

مقایسه کارایی کربن مرک با کربن‌های تولیدی در حذف اسید هیومیک از محلول‌های آبی (مطالعات ایزوترمی و سنیتیکی)

احمدالله آبادی^۱، ابوالفضل رحمانی‌ثانی^۲، زهرا رضائی‌گزل‌آباد^{۳*}، مهناز ترابی^۴

۱. استادیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، سبزوار، ایران
۲. دانشیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، سبزوار، ایران
۳. مربی گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، سبزوار، ایران
۴. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، سبزوار، ایران

چکیده

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۸/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۲/۲۷

مقدمه و هدف وجود اسید هیومیک در منابع آبی، مشکل اصلی منابع آب برای سلامتی است، از آنجا که روش‌های متفاوتی برای حذف آن موجود است. از این میان جذب، روشی مؤثر برای حذف اسید هیومیک به‌شمار می‌آید. بنابراین از زائدات کشاورزی فعال شده با کلراید آمونیاک برای تهیه کربن استفاده شد.

مواد و روش کار در مطالعه حاضر از کربن مرک استاندارد و کربن تهیه شده از زائدات چنار و گیاه اسکنبیل به عنوان جاذب استفاده شد و آزمایش‌های جذب در حالت ناپیوسته انجام شد که در آن تأثیر انواع پارامترها از قبیل نوع کربن، دوز جاذب (۱-۰/۱g/l)، pH اولیه (۱۰-۲)، و زمان تماس (۵-۵۰min) در حذف اسید هیومیک بررسی شد و روی ظرفیت جذب دو مدل ایزوترم لانگمیر و فروندلیچ بحث شد.

نتایج نتایج نشان داد که pH در حذف اسید هیومیک پارامتر مهمی است، و ایزوترم نشان داد که فرایند جذب از ایزوترم لانگمیر پیروی می‌کند، همچنین نوع کربن به شدت در فرایند جذب تأثیر دارد که ظرفیت جذب در شرایط بهینه برای کربن مرک ۲۳۸ میلی‌گرم بر گرم و برای کربن اسکنبیل و چنار به ترتیب ۲۹۴، ۲۵۰ میلی‌گرم بر گرم است.

نتیجه‌گیری کربن تهیه شده از اسکنبیل به دلیل ظرفیت جذب بالا در حذف اسید هیومیک از آب می‌تواند مؤثر باشد.

کلیدواژه‌ها:

اسید هیومیک، جذب، زائدات کشاورزی

مقدمه

طبیعی تشکیل می‌شوند [۱، ۲]، میزان این ترکیبات در آب‌های سطحی تا ۳۰ میلی‌گرم بر لیتر نیز هم گزارش شده است که درصد زیادی از ترکیبات اسید هیومیک به صورت محلول و

متداول‌ترین ترکیبات آلی موجود، در آب‌های سطحی اسید هیومیک است که از تجزیه حیوانات و گیاهان در آب‌های

* نویسنده مسئول: زهرا رضائی‌گزل‌آباد

نشانی: سبزوار، دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، گروه مهندسی بهداشت محیط، زهرا رضائی‌گزل‌آباد

دورنگار:

تلفن: ۰۵۱۴۴۰۱۸۳۴۶

رایانه: R.khajeie@gmail.com

شناسه ORCID:

زهرا رضائی‌گزل‌آباد: 0000-0001-8703-1107

احمدالله آبادی: 0000-0002-7373-7637

مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، دوره ۲۵، شماره ۴، مهر و آبان ۱۳۹۷، ص

آدرس سایت: http://jsums.medsab.ac.ir رایانامه: journal@medsab.ac.ir

شاپای چاپی: ۱۶۰۶-۷۴۸۷

کاهش یابد. بنابراین در این مطالعه، به بررسی کارایی کربن فعال تهیه شده از پایه‌های چوب چنار و اسکنبیل و مقایسه آن با کربن فعال تجاری در حد اسیدهیومیک از محلول‌های آبی و فاکتورهای مؤثر بر آن پرداخته شده است.

مواد و روش کار

مطالعه حاضر، مطالعه‌ای تجربی است که به صورت سیستم ناپیوسته انجام شد. در این مطالعه از اسیدهیومیک محصول شرکت سیگما برای تهیه نمونه‌ها استفاده شد و بقیه مواد مصرفی از محصول شرکت مرک آلمان تهیه شده است. به این صورت که نخست محلول استوک اسیدهیومیک غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر تهیه شد و سپس غلظت‌های مورد نظر از محلول فوق ساخته شد. برای تنظیم pH محلول‌ها از اسیدکلریدریک و سود با غلظت ۰/۱ نرمال استفاده شد. کربن‌های استفاده‌شده در این مطالعه شامل کربن مرک، کربن‌های تهیه شده از پایه چوب چنار و اسکنبیل است. طرز تهیه کربن‌های بر پایه چوب چنار و اسکنبیل به آن شرح است که نخست زائدات چوبی تهیه شد و برای حذف ناخالصی‌های سطح آن، چندین بار با آب مقطر شست‌وشو داده شد سپس در برابر نورخورشید خشک شد، آن‌گاه به صورت قطعه‌های کوچک تبدیل شد، سپس در دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد به زغال تبدیل شد، زغال تهیه شده در مش‌های ۱۲-۲۸ به مدت ۲ ساعت در دمای ۹۰۰ در کوره تحت گاز نیتروژن فعال‌سازی فیزیکی شد.

