



جذب تولوئن هوا با استفاده از سلولز باکتریایی

نویسندگان: غلامحسین پورتنقی^۱، عباس رضایی^۲، علی خوانین^۳، فیروز ولی پور^۴

۱. نویسنده مسئول: استادیار مرکز تحقیقات بهداشت نظامی، دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج)

تلفن تماس: ۰۹۱۲۱۱۹۳۴۳۷ Email: ghpourtaghi@yahoo.com

۲. دانشیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه تربیت مدرس

۳. دانشیار گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشگاه تربیت مدرس

۴. استادیار گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج)

چکیده

مقدمه: بافت شبکه ای یکسان و محکم در سلولز باکتریایی امکان استفاده از آن را به عنوان فیلتر و جاذب فراهم می نماید. در این تحقیق از سلولز باکتریایی حاصل از رشد و تکثیر باکتری استوباکتر گزیلینوم که قبلا در آزمایشگاه تولید شده و با تابش اشعه مایکروویو به صورت جامد متورم تبدیل شده بود به عنوان جاذب بخارات تولوئن از هوا استفاده گردید.

روش بررسی: برای اندازه گیری ظرفیت جذب، مقدار ۶ گرم سلولز میکروبی در ستون شیشه ای با حجم ۲۰ میلی لیتر قرار گرفت و غلظت ۱۵۰ ppm از بخارات تولوئن با جریان هوای عبوری ۰/۲ ml/min در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد، از بستر جاذب عبور داده شد و همزمان مقدار تولوئن خروجی در زمانهای مختلف اندازه گیری گردید.

یافته ها: یک گرم سلولز میکروبی متورم و دانه بندی شده با مش ۲۰ می تواند نزدیک به ۱ میلیگرم (۰/۹۵ mg) بخارات تولوئن را در طی مدت ۱۳ دقیقه جذب نماید و به حالت اشباع کامل برسد. همچنین میزان ۲۰ سانتی متر مکعب کربن اکتیو و سلولز میکروبی در شرایط یکسان به ترتیب پس از ۷۰ دقیقه و ۳۹ دقیقه به حالت اشباع رسیدند.

نتیجه گیری: هرچند که سلولز باکتریایی در حجم یکسان ظرفیت کمتری نسبت به کربن اکتیو دارد ولی با توجه به اینکه چگالی آن بسیار کمتر می باشد می توان گفت که توانایی وزنی سلولز باکتریایی بالاتر از کربن اکتیو در جذب بخارات تولوئن بوده است.

واژه های کلیدی: آلودگی هوا، جاذب، سلولز باکتریایی، ایزوترم جذب

طلوع بهداشت

فصلنامه علمی پژوهشی

دانشکده بهداشت یزد

سال دوازدهم

شماره: سوم

پاییز ۱۳۹۲

شماره مسلسل: ۴۰

تاریخ وصول: ۹۰/۹/۲۸

تاریخ پذیرش: ۹۱/۴/۱۶



مقدمه

سلولز باکتریایی محصول فعالیت برخی از انواع باکتری ها می باشد. در حال حاضر از سلولز تولیدی توسط استوباکتر گزیلینوم در صنایع غذایی، مصارف پزشکی، صنایع کاغذسازی و تولید دیافراگمهای صوتی و برخی جراحیها استفاده میشود (۱). این سلولز به دلیل خواص منحصر به فرد فیزیکی و شیمیایی خود در صنایع مختلف از جمله در حذف و تصفیه فاضلابهای صنعتی دارای قابلیت مناسب می باشد (۲،۳). استحکام زیاد، پایداری دائم ابعاد، استحکام زیاد در برابر کشش، وزن سبک، پایداری و دوام قابل ملاحظه، جذب فوق العاده در حالت آبدار، ظرفیت قابل توجه در نگهداری آب، خلل و فرج انتخابی، دوام و بقای بالای رطوبت و ظرفیت بالای سطح به حجم از خواص سلولز حاصل از استوباکتر گزیلینوم می باشد (۴). وجود بافت شبکه ای یکسان و محکم در این نوع سلولز ایده استفاده از آن را به عنوان فیلتر القا می نماید. گزارشات قابل توجهی مبنی بر استفاده از سلولز میکروبی به عنوان فیلتر یا جاذب آلاینده های هوا وجود ندارد اما به نظر برخی از محققین توانائی بکارگیری از آن به عنوان فیلتر و جاذب وجود دارد (۵). در تحقیقی جداگانه پورتنقی و همکاران توانستند با ارتقاء پارامترهای فیزیکی سلولز باکتریایی امکان استفاده از آن را به عنوان جاذب آلاینده های هوا فراهم آورند (۶). جذب سطحی فرآیندی است که توسط آن یک ماده در بین منافذ موجود در سطح ماده دیگر قرار گرفته و روی آن نگه داشته می شود (۷). این فرآیند معمولاً بر حسب جرم یا غلظت آلاینده به ازای واحد مساحت جسم جاذب شرح داده می شود. جذب سطحی زمانی صورت می گیرد که یک ماده نیروی جاذبه کافی

