Journal of Military Medicine
2021, Volume 23, Issue 3
Pages: 228-237
10.30491/JMM.23.3.228

Hazard Potential Assessment of the Residual Heavy Metals (As, Pb, Cd) in Infused Black Tea Samples in Military Centers

Hossein Masoumbeigi [1], Ghader Ghanizadeh [2*], Mojtaba Rohani [3], Mahdi Raei [1]

[1] *Health Research Center, Life Style Institute, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran*
[2] *Health Management Research Center, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran*
[3] *Students' Research Committee, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran*

Received: 15 November 2020 **Accepted:** 11 May 2021

Abstract

Background and Aim: Infused black tea is one of the conventional drinks in Iran. Soil contamination with heavy metals can lead to accumulation in tea and causes adverse health effects. This study investigated the hazard potential of the residual heavy metals (As, Pb, Cd) in infused black tea samples in military centers.

Methods: This descriptive-analytical and cross-sectional study conducted in 2019. Six brands of high-consumption tea samples in military centers, including three Iranian and three foreign brands selected and randomized triplicated 5 g samples collected from each brand. After twenty minutes of infusion in boiled distilled water, the concentrations of heavy metals measured using ICP-OES. The results analyzed using Excel and SPSS software (Ver. 13) and the hazard potential indices calculated by THQ, TR, and HI.

Results: Heavy metals concentration in Iranian brands was higher than the foreign with no significant differences (P >0.05). The maximum and minimum concentrations of arsenic in foreign brands (Ahmad and Golestan) were 0.019, 0.011 mg/l and in Iranian Brands (Damaneh and Fumenate) were 0.021, 0.006 mg/l respectively. The maximum and minimum concentrations of cadmium in Golestan and Ahmad were 0.002 mg/l and non-detectable and in all of the Iranian brands were 0.002, 0.001 mg/l respectively. The maximum and minimum concentrations of lead in Golestan and Ahmad were 0.068, 0.006 mg/l and in Refah and Fumenate were 0.021, 0.006 mg/l respectively. Hazard potential including THQ, TR and, HI indices for all brands, was lower than the recommended guideline values (<1).

Conclusion: Concentrations of arsenic and lead in all of the samples were higher than the national standards and WHO Guidelines. However, the hazard potential of the residual metals based on the calculation of indicators was lower than the recommended values from points of health consequences.

Keywords: Arsenic, Cadmium, Hazard potential, Heavy metals, Lead, Military center, Tea.

*Corresponding author: **Ghader Ghanizadeh**, Email: Qanizadeh@yahoo.com

مجله طب نظامی
دوره ۲۳، شماره ۳، خرداد ۱۴۰۰
صفحات: ۲۳۷-۲۲۸
10.30491/JMM.23.3.228

ارزیابی پتانسیل خطر باقی‌مانده فلزات سنگین (آرسنیک، سرب، کادمیوم) در نمونه های چای سیاه مصرفی مراکز نظامی

حسین معصوم‌بیگی[۱]، قادر غنی‌زاده[۲]*، مجتبی روحانی[۳]، مهدی راعی[۱]

[۱] مرکز تحقیقات بهداشت، پژوهشکده سبک زندگی، دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج)، تهران، ایران
[۲] مرکز تحقیقات مدیریت سلامت، پژوهشکده سبک زندگی، دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج)، تهران، ایران
[۳] کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج)، تهران، ایران

چکیده

زمینه و هدف: چای سیاه دم شده یکی از نوشیدنی‌های متداول در ایران است. آلودگی خاک به فلزات سنگین، باعث تجمع در چای و اثرات سوء بر سلامت انسان می‌گردد. هدف این مطالعه ارزیابی پتانسیل خطر باقی‌مانده فلزات سنگین (آرسنیک، سرب، کادمیم) در انواع چای سیاه منتخب دم شده مصرفی مراکز نظامی در سال ۱۳۹۷ بود.

روش‌ها: این مطالعه توصیفی- تحلیلی بصورت مقطعی در سال ۱۳۹۷ انجام شد. تعداد شش نشان از چای‌های موجود پرمصرف نیروهای نظامی شامل سه نشان ایرانی و سه نشان خارجی انتخاب و از هر نشان سه نمونه پنج گرمی به صورت تصادفی برداشت شد. نمونه‌ها به مدت بیست دقیقه در آب مقطر با دمای جوش عمل آوری و دم کشیده شد. غلظت فلزات سنگین آن‌ها با استفاده از دستگاه ICP-OES اندازه‌گیری شد. نتایج با استفاده از نرم افزارهای Excel و SPSS نسخه ۱۳ تجزیه و تحلیل و پتانسیل ایجاد خطر بر اساس شاخص‌های THQ، TR و HI تعیین شد.

یافته‌ها: غلظت فلزات سنگین در نشان‌های چای ایرانی بالاتر از نشان‌های خارجی بود اما اختلاف معنی‌داری نداشتند ($P > ۰/۰۵$). حداکثر و حداقل غلظت آرسنیک در بین نشان‌های خارجی، به ترتیب در نشان‌های احمد و گلستان ۰/۰۱۹ و ۰/۰۱۱ و در بین نشان‌های ایرانی در نشان‌های دامنه و فومنات ۰/۰۲۱ و ۰/۰۱۲ mg/l بود. حداکثر و حداقل غلظت کادمیوم در بین نشان‌های خارجی، به ترتیب در نشان‌های گلستان و احمد ۰/۰۰۲ و غیر قابل تشخیص و در تمام نشان‌های ایرانی ۰/۰۰۲ و ۰/۰۰۱ mg/l بود. حداکثر و حداقل غلظت سرب در بین نشان‌های خارجی، به ترتیب در نشان‌های گلستان و احمد ۰/۰۶۸ و ۰/۰۰۵ و بین نشان‌های ایرانی (رفاه و فومنات) ۰/۰۸۰ و ۰/۰۲۴ mg/l بود. پتانسیل خطر باقی‌مانده فلزات سنگین برای تمام نشان‌ها کمتر از مقادیر توصیه شده رهنمودی (< ۱) بود.

نتیجه‌گیری: غلظت آرسنیک و سرب در تمام نشان‌های چای مورد مطالعه بالاتر از حد استانداردهای ملی و سازمان جهانی بهداشت بود. اما پتانسیل خطر باقی مانده فلزات سنگین بر اساس شاخص‌های محاسبه شده، کمتر از مقادیر رهنمودی از نظر پیامدهای بهداشتی بود.

کلیدواژه‌ها: آرسنیک، پتانسیل خطر، چای ، سرب، فلزات سنگین، کادمیوم، مرکز نظامی.

