

## بررسی تغییرات غلظت بنزن هوا در یک مسیر پرترافیک شهر اصفهان از طریق روش نمونه برداری غیرفعال

حمید پاکفرد<sup>۱</sup>، محمد مهدی امین<sup>۲</sup>، یعقوب حاجیزاده<sup>۳</sup>، حمیدرضا پورزمانی<sup>۴\*</sup>

### مقاله پژوهشی

### چکیده

**مقدمه:** روش میکرو استخراج فاز جامد (SPME) یا Solid-phase microextraction به عنوان یک روش ابتکاری نمونه برداری هوا مورد توجه قرار گرفته است. مهم ترین مزیت این روش نسبت به سایر روش‌های غیرفعال، عدم نیاز به حلال برای استخراج می‌باشد و می‌تواند جهت اندازه‌گیری ترکیباتی مانند بنزن مورد استفاده قرار گیرد.

**روش‌ها:** در مطالعه حاضر کارایی روش SPME برای اندازه‌گیری گاز بنزن در داخل وسائل نقلیه عمومی مورد بررسی قرار گرفت و با تابیح حاصل از روش پمپ و جاذب مقایسه گردید. در مرحله اول، غلظت‌های مشخصی از بنزن در حجم معین استانداردسازی و نمودار کالیبراسیون آن رسم شد. سپس نمونه بردارهای SPME در زمان‌های مشخص در داخل و خارج از اتوبوس نصب و به دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC) تزریق شد. بدین ترتیب غلظت متوسط بنزن در هوا قابل اندازه‌گیری بود.

**یافته‌ها:** مقادیر اندازه‌گیری شده بنزن با استفاده از روش SPME در داخل و خارج اتوبوس به ترتیب حداقل تا ۲۶ و ۸ میکروگرم بر مترمکعب بود. داده‌های حاصل از نمونه برداری با استفاده از روش SPME با داده‌های به دست آمده از روش معمول با استفاده از جاذب و پمپ آنالیز مقایسه گردید. بعد از رسم نمودار،  $R^2$  به دست آمده حدود ۰/۹۸ بود. روش استخراج فاز جامد می‌تواند با دقت قابل قبولی برای اندازه‌گیری بنزن مورد استفاده قرار گیرد.

**نتیجه‌گیری:** در فصل بهار در بیشتر مواقع آلودگی هوا از نظر بنزن هم در داخل و هم در خارج از اتوبوس‌ها در سطح استانداردی بود، اما این میزان در فصل تابستان مقداری بیشتر از حد استاندارد بود که این افزایش بیشتر در داخل اتوبوس‌ها مشاهده گردید. نتایج مربوط به اندازه‌گیری با استفاده از روش SPME و روش معمول پمپ و جاذب نزدیکی قابل قبولی را نشان داد.

**واژه‌های کلیدی:** آلودگی هوا، نمونه برداری، میکرو استخراج فاز جامد (SPME)، بنزن

**ارجاع:** پاکفرد حمید، امین محمد مهدی، حاجیزاده یعقوب، پورزمانی حمیدرضا. بررسی تغییرات غلظت بنزن هوا در یک مسیر پرترافیک شهر اصفهان از طریق روش نمونه برداری غیرفعال. مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۶؛ ۱۳(۲): ۱۷۰-۱۷۴.

پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۶/۱۵

دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۳/۱۰

### مقدمه

طی چند دهه اخیر، گروهی از ترکیبات به نام زنوبیوتیک‌ها (Xenobiotics) وارد محیط شده‌اند. این ترکیبات به طور عمدی در مقابل تجزیه طبیعی توسط میکروorganism‌ها مقاومت زیادی نشان می‌دهند. بسیاری از ترکیبات شیمیایی آنی که به راحتی قابل تجزیه بیولوژیکی نمی‌باشند مانند بنزن، تولوئن، اتیل بنزن و زایلن (BTEX)، هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقوی‌ای (PAHs) یا فنیل‌های پلی‌کلرینه شده (PCBs) یا دی‌اکسین‌ها که اثرات بهداشتی و زیست محیطی مخربی دارند را باید جهت شناخت و وضعیت تجزیه‌پذیری مورد مطالعه و بررسی قرار داد (۱). سازمان بهداشت جهانی در گزارش سال ۲۰۰۰ خود تخمین زده است که مواجهه جمعیت‌های شهری با غلظت ۱/۷ میکروگرم در لیتر بنزن در طول زندگی، می‌تواند باعث افزایش ۱۰ مورد ابتلاء به لوسی می‌باشد (۲).

