مقاله تحقیقی

مجله دانشگاه علوم پزشکی بابل
سال ۱۳۹۸، دوره ۲۱، صفحه ۱۸-۱۱

ارزیابی توانایی جذب سطحی گاز گلخانه ای دی اکسیدکربن با استفاده از نانوبیوکربن فعال شده از هسته ولیک جنگلی

پژمان فرهادی (MSc)[۱]، هانیه احمدپور کچو (MSc)[۱]، حسینعلی اصغرنیا (PhD)[۲*]، مجتبی معصومی (PhD)[۱]

۱-گروه مهندسی شیمی، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آیت الله آملی، آمل، ایران
۲-مرکز تحقیقات سلامت محیط، پژوهشکده سلامت، دانشگاه علوم پزشکی بابل، بابل، ایران

دریافت: ۹۷/۴/۱۸، اصلاح: ۹۷/۸/۲، پذیرش: ۹۷/۱۰/۲۴

خلاصه

سابقه و هدف: افزایش چشمگیر گاز دی اکسیدکربن در جو کره زمین باعث بروز مشکلات متعددی همچون افزایش دمای کره زمین، خشکسالی و تغییرات ناگهانی آب و هوا شده است. هدف از این مطالعه ارزیابی توانایی جذب سطحی گاز گلخانه ای دی اکسیدکربن با استفاده از نانوبیوکربن فعال شده از هسته ولیک جنگلی می باشد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه تجربی زمان نفوذ گاز دی اکسیدکربن در سه زیر گروه با فشار (۵،۱۰،۱۵ بار)، دبی (۵،۱۰،۱۵ میلی لیتر بر دقیقه) و دماهای (۲۰،۳۰،۶۰ درجه سانتی‌گراد) در غلظت های تعادلی ۰ تا ۱gr/ml از طریق کپسول گاز دی اکسیدکربن در ستون بستر ثابت پر شده با ۲ گرم جاذب سنتز شده توسط سنسور گاز دی اکسیدکربن ارزیابی شد. جاذب نانو بیوکربن سنتز شده از هسته ولیک جنگلی در دمای ۳۰۰^{o}C پیرولیز و در دمای ۶۰۰ ^{o}C فعالسازی شد. داده های تحقیق با مدل های شبه درجه اول و درجه دوم بررسی شدند.

یافته‌ها: افزایش معنی دار زمان نفوذ گاز در فشار ۱۵bar ($p<۰/۰۰۱$)، ۸۶/۷۱±۰/۰۹ min، دمای ۲۰^{o}C ($p\leq۰/۰۰۱$)، ۶۷/۶۸±۰/۱۳min، دبی ۵ ml/min ($p\leq۰/۰۰۱$)، ۷۵/۷۸±۰/۱۱min) نسبت به مقادیر فشارهای ۵بار (۳۷/۱۴±۰/۱۷ min) و ۱۰ بار (۶۰/۳۳±۰/۲۷ min) و دماهای ۳۰^{o}C (۵۴/۳۶±۰/۰۳ min) و ۶۰^{o}C (۴۵/۳۴±۰/۳۱min) و دبی های ۱۰ml/min(۵۳/۸±۰/۱۳min) و ۱۵ml/min(۴۵/۰۹±۰/۰۹min) مشاهده شد. هر دو مدل انطباق خوبی با ضریب بالای R^2 >۰/۹۸ بر روی داده های تجربی حاصل از جذب داشتند.

نتیجه گیری: نتایج مطالعه نشان داد که افزایش فشار و کاهش دما و دبی، زمان نفوذ دی اکسیدکربن بر روی جاذب سنتز شده را بالا می برد.

واژه‌های کلیدی: جذب سطحی، نانوبیوکربن، دی اکسیدکربن، آلاینده، گاز گلخانه ای.

مقدمه

توسعه همه جانبه فعالیت های صنعتی در چند دهه گذشته موجب افزایش چشم گیر غلظت گاز های گلخانه ای به خصوص دی اکسیدکربن در جو زمین شده است(۳-۱). بنابراین جذب و ذخیره سازی دی اکسیدکربن از منابع نقطه ای بزرگ ضروری می باشد (۶-۴). سه رویکرد برای جذب دی اکسیدکربن براساس نیروگاه های سوخت فسیلی(جذب بعد از احتراق، قبل از احتراق و احتراق اکسیژنی) در نظر گرفته شده است(۸و۷). با این حال این سه شیوه هنوز برای نیروگاه های سوخت فسیلی به دلیل مقیاس پذیر و مقرون به صرفه نبودن، قابل اجرا نیستند(۱۰و۹). استفاده از جاذب های جامد به دلیل انرژی بازیابی پایین، ظرفیت جذب بالا و انتخاب پذیری بالا در مقایسه با دیگر روش ها دارای مزایای بهتری بوده و مورد توجه مراکز علمی و صنعتی قرار گرفته است(۱۳-۱۱). استفاده از جاذب-ها خصوصاً کربن فعال برای جذب دی اکسیدکربن به عنوان یک گاز گلخانه ای که آثار زیست محیطی بسیاری داشته در سال‌های اخیر توجه محققان را به خود جلب کرده است. "ولیک" یا همان زالزالک وحشی با نام علمی (Crataegus sanguinea) در مناطق جنگلی ایران به ویژه در مازندران و کردستان به وفور یافت می‌شود و بسته به رنگ میوه ولیک سیاه و ولیک سرخ در این مناطق دیده می‌شود. هسته این میوه بافتی بسیار سخت و سرشار از لیگنین است که با توجه به فراوانی، ارزان و در دسترس بودن آن، ظرفیت بالایی جهت تبدیل به بیوکربن‌های فعال به عنوان جاذب در مقیاس صنعتی را دارا می‌باشد (۱۱). shahkararmi و همکاران، روشهای مختلف فعالسازی روی عملکرد جذب co_2 بر کربن فعال آماده شده از مواد زیستی را بررسی کردند (۱۴). همچنین Hidayu و همکاران، به آماده سازی و شناسایی ترکیبات کربن اکتیو تهیه شده از پوست نارگیل و هسته خرما جهت جذب دی اکسیدکربن پرداختند(۱۵). Himeno و همکاران نیز میزان ظرفیت جذب گاز دی اکسیدکربن را بر روی ۵ نوع جاذب صنعتی مورد مطالعه قرار دادند که میزان ظرفیت جذب دی اکسیدکربن یک نمونه صنعتی ساخته شده در

