

## Effect of Brewing Time on the Level of Fluoride Released from Black and Green Tea

Zadfatah F<sup>1</sup>, Rezvani M<sup>2</sup>, Hekmatfar S\*<sup>3</sup>

1. Department of Endodontics, Faculty of Dentistry, Ardabil University of Medical Sciences, Ardabil, Iran

2. Dental student, Faculty of Dentistry, Ardabil University of Medical Sciences, Ardabil, Iran

3. Department of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Ardabil University of Medical Sciences, Ardabil, Iran.

\* *Corresponding author.* Tel: +984533510054, Fax: +984533510054, E-mail: s.hekmatfar@arums.ac.ir

Received: Jun 20, 2019

Accepted: Aug 21, 2019

### ABSTRACT

**Background & objectives:** Tea is a hyperaccumulator of fluoride and chronic fluoride intake is associated with multiple negative health outcomes. In this study, six brands of commercially available black and green tea were selected and the fluoride level in tea infusions tested using an ion-selective electrode method.

**Methods:** In this experimental study, the fluoride contents were determined using ion-selective electrode (Mettler Toledo, USA) in four types of black tea and two types of green tea at different brewing time (3,5,15,30,60 and 120 min). The amount of tea fluoride at any time was investigated by repeated measure ANOVA and two-way ANOVA.

**Results:** Repeated measure ANOVA analysis showed that fluoride release for green and black tea increased as increased brewing time ( $p < 0.05$ ). Based on the two-way ANOVA and Bonferroni test results, the mean of fluoride concentrations was high in B black tea in all brewing time. E green tea, D black tea, F green tea, A and C black tea released less fluoride respectively  $p < 0.05$ .

**Conclusion:** The results of this study showed that the fluoride content of black and green tea in different companies was different. In regard to the impact of the cultivation site and the plant characteristics which the tea is made, companies should include enough information about their product to inform consumers. The amount of fluoride in the all examined tea increases after 3 and 120 min of brewing.

**Keywords:** Tea Type; Brewing Time; Fluoride

# تأثیر زمان دم کردن بر میزان فلوراید آزاد شده از چای سیاه و چای سبز

فیروز زادفتاح<sup>۱</sup>، مسعود رضوانی<sup>۲</sup>، سمیه حکمت فر<sup>۳</sup>\*

۱. گروه اندودونتیکس، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، اردبیل، ایران

۲. دانشجوی دندانپزشکی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، اردبیل، ایران

۳. گروه دندانپزشکی کودکان، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، اردبیل، ایران

\* نویسنده مسئول. تلفن: ۰۴۵۳۳۵۱۰۰۵۴، فاکس: ۰۴۵۳۳۵۱۰۰۵۴، پست الکترونیک: s.hekmatfar@arums.ac.ir

## چکیده

**زمینه و هدف:** چای یکی از منابع ذخیره کننده فلوراید است که در صورت مصرف مزمن می تواند تأثیرات نامطلوبی بر روی سلامتی داشته باشد. در این تحقیق ۶ نوع چای سیاه و سبز انتخاب شده و توسط الکتروود اختصاصی یون فلوراید میزان فلوراید آزاد شده از آنها در زمان های مختلف دم کردن مورد بررسی قرار گرفته است.

**روش کار:** این تحقیق به صورت یک مطالعه آزمایشگاهی انجام گرفت. پس از انتخاب ۴ نوع چای سیاه و ۲ نوع چای سبز در هر یک از زمان های ۳، ۵، ۱۵، ۳۰، ۶۰ و ۱۲۰ دقیقه میزان فلوراید چای، بر حسب ppm توسط الکتروود اختصاصی یون فلوراید (Mettler Toledo, United State) مورد بررسی قرار گرفت. میزان فلوراید چای در هر زمان دم و به تفکیک نوع چای با آزمون تحلیل واریانس دو طرفه و تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر مورد بررسی قرار گرفت.

**یافته ها:** بر اساس نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر، میزان فلوراید در کلیه زمان های پیگیری در هر دو نوع چای سبز و سیاه با افزایش زمان دم، افزایش یافت ( $p < 0/05$ ). نتایج آزمون ANOVA دوطرفه و همچنین آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که در تمام زمان های دم، میزان فلوراید چای سیاه B، بیش از چای های دیگر بوده، سپس به ترتیب چای سبز E، چای سیاه D، چای سبز F، چای سیاه A و چای سیاه C میزان فلوراید آزاد شده کمتری داشتند ( $p < 0/05$ ).

