بررسی میزان غلظت بنزن در داخل کابین تاکسی های شهر یزد با استفاده از روش SPME

نویسندگان:ابوالفضل برخورداری*ساناز اسماعیلیانمحمد حسین مصدق***حسین فلاح زاده*****
نسیم طهماسبی****اصغر زارع*******

*دانشیار گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد

**نویسنده مسئول: دانشجوی کارشناس ارشد بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد Email: sesmaeelyan@yahoo.com- تلفن:۰۹۱۳۳۱۷۲۶۱۷

*** استادیار گروه فارماکولوژی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد

**** دانشیار گروه آمار و اپیدمیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد

***** کارشناس ارشد بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد

****** کارشناس ارشد آمار حیاتی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد

طلوع بهداشت

فصلنامهٔ علمی پژوهشی دانشکده بهداشت یزد
سال دهم
شماره: سوم و چهارم
پاییز و زمستان۱۳۹۰
شماره مسلسل: ۳۲

تاریخ وصول: ۱۳۹۰/۸/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۹/۶

چکیده

سابقه و اهداف: بنزن، به عنوان یکی از ترکیبات آلی فرار و سرطانزا، می تواند از انواع فوم ها و پلاستیک های موجود در کابین خودرو آزاد گردد. هدف از انجام این مطالعه تعیین میزان غلظت بنزن موجود در کابین تاکسی های شهر یزد می باشد.

روش بررسی: مطالعه حاضر از نوع توصیفی بوده و در فصل بهار انجام شده است. که به شیوه طبقه ای- تصادفی تعداد۳۰ تاکسی انتخاب و از هوای داخل کابین توسط پمپ نمونه برداری فردی و کیسه تدلار نمونه گیری گردید و نمونه ها با روش میکرواستخراج از فاز جامد استخراج و با استفاده از دستگاه گاز کروماتوگرافی با دتکتور یونش شعله ای تجزیه و تعیین مقدار گردیدند.

یافته ها: با توجه به نتایج، میانگین غلظت بنزن در کلیه تاکسی ها در وضعیت توقف بیشتر از وضعیت حرکت بود بطوری که میزان آن در وضعیت توقف ۹۰۵ و در وضعیت حرکت ۳۰۹ میکروگرم گرم بر متر مکعب بود و اختلاف میانگین ها نیز از لحاظ آماری معنی دار می باشد. همچنین بالاترین و پایین ترین غلظت بنزن داخل کابین در حالت توقف $3200\mu g/m^3$ و ۱۲۲ و در وضعیت حرکت به ترتیب $1000\mu g/m^3$ و $57\mu g/m^3$ بود. با توجه به یافته ها، میانگین غلظت بنزن در تاکسی های با عمر بیشتر از ۶ ماه ($1138 \pm 82\mu g/m^3$) بیشتر از تاکسی های با عمر کمتراز ۶ ماه ($671 \pm 687\ \mu g/m^3$) می باشد ولی اختلاف میانگین ها در دو وضعیت توقف و حرکت از لحاظ آماری معنی دار نمی باشد($P>0/05$).

نتیجه گیری:نتایج این مطالعه نشان می دهد که غلظت بنزن داخل کابین تاکسی های مورد مطالعه بالا بوده و از حد استاندارد نیز بالاتر می باشد. با توجه به این که در فصل تابستان درجه حرارت در اکثر نقاط کشور بالاتر می باشد و با توجه به این که در اکثر نقاط پارکینگ مسقف پیش بینی نشده و یا تعداد آن ها کم می باشد لذا خودروها عمدتاً در فضای باز و زیر آفتاب پارک می شوند و احتمال متصاعد شدن ترکیبات فرار و به ویژه بنزن افزایش می یابد.

واژه های کلیدی:بنزن،میکرواستخراج فاز جامد،تاکسی،آلودگی هوا، ارزیابی تماس

این مقاله برگرفته از پایان نامه دوره کارشناسی ارشد بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی شهیدصدوقی یزد می باشد.

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2024-04-26]

مقدمه

ترکیبات آلی فرار(Volatile Organic Compounds) موادی هستند که دارای کربن آلی بوده و نقطه جوش آنها در فشار ۱۰۱ کیلو پاسکال کمتر از ۳۷۳/۱۵ درجه کلوین بوده و پس از ذرات معلق بیشترین فراوانی و تنوع نشر را دارا می باشند(۱). بنزن (C6H6)، به عنوان یکی از خطرناک ترین ترکیبات آلی فرار در تولید مواد و محصولات مختلفی از جمله بنزین، روغن، رزین، لاستیک، لاک، انواع جلا، رنگ، واکس، تولید مواد شیمیایی آلی ترکیبی و انواع پلاستیک استفاده می شود(۲). مواجهه طولانی مدت با بنزن حتی در مقادیر کم و جزئی دارای اهمیت بالایی بوده و می تواند منجر به بروز علائم، عوارض و بیماری های متعددی در انسان از جمله کاهش گلبول های سفید خون، بی اشتهایی، سردرد، گیجی، خستگی، خونریزی از بینی و لوسمی گردد (۳). بر اساس تعریف سازمان بین المللی تحقیق بر روی سرطان (International Agency for Research on Cancer) بنزن یکی از مواد سرطان زای قطعی می باشد (۲).

