ارزیابی مواجهه‌ی تنفسی شاغلین کیوسک‌های روزنامه‌فروشی شهر تهران با هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک توسط دستگاه کروماتوگرافی گازی مجهز به آشکارساز اسپکتروفتومتر جرمی

فاطمه رضایی[۱]، حسین کاکویی[۲]، رضا احمد خانی‌ها[۳]، کمال اعظم[۴]، لیلا امیدی[۵]، سید جمال الدین شاه طاهری[۶]

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۶/۲۶ تاریخ ویرایش: ۹۳/۱۲/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۲/۱۴

چکیده

زمینه و هدف: هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک (PAHs) گروهی از ترکیبات آلی هستند که در حین احتراق ناقص سوخت‌های فسیلی و محصولات نفتی تشکیل و بصورت گسترده در محیط زیست انتشار می‌یابند. شاغلین در کیوسک‌های روزنامه فروشی با آلاینده‌های موجود در هوای شهرها از جمله هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک مواجهه دارند. هدف از مطالعه‌ی حاضر ارزیابی مواجهه‌ی تنفسی شاغلین کیوسک‌های روزنامه فروشی شهر تهران با هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک در دو فصل تابستان و پاییز سال ۱۳۹۲ است.

روش بررسی: هشت ترکیب هیدروکربن به عنوان شاخص مواجهه با آلودگی PAHs موجود در آلاینده‌های هوای شهری و خروجی از خودروها انتخاب و نمونه برداری در دو فاز ذره‌ای و گازی با استفاده از روش ۵۵۱۵ سازمان NIOSH توسط جاذب XAD-2 و فیلتر ۳۷ میلی‌متری PTFE صورت گرفت. آنالیز این ترکیبات توسط دستگاه کروماتوگرافی گازی مجهز به آشکارساز اسپکتروفتومتر جرمی انجام گردید.

یافته‌ها: بیشترین مواجهه‌ی تنفسی شاغلین کیوسک‌های روزنامه فروشی در فصل تابستان و همچنین فصل پاییز مربوط به ترکیب بنزو آلفا آنتراسن و کمترین میزان مواجهه در هر دو فصل مربوط به ترکیب بنزو جی اچ ای پریلین بود. نتایج آزمون آماری Mann-Whitney نشان داد که غلظت کلیه‌ی ترکیبات اندازه-گیری شده در ناحیه‌ی تنفسی شاغلین به جز بنزو جی اچ ای پریلین (p-value = ۰/۰۸۹) دارای رابطه‌ی معنی‌دار با تغییرات فصل است.

نتیجه گیری: شاغلین کیوسک‌های روزنامه فروشی مواجهه‌ی تنفسی قابل توجهی با هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک دارند اما در کلیه‌ی ایستگاه‌های نمونه‌برداری مواجهه‌ی شغلی پایین‌تر از حدود شغلی مجاز ارائه شده است. تغییرات فصلی بر میزان مواجهه‌ی تنفسی شاغلین اثر داشته و میزان مواجهه در فصل سرد بیش از فصل گرم است.

کلیدواژه‌ها: هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک، ، نمونه برداری فردی، مواجهه‌ی تنفسی، تغییرات فصلی.

مقدمه

هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک (PAHs) گروهی از ترکیبات آلی هستند که در نفت خام، روغن معدنی، قیر و قطران زغال‌سنگ یافت می‌شوند. همچنین این مواد، در حین احتراق ناقص سوخت‌های فسیلی و محصولات نفتی تشکیل و به‌صورت گسترده در محیط‌زیست و محیط‌های کار انتشار می‌یابند [۱-۳]. علل بسیاری از سرطان‌ها مانند سرطان پوست، ریه و مثانه مرتبط با مواجهه با هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک است [۴]. آژانس بین‌المللی تحقیق بر روی سرطان (International Agency for Research on Cancer (IARC))(IARC) برخی از این ترکیبات مانند بنزو آلفا پیرن را در گروه سرطان‌زای قطعی انسانی (گروه ۱) و برخی دیگر مانند دی بنزو آنتراسن (DahA) را در گروه سرطان‌زای احتمالی برای انسان (گروه ۲A) در نظر گرفته است. این ترکیبات

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران. rezae.fa@gmail.com
۲- استاد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران. hkakooei@tums.ac.ir
۳- استادیار، گروه اکولوژی انسانی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران. r-ahmadkhaniha@tums.ac.ir
۴- استادیار، گروه اپیدمیولوژی و آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.
۵- دانشجوی دکتری، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران. omidileila@yahoo.com
۶- (نویسنده مسئول) استاد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران. shahtaheri@tums.ac.ir

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-16]

دارای اثرات جهش‌زایی، سمیت ژنی و اثر بر روی سیستم ایمنی بوده و به دلیل داشتن خصوصیات لیپوفیلیک (چربی‌دوستی) و تجزیه‌ی زیستی محدود در گروه آلاینده‌های آلی پایدار طبقه‌بندی شده‌اند [۵– ۷].

