ORIGINAL ARTICLE

Heavy Metal Content in Cigarette and Hookah Tobacco in Iran

Mohammad Ali Zazouli[1,2],
Reza Dehbandi[2,3],
Jamshid Yazdani Charati[2,4],
Mahdi Taheripour[5]

[1] Professor, Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
[2] Health Sciences Research Center, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
[3] Post-doctoral Researcher, Department of Environmental Health Engineering, Health Sciences Research Center, Faculty of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran
[4] Professor, Department of Biostatistics, Faculty of Health, Health Science Research Center, Mazandaran University of Medical Science, Sari, Iran
[5] MSc in Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

(Received December 7, 2020 ; Accepted June 30, 2020)

Abstract

Background and purpose: Excessive intake of heavy metals has adverse health effects and smoking is one of the sources of these elements. The aim of this study was to investigate the concentrations of 11 heavy metals in tobacco of different widely-consumed brands of cigarettes and hookahs in Iran.

Materials and methods: Concentrations of nine types of cigarettes and four types of hookah tobacco were measured using inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). Statistical analyses were performed using Shapiro-Wilk pre-test, independent t-test, one-way analysis of variance, and Tukey Post Hoc Test.

Results: Manganese and selenium had the highest and the lowest concentrations in cigarette and hookah tobacco, respectively. One-way analysis of variance showed significant differences in concentrations of manganese, barium, and antimony between tobacco of different types of cigarettes ($P<0.05$). The mean concentrations of the elements in cigarettes were higher than the hookah. Tukey and Mann-Whitney test showed that the mean concentrations of all elements were not significantly different between different types of tobacco in cigarette and hookah ($P> 0.05$).

Conclusion: High levels of heavy metals were found in cigarette and hookah tobacco in Iranian market. The dangers of these elements to human health, requires enforcing strict regulations to reduce consumption and informing people about their harmful effects.

Keywords: heavy metals, tobacco, cigarettes, hookah, health hazards

J Mazandaran Univ Med Sci 2020; 30 (187): 95-106 (Persian).

* **Corresponding Author: Mahdi Taheripour** - Faculty of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran (E-mail: mahdi_taheripour@yahoo.com)

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره سی ام شماره ۱۸۷ مرداد سال ۱۳۹۹ (۱۰۶-۹۵)

بررسی میزان فلزات سنگین در تنباکوی سیگار و قلیان در ایران

محمد علی ززولی[۱و۲]
رضا دهبندی[۲و۳]
جمشید یزدانی چراتی[۲و۴]
مهدی طاهری پور[۵]

چکیده

سابقه و هدف: دریافت بیش از حد فلزات سنگین اثرات مضر بر سلامت دارد و استعمال دخانیات یکی از منابع مهم دریافت این عناصر می‌باشد. هدف از این تحقیق بررسی غلظت یازده فلز سنگین در تنباکوی انواع سیگار و قلیان پرمصرف در ایران می‌باشد.

مواد و روش‌ها: غلظت عناصر سنگین در ۹ نوع سیگار و ۴ نوع تنباکوی قلیان با استفاده از دستگاه پلاسمای جفت شده القایی- طیف نشر اتمی ICP-MS اندازه‌گیری شد. آنالیزهای آماری پیش‌آزمون شاپیرو ویلک و آزمون‌های تی‌تست مستقل، آنالیز واریانس (One-way-ANOVA) و آزمون تعقیبی توکی مورد استفاده قرار گرفت.

یافته‌ها: منگنز و سلنیوم به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین غلظت را در تنباکوی سیگار و قلیان دارا می‌باشند. نتایج آنالیز واریانس یک طرفه نشان داد که اختلاف مقادیر عناصر منگنز، باریوم و آنتیموان در تنباکوهای سیگار معنی‌دار می‌باشند ($P <$ ۰/۰۵). در مجموع میانگین غلظت عناصر مورد مطالعه در تنباکوی سیگار بیش از تنباکوی قلیان بود. نتایج پس آزمون توکی و من- ویتنی نشان داد در میان تمامی نمونه‌های مورد مطالعه اعم از تنباکوی سیگار و قلیان، میانگین غلظت کلیه عناصر در هریک از دو گروه- تنباکوی سیگار و قلیان- فاقد اختلاف معنی‌دار بودند ($P >$ ۰/۰۵).

استنتاج: نتایج حاکی از مقادیر بالایی از فلزات سنگین در تنباکوی سیگار و قلیان موجود در بازار ایران می‌باشد. لذا با توجه به مخاطرات متعدد و شناخته شده این عناصر بر سلامتی انسان، ضمن آموزش مردم درخصوص مخاطرات آن‌ها، ضرورت دارد مقررات سخت‌گیرانه‌تری جهت کاهش مصرف به‌عمل آید.

واژه های کلیدی: فلزات سنگین، تنباکو، سیگار، قلیان، مخاطره سلامت

مقدمه

آن دسته از فلزاتی که دانسیته آن‌ها حداقل پنج برابر آب باشد به عنوان فلزات سنگین طبقه‌بندی و تعریف می‌شوند(۲،۱). چندین دهه است که اثرات سوء فلزات سنگین بر سلامت انسان شناخته شده است. به‌طوری که آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان یا (IARC) International Agency for Research on Cancer ، عناصر کادمیوم(Cd)، آرسنیک(As)، کروم شش ظرفیتی(Cr) و ترکیبات نیکل(Ni) را در گروه یک سرطان‌زای انسانی طبقه‌بندی نموده است؛ علاوه بر این ترکیبات غیرآلی سرب، کبالت و فلز نیکل نیز در گروه

مولف مسئول: مهدی طاهری پور- ساری: کیلومتر ۱۷ جاده فرح آباد، مجتمع دانشگاهی پیامبر اعظم، دانشکده بهداشت E-mail: mahdi_taheripour@yahoo.com
۱. استاد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
۲. مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
۳. محقق پسا دکتری، گروه مهندسی بهداشت محیط و مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
۴. استاد، گروه آمار زیستی و اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
۵. کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران
تاریخ دریافت : ۱۳۹۸/۷/۸ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات : ۱۳۹۸/۹/۱۹ تاریخ تصویب : ۱۳۹۹/۴/۱۰

