مقاله پژوهشی

مجله سلامت و محیط، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره هشتم، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۴، صفحات ۲۰۳ تا ۲۱۶

ارزیابی تاثیر تغییرات فصلی بر میزان مواجهه شاغلین کیوسک‌های روزنامه فروشی با هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک موجود در هوای شهر تهران

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

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۱/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۲/۱۴

چکیده

زمینه و هدف: *هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک به عنوان آلاینده‌های اصلی موجود در هوای شهرها دارای اثر جهش‌زایی بوده و تغییرات فصلی بر میزان مواجهه با این ترکیبات موثر است. مطالعه حاضر با هدف بررسی میزان مواجهه شغلی شاغلین کیوسک‌های روزنامه فروشی با هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک موجود در هوای شهر تهران در دو فصل گرم و سرد سال و مقایسه میزان مواجهه در هر دو فصل طراحی و اجرا گردید.*

روش بررسی: *ارزیابی مواجهه شغلی با هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک از طریق نمونه‌برداری فردی توسط روش ۵۵۱۵ موسسه ملی ایمنی و سلامت حرفه ای با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی مجهز به آشکارساز اسپکتروفتومتر جرمی انجام گردید. جهت ارزیابی تاثیر تغییرات فصلی بر میزان مواجهه آزمون Mann-Whitney test بکار گرفته شد.*

یافته‌ها: *مواجهه شاغلین کیوسک‌های روزنامه فروشی واقع در منطقه جنوب تهران با ترکیب سرطان‌زای بنزو آلفا پیرن در فصل تابستان با میانگین ۰/۰۱۰ ±۰/۱۴۸ $\mu g/m^3$ و در فصل پاییز با میانگین ۰/۰۴۱ $\mu g/m^3$ ±۰/۴۱۷ بیش از مواجهه شاغلین کیوسک‌های روزنامه فروشی در سایر موقعیت‌های جغرافیایی مورد بررسی بود. میزان مواجهه شاغلین با هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک در فصل سرد بطور معنی‌داری ($p<0/001$) بالاتر از میزان مواجهه آنان در فصل گرم بود.*

نتیجه‌گیری: *میزان مواجهه شاغلین کیوسک‌های روزنامه فروشی در فصل پاییز دو تا سه برابر بیش از میانگین مواجهه روزانه در فصل تابستان بود. شاغلین کیوسک‌های روزنامه فروشی واقع در منطقه جنوب تهران مواجهه بیشتری با هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک داشتند.*

واژگان کلیدی: PAHs، مواجهه شغلی، موقعیت جغرافیایی، شاغلین

۱- کارشناس ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۲- (نویسنده‌ی مسئول): دکترای بهداشت حرفه‌ای، استاد دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران shahtaheri@tums.ac.ir
۳- دکتری داروسازی، استادیار دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۴- دکتری آمار زیستی، استادیار دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران
۵- دانشجوی دکتری مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-26]

مقدمه

هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک (Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)) متعلق به گروه آلاینده‌های آلی پایدار بوده (۱) و از اولین دسته‌های آلاینده‌های هوابرد سرطان‌زای شناخته شده‌اند که دارای دو یا تعداد بیشتری از حلقه‌های آروماتیک هستند (۲-۴). هیدروکربن های چند حلقه‌ای آروماتیک و مشتقات آنها از سوختن ناقص مواد آلی طبیعی مانند احتراق جنگل‌ها انتشار می‌یابند (۳، ۵، ۶) اما بیشترین میزان انتشار از طریق فعالیت‌های انسانی مانند سوخت وسایل نقلیه، گرمایش مناطق مسکونی، آشپزی در منازل و فعالیت‌های تولیدی- صنعتی صورت می‌پذیرد (۳، ۶، ۷). PAHs به عنوان آلاینده‌های اصلی موجود در هوای شهرها دارای اثر جهش‌زایی بوده و همین مسئله سبب شده است که مواجهه با این آلاینده‌ها تبدیل به نگرانی در جوامع گردد (۸). آژانس بین‌المللی تحقیق بر روی سرطان (International Agency for Research on Cancer (IARC)) بسیاری از این ترکیبات آروماتیک را در گروه‌های سرطان‌زای ممکن انسانی (2B) و سرطان‌زای احتمالی برای انسان (2A) طبقه‌بندی نموده است (۳). مطالعات زیادی در زمینه تایید همبستگی میان مواجهه با PAHs موجود در هوای شهرها و بروز سرطان ریه انجام شده است (۸).

براساس تخمین سازمان ملل متحد، بیش از ۶۰۰ میلیون نفر در مناطق شهری با سطوح خطرناکی از آلاینده‌های منتشر شده از ترافیک شهری مواجهه دارند. بخش زیادی از PAHs موجود در هوای شهرها از احتراق ناقص سوخت وسایل نقلیه سنگین و به خصوص موتورهای دیزلی ایجاد می‌شوند (۹). در هوای محیطی، PAHs در هر دو فاز گازی و ذره‌ای حضور داشته و تاثیر مستقیمی بر سلامت افراد می‌گذارند (۱۰). به دلیل اینکه بنزو آلفا پیرن بیش از سایر PAHs مورد مطالعه قرار گرفته است، اطلاعات مرتبط با سمیت و غلظت آن در محیط زیست بیشتر در دسترس است. میانگین غلظت سالیانه این ماده در هوای شهرها ۱ تا ۱۰ ng/m^3 و در نواحی روستایی ۱ ng/m^3 تعیین گردیده است (۸). ریسک مواجهه افراد با PAHs موجود در اتمسفر به دلیل افزایش جمعیت شهرها، افزایش تعداد خودروها و پراکندگی کم آلاینده‌های اتمسفری افزایش یافته است (۱۱). همچنین نتایج برخی از مطالعات نشان داده است که غلظت PAHs موجود در هوای شهرها در فصل سرد بیشتر از غلظت آنها در فصل گرم است. بر اساس یافته‌های مطالعات، غلظت PAHs در فاز ذره‌ای در فصل زمستان و تراکم PAHs در فاز گازی در فصل تابستان بیشتر است. در مقایسه با فصل تابستان، فاکتورهایی نظیر کاهش دما، کاهش میزان فتولیز و تجزیه رادیکال‌ها و کاهش رسوب ذرات به شکل مرطوب سبب افزایش غلظت PAHs در فصل زمستان می‌گردد (۱۱، ۱۲).