تنوع کاربرد این ماده در صنایع و مشاغل مختلف منجر به تماس گروه وسیعی از کارگران و افراد جامعه با این ماده خطر ناک می گردد. استفاده از فوم، روکش صندلی، داشبورد، انواع پلاستیک و درزگیر و رنگ در لوازم داخلی کابین خودرو ها یکی از منابع مهم داخلی انتشار بنزن می باشد. که میتواند بر روی سلامت رانندگان و مسافرین تاثیر بگذارد (۸-۳). علاوه بر آن بنزن موجود در بنزین، نفوذ هوای جاده و بزرگراه ها به داخل کابین خودرو نیز میتواند به عنوان یکی دیگر از منابع تماس در رانندگان و مسافران مورد نظر قرار گیرد (۱۱-۹). در مطالعات متعددی میزان مواجهه مسافران (۱۹-۱۲) ، رانندگان (۴) و مامورین پلیس (۱۰) با آلاینده های موجود در کابین خودروها مورد بررسی قرار گرفته و بیش از ۶۰ نوع ترکیب آلی فرار در داخل کابین خودروها شناسایی و مشخص شده است غلظت و مقدار آن از هوای محیط بیرون نیز بیشتر می باشد (۸). در مطالعه ای که توسط شیهور انجام شد میانگین میزان غلظت بنزن در داخل کابین اتوبوس ها $\mu g/m^3$ ۲۳/۶ گزارش گردید (۲۰). هم چنین میانگین غلظت بنزن آزاد شده در داخل کابین اتوبوس های چین توسط زایوکاچن $\mu g/m^3$ ۶۸/۷ گزارش شده است (۲۱).

بنابراین تعداد زیادی از افراد از جمله رانندگان تاکسی و دیگر وسایل نقلیه می توانند به مدت نسبتا" طولانی در معرض ترکیبات آلی فرار از جمله بنزن قرار گیرند(۱۵). مطالعه ای در ایالات متحده آمریکا نشان داده است که مردم این کشور روزانه به طور متوسط ۹۰ دقیقه از وقت خود را داخل اتومبیل می گذرانند(۲۲).

قبل از سال ۱۹۹۰ آنالیز ترکیبات آلی فرار عمدتاً با استفاده از روش های پیشنهاد شده توسط EPA انجام می شد ولی از سال ۱۹۹۰ روش میکرو استخراج از فاز جامد (Solid Phase Microextraction) توسط پائولیزین ابداع و سپس توسط محققین دیگر توسعه یافت. در حالی که SPME یک روش بسیار ساده، ارزان، معتبر، بادقت و صحت بالا، و بی نیاز به حلال بوده و با ادغام مراحل نمونه برداری، استخراج، تغلیظ و آماده سازی نمونه، قابلیت انتقال مستقیم آنالیت ها را به GC فراهم

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2024-04-26]

می نماید ولی نمونه برداری و آنالیز ترکیبات آلی فرار در کشور عمدتاً طبق روش های سنتی مبتنی بر نمونه برداری بر روی جاذب های جامد و استخراج با حلال مانند روش های پیشنهادی Occupational Safety and Health Administration (OSHA)و National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH)انجام می شود. استفاده از این روش ها در مقایسه با روش SPME وقت گیرتر و مستلزم استفاده از مواد شیمیایی خطرناک مانند دی سولفید کربن می باشد (۳۳-۲۳). تاکنون مطالعات معدودی در زمینه کاربرد این تکنیک با اهداف بهداشت حرفه ای و ارزیابی تماس انسانی صورت پذیرفته است (۳۴،۳۵). بنابراین به نظر میرسد استفاده از این شیوه با توجه به مزایایی که دارد، بتواند به عنوان جایگزین مناسبی جهت روش های مبتنی بر حلال کنونی در آینده مورد استفاده قرار گیرد.

با توجه به متفاوت بودن انواع لوازم و مواد مورد استفاده در خودروهای ساخت داخل به نظر میرسد که میزان و غلظت ترکیبات آلی فرار آزاد شده از ترکیبات داخل تاکسی ها از جمله بنزن نیز متفاوت باشد از آن جا که تاکنون مطالعه ای در این زمینه در کشور انجام نشده و یا نتایج آن منتشر نشده است، لذا مطالعه حاضر به منظور تعیین میزان بنزن هوای داخل کابین تاکسی با استفاده از روش SPME طراحی و اجرا گردید.

روش بررسی

در این مطالعه توصیفی- مقطعی که در بهار ۱۳۹۰ انجام شد تعداد ۳۰ تاکسی مورد مطالعه قرار گرفتند. نمونه گیری به صورت تصادفی-طبقه ای انجام شده و حجم نمونه با توجه به نتایج مطالعات قبلی و با استفاده از فرمول حجم نمونه در سطح اطمینان ۹۵٪، به تعداد ۱۵ تاکسی محاسبه گردید نمونه مورد نیاز ۱۵ تاکسی تعیین گردید ولی در پژوهش حاضر با توجه به برند های مختلف تعداد نمونه به ۳۰ افزایش یافت. برای این منظور لیست تاکسی های فعال از اتحادیه تاکسی رانان گرفته و تعداد ۳۰ تاکسی به صورت طبقه ای- تصادفی ساده انتخاب شدند نمونه ها به گونه ای انتخاب گردیدند تا تعداد ۱۵ تاکسی کمتر از ۶ ماه و ۱۵ تاکسی نیز بیشتر از ۶ ماه خریداری و کار کرده باشند.

برای نمونه برداری ابتدا تاکسی های انتخابی در ساعت ۱ بعد از ظهر با درب و شیشه های کاملا بسته و به صورت خاموش و درفضای باز، به مدت ۴۰ دقیقه در زیر نور خورشید پارک شدند و سپس نمونه برداری از هوای داخل تاکسی و در حالت توقف انجام گردید و در نوبت بعد شیشه های ماشین کاملا در حالت باز قرار داده و پس از ۱۵ دقیقه رانندگی مجددا نمونه برداری با روش مشابه حالت اول ولی در حالت حرکت انجام شد.در این مطالعه میانگین دمای خارج خودرو $34^{\circ}c$، میانگین دمای داخل ماشین در حالت توقف $45^{\circ}c$ و میانگین دمای داخل ماشین پس از ۱۵ دقیقه رانندگی $36^{\circ}c$ بود. داده های این مطالعه از طریق نرم افزار آماری۱۶ SPSS آنالیز گردید. با توجه به نرمال بودن توزیع داده ها، تحلیل داده ها با استفاده از آزمون مقایسه میانگین پارامتریک تی استیودنت زوج انجام شد.

