مقاله تحقیقی

مجلهٔ دانشگاه علوم پزشکی بابل
دوره چهاردهم، ویژه نامه ۱، زمستان ۱۳۹۰، صفحه ۲۹-۲۳

بررسی حذف ترکیبات (Benzene Toluene Xylenes, BTX) از جریان هوای آلوده با استفاده از فیلتر ترکیبی نانوذرات آهن صفر و اکسید مس در بستر کلینوپتیلولیت اصلاح شده ایرانی

روح اله رستمی(MSc) [۱*]، احمد جنیدی جعفری(PhD) [۲]، روشنک رضایی کلانتری(PhD)[۲]، میترا غلامی(PhD)[۳]،

علی اسرافیلی(MSc)[۳]

۱- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی سمنان
۲- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۳- آزمایشگاه شیمی دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران

دریافت: ۸۹/۱۲/۱۰، اصلاح: ۹۰/۲/۱۴، پذیرش: ۹۰/۸/۱۸

خلاصه

سابقه و هدف: ترکیبات BTX شامل بنزن، تولوئن و زایلن ها که از هیدروکربورهای آلی فرار می باشند و در سوختهای فسیلی و حلالهای صنعتی وجود دارند. نشر این ترکیبات در هوا و تماس با آنها سلامت انسان را به خطر می اندازد. لذا کنترل غلظت این آلاینده ها در حد مقادیر قابل قبول، ضرورت می یابد. از این رو هدف این مطالعه بررسی قابلیت حذف BTX با استفاده از ترکیبی از نانو ذرات فلزات آهن و اکسید مس که خاصیت کاتالیزوری دارند و زئولیت به عنوان یک بستر جاذب و پایه این نانو ذرات قرار گرفت.

مواد و روشها: مطالعه حاضر یک مطالعه تجربی می باشد. در این مطالعه فیلتر زئولیت بدون نانو ذره و فیلتر ترکیبی زئولیت با نانوذرات آهن صفر و اکسید مس با درصد وزنی حدود ۴/۵ درصد نانو ذره و با قطر دانه های ۱-۲ میلی متر، به وزن ۲۰۰ گرم تهیه شد و میزان حذف BTX با هر فیلتر در یک ستون استوانه ای به قطر ۴/۵ و طول ۳۰ سانتی متر تعیین شد. نمونه برداری از جریان هوای ورودی و خروجی برای تعیین غلظت BTX و CO_2 صورت گرفت.

یافته ها: راندمان حذف بنزن در فیلتر بدون نانوذره (۵/۳۷±۷۸/۳۰٪) بیش از فیلتر حاوی نانوذره (۴/۱۹±۴۹/۶۴٪) بود. ولی راندمان حذف تولوئن (۴/۲۳±۶۷/۰۹٪) و زایلن ها (به ترتیب p، m و o زایلن ۲/۰۴±۳۹/۸۶٪، ۳/۲۴±۴۷/۵۹٪، ۵/۹۸±۸۰/۷۳٪) و همچنین درصد تجزیه کامل آلاینده ها (۸۲/۷۸٪) در فیلتر نانو ذرات آهن و اکسید مس بالاتر از فیلتر بدون نانوذره (تولوئن ۳/۲۵±۶۲/۱۰٪ ، زایلن ها به ترتیب p، m و o زایلن ۱/۸۴±۳۰/۲۰٪، ۳/۳۹±۳۲/۱۵٪، ۳/۳۹±۱۸/۸۰٪ و درصد تجزیه کامل آلاینده ها ۱۶/۴۴٪) بود. متوسط راندمان حذف BTX در فیلتر بدون نانوذره برابر ۴۳/۳۱٪ و در فیلتر حاوی نانوذرات برابر ۵۶/۹۸٪ به دست آمد.

نتیجه گیری: بنابر نتایج به دست آمده، فیلتر زئولیت بدون نانوذره ترکیبات BTX را عمدتاً با پدیده جذب یا تجزیه ناقص حذف می نماید. ولی فیلتر زئولیت با نانوذرات آهن و اکسید مس درصد بیشتری از BTX را به طور کامل تجزیه و به CO_2 تبدیل می کند.

واژه های کلیدی: نانو ذره، آهن، اکسید مس، کلینوپتیلولیت، BTX.

