Original Article

The effect of Smoking Pattern on Serum Level of Benzo(a)Pyrene (BaP) in Women from Bushehr Province

10.61882/ismj.28.5.826

Maryam Mansouri Ardkapan[1], Seyed Enayat Hashemi[1], Sina Dobaradaran[1,2], Sima Afrashteh[3], Hossein Arfaeinia[4]

[1] Department of Environmental Health Engineering, School of Health and Nutrition, Bushehr University of Medical Sciences, Bushehr, Iran
[2] Systems Environmental Health and Energy Research Center, the Persian Gulf Biomedical Sciences Research Institute, Bushehr University of Medical Sciences, Bushehr, Iran
[3]Department of Epidemiology and Biostatistics, School of Health, Bushehr University of Medical Sciences, Bushehr, Iran
[4]Addiction and Lifestyle Research Center, Bushehr University of Medical Sciences, Bushehr, Iran

Abstract

Background: The carcinogenic compound benzo[a]pyrene (BaP) is a polycyclic aromatic hydrocarbon that threatens women's health through direct or indirect tobacco use, primarily due to its significant potential for long-term systemic accumulation and toxicity.

Materials and Methods: In this study, serum levels of benzo[a]pyrene, a carcinogenic compound belonging to the polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) group, were measured in women from Bushehr Province to assess their level of exposure. Blood samples were collected from three groups of women: active tobacco users, those exposed to secondhand/thirdhand smoke, and those with neither direct use nor exposure. Serum BaP concentrations were then determined using gas chromatography–mass spectrometry (GC–MS).

Results: The findings showed that the mean serum concentrations of BaP in active users, passive users, and non-users were 15.58 ± 9.51, 8.11 ± 8.36, and 4.23 ± 5.61 ng/mL, respectively, with significantly higher levels observed in active users compared to the other groups ($P < 0.001$).

Conclusion: This study indicated that exposure to hookah and cigarette smoke represents a potential risk factor for exposure to the carcinogenic compound BaP. Therefore, based on the present findings, it can be concluded that women who are directly or indirectly exposed to hookah or cigarette smoke are at potential risk of carcinogenic effects. The results of this study highlight the need for increasing public awareness, implementing targeted educational programs, and adopting effective preventive policies to reduce women's exposure to hookah and cigarette smoke—particularly in household and social environments—in order to prevent adverse and long-term health consequences associated with carcinogenic compounds such as BaP.

Keywords:
Hookah and cigarette smoking
Second hand and third hand smoke
Benzo[a]pyrene
Women
Biomonitoring

***Corresponding author**
Hossein Arfaeinia
arfaeiniah@bpums.ac.ir

Ethical code
IR.BPUMS.REC.1402.278

Received: 2026/01/20
Accepted: 2026/02/24

دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی و درمانی بوشهر

CrossMarck

doi 10.61882/ismj.28.5.826

مقاله پژوهشی

بررسی تأثیر الگوی مصرف دخانیات بر سطح سرمی بنزوآپایرن (BaP) در زنان استان بوشهر

مریم منصوری آردکپان[1]، سید عنایت هاشمی[1]، سینا دوبرادران[1 و 2]، سیما افراشته[3]، حسین ارفعی نیا[4*]

[1] گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی بوشهر، بوشهر، ایران

[2] مرکز تحقیقات بهداشت محیط سیستمی و انرژی، پژوهشکده علوم زیست پزشکی خلیج‌فارس، دانشگاه علوم پزشکی بوشهر، بوشهر، ایران

[3] گروه آمار زیستی و اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی بوشهر، بوشهر، ایران

[4] مرکز تحقیقات اعتیاد و سبک زندگی، دانشگاه علوم پزشکی بوشهر، بوشهر، ایران

چکیده

زمینه: ترکیب سرطان‌زای بنزوآپایرن (BaP) یکی از هیدروکربن‌های آروماتیک چندحلقه‌ای است که به واسطه مصرف مستقیم یا غیرمستقیم دخانیات، سلامت زنان را به‌دلیل پتانسیل بالای تجمع و سمیت طولانی‌مدت در بدن تهدید می‌کند.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه، سطح سرمی BaP به‌عنوان یک ترکیب سرطان‌زا از گروه هیدروکربن‌های آروماتیک چندحلقوی (PAHs) در زنان استان بوشهر، به‌منظور ارزیابی سطح مواجهه این افراد اندازه‌گیری شد. برای این کار، نمونه‌های خون از سه گروه از زنان شامل زنانی که خود استعمال تنباکو دارند، زنانی که در معرض دود دست دوم/ سوم هستند و زنانی که نه مصرف دارند و نه در معرض دود دست دوم/ سوم هستند، گرفته شد. سپس، مقادیر سرمی BaP با دستگاه کروماتوگرافی گازی- طیف سنج جرمی (GC-Ms) تعیین گردید.

یافته‌ها: یافته‌های این مطالعه نشان داد که میانگین غلظت سرمی ترکیب BaP در گروه مصرف‌کننده فعال، مصرف‌کننده غیرفعال و غیرمصرف‌کننده به ترتیب برابر با ۹/۵۱ ± ۱۵/۵۸، ۸/۳۶ ± ۸/۱۱ و ۵/۶۱ ± ۴/۲۳ نانوگرم بر میلی‌لیتر بود که این مقدار برای گروه مصرف‌کننده فعال به‌طور معناداری بیش از مقدار مشاهده شده در دو گروه دیگر بوده است (P<۰/۰۰۱).

نتیجه‌گیری: این مطالعه نشان داد که مواجهه با دود قلیان و سیگار به‌عنوان یک خطر بالقوه از لحاظ مواجهه با ترکیب سرطان‌زای BaP می‌باشد. بنابراین، براساس مشاهدات حاضر می‌توان نتیجه‌گیری کرد که زنان مصرف‌کننده مستقیم یا غیرمستقیم دود قلیان/ سیگار در معرض خطر بالقوه سرطان‌زایی قرار دارند. نتایج این مطالعه بر ضرورت افزایش آگاهی عمومی، اجرای برنامه‌های آموزشی هدفمند، و اتخاذ سیاست‌های پیشگیرانه مؤثر به‌منظور کاهش مواجهه زنان با دود قلیان و سیگار، به‌ویژه در محیط‌های خانوادگی و اجتماعی، تأکید می‌کند تا از پیامدهای نامطلوب و بلندمدت ناشی از تماس با ترکیبات سرطان‌زایی مانند BaP بر سلامت فردی و جامعه جلوگیری شود.