را برای غلبه بر انرژی جنبشی مولکول گاز داشته باشد. ظرفیت جداسازی و برداشت یک جاذب سطحی به کل مساحت سطح موجود بستگی داشته و مستقل از اندازه ذره است (۸). مستقل بودن ظرفیت فوق نسبت به اندازه ذره بدین علت است که در عمل کل مساحت رویه موجود برای جذب شامل مساحت سطوح داخلی جداره های منافذ است. از این رو واسطه جمع آوری که از ذراتی با اندازه مختلف ساخته می شوند، می توانند به لحاظ درصد وزنی، مقدار مساوی از آلاینده را بردارند. ظرفیت جذب یک واسطه جمع آوری تابعی از تراکم آلاینده ها نیز می باشد. ظرفیت جذب با تراکم آلاینده نسبت مستقیم دارد. هر چه تراکم آلاینده بیشتر شود، میزان جذب نیز بیشتر می شود و این امر تا رسیدن به ظرفیت جذب آن واسطه جمع آوری ادامه می یابد. این امر به دلیل آن است که با افزایش فشار گاز، جذب در قسمت های عمقی تر در واسطه جمع آوری نیز انجام می گیرد (۹). جزئی از فاز سیال (مایع یا گاز) که جذب جسم جامد می شود جزء جذب شونده و جسم جامد جاذب که معمولاً بسیار متخلخل است ماده جاذب گویند (۱۰). کربن فعال متداول ترین ماده ای است که خصوصیت فوق را دارا بوده و این نیاز را می تواند تامین کند. این ماده از طریق ایجاد شبکه ای مرکب از منافذ میکروسکوپی و ماکروسکوپی در داخل مواد کربنی جامد و چگال ایجاد می شود. سرعت جذب سطحی به مدت زمانی بستگی دارد که لازم است طی آن مدت، ماده جذب شونده از سطح خارجی به محل های جذب در داخل جاذب انتشار یابد بدین جهت، سرعت جذب با اندازه جاذب نسبت عکس دارد، هر چند که ظرفیت جمع آوری گاز توسط جاذب سطحی به مساحت کلی رویه موجود در آن وابسته است.



درجه سانتیگراد نگهداری می شدند. سپس سلولز باکتریایی حاصل از رشد و تکثیر باکتری استوباکتر گزلینیوم با تابش اشعه مایکروویو به صورت جامد متورم تبدیل شده و به عنوان جاذب هوا استفاده گردیدند. در مرحله اول تکه های سلولز میکروبی جامد متورم (Turgid Dried Microbial Cellulose) با استفاده از یک دستگاه آسیاب آزمایشگاهی با سرعت چرخش ۸۰۰ دور در دقیقه آسیاب گردیده و به صورت دانه یا گرانول تبدیل شدند. در مرحله بعد سلولز آسیاب شده دانه بندی گردید. بدین منظور از الک های استاندارد با مش مشخص استفاده گردید. قطر و دانه بندی ذرات با استفاده از میکروسکوپ فاز کتراس همراه با گراتیکول محاسبه گردید. به طور معمول در فرایندهای تصفیه هوا از دانه های کربن فعال با مشهای ۵، ۱۰، و ۲۰ استفاده می شود.

- تعیین ظرفیت جذب، نقطه شکست، نقطه اشباع و منطقه

انتقال جرم

ظرفیت جذب، نسبت میزان جذب بخار یا گاز به وزن جاذب می باشد. در این تحقیق برای اندازه گیری ظرفیت جذب سلولز باکتریایی ۶ گرم سلولز میکروبی در ستون شیشه ای با حجم ۲۰ میلی لیتر قرار گرفت. به منظور جلوگیری از خطای ناشی از جذب بخار آب موجود در هوا، از سلولزهای آماده شده ای که در درون دسیکاتور نگه داری می شدند استفاده شده و غلظت ۱۵۰ ppm از بخارات تولوئن با جریان هوای عبوری ۰/۲ ml/min در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد، از بستر جاذب عبور داده شد و همزمان مقدار تولوئن خروجی در زمانهای مختلف اندازه گیری گردید. بخارات تولوئن مورد نیاز به وسیله وارد نمودن جریان هوا بر روی سطح ظرف حاوی تولوئن خالص و انتقال بخارات تولوئن تولید شده به مسیر جاذب فراهم