**نتیجه گیری:** نتایج این مطالعه نشان داد که محتوای فلوراید چای های سیاه و سبز شرکت های مختلف متفاوت است. با توجه به تأثیر محل کشت و ویژگی های گیاهی که چای از آن تهیه شده، تولیدکنندگان چای باید اطلاعات کافی از محصول خود را جهت آگاهی مصرف کنندگان بر روی بسته بندی ها درج نمایند. افزایش زمان دم از ۳ تا ۱۲۰ دقیقه سبب افزایش محتوای فلوراید همه انواع چای های مورد مطالعه شد.

**واژه های کلیدی:** انواع چای، زمان دم، فلوراید

پذیرش: ۱۳۹۸/۵/۳۰

دریافت: ۱۳۹۸/۳/۳۰

## مقدمه

نوشیدنی ها در میان مردم دنیا محسوب می شود [۲، ۱]. سالانه در حدود ۵۷ هزار تن چای در ایران تولید می شود [۳]. بر اساس روش فراوری برگ های برداشت شده ۷ نوع چای بدست می آید: چای سفید،

چای نوشیدنی است که از گیاهی به نام کاملیا سیننسیس<sup>۱</sup> به دست می آید و به دلیل عطر، طعم و تأثیرات مثبتی که بر سیستم عصبی دارد از رایج ترین

<sup>1</sup> *Camellia sinensis*

چای سبز، چای زرد، چای تیره، چای سیاه، چای اولنگ<sup>۱</sup>، چای پردازش مجدد<sup>۲</sup> [۴،۵]. به علت گستردگی فرهنگ نوشیدن چای در ایران و با میانگین مصرف سرانه ۱/۲۳ کیلوگرم چای در سال‌های ۱۹۹۴ تا ۲۰۰۳ ایران از جمله کشورهای پر مصرف این کالا در جهان قرار دارد [۳]. یکی از نگرانی‌ها و دغدغه‌ها بر مصرف چای، میزان فلوراید آن و تأثیر عوامل مختلف بر میزان آن می‌باشد به طوری که در صورت مصرف مقادیر بالای فلوراید احتمال بروز بیماری فلوروزیس دندانی و یا استئوآرتریت وجود دارد [۶]. گیاه چای می‌تواند فلوراید را از خاک و هوا جذب و در اندام‌های خود ذخیره کند. میزان فلوراید در گیاه چای تحت تأثیر چندین عامل قرار می‌گیرد. با افزایش سن گیاه، 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. گیاه چای با برگ‌های کوچکتر نیز از محتوای بالاتر فلوراید برخوردار می‌باشند. همچنین گونه‌های مختلف چای از نظر مقدار فلوراید متفاوت از یکدیگر می‌باشد [۸،۷]. میزان فلوراید گیاه چای را در حدود ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم تخمین می‌زنند که از این مقدار ۹۸ درصد آن در برگ‌های گیاه تجمع می‌یابد و حین دم کردن آزاد می‌شود [۱۰،۹]. یکی دیگر از پارامترهای تأثیرگذار بر روی میزان فلوراید چای، مسئله زمان دم چای است [۱۲،۱۱].

امکلی<sup>۳</sup> و همکاران با اندازه‌گیری محتوای فلوراید چای سیاه و دمنوش گیاهی و میوه ای مصرف شده در ترکیه مشاهده کردند که مقدار فلوراید چای سیاه بیشتر و بین ۰/۵۷ تا ۳/۲۷ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد همچنین مقدار فلوراید چای تولیدشده در ترکیه بیشتر از مقدار فلوراید چای تولیدشده در سریلانکا

بود. با توجه به مصرف بالای این نوشیدنی در کشور ترکیه پیشنهاد دادند تولیدکنندگان چای باید مقدار فلوراید موجود در محصول خود را به اطلاع مصرف‌کنندگان برسانند [۱۳]. کاک<sup>۴</sup> و همکاران به تعیین میزان غلظت فلوراید موجود در انواع چای‌های رایج در بازار پرداختند و مشاهده کردند که میزان فلوراید چای‌های بدون کافئین به طور معنی‌داری از چای‌های دارای کافئین و چای‌های گیاهی بالاتر بود [۱۴].

