دانشگاه علوم پزشکی
و خدمات بهداشتی و درمانی بوشهر

مقاله پژوهشی

مواجهه شغلی کارگران سفره‌خانه‌ها و کافه‌های سیگار با شاخص‌های فلزی دود تنباکو

doi 10.61882/ismj.28.1.554

داریوش رنجبر وکیل‌آبادی[1]، محمدرضا مسجدی[2]، نیلوفر برهانی یزدی[3]، حسین ارفعی‌نیا[1و4]

[1] گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی بوشهر، بوشهر، ایران
[2] مرکز تحقیقات کنترل دخانیات، جمعیت مبارزه با استعمال دخانیات ایران، تهران، ایران
[3] گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
[4] مرکز تحقیقات اعتیاد و سبک زندگی، دانشگاه علوم پزشکی بوشهر، بوشهر، ایران

چکیده

زمینه: دود قلیان و سیگار حاوی آلاینده‌های مختلفی از جمله فلزات سنگین سمی مانند آرسنیک، سرب و کادمیوم است که می‌تواند تهدیدی برای سلامت افراد در معرض باشد.

مواد و روش‌ها: در این تحقیق، شاخص‌های فلزی مواجهه با دود تنباکو (شامل آرسنیک، سرب و کادمیوم) در نمونه‌های ادرار افراد شاغل در سفره‌خانه‌ها و کافه‌های سیگاری شهر بوشهر، به‌منظور ارزیابی سطح مواجهه این گروه شغلی اندازه‌گیری شد. برای این کار، نمونه‌های ادرار از تعدادی از کارگران شاغل در کافه‌های دخانی گرفته شد و مقادیر آرسنیک، سرب و کادمیوم آن با دستگاه طیف‌سنجی پلاسمای جفت شده القایی (ICP-OES) تعیین گردید. نمونه‌های ادرار کارگران شاغل در کافه‌های غیر دخانی و همچنین تعدادی از جمعیت عمومی شهر بوشهر نیز برای مقایسه جمع‌آوری و آنالیز شدند.

یافته‌ها: این مطالعه نشان داد که میانگین غلظت آرسنیک در گروه مواجهه، گروه کنترل ۱ و گروه کنترل ۲ به‌ترتیب برابر با ۰/۸۹، ۰/۳۶ و ۰/۱۹ میکروگرم بر لیتر، میانگین غلظت سرب در این سه گروه به‌ترتیب برابر با ۶/۵۲، ۲/۶۸ و ۲/۳۸ میکروگرم بر لیتر و مقادیر کادمیوم نیز در این سه گروه به‌ترتیب برابر با ۱/۷۹، ۰/۴۱ و ۰/۳۵ میکروگرم بر لیتر بوده است. همچنان که مشاهده می‌گردد، اختلاف معنی‌داری بین غلظت آرسنیک، سرب و کادمیوم در ادرار افراد شاغل در کافه‌ها و گروه‌های کنترل وجود داشته است ($P<0/05$). آنالیزهای آماری نشان داد که نوع تنباکوی مصرفی به‌عنوان یک عامل تعیین‌کننده برای غلظت آرسنیک، سرب و کادمیوم در ادرار افراد شاغل در این کافه‌ها بوده است.

نتیجه‌گیری: بنابراین، بر اساس مشاهدات حاضر می‌توان نتیجه‌گیری کرد که این گروه شغلی به‌طور چشمگیری در معرض مقادیر بالایی از سه آلاینده سمی (آرسنیک، سرب و کادمیوم) قرار دارند.

واژگان کلیدی
کافه‌های قلیان و سیگار
دود تنباکو
فلزات سنگین
مواجهه شغلی
پایش بیولوژیک

***نویسنده مسئول**
حسین ارفعی‌نیا
Arfaeiniah@yahoo.com

دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۲۸
پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۰۹

پیام کلیدی: کارگران شاغل در سفره‌خانه‌ها و کافه‌های سیگار به‌طور چشمگیری در معرض آرسنیک، سرب و کادمیوم ناشی از دود تنباکو قرار دارند که سلامت آنان را تهدید می‌کند.

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-11]

[DOI: 10.61882/ismj.28.1.554]

Original Article

Occupational Exposure of Workers in Hookah Lounges and Tobacco Cafés to Metal Elements in Tobacco Smoke

10.61882/ismj.28.1.554

Dariush Ranjbar Vakilabadi[1], Mohmmad Reza Masjedi[2], Niloufar Borhani Yazdi[3], Hossein Arfaeinia[1, 4*]

[1] Department of Environmental Health Engineering, School of Health and Nutrition, Bushehr University of Medical Sciences, Bushehr, Iran
[2] Tobacco Control Research Center (TCRC), Iranian Anti-Tobacco Association, Tehran, Iran
[3] Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
[4] Addiction and Lifestyle Research Center, Bushehr University of Medical Sciences, Bushehr, Iran

Abstract

Background: Hookah and cigarette smoke contain various pollutants, including toxic heavy metals such as arsenic, lead, and cadmium, which can pose a threat to the health of exposed individuals.

Materials and Methods: This study aimed to assess occupational exposure by quantifying levels of metal biomarkers— including arsenic, lead, and cadmium—in urine samples collected from people working in hookah lounges and cigarette cafés in Bushehr. For this, urine samples were collected from a group of workers in smoking cafés, and the levels of arsenic, lead, and cadmium were quantified using inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES). For comparative purposes, samples from workers in non-smoking cafes and some people from the general population of Bushehr city were also gathered and analyzed.

Results: The findings of this study showed that the average concentration of arsenic in the exposure group, control group 1 and control group 2 is equal to 0.89, 0.36 and 0.19 µg/L, respectively, and the average concentration of lead in these three groups is equal to with 6.52, 2.68 and 2.38 µg/L and cadmium values in these three groups were equal to 1.79, 0.41 and 0.35 µg/L, respectively. As can be seen, there was a significant difference between the concentration of arsenic, lead and cadmium in the urine of people working in cafes and control groups (Pvalue<0.05). Statistical analyzes showed that the type of tobacco consumed was a determining factor for the concentration of arsenic, lead and cadmium in the urine of people working in these cafes.

Conclusion: According to the current findings, it can be claimed that this occupational group is heavily exposed to high levels of key pollutants associated with tobacco smoke (arsenic, lead, and cadmium).

Keywords
Hookah and Cigarette Cafés
Tobacco Smoke
Heavy Metals
Occupational Exposure
Biomonitoring

***Corresponding author**
Hossein Arfaeinia
arfaeiniah@yahioo.com

Received: 2024/04/16
Accepted: 2025/08/31

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-11]

[DOI: 10.61882/ismj.28.1.554]

مقدمه

مصرف قلیان سابقه‌ی طولانی دارد و به‌عنوان یک سرگرمی در کشورهای شرق مدیترانه، خاورمیانه، برخی کشورهای آمریکای جنوبی و برخی کشورهای آسیایی از جمله ایران رواج داشته است. اخیراً استعمال قلیان و سیگار در بین نوجوانان و جوانان شیوع بیشتری پیدا کرده است، به‌طوری که سازمان‌های مرتبط با بهداشت عمومی، مصرف تنباکو را به‌عنوان یک اپیدمی در مقیاس جهانی مطرح می کنند (۱). استعمال تنباکو سالانه حدود ۶ میلیون انسان را در دنیا به کام مرگ می‌فرستد (۲). 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 می شود (۳ و ۴). بیش از ۷۰۰۰ ترکیب شیمیایی آلی و غیرآلی، از کلاس‌های مختلف، در زمان استعمال تنباکو، در فاز گازی و ذره‌ای به هوای داخل کافه‌های دخانیات انتشار می‌یابند (۵ و ۶). از میان گونه‌های موجود در فاز ذرات، بسیاری از مطالعات علمی بر روی فلزات سنگین متمرکز شده است (۷ و ۸) و گزارش شده است که فلزات مختلفی از قبیل سرب، کادمیوم، منگنز، استرانسیوم، آنتیموان، روی و شبه فلز آرسنیک در دود تنباکو یافت شده است (۹). در مطالعه دیگری نیز گزارش شد که غلظت چشمگیری از فلزات سرطان‌زا مثل سرب (۱۱/۲ نانوگرم بر مترمکعب)، کادمیوم (۰/۳۸ نانوگرم بر مترمکعب)، و تالیوم (۱/۱۴ نانوگرم بر مترمکعب) در هوای داخل کافه‌های دخانیات مشاهده شده است (۱۰).

