مجله علوم پزشکی زانکو/ دانشگاه علوم پزشکی کردستان/ بهار ۱۳۹۳/۱۴؛ ۲۳-۹

مقایسه کارایی نانوتیوب‌های کربنی تک‌جداره و چندجداره در حذف رنگ اسیدی زرد ۱۷ از محلول‌های آبی

برهان منصوری[۱]، سیده پروین موسوی[۲]، کمال صالحی[۳]، فردین غریبی[۴]

۱- دانشجوی دکترای سم شناسی، مرکز تحقیقات آب و مواد غذایی، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران

۲- کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران

ایمیل: kamalsalehi1366@gmail.com شماره موبایل: ۰۹۱۹۲۰۰۸۱۳۳

۴-کارشناس ارشد مدیریت بهداشت و درمان، معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: رنگ‌ها، مواد آلی با ساختاری پیچیده و غیر قابل تجزیه بیولوژیک بوده، که در پساب صنایع مختلف، از جمله صنایع نساجی وجود دارند و عمده‌ترین آلاینده‌های محیط زیست بشمار می‌آیند. لذا هدف از این مطالعه، بررسی امکان‌سنجی استفاده از نانوتیوب‌های کربنی تک‌جداره و چندجداره بعنوان جاذب و مقایسه آنها برای حذف رنگزای اسیدی زرد ۱۷، از محلول‌های آبی می‌باشد.

روش بررسی: این مطالعه بصورت تجربی در مقیاس آزمایشگاهی انجام شد و تاثیر متغییرهای مختلف رنگ نظیر pH، غلظت اولیه رنگزا، غلظت جاذب (نانوتیوب‌های کربنی تک‌جداره و چندجداره) بر فرایند حذف رنگزای اسیدی زرد ۱۷، مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت میزان تطابق داده‌ها با ایزوترم‌های فروندلیخ و لانگمویر تعیین گردید.

یافته‌ها: نتایج این مطالعه نشان داد که با افزایش غلظت رنگزا و pH، کارایی حذف رنگزا کاهش می‌یابد. همچنین داده‌ها نشان دادند که کارایی حذف، با افزایش غلظت جاذب، افزایش می‌یابد. نتایج مطالعات ایزوترم نشان داد که، جذب رنگزای اسیدی زرد ۱۷ بر روی نانوتیوب‌های کربنی چندجداره و نانوتیوب کربنی تک‌جداره، بترتیب از ایزوترم لانگمویر و فروندلیخ پیروی می‌کنند.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج بدست آمده، نتیجه‌گیری می‌شود که کارایی حذف نانوتیوب‌های کربنی تک‌جداره در مقایسه با چندجداره بالاتر می‌باشد، بنابراین می‌توان آن را بعنوان یک جاذب موثر و کارا، در حذف رنگزاها از پساب‌های نساجی بکار برد.

واژه‌های کلیدی: نانوتیوب‌های کربنی تک‌جداره، نانوتیوب‌های کربنی چندجداره، حذف رنگزا، رنگزای اسیدی زرد ۱۷

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-22]

مقدمه

گسترش روز افزون صنایع و بدنبال آن تخلیه فاضلاب های صنعتی به محیط زیست، باعث ایجاد نگرانی‌های زیادی در مورد آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی و تخریب محیط زیست شده است [۱]. فاضلاب‌های صنعتی بدلیل دارا بودن انواع آلاینده‌ها، با کمیت و کیفیت متغیر از اهمیت زیادی برخوردارند[۲]. صنایع نساجی و رنگرزی، یکی از صنایع مهم و پایه هر کشوری هستند و مادر بسیاری از صنایع دیگر محسوب می‌شوند. در این گونه صنایع، بدلیل استفاده از انواع رنگها در فرآیندهای مختلف تولید و پردازش محصولات، فاضلاب حاصل نیز بشدت رنگی بوده و باید قبل از تخلیه به محیط زیست تصفیه شود [۳،۴]. فاضلاب صنایع نساجی، علاوه بر دارا بودن مواد رنگی، حاوی مواد دیگری از قبیل: مواد شیمیائی آلی، نمکهای غیر آلی، فلزات سنگین و سورفاکتانت غیریونی می‌باشند. همچنین در این نوع فاضلاب‌ها، نسبت **BOD** به **COD** کمتر است؛ بنابراین تصفیه بیولوژیکی این فاضلاب‌ها بسیار مشکل می باشد [۲،۵].

امروزه از فرآیندهای مختلفی از جمله: فرآیندهای جذب سطحی، تبادل یون، اسمز معکوس، انعقاد و لخته سازی، فرآیندهای بیولوژیکی، رسوب‌دهی شیمیایی، فرآیندهای اکسیداسیون پیشرفته و سایر فرآیندها برای تصفیه فاضلاب‌های رنگی استفاده می‌شود [۶،۷].

جذب سطحی، یکی از فرآیندهای مهم در حذف آلودگی‌های زیست محیطی است. در عملیات جذب سطحی، انتقال یک جز از فاز گاز یا مایع به سطح جامد صورت می گیرد. از کاربردهای این فرایند می توان به استفاده از آن در صنعت و همچنین حذف آلاینده های زیست محیطی از هوا، آب، فاضلاب و... نام برد. واژه جذب سطحی برای تشریح این حقیقت بکار می رود که غلظت مولکول‌های جذب شده در سطح تماس جامد بیشتر از فاز گاز یا محلول است. جذب روی یک سطح جامد بعلت نیروی جاذبه اتم‌ها یا مولکول‌ها در سطح آن جامد است. در عمل جذب سطحی، نیروهای مختلفی اعم از فیزیکی و شیمیایی موثرند و مقدار آن بستگی به طبیعت ماده جذب شده و جسم جاذب دارد[۶-۱۰].