▣ این مقاله حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد پژمان فرهادی دانشجوی رشته مهندسی شیمی-طراحی فرآیند دانشگاه آزاد اسلامی واحد آیت الله آملی می باشد.
*مسئول مقاله: دکتر حسینعلی اصغرنیا
آدرس: بابل، دانشگاه علوم پزشکی، دانشکده پیراپزشکی، گروه بهداشت محیط. تلفن: ۰۱۱-۳۲۱۹۰۱۰۱
E-mail: ehaamin2@gmail.com

[DOR: 20.1001.1.15614107.1398.21.1.3.8]
[DOI: 10.22088/jbums.21.1.11]

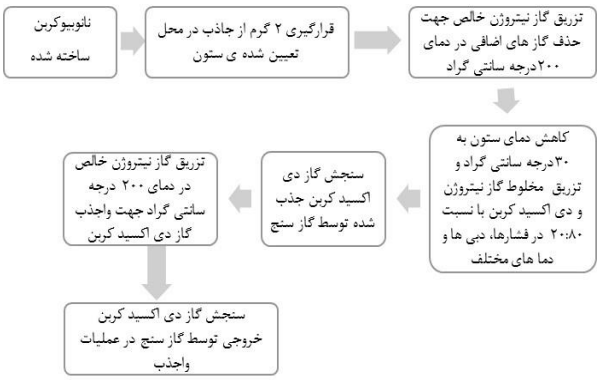
شرکت اوزاکا ژاپن با نام (Actived CarbonA) که از پوست نارگیل ساخته شده است در فشار ۱۰ بار و دمای ۲۹۸ کلوین برابر ۷ میلی مول بر گرم بدست آمده است(۱۶). از آنجاییکه یکی از مشکلات اصلی بر سر راه استفاده از کربن فعال هزینه بالای ماده اولیه آن می باشد، لذا استفاده از مواد اولیه ارزان قیمت از ضایعات کشاورزی، نظیر هسته ولیک جنگلی گزینه مناسبی برای تولید کربن فعال با هزینه پایین می باشد و از لحاظ اقتصادی بسیار مقرون به صرفه و دارای انرژی بازیابی پایین به دلیل فراوانی، در دسترس بودن و استفاده از منابعی که خود به عنوان مواد زائد به شمار می روند، می باشد. هدف از این تحقیق بررسی ساخت جاذب نانوبیوکربن فعال تهیه شده از هسته ولیک و ظرفیت جذب گاز دی اکسیدکربن بر روی آن در ۳ شرایط عملیاتی مختلف نظیر (فشار، دما و دبی ورودی گاز دی اکسیدکربن) می باشد.

مواد و روش ها

در این مطالعه از فسفریک اسید ساخت شرکت Merc آلمان استفاده گردید. جهت اندازه گیری دبی ورودی گاز دی اکسیدکربن و نیتروژن از دبی سنج یوکوگاوا مدل RGAN و شناسایی گاز دی اکسیدکربن از گاز سنج مدل TESTO 535 ساخت کشور آلمان استفاده شد. همچنین جهت تهیه تصاویر نانوذرات از میکروسکوپ الکترونی FESEM مدل MIRA3TESCAN-XMU و به منظور بررسی سطح ویژه جاذب ساخته شده از دستگاه BET مدل Belsorp mini II ساخت شرکت ژاپنی BEL استفاده شد.

ساخت جاذب نانوبیوکربن فعال: هسته ولیک جنگلی از جنگل های اطراف بابل در فصل پاییز تهیه شد و در دمای ۴۰۰^{o}C پیرولیز و سپس محلول فسفریک اسید، اشباع سازی و در دمای ۶۰۰^{o}C فعالسازی شد. کربن با مش یکسان ۰/۸ میلی متر و گرانولی آماده شد(۱۷) و در نهایت برای مشاهده اندازه ذرات و شکل تخلخل های سطح نانوبیوکربن از دستگاه میکروسکوپ روبشی الکترونی نشر میدانی دستگاه FESEM و جهت بررسی سطح ویژه، حجم میکروحفره ها و اندازه حفره ها از دستگاه BET استفاده شد.