مقدمه

بنزن، تولوئن و زایلن ها (Benzene Toluene Xylenes, BTX) می باشد که در ترکیبات نفتی وجود دارند و به طور گسترده در تولید انواع محصولات سنتزی به کار می روند. این ترکیبات می توانند از اماکن ذخیره و نگهداری و مصرف محصولات نفتی مانند تانکهای ذخیره سوخت و آسیب دیدگی آنها، خطوط انتقال ترکیبات نفتی، انواع تاسیساتی که ترکیبات نفتی را به کار می برند، صنایع، خودروها، مصارف خانگی ترکیبات نفتی و... انتشار یابند (۶-۱). انتشار این ترکیبات می تواند موجب آلودگی آبهای سطحی، زیرزمینی، خاک و هوا گردیده و از طریق این عوامل، آلودگی انتشار یافته و انسان و محیط زیست را در معرض آسیب های ناشی از تماس با آنها قرار دهند. تماس طولانی مدت با این ترکیبات نیز باعث عوارض کبدی، کلیوی و خونی می شود. در بین این ترکیبات،

▣ این مقاله حاصل پایان نامه روح اله رستمی دانشجو بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی تهران می باشد.

* مسئول مقاله:
آدرس: تهران،میدان آرژانتین، خیابان الوند، دانشکده بهداشت علوم پزشکی، گروه مهندسی بهداشت محیط، تلفن: ۸۸۷۷۹۱۱۸-۰۲۱
e-mail: ahmad_jonidi@yahoo.com

[DOR: 20.1001.1.15614107.1390.14.1.15.7]

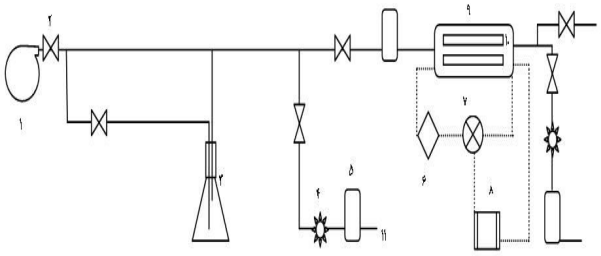
بنزن به عنوان عامل سرطانزا مطرح می باشد (۷). تماس با هر یک از این ترکیبات شیمیایی به تنهایی می تواند اثرات سوئی را با ایجاد تغییرات شیمیایی در غشای عصبی ایجاد کند (۸).

مطالعاتی در جهت کنترل و حذف آلاینده های آلی از هوا انجام شد، که از آن جمله می توان به روشهای بیولوژیک و روشهایی جذبی و کاتالیستی مختلف اشاره داشت. این مطالعات نشان دهنده خواص جذبی و کاتالیستی زئولیت های طبیعی از جمله کلینوپتیلولیت اصلاح شده بر ترکیبات آلی فرار می باشد ولی خواص کاتالیستی این زئولیتها چندان قوی نبوده و بیشتر خاصیت جذب آنها مد نظر است (۹). فلزات گرانقیمت مانند طلا و پلاتین کاتالیستهای مناسبی برای تجزیه ترکیبات آلی فرار هستند. از طرفی مطالعات نشان دهنده خواص کاتالیستی در حذف ترکیبات آلی فرار برای نانو ذرات فلزات عناصر واسطه مانند آهن و مس می باشد (۱۰).

Garcia و همکاران در انگلستان نشان دهنده خواص کاتالسیتی در حذف نفتالین برای اکسیدهای فلزی از جمله CuO می باشد (۱۱). همچنین مطالعه Ping Li و همکارانش نشان دهنده خاصیت کاتالیستی و اکسیدانی نانو ذرات آهن برای منواکسیدکربن است. بطوریکه در دمای ۲۳۰ درجه سانتی گراد میزان تبدیل منواکسیدکربن به دی اکسیدکربن برابر۹۰٪ بوده است (۱۲). بنابراین کاهش غلظت این ترکیبات با استفاده از نانوذرات فلزی ازران قیمت تر به عنوان کاتالیزور و اکسیدانت و همچنین زئولیت به خصوص کلینوپتیلولیت که خاصیت جذب مناسبی برای BTX دارد، به عنوان جاذب امکان پذیر به نظر می رسد (۹). با توجه به مضرات بهداشتی و زیست محیطی ترکیبات BTX و وفور منابع تولید و انتشار این ترکیبات در صنایع، محیط های کار، منازل و محیط های شهری به خصوص توسط خودروها، کنترل غلظت این آلاینده ها در حد استاندارد جهت حفظ سلامتی افراد و محیط زیست ضروری به نظر می رسد. لذا این پژوهش در راستای دست یافتن به یک روش موثر جذب و کاتالیز توام برای کنترل و کاهش غلظت ترکیبات BTX با قابلیت استفاده در صنایع، خودروها و... با مواد کم هزینه تر انجام شد.