کلیه نمونه های هوا در این پژوهش با استفاده از کیسه نمونه برداری تدلار (ساخت شرکت SKC،انگلستان) و پمپ نمونه

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2024-04-26]

برداری فردی (ساخت شرکت SKC،انگلستان) جمع آوری شدند. کلیه پمپ های نمونه برداری فردی به طور روزانه با استفاده از کالیبراتور حباب صابون کالیبره و با استفاده از شیلنگ رابط به کیسه نمونه برداری تدلار متصل گردید در ابتدای هر نمونه برداری کیسه ۳ بار با هوای تمیز پر و خالی می شد.پس از تنظیم دبی پمپ (۰/۵ لیتر بر دقیقه) نمونه برداری به مدت ۸ دقیقه انجام تا حجم کیسه به ۴ لیتر (۸۰ درصد حجم کیسه) برسد. نمونه های اخذ شده سپس بلافاصله جهت آنالیز به آزمایشگاه منتقل گردیدند. لذا تعداد ۳۰ نمونه با دبی پایین از ۳۰ تاکسی با برند های مختلف تهیه و مورد مطالعه قرار گرفت. نمونه ها بلافاصله پس از انتقال به آزمایشگاه با استفاده از روش SPME طبق شرایط و روش فوق استخراج و با دستگاه کروماتوگرافی گازی– یونیزاسیون شعله تعیین مقدار گردیدند.

در این مطالعه با توجه به نتایج مطالعات گذشته (۳۶) از سه نوع فیبر تجاری SPME (شرکت Supelco) جهت ترکیبات آلی فرار شامل Polydimethylsiloxane/Divinylbenzene با ضخامت 65µm، Polydimethylsiloxane/Carboxen با ضخامت 75µm وPolydimethylsiloxane با ضخامت ۱۰۰µm استفاده گردید تا حساسیت فیبر های مورد استفاده بروی استخراج بنزن مورد ارزیابی قرار گیرد.

با توجه به نو بودن فیبرها در ابتدا آماده سازی فیبرها انجام گردید به طوری که فیبرها به مدت ۳۰ دقیقه در محل تزریق دستگاه GC با دمای ۲۸۰°c قرار داده شد. با توجه به گازی بودن نمونه از روش استخراج مستقیم در شرایط تعادلی استفاده گردید همچنین مدت زمان استخراج نمونه از کیسه نمونه برداری در زمان بین ۷-۱ دقیقه و مدت زمان بازیافت نمونه از روی فیبر در محل تزریق و در زمان بین ۱۸۰-۲۰ ثانیه بررسی گردید.و زمان استخراج و بازیافت بهینه برای نمونه ها تعیین گردیدد.

ابتدا محلول استاندارد مادر بنزن در استونیتریل با غلظت ۱۰۰۰: ۰/۵(V/V) ساخته و سپس غلظت های مختلف ۵۲۶۰و۲۶۳۰، ۸۷،۴۳۸، میکروگرم بر متر مکعب ($\mu g/m^3$) به صورت روزانه تهیه گردیدند. در ادامه فیبر SPME به مدت ۳۰ دقیقه (۲۵) در معرض غلظت های فوق به طور جداگانه قرار و نمونه استخراج شده توسط فیبر به دستگاه گازکروماتوگرافی (مدل YL6100 ساخت کشور کره) با دتکتور یونش شعله ای FID و با ستون DB-5MS–J&W Scientific به طول ۶۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵mm، ضخامت فیلم ۰/۲۵µm(دمای محل تزریق ۲۶۰°ĉ، دمای شناساگر ۲۸۰°ĉ) وصل و تزریق گردید. هم چنین ابتدا دمای آون را به ۴۰°ĉ رسانده و برای مدت زمان یک دقیقه در این دما باقی می ماند سپس دما را با شیب ۱۵ °c/min به ۹۰ درجه رسانده و ستون به مدت ۴ دقیقه در این دما باقی می ماند.در ادامه دوباره دما را با شیب ۱۰°c/min به ۱۷۰ درجه می رساند و برای مدت ۴ دقیقه نیز در این دما باقی می ماند.(فلوی گاز حامل (هلیوم) در این مطالعه ۸/. میلی لیتر بر دقیقه بود). سپس نسبت سطح زیر منحنی به سطح زیر منحنی استاندارد متناظر با هر غلظت مشخص گردید. همچنین از متانول به عنوان استاندارد داخلی استفاده گردید.بنزن، متانول و استونیتریل مورد استفاده در این مطالعه با درجه خلوص مناسب (HPLC Grade) از شرکت مرک آلمان تهیه گردیدند.

