسب میلی‌گرم بر گرم و  $K_f$  و  $n$  ثابت‌های فروندلیچ می‌باشند که با رسم نمودار  $\log q_e$  در مقابل  $\log C_e$  بدست می‌آیند [۱۰ و ۱۱].

### ۳- یافته‌ها

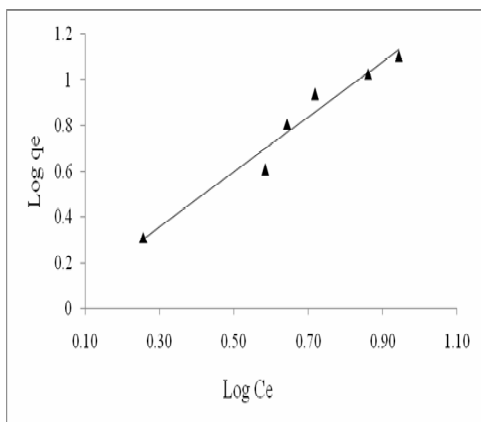
#### ۳-۱- تأثیر زمان تماس

زمان تماس یک متغیر مهم در فرآیند جذب می‌باشد. راندمان حذف و ظرفیت جذب با زمان تماس رابطه مستقیم دارد. تأثیر زمان تماس در فواصل زمانی ۱۰-۱۲۰ دقیقه برای جذب رنگ Acid Red18 با غلظت اولیه ۵۰ mg/L در pH=۵ با دوز ثابت ۰/۸ گرم بررسی شد. تأثیر زمان تماس در حذف رنگ Acid Red18 در شکل ۲ نشان داده شده است. همان‌طور که در شکل ۲ مشخص است، با افزایش زمان تماس راندمان حذف افزایش می‌یابد و بیشترین راندمان حذف در لحظات اولیه رخ می‌دهد. بنابراین از روی شکل مشخص می‌شود که جذب رنگ Acid Red18 در زمان تماس ۹۰ دقیقه به تعادل می‌رسد. همان‌طور که از روی شکل مشخص است، حداکثر راندمان حذف برای رنگ Acid Red18 در زمان تماس ۹۰ دقیقه اتفاق می‌افتد.

ایزوترمی لانگمویر و فروندلیچ در جدول شماره ۲ آورده شده‌اند. ثابت  $n$  مقیاسی از شدت جذب می‌باشد. با توجه به جدول ۲ مقادیر  $n$  بدست آمده در جذب رنگ Acid Red18 توسط پامیس برابر  $۰/۸۲$  می‌باشد. همچنین در این تحقیق و با توجه به جدول ۴ مقدار رنگ Acid Red18 جذب شده به ازای واحد جرم پامیس برابر  $۳۰/۳ \text{ mg/g} = q_m(\text{mg/g})$  می‌باشد. با توجه به جدول ۱ مقدار ظرفیت جذب ( $K_f$ ) در مطالعه حاضر برابر  $۰/۹۸۴$  بدست آمد. همان‌طور که در جدول ۲ نشان داده شده است. بر اساس مطالعات انجام شده ارتباط میزان  $R_L$  و شرایط جذب را می‌توان مطابق جدول ۱ تعیین کرد. با توجه به محاسبات انجام شده بر اساس معادله ۳ میزان  $R_L$  جذب Acid Red18 بر روی کربن فعال معادل  $۰/۸۵۳$  محاسبه شد.



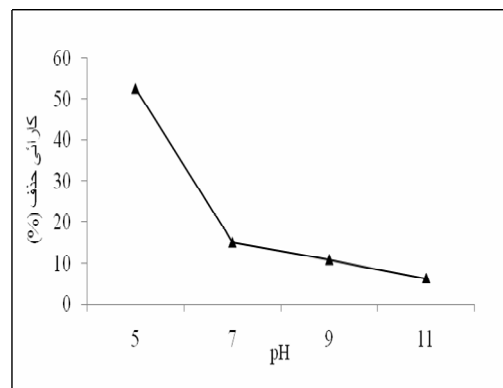
شکل ۵. نتایج حاصل از مطالعه ثابت تعادل، مدل ایزوترمی لانگمویر