مواد و روشها

در این مطالعه تجربی از دانه های کلینوپتیلولیت معادن گرمسار سمنان در اندازه قطر ۲-۱ میلی متری به عنوان بستر استفاده شد (۱۳). به منظور افزایش کارایی کلینوپتیلولیت برای جذب BTX و برای اینکه اندازه منافذ آن برای نفوذ ترکیبات آلی مناسب تر شود، اصلاح دانه های زئولیت با استفاده از اسید شویی، با به کار بردن اسید کلردریک ۱ نرمال در دمای ۵۰ درجه سانتی گراد و طی دو مرحله ۶ ساعته انجام شد. در نهایت زئولیت ها پس از شستشو با آب مقطر، در دمای ۱۸۰ درجه سانتی گراد خشک شدند (۹). نانو ذرات اکسید مس(Cu_2O) و آهن صفر (Fe^0)، در اندازه ذرات ۳۰-۶۰ نانومتر، تولید شرکت پلاسما کم آلمان، به حالت سوسپانسیون در تماس مستقیم بر روی زئولیت گرانوله ۲-۱ میلیمتری نشانده شده و به آرامی خشکانده شدند. به طوری که در نهایت نانو ذرات حدود ۴/۵ درصد وزنی زئولیت بودند (۱۴). سپس با حرارت دادن در کوره تحت دمای ۳۰۰ درجه سانتی گراد عمل فعال سازی فیلتر انجام شد. این عمل باعث می شود که آب موجود در زئولیت نیز به طور کامل از آن خارج شود (۱۵و۱۴). جهت جاسازی فیلتر و انجام آزمایشات، لوله ای از جنس استیل به قطر ۴/۵ سانتی متر و ارتفاع ۳۰ سانتی متر با مقطع استوانه ای آماده شد (شکل ۱).



۱- پمپ هوا
۲- شیر کنترل
۳- مخزن اختلاط هوا و آلاینده ها
۴- نمونه ورودی
۵- روتامتر
۶- کلید قطع و وصل جریان برق
۷- کنتاکتور جریان
۸- ترمومتر ترموستات
۹- رآکتور و اتصالات
۱۰- المنت حرارتی
۱۱- خروجی جریان هوا

شکل ۱. شمای کلی رآکتور و متعلقات آن جهت حذف ترکیبات BTX

تامین هوای آلوده به این ترکیبات با استفاده از ارلنی که دو لوله شیشه ای به آن وارد شده بود و عبور دادن جریان هوا از روی ترکیبات BTX صورت گرفت. جهت یکنواخت سازی دمای ارلن و تغییرات غلظت آلاینده ها، ارلن در داخل آب قرار داده شد. دمای آب همواره با دماسنج کنترل می شد و در حد ۴۰ درجه سانتی گراد حفظ شد، تا دما کمی بالاتر از دمای محیط بوده و آلاینده ها بیشتر وارد هوا شوند. میزان جریان هوای ورودی به ارلن نیز با استفاده از یک شیر کنترل می شد. سپس ۲۰۰ گرم هر یک از فیلترهای زئولیت بدون نانوذره و فیلتر ترکیبی حاوی نانو ذرات آهن و اکسید مس را به نوبت در رآکتور قرار داده و جریان هوای حاوی BTX با دبی برابر ۱/۵ لیتر در دقیقه از آن عبور داده شد. دمای فیلتر ها با کمک المن های حرارتی اطراف رآکتور در حد ۲۵۰-۲۰۰ درجه سانتیگراد کنترل شد. نمونه برداری از جریان هوای ورودی و خروجی به رآکتور با دبی جریان نمونه برداری ۱۰۰ میلی لیتر در دقیقه به مدت ۲۰ دقیقه و به حجم ۲ لیتر انجام شد. جهت این امر از چارکول تیوب ساخت شرکت SKC استفاده شد (۱۶). نمونه برداری از ۲۰۰ درجه شروع شد و دما تا ۲۵۰ درجه بالا رفت. جهت شستشو و استخراج ترکیبات BTX از چارکول تیوب، از حلال آلی CS_2 تولید شرکت مرک به میزان ۲ میلی لیتر برای هر نمونه استفاده شد. پس از افزودن CS_2 به زغال، حدود ۱۰ دقیقه نمونه ها تکانده می شد تا استخراج به طور کامل صورت گیرد (۱۶).