روش انجام آزمایش جذب و واجذب: جذب دینامیکی گاز دی اکسیدکربن در حضور گاز نیتروژن در ستون پرشده از کربن فعال سنتز شده با مقادیر ثابت ۲ گرم جاذب و غلظت ۲۰درصد گاز دی اکسیدکربن به ۸۰ درصد نیتروژن، در فشارهای (۵–۱۰–۱۵بار)، دبی های(۵۰–۱۰–۱۵ml/min) و دماهای(۲۰–۳۰–۶۰ ^{o}C) بررسی شد (شکل ۱).



شکل ۱. دیاگرام فرآیندهای جذب و واجذب

محاسبه میزان جذب در سیستم: در این مطالعه با توجه به معادله(۱) ظرفیت جذب جاذب به عنوان متغیر مورد بررسی و غلظت گاز دی اکسیدکربن در زمان های مختلف و جرم جاذب به عنوان متغیرهای ثابت و دبی ورودی گاز، دما و فشار های مختلف جذب و به عنوان شرایط عملیاتی تاثیر گذار تعیین گردید.

$$\bar{q}_{(t)} = \frac{QC_0}{W}\int_0^t \left(1-\frac{c}{c_0}\right)dt \quad (1)$$

مطالعه سنیتیک: مطالعه سنیتیک جذب دی اکسیدکربن بر روی نانوبیوکربن با دو مدل شبه درجه اول و شبه درجه دوم مورد بررسی قرار گرفت. پارامترهای مدل‌های سنیتیک جذب رگرسیون غیرخطی بر داده های تجربی با نرم افزار متلب (MATLAB) به دست آمدند.

مشخصات نانوبیوکربن: به منظور تعیین شکل و چگونگی سطح خارجی حفرات و اندازه نسبی حفرات سطح کربن فعال از دستگاه میکروسکوپ روبشی الکترونی نشر میدانی (FESEM) استفاده شد و جهت اندازه گیری مساحت سطح، حجم و توزیع منافذ جاذب از روش BET استفاده شد. سیستم BET بر اساس سنجش حجم گاز نیتروژن جذب و واجذب شده توسط سطح ماده در دمای ثابت نیتروژن مایع (۷۷ درجه کلوین) کار می‌کند. به منظور تعیین خواص ساختاری از آنالیزگر سطح مقطع در آزمایشگاه آنالیز مواد دانشگاه صنعتی شریف استفاده شد.

تحلیل آماری: آزمایش با سه بار تکرار انجام پذیرفته نتایج میزان زمان نفوذ در این سه زیرگروه در غلظت های ۰/۲،۰/۴،۰/۶،۰/۸ و ۱ گرم بر میلی لیتر توسط نرم افزار آماری SPSS.21 و با استفاده از آزمون Anova و تجزیه و تحلیل شدند و p≤۰/۰۰۱ معنی دار درنظر رگفته شد.

یافته‌ها

بررسی اثر فاکتورهای موثر در جذب دینامیک

اثر فشار: در بالاترین فشار یعنی ۱۵ بار با افزایش فشار، نسبت به دو فشار دیگر زمان نفوذ از ۵۸±۰/۰۶ دقیقه تا ۸۶/۷۱±۰/۰۹ دقیقه افزایش پیدا کرد (p≤۰/۰۰۱) (جدول۱) و دارای زمان رسوخ ۱۲۶ تا ۱۵۸ دقیقه بود. همچنین منحنی واجذب مربوط به هر سه فشار ورودی با بسته شدن ورودی گاز دی اکسیدکربن میزان غلظت آن از یک به صفر کاهش پیدا کرد. روند واجذب در سایر شرایط نیز به همین شیوه اندازه گیری و سپس رسم شدند (شکل۲).

اثر دمای جذب: تاثیر دما بر ظرفیت جذب دینامیک گاز دی اکسیدکربن در دماهای ۲۰،۳۰و۶۰ ^{o}C انجام شد. بالاترین میزان جذب در دمای ۲۰ ^{o}C از (۳۲/۶۵±۰/۳ تا ۶۷/۶۸±۰/۱۳ دقیقه) (p≤۰/۰۰۱) و زمان رسوخ نیز صفر تا ۳۲ دقیقه می‌باشد (شکل۲).

