

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و یک، شماره چهار، تیرماه ۹۸

## اندازه گیری غلظت یون فلوراید در انواع برند تجاری چای‌های سیاه و

### دم کرده آن‌ها

علیرضا محمدی<sup>۱\*</sup>

[ali.re.mohammadi@gmail.com](mailto:ali.re.mohammadi@gmail.com)

حسن پرویزی مساعد<sup>۱</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۲/۰۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۱/۲۲

#### چکیده

**زمینه و هدف:** فلوراید یکی از شناخته شده‌ترین و مفیدترین مواد در مهار پوسیدگی دندان و استخوان می‌باشد، ولی مصرف مقادیر بالای آن می‌تواند باعث بروز بیماری فلوروزیس دندانی و استخوانی شود. از آنجایی که چای و آب آشامیدنی به عنوان یکی از مواد دارای فلوراید می‌باشد، بنابراین بررسی مطالعه حاضر با هدف سنجش غلظت فلوراید در آب شرب و چای مصرفی شهر تهران در سال ۱۳۹۲ صورت گرفت.

**روش بررسی:** در این پژوهش توصیفی-تحلیلی، ۲۵ نوع برند تجاری چای ایرانی و خارجی موجود در بازار شهر تهران و ۳۰ نمونه آب شرب مصرفی شهر تهران در ۴ تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. مقدار فلوراید موجود در نمونه‌های چای خشک و در دم کرده چای در مدت زمان‌های ۳، ۵ و ۱۰ دقیقه و نمونه‌های آب بعد از هضم اسیدی توسط دستگاه الکتروکود انتخابی یون فلوراید اندازه‌گیری شدند. اطلاعات پس از جمع‌آوری با استفاده از نرم افزار SPSS ورژن ۱۸ تجزیه و تحلیل گردید.

**یافته‌ها:** نتایج به دست آمده نشان داد که مقدار فلوراید در انواع برند چای خشک بین ۲۲/۲-۳۰۳/۸ میلی گرم بر کیلوگرم، در محلول چای بین ۰/۲-۲/۳۷ میلی گرم بر لیتر و در آب شرب مصرفی بین ۰/۱۲-۹۵/۰ میلی گرم بر لیتر قرار دارد. همچنین نتایج نشان داد که با افزایش مدت زمان دم کردن، میزان فلوراید آزاد شده در چای افزایش خواهد یافت به طوری که در مدت زمان‌های ۳، ۵ و ۱۰ دقیقه به ترتیب متوسط درصد آزادسازی یون فلوراید در محلول چای ۳۱/۸۸٪، ۵۳/۳۴٪ و ۷۸/۰۸٪ بود.

**بحث و نتیجه‌گیری:** در انتها مشخص شد که مصرف روزانه چای‌های بررسی شده به اندازه ۵ فنجان توسط کودکان و بزرگسالان هیچگونه مشکلاتی را برای سلامتی آن‌ها ایجاد نخواهد کرد. اما بایستی غیر از مصرف چای به سایر منابع ورود یون فلوراید به بدن نظیر آب آشامیدنی و غیره نیز توجه داشت، تا از بروز بیماری‌های استخوانی و دندانی جلوگیری کرد.

**واژه‌های کلیدی:** چای سیاه، یون فلوراید، جذب روزانه، حد مجاز.

۱- باشگاه پژوهش‌گران جوان و نخبگان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد همدان، همدان، ایران. \*مسئول مکاتبات

## Measurement of Fluoride ions concentration in a variety of black tea brands and their brews

Alireza Mohammadi <sup>1\*</sup>

[ali.re.mohammadi@gmail.com](mailto:ali.re.mohammadi@gmail.com)

Hassan Parviz Mosaed <sup>1</sup>

Admission Date: April 27, 2016

Date Received: April 1, 2015

### Abstract

**Background and Objective:** Fluoride is one of the most well-known and useful substances to inhibit tooth decay and bone caries, but high doses of it can cause dental and skeletal fluorosis. Since tea and water contains fluoride, the present study was performed to measure fluoride concentration in drinking water and tea in Tehran in 2014 year.

**Method:** In this descriptive-analysis study, 25 types of Iranian and foreign brands of tea available in Tehran's market and 30 samples of drinking water from Tehran city were studied in 4 replications. The amount of fluoride in the tea and brewed tea samples within 3, 5 and 10 m and water samples after digestion were measured by fluoride ion selective electrode. Finally, the obtained data was analyzed by SPSS Ver. 18 software.

**Findings:** The results indicated that the amounts of fluoride in different brands of tea, tea solution and water were 22.2-303.8 mg/kg, 0.2–2.37 mg/L and 0.95-0.012 mg/L, respectively. Also, the results showed that the amount of released fluoride in tea increases with the increase of brewing time. Therefore, after 3, 5 and 10 m, the average percentages of fluoride released in the tea solution were 31.88%, 53.34% and 78.08% respectively.

**Discussion and Conclusion:** Finally, it was found that daily consumption of five cups of the studied tea by children and adults may not lead to health problem. However, other sources of fluoride ions such as drinking water, etc should be taken into consideration to prevent the occurrence of skeletal and dental diseases.

**Keywords:** Black tea, Fluoride, Daily intake, Limits.

---

1- Young Researchers & Elites Club, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Iran. \* (Corresponding Author)

## مقدمه

محتوای فلوراید در چای بریک (brick) که از ساقه‌ها و برگ‌های قدیمی تهیه می‌شود نسبت به چای سبز و چای سیاه ۲۰۰-۳۰۰ برابر بیشتر است (۷). فلوراید مهم‌ترین عنصر در رژیم غذایی است که به میزان زیادی می‌تواند در پیشگیری از پوسیدگی دندان‌ها نقش داشته باشد. اما دریافت بیش از حد آن به مدت طولانی سبب عارضه‌ای به نام فلوروزیس دندان می‌شوند. بنابراین حضور کم یا مقدار زیادی فلوراید در رژیم غذایی باعث ایجاد این عارضه در انسان می‌گردد لذا بررسی فلوراید منابع دریافتی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۱۱). از آنجایی که چای به‌عنوان یک منبع فلوراید محسوب می‌شود، بنابراین افرادی که بسیار چای می‌نوشند و یا انواع چای‌های با محتوای بالای فلوراید را مصرف می‌کنند، در خطر بروز فلوروزیس دندان یا اسکلتی می‌باشند (۱۲). گفته شده است که در مقادیر بین ۰/۰۵ تا ۰/۰۷ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در روز امکان بروز فلوروزیس دندان و در استفاده بیش‌تر از ۴ ppm فلوراید، فلوروزیس استخوانی زیاد می‌باشد (۱۳ و ۹). این موضوع زمانی اهمیت بیش‌تری پیدا می‌کند که جذب فلوراید حاصل از مصرف چای با سایر منابع فلوراید از جمله فلوراید آب آشامیدنی همراه شود (۱۴). در ایران گیاه چای در نقاط پرباران سواحل دریای مازندران یعنی استان‌های گیلان و مازندران کشت می‌شود. هر چند بیشتر چای مصرفی ایران از چای کشت شده از این مناطق تامین می‌شود اما مقادیر زیادی از طریق چای وارداتی به خصوص از کشور هندوستان نیز تهیه می‌گردد. بنابراین کنترل کیفیت چای به‌عنوان یک منبع فلوراید حایز اهمیت است. با توجه به نامشخص بودن میزان فلوراید انواع چای و آب شرب مصرفی در شهر تهران، مطالعه حاضر با هدف ارزیابی غلظت فلوراید در انواع چای‌های سیاه ایرانی و وارداتی موجود در بازار شهر تهران و آب شرب مصرفی این شهر انجام شد.