نانو ذرات کربن، از اشکال جدید کربن بوده و امروزه بطور قابل ویژه در تحقیقات مورد توجه قرار گرفته است. از دلایل آن می‌توان خصوصیات منحصربفردی چون اندازه کوچک، مساحت و سطح ویژه بالا، ساختار توخالی و لوله مانند، استحکام مکانیکی زیاد و هدایت الکتریکی شایان توجه را برشمرد [۱۱].

نانوتیوب‌های کربنی، امروزه بعنوان یک جاذب جدید، جهت پیش تغلیظ و تصفیه آلاینده‌های محیطی شامل انواع ترکیبات آلی و غیر آلی و همچنین مواد رادیو نوکلئوتید در حجم‌های بالایی از فاضلاب، توجه جهانی را بخود جذب کرده است. گزارش‌های مستند، تعداد بیشماری از محققان، کابرد این نانو مواد را برای حذف و پاکسازی آلاینده‌هایی چون مواد کوچک، فلزات سنگین، رادیو نکلئوتیدها، ترکیبات آلی شیمیایی و مواد خطرناک از جریان‌های گازی، مثبت ارزیابی کرده‌اند[۱۲]. هدف از این مطالعه، مقایسه کارایی نانوتیوب‌های کربنی تک‌جداره و چندجداره، برای حذف رنگزای اسیدی ۱۷ بود. همچنین عوامل مؤثر بر فرآیند رنگبری مثل pH، غلظت جاذب، غلظت ماده رنگزا، دما، زمان تماس مختلف، بررسی شد.

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-22]

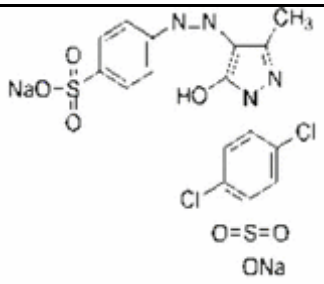
۲-بخش تجربی

۲-۱. مواد

ماده رنگزای اسیدی **زرد ۱۷** از شرکت دی استار آلمان (Dye star) تهیه و بدون خالص سازی مورد مطالعه قرارگرفت. ساختار شیمیایی و همچنین بعضی خصوصیات دیگر آن در شکل۱ نشان داده شده است.

نانوتیوب‌های‌کربنی، از پژوهشگاه صنعت نفت ایران خریداری شد. سایر مواد شیمیایی مورد استفاده، از شرکت مرک آلمان تهیه شد و مورد استفاده قرار گرفت.

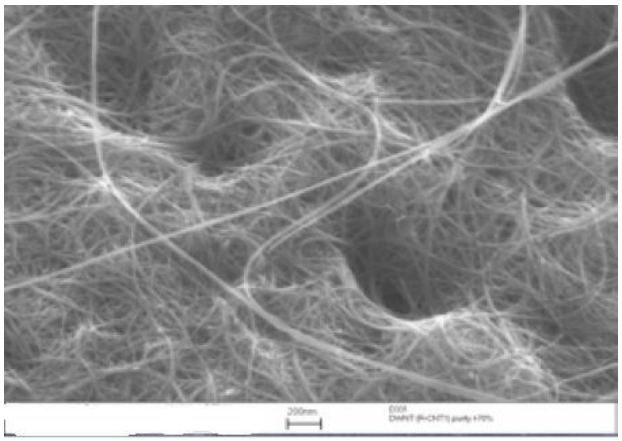
جدول ۱: خصوصیات رنگ اسیدی زرد ۱۷(۱۳).

ساختار مولکولی	فرمول مولکولی	وزن مولکولی (g/mol)	λ_{max} (nm)
	$C_{16}H_{10}Cl_2N_4Na_2O_7S_2$	۵۵۱/۲۹	۴۰۰

قطر خارجی نانوتیوب‌های کربنی تک‌جداره، ۲–۱ نانومتر و قطر داخلی آن ۱/۱–۰/۸ نانومتر بود. همچنین طول آن ۱۰ میکرومتر و سطح مخصوص آن ۷۰۰ مترمربع بر گرم و خلوص نانوتیوب‌های مصرفی ۹۵٪ بوده است.

قطر خارجی نانوتیوب‌های کربنی چندجداره، ۳۰–۱۰ نانومتر و قطر داخلی آن ۳/۸ نانومتر بود. همچنین طول آن ۱۰ میکرومتر و سطح مخصوص آن ۲۷۰ مترمربع بر گرم و خلوص نانوتیوب‌های مصرفی ۹۵٪ بوده است.

تصاویر میکروسکوپ الکترونیکی (SEM) و میکروسکوپ الکترونی عبور دهنده (TEM) نانوتیوب‌های کربنی تک‌جداره، در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است.



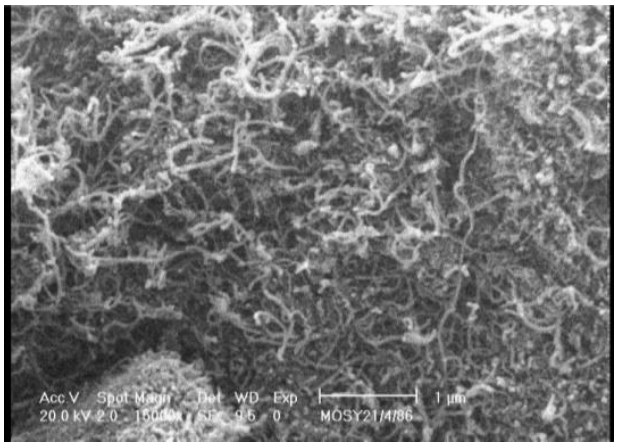
شکل ۱: شکل SEM نانوتیوب‌های کربنی تک‌جداره

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-22]

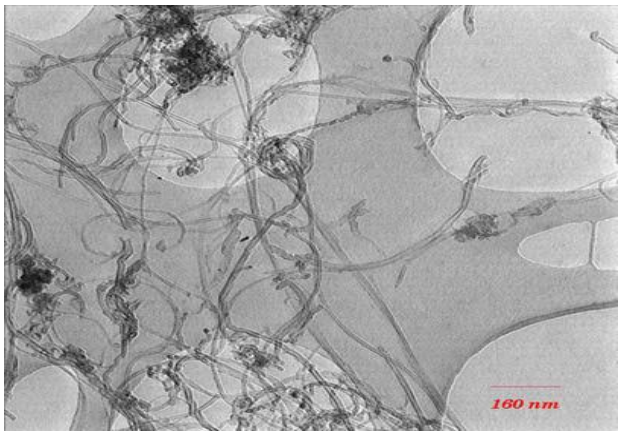


شکل ۲: شکل TEM نانوتیوب‌های کربنی تک‌جداره

تصاویر میکروسکوپ الکترونیکی (SEM) و میکروسکوپ الکترونی عبور دهنده (TEM) نانوتیوب‌های کربنی چندجداره، در شکل‌های ۳ و ۴ نشان داده شده است.