اگر چه فلوراید یکی از عمده‌ترین ریزمغذی‌های تأثیرگذار بر سلامتی استخوان‌ها و دندان‌ها است و به‌ویژه می‌تواند از پوسیدگی دندانی در کودکان و بزرگسالان پیشگیری کند مقادیر بالای آن خطر بروز فلوروزیس دندانی یا اسکلتی را به دنبال دارد [۱۵-۶]. با توجه به این که فلوراید محلول چای به خوبی از دستگاه گوارش جذب می‌شود و Bioavailability آن مشابه آب فلوریده ۱۰۰ درصد است [۱۶]. در صورت دریافت و جذب سیستمیک ۰/۰۵ میلی‌گرم فلوراید در کیلوگرم وزن بدن در یک روز هیچ‌گونه عارضه جانبی گزارش نشده است. اما با دریافت بیشتر از ۱۲۲ میلی‌گرم فلوراید در کیلوگرم وزن بدن احتمال ایجاد فلوروزیس دندانی و دریافت بیشتر از ۲۰۰ میلی‌گرم فلوراید در کیلوگرم وزن بدن در یک روز احتمال ایجاد فلوروزیس استخوانی مطرح می‌شود [۱۸،۱۷].

با در نظر گرفتن مطالب ذکر شده مطالعه حاضر با هدف تأثیر زمان دم بر میزان فلوراید آزاد شده از چای طراحی و تدوین گشت تا به این سوال پاسخ دهد که آیا زمان دم بر میزان فلوراید آزاد شده از چای تأثیر دارد.

## روش کار

در این تحقیق آزمایشگاهی که در اردبیل و در سال ۱۳۹۷ انجام گرفت، چند نوع چای سیاه ایرانی و

<sup>1</sup> Oolong

<sup>2</sup> Reprocessed

<sup>3</sup> Emekli

<sup>4</sup> Quock

متداول‌ترین و دقیق‌ترین روش برای اندازه‌گیری فلوراید معرفی شده است [۲۰، ۲۱].  
برای بررسی فرضیه تحقیق از آزمون تحلیل واریانس دوطرفه<sup>۱</sup> و تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر<sup>۲</sup> و آزمون تعقیبی بونفرونی<sup>۳</sup> در نرم‌افزار SPSS-23 در سطح  $\alpha = 0.01$  استفاده شد.

### یافته‌ها

مطالعه حاضر بر روی ۲۱۶ نمونه چای سیاه و چای سبز انجام شد (۶ نمونه برای هر نوع چای در ۶ زمان مورد بررسی). تأثیر زمان دم بر میزان فلوراید آزادشده از چای برحسب نوع چای در جدول ۱ نشان داده شده است. در چای سیاه بیشترین میزان آزادسازی فلوراید مربوط به چای B در زمان دم ۱۲۰ دقیقه و کمترین مربوطه به چای C در زمان دم ۳ دقیقه بود. همچنین بیشترین و کمترین میزان فلوراید در چای سبز به ترتیب چای E در زمان ۱۲۰ دقیقه دم و چای F در زمان ۳ دقیقه دم بود (نمودار ۱). براساس نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر، میزان فلوراید در کلیه زمان‌های پیگیری در هر دو نوع چای سبز و سیاه با افزایش زمان دم، افزایش یافت ( $p < 0.05$ ). نتایج آزمون تحلیل واریانس دوطرفه و همچنین آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که در تمام زمان‌های دم میزان فلوراید چای سیاه B بیش از چای‌های دیگر بوده، سپس به ترتیب چای سبز E، چای سیاه D، چای سبز F، چای سیاه A و چای سیاه C میزان فلوراید آزادشده کمتری داشتند ( $p < 0.05$ ).

