مجله دانشگاه علوم پزشکی جیرفت، پاییز ۱۳۹۵، دوره ۲، شماره ۲، صفحه ۱۰۴-۹۷

مقاله پژوهشی

بررسی کارایی نانوتیوب‌های کربنی تک جداره در حذف رنگ اسیدی بنفش ۱۷ از محیط آبی

مهران محمدیان فضلی[۱]، سیده پروین موسوی[۲*]

[۱] استادیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی زنجان، زنجان، ایران.

[۲] کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، پردیس بین‌الملل، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران.

***مؤلف مسئول:** ایران، یزد، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، دانشکده بهداشت، گروه بهداشت محیط.

تلفن تماس: ۰۹۱۲۶۸۱۳۹۱۶

پست الکترونیک:
seyedeparvin.mosavi@yahoo.com

چکیده **دریافت:** ۱۳۹۵/۰۷/۰۱ **پذیرش:** ۱۳۹۵/۰۹/۱۰

مقدمه: بخش بزرگی از ترکیبات آلی که باعث ایجاد آلودگی در آب‌های طبیعی می‌گردند مواد رنگی شیمیایی هستند. رنگ‌های اسیدی کاربرد فراوانی در صنایع مختلف دارند. تخلیه فاضلاب‌های رنگی به دلیل سمیت بالای این فاضلاب‌ها و تجمع احتمالی در محیط زیست مشکلات زیست‌محیطی جدی را پدید می‌آورد. این مطالعه با هدف بررسی امکان‌سنجی استفاده از نانوتیوب‌های کربنی تک جداره به‌عنوان جاذب در فرآیند جذب رنگ اسیدی بنفش ۱۷ از محیط‌های آبی انجام شده است.

روش کار: این تحقیق آزمایشگاهی به‌صورت جریان ناپیوسته بوده و اثر پارامترهای مختلف غلظت رنگ اسیدی بنفش ۱۷، دوز نانوتیوب و pH و زمان تماس در حذف رنگ بررسی شده است. غلظت رنگ در نمونه‌ها با استفاده از اسپکتروفتومتر UV/Visible مدل SP-3000 Puls-Japan و رسم منحنی کالیبراسیون در طول موج ۵۸۷ نانومتر سنجیده شد. داده‌های جذب با استفاده از ایزوترم‌های لانگمویر و فروندلیچ تجزیه و تحلیل شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که با کاهش غلظت اولیه رنگ از ۱۰۰ به ۲۵ میلی‌گرم در لیتر، راندمان از ۷۴/۷ به ۹۳/۷ درصد افزایش می‌یابد. با افزایش دوز جاذب از ۰/۴ به ۰/۸ گرم راندمان حذف رنگ از ۹۳/۷ به ۹۸/۷ درصد افزایش می‌یابد. حداکثر ظرفیت جذب سطحی رنگ، ۱۸/۶۷۵ میلی‌گرم بر گرم است. زمان مناسب جهت دستیابی به حالت تعادل جذب ۳ ساعت می‌باشد.

نتیجه‌گیری: به دلیل اندازه کوچک، نظم شبکه‌ای منحصر به فرد، سطح مقطع زیاد، واکنش‌پذیری بسیار زیاد و در نتیجه عملکرد قابل توجه به‌عنوان جاذب در حذف آلاینده‌های آلی از محیط‌های آبی، نانوتیوب‌های کربنی تک جداره جهت حذف رنگ اسیدی بنفش ۱۷ می‌تواند مؤثر باشد.

کلید واژه ها: نانوتیوب‌های کربنی تک جداره، رنگ اسیدی بنفش ۱۷، جذب سطحی

مقدمه

صنایع نساجی و رنگرزی، یکی از صنایع مهم و پایه هر کشوری هستند و مادر بسیاری از صنایع دیگر محسوب می‌شوند که به دلیل استفاده از انواع رنگ‌ها در این‌گونه صنایع، فاضلاب حاصل به شدت رنگی بوده و باید قبل از تخلیه به محیط زیست تصفیه شود (۱،۲). به علت سمیت بالای این فاضلاب‌ها و تجمع در محیط زیست، با متوقف کردن تولید اکسیژن و جلوگیری از نفوذ نور خورشید موجب مرگ موجودات زنده می‌شوند و مشکلات زیست‌محیطی جدی را پدید می‌آورند.