واژگان کلیدی

مصرف قلیان و سیگار

دود دست دوم و سوم

بنزوآپایرن

زنان

پایش بیولوژیک

***نویسنده مسئول**

حسین ارفعی نیا

arfaeiniah@bpums.ac.ir

کد اخلاق

IR.BPUMS.REC.۱۴۰۲.۲۷۸

دریافت: ۱۴۰۴/۱۰/۳۰

پذیرش: ۱۴۰۴/۱۲/۰۵

پیام کلیدی: مصرف دخانیات و یا مواجهه با دود محیطی قلیان و سیگار باعث افزایش چشمگیر غلظت هیدروکربن بنزوآپایرن (BaP) در خون زنان استان بوشهر شده و سلامت آنان را تهدید می‌کند.

مقدمه

مصرف تنباکو به‌ویژه قلیان در ایران، همانند سایر کشورهای خاورمیانه، و برخی کشورهای آسیایی سابقه طولانی دارد. متأسفانه، طی یک دهه اخیر استعمال قلیان و سیگار رواج بیشتری پیدا کرده است، به‌طوری‌که سازمان‌های مرتبط با بهداشت عمومی، مصرف تنباکو را به‌عنوان یک همه‌گیری جهانی مطرح می‌کنند (۱). استعمال تنباکو سالانه حدود ۶ میلیون انسان را در دنیا به کام مرگ می‌کشاند (۲). در استان بوشهر نیز، یکی از مهم‌ترین مسایل و چالش‌های حوزه سلامت، مصرف دخانیات به‌ویژه قلیان می‌باشد. بر اساس بررسی‌های صورت گرفته، ۱۵ درصد از ایرانیان مصرف‌کننده دخانیات (قلیان، سیگار و غیره.) می‌باشند و از این حیث، استان بوشهر با شیوع مصرف ۲۵/۱ درصد جز استان‌های با مصرف دخانیات بالا در کشور محسوب می‌گردد (۳). این درحالی است که از نظر مصرف قلیان ایران دارای رتبه ششم در دنیا می‌باشد و بر اساس مطالعات صورت گرفته در طرح استپس زنان بوشهری با ۲۰/۱۱ درصد در کل ایران بالاترین نرخ مصرف قلیان را داشته‌اند و این وضعیت در روستاهای استان با ۲۲/۹۶ درصد بالاترین نرخ مصرف قلیان گزارش شده در کل کشور می‌باشد (۳). از طرف دیگر، براساس نتایج همین مطالعه (استپس)، بالاترین درصد مصرف گذشته قلیان در همین استان با ۱۸/۴۰ درصد گزارش شده است (۳).

اثرات سلامتی استعمال تنباکو ناشی از تعامل بین بدن انسان و تعداد زیاد مواد مضر و سمی موجود در دود تنباکو می‌باشد که از طریق استنشاق‌های مکرر حاصل می‌شود (۴ و ۵). از میان گونه‌های آلی موجود در دود تنباکو، ترکیبات هیدروکربن چندحلقوی (PAHs) از جمله بنزوآپایرن (BaP) به‌عنوان یکی از آلاینده‌های با پتانسیل سرطانزایی انسانی است و جمعیت در مواجهه با این ترکیبات، نشان‌دهنده افزایش سرطان‌های مثانه، پوست و ریه می‌باشند (۸-۶). علاوه‌بر سرطان، آثار سلامتی مزمن نیز در مواجهه با آلاینده PAHs در افراد در معرض گزارش شده است (۹)، از جمله تغییرات در شاخص‌های خونی مثل کاهش تعداد سلول‌های قرمز، هموگلوبین و هماتوکریت، و تغییرات در تعداد سلول‌های سفید و پلاکت‌ها (۱۰ و ۱۱)، اکسیداتیو استرس (۱۲)، دیابت (۱۳)، التهاب (۱۴)، نازایی (۱۵)، بیماری‌های قلبی-عروقی (۱۶) و نارس بودن جنین (۱۷). بنابراین، باتوجه به موارد فوق‌الذکر، می‌توان اذعان داشت که خانم‌های ساکن در استان بوشهر یک گروه در معرض مهم هستند که به‌طور بالقوه در معرض مواجهه با ترکیبات PAHs از جمله بنزوآپایرن (BaP) هستند و لذا بررسی تأثیر الگوی مصرف دخانیات در مواجهه این افراد با BaP از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. پایش زیستی[1] یک روش معتبر جهت ارزیابی مواجهه انسان با طیف گسترده‌ای از آلاینده‌ها، از جمله BaP می‌باشد که پروتکل اصلی ارزیابی مواجهات در بسیاری از مطالعات بوده است (۲۰-۱۸).

علیرغم اهمیت حیاتی پیامدهای بهداشتی مواجهه با آلاینده‌های آروماتیک در زنان، داده‌های بومی در سطح ملی و منطقه‌ای در خصوص «پایش زیستی» این آلاینده‌ها در خون زنان بسیار محدود است. اکثر مطالعات پیشین صرفاً به سنجش غلظت آلاینده‌ها در هوای محیط، دود تنباکو، و یا نمونه‌های رسوبات منطقه پرداخته‌اند و اطلاعاتی درباره میزان واقعی جذب این مواد در بدن زنان و ارتباط آن با سبک زندگی (مصرف دخانیات و مواجهه با دود دست دوم) در دسترس نیست. با توجه‌به فقدان چنین مستندات علمی بومی، انجام یک مطالعه جامع برای پر کردن این خلأ ضروری است. لذا این پژوهش با هدف پایش بیولوژیک مواجهه خانم‌های ۴۹-۱۵ ساله ساکن استان بوشهر با ترکیب بنزوآپایرن (BaP) و بررسی

[1] Biomonitoring

نقش استعمال دخانیات در این مواجهه طراحی و اجرا گردید. این مستندات علمی، زمینه لازم را جهت ارتقای سلامت این قشر آسیب‌پذیر فراهم می‌آورد.