*نویسنده مسئول: **قادر غنی‌زاده.** پست الکترونیک: Qanizadeh@yahoo.com
دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۸/۲۵ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۲/۲۱

مقدمه

فلزات سنگین به دلیل قابلیت تجمع و اثرات فیزیولوژیکی بر فعالیت جانداران حتی در غلظت پایین از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند (۱). فلزات سنگین موجود در محیط با منشاء طبیعی (سنگ‌ها و معادن و خاک‌ها) یا مصنوعی (از طریق کاربرد فلزات مختلف توسط انسان در صنایع، کشاورزی و بخش‌های خدماتی ...) وارد محیط زیست (آب و خاک و هوا) می‌شوند. این فلزات با ورود به آب و خاک در محیط تجمع یافته و بر روی زنجیره غذایی و بیولوژیکی موجودات آبزی و گیاهان اثر گذاشته و در نهایت وارد بدن انسان می‌شوند. بر اساس خصوصیاتی نظیر نیمه عمر بالا و عدم تجزیه پذیری و ماندگاری طولانی در محیط زیست، سبب تجمع زیستی در بدن موجودات زنده اعم از انسان و حیوانات شده و منجر به افزایش غلظت فلزات سنگین در زنجیره غذایی می‌شوند و در نهایت حیات انسان و سایر موجودات زنده را در معرض خطر قرار می‌دهند (۲).

لذا استانداردسازی فرآیند تولید تا مصرف مواد غذایی با هدف تضمین سلامت کیفی محصولات برای مصرف کنندگان، چالش بسیاری از دولت‌ها است. تأمین غذای سالم و امنیت غذایی جمعیت در حال رشد، با توجه به منابع طبیعی محدود، یکی از مباحث مهم بهداشتی دنیا است. در میان آلاینده های مختلف، فلزات سنگین از مهم‌ترین آلاینده‌هایی هستند که سالانه هزاران تن از آن به صورت نقطه‌ای و غیرنقطه‌ای و از منابع طبیعی و انسان ساخت وارد خاک می‌شوند (۳).

انسان در معرض ۳۵ فلز موجود در طبیعت قرار دارد. از بین این فلزات، ۲۳ فلز که دانستیه بالای $5\ g/cm^3$ و وزن اتمی بالای ۴۰/۰۴ دارند معمولا به اصطلاح فلزات سنگین محسوب می‌شوند و اثرات نامطلوبی بر اکوسیستم و موجودات زنده دارند (۴). فلزات سنگین در بدن جانداران مثل گیاهان و جانوران قابلیت تجمع‌پذیری داشته و در بافت‌های چربی، عضلات، استخوان‌ها و مفاصل انسان رسوب و انباشته شده و غیر قابل تجزیه هستند که این امر باعث بروز بیماری‌ها و عوارض متعددی در بدن می‌شوند (۵).

فلزات سنگین از مسیرهای مختلف نظیر استنشاق هوای آلوده، نوشیدنی‌ها مثل آب و چای، خوردن غذا و مصرف سیگار وارد بدن انسان می‌شوند. گیاه چای یکی از منابع محتمل انتقال فلزات سنگین از خاک به گیاه و نهایتا بافت‌های انسان از طریق مسیر Soil-Crop-Food می‌باشد (۶، ۷). آلودگی محصولات غذایی مانند چای به فلزات سنگین که یک نوشیدنی رایج و پر مصرف است، یکی از نگرانی‌های مهم مسئولین بهداشت مواد غذایی است. پدیده آلودگی مواد غذایی به فلزات سنگین از جمله چای با گسترش شهرنشینی و توسعه صنعت به دلیل ورود این آلاینده‌ها از منابع مختلف از جمله تصفیه ناقص فاضلاب‌ها به یک مشکل جهانی تبدیل شده است (۷).

استفاده از کودهای شیمیایی به صورت کنترل نشده سبب تغییر pH خاک شده و شرایط را برای انحلال، انتقال و افزایش نرخ جذب فلزات سنگین از خاک به محصول چای و نهایتا انسان تسهیل می‌کند (۷).

یکی از اساسی‌ترین مشکلات فلزات سنگین، عدم وجود مسیر متابولیسمی در سلول‌های بدن انسان و سایر موجودات زنده است. ورود این گونه ترکیبات سمی به زنجیره غذایی و رسیدن به غلظت‌های بحرانی، اثرات زیان‌بار متابولیکی و فیزیولوژیکی بر موجودات زنده به ویژه انسان برجای می‌گذارد. بر اساس استاندارد شماره ۶۲۳ ایران حدود مجاز فلزات سنگین سرب، آرسنیک، مس، کادمیوم و جیوه در آب به ترتیب ۱، کمتر از ۱، ۰/۵، ۰/۱، ۰/۰۵ و ۰/۰۵ mg/kg تعیین شده است (۸). تجمع فلزات سنگین و افزایش غلظت آن‌ها و رسیدن به محدوده خطر، می‌تواند از طریق ورود به زنجیره غذایی، سلامتی انسان را تهدیدکند. هرچند برخی از فلزات سنگین نظیر روی، مس و کبالت در مقادیر مناسب برای اغلب سیستم‌های بیولوژیک از جمله انسان ضروری هستند (۹، ۱۰) اما برخی دیگر از این فلزات از جمله کادمیوم، سرب و آرسنیک برای گیاهان، حیوانات و انسان بسیار سمی هستند. آلودگی محصولات کشاورزی با فلزات سنگین از یک طرف منجر به کاهش کیفیت محصولات و از طرف دیگر تهدیدی جدی برای سلامت انسان است، بنابراین توجه به کیفیت این محصولات از جمله چای از نظر غلظت فلزات سنگین برای حفظ کیفیت و سلامت مصرف کنندگان بسیار ضروری است (۱۱، ۱۲).

چای دم شده به عنوان یک فرآورده کشاورزی یکی از قدیمی‌ترین و پرمصرفترین نوشیدنی‌های سراسر دنیا است که برای ۹۸ درصد مردم جهان، نوشیدنی موجه و قابل دسترس با مصرف روزانه ۱۸ تا۲۰ میلیارد فنجان چای است. گیاه چای در بیش از ۴۵ کشور دنیا و در گستره طول جغرافیای ۴۵ درجه شمالی تا ۳۴ درجه جنوبی کشت می‌شود. ایران هم یکی از تولیدکنندگان مهم چای دنیا، با مصرف سرانه چای خشک بیش از ۱/۶ کیلوگرم در سال (در تمام نقاط کشور از شرق تا غرب و از خلیج فارس تا دریای مازندران) است که این میزان بالاترین رقم سرانه مصرف چای در دنیا است (۱۳). تولید چای جهان طی دهه گذشته با رشدی معادل ۱/۸۱ درصد در سال مواجه و میزان مصرف جهانی چای با نرخی معادل ۲/۰۵ درصد رشد همراه بوده است. تخمین زده می‌شود که ۷۵ درصد از ۲/۵ میلیون تن چای تولید شده در سال، چای سیاه است (۱۴). کشور ما با دارا بودن یک درصد جمعیت جهان حدود ۴/۵ درصد از مصرف کل چای جهان را به خود اختصاص داده و این خود تاییدکننده گرایش زیاد ایرانی‌ها به مصرف این نوشیدنی (۸) و اهمیت و ضرورت توجه به شناسایی و اندازه‌گیری آلاینده‌های احتمالی و ضرورت کنترل آن در این محصول است.

