

بررسی میزان مواجهه فردی با ترکیبات BTEX در سفره خانه های سنتی شهر همدان در سال ۱۳۹۲

دکتر محمدرضا سمرقندی*، جمال مهرعلی پور**، امیر شعبانلو***، رزاق رحیم پور***

دریافت: ۹۳/۱/۲۱ پذیرش: ۹۳/۶/۱۸

چکیده:

مقدمه و هدف: ترکیبات BTEX (Benzene, Toluene, Ethylbenzene, Xylene isomers) از جمله پرمصرف ترین و خطرناک ترین ترکیبات آلی فرار می باشند که می توانند موجب بروز اثرات سوء بر سلامت انسان شوند. دود قلیان حاوی ترکیبات سمی فراوانی از جمله ترکیبات BTEX می باشد. هدف از این مطالعه تعیین میزان مواجهه فردی با ترکیبات BTEX در سفره خانه های سنتی شهر همدان می باشد.

روش کار: این مطالعه مقطعی از نوع توصیفی-تحلیلی بود. به منظور اندازه گیری میزان غلظت ترکیبات BTEX در دود قلیان از هوای استنشاقی ۲۵ نفر از استعمال کنندگان قلیان در ۱۲ سفره خانه سنتی با استفاده از روش NIOSH1501 نمونه برداری شد و نمونه ها با دستگاه گاز کروماتوگرافی تجزیه شدند.

نتایج: میانگین مدت زمان استعمال قلیان در هر وعده $52/23 \pm 9/28$ دقیقه بود. میانگین دما و رطوبت نسبی سفره خانه های مورد بررسی به ترتیب برابر با $33/24 \pm 1/72$ درجه سانتیگراد و $35 \pm 0/95$ درصد بود. میانگین غلظت بنزن، تولوئن، اتیل بنزن، ارتو، متا و پارا گزین در هوای بازدم افراد به ترتیب برابر با 1.495 ، 28.06 ، 2559 ، 810 ، 932 و 1166 قسمت در میلیارد بود. **نتیجه نهایی:** میانگین غلظت بنزن، تولوئن و اتیل بنزن در این مطالعه از حد مجاز تعیین شده توسط آژانس حفاظت محیط زیست بالاتر بود. در این مطالعه مشخص شد که دود قلیان موجب جذب تنفسی غلظت بالایی از ترکیبات BTEX می گردد و می تواند به عنوان یکی از منابع عمده مواجهه افراد استعمال کننده با این ترکیبات تلقی گردد که به دنبال آن میزان احتمال بروز اثرات سوء بر سلامت افراد افزایش می یابد.

کلید واژه ها: آلاینده های هوا / استعمال دخانیات / بهداشت محیط

مقدمه:

بخار این ترکیبات، راه تنفسی به عنوان مهمترین راه مواجهه با این ترکیبات محسوب می گردد. بنزن، تولوئن، اتیل بنزن و ایزومرهای گزین (Benzene, Toluene, Ethylbenzene, Xylene isomers) از جمله پرمصرف ترین و خطرناک ترین ترکیبات آلی فرار تلقی می گردند (۳-۵). ترکیبات BTEX می توانند موجب بروز اثرات سوء بر سلامت انسان و اثرات تخریب کنندگی بر محیط زیست شوند که این موجب شده است که در سالهای اخیر مطالعات گسترده ای بر روی آنها صورت پذیرد. ممکن است به دنبال مواجهه طولانی مدت با این

ترکیبات آلی فرار (Volatile Organic Compounds) در برگیرنده دسته ی بزرگی از هیدروکربن ها می باشند که در دمای $293/15$ درجه کلون و فشار بخار $0/01$ کیلو پاسکال به سرعت تبخیر می شوند (۱،۲). این ترکیبات شامل تعداد زیادی از ترکیبات آلی می باشند که در محیط زیست، محیط های کاری و محصولات مصرفی یافت می شوند. بنابراین، انسان به راحتی از طریق تماس تنفسی، پوستی و خوراکی در معرض این ترکیبات قرار می گیرد. این در حالی است که به دلیل فرار بودن و بالا بودن فشار

* دانشجویار گروه مهندسی بهداشت محیط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان

** کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان

*** کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه ای دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان (razzaghrapoor@yahoo.com)

طولانی بودن مدت زمان مواجهه با دود، استعمال قلیان موجب افزایش احتمال بروز اثرات سوء بر سلامت انسان می‌شود. تحقیقات نشان می‌دهد که میزان مواجهه با ترکیبات سمی و سرطانزای ناشی از استعمال قلیان، مساوی یا بیشتر از مواجهه با این ترکیبات ناشی از استعمال سیگار می‌باشد (۱۳،۲۵). برخلاف مصرف سیگار، مصرف قلیان می‌تواند موجب بروز بیماری‌های عفونی و زمینه‌ساز استفاده از مواد روانگردان شود (۲۶-۲۸). مطالعات اخیر نشان می‌دهد که مصرف قلیان ریسک ابتلا به سرطان ریه، بیماری‌های تنفسی و کمبود وزن نوزاد در حین تولد برای مادران استعمال‌کننده را افزایش می‌دهد. مصرف قلیان ممکن است به طور غیرمستقیم موجب افزایش احتمال بروز سرطان مثانه، سرطان نازوفارنکس، سرطان مری، دیسپلازی دهان و نابرابری شود (۲۱،۲۲،۲۹-۳۲).