آنالیز نمونه ها با استفاده از دستگاه GC مدل کرومتک ۹۰۰۱، با طول ستون ۲۵ متر به قطر ۰/۳۲ میلی متر، در دمای اون ۴۰ درجه سانتی گراد، دمای تشخیص ۲۵۰ درجه و دمای تزریق ۱۸۰ درجه، بمدت ۱۰ دقیقه، بر اساس تکنیک ۶۲۱۰ استاندارد متد، برای تعیین غلظت ترکیبات BTX صورت گرفت. جهت تعیین تاثیر عمل کاتالیز براکسیداسیون کامل ترکیبات BTX، اندازه گیری غلظت CO_2 در هوای ورودی و خروجی صورت گرفت. بدین منظور از دتکتور تیوب

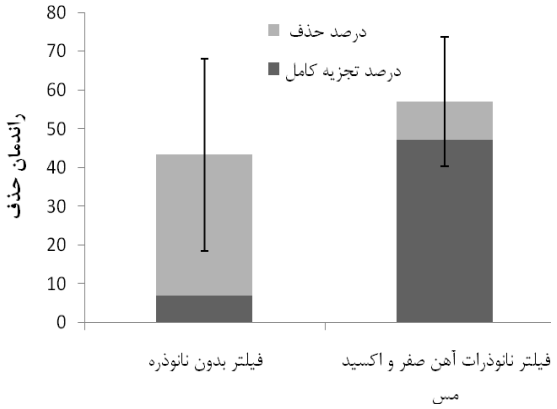
[DOR: 20.1001.1.15614107.1390.14.1.15.7]

ساخت شرکت گازتک (GAS-TEC) استفاده شد. اندازه گیری غلظت CO_2 در ۲۰۰ درجه سانتی گراد با حجم نمونه ۱۰۰ سی سی صورت گرفت (۱۷). نتایج بدست آماده با استفاده از آزمون آنالیز واریانس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

یافته ها

نتایج نشان داد که راندمان حذف آلاینده ها در هر دو فیلتر متفاوت است بطوریکه در مورد بنزن و زایلن این تفاوت معنی دار می باشد. راندمان حذف میزان در فیلتر بدون نانو ذره ۷۸/۳±۵۳/۷ و در فیلتر با ذرات آهن و اکسید مس ۴۹/۶۴±۴/۱۹ می باشد و راندمان حذف زایلن در فیلتر بدون نانوذره ۱۸/۸۰±۳/۳۹ و در فیلتر با ذرات آهن و اکسید مس ۸۰/۷۳±۵/۹۸ می باشد ($p<۰/۰۱$) و هر یک از آلاینده ها به مقدار متفاوتی از سایر آلاینده ها توسط فیلترها از جریان هوا حذف شده اند. اما میانگین راندمان های حذف ترکیبات BTX در فیلتر نانو ذرات آهن و اکسید مس (۵۶/۹۸±۱۶/۵۹) بیش از فیلتر بدون نانوذره (۴۳/۳۱±۲۴/۸۴) بوده است. همچنین راندمان حذف آلاینده ها در فیلتر نانوذره دار با هم تفاوت کمتری نسبت به فیلتر بدون نانو ذره داشته است (نمودار ۱). تنها راندمان حذف بنزن در فیلتر بدون نانو ذره (۷۸/۳۰٪) بیش از راندمان حذف آن در فیلتر نانوذره (۴۹/۶۴٪) بود و مابقی آلاینده ها در فیلتر نانوذره دار بیش از فیلتر بدون نانوذره حذف شده اند (جدول ۱).

بیشترین جرم آلاینده وارد شده و حذف شده به فیلترها مربوط به بنزن بود و کمترین مقادیر مربوط به زایلن ها می باشد. به طور کلی مقدار آلاینده وارد شده به فیلتر حاوی نانوذره (۲۹۰۶/۴۸µg) بیش از فیلتر بدون نانو ذره (۲۰۰۵/۸۷µg) بود. حال آنکه جرم کلی آلاینده های حذف شده در فیلتر بدون نانو ذره اندکی بیشتر بود. (۱۵۲۹/۴۳µg در مقابل ۱۵۲۵/۵۵µg) (جدول ۲).