شکل ۳: شکل SEM نانوتیوب‌های کربنی چندجداره



شکل ٤: شکل TEM نانوتیوب‌های کربنی چندجداره

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-22]

انجام آزمایش‌های جذب

ابتدا محلول مادر رنگزای اسیدی ۱۷ (۱۰۰۰ میلی-گرم در لیتر)، با حل کردن ۱ گرم از رنگزا در ۱ لیتر آب مقطر تهیه شد. سپس فاکتورهای موثر بر انجام فرایندهای مورد مطالعه، شامل نوع نانوذره، pH، غلظت رنگدانه و غلظت نانو ذره در مراحل جداگانه در طول تحقیق، مطالعه شد. همه آزمایش‌های در حالت ناپیوسته در بشر به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر با استفاده از شیکر انجام شدند. آزمایش‌ها در pHهای ۴ و ۷ و ۱۱، دوز جاذب‌های ۰/۰۴، ۰/۰۶ و ۰/۰۸ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر نمونه و غلظت‌های اولیه رنگ ۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی‌گرم در لیتر، با دو نوع جاذب نانوتیوب کربنی تک‌جداره و چندجداره در بازه‌های زمانی ۱۵، ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۵۰ و ۱۸۰ دقیقه انجام شده است. غلظت رنگ با اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۱۸ نانومتر خوانده شده است. در همه مراحل، بعد از فیلتراسیون نمونه‌ها، غلظت باقیمانده رنگ، توسط اسپکتروفتومتر UV/Visibleدر طول موج تعیین شده، قرائت گردید. کارایی حذف رنگ بترتیب توسط معادلات (۱) و (۲) تعیین شد:

$$E = [(C_0 - C)/C_0] \times ۱۰۰ \quad (۱)$$

دراین روابط، C_0 و C_e بترتیب غلظت اولیه و نهایی رنگ در محلول (میلی‌گرم بر لیتر) و E راندمان حذف می‌باشد.

یافته‌ها

تاثیر اولیه رنگزای اسیدی ۱۷ بر روی راندمان حذف رنگزای اسیدی ۱۷ در فرایند جذب سطحی:

تاثیر غلظت اولیه رنگزای اسیدی زرد ۱۷ بر کارایی حذف در فرایند جذب سطحی، با تغییرغلظت اولیه رنگزای اسیدی ۱۷، ۲۵،۵۰،۷۵ میلی‌گرم در لیتر، در شرایط ثابت جرم جاذب ۰/۰۴ گرم از هردو نوع نانوتیوب کربنی، pH=۴، دمای ۲۳C° و شیکر با ۱۲۰ دور در دقیقه(rpm) بررسی شد. نتایج در شکل۵ (الف) و ۵(ب) نشان داده شده است. همانطوری که از شکل پیداست، کارایی حذف با افزایش غلظت اولیه رنگزای اسیدی ۱۷، برای هر دو نوع نانوتیوب‌های کربنی تک-جداره و چندجداره، کاهش می‌یابد.

تاثیر میزان جاذب در فرایند جذب سطحی

در این مرحله، تاثیر مقادیر مختلف جاذب از هردو نوع نانوتیوب‌های کربنی (۰/۸، ۰/۶، ۰/۴ گرم در لیتر) بر راندمان حذف رنگزای اسیدی ۱۷ در فرایند جذب سطحی، در غلظت رنگزای ۲۵میلی‌گرم در لیتر، pH= ۴، دور شیکر ۱۲۰rpm، دمای ۲۳ درجه سانتی گراد در بازه زمانی ۱۸۰ دقیقه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج در شکل۶-الف و۶-ب ارائه شده است. نتایج بیانگر این است که با افزایش جرم جاذب، مقدار حذف رنگزای اسیدی ۱۷ افزایش می‌یابد و همچنین نانوتیوب‌های کربنی تک‌جداره در حذف رنگزای اسیدی ۱۷ در مقایسه با نانوتیوب‌های کربنی چندجداره بطور جزئی کارایی بالاتری دارند.

تعیین اپتیمم و تاثیرpH بر کارایی حذف رنگزای اسیدی ۱۷ درفرایندجذب سطحی

مقدار pH محلول، از پارامترهای مهم و تاثیر گذار بر واکنش‌های شیمیایی و بیولوژیکی فاضلاب می‌باشد. تاثیرpH بر روی کارایی حذف در سیستم مورد مطالعه، با تغییر درpHهای اولیه (۱۱،۷،۴)، غلظت اولیه جاذب ۰/۴ گرم در لیتر، غلظت اولیه رنگزا ۲۵ میلی‌گرم در لیتر، شیکر با ۱۲۰ دور در دقیقه، دمای۲۳ و بازه زمانی ۱۸۰ بررسی شد. در شکل ۷-الف و ۷-ب

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-22]

نتایج حاصل از تاثیر pH بر روی کارایی حذف نشان داده شده است. مشاهده می‌شود، با افزایش pH برای هردو نوع نانوتیوب کربنی، کارایی حذف کاهش می-یابد بطوری که با افزایش pH از ۴ به ۱۱ کارایی حذف بترتیب برای نانوتیوب‌های کربنی تک‌جداره و چندجداره از ۹۹/۹ به ۱۲٪ و از ۸۶/۱ به ۳٪ کاهش یافت.