## روش تحقیق

به منظور نمونه برداری چای به دلیل تنوع چای مصرفی، برای تعیین انواع پر مصرف و کم مصرف نشان تجاری چای، پرسش-

چای نوشیدنی است که از برگ‌های خشک گیاه چای (*Camellia Sinensis*) تهیه می‌شود و یکی از رایج‌ترین نوشیدنی‌ها در میان مردم دنیا محسوب می‌شود. سالانه در حدود ۴/۱۲ میلیون تن چای در سراسر دنیا تولید می‌شود (۱) و بیش از ۳ میلیارد فنجان چای روزانه در سراسر جهان به مصرف می‌رسد (۲). از چای‌های تولید شده در دنیا، ۷۸ درصد چای سیاه است که معمولاً در کشورهای غربی مصرف می‌شود، ۲۰ درصد چای تولیدی از نوع سبز می‌باشد که عموماً در کشورهای آسیایی به مصرف می‌رسد و ۲ درصد چای اولانگ (Oolong) است که به روش تخمیر جزئی تهیه شده و بیش‌تر ساکنین نواحی جنوبی کشور چین آن را به مصرف می‌رسانند (۳). چای از لحاظ طرز تهیه در فرآیند چای سازی و مواد مصرف در بین مردم به چهار دسته یعنی چای سیاه یا تخمیری، چای سبز یا تخمیر نشده، چای نیمه تخمیری یا اولانگ و چای قالبی (Brick Tea) تقسیم‌بندی می‌شوند (۴). چای، به شکل خشک یا سبز، به طور طبیعی غنی از فلوراید می‌باشد. یکی از انواع چای که برای تهیه چای نوشیدنی از آن استفاده می‌شود چای سیاه است (۶). گیاه چای می‌تواند به طور انتخابی فلوراید خاک را جذب و در اندام‌های خود ذخیره کند (۷). فلوراید جذب شده در برگ‌ها تجمع می‌یابد. بنابراین چای می‌تواند به عنوان یک منبع اصلی جذب فلوراید توسط انسان باشد (۸). مقدار فلوراید گیاه چای از ۳/۲ mg/kg تا ۲۶۰ و عمدتاً ۱۰۰ تا ۲۰۰ mg/kg گزارش شده است. در بعضی پژوهش‌ها مقدار فلوراید گیاه چای تا مقدار ۴۰۰ mg/kg هم اعلام گردیده است (۹). میزان فلوراید چای به چند عامل بستگی دارد. هر قدر سن گیاه بیش‌تر باشد، به دلیل جذب طولانی مدت فلوراید از خاک، ذخایر این ماده در گیاه افزایش می‌یابد. در برگ‌های قدیمی و ساقه‌ها نیز مقدار فلوراید در مقایسه با جوانه‌ها و برگ‌های تازه ۱۰ تا ۲۰ برابر بیش‌تر می‌باشد. گونه‌های چای با برگ کوچک‌تر نیز از محتوای بالاتر فلوراید برخوردار می‌باشند. همچنین انواع مختلف چای از نظر مقدار فلوراید متفاوت از یکدیگر می‌باشد (۱۰). به‌عنوان نمونه

دی یونیزه حجم آن به ۱۰۰ میلی لیتر رسید. بلافاصله بعد از فراوری نمونه‌های چای، مقدار فلوراید آن‌ها اندازه گیری شدند. برای این منظور ابتدا دستگاه به کمک محلول‌های استاندارد در غلظت ppm ۰، ۱۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ کالیبره شد. سپس مقدار ۵۰ میلی لیتر از محلول TISAB و مقدار ۵۰ میلی لیتر از محلول نمونه چای با استفاده از مزور درون CAB ریخته و به خوبی تکان داده شد. سپس با قرار دادن پروب در مخلوط مورد نظر میزان فلوراید توسط الکتروود یون گزین (ion selective electrode) اندازه گیری و بر حسب میلی گرم بر لیتر ثبت شد (۱۸). برای تعیین میزان یون فلوراید موجود در آب شرب نیز ۳۰ نمونه آب از نقاط مختلف شهر تهران به طور تصادفی برداشته شد و به منظور انجام آزمایش به آزمایشگاه منتقل گردید. برای آماده سازی نمونه‌ها، به نمونه‌های آب محلول تیساب (TISAB) یا بافر تنظیم قدرت یونی کل جهت حفظ قدرت یونی محلول و حذف تاثیر یونی مزاحم اضافه گردید. به منظور پردازش آماری داده‌ها از نرم افزار SPSS ورژن ۱۸ استفاده شد. بدین ترتیب که از آزمون One T-test sample به منظور مقایسه میانگین داده‌ها با حد استاندارد آن-ها و آزمون تجزیه واریانس ANOVA به منظور مقایسه میانگین یون فلوراید در مدت زمان‌های مختلف عمل دم کردن چای استفاده شد.

#### نتایج

آمار توصیفی مربوط به غلظت یون فلوراید در انواع برند تجاری چای خشک سیاه ایرانی و خارجی و چای دم کرده موجود در بازار شهر تهران و نیز درصد آزاد سازی یون فلوراید از عمل دم کردن چای در مدت زمان‌های ۳، ۵ و ۱۰ دقیقه در جدول (۱) ارائه شده است. بر طبق نتایج به دست آمده مشخص شد که غلظت یون فلوراید در انواع برند‌های چای خشک ایرانی و خارجی به ترتیب در محدوده بین  $22/2 \pm 0/29$  تا  $30/8 \pm 0/43$  میلی گرم در کیلوگرم قرار دارد. از سویی، تغییرات غلظت یون فلوراید در محلول چای در مدت زمان ۳ دقیقه بین  $0/076 \pm 0/03$  تا  $1/32 \pm 0/03$  میلی گرم بر لیتر، در مدت زمان ۵ دقیقه بین  $0/123 \pm 0/18$  تا  $1/93 \pm 0/04$  میلی گرم بر لیتر و

نامه‌ای در بین فروشندگان عمده چای توزیع شد. پس از تعیین برندهای پر مصرف چای، از تعداد ۲۵ نوع برند چای سیاه ایرانی و چای سیاه وارداتی از فروشگاه‌های سطح شهر، ۴ نمونه به صورت تصادفی تهیه شد. برای تعیین مقدار یون فلوراید در چای سیاه خشک، مقدار ۰/۱ گرم از چای سیاه که در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد به مدت ۵ ساعت خشک شده است با ۳ میلی لیتر  $NaOH(0.1N)$  مخلوط شده و در دستگاه آون در حرارت ۱۵۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱۵۰ دقیقه نگهداری گردید. بعد از این که  $NaOH$  خشک شد، ظرف حاوی چای داخل کوره مافلی، ابتدا در دمای ۳۰۰ درجه سانتی گراد و سپس در دمای ۶۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۳۰ دقیقه قرار داده شد. به نمونه‌ها فرصت داده شد تا سرد شوند، آن‌گاه ۵ میلی لیتر آب دوبار تقطیر اضافه شده سپس ۳ میلی لیتر اسید کلریدریک ۳۷ درصد اضافه شد تا pH در حدود ۸-۹ تنظیم شود. نمونه به ارلن ۱۰۰ میلی لیتری انتقال یافت و به همان حجم محلول تنظیم بافری شدت یون یا تیزاب (TISB) اضافه گردید. آن‌گاه با آب مقطر تا حجم ۱۰۰ میلی لیتر رقیق شد. نمونه از فیلتر واتمن شماره ۴۰ عبور داده شد (۱۵). محلول تیزاب با حل کردن  $22/05$  گرم سدیم سیترات دهیرات و  $0/8$  گرم هیدروکسید سدیم در آب دی یونیزه تهیه شد آن‌گاه تا حجم ۱۰۰ میلی لیتر رقیق گردید (۱۶). در انتها غلظت یون فلوراید در چای خشک با استفاده از الکتروود انتخابی یون فلوراید (ISE) (پس از کالیبراسیون دستگاه) مطابق روش Duckworth and Duckworth که با محلول سدیم فلوراید کالیبره شد، اندازه گیری و بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم تعیین گردید (۱۷). به منظور تعیین یون فلوراید در محلول چای نیز ابتدا نمونه‌های چای سیاه بعد از برداشت، خشک شدند، سپس مقدار ۱۰۰ میلی لیتر آب دوبار تقطیر را در بالن ژوژه ریخته و بر روی شعله قرار داده، بعد از به جوش آمدن آب، مقدار  $2/5$  گرم از نمونه چای وزن و به داخل آن ریخته شد تا به مدت زمان‌های ۳، ۵ و ۱۰ دقیقه دم بکشد. پس از مدتی که دمای محلول چای با دمای محیط یکسان شد، چای با استفاده از کاغذ صافی فیلتر گردید. سپس با افزودن آب

در مدت زمان ۱۰ دقیقه بین ۰/۲±۰/۰۹ تا ۰/۳۷±۰/۱۳ میلی گرم بر لیتر محاسبه شد.