نمودار ۱. میانگین و انحراف معیار راندمان حذف و درصد تجزیه کامل ترکیبات BTX در فیلتر بدون نانوذره و فیلتر حاوی نانوذرات آهن و اکسید مس

نتایج حاصل از اندازه گیری غلظت CO_2 در جریان هوای ورودی و خروجی هر فیلتر در دمای ۲۰۰ درجه سانتی گراد نشان دهنده تفاوت قابل توجه در غلظت CO_2 در هوای خروجی فیلترها می باشد. به طوری که غلظت CO_2 در هوای ورودی هر دو فیلتر برابر ppm ۵۰۰، در هوای خروجی فیلتر بدون نانوذره ppm ۵۲۵ و در خروجی فیلتر حاوی نانوذره ppm ۷۵۰ بوده است. درصد تجزیه کامل آلاینده های حذف شده در فیلترها که با استفاده از غلظتهای CO_2 و جرم آلاینده های اعمال شده بر هر فیلتر محاسبه شده است، حاکی از قابلیت هر فیلتر در تجزیه کامل ترکیبات BTX می باشد.

جدول ۱. مقادیر راندمان حذف ترکیبات BTX با استفاده از فیلتر بدون نانوذره و فیلترحاوی نانوذرات آهن و اکسید مس

		بنزن	تولوئن	pزایلن	mزایلن	oزایلن
بدون نانو ذره	کل غلظت ورودی (ppm)	۴۹/۳۰±۵/۲۳	۲/۳۵±۱/۴۹	۰/۴۹±۰/۱۶	۰/۶۱±۰/۰۶	۰/۳۲±۰/۰۷
	کل غلظت خروجی(ppm)	۱۰/۷۰±۳/۷۸	۰/۸۹±۰/۶۴	۰/۳۴±۰/۱	۰/۴۱±۰/۰۶	۰/۲۶±۰/۰۷
	راندمان حذف(٪)	۷۸/۳۰±۵/۳۷	۶۲/۱۰±۳/۲۵	۳۰/۲۰±۱/۸۴	۳۲/۱۵±۳/۳۹	۱۸/۸۰±۳/۳۹
با نانو ذرات آهن و اکسید مس	کل غلظت ورودی (ppm)	۵۹/۶۰±۳/۱۱	۱۱/۱۱±۲/۱۱	۲/۰۲±۱/۱۸	۲/۵۵±۱/۴۹	۱/۶۱±۰/۱
	کل غلظت خروجی(ppm)	۳۰/۰۱±۴/۰۶	۳/۶۶±۰/۲۲	۱/۲۲±۰/۷۶	۱/۳۴±۰/۷	۰/۳۱±۰/۰۸
	راندمان حذف(٪)	۴۹/۶۴±۴/۱۹	۶۷/۰۹±۴/۲۳	۳۹/۸۶±۲/۰۴	۴۷/۵۹±۳/۲۴	۸۰/۷۳±۵/۹۸
مقدار p مقایسه راندمان حذف در دو گروه		<۰/۰۱	۰/۹۳	۰/۳۱	۰/۰۳۲	<۰/۰۱

جدول ۲. جرم اعمال شده و حذف شده هر یک از ترکیبات BTX بر فیلتر بدون نانوذره و با نانوذرات آهن و اکسید مس

		بنزن	تولوئن	pزایلن	mزایلن	oزایلن	جمع
بدون نانو ذره	جرم اعمال شده(µg)	۱۸۶۳/۴۴	۸۸/۹۳	۱۸/۵۷	۲۲/۹۲	۱۲/۰۱	۲۰۰۵/۸۷
	جرم حذف شده(µg)	۱۴۵۸/۹۷	۵۵/۲۳	۵/۶۱	۷/۳۷	۲/۲۶	۱۵۲۹/۴۳
با نانو ذرات آهن و اکسید مس	جرم اعمال شده(µg)	۲۲۵۳/۰۴	۴۲۰/۰۳	۷۶/۲۷	۹۶/۳۷	۶۰/۷۷	۲۹۰۶/۴۸
	جرم حذف شده(µg)	۱۱۱۸/۴۵	۲۸۱/۷۹	۳۰/۴۰	۴۵/۸۶	۴۹/۰۴	۱۵۲۵/۵۵

[DOR: 20.1001.1.15614107.1390.14.1.15.7]