این رنگ‌ها به دلیل ساختار پیچیده‌شان، پایدارند و حذف آن‌ها از پساب‌های تخلیه شده به آب‌های پذیرنده مشکل‌تر است (۴). از

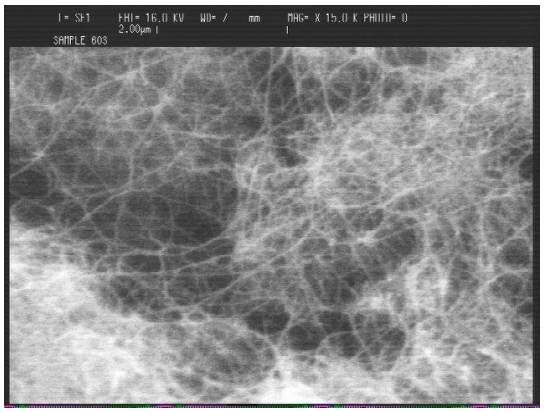
فرآیندهای مختلفی از جمله فرآیندهای جذب سطحی، تبادل یون، اسمز معکوس، انعقاد و لخته‌سازی، فرآیندهای بیولوژیکی، رسوب‌دهی شیمیایی، فرآیندهای اکسیداسیون پیشرفته و سایر فرآیندها برای تصفیه فاضلاب‌های رنگی استفاده می‌شود (۵،۶،۷،۸)؛ اما بالا بودن هزینه بهره‌برداری و سرمایه‌گذاری اولیه، گرفتگی، تولید لجن زیاد، کاهش pH آب، تولید آب بسیار خورنده و نیاز به عملیات احیا از جمله محدودیت‌هایی است که در کاربرد این روش‌ها وجود دارد (۷،۸،۹).

فرایند جذب سطحی یکی از روش‌های کارآمد در حذف رنگ اسیدی بنفش ۱۷ از محیط‌های آبی می‌باشد که در آن از جاذب‌های متعدد نظیر کربن فعال گرانوله و پودری، خاکستر، بنتونیت، فسفر هیدرات سلولز، بیومس، زغال فعال پودری، زغال کک، خاک چینی استفاده می‌گردد (۱۰،۱۱،۱۲،۱۳). جاذب‌ها به‌طور وسیعی جهت حذف آلاینده‌های آلی و معدنی به کار رفته‌اند. در این میان نانوتیوب‌های کربنی به دلیل داشتن سطح بسیار وسیع، اندازه کوچک و ساختمان چند لایه‌شان در حذف آلاینده‌ها بسیار مناسب عمل کرده‌اند. نانوتیوب‌های کربنی در سال ۱۹۹۱ توسط سومیا ایجیما کشف شدند و شامل نانوتیوب-های کربنی چند جداره و نانوتیوب‌های کربنی تک جداره هستند. نانوتیوب‌های کربنی به علت ساختار لوله‌ای توخالی منحصر به فرد، خصوصیات الکترونیکی، دارا بودن کاربردهای متنوع در وسایل ذخیره هیدروژن و حس‌گرها و همچنین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی منحصر به فرد، بسیار مورد توجه هستند. نانوتیوب‌های کربنی می‌توانند جاذب ایده آلی برای حذف رنگ از فاضلاب باشند. (۱۴).

موسوی و همکاران رنگ اسیدی نارنجی ۷ را در سال ۱۳۹۱ توسط نانوتیوب‌های کربنی تک جداره از فاضلاب سنتتیک نساجی حذف کردند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که راندمان حذف رنگ اسیدی نارنجی ۷ به‌وسیله نانوتیوب‌های کربنی تک جداره از فاضلاب با افزایش pH فاضلاب از ۳ به ۱۱، کاهش یافته است. نانوتیوب‌های کربنی در حذف رنگ اسیدی نارنجی ۷ بسیار مؤثر عمل کرده است (۱۵). هدف این تحقیق بررسی حذف رنگ اسیدی بنفش ۱۷ به‌عنوان یک آلاینده آلی توسط نانوتیوب‌های کربنی تک جداره از محیط‌های آبی است.