خارجی و چای سبز بسته‌بندی شده ایرانی از لحاظ میزان فلوراید مورد بررسی قرار گرفت. شیوه نمونه‌گیری به صورت نمونه‌گیری خوشه‌ای چندمرحله‌ای انجام گرفت. به این صورت که از هر برند چای مورد بررسی (چای سیاه ایرانی و خارجی D, A, B, C, و چای سبز ایرانی E, چای سبز خارجی F) شش بسته به وزن ۵۰۰ گرم و با تاریخ تولید یکسان خریداری شد. ابتدا بسته‌های چای، به مدت ۲۴ ساعت در محیط آزمایشگاه غذا و داروی دانشگاه علوم پزشکی اردبیل قرار داده شدند تا تمام چای‌ها از نظر میزان رطوبت و دمای یکسان شوند. از ۳۶ بسته چای ۵۰۰ گرمی، ۶ نمونه چای به مقدار ۱ گرم و در کل ۲۱۶ نمونه انتخاب شدند [۱۹-۱۲]. مشخصات تمام این چای‌ها در فرم اطلاعاتی تحقیق به صورت دقیق ثبت شد. سپس ۱ گرم چای انتخابی به ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر در حال جوش در قوری‌های چینی اضافه و درب آن‌ها با شیشه ساعت پوشیده شد تا از تبخیر آب جلوگیری شود. با توجه به این که مطالعات نشان داده است که افزایش دمای آب ضمن دم کردن چای باعث افزایش معناداری در آزادسازی فلوراید می‌شود [۲۰]، جهت حفظ دما در طول زمان دم، قوری‌ها داخل انکوباتور (Memmert آلمان، مدل ICP500) با دمای ۸۰ درجه قرار گرفتند [۱۲].  
در هر یک از زمان‌های ۳، ۵، ۱۵، ۳۰، ۶۰ و ۱۲۰ دقیقه پس از دم کردن، ۱۰ میلی لیتر عصاره چای دم شده بوسیله پیتور برداشته شده و پس از عبور دادن عصاره از کاغذ صافی با منافذ ۰/۴۵ میکرومتری به آن ۵ میلی لیتر آب مقطر و ۵ میلی لیتر TISAB II اضافه شد. سپس میزان فلوراید نمونه‌ها بر حسب ppm توسط الکتروود اختصاصی یون فلوراید (Mettler Toledo, United States) و سه بار در هر زمان اندازه‌گیری شد. این دستگاه به عنوان

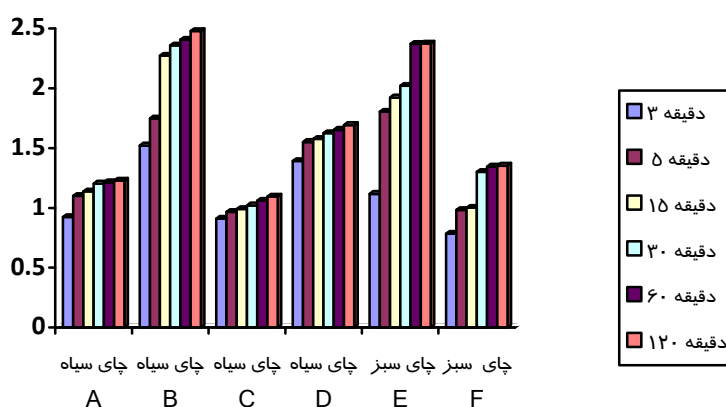
<sup>1</sup> Two-way ANOVA

<sup>2</sup> Repeated Measure ANOVA

<sup>3</sup> Bonferroni

جدول ۱. میانگین میزان فلوراید آزادشده از چای‌های موردبررسی بر اساس زمان دم (ppm)