همچنین، وجود ترکیبات آلی کربن‌دار (VOCs) در اتمسفر می‌تواند باعث افزایش تشکیل ازن و ترکیبات فتوشیمیایی شود که اثرات مضر این ترکیبات بر سلامت انسان‌ها و اکوسیستم در مطالعات مختلف اثبات شده است. نتایج مطالعات مختلف در کشورهای توسعه یافته و صنعتی نشان می‌دهد که ترافیک، مهم‌ترین منبع آلودگی بالای شهرهای پرجمعیت و مواجهه انسانی هوای آزاد به این ترکیبات می‌باشد (۳). بنزن از بین تمام سموم صنعتی، بدترین شهرت را دارد و در نشریات پژوهشی و صنعتی موارد بسیار زیادی از مرگ در اثر بنزن ذکر گردیده و بدون شک تعداد بسیار دیگری بدون ثبت اتفاق افتاده است (۴). آلاینده‌های آلی مقاوم را می‌توان به صورت فعال و با استفاده از پمپ‌ها و مکش ترکیبات آلاینده به داخل و عبور دان از یک ماتریکس جاذب و یا از طریق نمونه برداری غیر فعال با مکانیسم‌های دیفیوژن یا جذب، از فاز گازی جدا و به ماتریکس نمونه برداری منتقل نمود. نمونه برداری فعال به صورت متداول انجام می‌گیرد و تا حدودی گران است. بنابراین، فقط در موارد خاصی کاربرد دارد و با

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات، تهران، ایران

۲- استاد، مرکز تحقیقات محیط زیست و گروه مهندسی بهداشت، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۳- استادیار، مرکز تحقیقات محیط زیست و گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

نویسنده مسؤول: محمد مهدی امین

Email: amin@hlth.mui.ac.ir

برای قسمت اصلی مطالعه که مربوط به نصب نمونه بردارها در اتوبوس واحد به همراه نمونه برداری پمپ و جاذب می باشد، ۳۲ عدد بود.

نمونه بردارهای SPME در هولدرهای محافظ نمونه برداری در داخل اتوبوس های مورد نظر نصب گردید. نمونه برداری در دو فصل و در داخل اتوبوس های شرکت واحد اتوبوس رانی در مسیر پر تردد میدان آزادی به میدانجمهوری شهر اصفهان انجام شد و در هر سیکل نمونه برداری، نمونه ها جهت استخراج و آنالیز به آزمایشگاه ارسال می گردید.

پس از پایان نمونه برداری، آلینده های جذب شده در فاز جامد بدون نیاز به روش های استخراج، به طور مستقیم از نظر مقدار غلظت بنزن با دستگاه GC طبق روش های استاندارد آنالیز شدند. در نهایت، نتایج به دست آمده با استانداردهای موجود برای آلینده های ذکر شده مقایسه و تفاسیر لازم در این زمینه ارایه گردید. داده های حاصل شده با استفاده از رگرسیون در نرم افزار Excel مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

کالیبراسیون دستگاه GC و نمونه بردار SPME جداسازی در دستگاه GC متصل به آشکارساز FID، با استفاده از ستون موئینه (میکرومتر)، df ۱/۵۰، (میلی متر) ۰/۲۵ × I.D. (متر) L × ۶۰ متر صورت گرفت. ستون مذکور یکی از کاربردی ترین ستون ها در تجزیه ترکیبات آلی فرار با قطیبت بالا می باشد.

برای کالیبراسیون دستگاه GC-FID، استانداردهای مورد نیاز در دی سولفید کربن ساخته شد.

مقادیر آنالیت که در مطالعه حاضر بنزن می باشد، روی یک نمونه بردار غیر فعال با رابطه ۱ تعیین گردید (۹).

$$n = (Dg \cdot A/L) \cdot C_t$$

رابطه ۱

که در این رابطه، n مقدار آنالیت تزریق شده به درون دستگاه تجزیه (قابل محاسبه با استفاده از منحنی کالیبراسیون)، Dg ضریب انتشار فاز گازی آنالیت، A سطح مقطع انتشار (بر حسب سانتی متر و قابل محاسبه برای هر نوع نیدل)، L طول مسیر انتشار (سانتی متر) و C غلظت آلینده در محیط (میکرو گرم بر مترمکعب) می باشد.