مواد و روش‌ها

طراحی مطالعه

در این مطالعه سطح سرمی بنزو [a]پایرن در زنان مصرف‌کننده دخانیات و زنان در مواجهه با دود دست دوم/ سوم مورد سنجش قرار گرفت. برای این منظور، تعداد ۲۳۴ نفر زنان شرکت‌کننده در مطالعه بعد از کسب رضایت آگاهانه به آزمایشگاه پاتولوژی معتبر دعوت شدند. تمامی افراد شرکت‌کننده از نظر وضعیت سلامت عمومی سالم، غیر مبتلا به بیماری‌های مزمن و سرطانی، غیربارداری و غیر شیرده بودند. افراد بر اساس الگوی مصرف دخانیات به سه دسته تقسیم‌بندی شدند: ۱) تعداد ۵۵ نفر مصرف‌کننده فعال (Aactive smoker)، ۲) تعداد ۷۸ نفر مصرف‌کننده غیرفعال (Passive Smoker) و ۳) تعداد ۱۰۱ نفر غیرمصرف‌کننده (Non-Smoker).

جمع‌آوری داده‌ها و نمونه‌برداری

ابتدا با استفاده از چک‌لیست از پیش طراحی شده توسط محققین این مطالعه اطلاعات زمینه‌ای افراد شرکت‌کننده شامل مشخصات دموگرافیک، وضعیت شغلی و الگوی مصرف دخانیات، ثبت شد. اطلاعات مربوط به افراد مورد مطالعه در جدول ۱ آورده شده است. سپس، خونگیری از افراد توسط کارشناس آزمایشگاه صورت گرفت. خون در لوله‌های کلات حاوی ژل جداکننده با دانسیته مشخص تخلیه گردید. این لوله‌ها پس از سانتریفیوژ به‌دلیل وجود ژل میانی، امکان جداسازی دقیق و باکیفیت سرم از سلول‌های خونی را فراهم آوردند. بعد از سانتریفیوژ با ۳۰۰۰ دور بر دقیقه به‌مدت ۱۰ دقیقه و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد، سرم خون جدا شده در ظرف‌های پلی‌پروپیلن ۱/۵ میلی‌لیتری جمع‌آوری، برچسب‌گذاری و کددهی شدند. نمونه‌ها در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد فریز شدند و تا زمان آنالیزهای شیمیایی در فریزر نگهداری شدند.

آماده‌سازی نمونه و تعیین سطح سرمی ترکیب بنزو[a]پایرن

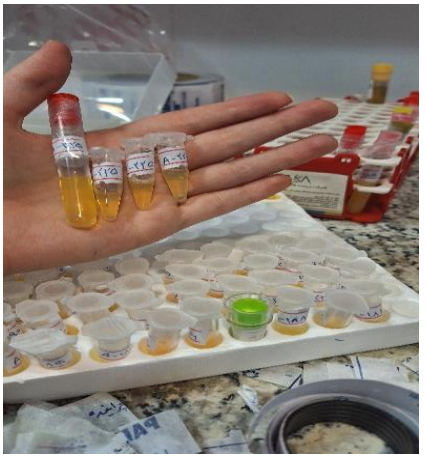
برای آماده‌سازی و استخراج بنزو [a] پایرن متابولیزه نشده، روش یین (Yin) و همکاران با کمی اصلاحات به‌کار گرفته شد (۲۱). نمونه‌های سرم پس از بازگشت به دمای اتاق، به مقدار ۱/۵ میلی‌لیتر به لوله‌های شیشه‌ای منتقل شده و با ۱ میکرولیتر از محلول استانداردهای داخلی حاوی بنزو [a] پایرن جهت کنترل بازیافت، اسپایک شدند. در ادامه، ۰/۵ میلی‌لیتر اسید فرمیک، ۲/۵ میلی‌لیتر اتانول و ۱۰ میلی‌لیتر مخلوط حلال n- هگزان/ دی‌کلرومتان (با نسبت ۱:۱) به لوله‌ها اضافه گردید. مخلوط حاصل به‌مدت ۶۰ ثانیه کاملاً هم‌زده شد و سپس به‌مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب اولتراسونیک با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. جهت جداسازی فازها، نمونه‌ها به‌مدت ۵ دقیقه بصورت ۶۰۰۰ دور بر دقیقه سانتریفیوژ شدند. لایه آلی رویی با دقت جمع‌آوری شده و حجم آن تحت جریان گاز نیتروژن به حدود ۱۰۰ میکرولیتر کاهش یافت. در نهایت، ۱ میکرولیتر از عصاره نهایی به دستگاه GC-MS مدل Agilent 7890 GC–5975MSD با ستون موئین DB-5 تزریق گردید. در این آنالیز، از گاز حامل هلیوم با خلوص ۹۹/۹۹۹۹ درصد و جریان ۱ میلی‌لیتر بر دقیقه استفاده شد. دمای injector روی ۲۷۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم گردید. برنامه دمایی oven از ۱۰۰ درجه (۵ دقیقه توقف) آغاز شده و با نرخ ۲۰ درجه بر دقیقه تا ۳۴۰ درجه سانتی‌گراد افزایش یافته و به‌مدت ۵ دقیقه در این دما ثابت ماند. آشکارسازی جرمی در حالت مانیتورینگ تک‌یونی (SIM) با دمای خط انتقال ۲۸۰ درجه و دمای منبع یون ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد انجام پذیرفت.

به‌منظور دستیابی به اندازه‌گیری‌های دقیق، قابل اعتماد و تکرارپذیر در سنجش بنزو [a] پایرن در نمونه‌های سرم، مجموعه‌ای از اقدامات جامع کنترل کیفیت و تضمین کیفیت (QC/QA) در تمامی مراحل آماده‌سازی، استخراج و آنالیز نمونه‌ها اعمال گردید.