از آنجا که مساحت سطح جداره های داخلی منافذ، کل مساحت سطح جاذب را تشکیل می دهد، ظرفیت جمع آوری گاز توسط جاذب مستقل از اندازه ذره بوده و با خرد شدن جاذب، ظرفیت افزایش نمی یابد (۱۱). کربن فعال، سیلیکاژل و آلومیناژل نمونه ای از جاذبهای سطحی با کاربرد گوناگون در صنعت و فرآیندهای جذب آلاینده ها از فازهای مایع یا گازی شکل میباشند. در این تحقیق توانایی و ظرفیت جذب سلولز باکتریایی حاصل از استوباکتر گزلینیوم مورد ارزیابی قرار گرفته است.

روش بررسی

این مطالعه از نوع تجربی آزمایشگاهی می باشد که به منظور حذف بخارات آلاینده تولوئن از هوا به وسیله جاذب حاصل از سلولز میکروبی به انجام رسیده است. اولین مرحله در تولید سلولز میکروبی، کشت دادن باکتری استوباکتر گزلینیوم میباشد. به منظور کشت باکتری از سویه استاندارد استوباکتر گزلینیوم ATCC ۱۰۲۴۵ استفاده گردید. این نوع باکتری قبلا در آزمایشگاه آماده سازی شده و امکان رشد و تکثیر آن فراهم گردیده است. برای کشت باکتری از محیط کشت SH پیشنهاد شده توسط اسکرام و هیستری استفاده شد ترکیب ابتدا به آب مقطر افزوده شده و برای حل شدن آگار موجود در آنها جوشانده شدند، سپس محیط کشت در دمای ۱۲۱ درجه سانتی گراد بمدت ۱۵ دقیقه اتوکلاو گردید. پس از رسیدن دمای محیط کشت به حرارت اطاق یک کلنی باکتری در شرایط استریل برداشته و به محیط کشت تلقیح گردید. محیط های کشت در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد به مدت ۷ روز در انکوباتور قرار داده شدند. بعد از اطمینان از تولید سلولز به منظور استفاده در مراحل بعد نمونه های حاوی لایه های سلولز در دمای ۳۰



ظرفیت جذب تا نقطه شکست و اشباع، زمان رسیدن به نقطه شکست و اشباع در سلولز باکتریایی خشک متورم (TDMC) در ستون شیشه ای کوچک (۲۰ میلی لیتر) با ظرفیت ۱ گرم سلولز در مش های ۵، ۱۰ و ۲۰ بدست آمد که نتایج حاصله در جدول ۱ مشاهده می گردد، بر اساس نتایج ارائه شده در این جدول در بهترین شرایط یک گرم سلولز میکروبی متورم و دانه بندی شده با مش ۲۰ می تواند نزدیک به ۱ میلیگرم (۰/۹۵mg) بخارات تولوئن را در طی مدت ۱۳ دقیقه جذب نماید و به حالت اشباع کامل برسد.

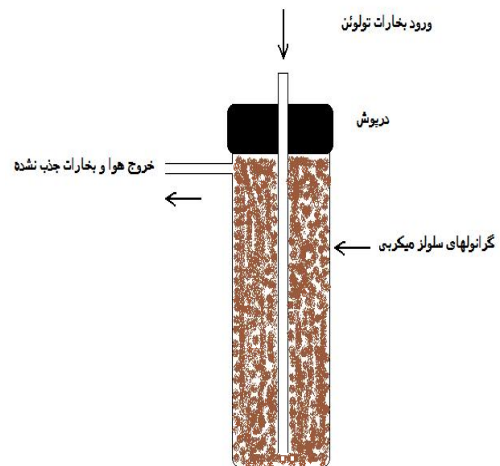
بر اساس آنالیز واریانس یک طرفه انجام شده اختلاف معنی دار بین میانگین زمان رسیدن به نقطه شکست و اشباع در مش های مختلف وجود دارد. تست توکی انجام شده نشان داد که مش های ریزتر مقدار جذب تولوئن بیشتر از مش های درشت تر دارند که علت آن در بالاتر بودن میزان سطح تماس در مش های ریز تر می باشد و می تواند نسبت به مش های درشت مقدار بیشتری تولوئن را جذب نماید تا به نقطه شکست و اشباع برسد.