متغیرهای اصلی انتخابی در این پژوهش شامل pH (۲-۱۰)، دوز جاذب (۰/۲-۱/۲ گرم بر لیتر)، زمان تماس (۵-۶۰ دقیقه)، و غلظت اسیدهیومیک (۱۰-۵۰ میلی‌گرم بر لیتر) بود، به منظور بهینه‌سازی متغیرهای فوق، در تمامی مراحل برای بررسی تأثیر هر متغیر با ثابت نگه داشتن سایر فاکتورها و تغییردادن فاکتور مورد نظر آزمایش‌هایی انجام شدند. به منظور اختلاط مناسب ماده جاذب شونده و جاذب در تمامی نمونه‌های مورد آزمایش از دستگاه شیکر انکوباتور بادور rpm ۱۰۰ استفاده شد، سپس نمونه‌ها توسط فیلتر پلی‌آمید ۰/۴۵ میکرون و پمپ خلأ صاف شد و توسط اسپکتوفتومتری UV-Vis مدل (CECIL CE7400) در طول موج ۲۵۴ نانومتر قرائت شد [۲۱] در نهایت به بررسی ایزوترم، سنتیک جذب در شرایط بهینه پرداخته شد.

برای محاسبه ظرفیت جذب جاذب به ازای واحد دوز جاذب $(q_{eq} \text{ (mg/g)})$ و کارایی حذف هیومیک از معادله (۱) و معادله (۲) استفاده شد [۲۲].

بخش جزئی آن‌ها به صورت کلئیدی در آب است [۳]. از مهمترین آثار نامطلوب اسیدهیومیک در آب، ایجاد رنگ، طعم و بوی نامطلوب در آب، ایجاد کمپلکس با فلزات سنگین و دیگر آلاینده‌های آلی آب گریز مانند حشره کش‌ها است [۴] ترکیب با کلر هنگام گندزدایی آب، ایجاد ترکیبات جانبی سرطان‌زا از قبیل تری‌هالومتان‌ها و هالواستیک اسیدها می‌کنند [۵-۷]، همچنین وجود اسیدهیومیک در آب باعث تحریک رشد مجدد میکروارگانیسم در شبکه‌های توزیع آب و ایجاد بیوفیلم و گرفتگی لوله‌ها می‌شود، مطالعات صورت نشان‌دهنده این است که حضور اسیدهیومیک سبب تشکیل تری‌هالومتان می‌شود. غلظت این ترکیب سمی و سرطان‌زا بیش از ۱۰۰ میکروگرم بر لیتر است که این غلظت نسبت به استاندارد ایران بالاتر است [۸، ۹]، از این رو متداول‌ترین روش عدم تشکیل تری‌هالومتان‌ها در آب شرب، نبود ترکیبات آلی محلول از قبیل اسید هیومیک و اسید فولویک در آب قبل از عمل گندزدایی است. بنابراین حذف ترکیبات آلی اسیدهیومیک از منابع آب شرب امری اجتناب‌ناپذیر است و فرایندهای متداول تصفیه آب (انعقاد) موجود در تصفیه‌خانه‌های آب فقط قادرند حدود ۳۰ درصد از ترکیبات اسید هیومیک و پیش‌سازهای تری‌هالومتان‌ها را حذف کنند [۱۰-۱۱]. بنابراین به علت اهمیت حذف کامل آن‌ها در تصفیه‌خانه‌های آب، لزوم یک روش تصفیه نوین ضروری به نظر می‌رسد. روش‌های نوین حذف این ترکیبات صافی‌های غشایی [۱۲-۱۳]، اکسیداسیون پیشرفته [۱۴]، تبادل یونی [۱۵] و جذب سطحی [۱۶-۱۸] است. فرایندهای غشایی و اکسیداسیون شیمیایی دارای محدودیت کاربرد و پرهزینه است [۱۸] جذب بیشترین راندمان را در بین روش‌های فیزیکی برای حذف ترکیبات آلی آب دارد. از بین جاذب‌های سطحی کربن فعال به دلیل خلل و فرج بالا سطح مخصوص و ظرفیت جذب بسیار بالا بیشترین استفاده را برای حذف آلاینده‌های مواد آلی از آب‌های آلوده و فاضلاب دارد. مهم‌ترین مشکل کربن‌های فعال موجود هزینه بالای تولید و احیای آن است که سبب شده استفاده از آن به عنوان جاذب مقرون به صرفه نباشد. [۱۹] از این رو کاربرد ماده ارزان‌تری برای تولید کربن فعال در حذف مواد آلی از جمله اسید هیومیک استفاده می‌شود. از آن جمله می‌توان به مطالعه وانگ [۱۷] و موسوی [۲۰] اشاره کرد. بنابراین نیاز به مطالعه بیشتری برای تهیه کربن فعال با پایه مواد ارزان‌تر، قابلیت جذب بالاتر و مشخصات سطحی مناسب‌تر برای جذب بیشتر اسیدهیومیک از منابع ضروری است؛ تا علاوه بر افزایش عملکرد فرایند، هزینه‌ها نیز