روش کار

این مطالعه یک نوع مطالعه بنیادی کاربردی است که در مقیاس آزمایشگاهی به‌صورت جریان ناپیوسته می‌باشد. نانوتیوب‌های کربنی تک جداره (SWCNTs)[1] مصرفی، محصول پژوهشگاه صنعت نفت ایران بود. قطر داخلی نانوتیوب ۱/۱– ۰/۸ نانومتر، قطر خارجی آن ۲–۱ نانومتر، طول ۱۰ میکرومتر، سطح مخصوص ۷۰۰ مترمربع بر گرم و خلوص نانوتیوب‌های مصرفی ۹۵٪ بوده است. به‌منظور بررسی اندازه و ساختار نانوتیوب‌ها توسط میکروسکوپ الکترونی عبور دهنده (TEM)[2]، موقعیت قرارگیری گروه‌های عامل در سطح آن‌ها از تصویر میکروسکوپ الکترونیکی (SEM)[3] و سطح مخصوص از روش بت (BET)[4] استفاده می‌شود که از داده‌های ارائه شده توسط پژوهشگاه صنعت نفت استفاده شده است. تصویر SEM نانوتیوب‌های کربنی تک جداره مصرفی در شکل ۱ ارائه شده است.



شکل ۱. تصویر SEM نانوتیوب‌های کربنی تک جداره

برای جداسازی نانوتیوب از محلول از فیلتر استات سلولز ۰/۲ میکرون محصول شرکت سارتریوس آلمان استفاده شد. در این مطالعه از رنگ اسیدی بنفش ۱۷ محصول شرکت دای استار (Dye Star) آلمان استفاده شده است. جهت تنظیم شرایط اسیدی از HCl ۰/۱ نرمال استفاده شد. پارامترهای pH، دوز نانوتیوب، غلظت اولیه رنگ، زمان تماس، ایزوترم و سینتیک جذب بررسی شده است. بطری‌های ۱۵۰ میلی‌لیتری که حاوی ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول رنگ با غلظت‌های ۲۵ و ۵۰ و ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و دوزهای مختلف ۰/۰۴، ۰/۰۶ و ۰/۰۸ گرم جاذب نانوتیوب بودند در pH های مختلف ۴، ۷ و ۱۱ بر روی

1. Single Walled Carbon Nanotubes
2. Transmission Electron Microscopy
3. Scanning Electron Microscopy
4. Brunauer, Emmett & Teller

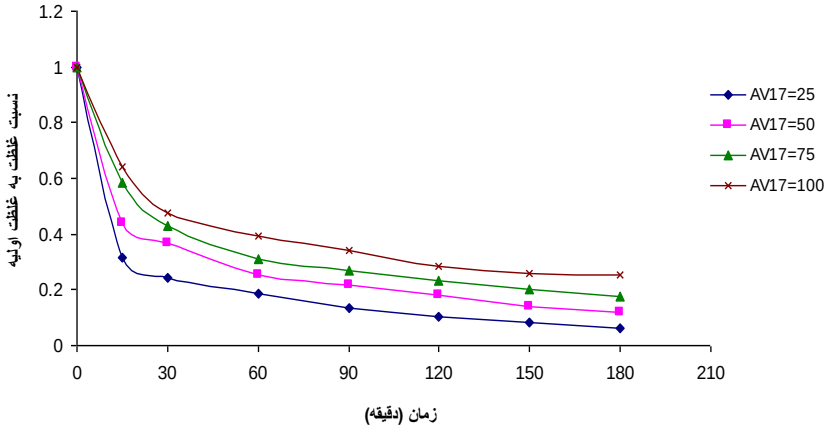
شیکر با شدت اختلاط ۱۴۰ دور در دقیقه در ۷ بازه زمانی از ۱۵ تا ۱۸۰ دقیقه قرار داده شد. غلظت رنگ در نمونه‌ها با استفاده از اسپکتروفتومتر UV/Visible مدل SP-3000 Puls-Japan و رسم منحنی کالیبراسیون در طول موج ۵۸۷ نانومتر سنجیده شد (۱۶). از معادله زیر میزان جذب رنگ توسط نانوتیوب محاسبه گردید:

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

C_0 و C_e به ترتیب غلظت اولیه و پایانی رنگ (mg/l) و M میزان نانوتیوب کربنی تک جداره مصرفی (g) و V حجم مایع مورد نظر (l) است. آزمایش‌ها ۳ بار تکرار شده است و در مجموع ۷۵۶ بار نمونه‌ها برای کل متغیرها مورد آزمایش قرار گرفتند. جامعه مورد بررسی، نمونه‌های سنتتیک محلول‌های رنگی بوده است. نتایج ارائه شده، بیانگر میانگین داده‌های به دست آمده است. به‌منظور مقایسه تأثیر پارامترهای مختلف، داده‌های حاصل از آزمایش‌ها توسط آزمون آماری آنالیز واریانس ANOVA مورد بررسی قرار گرفتند. مدل‌های ایزوترم و سینتیک جذب با مقایسه ضریب تعیین (R^2) مورد تحلیل قرار گرفتند. نرم‌افزار Excel نسخه ۲۰۰۷ و نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ برای رسم و تجزیه و تحلیل کلیه نمودارها و آزمون‌ها و آنالیزهای آماری مورد استفاده قرار گرفتند.