انتشار هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک از خروجی وسایل نقلیه تنها منبع مواجهه با این ترکیبات در آلاینده‌های هوای شهرها نیست بلکه از سایر منابع مواجهه می‌توان به سایش لاستیک خودروها، ذرات آسفالت، منابع احتراق ثابت یا کوره‌ها، پالایشگاه‌ها و واحدهای تولید نیرو اشاره نمود. کشیدن سیگار سبب افزایش غلظت هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک در محیط می‌شود [۸ و ۹]. هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک در اتمسفر در دو فاز گازی و ذره‌ای وجود دارند. ترکیباتی با وزن مولکولی پایین مانند فنانترن و آنتراسن اغلب در فاز گازی حضور دارند. ترکیباتی مانند فلورانتن، پیرن و کریزن (۴ حلقه‌ای) معمولاً در فاز گازی و ذره‌ای توزیع شده‌اند. ترکیبات ۵ و شش حلقه‌ای مانند بنزو آلفا پیرن، بنزو آلفا آنتراسن و دی بنزو آنتراسن اغلب در اتمسفر در فاز ذره‌ای حضور دارند [۱۰]. توزیع این ترکیبات در فاز گازی و ذره‌ای وابسته به فشار بخار، دمای اتمسفر، غلظت و تمایل آن‌ها برای پیوستگی با ذرات معلق دارد [۱۱، ۱۲]. تغییرات فصلی تأثیر زیادی بر غلظت این مواد در اتمسفر خارج از ساختمان دارد [۱۳]. بعلاوه، غلظت این مواد در اتمسفر در فصل زمستان بیش‌تر از غلظت آن‌ها در فصل تابستان بوده و در صورت وجود یک منبع احتراق ثابت، غلظت هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک در هوای داخل بیش از غلظت آن‌ها در اتمسفر خارج از ساختمان خواهد بود [۱۴]. مطالعات مختلفی در زمینه‌ی اندازه‌گیری هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک در هوای شهرها انجام شده است. بنزو آلفا پیرن به‌عنوان شاخص طبقه‌بندی این ترکیبات انتخاب شده است که معمولاً همبستگی خوبی با سایر ترکیبات چند حلقه‌ای آروماتیک دارد [۱۵]. برخلاف اهمیت موجود، پایش فردی مواجهه با هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک در جمعیت عمومی و یا در افرادی که به‌واسطه‌ی شغل خود با آلاینده‌های موجود در هوای شهرها مواجهه دارند (مانند پلیس‌ها) کمتر مورد توجه قرار گرفته است. بیشتر مطالعات کنونی بر بیومارکرهای خاص به‌عنوان نماینده‌ی مواجهه با هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک در افراد دارای مواجهه با آلاینده‌های هوای شهری (رانندگان و شاغلین کیوسک‌های روزنامه‌فروشی) تمرکز یافته است که اطلاعات دقیقی در زمینه‌ی غلظت واقعی این ترکیبات در هوای تنفس شده توسط این افراد را فراهم نمی‌آورد. شاغلین کیوسک‌های روزنامه‌فروشی معمولاً ۱۲ ساعت در طول روز فعالیت نموده و اغلب به جریان ترافیک نزدیک هستند. به نظر می‌رسد این گروه از شاغلین بهترین نماینده‌ی افراد غیر راننده‌ای باشند که با آلاینده‌های موجود در هوای شهرها از جمله هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک مواجهه دارند [۱۶]. نتایج مطالعه‌ی پیکاردو و همکاران (۲۰۰۳) نشان داد که میانگین مواجهه‌ی شاغلین غیر سیگاری با ترکیب بنزو آلفا پیرن در ایستگاه‌های اندازه‌گیری در کیوسک‌های روزنامه‌فروشی در فصل سرد $0/32 ng/m_3$ ±۱/۰۰، فصل گرم $0/25 ng/m_3$ ±۰/۶۵ و در مجموع فصل گرم و سرد $0/33 ng/m_3$ ±۰/۸۲ بوده است و میانگین مواجهه‌ی روزانه در طول سال با این ترکیب $0/33 ng/m_3$ ±۰/۸۲ گزارش گردید که به نظر میزان مواجهه‌ی این گروه شغلی قابل توجه است [۱۶]. OSHA (۲۰۱۳) حدود تماس شغلی مجاز با ترکیبات آنتراسن، بنزو آلفا پیرن، کریزن، فنانترن و پیرن را برابر با ۰/۲ میلی‌گرم بر مترمکعب و برای نفتالن را ۱۰ پی پی ام گزارش کرده است [۱۷]. تاکنون مطالعات اندکی در زمینه‌ی ارزیابی میزان مواجهه‌ی شاغلین کیوسک‌های روزنامه‌فروشی با ترکیبات هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک انجام شده است. هدف از مطالعه‌ی حاضر ارزیابی مواجهه‌ی تنفسی شاغلین کیوسک‌های روزنامه‌فروشی شهر تهران با هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک در دو فصل تابستان و پاییز سال ۱۳۹۲ توسط دستگاه کروماتوگرافی گازی مجهز به آشکارساز اسپکتروفتومتر جرمی و مقایسه میزان مواجهه‌ی شاغلین در هر دو فصل است.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-16]