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

2B یا محتملا سرطان‌زای انسانی قرار دارند(۳). فلزات سنگین از طرق مختلف از جمله: فاضلاب، مواد زائد جامد، شیرابه، لجن فاضلاب، مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی، فعالیت‌های صنعتی و معدنی و سوختن سوخت‌های فسیلی وارد محیط زیست می‌شوند(۶-۴). انسان از طریق مواد غذایی، آب، هوا همچنین مصرف دخانیات این عناصر را دریافت می‌کند(۱۳-۷). تحقیقات متعددی بر روی غلظت فلزت سنگین در مواد غذایی و آب انجام شده است(۱۶-۱۴). جذب مقادیر بسیار ناچیز برخی از عناصر مانند: کروم، کبالت، روی و باریوم موجب ایجاد سمیت برای انسان می‌شود(۱۷). به‌عنوان مثال کادمیوم موجب آسیب به کلیه‌ها، استخوان‌ها و همچنین بروز برخی بیماری‌ها مانند پروستات، سرطان، فیبروز و آمفیزم ریه‌ها می‌شود(۱۸). براساس گزارش سازمان بهداشت جهانی (WHO) سالانه بیش از ۷ میلیون نفر یا روزانه بیش از ۱۹۰ هزار نفر در اثر استعمال دخانیات و یا مواجهه با دود دست دوم آن جان خود را از دست می‌دهند، همچنین سالانه حدود ۱۸ میلیون نفر در اثر بیماری‌های قلبی عروقی جان خود را از دست می‌دهند، که تقریبا ۱۷ درصد آن‌ها معادل ۳ میلیون نفر شامل کسانی هستندکه جزء مصرف‌کنندگان محصولات دخانی و مواجه شوندگان با دود دست دوم بوده‌اند(۱۹). مطالعات نشان‌دهنده وجود عناصر ذکر شده به میزان بعضا دو تا سه برابر در نمونه‌های خون و موی سر مصرف‌کنندگان محصولات تنباکو نسبت به گروه شاهد بود(۲۰). به‌طور طبیعی جذب فلزات سنگین از طریق خاک صورت می‌پذیرد. از خواص گیاه توتون جذب و انباشت مقادیر زیاد فلزات سنگین و سمی، به‌ویژه کادمیوم است(۲۱). عوامل موثر بر جذب کادمیوم توسط گیاه توتون عبارتند از: pH خاک، نوع کود شیمیایی، نوع گیاه، نوع آفت‌کش، علف کش و... می‌باشد(۲۹،۳-۲۲). همبستگی شدیدی نیز میان برخی از فلزات سنگین سرطان زا با یکدیگر مشاهده شده است(۳). برای مثال: میان نیکل و کروم، نیکل و آرسنیک، نیکل و سرب، سرب و آرسنیک و در نهایت کروم و آرسنیک(۳۱،۳۰،۳)، که غالباً به معنای منشاء مشترک، رفتار مشترک در جذب توسط گیاه است و طی آن غلظت بیش‌تر هر یک از عناصر مذکور در نمونه‌ها با افزایش حضور عنصر همراه می‌باشد. با توجه به شیوع مصرف سیگار و قلیان در سراسر جهان، تحقیقات گسترده‌ای در خصوص حضور عناصر سمی در انواع تنباکو، دود حاصل از آن‌ها، فیلتر سیگار و آب قلیان‌ها انجام شده است.

در مطالعه Tawhid در کشور بنگلادش در سال ۲۰۱۸ میزان عناصر سرب، کادمیوم و کروم در ۳۳ نمونه شامل محصولات تنباکوی دخانی و غیر دخانی بررسی شد نتایج این مطالعه نشان داد که کروم،کادمیوم و سرب به ترتیب بیش‌ترین تا کم‌ترین غلظت را در نمونه‌ها نشان داده‌اند(۳۲).

در پژوهش Ikram در سال ۲۰۱۷ در کشور تونس غلظت فلزات در تنباکوی سیگار و قلیان مورد بررسی قرار گرفت، نتایج این مطالعه نشان داد که در تنباکوی سیگار عنصر پتاسیم و نیکل به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین غلظت را دارا بودند. همچنین در تنباکوی قلیان عناصر کلسیم و نیکل به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار را به خود اختصاص دادند(۳۳). غلظت ۷ فلز سنگین شامل آهن، مس، روی، کروم، نیکل، سرب و کادمیوم در انواع مواد دخانی در کشور هند توسط Verma و همکاران در سال ۲۰۱۰ مورد بررسی قرارگرفت که حاکی از حضور این فلزات در مواد دخانی مورد مطالعه بوده است(۳۴).

Kazi و همکاران در سال ۲۰۰۹ در کشور پاکستان با بررسی ۴ فلز سنگین آلومینیوم، نیکل، سرب و کادمیوم در سیگار نشان دادند که غلظت آلومینیوم در تنباکوی سیگار بیش‌تر از سایر فلزات می‌باشد(۳۵). نتایج تحقیق Abu-Obaid و همکاران در فلسطین نشان داد که غلظت فلزات سنگین در سیگارهای محلی کمی بالاتر از سیگارهای وارداتی و در سیگارهای فروخته شده در فلسطین نزدیک و شبیه به غلظت این فلزات در سیگارهای دیگرکشورهای جهان است(۳۶). بررسی Ciftci و همکاران

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

در سال ۲۰۰۷ در کشور ترکیه که بر روی ۵ نوع سیگار انجام شد نشان‌دهنده وجود فلزات سنگین در این سیگارها بوده و غلظت این فلزات در بدن افراد سیگاری به مراتب بالاتر از افراد غیرسیگاری بوده است(۳۷).

در ایران مطالعات انجام شده در این مورد بسیار محدود است. رمضانی و همکاران در سال ۱۳۹۶ غلظت عناصر روی، سرب، مس، کادمیوم و آرسنیک را در تنباکوی قلیان و آب قلیان قهوه خانه‌های شهر سنندج مورد بررسی قرار دادند، نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که روی و آرسنیک به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین غلظت را در نمونه‌ها دارا هستند(۳۸). مزارعی و همکاران در سال ۱۳۹۵ به بررسی غلظت آرسنیک، سرب، کروم و کادمیوم در تنباکوی سنتی و طعم دار (معسل) پرداختند. نتایج آن ها نشان داد که فلز سرب و آرسنیک به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین غلظت را در نمونه ها داشتند(۳۹).

عبدالله‌نژاد و همکاران در سال ۱۳۹۲ به بررسی غلظت فلزات سنگین در ۹ نشان تجاری سیگار و ۳ نشان تجاری تنباکوی قلیان پرداختند، براساس نتایج حاصل از پژوهش آن‌ها بیش‌ترین و کم‌ترین غلظت میانگین در نمونه‌های سیگار به ترتیب مربوط به عناصر آهن و کروم بود، از آن‌جایی‌که نشان تنباکو در این مطالعه نامشخص بوده و پژوهشگر به ذکر طعم‌های انتخاب شده بسنده نموده، استناد به غلظت در تنباکوهای تجاری امکان‌پذیر نبود(۴۰). با توجه به روند فزاینده افزایش آلودگی خاک و در نهایت ورود نشان‌های تجاری مختلف و جدید از کشورهای متعدد به بازار مصرف، پایش و مطالعه مجدد و سالیانه غلظت عناصر سنگین در محصولات دخانی در ایران از اهمیت قابل ملاحظه‌ای برخوردار است. به همین منظور این پژوهش به بررسی غلظت عناصر سنگین در نشان‌های تجاری پرمصرف تنباکوی سیگار و قلیان در بازار ایران در سال ۱۳۹۷ پرداخته است. مطالعاتی که تاکنون در ایران انجام شده‌اند به دلیل اندازه‌گیری غلظت عناصر توسط دستگاه جذب اتمی، تعداد محدودی از عناصر را بررسی نمودند و از جامعیت این پژوهش در تعداد عناصر مورد بررسی برخوردار نیستند. در حالی که در مطالعه حاضر به منظور افزایش حساسیت، دقت و صحت اندازه گیری از دستگاه ICP-MS استفاده شده است. از طرفی برخلاف پژوهش حاضر در مطالعات پیشین مقایسه‌ای بین غلظت عناصر در تنباکوی سیگار و تنباکوی قلیان پرمصرف به‌عمل نیامده است.

مواد و روش ها

این مطالعه از نوع توصیفی- تحلیلی بوده و در سال ۱۳۹۷ انجام شده است.