مطابق نمودار ۱ پس از تماس سه مش مختلف سلولز میکروبی با غلظت ۱۵۰ ppm از بخارات تولوئن، مش ۵ پس از ۴/۵ دقیقه و مش ۲۰ پس از ۶/۵ دقیقه به نقطه شکست می رسند و مقدار جذب آنها کاهش می یابد. در نهایت مش ۵ در دقیقه هشتم و مش ۲۰ در دقیقه سیزدهم به حالت اشباع کامل می رسند و دیگر نمی توانند تولوئن را جذب نمایند. ظرفیت جذب تا نقطه شکست در بالاترین حالت که مربوط به مش ۲۰ می باشد ۰/۶۸ میلیگرم تولوئن بر گرم جذب و تا نقطه اشباع ۰/۹۵ میلیگرم بر گرم جذب بوده است. این نتایج در نمودار ۲ قابل مشاهده می باشند.

گردید. در ادامه آزمایشات نقطه شکست و نقطه اشباع جاذب اندازه گیری گردید. در رسم نمودار میزان جذب بر حسب زمان، هنگامی که میزان جذب در ستون جاذب کاهش یابد جذب به نقطه شکست رسیده است و هنگامی که جذب به اتمام می رسد و غلظت ورودی و خروجی ستون یکسان می گردد جذب به نقطه اشباع رسیده است.

-آماده سازی سیستم جاذب

برای تهیه سیستم جاذب ابتدا مقدار مشخص از گرانولهای تهیه شده از سلولز میکروبی در مش های مختلف ۵، ۱۰ و ۲۰ تهیه گردید (۱۲). حجم های مساوی از هر گرانول در لوله آزمایشگاهی به طول ۱۵ و قطر داخلی ۴ سانتی متر که قبلا دو طرف آن بسته شده و از طریق در پوش و لوله انتهایی با جریان هوا ارتباط دارد قرار داده شد. وزن سلولز مصرفی برای هر آزمایش اندازه گیری شده تا در محاسبات ظرفیت جذب مورد استفاده قرار گیرد (شکل ۱).



شکل ۱: نمای قرار گرفتن دانه های سلولز میکروبی و مسیر عبور بخارات تولوئن در ستون

یافته ها

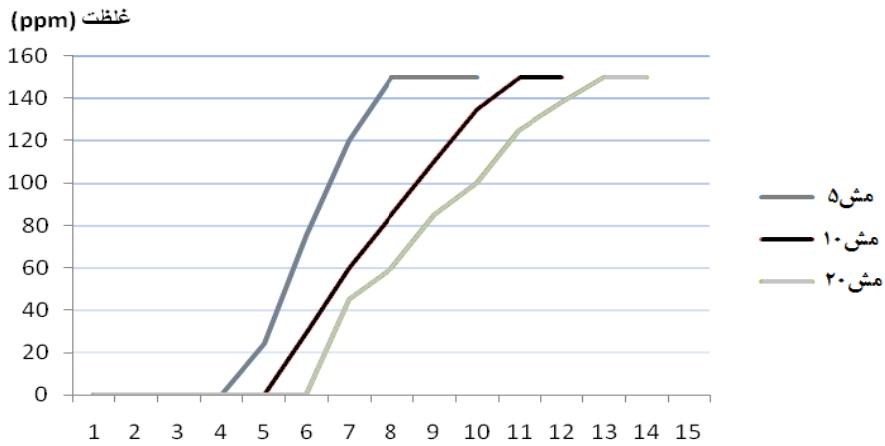
- اندازه گیری ظرفیت جذب، نقطه شکست، نقطه اشباع و

ناحیه انتقال جرم

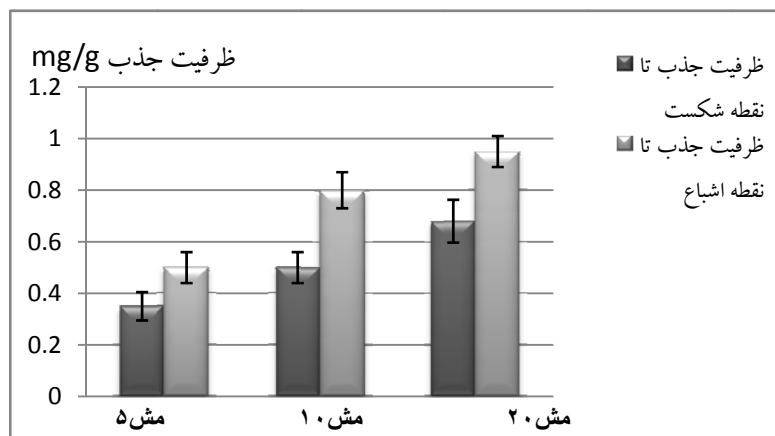


جدول ۱: ظرفیت جذب در نقطه شکست و اشباع و سایر مشخصات جذب سلولز میکروبی در دانه بندی های مختلف