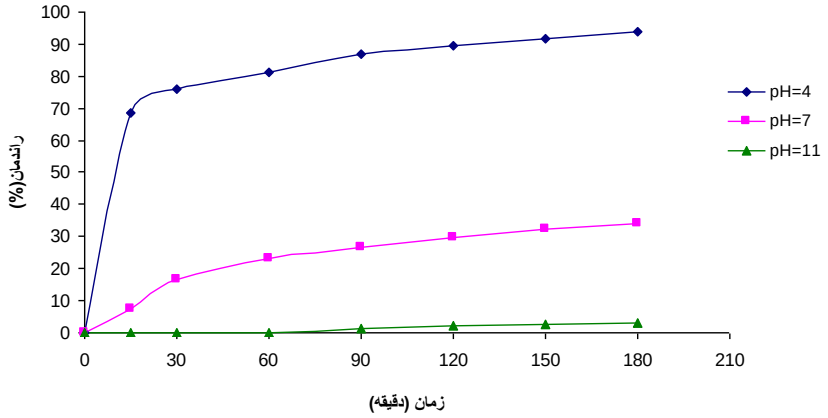
یافته‌ها

همان‌طور که در نمودار ۱ نشان داده شده است با افزایش غلظت اولیه رنگ، میزان راندمان حذف توسط دوز ثابت جاذب کاهش می‌یابد. راندمان حذف رنگ در زمان ۱۸۰ دقیقه در غلظت ۲۵ mg/l، ۹۳/۷ درصد و در غلظت ۱۰۰ mg/l، ۷۴/۷ درصد بوده است.



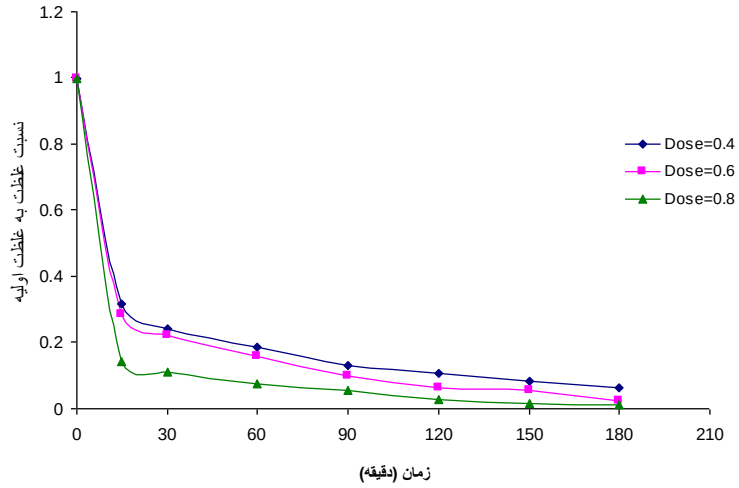
نمودار ۱. تأثیر غلظت رنگ اسیدی بنفش ۱۷ بر جذب در زمان‌های مختلف (غلظت‌های اولیه رنگ ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، pH=٤، دوز جاذب ۰/۰٤ گرم)

به‌منظور بررسی اثر زمان تماس در فرآیند جذب، محلول رنگ با غلظت‌های اولیه مختلف تهیه و در تماس با دوز جاذب ۰/۰۴ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر نانوتیوب‌های کربنی تک جداره قرار داده شد و در طی زمان‌های مختلف نمونه‌برداری انجام شد تا زمان تعادل مشخص گردد. نتایج نشان داد که با افزایش زمان تماس، میزان جذب افزایش می‌یابد اما زمان دستیابی به تعادل واکنش ۳ ساعت است و بعد از این زمان میزان جذب رنگ توسط جاذب تقریباً ثابت می‌ماند. حداکثر جذب در ۳۰ دقیقه اول بوده بنابراین ۳۰ دقیقه اول به‌عنوان زمان بهینه جذب در نظر گرفته شد. نمودار ۲ راندمان حذف رنگ نسبت به زمان با دوز ۰/۰۴ گرم نانوتیوب کربنی تک جداره را در pH های مختلف نشان می‌دهد. با افزایش pH از ۴ به ۱۱، در زمان ۱۸۰ دقیقه راندمان حذف رنگ از ۹۳/۷ به ۳ کاهش یافته است.