مواد مصرفی

تمام مواد آزمایشگاهی و حلال‌های مورد استفاده در این پژوهش، با خلوص آزمایشگاهی از شرکت مرک (Merck) آلمان تهیه شد، همچنین برای محلول‌سازی از آب مقطر با خلوص زیاد با درجه HPLC انتخاب شد.

حجم نمونه و تجزیه و تحلیل آماری

با توجه به مطالعات پیشین و با استفاده از فرمول برآورد حجم نمونه، تعداد۳۹ نمونه به‌صورت زیرتعیین شد:

$$n = \frac{Z^2_{1-\frac{\alpha}{2}}\delta^2}{d^2}$$

z =۱/۹۶ δ =۷۸ d =۲۵ α =۰/۰۵

برای تهیه نمونه از نشان‌های پرمصرف تجاری سیگار و تنباکوی قلیان، به استناد بررسی به‌عمل آمده از متصدیان عاملین مجاز مواد دخانی و با در نظر گرفتن تشابه نشان‌های تجاری و رتبه‌بندی فروش آن‌ها در بازار، خریداری آن‌ها در شهر بابلسر به عنوان در دسترس‌ترین شهر به محل انجام پژوهش، صورت گرفت. نشان‌های تجاری سیگار عبارت بودند از: تیر، بهمن، مگنا، اسی بلک، منتانا طلایی، کنت قرمز، جی وان، وینستون بلو و وینستون سیلور. نشان‌های تجاری تنباکوی قلیان عبارت بودند از: احمد، النخل، الفاخر و

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

الجزیره. از مجموع ۳۹ نمونه، ۲۷ نمونه مربوط به ۹ نوع سیگار و ۱۲ نمونه مربوط به۴ نوع تنباکوی قلیان بود. آنالیز آماری نتایج توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ انجام شد. برای بررسی نرمال بودن نمونه‌ها از پیش آزمون شاپیرو-ویلک و برای مقایسه میانگین غلظت عناصر از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه (One-way ANOVA) و تی تست مستقل و در صورت معنی‌دار بودن، از پس آزمون توکی در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد. مقایسه غلظت میانگین فلزات با یکدیگر به منظور کشف معنادار بودن تفاوت غلظت عناصر در بین نشان‌های تجاری مختلف و بین تنباکوی سیگار و تنباکوی قلیان انجام شد. برای نمونه‌های فاقد توزیع نرمال از آزمون کروسکال- والیس و آزمون تعقیبی من ویتنی استفاده شد.

آماده سازی و هضم نمونه ها

برای آماده‌سازی و هضم نمونه، ابتدا ۵گرم از نمونه در دمای ۱۰۵-۱۰۳ درجه سانتی‌گراد در آون خشک شد. زمان لازم برای خشک شدن برای تنباکو قلیان و سیگار به ترتیب ۷ و۲ روز بود. آنگاه نمونه‌های خشک شده با هاون خرد و از الک ۲ میلی‌متر عبور داده شد، سپس ۱ گرم از نمونه الک شده به مدت ۵-۳ ساعت در کوره با دمای ۴۵۰ درجه سانتی‌گراد به خاکستر تبدیل شد، نمونه‌های خاکستر خروجی از کوره به صورت یکدست، همگن و به رنگ روشن بود. خاکسترخروجی از کوره بعد از سرد شدن، به بشر انتقال داده شده و از اسید نیتریک غلیظ ۶۵ درصد برای هضم آن استفاده شد. بعد از هضم کامل، نمونه از کاغذ صافی واتمن ۴۲ عبور داده شدند و در پایان محلول صاف شده با آب مقطر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد(۴۱).

سنجش غلظت فلزات سنگین

غلظت فلزات سنگین با استفاده از دستگاه پلاسمای جفت شده القایی- طیف نشر اتمی (ICP-MS) مدل HP-4500 در شرکت زرآزمای تهران اندازه‌گیری شد. برای تعیین دقت اندازه‌گیری از هر نمونه سه تکرار تهیه شد و مورد آنالیز قرار گرفت. صحت اندازه‌گیری نیز با اندازه‌گیری غلظت عناصر در مواد (استانداردهای) مرجع معتبر (CRMs[1]) مورد تایید قرار گرفت.

یافته ها

جدول شماره ۱ مقادیر عناصر مورد مطالعه در نمونه‌های تنباکوی سیگار و قلیان صرف نظر از نام تجاری شان را نشان می‌دهد، منگنز و سلنیوم با میانگین مقدار ۲۶/۶۱±۱۵۸/۶۴و ۰/۰۳±۰/۱۲ میکروگرم بر گرم به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین غلظت را در کل نمونه‌های تنباکوی سیگار شامل گردید. همچنین در تنباکوی قلیان نیز منگنز و سلنیوم با غلظت ۲/۷۶±۲۸/۶۲ و ۰/۰۲±۰/۰۳ میکروگرم بر گرم به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار را به خود اختصاص دادند. در مجموع، منگنز و سلنیوم به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین غلظت را در کل نمونه‌ها دارا بودند. مقایسه نتایج نشان می‌دهد که غلظت عناصر در تنباکوی سیگار بیش از تنباکوی قلیان است، بر اساس نتایج پس آزمون توکی و من‌ویتنی در میان تمامی نمونه‌های مورد مطالعه اعم از تنباکوی سیگار و قلیان، میانگین غلظت کلیه عناصر در دو گروه فاقد اختلاف معنی‌دار بودند ($P > ۰/۰۵$).

جدول شماره ۱: مقادیر عناصر فلزات سنگین در نمونه های تنباکوی سیگار و قلیان غلظت ها برحسب میکروگرم به گرم

فلزات	تنباکوی سیگار (تعداد نمونه: ۲۷عدد)			تنباکوی قلیان (تعداد نمونه: عدد۱۲)		
سنگین	حداقل	حداکثر	میانگین±انحراف معیار	حداقل	حداکثر	میانگین±انحراف معیار
آرسنیک	۰/۰۸	۰/۲۷	۰/۱۳±۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۳۴	۰/۱۴±۰/۱۰
باریوم	۶۳/۵۰	۱۱۸/۵۰	۹۲/۵۱±۱۶/۸۴	۶/۵۰	۱۱/۰۰	۸/۸۷±۱/۵۶
کادمیوم	۰/۱۰	۲۰/۹۲	۱/۵۸±۴/۲۲	۰/۰۵	۰/۲۹	۰/۱۹±۰/۰۶
کروم	۰/۵۵	۹/۲۴	۶/۸۹±۲/۸۴	۰/۱۶	۹/۴۰	۲/۵۴±۳/۸۸
مس	۹/۰۹	۱۶/۳۵	۱۲/۶۰±۱/۵۸	۲/۵۰	۷/۲۵	۴/۰۶±۱/۳۰
منگنز	۹۷/۵۰	۱۹۳/۰۰	۱۵۸/۶۴±۲۶/۶۱	۲۵/۰۰	۳۴/۵۰	۲۸/۶۲±۲/۷۶
مولیبدن	۰/۶۵	۱۴/۷۰	۲/۶۴±۲/۶۹	۰/۰۷	۳۱/۱۲	۴/۸۷±۹/۲۴
نیکل	۰/۶۹	۷/۷۱	۴/۸۷±۱/۶۳	۰/۳۵	۴/۸۴	۱/۵۹±۱/۸۳
سرب	۰/۳۸	۲/۰۰	۰/۸۸±۰/۳۷	۰/۱۶	۰/۷۶	۰/۴۱±۰/۱۹
آنتیموان	۰/۲۱	۹/۸۵	۱/۴۲±۲/۵	۰/۴۱	۷/۶۶	۳/۲۱±۲/۷۰
سلنیوم	۰/۰۶	۰/۲۱	۰/۱۲±۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۹	۰/۰۳±۰/۰۲