تعداد زیادی از افراد بواسطه شغل خود با PAHs موجود در هوای شهرها مواجهه دارند (۱۳، ۱۴). مطالعه Piccardo و همکاران (۱۳) نشان داد که میانگین مواجهه شاغلین غیر سیگاری کیوسک‌های روزنامه فروشی با ترکیب بنزو آلفا پیرن در فصل تابستان تفاوت معنی‌داری با میانگین مواجهه شاغلین در فصل زمستان داشته ($p<۰/۰۰۵$) و میزان مواجهه در فصل گرم ۳۵٪ کمتر از میزان مواجهه در فصل سرد بود. سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا ۱۶ ترکیب از PAHs را در گروه آلاینده‌های زیست محیطی شاخص اولویت‌بندی نموده است (۵) و کنفرانس متخصصین بهداشت صنعتی آمریکا (American Conference of Industrial Hygienists ((ACGIH)) حدود مجازی را برای دو ترکیب بنزو آلفا پیرن و بنزو بتا فلورانتن تعیین ننموده و توصیه نموده است که مواجهه با این مواد از طریق کلیه راه‌های مواجهه به حداقل ممکن کاهش یابد (۱۵). مطالعه حاضر با هدف بررسی میزان مواجهه شغلی شاغلین کیوسک‌های روزنامه فروشی با ۱۶ ترکیب PAHs موجود در هوای شهر تهران در دو فصل تابستان و پاییز و مقایسه میزان مواجهه در هر دو فصل در سال ۱۳۹۲ طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه مقطعی ۱۵ کیوسک از کیوسک‌های روزنامه

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-26]

فروشی در مناطق ۲۲ گانه شهر تهران از ۵ موقعیت جغرافیایی مرکـز، شـمال، جنوب، شـرق و غرب شـهر جهت بررسـی بصورت تصادفی انتخاب شـدند. سـاعت کار کیوسـک‌های روزنامه فروشـی از سـاعت ۷ صبح تا ۹ شـب بـود. میانگین سـنی شـاغلین مورد مطالعه ۱۰/۸۱ ± ۳۷/۲۳ سال و میانگین سابقه کار آنها ۸/۷۵±۱۶/۰۶ سال بود. نمونه‌برداری با دریافت رضایت نامه کتبی از شـاغلین انجام گردید. جهت بررسی تاثیر تغییرات فصلی بر میزان مواجهه شاغلین، ارزیابی میزان مواجهه روزانه در دو مقطع زمانی متفاوت صورت پذیرفت. در مجموع ۹۰ نمونه‌برداری فردی در فصل تابستان در ماه‌های تیر و مرداد و در فصل پاییز در ماه‌های آبان و آذر در داخل کیوسک انجام شـد. نمونه‌برداری بصورت سـه بار در هفته در ابتدا، وسط و انتهـای هفته کاری صورت گرفت. میانگین دمای هوا در فصل تابسـتان $^{\circ}C$ ۳۰/۹۴ با حداقل مقدار $^{\circ}C$ ۲۲/۸ و حداکثر دمای $^{\circ}C$ ۴۳/۷۳ ثبت گردید. میانگین دما در فصل پاییز $^{\circ}C$ ۱۷/۰۲ بـا حداقل دمای $^{\circ}C$ ۱۰/۳۵ و حداکثـر دمای $^{\circ}C$ ۲۲/۳۰ بود. شانزده ترکیب از ترکیبات PAHs که سازمان حفاظت از محیط زیسـت آمریکا آنهـا را در گروه آلاینده‌های زیسـت محیطی شاخص اولویت‌بندی نموده است، جهت آنالیز مواجهه روزانه انتخاب شـدند. ارزیابی مواجهه شـغلی از طریق نمونه‌برداری فردی و اندازه‌گیری غلظت PAHs با اسـتفاده از روش ۵۵۱۵ موسسه ملی ایمنی و سلامت حرفه‌ای (National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)) انجام شد (۱۶). جهت آنالیز نمونه‌ها از دستگاه کروماتوگرافی گازی مجهز به آشکارسـاز اسـپکتروفتومتر جرمی Agilent (Technologies, Palo Alto, CA) 6890- GC-MS)) اسـتفاده شـد (۱۷). دمای اولیه سـتون مورد استفاده DB-5MS capillary column (30 m × 0.25 mm id, 0.25 µm film thickness) جهـت آنالیـز $^{\circ}C$ ۷۰ بـود که برای ۱min حفظ شـد و سپس با نرخ افزایشی $^{\circ}C$ ۱۰ به $^{\circ}C$ ۳۰۰ رسـید و برای مدت min ۷ حفظ شـد. دمای محل تزریق نمونه $^{\circ}C$ ۲۹۰ بود.

زمان ماند هر یـک از هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک در سـتون، حد تعییـن کمـی (Limit of quantification (LOQ))، و حد تشخیص (limit of detection (LOD)) در نظـر گرفتـه شـد. برای محاسـبه حـد تعیین کمـی و حد تشـخیص از روش blank determination method با ۱۰ نمونه شـاهد استفاده شـد (۱۸). روش ضریب تغییرات جهت اعتبار بخشـی داخلی روش آنالیـز (تعیین دقت و تکرار پذیری اندازه‌گیری‌هـا) و شـاخص‌های راندمـان بازیافـت و راندمان واجـذب جهت اعتبار بخشـی خارجـی روش آنالیـز (تعیین صحت داده‌هـای حاصل از آنالیز ترکیبات) به کار گرفته شـد. با در نظر گرفتن نرخ تنفس $1/25 m^3/h$، جذب تنفسـی ۱۰۰٪ و مـدت مواجهه ۸ h، دز استنشـاقی برای هر یک از PAHs با توجـه به غلظت آنان محاسـبه گردید (۱۴). بـه منظور ارزیابی خطرات سـلامتی هر یک از PAHs، روش غلظت معادل بنزو آلفا پیـرن (Benzo[a] pyrene equivalents (BaPeq)) بکار برده شـد. بدین منظـور، فاکتور معادل سـمیت (Toxic equivalency factors (TEFs)) بـرای هر یک از PAHs که بیانگر توان نسبی سرطان‌زایی آن ها نیز است در غلظت‌های BaPeq هر ترکیب ضرب گردید. به عبارت دیگر در این روش توان سرطان‌زایی هر یک از PAHs نسبت به توان سرطان‌زایی بنزو آلفا پیرن (۱= TEFs) محاسبه گردید (۲۱-۱۹).

آنالیز آماری داده‌ها با اسـتفاده از نـرم افزار SPSS 22 انجام و جهـت ارزیابـی تاثیـر تغییرات فصلـی بر میـزان مواجهه شـاغلین کیوسـک‌های روزنامه فروشـی بـا هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیـک موجود در هوای شـهر تهران آزمون Mann-Whitney test بکار گرفته شد.

یافته‌ها

نتایج بررسـی نشان داد که زمان ماند ترکیبات PAH در ستون در دامنـه min ۵/۱۲۶ تا ۲۷/۸۷ قرار داشـت و کمترین زمان مانـد مربوط به ترکیب نفتالن و بیشـترین زمان ماند مربوط به ترکیـب بنزو جی اچ آی پریلن بـود. حد تعیین کمی ترکیبات PAHدر دامنـه ۵۰۰ تـا $\mu g/m^3$ ۷۵۰ و حـد تشـخیص این ترکیبـات در دامنه ۲۵۰ تا $\mu g/m^3$ ۳۷۵ بود. پایین حد ردیابی

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-26]