شکل۱. مرحله انجام خونگیری توسط کارشناس آزمایشگاه
Fig 1. Blood sampling procedure performed by a laboratory technician

تجزیه و تحلیل آماری

آنالیزهای آماری این مطالعه توسط نرم‌افزار Excel و SPSS ویرایش ۰/۲۱ انجام گردید. به‌منظور بررسی نرمال بودن توزیع متغیرها، از ترسیم نمودارهای هیستوگرام و آزمون کولموگروف- اسمیرنوف استفاده شد. متغیرهای کیفی شامل سطح تحصیلات (ابتدایی/ راهنمایی/ دیپلم)، قومیت (فارس/ سایر)، وضعیت اقتصادی- اجتماعی (خیلی ضعیف/ ضعیف/ متوسط) و وضعیت مصرف سیگار، قلیان و مواجهه با دود سیگار به‌صورت غیرفعال (بله/ خیر) به‌صورت فراوانی و درصد گزارش شدند. متغیرهای کمی (شامل سن، وزن، قد، شاخص توده بدنی (BMI) و سطح سرمی بنزو [a] پایرن) با توزیع نرمال به‌صورت میانگین و انحراف معیار گزارش شدند. بررسی ارتباط بین سطح سرمی بنزو [a] پایرن و الگوی مصرف دخانیات نیز با استفاده از آزمون من- ویتنی انجام شد. در تمامی آزمون‌های آماری، سطح حد تشخیص (LOD)، حد کمی‌سازی (LOQ) و بازیافت استخراج (R) برای این ترکیب به‌ترتیب ۰/۵۱ ppb، ۱/۵۵ ppb و ۸۲/۶ درصد بدست آمد.



شکل۲. برچسب زنی و کددهی به نمونه‌های سرم جداسازی شده
Fig 2. Labeling and coding of the separated serum samples

معنی‌داری $p<0/05$ به‌عنوان معیار قضاوت آماری در نظر گرفته شد.

ملاحظات اخلاقی

این مطالعه پس از بررسی و تأیید در کار گروه/ کمیته اخلاق پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی بوشهر و با دریافت کد اخلاق ۲۷۸. ۱۴۰۲. IR.BPUMS.REC اجرا گردید. پیش از شروع پژوهش، اهداف، مراحل انجام مطالعه، منافع و مخاطرات احتمالی به‌طور کامل برای کلیه شرکت‌کنندگان تشریح شد و سپس رضایت‌نامه آگاهانه به‌صورت کتبی از تمامی آنان اخذ گردید.

یافته‌ها

مشخصات کلی افراد مورد مطالعه

در این مطالعه، مجموعا ۲۳۴ نفر از زنان وارد مطالعه شدند و در سه گروه مصرف‌کننده فعال به تعداد ۵۵ نفر، مصرف‌کننده غیرفعال به تعداد ۷۸ نفر و

غیرمصرف‌کننده به تعداد ۱۰۱ نفر، قرار گرفتند. مشخصات کلی افراد مورد مطالعه بر اساس چک‌لیست‌های بکار گرفته شده بدست آمده و در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱. مشخصات دموگرافیک و الگوی مصرف دخانیات در افراد مورد مطالعه

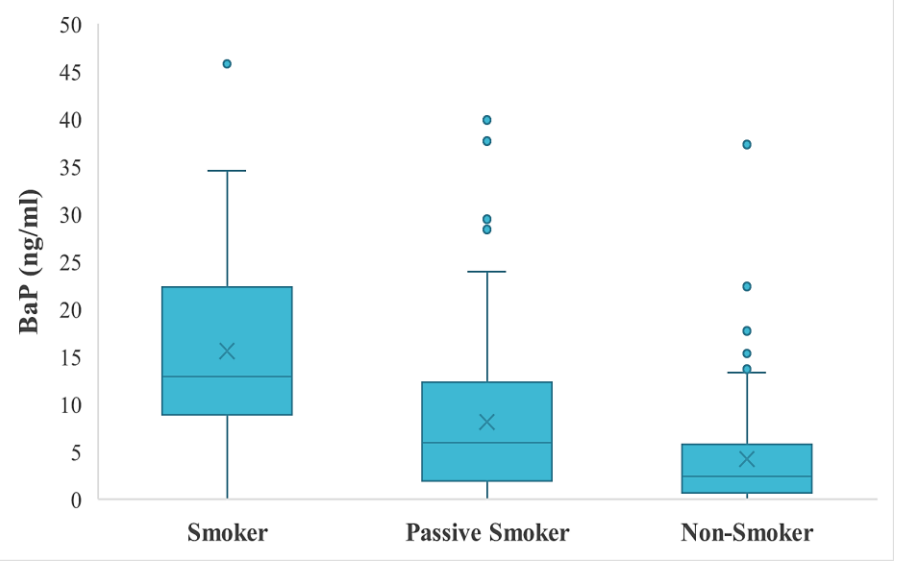
متغیر	طبقه‌بندی	میانگین+انحراف معیار (تعداد)
سن		۳۵ ± ۶
وزن		۶۹/۷ ± ۱۱/۱
قد		۱۶۲ ± ۵
شاخص توده بدنی		۲۶/۶۴ ± ۳/۹۹
سطح تحصیلات	ابتدایی	۲۴(۱۰/۲۵)
	راهنمایی	۳۹(۱۶/۶۶)
	دیپلم	۷۶(۳۲/۴۷)
	دانشگاهی	۹۵(۴۰/۶)
قومیت	فارس	۱۸۰(۷۷)
	سایر	۵۴(۲۳)
شغل	ندارد	۱۷۱ (۷۳/۰۷)
	دارد	۶۳(۲۶/۹۲)
وضعیت اقتصادی-اجتماعی	ضعیف	۲۵(۱۰/۶۸)
	متوسط	۹۹(۴۲/۳۰)
	خوب	۱۱۰(۴۷)
شاخص توده بدنی	طبیعی	۸۶(۳۶/۷۵)
	اضافه وزن و چاق	۱۴۸(۶۳/۲۴)
فعالیت بدنی	ندارد	۱۳۱(۵۵/۹۸)
	دارد	۱۰۳(۴۴/۰۱)
مصرف قلیان در طول عمر	ندارد	۱۷۲(۷۳/۵)
	دارد	۶۲(۲۶/۴۹)
مصرف قلیان در حال حاضر	ندارد	۱۸۳(۷۸/۲۰)
	بعضی اوقات	۲۰(۸/۵۴)
	اغلب	۳۱(۱۳/۲۴)
مصرف سیگار در طول عمر	ندارد	۲۲۱(۹۴/۴۴)
	دارد	۱۳(۵/۵۵)
مصرف سیگار در حال حاضر	ندارد	۲۲۳(۹۵/۲۹)
	بعضی اوقات	۲(۰/۸۵)
	اغلب	۹(۳/۸۴)
مواجهه با دود دست دوم	ندارد	۱۰۷(۴۵/۷۲)
	دارد	۱۲۷(۵۴/۲۷)
مدت زمان مواجهه با دود دست دوم	ندارد	۱۰۷(۴۵/۷۲)
	۱-۲ روز در هفته	۶۵(۲۷/۷۷)
	۳ روز و بیشتر در هفته	۶۲(۲۶/۴۹)
الگوی مصرف دخانیات	مصرف کننده	۵۵(۲۳/۵۰)
	غیرمصرف کننده	۱۰۱(۴۳/۱۶)
	مواجهه با دود دست دوم/ سوم	۷۸(۳۳/۳۳)