1. Certified reference materials

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

جداول شماره ۲و۳ مقایسه میانگین مقادیر ۱۱ عنصر در بین ۹ نوع تنباکوی سیگار و ۴ نوع تنباکوی قلیان را نشان می‌دهد. همان‌طوری که در جدول شماره ۲ مشاهده می‌شود بیش‌ترین غلظت آرسنیک در سیگار بهمن برابر ۰/۱۸±۰/۰۸ میکروگرم بر گرم و کم‌ترین غلظت آن در سیگار اسی بلک و منتنا طلایی-برابر هم- به میزان ۰/۱۰±۰/۰۲ میکروگرم بر گرم بود. بیش‌ترین غلظت باریوم در نشان تجاری وینستون بلو ۱۰۷/۸۳±۲/۷۵ میکروگرم بر گرم و کم ترین غلظت در نشان تجاری تیر ۶۶/۳۳±۰/۷۶ میکروگرم بر گرم بود. بیش‌ترین و کم‌ترین غلظت کادمیوم در نشان‌های تجاری تیر و وینستون بلو به ترتیب برابر با ۱۴/۴۰±۱۰/۷۳ و ۰/۲۸±۰/۱۵ میکروگرم بر گرم بود. بیشینه غلظت کروم در سیگار اسی بلک برابر ۰/۱۸ ±۸/۶۰ میکروگرم بر گرم و کمینه آن در سیگار کنت قرمز برابر ۲/۳۳±۰/۸۵ میکروگرم بر گرم بود. بیش‌ترین غلظت مس در سیگار کنت قرمز برابر ۱۴/۸۲±۱/۳۱ میکروگرم بر گرم و در سیگار مگنا برابر ۱۱/۱۷±۱/۴۷ میکروگرم بر گرم بود. غلظت مولیبدن در وینستون سیلور برابر ۶/۵۸±۷/۰۴ میکروگرم بر گرم و در کنت قرمز برابر ۱/۱۶ ±۰/۱۰ میکروگرم بر گرم به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار بود. در نشان تجاری اسی بلک بیشینه غلظت عناصر مربوط به نیکل با غلظت ۵/۹۶±۰/۳۸ میکروگرم بر گرم و کمینه آن در نشان تجاری کنت قرمز به میزان ۲/۶۳±۰/۸۹ میکروگرم بر گرم می‌باشد. بیش‌ترین غلظت سرب در تنباکوی قلیان بهمن ۱/۲۰±۰/۶۹میکروگرم بر گرم و کم‌ترین غلظت در تنباکوی قلیان وینستون بلو ۰/۵۲±۰/۰۸ میکروگرم بر گرم بود. غلظت آنتیموان در نشان تجاری کنت قرمز بیش از سایر نمونه‌ها و برابر ۸/۲۱±۱/۷۵ میکروگرم بر گرم بود، درحالی‌که در وینستون بلو ۰/۲۹±۰/۱۴ میکروگرم برگرم وکم‌ترین مقدار را نشان می‌داد. غلظت سلنیوم در سیگار تیر ۰/۱۶±۰/۰۳ میکروگرم بر گرم و در سیگار کنت قرمز ۰/۰۹±۰/۰۳ میکروگرم بر گرم به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار بود.

غلظت منگنز در سیگار جی وان ۲/۱۷± ۱۹۱ /۵۰ میکروگرم بر گرم بیشینه و سیگار تیر برابر ۳/۶۸± ۱۱۰/۳۳ میکروگرم بر گرم کمینه بود. به‌طور کلی غلظت منگنز در نشان تجاری جی وان و غلظت سلنیوم در نشان تجاری کنت قرمز به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مقادیر مشاهده شده فلزات سنگین در کل نمونه‌ها بود. علی‌رغم متفاوت بودن غلظت فلزات سنگین در نشان‌های تجاری مختلف نمی‌توان نشان تجاری خاصی را دارای تفاوت معنادار از سایرین معرفی نمود. مطابق جدول شماره ۳ غلظت آرسنیک در تنباکوی قلیان احمد و الجزیره به ترتیب ۰/۲۱±۰/۱۳ و ۰/۰۵ میکروگرم بر گرم بیش‌ترین و کم‌ترین بود.

جدول شماره ۲: مقایسه میانگین مقدار فلزات سنگین براساس نام تجاری در تنباکوی سیگار برحسب میکروگرم بر گرم

برندها	سلنیوم	آنتیموان	سرب	نیکل	مولیدن	منگنز	مس	کروم	کادمیوم	باریوم	آرسنیک
تیر	۰/۱۶±۰/۰۳	۰/۶۸±۰/۱۴	۰/۹۴±۰/۲۹	۵/۴۸±۰/۳۸	۱/۹۲±۰/۱۵	۱۱۰/۳۳±۳/۶۸	۱۳/۴۲±۱/۱۳	۸/۳۵±۰/۳۸	۱۰/۷۳±۱۴/۴۰	۶۶/۳۳±۰/۷۶	۰/۱۵±۰/۰۶
بهمن	۰/۱۴±۰/۰۵	۰/۷۴±۰/۲۵	۱/۲۰±۰/۶۹	۴/۴۵±۲/۱۷	۳/۵۱±۲/۷۷	۱۷۲/۱۶±۱۰/۴۰	۱۳/۴۸±۰/۳۹	۵/۶۰±۴/۰۵	۱/۶۰±۲/۰۵	۷۵/۳۳±۴/۲۵	۰/۱۸±۰/۰۸
کنت قرمز	۰/۰۹±۰/۰۳	۸/۲۱±۱/۷۵	۰/۹۶±۰/۱۶	۲/۶۳±۰/۸۹	۱/۱۶±۰/۱۰	۱۳۹/۱۶±۵/۲۰	۱۴/۸۲±۱/۳۱	۲/۳۳±۰/۸۵	۱/۲۰±۱/۳۵	۱۰۴/۱۶±۴/۰۱	۰/۱۴±۰/۰۲
مگنا	۰/۱۰±۰/۰۳	۰/۵۴±۰/۰۷	۰/۱۷±۰/۶۳	۵/۲۳±۳/۰۰	۱/۸۱±۱/۴۵	۱۵۸/۰۰±۱۹/۶۱	۱۱/۱۷±۱/۴۷	۶/۴۶±۴/۲۷	۱/۱۲±۱/۴۷	۱۰۵/۶۶±۱۴/۴۶	۰/۱۲±۰/۰۲
اسی بلک	۰/۱۱±۰/۰۳	۰/۷۴±۰/۴۰	۰/۷۴±۰/۳۳	۵/۹۶±۰/۳۸	۱/۹۳±۰/۴۱	۱۷۳/۸۳±۲/۰۲	۱۲/۶۴±۰/۹۹	۸/۶۰±۰/۱۸	۰/۶۸±۰/۶۶	۸۵/۵۰±۱/۸۰	۰/۱۰±۰/۰۲
منتانا طلایی	۰/۱۳±۰/۰۴	۰/۶۰±۰/۰۳	۰/۶۰±۰/۱۰	۳/۵۵±۲/۵۰	۱/۸۶±۰/۴۶	۱۴۵/۱۶±۴۱/۳۲	۱۲/۸۹±۱/۶۸	۵/۴۱±۴/۲۲	۰/۴۵±۰/۴۵	۹۸/۸۳±۳۰/۶۶	۰/۱۰±۰/۰۲
جی وان	۰/۱۳±۰/۰۲	۰/۴۴±۰/۰۶	۰/۹۳±۰/۲۲	۵/۱۸±۰/۳۲	۲/۴۷±۱/۴۱	۱۹۱/۵۰±۲/۱۷	۱۱/۷۰±۰/۷۲	۸/۱۶±۰/۲۳	۰/۳۸±۰/۲۴	۹۰/۳۳±۲/۰۲	۰/۱۵±۰/۰۲
وینستون سیلور	۰/۱۲±۰/۰۴	۰/۲۹±۰/۱۴	۰/۸۴±۰/۲۰	۵/۰۴±۰/۴۷	۶/۵۸±۷/۰۴	۱۶۴/۵۰±۲/۲۹	۱۱/۷۱±۲/۳۷	۸/۰۸±۰/۵۹	۰/۳۷±۰/۱۸	۹۸/۶۶±۲/۵۱	۰/۱۴±۰/۰۲
وینستون بلو	۰/۱۰±۰/۰۲	۰/۵۰±۰/۰۷	۰/۵۲±۰/۰۸	۵/۳۹±۰/۲۹	۲/۵۷±۱/۰۷	۱۷۳/۱۶±۱/۵۲	۱۱/۶۰±۰/۶۶	۸/۱۲±۰/۳۵	۰/۲۸±۰/۱۵	۱۰۷/۸۳±۲/۷۵	۰/۱۱±۰/۰۱