همچنان که در بالا ذکر گردید، یک دسته از آلاینده‌های موجود در دود تنباکو فلزات سنگین می‌باشد که اثرات سلامتی ناشی از مواجهه انسان با این آلاینده‌ها به خوبی مستند شده است و شدت این اثرات عمدتاً به مدت زمان مواجهه و غلظت فلز بستگی دارد (۱۱ و ۱۲). مواجهه با فلزات سنگین هم اثر کوتاه‌مدت و هم طولانی‌مدت بر سلامتی انسان دارد. علایمی از قبیل سردرد، سرگیجه، درد شکم، تحریک دستگاه تنفس و زخم‌های پوستی با مواجهه کوتاه‌مدت با فلزات سنگین مرتبط است (۱۳ و ۱۴). مواجهه بلندمدت با آن‌ها نیز موجب اثراتی از قبیل کاهش فشارخون، عوارض سیستم اعصاب مرکزی، کم‌خونی، کاهش ضریب بهره هوشی و کاهش رشد جسمی و ذهنی کودکان، کاهش فرآیند تولید اسپرم و اختلال در فعالیت آنزیم‌های آن می‌گردد (۱۵ و ۱۶). برای مثال کروم شش ظرفیتی به‌عنوان ماده سرطان‌زا می‌تواند به‌طور گسترده‌ای بر روی بافت‌های مختلف بدن انسان‌ها اثرات مخربی داشته باشد و استنشاق آن‌ها در دراز مدت حتی می‌تواند باعث ایجاد سرطان شود (۱۷). همچنین، نیکل باعث ایجاد عوارض آلرژیک (درماتیت تماسی آلرژیک با نام خارش نیکلی) و سرطان‌زایی ناشی از استنشاق نیکل کربونیل و ذرات گرد و غبار نیکل می‌باشد (۱۸). کادمیوم می‌تواند در بدن تجمع پیدا کند و به‌دلیل مواجهه طولانی‌مدت موجب آسیب به کلیه‌ها و ساختار استخوان‌ها گردد (۱۹). آن‌ها همچنین می‌توانند در دراز مدت موجب سرطان گردند (۲۰). در نتیجه، باتوجه به موارد ذکر شده، می‌توان گفت که کارگران شاغل در کافه‌های دخانیات (قلیان و سیگار) یک گروه شغلی مهمی هستند که به‌طور بالقوه‌ای در معرض مواجهه با فلزات سنگین هستند و لذا ارزیابی مواجهه این افراد با فلزات سنگین از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. پایش زیستی یک روش قابل اعتمادی می‌باشد که به‌طور گسترده‌ای برای ارزیابی مواجهه انسان با آلاینده‌ها ، از جمله فلزات سنگین، هم در زمینه‌های شغلی و هم غیرشغلی به کار گرفته شده است. در همین راستا، ادرار یک بافت بیولوژیکی ایده‌آل بوده و جمع‌آوری آن نیز نسبتاً ساده و غیرتهاجمی است، بنابراین، در برنامه‌های پایش بیولوژیک، اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی یا متابولیت‌ها در ادرار بیشتر توصیه

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-11]

[DOI: 10.61882/ismj.28.1.554]

شده است (۲۱). به‌طور ویژه، از سطح آلاینده‌ها در نمونه‌های ادرار به‌عنوان یک شاخص برای پایش زیستی و ارزیابی مواجهه با آلاینده‌ها در گروه‌های مختلف شغلی از قبیل افسران پلیس راهنمایی و رانندگی (۲۲)، رانندگان موتورسیکلت و کامیون‌ها (۲۳)، کارگران معادن مس (۲۴)، کارگران پمپ بنزین‌ها (۲۵)، کارگران صنایع و پالایشگاه‌های نفت و پتروشیمی (۲۶)، کارگران صنایع رنگ نقاشی (۲۷)، فروشنده‌های خیابانی (۲۸)، کارگران تسهیلات کمپوست پسماند شهری (۲۹) و اپراتورهای دستگاه‌های اتوکلاو پسماندهای بیمارستانی (۳۰) استفاده شده است. بنابراین، از آن‌جایی که ادرار مسیر اصلی دفع بسیاری از فلزات می‌باشد، میزان فلزات موجود در ادرار می‌تواند منعکس‌کننده مواجهه قبلی طی چند ساعت یا روز و یک شاخص خوبی برای تجزیه و تحلیل خطر سلامتی باشد (۳۱). با این‌حال، با جستجوی به عمل آمده در پایگاه‌های اطلاعاتی مختلف مطالعات پراکنده‌ای در این زمینه صورت گرفته است که این مطالعات غالباً بر روی نمونه‌های محیطی نظیر گرد و غبارهای داخل کافه‌ها (۳۲)، نمونه‌های خاکستر و فیلتر سیگار (۳۳) یا برندهای مختلف سیگار و تنباکو (۳۴) بوده است. مطالعات انجام شده بر روی نمونه‌های انسانی نیز بیشتر در جمعیت عمومی بوده است. به‌طور مثال قادری و همکاران (۳۵)، مقادیر فلزات سنگین در نمونه‌های خون و ادرار افراد قلیانی را با افراد غیرقلیانی (به‌عنوان گروه کنترل) مورد بررسی قرار داده‌اند و گزارش کردند که میانگین سطح سرب و آرسنیک در خون، و تالیم در ادرار افراد قلیانی به‌طور معنی‌داری بیشتر از گروه کنترل است. با این‌حال، هیچ مطالعه‌ای در خصوص مقادیر فلزات شاخص مواجهه با تنباکو (سرب، کادمیوم و شبه فلز آرسنیک) در افراد شاغل در کافه‌های قلیان و سیگار به‌منظور بررسی مواجهه آن‌ها با فلزات سنگین یافت نشد. لذا، این پژوهش با هدف پایش بیولوژیک این فلزات بالقوه سمی (کادمیوم، سرب و آرسنیک) به‌عنوان شاخص مواجهه با دود تنباکو در کارگران سفره‌خانه‌ها و کافه‌های سیگار آن‌ها انجام شده است.

مواد و روش‌ها

طراحی مطالعه و انتخاب محل‌های نمونه‌برداری

در این مطالعه، ابتدا کافه‌های دخانیات[1] موجود در شهر بوشهر بررسی و لیست گردید. سپس، ۳۷ کافه دخانی (از مجموع ۵۷ کافه دخانی موجود در سطح شهر) به‌صورت تصادفی انتخاب گردید. برای این‌کار، ابتدا کافه‌های دخانی از ۱ تا ۵۷ کددهی شد و سپس از طریق فرمول‌نویسی در اکسل و با استفاده از عملگر تصادفی‌سازی زیر ۳۷ مورد به‌صورت تصادفی انتخاب شد (معادله ۱).

$$0 \le 57 \times \text{Rand}() \le 57 \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

بعد از این مرحله، ۳۷ کافه انتخاب شده لیست گردید و آدرس و اطلاعات آن‌ها جهت نمونه‌برداری فراهم گردید. علاوه‌بر این، ۱۷ کافه بدون استعمال تنباکو نیز به‌عنوان گروه کنترل ۱ انتخاب شدند.

همچنین، ۲۰ نفر از افراد غیرشاغل مراجعه‌کننده نیز به‌عنوان گروه کنترل ۲ نمونه‌های ادرار گرفته شد. قابل ذکر است افرادی که مبتلا به هرگونه بیماری بودند از مطالعه خارج شد تا از تأثیر احتمالی آن بر نتایج ممانعت گردد و تمامی افراد شرکت‌کننده سالم بودند. بعد از این مرحله، به کافه‌های انتخاب شده مراجعه کرده و قبل از شروع نمونه‌برداری، ابتدا توضیحات لازم جهت متقاعد کردن صاحبان و مدیران کافه‌ها و شاغلین برای کسب مجوز نمونه‌برداری به آن‌ها داده می‌شد. بعد از متقاعد شدن آن‌ها و گرفتن فرم رضایت‌نامه آگاهانه، عملیات نمونه‌برداری آغاز می‌شد.