سازمان حفاظت محیط زیست (Environment Protection Agency) حد مجاز غلظت ترکیبات بنزن، تولوئن، اتیل بنزن و ایزومرهای گزیلن را به ترتیب ۵، ۱۰۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰۰ و انجمن بین‌المللی ایمنی و بهداشت (National Institute for Occupational and Health) حد مجاز مواجهه با این ترکیبات را 1 mg/m^3 ، ۰/۱، ۳۷۵، ۴۳۵ و ۴۳۵ تعیین کرده‌اند (۳۳،۳۴). مطالعاتی که بر روی میزان غلظت ترکیبات آلی فرار در هوای داخل و خارج از ۳۰ کافه در کشور اسپانیا صورت گرفته مشخص کرده است که غلظت این ترکیبات در هوای داخل کافه‌ها بیشتر از هوای خارج کافه می‌باشد. همچنین در این مطالعه مشخص شد که میانگین غلظت ترکیبات BTEX در کافه‌هایی که استعمال قلیان صورت می‌گرفت به مراتب بیشتر از دیگر کافه‌ها می‌باشد (۱۸). در سال ۲۰۰۶ مطالعه‌ای با هدف بررسی تاثیر استعمال قلیان در دوران بارداری بر کم وزنی نوزادان هنگام تولد در کشور انجام شد که نتایج نشان داد که شانس تولد نوزاد با وزن کمتر از حد معمول (۲۵۰۰ گرم یا کم‌تر) در گروه مادرانی که دوران بارداری مصرف قلیان داشته باشند، تقریباً سه برابر می‌گردد (۳۵). در مطالعه‌ای که در سال ۲۰۰۸ با هدف بررسی شیوع استعمال دخانیات در افراد بالای ۱۵ سال در بندرعباس انجام شد مشخص گردید که ۹/۱٪ از کل افراد مورد مطالعه قلیان استعمال می‌کنند و همچنین ۴/۶٪ از مردان و ۱۳/۶٪ از زنان قلیان استعمال می‌کنند (۳۶).

ترکیبات اثرات سوءمستقیم یا غیرمستقیم بر سلامت انسان بروز کند به طوری که مواجهه حاد با این ترکیبات می‌تواند اثراتی همچون تحریک چشم و گلو، سردرد، سرگیجه، اثرات عصبی و غیره و در مواجهه مزمن با آنها اثراتی همچون سرطان خون، کولون، رکتوم، آسیب‌های کبدی، کلیوی، ریوی و غیره را به دنبال داشته باشد. این ترکیبات می‌توانند در اتمسفر با دیگر ترکیبات شیمیایی همچون نیتروژن اکساید وارد واکنش شوند و مه دود فتوشیمیایی حاوی اوزن و دیگر ترکیبات سمی را تولید کنند (۹-۶).

یکی از منابع اصلی مواجهه غیر شغلی افراد با ترکیبات آلی فرار، استعمال تنباکو می‌باشد (۱۰). مصرف قلیان قرن‌ها قدمت دارد و به عنوان یک عادت در کشورهای شرق مدیترانه، خاور میانه و برخی کشورهای آسیایی رایج می‌باشد. در سالهای اخیر استعمال قلیان در جوانان و نوجوان گسترش بیشتری پیدا کرده است به طوری که مقامات بهداشت عمومی، مصرف قلیان را به عنوان یک اپیدمی جهانی معرفی کرده‌اند (۱۸-۱۰). اکثر مصرف‌کنندگان قلیان (۷۰٪-۵۰٪) براین باورند که قلیان دارای اثرات سوءسلامتی و اعتیاد آوری کمتر نسبت به سیگار می‌باشد (۲۲-۱۷، ۱۵). معمولاً حرارت بسیار بالای ذغال، موجب سوختن تنباکوی معطر و مرطوب می‌شود که این باعث ایجاد دودی غلیظ، معطر و حاوی نیکوتین می‌شود. به دنبال مکش هوا از طریق فشار منفی ناشی از هوای دم فرد استعمال‌کننده، دود تولیدی وارد کاسه آب قلیان شده و از طریق شلنگ وارد ریه فرد می‌گردد (۲۳، ۱۷، ۱۶، ۱۴). از آنجا که احتراق تنباکو یک فرآیند سوختن ناقص می‌باشد، دود تولیدی حاوی گاز و ذرات معلق فراوانی می‌باشد که عمدتاً به صورت فیلتر نشده وارد ریه فرد استعمال‌کننده می‌شوند. مونو اکسید کربن، ترکیبات VOCs، نیتروز آمین، استالدهید، فرمالدهید و هیدروژن سیانید از جمله گازهایی می‌باشند که به دنبال سوختن ناقص تنباکو وارد ریه فرد می‌شوند و از مهمترین ذرات تولیدی ناشی از این فرآیند ناقص می‌توان به نیکوتین و قطران اشاره کرد. البته این نکته شایان ذکر است که اثرات سرطان‌زایی مصرف قلیان عمدتاً ناشی از ترکیبات گازی شکل دود استنشاقی از جمله ترکیبات VOCs می‌باشد (۲۴، ۲۳، ۱۷، ۱۶، ۱۴). گرچه آب قلیان به اندازه‌ی ناچیزی موجب کاهش ترکیبات سمی دود تنباکو می‌شود اما به دلیل استنشاق حجم بالایی از دود و

جدول ۱ به طور خلاصه شرایط تجزیه ای دستگاه GC-FID را نشان می دهد.