جدول شماره ۳: مقایسه میانگین مقدار فلزات سنگین براساس نام تجاری در تنباکوی قلیان برحسب میکروگرم بر گرم

برندها	سلنیوم	آنتیموان	سرب	نیکل	مولیدن	منگنز	مس	کروم	کادمیوم	باریوم	آرسنیک
احمد	۰/۰۷±۰/۰۱	۰/۶۲±۰/۳۲	۰/۵۴±۰/۲۲	۴/۶۱±۰/۲۳	۱۳/۳۰±۱۵/۵۷	۲۷/۵۰±۰/۰۰	۴/۷۴±۰/۳۳	۸/۹۶±۰/۳۸	۰/۲۲±۰/۰۸	۱۱/۰۰±۰/۰۰	۰/۲۱±۰/۱۳
النخل	۰/۰۲±۰/۰۰	۳/۴۴±۲/۰۳	۰/۲۷±۰/۰۹	۰/۶۹±۰/۵۲	۰/۸۷±۰/۶۸	۳۲/۶۶±۲/۳۶	۲/۹۶±۰/۴۵	۰/۶۰±۰/۲۸	۰/۲۲±۰/۰۳	۷/۳۳±۰/۷۶	۰/۰۸±۰/۰۱
الفاخر	۰/۰۱±۰/۰۰	۳/۸۱±۲/۴۳	۰/۴۶±۰/۱۹	۰/۵۵±۰/۱۰	۴/۹۴±۸/۱۲	۲۶/۵۰±۱/۳۲	۵/۳۶±۱/۱۶۳	۰/۲۷±۰/۰۸	۰/۱۳±۰/۰۷	۹/۱۶±۱/۰۴	۰/۱۳±۰/۰۹
الجزیره	۰/۰۲±۰/۰۰	۴/۹۶±۳/۸۶	۰/۳۸±۰/۲۱	۰/۵۳±۰/۱۸	۰/۳۷±۰/۳۲	۲۷/۸۳±۰/۷۶	۳/۱۷±۰/۳۳	۰/۳۳±۰/۲۰	۰/۲۲±۰/۰۶	۸/۰۰±۰/۵۰	۰/۰۵

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

بیشینه غلظت باریوم در احمد ۰/۰۰±۱۱/۰۰ میکروگرم برگرم وکمینه در النخل ۰/۷۶± ۷/۳۳ میکروگرم بر گرم بود. غلظت کادمیوم احمد بیش از سایر نمونه‌ها برابر ۰/۰۸±۰/۲۲ میکروگرم بر گرم و در النخل برابر ۰/۰۷±۰/۱۳ میکروگرم بر گرم کم‌ترین مقدار بود. غلظت کروم در احمد و الفاخر به ترتیب ۰/۳۸±۸/۹۶ و ۰/۰۸±۰/۲۷ میکروگرم بر گرم بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار بود. غلظت مس در نشان تجاری الفاخر ۱/۶۳±۵/۳۶ میکروگرم برگرم و در نشان تجاری النخل ۰/۴۵±۲/۹۶میکروگرم بر گرم بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار بود. غلظت مولیبدن در نشان تجاری احمد ۱۵/۵۷±۱۳/۳۰ میکروگرم برگرم و در الجزیره ۰/۳۲±۰/۳۷ میکروگرم بر گرم به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار بود. بیش‌ترین غلظت نیکل در احمد برابر ۰/۲۳±۴/۶۱ میکروگرم بر گرم و کم‌ترین آن در الجزیره برابر ۰/۱۸±۰/۵۳ میکروگرم بر گرم بود. بیشینه غلظت سرب درنشان تجاری احمد ۰/۲۲±۰/۵۴ میکروگرم بر گرم و کمینه آن در نشان تجاری النخل ۰/۰۹±۰/۲۷ میکروگرم بر گرم بود. تنباکوی الجزیره حاوی بیش‌ترین غلظت آنتیموان ۳/۸۶±۴/۹۶ میکروگرم بر گرم بود در حالی که احمد حاوی کم‌ترین غلظت برابر با ۰/۳۲±۰/۶۲ میکروگرم بر گرم بود. همچنین غلظت منگنز در تنباکوی قلیان النخل برابر ۲/۳۶±۳۲/۶۶ میکروگرم بر گرم بیشینه بود، در حالی که کم‌ترین مقدار در النخل ۱/۳۲±۲۶/۵۰ میکروگرم بر گرم سنجش شد. غلظت سلنیوم در تنباکوی قلیان احمد ۰/۰۱±۰/۰۷ میکروگرم بر گرم و در الفاخر برابر ۰/۰۰±۰/۰۱ میکروگرم بر گرم به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار بود. در مجموع فلزات سنگین، غلظت منگنز در نشان تجاری النخل و غلظت سلنیوم در در الفاخر به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین غلظت مشاهده شده در کل نمونه‌ها بود. غلظت عناصر در نشان تجاری احمد دارای تفاوت معنی‌داری نسبت به سایر نمونه‌های تنباکوی قلیان بود (P <۰/۰۵)، بدین معنا که در مقایسه با سایر نشان‌های تجاری در بیش‌تر عناصر با اختلاف دارای بیش‌ترین غلظت (آلودگی) فلزات سنگین بود، همچنین میان سایر تنباکوهای مورد مقایسه تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد (P >۰/۰۵)، که نشان‌دهنده آن است که غلظت فلزات سنگین در میان سایر نشان‌های تجاری تنباکو نزدیک به هم بود.