### یافته ها

حد تشخیص در مطالعه حاضر بر اساس نسبت سیگنال به نویز (SNR) یا Signal to Noise ratio (SNR)، ۳، تعیین گردید. بدین منظور، نمونه برداری در آزمایشگاه جهت کالیبراسیون در غلظت های مختلف برای نمونه های ساخته شده در حجم معلوم انجام گرفت. در هر مرحله، غلظت مورد استفاده در نمونه برداری کاوش یافت تا جایی که پس از نمونه برداری با SPME، نسبت مشاهده شده SNR برابر با ۳ گردد (میانگین سه بار اندازه گیری). در این قسمت از تحقیق، حد تشخیص قابل قبول، ۱ میکرو گرم در مترمکعب هوا به دست آمد. مقادیر اندازه گیری شده بنزن با روش SPME همراه با مقادیر استاندارد در جدول ۱ ارایه شده است. اندازه گیری بنزن به روش SPME در دو فصل بهار و تابستان و در فواصل زمانی ۱۵ روزه صورت گرفت. دلیل اندازه گیری در فضای مختلف آن است که بر اساس نتایج مطالعات، دما شاخص مهمی در نمونه برداری با روش غیر فعال می باشد.

توجه به حجم هوای عبوری از نمونه بردار، غلظت مطلق ترکیبات از آن به دست می آید. این وسایل نمونه برداری به نگهداری توسط اپراتورهای ماهر نیاز دارند، دارای نیروی برق می باشند و واحد نمونه برداری اغلب حجم زیادی دارد. در صورتی که هدف از مطالعه، تهییه نقشه فضایی از چگونگی انتشار آلینده های آلی در مدت زمان زیاد باشد، روش فعال گرینه مناسبی نیست. در چنین موقعی، نمونه بردارهای غیر فعال کاربرد زیادی خواهند داشت. روش نمونه برداری غیر فعال ارزان و آسان تر است و نیاز به نگهداری ندارد. همچنین، بیشتر برای استفاده جهت نمونه گیری از داخل ساختمان و مکان های کاری مناسب است (۵).

**به تازگی روش میکرو استخراج فاز جامد (SPME)** یا **Solid-phase microextraction** به عنوان یک روش ابتکاری نمونه برداری هوا مورد توجه قرار گرفته است. فرایند انتقال جرم دینامیک برای SPME را می توان با مدل انتقال جرم دیفیوژنی توصیف کرد و میزان ماده جذب شده با قانون Fick قابل محاسبه می باشد. مهم ترین مزیت این روش نسبت به سایر روش های غیر فعال، عدم نیاز به حلال برای استخراج است و اندازه گیری ماده مورد نظر به طور مستقیم از طریق وارد کردن اندازه گیر به داخل کروماتوگرافی گازی (GC) یا Gas chromatography (۶). در این روش به دلیل حذف شدن مرحله استخراج از حلال، فرایند آنالیز بسیار ساده تر و آسان تر انجام می گیرد (۷).

و همکاران در مطالعه خود به بررسی قابلیت کاربرد نمونه برداری به مبتنی بر SPME و آنالیز با (GC/MS) GC/Mass spectrometry عنوان رو شی جهت اندازه گیری و تعیین مقدار سریع ترکیبات آلینده هوا در محیط پرداختند. آن ها فیرهای Polydimethylsiloxane (PDMS) و (DVB) Divinylbenzene و هیدروکربن های خطی و آромاتیک مورد استفاده قرار دادند. نتایج بررسی آنان نشان داد که SPME روش بسیار مناسب، قابل اطمینان و مقرن به صرفه ای جهت اندازه گیری ترکیبات آلینده آلی موجود در هوا می باشد (۸). کلان شهر اصفهان با جمعیتی نزدیک به ۱۷۴۵۴۲۸ نفر، دومین شهر پرجمعیت و اولین شهر صنعتی ایران محسوب می شود که هوای آن در معرض آلینده های متنوعی قرار دارد. تاکنون مطالعه ای در زمینه غلظت آلینده های آلی مقاوم و مواجهه افراد با آن در هوای آزاد و هوای محیط های بسته به ویژه بنزن در این شهر انجام نشده است. بنابراین، ضروری است تحقیقاتی در زمینه شناسایی، ارزیابی و کنترل این گونه آلینده ها در هوای محیط های آزاد و بسته با تراکم زیاد جمعیت صورت گیرد. در پژوهش حاضر، کارایی روش SPME برای اندازه گیری گاز بنزن در داخل وسایل نقلیه عمومی مورد بررسی قرار گرفت و با نتایج حاصل از روش های معمول مقایسه شد و همچنین، تحلیلی درباره میزان و دلایل وجود این غلظت ها از گاز بنزن صورت گرفت.