سازمان بهداشت جهانی به دلیل تاثیر آلودگی‌های احتمالی بر مواد غذایی، بر حفظ بهداشت مواد غذایی تاکید کرده و شعار سال ۲۰۱۵ را ایمنی غذا از مزرعه تا سفره اعلام کرد، که نشان دهنده اهمیت توجه به بهداشت مواد غذایی و ضرورت طراحی زنجیره

تامین، تولید و توزیع ایمن مواد غذایی است (۱۵). سالانه در ایران تقریبا ۳۴ هزار هکتار از زمین‌های زراعی استان‌های گیلان و مازندران به کشت گیاه چای اختصاص می‌یابد که نیمی از چای تولیدی، مصرف داخلی داشته و بقیه به کشورهای دیگر صادر می‌شود (۱۳).

باتوجه به تاثیر زمان تماس در تجمیع آلاینده ها در گیاه و به دلیل اینکه بوته گیاه چای اغلب چند ساله است با افزایش سن گیاه و تعداد برگ‌ها، نرخ تجمع فلزات و خطر مصرف آن‌ها افزایش می‌یابد (۷). افزایش مدت زمان دم کشیدن و عمل‌آوری چای نیز منجر به افزایش غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های مختلف چای دم شده می‌شود. چون هر چه مدت زمان دم کشیدن چای بیشتر شود، غلظت فلزات سنگین در چای دم شده، افزایش می‌یابد (۱۶).

Zazouli و همکارانش در مطالعه غلظت فلزات سنگین سرب و کادمیوم در انواع چای گزارش کردند که طولانی شدن زمان عمل‌آوری چای از ۱۵ دقیقه به ۳۰ دقیقه باعث افزایش غلظت فلزات سنگین آزاد شده در چای دم شده می‌گردد. در این مطالعه حداقل و حداکثر غلظت سرب در چای شهرزاد و شریعت به ترتیب ۰/۶۶ و ۱۵/۴۸ µg/g و غلظت کادمیوم در چای احمد و شریعت به ترتیب ۰/۰۹ و ۱/۹۲ µg/g بود (۱۷).

نقی پور و همکاران در سال ۱۳۹۵ طی مطالعه خود گزارش کردند که غلظت فلزات سنگین آرسنیک، سرب و کادمیوم در نمونه چای‌های مورد مطالعه به ترتیب در رنج ۰/۰۳ تا ۰/۱ ، ۰/۵ تا ۳/۵ و ۰/۰۷ تا ۰/۶ mg/kg است. این نتایج نشان می‌دهد عوامل متعدد نظیر نشان چای، کیفیت آب مصرفی و نحوه دم کردن چای و مدت عمل‌آوری می‌تواند روی غلطت فلزات سنگین آزاد شده در چای دم شده مصرفی موثر باشد (۱۳).

در مطالعه شکوهیان و همکاران در سال ۲۰۱۲ غلظت فلزات سنگین سرب، کادمیوم و آرسنیک در ۱۰۵ نمونه چای سیاه و دم نوش آن‌ها در استان‌های شمالی کشور بررسی و گزارش شد که زمان دم کشیدن در محدوده ۵، ۱۵ و۶۰ دقیقه و همچنین موقعیت جغرافیایی بر مقدار غلظت فلزات سنگین تاثیر گذار است (۱۶).

با توجه به سرانه بالای مصرف چای در بخش‌های مختلف جامعه ایرانی شامل شهروندان و نظامیان، چه در منازل، اداره‌ها، سازمان‌ها و صنایع (وجود آبدارخانه ها که مسئولیت تهیه و سرو و پذیرایی با چای را در مراکز نظامی بر عهده دارند و یکی از بخش‌های ثابت آن‌ها است)، لازم است کیفیت چای از نظر غلظت آلاینده‌های مختلف به خصوص فلزات سنگین و پتانسیل خطر آن‌ها به طور مرتب ارزیابی شوند. مطالعه حاضر با هدف ارزیابی پتانسیل خطر باقی‌مانده فلزات سنگین (آرسنیک، سرب، کادمیوم) در انواع چای سیاه منتخب دم شده ایرانی و خارجی پر مصرف مراکز نظامی جهت انتخاب و معرفی نشان مناسب برای خرید و توزیع توسط آماد و مصرف با هدف حفظ و ارتقاء سطح سلامت مصرف کنندگان چای انجام شد.

روش‌ها

این مطالعه توصیفی- تحلیلی بصورت مقطعی در سال ۱۳۹۷ در غالب طرح تحقیقاتی با کد ۹۱۰۰۲۹۱۷ از معاونت تحقیقات و فناوری و کد اخلاق TR.BMSU.REC.1397.398 از کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج) انجام شد. تعداد شش نشان از چای‌های موجود و پر مصرف شامل سه نشان ایرانی و سه نشان خارجی با هماهنگی مرکز مطالعات و تحقیقات آماد انتخاب شدند. معیارهای انتخاب نشان‌ها شامل کشت و تولید داخلی و خارجی جهت مقایسه، پر مصرف بودن در مراکز نظامی و در دسترس بودن آن‌ها و معرفی توسط معاونت آماد بود. از هر نشان۳ نمونه ۵ گرمی چای خشک (جمعا ۱۸ نمونه) به‌صورت نمونه‌برداری در دسترس برداشت و به تفکیک در۵۰ میلی لیتر آب مقطر در دمای جوش دم شد (جدول ۱). نشان‌های چای ایرانی شامل فومنات، دامنه و رفاه و نشان‌های خارجی شامل گلستان، دو غزال و احمد بود.

غلظت آرسنیک، سرب و کادمیوم هر نمونه چای دم شده و صاف شده بعد از بیست دقیقه دم کشیدن اندازه گیری شد. اندازه گیری فلزات مورد نظر با استفاده از دستگاه طیف سنجی نشر نوری- پلاسمای جفت شده القایی ICP-OES مارک SPECTRO ARCOS مدل 76004555 در طول موج‌های ۱۸۹ و ۲۲۰/۳۵۳ و ۲۲۸/۸۰۲ (جمعا ۵۴ آزمایش) انجام شد (۲۱-۱۷). لازم به توضیح است به علت محدودیت‌های مالی و هزینه بالای آزمایشات امکان افزایش تعداد نمونه‌ها و نشان‌های چای میسر نشد.

جدول-۱. اطلاعات تعداد نمونه ها و آزمایشات انجام شده

ردیف	نشان‌های	نام نشان چای	تعداد نمونه های هر نشان	تعداد فلز مورد آزمایش هر نمونه	تعداد آزمایش هر نشان
۱	خارجی	گلستان	۳	۳	۹
۲		دوغزال	۳	۳	۹
۳		احمد	۳	۳	۹
۴	ایرانی	فومنات	۳	۳	۹
۵		دامنه	۳	۳	۹
۶		رفاه	۳	۳	۹
		جمع		۱۸	۵۴

نتایج با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۳ تحلیل شد. برای توصیف نتایج از شاخص‌های آمار مرکزی نظیر میانگین و انحراف معیار و در بخش آمار تحلیلی از فواصل اطمینان ۹۵ درصد و آزمون t مستقل استفاده و سطح معنی داری ۰/۰۵ در نظر گرفته شده است. برای پتانسیل خطر بر اساس شاخص‌های THQ، TR و HI و با استفاده از فرمول‌های ذیل محاسبه شد (۲۲).