همچنان که مشاهده می‌گردد، همه افراد مورد مطالعه زن بودند و میانگین سنی آن‌ها ۳۵ سال بوده است. مطابق طبقه‌بندی سازمان جهانی بهداشت[۲] اکثر افراد مورد مطالعه در طبقه با اضافه وزن و چاق قرار داشته است و تنها ۳۶ درصد از افراد مورد مطالعه دارای وزن طبیعی بوده‌اند. اکثر افراد شرکت‌کننده دارای وضعیت اجتماعی-اقتصادی در سطح خوب بودند و از نظر تحصیلی دارای مدرک دانشگاهی بودند. همچنین از نظر قومیتی اکثر افراد زنان دارای قومیت فارس بودند (۷۶/۹ درصد).

از نظر الگوی مصرف دخانیات ۵/۵ درصد افراد شرکت‌کننده سابقه مصرف سیگار در طول عمر و ۴/۷ درصد مصرف‌کننده فعلی سیگار بودند. علاوه‌بر این، ۵۴/۲ درصد افراد شرکت کننده مواجهه با دود دست دوم را گزارش داده بودند. همچنین، در این مطالعه ۲۶/۴۹ درصد افراد مورد مطالعه سابقه مصرف قلیان در طول عمر و ۲۱/۸ درصد مصرف کننده فعلی قلیان بودند

مقادیر سطح سرمی ترکیب BaP مورد مطالعه

سطح سرمی ترکیب BaP در سه گروه مصرف‌کننده فعال، مصرف‌کننده غیرفعال و غیرمصرف‌کننده مورد آنالیز قرار گرفت و یافته‌های آن در شکل ۳ و همین‌طور جدول ۲ آورده شده است. همچنان که در شکل ۳ مشاهده می‌گردد، میانگین غلظت ترکیب BaP در گروه مصرف‌کننده فعال، مصرف‌کننده غیرفعال و غیرمصرف‌کننده به‌ترتیب با ۹/۵۱ ± ۱۵/۵۸، ۸/۳۶ ± ۸/۱۱ و ۵/۶۱ ± ۴/۲۳ نانوگرم بر میلی‌لیتر بود که این مقدار برای گروه مصرف‌کننده فعال به‌طور معناداری بیش از مقدار مشاهده شده در دو گروه دیگر بوده است (P<۰/۰۰۱).



شکل ۳. مقایسه سطح سرمی ترکیب BaP در سه گروه مصرف‌کننده فعال، مصرف‌کننده غیرفعال و غیرمصرف‌کننده

Fig 3. Comparison of serum levels of BaP among active smokers, passive smokers, and non-smokers.

[2] World Health Organization (WHO)

جدول ۲. مقایسه سطح سرمی ترکیب BaP برحسب نانوگرم بر میلی‌لیتر بر اساس الگوی مصرف دخانیات در افراد مورد مطالعه

متغیر	طبقه بندی	BaP
مصرف قلیان در طول عمر	ندارد	۵/۲۷ ± ۶/۲۶
	دارد	۱۶/۲۹ ± ۹/۷۳
P-value		<۰/۰۰۱
مصرف قلیان در حال حاضر	ندارد	۶/۰۸ ± ۷/۲۱
	منظم	۱۸/۵۴ ± ۱۰/۴۸
	اغلب	۱۴/۰۰ ± ۹/۰۵
P-value		<۰/۰۰۱
مصرف سیگار در طول عمر	ندارد	۷/۷۴ ± ۸/۶۴
	دارد	۱۵/۸۵ ± ۸/۰۴
P-value		۰/۰۰۱
مصرف سیگار در حال حاضر	ندارد	۷/۷۹ ± ۸/۶۴
	منظم	۲۶/۹۱ ± ۱۰/۸۱
	اغلب	۱۳/۸۵ ± ۶/۲۲
P-value		۰/۰۰۱
مواجهه با دود دست دوم/سوم	ندارد	۴/۴۴ ± ۵/۶۳
	دارد	۸/۱۱ ± ۸/۳۶
P-value		<۰/۰۰۱
مدت‌زمان مواجهه با دود دست دوم/سوم	ندارد	۴/۴۴ ± ۵/۶۳
	۱-۲ روز در هفته	۸/۴۱ ± ۷/۱۴
	۳ روز و بیشتر در هفته	۱۴/۴۲ ± ۱۱/۰۷
P-value		<۰/۰۰۱

بر اساس یافته‌های مندرج در جدول ۲، میانگین غلظت ترکیب BaP در افرادی که سابقه مصرف قلیان در طول عمر داشتند (۹/۷۳ ± ۱۶/۲۹ نانوگرم بر میلی‌لیتر) به‌طور معناداری بالاتر از افراد بدون سابقه مصرف (۶/۲۶ ± ۵/۲۷ نانوگرم بر میلی‌لیتر) گزارش شد (P<۰/۰۰۱). غلظت ترکیب BaP در زنان مواجهه یافته با دود دست دوم (۹/۷۱ ± ۱۱/۳۵ نانوگرم بر میلی‌لیتر) بیش از دو برابر افراد غیرمواجهه (۵/۶۳ ± ۴/۴۴ نانوگرم بر میلی‌لیتر) بود (P<۰/۰۰۱). غلظت ترکیب BaP در افراد با مصرف منظم سیگار (۱۰/۸۱ ± ۲۶/۹۱ نانوگرم بر میلی‌لیتر) تفاوت بسیار معناداری با افراد غیرسیگاری (۸/۶۴ ± ۷/۷۹ نانوگرم بر میلی‌لیتر) نشان داد (P=۰/۰۰۱).