[1] smoking cafe's

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-11]

[DOI: 10.61882/ismj.28.1.554]

جمع‌آوری داده‌ها و نمونه‌برداری

قبل از استارت نمونه‌برداری، با استفاده از چک‌لیست از پیش طراحی شده توسط محققین این مطالعه، اطلاعات زمینه‌ای[۲] هر کافه از قبیل تعداد سرویس داده شده در هر روز، نوع تنباکوی مصرفی (تنباکوی معطر میوه‌ای یا تنباکوی سنتی)، و فاصله کافه‌ها از ترافیک ثبت گردید. همچنین، اطلاعات افراد نمونه از قبیل سن، جنس، قد، وزن، BMI، استعمال دخانیات توسط افراد، مدت‌زمانی که در این کافه‌ها مشغول هستند، و استفاده از تجهیزات حفاظت شخصی نیز ثبت گردید. اطلاعات مربوط به هرکدام از کافه‌ها و هر کدام از افراد مورد مطالعه در جدول ۱ آورده شده است.

بعد از این مرحله، نحوه صحیح جمع‌آوری نمونه به شرکت‌کنندگان در مطالعه آموزش داده شد و بهترین روش برای جلوگیری از آلودگی جانبی احتمالی به آن‌ها نشان داده شد. سپس، به هر کدام از شرکت‌کنندگان ۲ ظروف نمونه‌برداری ادرار داده شد و یک نمونه قبل از شروع شیفت‌کاری و یک نمونه بعد از شیفت‌کاری از آن‌ها گرفته شد. نمونه‌های اول صبح به‌عنوان نمونه قبل از مواجهه و نمونه‌های بعد از شیفت‌کاری نیز به‌عنوان نمونه بعد از مواجهه در ظروف پلی‌اتیلنی ۱۰۰ میلی‌لیتری جمع‌آوری شدند. نمونه‌های ادرار جمع‌آوری شده بلافاصله توسط اسیدنیتریک با خلوص بالا اسیدی شدند و سپس برچسب‌گذاری و کددهی شدند و در کلدباکس در کنار یخ خشک به آزمایشگاه انتقال داده شدند. در آزمایشگاه نمونه‌ها فریز شده و به شکل مناسبی بسته‌بندی شدند و تا زمان آنالیزهای شیمیایی در دمای مناسب نگهداری شدند.

آماده‌سازی نمونه و تعیین فلزات سنگین

در این مطالعه، از دستگاه هضم میکروویو[۳] جهت هضم نمونه‌های ادرار با اسیدنیتریک استفاده گردید. در این دستگاه برنامه به کار گرفته شده برای هضم نمونه‌ها به این صورت بود: ۲/۵ دقیقه در ۲۵۰ وات، ۳/۵ دقیقه در ۰ وات، ۶ دقیقه در ۲۵۰ وات، ۶ دقیقه در ۴۰۰ وات، ۵ دقیقه در ۵۰۰ وات، ۹ دقیقه در ۴۰۰ وات و ۶ دقیقه برای تهویه. سپس ما برای آنالیز آرسنیک، سرب و کادمیوم در نمونه‌های ادرار هضم شده، از روش ارائه شده در مطالعه هیتلند (Heitland) و همکاران با کمی تغییرات استفاده کردیم (۳۶). به‌دلیل اینکه مواد مرجع استاندارد[۴] برای آرسنیک، سرب و کادمیوم ادرار در دسترس نبود، از یک سری نمونه ادرار اسپایک شده[۵] به‌عنوان کنترل کیفیت و تأیید دقت روش آنالیز استفاده شد (۳۷). برای این کار، مقادیر اندازه‌گیری شده برای نمونه‌های اسپایک شده با مقادیر مشاهده‌شده برای نمونه‌های فیلدی مورد مقایسه قرار گرفت و مطابق روش‌های محاسبات ارایه شده در مطالعات دیگر میزان دقت متدولوژیکال تخمین زده شد (۳۸). مقادیر بازیابی اسپایک[۶] برای فلزات مورد مطالعه بین حدود ۸۱ تا ۱۰۹ درصد به‌دست آمد. در حین انجام آنالیزها، اگر مقادیر به‌دست آمده برای آرسنیک، سرب و کادمیوم به‌طور چشمگیری با مقادیر واقعی[۷] اختلاف داشت، دستگاه‌های آنالیز با استانداردهای مخلوط آرسنیک، سرب و کادمیوم دوباره کالیبره شده و آنالیزها تکرار می‌گردید (۳۸). محدوده تشخیص[۸] برای آرسنیک، سرب و کادمیوم در نمونه‌های ادرار با روش به کار گرفته شده حدود ۰/۰۵ تا ۰/۳۰ میکروگرم بر لیتر به‌دست آمد و برای نمونه‌هایی که مقدار آن زیر حد

[2] Background information
[3] Closed vessel microwave digestion system
[4] Certified reference materials (CRMs)
[5] Spiked pooled urine sample
[6] Spike recovery
[7] Actual concentrations
[8] The limits of quantification (LOQ)

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-11]
[DOI: 10.61882/ismj.28.1.554]

تشخیص[9] (LOD) به‌دست می‌آمد، مقدار آن را LOD/2 در نظر گرفته می‌شد.

تجزیه و تحلیل آماری

آنالیزهای آماری این مطالعه توسط نرم‌فزار مایکروسافت Exell و Spss ویرایش ۲۱ انجام گردید. نرمالیته توزیع داده‌های مربوط به هرکدام از متغیرها با استفاده از آزمون شاپیرو ویلک[10] مورد ارزیابی قرار گرفت. تفاوت بین غلظت ادراری آرسنیک، سرب و کادمیوم بین گروه‌های مواجهه و کنترل، همچنین بین مقادیر قبل و بعد از شیفت‌کاری توسط آزمون ناپارمتریک من- ویتنی یو[11] مورد بررسی قرار گرفت. باتوجه به غیرنرمال بودن توزیع غلظت‌های آرسنیک، سرب و کادمیوم، برای آنالیز رگرسیون خطی چندمتغیره[12]، مقادیر غلظت این عناصر به‌صورت لگاریتمی تبدیل شدند. این آنالیز جهت بررسی ارتباط بین غلظت ادراری آرسنیک، سرب و کادمیوم با متغیرهای مستقل شامل سن، BMI، استعمال دخانیات توسط افراد، نوع تنباکوی مصرفی (تنباکوی معطر میوه‌ای، تنباکوی سنتی و سیگار)، فاصله از ترافیک، مدت زمانی که در این کافه‌ها مشغول هستند، و استفاده از تجهیزات حفاظت شخصی به کار گرفته شد.

یافته‌ها

مشخصات کلی افراد مورد مطالعه

در این مطالعه، مجموعاً ۳۷ نفر از افراد شاغل از کافه‌های دخانیات به‌عنوان گروه مواجهه در نظر گرفته شدند. همین طور دو گروه غیرمواجهه شامل ۱۷ نفر از افراد شاغل در کافه‌های غیردخانی (گروه کنترل ۱) و ۲۰ نفر از جمعیت عمومی (گروه کنترل ۲) انتخاب گردیدند. مشخصات کلی این گروه‌های مورد مطالعه بر اساس چک‌لیست‌های به کار گرفته شده به‌دست آمده و در جدول ۱ آورده شده است. همچنان که مشاهده می‌گردد، همه افراد مورد مطالعه مرد بودند و میانگین سنی آن‌ها در افراد شاغل در کافه‌های دخانی، گروه کنترل ۱ و گروه کنترل ۲ به‌ترتیب برابر ۳۴، ۳۲ و ۳۵ سال بوده است. افراد شرکت‌کننده در گروه کنترل ۱ کمی کم سن‌تر از دو گروه دیگر بوده‌اند. تفاوت معنی‌داری بین وزن، قد و شاخص BMI در گروه‌های مواجهه و کنترل وجود نداشته است. مطابق طبقه‌بندی سازمان جهانی بهداشت[13] اکثر افراد مورد مطالعه در طبقه با وزن نرمال و کمی چاق قرار داشته است و تنها ۹ درصد از افراد مورد مطالعه چاق بوده‌اند. اکثر افراد شرکت‌کننده از گروه مواجهه دارای وضعیت اجتماعی- اقتصادی و آموزشی پایینی بودند. اختلاف معنی‌داری (P<۰/۰۵) بین سابقه کار شاغلین در کافه‌های دخانیات و گروه کنترل ۱ وجود داشت به‌طوری که افراد شاغل در کافه‌های غیردخانی (گروه کنترل ۱) مدت زمان بیشتری بود که به‌کار گرفته شده بودند. اکثر افراد شرکت‌کننده تنباکو از نوع معطر را استعمال می‌کرده‌اند. متأسفانه تعداد بسیار کمی از افراد شاغل در کافه‌های دخانیات از تجهیزات حفاظت فردی استفاده می‌کرده‌اند (حدود ۵ درصد).