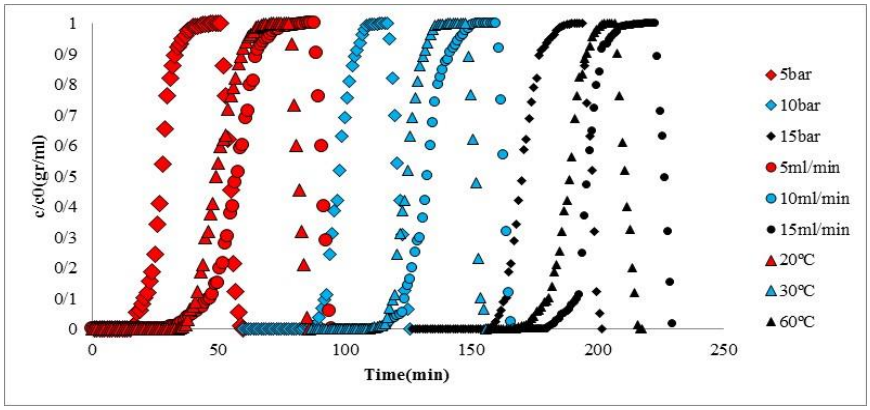
اثر دبی ورودی: بالاترین میزان جذب در دبی ml/min ۵ از ۳۲/۹۴±۰/۱۰ به ۷۵/۸۰±۰/۱۱ رسید(p=۰/۰۰۱)(جدول ۱). همچنین در این دبی دارای زمان رسوخ ۰ تا ۳۳ دقیقه بود (شکل۲).

مطالعه سینتیک: مدل شبه درجه اول و دوم تقریبا بر تمامی داده های تجربی جذب بر روی نانوبیوکربن سنتز شده در تمامی شرایط عملیاتی به خوبی انطباق پیدا کرد که هم در شبه درجه اول و هم در شبه درجه دوم بالاترین میزان انطباق و حداقل خطا در فشار ۱۵ بار در مقدار ۲ گرم جاذب، دبی ۱۰ml/min و دمای ۳۰ ^{o}C بود (جدول۳و۲).

[DOR: 20.1001.1.15614107.1398.21.1.3.8]
[DOI: 10.22088/jbums.21.1.11]

آنالیز (FeSem): ویژگی های سطحی نانوبیوکربن فعال قبل و بعد از جذب دی اکسیدکربن توسط میکروسکوپ الکترونی گسیل میدانی در ۵ kev در شکل (۳) نشان داده شده اند. شکل A تخلخل و خلل و فرج های موجود در سطح نانوبیوکربن فعال را با اندازه‌های مختلف در قطر تقریبا ۵ نانومتر و توزیع یکنواخت نشان می‌دهد. اما در شکل B مولکول های دی اکسیدکربن سطح جاذب را پوشانده و حفره های کانال‌ها را پر کرده اند و قطر کانال ها را از میانگین ۵ نانومتر به ۳ نانومتر رسانده اند.

آنالیز BET: نانوبیوکربن فعال تولید شده هسته ولیک دارای سطح ویژه کل $\frac{m^2}{gr}$۱۱۰۰، حجم میکرو حفرات $\frac{m^2}{gr}$۰/۴۸ و اندازه حفرات ۰/۲۵ $\frac{m^2}{gr}$ بود و نمودار جذب و واجذب BET نیز رسم شد(شکل۴).



شکل ۲. منحنی های جذب و واجذب گاز دی اکسیدکربن در شرایط عملیاتی مختلف

جدول ۱. مقایسه زمان نفوذ گاز در زیر گروههای هر پارامتر و همچنین مقایسه بین هر زیر گروه مربوط به یک پارامتر در غلظت های مختلف گاز دی اکسیدکربن

پارامترها	غلظت	۰ mg/ml صفر	۰/۲ mg/ml	۰/۴ mg/ml	۰/۶ mg/ml	۰/۸ mg/ml	۱ mg/ml
فشار (bar)	۵	۱۴/۲۸±۰/۳۷ a	۲۳/۵۷±۰/۴ a	۲۶/۶۶±۰/۲۸ a	۲۸/۸۶±۰/۳۵ a	۳۰/۵۵±۰/۱۳ a	۳۷/۱۴±۰/۱۷a
	۱۰	۳۷/۸۵±۰/۱۳b	۴۲/۱±۰/۰۷ b	۴۶/۰۴±۰/۰۵ b	۴۸/۸۲±۰/۰۱ b	۵۲/۱۹±۰/۰۵ b	۶۰/۳۳±۰/۲۷ b
	۱۵	۵۸±۰/۰۶c	۶۴±۰/۱۶c	۶۹±۰/۰۹c	۷۱±۰/۰۱c	۷۵±۰/۱۷c	۸۶/۷۱±۰/۰۹c
	P-value	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
دما (°C)	۲۰	۳۲/۶۵±۰/ ۳ a	۴۳/۸۷±۰/۱ a	۴۷/۴۱±۰/۲۶ a	۵۱/۱۴±۰/۰۸ a	۵۷/۲۷±۰/۱۷ a	۶۷/۶۸±۰/۲۳ a
	۳۰	۲۸/۳۹±۰/ ۰۵ a	۳۳/۵۶±۰/۱۲ b	۳۹/۶۳±۰/۱۱ b	۴۰/۳۳±۰/۱ b	۴۴/۷۷±۰/۲۳ b	۵۴/۳۶±۰/۰۳ b
	۶۰	۱۱±۰/۲۶b	۲۸/۵۶±۰/۲۷ c	۳۰/۵۴±۰/۲۹ c	۳۴/۶۱±۰/۲۴ c	۳۶/۶۵±۰/۰۹ c	۴۵/۳۴±۰/۳۱ c
	P-value	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
دبی (ml/min)	۵	۳۲/۹۴±۰/ ۱ a	۵۱/۲۶±۰/۱۱ a	۵۷/۱۵±۰/۱۳ a	۶۱/۵۷±۰/۱۲ a	۶۳/۲۵±۰/۱۱ a	۷۵/۷۸±۰/۱۱ a
	۱۰	۱۷/۳۶±۰/ ۱۱ b	۳۲/۲۳±۰/۰۳ b	۳۵/۷۹±۰/۱۱ b	۳۹/۴۸±۰/۱۳ b	۴۲/۰۵±۰/۱۸ b	۵۳/۸±۰/۱۳ b
	۱۵	۱۳/۵۲±۰/ ۱۲ c	۲۶/۵۵±۰/۲۲ c	۲۸/۷۰±۰/۲۳ c	۳۰/۱±۰/۲۲ c	۳۴/۲۷±۰/۱۳ c	۴۵/۰۹±۰/۲۰ c
	P-value	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱

a,b,c: حروف معنی‌دار کوچک مشترک در هر سلول نشان از عدم تفاوت معنی دار در زمان های مختلف است.

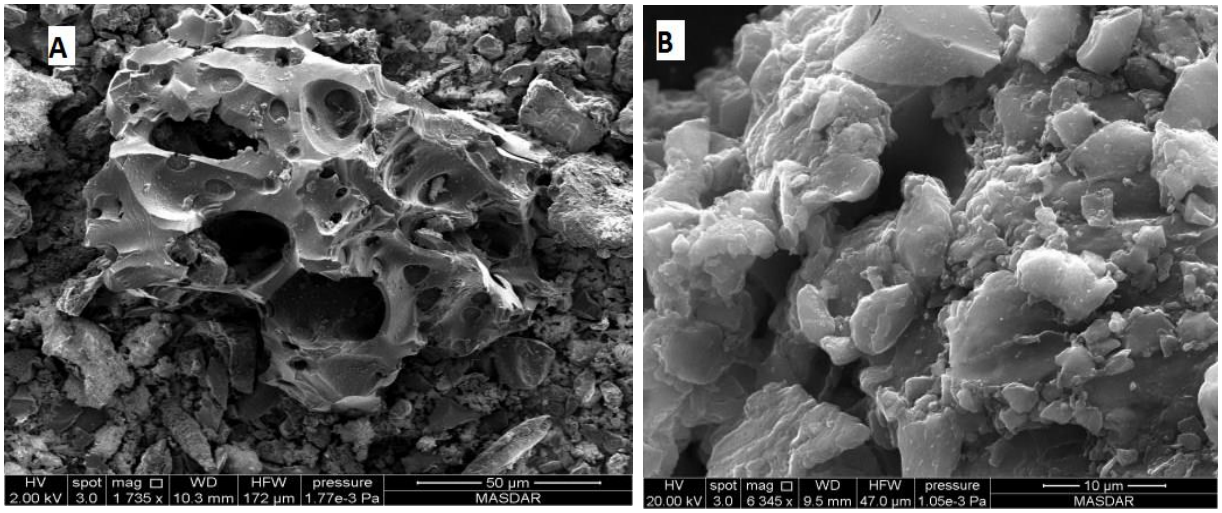
جدول۲. مقادیر ثابت مدل سنیتیک شبه درجه اول

شرایط عملیاتی	qe (mg/gr) ظرفیت تعادلی	K2(ml/mg min) ثابت سرعت	R2 میزان همبستگی
۱۵ bar	۱/۲۵۳	۰/۰۶۴	۰/۹۹۶
۱۰ ml/min	۰/۷۲۱	۰/۰۲۶	۰/۹۵۷۸
۳۰°C	۰/۸۸۴	۰/۰۴۲	۰/۹۸۸

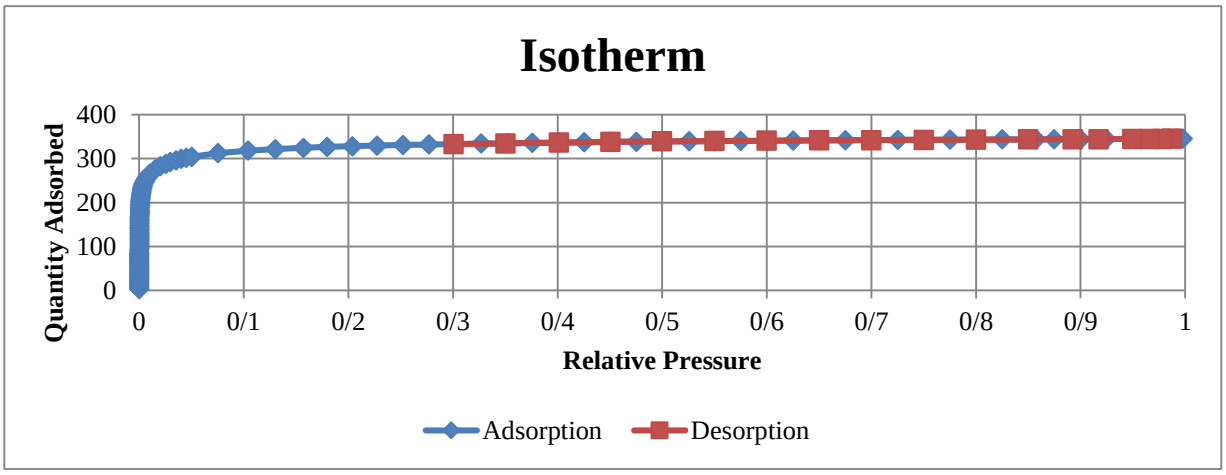
جدول۳. مقادیر ثابت مدل سنیتیک شبه درجه دوم