جدول ۱- آمار توصیفی یون فلوراید در انواع چای مورد مطالعه

Table 1- Descriptive statistics of fluoride ion in a variety of case study tea

درصد آزاد سازی یون فلوراید در مدت زمان های مختلف			انحراف معیار ± میانگین یون فلوراید در دم کرده چای در مدت زمان های مختلف بر حسب میلی گرم در لیتر			انحراف معیار ± میانگین در چای خشک بر حسب میلی گرم در کیلوگرم	انواع برند چای
۱۰ دقیقه	۵ دقیقه	۳ دقیقه	۱۰ دقیقه	۵ دقیقه	۳ دقیقه		
۶۸	۵۲	۳۸	۱/۰±۷۴/۰۸	۱/۰±۳۳/۱۳	۰/۰±۹۷۲/۰۳	۲۵۵/۰±۹/۲۹	A-1
۶۱	۴۳	۲۲	۱/۰±۴۹/۵۴	۱/۰±۰۵/۰۴	۰/۰±۵۳۷/۰۵	۲۴۴/۰±۳/۴۴	A-2
۷۳	۵۸	۳۳	۱/۰±۴۸/۱۲	۱/۰±۱۷۶/۰۵	۰/۰±۶۶۹/۱۸	۲۰۲/۰±۷/۱۶	A-3
۷۶	۶۲	۵۴	۰/۰±۴۹/۱۲	۰/۰±۴/۴۲	۰/۰±۳۴۸/۰۴	۶۴/۰±۵/۵۲	A-4
۷۵	۴۷	۲۸	۲/۰±۳۱/۱۳	۱/۰±۴۵/۰۸	۰/۰±۸۶/۰۷	۰±۳۰۸/۴۳	A-5
۸۳	۶۳	۴۲	۱/۰±۵/۱۳	۱/۰±۱۴/۰۱	۰/۰±۷۵۹/۱۲	۰±۱۸۱/۱۱	A-6
۷۸	۵۴	۳۲	۲/۰±۳۷/۱۳	۱/۰±۶۴/۰۳	۰/۰±۹۷۲/۱۸	۳۰۳/۰±۸/۱۰	A-7
۶۹	۴۴	۳۱	۰/۰±۶/۰۶۷	۰/۰±۳۸/۰۴	۰/۰±۲۷/۰۳	۸۶/۰±۹/۴۳	A-8
۷۹	۵۷	۴۵	۱/۰±۵۷/۰۸	۱/۰±۱۳۳/۱۱	۰/۰±۸۹۴/۲۱	۱۹۸/۰±۷/۱۶	A-9
۷۱	۶۰	۵۴	۱/۰±۷۴/۱۶	۱/۰±۴۷/۰۲	۱/۰±۳۲/۰۳	۲۴۵/۰±۱/۱۵	A-10
۸۹	۵۸	۳۰	۲/۰±۳۶/۱۹	۱/۰±۵۴/۴۳	۰/۰±۷۹۶/۱۸	۲۶۵/۰±۲/۱۸	A-11
۹۰	۷۶	۴۶	۲/۰±۲۹/۲۳	۱/۰±۹۳/۰۴	۱/۰±۱۷/۱۶	۲۵۴/۰±۴/۲۳	A-12
۷۴	۵۹	۳۲	۱/۰±۷۴/۱۹	۱/۰±۳۹/۰۲	۰/۰±۷۵۲/۱۲	۲۳۵/۰±۱/۵۹	A-13
۶۹	۳۴	۲۱	۰/۰±۲۵/۰۹	۰/۰±۱۲۳/۱۸	۰/۰±۰۷۶/۲۰	۳۶/۰±۲/۱۹	A-14
۷۲	۵۵	۳۵	۱/۰±۶۱/۱۳	۱/۰±۲۳/۰۵	۰/۰±۷۸۲/۲۲	۲۲۳/۰±۶/۱۳	A-15
۸۵	۶۷	۲۵	۰/۰±۵۳/۱۴	۰/۰±۴۲/۰۴	۰/۰±۱۵۶/۰۷	۶۲/۰±۳/۱۲	A-16
۶۸	۳۳	۱۲	۱/۰±۲۹/۱۱	۰/۰±۶۲۶/۱۸	۰/۰±۲۲۸/۲۱	۱۸۹/۰±۷/۱۳	A-17
۷۷	۵۴	۳۸	۱/۰±۶۱/۱۵	۱/۰±۳/۱۶	۰/۰±۷۹/۱۹	۲۰۹/۰±۱/۱۶	A-18
۶۴	۳۷	۲۵	۰/۰±۴۳/۱۳	۰/۰±۲۵/۰۹	۰/۰±۱۶۸/۰۳	۶۷/۰±۲/۲۶	A-19
۸۴	۴۷	۲۹	۱/۰±۴۱/۱۹	۰/۰±۷۸۹/۰۱	۰/۰±۴۸۷/۰۵	۱۶۷/۰±۹/۱۷	A-20
۹۱	۸۴	۶۹	۰/۰±۷۲/۱۳	۰/۰±۶۶۵/۱۲	۰/۰±۵۴۶/۰۲	۷۹/۰±۱/۲۷	A-21
۸۸	۴۴	۳۷	۱/۰±۶۷/۲	۰/۰±۸۴۵/۰۳	۰/۰±۷۰۲/۰۸	۱۸۹/۰±۸/۰۷	A-22
۷۶	۳۷	۲۷	۰/۰±۵۶/۱۶	۰/۰±۲۷۳/۱۲	۰/۰±۱۹۹/۱۴	۷۳/۰±۷/۲۷	A-23
۸۹	۶۷	۴۳	۰/۰±۴۶/۱۳	۰/۰±۳۴۶/۲	۰/۰±۲۲۲/۰۱	۵۱/۰±۷/۱۴	A-24
۹۰	۷۶	۴۷	۰/۰±۲/۰۹	۰/۰±۱۶۹/۱۷	۰/۰±۱۰۴/۱۵	۲۲/۰±۲/۲۹	A-25
۶۸	۴۴	۳۲	۰/۰±۲۶/۰۳	۰/۰±۱۶۸/۲۱	۰/۰±۱۲۲/۰۸	۳۸/۰±۲/۱۷	A-26
۷۸	۵۶	۴۳	۱/۰±۳۷/۱۸	۰/۰±۹۸/۰۱	۰/۰±۷۵۵/۰۲	۱۷۵/۰±۶/۱۶	A-27