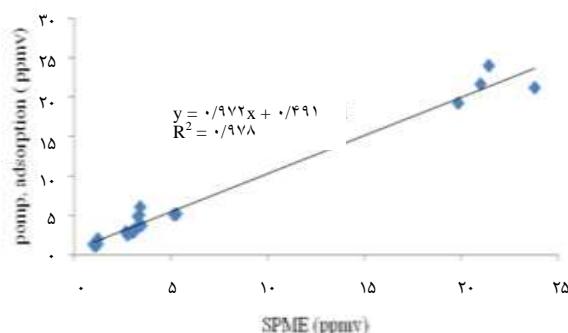
### روش ها

در این مطالعه کاربردی، غلظت گاز بنزن در هوای آزاد و هوای محیط های بسته داخل وسایل نقلیه عمومی شهر اصفهان با روش نمونه برداری غیر فعال (Passive) SPME به عنوان رو شی ساده و ارزان، نمونه برداری گردید و با دستگاه های تجزیه پیشرفته GC/Flame ionization detector (GC/FID) مورد آنالیز قرار گرفت. تعداد نمونه ها برای کالیبراسیون، ۴۰ عدد و

جدول ۱. اندازه‌گیری بنزن به روش (SPME) Solid-phase microextraction در دو فصل بهار و تابستان با فواصل زمانی ۱۵ روزه و مقایسه با استاندارد سازمان محیط زیست ایران

فصل سال	غذت در داخل [میلی (میکروگرم بر مترمکعب)]	غذت در خارج (میکروگرم بر مترمکعب)	استاندارد (میکرو گرم بر مترمکعب)	بهار	تابستان
۲۰۰	۱۲۰		۵۹	۱	
		۱۵۴	۸۸	۲	
		۱۹۷	۱۱۲		۱
		۱۲۰	۱۰۲		۲

عنوان جایگزین مناسبی چهت روش‌های مبتنی بر حلال کنونی پیشنهاد شده است.



شکل ۱. مقایسه دو روش (SPME) Solid-phase microextraction و پمپ و جاذب برای تعیین مقدار بنزن بر اساس نرخ نمونه برداری واقعی محاسبه شده

Pawliszyn و Chen در پژوهش خود از شیوه SPME و روش معمول جاذب استفاده نمودند و تولوئن را در مناطق مختلف غیر شغلی نمونه برداری کردند. برای تعداد ۲۰ نمونه اخذ شده، ضریب همبستگی  $0.96$  با روش استاندارد NIOSH ۱۵۰۱ به دست آمد (۱۶).

ضروری است تحقیقاتی در زمینه شناسایی، ارزیابی و کنترل این گونه آلاینده‌ها در هوای محیط‌های آزاد و بسته با تراکم زیاد جمعیت صورت گیرد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که در فصل بهار در بیشتر مواقع آلودگی هوای نظر بنزن هم در داخل و هم در خارج از اتوبوس‌ها در سطح کمی بالاتر از استاندارد می‌باشد، اما در فصل تابستان، افزایش از حد استاندارد بیشتر است که این افزایش در داخل اتوبوس‌ها نسبت به هوای خارج مشهودتر بود. این امر را می‌توان ناشی از نشت بنزن در نتیجه دمای بالای وارد شده به تجهیزات پلاستیکی صندلی‌های داخل اتوبوس یا تهویه ناکافی هوای فضای داخلی اتوبوس دانست و شاید ارتباط زیادی با آلودگی هوای شهر ندارد.

با توجه به این که اتوبوس‌های انتخاب شده در مطالعه حاضر از سوخت موتور اتوبوس در نتیجه تبخیر سوخت متغیر می‌باشد. لازم به ذکر است که بیشتر آلودگی هوای شهر اصفهان در فصل زمستان اتفاق می‌افتد و متدالوبل ترین اتفاق، افزایش شاخص‌های زیست محیطی بیشتر از حد استاندارد به دلیل شرایط وارونگی دمایی است که در این فصل روی می‌دهد. به نظر می‌رسد انجام این تحقیق به صورت گسترشده‌تر و در تمام قصول، می‌تواند نتایج بسیار ارزشمندی را در برداشته باشد.