جدول ۱: شرایط تجزیه ای دستگاه گاز کروماتوگرافی شعله ای - یونی (NIOSH1501)

SGE Code :25mm*0.22mm, Capillary serial number :4792B09,P/N:054253	
دمای آشکارساز:	۳۰۰ درجه سانتیگراد
دمای محل تزریق:	۲۵۰ درجه سانتیگراد
دمای اولیه ستون:	۴۰ درجه سانتیگراد
زمان نگهداری در دمای اولیه:	۱۰ دقیقه
برنامه دمایی ستون:	به ازای هر دقیقه ۱۰ درجه افزایش دما تا ۲۳۰ درجه و سپس نیم دقیقه ثابت ماندن در دمای ۲۳۰°C
دبی گاز حامل:	۲/۶ میلی لیتر بر دقیقه
مدت زمان آنالیز:	۲۹/۵ دقیقه

به منظور کمی سازی مقدار آلاینده‌های مدنظر در نمونه‌های اصلی، ابتدا محلول استاندارد مادر حاوی ترکیبات BTEX با غلظت ۱۰۰۰ ppm تهیه و با استفاده از آن، محلول‌های استاندارد کاربردی با غلظت‌های ۱ ppm، ۵، ۱۰ و ۵۰ تهیه و به دستگاه تزریق گردید. در نهایت با بدست آمدن مساحت زیر پیک و غلظت آلاینده‌ها در هریک از استانداردهای کاربردی، با استفاده از نرم افزار SPSS16 منحنی کالیبراسیون هر یک از ترکیبات مورد بررسی ترسیم گردید.

به منظور آماده سازی نمونه‌های اصلی، ابتدا قسمت جلویی لوله‌ی جاذب ذغال فعال را شکسته و جاذب حاوی آلاینده‌های جذب شده درون ویال ۲ میلی لیتری ریخته شد. سپس ۱ میلی لیتر حلال سولفور دو کربن به ویال اضافه و به منظور انتقال ترکیبات BTEX از ذغال فعال به حلال سولفور دو کربن، درب ویال محکم بسته و به مدت ۳۰ دقیقه درون التراسونیک مدل (Soltec 2200MH) قرار داده شد. در نهایت ۱ میکرولیتر از محلول حاصله به دستگاه GC-FID تزریق گردید. مراحل آماده سازی و تجزیه نمونه‌های شاهد همانند نمونه‌های اصلی صورت گرفت (۳۷-۴۰). به منظور تعیین میزان حجم واقعی هوای نمونه برداری شده ابتدا تعداد شمارش پمپ در طی نمونه برداری در ضریب پمپ ضرب گردید تا حجم ظاهری هوای نمونه برداری شده بدست آید. سپس با در نظر گرفتن دما و فشار محیط نمونه برداری با استفاده از

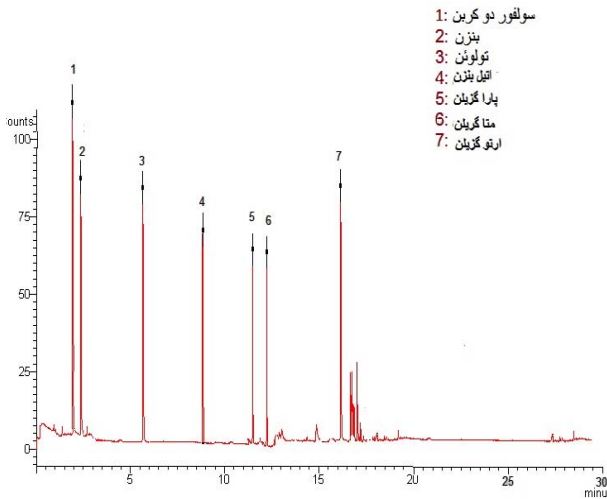
هدف از این مطالعه تعیین میزان مواجهه افراد استعمال کننده‌ی قلیان با ترکیبات BTEX به عنوان شاخص ترکیبات آلی فرار در سفره خانه‌های سنتی شهر همدان بود.

روش کار:

این مطالعه از نوع توصیفی- تحلیلی و به روش مقطعی بود که در ۱۲ سفره خانه سنتی شهر همدان بر روی ۲۵ فرد استعمال کننده‌ی قلیان در تابستان سال ۱۳۹۲ صورت گرفت. سفره خانه‌های مورد بررسی به روش تصادفی از میان تمام سفره خانه‌های شهر همدان (۳۵ سفره خانه) انتخاب شدند.

به منظور تعیین غلظت ترکیبات BTEX در هوای بازدم افراد مورد مطالعه، نمونه برداری فردی در زمان شروع استعمال قلیان براساس روش NIOSH 1501 با استفاده از لوله جاذب کربن فعال (دو قسمتی با منشا پوست نارگیل ۱۰۰/۵۰ ساخت شرکت SKC) صورت گرفت. بدین صورت که در محل نمونه برداری دو سر لوله جاذب را شکسته و با استفاده از لوله رابط به پمپ نمونه برداری فردی کالیبره شده با دبی ۲۰۰ میلی لیتر بر دقیقه (ساخت شرکت SKC) متصل گردید. لوله جاذب با استفاده از نگهدارنده مربوطه به یقه افراد مورد مطالعه متصل و پس از اتمام استعمال قلیان فرآیند نمونه برداری به اتمام رسید (۳۷). دما و رطوبت سفره خانه‌ها با استفاده از دماسنج و رطوبت سنج (مدل 6LF22 Type_8006) اندازه‌گیری شد. به منظور کنترل خطاهای انسانی و دستگاهی از نمونه شاهد استفاده گردید، طوری که در زمان شروع نمونه برداری همزمان با جاذب اصلی دو سر لوله جاذب را شکسته و بلافاصله با درپوش دو سر جاذب نمونه شاهد را مسدود کرده و در پایان نمونه برداری مجدداً درپوش جاذب‌ها را برداشته و بلافاصله دو سر لوله جاذب مسدود گردید. پس از پایان نمونه برداری، دو سر لوله جاذب با درپوش پلاستیکی مسدود گردید و به آزمایشگاه منتقل و تا زمان تجزیه در یخچال نگهداری شدند.

