

Evaluation of Lead, Cadmium and Copper in Black Tea Leaves in Mazandaran Factories, Spring and Summer 2011

Laleh Karimzadeh¹,
Golam Ali Bagheri¹,
Aflatoon Pour Ali¹,
Mohammad Gholipour¹,
Zahra Mohammadi¹,
Behnaz Moshrefi¹,
Mohammad Hossein Esfahanizadeh¹,
Ebrahim Salehifar²

¹Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

²Department of Clinical Pharmacy, Faculty of Pharmacy, Thalassemia Research Center, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

(Received October 21, 2012 ; Accepted March 30, 2013)

Abstract

Background and purpose: The main source of trace elements in plants is soil and nutrients of their growth medium. On the other hand, growth of tea is affected by some variables such as relative humidity of weather, temperature difference between day and night and length of the day which are different in each season. This study aimed to investigate the effects of harvest time on tea leaf heavy metals in Mazandaran province.

Materials and methods: The study was carried out in Mazandaran food control laboratory on 32 samples of black tea leaves, obtained from Mazandaran factories. The elements were analyzed using graphite furnace and flame atomic absorption spectrophotometer. To compare the mean with standard threshold and independence of variables one-sample t-test and Independent T-test were used respectively.

Results: Cu, cd and pb mean contents, as mg/kg in spring and summer, was (23.14±10.3, 30.19 ±12.8), (0.16±0.07, 0.4±0.68) and (2.25±1.21, 2.33± 1.34), respectively. Pb content in spring and summer and then cd content in summer was significantly higher and cu content in summer and spring was significantly lower than Iran's standard threshold ($p \leq 0.05$). There were no significant differences between harvest season and metal content.

Conclusion: Control of trace elements content in tea is necessary due to the high per capita consumption of tea in Iran which makes it one of the most important ways to trace element intake.

Keywords: Tea, pb, cu, cd, metal contaminations

اندازه گیری میزان سرب، کادمیوم و مس در چای سیاه تولیدی در کارخانجات مازندران در بهار و تابستان ۱۳۹۰

لاله کریم زاده^۱
غلامعلی باقری^۱
افلاطون پورعلی^۱
محمد قلی پور^۱
زهرا محمدی^۱
بهناز مشرفی^۱
محمدحسین اصفهانی زاده^۱
ابراهیم صالحی فر^۲

چکیده

سابقه و هدف: منبع اصلی عناصر کمیاب موجود در گیاهان مواد مغذی و خاک محیط رشدشان می باشد. از طرفی رشد چای تحت تأثیر عواملی مثل رطوبت نسبی هوا، اختلاف دمای شب و روز و طول روز که وابسته به فصل می باشد قرار می گیرد. از این رو این تحقیق با هدف بررسی تأثیر زمان برداشت برگ چای سیاه در میزان فلزات سنگین چای در استان مازندران صورت گرفت.

مواد و روش ها: این مطالعه تجربی آزمایشگاهی در آزمایشگاه کنترل مواد غذایی استان مازندران، بر روی ۳۲ نمونه از برگ چای کاشته شده در استان مازندران انجام شد. اندازه گیری عناصر به روش های اسپکتروفتومتری جذب اتمی کوره گرافیتی و شعله انجام شد. برای مقایسه میانگین هر کدام از متغیرها با حدود استاندارد از آزمون One-Sample- t-test و برای بررسی استقلال بین متغیرها از آزمون Independent T-test استفاده شد.

یافته ها: میانگین مس، کادمیوم و سرب در فصل بهار و تابستان برحسب میلی گرم در کیلوگرم به ترتیب $(۲۳/۱۴ \pm ۱۰/۳)$ ، $(۰/۴۰ \pm ۰/۶۸)$ ، $(۰/۱۶ \pm ۰/۰۷)$ ، $(۲/۳۳ \pm ۱/۳۴)$ ، $(۲/۲۵ \pm ۱/۲۱)$ بود. میزان سرب در بهار و تابستان و کادمیوم در تابستان به طور معنی داری بالاتر و میزان مس در بهار و تابستان به طور معنی داری پایین تر از مقدار استاندارد ملی ایران بود $(p \leq ۰/۰۵)$. بین فصل و میزان فلزات اندازه گیری شده ارتباط معنی داری دیده نشد.

استنتاج: با توجه به بالا بودن سرانه مصرف چای سیاه در کشور که باعث می شود چای یکی از راه های با اهمیت دریافت عناصر کمیاب باشد، کنترل میزان عناصر کمیاب در چای و عوامل مؤثر بر آن ضروری به نظر می رسد.

واژه های کلیدی: چای سیاه، سرب، مس، کادمیوم، آلاینده های فلزی

مقدمه

درصد در سال روبه رو بوده و میزان مصرف جهانی چای نیز نرخ معادل ۲/۰۵ درصد رشد داشته است (۲). همچنین سرانه مصرف چای در ایران حدود ۱/۵ کیلوگرم

بعد از آب، چای به خاطر طعم و خواص سلامتی اش رایج ترین نوشیدنی در دنیاست (۱). تولید جهانی چای طی دهه گذشته با رشدی معادل ۱/۸۱

E-mail: lalekarimzadeh@gmail.com

مؤلف مسئول: لاله کریم زاده - ساری: آزمایشگاه کنترل مواد غذایی استان مازندران، دانشگاه علوم پزشکی مازندران

۱. دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

۲. گروه داروسازی بالینی، مرکز تحقیقات تالاسمی، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۷/۳۰ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات: ۱۳۹۱/۹/۲۵ تاریخ تصویب: ۱۳۹۲/۱/۱۰