در مطالعات مشابه نیز این مورد بررسی و تأیید شده است (۱۰، ۱۱). به طور کلی، ضریب انتشار با افزایش دما افزایش می‌یابد. بنابراین، در برداشت اولیه می‌توان تصور نمود که با افزایش دما، نرخ نمونه برداری نیز افزایش پیدا می‌کند.

در مطالعه حاضر نتایج حاصل از نمونه برداری با استفاده از SPME، نتایج به دست آمده از روش معمول با استفاده از غلال فعال و پمپ آنالیز مقایسه گردید که  $R^2 = 0.98$  به دست آمده حدود ۰.۹۸ بود و نشان دهنده شباهت نسبی نتایج حاصل از دو روش می‌باشد. نتایج به دست آمده در شکل ۱ ارایه شده است.

در جدول ۲ بنزن به روش پمپ و جاذب در دو فصل بهار و تابستان و در فواصل زمانی ۱۵ روزه گیری اندازه‌گیری گردید و نتایج به دست آمده از آن با استاندارد سازمان محیط زیست ایران مورد مقایسه قرار گرفت.

جدول ۲. اندازه‌گیری بنزن به روش پمپ و جاذب در دو فصل بهار و تابستان با فواصل زمانی ۱۵ روزه و مقایسه با استاندارد سازمان محیط زیست ایران

فصل سال	غذت در داخل [میلی (میکروگرم بر مترمکعب)]	غذت در خارج [میلی (میکروگرم بر مترمکعب)]	استاندارد
بهار	۶/۹۷	۱۴/۹	۱
	۷/۱۰	۱۲/۵	۲
	۷/۹۶	۲۶/۸	۱
	۶/۲۰	۲۵/۸	۲
تابستان			

## بحث

در پژوهش حاضر روش SPME به طور موقوفیت‌آمیزی در نمونه برداری و تعیین مقدار هیدروکربن زیان‌آور بنزن در شرایط داخل و خارج اتوبوس مورد استفاده قرار گرفت.

مطالعات متعددی نیز به طور موردنی به بررسی و مقایسه روش SPME با روش‌های متداول بر پایه جاذب و حلال پرداخته‌اند که از آن جمله می‌توان به پژوهش‌های Augusto و همکاران (۱۲)، Tsai و همکاران (۱۳) و Chang و Tsai (۱۴) و National Institute for Occupational Safety and Health Occupational Safety and Health Administration (NIOSH) (۱۵) مقایسه شده است (۱۲-۱۵). در تمام این تحقیقات، SPME به

### تشکر و قدردانی

بدین وسیله نویسنده‌گان از سازمان اتویوسرانی درون شهری اصفهان که در مراحل مختلف انجام پژوهش و نمونه‌برداری همکاری نمودند، تشکر و قدردانی به عمل می‌آورند.

### نتیجه‌گیری

استفاده از روش نمونه‌برداری غیر فعال مانند SPME ساده است و می‌تواند کارایی زیادی برای اندازه‌گیری ترکیبات آلاینده هوا به صورت روتین داشته باشد. نتایج به دست آمده در روش SPME قابل مقایسه با روش معمول بر پایه پمپ‌های جاذب و نزدیک هم می‌باشد.