آزمون آماری کروسکال والیس برای منگنز و کادمیوم، و آنالیز واریانس برای سایر نمونه‌ها نشان داد که در مقدار برخی عناصر نسبت به یکدیگر تفاوت وجود دارد هرچند نتیجه آزمون تعقیبی توکی و من‌ویتنی نشان داد که هیچ یک از تفاوت ها معنی‌دار نیست (P >۰/۰۵).

بحث

مقایسه میانگین غلظت عناصر در دو گروه تنباکوی سیگار و قلیان نشان می‌دهد منگنز بیش‌ترین و سلنیوم کم‌ترین غلظت را در کل نمونه‌ها دارند. ترتیب میانگین فلزات عبارت است از: سلنیوم<آرسنیک<سرب<آنتیموان< کادمیوم<مولیبدن<نیکل<کروم<مس<باریوم<منگنز. که با مطالعات انجام شده در پرتقال، مصر و تونس(۳۳،۱۳) همخوانی نسبی دارد. غلظت آرسنیک در تنباکوی سیگار بهمن و مونتانا گلد به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین و در تنباکوی قلیان احمد و الجزیره به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار را نشان داد. بیش‌ترین و کم‌ترین غلظت باریوم در نمونه‌های سیگار به ترتیب در تنباکوی سیگار وینستون بلو و تیر و در نمونه‌های تنباکوی قلیان در تنباکوی قلیان احمد و النخل مشاهده شد. بیش‌ترین غلظت کادمیوم در تنباکوی سیگار تیر و کم‌ترین آن در وینستون بلو مشاهده شد. در نمونه‌های تنباکوی قلیان نیز نشان‌های تجاری النخل و الفاخر به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین غلظت کادمیوم را دارا بودند. غلظت کروم در تنباکوی سیگار اسی بلک و کنت قرمز به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین و در تنباکوی قلیان احمد و الفاخر به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار سنجش شد. غلظت مس در تنباکوی سیگار کنت قرمز و مگنا به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین و در تنباکوی قلیان الفاخر و النخل، به ترتیب

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار سنجش شد. غلظت منگنز در تنباکوی سیگار جی‌وان و تیر به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین و در تنباکوی قلیان النخل و الفاخر، به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار سنجش شد. غلظت مولیبدن در تنباکوی سیگار وینستون سیلور و کنت قرمز به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین و در تنباکوی قلیان احمد و الجزیره، به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار سنجش شد. غلظت نیکل در تنباکوی سیگار اسی بلک و کنت قرمز به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین و در تنباکوی قلیان احمد و الجزیره، به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار سنجش شد. غلظت سرب در تنباکوی سیگار بهمن و وینستون بلو به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین و در تنباکوی قلیان احمد و النخل، به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار سنجش شد. غلظت آنتیموان در تنباکوی سیگار کنت قرمز و وینستون سیلور به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین و در تنباکوی قلیان الجزیره و احمد، به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار سنجش شد. غلظت سلنیوم در تنباکوی سیگار تیر و کنت قرمز به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین و در تنباکوی قلیان احمد و الفاخر، به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار می‌باشد. جداول شماره ۴ و ۵ به مقایسه میان غلظت‌های گزارش شده در مطالعه حاضر با مطالعات انجام شده در سایر کشورهای جهان می‌پردازد، غلظت تنباکوی سیگار و قلیان عرضه شده در ایران از نظر وجود فلزات سنگین به‌طور نسبی از برخی کشورها نظیر آمریکا، اسپانیا و پرتقال کم‌تر از برخی کشورها نظیر پاکستان و اتیوپی است. همچنین بین غلظت‌های گزارش شده در این پژوهش با غلظت‌های گزارش شده در برخی کشورها مانند تونس، مصر وبنگلادش مشابهت‌هایی دیده می‌شود. تفاوت در غلظت‌ها احتمالا ناشی از تفاوت در نوع گونه‌های تنباکوی کشت شده، نحوه فرآوری در حوزه کشاورزی و صنعت کشورهای تولیدکننده می‌باشد. آزمون آنالیز واریانس و کروسکال والیس نشان داد که در گروه تنباکوی سیگار، غلظت عناصر آنتیموان، باریوم و منگنز دارای اختلاف می‌باشند ($P<0/05$). همچنین در گروه تنباکوی قلیان نیز غلظت عناصر نیکل، مس، باریوم، کروم، سلنیوم و منگنز دارای اختلاف می‌باشند ($P<0/05$).

ارزیابی معنی‌دار بودن اختلاف غلظت‌ها بوسیله پس آزمون توکی- در سطح اطمینان ۹۵ درصد- و من‌ویتنی نشان داد میانگین غلظت کلیه عناصر در میان تمامی نمونه های مورد مطالعه اعم از تنباکوی سیگار و قلیان اختلاف معنی‌داری نشان نمی‌دهد($P>0/05$). عناصر

جدول شماره ۴: مقایسه غلظت فلزات سنگین تنباکوی سیگار در مطالعه حاضر با مطالعات انجام شده در سایر کشورها برحسب میکروگرم بر گرم

کشور	منگنز	مس	کروم	کادمیوم	باریوم	آرسنیک	سلنیوم	آنتیموان	سرب	نیکل	مولیبدن	منابع
ایران(این پژوهش)۱۳۹۷	۱۵۸/۶۴	۱۲/۶۰	۶/۷۹	۱/۵۸	۹۲/۵۱	۰/۱۳	۰/۱۲	۱/۴۲	۰/۸۸	۴/۷۷	۲/۶۴	–
بنگلادش۲۰۱۸	–	–	۲/۲۵	۲/۰۰	–	–	–	–	۱/۷۶	–	–	(۳۲)
اتیوپی۲۰۱۷	–	۱۴/۲۳	–	۲/۷۳	–	–	–	–	۵/۷۵	–	–	(۴۲)
پرتقال۲۰۱۷	۱۴۸/۴	–	۱/۳۹	۰/۷۹	۱۲۳/۰۰	۰/۱۴	–	–	۰/۵۵	۲/۱۰	–	(۱۳)
پاکستان۲۰۱۷	۵۴/۴۸	۱۹/۲۱	۱۱/۳۴	۰/۳۹	–	۱۳/۰۷	۰/۶۶	–	۱/۹۹	۶/۵۲	–	(۴۳)
تونس۲۰۱۷	۱۵۶/۷۷	۱۴/۱۵	۲/۰۸	–	۹۷/۳۸	–	–	–	–	۲/۰۰	–	(۳۳)
آمریکا۲۰۱۵	–	–	–	۱/۰۸	–	–	–	–	۰/۵۹	–	–	(۴۴)
اسپانیا۲۰۱۵	۱۱۲/۰۲	–	۱/۴۴	۰/۸۱	–	–	–	–	۰/۶	۲/۲۳		(۴۵)
مصر۲۰۱۴	۹۵/۰۰	۲۰/۰۰	۴/۲۰	۱/۴۵	۴۹	۱/۵۹	–	۰/۱۶	۳/۲	۳/۵	–	(۴۶)
ایران۱۳۹۱	–	۹/۷	–	۲/۷۱	–	–	–	–	۲/۰۷	۱۷/۹۳	–	(۴۷)

جدول شماره ۵: مقایسه غلظت فلزات سنگین تنباکوی قلیان در مطالعه حاضر با مطالعات انجام شده در سایر کشورها برحسب میکروگرم بر گرم