استفاده از میزان ثابتی از جاذب ($0/6 \text{ g/L}$) و غلظت اسیدهیومیک (50 mg/L) در زمان تماس 30 min بررسی شد. نتایج در شکل ۱ بیانگر این است که میزان pH محلول، به طور چشمگیری فرایند جذب HA روی هر ۳ کربن را تحت تأثیر قرار می دهد. به طوری که میزان حذف HA با افزایش pH از ۲ تا ۱۰ کاهش می یابد. حداکثر راندمان جذب HA برای کربن اسکنیل ($81/3\%$ درصد)، کربن چنار ($77/38\%$ درصد) و کربن مرک ($66/28\%$ درصد) در pH حدود ۲ رخ داد. هنگامی که pH به ۱۰ افزایش داده شد، راندمان جذب کاهش یافت که میزان حذف به ترتیب به $56/2\%$ درصد، $51/49\%$ درصد و تا $38/7\%$ درصد کاهش یافت. میزان حذف اسیدهیومیک در pH برابر ۶ توسط کربن مرک 59% درصد، کربن چنار 69% درصد و کربن اسکنیل $81/71\%$ درصد بود از این رو pH بهینه در این مطالعه ۶ به دست آمد.

$$R = \frac{(C_0 - C_t)}{C_0} \quad (1)$$

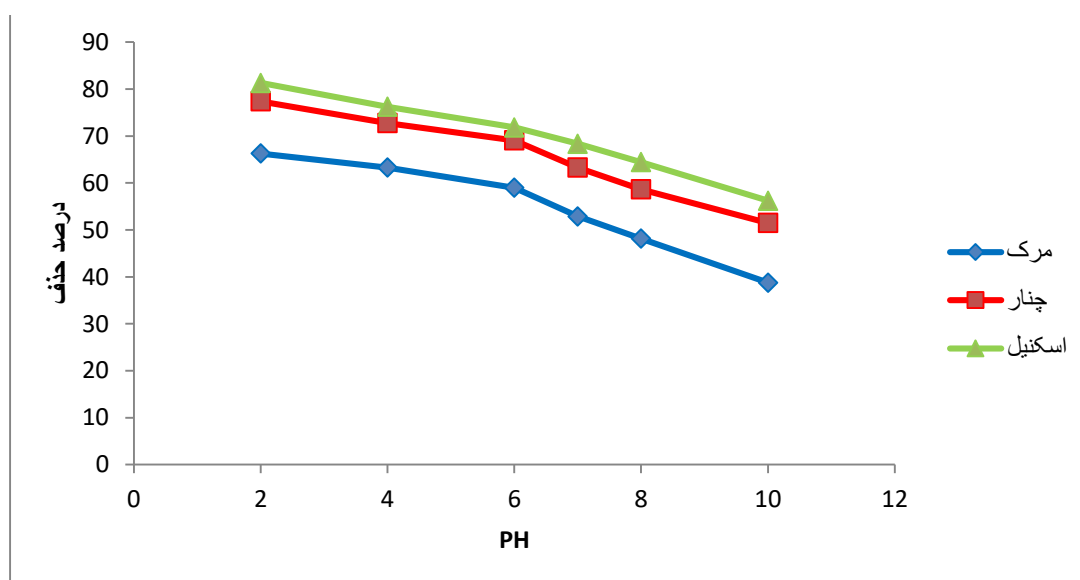
$$q_e = \frac{(C_0 - C_t)V}{M} \quad (2)$$

که در آن R، درصد کارایی؛ C_0 ، غلظت اولیه اسید هیومیک (mg/L)؛ C_t ، غلظت اسیدهیومیک بعد از مدت زمانی (mg/L)؛ q_e ، ظرفیت جذب (mg/g)؛ V، حجم محلول اسیدهیومیک (L)؛ دوز جاذب (gr) است.

نتایج:

۱. تأثیر pH:

اثر pH اولیه محلول در جذب HA بر کربن تهیه شده از چوب اسکنیل، چنار و کربن مرک در محدوده مقادیر ۲ تا ۱۰ با



شکل ۱. تأثیر تغییرات pH بر راندمان حذف اسید هیومیک

افزایش چشمگیری نداشت.