۱. خطرپذیری هدف (THQ, Target hazard quotient):

$$THQ = \frac{EFr \times EDtot \times TI \times C}{RfDo \times BWa \times ATn} \times 10^{-3}$$

۲. شاخص خطر (HI, Hazard Index):

$$HI = \sum HQ = \sum \frac{ADD}{RfDo}$$

۳. خطر سرطان مورد نظر (TR, Target cancer risk):

$$TR = \frac{EFr \times EDtot \times TI \times C \times CPSo}{BWa \times ATc} \times 10^{-3}$$

EFr (Exposure Frequency): فرکانس مواجهه با آلاینده مورد نظر برحسب day/year

EDtot (Exposure Duration, total): کل مدت مواجهه (30 years)

TI (Tea Ingestion): میزان دریافت چای برحسب (g/day)

C (Metal Contaminant Concentration in Edible Portion of Tea): غلظت فلزات سنگین برحسب µg/g

RfDo (Reference Dose, oral): دوز مرجع خوراکی برحسب mg/kg/day

BWa (Body Weight, adult): وزن بدن افراد بزرگسال (65 kg)

ATn (Averaging Time, noncarcinogens): زمان متوسط که برای عوامل غیر سرطان‌زا از رابطه زیر محاسبه می‌شود: (EDtot × 365 days/year)

ATc (Averaging Time, carcinogens): زمان متوسط برای عوامل سرطان‌زا (70 years = 25550 days)

CPSo (Carcinogenic Potency Slope oral [risk per mg/kg/day]): شیب کاهش قدرت سرطان‌زایی

ADDo (Average Daily Dose, oral): میانگین دوز روزانه از طریق بلع mg/kg-d

نتایج

مقادیر حداقل، حداکثر، میانگین و انحراف استاندارد غلظت آرسنیک، کادمیوم و سرب به تفکیک در انواع چای خارجی (گلستان، دو غزال و احمد) و ایرانی (فومنات، دامنه و رفاه) مورد مطالعه در جدول۲ ارائه شده است.

اختلاف آماری معنی‌داری بین مقادیر میانگین غلظت آرسنیک ($P = ۰/۴۲$)، کادمیوم ($P = ۰/۲۸$) و سرب ($P = ۰/۸۴$) در ۶ نشان مختلف چای وجود نداشت.

همچنین نتایج نشان داد اختلاف مقادیر میانگین غلظت فلزات سنگین آرسنیک ($P = ۰/۰۵۲$)، کادمیوم ($P = ۰/۰۹۶$) و سرب ($P = ۰/۲۵$) بین انواع چای ایرانی و خارجی از نظر آماری معنی‌دار نیست.

با حدود اطمینان ۹۵ درصد غلظت آرسنیک موجود در نمونه-های چای خارجی و ایرانی به ترتیب حد بالا و حد پایین (۰/۰۱۵ و ۰/۰۱۱) و (۰/۰۱۸ و ۰/۰۱۴)، با مقدار استاندارد ارائه شده توسط سازمان جهانی بهداشت، اتحادیه اروپا و ایران (۰/۰۱) همخوانی نداشت و میانگین غلظت آرسنیک موجود در نشان‌های چای خارجی و ایرانی از مقدار استاندارد بیشتر بود.

با حدود اطمینان ۹۵ درصد غلظت سرب موجود در نمونه‌های چای خارجی و ایرانی با مقدار استاندارد ارایه شده توسط سازمان جهانی بهداشت، اتحادیه اروپا و ایران (۰/۰۱) همخوانی نداشت و میانگین غلظت سرب موجود در هر دو گروه نشان‌ها، بیشتر از مقدار استاندارد بود.

با حدود اطمینان ۹۵ درصد غلظت کادمیوم موجود در نمونه-های چای خارجی و ایرانی بسیار کمتر از مقادیر استاندارد ارائه شده توسط سازمان جهانی بهداشت و ایران (۰/۰۰۳) و اتحادیه اروپا (۰/۰۰۵) بود.

ارزیابی ریسک

جامعه هدف، کارکنان شاغل بخش دولتی بودند که مدت مواجهه و مصرف چای برای محاسبه شاخص THQ، سن خدمتی قانونی ۳۰ سال و میانگین طول عمر بر اساس شاخص امید به زندگی در کشور ایران حدود ۷۰ سال در نظر گرفته شد. میزان شاخص THQ برای فلزات آرسنیک، کادمیوم و سرب به ترتیب ۰/۱۳۵، ۰/۰۴ و ۰/۲۶ تعیین شد.

میزان خطر سرطان با شاخص TR برای فلزات آرسنیک، کادمیوم و سرب به ترتیب ۰/۱۷، ۰/۰۱۳ و ۰/۴۳ تعیین شد و در نهایت شاخص خطر (HI) برای نشان‌های گلستان، دوغزال، احمد، فومنات، دامنه و رفاه به ترتیب ۰/۴۹۶، ۰/۳۸۲، ۰/۴۰۱، ۰/۵۵۴، ۰/۵۲۳ و ۰/۲۲۳ و میانگین شاخص خطر برای نشان‌های خارجی و ایرانی نیز به ترتیب ۰/۴۲۶ و ۰/۴۳۳ تعیین شد.

جدول-۲. مقادیر حداقل و حداکثر و مقایسه میانگین غلظت آرسنیک، کادمیوم و سرب (mg/l) انواع چای مورد مطالعه