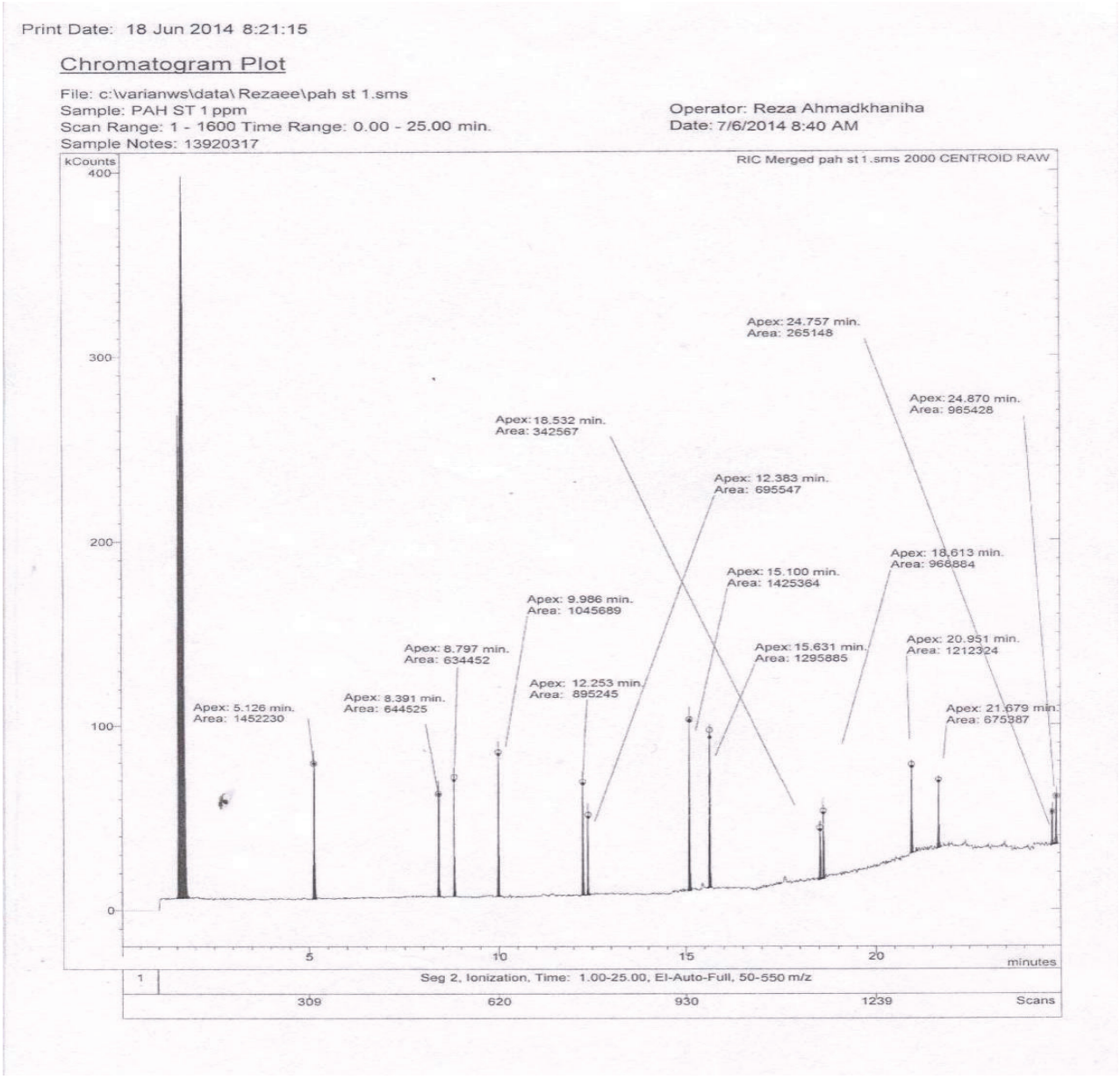
کمی و حد تشخیص مربوط به ترکیب نفتالن و بالاترین مقادیر مربوط به ترکیب بنزو جی اچ آی پریلن بود. حد تعیین کمی و حد تشخیص برای ترکیب بنزو آلفا پیرن به ترتیب ۷۵۰ و ۳۷۵ µg به ازای هر نمونه گزارش گردید. ضریب همبستگی ترکیبات PAH در دامنه ۰/۹۹۹۲ و ۰/۹۹۹۹ بوده و کمترین ضریب همبستگی برای ترکیب بنزو آلفا آنتراسن ثبت گردید. جدول ۱ ویژگی‌های ترکیبات PAH مورد مطالعه را در آنالیز دستگاهی نشان می‌دهد.

جدول (۱): ویژگی‌های ترکیبات PAH مورد مطالعه در آنالیز دستگاهی

هیدروکربن چند حلقه‌ای آروماتیک ($\mu g/m^3$)	زمان ماند (min)	حد تشخیص ($\mu g/m^3$)	حد تعیین کمی ($\mu g/m^3$)	ضریب تغییرات (٪)	ضریب همبستگی
نفتالن (Naphthalene)	۵/۱۲۶	۲۵۰	۵۰۰	۶/۱۳	۰/۹۹۹۹
اسنفتیلن (Acenaphthylene)	۸/۳۹	۲۵۰	۵۰۰	۷/۴۱	۰/۹۹۹۸
اسنفتن (Acenaphthene)	۸/۷۹	۲۵۰	۵۰۰	۵/۲۴	۰/۹۹۹۹
فلورن (Fluorene)	۹/۹۸	۲۵۰	۵۰۰	۷/۲۳	۰/۹۹۹۹
فنانترن (Phenanthrene)	۱۲/۲۵	۲۵۰	۵۰۰	۵/۴۴	۰/۹۹۹۵
آنتراسن (Anthracene)	۱۲/۳۸	۲۵۰	۵۰۰	۶/۰۶	۰/۹۹۹۳
فلورانتن (Fluoranthene)	۱۵/۰۹	۲۵۰	۵۰۰	۷/۸۲	۰/۹۹۹۵
پیرن (Pyrene)	۱۵/۶۳	۲۵۰	۵۰۰	۵/۴۴	۰/۹۹۹۴
بنزو آلفا آنتراسن (Benz[a]anthracene)	۱۸/۵۳	۲۵۰	۵۰۰	۵/۹۵	۰/۹۹۹۲
کریزن (Chrysene)	۱۸/۶۱	۲۵۰	۵۰۰	۷/۰۳	۰/۹۹۹۸
بنزو بتا و بنزو کا فلورانتن (Benzo[b]fluoranthene, Benzo[k]fluoranthene)	۲۰/۹۵	۳۷۵	۷۵۰	۶/۶۲	۰/۹۹۹۷
بنزو آلفا پیرن (Benzo[a]pyrene)	۲۱/۶۷	۳۷۵	۷۵۰	۷/۹۳	۰/۹۹۹۴
ایندنو ۱،۲،۳ سی دی پیرن (Indeno[1,2,3-cd]pyrene)	۲۴/۷۶	۳۷۵	۷۵۰	۶/۸۶	۰/۹۹۹۶
دی بنزو آ اچ آنتراسن (Dibenz[a,h]anthracene)	۲۴/۷۶	۳۷۵	۷۵۰	۶/۸۶	۰/۹۹۹۶
بنزو جی اچ آی پریلن (Benzo[ghi]perylene)	۲۴/۸۷	۳۷۵	۷۵۰	۷/۲۲	۰/۹۹۹۵

شکل ۱ کروماتوگرام مربوط به محلول استاندارد با غلظت ppm ۱ را نشان می‌دهد.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-26]



شکل ۱: کروماتوگرام محلول استاندارد

نتایج بررسی اعتبار بخشی داخلی روش آنالیز نشان داد که کمترین ضریب تغییرات بر اساس مساحت پیک مربوط به ترکیب اسنفتن (۵/۲۴٪) بوده است (ضریب تغییرات کمتر از ۱۰٪ قابل پذیرش است (۱۴)). بالاترین درصد بازیافت از فیلتر برای ترکیب کریزن (۹۵/۷۲٪) و پایین‌ترین مقدار برای دو ترکیب دی بنزو آ اچ آنتراسن و ایندنو ۱،۲،۳ سی دی پیرن (۹۰/۶۹٪) و بالاترین درصد واجذب از جاذب برای ترکیب فلورن (۸۸/۳۴٪) و کمترین مقدار برای ترکیب بنزو جی اچ آی پریلن (۷۸/۶۶٪) گزارش شد.