شکل ۶. نتایج حاصل از مطالعه ثابت تعادل، مدل فروندلیچ

### ۳-۳- بررسی تأثیر pH

جهت بررسی تأثیر pH، محلول رنگ با غلظت اولیه  $100 \text{ mg/L}$  در pH های ۵، ۷، ۹، ۱۱ تهیه گردیده و سپس  $۰/۸$  گرم از کربن فعال آماده شده به  $۱۵۰$  سی سی محلول رنگ اضافه شد و بعد از زمان تماس  $۹۰$  دقیقه غلظت باقی مانده رنگ به روش اسپکتروفتومتری تعیین مقدار گردید. نتایج حاصل از تأثیر pH در شکل ۴ نشان داده شده است. همان‌طور که استنباط می‌شود مقدار راندمان حذف رنگ Acid Red18 در pH های اسیدی بیشتر است و  $\text{pH}=5$  نقطه بهینه برای جذب می‌باشد. همان‌طور که در شکل نشان داده شده است، راندمان حذف رنگ Acid Red18 در pH های ۵، ۷، ۹، ۱۱ به ترتیب  $۵۲/۴۶$ ،  $۱۵/۰۳$ ،  $۱۰/۸۳$ ،  $۶/۲۴$  درصد می‌باشد.



شکل ۴. بررسی تأثیر pH بر روی کارایی حذف رنگ Acid Red18 (در حضور  $۰/۸$  گرم کربن فعال در  $۲۰۰$  سی سی نمونه با غلظت  $100 \text{ mg/L}$ )

### ۳-۴- بررسی اثر جرم جاذب به منظور تعیین

#### ایزوترم‌های جذب رنگ Acid Red18

پارامترهای محاسبه شده از روی معادلات ایزوترمی در جدول ۱ نشان داده شده است. مطابق شکل‌های ۵ و ۶ مقادیر ضریب تعیین در جذب رنگ Acid Red18 با استفاده از کربن فعال برای مدل‌های ایزوترمی فروندلیچ و لانگمویر به ترتیب برابر با  $۰/۹۶۲$  و  $۰/۳۸۷$  تعیین گردید. با توجه به این مقادیر، مشاهده می‌شود که جذب رنگ Acid Red18 از ایزوترم فروندلیچ تبعیت می‌کند. مقادیر پارامترهای مدل‌های

جدول ۲. پارامترهای محاسبه شده برای مدل های ایزوترمی

لانگمویر				فروندلیچ		مدل	
RL	qm(mg/g)	b(L/mg)	R2	Kf	n	R2	پارامتر
۰/۸۵۳	۳۰/۳	۰/۰۳۳	۰/۳۸۷	۰/۹۸۴	۰/۸۲	۰/۹۶۲	مقدار

## بحث

در سال‌های اخیر، روش جذب سطحی رنگ‌های آلی به‌طور گسترده مطالعه شده است. در این پژوهش کارآیی حذف رنگ اسیدی از گروه رنگ‌های آزو، توسط کربن فعال ساخته‌شده از چوب گردو مورد بررسی قرار گرفت. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که کارآیی حذف رنگ با افزایش زمان تماس افزایش و با افزایش غلظت اولیه رنگ و pH کاهش می‌یابد. نتایج حاصل از آزمایشات نشان می‌دهد که با افزایش مدت زمان تماس، مقدار جذب افزایش می‌یابد و به حداکثر خود می‌رسد. جذب رنگ Acid Red18 در دقایق اولیه با سرعت زیاد صورت گرفته و با گذشت زمان تماس مقدار جذب کاهش می‌یابد، که این امر می‌تواند به دلیل کاهش غلظت رنگ Acid Red18 محلول و کاهش نقاط فعال در سطح جاذب باشد، چون که در مراحل اولیه جذب مکان‌های خالی زیادی در دسترس می‌باشد و با گذشت زمان این مکان‌ها توسط مولکول‌های رنگ اشغال می‌شوند. به طور کلی ظرفیت جذب با افزایش زمان تماس افزایش و در یک زمان مشخص ثابت می‌ماند و از آن زمان به بعد رنگ محلول حذف نمی‌گردد. در این زمان مقدار رنگ جذب‌شده با مقدار واجذب شده در حالت تعادل قرار دارد [۱۶ و ۱۷].