در تشکیل گلبول قرمز می‌شود (۸). فلزات سنگینی مانند کادمیوم و سرب از آلاینده‌های مهم زیست محیطی هستند که از طرق مختلف وارد بدن موجودات زنده شده و سبب مسمومیت و آسیب بافت‌هایی مانند کبد، قلب کلیه و غدد جنسی می‌شوند. به دنبال مواجهه با کادمیوم عملکرد میتوکندری در سلول‌های کلوی مختل شده و تولید (Reactive Oxygen Species) ROS افزایش می‌یابد. عدم تعادل بین ROS و سیستم آنتی‌اکسیدانی داخل سلولی سبب بروز استرس اکسیداتیو و آسیب سلولی می‌شود (۱۰). تأثیرات سمی سرب در سطح زیر سلولی از ممانعت از تشکیل آنزیم‌ها تا تولید تغییرات مورفولوژیکی و حتی مرگ نیز گزارش شده است. سرب روی سیستم خون ساز بدن اثر کرده و حجم و میزان تولید خون را کاهش می‌دهد. به علاوه باعث مسمومیت عصبی و مسمومیت مزمن کلیوی شده، باروری در مردان را مختل می‌کند. همچنین تأثیر آن در ابتلاء به سرطان نیز گزارش شده است (۱۱).

در بعضی مطالعات میزان فلزات سمی در چای بالاتر از حدود قابل قبول برخی کشورها بوده است (۱۲). اغلب پژوهش‌های موجود در ایران بر روی چای بسته‌بندی شده موجود در بازار صورت گرفته است و مطالعات مربوط به برگ چای تولیدی کارخانجات ایران محدود می‌باشد. از جمله مطالعه انصاری و همکاران که در سال ۲۰۰۷ منتشر شد. در مطالعه فوق که به منظور بررسی میزان فلزات سنگین در چای سیاه کشت شده در شمال ایران صورت گرفت، عناصر سرب و کادمیوم قابل شناسایی نبودند، اما میانگین مس موجود در نمونه‌های مورد بررسی ۲۹/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم بود (۱۳). از طرفی رشد چای تحت تأثیر عواملی مثل رطوبت نسبی هوا، اختلاف دمای شب و روز، طول روز، رطوبت در از طرفی رشد چای تحت تأثیر عواملی مثل رطوبت نسبی هوا، اختلاف دمای شب و روز، طول روز، رطوبت در دسترس گیاه در خاک و دمای خاک قرار می‌گیرد، با در نظر داشتن این که برداشت چای از

برآورد شده است (۳). با توجه به اینکه در ایران، در مراحل تولید برگ سبز چای، از هیچ‌گونه سموم دفع آفات نباتی استفاده نمی‌شود، چای ایران از خالص‌ترین و سالم‌ترین چای‌های دنیا به شمار می‌رود. استان‌های گیلان و مازندران با دارا بودن آب و هوایی معتدل و زمین‌هایی حاصل‌خیز و خاکی غنی، مناسب‌ترین شرایط را برای کشت برگ سبز چای دارند (۲). بر اساس مطالعات اپیدمیولوژیک و حیوانی، چای قادر است از بسیاری از بیماری‌ها جلوگیری کند از جمله سرطان پوست، پارکینسون، سکته و سایر بیماری‌های قلبی (۱). همچنین برخی مطالعات بیانگر خواص ضد موتاسیون و سرطان‌زایی چای در رژیم غذایی می‌باشند مانند خواص ضد آمین‌های حلقوی که در جریان پخت در گوشت و ماهی ایجاد می‌شوند. ترکیبات شیمیایی چای بسیار پیچیده‌اند و شامل فلاونوئیدها، آلکالوئیدها، آنزیم‌ها، املاح، عناصر کمیاب و غیره می‌باشند (۴). رشد گیاه تحت تأثیر املاحی است که در خاک آن وجود دارد (۵) از این رو منبع اصلی عناصر کمیاب موجود در گیاهان، محیط رشدشان مانند مواد مغذی و خاک می‌باشد (۶). همچنین در جریان رشد، فرایند و تولید، چای ممکن است به فلزات سنگین مثل سرب و مس آلوده شود که می‌تواند موجب افزایش میزان فلزات فوق در بدن شود (۷). دریافت بیش از حد عناصر فوق می‌تواند منجر به مسمومیت شود و مسمومیت با عناصر یاد شده می‌تواند باعث بروز عوارض مختلفی از جمله: اختلال در عملکرد کلیه و متهمگلوبینمی، سیروز کبدی و اختلال در تشکیل گلبول قرمز گردد (۸). بر اساس استاندارد ۶۲۳ ایران برای فلزات سنگین سرب، آرسنیک، مس، کادمیوم و جیوه، به عنوان آلاینده‌های فلزی، حد مجاز تعیین شده است که بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم به ترتیب ۱، کمتر از ۱، ۵۰، ۰/۱ و ۰/۰۵ می‌باشد (۹). مس از ریزمغذی‌های ضروری است و باید از طریق دریافت روزانه مواد غذایی به بدن برسد. مسمومیت با مس باعث سیروز کبدی و ناهنجاری‌هایی

محدودیت‌های موجود، ۲ کارخانه فعال‌تر در دو فصل برداشت مورد بررسی قرار گرفتند. نمونه‌ها به صورت تصادفی از برگ چای سیاه از ۲ کارخانه اصلی تولید کننده برگ چای در استان مازندران در نیمه اول ۱۳۹۰ انتخاب شدند (۱۶ نمونه مربوط به چین بهاره و ۱۶ نمونه مربوط به چین تابستانه بودند). نمونه‌هایی شرایط ورود به پژوهش را داشتند که در کارخانجات مازندران تولید شده بودند و با جای خارجی مخلوط نشده بودند. آلایندگی‌های فلزی شامل سرب، مس و کادمیوم مورد بررسی قرار گرفتند و میانگین مقادیر محاسبه شده در دو فصل برداشت با هم مقایسه شدند.