به منظور تعیین زمان ماند هریک از ترکیبات بنزن، تولوئن، اتیل بنزن و ایزومرهای گزین، مقداری مشخصی از محلول خالص هریک از این ترکیبات را درون حلال سولفور دو کربن (ساخت شرکت Merck) حل و ۱ میکرولیتر از محلول حاصل به دستگاه گاز کروماتوگرافی با آشکارساز شعله ای- یونی (GC-FID) تزریق گردید.



شکل ۱: کروماتوگرام حاصل از تزریق استاندارد ۵۰ppm به دستگاه گاز کروماتوگرافی

جدول ۲ وضعیت همبستگی بین غلظت تزریقی آلاینده‌های مورد بررسی و مساحت پیک آنها را نشان می‌دهد. همانطور که در جدول مشاهده می‌گردد بین غلظت تزریقی و مساحت پیک آنها در کروماتوگرام حاصل از دستگاه گاز کروماتوگرافی یک رابطه خطی و مستقیم وجود دارد. ($R^2=0/976, P=0/01$)

جدول ۲: وضعیت همبستگی منحنی کالیبراسیون ترکیبات BTEX

معادله رگرسیون	P-Value	R ²	
$Y^* = 2386/4X^{**} - 2110/54$	0/00	0/99	بنزن
$Y = 3483/8X - 1989/6$	0/00	0/98	تولوئن
$Y = 42/54X + 1002/4$	0/01	0/98	اتیل بنزن
$Y = 2633/72X - 32/10$	0/01	0/96	ارتو گزیلین
$Y = 1441/3X + 125/78$	0/02	0/97	متا گزیلین
$Y = 1645/2X - 218/90$	0/03	0/98	پارا گزیلین

* مساحت پیک ** غلظت آلاینده

میانگین و انحراف معیار غلظت ترکیبات بنزن، تولوئن، اتیل بنزن، ارتو گزیلین و پارا گزیلین در هوای بازدم افراد استعمال کننده‌ی مورد مطالعه بر حسب میلی گرم بر متر مکعب در جدول ۳ ارائه گردیده است.

فرمول ۱ میزان حجم واقعی هوای نمونه برداری شده بدست آمد. با قرار دادن مساحت پیک بدست آمده از کروماتوگرام مربوط به هر یک از آلاینده‌ها در منحنی کالیبراسیون، میزان غلظت آنها بر حسب میکروگرم بر میلی لیتر بدست آورده شد. سپس با تقسیم کردن غلظت بدست آمده بر حجم سولفور دو کربن اضافه شده به جاذب ذغال فعال (یک میلی لیتر)، غلظت آلاینده بر حسب میکروگرم بدست آمد. با تقسیم کردن غلظت بدست آمده بر حجم هوای واقعی نمونه برداری شده میزان غلظت آلاینده در هوای بازدم افراد مورد بررسی بر حسب میلی گرم بر مترمکعب بدست آمد. همچنین با استفاده از فرمول ۱ واحد مقدار آلاینده به پی پی ام و سپس به پی بی تبدیل گردید.

$$PPM = \frac{\text{غلظت آلاینده بر حسب میلی گرم بر متر مکعب} \times 24.45}{\text{جرم مولکولی آلاینده}} \quad (\text{فرمول ۱})$$

آنالیز آماری اطلاعات با استفاده از نرم افزار SPSS.16 و آزمون مقایسه میانگین ها صورت گرفت.

نتایج:

میانگین مدت زمان نمونه برداری از هوای بازدم افراد استعمال کننده قلیان برابر با $52/23 \pm 9/28$ دقیقه بود. براساس دما و رطوبت اندازه‌گیری شده و با استفاده از فرمول ۲ و اصلاحیه صورت گرفته، میانگین حجم واقعی هوای نمونه برداری شده برابر $12/81$ لیتر تعیین شد.

$$\text{فرمول ۲} \quad \frac{760 \times \text{حجم واقعی} \times \text{فشار محیط} \times \text{حجم واقعی}}{\text{دما (کلوین)}} = 298$$

نتایج این مطالعه نشان داد که میانگین دما و رطوبت نسبی سفینه خانه‌های مورد بررسی به ترتیب برابر با $33/24 \pm 1/72$ درجه سانتیگراد و $35 \pm 0/95$ می‌باشد. علاوه بر این نتایج نشان داد که میانگین حجم واقعی هوای نمونه برداری شده برابر با $12/81 \pm 5/67$ لیتر می‌باشد. پس از تزریق استانداردها و نمونه‌های اصلی، کروماتوگرام بدست آمده از دستگاه گاز کروماتوگرافی نشان داد که زمان ماند بنزن، تولوئن، اتیل بنزن، ارتو گزیلین، متا گزیلین و پارا گزیلین به ترتیب در زمان های $3/1, 5/5, 8/9, 11/6, 12/1$ و $16/2$ دقیقه می‌باشد. شکل ۱ کروماتوگرام استاندارد ۵۰ppm همراه با زمان ماند هر یک از ترکیبات BTEX را نشان می‌دهد.

۱۰٪ مقدار غلظت آلاینده در قسمت جلویی جاذب بود.

بحث:

مصرف قلیان امروزه به یک اپیدمی جهانی تبدیل شده است که استعمال آن می‌تواند افراد در معرض بسیاری از ترکیبات سمی از جمله ترکیبات BTEX قرار دهد. از اینرو بررسی میزان ترکیبات BTEX در هوای استنشاقی افراد استعمال کننده قلیان می‌تواند در ارزیابی میزان مواجهه فردی و اثرات حاصل از مواجهه با آنها کمک کننده باشد.