### References

1. Cocheo V, Sacco P, Boaretto C, De Saeger E, Ballesta PP, Skov H, et al. Urban benzene and population exposure. *Nature* 2000; 404(6774): 141-2.
2. World Health Organization. Air quality guidelines for Europe. Geneva, Switzerland: World Health Organization, Regional Office for Europe; 2000.
3. Atkinson R. Atmospheric chemistry of VOCs and NOx. *Atmos Environ* 2000; 34(12): 2063-101.
4. Andrews LS, Lee EW, Witmer CM, Kocsis JJ, Snyder R. Effects of toluene on the metabolism, disposition and hemopoietic toxicity of [3H]benzene. *Biochem Pharmacol* 1977; 26(4): 293-300.
5. Harner T, Bartkow M, Holoubek I, Klanova J, Wania F, Gioia R, et al. Passive air sampling for persistent organic pollutants: Introductory remarks to the special issue. *Environ Pollut* 2006; 144(2): 361-4.
6. Bohlin P, Jones KC, Strandberg B. Occupational and indoor air exposure to persistent organic pollutants: A review of passive sampling techniques and needs. *J Environ Monit* 2007; 9(6): 501-9.
7. Isetun S, Nilsson U, Colmsjö A, Johansson R. Air sampling of organophosphate triesters using SPME under non-equilibrium conditions. *Anal Bioanal Chem* 2004; 378(7): 1847-53.
8. Hook GL, Kimm GL, Hall T, Smith PA. Solid-phase microextraction (SPME) for rapid field sampling and analysis by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). *Trends Anal Chem* 2002; 21(8): 534-43.
9. Namiesnik J, Jastrzbska A, Zygmunt B. Determination of volatile aliphatic amines in air by solid-phase microextraction coupled with gas chromatography with flame ionization detection. *J Chromatogr A* 2003; 1016(1): 1-9.
10. Van Lancker F, Adams A, Delmelle B, De Saeger S, Moretti A, Van Peteghem C, et al. Use of headspace SPME-GC-MS for the analysis of the volatiles produced by indoor molds grown on different substrates. *J Environ Monit* 2008; 10(10): 1127-33.
11. Cheremisinoff NP. Handbook of air pollution prevention and control. Oxford, UK: Butterworth-Heinemann; 2002.
12. Augusto F, Koziel J, Pawliszyn J. Design and validation of portable SPME devices for rapid field air sampling and diffusion-based calibration. *Anal Chem* 2001; 73(3): 481-6.
13. Tsai SW, Tsai ST, Wang VS, Lai JS. Laboratory and field validations of a solid-phase microextraction device for the determination of ethylene oxide. *J Chromatogr A* 2004; 1026(1-2): 25-30.
14. Tsai SW, Kao KY. Diffusive sampling of airborne furfural by solid-phase microextraction device with on-fiber derivatization. *J Chromatogr A* 2006; 1129(1): 29-33.
15. Tsai SW, Chang TA. Time-weighted average sampling of airborne n-valeraldehyde by a solid-phase microextraction device. *J Chromatogr A* 2002; 954(1-2): 191-8.
16. Chen Y, Pawliszyn J. Time-weighted average passive sampling with a solid-phase microextraction device. *Anal Chem* 2003; 75(9): 2004-10.

## An Investigation into Benzene Levels of Air in One of the High Traffic Routs of Isfahan, Iran, by Solid-Phase Microextraction Method

Hamid Pakfard<sup>1</sup>, Mohammad Mehdi Amin<sup>2</sup>, Yaghoub Hajizadeh<sup>3</sup>, Hamidreza Pourzamani<sup>3</sup>

### Original Article

#### Abstract

**Background:** Solid-phase microextraction (SPME) has received much attention as a new approach for air sampling. SPME is an efficient solventless sample preparation method which can be easily applied to a variety of chemical compounds.

**Methods:** In this study, the efficiency and accuracy of SPME method for analysis of benzene exposure inside public vehicles was investigated and compared with results of present analytical and separation methods. In the first phase, different concentrations of benzene were standardized in specific volume of air and the calibration graph was drawn. In the next stage, SPME samplers were installed for specified periods inside and outside the bus. Then, the average concentration of benzene in the air was measured by injection of SPME fiber into the gas chromatography (GC) device.

**Findings:** Maximum concentration of benzene was about 26 µg/m<sup>3</sup> inside the bus and 8 µg/m<sup>3</sup> outside the bus. The comparison between measured values of SPME method and adsorbent tubes method provided a high degree of correlation ( $R^2 = 0.98$ ), indicating that SPME method can measure benzene concentration with reasonable accuracy.

**Conclusion:** According to the present study results, a noticeable increase in the concentration of benzene was observed inside the bus during summer which exceeded the standard level and the measured values of benzene outside and inside the bus during spring, which was at the standard level. The results of the measurements using the conventional method of pumps and adsorbent and SPME showed acceptable similarity.

**Keywords:** Air pollution, Sampling size, Solid-phase microextraction, Benzene

**Citation:** Pakfard H, Amin MM, Hajizadeh Y, Pourzamani H. An Investigation into Benzene Levels of Air in One of the High Traffic Routs of Isfahan, Iran, by Solid-Phase Microextraction Method. J Health Syst Res 2017; 13(2): 170-4.

1- MSc Student, School of the Environment and Energy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran  
 2- Professor, Environment Research Center AND Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

3- Assistant Professor, Environment Research Center AND Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

**Corresponding Author:** Mohammad Mehdi Amin, Email: amin@hlth.mui.ac.ir