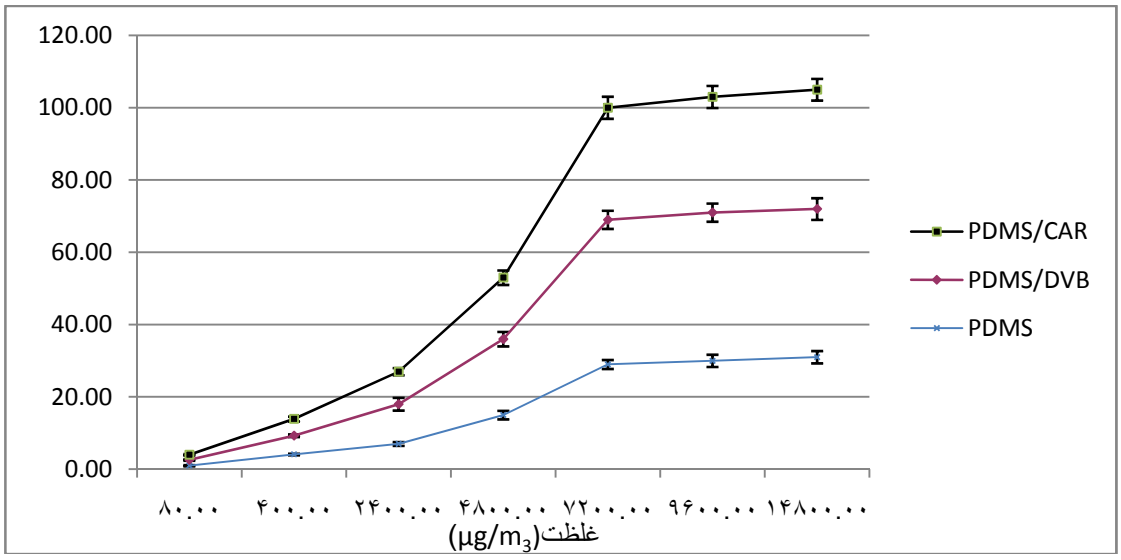
[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2024-04-26]

یافته ها

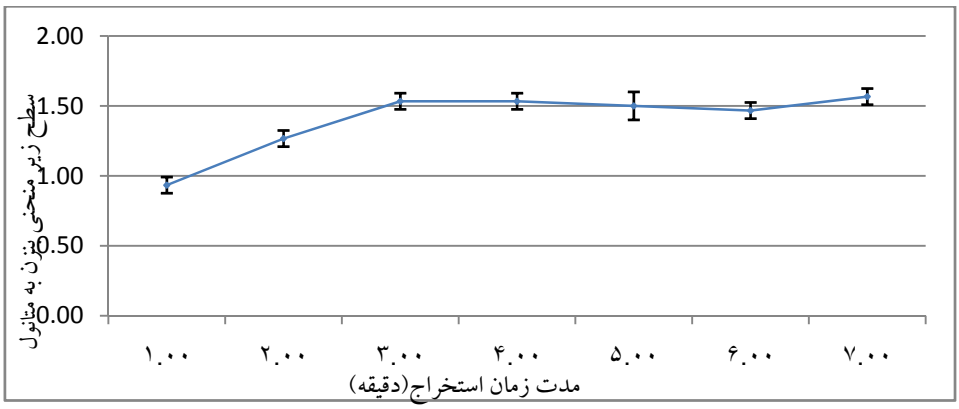
نتایج حاصل از ارزیابی سه نوع فیبر تجاری ,PDMS PDMS /DVB و PDMS/CAR نشان داد فیبر CAR PDMS/ از حساسیت بیشتری نسبت به سایر فیبر های مورد مطالعه در نمونه برداری از بنزن برخوردار است (شکل ۱).

بر این اساس در تمام آزمایشات بعدی از این فیبر برای استخراج بنزن استفاده گردید. نتایج بررسی در خصوص مدت زمان استخراج بنزن با استفاده از فیبر PDMS/CAR نشان داد که میزان استخراج این ماده پس از ۳ دقیقه به حالت تعادل می رسد.

بنابراین مدت زمان ۳ دقیقه به عنوان زمان بهینه استخراج انتخاب گردید (شکل ۲). زمان بهینه بازجذب در اینجکتور نیز بر اساس زمان مورد نیاز برای بازجذب آنالیت از روی فیبر در اینجکتور مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که پس از ۶۰ ثانیه بازجذب فیبر در اینجکتور در دمای ۲۶۰ °C، افزایشی در میزان آنالیت بازجذب شده دیده نشد. بررسی کروماتوگرام فیبر پس از ۶۰ ثانیه باز جذب نیز نشان میدهد که هیچ گونه آنالیتی در روی فیبر پس از این زمان بازیافت باقی نمانده است (شکل ۳).

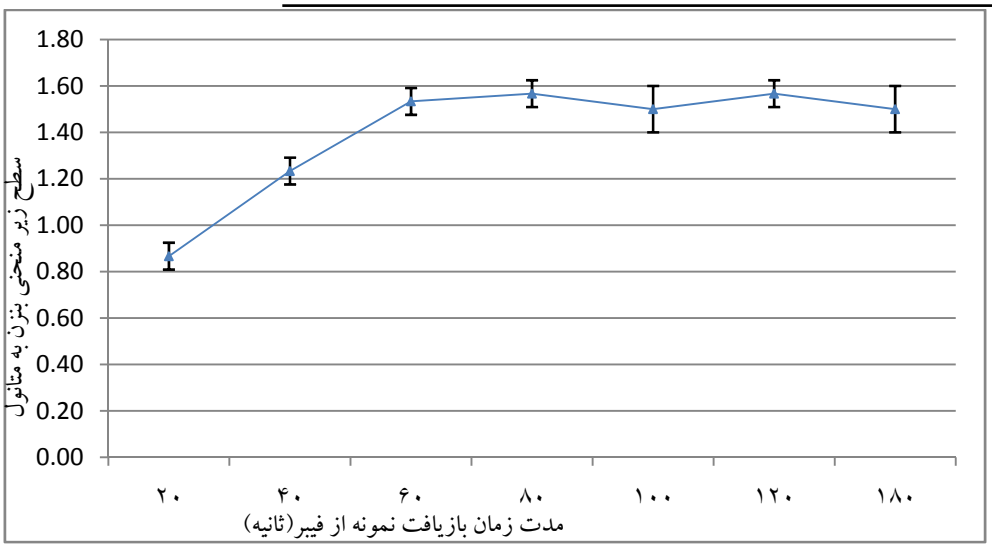


شکل ۱:ارزیابی فیبرهای مورد استفاده جهت استخراج نمونه



شکل ۲: تاثیر زمان استخراج نمونه توسط فیبر PDMS/CAR

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2024-04-26]