بحث و نتیجه گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که آلاینده ها در فیلتر حاوی نانوذرات ترکیبی آهن صفر و اکسید مس قابلیت تجزیه کاملتری دارند. غلظت بالای CO_2 در خروجی فیلتر نانو ذرات آهن و مس و با در نظر گرفتن میزان آلاینده های حذف شده، نشان دهنده قابلیت تجزیه کاملتر آلاینده ها در این فیلتر می باشد. روند تجزیه آلاینده ها می تواند به صورتی باشد که Fe با دادن الکترون به آلاینده ها موجب کاهش آنها و Cu_2O با دادن اکسیژن و در واقع گرفتن الکترون و یا گرفتن اکسیژن موجب تجزیه آلاینده ها شوند (۲۰-۱۸). در حضور بخار آب و درجه حرارت بالا ایجاد رادیکالهای آزاد $OH^{\cdot}$ و $H^{\cdot}$ متاثر از حضور نانوذرات و واکنش این رادیکالها با آلاینده ها نیز موجب تجزیه آنها می گردند (۲۱). Zhang نشان داده است که نانوذرات آهن صفر با دادن الکترون به Fe^{2+} تبدیل می شوند (۱۸). همچنین اکسید مس نیز می تواند با تبادل اکسیژن به CuO یا در تماس با ترکیبات آلی به کربنات مس تبدیل شود (۲۰،۲۲). با توجه به حضور نانو ذرات آهن و اکسید مس که نقش کاتالیزوری ایفا کرده و با خصوصیات متفاوت در واکنش های اکسایش و کاهش مشارکت می نمایند (۱۸)، انجام فرآیند اکسیداسیون و احیا به طور همزمان می تواند به طور شدیدتری جهت تجزیه آلاینده ها صورت گرفته باشد. چنان که مطالعه Fan و همکارانشان نیز نشان دهنده تاثیر سینرژیتی آن ها در حذف سیکلوهگزان بوده است (۲۳).

در فیلتر بدون نانو ذره، یک روند نزولی در راندمان حذف آلاینده ها از بنزن تا o- زایلن وجود دارد که تنها در مورد m- زایلن یک افزایش جزئی نسبت به راندمان حذف p- زایلن دیده می شود. از آنجایی فراریت از بنزن تا o- زایلن کاهش می یابد، می توان نتیجه گرفت که میزان فراریت بر میزان حذف این آلاینده ها در فیلتر بدون نانو ذره تاثیر داشته است لذا با توجه به این مسئله و غلظت پایین CO_2 در خروجی این فیلتر و همچنین نتایج مطالعه ای که توسط Zou همکارانشان جهت حذف ترکیبات VOCs صورت گرفته، و رابطه بین CO_2 خروجی و حذف، از طریق کاتالیز و جذب را نشان داده اند (۲۴). بنابراین می توان اظهار داشت که حذف آلاینده ها در فیلتر بدون نانو ذره به طور غالب از طریق پدیده جذب بوده است. حذف آلاینده ها در فیلتر نانوذرات آهن و اکسید مس از چنین روند نزولی تبعیت نکرده و میزان حذف بیشتر وابسته به میزان واکنش پذیری آنها تحت تاثیر خواص نانو ذرات بوده که گویا نانوذره دار نمودن زئولیت بر خاصیت جذب آن نیز تاثیر گذار بوده و عملکرد جذبی آن را برای آلاینده ها با توجه به نتایج، کاهش داده است.

آلاینده هایی که به طور کامل تجزیه نشده و به آب و CO_2 تبدیل نشده اند یا جذب فیلتر شده یا به ترکیبات دیگر شکسته شده اند. تجزیه ناقص ترکیبات BTX، به عنوان مثال بنزن می تواند منجر به تولید ترکیبات دیگری نظیر فنیل، اکسی فنیل، دی اکسی فنیل و هیدراکسی فنیل در مراحل اولیه تجزیه شود که متعاقب آن چنانچه تجزیه بیشتر روی دهد به ترکیبات آلی دیگر و نهایتا به CO_2 و آب تبدیل شوند (۲۶و۲۵). با توجه به نتایج در فیلتر نانو ذرات آهن و اکسید مس، فرآیند تجزیه بیشتر پیش رفته و آلاینده ها را به طور کاملتری تجزیه کرده است. بنابراین، فیلتر نانو ذرات آهن و مس برای تجزیه کامل آلاینده ها مناسب تر می باشد.