روش بررسی

این بررسی مقطعی با هماهنگی شرکت کنترل کیفیت هوا و شهرداری تهران در فصول تابستان و پاییز سال ۱۳۹۲ در کیوسک‌های روزنامه‌فروشی سطح شهر تهران انجام گردید. با در نظر گرفتن تمام میادین و خیابان‌های پرترافیک در مناطق ۲۲ گانه، ۱۵ کیوسک روزنامه‌فروشی جهت انجام نمونه‌برداری به‌صورت تصادفی انتخاب شدند. کیوسک‌های روزنامه‌فروشی ساخته شده از فلز، دارای تهویه به‌صورت طبیعی با یک پنجره باز در یک‌طرف کیوسک برای خدمت به مشتریان بودند. ساعات کار اغلب کیوسک‌ها از ۷ صبح تا ۹ شب بود. حجم نمونه با در نظر گرفتن انحراف معیار ۰/۵۴ و درصد اطمینان ۹۵٪، ۳۹ نمونه برآورد و در نهایت با احتساب خطای ۱۲٪ در مجموع ۴۵ نمونه‌برداری فردی در تابستان و ۴۵ نمونه‌برداری فردی از شاغلین غیر سیگاری در فصل پاییز انجام یافت [۱۸]. نمونه‌برداری با امضای رضایت‌نامه کتبی توسط شاغل به‌صورت سه نوبت در هفته (ابتدا، وسط و آخر هفته) در کیوسک‌های روزنامه‌فروشی مورد مطالعه انجام پذیرفت. هشت ترکیب هیدروکربن به‌عنوان شاخص مواجهه با آلودگی PAHs موجود در آلاینده‌های هوای شهری و خروجی از خودروها شامل بنزو آلفا آنتراسن، کریزن، بنزو بتا فلورانتن و بنزو کا فلورانتن، بنزو آلفا پیرن، دی بنزو آنتراسن، ایندنو ۱، ۲ و۳ سی دی پیرن و بنزو جی اچ ای پریلین جهت آنالیز مواجهه انتخاب شدند [۸، ۱۹]. نمونه‌برداری از هوای منطقه‌ی تنفسی شاغلین توسط پمپ نمونه‌بردار فردی (کمپانی SKC، انگلستان) که با استفاده از روش فلومتر حباب صابون کالیبره می‌شد، صورت پذیرفت. نمونه‌برداری از هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک در دو فاز ذره‌ای و گازی بر اساس روش شماره ۵۵۱۵ موسسه ملی ایمنی و سلامت حرفه‌ای ایالات‌متحده امریکا (NIOSH) با استفاده از جاذب XAD-2 و فیلتر ۳۷ میلی‌متری PTFE با قطر منافذ ۲ میکرومتر که درون فیلتر هولدر مربوطه قرار می‌گرفت، انجام شد [۲۰]. نمونه‌برداری فردی با دبی ۲ لیتر در دقیقه و تا دستیابی به حجم ۲۰۰ تا ۱۰۰۰ لیتر انجام یافت. جهت بازیافت هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک در فاز ذره‌ای از فیلتر به هر لوله‌ی حاوی فیلتر، ۳ میلی‌لیتر دی کلرو متان اضافه گردید. سپس لوله‌های سرپوشیده برای مدت ۳۰ دقیقه در حمام اولتراسونیک قرار گرفت. جهت بازیافت هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک در فاز گازی از جاذب XAD-2، بخش جلویی و بخش عقبی به همراه پلاگ پشم‌شیشه جاذب به لوله‌های آزمایش مجزا انتقال یافته و به هر لوله ۳ میلی‌لیتر دی کلرو متان اضافه گردید. لوله‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در حمام اولتراسونیک قرار گرفتند. تمام عصاره نمونه‌ها با استفاده از یک فیلتر سر سرنگی ۰/۴۵ میکرومتری فیلتر گردید. سپس حلال با سانتریفیوژ جدا شده و در یک ویال دیگر تحت جریان نیتروژن در دمای اتاق تبخیر گردید. ۱ میکرولیتر از هر نمونه به دستگاه کروماتوگرافی گازی مجهز به آشکارساز اسپکتروفتومتر جرمی (Agilent Technologies, Palo Alto, CA) 6890- GC-MS تزریق گردید [۲۱]. سطح زیر هر پیک کروماتوگرافی به‌عنوان معیار متناسب با غلظت در نظر گرفته شد. از محلول استوک مخلوط هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک (Pah Calibration Mix Catalog NO.4- 7940-U- Sigma-Aldrich Co.) در حلال استونیتریل جهت رسم منحنی‌های استاندارد استفاده شد [۲۲]. غلظت هر یک از PAHs موجود در محلول استوک برابر با ۱ پی پی ام بود. پارامترهای مرتبط با آنالیز و تجزیه‌ی دستگاهی هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک مورد مطالعه نیز مورد بررسی قرار گرفت.

پارامترهای جوی داخل کیوسک شامل سرعت جریان هوا، دمای هوا و رطوبت نسبی نیز در حین نمونه‌برداری در نظر گرفته شد [۲۳]. مقایسه‌ی تراکم هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک در دو فصل سرد و گرم با استفاده از دو آزمون Mann-Whitney test و T-Test، توسط نرم‌افزار SPSS 22 انجام شد.

یافته‌ها

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-16]

جدول۱- نتایج اندازه‌گیری پارامترهای جوی در کیوسک‌های روزنامه‌فروشی مورد مطالعه

پارامتر جوی	فصل تابستان	فصل پاییز
دمای هوا (سانتی‌گراد)	۳۰/۹۴ ± ۴/۳۲	۱۷/۰۲ ± ۳/۵۳
رطوبت نسبی(درصد)	۴۰/۹۴ ± ۱/۹۵	۴۰/۳۱ ± ۲/۲
سرعت جریان هوا (متر بر ثانیه)	۰/۳ ± ۰/۲۲۱	۰/۰۷۱ ± ۰/۰۲۴

جدول ۲- زمان ماند، حد تشخیص، معادله‌ی خط، ضریب همبستگی و ضریب تغییرات هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک مورد مطالعه

هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک	زمان ماند (min)	حد تشخیص (ng/ml)	معادله‌ی خط	ضریب همبستگی	ضریب تغییرات (٪)
بنزو آلفا آنتراسن	۱۸/۵۳۰	۰/۲۵	y = 342697x - 171.17	۰/۹۹۹۲	۵/۹۵
کریزن	۱۸/۶۱۴	۰/۲۵	y = 968686x + 269.57	۰/۹۹۹۸	۷/۰۳
بنزو بتا فلورانتن و بنزو کا فلورانتن	۲۰/۹۵۰	۰/۳۷۵	y = 1E+06x - 621.23	۰/۹۹۹۷	۶/۶۲
بنزو آلفا پیرن	۲۱/۶۷۸	۰/۳۷۵	y = 676278x - 1082.2	۰/۹۹۹۴	۷/۹۳
دی بنزو آنتراسن و ایندنو ۱، ۲، و ۳ سی دی پیرن	۲۴/۷۶	۰/۳۷۵	y = 265592x - 540.61	۰/۹۹۹۶	۶/۸۶

در پژوهش حاضر ۱۵ شاغل از کیوسک‌های روزنامه‌فروشی در ۵ منطقه جغرافیایی شهر تهران (شمال، جنوب، شرق، غرب و مرکز) انتخاب و میزان مواجهه‌ی تنفسی آن‌ها با هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفت. میانگین سنی شاغلین ۱۰/۸۱ ± ۳۷/۲۳ سال بود. بر اساس بررسی پارامترهای جوی میزان رطوبت نسبی هوا در هر دو فصل تابستان و پاییز در حدود۴۰٪ گزارش گردید. جدول ۱ نتایج اندازه‌گیری پارامترهای جوی در کیوسک‌های روزنامه‌فروشی مورد مطالعه را نشان می‌دهد. جدول ۲ نتایج بررسی زمان ماند ترکیبات در ستون، معادله‌ی خط، ضریب همبستگی، حد تشخیص و ضریب تغییرات (جهت اعتباربخشی داخلی روش آنالیز) را در مطالعه حاضر نشان می‌دهد. بیشترین زمان ماند مربوط به ترکیب بنزو جی اچ ای پریلین (۲۴/۸۷ دقیقه) و کمترین زمان ماند برای ترکیب بنزو آلفا آنتراسن (۱۸/۵۳ دقیقه) ثبت گردید. ضریب همبستگی برای کلیه‌ی ترکیبات در دامنه‌ی ۰/۹۹۹۲ تا ۰/۹۹۹۸ قرار داشت. کمترین ضریب تغییرات بر اساس مساحت پیک برای ترکیب بنزو آلفا آنتراسن (۵/۹۵٪) و بیشترین ضریب تغییرات برای ترکیب بنزو آلفا پیرن (۷/۹۳٪) حاصل گردید.