۳. اثر زمان تماس

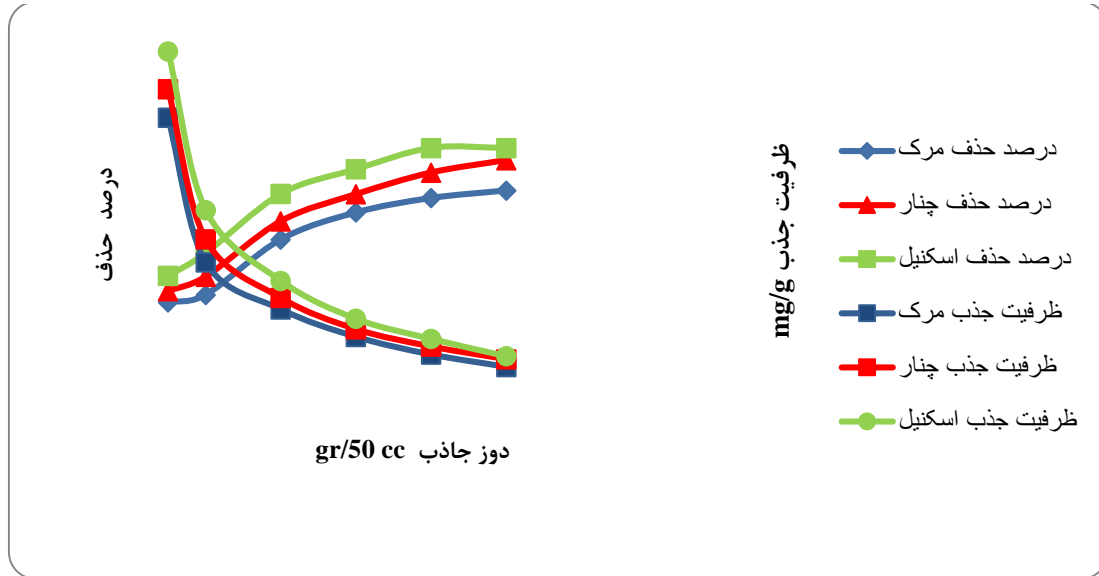
تأثیر زمان تماس بین ۵ تا ۵۰ دقیقه بر حذف اسیدهیومیک با استفاده از محلول حاوی 50 mg/L HA، pH ۶ و دوز جاذب $0/6 \text{ g/L}$ گرم بر لیتر بررسی شد. راندمان های جذب اسیدهیومیک در زمان تماس های مختلف در شکل ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان داد حداکثر حذف در زمان ۳۰ دقیقه اول بود. بنابراین ۳۰ دقیقه به عنوان زمان بهینه در نظر

۲. اثر غلظت جاذب

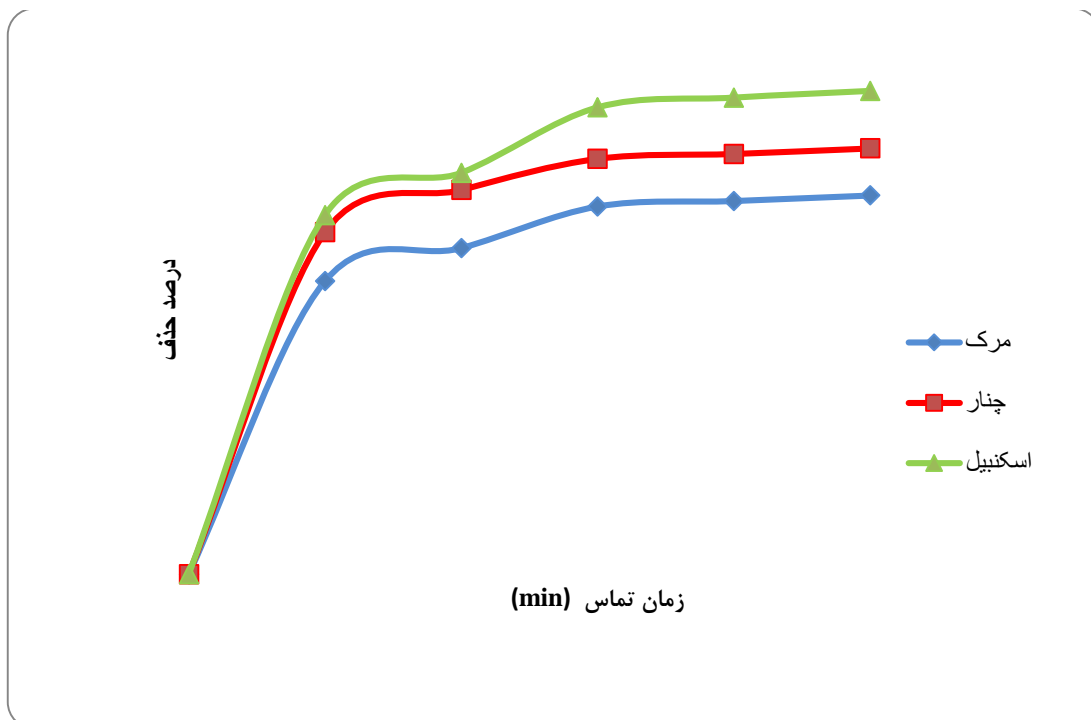
نتایج حاصل از تغییرات دوز جاذب بر راندمان حذف و ظرفیت جذب اسیدهیومیک برای هر سه جاذب نشان می دهد (شکل ۲) که با افزایش مقدار دوز جاذب، راندمان حذف اسیدهیومیک برای هر سه جاذب افزایش و ظرفیت جذب برای هر سه جاذب کاهش یافته است. همچنین مناسب ترین مقدار دوز جاذب، برای هر سه جاذب $0/6 \text{ g/L}$ انتخاب شد، زیرا تا این مقدار درصد حذف افزایش پیدا کرده اما بعد از آن درصد حذف

بعد از این زمان میزان حذف تغییر نیافت.

گرفته شد. اما زمان دستیابی به تعادل واکنش ۶ ساعت است و



شکل ۲. تأثیر دوز جاذب بر ظرفیت جذب و راندمان حذف اسیدهیومیک



شکل ۳. تأثیر تغییرات زمان تماس بر راندمان حذف اسیدهیومیک

۴. سینتیک واکنش‌ها

که حذف اسیدهیومیک توسط هر سه جاذب از مدل سینتیکی شبه درجه دوم تبعیت می‌کند. پارامترهای محاسبه شده از روی معادلات سینتیکی نیز در جدول ۱ آمده است.