نوع فلز	نشان چای	تعداد نمونه	حداقل	حداکثر	میانگین ± انحراف استاندارد (فاصله اطمینان ۹۵٪)	میانگین غلظت فلز در نشان‌ها (فاصله اطمینان ۹۵٪)	استاندارد ایران و WHO (استاندارد اتحادیه اروپا)
غلظت آرسنیک	گلستان	۳	۰/۰۱۱	۰/۰۱۴	۰/۰۱۲۶±۰/۰۰۱۵ (۰/۰۰۸۸,۰/۰۱۶۴)	۰/۰۱۳۴±۰/۰۰۲۵ (۰/۰۱۱,۰/۰۱۵)	۰/۰۱ (۰/۰۱)
	دو غزال	۳	۰/۰۱۱	۰/۰۱۵	۰/۰۱۳۳±۰/۰۰۲۰ (۰/۰۰۸۱,۰/۰۱۸۵)		
	احمد	۳	۰/۰۱۱	۰/۰۱۹	۰/۰۱۴۳±۰/۰۰۴۱ (۰/۰۰۳۹,۰/۰۲۴۶)		
	فومنات	۳	۰/۰۱۲	۰/۰۱۷	۰/۰۱۴۶±۰/۰۰۲۵ (۰/۰۰۸۴,۰/۰۲۰۹)	۰/۰۱۶±۰/۰۰۲۵ (۰/۰۱۴,۰/۰۱۸)	
	دامنه	۳	۰/۰۱۴	۰/۰۲۱	۰/۰۱۶۶±۰/۰۰۳۷ (۰/۰۰۷۲,۰/۰۲۶۰)		
	رفاه	۳	۰/۰۱۵	۰/۰۱۸	۰/۰۱۶۶±۰/۰۰۱۵ (۰/۰۱۲۸,۰/۰۲۰۴)		
غلظت کادمیوم	گلستان	۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱۳±۰/۰۰۰۵ (۰,۰/۰۰۲۷)	۰/۰۰۰۸۹ (۰/۰۰۰۳,۰/۰۰۱۵)	۰/۰۰۳ (۰/۰۰۵)
	دو غزال	۳	۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱±۰/۰۰۱ (۰,۰/۰۰۳۴)		
	احمد	۳	۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۳±۰/۰۰۰۵ (۰,۰/۰۰۱۷)		
	فومنات	۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱۳±۰/۰۰۰۵ (۰,۰۰۲۷)	۰/۰۰۱۴ (۰/۰۰۱,۰/۰۰۱۸)	
	دامنه	۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱۶±۰/۰۰۰۵ (۰/۰۰۰۲,۰/۰۰۳۱)		
	رفاه	۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱۳±۰/۰۰۰۵ (۰,۰/۰۰۲۷)		
غلظت سرب	گلستان	۳	۰/۰۰۶	۰/۰۶۸	۰۳۷۶±۰/۰۳۱ (۰,۰/۱۱۴۷)	۰/۰۳۱۴ (۰/۰۱۲۹,۰/۰۴۹۹)	۰/۰۱ (۰/۰۱)
	دو غزال	۳	۰/۰۰۹	۰/۰۵۵	۰/۰۲۷±۰/۰۲۴۵ (۰,۰/۸۸)		
	احمد	۳	۰/۰۰۵	۰/۰۵۶	۰/۰۲۹۶±۰/۰۲۵۵ (۰,۰/۹۳۱)		
	فومنات	۳	۰/۰۲۴	۰/۰۵۳	۰/۰۴۲۳±۰/۰۱۵۹ (۰۰۲۷,۰/۰۸۱۹)	۰/۰۴۲۸ (۰/۰۳,۰/۰۵۵۷)	
	دامنه	۳	۰/۰۳۰	۰/۰۴۳	۰/۰۳۶۳±۰/۰۰۶۵ (۰/۰۲۰۱,۰/۰۵۲۵)		
	رفاه	۳	۰/۰۳۴	۰/۰۸۰	۰/۰۵±۰/۰۲۶ (۰,۰/۱۱۴۵)		

بحث

چای دم شده از جمله مواد غذایی پر مصرف در سطح دنیا و به خصوص ایران و سازمان‌ها و مراکز خصوص و دولتی است. از طرفی خطرات ناشی از فلزات سنگین از راه‌های مختلف به ویژه از طریق نوشیدنی‌های پر مصرف مثل چای سبب شده، امروزه ریسک خطر ناشی از آن‌ها برای سلامتی انسان بیش از پیش مورد توجه و کنترل و نظارت قرار گیرد. به همین علت در تحقیق حاضر ارزیابی پتانسیل خطر باقی‌مانده فلزات سنگین (آرسنیک، سرب، کادمیوم) در انواع چای سیاه دم شده پر مصرف ایرانی و خارجی مورد مطالعه قرار گرفت.

بررسی نتایج این مطالعه نشان داد اگر چه میانگین غلظت آرسنیک، کادمیوم و سرب در چای‌های دم شده ایرانی بر حسب mg/l، بیشتر از چای‌های خارجی است، اما اختلاف آماری معنی‌داری بین میانگین غلظت آرسنیک (P = ۰/۴۲)، کادمیوم

(P = ۰/۲۸) و سرب (P = ۰/۸۴) بین انواع چای‌های مورد مطالعه در مقایسه تک تک نشان‌ها با یکدیگر، وجود ندارد و از طرفی اختلاف آماری معنی‌داری هم بین میانگین غلظت آرسنیک (P = ۰/۰۵۲)، کادمیوم (P = ۰/۰۹۶) و سرب (P = ۰/۲۵) بین نشان‌های ایرانی و خارجی نیز مشاهده نشد. با توجه به نتایج این تحقیق در مطالعات کنترل کیفیت چای در آینده، اندازه‌گیری غلظت آرسنیک و سرب نسبت به کادمیوم در اولویت است.

نقی پور و همکاران در سال ۱۳۹۵ گزارش نمودند غلظت فلزات سنگین آرسنیک، سرب و کادمیوم در نمونه چای‌های مورد مطالعه تولیدی شهر رشت به ترتیب ۰/۰۳ تا ۰/۱، ۰/۵ تا ۳/۵ و ۰/۰۷ تا ۰/۶ mg/kg است و بسته به نوع نشان، کیفیت آب مصرفی، دمای آب جوش، مدت دم کشیدن و همچنین نحوه دم کردن چای می‌تواند متفاوت باشد (۱۳). نتایج مطالعه حاضر نیز نشان داد غلظت سه فلز آرسنیک، سرب و کادمیوم در چای‌های دم شده تولید داخلی به ترتیب ۰/۰۱۲ الی ۰/۰۲۱، ۰/۰۲۴ الی ۰/۰۸۰ و ۰/۰۰۱ الی ۰/۰۰۲ mg/l و در چای‌های دم شده خارجی به ترتیب ۰/۰۱۱ الی ۰/۰۱۹ ، صفر الی ۰/۰۰۲ و ۰/۰۰۵ الی ۰/۰۶۸ mg/l بود. تفاوت نتایج این دو مطالعه به علت تفاوت نشان‌های چای مورد مطالعه و به ترتیب اندازه‌گیری در چای خشک و دم شده است. با توجه به این که سلامتی افراد تحت تاثیر ماده غذایی مصرف و نوشیده شده است، به همین علت در این مطالعه اندازه گیری غلظت فلزات سنگین در چای دم شده مورد توجه قرار گرفت.

در مطالعه شکوهیان و همکاران در سال ۲۰۱۲، غلظت فلزات سنگین سرب، کادمیوم و آرسنیک در ۱۰۵ نمونه چای سیاه و دم نوش آن‌ها در استان‌های شمالی کشور مورد مطالعه قرار گرفت. بر اساس نتایج این مطالعه، زمان دم کشیدن و همچنین موقعیت جغرافیایی بر مقدار غلظت فلزات سنگین تاثیرگذار است. میانگین غلظت سرب بعد از ۵، ۱۵ و ۶۰ دقیقه دم کشیدن به ترتیب ۰/۸۰۲، ۰/۹۹۳ و ۱,۳۶۷ mg/kg وزن چای خشک است. میانگین غلظت کادمیوم بعد از ۵، ۱۵ و ۶۰ دقیقه دم کشیدن به ترتیب ۰/۳۵۳۵، ۰/۳۴۴۴ و ۰/۳۴۳ mg/kg وزن چای خشک بود. میانگین غلظت آرسنیک بعد از ۵، ۱۵ و ۶۰ دقیقه دم کشیدن به ترتیب ۰/۲۷۷۷، ۰/۴۲۶ و ۰/۶۳ mg/kg وزن چای خشک بود (۱۶). در این مطالعه همچنین گزارش شده است در بین انواع فلزات سنگین موجود در چای‌های مورد مطالعه در ده کشور مختلف، معمولا سرب دارای بالاترین غلظت است. در مطالعه حاضر نیز در تمام نمونه‌های چای دم شده غلظت سرب بالاترین مقدار بود. ضمنا انتخاب زمان بیست دقیقه برای دم کشیدن چای، به علت آزاد شدن بیشترین مقدار فلزات سنگین در این مدت به داخل دم نوش و محیط مایی به جوش آمده است و این زمان پیشنهادی توصیه چای کاران ایرانی هم هست. چون چای در این مدت بخوبی دم کشیده و دارای رنگ مناسب می‌شود. در مواردی هم که زمان دم کشیدن بیشتر شود، بعضا مقادیر بیشتری از فلزات سنگین در چای دم کشیده آزاد می‌شود که برای سلامتی افراد مضر است.