۹۰	۷۸	۳۲	۱/۰±۱۶/۰۴	۰±۱/۰۳	۰/۰±۴۱۲/۰۶	۱۲۸/۰±۹/۴۵	A-28
۸۸	۵۴	۲۸	۱/۰±۳۱/۱۷	۰/۰±۸/۰۵	۰/۰±۴۱۷/۰۴	۱۴۸/۰±۹/۰۹	A-29
۸۰/۲	۵۴/۹	۲۷	۱/۰±۲۳/۰۸۵	۰/۰±۸۴۲/۰۱	۰/۰±۴۱۴/۰۸	۱۵۳/۰±۴/۴۶	A-30
۷۹	۴۵	۳۳	۰/۰±۷۳/۱۴	۰/۰±۴۱۶/۱۷	۰/۰±۳۰۵/۰۹	۱۰۸/۰±۲/۱۳	A-31
۸۵/۷	۵۹	۳۵	۰/۰±۵/۱۳	۰/۰±۳۴۴/۱	۰/۰±۲۰۴/۰۳	۵۸/۰±۳/۰۳	A-32
۸۲	۵۸	۲۶	۰/۰±۸/۰۹	۰/۰±۵۶۶/۰۹	۰/۰±۲۵۴/۰۴	۹۷/۰±۶/۱۱	A-33
۶۷	۳۶	۱۰	۰/۰±۶/۱۳	۰/۰±۳۲۲/۰۵	۰/۰±۰۸۹/۱	۸۸/۰±۲/۱۲	A-34
۷۳	۴۳	۲۳	۰/۰±۸/۱	۰/۰±۴۷۱/۱۲	۰/۰±۲۵۲/۰۸	۱۰۹/۰±۶/۴۵	A-35
۸۱	۵۷	۲۳	۰/۰±۶۲/۰۴۵	۰/۰±۴۴/۰۱	۰/۰±۱۷۶/۱۲	۷۶/۰±۵/۲۴	A-36
۷۰	۴۳	۲۰	۰/۰±۳۷/۱	۰/۰±۲۲۷/۱۶	۰/۰±۱۱/۰۳	۵۲/۰±۹/۳۲	A-37
۸۳	۵۶	۲۷	۱/۰±۲۸/۲	۰/۰±۸۶/۰۵۴	۰/۰±۴۱۶/۰۹	۱۵۴/۰±۲/۰۵	A-38
۷۹	۵۸	۳۴	۱/۰±۶۱/۲۲	۱/۰±۱۸/۱	۰/۰±۶۹/۱۱	۲۰۳/۰±۸/۲۵	A-39
۶۷	۴۸	۲۳	۰/۰±۲۹/۰۳	۰/۰±۲۱/۰۴	۰/۰±۰۹۹/۰۳	۴۳/۰±۳/۰۲	A-40
۷۸	۴۷	۲۶	۱/۰±۲۸/۰۳۴	۰/۰±۷۷/۰۲۳	۰/۰±۴۳/۰۲	۱۶۴/۰±۱/۰۱	A-41
۸۴	۵۶	۲۶	۰/۰±۵۸/۰۴۷	۰/۰±۳۹/۰۲۱	۰/۰±۱۷۹/۰۱۲	۶۹/۰±۰/۱۳	A-42
۸۵	۶۱	۲۰	۰/۰±۶۹/۱	۰/۰±۴۹۵/۱۸	۰/۰±۱۶۲/۰۳	۸۱/۰±۲/۶	A-43
۶۸	۳۲	۲۶	۱/۰±۱۸/۱۷	۰/۰±۵۵/۰۴	۰/۰±۴۵/۰۱	۱۷۳/۰±۵/۰۳	A-44
۷۴	۴۳	۱۹	۰/۰±۹۱/۰۶	۰/۰±۵۲۹/۰۵	۰/۰±۲۳/۰۶	۰±۱۲۳/۱۲	A-45
۸۲	۳۶	۱۶	۰/۰±۶/۰۷	۰/۰±۲۶/۰۳۴	۰/۰±۱۲/۱۸	۷۳/۰±۲/۰۳	A-46
۷۹	۶۱	۳۲	۱/۰±۱۹/۰۳	۰/۰±۹۲/۰۳	۰/۰±۴۸/۰۲۱	۱۵۰/۰±۶/۴	A-47
۹۰	۸۲	۶۰	۱/۰±۲۱/۰۸	۱/۰±۱/۰۳	۰/۰±۸۱/۰۲۳	۱۳۴/۰±۴/۰۹	A-48
۸۶	۵۰	۳۲	۰/۰±۵۸/۱۵	۰/۰±۳۴/۰۱	۰/۰±۲۲/۰۳۲	۶۷/۰±۴/۱۶	A-49
۶۸	۴۱	۲۶	۰/۰±۷۱/۱۳	۰/۰±۴۳/۰۷	۰/۰±۲۷/۰۳	۱۰۴/۰±۴/۱۲	A-50

دست آمده میانگین و غلظت یون فلوراید در آب آشامیدنی برابر  
 $۰/۰±۳۶۴/۲۶۴$  میلی گرم بر لیتر می باشد.

جدول (۲) آمار توصیفی میزان یون فلوراید در آب شرب  
 مصرفی شهروندان تهران را نشان می دهد. بر طبق نتایج به

جدول ۲- آمار توصیفی میزان یون فلوراید در آب شرب مصرفی شهروندان تهران

Table 2- Descriptive statistics of the amount of fluoride ion in drinking water of the citizens of Tehran

کشیدگی	چولگی	انحراف معیار	میانگین	حداکثر	حداقل	تعداد نمونه	
-۱/۰۶	۰/۲۶۲	۰/۲۶۴	۰/۳۶۴	۰/۹۵	۰/۰۱۲	۳۰	فلوراید در آب آشامیدنی

(WHO) حداکثر قابل قبول فلوراید در آب آشامیدنی در دمای  
 ۱۲-۸ درجه سانتی گراد به میزان ۱/۵ میلی گرم در لیتر و در  
 دمای ۲۵-۳۰ درجه سانتی گراد به میزان ۰/۷ میلی گرم در  
 لیتر است (۱۹).

نتایج مقایسه میانگین غلظت یون فلوراید در آب آشامیدنی شهر  
 تهران با حد استاندارد توسط آزمون تی یک نمونه ای نشان داد  
 که میانگین یون فلوراید در آب آشامیدنی شهر تهران کم تر از  
 حد استاندارد قرار دارد. طبق استاندارد سازمان بهداشت جهانی

فنجان چای مصرفی نشان می‌دهد. در این مطالعه فرض شده است که افراد روزانه ۱ تا ۵ فنجان چای مصرف می‌کنند که برای تهیه هر فنجان چای، از مقدار ۲/۵ میلی گرم چای سیاه خشک در ۱۰۰ میلی لیتر آب دوبار تقطیر در مدت زمان ۱۰ دقیقه استفاده شده است. نتایج نشان داد که جذب روزانه یون فلوراید از مصرف متوسط ۵ فنجان چای از ۰/۱ تا ۱/۱۸۵ میلی گرم در روز متغیر است. جدول (۴) حد استاندارد جذب یون فلوراید توسط گروه‌های مختلف افراد را نشان می‌دهد.

نتایج آزمون تجزیه واریانس ANOVA به منظور مقایسه میانگین غلظت یون فلوراید در چای دم کرده در مدت زمان‌های مختلف نشان داد که تفاوت معنی داری بین درصد آزادسازی یون فلوراید در مدت زمان‌های ۳، ۵ و ۱۰ دقیقه وجود دارد،  $(P < 0/05)$ . به طوری که درصد آزاد سازی یون فلوراید در مدت زمان ۳ دقیقه بین ۱۰ تا ۶۹ درصد، در مدت زمان ۵ دقیقه بین ۹۱ تا ۸۴ درصد و در مدت زمان ۱۰ دقیقه بین ۶۱ تا ۹۱ درصد قرار داشت.

جدول (۳) نتایج جذب روزانه یون فلوراید را بر مبنای تعداد

جدول ۳- جذب روزانه یون فلوراید از مصرف تعداد فنجان از انواع برندهای مختلف چای

Table 3- The daily intake of fluoride ion from consumption of the number of cups from a variety of different brands of tea

میزان جذب یون فلوراید به تعداد فنجان چای مصرفی (برحسب میلی گرم در روز)					انواع برند چای	میزان جذب یون فلوراید به تعداد فنجان چای مصرفی (برحسب میلی گرم در روز)					انواع برند چای
۵ فنجان	۴ فنجان	۳ فنجان	۲ فنجان	۱ فنجان		۵ فنجان	۴ فنجان	۳ فنجان	۲ فنجان	۱ فنجان	
۰/۱۳	۰/۱۰۴	۰/۰۷۸	۰/۰۵۲	۰/۰۲۶	A-26	۰/۸۷	۰/۶۹۶	۰/۵۲۲	۰/۳۴۸	۰/۱۷۴	A-1
۰/۶۸۵	۰/۵۴۸	۰/۴۱۱	۰/۲۷۴	۰/۱۳۷	A-27	۰/۷۴۵	۰/۵۹۶	۰/۴۴۷	۰/۲۹۸	۰/۱۴۹	A-2
۰/۵۸	۰/۴۶۴	۰/۳۴۸	۰/۲۳۲	۰/۱۱۶	A-28	۰/۷۴	۰/۵۹۲	۰/۴۴۴	۰/۲۹۶	۰/۱۴۸	A-3
۰/۶۵۵	۰/۵۲۴	۰/۳۹۳	۰/۲۶۲	۰/۱۳۱	A-29	۰/۲۴۵	۰/۱۹۶	۰/۱۴۷	۰/۰۹۸	۰/۰۴۹	A-4
۰/۶۱۵	۰/۴۹۲	۰/۳۶۹	۰/۲۴۶	۰/۱۲۳	A-30	۱/۱۵۵	۰/۹۲۴	۰/۶۹۳	۰/۴۶۲	۰/۲۳۱	A-5
۰/۳۶۵	۰/۲۹۲	۰/۲۱۹	۰/۱۴۶	۰/۰۷۳	A-31	۰/۷۵	۰/۶	۰/۴۵	۰/۳	۰/۱۵	A-6
۰/۲۵	۰/۲	۰/۱۵	۰/۱	۰/۰۵	A-32	۱/۱۸۵	۰/۹۴۸	۰/۷۱۱	۰/۴۷۴	۰/۲۳۷	A-7
۰/۴	۰/۳۲	۰/۲۴	۰/۱۶	۰/۰۸	A-33	۰/۳	۰/۲۴	۰/۱۸	۰/۱۲	۰/۰۶	A-8
۰/۳	۰/۲۴	۰/۱۸	۰/۱۲	۰/۰۶	A-34	۰/۷۸۵	۰/۶۲۸	۰/۴۷۱	۰/۳۱۴	۰/۱۵۷	A-9
۰/۴	۰/۳۲	۰/۲۴	۰/۱۶	۰/۰۸	A-35	۰/۸۷	۰/۶۹۶	۰/۵۲۲	۰/۳۴۸	۰/۱۷۴	A-10
۰/۳۱	۰/۲۴۸	۰/۱۸۶	۰/۱۲۴	۰/۰۶۲	A-36	۱/۱۸	۰/۹۴۴	۰/۷۰۸	۰/۴۷۲	۰/۲۳۶	A-11
۰/۱۸۵	۰/۱۴۸	۰/۱۱۱	۰/۰۷۴	۰/۰۳۷	A-37	۱/۱۴۵	۰/۹۱۶	۰/۶۸۷	۰/۴۵۸	۰/۲۲۹	A-12
۰/۶۴	۰/۵۱۲	۰/۳۸۴	۰/۲۵۶	۰/۱۲۸	A-38	۰/۸۷	۰/۶۹۶	۰/۵۲۲	۰/۳۴۸	۰/۱۷۴	A-13
۰/۸۰۵	۰/۶۴۴	۰/۴۸۳	۰/۳۲۲	۰/۱۶۱	A-39	۰/۱۲۵	۰/۱	۰/۰۷۵	۰/۰۵	۰/۰۲۵	A-14
۰/۱۴۵	۰/۱۱۶	۰/۰۸۷	۰/۰۵۸	۰/۰۲۹	A-40	۰/۸۰۵	۰/۶۴۴	۰/۴۸۳	۰/۳۲۲	۰/۱۶۱	A-15
۰/۶۴	۰/۵۱۲	۰/۳۸۴	۰/۲۵۶	۰/۱۲۸	A-41	۰/۲۶۵	۰/۲۱۲	۰/۱۵۹	۰/۱۰۶	۰/۰۵۳	A-16
۰/۲۹	۰/۲۳۲	۰/۱۷۴	۰/۱۱۶	۰/۰۵۸	A-42	۰/۶۴۵	۰/۵۱۶	۰/۳۸۷	۰/۲۵۸	۰/۱۲۹	A-17