نمودار ۲. راندمان حذف رنگ اسیدی بنفش ۱۷ نسبت به زمان با دوز ۰/۰٤ گرم نانوتیوب کربنی تک جداره (pH برابر ٤، ۷ و ۱۱ و غلظت اولیه رنگ ۲۵ میلی‌گرم بر لیتر)

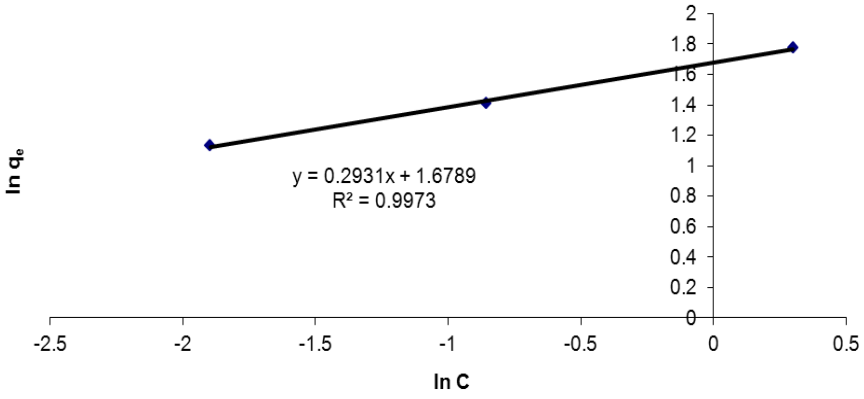
به‌منظور بررسی تأثیر دوز جاذب در فرایند جذب نمونه‌هایی با حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر با غلظت اولیه رنگ ۲۵ میلی‌گرم در لیتر تهیه و مقادیر مختلفی از جاذب (۰/۰۴ تا ۰/۰۸ گرم) به آن‌ها اضافه شد. نمونه‌ها به مدت ۳ ساعت روی شیکر مخلوط شده و طبق مراحل قبل غلظت باقی‌مانده رنگ اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که با افزایش جرم جاذب از ۰/۰۴ به ۰/۰۸ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر، راندمان حذف رنگ در دقیقه‌ی ۱۸۰ از ۹۳/۷ تا ۹۸/۷ درصد افزایش می‌یابد (نمودار ۳). با افزایش دوز جاذب از ۰/۰۴ به ۰/۰۸ گرم، مقدار رنگ جذب شده در واحد جرم جاذب از ۵۸/۵۶ به ۳۰/۸۴ میلی‌گرم بر گرم کاهش می‌یابد. دوز مناسب جاذب در این مطالعه در حد ۰/۰۴ گرم تعیین شده است.



نمودار ۳. تأثیر دوزهای مختلف جاذب بر حذف رنگ (غلظت اولیه رنگ ۲۵ میلی‌گرم بر لیتر، pH= ٤)

به‌منظور تعیین مدل‌های ایزوترمی، دوزهای مختلف جاذب به محلول‌های رنگ با غلظت ۲۵ میلی‌گرم بر لیتر در شرایط اسیدی pH=۴ اضافه شد. محلول‌های مورد نظر به مدت ۲۴ ساعت بر روی شیکر قرار داده شد و بعد از آن غلظت‌های باقیمانده رنگ تعیین شد. با توجه به نتایج ارائه شده در نمودار ۴

ایزوترم جذب رنگ روی نانوتیوب کربنی تک جداره از ایزوترم فروندلیچ (R^2=۰/۹۹۷) تبعیت می‌کند.



نمودار ٤. ایزوترم فروندلیچ جذب رنگ بر نانوتیوب کربنی تک جداره

بحث

در این مطالعه مشخص شد که میزان ظرفیت جذب رنگ با افزایش غلظت‌های اولیه رنگ، افزایش می‌یابد. راندمان حذف رنگ توسط نانوتیوب‌های کربنی تک جداره با افزایش زمان و دوز جاذب و کاهش غلظت اولیه رنگ و pH، افزایش یافته و در زمان ۳ ساعت، جذب به حالت تعادل رسیده است. نتایج بدست آمده در این مرحله با تحقیقات Thinakaran و همکاران در سال ۲۰۰۸ در زمینه جذب رنگ اسیدی بنفش ۱۷ از محلول‌های آبی توسط کربن فعال فراهم شده از پوست دانه آفتابگردان مطابقت داشت. در این مطالعه راندمان حذف رنگ توسط کربن فعال با افزایش غلظت اولیه رنگ کاهش یافت (۱۷).