[9] The limit of Detection
[10] Shapiro–Wilk
[11] Mann-Whitney U
[12] Multiple linear regression analysis
[13] World Health Organization (WHO)

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-11]

[DOI: 10.61882/ismj.28.1.554]

جدول ۱. مشخصات کلی شرکت‌کنندگان در مطالعه

مشخصات افراد شرکت‌کننده		گروه مواجهه	گروه کنترل ۱	گروه کنترل ۲
تعداد افراد		۳۷	۱۷	**۲۰**
جنسیت		آقا (۱۰۰ درصد)	آقا (۱۰۰ درصد)	آقا (۱۰۰ درصد)
سن (سال)		۲/۶۷±۳۳	۳/۰۶±۳۲	۲/۵۶±۳۵
قد (سانتی‌متر)		۳/۸۹±۱۷۲	۵/۴۳±۱۷۵	۶/۰۶±۱۷۷
وزن (کیلوگرم)		۶/۷۷±۷۸	۶/۰۹±۸۰	۷/۳۳±۷۸
شاخص توده بدنی (BMI)		۱/۱۲±۲۶/۴۱	۱/۳۴±۲۷/۱۶	۱/۰۵±۲۷/۶۷
سطح سواد (%)	بی‌سواد/ ابتدایی	۲۹/۷۲	۲۰/۵۸	-
	راهنمایی/ دبیرستان	۴۳/۲۴	۲۹/۴۲	۴۳/۳۳
	دانشگاهی	۲۷/۰۱	۵۰	۵۶/۶۷
سابقه کار (ماه)		۶/۱۲±۱۸/۷۸	۵/۳۷±۲۱/۱۶	-
نوع تنباکوی مصرفی (%)	میوه‌ای	۳۲/۶۳	-	-
	سنتی	۲۴/۴۳	-	-
	سیگار	۳۵/۱۳	-	-
	هیچکدام	۱۰/۸۱	۱۰۰	۱۰۰
ترافیک محل زندگی	سنگین	۴۰/۵۴	۲۶/۴۸	۲۳/۳۳
	متوسط	۳۵/۱۲	۴۴/۱۱	۴۳/۳۴
	سبک	۲۴/۳۲	۲۹/۴۱	۳۳/۳۳
استفاده از وسایل حفاظت فردی	خیر	۶۷/۵۶	-	-
	گهگاهی	۲۱/۶۲	۲۹/۴۱	-
	همیشه	۱۰/۸۱	۷۰/۵۹	-

مقادیر شاخص‌های فلزی مواجهه با دود تنباکو (آرسنیک، سرب و کادمیوم) در ادرار افراد مورد مطالعه

ادرار مسیر اصلی دفع بسیاری از فلزات از بدن می‌باشد و میزان فلزات ادراری می‌تواند به‌عنوان یک شاخص بیولوژیکی جهت انعکاس مواجهه اخیر (چند ساعت تا چند روز) باشد (۳۹ و ۴۰). در این مطالعه غلظت آرسنیک، سرب و کادمیوم در نمونه‌های ادرار جمع‌آوری شده از گروه‌های مواجهه (شامل کارگران کافه‌های قلیان و سیگار) و گروه‌های کنترل ۱ و ۲ مورد آنالیز قرار گرفت و نتایج آماری آن درجدول ۲ آورده شده است.

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-11]

[DOI: 10.61882/ismj.28.1.554]

جدول ۲. آنالیز آماری غلظت آرسنیک، سرب و کادمیوم در نمونه‌های ادرار (میکروگرم بر لیتر) در افراد گروه مواجهه، گروه کنترل ۱ و کنترل ۲

فلزات			گروه مواجهه		گروه کنترل ۱		گروه کنترل ۲
	LOD	LOQ	میانگین±انحراف معیار	مقایسه با گروه کنترل۱	میانگین±انحراف معیار	مقایسه با گروه کنترل۲	میانگین±انحراف معیار
آرسنیک	۰/۰۱۵	۰/۰۵	۰/۸۹±۰/۲۳	معنی‌دار (P<۰/۰۵)	۰/۳۶±۰/۱۶	معنی‌دار (P<۰/۰۵)	۰/۱۹±۰/۱۰
سرب	۰/۰۹۵	۰/۳۰	۶/۵۲±۲/۱۱	معنی‌دار (P<۰/۰۵)	۲/۶۸±۱/۶۲	معنی‌دار (P< ۰/۰۵)	۲/۳۸±۱/۲۸
کادمیوم	۰/۰۶۵	۰/۲۰	۱/۷۹±۰/۵۳	معنی‌دار (P<۰/۰۵)	۰/۴۱±۰/۳۴	معنی‌دار (P<۰/۰۵)	۰/۳۵±۰/۲۶

همچنان که مشاهده می‌گردد، میانگین غلظت شبه فلز آرسنیک در گروه مواجهه، گروه کنترل ۱ و گروه کنترل ۲ به‌ترتیب برابر با ۰/۸۹، ۰/۳۶ و ۰/۱۹ میکروگرم بر لیتر، میانگین غلظت سرب در این سه گروه به‌ترتیب برابر با ۶/۵۲، ۲/۶۸ و ۲/۳۸ میکروگرم بر لیتر و مقادیر کادمیوم نیز در این سه گروه به‌ترتیب برابر با ۱/۷۹، ۰/۴۱ و ۰/۳۵ میکروگرم بر لیتر بوده است. همچنان که مشاهده می‌گردد، اختلاف معنی‌داری بین غلظت آرسنیک، سرب و کادمیوم در ادرار افراد شاغل در کافه‌ها و گروه‌های کنترل وجود داشته است (P<۰/۰۵). بنابراین، می‌توان قویاً بیان کرد که کار کردن در کافه‌های دخانیات یک منبع چشم‌گیری از مواجهه با آلاینده‌های مختلف از جمله آرسنیک، سرب و کادمیوم می‌باشد (۹). مطالعات متعددی ارتباط بین غلظت فلزات ادراری را با مواجهه‌های شغلی نشان داده‌اند (۴۱ و ۴۲). برای مثال، آسانته (Asante) و همکاران گزارش کردند که غلظت سرب در نمونه‌های ادرار افراد شاغل در محیط‌های بازیافت زباله‌های الکترونیک (۶/۰۶ نانوگرم بر میلی‌لیتر) به‌طور معنی‌داری از افراد موجود در منطقه رفرنس[14] (۲/۳۴ نانوگرم بر میلی‌لیتر) بوده است (۴۳). زدروولی (Zdruli) و همکاران نیز مشاهده کردند که فعالیت در محیط‌های شغلی (معدن) موجب افزایش در میزان کادمیوم ادراری افراد می‌گردد (۴۴). در مطالعه‌ای که اوماری (Omari) و همکاران انجام دادند، غلظت بالایی از سرب را در دود سیگار مارک‌های مختلف فروخته شده در کشور کنیا گزارش کردند (۴۵). فرومه (Fromme) و همکاران نیز در مطالعه دیگری گزارش کردند که غلظت چشم‌گیری از فلزات سرطان‌زا مثل سرب (۱۱/۲ نانوگرم بر مترمکعب) ، کادمیوم (۰/۳۸ نانوگرم بر مترمکعب)، و تالیوم (۱/۱۴ نانوگرم بر مترمکعب) در هوای داخل کافه‌های مصرف دخانیات مشاهده شده است (۱۰). اکثر فلزات سنگین مشاهده شده در دود تنباکو ناشی از سوختن برگ تنباکو می‌باشند. تنباکو گیاهی سریع‌الرشد می‌باشد که همانند بقیه درختان طبیعی، فلزات سنگین موجود در خاک را در بافت خود جذب می‌کند (۴۶). همچنین تنباکو گیاهی حساس می‌باشد و در نتیجه برای ابتلا به بسیاری از بیماری‌ها مستعد می‌باشد، به همین دلیل کشاورزان مجبورند از انواع کودهای شیمیایی، علف‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها برای حفاظت از این گیاهان در برابر آفات استفاده کنند و این آفت‌کش‌ها معمولاً در ساختار خود حاوی فلزات سنگین می‌باشند و وارد بخش‌های مختلف گیاه تنباکو می‌شوند و هنگام سوختن تنباکو این فلزات