وضعیت همبستگی بین غلظت تزریقی آلاینده‌های مورد بررسی در فرآیند استاندارد سازی و مساحت پیک حاصله از کروماتوگرام دستگاه گاز کروماتوگرافی نشان دهنده یک ارتباط خطی و مستقیم بین این دو متغیر کمی می‌باشد، لذا توصیه می‌گردد در مطالعات آینده در راستای تجزیه ترکیبات BTEX توسط دستگاه گاز کروماتوگرافی - شعله ای یونی از ستون جداسازی و شرایط تجزیه‌ای مطالعه حاضر استفاده گردد. در مطالعه مقصودی مقدم و همکاران که با هدف ارزیابی آلاینده‌های بنزن، تولوئن و ایزومرهای گزین در هوای مجتمع پتروشیمی ماهشهر در سالهای ۲۰۰۸-۲۰۰۹ انجام دادند مشخص گردید که به دنبال تجزیه نمونه‌های آماده سازی شده توسط دستگاه گاز کروماتوگرافی با آشکارساز طیف بین جرمی مجهز به ستون موئین با ابعاد 25mm×0.22mm یک ارتباط خطی و

جدول ۳: میانگین و انحراف معیار ترکیبات مورد بررسی

میانگین	انحراف معیار	بر حسب میلی گرم بر مترمکعب
۴/۷۷۶	۰/۷۳۷	بنزن
۱۰/۵۷۴	۱/۹۷	تولوئن
۱۱۲/۱۱	۲/۲۰۵	اتیل بنزن
۳/۵۱۷	۱/۱۶۳	ارتو گزین
۴/۰۴۷	۱/۵۹۳	متا گزین
۴/۹۷۶	۱/۸۲۳	پاراگزین

جدول ۴ نتایج مربوط به میزان غلظت هریک از ترکیبات مورد مطالعه بر حسب پی پی بی به تفکیک سفره‌خانه‌های مورد بررسی و همچنین حدود مجاز مواجهه تعیین شده توسط سازمان‌های EPA و NIOSH را نشان می‌دهد. شایان ذکر است در صورتی که حجم هوای نمونه برداری شده بیش از حد توصیه شده باشد و یا اینکه غلظت آلاینده مورد بررسی در هوای نمونه برداری خیلی زیاد باشد احتمال بروز پدیده فرار آلاینده (Break Through) وجود دارد. در همین راستا در مطالعه حاضر پس از بررسی میزان آلاینده‌های مورد بررسی در قسمت جلویی و عقبی نمونه‌های شاهد و اصلی مشخص گردید که این پدیده در نمونه‌های اصلی اتفاق نیافتاده است براین اساس که میزان غلظت آلاینده‌های مورد بررسی در قسمت عقبی جاذب، کمتر از

جدول ۴: نتایج سنجش غلظت ترکیبات BTEX بر حسب ppb در هوای بازدم افراد مورد مطالعه

محل نمونه برداری	تعداد	بنزن	تولوئن	اتیل بنزن	ارتوگزین	متا گزین	پاراگزین
۱	۳	۷۶۴	۴۰۰۱	۶۲۶	۸۰۹	۱۸۵۴	۱۲۹
۲	۳	۲۴۹۶	۴۲۱۵	۶۱۱۵	۳۵۳۱	۳۵۸۶	۱۷۵۲
۳	۲	۵۱۴	۱۵۸۴	۸۸۶	۱۳۸	۴۳۱	۱۸۸
۴	۲	۱۱۹۸	۲۵۷۰	۱۹۱۰	۱۱۲	۱۳۸	۹۴
۵	۱	۱۱۵۶	۴۹۳۹	۲۹۸۴	۲۵۱۱	۷۷۱	۲۲۹
۶	۳	۵۵۷	۱۶۰۳	۹۸۶	۲۰۲	۳۰۹	۱۰۳
۷	۱	۱۶۵۷	۳۹۲۲	۹۱۴	۱۰۴	۳۷۵۹	۳۷۱۸
۸	۲	۱۱۳۷	۴۵۹۹	۱۶۱۳	۱۳۲	۳۹۵	۱۵۳
۹	۲	۴۷۴	۱۸۷۸	۶۵۲	۳۸۱	۲۹۶	۴۱۵
۱۰	۱	۹۸۷	۲۴۱۲	۹۴۷	۲۴۹	۲۱۷	۱۱۳۶
۱۱	۳	۱۰۲۳	۳۱۰۵	۷۱۲	۸۳۶	۳۴۷	۹۸
۱۲	۲	۱۲۸۳	۴۱۰	۴۱۳	۹۳۸	۷۲۵	۴۱۳
کل	۲۵	۱۴۹۵	۲۸۰۶	۲۵۵۹	۸۱۰	۹۳۲	۱۱۴۶
حد مجاز مواجهه							
	NIOSH	۱۰۰	۹۹۵۱۱	۱۰۰۱۴۸	۱۰۰۱۴۸	۱۰۰۱۴۸	۱۰۰۱۴۸
	EPA	۵	۱۰۰۰	۷۵۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰

بیشتر بودن جمعیت افراد استعمال کننده قلیان در سفره‌خانه و افزایش غلظت دود موجود در فضای عمومی سفره‌خانه در این موقع از روز باشد. به دنبال مطالعه احمدی زاده فیینی و همکاران در شهر بندرعباس مشخص گردید که ۹۳/۵٪ از افراد مورد مطالعه آنها با دود قلیان مواجهه دارند. همچنین نتایج مطالعه آنها نشان داد که بیشترین مواجهه با دود قلیان در مکان مواجهه (۹۳/۴٪) در منزل می‌باشد (۴۴).