نتایج نشان داد که با افزایش دوز جاذب، راندمان حذف رنگ افزایش می‌یابد که در نتیجه افزایش میزان سطح فعال و مؤثر در جذب است؛ اما به دلیل غیر اشباع ماندن برخی از نقاط فعال موجود در سطح جاذب و عدم استفاده کامل از ظرفیت آن، میزان جذب در واحد جرم جاذب کاهش می‌یابد (۱۸). نتایج مطالعه سعدانی و همکاران در سال ۲۰۱۴ در زمینه جذب رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ از محلول‌های آبی توسط نانولوله‌های کربنی تک جداره و نیز مطالعات مشابه دیگر نشان می‌دهد که افزایش میزان جاذب منجر به کاهش میزان آلاینده جذب شده در واحد جرم جاذب می‌گردد (۱۹). این پدیده به عدم استفاده کامل از ظرفیت جاذب ارتباط دارد (۲۰).

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که میزان ظرفیت جذب رنگ با افزایش غلظت اولیه آن افزایش یافت. حداکثر جذب ۹۸/۷ درصد بدست آمد و حداکثر ظرفیت جذب سطحی رنگ بر روی نانوتیوب‌های کربنی تک جداره ۱۸/۶۷۵ میلی‌گرم بر گرم بود. نتایج این مطالعه نشان داد با افزایش دوز جاذب راندمان حذف افزایش می‌یابد و با افزایش زمان تماس میزان جذب رنگ در جاذب افزایش یافته و بعد از مدت ۳ ساعت به تعادل می‌رسد. تغییرات در میزان جذب در زمان‌های مختلف به این دلیل است که با گذشت زمان به دلیل افزایش نیروی دافعه موجود بین مولکول‌های آلاینده جذب شده در سطح جاذب، جذب آلاینده در نقاط خالی موجود در سطح جاذب با سرعت کمتری انجام می‌گیرد که این امر منجر به کاهش میزان جذب در واحد زمان می‌شود. همچنین در زمان‌های تماس اولیه اغلب نقاط موجود در سطح جاذب خالی است با گذشت زمان تعداد نقاط خالی موجود در سطح جاذب کمتر شده منجر به کاهش سرعت تغییر غلظت آلاینده در فاز مایع و کاهش سرعت جذب می‌گردد (۲۱). موسوی و همکاران در سال ۲۰۱۴ حذف اسید هیومیک را از محلول‌های آبی با استفاده از نانوتیوب‌های کربنی چندجداره بررسی کردند که با افزایش زمان تماس، میزان و سرعت جذب کاهش می‌یابد (۲۲). نتایج مطالعه حاضر با یافته‌های آن‌ها در رابطه با اثر زمان تماس بر جذب مشابهت دارد.

ایزوترم جذب رنگ اسیدی بنفش ۱۷ روی نانوتیوب کربنی تک جداره از ایزوترم فروندلیچ (R^2=۰/۹۹۷) تبعیت می‌کند و جذب

رنگ از سینتیک درجه دوم کاذب تبعیت می‌کند. ماچادو و همکاران در سال ۲۰۱۱ جذب رنگ راکتیو قرمز M-2BE را با استفاده از نانوتیوب کربنی چندجداره و نیز کربن فعال انجام دادند، نتایج نشان داد که ظرفیت جذب رنگ با افزایش غلظت اولیه رنگ، افزایش یافت (۲۳). در مطالعه دیگری، آی و همکارانش در سال ۲۰۱۱ روی حذف متیلن بلو از محلول‌های آبی توسط نانوتیوب‌های کربنی چندجداره مطالعه کردند. اثر غلظت اولیه متیلن بلو، زمان تماس و pH در حذف بررسی شد. نتایج نشان داد که حداکثر ظرفیت جذب رنگ ۴۸/۰۶ میلی‌گرم بر گرم بوده و بعد از مدت ۲ ساعت جذب به تعادل می‌رسد. جذب متیلن بلو با نانوتیوب‌های کربنی چندجداره از سینتیک درجه دوم کاذب تبعیت می‌کند (۲۴).