نتایج حاصل از مقادیر ضرایب همبستگی برای اساس مدل‌های مختلف سینتیکی (شبه درجه اول، شبه درجه دوم) نشان داد جدول ۲. پارامترهای ثابت محاسبه شده برای سینتیک‌های شبه درجه اول، شبه درجه دوم بر ای هر سه جاذب

مدل سینتیک شبه درجه دوم			مدل سینتیک شبه درجه اول			جاذب
$q_e(\text{mg/g})$	$K_2(\text{g}/(\text{mg min}))$	R^2	$q_e(\text{mg/g})$	$K_1(\text{min})^{-1}$	R^2	
۳۸/۵۷	۰/۰۱۲	۰/۹۹۶	۱۸/۳۵	۰/۰۰۸	۰/۸۳۱	اسکنیل
۳۴/۱۲	۰/۰۰۹	۰/۹۹۱	۱۷/۸۱	۰/۰۲۰	۰/۸۵۳	چنار
۳۱/۵۳	۰/۰۱۴	۰/۹۸۵	۱۵/۷۲	۰/۰۱۵	۰/۸۳۹	مرک

اسکنیل از ایزوترم فروندلیچ تبعیت می‌کند. پارامترهای محاسبه شده از روی معادلات ایزوترمی فروندلیچ و لانگمیر نیز در جدول ۲ آمده است.

۵. ایزوترم جذب

معادلات جذب توسط ایزوترم‌هایی از قبیل لانگمیر و فروندلیچ قابل تشریح است، برای کیفیت ظرفیت جذب هر سه کربن در جذب اسید هیومیک، از معادله ۲ و ۳ در شکل خطی استفاده شد. ضریب رگرسیون در جذب اسید هیومیک با استفاده از هر سه جاذب برای مدل‌های ایزوترمی لانگمیر و فروندلیچ تعیین شد. مقادیر مشاهده شده از ضرایب رگرسیون نشان می‌دهد که دو جاذب (چنار و مرک) از ایزوترم لانگمیر و برای جاذب

$$q_e = \frac{1}{bq_{max}} + \frac{C_e}{q_{max}} \quad \text{رابطه (۳)}$$

$$\ln q_e = \ln k_F + \frac{1}{n} + \ln C_e \quad \text{رابطه (۴)}$$

جدول ۲. پارامترهای ثابت محاسبه شده برای ایزوترم‌های فروندلیچ و لانگمیر برای هر سه جاذب

لانگمیر				فروندلیچ			جاذب
$q_e(\text{mg/g})$	b (L/mg)	R_L	R^2	K_f (mg/g)(L/mg) ^(1/n)	n	R^2	
۲۹۴/۱	۰/۰۰۹	۰/۶۷	۰/۹۵۲	۳۲/۱۳	۱۲/۶۱	۰/۹۱۳	اسکنیل
۲۵۰/۱	۰/۰۶	۰/۲۵	۰/۸۸۶	۱۹/۴۹	۲۴/۲۳	۰/۹۶۹	چنار
۲۳۸/۹	۰/۰۱۸	۰/۵۲	۰/۶۲۱	۱۷/۴۱	۱۸/۱۰	۰/۹۹۸	مرک

بحث

برای کربن تهیه شده از اسکنیل در شرایط اسیدی ۸۱/۳ درصد و در شرایط قلیایی ۵۶/۲ درصد بود که دلیل آن حضور گروه‌های عاملی از قبیل کربوکسیل و گروه‌های فنلی در ساختار اسید هیومیک است. وجود این گروه‌های عاملی باعث ایجاد شارژ منفی می‌شوند و از سوی دیگر سطح جاذب‌ها در شرایط اسیدی از محلول یون مثبت هیدروژن می‌گیرند و باعث

شکل ۱، تأثیر pH محلول بر میزان حذف اسیدهیومیک را نشان می‌دهد. همچنین بیان می‌کند با افزایش pH، میزان حذف اسید هیومیک کاهش یافته، به طوری که در pH قلیایی این میزان حذف خیلی کمتر است. ولی در pH اسیدی میزان حذف توسط هر ۳ کربن بیشتر بوده است که این میزان حذف

افزایش اسیدیته سطح جذب می‌شوند [۱]. بنابراین شکل‌گیری بارهای ناهمنام به دلیل جاذبه الکترواستاتیک باعث افزایش حذف اسیدهیومیک در شرایط اسیدی می‌شوند ولی در شرایط قلیایی حضور بارهای همنام باعث غیرقابل دسترسی مکان‌های جذب می‌شوند، [۲۰، ۲۳] زیرا گروه‌های کربوکسیل در pH های بالاتر از ۶ و گروه‌های فنلی در pH های بالای ۱۰ از ساختار اسیدهیومیک جدا شده است. بنابراین باعث کاهش حذف اسید هیومیک در شرایط pH قلیایی می‌شوند. نتایج این مطالعه با نتایج موسوی در سال ۲۰۰۸ حذف اسیدهیومیک با

استفاده از رزین همخوانی دارد [۱۸].