شکل ۳: مدت زمان بازیافت نمونه از فیبر در دستگاه گاز کروماتوگرافی

نتایج مربوط به غلظت بنزن در کابین تاکسی ها در حالت توقف و حرکت در جدول ۱ آمده است. با توجه به نتایج حاصله از نمونه برداری از ۳۰ تاکسی مورد بررسی، بالاترین و پایین ترین غلظت بنزن داخل کابین در حالت توقف ۳۲۰۰$\mu g/m^3$ و ۱۲۲$\mu g/m^3$ و در وضعیت حرکت به ترتیب ۱۰۰۰ $\mu g/m^3$ و ۵۷$\mu g/m^3$ بود. نتایج همچنین نشان داد که میانگین غلظت بنزن در برند های مختلف در وضعیت توقف و حرکت متفاوت می باشد بطوری که میانگین غلظت بنزن در سه برند الف و ب و ج و در وضعیت توقف به ترتیب ۱۰۸۶، ۸۲۸ و ۸۰۰ میکرو گرم بر متر مکعب ($\mu g/m^3$) و در وضعیت حرکت ۳۶۴، ۲۸۴ و ۲۷۹ میکرو گرم بر متر مکعب ($\mu g/m^3$) بودند. تجزیه و تحلیل آماری این نتایج با استفاده از آزمون آماری نشان داد که هر چند میانگین غلظت بنزن در تاکسی برند الف بالاتر از دو برند دیگر می باشد ولی از نظر آماری این اختلاف معنی دار نمی باشد ($P>۰/۰۵$). بر اساس نتایج جدول ۲ میانگین غلظت بنزن در کلیه تاکسی ها در وضعیت توقف بیشتر از وضعیت حرکت بود بطوری که میزان آن در وضعیت توقف ۹۰۵ و در وضعیت حرکت ۳۰۹ میکرو گرم بر متر مکعب ($\mu g/m^3$) بود و اختلاف میانگین ها نیز از لحاظ آماری معنی دار می باشد($P< ۰/۰۵$).

یافته ها همچنین نشان می دهد که میانگین غلظت بنزن در وضعیت توقف در تاکسی های با عمر کمتر از ۶ ماه ۶۸۷± ۶۷۱ و در تاکسی های با عمر بیش از ۶ ماه۸۲± ۱۱۳۸ میکروگرم بر متر مکعب ($\mu g/m^3$) می باشد. هم چنین این مقادیر در وضعیت حرکت در تاکسی های با عمر کمتر و بیشتر از ۶ ماه به ترتیب ۲۲۵±۲۵۵ و۲۲۷±۳۹۳ میکروگرم بر متر مکعب ($\mu g/m^3$) بودند. بنابر این گرچه میانگین غلظت بنزن در تاکسی های با عمر بیشتر از ۶ ماه بیشتر از تاکسی های با عمر کمتر از ۶ ماه می باشد ولی اختلاف میانگین ها در دو وضعیت توقف و حرکت از لحاظ آماری معنی دار نمی باشد ($P>۰/۰۵$).

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2024-04-26]

جدول ۱: میانگین غلظت بنزن ($\mu g/m^3$) در تاکسی ها دروضعیت توقف و حرکت

نوع تاکسی	برند	وضعیت خودرو	تعداد نمونه	غلظت بنزن میانگین	حداقل	حداکثر	انحراف معیار
الف		توقف	۵	۱۰۸۶	۱۵۸	۳۲۰۰	۹۸۴
		حرکت	۵	۳۶۴	۵۹	۱۰۰۰	۳۲۷
		توقف	۵	۸۲۸	۱۲۲	۲۲۱۹	۷۶۶
ب		حرکت	۵	۲۸۴	۵۷	۸۶۲	۲۸۱
		توقف	۵	۸۰۰	۳۰۳	۱۶۴۴	۵۹۴
ج		حرکت	۵	۲۷۹	۷۹	۶۱۶	۲۳۰

جدول ۲:مقایسه میانگین غلطت بنزن ($\mu g/m^3$) در دو وضعیت توقف و متحرک

	وضعیت	میانگین	انحراف معیار	نتیجه آزمون-paired-t-test
میانگین بنزن	توقف	۹۰۵	۷۸۱	
	حرکت	۳۰۹	۲۷۵	p-value:< ۰/۰۰۱

بحث و نتیجه گیری

با توجه به اینکه هدف از انجام این مطالعه تعیین میزان غلظت بنزن در داخل کابین تاکسی بود لذا با توجه به متفاوت بودن برند های مختلف تاکسی های فعال، بخشی از نتایج به تفکیک برند بررسی و ارزیابی گردیدند بنابراین با توجه به اینکه عوامل متعددی در میزان غلظت بنزن اندازه گیری شده از جمله استفاده از انواع بوگیرها، روکش های تزیینی، وجود کهنه های تنظیف آغشته به بنزین و فرهنگ متفاوت رانندگان نقش دارند لذا اعلام دقیق غلظت بنزن در برند های مختلف مستلزم تحقیقات گسترده تر و جامع می باشد لذا در این مطالعه از ذکر نام برند خوداری و نتایج به صورت برند الف، ب و ج آمده است چون قضاوت در خصوص تفاوت میزان بنزن آزاد شده در برند های مختلف مستلزم مطالعه جداگانه می باشد. از طرفی با توجه به این که استاندارد تدوین شده جهت بنزن موجود در هوا صرفا جهت محیط های شغلی بوده و تا کنون هیچ گونه استانداردی جهت هوای داخل خودرو در ایران تعیین نشده است لذا به منظور ارزیابی مقادیر اندازه گیری شده، از مقادیر حدود مجاز پیشنهادی توسط شورای تحقیقات پزشکی و سلامت ملی استرالیا (National Health and Medical Research Council) یعنی $۲۵۰\mu g/m^3$ برای بنزن استفاده گردید. با توجه به نتایج