۰/۳۴۵	۰/۲۷۶	۰/۲۰۷	۰/۱۳۸	۰/۰۶۹	A-43	۰/۸۰۵	۰/۶۴۴	۰/۴۸۳	۰/۳۲۲	۰/۱۶۱	A-18
۰/۵۹	۰/۴۷۲	۰/۳۵۴	۰/۲۳۶	۰/۱۱۸	A-44	۰/۲۱۵	۰/۱۷۲	۰/۱۲۹	۰/۰۸۶	۰/۰۴۳	A-19
۰/۴۵۵	۰/۳۶۴	۰/۲۷۳	۰/۱۸۲	۰/۰۹۱	A-45	۰/۷۰۵	۰/۵۶۴	۰/۴۲۳	۰/۲۸۲	۰/۱۴۱	A-20
۰/۳	۰/۲۴	۰/۱۸	۰/۱۲	۰/۰۶	A-46	۰/۳۶	۰/۲۸۸	۰/۲۱۶	۰/۱۴۴	۰/۰۷۲	A-21
۰/۵۹۵	۰/۴۷۶	۰/۳۵۴	۰/۲۳۸	۰/۱۱۹	A-47	۰/۸۳۵	۰/۶۶۸	۰/۵۰۱	۰/۳۳۴	۰/۱۶۷	A-22
۰/۶۰۵	۰/۴۸۴	۰/۳۶۳	۰/۲۴۲	۰/۱۲۱	A-48	۰/۲۸	۰/۲۲۴	۰/۱۶۸	۰/۱۱۲	۰/۰۵۶	A-23
۰/۲۹	۰/۲۳۲	۰/۱۷۴	۰/۱۱۶	۰/۰۵۸	A-49	۰/۲۳	۰/۱۸۴	۰/۱۳۸	۰/۰۹۲	۰/۰۴۶	A-24
۰/۳۵۵	۰/۲۸۴	۰/۲۱۳	۰/۱۴۲	۰/۰۷۱	A-50	۰/۱	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۲	A-25

جدول ۴- حد استاندارد جذب یون فلوراید توسط گروه‌های مختلف افراد بر حسب میلی گرم در روز

Table 4- The standard limit of the absorption of fluoride ion by different groups of people in terms of mg/day

مرجع	حد استاندارد USEPA	حد استاندارد WHO	افراد
(۹)	۲/۵	۲	کودکان (۲-۵ سال)
	۴	۲-۴	بزرگسالان (سنین بیشتر از ۵ سال)

#### بحث و نتیجه گیری

بارندگی، حاصل خیزی و ارتفاع مکان کشت گیاه چای، سن برگ‌های چای (۹)، نوع خاک، کیفیت و مرغوبیت چای، مدت زمانی که از برداشت چای گذشته، جنس قوری، طول مدت زمان دم کردن چای، میزان دمای آب، pH آب، درجه سختی آب و نوع آب، مرتبط دانست (۲۷). اسدی و همکاران غلظت فلوراید در چای‌های خشک کیسه‌ای را  $138/9 \text{ mg/kg}$  و در چای‌های خشک سیاه دانه  $153/71 \text{ mg/kg}$  اندازه گیری کردند (۲۸). Shyu و همکاران (۲۰۰۹) مقدار کل یون فلوراید در ۱۲ برند از برگ‌های چای تولید شده در کشور تایوان را بین ۱۰۰-۴۵۱ میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک اندازه گیری کردند (۲۹). Cao و همکاران (۲۰۰۴) مقدار یون فلوراید در انواع چای‌های سبز، سیاه و چای‌های بسته بندی شده Oolong را بین  $41/5$  تا  $212/4$  میلی گرم بر کیلوگرم برآورد نمودند (۶). Zhonglei و همکاران (۲۰۰۷) مقدار یون فلوراید بین ۲۲۱-۱۵۰۴ میلی گرم بر کیلوگرم برای برگ‌های مسن و ۶۰۲-۴۹ میلی گرم بر کیلوگرم برای برگ‌های جوان را اندازه گیری کردند (۳۰). Chan, Koh (۱۹۹۶) میزان فلوراید در

ریشه گیاه چای یون فلوراید را از خاک جذب کرده و در برگ‌های خود ذخیره می‌کند، بنابراین برگ‌های گیاه چای از نظر یون فلوراید غنی می‌باشد (۲۰). این مقدار یون فلوراید هنگام دم کردن چای آزاد شده که می‌تواند توسط مصرف کننده دریافت گردد. وجود مقدار مناسب یون فلوراید در مواد غذایی و آشامیدنی می‌تواند در کنترل پوسیدگی دندان‌های نقش مهمی داشته باشد (۲۱-۲۳). مصرف زیاد این یون به علت نیمه عمر بالایی که در بدن انسان‌ها دارند، می‌تواند منجر به بروز فلوروزیس مینای دندان و مسمومیت حاد و مزمن ناشی از مصرف مازاد یون فلوراید گردد (۲۴-۲۶). بر طبق نتایج به دست آمده از اندازه گیری غلظت یون فلوراید در چای سیاه خشک مشخص شد که کمینه و بیشینه میانگین غلظت یون فلوراید با  $22/2$  و  $303/8$  میلی گرم بر کیلوگرم به ترتیب مربوط به برندهای A-25 و A-7 است. علل اصلی اختلاف مقدار یون فلوراید را در انواع برند تجاری چای که در بیش‌تر مطالعات نیز به آن اشاره شده است، می‌توان به گونه چای (ژنتیک گیاه)، مکان تهیه آن (ترکیبات خاک ناحیه، سطح