مطالعه ایزوترم

برای توصیف چگونگی واکنش آلاینده‌ها با مواد جاذب، از ایزوترم های جذب استفاده می‌شود. ایزوترم-ها، معمولاً نشان دهنده ارتباط بین جرم رنگزای جذب شده در دمای ثابت به ازای جرم جاذب در حالت تعادل می‌باشد.

از معادلات ایزوترمیک همچنین برای تحلیل داده‌های تجربی و توصیف تعادل در جذب استفاده می‌شود، می‌توان لانگمویر و فرندلیخ و را نام برد. این مدل‌ها معمولا برای ارائه دیدگاهی راجع به مکانیسم، خواص سطحی و تمایل جذب بکار می‌روند[۱۴-۱۷].

ایزوترم لانگمویر

تئوری لانگمویر بیان می‌دارد که، جذب، تک لایه‌ای بوده و در یک سری مکان‌های خاص، در داخل جاذب اتفاق می‌افتد. یعنی انرژی جذب سطحی، در همه سایت‌ها ثابت و یکسان می‌باشد. رابطه آن بصورت زیر نوشته می‌شود.

$$q_e = Q_0 K_L C_e / (1 + K L C_e) \quad (۲)$$

q_e مقدار رنگزای جذب شده روی جاذب در حالت تعادل، C_e غلظت تعادلی محلول رنگزا، K_L ثابت تعادل و Q_0 حداکثر ظرفیت جذب است.

فرم خطی معادله لانگمویر بصورت زیر نوشته می‌شود.

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{K_L Q_0} + \frac{C_e}{Q_0} \quad (۳)$$

در ایزوترم لانگمویر مقادیر Q_0, K_L و R_1^2 از رسم نمودار بدست می‌آیند. این مقادیر برای جذب رنگزاها بر روی نانوتیوب‌های کربنی، در جدول ۲ و همچنین در شکل ۸ و ۹ ارائه شده‌اند.

ایزوترم فروندلیخ:

این نوع ایزوترم، بر مبنای جذب بر روی یک سطح ناهمگن با توزیع غیریکنواخت و مقدار جذب نامحدود است. معادله این ایزوترم بصورت زیر نوشته می‌شود.

$$q_e = K_F C_e^{1/n} \quad (۴)$$

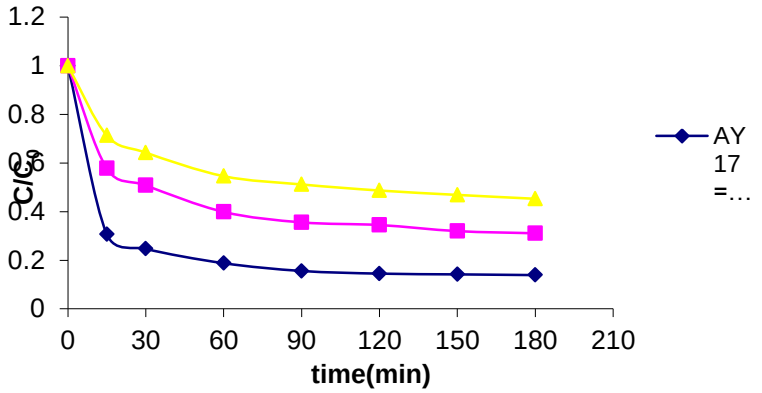
K_F ظرایب جذب در غلظت واحد، ۱/n شدت جذب سطحی می‌باشد. فرم خطی معادله ایزوترم بصورت زیر نوشته می‌شود[۱۷-۲۱].

$$\log q_e = \log K_F + 1/n \log \quad (۵)$$

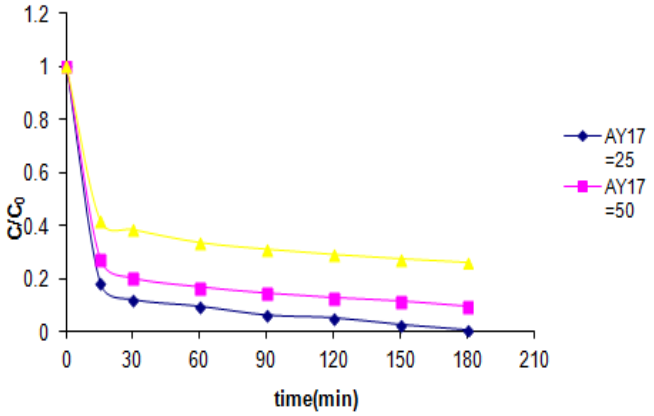
در ایزوترم فرندلیش، مقادیر K_F, n و R_2^2 از رسم نمودار $\log q_e$ در مقابل $\log C_e$ بدست می‌آیند. این مقادیر برای جذب رنگزاها، روی نانوتیوب‌های کربنی، در جدول ۲ و شکل ۹و۱۰ ارائه شده‌اند. نتایج بدست آمده نشان داد که، فرایند جذب در نانوتیوب‌های کربنی چندجداره، تطابق بیشتری با ایزوترم لانگمویر داشت، درحالیکه در نانوتیوب‌های کربنی تک‌جداره با ایزوترم فروندلیخ تطابق نشان داد. همچنین حداکثر میزان جذب در نانولوله‌های کربنی تک‌جداره ۵۰۰۰ میلی‌گرم بر گرم، از جاذب محاسبه شد، که این نشان دهنده مناسب بودن نانوله‌های کربنی تک‌جداره بعنوان جاذب، جهت جذب رنگزای اسیدی زرد ۱۷،

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-22]