شرایط آزمایش	مش ۵	مش ۱۰	مش ۲۰
غلظت تولوئن ورودی (ppm)	۱۵۰ ± ۶	۱۵۰ ± ۶	۱۵۰ ± ۶
دبی ورودی lit/min	۰/۲ ± ۰/۰۱	۰/۲ ± ۰/۰۱	۰/۲ ± ۰/۰۱
زمان رسیدن به نقطه شکست (min)	۴/۵۲ ± ۰/۴	۶/۱ ± ۰/۵۴	۶/۶۶ ± ۰/۵
زمان رسیدن به نقطه اشباع (min)	۸/۳ ± ۰/۷۵	۱۱/۵ ± ۰/۹۵	۱۲/۷۵ ± ۱/۲
ظرفیت جذب تا نقطه شکست (mg/g)	۰/۳۵ ± ۰/۰۵	۰/۵۰ ± ۰/۰۶۵	۰/۶۸ ± ۰/۰۸۳
ظرفیت جذب تا نقطه اشباع (mg/g)	۰/۵۵ ± ۰/۰۶	۰/۸۰ ± ۰/۰۷۲	۰/۹۵ ± ۰/۰۷۵



نمودار ۱: زمان رسیدن به نقطه شکست و اشباع در سلولز میکروبی



نمودار ۲: ظرفیت جذب تا نقطه شکست و اشباع در سلولز باکتریایی متورم



با توجه به اینکه پراکندگی نقاط اندازه گیری شده به خط رگرسیون نزدیک می باشند. ضریبهمبستگی به یک نزدیک می باشد ($R^2=0/977$) لذا محاسبات از تئوری فرندلیچ پیروی می کنند.

-مقایسه جذب در سلولز باکتریایی و کربن فعال

به منظور مقایسه نتایج بدست آمده از جذب بخارات تولوئن توسط سلولز باکتریایی با سایر جاذبها و آگاهی از میزان کارایی آن آزمایش مقایسه ای جداگانه بین جذب در ۵ سانتیمتر مکعب سلولز باکتریایی با مش ۲۰ و کربن فعال در شرایط مشابه به عمل آمد. به منظور بررسی اختلاف بین ظرفیت جذب های انجام شده از آزمون T-test استفاده گردید و مشخص گردید اختلاف بین میانگین ظرفیت جذب تا نقطه شکست و اشباع در کربن فعال بیشتر از سلولز باکتریایی می باشد ($p < 0/05$).

همچنین در شرایطی که از حجمهای مساوی برای جذب تولوئن استفاده شود زمان رسیدن به نقطه شکست و نقطه اشباع در کربن اکتیو بیشتر از سلولز میکروبی می باشد و کربن اکتیو پس از رسیدن به نقطه شکست، نسبت به سلولز میکروبی مدت بیشتری بخارات تولوئن را جذب می نماید تا به اشباع کامل برسد. در مجموع میزان ظرفیت جذب در کربن فعال سه تا چهار برابر ظرفیت جذب در سلولز میکروبی در حجم یکسان می باشد.

ناحیه انتقال جرم یا MTZ از رابطه $MTZ = (t_s - t_b/t_s) L$ به شرح ذیل محاسبه گردید، در این رابطه t_s برابر با زمان رسیدن به نقطه اشباع و t_b زمان رسیدن به نقطه شکست و L برابر با طول ستون جاذب می باشد.

$$MTZ = \left(\frac{1275 - 6.66}{1275} \right) 15 = 7.14$$

محاسبه MTZ نشان می دهد که در مش ۲۰ مقدار ۷/۱۴ سانتیمتر یا تقریباً نیمی از ستون جاذب را منطقه انتقال جرم در بر می گیرد.

- محاسبه ایزوترمهای جذب

برای محاسبه ایزوترم جذب، بخارات تولوئن در دمای ثابت ۲۵ درجه سانتیگراد ۵ نمونه مورد آزمایش قرار گرفت.

- محاسبه ایزوترم جذب بر اساس تئوری لانگمایر پارامترهای مورد نیاز برای ایزوترم محاسبه گردید و سپس ایزوترمهای لانگمایر و فرندلیچ به دست آمد (جدول ۳).