[14] Reference area

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-11]

[DOI: 10.61882/ismj.28.1.554]

در دود خروجی از آن آزاد شده و افراد در معرض دود را تحت تأثیر قرار می‌دهند (۴۷). به‌طور کلی، با توجه به مقادیر بالای فلزات سنگین در ادرار شاغلین کافه‌های قلیان و سیگار، می‌توان این‌گونه ادعا کرد که این افراد به شدت در معرض خطرات جدی سلامتی می‌باشند. در تأیید این ادعا، باید ذکر گردد که در مطالعات گذشته ارتباط بین فلزات سنگین ادراری و افزایش بیماری شریان محیطی[15] (۴۸)، ارتباط بین مواجهه با فلزات سنگین، سیگارکشیدن و سرطان پانکراس (۴۹)، و همین‌طور ارتباط بین مواجهه با فلزات سنگین، سیگار کشیدن و دیابت نیز گزارش گردیده است (۵۰). در مطالعه‌ای دیگر، ارتباط بین سابقه سیگار و تجمع کادمیوم در بافت ریه نیز گزارش شده است (۵۱).

باید ذکر گردد که نیمه عمر بیولوژیکی برخی از فلزات ۲۵-۲۰ سال نیز می‌باشد و در نتیجه به‌دلیل نیمه عمر بیولوژیکی بالای خود می‌تواند در نقاط مختلف بدن افراد سیگاری تجمع بیولوژیکی داشته باشد (۵۲).

بررسی تاثیر فاکتورهای سبک زندگی و شغلی بر مقادیر ادراری شاخص‌های فلزی مواجهه با دود تنباکو (آرسنیک، سرب و کادمیوم)

جهت بررسی ارتباط بیان مقادیر آرسنیک، سرب و کادمیوم اندازه‌گیری شده در نمونه‌های ادرار کارکنان کافه‌های قلیان و سیگار با متغیرهای تأثیرگذار شغلی و فردی، آنالیز رگرسیون چندگانه[16] (MLR) به‌کار گرفته شد و نتایج آن در جدول ۳ و شکل ۱ آورده شده است. در این مدل، بر اساس ضریب رگرسیون[17] و P.value به‌دست آمده، ارتباط بین مقادیر آرسنیک، سرب و کادمیوم مشاهده شده با این فاکتورها مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. بر اساس این جدول نوع تنباکو، تعداد سرویس در روز، فاصله کافه از ترافیک و همچنین استفاده از تجهیزات حفاظت شخصی به‌عنوان متغیرهای تعیین‌کننده غلظت ادراری آرسنیک، سرب و کادمیوم شناخته شدند. سایر فاکتورهای بررسی شده شامل سن، BMI، سطح سواد و مدت زمان کار در کافه ارتباط معنی‌داری با غلظت ادراری آرسنیک، سرب و کادمیوم مشاهده نشد.

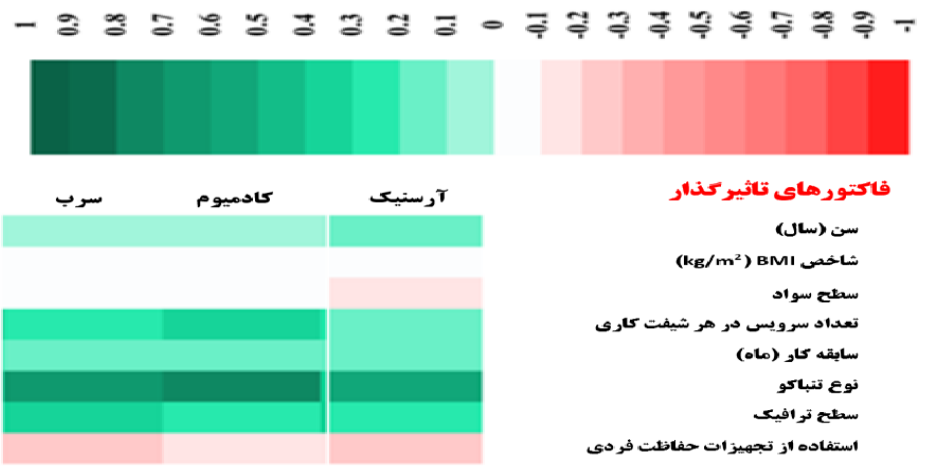
[15] Peripheral Artery Disease
[16] Multiple regression analysis
[17] Regression coefficients

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-11]

[DOI: 10.61882/ismj.28.1.554]

جدول ۳. آنالیز رگرسیون چندگانه[18] (MLR) برای آنالیز تأثیر فاکتورهای شغلی و سبک زندگی بر مقادیر ادراری شاخص‌های فلزی مواجهه با دود تنباکو (آرسنیک، سرب و کادمیوم)

فاکتور تأثیرگذار	آرسنیک	کادمیوم	سرب
سن	۰/۱۰۹(۰/۳۳)	۰/۰۷۶(۰/۵۴)	۰/۰۹۱(۰/۶۹)
شاخص BMI	-۰/۰۱۲(۰/۴۹)	-۰/۰۰۹(۰/۶۵)	-۰/۰۰۷(۰/۶۷)
سطح سواد	-۰/۱۰۹(۰/۵۵)	-۰/۰۱۹(۰/۳۵)	-۰/۰۱۷(۰/۶۳)
تعداد سرویس در هر شیفت‌کاری	۰/۱۸۹(۰/۰۲)	۰/۳۸۲(۰/۰۳)	۰/۲۱۳(۰/۰۳)
سابقه کار	۰/۱۲۱(۰/۳۷)	۰/۱۲۹(۰/۴۹)	۰/۱۵۳(۰/۴۱)
نوع تنباکو	۰/۵۳۳(۰/۰۱)	۰/۷۸۴(۰/۰۱)	۰/۶۵۶(۰/۰۱)
ترافیک نزدیک محل سکونت	۰/۲۱۳(۰/۰۳)	۰/۲۸۱(۰/۰۲)	۰/۳۸۲(۰/۰۲)
استفاده از تجهیزات حفاظت فردی	-۰/۲۱۶(۰/۰۳)	-۰/۱۸۹(۰/۰۳)	-۰/۲۳۹(۰/۰۳)



شکل ۱. آنالیز رگرسیون خطی چندگانه از غلظت آرسنیک، سرب و کادمیوم متأثر از فاکتورهای تأثیرگذار

Fig 1. Multiple linear regression analysis of arsenic, lead, and cadmium concentrations affected by influencing factors

مشاهده می‌گردد که یک ارتباط مثبت و معنی‌داری (P<۰/۰۱) بین مقادیر ادراری آرسنیک، سرب و کادمیوم و نوع تنباکو وجود دارد و افرادی که مصرف تنباکوی معطر داشتند مقادیر بالاتری از این سه فلز در ادرار آن‌ها مشاهده گردید. تنباکوهای معطر حاوی مقادیر بالایی از ترکیبات شیمیایی آلی، آروما، اسانس‌ها و افزودنی‌های طعم‌دهنده می‌باشند که در طی فرایند فرآوری به این نوع از تنباکوها افزوده می‌گردند (۵۳). در نتیجه، این نوع تنباکو به هنگام سوختن، مقادیر بالاتری از آلاینده‌های مختلف هوا در فضای داخل کافه‌ها انتشار پیدا می‌کند و به تبع آن، افراد شاغل در این کافه‌ها در معرض غلظت‌های بالاتری از آلاینده‌ها قرار می‌گیرند (۵۴ و ۵۵). بنابراین، غلظت بالای فلزات سنگین ادراری در این کافه‌ها می‌تواند به‌دلیل

[18] Multiple regression analysis

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-11]

[DOI: 10.61882/ismj.28.1.554]

فوق‌الذکر باشد. در تأیید این گفته‌ها، باید ذکر گردد که ندافی و همکاران (۵۶) مقادیر بالاتری از PAHs، ذرات، فرمالدئید و استالدئید را در هوای داخل کافه‌های با مصرف تنباکوی معطر نسبت به کافه‌های با مصرف تنباکوی سنتی گزارش کردند. مسجدی و همکاران نیز مشاهده کردند که مقادیر آلاینده‌های گازی‌شکل از قبیل CO، فرمالدئید و نیکوتین در هوای داخلی کافه‌های با عرضه تنباکوی معطر بیشتر بوده است (۴). علاوه‌بر این، به‌دلیل طعم شیرین و خوشمزه دود این نوع تنباکو و همچنین دیر سوزتر بودن آن، استعمال تنباکوی معطر یک فعالیت سرگرم‌کننده برای جوانان می‌باشد و آن‌ها تمایل دارند مدت زمان بیشتری را در این کافه‌ها بگذرانند. در نتیجه، این افراد در تماس با غلظت بالاتری از آلاینده‌ها قرار می‌گیرند (۵۵ و ۵۷).