مواد و تجهیزات

کلید مواد مصرفی از شرکت Merck (Germany, Darmstadt) خریداری شدند. آب مورد استفاده در این آزمایش آب دیونیزه (با هدایت الکتریکی $0.05 \mu\text{S}$) بود که با دستگاه دایونایزر Millipore Direct Q تولید می‌شد.

روش آماده سازی نمونه

از آنجایی که در هر مرحله کار روی نمونه‌ها، ممکن است معرف‌های شیمیایی و وسایل آزمایشگاهی باعث ایجاد یک منبع آلودگی و هدر رفتن عنصر مورد اندازه‌گیری شوند (۱۵) و با توجه به این که خطای یاد شده در روش هضم نسبت به روش خاکستر کاهش می‌یابد، در این مطالعه آماده‌سازی نمونه به روش هضم و با دستگاه میکرو ویو ۳۰۰۰ Anton paar انجام شد. ویژگی‌های هضم به شرح زیر بود:

Rotare: xf-100-8, Sensor: IR - P, Profile Power: 1100 watt, Ramp: 10, Hold: 15min and 20 min, Pressure: 0.3 Bar/sec

۲۵ تا ۸۰۰ میلی گرم نمونه از پودر خشک شده نمونه‌های چای به داخل vessel-xf-100-8 منتقل شد. ۲ میلی لیتر آب اکسیژنه ۳۵ درصد و ۳ میلی لیتر اسید نیتریک

بوته‌اش بیش از یک‌بار در سال صورت می‌گیرد به صورتی که برداشت اول در بهار و برداشت دوم در تابستان می‌باشد، انتظار می‌رود میزان عناصر کمیاب در چین بهاره و تابستانه با توجه به تغییرات آب و هوایی ذکر شده و تغییر مقدار عناصر موجود در خاک متفاوت باشند. در مطالعه‌ای که در چین به منظور بررسی تأثیر فصل برداشت بر روی میزان سرب در چای صورت گرفت، با تغییرات فصل، تأثیر قابل توجهی در میزان سرب دیده شد. به طوری که میزان سرب در برداشت بهاری بالاتر از برداشت پاییزی و در برداشت پاییزی بالاتر از برداشت تابستان بود (۱۴). با توجه به این که اغلب پژوهش‌های موجود در ایران بر روی چای بسته‌بندی شده موجود در بازار صورت گرفته است و نتایج مربوط به برگ چای تولیدی کارخانجات استان مازندران در دست نیست و همچنین با توجه به این که مطالعاتی که به بررسی تأثیر فصل بر میزان عناصر سنگین چای صورت گرفته معدود است این تحقیق با توجه به امکانات موجود در این مرکز با هدف اندازه‌گیری میزان عناصر مس، کادمیوم و سرب در برداشت بهاره و تابستانه برگ چای تولیدی کارخانجات استان مازندران که یکی از مهم‌ترین مراکز تولید چای در ایران می‌باشد و همچنین مقایسه مقادیر تعیین شده با حدود استاندارد انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه تجربی - آزمایشگاهی برای تعیین حجم نمونه، از روش مطالعه اولیه (point study) استفاده شد. به این روش که آلایندگی‌های مورد نظر در ۵ نمونه چای مورد بررسی قرار گرفتند و انحراف معیار آن‌ها محاسبه شد. سپس با در نظر گرفتن بالاترین انحراف معیار محاسبه شده، بالاترین حجم نمونه محاسبه شد. در نتیجه حجم نمونه‌ای معادل ۳۲، برای سطح اطمینان ۹۵ درصد، دقت ۰/۰۵ و انحراف معیار ۰/۱۴۴ تعیین شد. استان مازندران ۴ کارخانه تولید چای دارد و چای بیش از دو فصل برداشت می‌شود اما با توجه به امکانات و

میانگین کل و میانگین در هردو برداشت سرب و میانگین کادمیوم در برداشت تابستانه و میانگین کل کادمیوم در چای سیاه به طور معنی داری بالاتر از استاندارد بود ($p \leq 0/05$). گرچه بیشینه مس که در فصل تابستان دیده شد بالاتر از استاندارد بود اما میانگین کل مس محاسبه شده ($27/23 \pm 12/16$) و میانگین مس در بهار و تابستان به طور معنی داری پایین تر از استاندارد بود ($p \leq 0/001$). همچنین فصل برداشت تأثیر معنی داری در میزان هیچ کدام از عناصر مورد بررسی نداشت.