چای را از حداقل ۰/۰۲ ppm تا حداکثر ۴/۶۵ ppm گزارش کردند (۳۱). Mahavi و همکاران (۲۰۰۶) حداقل و حداکثر مقدار فلوراید به ترتیب ۳۵ mg/kg در چای صداقت و ۱۸۲ mg/kg در چای شهرزاد را اندازه گیری نمودند (۳۲). نتایج تحقیق حاضر، میزان فلوراید موجود در چای خشک را در محدوده سایر مطالعات نشان داد. بر طبق نتایج به دست آمده از اندازه گیری غلظت فلوراید در محلول چای مشخص شد که کمینه و بیشینه میانگین غلظت یون فلوراید با ۰/۲ و ۲/۳۷ میلی گرم در لیتر به ترتیب مربوط به برندهای A-7 و A-25 است. مجرد و خانلری میانگین غلظت یون فلوراید را در انواع چای سیاه کیسه‌ای، چای سبز و چای سیاه غیر کیسه‌ای به ترتیب ۱/۵۱، ۱/۰۳۸ و ۰/۸۶ میلی گرم در لیتر گزارش کردند (۳۳). Samadi و همکاران (۲۰۱۳) میزان یون فلوراید در چای سیاه را بین ۰/۹۵-۱ میلی گرم در لیتر اندازه‌گیری نمودند (۳۴). Sadeghi و همکاران (۲۰۱۱) غلظت یون فلوراید را در چاه احمد ۱/۵۴، گلستان ۱/۱۰، لیپتون ۱/۷۴ و شاهسون ۱/۶۰ میلی گرم در لیتر اندازه گیری کردند (۳۵). اسدی و همکاران غلظت یون فلوراید را در چای‌های دم کرده کیسه‌ای mg/l ۱/۲۹ و در چای‌های دم کرده سیاه دانه ۱/۵ mg/l گزارش نمودند (۲۸). Esfahani Zadeh و همکاران (۲۰۰۹) میانگین فلوراید را در چای دوغزال ۰/۷۷ ppm و میانگین فلوراید را در چای عقاب ۲/۶ ppm اعلام کردند (۳۶). Amanlou و همکاران در بررسی بین ۱۵ برند چای مطالعه شده، گزارش کردند که چای نمونه بیشترین غلظت فلوراید را دارد، در حالی که چای احمد کم‌ترین مقدار فلوراید را دارد. متوسط غلظت فلوراید در بین نمونه‌ها، ۰/۲۳ میلی گرم در ۱۰۰ میلی لیتر در مدت زمان ۳ دقیقه جوشاندن بود (۴۷). Shyu و همکاران (۲۰۰۹) مقدار کل یون فلوراید را در ۱۲ برند از برگ‌های چای تولید شده در کشور تایوان بین ۱۰۰-۴۵۱ میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک و در جوشانده چای به مدت ۵ دقیقه بین ۰/۳۹-۱/۲۱ میلی گرم بر لیتر گزارش کردند (۲۹). Yuwono (۲۰۰۵) مقدار یون فلوراید را در چای دم شده بعد از ۵ دقیقه به ترتیب برای چای‌های سیاه ۰/۹۵ تا

۴/۷۳ میلی گرم در لیتر، چای سبز از ۰/۷ تا ۱ میلی گرم در لیتر و برای چای herbal از ۰/۲۶ تا ۰/۲۷ میلی گرم در لیتر اندازه گیری کردند (۳۷). Mahavi و همکاران (۲۰۰۶) مقدار یون فلوراید در چای دم کرده را بین ۰/۵۳ mg/l تا ۲/۶۰ اندازه گیری کردند (۳۲). Chandrajith (۲۰۰۷) در مطالعه خود که در سریلانکا انجام داد میزان فلوراید چای سیلان را ۰/۳۲ تا ۱/۶۹ میلی گرم در لیتر گزارش کرده است (۳۸). Cao (۲۰۰۶) در مطالعه‌ای که در چین انجام داد، غلظت فلوراید در چای سیاه غیر کیسه‌ای را بین ۰/۹۵ تا ۱/۴۱ میلی گرم در لیتر گزارش نمود (۱۸). Lung (۲۰۰۸) در مطالعه‌ای که در تایوان انجام داد، غلظت فلوراید در چای سیاه را بین ۸/۶۴ میلی گرم در لیتر گزارش کرد (۱۲). Malinowska (۲۰۰۸) در مطالعه‌ای که در لهستان انجام داد، میزان غلظت فلوراید در ۲ گرم چای سیاه را پس از ۱۰ دقیقه جوشاندن در ۱۰۰ میلی لیتر آب دی یونیزه بین ۰/۵۳ تا ۶/۱۳ میلی گرم در لیتر اعلام نمود (۱۴). نتایج تحقیق حاضر، میزان فلوراید موجود در محلول چای را در محدوده سایر مطالعات نشان داد. نتایج آزمون ANOVA به منظور مقایسه میانگین درصد یون فلوراید در چای دم کرده در مدت زمان‌های مختلف نشان داد که تفاوت معنی داری در میانگین درصد یون فلوراید در چای دم کرده در مدت زمان‌های ۳، ۵ و ۱۰ دقیقه وجود دارد، به طوری که متوسط درصد آزادسازی یون فلوراید به محلول چای در مدت زمان‌های ۳، ۵ و ۱۰ دقیقه به ترتیب ۳۱/۸۸٪، ۵۳/۳۴٪ و ۷۸/۰۸٪ است. عوامل مختلفی بر میزان آزادسازی یون فلوراید حین آماده سازی چای موثر است که می‌توان به میزان دمای آب اشاره کرد. مطالعات نشان می‌دهد که افزایش دمای آب، ضمن دم کردن چای باعث افزایش معنی داری در آزادسازی فلوراید خواهد شد (۳۹ و ۹۱). عامل دیگر درجه سختی آب می‌باشد. آزمایشات نشان می‌دهد که افزایش سختی آب موجب کاهش استخراج فلوراید حین فرایند آماده سازی می‌شود. عامل بعدی جنس قوری است. به نظر می‌رسد که جنس قوری در میزان آزادسازی فلوراید بی تاثیر است. زمان‌های مختلف دم کردن چای نیز در آزادسازی یون فلوراید موثر می-

شدن یون فلوراید از آن‌ها می‌تواند با سرعت بیش‌تری انجام گیرد و در یک مدت زمان جوشاندن یکسان، فلوراید بیش‌تری از پودر چای به داخل محلول آزاد شود. Esfahani Zadeh و همکاران (۲۰۰۹) در مطالعه‌ای که بر روی اثر زمان دم کردن چای بر میزان فلوراید آزاد شده از چای انجام دادند، به این نتیجه دست یافتند که در کلیه زمان‌ها، این تفاوت از لحاظ آماری معنی دار می‌باشد. مقدار فلوراید آزاد شده از هر دو نوع چای عقاب و دوغزال با افزایش زمان دم کردن افزایش یافت، به طوری که در چای عقاب میزان فلوراید آزاد شده در زمان ۳ دقیقه ppm ۲/۲ بود که در زمان ۱۲۰ دقیقه به ppm ۲/۹ افزایش یافت. در چای دوغزال نیز میزان فلوراید آزاد شده در زمان ۳ دقیقه ppm ۰/۵۹ بود که در زمان ۱۲۰ دقیقه به ppm ۰/۸۸ افزایش یافت (۳۶). Zerabruk و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه‌ای به این نتیجه رسیدند که مقدار یون فلوراید با افزایش مدت زمان جوشاندن چای افزایش می‌یابد. مقدار یون فلوراید بعد از ۵ دقیقه عمل جوشاندن برای برگ‌های چای سیاه، چای سبز کیسه‌ای و چای سیاه کیسه‌ای به ترتیب mg/kg ۱۱۷-۶۸۲، mg/kg ۱۱۱-۱۹۰ و mg/kg ۱۴۱-۲۴۶ می‌باشد (۴۵). Mahavi و همکاران (۲۰۰۶) در مطالعه‌ای به این نتیجه رسیدند که درصد یون فلوراید ره‌اشده به دم کرده چای برای چای گلستان ۶۷/۷٪ و برای چای احمد ۹۱/۴٪ می‌باشد (۳۲). Malinowska و همکاران (۲۰۰۸) در مطالعه‌ای غلظت فلوراید چای را پس از ۵ و ۳۰ دقیقه جوشاندن اندازه‌گیری کردند و به این نتیجه دست یافتند که با افزایش زمان جوشاندن چای، غلظت فلوراید در نوشیدنی چای افزایش یافته است (۱۴). Kalayci, Somer (۲۰۰۳) در مطالعه‌ای گزارش کردند که با افزایش زمان دم کردن، میزان فلوراید آزاد شده از چای افزایش پیدا خواهد کرد (۴۰). Malinowska و همکاران (۲۰۰۸) در مطالعه‌ای که بر روی دو نوع مختلف از چای در سه زمان ۵، ۱۰ و ۱۵ دقیقه انجام دادند، به این نتیجه دست یافتند که میزان فلوراید آزاد شده در هر دو نوع چای سیاه و سفید، با افزایش زمان دم کردن افزایش می‌یابد، به طوری که در هر دو نوع چای در ۱۵ دقیقه میزان فلوراید آزاد