نتایج مطالعه‌ی هرمن فروم و همکاران که در سال ۲۰۰۹ در کشور آلمان انجام دادند نشان داد که میانگین غلظت بنزن در هوای استنشاقی افراد غیر قلیانی و هوای استنشاقی افراد در حین استعمال قلیان به ترتیب برابر با ۰/۱۱ و ۱۵ میکروگرم بر مترمکعب می‌باشد. همچنین نتایج مطالعه آنها نشان داد که میانگین غلظت کلیه ترکیبات آلی فرار در هوای بازدم افراد غیر قلیانی و هوای استنشاقی افراد در حین استعمال قلیان به ترتیب برابر با ۷۳۰ و ۱۸۰۰ میکروگرم بر مترمکعب می‌باشد. در نهایت در مطالعه آنها نتیجه گیری شد که عموم مردم به طور زمینه‌ای در معرض ترکیبات آلی فرار قرار می‌گیرند و استعمال قلیان این میزان مواجهه را چندین برابر افزایش می‌دهد (۱۵).

به دنبال مطالعاتی که شافاگوج و همکاران در کشور لبنان انجام دادند نتایج نشان داد که استعمال قلیان می‌تواند موجب افزایش ضربان قلب، فشار خون سیستولی و دیاستولی، افزایش سطح مونواکسیدکربن موجود در هوای انتهایی بازدمی و همچنین افزایش سطح نیکوتین و کوتینین پلاسمایی، بزاقی و ادراری گردد (۴۵،۴۶).

نتیجه نهایی:

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که دود قلیان حاوی مقادیر زیادی از ترکیبات BTEX می‌باشد به طوری که میانگین غلظت بنزن، تولوئن و اتیل بنزن هوای بازدم افراد استعمال کننده از حد مجاز تعیین شده توسط سازمان EPA بالاتر است و استعمال قلیان می‌تواند موجب افزایش احتمال بروز اثرات سوء این ترکیبات بر سلامت افراد شود.

سپاسگزاری:

پژوهش حاضر با استفاده از منابع مالی معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی همدان (شماره طرح ۹۲۰۹۰۵۲۸۳۰) به انجام رسیده است که نویسندگان مقاله از همکاری آن معاونت کمال تشکر را دارند.

مستقیم بین غلظت تزریقی آلاینده‌ها در فرآیند استاندارد سازی و مساحت پیک حاصله از کروماتوگرام دستگاه گاز کروماتوگرافی وجود دارد (۳۸) که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد.

همانطور که نتایج نشان می‌دهد میانگین غلظت بنزن هوای بازدم افراد مورد مطالعه از حد مجاز تعیین شده توسط سازمان های EPA و NIOSH بالاتر بود (به ترتیب ۵ppb و ۰/۱ppm). آژانس بین المللی تحقیقات سرطان (International Agency for Research on Cancer) بنزن را از جمله ترکیبات سرطان زای قطعی برای انسان معرفی کرده اند. مواجهه مزمن با این ترکیب خطرناک می‌تواند منجر به آسیب سلول‌های خون ساز مغزاستخوان شود (۴۱،۴۲). نتایج مطالعه مروری الی آکی و همکاران که در سال ۲۰۱۰ انجام دادند نشان داد که بین استعمال قلیان و سرطان ریه، اختلالات سیستم تنفسی و کاهش وزن ارتباط معنی داری وجود دارد (۱۹). میانگین غلظت تولوئن و اتیل بنزن هوای بازدم افراد مورد مطالعه از حد مجاز مواجهه تعیین شده توسط EPA بالاتر بودند (به ترتیب برابر با ۱۰۰۰ppb و ۷۵۰) اما از حد مجاز مواجهه تعیین شده توسط سازمان NIOSH کمتر بودند (به ترتیب برابر با ۳۷۵ و ۴۳۵) mg/m^3 . این در حالی است که میانگین غلظت ایزومرهای گزین در هوای استنشاقی افراد مورد مطالعه از حد مجاز تعیین شده توسط سازمان‌های EPA و NIOSH کمتر بود (به ترتیب ۱۰۰۰ppb و ۴۳۵mg/m^3) (۳۳،۳۷).

نتایج مطالعه‌ی پارا و همکاران در سال ۲۰۰۸ در کافه‌های کشور اسپانیا مشخص کرد که میانگین غلظت ترکیبات بنزن، تولوئن، اتیل بنزن، ارتوگزیلین، متاگزیلین و پاراگزیلین به ترتیب برابر با ۲/۰۲، ۶/۴۱، ۱/۰۳، ۰/۸۴، ۱/۲۴ و ۱/۲۴ میکروگرم بر مترمکعب می‌باشد که این مقادیر از حدود مجاز تعیین شده توسط سازمان EPA و NIOSH کمتر می‌باشد (۴۳) و با نتایج بدست آمده از مطالعه حاضر همخوانی ندارد.

در این مطالعه مشاهده شد که افراد به طور متوسط در هر نوبت استعمال قلیان به مدت ۵۰ دقیقه در معرض ترکیبات سمی موجود در دود قلیان قرار می‌گیرند. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که میزان غلظت ترکیبات BTEX در نمونه‌های بعد از ظهر بیش از نمونه‌های گرفته شده در سایر اوقات روز می‌باشد که این می‌تواند به دلیل

منابع:

- Cetin E, Odabasi M, Seyfioglu R. Ambient volatile organic compound (VOC) concentrations around a petrochemical complex and a petroleum refinery. *Sci Total Environ* 2003; 312(1):103-12.
- Su F-C, Mukherjee B, Batterman S. Trends of VOC exposures among anationally representative sample: Analysis of the NHANES 1988 through 2004 data sets. *Atmos Environ* 2011; 45(28):4858-67.
- Hinwood AL, Rodriguez C, Runnion T, Farrar D, Murray F, Horton A, et al. Risk factors for increased BTEX exposure in four Australian cities. *Chemosphere* 2007;66(3):533-41.
- Guo H, Lee SC, Chan L, Li W. Risk assessment of exposure to volatile organic compounds in different indoor environments. *Environ Res J* 2004;94(1):57-66.
- Kim J-A, Kim S, Kim H-J, Kim Y-S. Evaluation of formaldehyde and VOCs emission factors from paints in a small chamber: The effects of preconditioning time and coating weight. *J Hazard Mater*. 2011;187(1):52-7.
- Brown S, Sim MR, Abramson MJ, Gray CN. Concentrations of volatile organic compounds in indoorair—a review. *Indoor Air* 1994; 4(2): 123-34.
- Das D, Gaur V, Verma N. Removal of volatile organic compound by activated carbon fiber. *Carbon* 2004;42(14):2949-62.
- Wallace LA, Pellizzari ED, Hartwell TD, Davis V, Michael LC, Whitmore RW. The influenceof personal activities on exposure to volatile organic compounds. *Environ Res* 1989;50(1): 37-55.
- Wolkoff P, Nielsen GD. Organic compounds in indoor air—their relevance for perceived indoor air quality? *Atmos Environ* 2001;35(26):4407-17.
- Martinasek MP, McDermott RJ, Martini L. Waterpipe (hookah) tobacco smoking among youth. *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care* 2011;41(2):34-57.
- Asfar T, Ward KD, Eissenberg T, Maziak W. Comparison of patterns of use, beliefs, and attitudes relatedto waterpipe between beginning and established smokers. *BMC Public Health* 2005;5(1):19.
- Chaaya M, El Roueiheb Z, Chemaitelly H, Azar G, Nasr J, Al-Sahab B. Argileh smoking among university students: a new tobacco epidemic. *Nicotine Tob Res* 2004;6(3): 457-63.
- Chaouachi K. Hookah (Shisha, Narghile) smoking and environmental tobacco smoke (ETS). A critical review of the relevant literature and the public health consequences. *Int J Environ Res Public Health* 2009;6(2):798-843.
- El-Roueiheb Z, Tamim H, Kanj M, Jabbour S, Alayan I, Musharrafieh U. Cigarette and waterpipe smoking among Lebanese adolescents, a cross-sectional study, 2003–2004. *Nicotine Tob Res*. 2008;10(2):309-14.
- Fromme H, Dietrich S, Heitmann D, Dressel H, Diemer J, Schulz T, et al. Indoor air contamination during a waterpipe (narghile) smoking session. *Food Chem Toxicol* 2009;47(7):1636-41.
- Labib N, Radwan G, Mikhail N, Mohamed MK, El Setouhy M, Loffredo C, et al. Comparison of cigarette and water pipe smoking among female university students in Egypt. *Nicotine Tob Res* 2007;9(5):591-6.
- Maziak W, Ali RA, Fouad M, Rastam S, Wipfli H, Travers M, et al. Exposure to secondhand smoke at home and in public places in Syria: a developing country's perspective. *Inhal Toxicol* 2008;20(1):17-24.
- Pärna K, Usin J, Ringmets I. Cigarette and waterpipe smoking among adolescents in Estonia: HBSC survey results, 1994–2006. *BMC Public Health* 2008;8(1):392.
- Aki EA, Gaddam S, Gunukula SK, Honeine R, Jaoude PA, Irani J. The effects of waterpipe tobacco smoking on health outcomes: a systematic review. *Int J Epidemiol* 2010; 39(3): 834-57.
- Daher N, Saleh R, Jaroudi E, Sheheitli H, Badr T, Sepetdjian E, et al. Comparison of carcinogen, carbon monoxide, and ultrafine particle emissionsfrom narghile waterpipe and cigarette smoking: Sidestream smoke measurements and assessment of second-hand smoke emission factors. *Atmos Environ* 2010;44(1):8-14.
- Knishkowsy B, Amitai Y. Water-pipe (narghile) smoking: an emerging health risk behavior. *Pediatrics* 2005;116(1):113-9.
- Maziak W. The global epidemic of waterpipe smoking. *Addict Behav* 2011;36(1):1-5.
- Almerie M, Matar H, Salam M, Morad A, Abdulaal M, Koulsi A, et al. Cigarettes & waterpipe smoking among medical students in Syria: a cross-sectional study. *Int J Tuberc Lung Dis* 2008;12(9):1085.
- Smith-Simone S, Maziak W, Ward KD, Eissenberg T. Waterpipe tobacco smoking: knowledge, attitudes, beliefs, and behavior in two US samples. *Nicotine Tob Res* 2008; 10(2): 393-8.
- Maziak W, Ward K, Eissenberg T. Factors related to frequency of narghile (waterpipe) use: the first insights on tobacco dependence in narghile users. *Drug Alc Dep* 2004;76(1):101-6.
- Eissenberg T, Shihadeh A. Waterpipe tobacco and cigarette smoking: direct comparison of toxicant exposure. *Am J Prev Med* 2009; 37(6): 518-23.