بحث

با توجه به سرانه بالای مصرف چای (۱/۵ کیلوگرم در سال)، نوشیدن چای نقش قابل توجهی در دریافت تعدادی از عناصر کمیاب غذایی در انسان دارد، به طوری که مصرف منظم چای می تواند نیاز روزانه به بعضی از این عناصر را تأمین کند. مطالعات تجربی نشان داده اند که انباشت مقادیر قابل توجه عناصر کمیاب غیر ضروری در برگ چای ممکن است ذخیره این عناصر را در بدن انسان افزایش دهد (۱۷). از این رو عناصر کمیاب در چای ممکن است اثرات خوب و یا بد بر سلامتی انسان داشته باشند. با تعیین عناصر کمیاب در چای می توان هم به بررسی ارزش غذایی آن پرداخت و هم می توان به پیشگیری از مخاطرات احتمالی ناشی از بیش دریافت عناصر کمک کرد (۱۷). فلزات سنگینی مانند کادمیوم و سرب از آلاینده های مهم زیست محیطی هستند که از طرق مختلف وارد بدن موجودات زنده

۶۵ درصد و ۱ میلی لیتر اسید کلریدریک ۳۷ درصد به ظرف فوق اضافه شد. درب ظرف بسته شده و در محل صفحه چرخان آون میکروویو قرار گرفت، سپس فرایند هضم شروع شد. هضم در فشار ۰/۳ بار در دو مرحله ۱۵ دقیقه و ۲۰ دقیقه ایی ادامه یافت. سپس نمونه هضم شده با آب مقطر دایوناز به حجم ۱۵ میلی لیتر رسید. غلظت کادمیوم با دستگاه graphite furnace atomic absorption (GFAAS)، Varian, 240FS و spectrophotometer, Atomic BRAIC, WfX130, China با غلظت مس و سرب با absorption flame spectrophotometer (AAFS) با دو تکرار، سنجیده شدند (۱۶). داده ها وارد نرم افزار SPSS شد و میانگین و انحراف معیار داده ها محاسبه گردید. برای مقایسه میانگین هر کدام از متغیرها با استاندارد از آزمون One-Sample- t-test و برای مقایسه بین فصل ها از آزمون Independent T-test استفاده شد. سطح معنی داری، $p \leq 0/05$ در نظر گرفته شد.

یافته ها

در جدول شماره شماره ۱ میانگین، انحراف معیار، بیشینه و کمینه یافته ها در برداشت بهاره و تابستانه بر حسب میلی گرم در کیلوگرم و میزان p-value برای آزمون فرض بر اساس One-Sample- t-test، میزان p-value بر اساس آزمون Independent T-test و Mean difference (میزان اختلاف میانگین برآورد شده برای هر متغیر از حد مجاز تعیین شده در استاندارد ملی ایران) ارائه شده است.

جدول شماره ۱: میانگین و انحراف معیار میزان مس، کادمیوم، سرب در چای سیاه تولیدی در کارخانجات مازندران در بهار و تابستان ۱۳۹۰

نام عنصر	تعداد	فصل	میانگین \pm انحراف معیار	کمینه	بیشینه	P-value	Mean difference	P-value
مس	۱۶	بهار	$23/14 \pm 10/3$	۱۲/۶۴	۴۶/۹۵	۰/۰۰۰	-۲۶/۸۵	۰/۱۱
	۱۶	تابستان	$30/19 \pm 12/81$	۱۴/۵	۵۴/۶۵	۰/۰۰۰	-۱۹/۸۰	
	۳۲	کل	$27/23 \pm 12/16$	۱۲/۶۴	۵۴/۶۵	۰/۰۰۰	-۲۲/۷۶	
کادمیوم	۱۶	بهار	$0/40 \pm 0/68$	۰/۱۶	۲/۷	۰/۱۳	۰/۳۰	۰/۱۴
	۱۶	تابستان	$0/16 \pm 0/07$	۰/۰۷	۰/۳۳	۰/۰۰۱	۰/۰۶	
	۳۲	کل	$0/26 \pm 0/45$	۰/۰۷	۲/۷	۰/۰۴۹	۰/۱۶	
سرب	۱۶	بهار	$2/33 \pm 1/34$	۰/۰۲	۴/۷۶	۰/۰۰۴	۱/۳۳	۰/۸۷
	۱۶	تابستان	$2/25 \pm 1/21$	۰/۳۵	۵/۰۴	۰/۰۰۱	۱/۲۵	
	۳۲	کل	$2/28 \pm 1/25$	۰/۰۲	۵/۰۴	۰/۰۰۰	۱/۲۸	

شده و سبب مسمومیت و آسیب بافت‌هایی مختلف بدن می‌شوند (۱۰) اما مس از ریز مغذی‌های ضروری است و باید از طریق دریافت روزانه مواد غذایی به بدن برسد (۸). کادمیوم از آلاینده‌های زیست محیطی است و یکی از راه‌های ورود آن به بدن، دریافت غذای آلوده به کادمیوم می‌باشد. همچنین از آلاینده‌های است که در استاندارد ملی ایران برای آن حد مجاز در نظر گرفته شده است و از آن عناصری است که در استاندارد ملی ایران اندازه گیری مقدار آن به منظور اعلام سلامت شیمیای چای ضروری می‌باشد (۹). کادمیوم به عنوان عامل سرطان‌زای انسانی و یک عامل قوی سرطان‌زای چند بافتی در حیوانات شناخته شده است. یکی از اندام‌های اصلی که در مواجهه با کادمیوم آسیب می‌بیند کلیه‌ها می‌باشند به طوری که گزارش‌های متعددی مبنی بر بروز نفروتوکسیتی در مواجهه با کادمیوم گزارش شده است. محققین عوامل مختلفی مانند افزایش گونه‌های واکنش پذیر اکسیژن یا ROS، دخالت در تولید سیتوکین‌های التهابی و افزایش ساخت نیتریک اکساید (NO) را در القا اثر سمی کادمیوم در بافت‌های مختلف دخیل می‌دانند (۱۰). کودهای فسفوره قادرند باعث تجمع فلزات سنگین خاک به خصوص کادمیوم شوند به طوری که منبع ۵۰ درصد کادمیوم موجود در خاک مناطقی که خیلی صنعتی نیستند، کودهای فسفوره می‌باشند (۱۲، ۱۸). چای ممکن است در دوره رشد و یا در هنگام فرایند کارخانه‌ای به کادمیوم آلوده شود. میزان کادمیوم به طور نرمال بر اساس نوع چای و منبع جغرافیایی‌اش متفاوت است (۱۷). علی‌رغم این که کادمیوم به عنوان عامل سرطان‌زای انسانی شناخته شده است، مطالعاتی که به بررسی میزان کادمیوم در چای پرداخته اند خیلی زیاد نیستند از جمله مطالعه Chen Yu در ۲۰۰۹ که دامنه غلظت کادمیوم در برگ چای را از ۰/۰۳ تا ۰/۰۸ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش کرده است (۱۷) که مقادیر محاسبه شده با مطالعه Moreda-Pinerio در سال ۲۰۰۳ هم خوانی دارد (۱۸). در مطالعه Seenivasan و همکاران که