باشد. مطالعات نشان می‌دهند افزایش دم کردن چای موجب افزایش معناداری در میزان فلوراید آزاد شده می‌گردد (۴۰). در این تحقیق دمای آب مصرفی ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد انتخاب شده بود. نوع آب مصرفی نیز در آزادسازی یون فلوراید موثر می‌باشد که در این مطالعه از آب دوبار تقطیر استفاده شده است. در این مطالعه میانگین غلظت فلوراید موجود در آب شرب بین ۰/۱۲-۰/۹۵ میلی‌گرم در لیتر به دست آمد. به نظر می‌رسد آب با محتوای فلوراید پایین باعث سهولت آزادسازی فلوراید از گیاه چای می‌شود (۴۱). با توجه به نتایج به دست آمده در این مطالعه مشخص شد که میانگین غلظت یون فلوراید موجود در آب شرب لوله کشی شهر تهران کم‌تر از حد استاندارد اعلام شده از سوی سازمان بهداشت جهانی (۰/۷-۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر) می‌باشد. در مطالعه Emrani و همکاران (۲۰۰۹) در مورد فلوراید آب آشامیدنی، متوسط غلظت فلوراید در آب آشامیدنی شهری ۰/۶۹ میلی‌گرم در لیتر به دست آمد که نسبت به نتایج تحقیق فعلی بیش‌تر است (۴۲). در تحقیقی که توسط Lata و Yadav (۲۰۰۳) در کشور هند صورت گرفت، میانگین کلی غلظت فلوراید آب آشامیدنی در محدوده ۲ میلی‌گرم در لیتر به دست آمد که بیشتر از نتایج تحقیق فعلی است (۴۳). اسدی و همکاران در مطالعه‌ای که بر روی غلظت یون فلوراید در آب و چای مصرفی در ساکنین شهر قم انجام دادند، میانگین غلظت یون فلوراید در آب شرب را ۰/۶۳ میلی‌گرم در لیتر اندازه‌گیری کردند که بیش‌تر از نتایج تحقیق فعلی است (۲۸). در بررسی دیگری که Shams و همکارانش (۲۰۰۹) بر روی میزان فلوراید در آب آشامیدنی شهر طبرس انجام دادند، میزان فلوراید را در فصل تابستان برابر ۰/۷۱ و در زمستان ۰/۵۸ میلی‌گرم در لیتر به دست آوردند که بیش‌تر از نتایج تحقیق فعلی است (۴۴). در مطالعه حاضر با توجه به نتایج حاصل، بالا بودن غلظت یون فلوراید در برخی از برندهای چای سیاه را احتمالاً می‌توان به این علت دانست که ممکن است این نوع چای‌ها از برگ‌های نامرغوب و قدیمی‌تر تهیه شده باشند که دارای محتوای فلوراید بالاتری می‌باشند. علاوه بر این، از آنجایی که این نوع چای‌ها به شکل پودر می‌باشد، آزاد-

چای به سایر منابع ورود یون فلوراید به بدن نظیر آب آشامیدنی و غیره نیز توجه داشت، تا از بروز بیماری‌های استخوانی و دندان‌های جلوگیری کرد. در این مطالعه میانگین غلظت فلوراید در آب شرب شهر تهران ۰/۳۶۴ میلی گرم بر لیتر اندازه گیری شد که این مقدار فلوراید به میزان فلوراید آزاد شده از دم کرده چای نیز اضافه می‌شود. هم‌چنین در این مطالعه این نتیجه گرفته شد که افزایش مدت زمان دم کردن چای منجر به افزایش آزادسازی یون فلوراید در چای می‌گردد. بنابراین باید به مدت زمان دم کردن چای توجه ویژه داشت. با توجه به این‌که میزان فلوراید موجود در چای در حد قابل ملاحظه‌ای می‌باشد، بنابراین نوشیدن چای می‌تواند تا حدودی کمبود فلوراید موجود در آب آشامیدنی را تامین کند.

#### تشکر و قدردانی

بدین وسیله از باشگاه پژوهش‌گران جوان و نخبگان دانش‌گاه آزاد اسلامی واحد همدان بابت فراهم کردن امکانات انجام این تحقیق سپاس‌گزاری می‌شود.

#### Reference

1. Food and Agriculture Organization (FAO), 2012. Current situation and medium term outlook for tea. A report from the Committee on Commodity Problems. 20th Session of the Intergovernmental Group on Tea, Colombo, Sri Lanka.
2. Hicks, A., 2009. Current status and future development of global tea production and tea products. Assumption University Journal of Technology, 12:251-264.
3. Wiseman, SA., Balentine, DA., Frei, B., 1997. Antioxidants in tea. Critical Review in Food Science and Nutrition, 37: pp 705-18.
4. Ekhvat, M., Vakili, D., 1999. Tea (implant, have and removal). Farabi publications. Tehran.
5. Fung, KF., Zhang, ZQ., Wong, JWC., Wong, MH., 1999. Fluoride contents

شده، بیش‌ترین مقدار را نشان داد (۱۴). نتایج مطالعه حاضر با نتایج مطالعات صورت گرفته توسط محققان دیگر مطابقت دارد. بر طبق نتایج به دست آمده مشخص شد که میزان جذب روزانه یون فلوراید تا مصرف ۵ فنجان چای کم‌تر از حد استاندارد گزارش شده توسط سازمان بهداشت جهانی و آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا برای کودکان و بزرگسالان می‌باشند. در این مطالعه هم‌چنین مشخص شد که کودکان از مصرف ۱ فنجان چای به مقدار ۱۰۰ میلی لیتر در روز تقریباً ۱۱٪ و بزرگسالان تقریباً ۵/۵٪ مقدار مصرف مجاز، یون فلوراید را جذب می‌کنند. مجرد و خانلری در مطالعه‌ای به این نتیجه دست یافتند که مصرف روزانه ۲ گرم از برخی انواع چای مانند چای‌های کیسه‌ای عقاب، شهرزاد و گلستان و نیز چای‌های سیاه غیر کیسه‌ای مانند گلستان، محمود و زرین و نیز چای سبز مانند گلستان می‌تواند حداقل ۵۰٪ مقدار مصرف مجاز فلوراید را برای کودکان و حداقل ۲۵٪ مقدار مجاز مصرفی را برای بزرگسالان فراهم سازد (۳۳) که مقادیر به دست آمده در مطالعه مجرد و خانلری بیش‌تر از مقادیر مطالعه حاضر می‌باشد. Amanlou و همکاران (۲۰۰۸) در مطالعه‌ای که بر روی مقدار فلوراید در انواع برندهای چای در ایران انجام دادند به این نتیجه دست یافتند که چای‌های موجود در بازار ایران از مقدار مناسب فلوراید برخوردار هستند و مصرف منظم آن‌ها هیچ‌گونه سمیتی را برای مصرف کننده در پی نخواهند داشت (۴۶). Zerabruk و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه‌ای که بر روی مقدار فلوراید در چای سیاه و چای سبز انجام دادند به این نتیجه رسیدند که با توجه به میزان مصرف چای در کشور اتیوپی و بر طبق پیشنهاد WHO برای جذب روزانه فلوراید، مصرف چای سیاه و سبز کیسه‌ای و برگ‌های چای سبز مشکلی برای سلامتی افراد نخواهد داشت (۴۵). نتایج مطالعات صورت گرفته توسط امانلو و همکاران و زربروک و همکاران با مطالعه حاضر مطابقت دارد.