نتایج مطالعه نشان داد که در فصل تابستان میانگین مواجهه شاغلین کیوسک‌های روزنامه فروشی شهر تهران با ترکیب بنزو آلفا آنتراسن در هر ۵ موقعیت جغرافیایی بیش از مواجهه با سایر ترکیبات بوده است. میزان مواجهه شاغلین روزنامه فروش با ترکیب بنزو آلفا آنتراسن در منطقه جنوب با میانگین

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-26]

مواجهــه $\mu g/m^3$ ۰/۰۷۳±۰/۵۹۸ بیــش از میانگیــن مواجهه روزانه با این ترکیب در ســایر موقعیت‌هــای جغرافیایی مورد مطالعه بود. کمترین میزان مواجهه روزانه برای ترکیب بنزو جی اچ آی پریلن با میانگین $\mu g/m^3$ ۰/۰۰۰۵±۰/۰۰۰۳ در شاغلین کیوســک‌های شــمال تهران گزارش گردید. جدول ۲ میانگین مواجهه شــغلی شــاغلین در فصــل تابســتان را در ۵ موقعیت جغرافیایی مورد بررسی نشان می‌دهد.

جدول (۲): میانگین مواجهه شاغلین با ترکیبات PAH در فصل تابستان

هیدروکربن چند حلقه‌ای آروماتیک ($\mu g/m^3$)	شمال	جنوب	شرق	مرکز	غرب
نفتالن	۰/۱۳۰±۰/۰۲۱	۰/۱۶۲±۰/۰۱۳	۰/۱۴۵±۰/۰۱۷	۰/۱۵۴±۰/۰۱۴	۰/۱۱۵±۰/۰۴۵
اسنفتیلن	۰/۱۷۰±۰/۰۸۰	۰/۳۰۶±۰/۰۱۸	۰/۳۰۱±۰/۰۲۹	۰/۳۰۱±۰/۰۳۰	۰/۲۱۶±۰/۰۸۶
اسنفتن	۰/۱۷۹±۰/۰۸۴	۰/۳۲۴±۰/۰۱۹	۰/۳۱۵±۰/۰۲۷	۰/۳۱۹±۰/۰۳۲	۰/۲۲۸±۰/۰۹۱
فلورن	۰/۱۳۱±۰/۰۶۲	۰/۲۳۵±۰/۰۱۴	۰/۲۲۲±۰/۰۱۳	۰/۲۳۴±۰/۰۲۳	۰/۱۶۷±۰/۰۶۶
فنانترن	۰/۱۶۶±۰/۰۷۲	۰/۲۷۹±۰/۰۱۸	۰/۲۴۶±۰/۰۲۴	۰/۲۶۸±۰/۰۲۶	۰/۲۰۱±۰/۰۷۶
آنتراسن	۰/۲۱۵±۰/۰۸۶	۰/۳۲۵±۰/۰۲۱	۰/۳۱۶±۰/۰۲۱	۰/۳۳۰±۰/۰۳۳	۰/۲۵۰±۰/۱۰۰
فلورانتن	۰/۱۲۹±۰/۰۶۴	۰/۲۲۵±۰/۰۲۲	۰/۱۹۷±۰/۰۱۵	۰/۲۰۳±۰/۰۲۱	۰/۱۵۶±۰/۰۶۶
پیرن	۰/۱۴۰±۰/۰۴۲	۰/۲۳۳±۰/۰۲۲	۰/۲۰۸±۰/۰۱۳	۰/۲۱۲±۰/۰۲۲	۰/۱۶۲±۰/۰۶۸
بنزو آلفا آنتراسن	۰/۳۶۴±۰/۱۳۷	۰/۵۹۸±۰/۰۷۳	۰/۵۲۷±۰/۰۰۱	۰/۵۲۶±۰/۰۵۷	۰/۴۰۸±۰/۱۸۵
کریزن	۰/۱۳۰±۰/۰۴۴	۰/۲۰۸±۰/۰۲۷	۰/۱۸۱±۰/۰۱۳	۰/۱۸۱±۰/۰۱۹	۰/۱۴۱±۰/۰۶۶
بنزو بتا و بنزو کا فلورانتن	۰/۰۷۳±۰/۰۴۲	۰/۱۲۵±۰/۰۰۷	۰/۱۱۳±۰/۰۰۹	۰/۱۲۱±۰/۰۱۳	۰/۰۹۱±۰/۰۲۸
بنزو آلفا پیرن	۰/۰۸۱±۰/۰۵۳	۰/۱۴۸±۰/۰۱۰	۰/۱۳۷±۰/۰۱۰	۰/۱۴۲±۰/۰۱۸	۰/۱۰۴±۰/۰۳۵
ایندنو ۱،۲،۳ سی دی پیرن	۰/۱۲۵±۰/۰۷۸	۰/۲۲۹±۰/۰۱۴	۰/۲۲۸±۰/۰۲۹	۰/۲۲۲±۰/۰۳۱	۰/۱۵۹±۰/۰۵۵
دی بنزو آ اچ آنتراسن	۰/۱۲۲±۰/۰۷۵	۰/۲۲۰±۰/۰۱۴	۰/۲۰۵±۰/۰۱۱	۰/۲۱۱±۰/۰۲۷	۰/۱۵۴±۰/۰۵۴
بنزو جی اچ آی پریلن	۰/۰۰۰۳±۰/۰۰۰۵	۰/۰۲۳±۰/۰۰۴	۰/۰۲۶±۰/۰۰۳	۰/۰۲۷±۰/۰۰۴	۰/۰۰۱±۰/۰۰۱

نتایج بررســی مواجهه شاغلین در فصل پاییز در جدول ۳ ارائه شده است. بر اساس نتایج، غلظت ترکیب بنزو آلفا آنتراسن در فصل پاییز نیز در هر ۵ موقعیت جغرافیایی بیش از سایر ترکیبات بــوده و بالاترین میــزان مواجهه نیز برای شــاغلین در موقعیت جغرافیایی جنوب ثبت گردیده است ($\mu g/m^3$ ۱/۶۶±۰/۲۱۲). کمترین میزان مواجهه روزانه مربوط به ترکیب بنزو جی اچ آی پریلن در موقعیت جغرافیایی شمال بود. نتایج آزمون Mann-Whitney در بررســی تاثیر تغییرات فصلی بر میزان مواجهه شــاغلین با PAHs نشان داد که میزان مواجهه با کلیه ترکیبات PAH بــه جز بنزو جی اچ آی پریلــن ($p= ۰/۰۸۹$) در فصل پاییــز به طور معنی‌داری ($p< ۰/۰۰۱$) بیــش از میزان مواجهه روزانه شاغلین در فصل تابستان بود.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-26]