در سال ۲۰۰۸ بر روی ۱۰۰ نمونه چای که در مناطق مختلف هند کشت می‌شوند انجام شد، میزان کادمیوم بین ۰/۰۵ تا ۰/۳۸ میلی‌گرم در کیلوگرم متغیر بود (۱۹). در مطالعه حاضر دامنه کادمیوم برآورد شده بین ۰/۰۷ تا ۲/۷ میلی‌گرم در کیلوگرم بود که بالاتر از مطالعه‌های یاد شده می‌باشد. همچنین میانگین کادمیوم در تابستان (۰/۱۶ ± ۰/۰۷) و میانگین کل کادمیوم محاسبه شده (۰/۲۶ ± ۰/۴۵) به طور معنی داری بالاتر از استاندارد بود (۰/۰۵ / p ≤).

سرب هم همانند کادمیوم همچنین از آلاینده‌های است که در استاندارد ملی ایران برای آن حد مجاز در نظر گرفته شده است و از آن عناصری است که در استاندارد ملی ایران اندازه گیری مقدار آن به منظور اعلام سلامت شیمیای چای ضروری می‌باشد (۹). مسمومیت با سرب رایج‌ترین آلودگی محیطی در ایالات متحده امریکاست و یک مقوله مهم سلامتی در کشورهایمانند ایران می‌باشد. سرب در عملکرد برخی از ارگان‌های بدن اختلال ایجاد می‌کند و اثر اولیه آن تأثیر بر سیستم عصبی مرکزی، خون‌سازی، کبدی و کلیوی می‌باشد. سایر نشانه‌های مسمومیت با سرب شامل کاهش شنوایی، تضعیف سیستم ایمنی، ناتوانی در یاد گرفتن، تولد نوزادان کم وزن و نارس می‌باشد (۲۰، ۲۱). عمده‌ترین منبع سرب، احتراق سوخت‌های حاوی سرب، سوزاندن زباله و صنعت می‌باشد (۲۲، ۲۳). همچنین عواملی که باعث آلودگی اتمسفر می‌شوند مانند میزان صنعتی بودن منطقه کشت، نزدیک بودن منطقه کشت به صنایع مربوط به تولید سیمان، فولاد، آهن و زباله می‌توانند میزان سرب موجود در گیاه را تحت تأثیر قرار دهند (۲۲، ۲۴). اغلب کشورها از جمله ایران حد مجاز برای سرب در غذا و نوشیدنی‌ها از جمله چای تعیین کرده‌اند. این حد مجاز در چین و اروپا ۵ در استرالیا و کانادا ۱۰ و در ژاپن ۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد. راه‌هایی که باعث جمع‌آوری سرب در برگ می‌شوند شامل افزایش مصرف سوخت آلوده

به سرب و رسوب اتمسفری آن در شاخ و برگ گیاهان و دانه‌ها و جذب ریشه‌ای سرب از خاک می‌باشد (۱۴). مطالعات گذشته بیانگر افزایش غلظت سرب در چای در سال‌های بین ۱۹۸۹ و ۲۰۰۰ هستند (۱۴، ۲۲). در مطالعه‌ای که در چین انجام شد میزان سرب در نمونه‌های چای کمتر از ۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بود که پایین‌تر از حد مجاز وزارت کشاورزی چین بود (۲۲).

در مطالعه‌ای که بر روی چای تولیدی ۱۹ باغ موجود در ۶ شهر تولیدکننده عمده چای در چین انجام شد، دامنه غلظت سرب در برگ چای ۰/۱۱-۴/۵۵ با میانگین ۲/۲۱ میلی‌گرم در کیلوگرم بود (۲۲). در این پژوهش دامنه سرب محاسبه شده ۰/۰۲-۵/۰۴ با میانگین $۲/۲۸ \pm ۱/۲۵$ میلی‌گرم در کیلوگرم بود که گرچه از استاندارد ملی ایران به طور معنی‌داری بالاتر بود ولی از استاندارد کشورهای که به آن‌ها اشاره شد بالاتر بود. همچنین بیشینه نتایج مطالعه چین از بیشینه مطالعه ایران پایین‌تر بود گرچه میانگین محاسبه شده در مطالعه حاضر و چین بسیار به هم نزدیک بودند. در مطالعه حمیدی و همکاران که بر روی نمونه‌های چای با نام‌های تجاری طلا، گلابی، احمد، گلستان و فله‌ای سیلان به روش اسپکتروفتومتری جذب اتمی با کوره گرافیتی انجام شد، دامنه میزان سرب ۰/۴۸۵-۰/۱۵۱ (بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم) بود که پایین‌تر از نتایج پژوهش حاضر بود (۱۶).