با توجه به ضریب همبستگی به‌دست آمده برای هر سه جاذب، بررسی ایزوترم‌های جذب نشان داد که جذب اسیدهیومیک برای دو جاذب (چنار و مرک) از ایزوترم لانگمیر تبعیت می‌کند، ولی برای جاذب اسکنیل از ایزوترم فروندلیچ تبعیت می‌کند و این بدین معنی است که فرایند جذب اسید هیومیک روی کربن به‌دست آمده از چوب چنار و کربن مرک در مکان‌های همگن خاصی رخ می‌دهد و یک جذب سطحی تک لایه روی سطح دو جاذب اتفاق می‌افتد، ولی جذب اسیدهیومیک بر کربن به‌دست آمده از اسکنیل در مکان‌های ناهمگن صورت می‌گیرد و جذب چند لایه است [۲۴]. همچنین نتایج حاصل از ضریب همبستگی برای کربن مرک نشان داده که نسبت به کربن چنار تطابق بیشتری با مدل لانگمیر دارند که این موضوع نشان می‌دهد که کربن مرک سطح همگن‌تری نسبت به کربن تولیدی دارد. میزان ضریب جداسازی (R_L) به‌دست آمده حاکی از آن است که R_L برای هر سه جاذب در محدوده (۰-۱) قرار دارد و نشان می‌دهد ضریب جداسازی جاذب در محدوده مطلوب قرار دارد [۲۵]. همچنین مشخص شد حداکثر ظرفیت جذب اسیدهیومیک با هر سه جاذب اسکنیل، چنار و مرک به‌ترتیب ۲۹۴، ۲۵۰ و ۲۳۸ میلی‌گرم بر گرم است.

نتایج به‌دست آمده از ضریب رگرسیون خطی برای مدل‌های سینتیک درجه اول و درجه دوم برای هر سه جاذب نشان داد که فرایند جذب برای هر سه جاذب از سینتیک شبه درجه دوم پیروی می‌کند، تابعیت از معادلات درجه دوم بیانگر این نکته است که فرایند جذب وابسته به غلظت جذب شونده است، زیرا معادله شبه درجه دوم در خصوص جذب عموماً بر پایه ظرفیت جذب پایه‌گذاری شده است. بدین ترتیب می‌توان نتیجه گرفت قسمت اعظم جذب در هر دو جاذب به‌صورت جذب شیمیایی و در لایه سطحی انجام می‌گیرد [۲۶].

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعات پتانسیل جذب اسیدهیومیک بر جاذب‌ها نشان داد که در pH اسیدی کارایی حذف برای هر سه جاذب بهتر

افزایش اسیدیته سطح جذب می‌شوند [۱]. بنابراین شکل‌گیری بارهای ناهمنام به دلیل جاذبه الکترواستاتیک باعث افزایش حذف اسیدهیومیک در شرایط اسیدی می‌شوند ولی در شرایط قلیایی حضور بارهای همنام باعث غیرقابل دسترسی مکان‌های جذب می‌شوند، [۲۰، ۲۳] زیرا گروه‌های کربوکسیل در pH های بالاتر از ۶ و گروه‌های فنلی در pH های بالای ۱۰ از ساختار اسیدهیومیک جدا شده است. بنابراین باعث کاهش حذف اسید هیومیک در شرایط pH قلیایی می‌شوند. نتایج این مطالعه با نتایج موسوی در سال ۲۰۰۸ حذف اسیدهیومیک با

استفاده از رزین همخوانی دارد [۱۸]. نتایج حاصل از تأثیر دوز جاذب بر ظرفیت جذب برای هر سه جاذب نشان می‌دهد که با افزایش دوز جاذب، ظرفیت جذب کاهش و در مقابل راندمان حذف افزایش یافته است. افزایش مقدار جاذب به معنای افزایش سطح جاذب و دسترسی بیشتر مولکول‌های اسیدهیومیک به نقاط جذب‌کننده در سطح جاذب‌ها است که موجب افزایش درصد حذف شده است. از طرفی دیگر، افزایش دوز جاذب به معنی جذب سریع‌تر اسیدهیومیک از محلول و کاهش غلظت اسید هیومیک در محلول خواهد بود [۲۴]. این موضوع موجب کاهش اسیدهیومیک در دسترس برای ایجاد حداکثر پوشش سطح می‌شود که به کاهش مقدار اسیدهیومیک جذب شده به ازای واحد وزن جاذب می‌انجامد. این روند نشان می‌دهد که ذرات جذب شده بر سطح جاذب یا مولکول‌های باقی‌مانده در محلول، باعث بسته شدن منافذ داخلی جاذب شده یا اینکه موجب تجمع و به هم پیوستگی ذرات جاذب می‌شوند که نتیجه آن کاهش نقاط فعال برای جذب خواهد بود [۲۵]. در مطالعه‌ای که توسط Doulia و همکارانش (۲۰۰۹) روی حذف اسیدهیومیک با کربن فعال انجام شد، نتایج مشابهی با مطالعه حاضر گزارش شد و دلیل آن را شکاف جریان (گرادیان غلظت) بین جاذب و جذب شونده عنوان کرده‌اند [۲۶].