نتیجه‌گیری

نانوتیوب‌های کربنی تک جداره (SWCNTs) در حذف رنگ اسیدی بنفش ۱۷ ظرفیت جذب معادل ۱۸/۶۷۵mg/gr داشته در نتیجه بسیار مؤثر عمل کرده است. نانوتیوب‌های کربنی تک جداره (SWCNTs) به دلیل اندازه کوچک، شکل کریستالی و نظم شبکه‌ای منحصر به فرد، سطح مقطع زیاد و در نتیجه واکنش‌پذیری بسیار زیاد و عملکرد قابل توجه به‌عنوان جاذب در حذف آلاینده‌های آلی به‌خصوص جهت حذف رنگ اسیدی بنفش ۱۷ از محیط‌های آبی می‌تواند کاربرد زیادی داشته باشد. از نانوتیوب های کربنی تک جداره می‌توان به‌عنوان یک نوع جاذب برای حذف رنگ از پساب‌های نساجی استفاده کرد. این مطالعه آزمایشگاهی با پایلوت انجام شده و در صورت کاربرد در مقیاس صنعتی، احتمالاً با محدودیت‌های مالی مواجه خواهد شد که نیاز به همکاری بخش‌های مختلف دارد.

تقدیر و تشکر

نویسندگان لازم می‌دانند از کسانی که ما را در انجام این پژوهش یاری نموده‌اند تشکر و قدردانی نمایند. این مقاله منتج از طرح تحقیقاتی با شماره ثبت ۱۹/۳-۲/۱۷۳۱ مورد حمایت مالی معاونت تحقیقات و فن‌آوری دانشگاه علوم پزشکی زنجان بوده و بدین‌وسیله از حمایت صورت گرفته، قدردانی می‌گردد.

تعارض منافع: هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

References

1. 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.
2. 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.
3. Wang S. A comparative study of Fenton and Fenton-lik reaction kinetics in decolourisation of wastewater. Dyes and Pigments 2008; 76: 714-20.
4. Ehrampoush MH, Ghaneian MT, Moussavi SP. Application of Bone Char as a Natural Biosorbent for the Removal of Acid Orange 7 dye from Synthetic Textile Wastewater. The Journal of Toloo-e- Behdasht 2013; 12(4): 74-83.
5. 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.
6. Chang MC, Shu HY, Yu HH. An integrated technique using zero-valent iron and UV/H 2 O 2 sequential process for complete decolorization and mineralization of CI Acid Black 24 wastewater. Journal of hazardous materials. 2006;138(3):574-81.
7. Crittenden C, Rhodes TR, Hand DW, Howe KJ. Water treatment: Principales and design. 2th ed. New York: John Wiley Sons Inc; 2005.
8. Rubia A, Rodriguez M, Prats D. pH, Ionic strength and flow velocity effects on the NOM filtration with Tio2/Zro2 membranes. Separation and purification technology 2006; 52: 325-31.
9. Odom R, Regli S, Messner M, Cromwell J, Javdan M. Benefit–cost analysis of the stage 1 D/DBP rule. American Water Works Association. Journal 1999; 91(4): 137-47.
10. Kawamura S. Integrated design and operation of water treatment facilities. New York: John Wiley; 2000: 260-282.
11. Brum MC, Oliveira JF. Removal of humic acid from water by precipitate flotation using cationic surfactants. Minerals Engineering 2007; 20(9): 945-9.
12. Mohan D, Pitman CU. Activated carbons and low cost adsorbents for remediation of tri-and hexavalent chromium from water. Journal of hazardous materials 2006; 137(2): 762-811.
13. Gianneto G, Montes A, Rodr´ıguez G. Zeolitas Characteristics, Propiedades y Applications Industriales.