از آنجا که ضریب همبستگی در خط رگرسیون کمتر از ۰/۹ میباشد و نقاط رسم شده نیز از خط رگرسیون دور بوده و شیب خط نیز معکوس می باشد لذا پیروی آن از معادله لانگمایر معنی دار نمی باشد، در خصوص تئوری لانگمایر باید گفت که این تئوری بیشتر برای جذب تک لایه ای و برای جذب های شیمیایی مطابقت دارد (۱۳).

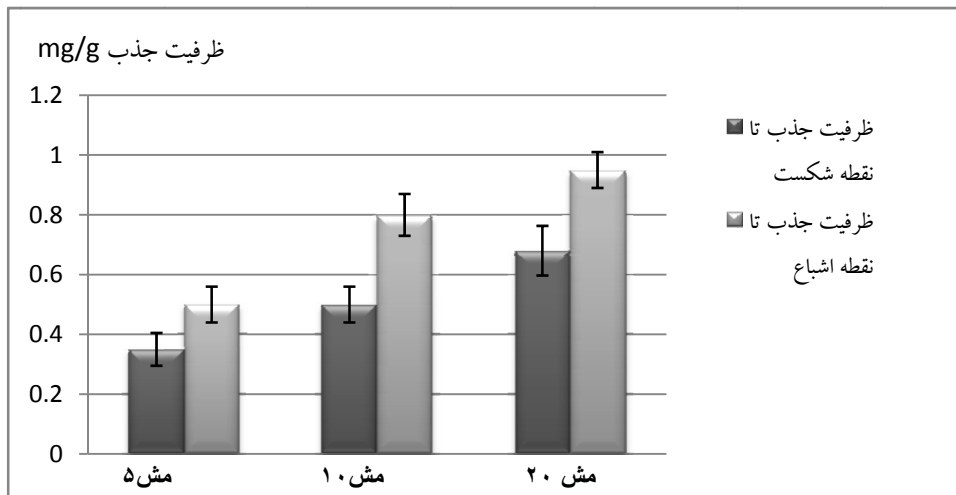
جدول ۲: مشخصات جذب انجام شده توسط سلولز میکروبی در ۵ نمونه اولیه در دمای ۲۵ °C

نمونه پارامتر	۱	۲	۳	۴	۵
(Kpas)	۳	۲/۵	۲	۱/۷	۱/۵
V(ml)	۵/۹	۴/۷	۳/۷	۲/۳	۱/۹
P/V	۰/۵۱	۰/۵۳	۰/۵۴	۰/۷۴	۰/۷۹
LnP	۱/۱	۰/۹۱	۰/۶۹	۰/۴۳	۰/۴۰
LnV	۱/۷	۱/۵	۱/۳	۰/۸۳	۰/۶۴



جدول ۳: خلاصه پارامترهای بسته شده برای معادلات ایزوترم لانگمایر و فرندلیچ

پارامتر	K	a	m	n	R ²
ایزوترم لانگمایر	*	۰/۱۸	۰/۱۸۶	*	۰/۷۳۸
فرندلیچ	۱/۱۹	*	*	۰/۶۹	۰/۹۷۷



نمودار ۳: میزان تغییرات ظرفیت جذب تولوئن در سلولز میکروبی و کربن فعال

جرم بیشتر خواهد بود (۱۴). در تحقیق آنامانا افزایش غلظت تولوئن از ۱۰۰ به ۲۰۰ گرم بر لیتر میزان طول انتقال جرم در جاذب کربن فعال ۱۰ درصد افزایش یافت (۱۵). سانگ و همکاران برای جذب بخارات استون در ستون جاذب نتیجه مشابهی را گزارش نمودند (۱۶). در این تحقیق قطره‌های مورد استفاده با استفاده از میکروسکوپ فاز کنتراس و گراتیکول محاسبه گردید که بین ۰/۸ تا ۱/۶ میلی‌متر بود که معادل مش ۵ تا ۲۰ می باشد. ترومینی برای تعیین d_{50} یا قطر میانگین برای ذرات آلومینا و دی اکسید زیرکونیوم به علت ریز بودن ذرات از دستگاه مخصوص اندازه گیری ذرات ته نشین شده استفاده نمود و مقدار d_{50} را ۱۰۰ نانومتر برای ذرات مورد بررسی در تحقیق خود مشخص نمود (۱۷). سلیک برای بررسی دانه های ریز سیمان و نحوه عملکرد آنها با استفاده از میکروسکوپ و

از طرفی اگر به وزن جاذبهای مصرف شده توجه گردد با توجه به سبکتر بودن و کمتر بودن دانسیته سلولز میکروبی نسبت به کربن فعال (یک بیستم)، میزان مصرف سلولز میکروبی بسیار کمتر از کربن اکتیو خواهد بود و به این دلیل استفاده از آن می تواند مقبولتر باشد.