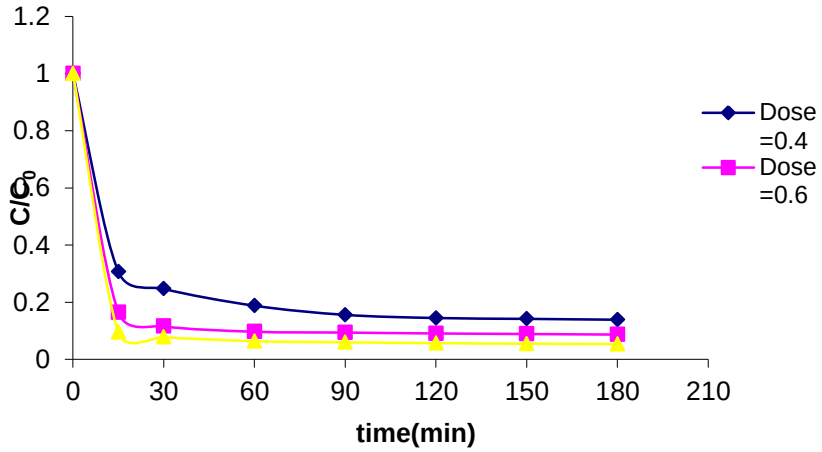
درمقایسه با نانوتیوب‌های کربنی چندجداره (۳۰۳میلی- گرم بر گرم) می‌باشد.



نمودار ۵ (الف): تاثیر غلظت اولیه رنگزای اسیدی زرد ۱۷ بر روی راندمان حذف رنگزای اسیدی زرد۱۷ باجاذب نانوتیوب‌های کربنی چندجداره

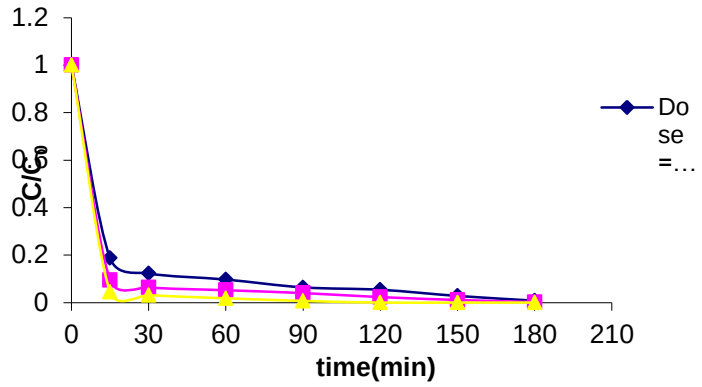


نمودار ۵ (ب): تاثیر غلظت اولیه رنگزای اسیدی زرد ۱۷ بر روی راندمان حذف رنگزای اسیدی زرد ۱۷ باجاذب نانوتیوب‌های کربنی چندجداره

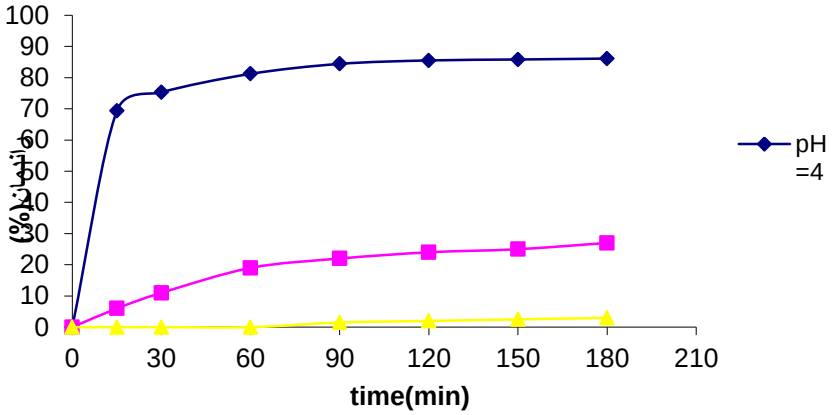


نمودار ٦ (الف): تاثیر غلظت جاذب(نانوتیوب‌های کربنی چندجداره) در حذف رنگزای اسیدی زرد۱۷

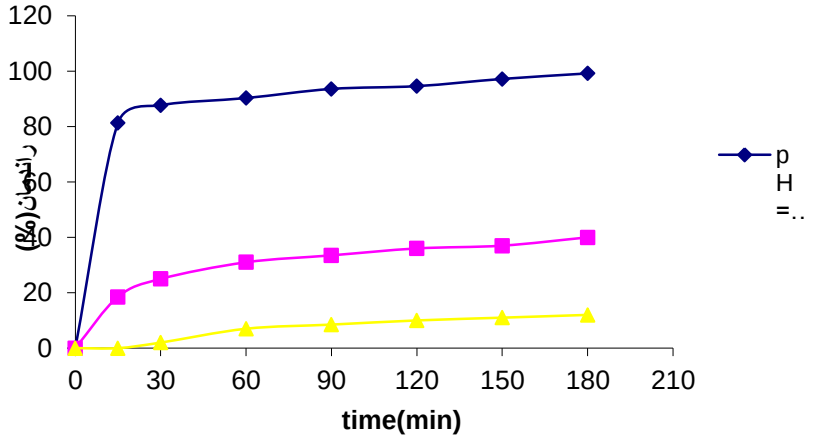
[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-22]



نمودار ٦ (ب): تاثیر غلظت جاذب(نانوتیوب‌های کربنی تک‌جداره) در حذف رنگزای اسیدی زرد۱۷

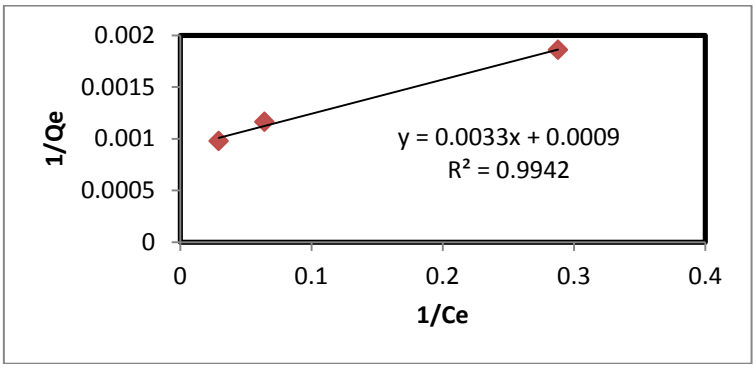


نمودار ۷ (الف): تاثیر pH بر روی راندمان حذف رنگزای اسیدی ۱۷ با استفاده از جاذب نانوتیوب‌های کربنی چندجداره