درصد حذف اسید هیومیک بر هر سه جاذب، با زمان تماس رابطه مستقیم دارد، یعنی با افزایش زمان از ۱۰ به ۵۰ دقیقه میزان ظرفیت جذب و درصد حذف افزایش یافته است. در هر سه جاذب ابتدای فرایند جذب، به دلیل تعداد زیاد مکان‌های جذب، تفاوت زیاد غلظت بین ماده جذب شده در محلول و مقدار آن در روی سطح جاذب، افزایش یافته است [۲۷]. اما با گذشت زمان شیب بسیار ملایم و آرامی به خود گرفته‌اند که این به علت وجود یک لایه اسید هیومیک بر سطح جاذب است. همچنین با گذشت زمان، اشغال مکان‌های سطحی خالی باقیمانده مشکل است. زیرا بین مولکول‌های

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از طرح تحقیقاتی مصوب دانشگاه علوم پزشکی سبزوار مصوبه به شماره ۳۹۱۰۴۰۴۱۵ است که با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی سبزوار اجرا شده است. از این رو از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه و از کارشناس محترم مجموعه آزمایشگاهی بهداشت محیط تقدیر و تشکر می شود.

بوده و واکنش جذب در زمان ۶ ساعت به تعادل رسیده ولی زمان ۳۰ دقیقه به عنوان زمان بهینه در نظر گرفته شد. همچنین جذب اسیدهیومیک روی کربن تهیه شده از زائدات نسبت کربن مرک بهتر است، به ویژه کربن تهیه شده از اسکنیل تأثیر بیشتر داشت، از این رو به دلیل دسترسی آسان تر، بومی بودن جاذب و هزینه کمتر اسکنیل می توان از این چوب به عنوان کربن فعال در حذف اسیدهیومیک استفاده کرد.

References

- [1]. Katsumata H, Sada M, Kaneco S, Suzuki T, Ohta K, Yobiko Y. Humic acid degradation in aqueous solution by the photo-Fenton process. *Cheml Eng J*. 2008;137(2):225-30.
- [2]. -Mohammadi A, Asgari G, Samadi MT, Poormohammadi A, Faramarzi A. The Effect of UV and coupled with Fe (0) Nanoparticles inactivation of IO_4^- in removal of Humic Acid from the water Resources. Sabzevar University of Medical Sciences Journal. 2015; 22(4): 571-9. (persian)
- [3]. Swietlik I, Sikorska E. Characterization of natural organic matter fractions by high pressure sizeexclusion chromatography, specific UV absorbance and total luminescence spectroscopy. *Pol J Environ Stud*. 2006; 15(1): 145.
- [4]. An J, Iho EH, Nam K. Effect of dissolved humic acid on the Pb bioavailability in soil solution and its consequence on ecological risk. *J. Hazard. Mater*. 2015; 286: 236-241.
- [5]. David R. Biofilm processes in biologically active carbon water purification. *Review. Water Res* 2008; 42: 2839-2848.
- [6]. Zazouli M, Nasser S, Mahvi A, Mesdaghinia A, Gholami M. Study of natural organic matter fractions in water sources of Tehran. *Pak J Biol Sci*. 2007; 10(10): 1718-1722
- [7]. M lousavi G. Degradation of humic acids through heterogeneous catalytic ozonation with bone charcoal. *Reac Kinet Mech Cat* 2010; 100: 481-485.
- [8]. Zazouli M, Nasser S, Mahvi A, Mesdaghinia A, Gholami M. Study of natural organic matter fractions in water sources of Tehran. *Pak J Biol Sci* 2007; 10(10): 1718-1722.
- [9]. Zazouli M, Nasser S, Mahvi A, Mesdaghinia A, Youncian M, Gholami M. Determination of hydrophobic and hydrophilic fractions of natural organic matter in raw water of Jalalieh and Tehranspars water treatment plants (Tehran). *J Appl Sci* 2007; 7(18):2651-2655.
- [10]. Abdoallahzadeh H, Alizadeh B, Khosravi R, Fazlzadeh M, Efficiency of EDTA Modified Nanoclay in Removal of Humic Acid from Aquatic Solutions, *J Mazandaran Univ Med Sci* 2016; 26(139): 111-125 (Persian).
- [11]. Asgari Gh, Ghanizadeh Gh, Sevd Mohammadi A. Adsorption of humic acid from aqueous solutions onto modified pumice with hexadecyl trimethyl ammonium bromide. *JBUMS* 2011; 14(1): 14-22. (Persian).
- [12]. Hwang LL, Tseng H-H, Chen J-C. Fabrication of polyphenylsulfone/polyetherimide blend membranes for ultrafiltration applications. The effects of blending ratio on membrane properties and humic acid removal performance. *J Membr Sci*. 2011; 384(1-2): 72-81. 14.
- [13]. Heo J, Kim H, Her N, Lee S, Park Y-G, Yoon Y. Natural organic matter removal in single-walled carbon nanotubes-ultrafiltration membrane systems. *Desalin*. 2012; 298: 75-84
- [14]. Park S, Yoon T-i: The effects of iron species and mineral particles on advanced oxidation processes for the removal of humic acids. *Desalin*. 2007, 208(1-30): 181-91.
- [15]. Oguz E, Tortum A, Keskinler B. Determination of the apparent rate constants of the degradation of humic substances by ozonation and modeling of the removal of humic substances from the aqueous solutions with neural network. *J Hazard Mater*. 2008; 157(2-3): 455-63
- [16]. Anirudhan TS, Suchithra PS, Riiith S. Amine-modified polyacrylamide-bentonite composite for the adsorption of humic acid in aqueous solutions. *Colloids and Surfaces A:Phy chem and Eng Aspect*. 2008; 326 (3):147-56.
- [17]. Wang S, Terdkiatburana T, Tade MO. Single and co-adsorption of heavy metals and humic acid on fly ash. *Sep Purif Technol*. 2008; 58 (3): 353-8.
- [18]. Moussavi G, Talebi S, Farrokhi M, Sabouti RM. The investigation of mechanism, kinetic and isotherm of ammonia and humic acid co-adsorption onto natural zeolite. *Chem Eng J*. 2011; 171(3): 1159-69.
- [19]. Alahabadi A, Rezai Z, Hosseini-Bandegharai A, Rahmani Sani A, Rastegar A. Evaluation of Phenol Removal from Aqueous Solution by Adsorption onto Activated Rice Husk (ARH) Treated with Different Chemicals: Kinetics, Isotherms and Thermodynamics, *J of Health*. 2016; 7 (2): 196-210.
- [20]. Ghodrati S, Moussavi G, Alahabadi A. Comparing the performance of NH_4Cl -activated carbon with standard activated carbon for humic acid adsorption from aqueous solutions, *Journal of Sabzevar University of Medical Sciences*, 2015; 22(2): 271-9. (Persian).
- [21]. APHA, AWWA, WEF. Standard Method for the Examination of Water and Wastewater. 20th ed. Washington DC: APHA; 1998.
- [22]. Abolfazl Rahmani-Sani A, Hosseini-Bandegharai A, Hossein Hosseini S, Kharghani K, Zarei H, Rastegar A. Kinetic, equilibrium and thermodynamic studies on sorption of uranium and thorium from aqueous solutions by a selective impregnated resin containing carminic acid. *J. Hazard. Mater*, 2015; 286(9):152-163.
- [23]. Tian B, Chen F, Peng X, Luan Z, Jia Z. Adsorption of humic acid onto pillared bentonite. *Desalin*. 2005; 174 (2): 135-43
- [24]. M. D. Li, L. Wang, B. Zhao, Y. Yao, "Adsorption of Humic Acid from Aqueous Solution Using Composite Magnetic Microspheres of Chitosan and Quaternary Ammonium Chitosan Derivative", *Applied Mechanics and Materials*, 2010; 700:, 216-219.
- [25]. Pirsahab M, Rezai Z, Mansouri A.M, Rastegar A, Alahabadi A, Rahmani Sani A, Sharafi K, Preparation of the activated carbon from India shrub wood and their application for methylene blue removal: modeling and optimization, *Desalin*, 2016;57(13):156-164
- [26]. Doulia D, Leodopoulos Ch, Gimouhopoulos K, Rigas F. Adsorption of humic acid on acid-activated Greek bentonite. *J Colloid Interface Sci*. 2009; 340(2): 131-41.
- [27]. Moussavi G, Alahabadi A, Yaghmaei K, Eskandari M. Preparation, characterization and adsorption potential of the NH_4Cl -induced activated carbon for the removal of amoxicillin antibiotic from water. *Chem Eng J*. 2013; 217:119-28