در مطالعه Zazouli و همکارانش بر روی غلظت فلزات سنگین سرب و کادمیوم چای گزارش کردند طولانی شدن زمان عمل‌آوری چای از ۱۵ دقیقه به۳۰ دقیقه باعث افزایش غلظت این فلزات می‌شود. در این مطالعه حداقل و حداکثر میزان سرب و کادمیوم در چای شهرزاد و شریعت به ترتیب ۰/۶۶ و ۱۵/۴۸ µg/g و ۰/۰۹ و ۱/۹۲ µg/g بود. اختلاف غلظت کادمیوم چای ایرانی و خارجی معنی‌دار نبود، اما غلظت سرب چای ایرانی به میزان قابل توجهی بالاتر از چای خارجی بود (۱۷). مطالعه حاضر نیز نشان داد اگر چه غلظت فلزات سنگینی مثل آرسنیک، سرب و کادمیوم در چای‌های ایرانی بالاتر از چای‌های خارجی است ولی اختلاف معنی‌داری ندارند و در مطالعه حاضر نیز غلظت سرب بالاتر از غلظت سایر فلزات سنگین و غلظت کادمیوم کمتر از مابقی عناصر بود.

در مطالعه Zhong و همکاران که بر روی۳۰ نمونه چای مصرفی کشور چین با نشان‌های مختلف انجام شد غلظت فلزات سنگین سرب و کادمیوم به ترتیب در رنج ۰/۴۸ تا ۱۰/۵۷ و ۰/۰۱ تا ۰/۳۹ mg/kg گزارش شد (۲۳). این مطالعه و سایر مطالعات مذکور، نشان دهنده حضور انواع فلزات سنگین در تمام چای‌های تولیدی مصرفی مردم در سطح جهان است.

لذا توجه خاص به فلزات سنگین از دو بعد بسیار حائز اهمیت است. یکی شناخت و تعیین منابع اولیه ورود این عناصر به خاک مزارع چای است تا از این طریق نسبت به کنترل مناسب انتشار آن‌ها اقدام شود. معمولا کیفیت و مقدار مصرف انواع کودهای شیمیایی و سموم مصرفی در مزارع چای و کیفیت خاک مزارع در این رابطه نقش اصلی دارند. دوم ارزیابی ریسک و بررسی میزان خطر ناشی از حضور فلزات سنگین در چای دم شده بر سلامت مردم که در این مطالعه مورد توجه قرار گرفته است.

به عنوان مثال آرسنیک یک عنصر بسیار خطرناک است که باعث جهش زایی و سرطان در انسان می گردد. مطالعات گسترده-ای در خصوص آرسنیک در مواد غذایی و آشامیدنی انجام شده است و از جمله منابع اصلی آن که باعث وارد شدن این ترکیب به مواد غذایی می‌شود پوسته زمین است. در مطالعه Caio و همکاران غلظت فلز آرسنیک در برگ تازه چای در رنج ۰/۰۲ تا ۰/۰۷ mg/kg گزارش شده است (۲۴) در حالی که در مطالعه حاضر غلظت آرسنیک در تمام نشان‌های چای دم شده، در رنج ۰/۰۱۱ تا ۰/۰۲۱ mg/l و در کل با میانگین‌های بالاتر از غلظت استاندارد ملی ۰/۰۱۲۶ الی ۰/۰۱۶۶ mg/l ، اندازه‌گیری شد.

Zaree و همکاران در مطالعه فلزات سنگین در انواع چای گزارش نمودند غلظت آرسنیک و سرب در چای‌های وارداتی بیشتر از چای‌های صادراتی ایران است ولی در مورد کادمیوم، مس و جیوه این موضوع بر عکس است (۲۵). نتایج این مطالعه در خصوص کادمیوم با مطالعه حاضر منطبق و در خصوص آرسنیک و سرب متفاوت است. دلیل این اختلاف ممکن است ناشی از کیفیت بالاتر چای‌های

صادراتی ایرانی نسبت به چای‌های موجود در بازار مصرف باشد.

در مطالعه Han و همکاران در خصوص بررسی علل آلودگی سرب در چای مصرفی مردم چین، غلظت سرب در ۱۲۲۵ نمونه چای جمع‌آوری شده بین سال‌های ۱۹۹۹ و ۲۰۰۱ اندازه‌گیری شد که نتیجه آن ۳۲ درصد از نمونه‌ها بیش از حداکثر غلظت مجاز ملی چین (۰/۲mg/kg وزن خشک چای) سرب داشتند و تفاوت معنی داری هم بین انواع چای‌ها، وجود داشت (۲۶). در حالی که در مطالعه حاضر گرچه غلظت سرب از سایر فلزات سنگین بیشتر بود ولی اختلاف معنی‌داری در غلظت سرب بین انواع چای مورد مطالعه وجود نداشت.

ارزیابی ریسک

مطالعات زیادی تا به حال ارزیابی ریسک حضور فلزات سنگین در چای را مورد بررسی قرار داده اند. به عنوان مثال نقی پور و همکاران در سال ۱۳۹۵ طی مطالعه خود گزارش نمودند که علی رغم بالابودن غلظت برخی فلزات سنگین در نمونه‌های چای، برآورد شاخص‌های THQ و PTWI و مقایسه آن با حدود پیشنهادی WHO و FAO نشان داد تهدیدی متوجه سلامت مردم نیست و اثرات سو بر سلامت مصرف کننده ندارند (۱۳). نتایج مطالعه فوق مشابه نتایج تحقیق حاضر است. بر اساس ارزیابی ریسک صورت گرفته در این مطالعه مشخص شد، مصرف دم نوش چای‌های مورد مطالعه حاضر باعث ایجاد خطر و یا مشکلی برای سلامتی مصرف کننده نخواهد شد چون پتانسیل خطر محاسبه شده برای باقی‌مانده فلزات سنگین بر اساس شاخص‌های THQ، TR و HI برای تمام نشان‌ها، کمتر از مقادیر توصیه شده رهنمودی (HI <۱) است. چون وقتی مقدار محاسبه شده شاخص خطر برای آلاینده‌ای کمتر از یک باشد، به این معنی است که خطری از جهت سمیت آن آلاینده، متوجه سلامت مصرف کننده نیست و آن فلز اثرات سوء بر سلامت افراد ندارد. در حالی که اگر مقدار شاخص خطر (HI >۱) بیشتر از یک باشد احتمال اثرات سوء بر سلامت مصرف کننده وجود دارد.