همچنین با توجه به نتایج، جرم حذف شده کلی آلاینده ها در فیلتر بدون نانوذره اندکی بیش از فیلتر نانوذره دار بوده است که البته این تفاوت جزئی نیز عمدتاً ناشی از حذف بیشتر بنزن در فیلتر بدون نانوذره می باشد. از این رو عملکرد فیلتر حاوی نانوذرات آهن و اکسید مس برای حذف ترکیبات BTX در مجموع مناسب تر از فیلتر بدون نانوذره می باشد.

تقدیر و تشکر

بدینوسیله از مسئولین محترم مجموعه آزمایشگاهی دکتر لواسانی دانشکده بهداشت به جهت همکاری در اجرای این پژوهش تشکر و سپاسگزاری می گردد.

[DOR: 20.1001.1.15614107.1390.14.1.15.7]

Benzene-Toluene-Xylene (BTX) Removal from Polluted Airflow by Combined Filter of Zero Valence Iron and Copper oxide Nanoparticles on Iranian Amended Clinoptilolite Bed

R. Rostami (MSc) [1], A. Jonidi Jafari (PhD)[×2], R. Rezaei Kalantari (PhD) [2], M. Gholami (PhD)[2], A. Esrafili (MSc)[3]

1. Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Semnan University of Medical Sciences, Semnan, Iran
2. Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
3. Laboratory of Chemistry, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

J Babol Univ Med Sci; 14(Suppl 1); Winter 2012; pp: 23-29
Received: Feb 29th 2011, Revised: Apr 30th 2011, Accepted: Nov 9th 2011.

ABSTRACT

BACKGROUND AND OBJECTIVE: The BTX compounds consist of benzene, toluene and xylenes are volatile organic compounds and are present in fuels and industrial solvents. Its emission to air and exposure to these compounds threats human health. Thus, it is necessary to control these compounds concentration in acceptable limit. Therefore, the purpose of this research was to survey BTX removal ability of a compound of iron and copper oxide metallic nanoparticles which have catalytic properties and also Zeolite as a sorbent and media for nanoparticles.

METHODS: In this experimental study, samples were taken from inlet and outlet airflow of reactor for BTX and CO_2 concentration determination. Zeolite filters without nanoparticle and a compound of zeolite with zero valence iron and copper oxide nanoparticles which contains 4.5% of nanoparticles and with 1-2mm of zeolite grains size as much as 200g were prepared and the BTX removal by each filter in a 30cm in length and 4.5 cm in diameter column as reactor determined.

FINDINGS: The removal efficiency of benzene in the filter without nanoparticle (78.30±5.37%) was more than Iron and copper oxide nanoparticles (49.64±4.19%). But, for the toluene (67.09±4.23%) and xylenes (39.86±2.04%, 47.59±3.24% and 80.73±5.98%, respectively for p, m and o-xylenes) in iron and copper oxide nanoparticles filter it was further than the filter without nanoparticles (toluene 62.10±3.25% and xylenes respectively 30.20±1.84%, 32.15±3.39% and 18.80±3.39%). Also, the pollutant complete decomposition was higher in the filter containing nanoparticles (82.78% versus 16.44%). Average removal efficiency of BTX in the filter without nanoparticle was 43.31% and in the filter with iron and copper oxide nanoparticles was as much as 56.98%.

CONCLUSION: As the obtained results the filter of zeolite without nanoparticle mainly removes the BTX compounds by absorption or incomplete decomposition. While, the zeolite filter with iron and copper oxide nanoparticles performs decomposition of the BTX more completely to CO_2.

KEY WORDS: *Nanoparticle, Iron, Copper oxide, Clinoptilolite, BTX.*

[×]**Corresponding Author;**
Address: Argentine Square, Alvand St., Department of Environmental Health, School of Public Health, Tehran, Iran
Tel: +98 21 88779118
E-mail: ahmad_jonidi@yahoo.com

[DOR: 20.1001.1.15614107.1390.14.1.15.7]

References

1.Hinwood Y, Rodriguez C, Runnion T, et al. Risk factors for increased BTEX exposure in four Australian cities. Chemosphere 2007; 66(3):533-41.

2.Hsieh LT, Yang HH, Chen HW. Ambient BTEX and MTBE in the neighborhoods of different industrial parks in Southern Taiwan. J Hazard Mater 2006;128(2):106-15.

3.Quynh Truc VT, Kim Oanh NT. Roadside BTEX and other gaseous air pollutants in relation to emission sources. Atmos Environ 2007;41(36):7685-97.