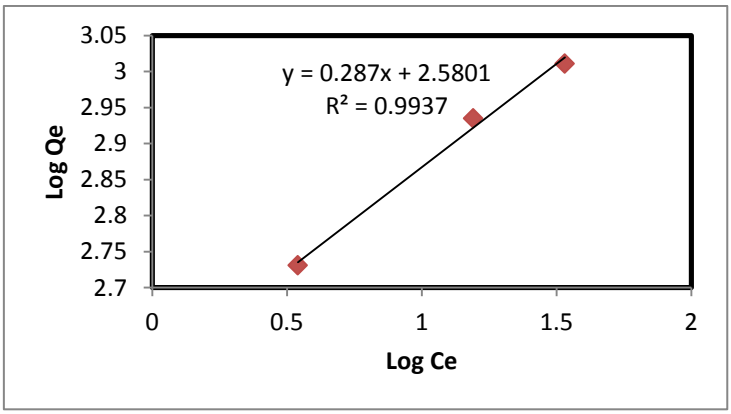


نمودار ۷ (ب): تاثیر pH بر روی راندمان حذف رنگزای اسیدی ۱۷ با استفاده از جاذب نانوتیوب‌های کربنی تک‌جداره

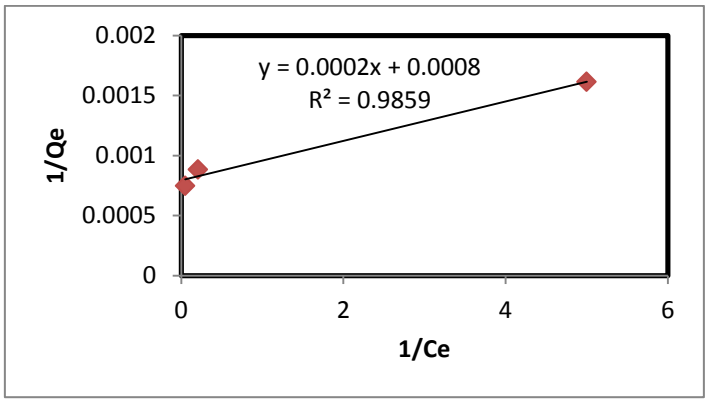
[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-22]



نمودار (۸): ایزوترم خطی لانگمویر برای جذب رنگزای اسیدی زرد ۱۷ توسط نانوتیوب کربنی چندجداره

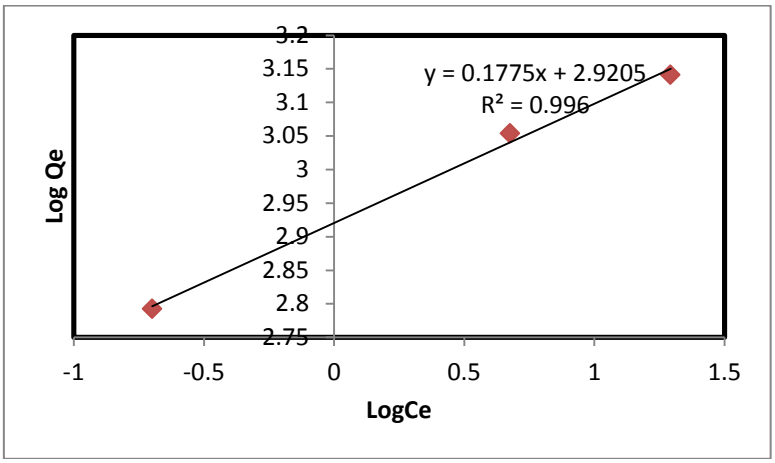


نمودار (۹): ایزوترم خطی فروندلیخ برای جذب رنگزای اسیدی زرد ۱۷ توسط نانوتیوب کربنی چندجداره



نمودار (۱۰): ایزوترم خطی لانگمویر برای جذب رنگزای اسیدی زرد ۱۷ توسط نانوتیوب کربنی تک جداره

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-22]



شکل (۱۰): ایزوترم خطی فروندلیخ برای جذب رنگزای اسیدی زرد ۱۷ توسط نانوتیوب کربنی تک‌جداره

جدول ۲: مقادیر مربوط به ثابت‌های لانگمویر و فروندلیخ برای جذب رنگزای اسیدی زرد ۱۷ توسط نانوتیوب‌های کربنی تک‌جداره و چند جداره

ایزوترم لانگمویر				ایزوترم فروندلیخ		
نوع جاذب	Q_0	K_L	R^2	n	K_f	R^2
نانوتیوب کربنی چندجداره	۳۰۳	۰/۳۶	۰/۹۹۰۴۴	۰/۳۴	۳۸۰	۰/۹۹۳۷
نانوتیوب کربنی تک جداره	۵۰۰۰	۲۵.	۰/۹۸۵۹	۵/۶	۸۳۱/۷۶	۰/۹۹۶

بحث و نتیجه‌گیری

بررسی اثر غلظت اولیه رنگ بر حذف رنگ

همانطوری که درشکل ۵(الف)و ۵(ب) مشاهده می‌شود، با افزایش غلظت رنگزای اسیدی زرد ۱۷، کارایی حذف جاذب کاهش می‌یابد. علت کاهش راندمان حذف، ممکن است در نتیجه کاهش سایت‌های فعال در دسترس باشد.