زمان دم	چای سیاه A	چای سیاه B	چای سیاه C	چای سیاه D	چای سبز E	چای سبز F
۳ دقیقه	۰/۹۲۲۶ ± ۰/۰۰۶۷	۱/۵۲۲۰ ± ۰/۰۱۷۶	۰/۹۰۹۶ ± ۰/۰۰۰۴	۱/۳۹۱۰ ± ۰/۰۰۰۴	۱/۱۱۷۳ ± ۰/۰۰۰۴	۰/۷۸۴۶ ± ۰/۰۰۰۸
۵ دقیقه	۱/۰۹۹۳ ± ۰/۰۰۶۷	۱/۷۴۸۰ ± ۰/۰۰۳۲	۰/۹۶۵۳ ± ۰/۰۰۰۴	۱/۵۵۱۳ ± ۰/۰۰۰۷	۱/۸۰۳ ± ۰/۰۰۰۸	۰/۹۸۳ ± ۰/۰۰۰۵
۱۵ دقیقه	۱/۱۳۷۰ ± ۰/۰۰۴۴	۲/۲۷۳۳ ± ۰/۰۰۵۴	۰/۹۹۱۰ ± ۰/۰۰۵۸	۱/۵۷۶۶ ± ۰/۰۰۰۶	۱/۹۲۳۳ ± ۰/۰۰۰۷	۱/۰۰۱ ± ۰/۰۰۰۶
۳۰ دقیقه	۱/۲۰۳۰ ± ۰/۰۰۴۴	۲/۳۵۷۶ ± ۰/۰۰۵۲	۱/۰۲۱ ± ۰/۰۰۸۵	۱/۶۲۴۳ ± ۰/۰۰۰۳	۲/۰۲۰۶ ± ۰/۰۰۰۴	۱/۳۰۰۳ ± ۰/۰۰۰۸
۶۰ دقیقه	۱/۲۱۶۰ ± ۰/۰۰۲۹	۲/۴۰۷۶ ± ۰/۰۰۵۲	۱/۰۶۰۶ ± ۰/۰۰۵۹	۱/۶۵۳۳ ± ۰/۰۰۰۵	۲/۳۷۱۶ ± ۰/۰۰۰۶	۱/۳۴۵ ± ۰/۰۰۰۴
۱۲۰ دقیقه	۱/۲۲۸۰ ± ۰/۰۰۴۷	۲/۴۸ ± ۰/۰۰۰۸	۱/۰۹۴۳ ± ۰/۰۰۴۵	۱/۶۹۳۳ ± ۰/۰۰۰۵	۲/۳۷۴۳ ± ۰/۰۰۰۳	۱/۳۵۳۰ ± ۰/۰۰۰۱
تعداد	۳۶	۳۶	۳۶	۳۶	۳۶	۳۶



نمودار ۱. میانگین میزان فلوراید آزادشده از چای‌های موردبررسی بر اساس زمان دم (ppm)

## بحث

در این مطالعه ۶ برند از چای سیاه و سبز از نظر میزان فلوراید در زمان‌های مختلف دم توسط الکتروود اختصاصی یون فلوراید بررسی شد. در همه چای‌های مورد بررسی با افزایش زمان دم میزان فلوراید آزادشده افزایش یافت. بالاترین محتوای فلوراید در چای سیاه B با غلظت ۲/۴۸ ppm در زمان ۱۲۰ دقیقه مشاهده شد. با توجه به اینکه در مطالعه حاضر، جهت دم کردن نمونه‌های چای از آب مقطر و قوری چینی یکسان استفاده شد، به نظر می‌رسد نوع چای (ژنتیک گیاه)، مکان کشت آن (ترکیبات خاک ناحیه، سطح بارندگی، حاصلخیزی و ارتفاع مکان کشت گیاه چای)، میزان فلوراید در آب مورد استفاده در آبیاری و سن برگ‌ها تعیین کننده میزان فلوراید آزادشده باشد

[۱۷، ۲۰، ۲۳-۲۲]. ژانگلی<sup>۱</sup> و همکاران مقدار یون فلوراید در برگ‌های مسن چای را بین ۲۲۱-۱۵۰۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم و در برگ‌های جوان ۶۰۲-۴۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم اندازه‌گیری کردند [۲۴]. طبق مطالعه کای<sup>۲</sup> و همکاران نیز فاکتورهای مختلفی مثل خاک، سن گیاه و فصل برداشت بر محتوای فلوراید چای تاثیر گذار است. به طور میانگین میزان فلوراید در چای‌های مورد بررسی آنها ۸۱/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود که در بازه ایمن فلوراید قرار داشت، با این حال توصیه کرده بود که از افزودن ترکیباتی حاوی فلوراید به چای جلوگیری شود [۲۵]. طبق ادعای تولیدکنندگان، چای سیاه خارجی مورد استفاده در این مطالعه از کشورهای هند، سریلانکا و کنیا تهیه شده

<sup>1</sup> Zhonglei  
<sup>2</sup> Cai

آب مقطر استفاده شد. با توجه به آنکه زمان متداول برای دم کردن چای ۵ دقیقه است و با افزایش زمان دم میزان فلوراید چای افزایش می‌یابد [۲۹]. به نظر می‌رسد که استفاده از روش‌هایی برای دم کردن چای که در آن چای به مدت زیادی باقی می‌ماند مناسب نباشد.