شرایط عملیاتی	qe (mg/gr) ظرفیت تعادلی	K2(ml/m g min) ثابت سرعت	R2 میزان همبستگی
۱۵ bar	۱/۵۸۸	۰/۰۴	۰/۹۹۳
۱۰ ml/min	۱/۱۳۶	۰/۰۱۴	۰/۹۵۶۳
۳۰°C	۱/۲۳	۰/۰۲۸	۰/۹۸۲

[DOR: 20.1001.1.15614107.1398.21.1.3.8]
[DOI: 10.22088/jbums.21.1.11]



شکل ۳. تصویر FE-SEM نانوبیوکربن ساخته شده A: قبل از فرآیند جذب. B: بعد از فرآیند جذب



شکل۴. نمودار جذب و واجذب ایزوترم تعادلی نانوبیوکربن با تست BET

بحث و نتیجه گیری

در این مطالعه فشار با مقدار ۱۵ بار در نفوذ گاز دی اکسیدکربن بر جاذب تهیه شده با زمان رسوخ ۸۶ دقیقه بهترین نقش عملیاتی را برای جذب ایفا کرد که با افزایش فشار ورودی، زمان نفوذ افزایش یافت و دلیل این امر را می توان ناشی از ورود گاز با فشار بالا و پر شدن کانال ها توسط گاز دی اکسیدکربن داشت. در این مطالعه با افزایش دما نیز باعث جنب و جوش بیشتر گاز دی اکسیدکربن شد و فرصت مناسبی برای فرار از بستر نانوبیوکربن فعال بدون اینکه جذب مناسبی داشته باشد پیدا شد دبی ۵ ml/min دارای زمان نفوذ بیشتری نسبت به سایر دبی های ورودی بود. دلیل این امر به خاطر میزان و سرعت بیشتر گاز ورودی می باشد که قبل از اینکه جذب نانوبیوکربن بشوند از ستون خارج می شوند، که این اتفاق موجب کاهش ظرفیت جذب و تیزتر شدن منحنی نفوذ و کمترشدن زمان نفوذ می شود. در مطالعه Fiuza و همکاران، میزان جذب دی اکسیدکربن در دمای ۲۵°C بهتر از ۷۰°C بود که نشان از هم سو بودن مطالعه حاضر با نتایج آنها بود، زیرا در دمای پایین تر زمان ماند جهت تماس گاز با جاذب بیشتر می‌شود و جذب بهتری صورت میگیرد(۱۸). همچنین در مطالعه Goel و همکاران، بالاترین میزان دی اکسیدکربن جذب شده در دمای پایینتر انتخابی ۳۰°C و دبی ۵ ml/min بود (۱۹) که مطابق با مطالعه حاضر می باشد. در مطالعه Sivadas و همکاران، بالاترین میزان نفوذ گاز دی اکسیدکربن در فرآیند جذب آنها در فشار ۱ بار و دمای ۰°C گزارش شد که با پایین بودن دما، کاهش دبی ورودی و افزایش ورودی میزان جذب مطابق تحقیق حاضر بالا رفت (۲۰).

با توجه به شکل (۶) می‌توان مشاهده کرد که تمامی ایزوترم های نانوبیوکربن فعال سازی شده نوع (I) هستند، به این معنی که جاذب تهیه شده از نوع مواد میکروپور (کمتر از ۲ نانومتر) هستند. در مرحه اول جذب، حجم N2 به سرعت به دلیل جذب در میکروپورها افزایش می‌یابد سپس مقدار جذب به آرامی با فشار نسبی بدون هیچ هیترزیسی قابل توجه که نشان دهنده پر شدن متراکم ماکروپورهای بزرگ و مزوپور است افزایش می یابد. داده های ظرفیت تعادلی به دست آمده در آزمایشات تجربی جذب با ظرفیت تعادلی به دست آمده از مدل های شبه درجه اول و درجه دوم نسبت به یکدیگر نزدیک و هماهنگ تر بودند. در فشار ۱۵ بار داده های تجربی با داده های به دست آمده از مدل انطباق بهتر و خطای کمتری داشتند که می توان نتیجه گرفت ماهیت اولویت جذب مولکول های دی اکسیدکربن به سطح کربن تحت فشار، انتشار سریع تری دارند. همچنین در بررسی تاثیر فشار و دبی بر

[DOR: 20.1001.1.15614107.1398.21.1.3.8]
[DOI: 10.22088/jbums.21.1.11]