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2024-04-26]

مطالعه، میانگین غلظت بنزن در کلیه تاکسی ها در وضعیت حرکت و پس از ۱۵ دقیقه رانندگی با شیشه های کاملا باز از میزان پیشنهادی NHMRC بالاتر بود. میانگین غلظت بنزن داخل کابین تاکسی در یکی از برند ها $۱۰۸۶\mu g/m^3$ بود که تقریبا ۴ برابر میزان مجاز ارائه شده می باشد همچنین در بعضی از نمونه ها غلظت بنزن تا $۳۲۰۰\mu g/m^3$ نیز بود که تقریبا ۱۲ برابر حد مجاز می باشد. در مطالعه ای که توسط شیهور انجام شد میانگین میزان غلظت بنزن در داخل کابین اتوبوس ها $۲۳.۶\mu g/m^3$ گزارش گردید (۲۰). هم چنین میانگین غلظت بنزن آزاد شده در داخل کابین اتوبوس های چین $۶۸.۷\ \mu g/m^3$ گزارش شده است (۲۱). که هر دوی این مقادیر کمتر از مقدار به دست آمده در این مطالعه ($۹۰۵\mu g/m^3$) می باشد این تفاوت می تواند مربوط به متفاوت بودن لوازم مورد استفاده در داخل خودرو، شرایط آب و هوایی، مکان، روش نمونه برداری، استخراج نمونه و زمان نمونه برداری باشد.

بسیاری از محققین همچنین دریافتند که دمای داخل خودرو یکی از مهمترین فاکتورهای تاثیر گذار بر روی آلودگی داخل کابین خودرو می باشد (۳،۳۷،۳۸). طبق یافته های زایو کاچن با افزایش دمای داخل اتوبوسها در حالت توقف، مقدار BTEX نیز سریعا افزایش می یابد (۲۱). ولی پارا و همکاران دریافتند که مقدار BTEX در داخل خودرو با افزایش دما کاهش می یابد(۳۷). به این دلیل که در دمای بالاتر تشعشعات خورشیدی نیز افزایش می یابد که منجر به از دست رفتن مقدار زیادی از BTEX به دلیل تجزیه فتوشیمیایی می گردد. در مطالعه حاضر رابطه ای بین دما و غلظت بنزن مشخص نگردید که این ممکن است به دلیل عدم تغییرات دمایی در زمانهای نمونه برداری و متوالی بودن آن در چند روز با دماهای تقریبا مشابه و در یک دوره زمانی کوتاه فصل بهار باشد.

مطالعات متعددی نشان داده است که میزان کلی ترکیبات آلی فرار با گذشت زمان و افزایش عمر خودرو کاهش می یابد (۳،۵،۳۸). هم چنین در مطالعه انجام شده توسط زایوکاچن آلودگی موجود در اتوبوس های با عمر ۱۲ ماه حدود دو برابر بیشتر نسبت به اتوبوس های با عمر ۱۷/۵ ماه و ۵ برابر بیشتر نسبت به اتوبوسهای با عمر ۴۸/۹ ماه بود (۲۱). هچنین در مطالعه ای که توسط یوشیدا و همکاران انجام گرفت نتایج نشان داد که غلظت ترکیبات هیدروکربنی در داخل خودرو در تابستان سالی که خودرو تحویل گرفته شده بود یک دهم میزان آن در روز تحویل خودرو بود(۳).

یافته های این مطالعه بیانگر این موضوع است که غلظت بنزن در تاکسی با عمر بیشتر از ۶ ماه بالاتر از تاکسی های با عمر کمتر از ۶ ماه می باشد ولی این تفاوت در یکی از برندها بسیار بالاتر از دو برند دیگر است که این تفاوت احتمالا" به دلیل متفاوت بودن مواد مورد استفاده توسط شرکت های سازنده می باشد. در مجموع نتایج به دست آمده در این مطالعه ارتباط بین گذشت زمان و کاهش میزان بنزن آزاد شده در داخل کابین تاکسی را نشان نمی دهد به این دلیل که مواد به کار رفته در داخل کابین مانند روکش صندلی ها، بوگیر و چسب باعث آزاد شدن بنزن در داخل کابین می گردد و خودروهای کار کرده علی رغم عمر بالاتر ممکن است از روکش جدید صندلی یا بوگیر استفاده کنند که منجر به آزاد شدن بنزن بیشتر می گردد (۳۹). برای از

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2024-04-26]

بین رفتن این خطا لازم است اندازه گیری ها در یک خورو در زمان تحویل خودرو و پس از چندین ماه کار کردن در همان خودرو انجام گردد. از طرف دیگر بخارات بنزن ناشی از سوخت خودرو می توانند به داخل کابین خودرو نفوذ کرده و باعث افزایش غلظت بنزن در خودروهای کارکرده گردند.

در این مطالعه روش نوین SPME با موفقیت جهت نمونه برداری و تجزیه بنزن در هوا مورد استفاده قرار گرفت. از طرفی آنالیز بنزن در تحقیقات بهداشت حرفه ای با روش SPME در نوع خود جدید می باشد. در مطالعه حاضر، غلظت بنزن آزاد شده از منابع داخلی ماشین ها در حالت توقف و حرکت اندازه گیری شد در حالی که در بسیاری از مطالعات قبلی تعدادی از ترکیبات آلی فرار در خودروی در حال حرکت اندازه گیری شده است (۴۴-۴۰ ، ۱۲). نتایج این مطالعه غلظت بالای بنزن در تاکسی ها را نشان می دهد. با توجه به این که این مقادیر در فصل بهار به دست آمده، به نظر میرسد در تابستان با توجه به افزایش دمای هوا، غلظت بنزن آزاد شده افزایش یابد. در نتیجه رانندگان تاکسی ها و افرادی که از خودرو به مدت طولانی استفاده می کنند در معرض مواجهه با مقادیر بالایی از این ماده خطرناک و سرطانزا می باشند که ممکن است باعث ایجاد آثار منفی بر روی سلامتی افراد گردد.