بیشترین مواجهه‌ی تنفسی شاغلین کیوسک‌های روزنامه‌فروشی با هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک در فصل تابستان و همچنین فصل پاییز مربوط به ترکیب بنزو آلفا آنتراسن و کمترین میزان مواجهه در هر دو فصل مربوط به ترکیب بنزو جی اچ ای پریلین بود. نتایج آزمون آماری Mann-Whitney نشان داد که غلظت کلیه‌ی ترکیبات اندازه‌گیری شده در ناحیه‌ی تنفسی شاغلین به‌جز بنزو جی اچ ای پریلین (۰/۰۸۹ = p-value) دارای رابطه‌ی معنی‌دار با تغییرات فصل است. جدول ۳ میانگین مواجهه‌ی تنفسی با هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک را در دو فصل تابستان و پاییز در شاغلین کیوسک‌های روزنامه‌فروشی در مناطق مختلف شهر تهران را نشان می‌دهد.

بحث و نتیجه‌گیری

استنشاق هوای محیطی و داخل ساختمان از مسیرهای مهم مواجهه‌ی بدن انسان با آلاینده‌ها است. بر اساس برآورد سازمان بهداشت جهانی، مواجهه با

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-16]

جدول۳- نتایج آنالیز مواجهه‌ی تنفسی شاغلین کیوسک‌های روزنامه‌فروشی با PAHs (میکرو گرم بر متر مکعب) در دو فصل گرم و سرد توسط دستگاه کروماتوگرافی گازی مجهز به آشکارساز اسپکتروفتومتر جرمی

ترکیب	بنزو آلفا آنتراسن		کریزن		بنزو بتا فلورانتن و بنزو کا فلورانتن		بنزو آلفا پیرن		دی بنزو آنتراسن		ایندنو ۱، ۲، و۳ سی دی پیرن		بنزو جی اچ ای پریلین	
کیوسک	تابستان	پاییز	تابستان	پاییز	تابستان	پاییز	تابستان	پاییز	تابستان	پاییز	تابستان	پاییز	تابستان	پاییز
میدان تجریش	۰/۳۹	۰/۳۲	۰/۱۳	۰/۱۴۲	۰/۰۹	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۲	۰/۱۷	۰/۲۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
میدان صنعت	۰/۲۲	۱/۳۸	۰/۰۸	۰/۴۸	۰/۰۲۵	۰/۲۶	۰/۰۲	۰/۳۱۴	۰/۰۴	۰/۴۷	۰/۰۴	۰/۴۸	۰	۰/۰۱
جهان کودک	۰/۴۹	۱/۲۸	۰/۱۷	۰/۴۴	۰/۰۹۵	۰/۲۹	۰/۱۱	۰/۳۴	۰/۱۷	۰/۵۱	۰/۱۷	۰/۵۳	۰	۰/۰۶۴
پل گیشا	۰/۴۶	۱/۷۴	۰/۱۵	۰/۶۱	۰/۱۰۷	۰/۳۸	۰/۱۲	۰/۴۶	۰/۱۸	۰/۶۷	۰/۱۹	۰/۷۹	۰/۰۲۲	۰/۰۷۴
میدان انقلاب	۰/۵۵	۱/۲۵	۰/۱۸	۰/۴۲	۰/۱۲۷	۰/۲۷	۰/۱۵	۰/۳۳	۰/۲۲	۰/۴۹	۰/۲۴	۰/۵۲	۰/۰۲۹	۰/۰۶۹
میدان هفت تیر	۰/۵۷	۱/۴۴	۰/۱۹	۰/۵	۰/۱۳۲	۰/۳۱۳	۰/۱۶	۰/۳۷۶	۰/۲۳	۰/۶۱	۰/۲۵	۰/۶۵	۰/۰۳	۰/۰۳۴
یافت آباد	۰/۵۱	۱/۱۲	۰/۱۸	۰/۳۸	۰/۱۱۸	۰/۲۸	۰/۱۴	۰/۳۳	۰/۲۱	۰/۴۸۹	۰/۲۲	۰/۵۱	۰/۰۲۶	۰/۰۲۳
شهر ری	۰/۶۴	۱/۲	۰/۲۳	۰/۴۱۶	۰/۱۲۷	۰/۲۲	۰/۱۵	۰/۳۲۷	۰/۲۲	۰/۴۴	۰/۲۲	۰/۳۳	۰/۰۱۸	۰/۰۰۱
چیت سازی	۰/۶۴	۱/۵۴	۰/۲۲	۰/۵۴	۰/۱۳۳	۰/۳۰۹	۰/۱۶	۰/۳۶	۰/۲۴	۰/۵۴	۰/۲۵	۰/۵۵۲	۰/۰۲۵	۰/۰۰۱
تهرانپارس	۰/۵	۱/۳۴	۰/۱۷	۰/۴۶	۰/۱۰۹	۰/۳۱۹	۰/۱۳	۰/۳۵۸	۰/۲۱	۰/۵۳	۰/۲۲	۰/۵۵۳	۰/۰۲۲	۰/۰۲
کوکاکولا	۰/۵۲	۱/۶۲	۰/۱۷۳	۰/۵۶	۰/۱۰۶	۰/۳۷	۰/۱۳	۰/۴۴	۰/۱۹	۰/۶۶	۰/۲	۰/۶۹	۰/۰۲۹	۰/۰۳
خاوران	۰/۵۷	۱/۳۹	۰/۲	۰/۴۷۹	۰/۱۲۴	۰/۳۱۹	۰/۱۵	۰/۳۸	۰/۲۲	۰/۵۷	۰/۲۶	۰/۶۱	۰/۰۲۷	۰/۰۰۹
جنت آباد	۰/۵۲	۱/۷۲	۰/۱۸	۰/۶۰۵	۰/۰۹۸	۰/۳۲	۰/۱۱	۰/۴	۰/۱۷	۰/۶	۰/۱۷	۰/۶	۰/۰۰۲	۰/۰۳
میدان آزادی	۰/۵۱	۱/۸۵	۰/۱۷۵	۰/۶۴۶	۰/۱۱۷	۰/۳۸	۰/۱۳	۰/۴۶	۰/۲	۰/۷۲	۰/۱۹	۰/۷۳	۰	۰/۰۳۶۲
زیبا دشت	۰/۱۹	۱/۴۳	۰/۰۷	۰/۴۹	۰/۰۶	۰/۳۳	۰/۰۷	۰/۳۹	۰/۰۹	۰/۵۹	۰/۱	۰/۶۳	۰/۰۰۳	۰/۰۱۸۸