شکل و سایز ذرات چای نیز بر مقدار فلوراید آزاد شده از آن تأثیر دارد. برای نمونه مقدار فلوراید آزاد شده از چای دانه‌ای بیشتر از شکل میله‌ای آن می‌باشد. در مطالعه حاضر جهت یکسان‌سازی از شکل میله‌ای چای سیاه استفاده شد. همچنین در مطالعات چای‌های سیاه کیسه‌ای نسبت به انواع چای‌های سیاه غیر کیسه‌ای فلوراید بالاتری داشتند [۳۰]. علت این تفاوت ممکن است به نوع برگ چای بسته‌بندی شده مربوط باشد. چای کیسه‌ای از برگ‌های نامرغوب و قدیمی‌تر گیاه که دارای محتوای فلوراید بالاتری می‌باشند تهیه می‌شود. به علاوه از آنجایی که این نوع چای به شکل پودر می‌باشد، آزاد شدن فلوراید از آن می‌تواند با سرعت بیشتری انجام گیرد و در یک مدت زمان جوشاندن یکسان، فلوراید بیشتری از پودر چای بداخل محلول آزاد شود [۳۱].

در یکی از مطالعات انجام شده بر روی چای‌های مورد مصرف در ایران میانگین غلظت فلوراید در انواع چای سیاه کیسه‌ای، چای سبز و چای سیاه غیر کیسه‌ای به ترتیب ۱/۵۱، ۱/۰۳۸ و ۰/۸۶ میلی‌گرم در لیتر گزارش شده است [۳۲]. محوی و همکاران مقادیر یون فلوراید در چای ایرانی و خارجی موجود در بازار و دم شده با آب شهر تهران را بین ۰/۵۳ تا ۲/۶۰ میلی‌گرم اندازه‌گیری کردند [۹]. در تحقیق حاضر، مقدار فلوراید در ۱۲۰ دقیقه پس از دم کشیدن در بازه ۱/۰۹ - ۲/۴۸ ppm اندازه‌گیری شد که این میزان فلوراید در محدوده سایر مطالعات می‌باشد.

مقدار دریافت روزانه مجاز فلوراید برای افراد بزرگسال ۲ تا ۴ میلی‌گرم و برای کودکان و نوجوانان

بود ولی شرکت‌های سازنده نسبت استفاده از گیاه چای مختلف را بر روی بسته‌بندی ذکر نکرده بودند. علاوه بر این حتی در چای یکدست ایرانی خاک و آب مورد استفاده در پرورش گیاه مورد ارزیابی قرار نمی‌گیرد تا میزان فلوراید موجود در بسته‌های چای جهت مصرف کنندگان قابل پیش بینی باشد.

دما، میزان فلوراید و سختی آب مورد استفاده برای دم کردن نیز از سایر فاکتورهای تأثیرگذار بر روی میزان فلوراید چای می‌باشند [۲۶، ۲۷]. مالینوسکا<sup>۱</sup> و همکاران، با بررسی دو نوع چای مختلف در سه زمان ۵، ۱۰ و ۱۵ دقیقه نشان دادند که میزان فلوراید آزاد شده در زمان ۵ دقیقه در چای سیاه، بسیار بیشتر از چای سفید بوده و این میزان فلوراید آزاد شده از چای با افزایش زمان دم کردن افزایش می‌یابد، به طوری که در هر دو نوع چای سیاه و چای سفید در دقیقه ۱۵ میزان فلوراید آزاد شده، بیشترین مقدار را نشان داد [۲۸]. در مطالعه حاضر نیز محتوای فلوراید چای سیاه و سبز هر دو با افزایش زمان از ۳ تا ۱۲۰ دقیقه بیشتر شد. کالایچی<sup>۲</sup> و همکاران نیز در مطالعه خود نشان دادند که در دم کردن چای میزان فلوراید آزاد شده از چای طی گذشت زمان ۵، ۱۰ و ۱۵ دقیقه به تدریج افزایش می‌یابد، دم کردن چای با آب نرم<sup>۳</sup> (آبی که دارای مقادیر کم مواد معدنی و بطور عمده کلسیم و منیزیم کمتری می‌باشد) باعث می‌شود که حدود ۹۰ درصد یون فلوراید چای، بعد از ۱۰ دقیقه آزاد شود در حالی که در آب سخت<sup>۴</sup> (آبی که دارای مقادیر زیادی از مواد معدنی می‌باشد) این میزان به ۷۲ درصد کاهش می‌یابد. اما بعد از گذشت زمان ۲۰ دقیقه مقادیر فلوراید آزاد شده در آب نرم و آب سخت در مقایسه با هم تفاوت قابل توجهی را نشان ندادند [۱۲]. در مطالعه حاضر جهت حذف تأثیر درجه سختی آب بر میزان فلوراید چای، در تمامی موارد از