عاقلان و همکاران در سال ۱۳۹۴ در مطالعه فلزات سنگین سرب، کادمیوم، کروم و آرسنیک در انواع چای سبز و سیاه مصرفی شهر همدان، گزارش نمودند شاخص مخاطره سلامت برای همه عناصر مورد مطالعه، کوچکتر از یک بوده و میانگین غلظت هیچکدام از عناصر در نمونه‌های چای از رهنمودهای WHO و سازمان ملی استاندارد ایران بیشتر نمی‌باشد (۷). که مشابه نتیجه ارزیابی ریسک مطالعه حاضر می‌باشد.

همچنین کریمی و همکاران طی مطالعه غلظت فلزات سنگین در چای‌های موجود در بازار ایران گزارش نمودند مصرف چای‌های مورد مطالعه هیچگونه خطری برای مصرف کننده نخواهد داشت (۲۷).

Trosi و همکاران هم در سال ۲۰۱۹ گزارش کردند نتایج ارزیابی ریسک نشان می‌دهد هیچ خطری ناشی از فلزات سنگین به دلیل مصرف چای متوجه مصرف‌کنندگان نیست. در این مطالعه THI برای چای سبز و سیاه به ترتیب ۰/۰۱۶ و ۰/۰۱۷ تعیین شد (۲۸).

Ataso و همکاران نیز در سال ۲۰۱۹ در ترکیه طی مطالعه فلزات سنگین چای گزارش کرده‌اند که مصرف چای هیچگونه خطری برای مصرف‌کنندگان در پی ندارد. در این مطالعه THI برای چای سبز و سیاه به ترتیب ۰/۰۲۳۶ و ۰/۰۳۱۷ تعیین شد (۲۹).

نتایج مطالعات فوق با نتایج این مطالعه منطبق است و نشان دهنده کیفیت مناسب چای‌های موجود در بازار از نظر غلظت فلزات سنگین و عدم تاثیر سوء آن بر سلامت مصرف‌کنندگان است. با توجه به نتایج این تحقیق مقادیر شاخص مخاطره سلامت برای همه عناصر در نمونه‌های چای دم شده از نشان‌های مورد مطالعه از یک کمتر است، در نتیجه مصرف شش نشان چای دم شده مذکور از جهت فلزات سنگین آرسنیک و کادمیوم و سرب، تاثیر سوء بر سلامت مصرف کنندگان ندارد و خطر آن‌ها کمتر از دامنه قابل قبول است و انتخاب و مصرف آن‌ها، به‌خصوص نشان‌های چای تولید داخل شامل فومنات، رفاه و دامنه در راستای حمایت از تولید ملی، در سطح جامعه و توسط سازمان‌ها و مراکز دولتی و خصوصی از جمله مراکز نظامی بلامانع است. در پایان پیشنهاد می‌شود اندازه‌گیری و پایش مرتب باقی‌مانده انواع فلزات سنگین و سموم باقی مانده در چای دم شده نشان‌های پر مصرف چای سبز و سیاه، قبل از خرید کلان توسط مسئولین آماد در اولویت لازم قرار گیرد و به مصرف کنندگان چای هم توصیه شود قبل از دم کردن چای ابتدا آن را با آب جوش یک نوبت شستشو نمایند.

نتیجه‌گیری

در تمام نشان‌های چای مورد مطالعه فلزات سنگین سرب و آرسنیک موجود است و غلظت سرب در تمام نشان‌ها بیشتر از سایر فلزات سنگین و بالاتر از حد استاندارد بود اما میانگین غلظت فلزات سنگین مورد مطالعه در انواع چای ایرانی و خارجی بر اساس آنالیزهای آماری صورت گرفته تفاوت معنی‌داری نداشتند. پتانسیل خطر باقی‌مانده فلزات سنگین مورد مطالعه بر اساس شاخص‌های THQ، TR و HI برای تمام نشان‌ها، کمتر از مقادیر توصیه شده رهنمودی (HI <۱) بود و احتمال خطری سلامت مصرف کنندگان چای‌های ایرانی و خارجی مورد مطالعه را تهدید نمی‌کند. با توجه به ویژگی تجمع پذیری و اثرات سوء فلزات سنگین بر سلامت انسان، لازم است پایش دوره‌ای غلظت اینگونه عناصر در مواد غذایی و نوشیدنی‌های پر مصرف و ارزیابی ریسک ناشی از خطراتی که برای سلامت نیروهای نظامی دارند، همواره مورد توجه جدی قرار گیرد.

جهت کاهش غلظت فلزات سنگین در چای دم شده لازم است دو نکته مورد توجه جدی قرار گیرد. اول این که تولیدکنندگان چای بر مصرف مقادیر و کیفیت انواع کودهای شیمیایی و سموم مصرفی در مزرعه نظارت و کنترل بیشتری اعمال نمایند تا حد ممکن از غلظت این عناصر در محصولات تولیدی تا رنج کمتر از

استانداردهای تعیین شده کاسته شود. دوم هنگام دم کردن چای، ابتدا چای خشک توسط مصرف کننده به کمک آب جوش شستشو شود و این مطلب توسط تولید کننده به مصرف کننده توصیه شود.

تشکر و قدردانی: بدین وسیله از معاونت محترم پژوهش و تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج) برای همکاری و تصویب و کمک به اجرای طرح (کد: ۹۱۰۰۲۹۱۷) و همچنین معاونت آماد به جهت همکاری در انتخاب و معرفی نشان‌های چای پر مصرف مراکز نظامی تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

نقش نویسندگان: این مقاله مستخرج از پایان نامه دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط می‌باشد. نویسندگان در ارائه ایده و طرح اولیه، جستجوی منابع و بررسی مقالات، نگارش اولیه مقاله یا بازنگری آن سهیم بوده و با تایید نهایی مقاله حاضر، مسئولیت دقت و صحت مطالب مندرج در آن را می‌پذیرند.

تضاد منافع: نویسندگان تصریح می‌کنند که هیچگونه تضاد منافعی در مطالعه حاضر وجود ندارد.