جدول (۳): میانگین مواجهه شاغلین با ترکیبات PAH در فصل پاییز

هیدروکربن چند حلقه‌ای آروماتیک ($\mu g/m^3$)	شمال	جنوب	شرق	مرکز	غرب
نفتالن	۰/۳۱۶±۰/۰۰۲	۰/۴۴۶±۰/۰۴۶	۰/۴۰۹±۰/۰۷۸	۰/۴۱۶±۰/۰۴۳	۰/۲۸۵±۰/۱۳۳
اسنفتیلن	۰/۵۸۷±۰/۱۴۳	۰/۸۵۰±۰/۰۷۸	۰/۸۱۳±۰/۰۹۰	۰/۸۲۳±۰/۰۸۵	۰/۵۴۰±۰/۲۴۸
اسنفتن	۰/۶۳۹±۰/۱۱۷	۰/۹۵۰±۰/۰۸۴	۰/۸۶۳±۰/۱۰۷	۰/۸۷۵±۰/۰۹۰	۰/۵۵۴±۰/۲۹۱
فلورن	۰/۴۸۱±۰/۰۶۴	۰/۶۵۳±۰/۰۶۱	۰/۶۰۵±۰/۰۶۵	۰/۶۳۹±۰/۰۶۵	۰/۴۱۸±۰/۱۹۱
فنانترن	۰/۵۷۹±۰/۱۰۹	۰/۷۷۴±۰/۰۷۱	۰/۷۰۹±۰/۱۲۶	۰/۷۳۳±۰/۰۷۵	۰/۵۰۲±۰/۲۲۷
آنتراسن	۰/۶۷۱±۰/۲۳۴	۰/۹۷۸±۰/۰۹۵	۰/۸۹۴±۰/۱۴۹	۰/۹۰۵±۰/۰۹۳	۰/۶۱۳±۰/۳۱۶
فلورانتن	۰/۴۷۲±۰/۰۸۷	۰/۶۲۴±۰/۰۶۸	۰/۵۵۲±۰/۰۸۶	۰/۵۵۹±۰/۰۵۷	۰/۳۹۳±۰/۱۹۳
پیرن	۰/۴۴۹±۰/۱۲۹	۰/۶۴۷±۰/۰۶۹	۰/۵۸۷±۰/۰۹۸	۰/۵۸۲±۰/۰۶۰	۰/۳۹۸±۰/۲۱۶
بنزو آلفا آنتراسن	۱/۲۸±۰/۲۲۳	۱/۶۶±۰/۲۱۲	۱/۴۷±۰/۲۴۶	۱/۴۴±۰/۱۵۲	۰/۹۹۴±۰/۵۸۶
کریزن	۰/۴۴۷±۰/۰۸۵	۰/۵۸۱±۰/۰۷۹	۰/۵۱۴±۰/۰۹۶	۰/۵۰۰±۰/۰۵۳	۰/۳۵۷±۰/۱۸۷
بنزو بتا و بنزو کا فلورانتن	۰/۲۷۴±۰/۰۴۲	۰/۳۴۴±۰/۰۳۲	۰/۳۲۲±۰/۰۵۵	۰/۳۳۳±۰/۰۳۴	۰/۲۲۹±۰/۰۹۰
بنزو آلفا پیرن	۰/۳۴۰±۰/۰۲۰	۰/۴۱۷±۰/۰۴۱	۰/۳۸۹±۰/۰۶۴	۰/۳۹۵±۰/۰۴۳	۰/۲۶۵±۰/۱۰۹
ایندنو ۱،۲،۳ سی دی پیرن	۰/۴۶۵±۰/۱۱۵	۰/۶۵۴±۰/۰۶۸	۰/۶۵۲±۰/۱۳۶	۰/۶۱۹±۰/۰۷۰	۰/۴۰۶±۰/۱۷۱
دی بنزو آ اچ آنتراسن	۰/۴۹۱±۰/۰۵۰	۰/۶۳۳±۰/۰۷۴	۰/۵۹۱±۰/۰۹۱	۰/۵۸۸±۰/۰۶۴	۰/۳۹۳±۰/۱۶۸
بنزو جی اچ آی پریلن	۰/۰۰۹±۰/۰۱۲	۰/۰۲۸±۰/۰۰۸	۰/۰۵۹±۰/۰۲۱	۰/۰۲۱±۰/۰۱۰	۰/۰۲۵±۰/۰۳۴

نتایج نشـان داد که بیشـترین دز استنشـاقی بر اسـاس میزان مواجهه در فصل تابستان و پاییز برای ترکیب بنزو آلفا آنتراسن به ترتیب µg ۴/۸ و ۱۳ و کمترین دز استنشـاقی برای ترکیب بنزو جی اچ آی پریلنµg ۰/۱ و ۰/۲ بود. دز استنشـاقی برای مجموع میانگین PAHs سـرطان‌زا در فصل تابسـتان µg ۲ و در فصل پاییزµg ۶ بود. جدول ۴ غلظت معادل بنزو آلفا پیرن (BaPeq)، فاکتور معادل سـمیت (TEF) و دز استنشاقی را برای هر یک از ترکیبات PAH نشان می دهد.

جدول (۴): غلظت معادل بنزو آلفا پیرن، فاکتور معادل سمیت و دز استنشاقی ترکیبات PAH

هیدروکربن چند حلقه‌ای آروماتیک	میانگین مواجهه در تابستان (n= ۴۵) ($\mu g/m^3$)	BaPeq ($\mu g/m^3$)	TEF	دز استنشاقی (µg)	میانگین مواجهه در پاییز (n= ۴۵) ($\mu g/m^3$)	BaPeq ($\mu g/m^3$)	دز استنشاقی (µg)
نفتالن	۰/۱۴۱±۰/۰۲۷	۰/۰۰۰۱۴	۰/۰۰۱	۱/۴	۰/۲۸۵±۰/۱۳۳	۰/۰۰۰۳۷	۳/۷
اسنفتیلن	۰/۲۵۹±۰/۰۷۵	۰/۰۰۰۲۵	۰/۰۰۱	۲/۵	۰/۵۴۰±۰/۲۴۸	۰/۰۰۰۷۲	۷/۲
اسنفتن	۰/۲۷۳±۰/۰۷۹	۰/۰۰۰۲۷	۰/۰۰۱	۲/۷	۰/۵۵۴±۰/۲۹۱	۰/۰۰۰۷۶	۷/۶
فلورن	۰/۱۹۸±۰/۰۵۶	۰/۰۰۰۱۹	۰/۰۰۱	۱/۹	۰/۴۱۸±۰/۱۹۱	۰/۰۰۰۵۵	۵/۵

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-26]

ادامه جدول (۴): غلظت معادل بنزو آلفا پیرن، فاکتور معادل سمیت و دز استنشاقی ترکیبات PAH