در مطالعه ملکوتی و همکاران که در سال ۱۳۸۸ بر روی یازده نمونه چای سیاه مصرفی تهران با دستگاه طیف سنج جذب اتمی با شعله انجام شد، میانگین غلظت سرب در نمونه‌های چای $۶/۹۷ \pm ۴/۷۸$ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود که بالاتر از نتایج این پژوهش بود و حداکثر غلظت سرب در چای کیسه‌ای احمد مشاهده شد (۲۵). عنصر سومی که در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفت مس می‌باشد که گرچه از عناصر مغذی و ضروری برای سلامت انسان می‌باشد اما با در نظر گرفتن عوارض ناشی از مسمومست و دریافت بیش از حد مس،

برای مس هم در استاندارد ملی ایران حد مجاز در نظر گرفته شده است (۹). عنصر مس یکی از عناصر کمیاب ضروری بدن می‌باشد که در تشکیل هموگلوبین، سلامت گلبول قرمز، متابولیسم انرژی و آنتی‌اکسیدان‌ها نقش داشته و فاکتور ضروری فعالیت آنزیم‌های مختلف از جمله سرولوپلاسمین می‌باشد. مسمومیت ایجاد شده توسط مس می‌تواند موجب اختلالات کلیوی و کبدی، کمخونی همولیتیک و متهموگلوبینمی، اختلال در تشکیل گلبول قرمز و سردرد شود (۱، ۸، ۱۶). از این رو بررسی و کنترل میزان مس موجود در نوشیدنی‌ها، آب و غذا ضروری می‌باشد. دامنه میزان مس در چای هند و آمریکا بسیار گسترده و بین ۱/۶۰-۳۵ و ۴/۴-۱۷/۳ با میانگین $۱۴/۸ \pm ۸/۲$ و $۱۲/۳ \pm ۴/۸$ میلی‌گرم در کیلوگرم است که بسیار پایین‌تر از مطالعه حاضر می‌باشد (۲۶). در پژوهشی که در ترکیه به منظور بررسی فلزات سنگین در انواع چای گیاهی موجود در سوپرمارکت‌ها به وسیله ICP-MS صورت گرفت، میزان مس موجود در چای سیاه (*Camelia Sinensis*) بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم ۱۳/۱ بود (۲۷). در بررسی که بر روی ۴ نوع چای پر مصرف در نیجریه به روش AAFS انجام شد میزان مس $۰/۲۲ \pm ۰/۰۳$ میلی‌گرم در کیلوگرم بود (۲۸) که پایین‌تر از مطالعه حاضر بود. در مطالعه‌ای که بر روی ۱۹ نمونه برگ چای به طور تصادفی از مزارع چای Wushwush واقع در کشور اتیوپی به منظور بررسی عناصر ضروری، غیر ضروری و سمی به روش AAS انجام شد، دامنه مس محاسبه شده در مواردی که با روش مطالعه قابل اندازه‌گیری بود، به ترتیب $۰/۷۳-۳۳۰/۱۵$ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. دامنه و میانگین مس محاسبه شده در پژوهش حاضر به ترتیب $۱۲/۶۴-۵۴/۶۵$ و $۲۷/۲۳ \pm ۱۲/۱۶$ میلی‌گرم در کیلوگرم بود که از مطالعه اتیوپی پایین‌تر بود (۲۴).

در مطالعه حمیدی و همکاران، حداقل و حداکثر میانگین مس ۱۷ ± ۰ و ۲۱ ± ۰ حسب میلی‌گرم در کیلوگرم بود (۱۶) که پایین‌تر از مطالعه حاضر بود. در مطالعه

ملکوتیان و همکاران میانگین غلظت مس در نمونه‌های چای $23/68 \pm 9/68$ میلی گرم بر کیلوگرم بود که پایین تر از پژوهش حاضر بود. همچنین حداکثر غلظت مس در نمونه‌های چای خشک در چای کیسه‌ای گلابی وجود داشت (۲۵). همچنین در مطالعه انصاری و همکاران که به منظور بررسی میزان فلزات سنگین در چای سیاه کشت شده در شمال ایران صورت گرفت، میانگین مس موجود در نمونه‌های مورد بررسی $29/3$ میلی گرم در کیلوگرم بود (۱۳) که بالاتر از نتایج مطالعه حاضر بود. در مطالعه کریمی و همکاران که در مشهد بر روی ۵ نوع چای غیر ایرانی و ایرانی با علامت‌های تجاری مختلف که در مشهد و سایر شهرهای ایران پر مصرف هستند به روش اسپکتوفتومتری جذب اتمی انجام شد، میانگین سرب و مس به ترتیب $2/31$ و $26/49$ میلی گرم در کیلوگرم بود که به نتایج پژوهش حاضر نزدیک بود (۲۹). گرچه در پژوهش حاضر بیشینه مس که در برداشت تابستان مشاهده شد، بالاتر از استاندارد بود اما میانگین مس محاسبه شده به طور معنی داری پایین تر از استاندارد بود ($p \leq 0/001$).