#### نتیجه گیری کلی

در انتها مشخص شد که مصرف روزانه چای‌های بررسی شده به اندازه ۵ فنجان توسط کودکان و بزرگسالان هیچ‌گونه مشکلاتی را برای سلامتی آن‌ها ایجاد نخواهد کرد، اما باید غیر از مصرف

13. Pinkham, JR., Casamassimo, PS., Fields, HW., McTigue, DJ., Nowak, AJ., 2005. Pediatric Dentistry: Infancy through Adolescence. In: Nowak A, Crall JJ, editors. Prevention of dental diseases. 4th ed., Philadelphia: Elsevier Saunders, 220-236.
14. Malinowska, E., Inkielewicz, I., Czarnowski, W., Szefer, P., 2008. Assessment of fluoride concentration and daily intake by human from tea and herbal infusions. Food and Chemical Toxicology, 46: 1055-61.
15. Tokalioglu, S., Kartal, S., Sahin, U., 2004. Determination of fluoride in various samples and some infusions using a fluoride selective electrode. Turkish Journal Chemistry, 28:204-11.
16. Kalayci, S., Somer, S., 2004. Factors affecting the extraction of fluoride from tea: Application to three tea samples. Fluoride. 2003; 36:267-70; clarification: Fluoride, 37:238.
17. Duckworth, SC., Duckworth, R., 1978. The ingestion of fluoride in tea. British Dental Journal, 153:64-6.
18. Cao, J., Zhao, Y., Li, Y., Deng, HJ., Yi, J., Liu, JW., 2006. Fluoride levels in various black tea commodities: Measurement and safety evaluation. Food and Chemical Toxicology, 44: 1131-1137.
19. APHA, AWWA, WPCF., 2005. Standard methods for the examination of water and wastewater 21th Ed. Washington DC, USA: American Public Health Association, 1168-9.
20. Zhen, Y., 2002. Tea: Bioactivity and therapeutic potential, 1st ed. New York: Taylor & Francis, 40-190.
21. Ferrazzano, GF., Amato, I., Ingenito, A., De Natale, A., Pollio, A., 2009. Anti-cariogenic effects of polyphenols in tea and soil from tea plantations and the release of fluoride into tea liquor during infusion. Environmental Pollution, 104: 197-205.
6. Cao, J., Liu, J., Zhao, Y., Qu, H., Danzeng, S., Da, W., Guan, Y., 2004. Fluoride in newer tea commodities. The international society for fluoride research.; 37(4): 296-300.
7. Cao, J., Bia, X., Zhao, Y., Liu, J., Zhou, D., Fang, S., 1996. The relationship of fluorosis and brick tea drinking in Chinese Tibetans. Environ Health Perspect, 104: 1340-3.
8. Hudaykulyev, Y., Tastekin, M., Poyrazoglu, ES., Baspinar, E., Velioglu, YS., 2005. Variables affecting fluoride in Turkish black tea. Fluoride, 38: 38-43.
9. Hayacibara, MF., Queiroz, CS., Tabchoury, CP., Cury, JA., 2004. Fluoride and aluminum in teas and tea-based beverages. Revista de Saude Publica, 38: 100-105.
10. Fung, KF., Zhang, ZQ., Wong, JWC., Wong, MH., 2003. Aluminium and fluoride concentrations of three tea varieties growing at Lantau Island, Hong Kong. Environ Geochem Health, 25: 219-32.
11. Zazoli, MA., Mohseni Bandpey, A., Abbas Zade, M., 2004. Investigation fluoride amount of potable water in Torbat heydarie city and determine DMF index in students 12 -15 years in 2004 year. Journal environ reformers, 3, pp:27-33 (In Persian).
12. Lung, SC., Cheng, HW., Fu, CB., 2008. Potential exposure and risk of fluoride intakes from tea drinks produced in Taiwan. Journal Exposure Science Environmental Epidemiology, 18: 158-66.

- Fluoride in Tea Plant and Soil of Tea Garden in Central and Southwest China. Chinese Geographical Science, 17(4): 376-382.
31. Chan, JT., Koh, SH., 1996. Fluoride content in caffeinated, decaffeinated and herbal teas. Caries, 30(1): 88-92.
  32. Mahavi, AH., Zazoli, MA., Younecian, M., Esfandiari, Y., 2006. Fluoride content of Iranian black tea and liquor. Research report Fluoride, 39(4)266-268.
  33. Mojarad, F., Khanlari, E., 2012. Investigation fluoride amount of general tea different type in Iran. Journal medical sciences and services of sanitarian, treatment Hamedan, 3, pp: 36-42 (In Persian).
  34. Samadi, Z., Mohammad Zadeh, J., Movaghati Moghadam, M., Eghbali Asl, S., Abdolahi, S., 2013. Investigation and analysis of secure amount and fit fluoride and its daily receive in tea types. The first seminar of nation secure tropical. Islamic Azad University of Savad koh.
  35. Sadeghi, A., Moheb Rad, B., Zarif Gheraati Oftadeh, B., Tahaghoghi Mirhoseini, S., 2011. Investigation fluoride amount in types four from vesicular tea produced in inside. The fourth congress of nation of environ sanitation.
  36. Esfahani Zadeh, K., Hemati, G., Valaei, N., 2009. Investigation effect of boil time on released fluoride from tea. Journal rsearch in dentistry science, 4: 63-68.
  37. Yuwono, M., 2005. Determination of fluoride in black, green and herbal teas by ion-selective electrode using a standard-addition method, Maj. Ked. Gigi. (Dental Journal, 38(2): 91-95.
  - from plant stimulant beverages (cocoa, coffee, tea). Fitoterapia, 80(5):255-62.
  22. Yu, H., Oho, T., Xu, LX., 1995. Effects of several tea components on acid resistance of human tooth enamel. J Dent, 23(2):101-5.
  23. Linke, HA., LeGeros, RZ., 2003. Black tea extract and dental carries formation in hamsters. Int J Food Sci Nutr, 54(1):89-95.
  24. Simpson, A., Shaw, L., Smith, AJ., 2001. The bioavailability of fluoride from tea. J Dent, 29(1): 15-21.
  25. Whyte, MP., Totty, WG., Lim, VT., 2008. Whitford GM. Skeletal fluorosis from instant tea. J Bone Miner Res, 23(5):759-69.
  26. Burt, BA., 1992. The changing pattern of systemic fluoride intake. J Dent Res, 71(5):1228-37.
  27. Karami nogorani, M., Javadi nezhad, Sh., Didehban, N., Talebi, M., 2001. Comparison the fluoride content in tea type four by two method spectrophotometry and ionic chromatogaraphy, Journal of dentistry of dentists Islamic association, 22(3): 167-174.
  28. Asadi, M., Mohebi, S., Behnami Por, S., Hassan Por, F., Hozori, M., 2013. Investigation received fluoride concentration by disposability water and tea in citizenship Ghom city in 2012. Journal researchers system of health, pp: 1671-1678 (In Persian).
  29. Shyu, TH., Chen, J.H., Lee, YH., 2009. Determination of Fluoride in Tea Leaves and Tea Infusions by Ion Selective Electrode. Journal of Food and Drug Analysis, 17(1): 22-27.
  30. Zhonglei, X., Zhuo, C., Wentian, S., Xiaojing, G., Bo, Y., Jinghua, W., 2007. Distribution of Aluminum and

43. Yadav, JP., Lata, S., 2003. Urinary fluoride levels and prevalence of dental fluorosis in children of Jhajjar District, Haryana. *Indian J. Medical Sciences*, 57(9): 394-9.
44. Shams, M., Mahavi, A.H., Mohammadi, A.A., 2008. Investigation fluoride and nitrate concentration ions in the drinking water distribution network of the city of water of Tabas city. The 12th National Conference of Environment Health, University of shahid beheshti of Tehran (In Persian).
45. Zerabruk, S., Chandravanshi, BS, Zewge, F., 2010. Fluoride in black and green tea (*Camellia Sinensis*) infusions in Ethiopia: measurement and safety evaluation. *Bulletin of the Chemical Society Ethiopia*, 24(3): 327-338.
46. Amanlou, M., Nabati, F., Azizian, H., Farsam, H., 2008. Assessment of fluoride content and daily intake from different brands of tea bags in Iran, *School of Pharmacy & Pharmaceutical Sciences*, 3(2): 119-123.
38. Chandrajith, R., Abeypala, U., Dissanayake, CB., Tobschall, HJ., 2007. Fluoride in Ceylon tea and its implications to dental health. *Environ Geochem Health*, 29:429-34.
39. Shu, WS., Zhang, ZQ., Lan, CY., Wong, MH., 2003. Fluoride and aluminium concentrations of tea plants and tea products from Sichuan Province. PR China. *Chemosphere*, 52:1475-1482.
40. Kalayci, S., Somer, G., 2003. Factors affecting the extraction of fluoride from tea: Application to three tea samples. *Fluoride*, 36(41): 267-270.
41. Malde, MK., Simonsen, P., Julshamn, K, Bjorvatn, K., 2005. Releasing and absorption of fluoride from tea leaves. depending on the fluoride content of water. *Clin Dent Res*, 36(2): 915-17.
42. Omrani, M., Dehghani, B., 2009. Detection of DMFT in 7-11 years old student in shiraz. *Proceeding of the 12th of environmental health congress*. Tehran, Shahid beheshti university, (In Persian).