مطالعه بررسی اثر pH بر روی حذف رنگ Acid Red18 مطابق شکل ۴ نشان می‌دهد که با افزایش pH اولیه راندمان حذف کاهش می‌یابد. دلیل افزایش کارآیی حذف رنگ در pH پائین را می‌توان با افزایش یون  $H^+$  در محیط و کاهش یون  $OH^-$  و افزایش میزان یون‌های مثبت بر روی سطح جاذب توضیح داد. در

پژوهش حاضر رنگ مورد استفاده در محلول‌های آبی دارای بار منفی خواهد گردید که این امر باعث می‌گردد که کارایی جذب در pH پائین افزایش یابد، چرا که در pH پائین سطح کربن فعال بار مثبت خواهد شد و در نتیجه برهم‌کنش الکترواستاتیکی بین جاذب و رنگ ایجاد می‌شود. با کاهش pH تعداد مکان‌های با بار مثبت افزایش می‌یابد، بنابراین این مکان‌ها به دلیل جاذبه الکترواستاتیکی تمایل به جذب رنگ را دارند [۱۷، ۱۶]. در مطالعه‌ای که پاول و همکاران بر روی جذب رنگ‌های آنیونی و کاتیونی بر روی خاکستر فرار انجام داده‌اند، مشخص گردیده است که حذف رنگ‌های کاتیونی با افزایش pH افزایش می‌یابد، در حالی‌که با کاهش pH حذف رنگ‌های آنیونی افزایش می‌یابد. باردارشدن جاذب خاکستر فرار با بارهای منفی در pH بالا و همچنین باردارشدن سطح جاذب خاکستر فرار با بارهای مثبت در مقادیر pH پائین، باعث گردیده است که رنگ‌های کاتیونی در pH بالا و رنگ‌های آنیونی در pH پائین حذف گردد [۱۶]. در پژوهش حاضر رنگ مورد استفاده، در محلول‌های آبی دارای بار منفی خواهد گردید، که این امر باعث می‌گردد که کارایی جذب در pH پائین افزایش یابد، چرا که در pH پائین، سطح کربن فعال تهیه‌شده از درخت گردو دارای بار مثبت خواهد شد. در مطالعه دیگری یحیی همزه و همکاران از پسماندهای لیگنوسولوزی برای حذف رنگ‌زای راکتیو Remazol Black B استفاده کردند. آنها نشان دادند که با افزایش pH میزان جذب رنگ مورد نظر کاهش می‌یابد و pH نقطه ایزوالکتریک ۵/۷ می‌باشد، که در زیر این نقطه

معادله ۳ میزان  $R_L$  جذب Acid Red18 بر روی جاذب معادل ۰/۳۸۵ محاسبه شد که با توجه به جدول ۲ نشان‌دهنده جذب مطلوب رنگ Acid Red18 بر روی این جاذب می‌باشد. در مطالعه‌ای که توسط شکوهی و همکاران بر روی جاذب Acid Red18 توسط کربن فعال تهیه‌شده از درخت سرو صورت گرفت، حداکثر مقدار جذب برابر  $3/91 \text{ mg/g}$  به دست آمده است. در مطالعه حاضر حداکثر مقدار جذب رنگ مورد مطالعه برابر  $3/3 \text{ mg/g}$  بدست آمد که نشان‌دهنده کارایی بسیار بالای کربن فعال تهیه‌شده از چوب درخت گردو در حذف این نوع رنگ در مقایسه با کربن فعال تهیه‌شده از درخت سرو می‌باشد [۱۹].

### نتیجه گیری

در این تحقیق جذب رنگ Acid Red18 با استفاده از کربن فعال ساخته‌شده از چوب گردو بررسی شد. نتایج حاصل از مطالعات ایزوترم لانگمویر نشان داد که حداکثر ظرفیت جذب رنگ Acid Red18  $32/8$  میلی‌گرم بر گرم می‌باشد و با توجه به اینکه از روی رابطه  $R_L$  جاذب کربن فعال تهیه‌شده از درخت گردو به عنوان یک جاذب مطلوب برای رنگ Acid Red18 تعیین شد، نتیجه‌گیری می‌شود که می‌توان از کربن فعال تهیه‌شده از چوب درخت گردو به عنوان یک نوع جاذب موثر در حذف رنگ‌های آزو در پساب‌های نساجی استفاده کرد.