عوامل مختلفی می‌توانند بر میزان عناصر موجود در گیاه اثر بگذارند که این عوامل می‌توانند مربوط به خاک، اتمسفر و یا فراوری باشند. رشد چای تحت تأثیر عواملی قرار می‌گیرد که تحت تأثیر تغییر فصل هستند، مثل رطوبت نسبی هوا، اختلاف دمای شب و روز، طول روز، رطوبت در دسترس گیاه در خاک و دمای خاک. برداشت چای از بوته اش بیش از یک‌بار در سال صورت می‌گیرد به صورتی که برداشت اول در بهار و برداشت دوم در تابستان می‌باشد. علی‌رغم این که انتظار می‌رود میزان عناصر کمیاب در چین بهاره و تابستانه با توجه به تغییرات آب و هوایی ذکر شده و تغییر مقدار عناصر موجود در خاک متفاوت باشند، در این مطالعه بین میزان عناصر موجود در چای و فصل برداشت ارتباطی دیده نشد. از جمله مطالعاتی که به بررسی ارتباط بین فصل برداشت و میزان فلزات موجود در چای

انجام شده است مطالعه Han و همکاران می‌باشد که در آن تفاوت اساسی در میزان سرب در نمونه‌های مربوط به بهار و پاییز دیده شد، به طوری که میزان سرب در بهار بیش تر از پاییز و در پاییز بیشتر از تابستان بود. که این تفاوت متناسب با طول دوره رشد بود. غنچه جوانه‌های جدید که در بهار برداشت شده اند، در پاییز تشکیل شده‌اند. یعنی به دنبال ۶ ماه کمون و یک ماه دوره فعال رشد. بر عکس جوانه‌های جدید که در تابستان برداشت شده‌اند دوره رشد کوتاه تری دارند تقریباً یک ماه کمون و ۱۰ روز دوره فعال رشد. جوانه‌های پاییز دوره رشد متوسط دارند. دوره رشد طولانی‌تر باعث جمع‌آوری بیشتر سرب در جوانه‌ها می‌شود. علت تجمع بیشتر، فرصت بیشتر گیاه برای جذب از ریشه و اتمسفر می‌باشد. همچنین در مطالعه Han میزان سایر عناصر مانند فسفر، پتاسیم نیز در بهار بالاتر از تابستان بود در نتیجه بررسی این عناصر در بهار باید بیشتر مورد توجه قرار گیرد (۱۴). تغییرات فصلی Jin و همکاران در ۲۰۰۴ مورد بررسی قرار گرفته بود. که در آن پژوهش میزان سرب در بهار بیش تر از پاییز و در پاییز بیش تر از تابستان بود به طوری که تفاوت در بهار $1/9 - 2/6$ برابر پاییز و در بهار $4 - 5/6$ تابستان بود (۳۰).

این پژوهش از محدودیت‌های پژوهش‌هایی است که در این مقوله انجام شد، با این هدف که ارزیابی اولیه و پایه از وضعیت فلزات سنگین در چای مازندران به دست بیاوریم.

از محدودیت‌های پژوهش حاضر این است که گرچه استان مازندران ۴ کارخانه تولید چای دارد و چای بیش از دو فصل برداشت می‌شود اما با توجه به امکانات و محدودیت‌های موجود ۲ کارخانه فعال‌تر در دو فصل برداشت مورد بررسی قرار گرفتند. از طرفی محدودیت دیگر پژوهش حاضر این است که پژوهش بر روی چای سیاه خشک انجام شد در حالی که چای به صورت دم کرده مصرف می‌شود. از این رو به پژوهشگران علاقمند، بررسی عناصر گوناگون در

عناصر فوق می شوند مانند: میزان صنعتی بودن منطقه کشت، فاصله منطقه کشت با واحدهای صنعتی آلاینده نظیر تولید سیمان، فولاد، آهن و محل انباشت که باعث آلودگی محیط زیست می شوند و همچنین کود مورد استفاده برای کشت چای، ضروری به نظر می رسد.

سپاسگزاری

پژوهشگران این مطالعه از کلیه مسئولین و کارکنان کارخانجات مورد مطالعه به دلیل همکاری صمیمانه شان تشکر می نمایند. این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی HSR با شماره ۱۵-۹۰ است که توسط معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی مازندران تامین شده است.

تولیدات چای کلیه کارخانجات مازندران در کلیه فصول برداشت، مقایسه آن ها با چای تولیدی استان گیلان که مرکز عمده تولید چای ایران می باشد و همچنین بررسی عناصر مختلف در عصاره چای به پژوهشگران علاقمند پیشنهاد می شود.

در پایان می توان نتیجه گیری کرد که با توجه به این که در پژوهش حاضر، میانگین کادمیوم در برداشت تابستانه، میانگین سرب در هر دو برداشت و همچنین بیشینه مس که در برداشت تابستانه بالاتر از استاندارد ملی ایران بوده است و همچنین با در نظر گرفتن این که سه عنصر یاد شده از آلاینده های فلزی چای محسوب می شوند توجه به عواملی که باعث افزایش