کشور	منگنز	مس	کروم	کادمیوم	باریوم	آرسنیک	سلنیوم	آنتیموان	سرب	نیکل	مولیبدن	منابع
ایران(این پژوهش)۱۳۹۷	۲۸/۶۲	۴/۰۶	۲/۵۴	۰/۱۹	۸/۸۷	۰/۱۴	۰/۰۳	۳/۲۱	۰/۴۱	۱/۵۹	۴/۸۷	–
تونس۲۰۱۷	۲۵/۵	۷	–	–	۱۵/۵	–	–	–	–	۰/۵	–	(۳۳)
عربستان سعودی۲۰۱۵	۸۹۶/۶۹	–	۲۳/۲۴	۰/۷۱	۱۵۳/۸۵	۱۱/۲۸	۱/۷۹	۰/۳۵	۴/۰۹	۲/۳۵	–	(۴۸)
مصر۲۰۱۴	۱۲	۸/۳	۰/۷۵	۰/۰۷	۳/۴	۰/۱۴	۰/۴۲	۰/۰۱	۰/۲۹	۰/۶۳	۰/۴۵	(۴۶)
پاکستان۲۰۱۲	۱۴۲/۴۷	۱۹/۲۲	۲/۸۰	۰/۹۴	–	۰/۷۴	۰/۷۳	–	۱/۱۹	۳/۲۶	–	(۴۹)
ایران۱۳۹۵	–	۵/۳۵	۳۷/۴۶	۱۶/۰۹	–	۱/۹۵	–	–	۵۳/۵۹	–	–	(۳۹)
ایران۱۳۹۶	–	۵/۵۸	–	۱/۸۶	–	۱/۳۵	–	–	۸/۵۱	–	–	(۳۸)

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

باریوم، مس، نیکل و سلنیوم دارای تفاوت غلظت معنی‌دار بین نشان‌های تجاری سیگار و تنباکوی قلیان بودند ($p < ۰/۰۵$) بدین معنا که میانگین غلظت در نشان‌های تجاری سیگار بیش‌تر از نشان‌های تجاری تنباکو می‌باشد.

نتایج حاصله از این پژوهش نشان از وجود عناصر سنگین در تنباکوهای سیگار و قلیان پرمصرف موجود در سطح بازار ایران دارد. از آن‌جا که این عناصر خاصیت تجمعی در بدن دارند پیشنهاد می‌شود؛ اقدامات پیشگیرانه، آموزشی، نظارت بیش‌تر بر کارخانجات تولید دخانیات و وضع قوانین سختگیرانه‌تر در استانداردهای بهداشتی نشان‌های تجاری و وارداتی دخانیات در دستور کار قرار گیرد.

سپاسگزاری

این مقاله بخشی از پایان‌نامه آقای مهدی طاهری پور با عنوان بررسی مقدار فلزات سنگین در برخی نمونه‌های پرمصرف سیگار و توتون‌های قلیان رایج در بازار ایران در سال ۱۳۹۷ با کد اخلاق IR.MAZUMS.REC.1397.2713 در مقطع کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط در سال ۹۷ است. نویسندگان لازم می دانند از معاونت محترم تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی مازندران در حمایت مالی تحقیق و از تمامی افرادی که در انجام این پژوهش مساعدت نمودند، تشکر و قدردانی نمایند. همچنین هیچ گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

References

1. Hassaan MA, El Nemr A, Madkour FF. Environmental assessment of heavy metal pollution and human health risk. Am J Water Sci Engin 2016; 2(3): 14-19.
2. Tchounwou PB, Yedjou CG, Patlolla AK, Sutton DJ. Heavy metal toxicity and the environment. Exp Suppl 2012; 101: 133-164.
3. Menezes-Filho JA, Sousa Viana GF, Garcia K. Assessment of carcinogenic heavy metal levels in Brazilian cigarettes. Environ Monit Assess 2010; 181(1-4): 255-265.
4. Zazouli MA, Yousefi Z. Removal of heavy metals from solid wastes leachates coagulation-flocculation process. J Appl Sci 2008; 8(11): 2142-2147.
5. Aghili SM, Mehrdadi N, Zazouli MA, Aminzadeh B. Heavy Metal Concentrations in Dewatered Sludge of Wastewater Treatment Plant in Sari, Iran. J Mazandaran Univ Med Sci 2019; 28(170): 152-159 (Persian).
6. Zazouli MA, Ebrahimi P, Bagheri Ardebilian M. Study of Cd (II) and Cr (VI) biosorption by mesocarps of orange and sour orange from aqueous solutions. Environl Eng Manag J (EEMJ) 2014; 13(2): 345-351.
7. Cuello-Nuñez S, Benning J, Liu C, Branton P, Hu J, McAdam KG, et al. Fractionation of cadmium in tobacco and cigarette smoke condensate using XANES and sequential leaching with ICP-MS/MS. Anal Bioanal Chem 2018; 410(26): 6795-6806.
8. Ajab H, Yaqub A, Malik SA, Junaid M, Yasmeen S, Abdullah MA. Characterization of toxic metals in tobacco, tobacco smoke, and cigarette ash from selected imported and local brands in Pakistan. Sci World J 2014; 2014.
9. Campbell RCJ. Speciation of metals and metalloids in tobacco and tobacco smoke: Implications for health and regulation. [PhD Thesis], Earth & Environmental Sciences Department, University of St Andrews; 2014.
10. Tian Y, Hou H, Zhu F, Wang A, Liu Y, Hu Q. Simultaneous determination of chromium, cadmium, and lead and evaluation of the correlation between chromium and cotinine

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

in Chinese smokers. Biol Trace Elem Res 2014; 158(1): 9-14.