بحث و نتیجه گیری

همانطور که در روش بکار رفته در این تحقیق حجم منافذ سلولز باکتریایی تا این حد حفظ گردیده است ممکن است بتوان با آزمایش های جدید و بکارگیری روشهای مختلف خشک کردن، حجم منافذ را از این حد نیز بیشتر افزایش داد. ژینگ و همکاران با بکارگیری رطوبت های مختلف نشان دادند که افزایش رطوبت باعث کاهش مقدار ناحیه انتقال جرم در کربن فعال می گردد. هرچه غلظت ماده جاذب بیشتر باشد میزان انتقال



محاسبه ظرفیت های جذب و همچنین زمان رسیدن به نقطه شکست و نقطه اشباع، توانایی سلولز باکتریایی را در جذب آلاینده های هوا نشان می دهد. در مجموع هرچند که سلولز باکتریایی در حجم یکسان ظرفیت کمتری نسبت به کربن اکتیو دارد ولی با توجه به اینکه چگالی آن بسیار کمتر می باشد می توان گفت که توانایی وزنی سلولز باکتریایی بالاتر از کربن اکتیو در جذب بخارات تولوئن بوده است و پیشنهاد می گردد به منظور آگاهی از توانایی سلولز باکتریایی برای سایر آلاینده های هوا و افزایش کارایی آن تحقیقات کاملتری به عمل آید.

تشکر و قدردانی

از مدیریت و پرسنل آزمایشگاه بهداشت محیط دانشگاه تربیت مدرس جهت همکاری در انجام آزمایشات مورد نیاز به ویژه کشت و تولید سلولز میکروبی و آزمایشگاه بهداشت حرفه ای دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج) جهت در اختیار قراردادن تجهیزات تولید و اندازه گیری نمونه های هوا تقدیر و تشکر می نمایم. ضمناً این مقاله حاصل ادامه تحقیقات یک پایان نامه دانشجویی می باشد که به صورت مستقل توسط محققین به انجام رسیده است.

بکارگیری گراتیکول مقادیر مختلف قطر ذرات از قبیل d_{90} را بدست آورد (۱۸) و مشخص نمود که دانه بندی های ریزتر باعث افزایش سطح تماس و بیشتر شدن قدرت سیمان میگردند (۱۹،۲۰). روشهای بکارگیری میکروسکوپ و گراتیکول برای اندازه گیری و دانه بندی ذرات و فیبرهای مختلف توسط ACGIH، ASTM و NIOSH پیشنهاد گردیده است. اندونهی سای (۲۰۰۸) مطالعات وسیعی برای تعیین ظرفیت جذب کربن فعال انجام داده است که نشان دهنده قابلیت های گوناگون این جاذب در جذب انواع آلاینده های هوا می باشد (۲۱). دیکام و ژیانگ لی (۲۰۰۶) ایزوترم های جذب را برای تولوئن و متیل اتیل کتون و متیل ایزوبوتیل کتون بر روی دو نوع کربن فعال مختلف محاسبه نمودند و نتیجه گیری کردند که با توجه به نوع جاذب و شرایط فیزیکی محیط، مقادیر ایزوترم جذب تغییر می یابد. جذب تولوئن در مطالعه آنان بر اساس تئوری فریندلیچ مورد تایید قرار گرفت و R^2 محاسبه شده برابر با ۰/۹۷۶ بود. میزان ظرفیت جذب تا نقطه اشباع را برای غلظت ۱۰۰ ppm تولوئن، ۱۵ میلیگرم بر گرم جاذب محاسبه نموده است که با مقدار بدست آمده در این تحقیق مشابهت دارد (۲۲).

References

- 1- Lokesh K, Pandey C, Saxena V. Studies on pervaporative characteristics of bacterial cellulose membrane. Separation and Purification Technology 2005; 42: 213–18.
- 2- Rezaee A, Derayat j, Mortazavi S. Removal of mercury from chloral Kali industry Waste water using Acetobacter xylinum cellulose. J Enviro Sci 2005; 2: 102-5.
- 3- Rezaee A, Solimani S, Forozandemogadam M. Role of Plasmid in Production of Acetobacter xylinum biofilm. Biochem Biotech J 2005; 1: 17-25
- 4- Astley O, Chanliaud M, Donald E. Structure of Acetobacter cellulose composites in hydrated state. Bio Macromol J. 2001; 29: 193-202.