جاذب‌ها معمولاً دارای یکسری سایت فعال محدود می‌باشند که در غلظت‌های بالا اشباع می‌شوند، همچنین با افزایش غلظت رنگزا، بین مولکول‌های رنگزا دافعه ایجاد و از جذب شدن آن‌ها توسط جاذب جلوگیری می‌شود. در مطالعه‌ای Lunhong Ai و همکاران، به بررسی حذف رنگزای متیلن بلو با استفاده از نانوتیوب‌های کربنی چندجداره مگنتیک شده پرداختند؛ نتایج آن نشان داد که با تغییر غلظت رنگزای متیلن بلو از ۱۰به ۳۰ میلی‌گرم در لیترمقدار حذف کاهش می‌یابد [۲۲]. در مطالعه‌ای دیگر،Yin Kuo و همکاران نشان دادند، با افزایش غلظت رنگزای دایرکت قرمز۲۲۴ و دایرکت یلوی ۸۱ میزان جذب نانوتیوب‌های کربنی کاهش می‌یابد،که با نتایج این مطالعه مطابقت داشت [۲۳].

بررسی اثر غلظت اولیه جاذب رنگ بر حذف رنگ

بررسی اثر غلظت جاذب بر روی کارایی حذف رنگزا، نشان داد؛ با افزایش میزان جاذب، بازده حذف کاهش می‌یابد. افزایش بازده حذف رنگزای اسیدی زرد ۱۷ را می‌توان اینطور تفسیر کرد که با افزایش جرم

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-22]

جاذب، نقاط فعال سطحی و تعداد مکان های فعال در دسترس افزایش می‌یابد. همچنین با افزایش جرم جاذب سطح تماس میان جاذب و آلاینده افزایش یافته و باعث افزایش جذب می‌شود. در مطالعه‌ای که توسط Kosa و همکاران در بررسی حذف فلزات سنگین از محلولهای آبی توسط نانوتیوب‌های کربنی چندجداره اصلاح شده انجام شد، نشان دادند که با افزایش مقدار جاذب، درصد حذف فلزات (مس، سرب، زنیک و کادمیوم) بشدت افزایش می‌یابد[۲۴]. همچنین در مطالعه‌ای دیگر، Jun Hu و همکاران نشان دادند که با افزایش غلظت نانوتیوب‌های کربنی چندجداره اکسید شده، مقدار حذف کروم افزایش می‌یابد [۲۵].

بررسی اثر pH بر حذف رنگزا

آزمایشات مربوطبه pH، در هردو ناحیه اسیدی و بازی مورد ارزیابی قرارگرفت. همان طوری که از نمودار۷-الف و ب مشاهده می‌شود، با افزایش pH محلول، مقدار جذب رنگزای اسیدی زرد ۱۷ بر روی نانوتیوب‌های کربنی تک‌جداره و چند جداره کاهش می‌یابد. در pH های اسیدی، بدلیل ایجاد بار سطحی مثبت کمی بر تعداد مکان‌های فعال جذب افزوده و بازده حذف رنگزا را بالا می‌برد. بطوری که نتایج بدست آمده با مطالعه Lia Gong و همکاران که برروی حذف رنگزای متیلن بلو، با استفاده از نانتیوب‌های کربنی چندجداره مگنتیک شده مطابقت دارد [۲۶]. نتایج بدست آمده از این مطالعه نشان داد که هر دونوع نانوتیوب‌های کربنی در حذف رنگزای اسیدی زرد ۱۷ کاراست؛ ولی نانوتیوب کربنی تک‌جداره کارایی حذف بالاتری را نشان دادند. افزایش بازده در نانو لوله-های کربنی تک‌جداره، ممکن است در نتیجه افزایش نسبت سطح به حجم آن‌ها نسبت به نانوتیوب‌های کربنی چندجداره باشد [۲۷،۲۸].

References

1. Méndez-Paz D, Omil F, Lema J. Anaerobic treatment of azo dye Acid Orange 7 under batch conditions. Enzyme and Microbial Technology, 2005;36(2):264-72.

2.Zhang H, Duan L, Zhang Y, Wu F. The use of ultrasound to enhance the decolorization of the CI Acid Orange 7 by zero-valent iron. Dyes and Pigments. 2005;65(1):39-43.

3. Kritikos DE, Xekoukoulotakis NP, Psillakis E, Mantzavinos D. Photocatalytic degradation of reactive black 5 in aqueous solutions: Effect of operating conditions and coupling with ultrasound irradiation. Water research, 2007;41(10):2236-46.

4. Mielczarski JA, Atenas GM, Mielczarski E. Role of iron surface oxidation layers in decomposition of azo-dye water pollutants in weak acidic solutions. Applied Catalysis B: Environmental, 2005; 56(4): 289-303

5. Mozia S, Tomaszewska M, Morawski AW. Photocatalytic degradation of azo-dye Acid Red 18. Desalination. 2005;185(1):449-56.

6. Dos Santos AB, Cervantes FJ, Van Lier JB. Review paper on current technologies for decolourisation of textile wastewaters: perspectives for anaerobic biotechnology. Bioresource Technology, 2007;98(12):2369-85.

7.Chang MC, Shu HY, Yu HH. An integrated technique using zero-valent iron and UV/H< sub> 2</sub> O< sub> 2</sub> sequential process for complete decolorization and

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-22]

mineralization of CI Acid Black 24 wastewater. Journal of hazardous materials,2006;138(3):574-81.

8. Pang XY, Gong F. Study on the adsorption kinetics of acid red 3B on expanded graphite. Journal of Chemistry,2008;5(4):802-9.

9. Wu CH ,Ng HY. Degradation of CI reactive red 2 (RR2) using ozone-based systems: Comparisons of decolorization efficiency and power consumption. Journal of hazardous materials, 2008;152(1):120-7.

10. Lin YT, Weng CH, Chen FY. Effective removal of AB24 dye by nano/micro-size zero-valent iron. Separation and Purification Technology, 2008;64(1):26-30.