سطح جاذب دارای بار مثبت بوده و هر چه pH به سمت pH نقطه ایزوالکتریک نزدیک گردد، راندمان حذف به دلیل بار آنیونی ایجاد شده و دافعه کاهش می‌یابد [۱۸].

مطالعه بررسی اثر غلظت اولیه رنگ مطابق شکل ۳ نشان می‌دهد که راندمان حذف رنگ Acid Red18 با افزایش غلظت اولیه کاهش می‌یابد. با توجه به اینکه به ازای یک مقدار مشخص از یک جاذب، محل‌های جذب ثابت می‌باشد، بنابراین با افزایش غلظت اولیه رنگ، کارایی حذف رنگ کاهش می‌یابد. همچنین کاهش نسبت باقی‌مانده‌ی رنگ به غلظت اولیه رنگ با افزایش غلظت اولیه رنگ را می‌توان به دلیل افزایش نیروی رانش<sup>۱</sup> در اثر افزایش غلظت اولیه رنگ مربوط دانست، که بین مولکول‌های رنگ دافعه ایجاد شده و از جذب رنگ روی جاذب جلوگیری می‌شود [۱۴-۱۲]. در مطالعه‌ای که توسط شکوهی و همکاران بر روی حذف رنگ Acid Red18 با استفاده از کربن فعال ساخته‌شده از درخت کاج انجام گردیده است، نشان داده شده است که با افزایش غلظت اولیه رنگ، کارایی حذف کاهش می‌یابد، که دلیل این امر نیز تعداد جایگاه‌های ثابت بر روی یک مقدار مشخص از جاذب ذکر شده است [۱۹]. در مطالعه دیگری وانگ و همکارانش نشان دادند که جذب رنگ‌های بازی بر روی زئولیت MCM-22، با افزایش غلظت اولیه رنگ، راندمان حذف کاهش می‌یابد [۲۰].

نتایج حاصل از مطالعات ایزوترمی نشان داد که ضریب همبستگی معادله ایزوترمی فروندلیچ در حد بالایی قرار دارد، بنابراین می‌توان گفت که حذف رنگ Acid Red18 از معادله ایزوترمی فروندلیچ ( $R_2 > 0/962$ ) پیروی می‌کند. براساس مطالعات انجام‌شده، ارتباط میزان  $R_L$  و شرایط جذب را می‌توان مطابق جدول ۱ تعیین کرد. با توجه به محاسبات انجام‌شده بر اساس