هیدروکربن چند حلقه‌ای آروماتیک	میانگین مواجهه در تابستان (n= ۴۵) ($\mu g/m^3$)	BaPeq ($\mu g/m^3$)	TEF	دز استنشاقی (μg)	میانگین مواجهه در پاییز (n= ۴۵) ($\mu g/m^3$)	BaPeq ($\mu g/m^3$)	دز استنشاقی (μg)
فنانترن	۰/۲۳۲±۰/۰۶۱	۰/۰۰۰۲۳	۰/۰۰۱	۲/۳	۰/۵۰۲±۰/۲۲۷	۰/۰۰۰۶۵	۶/۵
آنتراسن	۰/۲۹۲±۰/۰۷۶	۰/۰۰۲۹	۰/۰۱	۲/۹	۰/۶۱۳±۰/۳۱۶	۰/۰۰۸۱	۸/۱
فلورانتن	۰/۱۸۲±۰/۰۵۱	۰/۰۰۰۱۸	۰/۰۰۱	۱/۸	۰/۳۹۳±۰/۱۹۳	۰/۰۰۰۵۲	۵/۲
پیرن	۰/۱۹۱±۰/۰۴۸	۰/۰۰۰۱۹	۰/۰۰۱	۱/۹	۰/۳۹۸±۰/۲۱۶	۰/۰۰۰۵۳	۵/۳
*بنزو آلفا آنتراسن	۰/۴۸۴±۰/۱۲۹	۰/۰۴۸	۰/۱	۴/۸	۰/۹۹۴±۰/۵۸۶	۰/۱۳	۱۳
*کریزن	۰/۱۶۸±۰/۰۴۴	۰/۰۰۱۶	۰/۰۱	۱/۶	۰/۳۵۷±۰/۱۸۷	۰/۰۰۴۸	۴/۸
*بنزو بتا و بنزو کا فلورانتن	۰/۱۰۵±۰/۰۲۸	۰/۰۱	۰/۱	۱	۰/۲۲۹±۰/۰۹۰	۰/۰۳	۳
*بنزو آلفا پیرن	۰/۱۲۲±۰/۰۳۶	۰/۱۲	۱	۱/۶	۰/۲۶۵±۰/۱۰۹	۰/۳۶	۳/۶
*ایندنو ۱،۲،۳ سی دی پیرن	۰/۱۹۳±۰/۰۵۹	۰/۰۱۹	۰/۱	۱	۰/۴۰۶±۰/۱۷۱	۰/۰۵۵	۵/۵
*دی بنزو آ اچ آنتراسن	۰/۱۸۲±۰/۰۵۴	۰/۱۸	۱	۱/۲	۰/۳۹۳±۰/۱۶۸	۰/۵۳	۵/۳
*بنزو جی اچ آی پریلن	۰/۰۱۵±۰/۰۱۲	۰/۰۰۰۱۵	۰/۱	۰/۱	۰/۰۲۵±۰/۰۳۴	۰/۰۰۰۲۸	۰/۲
مجموع میانگین PAHs	۰/۲۰۳±۰/۱۰۴			۲			۵/۷
مجموع میانگین PAHs سرطان‌زا	۰/۲۰۹±۰/۱۳۹			۲			۶

*PAHs سرطان‌زا

بحث

ارزیابی مواجهه و انجام مطالعات اپیدمیولوژیک در دنیای در حال توسعه مهم بوده و دارای مزایایی است. از سوی دیگر افزایش اطلاعات مرتبط با مواجهه با آلاینده‌های ناشی از ترافیک در هوای شهری، پایه و اساس علمی را برای کنترل آلاینده در مناطق محلی فراهم می‌آورد. به عبارت دیگر، انجام مطالعات مرتبط با سلامت انسان برای ارزیابی پیامدهای مواجهه بر سلامت عمومی جامعه و اولویت‌بندی اقدامات کنترل زیست محیطی ضروری است (۹). با توجه به اینکه نتایج مطالعات نشان داده است که غلظت PAHs در فصول پاییز و زمستان بیشتر از غلظت این ترکیبات در سایر فصول است (۱۲) و همچنین بالا بودن مواجهه روزانه با این ترکیبات در برخی از گروه‌های شغلی مانند پلیس‌های ترافیک و شاغلین کیوسک‌های روزنامه فروشی (۱۳)، مطالعه حاضر با هدف ارزیابی تاثیر تغییرات فصلی بر میزان مواجهه شاغلین کیوسک‌های روزنامه فروشی با هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-26]

آروماتیک موجود در هوای شـهر تهران در دو فصل تابستان و پاییز انجام گردید.

نتایج مطالعه نشان داد که مواجهه روزانه شاغلین کیوسک‌های روزنامه فروشـی در هر دو فصل تابسـتان و پاییـز با ترکیب بنزو آلفا آنتراسـن بیش از مواجهه تنفسـی با سـایر ترکیبات PAH بوده اسـت. در شاغلین کیوسـک‌های روزنامه فروشی واقـع در موقعیت جغرافیایـی جنوب تهران مواجهه تنفسـی بیشـتری با این ترکیب ثبت گردید. میانگین مواجهه شـاغلین در کیوسـک‌های واقـع در جنـوب تهران با ترکیـب بنزو آلفا آنتراسـن در فصل تابستان $\mu g/m^3$ ۰/۰۷۳±۰/۵۹۸ و در فصل پاییز $\mu g/m^3$ ۰/۲۱۲±۱/۶۶ گزارش گردید. همچنین بررسـی میزان مواجهه شـاغلین نشـان داد که در هر دو فصل بیشترین میـزان مواجهه با کلیه ترکیبـات PAH به جز بنزو جی اچ آی پریلن در شاغلین کیوسک‌های واقع در منطقه جنوب تهران ثبت گردیده اسـت. وجود پایانه‌های مسافربری متعدد، حجم بالای تردد وسایل نقلیه و جمعیت شهری بالاتر نسبت به سایر مناطق جغرافیایی تهران از دلایـل افزایش مواجهه با هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک موجود در هوای شـهر در شاغلین این منطقه اسـت. نتایج بررسی نشان داد که کمترین میزان مواجهه با ترکیب نفتالن موجود در هوای شـهر تهران در هر دو فصل در شـاغلین کیوسـک‌های روزنامه فروشی منطقه غرب وجود داشته اسـت. در مورد سایر ترکیبات، کمترین میزان مواجهه با آنها در فصل تابستان در شاغلین کیوسک‌های روزنامه فروشی منطقه شـمال تهران گزارش گردید. بر خلاف انتظار، در فصل پاییـز کمترین میزان مواجهه برای کلیـه هیدروکربن‌های چند حلقـه‌ای آروماتیک مورد مطالعه به جـز نفتالن و بنزو جی اچ آی پریلـن در منطقه غرب مشـاهده گردید. بـا توجه به اینکه جهـت بـاد غالب در شـهر تهـران از غرب به شـرق بوده و هـوای غرب اغلب دارای آلاینده کمتری اسـت (۲۲)، غلظت هیدروکربن‌هـای چند حلقـه‌ای آروماتیک موجـود در هوای شهر در فصل پاییز در منطقه تنفسی شاغلین منطقه غرب کمتر بوده اسـت. نتایج نمونه‌برداری از PAHs در فاز ذره‌ای توسط Fioretti و همـکاران (۲۰۱۰) (۱۴) نشـان داد که بیشـترین مواجهه تنفسـی شاغلین کیوسک‌های روزنامه فروشی و دست فروشان با هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک موجود در هوای شـهر رم در فصل تابسـتان مربوط به سه ترکیب فنانترن (ng/m^3 ۱۱/۶۳±۳۱/۲۸)، فلـورن (ng/m^3 ۱/۷۶±۱۴/۵۳)، و آنتراسـن (ng/m^3 ۲/۶۱±۷/۱۲) بود. در فصل زمسـتان نیز میزان مواجهه با ترکیبات ذکر شـده بالاتـر از میانگین مواجهه با سـایر ترکیبات بود. مقایسه نتایج حاصل از مطالعه حاضر و مطالعه Fioretti (۱۴) نشان می‌دهد که میزان مواجهه شاغلین کیوسک‌های روزنامه فروشی در شهر تهران نیز با این ترکیبات قابل توجه بوده اسـت اما بیشـترین میزان مواجهه در شاغلین شـهر تهران با دو ترکیب بنزو آلفا آنتراسن و آنتراسن گزارش گردید. این اختلاف به دلیل تفاوت در ترکیب سوخت مصرفی خودروها، حجم ترافیک بالاتر در شـهر تهران نسـبت به شهر رم و نمونه‌بـرداری در هـر دو فـاز ذره‌ای و گازی در مطالعه حاضر است. میانگین مواجهه با ترکیب بنزو آلفا پیرن در فصل تابسـتان در شاغلین کیوسـک‌های روزنامه فروشـی واقع در جنوب شـهر تهـران $\mu g/m^3$ ۰/۰۱۰±۰/۱۴۸ و در فصل پاییز $\mu g/m^3$ ۰/۰۴۱±۰/۴۱۷ بود. نتایج بررسی های Piccardo و همکاران (۲۰۰۳) نشان داد که میانگین مواجهه تنفسی شاغلین غیر سیگاری کیوسک‌های روزنامه فروشی شهر جنوا با ترکیب بنزو آلفا پیرن در فصل زمستان ng/m^3 ۰/۳۲±۱/۰۰ و در فصل گـرم ng/m^3 ۰/۲۵±۰/۶۵ بوده که پایین‌تـر از میزان مواجهه شاغلین در مطالعه حاضر است. میانگین غلظت سالیانه ترکیب بنزو آلفا پیرن در هوای شهرها ۱ تا ۱۰ ng/m^3 تعیین گردیده اسـت (۸) و مقایسـه نتایج حاصـل از این بررسـی با مقادیر پیشـنهادی نشان می‌دهد که میزان مواجهه شاغلین بسیار بالاتر از مقادیر پیشنهادی است.