کارایی جذب، میزان بالایی از جذب دی اکسیدکربن در دقایق ابتدایی و به طور سریع اتفاق افتاد و در دقایق بعدی تا رسیدن به زمان تعادل فقط باقی جذب صورت گرفت و فرآیند جذب کاملا دو مرحله ای و تاییدی بر سینتیک جذب درجه دو میباشد و با مطالعات مختلفی کاملا همخوانی دارد (۲۳-۲۱). با توجه به نتایج بدست آمده، جاذب نانوبیوکربن فعال هسته ولیک جنگلی میتواند بعنوان جاذب های موثر و ارزان و در دسترس برای حذف گازهای گلخانه از جمله دی اکسیدکربن از آلاینده های صنایع مورد استفاده قرار گیرد. نتایج نشان داد که حذف گاز دی اکسیدکربن توسط نانوبیوکربن فعال هسته ولیک مورد مطالعه تحت شرایط مختلف، فشار ۱۵ بار، دبی ۵ ml/min و دمای ۲۰°C بهتر صورت گرفت.

تقدیر و تشکر

بدینوسیله از حمایت های معاونت پژوهشی-آموزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد آیت الله آملی و دانشگاه علوم پزشکی بابل تشکر و قدردانی می‌گردد.

[DOR: 20.1001.1.15614107.1398.21.1.3.8]
[DOI: 10.22088/jbums.21.1.11]

Evaluation of the Capability of Carbon Dioxide Greenhouse Gas Absorption Using Nano Bio-Activated Carbon of Crataegus Sanguinea Core

P. Farhadi (MSc)[1], H. Ahmadpour kacho (MSc)[1], H.A. Asgharnia (PhD)*[2], M. Masomi (PhD)[1]

1.Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Islamic Azad University, Ayatollah Amoli Branch, Amol, I.R.Iran
2.Environmental Health Research Center, Health Research Institute, Babol University of Medical Sciences, Babol, I.R.Iran

J BabolUniv Med Sci; 21; 2019; PP: 11-18
Received: Jul 9th 2018, Revised: Oct 24th 2018, Accepted: Jan 14th 2019.

ABSTRACT

BACKGROUND AND OBJECTIVE: Considerable increase in carbon dioxide gas in the Earth's atmosphere has caused several problems such as increasing the temperature of the earth, droughts and sudden changes in the climate. The purpose of this study was to evaluate the capability of carbon dioxide as greenhouse gas absorption using activated nanobiocarbon from the Crataegus Sanguinea core.

METHODS: In this experimental study, the carbon dioxide gas penetration time in three subgroups with pressure (5,10,15 bars), flow (5,10,15 ml/min) and temperatures (20,30,60 °C) at concentrations of 0 to 1 gr / ml through a carbon dioxide gas capsule in a fixed bed column filled with 2 g of adsorbent synthesized by a carbon dioxide gas sensor. The synthesized nano-biocarbon adsorbent from the Crataegus Sanguinea Core was pyrolysed at a temperature of 300 ° C and activated at 600 °C. The research data were examined with pseudo -first-order and pseudo-second-order models.

FINDINGS: Significant increase in gas infiltration time was observed at 15 bars pressure (86.71±0.09 min, $p<0.001$), temperature of 20 ºC (67.68±0.13 min, $p\leq0.001$) and flow of 5 ml/min (75.78±0.11 min, $p\leq0.001$) was more than 5 bars (37.14±0.17 min) and 10 bars (60.33±0.27 min) and 30 °C (54.36±0.03 min) and 60 ºC (45.34±0.31 min) and 10 ml/min (53.8±0.13 min) and 15 ml/min (45.09±0.09 min) respectively. Both models fit well with a coefficient of $R^2>0.98$ on empirical data from absorption.

CONCLUSION: The results of the study showed that increasing pressure and decreasing temperature and flow increase the time of carbon dioxide penetration onto synthesized adsorbent.

KEY WORDS: *Adsorption, Nano-Biocarbon, Carbon Dioxide, Pollutant, Greenhouse Gas.*

Please cite this article as follows:

Farhadi P, Ahmadpour kacho H, Asgharnia HA, Masomi M. Evaluation of the Capability of Carbon Dioxide Greenhouse Gas Absorption Using Nano Bio-Activated Carbon of Crataegus Sanguinea Core. J BabolUniv Med Sci. 2019;21:11-18.

***Corresonding Author: H.A. Asgharnia (PhD)**
Address: Department of Environment Health, Faculty of Paramedical Sciences, Babol University of Medical Sciences, Babol, I.R.Iran
Tel: +98 11 32190101
E-mail: ehaamin2@gmail.com

[DOR: 20.1001.1.15614107.1398.21.1.3.8]
[DOI: 10.22088/jbums.21.1.11]

References

1.Albo J, Luis P, Irabien A. Carbon dioxide capture from flue gases using a cross-flow membrane contactor and the ionic liquid 1-ethyl-3-methylimidazolium ethylsulfate. Ind Engin Chem Res. 2010;49(21):11045-51.

2.Jribi S, Miyazaki T, Saha BB, Pal A, Younes MM, Koyama S, et al. Equilibrium and kinetics of CO2 adsorption onto activated carbon. Int J Heat Mass Transfer. 2017;108:1941-6.

3.Singh VK, Kumar EA. Experimental investigation and thermodynamic analysis of CO2 adsorption on activated carbons for cooling system. J CO2 Utiliz. 2017;17:290-304.