بحث

مطابق طبقه‌بندی سازمان جهانی بهداشت اکثر افراد مورد مطالعه در طبقه با اضافه‌وزن و چاق قرار داشته است. این یافته با نتایج مطالعات ملی و منطقه‌ای که شیوع بالای اضافه‌وزن و چاقی را در میان زنان ایرانی گزارش کرده‌اند، هم‌خوانی دارد (۲۲ و ۲۳). همچنین، سطح تحصیلات بالاتر معمولاً با افزایش آگاهی‌های سلامت، اتخاذ رفتارهای پیشگیرانه و پیروی از سبک زندگی سالم‌تر همراه است. از منظر اپیدمیولوژیک، ترکیب قومی جمعیت مورد مطالعه نیز حائز اهمیت است، زیرا تفاوت‌های ژنتیکی، فرهنگی و رفتاری مرتبط با قومیت می‌توانند بر نحوه پاسخ به مواجهه‌های محیطی تأثیرگذار باشند (۲۴).

بر اساس یافته‌های این مطالعه، اگرچه شیوع مصرف فعال سیگار در میان زنان پایین بود، اما میزان قابل‌توجه مواجهه با دود دست دوم و سوم نشان می‌دهد که مواجهه غیرفعال، حتی در غیاب مصرف مستقیم دخانیات، می‌تواند به‌عنوان یک عامل خطر مهم در نظر گرفته شود (۲۵). همچنین، شیوع مصرف قلیان در این جمعیت می‌تواند تحت‌تأثیر هنجارهای اجتماعی، میزان دسترسی و شرایط فرهنگی باشد.

نتایج نشان داد که رفتارهای مرتبط با مصرف دخانیات و مواجهه با دود دست دوم تأثیر مستقیمی بر غلظت سرمی ترکیب BaP دارند. علاوه‌بر مصرف مستقیم، مواجهه با دود دست دوم نیز به‌عنوان یک عامل محیطی مخدوش‌گر، به‌طور معناداری موجب افزایش سطح این آلاینده در سرم شد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که مصرف سیگار و قلیان، به‌عنوان منابع احتراقی، می‌توانند بار مواجهه با آلاینده‌ها را در افراد افزایش دهند. همچنین مشخص شد که مواجهه با دود تنباکو، چه به‌صورت فعال (سیگار و قلیان) و چه به‌صورت غیرفعال (دود دست دوم)، با افزایش غلظت BaP در زنان همراه است. در این میان، مصرف‌کنندگان منظم سیگار بالاترین میانگین غلظت این ترکیب را نشان دادند و این روند افزایشی از نظر آماری بسیار معنی‌دار بود. اگرچه در مصرف‌کنندگان سیگار (اعم از افراد با سابقه مصرف طولانی و مصرف فعلی)، غلظت BaP به‌طور معنی‌داری بالاتر از افراد غیرمصرف‌کننده بود، اما شدت این افزایش در مقایسه با مصرف قلیان کمتر گزارش شد. این الگو با شواهد پیشین هم‌خوانی دارد که نشان می‌دهند هر دو محصول سیگار و قلیان از منابع مهم ترکیب BaP هستند؛ با این‌حال، قلیان به‌دلیل استفاده از زغال و ویژگی‌های خاص مصرف، می‌تواند در هر نوبت مصرف، بار بالاتری از این ترکیب را ایجاد کند (۲۶ و ۲۷). همچنین، مطالعات بیومارکری مختلف نشان داده‌اند که به‌دلیل حجم بالای دود استنشاق‌شده و طولانی‌تر بودن مدت مواجهه، غلظت متابولیت‌های PAHs، به‌ویژه ترکیبات با وزن مولکولی بالا مانند BaP، در نمونه‌های زیستی مصرف‌کنندگان قلیان به‌طور قابل‌توجهی بیشتر از افراد غیرمصرف‌کننده و در برخی موارد حتی بیشتر از مصرف‌کنندگان سیگار است (۲۷ و ۲۸).

علاوه‌بر بررسی تأثیر مصرف محصولات دخانی از جمله قلیان و سیگار بر سطح سرمی ترکیب BaP در خون زنان، در این مطالعه همچنین نقش مواجهه با دود دست دوم در زنان غیرسیگاری/ قلیانی نیز مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد زنانی که در محیط خانه یا اجتماع در معرض دود دست دوم قرار دارند، حتی بدون مصرف مستقیم دخانیات، به‌طور معنی‌دار غلظت بالاتری از ترکیب با پتانسیل سرطان‌زایی BaP را نسبت به زنان بدون مواجهه داشتند؛ علاوه‌بر این، با افزایش تعداد روزهای مواجهه هفتگی (از «بدون مواجهه» به «۲-۱ روز در هفته» و سپس «۳ روز و بیشتر در هفته») یک الگوی واضح دوز- پاسخ در افزایش این غلظت مشاهده شد. چنین الگوی افزایشی با نتایج مطالعات مبتنی بر بیومارکر در جمعیت‌های غیرسیگاری هم‌سو است که نشان داده‌اند مواجهه مزمن با دود دست دوم در محیط‌های بسته، سطح متابولیت‌های ادراری ترکیب BaP را در زنان و کودکان به‌طور قابل‌توجهی افزایش می‌دهد و این افزایش مستقیماً با شدت و مدت مواجهه در خانه و محیط کار مرتبط است (۲۹ و ۳۰).

مطالعاتی که به بررسی مواجهه با ترکیبات PAHs از جمله BaP پرداخته‌اند، نشان می‌دهند که اگرچه زندگی در نواحی صنعتی یا شهری پرترافیک به‌طور کلی با افزایش غلظت محیطی این آلاینده و در برخی موارد افزایش سطح بیومارکرهای داخلی همراه است، اما نقش منابع خانگی و رفتاری مانند دود دخانیات نیز در بسیاری از جمعیت‌ها دارای اهمیت می‌باشد. در یک مطالعه بر روی دو جامعه شهری با شدت متفاوت مواجهه با منابع صنعتی/ ترافیکی، غلظت محیطی PAHs از جمله BaP در

منطقه صنعتی به‌طور معنی‌دار بالاتر بود، اما واریانس مواجهه فردی تا ۹۶-۴۴ درصد منتسب به آلودگی محیطی بیان شد و نویسندگان تأکید کردند که منابع خانگی (از جمله احتراق، پخت‌وپز و دخانیات) می‌توانند بخش باقیمانده را شکل دهند (۳۱). در مطالعه دیگری که بیومانیتورینگ PAHs در محیط‌های خانگی فاقد منابع صنعتی بزرگ انجام شده بود، علیرغم نبود ترافیک و صنعت قابل‌توجه، تفاوت‌های واضحی در الگوی PAHs با وزن مولکولی بالاتر از جمله BaP بین زنان باردار مشاهده شد که عمدتاً به تفاوت در شیوه‌های پخت‌وپز و احتراق داخلی نسبت داده شد، و این نشان می‌دهد که حتی در مناطق غیرصنعتی، منابع خانگی می‌توانند تعیین‌کننده مهم بار مواجهه با BaP باشند (۳۲).