نتایج به دست آمده در این مطالعه نشان می دهد که میانگین غلظت بنزن موجود در کابین تاکسی ها هم در وضعیت توقف و هم در وضعیت حرکت از میزان مجاز ارائه شده توسط شورای تحقیقات پزشکی و سلامت ملی استرالیا (NHMRC) ($۲۵۰\mu g/m^3$) بالاتر می باشد.

با توجه به این که در فصل تابستان درجه حرارت در اکثر نقاط کشور بالا می باشد و با توجه به این که در اکثر نقاط پارکینگ مسقف پیش بینی نشده و یا تعداد آن ها کم می باشد لذا خودروها عمدتاً در فضای باز و زیر آفتاب پارک می شوند و احتمال متصاعد شدن ترکیبات فرار و به ویژه بنزن افزایش می یابد.

تقدیر و تشکر

این مقاله حاصل پایان نامه دانشجو می باشد.از همکاری صمیمانه دکتر محمد حسن احرام پوش (رئیس دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد)، مهندس جواد زارع، مهندس فریبا منصوری، سرکار خانم خبیری و مهندس محسن زارع تشکر و قدردانی می گردد.

References

1-De Nevers N. Air pollution control engineering. New York: McGraw-Hill; 2000.

2-Wexler P. Encyclopedia of toxicology. 1st ed.San Diego: Academic Press;1998.

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2024-04-26]

3-Yoshida T, Matsunaga I. A case study on identification of airborne organic compounds and time courses of their concentrations in the cabin of a new car for private use. Environment international 2006;32 (1):58-79.

4-Jo WK, Yu CH. Public Bus and Taxicab Drivers' Work-Time Exposure to Aromatic Volatile Organic Compounds. Environmental research 2001; 86(1):66-72.

5-YOU K, GE Y, HU B, et al. Measurement of in-vehicle volatile organic compounds under static conditions. Journal of Environmental Sciences 2007;19(1):1208-1213.

6-Fedoruk MJ, Kerger BD. Measurement of volatile organic compounds inside automobiles. Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology 2003;13(1):31-41.

7-Rose LJ, Simmons RB, Crow SA,et al. Volatile organic compounds associated with microbial growth in automobile air conditioning systems. Current microbiology 2000;41(1): 206-209.

8-Grabbs JS, Corsi RL, Torres VM. Volatile organic compounds in new automobiles: Screening assessment. Journal of environmental engineering 2000;1(26):974-977.

9-Schupp T, Bolt HM, Jaeckh R,et al. Banzene and its methyl-derivatives: derivation of maximum exposure levels in automobiles. Toxicology letters 2006;160(2):93-104.

10-Riediker M, Williams R, Devlin R,et al. Exposure to particulate matter, volatile organic compounds, and other air pollutants inside patrol cars. Environmental science & technology 2003;37 (10):2084-2093.

11-Field RA, Goldstone ME, Lester JN,et al. The sources and behaviour of tropospheric anthropogenic volatile hydrocarbons. Atmospheric Environment Part A General Topics 1992; 26(16):2983-2996.

12-Chan CC, Spengler JD, Ozkaynak H,et al. Commuter exposures to VOCs in Boston, Massachusetts. Journal of the Air Waste Management Association 1991;41(12):1594-600.

13-Kingham S, Meaton J, Sheard A,et al. Assessment of exposure to traffic-related fumes during the journey to work. Transportation Research. Transport and Environment 1998;3(4):271-274.

14-Chan LY, Lau WL, Lee SC,et al. Commuter exposure to particulate matter in public transportation modes in Hong Kong. Atmospheric environment 2002; 36(21):3363-3373.

15-Jo WK, Park KH. Concentrations of volatile organic compounds in the passenger side and the back seat of automobiles. Journal of exposure analysis and environmental epidemiology 1999;9(3):217-227.

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2024-04-26]

16-Dor F, Le Moullec Y, Festy B. Exposure of city residents to carbon monoxide and monocyclic aromatic hydrocarbons during commuting trips in the Paris metropolitan area. Journal of the Air & Waste Management Association 1995;45(2):103-110.

17-Duffy BL, Nelson PF. Exposure to emissions of 1,3-butadiene and benzene in the cabins of moving motor vehicles and buses in Sydney,Australia. Atmospheric environment 1997;31(23):3877-3885.

18-Leung PL, Harrison RM. Roadside and in-vehicle concentrations of monoaromatic hydrocarbons. Atmospheric environment 1999;33(2):191-204.

19-Jo WK, Choi SJ. Vehicle occupants' exposure to aromatic volatile organic compounds while commuting on an urban-suburban route in Korea. Journal of the Air & Waste Management Association 1996;46(8):749-754.

20-Shiohara N, Fernandez-Bremauntz AA, Blanco Jimenez S,et al. The commuters' exposure to volatile chemicals and carcinogenic risk in Mexico City. Atmospheric Environment 2005;39(19):3481-3489.

21-Chen X, Zhang G, Zhang Q,et al. Mass concentrations of BTEX inside air environment of buses in Changsha, China. Building and Environment 2010;46(2011):421-427.

22-Chien YC. Variations in amounts and potential sources of volatile organic chemicals in new cars. Science of the total environment 2007;382(3-2):228-239.

23-Azari MR, Nejad MRM, Motesadi S. A New sampler and analysis method for BTEX in ambient air. Tanaffos 2008;7(3):47-52.[Persian]

24-Koziel J, Jia M, Pawliszyn J. Air sampling with porous solid-phase microextraction fibers. Analytical Chemistry 2000;72(21):5178-5186.