- 5- Williams W, Canon R. Alternative environmental roles for cellulose produced by *AcetobacterXylinum*. *ApplEnv Micro* 1989; 10 : 2448-452.
- 6- PourtaghiGh, Rezaee A, Khavanin A, Ataee R. Development of Physical parameters of bacterial cellulose and making absorbent of air pollutants. *Iranian J of Med Microb.* 2013; 10: 51-58.
- 7- Williams W, Canon R. Alternative environmental roles for cellulose produced by *AcetobacterXylinum*. *ApplEnv Micro* 1989; 10 : 2448-452.
- 8- Ross P, Mayer R, Benziman M. Cellulose biosynthesis and function in bacteria. *Micro Rev J.* 1991; 51: 35-58.
- 9- Golbabaee F. Air pollution guideline. Tehran University Press 1378: 25-34.(persian)
- 10- Subrenata A, Le P. Adsorption onto Activated Carbon Cloths and Electrothermal Regeneration. *J Env.Eng* 2004; 130: 249-55.
- 11- Cheng H. Adsorption Characteristics of Granular Activated Carbon and SPME Indication of VOCs Breakthrough. *Aerosol and Air Quality Research J* 2010; 68-72 .
- 12- Tay B. Characterisation of micro gears produced by micro powder injection moulding. *Powder Technology J* 2009; 188: 179–182.
- 13- Selabat A. Chemistry and surfacchemistry applications. Arak University press; 1380: 18-25 [Persian].
- 14- Pikul W, Sanae K, Khemmarat B. Characterization of cellulose membranes produced by *Acetobacterxylinum*. *J Sci Tech* 2004; 855-62.
- 15- Namane A, HellalA. The dynamic adsorption characteristics of phenol by granular activated carbon. *Journal of Hazardous Materials* 2006; 137: 618–25.
- 16- Song W, Heung J, Seok Lee, Min G. Comparison of adsorption characteristics according to polarity difference of acetone vapor and toluene vapor on silica–alumina fixed-bed reactor . *Journal of Industrial and Engineering Chemistry* 2008; 14: 10–17.
- 17- Trombini V, Pallone E, Anselmi U, Munir Z, Tomasi R. Characterization of alumina matrix nanocomposite with ZrO₂ inclusions densified by spark plasma sintering. *Materials Science and Engineering* 2009; 501: 26–29.
- 18- Celik I. The effects of particle size distribution and surface area upon cement strength development. *Powder Technology* 2009; 188: 272–76.
- 19- Particle Size Selective Sampling Criteria for Airborne. NIOSH Manual of Analytical Methods. 2002.



-
- 20-Chating M, Wolchow H. Air sampling instruments.ACGIH American government industrial hygienists 1983; 137-45.
- 21- WenH. Adsorption Characteristics of Granular Activated Carbon and SPME Indication of VOCs Breakthrough.Aerosol and Air Quality Research 2008; 9: 435-40.
- 22- Daekeun K, ZhangliC,George A. Determination of gas phase adsorption isotherms—a simple constant volume method. Chemosphere J 2006; 64 : 1362–368.



Adsorption of Toluene Air Pollutants by Bacterial Cellulose

PourtaghiGH(Ph.D)¹Rezaee A (Ph.D)²Khavanin A (Ph.D)³Valipour F (Ph.D)⁴

1. Corresponding Author: Assistant Professor, Health Research Center, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran
2. Associate Professor, Department of Environmental Health Engineering, TarbiatModares University, Tehran, Iran
3. Associate Professor, Department of Occupational Health Engineering, TarbiatModares University, Tehran, Iran
4. Assistant Professor, Department of Occupational Health Engineering, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Abstract

Background: Homogenous texture and strong network of bacterial cellulose indicate that it can be used as filter and adsorbent. In this research bacterial cellulose was produced by *AcetobacterXilinum*. Bacterial cellulose was used for reduction of toluene vapors from the air.

Methods: To measure adsorption capacity, 6 grams of bacterial cellulose in column glass with volume of 20 ml was used and concentration of 150 ppm of toluene vapors passed through the bed adsorber. The air flow was 0.2 ml/min at a temperature of 25 degrees Celsius.

Results: One gram of turgid and dried microbial cellulose in mesh 20 can adsorb (0.95 mg) toluene vapors during 13 minutes and reach full saturation.

Discussion: Overall, although the bacterial cellulose in the same volume capacity was less than the activated carbon, its density was much less. Ability of bacterial cellulose by weight is higher than activated carbon to adsorb toluene vapors.

Keywords: Air pollution, Adsorbent, Bacterial Cellulose, Adsorption isotherm