4.Hoque RR, Khillare PS, Agarwal T, Shridhar V, Balachandran S. Spatial and temporal variation of BTEX in the urban atmosphere of Delhi, India. Sci Total Environ 2008;392(1):30-40.

5.Guo H, Lee SC, Li WM, Cao JJ. Source characterization of BTEX in indoor microenvironments in Hong Kong. Atmos Environ 2003;37(1):73-82.

6.Lü H, Wen S, Feng Y, et al. Indoor and outdoor carbonyl compounds and BTEX in the hospitals of Guangzhou, China. Sci Total Environ 2006;368(2):574-84.

7.Winder C, Stacey NH. Occupational toxicology. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press 2004; pp: 399-424.

8.Ahmed FE. Toxicology and human health effects following exposure to oxygenated or reformulated gasoline. Toxicol Lett 2001;123(2-3):89-113.

9.Hernandez MA, Corona L, Gonzalez AI, Rojas F, Lara VH, Silva F. Quantitative study of the adsorption of aromatic hydrocarbons (benzene, toluene, and p-Xylene) on dealuminated clinoptilolites. Ind Eng Chem Res 2005;44(9):2908-16.

10.Henn KW, Waddill DW. Utilization of nanoscale zero-valent iron for source remediation- a case study. Remediation 2006;16(2):57-77.

11.García T, Solsona B, Taylor SH. Naphthalene total oxidation over metal oxide catalysts. Appl Catal B: Environ 2006;66(1-2):92-9.

12.Li P, Miser DE, Rabiei S, Yadav RT, Hajaligol MR. The removal of carbon monoxide by iron oxide nanoparticles. Appl Catal B: Environ 2003;43(2):151-62.

13.Asilian H, Mortazavi SB, Kazemian H, Phaghiehzadeh S, Shahtaheri SJ, Salem M. Removal of ammonia from air, using three Iranian natural zeolites. Iranian J Publ Health 2004;33(1):45-51.

14.Chen JC, Tang CT. Preparation and application of granular ZnO/Al2O3 catalyst for the removal of hazardous trichloroethylene. J Hazard Mater 2007;142(1-2): 88-96.

15.Aguado S, Polo AC, Bernal MP, Coronas J, Santamar J. Removal of pollutants from indoor air using zeolite membranes. J Membrane Sci 2004;240(1-2):159-66.

16.NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM). Hydrocarbons aromatic: Method 1501. 4th ed, Washington D.C.: DHHS (NIOSH) Publication 2003; pp: 1-7.

17.Henry J, Dermott M, Ness A . Air monitoring for toxic exposures. 2nd ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley and Sons 2004; pp: 161-208.

18.Zhang W. Nanoscale iron particles for environmental remediation: An overview. J Nanopart Res 2003;5(3):323-32.

19.Hong SS, Lee GH, Lee GD. Catalytic combustion of benzene over supported metal oxides catalysts. Korean J Chem Eng 2003;20(3):440-4.

20.Wang SP, ZhanTY, Su Y, et al. An investigation of catalytic activity for CO oxidation of CuO/CexZr1–xO2 catalysts. Catal Lett 2008;121(1-2):70-6.

21.Kwong CW, Chao CYH, Hui KS, Wan MP. Removal of VOCs from indoor environment by ozonation over different porous materials. Atmos Environ 2008;42(10):2300-11.

22.Garin F. Environmental catalysis. Catal Today 2004;89(3):255-68.

[DOR: 20.1001.1.15614107.1390.14.1.15.7]

23.Fan B, Li H, Fan W, Jin C, Li R. Oxidation of cyclohexane over iron and copper salen complexes simultaneously encapsulated in zeolite Y. Appl Catal A: Gen 2008;340(1):67-75.
24.Zou L, Luo Y, Hooper M, Hu E. Removal of VOCs by photocatalysis process using adsorption enhanced TiO2–SiO2 catalyst. Chem Eng Process 2006;45(11):959-64.
25.Dinaro JL, Howard JB, Tester JW, Bozzelli JW. Analysis of an elementary reaction mechanism for Benzene oxidation in supercritical water. Proc Combust Inst 2000;28:1529-36.
26.Li J, Bai SP, Shi XC, et al. Effects of temperature on benzene oxidation in dielectric barrier discharges. Plasma Chem Plasma Process 2008;28(1):39-48.

[DOR: 20.1001.1.15614107.1390.14.1.15.7]