آلاینده‌ی انتشار یافته از سوخت‌های جامد در داخل ساختمان و آلودگی هوای شهری دو ریسک فاکتور مهم برای افزایش بار بیماری‌های تحمیل شده به جامعه است [۱۳]. مهم‌ترین اثر سلامتی مواجهه با هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک بروز انواع سرطان است. معمولاً درجه پایینی از سمیت حاد مواجهه با آن‌ها برای انسان وجود دارد. از عوارض غیر سرطانی مواجهه با این مواد می‌توان به بیماری‌های پوستی، عوارض گوارشی، تنفسی و کلیوی اشاره نمود [۲۴].

با توجه به اینکه رانندگان اتوبوس‌های شهری و تاکسی‌ها مواجهه‌ی زیادی با هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک دارند [۱۶]، انتظار می‌رود که شاغلین کیوسک‌های روزنامه‌فروشی نیز که ساعات زیادی از روز کاری (۱۲ ساعت) خود را نزدیک به جریان ترافیک می‌گذرانند مواجهه‌ی قابل‌توجهی با این گروه از آلاینده‌ها داشته باشند. تغییرات فصلی و آلودگی هوای شهری نقش مهمی را در میزان مواجهه‌ی تنفسی شاغلین کیوسک‌های روزنامه‌فروشی با هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک بازی می‌کنند [۱۳ و ۱۶]. نتایج مطالعه نشان داد که شاغلین کیوسک‌های روزنامه‌فروشی در ایستگاه‌های نمونه‌برداری شهر ری و چیت سازی با میانگین غلظت ۰/۶۴ و در ایستگاه‌های میدان آزادی و پل گیشا با میانگین مواجهه‌ی تنفسی ۱/۸۵ و ۱/۷۴ میکرو گرم بر مترمکعب، به ترتیب دارای بیشترین مواجهه تنفسی با ترکیب بنزو آلفا آنتراسن در فصل تابستان و پاییز بودند. این ماده در طبقه‌بندی‌های آژانس بین‌المللی تحقیق بر روی سرطان (IARC) در گروه B2 (سرطان‌زای ممکن برای انسان) قرار داشته [۲۵] و انجمن متخصصین بهداشت صنعتی امریکا (ACGIH) برای آن حدود مجازی تعیین ننموده است و توصیه شده که مواجهه با این ماده از کلیه‌ی مسیرهای مواجهه باید به حداقل ممکن کاهش یابد [۲۶]. بر اساس نتایج مطالعه به نظر می رسد مواجهه‌ی شاغلین روزنامه‌فروشی در هر دو فصل با این ماده قابل توجه است. بیشترین میزان مواجهه‌ی شاغلین با ترکیب کریزن در فصل تابستان در ایستگاه شهر ری با میانگین ۰/۲۳ میکروگرم بر مترمکعب و در فصل پاییز در ایستگاه میدان آزادی با میانگین ۰/۶۴۶ میکروگرم بر

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-16]