Innovaci´on Tecnol´ogica. Facultadde Ingenier´ıa UCV, Caracas 2000; p305.
G. Gianneto, A. Montes, G. Rodrı´guez, Zeolitas Caracterı´sticas, Propiedades y Aplicaciones Industriales, Innovacio´n Tecnolo´gica, Facultad de Ingenierı´a—UCV, Caracas, 2000, p. 305
14. Lu C, Chiu H. Adsorption of zinc from water with purified carbon nanotubes. Chemical Engineering Science 2006; 61(4): 1138-45.
15. Moussavi SP, Emamjomeh MM, Ehrampoush MH, Dehvari M, Jamshidi S. Removal of Acid Orange 7 Dye from Synthetic Textile Wastewater by Single-Walled Carbon Nanotubes: Adsorption Studies, Isotherms and Kinetics. Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences 2014; 12(11): 907-18. (In Persian)
16. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Standard methods for examination of water and wastewater. 19nd ed. Washington: D.C: APHA; 1998: 1247–51.
17. Thinakaran N, Baskaralingam P, Pulikesi M, Panneerselvam P, Sivanesan S. Removal of Acid Violet 17 from aqueous solutions by adsorption onto activated carbon prepared from sunflower seed hull. Journal of Hazardous Materials 2008; 151(2): 316–22.
18. Sulak MT, Demirbas E, Kobya M. Removal of Astrazon Yellow 7GL from aqueous solutions by adsorption onto wheat bran. Bioresource technology 2007; 98(13): 2590-8.
19. Sadani M, Moussavi SP, Ehrampoush MH, Jasemi Zad T, Rahimi S. Application of Single-Walled Carbon Nanotubes in Reactive Red 198 dye adsorption from aqueous solutions. Health Systeam Research 2014; 10(2): 245-57. (In Persian)
20. Hameed BH, Ahmad AA, Aziz N. Isotherms, kinetics and thermodynamics of acid dye adsorption on activated palm ash. Chemical Engineering Journal 2007; 133(1-3): 195-203.
21. Mezenner NY, Bensmaili A. Kinetics and thermodynamic study of phosphate adsorption on iron hydroxide-eggshell waste. Chemical Engineering Journal 2009; 147(2-3): 87-96.
22. Moussavi SP, Ehrampoush MH, Mahvi AH, Rahimi S, Ahmadian M. Efficiency of Multi-Walled Carbon Nanotubes in Adsorbing Humic Acid from Aqueous Solutions. Asian Journal of Chemistry 2014; 26 (3): 821-26.
23. Machado FM, Bergmann CP, Fernandes TH, Lima EC, Royer B, Calvete T. Adsorption of Reactive Red M-2BE dye from water solutions by multi-walled carbon nanotubes and activated carbon. Journal of hazardous materials 2011; 192(3): 1122–31.
24. 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.

Journal of Jiroft University of Medical Sciences

Journal of Jiroft University of Medical Sciences, Autumn 2016 ;Vol 2, No.2: 97-104 *Orginal Article*

The evaluation of removal of Acid Violet 17 dye from aqueous solution by Single Walled Carbon Nanotubes

Mehran Mohammadian Fazli[1], Seyedeh Parvin Moussavi[2*]

[1]Assistant Professor, Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Public Health, Zanjan University of Medical Sciences, Zanjan, Iran.
[2]MSc Environmental Health Engineering ,Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Public Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran.

***Corresponding Author:**
Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Public Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

Mobile: 09126813916
E- mail:
seyedeparvin.mosavi@yahoo.com

Abstract **Received:** Sep.22, 2016 **Accepted:** Nov.30, 2016

Introduction: A large part of Organic compounds, causing Pollution in natural waters, are Chemical dyes. Acidic dyes have extensive Applications in different Industries. Colored wastewater discharge causes serious environmental problems due to their high toxicity and aggregation in environment. The aim of this study is the investigation of the use of Single Walled Carbon Nanotubes (SWCNTs) as adsorbent at Acid Violet 17 dye adsorption process from aqueous solutions.
Methods: This experimental study has been done in batch system in which the effects of Variations such as Acid Violet 17 dye concentration, dose of nanotubes, pH and contact time has been investigated in removal of dye. The dye concentration in the samples was measured using UV/Visible spectrophotometer model SP-3000 Puls-Japan and Construction of calibration curve at a wavelength of 587 nm. adsorption Isotherm has also been analysised using Freundlich, Langmuir theory.
Results: the results show that by decreasing dye initial concentration from 100 to 25 mg/l, removal efficiency is increased from 74.7 to 93.7%. by increasing the adsorbent dose from 0.4 to 0.8 gr, removal efficiency of dye is increased from 93.7 to 98.7%. Maximum surface adsorption of dye was observed to be 18.675 mg/gr. appropriate time for receiving equalization state of Acid Violet 17 dye adsorption is 3 hours.
Conclusion: Due to small size, unique network arrangement, large surface area, very high reactivity and consequently noticeable performance as an adsorbent in removal of organic pollutants from aqueous solutions, Single Walled Carbon Nanotubes could be effective for removal of Acid Violet 17 dye.

Keywords: Single walled carbon nanotubes, Acid Violet 17 dye, adsorption