11. Pappas RS, Fresquez MR, Martone N, Watson CH. Toxic metal concentrations in mainstream smoke from cigarettes available in the USA. J Anal Toxicol 2014; 38(4): 204-211.
12. Al-Kazwini A, Sdepanian S, Said AJ. Determination 1 of Macro and Trace Elements in Moassl Used in Waterpipe in Jordan. Publ Health Res 2014; 4(1): 39-44.
13. Pinto E, Cruz M, Ramos P, Santos A, Almeida A. Metals transfer from tobacco to cigarette smoke: Evidences in smokers' lung tissue. J Hazardous Mater 2017; 325: 31-35.
14. Zazouli MA, Mohseni Bandpei A, Maleki A, Saberian M, Izanloo H. Determination of cadmium and lead contents in black tea and tea liquor from Iran. Asian J Chem 2010; 22(2): 1387-1393.
15. Zazouli MA, Mohseni Bandpei A, Ebrahimi M, Izanloo H. Investigation of cadmium and lead contents in Iranian rice cultivated in Babol region. Asian J Chem 2010; 22(2): 1369-1376.
16. Zazouli MA, Shokrzadeh M, Izanloo H, Fathi S. Cadmium content in rice and its daily intake in Ghaemshahr region of Iran. Afr J Biotech 2008; 7(20): 3686-3689.
17. Abdel-Sabour MF. Heavy metals and rare earth elements source-sink in some Egyptian cigarettes as determined by neutron activation analysis. Appl Radiat Isot 1999; 51(1): 131-136.
18. Saldivar LR, Luna M, Reyes E, Soto R, Fortoul TI. Cadmium Determination in Mexican-Produced Tobacco. Environ Res 1991; 55(1): 91-96.
19. Tobacco Breaks Hearts: choose health not Tobercco. beat NCDS, World Health Federation, FCTC, WHO; 2018.
20. Afridi HI, Gul Kazi T, Talpur F, Brabazon D, Naher S. Estimation of toxic elements in the samples of different cigarettes and their impact on human health of Irish hypertensive consumers. Clin Chim Acta 2013; 26: 51-57.
21. Yi Shi. Role of transpiration and metabolism in translocation and accumulation of cadmium in tobacco plants (Nicotianatabacum L.). Chemosphere 2015; 144: 1960-1965.
22. Lugon-Moulin N, Martin F, Krauss MR, Ramey PB, Rossi L. Cadmium concentration in tobacco (Nicotiana tabacum L.) from different countries and its relationship with other elements. Chemosphere 2005; 63(7): 1074-1086.
23. Tsadilas CD, Karaivazoglou NA, Tsotsolis NC, Stamatiadis S, Samaras V. Cadmium uptake by tobacco as affected by liming, N form, and year of cultivation. Environmental Pollution. Environ Pollut 2004; 134(2): 239-246.
24. Hosseini S, Sobhanardakani S, Tahergorabi R, Delfieh P. Selected heavy metals analysis of Persian sturgeon's (Acipenser persicus) caviar from Southern Caspian Sea. Biol Trace Element Res 2013; 154(3): 357-362.
25. Hosseini S, Sobhanardakani S, Navaei MB, Kariminasab M, Aghilinejad S, Regenstein J. Metal content in caviar of wild Persian sturgeon from the southern Caspian Sea. EnvironSci Pollut Res 2013; 20(8): 5839-5843.
26. Hosseini SV, Sobhanardakani S, Miandare HK, Harsij M, Mac Regenstein J. Determination of toxic (Pb, Cd) and essential (Zn, Mn) metals in canned tuna fish produced in Iran. J Environ Health Sci Eng 2015; 13(1): 59.
27. Rezaei Raja O, Sobhanardakani S, Yazdani Cheraghi M. Health risk assessment of citrus contaminated with heavy metals in Hamedan city, potential risk of Al and Cu. Environ Health Eng Managt J 2016; 3(3): 131-135 (Persian).

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

28. Sobhanardakani S. Potential health risk assessment of Cr, Cu, Fe and Zn for human population via consumption of commercial spices; a case study of Hamedan City, Iran. Int Arch Health Sci 2016; 3(3): 119-124(Persian).
29. Sobhanardakani S. Tuna fish and common kilka: health risk assessment of metal pollution through consumption of canned fish in Iran. J Consum Protect Food Safe 2017; 12(2): 157-163.
30. Lazarević K, Nikolić D, Stosić L, Milutinović S, Videnović J, Bogdanović D. Determination of lead and arsenic in tobacco and cigarettes: An important issue of public health. Cent Eur J Public Health 2012; 20(1):62-66 (Persian).
31. Mazarei V, Pourkhabbaz H, Cheraghi M, Javanmardi S. The Efficiency of the Amount of Heavy Metals in Some Aromatic Tobacco Consumed in Shiraz Market in 2016. J Rafsanjan Univ Med Sci (JRUMS) 2017; 16(2): 99-106.
32. Hossain MT, Hassi U, Huq SI. Assessment of concentration and toxicological (Cancer) risk of lead, cadmium and chromium in tobacco products commonly available in Bangladesh. Toxicol Rep 2018;5:897-902.
33. Houas I, Teyeb H, Rochina-Marco A, Douki W, Fadhel Najjar M, Gaha L, et al. Comparison of mineral contents in three different tobacco formulations. Biomed Environ Sci 2017; 30(1): 52-58.
34. 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.
35. Kazi TG, Jalbani N, Arain MB, Jamali MK, Afridi HI, Sarfraz RA, et al. Toxic metals distribution in different components of Pakistani and imported cigarettes by electrothermal atomic absorption spectrometer. J Hazard Mater 2009; 163(1): 302-307.
36. Abu-Obaid A, Jodeh S, Ahmad O, Salghi R, Warad I. Determination and Assessment of Heavy Metals in Tobacco Sold and Smoked In Palestinian Market. Int J Chem 2015; 4(3): 713-723.
37. Çiftçi H, Ölçücü A. Determination of iron, copper, cadmium and zinc in some cigarette brands in Turkey. Int J Sci Technol 2007; 2(1): 29-32.
38. Yousefinejad V, Mansouri B, Ramezani Z, Mohammadzadeh N, Akhlaghi M. Evaluation of heavy metals in tobacco and hookah water used in coffee houses in Sanandaj city in 2017. Sci J Kurdistan Univ Med Sci 2018; 22(6): 96-106 (Persian).
39. Mazareie V,Poor Khabaz HR, Cheraghi M, Javanmard S. Determination of heavy metals in some high-consumption aromatic tobacco in Shiraz market in 2015. J Rafsanjan Univ Med Sci 2017; 16: 99-106 (Persian).
40. Abdolahnejad A, Ebrahimi A, Jafari N, Vahid dastjerdi M, Nourmoradi H. Determining the Heavy Metals Contents in Some Highly-used Samples of Cigarettes and Aromatic Tobaccos in Iranian Market. Tolooe behdasht 2013; 12(3): 116-127 (Persian).
41. Krejpcio Z, Krol E, Sionkowski S. Evaluation of Heavy Metals Contents in Spices and Herbs Available on the Polish Market. Polish J Environ Stud 2007; 16(1): 97-100.
42. Chandravanshi BS. Assessment of heavy metals in tobacco of cigarettes commonly sold in Ethiopia. Chem Int 2017; 3(3): 213-219.
43. Hussain A, Ahmad K, Lqbal Khan Z, Ashfaq A, Noorka IR, Arshad F, et al. Evaluation Of Heavy Metals In Various Cigarette Brands Marketed In Pakistan And Their Implications

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]

For Public Health. Fresen Environ Bull 2017; 26(1 A): 557-562.

44. He Y, von Lampe K, Wood L, Kurti M. Investigation of lead and cadmium in counterfeit cigarettes seized in the United States. Food Chem Toxicol 2015; 81: 40-45.
45. Armendáriz CR, Garcia T, Soler A, Fernández ÁJG, Glez-Weller D, González GL, et al. Heavy metals in cigarettes for sale in Spain. Environ Res 2015; 143: 162-169.
46. Khater A, Amr M, Chaouachi K. Elemental characterization of shisha moassel smoking mixtures using ICP-MS and comparison with other tobacco products. Wulfenia 2014; 21(2): 428-449.
47. Pourkhabbaz A, Pourkhabbaz H. Investigation of toxic metals in the tobacco of different Iranian cigarette brands and related health issues. Iran J Basic Med Sci 2012; 15(1): 636-364.
48. Qamar W, Al-Ghadeer AR, Ali R. Analysis of Toxic Elements in Smoked Shisha Waterwaste and Unburnt Tobacco by Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry: Probable Role in Environmental Contamination. Res J Environ Toxicol 2015; 9(2): 204-210.
49. Musharraf SG, Shoaib M, Siddiqui AJ, Najam-ul-Haq M, Ahmed A. Quantitative analysis of some important metals and metalloids in tobacco products by inductively coupled plasma-mass spectrometry (ICP-MS). Chem Cent J 2012; 6(1): 56.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-24]