یک ارتباط مثبت و معنی‌داری ($P<0/05$) نیز بین غلظت ادراری آرسنیک، سرب و کادمیوم با تعداد سرویس در روز و فاصله کافه از ترافیک یافت گردید. با بالارفتن تعداد سرویس‌ها در داخل کافه‌ها، میزان دود تنباکوی انتشار یافته به درون هوای داخلی بالاتر رفته و به تبع آن غلظت‌های بالاتری از آلاینده‌ها تولید شده و افراد شاغل و مشتریان کافه‌ها را در معرض قرار می دهد (۴، ۵۴ و ۵۵). دانسیته ترافیکی منطقه‌ای که افراد شرکت‌کننده در مطالعه در آن زندگی می‌کنند نیز یک فاکتور تأثیرگذار بر مقادیر ادراری آرسنیک، سرب و کادمیوم اندازه‌گیری شده بوده است (جدول ۳). این نتایج همسو با مطالعات پیشین است که نشان داده‌اند افرادی که در نزدیکی جاده‌های پرترافیک زندگی می‌کنند، به‌دلیل مواجهه بیشتر با آلاینده‌های هوا، غلظت بالاتری از این فلزات سنگین را در بدن خود دارند (۵۸ و ۵۹). بنابراین، ترکیب عوامل افزایش تعداد سرویس‌ها در کافه‌ها و زندگی در مناطق با ترافیک بالا، می‌تواند نقش مهمی در افزایش قرارگیری در معرض آلاینده‌های خطرناک و مسمومیت‌های احتمالی ناشی از آن‌ها داشته باشد که نیازمند توجه ویژه به کنترل منابع آلوده‌کننده و ارتقاء کیفیت هوای محیط‌های کاری و مسکونی است.

یک ارتباط منفی و معنی‌داری بین استفاده ازتجهیزات حفاظت شخصی (نظیر ماسک N95) و غلظت ادراری آرسنیک، سرب و کادمیوم مشاهده گردید ($P<0/05$). این رابطه منفی به خوبی می‌تواند اثر مثبت استفاده از تجهیزات حفاظت فردی را در جلوگیری از ورود ذرات معلق به دستگاه تنفسی توضیح دهد (۶۰). مطالعات متعددی نشان داده‌اند که ذرات معلق موجود در هوا به‌عنوان حامل آلاینده‌های فلزی می‌توانند از طریق استنشاق وارد بدن شده و موجب آسیب‌های جدی بشوند. از آنجا که بخش عمده فلزات سنگین منتشر شده در هوا به شکل ذرات معلق وجود دارد (۶۱ و ۶۲)، استفاده از فیلترها و ماسک‌های استاندارد (نظیر ماسک‌های N95 و فیلترهای مشابه) به‌عنوان سد دفاعی اولیه در برابر جذب این آلاینده‌ها عمل می‌کند (۶۰). این تجهیزات به‌دلیل ساختار ویژه و قابلیت فیلتراسیون بسیار بالا توانایی جلوگیری از نفوذ ذرات معلق هوا را دارند که این ذرات غالباً حامل فلزات سنگینی چون آرسنیک، سرب و کادمیوم هستند (۶۳). بنابراین، کاهش مشاهده شده در غلظت ادراری این فلزات می‌تواند ناشی از کاهش مستقیم مواجهه افراد با ذرات آلاینده باشد.

محدودیت‌های مطالعه و ایده‌هایی برای مطالعات آینده

مطالعه حاضر یک سری محدودیت‌هایی دارد که در استفاده از نتایج آن به‌طور گسترده و برای کافه‌های دخانیات در دیگر نقاط دنیا باید در نظر گرفته شود. اولین محدودیتی که این مطالعه دارد، اندازه کم نمونه‌ها می‌باشد و می‌طلبد که مطالعات بعدی به‌صورت جامع‌تر و با تعداد نمونه‌های بیشتری انجام گردد. علاوه‌بر این، آلاینده‌هایی که در این

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-11]

[DOI: 10.61882/ismj.28.1.554]

مطالعه مورد ارزیابی قرار گرفتند محدود به فلزات سنگین بودند، در حالی‌که سایر آلاینده‌های خطرناک و سمی موجود در دود تنباکو در ادرار افراد مورد مواجهه به‌دلیل کمبود تجهیزات نمونه‌برداری و آنالیز و همچنین کمبود بودجه تحقیقاتی مورد مطالعه قرار نگرفتند و می‌توانند ایده‌های جذابی برای مطالعات آینده باشند. علاوه‌بر این، دود قلیان و سیگار تنها منبع مواجهه افراد با آرسنیک، سرب و کادمیوم در این کافه‌ها نیستند و منابع دیگری از قبیل آب آشامیدنی، مواد غذایی مورد استفاده و غیره نیز می‌توانند منابع دیگری برای ورود فلزات سنگین به بدن افراد در این کافه‌ها باشند. بنابراین، لازم است که این فلزات، علاوه‌بر نمونه‌های ادرار، در نمونه‌های آب آشامیدنی، مواد غذایی عرضه شده در این کافه‌ها و سایر موارد مشابه، با استفاده از یک مطالعه جامع‌تر و دقیق‌تر بررسی شوند. همچنین، بررسی دقیق‌تر مکانیسم افزایش استرس اکسیداتیو ایجاد شده توسط آرسنیک، سرب و کادمیوم موجود در دود تنباکو نیازمند مطالعات دقیق‌تری می‌باشد.

نتیجه‌گیری

این مطالعه، اولین کار جهت بررسی مقادیر ادراری شاخص‌های فلزی مواجهه با دود تنباکو (آرسنیک، سرب و کادمیوم) در افراد شاغل در کافه‌های قلیان و سیگار بود و یک سری محدودیت‌هایی هم داشت با این‌حال، نتایج ارزنده‌ای داشت که نشان داد مواجهه این افراد با فلزات سنگین به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای بالا می‌باشد. یافته‌های این مطالعه نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین آرسنیک، سرب و کادمیوم ادراری در افراد مواجهه با گروه‌های کنترل وجود دارد. نتایج تأیید کرد که کار کردن در کافه‌های قلیان و سیگار به‌عنوان یک خطر شغلی بالقوه از لحاظ مواجهه با آرسنیک، سرب و کادمیوم می‌باشد. این مطالعه همچنین نشان داد که "نوع تنباکوی مصرفی" می‌توانند به‌عنوان یک متغیر تعیین‌کننده برای غلظت ادراری آرسنیک، سرب و کادمیوم شناخته شوند. به‌طوری که افرادی که در کافه‌های با استعمال تنباکوی میوه‌ای شاغل بودند، مقادیر بالاتری از آرسنیک، سرب و کادمیوم در نمونه‌های ادرار آن‌ها مشاهده گردید. علاوه‌بر این، تعداد سرویس در روز، فاصله از ترافیک و استفاده از وسایل حفاظت فردی نیز سه فاکتور تعیین‌کننده در غلظت ادراری آرسنیک، سرب و کادمیوم در افراد شاغل در کافه‌های قلیان و سیگار بوده‌اند. بر اساس نتایج مطالعه حاضر می‌توان بیان کرد که افراد شاغل در کافه‌های قلیان/ سیگار در معرض خطر سلامتی بالایی قرار دارند. بنابراین، استراتژی‌های محافظتی مؤثر جهت کاهش مواجهه این افراد و کاهش مقادیر آلاینده‌های شیمیایی مختلف در هوای داخل کافه‌ها نیاز می‌باشد.