مترمکعب بود. در ایستگاه‌های تهرانپارس و خاوران بالاترین میزان مواجهه با دو ترکیب بنزو بتا فلورانتن و بنزو کا فلورانتن در فصل پاییز ثبت گردید. بیشترین مواجهه‌ی تنفسی با ترکیب بنزو آلفا پیرن در فصل تابستان در شاغلین کیوسک‌های چیت سازی و هفت تیر (۰/۱۶ میکروگرم بر مترمکعب) مشاهده شد. بالاترین مواجهه‌ی تنفسی با این ترکیب در فصل پاییز در شاغلین کیوسک‌های روزنامه‌فروشی مستقر در میدان هفت تیر (۰/۳۷۶ میکروگرم بر مترمکعب) گزارش شد. حد مجاز توصیه یا تعیین شده برای ترکیب بنزو آلفا پیرن در اتمسفر شهری بسیاری از کشورها از جمله ایتالیا و آلمان ۱ تا ۱۰ نانوگرم بر مترمکعب هوا است [۸]. مقایسه‌ی میزان مواجهه‌ی شاغلین کیوسک‌های روزنامه‌فروشی نشان می‌دهد که در بسیاری از کیوسک‌های مورد بررسی میانگین مواجهه‌ی شاغلین با این ترکیب بیش از حدود توصیه شده بوده و ممکن است دارای اثرات نامطلوب بر سلامتی شاغلین کیوسک‌های روزنامه‌فروشی مورد مطالعه باشد. ایستگاه-های نمونه‌برداری چیت سازی (۰/۲۴ میکروگرم بر مترمکعب) و میدان آزادی (۰/۷۲ میکروگرم بر مترمکعب) در فصل تابستان و پاییز بیشترین تراکم دی بنزو آنتراسن را داشتند. بالاترین تراکم برای دو ترکیب ایندنو ۱، ۲ و۳ سی دی پیرن و بنزو جی اچ ای پریلین در فصل پاییز در منطقه‌ی تنفسی شاغلین روزنامه‌فروشی در ایستگاه پل گیشا اندازه‌گیری گردید. مواجهه‌ی قابل توجه با ترکیبات PAH در ایستگاه‌های نمونه‌برداری چیت سازی، خاوران و میدان آزادی ممکن است به دلیل نزدیکی این کیوسک‌ها به پایانه‌های مسافربری باشد. غلظت بالای انواع هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک در کیوسک‌های روزنامه‌فروشی مورد مطالعه به دلیل حجم بالای ترافیک، تعداد زیاد وسایل نقلیه‌ی عبوری و نوع سوخت مصرفی خودروها است که بر غلظت این مواد اثر دارند. نتیجه مطالعه نشان از این واقعیت دارد که ترافیک شهری یک منبع مهم مواجهه با هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک انتشار یافته از سوخت خودروها، خروجی موتورهای دیزلی و موتور خودروهای شهری است و مکان‌هایی با حجم ترافیک بالاتر مقادیر بیشتری از غلظت این مواد را نشان دادند. نتایج تعیین پراکنش ترکیبات سرطانزای پلی آروماتیک (PAHs) در هوای شهر تهران (۱۳۸۷) نشان داد که متوسط غلظت ترکیب بنزو آلفا پیرن در هوای شهر تهران ۳/۴۹ ± ۴/۸۴ نانوگرم بر مترمکعب و حداکثر غلظت اندازه‌گیری شده در ایستگاه نمونه‌برداری فردوسی (۶۹/۷۴ نانوگرم بر مترمکعب) و پایین‌ترین غلظت در ایستگاه نمونه‌برداری صنعت (۰/۱۷ نانوگرم بر مترمکعب) بود که پایین تر از مقادیر اندازه‌گیری شده در مطالعه‌ی حاضر است. در همان مطالعه غلظت بنزو جی اچ ای پریلین در ایستگاه نمونه‌برداری کوی دانشگاه ۸/۴۱ نانوگرم بر مترمکعب و در ایستگاه صنعت ۰/۴۴ نانوگرم بر مترمکعب گزارش شده است [۲۷]. نتایج مطالعه‌ی پیکاردو و همکاران (۲۰۰۳) نشان داد که میانگین مواجهه روزانه‌ی شاغلین غیر سیگاری کیوسک‌های روزنامه‌فروشی در شهر جنوا در کشور ایتالیا با ترکیب بنزو آلفا پیرن در طول یکسال در حدود ۰/۳۳ ± ۰/۸۲ نانوگرم بر مترمکعب بود. میزان مواجهه-ی شاغلین در فصل گرم ۳۵٪ کمتر از میزان مواجهه‌ی آنان در فصل سرد گزارش شد [۱۶]. مواجهه‌ی تنفسی شاغلین کیوسک‌های روزنامه‌فروشی در شهر تهران با ترکیب بنزو آلفا پیرن به مراتب بیش از مواجهه تنفسی شاغلین در شهر جنوا بود. اهمیت آلاینده‌های شهری در هنگام مواجهه‌ی فردی با هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک در مطالعه‌ی فیورتی (۲۰۱۰) و همکاران نیز تائید گردید. نتایج ۵۰ نمونه‌برداری فردی از هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک در فاز گازی در منطقه‌ی تنفسی شاغلین کیوسک‌های روزنامه‌فروشی و دست فروشان در کشور ایتالیا با روش آنالیز مشابه با مطالعه‌ی حاضر نشان داد که میزان مواجهه با بنزو آلفا آنتراسن، کریزن، بنزو بتا فلورانتن و بنزو کا فلورانتن، بنزو آلفا پیرن، ایندنو ۱، ۲ و ۳ سی دی پیرن و بنزو جی اچ ای پریلین در فصل تابستان به ترتیب ۰/۸۵، ۰/۵۹، ۲/۱۸، ۰/۳۳، ۰/۶ و ۰/۹۷ نانو گرم بر مترمکعب و در فصل سرد به ترتیب ۱/۴۲، ۱/۶۶، ۳/۷۷، ۱/۱۷، ۱/۸۸ و

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-16]

۱/۱۸ نانو گرم بر مترمکعب بود. بالاترین غلظت اندازه-گیری شده‌ی بنـزو آلفـا پیـرن در مطالعـه‌ی فیـورتی و همکاران ۲/۵۸ نانو گرم بر مترمکعب بود کـه تقریبـاً ۲ برابر بیش از مقادیر هدفی است که آژانس محیط‌زیست اروپا برای حفظ سلامت انسان پیشنهاد نموده اسـت (۱ نانو گرم بر مترمکعب) [۱۸]. مقایسه‌ی نتـایج مطالعـه‌ی حاضر و مطالعه‌ی فیورتی نشان می‌دهد کـه مواجهـه‌ی تنفسی شاغلین کیوسک‌های روزنامـه‌فروشـی در شـهر تهران بسیار بیشتر از مواجهه‌ی شاغلین در کشور ایتالیـا است که ممکن است به دلیل نمونه‌برداری در هر دو فاز گازی و ذره‌ای در کیوسک‌هـای روزنامـه‌فروشـی شـهر تهران، حجم ترافیـک بسـیار بـالا و تفـاوت در ترکیـب سوخت مصرفی خودروها در کشور ما باشد. همچنین در تائید نتایج مطالعات گذشته [۸، ۱۳، ۱۶، ۱۸]، نتایج این مطالعـه نیـز نشـان داد کـه میـزان مواجهـه بـا هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک در فصـل سـرد بیش از میزان مواجهـه در فصـل گـرم اسـت. میـانگین غلظـت هیـدروکربن‌هـای چنـد حلقـه‌ای آروماتیـک در محدوده‌ی تنفسی شاغلین در فصل سـرد ۲ تـا ۳ برابـر بیشتر از فصل گرم بود. پدیده‌ی وارونگی هـوا، کـاهش واکنش هیـدروکربن‌هـای چنـد حلقـه‌ای آروماتیـک در فصول سرد، استفاده‌ی بیشتر از سـوخت‌هـای فسـیلی و سایر فاکتورها مانند وزش باد، دما، پایداری جو، غلظـت رادیکال‌ها و آئروسل‌ها سبب افزایش انتشار و مواجهه با هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک در فصول سـرد می‌گردد [۸، ۱۳ و ۱۸]. استعمال سیگار در محیط‌هـایی کـه تهویـه‌ی مناسـبی ندارنـد ماننـد کیوسـک‌هـای روزنامـه‌فروشـی مواجهـه‌ی تنفسـی شـاغلین بـا هیـدروکربن‌هـای چنـد حلقـه‌ای آروماتیـک را بطـور قابل‌تـوجهی افـزایش مـی‌دهـد [۱۶]. همچنـین نتـایج تعدادی از مطالعات نشان داده است که در شاغلینی کـه به‌واسـطه‌ی شـغل خـود مواجهـه‌ی طـولانی مـدت بـا هیدروکربن‌های چنـد حلقـه‌ای آروماتیـک دارنـد ماننـد رانندگان حرفه‌ای ریسک ابتلاء به سرطان بـالاتر اسـت [۶ و ۸]. اگرچه میزان مواجهه‌ی شاغلین کیوسـک‌هـای روزنامه‌فروشی شهر تهـران بـا ترکیبـات چنـد حلقـه‌ای آروماتیک قابل توجه اسـت امـا در تمـام ایسـتگاه‌هـای نمونه‌برداری مواجهه‌ی شغلی پایین‌تر از حدود ارائه شده از سوی سازمان‌های مسئول مانند OSHA و NIOSH است [۲۸]. شاغلین کیوسک‌های روزنامـه‌فروشـی تنهـا تعداد محدودی از شاغلینی هستند که بواسـطه‌ی شـغل خود نزدیـک بـه جریـان ترافیـک فعالیـت نمـوده و بـا آلاینده‌های هـوای شـهری مواجهـه دارنـد. مواجهـه‌ی تنفسی شاغلین سایر مشاغل ماننـد مغـازه‌داران، دسـت فروشـان، نیروهـای پلـیس راهنمـایی و رانـندگی و فروشندگان گل که ۱۰ تا ۱۲ ساعت در روز نزدیـک بـه جریان ترافیک فعالیت می‌کنند با ترکیبات چند حلقـه‌ای آروماتیک نیز ممکن است قابل توجه باشد.