4.Lee SY, Park SJ. A review on solid adsorbents for carbon dioxide capture. J Indust Engin Chem. 2015;23:1-11.

5.Ghosh A, da Silva Santos AM, Cunha JR, Dasgupta A, Fujisawa K, Ferreira OP, et al. CO2 Sensing by in-situ Raman spectroscopy using activated carbon generated from mesocarp of babassu coconut. Vibrat Spectrosc. 2018;98:111-8.

6.Rostami R, Jonidi Jafari A, Rezaei Kalantari R, Gholami M, Esrafili A. Benzene-Toluene-Xylene (BTX) Removal from Polluted Airflow by Combined Filter of Zero Valence Iron and Copper oxide Nanoparticles on Iranian Amended Clinoptilolite Bed. J Babol Univ Med Sci. 2011;14(1):23-9. [In Persian]

7.Metz B, Davidson O, De Coninck H. Carbon dioxide capture and storage: special report of the intergovernmental panel on climate change: Cambridge University Press; 2005.

8.Qiu W, Dou K, Zhou Y, Huang H, Chen Y, Lu H. Hierarchical pore structure of activated carbon fabricated by CO2/microwave for volatile organic compounds adsorption. Chinese Journal of Chemical Engineering. 2018;26(1):81-8.

9.Rouzitalab Z, Maklavany DM, Rashidi A, Jafarinejad S. Synthesis of N-doped nanoporous carbon from walnut shell for enhancing CO2 adsorption capacity and separation. Journal of environmental chemical engineering. 2018;6(5):6653-63.

10.Stauffer PH, Keating GN, Middleton RS, Viswanathan HS, Berchtold KA, Singh RP, et al. Greening coal: breakthroughs and challenges in carbon capture and storage. *Environ Sci Technol.* **2011;** *45* (20): 8597–604.

11.Talent N, Dickinson TA. Endosperm formation in aposporous Crataegus (Rosaceae, Spiraeoideae, tribe Pyreae): parallels to Ranunculaceae and Poaceae. New Phytologist. 2007;173(2):231-49.

12.Montagnaro F, Silvestre-Albero A, Silvestre-Albero J, Rodriguez-Reinoso F, Erto A, Lancia A, et al. Post-combustion CO2 adsorption on activated carbons with different textural properties. Microporous Mesoporous Mater. 2015;209:157-64.

13.Jiang Z, Zhang X, Yuan Z, Chen J, Huang B, Dionysiou DD, et al. Enhanced photocatalytic CO2 reduction via the synergistic effect between Ag and activated carbon in TiO2/AC-Ag ternary composite. Chem Engine J. 2018;348:592-8.

14.Shahkarami S, Azargohar R, Dalai AK, Soltan J. Breakthrough CO2 adsorption in bio-based activated carbons. J Environ Sci. 2015;34:68-76.

15.Hidayu AR, Muda N. Preparation and characterization of impregnated activated carbon from palm kernel shell and coconut shell for CO2 capture. Proc Engine. 2016;148:106-13.

16.Himeno Sh, Komatsu T, Fujita Sh. High-pressure adsorption equilibria of methane and carbon dioxide on several activated carbons. J Chem Engine Data. 2005;50(2):369-76.

17.Álvarez-Gutiérrez N, Gil MV, Rubiera F, Pevida C. Kinetics of CO2 adsorption on cherry stone-based carbons in CO2/CH4 separations. Chem Engine J. 2017;307:249-57.

18.Fiuza-Jr RA, Andrade RC, Andrade HMC. CO2 capture on KOH-activated carbons derived from yellow mombin fruit stones. J Environ Chem Engine. 2016;4(4):4229-36.

19.Goel C, Bhunia H, Bajpai PK. Novel nitrogen enriched porous carbon adsorbents for CO2 capture: breakthrough adsorption study. J Environ Chem Engine. 2016;4(1):346-56.

[DOR: 20.1001.1.15614107.1398.21.1.3.8]
[DOI: 10.22088/jbums.21.1.11]

20.Sivadas DL, Vijayan S, Rajeev R, Ninan K, Prabhakaran K. Nitrogen-enriched microporous carbon derived from sucrose and urea with superior CO2 capture performance. Carbon. 2016;109:7-18.

21.Bedin KC, Souza IP, Cazetta AL, Spessato L, Ronix A, Almeida VC. CO2-spherical activated carbon as a new adsorbent for Methylene Blue removal: Kinetic, equilibrium and thermodynamic studies. J Mol Liquids. 2018;269:132-9.

22.Rahmani A, Asgari G, Barjasteh Asgari F, Hedayati Kamran E, Alijani F. Removal of phenol from aqueous solutions using pumice modified with copper. Scientific J Hamadan Univ Med Sci. 2010;17(4):50-6. [In Persian]

23.Dursun G, Cicek H, Dursun AY. Adsorption of phenol from aqueous solution by using carbonised beet pulp. J Hazard Mater. 2005;125(1-3):175-82.

[DOR: 20.1001.1.15614107.1398.21.1.3.8]
[DOI: 10.22088/jbums.21.1.11]