سپاس و قدردانی

این پروژه پژوهشی با حمایت مالی معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش بنیان، بنیاد ملی علم ایران با مجوز شماره ۹۹۰۰۱۱۱۱ اجرا گردید. لذا، نویسندگان این مطالعه از معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش بنیان، بنیاد ملی علم ایران تشکر و قدردانی می‌کنند.

تضاد منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

References:

1.Asfar T, Ward KD, Eissenberg T, Maziak W. 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

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-11]

[DOI: 10.61882/ismj.28.1.554]

2.WHO. Media centre. Available on: ⟨http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs339/en/⟩. Updated 2017. Last accessed: October. 2017.
3.Drago G, Perrino C, Canepari S, et al. Relationship between domestic smoking and metals and rare earth elements concentration in indoor PM 2.5 .Environmental research 2018; 165: 71-80. 10.1016/j.envres.2018.03.026
4.Masjedi MR, Taghizadeh F, Hamzehali S, et al. Air pollutants associated with smoking in indoor/outdoor of waterpipe cafés in tehran, Iran: Concentrations, afecting factors and health risk assessment. Sci Rep 2019; 9(1): 3110. 10.1038/s41598-019-39684-3
5.Rodgman A, Perfetti TA. The chemical components of tobacco and tobacco smoke: CRC press; 2016. https://www.amazon.com/Chemical-Components-Tobacco-Smoke/dp/1466515481
6.Heydari G, Taghizdeh F, Fazlzadeh M, et al. Levels and health risk assessments of particulate matters (PM 2.5 and PM 10) in indoor/outdoor air of waterpipe cafés in Tehran, Iran. Environ Sci Pollut Res Int 2019; 26 (7): 7205-7215. 10.1007/s11356-019-04202-5
7.Verma S, Yadav S, Singh I. Trace metal concentration in different Indian tobacco products and related health implications. Food Chem Toxicol 2010; 48(8-9): 2291-2297. 10.1016/j.fct.2010.05.062
8.Lugon-Moulin N, Zhang M, Gadani F, et al. Critical review of the science and options for reducing cadmium in tobacco (Nicotiana tabacum L.) and other plants. Advances in agronomy 2004; 83: 112-181. 10.1016/S0065-2113(04)83003-7
9.Swami K, Judd CD, Orsini J. Trace metals analysis of legal and counterfeit cigarette tobacco samples using inductively coupled plasma mass spectrometry and cold vapor atomic absorption spectrometry. Spectroscopy Letters 2009; 42(8): 479-490. 10.1080/00387010903267799
10.Fromme H, Dietrich S, Heitmann D, et al. Indoor air contamination during a waterpipe (narghile) smoking session. Food Chem Toxicol 2009; 47(7): 1636-1641. 10.1016/j.fct.2009.04.017
11.Asante KA, Agusa T, Biney CA, et al. Multi-trace element levels and arsenic speciation in urine of e-waste recycling workers from Agbogbloshie, Accra in Ghana. Sci Total Environ 2012; 424: 63-73. 10.1016/j.scitotenv.2012.02.072
12.Jafari AJ, Kermani M, Kalantary RR, et al. The effect of traffic on levels, distribution and chemical partitioning of harmful metals in the street dust and surface soil from urban areas of Tehran, Iran. Environmental earth sciences 2018; 77(2): 38. 10.1007/s12665-018-7226-8
13.Ghezel-Ahmadi D, Engel A, Weidemann J, et al. Heavy metal exposure in patients suffering from electromagnetic hypersensitivity .Sci Total Environ 2010; 408(4): 774-778. 10.1016/j.scitotenv.2009.11.023
14.Arfaeinia H, Dobaradaran S, Moradi M, et al. The effect of land use configurations on concentration, spatial distribution, and ecological risk of heavy metals in coastal sediments of northern part along the Persian Gulf. Sci Total Environ 2019; 653: 783-791. 10.1016/j.scitotenv.2018.11.009
15.Pan J, Plant JA, Voulvoulis N, et al. Cadmium levels in Europe: implications for human health. Environ Geochem Health 2010; 32(1): 1-12. 10.1007/s10653-009-9273-2
16.Ajab H, Yasmeen S, Yaqub A, et al. Evaluation of trace metals in tobacco of local and imported cigarette brands used in Pakistan by spectrophotometer through microwave digestion. J Toxicol Sci 2008; 33(4): 415-420. 10.2131/jts.33.415
17.Hedberg Y, Gustafsson J, Karlsson HL, et al. Bioaccessibility, bioavailability and toxicity of commercially relevant iron-and chromium-based particles: in vitro studies with an inhalation perspective. Part Fibre Toxicol 2010; 7(1): 23. 10.1186/1743-8977-7-23
18.Kang GS, Gillespie PA, Gunnison A, et al. Long-term inhalation exposure to nickel nanoparticles exacerbated atherosclerosis in a susceptible mouse model. Environ Health Perspect 2010; 119(2): 176-181. 10.1289/ehp.1002508
19.Koppen G, Den Hond E, Nelen V, et al. Organochlorine and heavy metals in newborns: results from the Flemish Environment and Health Survey (FLEHS 2002–2006). Environ Int 2009; 35(7): 1015-1022. 10.1016/j.envint.2009.05.002
20.Roberts JW, Wallace LA, Camann DE, et al. Monitoring and reducing exposure of infants to pollutants in house dust. Rev Environ Contam Toxicol 2009; 201: 1-39. 10.1007/978-1-4419-0032-6_1
21.Baselt RC. Biological monitoring methods for industrial chemicals: Biomedical Publications Davis, CA; 1980. https://www.amazon.com/Biological-monitoring-methods-industrial-chemicals/dp/0931890047
22.Manini P, De Palma G, Andreoli R, et al. Occupational exposure to low levels of benzene :biomarkers of exposure and nucleic acid oxidation and their modulation by polymorphic xenobiotic metabolizing enzymes. Toxicol Lett 2010; 193(3): 229-235. 10.1016/j.toxlet.2010.01.013
23.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

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-11]

[DOI: 10.61882/ismj.28.1.554]