شاغلین کیوسک‌های روزنامه‌فروشی ساعات زیادی از روز کاری (۱۲ ساعت) خود را نزدیک به جریان ترافیک مـی‌گذراننـد و مواجهـه‌ی تنفسـی قابـل‌تـوجهی بـا هیدروکربن‌های چند حلقـه‌ای آروماتیـک دارنـد امـا در کلیه‌ی ایسـتگاه‌هـای نمونـه‌بـرداری مواجهـه‌ی شـغلی پـایین‌تـر از حـدود ارائـه شـده از سـوی OSHA (۰/۲ میلی‌گرم بر مترمکعب) و NIOSH (۰/۱ میلی‌گـرم بـر مترمکعب) است. تغییرات فصـلی بـر میـزان مواجهـه‌ی تنفسی شاغلین کیوسک‌های روزنامه‌فروشی اثر داشته و میزان مواجهه در فصل سرد بیش از فصل گرم است. از میان ترکیبات چنـد حلقـه‌ای آروماتیـک مـورد مطالعـه، بیشـترین میـزان مواجهـه‌ی شـاغلین کیوسـک‌هـای روزنامه‌فروشی با ترکیب بنزو آلفـا آنتراسـن و در فصـل پاییز است. غلظت ترکیـب بنـزو جـی اچ ای پـریلین در کلیه‌ی ایستگاه‌های نمونه‌برداری پایین‌تر از تراکم سـایر ترکیبات بود.

تقدیر و تشکر

این مقالـه از بخشـی از پایـان نامـه‌ی خـانم فاطمـه رضایی به راهنمایی دکتر سید جمال الدین شاه طاهری و دکتـر حسـین کـاکویی تحـت عنـوان تعیـین هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک در هوای تنفسی کارگران شاغل در کیوسک‌هـای روزنامـه‌فروشـی شـهر تهران که یک طرح مصوب در دانشـگاه علـوم پزشـکی

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-16]

تهران با شماره‌ی ۲۴۷۳۷ بوده، استخراج گردیده است. دکتر حسین کاکویی غمگینانه دار فانی را وداع گفتند اما یاد و خاطره‌ی ایشان همواره جاودان خواهد بود. همچنین نویسندگان مقاله مراتب تشکر و قدردانی خود را از دانشگاه علوم پزشکی تهران و شرکت کنترل کیفیت هوای شهرداری تهران ابراز می‌دارند.

منابع

1. Unwin J, Cocker J, Scobbie E, Chambers H. An assessment of occupational exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons in the UK. Ann Occup Hyg; 2006,50(4):395–403.

2. Moradi Rad R, Omidi L, Kakooei H, et al. Adsorption of polycyclic aromatic hydrocarbons on activated carbons: kinetic and isotherm curve modeling. International Journal of Occupational Hygiene; 2014,6(1):43-9.

3. Zare M, Shahtaheri SJ, Mehdipur P, et al. Urinary 1-hydroxypyrene as a biomarker of carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons in Iranian carbon anode plant workers. International Journal of Environmental Health Engineering; 2012,1(1):44.

4. Chen SC, Liao CM. Health risk assessment on human exposed to environmental polycyclic aromatic hydrocarbons pollution sources. Science of the Total Environment; 2006,366(1):112-23.

5. Zare M, Shahtaheri SJ, Mehdipur P, Abedinejad M, Zare S. The influence of CYP1A1 and GSTM1 polymorphism on the concentration of urinary 1-hydroxypyrene in cPAHs exposed Iranian anode plant workers. Molecular & Cellular Toxicology; 2013,9(3):303-9.

6. Shahtaheri SJ, Ibrahimi L, Golbabaei F, Hosseini M, Fouladi Dehghi B. Solid phase extraction for 1-hydroxypyrene as a biomarker of occupational exposure to PAHs prior to high performance liquid chromatography. Iran J Chem Chem Eng; 2007,26(4):75-81.

7. Ramírez N, Cuadras A, Rovira E, Maria Marcé R, Borrull F. Risk assessment related to atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons in gas and particle phases near industrial sites. Environmental health perspectives; 2011, 119(8):1110-1.

8. Srogi K. Monitoring of environmental exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons: a review. Environ Chem Lett; 2007,5(4):169-95.