11.Ren X, Chen C, Nagatsu M, Wang X. Carbon nanotubes as adsorbents in environmental pollution management: a review. Chemical Engineering Journal. 2011;170(2):395.۴۱۰-

۱۲. Long RQ, Yang RT. Carbon nanotubes as superior sorbent for dioxin removal. Journal of the American Chemical Society, 2001;123(9):2058-9.

13. Ashraf MA, Hussain M, Mahmood K, Wajid A, Yusof M, Alias Y, et al. Removal of acid yellow-17 dye from aqueous solution using eco-friendly biosorbent. Desalination and Water Treatment. 2013;51(22-24):4530-45.

14. McRae RL, Phillips RL, Kim I-B, Bunz UH, Fahrni CJ. Molecular recognition based on low-affinity polyvalent interactions: selective binding of a carboxylated polymer to fibronectin fibrils of live fibroblast cells. Journal of the American Chemical Society, 2008;130(25):7851-3.

15. Choy KK, Porter JF, Mckay G. Intraparticle diffusion in single and multicomponent acid dye adsorption from wastewater onto carbon. Chemical Engineering Journal, 2004;103(1):133-45.

16. Cai QY, Mo CH, Wu QT, Zeng QY, Katsoyiannis A, Férard JF. Bioremediation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)-contaminated sewage sludge by different composting processes. Journal of hazardous materials, 2007;142(1):535-42.

17. Mahmoodi NM. Equilibrium, kinetics, and thermodynamics of dye removal using alginate in binary systems. Journal of Chemical & Engineering Data, 2011;56(6):2802-11.

18Ng C, Losso JN, Marshall WE, Rao RM. Freundlich adsorption isotherms of agricultural by-product-based powdered activated carbons in a geosmin–water system. Bioresource Technology. 2002;85(2):131-5.

19. Allen S, Mckay G, Porter J. Adsorption isotherm models for basic dye adsorption by peat in single and binary component systems. Journal of colloid and interface science, 2004;280(2):322-33.

20. Tan I, Hameed B, Ahmad A. Equilibrium and kinetic studies on basic dye adsorption by oil palm fibre activated carbon. Chemical Engineering Journal, 2007.۹-۱۱۱:(۱)۱۲۷;

21. Hameed B, Ahmad A, Aziz N. Isotherms, kinetics and thermodynamics of acid dye adsorption on activated palm ash. Chemical Engineering Journal,2007;133(1):195-203.

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-22]

22. Ai L, Zhang C, Liao F, Wang Y, Li M, Meng L, et al. Removal of methylene blue from aqueous solution with magnetite loaded multi-wall carbon nanotube: kinetic, isotherm and mechanism analysis. Journal of hazardous materials, 2011;198:282-90.

23. Kuo CY, Wu CH, Wu JY. Adsorption of direct dyes from aqueous solutions by carbon nanotubes: Determination of equilibrium, kinetics and thermodynamics parameters. Journal of colloid and interface science, 2008;327(2):308-15.

24. Kosa SA, Al-Zhrani G, Abdel Salam M. Removal of heavy metals from aqueous solutions by multi-walled carbon nanotubes modified with 8-hydroxyquinoline. Chemical Engineering Journal,2012;181:159-68.

25. Hu J, Chen C, Zhu X, Wang X. Removal of chromium from aqueous solution by using oxidized multiwalled carbon nanotubes. Journal of hazardous materials, 2009;1.۵۰-۱۵۴۲:(۲)۶۲

26. Gong JL, Wang B, Zeng GM, Yang CP, Niu CG, Niu QY, et al. Removal of cationic dyes from aqueous solution using magnetic multi-wall carbon nanotube nanocomposite as adsorbent. Journal of hazardous materials, 2009;164(2):1517-22.

27. Naddafi K, Nabizadeh Nodehi R. Removal of Reactive Blue 29 Dye from Water by Single-Wall Carbon Nanotubes. Iranian Journal of Health and Environment, 2011;3(4):359-68.

28. JianJun J, XianJia P, ZhaoKun L, Bin F, Jun W, ChangWei Z. Removal of dyes from water by carbon nanotubes. Fresenius Environmental Bulletin. 2009;18(5):615-8.

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-22]

Comparison of efficiency of single and multi-walled carbon nanotubes in removal of Acid Yellow 17 dyes from aqueous solutions

Borhan Mansouri[1], Seyede Parvin Mosavi[2] Kamal Salehi[3], Fardin Gharibi[4]
1. Kurdistan Environmental Health Research Center, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran
2. Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran
3. Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran; E-mail: kamalsalehi1366@gmail.com; Mobile: 09192008133
4. MsPH Health Management, Deputy of Research and Technology, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran

ABSTRACT

Background and Aim: Dyes are organic materials with complex structures and nonbiodegredable properties that there are in variety industrial effluent such as Textile Industry and one of the main pollutants in the environment are considered. So, the aim of this study was to survey the feasibility application of Multi walled carbon nanotubes and single walled carbon nanotubes as sorbent and Comparison those for the removal of Acid Yellow 17 dye from aqueous solutions.

Material and Methods: This experimental study was performed in a laboratory scale and the influence of process variables such as pH, initial dye concentration and adsorbent dosage (Multi walled carbon nanotubes, single walled carbon nanotubes) on removal of Acid Yellow 17 were studied and finally, correspondence rate of data to Langmuir and freundlich isotherms were determined.

Result: The adsorption experiments indicated that the dye removal decreased with increasing the dye concentration and pH, also result indicated that removal efficiency was increased with increasing the adsorbent dose. Adsorption isotherm studied showed that the data for adsorption of Acid Yellow 17 onto Multi walled carbon nanotubes and single walled carbon nanotubes fitted well with Langmuir and freundlich isotherms respectively.

Conclusion: It is concluded that the removal efficiency of single walled carbon nanotubes is significant than Multi walled carbon nanotubes, thus it's could be used as an effective adsorbent for removing dyes from textile waste waters.

Keyword: Multi walled carbon nanotubes, single walled carbon nanotubes, dye removal, Acid Yellow 17 dye

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-22]