Comparison efficiency Merck carbon and productivity in the removal of humic acids from aqueous solutions, studies isotherm and synthetic

Ahmad Alahabadi¹, Abolfazl Rahmani Sani², Zahra Rezai^{3*}, MahnazTorabi⁴

1. Assistant Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Sabzevar University of Medical Sciences, Sabzevar, Iran
2. Associate Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Sabzevar University of Medical Sciences, Sabzevar, Iran
3. Lecturer, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Sabzevar University of Medical Sciences, Sabzevar, Iran
4. Masters Student of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Sabzevar University of Medical Sciences, Sabzevar, Iran.

Abstract

Background and Aim The attendance of humic acid in water resources is the main health problems of many societies. There are various methods for decreasing or removing of humic acid. These absorbed is considered an effective method to remove it. So, agriculture wastes were used for preparation of activated carbons by chemical activation using ammonium chloride.

Materials and Methods In this study, the standard Merck carbon and carbon produced from plant waste used as adsorbents and adsorption experiments were performed in batc. Adsorption of humic acid (HA) on SAC and NAC as a function of solution initial pH (2-10), adsorbent dosage (0.1-1 g/L), contact time (5-50 min), concentration (5-20 mg/L), on the adsorption capacity, the two-parameter equilibrium models (Langmuir and Freundlich equations) were debated.

Results The result showed that the pH effect at removal humic acid is an important parameter, and isotherm showed that the adsorption followed of the langmuir isotherm. Also, it was found that the capacity of absorb can be markedly effected by carbon type. It was 238, 294 , 250 mg/g for carbons Merck, sycamore and steel, respectively.

Conclusion Carbon prepared from steel due to very high capacity could be effective for removal humic acid from aqueous solution.

Received: 2016/11/19

Accepted: 2017/03/17

Keywords: adsorption, agriculture wastes, humic acid.