24.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
25.Campo L, Rossella F, Mercadante R, et al. Exposure to BTEX and ethers in petrol station attendants and proposal of biological exposure equivalents for urinary benzene and MTBE. Ann Occup Hyg 2015; 60(3): 318-333. 10.1093/annhyg/mev083
26.Carrieri M, Tranfo G, Pigini D, et al. Correlation between environmental and biological monitoring of exposure to benzene in petrochemical industry operators. Toxicol Lett 2010; 192(1): 17-21. 10.1016/j.toxlet.2009.07.015
27.Awodele O, Popoola TD, Ogbudu BS, et al. Occupational hazards and safety measures amongst the paint factory workers in Lagos, Nigeria. Saf Health Work 2014; 5(2): 106-111. 10.1016/j.shaw.2014.02.001
28.Amegah AK, Jaakkola JJ. Street vending and waste picking in developing countries: a long-standing hazardous occupational activity of the urban poor. Int J Occup Environ Health 2016; 22(3): 187-192. 10.1080/10773525.2016.1209621\
29.Rafiee A, Delgado-Saborit JM, Sly PD, et al. Lifestyle and occupational factors affecting exposure to BTEX in municipal solid waste composting facility workers. Sci Total Environ 2019; 656: 540-546. 10.1016/j.scitotenv.2018.11.398
30.Rafiee A, Delgado-Saborit JM, Gordi E, et al. Use of urinary biomarkers to characterize occupational exposure to BTEX in healthcare waste autoclave operators. Sci Total Environ 2018; 631-632: 857-865. 10.1016/j.scitotenv.2018.03.090
31.Wang H, Han M, Yang S, et al. Urinary heavy metal levels and relevant factors among people exposed to e-waste dismantling. Environ Int 2011; 37(1):80-85. 10.1016/j.envint.2010.07.005
32.Rostami R, Kalan ME, Ghaffari HR, et al. Characteristics and health risk assessment of heavy metals in indoor air of waterpipe cafés. Building and Environment 2021; 190: 107557. 10.1016/j.buildenv.2020.107557
33.Dahlawi S, Al Mulla AA, Salama K, et al. Assessment of different heavy metals in cigarette filler and ash from multiple brands retailed in Saudi Arabia. Journal of King Saud University - Science 2021; 33(6): 101521. 10.1016/j.jksus.2021.101521
34.Ashraf MWJTSWJ. Levels of heavy metals in popular cigarette brands and exposure to these metals via smoking 2012; 2012(1): 729430. 10.1100/2012/729430
35.Ghaderi A, Khoshakhlagh AH, Irani M, et al. Examining of Heavy Metal Concentrations in Hookah Smokers. Biol Trace Elem Res 2023; 201(7): 3185-3192. 10.1007/s12011-022-03422-0
36.Heitland P, Köster HD. Biomonitoring of 30 trace elements in urine of children and adults by ICP-MS. Clin Chim Acta 2006; 365(1-2): 310-318. 10.1016/j.cca.2005.09.013
37.Feng W, Xiaosheng He, Mu Chen, et al. Urinary metals and heart rate variability: a cross-sectional study of urban adults in Wuhan, China. Environ Health Perspect 2014; 123(3): 217-222. 10.1289/ehp.1307563
38.Linsinger T. Comparison of a measurement result with the certified value. European Reference Materials: 2005. https://crm.jrc.ec.europa.eu/graphics/cms_docs/erm1_english.pdf
39.Tellez-Plaza M, Navas-Acien A, Menke A, et al .Cadmium exposure and all-cause and cardiovascular mortality in the U.S. general population. Environ Health Perspect 2012; 120(7): 1017–1022. 10.1289/ehp.1104352
40.Zeng Q, Feng, W., Zhou, B., et al. Urinary metal concentrations in relation to semen quality: a cross-sectional study in China. Environ Sci Technol 2015; 49(8): 5052-5059. 10.1021/es5053478
41.Zhang T, Ruan J, Zhang B, et al. Heavy metals in human urine, foods and drinking water from an e-waste dismantling area: Identification of exposure sources and metal-induced health risk. Ecotoxicol Environ Saf 2019; 169: 707-713. 10.1016/j.ecoenv.2018.10.039
42.Wang H, Han M, Yang S, et al. Urinary heavy metal levels and relevant factors among people exposed to e-waste dismantling. Environ Int 2011; 37(1):80-85. 10.1016/j.envint.2010.07.005
43.Asante KA, Agusa T, Biney CA, et al. Multi-trace element levels and arsenic speciation in urine of e-waste recycling workers from Agbogbloshie, Accra in Ghana. Sci Total Environ 2012; 424: 63-73. 10.1016/j.scitotenv.2012.02.072
44.Zdruli P, Pagliai M, Kapur S, et al. Land Degradation and Desertification: Assessment, Mitigation and Remediation. Springer, Dordrecht: 2010. 10.1007/978-90-481-8657-0
45.Omari M, Kibet J, Cherutoi J, et al. Heavy Metal Content in Mainstream Cigarette Smoke of Common Cigarettes Sold in Kenya, and their Toxicological Consequences. Int Res J Environment Sci 2015; 4(6): 75-79. https://www.isca.me/IJENS/Archive/v4/i6/12.ISCA-IRJEvS-2015-088.pdf
46.Pappas R, Polzin G, Watson C, et al. Cadmium, lead, and thallium in smoke particulate from counterfeit cigarettes compared to authentic US brands. Food Chem Toxicol 2007; 45(2): 202-209. 10.1016/j.fct.2006.08.001\

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-11]

[DOI: 10.61882/ismj.28.1.554]

47.Sebiawu GE, Mensah NJ, Ayiah-Mensah F. Analysis of Heavy Metals Content of Tobacco and Cigarettes sold in Wa Municipality of Upper West Region, Ghana. Analysis 2014;25. https://core.ac.uk/download/pdf/234688984.pdf

48.Arora M, Weuve J, Schwartz J, et al. Association of environmental cadmium exposure with periodontal disease in US adults. Environ Health Perspect 2009; 117(5): 739-744. 10.1289/ehp.0800312

49.Schwartz GG, Reis IM. Is cadmium a cause of human pancreatic cancer?. Cancer Epidemiology and Prevention Biomarkers 2000; 9(2): 139-145. https://aacrjournals.org/cebp/article/9/2/139/180349/Is-Cadmium-a-Cause-of-Human-Pancreatic-Cancer-1

50.Schwartz GG, Il'yasova D, Ivanova A. Urinary cadmium, impaired fasting glucose, and diabetes in the NHANES III. Diabetes care 2003; 26(2): 468-470. 10.2337/diacare.26.2.468

51.Pääkkö P, Kokkonen P, Anttila S, et al. Cadmium and chromium as markers of smoking in human lung tissue. Environ Res 1989; 49 (2): 197-207. 10.1016/s0013-9351(89)80065-9

52.Suwazono Y, Kido T, Nakagawa H, Nishijo M, Honda R, Kobayashi E, et al. Biological half-life of cadmium in the urine of inhabitants after cessation of cadmium exposure. Biomarkers 2009; 14(2): 77-81. 10.1080/13547500902730698

53.Farley SM, Schroth KR, Grimshaw V, et al. Flavour chemicals in a sample of non-cigarette tobacco products without explicit favour names sold in New York City in 2015. Tob Control 2018; 27(2): 170–176. 10.1136/tobaccocontrol-2016-053552

54.Heydari G, Taghizdeh F, Fazlzadeh M, et al. Levels and health risk assessments of particulate matters ($PM_{2.5}$ and PM_{10}) in indoor/outdoor air of waterpipe cafés in Tehran, Iran. Environ Sci Pollut Res In 2019; 26(7): 7205-7215. 10.1007/s11356-019-04202-5

55.Rostami R, Zarei A, Saranjam B, et al. Exposure and risk assessment of PAHs in indoor air of waterpipe cafés in Ardebil, Iran. Building and Environment 2019;155: 47-57. 10.1016/j.buildenv.2019.03.031

56.Naddafi K, Nabizadeh R, Rostami R, et al. M. Formaldehyde and acetaldehyde in the indoor air of waterpipe cafés: Measuring exposures and assessing health effects. Building and Environment 2019; 165: 106392. 10.1016/j.buildenv.2019.106392

57.Fazlzadeh M, Rostami R, Hazrati S, et al. . Concentrations of carbon monoxide in indoor and outdoor air of Ghalyun cafes .Atmos Pollut Res 2015; 6(4): 550–555. 10.5094/APR.2015.061

58.Delgado-Saborit JM, Aquilina NJ, Meddings C, et al. Relationship of personal exposure to volatile organic compounds to home, work and fixed site outdoor concentrations. Sci Total Environ 2011; 409 (3): 478–488 . 10.1016/j.scitotenv.2010.10.014

59.Phuc NH, Kim Oanh NT. Determining factors for levels of volatile organic compounds measured in different microenvironments of a heavy traffic urban area. Sci Total Environ 2018; 627: 290-303. 10.1016/j.scitotenv.2018.01.216

60.Ji W, Li X, Wang C. Composition and exposure characteristics of PM2. 5 on subway platforms and estimates of exposure reduction by protective masks. nviron Res 2021; 197: 111042. 10.1016/j.envres.2021.111042

61.Wang F, Zhou Y, Meng D, et al. Heavy metal characteristics and health risk assessment of PM2. 5 in three residential homes during winter in Nanjing, China. Buildind and Environment 2018; 143: 339-348. 10.1016/j.buildenv.2018.07.011

62.Wang B, Li Y, Tang Z, et al. The heavy metals in indoor and outdoor PM2. 5 from coal-fired and non-coal-fired area. Urban Climate 2021; 40: 101000. 10.1016/j.uclim.2021.101000

63.Lau WK, Liang P, Man YB, et al. Human health risk assessment based on trace metals in suspended air particulates, surface dust, and floor dust from e-waste recycling workshops in Hong Kong, China. . Environ Sci Pollut Res Int 2014; 21(5): 3813–3825. 10.1007/s11356-013-2372-8

[Downloaded from ismj.bpums.ac.ir on 2026-09-11]

[DOI: 10.61882/ismj.28.1.554]