References

1. Qin F, Chen W. Lead and Copper Levels in Tea Samples Marketed in Beijing, China. *Bull Environ Contam Toxicol* 2007; 78: 128-131.
2. Gholizadeh MH, Abbasi R, Ebrahimpour azbari M, Mahdavi R. Measurement and analysis of effective factors on tea processing industries in country. *Agricultural Economic and Development* 2009; 17(67): 203-222 (Persian).
3. Asgaril A, Ahmadi Moghadam M, Mahvi AH, Yonesian M. Evaluation of Aluminum in Iranian Consumed Tea. *Knowledge and Health* 2008; 3(2): 45-49 (Persian).
4. Jha A, Mann RS, Balachandran R. Tea: a refreshing beverage. *Ind Food Indust* 1996; 15: 22-29.
5. Zhang ZY, Wang YQ, Li FL, Xiao HQ, Chai ZF. Distribution characteristics of rare earth elements in plants from a rare earth ore area. *J Radioanal Nucl Ch* 2002; 252(3): 461-465.
6. Feng H, Wang T, Yau Li SF. Sensitive determination of trace-metal elements in tea with capillary electrophoresis by using chelating agent 4-(2-pyridylazo) resorcinol (PAR). *Food Chem* 2003; 81(4): 607-611.
7. Fung KF, Zhang ZQ, Wong JWC, Wong MH. Aluminum and fluoride concentrations of three tea varieties growing at Lantau Island, Hong Kong. *Environ Geochem Health* 2003; 25: 219-232.
8. Kathleen Mahan L, Raymond JL, Escott-Stump S. *Krause's food & the nutrition care process*, 13rd ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company; 2012.
9. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. *Black tea - Specifications and test methods*. ISIRI. NO. 623. 2nd ed. Karaj: ISIRI, 2007. ICS:67.140.10
10. Zaheri M, Ebrahimi Vosta kalai S, Cheraghi J. Protective effect of aerial parts extract of *scrophularia striata* on cadmium and mercury -Induced nephrotoxicity in Rat. *JBUMS* 2011; 13(4): 48-54 (Persian).
11. West WL, Knight EM, Edwards CH, Manning M, Spurlock B, James H, et al. Maternal low level lead and pregnancy outcomes; *J Nut* 1994; 124(6): 981s-986s.

12. Karak T, Bhagat RM. Trace elements in tea leaves, made tea and tea infusion: A review. *Food Res Int* 2010; 43(9): 2234-2252.
13. Ansari F, Norbaksh R, Daneshmandirani K. Determination of heavy metals in Iranian and imported black tea. *Iran J Environ Health Sci Eng* 2007; 4(4): 243-248 (Persian).
14. Han WY, Shi YZ, Ma LF, Ruan JY, Zhao FJ. Effect of liming and seasonal variation on lead concentration of tea plant (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze). *Chemosphere* 2007; 66(1): 84-90.
15. Ahmadi Faghih MA, Farzin L, Moassesi ME. Optimization of trace molybdenum content determination in human nails by graphite furnace atomic absorption spectrometry. *J of Nuclear Sci and Tech* 2007; 40: 53-58 (Persian).
16. Hamidi Ravari EM, Daneshpajoo M. Measuring the lead, arsenic, copper, zinc, selenium, sodium, potassium, nickel and magnesium Ions in black tea. *Feyz* 2009; 13(3): 242-248 (Persian).
17. Moseti KO, Kinyanjui T, Wanyoko JK, Kurgat JK, Too JC, Omondi KG, et al. Fe, Zn, Cu, Pb and Cd in Tea Grown and Marketed in Kenya; A Quantitative Assessment. *International Journal of Environmental Protection* 2013; 3(6): 24-30.
18. Moreda-Piñeiro A, Fisher A, Hill SJ. The classification of tea according to region of origin using pattern recognition techniques and trace metal data. *Journal of Food Composition and Analysis* 2003; 16: 195-211.
19. Seenivasan S, Manikandan N, Muraleedharan NN. Chromium contamination in black tea and its transfer into tea brew. *Food Chem* 2008; 106(3): 1066-1069.
20. Karrari P, Mehrpour O, Abdollahi M. A systematic review on status of lead pollution and toxicity in Iran; Guidance for preventive measures. *Daru* 2012; 20(1): 2.
21. Flora G, Gupta D, Tiwari A. Toxicity of lead: A review with recent updates. *Interdiscip Toxicol* 2012; 5(2): 47-58.
22. Jin CW, He YF, Zhang K, Zhou GD, Shi JL, Zheng SJ. Lead contamination in tea leaves and non-edaphic factors affecting it. *Chemosphere* 2005; 61(5): 726-732.
23. Korkmaz Gorur F, Keser R, Akçay N, Dizman S, Okumusoglu NT. Radionuclides and heavy metals concentrations in Turkish market tea. *Food Control* 2011; 22(12): 2065-2070.
24. Yemane M, Chandravanshi BS, Wondimu T. Levels of essential and non-essential metals in leaves of the tea plant (*Camellia sinensis* L.) and soil of Wushwush farms, Ethiopia. *Food Chemistry* 2008; 107(3): 1236-1243.
25. Malakootian M, Mesreghani M, Danesh Pazhoo M. A Survey on Pb, Cr, Ni and Cu Concentrations in Tehran consumed black tea: A short report. *JRUMS* 2011; 10(2): 138-143 (Persian).
26. Kumar A, Nair AGC, Reddy AVR, Garg A N. Availability of essential elements in Indian and US tea brands. *Food Chemistry* 2005; 89(3): 441-448.
27. Kara D. Evaluation of trace metal concentrations in some herbs and herbal teas by principal component analysis. *Food Chemistry* 2009; 114(1): 347-354.
28. Achudume AC, Owoeye D. Quantitative assessment of heavy metals in some tea marketed in Nigeria—Bioaccumulation of heavy metals in tea. *Health* 2010; 2(9): 1097-1100.
29. Karimi G, Hasanzadeh MK, Nili A, Khashayarmanesh Z, Samiei Z, Nazari F, et al. Concentrations and Health Risk of Heavy Metals in Tea Samples Marketed in Iran.

Pharmacologyonline 2008; 3: 164-174.
30. Jin CW, Zheng SJ, He YF, Zhou GD, Zhou ZX. Lead contamination in tea garden soils

and factors affecting its bioavailability.
Chemosphere 2005; 59(8): 1151-1159.