<sup>1</sup> Malinowska

<sup>2</sup> Kalayci

<sup>3</sup> Soft Water

<sup>4</sup> Hard Water

برخی مناطق جغرافیایی ایران که آب شرب عمومی حاوی غلظت بالای فلوراید است پیشگیری لازم به عمل آید.

محدودیت این مطالعه در نظر گرفتن چای به عنوان تنها منبع ورود فلوراید به بدن می‌باشد در حالی که افراد در طی یک روز از منابع مختلف مانند غذاها و آب آشامیدنی فلوراید دریافت می‌کنند. پیشنهاد می‌شود که مطالعات گسترده تری با ارزیابی انواع مختلف چای که از مناطق مختلف و در فصول متفاوت برداشت شده اند انجام شود.

### نتیجه گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که محتوای فلوراید چای‌های سیاه و سبز شرکت‌های مختلف متفاوت است. با توجه به تاثیر محل کشت و ویژگی‌های گیاهی که چای از آن تهیه شده، تولیدکنندگان چای باید اطلاعات کافی از محصول خود را جهت آگاهی مصرف‌کنندگان بر روی بسته‌بندی‌ها درج نمایند. مصرف روزانه ۱ گرم از برخی انواع چای سبز و سیاه می‌تواند حدود ۵۰ درصد مقدار مصرف مجاز فلوراید را برای کودکان و حدود ۲۵ درصد مقدار مجاز مصرفی را برای بزرگسالان فراهم سازد. پس نگرانی از بابت سلامتی این افراد مطرح نمی‌باشد. همچنین در این مطالعه نتیجه گرفته شد که افزایش زمان دم از ۳ تا ۱۲۰ دقیقه سبب افزایش محتوی فلوراید انواع چای‌ها می‌شود.

### تشکر و قدردانی

این مطالعه با کد IR.ARUMS.REC.1396.262 توسط کمیته اخلاق و تحقیقات دانشگاه علوم پزشکی اردبیل پذیرفته شده است. بدین وسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اردبیل جهت تامین هزینه‌های این پایان نامه با شماره ۹۴ تقدیر و تشکر می‌گردد.

۲ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن است [۳۴،۳۳]. چن<sup>۱</sup> و همکاران در مطالعه خود نشان دادند که بین دوز دریافتی فلوراید و متابولیسم استخوانی در کودکان رابطه معناداری وجود دارد به طوری که با افزایش فلوراید ادرار به بیش از ۰/۳ میلی‌گرم در لیتر متابولیسم استخوان به طور چشمگیری دچار اختلال می‌شود [۳۵]. با مصرف روزانه ۲۰۰ میلی لیتر چای حاوی ۰/۴۲ میلی‌گرم فلوراید در نوجوانانی که در منطقه ای با آب فلوراید دار ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر زندگی می‌کنند سطح فلوراید ادرار از ۰/۲۹۷ میلی‌گرم در لیتر به ۰/۴۵۱ میلی‌گرم در لیتر افزایش می‌یابد [۳۶].

سایز فنجانی که نوشیدن چای در آن بر اساس فرهنگ مردم رایج شده است نیز بر میزان فلوراید دریافتی افراد تاثیر گذار می‌باشد. به طوری که حجم فنجان چای در سنگال و چین ۳۰ میلی لیتر، در عربستان ۸۰ میلی لیتر، در ژاپن و ترکیه و ایران ۱۰۰ میلی لیتر و ۱۳۵ میلی لیتر در ایتالیا ذکر شده است [۲۵]. با در نظر گرفتن نتایج این مطالعه با مصرف روزانه حدود ۱ فنجان از چای‌های مورد بررسی (۲۰ میلی لیتر)، که از ۱ گرم چای خشک در زمان دم ۵ دقیقه و با آب بدون فلوراید تهیه شده است مقدار فلوراید دریافتی فرد در بازه ۱/۰۹۹ تا ۰/۹۸۳ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد که با توجه به توصیه‌های WHO در محدوده بدون خطر افزایش مصرف فلوراید باشد [۳۲-۳۴]. 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.