ارزیابـی تاثیـر تغییـرات فصلی بر میـزان مواجهه شـاغلین کیوسـک‌های روزنامه فروشـی با ترکیبـات PAH حاکی از افزایش مواجهه شـاغلین با این ترکیبات در فصل پاییز اسـت. مانند نتایج مطالعات گذشـته (۱۴-۱۱)، نتایج مطالعه نشان داد کـه میزان مواجهه شـاغلین با PAHs موجود در هوای شـهر تهران در فصل پاییز دو تا سـه برابر بیـش از میانگین مواجهه

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-26]

روزانه در فصل تابستان است. فاکتورهایی نظیر کاهش دما، کاهش میزان فتولیز و تجزیه رادیکال‌ها و کاهش رسوب ذرات به شکل مرطوب سبب افزایش غلظت PAHs در فصل پاییز و زمستان می‌گردد (۱۱، ۱۲).

بالاترین میزان دز استنشاقی در شاغلین کیوسک‌های روزنامه فروشی مربوط به دو ترکیب بنزو آلفا آنتراسن (۱۳ µg) و آنتراسن (۸/۱ µg) در فصل پاییز بود. در مورد ترکیبات سرطان‌زای PAH، بالاترین میزان دز استنشاقی مربوط به ترکیب ایندنو ۱،۲،۳ سی دی پیرن (۵/۵ µg) بود. بالاترین دز استنشاقی حاصل در مطالعه Fioretti و همکاران (۲۰۱۰) (۱۴) در فصل تابستان (۳۱۲/۸ ng) و زمستان (۴۲۲/۷ ng) مربوط به ترکیب فنانترن بوده و دزهای استنشاقی گزارش شده پایین‌تر از مطالعه حاضر بود. ارزیابی ریسک سلامتی ترکیبات PAH از طریق محاسبه غلظت معادل بنزو آلفا پیرن (BaPeq) صورت گرفت. نتایج مطالعه نشان داد که غلظت معادل بنزو آلفا پیرن برای ترکیب بنزو آلفا آنتراسن در فصل پاییز (۰/۱۳ $\mu g/m^3$) بیش از مقدار آن در فصل تابستان (۰/۰۴۸ $\mu g/m^3$) است. نتایج بررسی Norramit و همکاران (۲۳) نشان داد که غلظت معادل بنزو آلفا پیرن برای ترکیب بنزو آلفا آنتراسن در ذرات قابل استنشاق در ایستگاه‌های نمونه‌برداری هوا در شهر بانکوک در فصول خشک (نوامبر ۲۰۰۲ تا آوریل ۲۰۰۳) در دامنه ng/m^3 ۰/۰۳ تا ۰/۰۹ بوده که پایین‌تر از مقادیر حاصل از مطالعه حاضر است. غلظت معادل بنزو آلفا پیرن بالا در مناطق مسکونی و تجاری هشداری برای وجود ریسک آلاینده برای سلامت انسان بوده و پتانسیل سرطان‌زایی هر یک از PAHs را نشان می‌دهد. غلظت بالای PAHs ریسک مرتبط با سلامت را در مواجهه با این مواد شیمیایی افزایش می‌دهد (۲۴).

نتایج اعتبار بخشی خارجی روش آنالیز نشان داد که درصد بازیافت ترکیبات PAH از فیلتر در دامنه ۹۰/۶۹٪ و ۹۵/۷۲٪ و از جاذب در دامنه ۷۸/۶۶٪ و ۸۸/۳۴٪ بود. میزان بازیافت ترکیبات PAH تقریبا با معیارهای پیشنهادی برای غلظت‌های پایین از سوی اتحادیه بین‌المللی شیمی محض و کاربردی (International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC)) که مقادیر بازیافت ۸۰ تا ۱۰۰٪ را توصیه نموده‌اند (۱۴) توافق دارد. نتایج اعتباربخشی داخلی و خارجی روش آنالیز نشان داد که روش آنالیز مورد استفاده جهت آنالیز PAHs رویه‌ای مناسب جهت تعیین مقدار این ترکیبات بوده و می‌تواند به عنوان ابزار مفیدی جهت ارزشیابی مواجهه شغلی با PAHs مورد نظر قرار گیرد.

اگرچه میزان مواجهه شغلی شاغلین کیوسک‌های روزنامه فروشی در کلیه ایستگاه‌های نمونه‌برداری قابل توجه بود اما در کلیه ایستگاه‌ها میزان مواجهه شاغلین از حدود استاندارد توصیه شده توسط سازمان‌هایی مانند (Occupational Safety and Health Administration (OSHA)) (آنتراسن، بنزو آلفا پیرن، کریزن، فنانترن و پیرن $0/2 mg/m^3$ و نفتالن ۱۰ ppm) و NIOSH (۰/۱ mg/m^3) پایین‌تر بود (۲۵).