محدودیت‌های مطالعه و ایده‌هایی برای مطالعات آینده

مطالعه حاضر یک سری محدودیت‌هایی دارد که در استفاده از نتایج آن به‌طور گسترده باید در نظر گرفته شود. اولین محدودیتی که این مطالعه دارد، عدم بررسی متابولیت‌های آلاینده است و می‌طلبد که در مطالعات بعدی انجام گردد. علاوه‌بر این، تنها سطح سرمی آلاینده مورد نظر بررسی شد و بیومارکرهای اختصاصی مواجهه با دود تنباکو مانند کوتینین، به‌دلیل کمبود بودجه تحقیقاتی مورد مطالعه قرار نگرفتند و به اطلاعات چک‌لیستی بسنده شد. این ایده می‌توانند ایده جذابی برای مطالعات آینده باشند. علاوه‌براین، برای بررسی ارتباط بین مواجهه با آلاینده و اثرات سلامتی نیاز هست که یک مطالعه جامع‌تر و دقیق‌تر شاخص‌های سلامتی مانند استرس اکسیداتیو، فاکتورهای التهابی، آنزیم‌های کبدی و سایر شاخص‌های سلامتی نیز مورد بررسی قرار گیرد. همچنین، تنها آلاینده سرطانزا موجود در دود اصلی و جانبی دخانیات محدود به BaP نیست و بررسی دقیق‌تر سایر ترکیبات سرطانزا و حتی غیرسرطانزا اما آسیب‌زای موجود در دود تنباکو در مطالعات آتی پیشنهاد می‌شود.

نتیجه‌گیری

این مطالعه، اولین کار جهت بررسی سطح سرمی ترکیب BaP مواجهه با دود تنباکو در زنان مصرف‌کننده فعال، غیرفعال و غیرمصرف‌کننده قلیان/ سیگار در استان بود و یک سری محدودیت‌هایی هم داشت با این‌حال، نتایج ارزنده‌ای داشت که نشان داد مواجهه زنان با ترکیب سرطانزای BaP به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای بالا می‌باشد. یافته‌های این مطالعه نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین سطح سرمی ترکیب BaP در افراد مصرف‌کننده (اعم از فعال و غیرفعال) با گروه بدون مواجهه با دود سیگار/ قلیان وجود دارد. نتایج تأیید کرد که مواجهه با دود قلیان و سیگار به‌عنوان یک خطر بالقوه از لحاظ مواجهه با ترکیب سرطانزای BaP می‌باشد. این مطالعه همچنین نشان داد که افزایش تعداد روزهای مواجهه هفتگی (از «بدون مواجهه» به «۲-۱ روز در هفته» و سپس «۳ روز و بیشتر در هفته») با افزایش سطح سرمی ترکیب BaP همراه بوده است. بر اساس نتایج مطالعه حاضر می‌توان بیان کرد که زنان مصرف‌کننده مستقیم یا غیرمستقیم قلیان/ سیگار در معرض خطر سلامتی بالایی قرار دارند. در مجموع، نتایج مطالعه حاضر بر ضرورت پایش زیستی مستمر، کاهش مواجهه‌های محیطی و رفتاری، و توجه ویژه به سلامت زنان به‌عنوان جمعیتی آسیب‌پذیر در استان بوشهر تأکید دارد.

سپاس و قدردانی

این مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد خانم مریم منصوری آردکپان دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط می باشد (شماره پایان نامه ۲۴۹۱). این پایان‌نامه در قالب بخشی از

یک مگاپروژه تحت عنوان " تعیین‌کننده‌های ناباروری در استان بوشهر: یک مطالعه مورد/ شاهدی- مرحله یک" با حمایت مالی معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی بوشهر با گرنتی به شماره ۲۳۵۳ می‌باشد.

تضاد منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

References:

1. Asfar T, Ward KD, Eissenberg T, et al. Comparison of patterns of use, beliefs, and attitudes related to waterpipe between beginning and established smokers. BMC Public Health 2005; 5(1): 19. 10.1186/1471-2458-5-19
2. WHO global report on trends in prevalence of tobacco use. Last accessed: October 2017. http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs339/en/
3. Farzadfar F, Jalalinia SH, Sifi SH, et al. Atlas of STEPwise approach to noncommunicable disease (NCD) risk factor surveillance (STEPs) Ministry of Health and Medical Education.. Report, Non-communicable diseases unit, Iran , 2021. https://nihr.tums.ac.ir/uploads/288/2024/Oct/19/steps1400_opt.pdf
4. Drago G, Perrino C, Canepari S, et al. Relationship between domestic smoking and metals and rare earth elements concentration in indoor PM(2.5). Environ Res 2018; 165: 71-80. 10.1016/j.envres.2018.03.026
5. Masjedi M.R, Taghizadeh F, Hamzehali S, et al. Air pollutants associated with smoking in indoor/outdoor of waterpipe cafés in Tehran, Iran: Concentrations, affecting factors and health risk assessment. Sci Rep 2019. 10.1038/s41598-019-39684-3
6. Chen C-HS, Yuan T-H, Shie R-H, et al. Linking sources to early effects by profiling urine metabolome of residents living near oil refineries and coal-fired power plants. Environ Int 2017; 102: 87-96. 10.1016/j.envint.2017.02.003
7. Chen M-J, Lin C-H, Lai C-H, et al. Excess Lifetime Cancer Risk Assessment of Volatile Organic Compounds Emitted from a Petrochemical Industrial Complex. Aerosol and Air Quality Research 2016; 16(8): 1954-1966. 10.4209/aaqr.2015.05.0372
8. Lin C-K, Hsu Y-T, Christiani DC, et al. Risks and burden of lung cancer incidence for residential petrochemical industrial complexes: a meta-analysis and application. Environ Int 2018; 121 :404-414. 10.1016/j.envint.2018.09.018
9. Mitchell CE. Distribution and retention of benzo(A)pyrene in rats after inhalation. Toxicol Lett 1982; 11(1-2): 35-42. 10.1016/0378-4274(82)90102-3
10. Angelini S, Bermejo JL, Ravegnini G, et al. Application of the lymphocyte cytokinesis-block micronucleus assay to populations exposed to petroleum and its derivatives: results from a systematic review and meta-analysis. Mutat Res Rev Mutat Res 2016; 770: 58-72. 10.1016/j.mrrev.2016.03.001
11. Ha M, Kwon H-J, Leem J-H, et al. Korean Environmental Health Survey in Children and Adolescents (KorEHS-C): survey design and pilot study results on selected exposure biomarkers. Int J Hyg Environ Health 2014; 217(2-3): 260-270 .10.1016/j.ijheh.2013.06.001
12. Wang Z, Zheng Y, Zhao B , et al. Human metabolic responses to chronic environmental polycyclic aromatic hydrocarbon exposure by a metabolomic approach. J Proteome Res 2015; 14(6): 2583-2593 . 10.1021/acs.jproteome.5b00134
13. Yang L, Yan K, Zeng D, et al .Association of polycyclic aromatic hydrocarbons metabolites and risk of diabetes in coke oven workers. Environmental Pollution 2017; 223: 305-310. 10.1016/j.envpol.2017.01.027
14. Ferguson KK, McElrath TF, Pace GG, et al. Urinary polycyclic aromatic hydrocarbon metabolite associations with biomarkers of inflammation, angiogenesis, and oxidative stress in pregnant women. Environ Sci Technol 2017; 51(8): 4652-4660. 10.1021/acs.est.7b01252
15. Xia Y, Zhu P, Han Y, et al. Urinary metabolites of polycyclic aromatic hydrocarbons in relation to idiopathic male infertility. Hum Reprod 2009; 24(5): 1067-1074. 10.1093/humrep/dep006
16. Jomova K, Baros S, Valko M. Redox active metal-induced oxidative stress in biological systems. Transition Met Chem 2012; 37: 127-134. 10.1007/s11243-012-9583-6
17. Sexton K, Salinas JJ, McDonald TJ, et al. Polycyclic aromatic hydrocarbons in maternal and umbilical cord blood from pregnant Hispanic women living in Brownsville, Texas. Int J Environ Res Public Health 2011; 8(8): 3365-3379. 10.3390/ijerph8083365
18. Baselt RC. Biological monitoring methods for industrial chemicals: Biomedical Publications Environ Monit Assess 1980; 1: 83-84. 10.1007/BF00836878
19. Tunsaringkarn T, Prueksasit T, Morknoy D, et al. Health risk assessment and urinary biomarkers of VOCs exposures among outdoor workers in urban area, Bangkok, Thailand. Int J Environ Pollut Solut 2014; 2: 32-46. 10.7726/ijeps.2014.1003
20. Ndilila W, Callan AC, McGregor LA, et al. Environmental and toenail metals concentrations in copper mining and non mining communities in Zambia. Int J Hyg Environ Health 2014; 217(1): 62-69. 10.1016/j.ijheh.2013.03.011
21. Yin S, Tang M, Chen F, et al. Environmental exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs): The correlation with and impact on reproductive hormones in umbilical cord serum. Environ Pollut 2017; 220: 1429-1437. 10.1016/j.envpol.2016.10.090
22. Abiri B, Ahmadi AR, Amini S, et al. Prevalence of overweight and obesity among Iranian population: a

systematic review and meta-analysis. J Health Popul Nutr 2023; 42(1): 70. 10.1186/s41043-023-00419-w
23. Pourfarzi F, Sadjadi A, Poustchi H, et al. Prevalence of overweight and obesity in Iranian population: A population-based study in northwestern of Iran 2022. J Public Health Res 2021; 11(1): 475. 10.4081/jphr.2021.2475
24. Chan MH-m, Merrill SM, Konwar C, et al. An integrative framework and recommendations for the study of DNA methylation in the context of race and ethnicity. Discov Soc Sci Health 2023; 3(1): 9. 10.1007/s44155-023-00039-z
25. Delcroix M-H, Delcroix-Gomez C, Marquet P, et al. Active or passive maternal smoking increases the risk of low birth weight or preterm delivery: Benefits of cessationand tobacco control policies 2023; 21: 72. 10.18332/tid/156854.
26. Khabour OF, Alzoubi KH, Bani-Ahmad M, et al. Acute exposure to waterpipe tobacco smoke induces changes in the oxidative and inflammatory markers in mouse lung. Inhal Toxicol 2012; 24(10): 667-675. 10.3109/08958378.2012.710918
27. Badran M, Laher I. Waterpipe (shisha, hookah) smoking, oxidative stress and hidden disease potential. Redox biology 2020; 34: 101455. 10.1016/j.redox.2020.101455
28. Jebai R, Ebrahimi Kalan M, Vargas-Rivera M, et al. Markers of oxidative stress and toxicant exposure among young waterpipe smokers in the USA. Environ Sci Pollut Res 2021;28(1): 26677-26683. 10.1007/s11356-021-12520-w
29. Smetanová S, Jbebli A, Kohoutek J, et al. Changing pattern of exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons over time in the Central European population. J Expo Sci Environ Epidemiol 2025; 36:1-15. 10.1038/s41370-025-00793-z
30. Braun M, Klingelhöfer D, Oremek GM, et al. Influence of second-hand smoke and prenatal tobacco smoke exposure on biomarkers, genetics and physiological processes in children—An overview in research insights of the last few years Int J Environ Res Public Health 2020; 17(9): 3212. 10.3390/ijerph17093212
31. Zhu X, Wu X, Jung KH, et al. Ambient concentrations and personal exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in an urban community with mixed sources of air pollution. J Expo Sci Environ Epidemiol 2011; 21(5): 437-449. 10.1038/jes.2011.2
32. Adetona O, Li Z, Sjödin A, et al. Biomonitoring of polycyclic aromatic hydrocarbon exposure in pregnant women in Trujillo, Peru—Comparison of different fuel types used for cooking. Environ Int 2013; 53: 1-8. 10.1016/j.envint.2012.11.010