9. Shahtaheri SJ, Ibrahimi L, Golbabaei F, Hosseini M, Fouladi B. Optimization of sample preparation for 1-Hydroxypyrene as a major biomarker of exposure to PAHs Prior to HPLC. Iranian J Publ Health; 2006,35(1):33-40.

10. Slezakova K, Castro D, Pereira MC, Morais S, Delerue-Matos C, Alvim-Ferraz MC. Influence of traffic emissions on the carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons in outdoor breathable particles. J Air Waste Manag Assoc; 2010, 60(4):393-401.

11. Ravindra K, Sokhi R, Van Grieken R. Atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons: source attribution, emission factors and regulation. Atmospheric Environment; 2008,42(13):2895-921.

12. Akyüz M, Çabuk H. Particle-associated polycyclic aromatic hydrocarbons in the atmospheric environment of Zonguldak, Turkey. Science of the total environment; 2008,405(1):62-70.

13. Zhang Y, Tao S. Seasonal variation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) emissions in China. Environmental pollution; 2008,156(3):657-63.

14. Masih J, Singhvi R, Kumar K, Jain V, Taneja A. Seasonal variation and sources of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in indoor and outdoor air in a semi arid tract of northern India. Aerosol Air Qual Res; 2012,12:515-25.

15. Fischer P, Hoek G, van Reeuwijk H, et al. Traffic-related differences in outdoor and indoor concentrations of particles and volatile organic compounds in Amsterdam. Atmospheric Environment; 2000,34(22):3713-22.

16. Piccardo MT, Stella A, Redaelli A, Minoia C, Valerio F. Newsagents' daily personal exposures to benzo (a) pyrene in Genoa, Italy. Atmospheric Environment; 2003,37(5):603-13.

17. Occupational Safety and Health Administration (OSHA). OSHA PEL. 2013. Available at: https://www.osha.gov/dsg/annotated-pels/tablez-1.html. [Cited August 22 2014].

18. Fioretti M, Catrambone T, Gordiani A, Cabella R. Occupational exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons in airborne particulate matter: Validation and application of a gas chromatography-mass spectrometry analytical method. Journal of occupational and environmental hygiene; 2010,7(12):672-82.

19. Perico A, Gottardi M, Boddi V, Bavazzano P, Lanciotti E. Assessment of exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons in police in Florence, Italy, through personal air sampling and biological monitoring of the urinary metabolite 1-

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-16]

hydroxypyrene. Archives of Environmental Health: An International Journal; 2001,56(6):506-12.

20. NIOSH Manual of Analytical Methods (MMAM "Polynuclear aromatic hydrocarbon by GC: Method 5515", Fourth Edition, issue 2, U.S. Department of Health, Education, and Welfare, (NIOSH). 1994.

21. Ozcan S, Tor A, Aydin ME. Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in waters by ultrasound-assisted emulsification-microextraction and gas chromatography–mass spectrometry. Anal Chim Acta; 2010,665(2):193-9.

22. Aghaei H, Kakooei H, Shahtaheri S, Omidi F, Arefian S, Azam K. Evaluating Poly-Aromatic Hydrocarbons in respiratory zone of the asphalt workers in Tehran city. Journal of Health and Safety at Work; 2014,3(4):31-40.

23. Bylina BG, Rakwic B, Pastuszka J. Assessment of exposure to traffic-related aerosol and to particle-associated PAHs in Gliwice, Poland. Polish Journal of Environmental Studies; 2005, 14(1):117-23.

24. Agency for Toxic Substances and Disease. What health effects are associated with PAH exposure? 2009. [cited 2014 September 22].Available at:
www.atsdr.cdc.gov/csem/csem.asp?csem=13&po

25. US.EPA. Benz[a]anthracene (CASRN 56-55-3). 2012 [cited 2014 September 10].Available at: http://www.epa.gov/iris/subst/0454.htm#carc

26. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Threshold limit values and biological exposure indices. ACGIH, Cincinnati, OH.2010.

27. Halek F. Polycyclic aromatic hydrocarbons mapping using geographic information system (Case study of Tehran). Journal of environmental studies; 2008,34(47):37-42.

28. Pope AM, Rall DP. Environmental medicine: Integrating a missing element into medical education: National Academies Press; 1995. p. 617.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-16]

Breathing Zone Exposure Assessment of Newsagents to Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Tehran City by Gas Chromatography-Mass Spectrometry

F. Rezaei[1], H. Kakooei[1], R. Ahmadkhaniha[2], K. Azam[3], L.Omidi[1], SJ Shahtaheri[1*]

Received: 2014/09/17 Revised: 2015/03/19 Accepted: 2015/05/04

Abstract

Background and aims: Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) are a group of organic compounds that are produced during the incomplete combustion of fossil fuels and petroleum products and are widely spread in the environment. Newsagents may be exposed to urban pollutions such as polycyclic aromatic hydrocarbons. The aim of this study was to assess the breathing zone exposure of newsagents to PAHs in Tehran during the cold and warm seasons.

Methods: Eight substances were selected as indicators of PAHs pollution in urban air and exhaust of vehicles. Personal sampling was performed in gas and particulate phases according to the NIOSH 5515 method by using XAD-2 adsorbent and PTFE filter (37 mm). Samples were analyzed by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS).

Results Benzo [a] anthracene had the highest concentration among all PAHs in the breathing zone air of newsagents in the warm and cold periods. Benzo [ghi] perylene had the lowest values in both seasons. Results of the Mann-Whitney test showed that breathing zone concentration of all PAHs except Benzo [ghi] perylene (P-Value = 0.089) had significant associations with seasonal variations.

Conclusion: Although Newsagents had significant exposure to PAHs however, the level of exposure in all monitoring stations was less than exposure limit values. PAHs breathing zone exposure was depending on the seasonal variation and greater concentration of PAHs was described in the cold period.

Keywords: Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs), Personal Sampling, Respiratory Exposure, Seasonal Variation.

1. Department of Occupational Health Eng, Faculty of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
2. Department of Occupational Health Eng, Faculty of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
3. Department of Human Ecology, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
4. Department of Epidemiology and Biostatistics, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
5. Department of Occupational Health Eng, Faculty of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
6. **(Corresponding author)** Department of Occupational Health Eng, Faculty of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran. shahtaheri@tums.ac.ir

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2026-11-16]