منابع

1. Sobhan AS. Assessing of As, Zn, Pb, Cd, Cr, Cu and Mn Contamination in Groundwater Resources of Razan Plain Using Water Quality Pollution Indices. Journal of Neyshabur University of Medcal Sciences. 2017:4(4);33-45.
2. Ali H, Khan E. What are heavy metals? Long-standing controversy over the scientific use of the term ‘heavy metals’–proposal of a comprehensive definition. Toxicological & Environmental Chemistry. 2018;100 (1):6-19. doi:10.1080/02772248.2017.1413652
3. Deng Y, Jiang L, Xu L, Hao X, Zhang S, Xu M, et al. Spatial distribution and risk assessment of heavy metals in contaminated paddy fields–A case study in Xiangtan City, southern China. Ecotoxicology and environmental safety. 2019;171:281-9. doi:10.1016/j.ecoenv.2018.12.060
4. kamarehei B, Mirhosseini S H, jafari A, Asgari G, Bierjandi M, rostami Z. Study of heavy metal concentration (As, Ba, Cd, Hg, Pb, Cr) in water resources and river of Borujerd city in 2008-2009. Yafteh. 2010;11(4):45-51.
5. Ozaydin-Yavuz G, Yavuz IH, Demir H, Demir C, Bilgili SG. Alopecia areata different view; Heavy metals. Indian Journal of Dermatology. 2019;64(1):7. doi:10.4103/ijd.IJD_137_18
6. Malakootian M, Mesreghani M, Daneshpazhoo M. A Survey on Pb, Cr, Ni and Cu concentrations in Tehran consumed black tea: a short report. Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences. 2011;10(2):138-43.
7. Aghelan N, Sobhan A.S. Health Risk Assessment of Consumption of Tea marketed in Hamadan City, Potential Risk of As, Pb, Cd and Cr. Avicenna Journal of Clinical Medicine. 2016:23(1);65-74.
8. Asgari A, Ahmadi Moghaddam M, Mahvi A, Yonesian M. Evaluation of aluminum in Iranian consumed tea. Knowledge & Health. 2008;3(2):45-9.
9. Noll MR. Trace elements in terrestrial environments: biogeochemistry, bioavailability, and risks of metals. Journal of Environmental Quality. 2003;32(1):374. doi:10.1007/978-0-387-21510-5
10. Dhungana R, Aharon P. Stable isotopes and trace elements of drip waters at DeSoto Caverns during rainfall-contrasting years. Chemical Geology. 2019;504:96-104. doi:10.1016/j.chemgeo.2018.11.002
11. Weber AM, Mawodza T, Sarkar B, Menon M. Assessment of potentially toxic trace element contamination in urban allotment soils and their uptake by onions: a preliminary case study from Sheffield, England. Ecotoxicology and environmental safety. 2019;170:156-65. doi:10.1016/j.ecoenv.2018.11.090
12. Andrew SC, Taylor MP, Lundregan S, Lien S, Jensen H, Griffith SC. Signs of adaptation to trace metal contamination in a common urban bird. Science of the Total Environment. 2019;650:679-86. doi:10.1016/j.scitotenv.2018.09.052
13. Naghipour D, Amouei A, Dadashi M, Zazouli MA. Heavy metal content in black tea and their infusions in North of Iran and estimation of possible consumer health risk. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences. 2016;26 (143):211-23.
14. Gunjal DB, Naik VM, Waghmare RD, Patil CS, Shejwal RV, Gore AH, Kolekar GB. Sustainable carbon nanodots synthesised from kitchen derived waste tea residue for highly selective fluorimetric recognition of free chlorine in acidic water: a waste utilization approach. Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers. 2019;95:147-54. doi:10.1016/j.jtice.2018.10.014
15. Wiebe K, Robinson S, Cattaneo A. Climate change, agriculture and food security: impacts and the potential for adaptation and mitigation. Sustainable Food and Agriculture. 2019:55-74. doi:10.1016/B978-0-12-812134-4.00004-2
16. Shekoohiyan S, Ghoochani M, Mohagheghian A, Mahvi AH, Yunesian M, Nazmara S. Determination of lead, cadmium and arsenic in infusion tea cultivated in north of Iran. Iranian journal of environmental health science & engineering. 2012;9(1):1-6. doi:10.1186/1735-2746-9-37
17. Zazouli MA, Bandpei AM, Maleki A, Saberian M, Izanloo H. Determination of cadmium and lead contents in black tea and tea liquor from Iran. Asian Journal of Chemistry. 2010;22(2):1387.
18. Hung DQ, Nekrassova O, Compton RG. Analytical methods for inorganic arsenic in water: a review. Talanta. 2004;64(2):269-77. doi:10.1016/j.talanta.2004.01.027
19. Vacchina V, Połeć K, Szpunar J. Speciation of cadmium in plant tissues by size-exclusion chromatography with ICP-MS detection. Journal of

Analytical Atomic Spectrometry. 1999;14(10):1557-66. doi:10.1039/A904845F
20. Federation WE, Association APH. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association (APHA): Washington, DC, USA. 2005.
21. Rose M, Knaggs M, Owen L, Baxter M. A review of analytical methods for lead, cadmium, mercury, arsenic and tin determination used in proficiency testingPresented at the 2001 European Winter Conference on Plasma Spectrochemistry, Lillehammer, Norway, February 4–8, 2001. Journal of Analytical Atomic Spectrometry. 2001;16(9):1101-6. doi:10.1039/B102839C
22. Ghasemkhani H, Sobhanardakani S, Cheraghi M. Health risk assessment of consumption of commercial fruit juices marketed in Hamedan City based on potential risk of Zn and Cd. ournal of Neyshabur University of Medcal Sciences. 2016;4(2):32-40.
23. Zhong WS, Ren T, Zhao LJ. Determination of Pb (Lead), Cd (Cadmium), Cr (Chromium), Cu (Copper), and Ni (Nickel) in Chinese tea with high-resolution continuum source graphite furnace atomic absorption spectrometry. Journal of food and drug analysis. 2016;24(1):46-55. doi:10.1016/j.jfda.2015.04.010
24. Cao H, Qiao L, Zhang H, Chen J. Exposure and risk assessment for aluminium and heavy metals in Puerh tea. Science of the Total Environment. 2010;408(14):2777-84. doi:10.1016/j.scitotenv.2010.03.019
25. Zaree P, Faraji H, Tabatabaee Yazdi F, Karimifar P, Bidkhori H. Faraji Heriss M. Survey and comparison of physicochemical and heavy meta.ls properties in exported and imported tea. JFST.2018;14(73): 343-9.
26. Han WY, Zhao FJ, Shi YZ, Ma LF, Ruan JY. Scale and causes of lead contamination in Chinese tea. Environmental Pollution. 2006;139(1):125-32. doi:10.1016/j.envpol.2005.04.025
27. Karimi G, Hasanzadeh M, Nili A, Khashayarmanesh Z, Samiei Z, Nazari F, et al. Concentrations and health risk of heavy metals in tea samples marketed in Iran. Pharmacology. 2008; 3:164-74.
28. Troisi J, Richards S, Symes S, Ferretti V, Di Maio A, Amoresano A, Daniele B, Aliberti F, Guida M, Trifuoggi M, De Castro O. A comparative assessment of metals and phthalates in commercial tea infusions: A starting point to evaluate their tolerance limits. Food chemistry. 2019;288:193-200. doi:10.1016/j.foodchem.2019.02.115
29. Atasoy AD, Yesilnacar MI, Yildirim A, Atasoy AF. Nutritional Minerals and Heavy Metals in Tea Infusions and Daily Intake of Human Body. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology. 2019;7(2):234-9. doi:10.24925/turjaf.v7i2.234-239.2217