## منابع

1. F. Colak, N. Atar, A. Olgun, Biosorption of acidic dyes from aqueous solution by *Paenibacillus macerans*: Kinetic, thermodynamic and equilibrium studies. *J. Chemical Engineering*. 150(2009), 122-130.
2. G. Crini, P. Badot. Application of chitosan, a natural aminopolysaccharide, for dye removal from aqueous solutions by adsorption processes using batch studies: a review of recent literature. *J. Progress in polymer science*. 33(2008), 399-447
3. P. Ji, J. Zhang, F. Chen, M. Anpo. Study of adsorption and degradation of acid orange 7 on the surface of CeO<sub>2</sub> under visible light irradiation. *J. Applied Catalysis B: Environmental*, 85(2009), 148-154.
4. T.Rabinson, B. Chandran, P. Nigam. Removal of dyes from an artificial textile dye effluent by two agricultural waste residues, Corn cob and barley husk, *Environ. Int.* 28(2002), 29-33.
5. F. Ferrero, Dye removal by low cost adsorbents, hazelnut shells in comparison with wood sawdust, *J. Hazardous Material*, 142(2007), 144-152.
6. A.E. Ofomaja, Kinetic study and sorption mechanism of methylene blue and methyl violet on to *Mansonia* wood sawdust, *J. Chemical Engineering*. 143(2008), 85-95.
7. Z. Aksu. Reactive dye bioaccumulation by *Saccharomyces cerevisiae*. *J. Process Biochemistry*. 38(2003), 1437-1444
8. J. Ratana, S. Anawat, L. Piyanoot. Performance evaluation of nanofiltration membranes for treatment of effluents containing reactive dye and salt. *J. Desalination*. 130(2000), 177-183.
9. B.H. Hameed, A.A. Ahmad, N. Aziz. Isotherms, kinetics and thermodynamics of acid dye adsorption on activated palm ash. *J. Chemical Engineering*. 133(2007): 195-203.
10. J. Blahovec, S. Yanniotis. Modified classification of sorption isotherms. *J. Food engineering*. 91(2009), 72-77.
11. T. Davis, A. Volesky, .A. Mucci. A review of the biochemistry of heavy metal biosorption by brown algae. *J. Water Research*. 37 (2003), 4311-4330.
12. S. Azizian. Kinetic models of sorption: a theoretical analysis. *J. Colloid. Interf. Sci.*, 276(2004), 47- 52.
13. X. Song, X. Cheng, X. Yang, D. Lic, R. Linghu. Correlation between the bond dissociation energies and impact sensitivities in nitramine and polynitro benzoate molecules with polynitro alkyl groupings. *J. Hazardous Materials*. 150 (2008), 317-321
14. M.H. Entezari, Z. Sharif Al-Hoseini, N. Ashraf. Fast and efficient removal of Reactive Black 5 from aqueous solution by a combined method of ultrasound and sorption process., *Ultrasonics Sonochemistry*. 15(2007), 433-437
15. S. Wang, H. Li. Application of zeolite MCM-22 for basic dye removal from wastewater." *Journal of colloid and interface science*. 295(2006), 71-78.
16. P. Jano, H. Buchtová. Sorption of dyes from aqueous solutions onto fly ash. *J. Water research*. 37(2003), 4938-4944.
17. Y. Hamze, E. Azadeh, S. Izadyar. Removal of Reactive Remazol Black B from contaminated water by Lignocellulosic waste of Canola Stalks, *J. Color.Sci.Tech.*(2010), JCST-M-10-1200.
18. M. Dogan, M. Alkan. Adsorption kinetics of maxilon blue GRL onto sepiolite from aqueous solutions. *J. Chemical Engineering*. 124(2006), 89-101.
19. Shokohi, r., Vatanpoor, V., Zarrabi, M., Vatani, akram. "Adsorption of acid red 18 by activated carbon from poplar wood." *E-Journal of Chemistry*7, 2010: 7(1), 65-72
- 20- Wang, S., H. Li, et al. "Application of zeolite MCM-22 for basic dye removal from wastewater." *Journal of colloid and interface science*. 2006: 295(1): 71-78.



# Removal Efficiency of Azo Dyes from Textile Effluent Using Activated Carbon Made from Walnut Wood and Determination of Isotherms of Acid Red18

Mahvi A. H<sup>1</sup>, Heibati B.<sup>2</sup>

1. Assistant Professor of Environmental Health, Tehran University of Medical Sciences

2. Corresponding author: Student of M.S, Dept. of Environmental Health Engineering, School of Public Health and Center for Environmental Research, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

E-mail: bheibati@gmail.com

## ABSTRACT

**Background & Objectives:** Industrial textile colors and other industrial dyeing materials are one of the important organic materials that increase environmental impacts. Therefore, it is necessary to treat those effluents prior to discharge into the environment. The aim of this research is evaluation of activated carbon made from walnut wood in removal of Azo dyes from textile effluent and determination of Acid Red18 Isotherm Models.

**Methods:** This fundamental and practical study was done in laboratory scale. Various parameters including initial dye concentration, effect of mass of adsorbent and pH on color removal were surveyed. Residual concentration of dye was determined using, UV/VIS spectrometry at wavelength 599.

**Results:** It was found that the Isotherm data of Acid Red18 dye followed Freundlich ( $R^2 > 0.962$ ) Isotherm. Using Langmuir model, the highest adsorption capacity was found to be 30.3 mg/g.

**Conclusion:** In general, the results of the study showed that activated carbon made from walnut wood can be used as an effective adsorbent for the removal of Azo dyes.

**Key words:** Isotherm, dye removal, Active Carbon, Freundlich and Langmuir, Acid Red18