نتیجه‌گیری

شاغلین کیوسک‌های روزنامه فروشی مواجهه شغلی قابل توجهی با PAHs موجود در هوای شهرها دارند. شاغلین کیوسک‌های روزنامه فروشی واقع در جنوب شهر تهران مواجهه بیشتری با ترکیبات PAH را تجربه می‌کنند. بالاترین میزان دز استنشاقی مربوط به دو ترکیب بنزو آلفا آنتراسن و آنتراسن در فصل پاییز بود. میزان مواجهه شاغلین با PAHs موجود در هوای شهر تهران در فصل پاییز دو تا سه برابر بیش از میانگین مواجهه روزانه در فصل تابستان بود. روش آنالیز مورد استفاده جهت آنالیز PAHs رویه‌ای مناسب جهت تعیین مقدار این ترکیبات بوده است.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل (بخشی از) طرح تحقیقاتی با عنوان «تعیین هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک در هوای تنفسی کارگران شاغل در کیوسک‌های روزنامه فروشی» مصوب دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران در سال ۱۳۹۲ با کد ۲۴۷۳۷ است که با حمایت دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران اجرا شده است.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-26]

منابع

1- Rashid Ashmagh F, Rezaei Kalantary R, Farzadkia M, Joneidy Jafari A, Nabizadeh R. Survey of phenantherene biodegradation›s model in contaminated soils by acinetobacter sp. Iranian Journal of Health and Environment. 2009;2(3):196-203 (in Persian).

2- Zare M, Shahtaheri SJ, Mehdipur P, Shekari M, Hajaghazadeh M, Shahriary A, 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.

3- Azimi Yancheshmeh R, Riyahi Bakhtiari AR, Mortazavi S. Ecological risk assessment of polycyclic aromatic componds in the surface sediments of Anzali wetland in 2010. Iranian Journal of Health and Environment. 2014;7(2):157-70 (in Persian).

4- 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

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-26]

plant workers. Molecular & Cellular Toxicology. 2013;9(3):303-309.
5- Moradi Rad R, Omidi L, Kakooei H, Golbabaei F, Hassani H, Abedin Loo R, Azam K. Adsorption of polycyclic aromatic hydrocarbons on activated carbons: Kinetic and isotherm curve modeling. International Journal of Occupational Hygiene. 2014;6(1):43-49.
6- 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 Journal of Public Health. 2006;35(1):33-41.
7- 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. Iranian Journal of Chemistry and Chemical Engineering. 2007;26(4):75-81.
8- Ćwiklak K, Pastuszka J, Rogula-Kozłowska W. Influence of traffic on particulate-matter polycyclic aromatic hydrocarbons in urban atmosphere of Zabrze, Poland. Polish Journal of Environmental Studies. 2009;18(4):579-85.
9- Han X, Naeher LP. A review of traffic-related air pollution exposure assessment studies in the developing world. Environment International. 2006;32(1):106-20.
10- 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 (in Persian).
11- Srogi K. Monitoring of environmental exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons: a review. Environmental Chemistry Letters. 2007;5(4):169-95.
12- Zhang Y, Tao S. Seasonal variation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) emissions in China. Environmental Pollution. 2008;156(3):657-63.
13- 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.
14- 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.
15- ACGIH. TLVs and BEIs based on the documentation of the Threshold Limit Values for chemical substances and physical agents & biological exposure indices. Cincinnati: American Conference of Governmental Industrial Hygienists; 2010.
16- Eller PM, Cassinelli ME. NIOSH Manual of Analytical Methods. 4th ed. Atlanta, GA: DHHS Publication; 1994.
17- Ozcan S, Tor A, Aydin ME. Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in waters by ultrasound-assisted emulsification-microextraction and gas chromatography–mass spectrometry. Analytica Chimica Acta. 2010;665(2):193-99.
18- Sanagi MM, Ling SL, Nasir Z, Hermawan D, Wan Ibrahim WA, Naim AA. Comparison of signal-to-noise, blank determination, and linear regression methods for the estimation of detection and quantification limits for volatile organic compounds by gas chromatography. Journal of AOAC International. 2009;92(6):1833-38.
19- Hu Y, Bai Z, Zhang L, Wang X, Zhang L, Yu Q, et al. Health risk assessment for traffic policemen exposed to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in Tianjin, China. Science of the Total Environment. 2007;382(2):240-50.
20- Nisbet IC, LaGoy PK. Toxic equivalency factors (TEFs) for polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs). Regulatory Toxicology and Pharmacology. 1992;16(3):290-300.
21- Boström C-E, Gerde P, Hanberg A, Jernström B, Johansson C, Kyrklund T, et al. Cancer risk assessment, indicators, and guidelines for polycyclic aromatic hydrocarbons in the ambient air. Environmental Health Perspectives. 2002;110:451-88.
22- Safavi S, Alikhani B. Survey of geographical agents in Tehran air pollution. Geography Research. 2007;58:99-112 (in Persian).
23- Norramit P, Cheevaporn V, Itoh N, Tanaka K. Characterization and carcinogenic risk assessment

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-26]

of polycyclic aromatic hydrocarbons in the respirable fraction of airborne particles in the Bangkok metropolitan area. Journal of Health Science. 2005;51(4):437-46.

24- Kong S, Ding X, Bai Z, Han B, Chen L, Shi J, et al. A seasonal study of polycyclic aromatic hydrocarbons in PM2.5 and PM2.5–10 in five typical cities of Liaoning Province, China. Journal of Hazardous Materials. 2010;183(1):70-80.

25- Pope AM, Rall DP. Environmental Medicine: Integrating a Missing Element into Medical Education. Washington DC: National Academies Press; 1995.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-26]

Assessing effects of seasonal variation on occupational exposure of newsagent kiosks to polycyclic aromatic hydrocarbons found in the urban atmosphere of Tehran Metropolitan

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

[1] Department of Occupational Health Engineering, Faculty of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
[2] Department of Human Ecology, Faculty of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
[3] Department of Epidemiology & Biostatistics, Faculty of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Received: February 2015; Accepted: 4 May 2015 7

ABSTRACT

Background and Objectives: PAHs are main components of urban air pollution and are mutagenic for human being. Seasonal variations have effects on the amount of exposure to PAHs. The objectives of this research were to determine the amount of newsagent's exposure to PAHs found in the urban atmosphere of Tehran City during warm and cold periods and comparing exposure levels in two periods.

Materials and Methods: The assessment of personal exposure was performed based on NIOSH method 5515 and was analyzed by gas chromatography–mass spectrometry (GC/MS). Mann- Whitney test was used to determine the effects of seasonal variation on the amount of newsagent's exposure to PAHs.

Results: The mean levels of newsagent's exposure to benzo[a]pyrene in the south area of Tehran City were 0.148±0.010 and 0.417±0.041 μg/m^3 in summer and autumn seasons respectively. The amount was higher than the mean levels of newsagent's exposure in other geographic areas of city. The levels of newsagent's exposure to all PAHs ($p<0.001$) were significantly higher in autumn compared with summer.

Conclusion: The levels of exposure to PAHs during autumn were 2 to 3 fold higher than the levels of exposure during summer. Newsagents in the south area of Tehran City were experiencing higher levels of exposures to PAHs.

Keywords: PAHs, Occupational exposure, Geographical location, Workers.

***Corresponding Author:** *shahtaheri@tums.ac.ir*
***Tel:** +98 21 88951390 **Fax:** +98 21 88954781*

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-12-26]