25-Hippelein M. Analysing selected VVOCs in indoor air with solid phase microextraction (SPME): A case study. Chemosphere 2006;65(2):271-277.

26-Sarna LP ,Webster GRB, Friesen-Fischer MR,et al. Analysis of the petroleum components benzene, toluene, ethyl benzene and the xylenes in water by commercially available solid-phase microextraction and carbon-layer open tubular capillary column gas chromatography. J Chromatogr A 1994;677:201-205.

27-Arthur CL, Killam LM, Buchholz KD,et al. Automation and optimization of solid-phase microextraction. Analytical Chemistry 1992;64(17):1960-1966.

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2024-04-26]

28-Koziel J, Jia M, Khaled A, et al .Field air analysis with SPME device. Analytica chimica acta 1999;400(3-1):153-162.

29-OSHA.Analytical Method of Manual Department of Labor,Occupational Safety and Health Administration Directorate for a Technical.Evaluation branch,balt bake city 1990.

30-Arnault I, Mondy N, Cadoux F,et al. Possible interest of various sample transfer techniques for fast gas chromatography-mass spectrometric analysis of true onion volatiles .Journal of chromatography A 2000;896(1-3):117-124.

31-Boyd-Boland AA, Pawliszyn JB. Solid-phase microextraction coupled with high-performance liquid chromatography for the determination of alkylphenol ethoxylate surfactants in water. Analytical Chemistry 1996; 68(9):1521-1529.

32-Chen J, Pawliszyn JB. Solid phase microextraction coupled to high-performance liquid chromatography. OSHA analytical chemistry1995;67(15):2530-2533.

33-Arthur CL, Pawliszyn J. Solid phase microextraction with thermal desorption using fused silica optical fibers. Analytical chemistry 1990;62(19):2145-2148.

34-Zare MJ, Bahrami A, Ghiasvand A, et al. Determination of inhalational anesthetics in field and laboratory by SPME GC/MS. Analytical Letters 2011.[Persian]

35-Zare MJ, Bahrami A, Afkhami A,et al. Development of diffusive solid phase microextraction method for sampling of epichlorohydrin in air. International journal ofF environmental analytical chemistry 2011.1-13.

36-Ouyang G, Pawliszyn J. SPME in environmental analysis. Analytical and bioanalytical chemistry 2006;386(4):1059-1073.

37-Parra MA, Elustondo D, Bermejo R, et alJM. Exposure to volatile organic compounds (VOC) in public buses of Pamplona, Northern Spain. Science of the total environment 2008;404(1): 18-25.

38-Chien YC. Variations in amounts and potential sources of volatile organic chemicals in new cars. Science of the total environment 2007;382(3-2): 228-239.

39-Zhang GS, Li TT, Luo M,et al. Air pollution in the microenvironment of parked new cars. Building and Environment 2008;43(3): 309-315.

40-Barrefors G, Petersson G. Assessment of ambient volatile hydrocarbons from tobacco smoke and from vehicle emissions. Journal of chromatography A1993;643(2-1): 71-76.

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2024-04-26]

41-Chan CC, Ozkaynak H, Spengler JD,et al. Driver exposure to volatile organic compounds, CO, ozone, and NO2 under different driving conditions. Environmental science & technology 1991;25(5): 964-972.

42-Weisel CP, Lawryk NJ, Lioy PJ. Exposure to emissions from gasoline within automobile cabins. Journal of exposure analysis and environmental epidemiology 1992;2(1).79-96

43-Lawryk NJ, Lioy PJ, Weisel CP. Exposure to volatile organic compounds in the passenger compartment of automobiles during periods of normal and malfunctioning operation. Journal of exposure analysis and environmental epidemiology1995;5(4).511-31

44-Witz S, Wood J, Wadley M. Toxic metal and hydrocarbon concentrations in automobile interiors during freeway transit. Proceedings of the American Chemical Society, Anaheim, 1986 California

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2024-04-26]

Survey of the In-Cabin Benzene Concentration in Yazd Yavi- cabs Using Soli Phase Microextraction Technique

Barkhordari A* (Ph.D) Esmaeelyan S (MSc) Mosadegh M *** (PhD) Falahzadeh M****(PhD) Tahmasebi N** (MSc) Zare A *****(M.Sc)**

*Associate Professor of Occupational Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran
**MSc in Occupational Health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran
***Assistant Professor of Toxicology, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran
**** Associate Professor of Statistics, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran
****MSc Statistics, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

Abstract

Background: To establish a method for determination of in-cabin benzene and evaluate the occupational exposure, a cross-sectional study was conducted.

Methods: In this descriptive study, 30 taxi-cabs were selected and the concentrations of benzene was measured in stopping and driving conditions using solid phase microinstruction (SPME) method.

Results: The overall average concentration of benzene in all brands was 905 and 309μg/m^3 under stopping and driving conditions, respectively. Under stopping condition, the highest and lowest average concentrations were 3200 and 122μg/m^3 respectively. After 15 minutes of driving, the levels lowered to 1000 and 57μg/m^3, respectively. The concentration of benzene decreased rapidly and significantly, after 15 minutes of driving with opened windows ($p<0.05$). In both stopping and driving conditions, the concentration of benzene in taxi-cabs with more than six months life time (1138 and 393μg/m^3) was higher than those of less than six month life time (671 and 225μg/m^3). However, no significant variation was observed.

Conclusion: The concentration of benzene measured herein in this study, markedly exceeds the proposed indoor benzene NHMRC standard. The results indicate that opening the windows before driving reduces the exposure of drivers to benzene. The result of this study could also be useful for further monitoring program of in-vehicle air quality.

Key words: Benzene, SPME, Air pollution, Exposure evaluation, Taxi

[Downloaded from tbj.ssu.ac.ir on 2024-04-26]