27. Prignot J, Sasco A, Poulet E, Gupta P, Aditama T. Alternative forms of tobacco use. *Int J Tuberc Lung Dis* 2008; 12(7): 718-27.
28. Tamim H, Al-Sahab B, Akkary G, Ghanem M, Tamim N, Roueiheb ZE, et al. Cigarette and nargileh smoking practices among school students in Beirut, Lebanon. *Am J Health Behav* 2007;31(1):56-63.
29. Bacha ZA, Salameh P, Waked M. Saliva cotinine and exhaled carbon monoxide levels in natural environment waterpipe smokers. *Inhal Toxicol* 2007;19(9):771-7.
30. El-Nachef WN, Hammond SK. Exhaled carbon monoxide with waterpipe use in US students. *JAMA* 2008;299(1):36-8.
31. Neergaard J, Singh P, Job J, Montgomery S. Waterpipe smoking and nicotine exposure: a review of the current evidence. *Nicotine Tob Res* 2007;9(10):987-94.
32. Shihadeh A. Investigation of mainstream smoke aerosol of the argileh water pipe. *Food Chem Toxicol* 2003;41(1):143-52.
33. EPA. Volatile Organic Compounds (VOCs) USA: Environmental Protection Agency; 2012 [updated 2012/05/21; cited 2012 2012/08/12]. Available from: <http://www.epa.gov/iaq/voc2.html>.
34. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Volatile organic compounds (screening) 2549 2012. Available from: <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/method-cas6.html>.
35. Hajivandi.A, Ghaedi H. [Hubble-bubble smoking in pregnancy effects on birth weight and other pregnancy outcomes]. *Koomesh* 2006;7(1):83-8. (Persian)
36. Aghamollai T, Zare SH. [The pattern of hookah and cigarette smoking in the population over 15 years of Bandar Abbas, a population-based study]. *J Hormozgan Univ Med Sci* 2008; 11(4): 241-6. (Persian)
37. National Institute for Occupational Safety and Health.(Niosh). NIOSH Manualof Analytical Methods (NMAM) 1501 USA: The national institute for occupational safety and health (NIOSH); 1996 [cited 2013 23 April]. Available from: www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/1501.pdf.
38. Maghsoodi Moghadam R, Bahrami AR, Mahjoob H, Ghorbani. R. [Evaluation of Benzene, Toluene And p,m&o-Xylene Contaminants at Mahshahr Petrochemical Complex During 2008-9]. *Sci J Ilam Univ Med Sci* 2011;19(2): 49-59. (Persian)
39. National Institute for Occupational Safety and Health. Guidelines for air sampling and analytical method development and evaluation. 1, editor. USA: Department of health and Human Services, Center for Disease Control and Prevantion, NIOSH; 1995: 112.
40. Jouni A. Jurvelin. Personal exposures to volatile organic compounds and carbonyls: relationships to microenvironment concentrations and analysis of sources. Finland: National Public Health Institute.Mannerheimintie 2003; 166:93.
41. International Agency For Research On Cancer (IARC). BENZENE: World Health Organization (WHO) 2013; 2013 [cited 2013 3 october]. Available from: www.iarc.fr/.
42. Sarma SN, Kim YJ, Ryu JC. Gene expression profiles of human promyelocytic leukemia cell lines exposed to volatile organic compounds. *Toxicology* 2010;271(3):122-3.
43. Parra MA, Elustondo D, Bermejo R, Santamaría JM. Quantification of indoor and outdoor volatile organic compounds (VOCs) in pubs and cafés in Pamplona, Spain. *Atmos Environ* 2008;42(27):6647-54.
44. Ahmadizadeh Fini A, Aghamolaei T, Dehghani M, Zare S, Madani A. [Environmental tobacco smoke (ETS) exposure in people over 15 years old, Bandar Abbas, Iran]. *J Hormozgan Univ Med Sci* 2010;16(1):42-8. (Persian)
45. Shafagoj Y, Mohammed F, Hadidi K. Hubble-bubble (water pipe (smoking: levels of nicotine and cotinine in plasma, saliva and urine. *Int J Clin Pharmacol Ther* 2002;40(6):249-55.
46. Shafagoj YA, Mohammed FI. Levels of maximum end-expiratory carbon monoxide and certain cardiovascular parameters following hubble-bubble smoking. *Saudi Med J* 2002; 23(8): 953-8.

Original Article

The Evaluation of Personal Exposure to BTEX Compounds in the Traditional Restaurants in Hamadan in 2013

M.R. Samarghandi, Ph.D. ^{*}; J. Mehralipour, M.Sc. ^{**}; A. Shabanlo, M.Sc. ^{**}
R. Rahimpour, M.Sc. ^{***}

Received: 10.4.2014 Accepted: 9.9.2014

Abstract

Introduction & Objective: BTEX compounds (Benzene, Toluene, Ethylbenzene, Xylene isomers) are among the most consumed and dangerous volatile organic compounds which can cause adverse health effects in humans. The water pipe smoke contains numerous toxic compounds such as BTEX compounds. The aim of this study was to evaluate the personal exposure to BTEX compounds at traditional restaurants of Hamadan.

Materials & Methods: This cross sectional study was descriptive- analytical. To sample the BTEX compounds in the air inhaled during smoking of 25 people at 12 traditional restaurants, the NIOSH 1501 method was used, and the samples were analyzed by gas chromatography.

Results: The mean duration water pipe per serving was 52.23 ± 9.28 min. The mean temperature and relative humidity at the traditional restaurants were $33.24 \pm 1.72^\circ$ C and $35 \pm 0.095\%$, respectively. The mean concentration of Benzene, Toluene, Ethyl Benzene, O,M and P-xylene in the exhaled air of the subjects were 1495, 2806, 2559, 810, 932 and 1146 ppb, respectively.

Conclusion: The concentration of Benzene, Toluene and Ethyl Benzene in subjects' inhaled air during smoking was more than the limit determined by Environmental Protection Agency. In this study we found that water pipe smoke can cause absorption of high levels of BTEX compounds through inhalation and can be considered as one of the main sources of exposure to these compounds which is followed by the increased risk of adverse health effects.

(*Sci J Hamadan Univ Med Sci* 2014; 21 (3): 231-239)

Keywords: Air Pollutants / Environmental Health / Smoking

* Associate Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Health Hamadan University of Medical Sciences & Health Services, Hamadan, Iran.

** M.Sc. in Environmental Health Engineering Hamadan University of Medical Sciences & Health Services, Hamadan, Iran.

*** M.Sc. in Occupational Health Engineering Hamadan University of Medical Sciences & Health Services, Hamadan, Iran. (razzaghrhimpour@yahoo.com)