توصیه می‌گردد شرکت‌های تولیدکننده چای محتوای فلوراید محصول خود را بر روی بسته‌های تولید شده ثبت نموده و به اطلاع مصرف‌کنندگان برسانند تا از بروز احتمالی بیماری مانند فلوروزیس، به خصوص در

<sup>1</sup> Chen

**References**

- 1- Chan L, Mehra A, Saikat S, Lynch P. Human exposure assessment of fluoride from tea (*Camellia sinensis L.*): a UK based issue? *Food Res Int.* 2013 May;51(2):564–70.
- 2- Bohn SK, Ward NC, Hodgson JM, Croft KD. Effects of tea and coffee on cardiovascular disease risk. *Food Funct.* 2012 Mar;3(6):575–91.
- 3- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Tea Market Studies: Egypt, Islamic Republic of Iran, Bali, Indonesia, Pakistan and Turkey. 2005 Jul:20–22. <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/meeting/009/j5278e.pdf>
- 4- Zhao Y, Chen P, Lin L, Harnly J, Yu LL, Li Z. Tentative identification, quantitation, and principal component analysis of green pu-erh, green, and white teas using UPLC/DAD/MS. *Food Chem.* 2011 Jun;126(3):1269-77.
- 5- Zheng W-J, Wan X-C, Bao G-H. Brick dark tea: a review of the manufacture, chemical constituents and bioconversion of the major chemical components during fermentation. *Phytochem Rev.* 2015 Jun;14(3):499-523.
- 6- Bhagavatula P, Levy SM, Broffitt B, Weber-Gasparoni K, Warren JJ. Timing of fluoride intake and dental fluorosis on late-erupting permanent teeth. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2016 Jul;44(1):32-45.
- 7- Malde MK, Greiner-Simousen R, Julshamn K, Bjorvatn K. Tea leaves may release or absorb fluoride, depending on the fluoride content of water. *sci total Environ.* 2006 Aug; 366(2-3):915-7.
- 8- Fung KF, Zhang ZQ, Wong JWC, Wong MH. Aluminium and fluoride concentrations of three tea varieties growing at Lantau Island, Hong Kong. *Environ Geochem Health.* 2003 Jun;25:219-32.
- 9- Mahavi AH, Zazoli MA, Younecian M, Esfandiari Y. Fluoride content of Iranian black tea and liquor. *Research report Fluoride.* 2006 Oct-Dec;39(4)266–268.
- 10- Lu Y, Guo W-F, Yang X-Q. Fluoride content in tea and its relationship with tea quality. *J Agric Food Chem.* 2004 Jun;52(14):4472–6.
- 11- Rusak G, Komes D, Liki S, Horži D, Kova M. Phenolic content and antioxidative capacity of green and white tea extracts depending on extraction conditions and the solvent used. *Food Chem.* 2008 Oct;110(4):852-8.
- 12- Kalayci S, Somer G. Factors affecting the Extraction of fluoride from tea: Application to three tea samples. *J fluoride.* 2003;36(4):267-270.
- 13- Emekli-Alturfan E, Yarat A, Akyuz S. Fluoride levels in various black tea, herbal and fruit infusions consumed in Turkey. *Food Chem Toxicol.* 2009 Jul;47(7):1495-8.
- 14- Quock RL, Gao JX, Chan JT. Tea fluoride concentration and the pediatric patient. *Food Chem.* 2012 Feb;130(3):615-7.
- 15- Pretty IA. High fluoride concentration toothpastes for children and adolescents. *Caries Res.* 2016 Apr;50(1):9-14.
- 16- Waugh DT, Potter W, Limeback H, Godfrey M. Risk assessment of fluoride intake from tea in the Republic of Ireland and its implications for public health and water fluoridation. *Int J Environ Res Public Health.* 2016 Feb;13(3):259.
- 17- Haycibara MF, Queiroz CS, Tabchoury CP, Cury JA. Fluoride and aluminium in teas and tea based beverages. *Rev Saude Publica Feb.* 2004 Aug;38 (1):100-5.
- 18- Peng C, Cai H, Zhu X, Li D, Yang Y, Hou R, et al. Analysis of naturally occurring fluoride in commercial teas and estimation of its daily intake through tea consumption. *J Food Sci.* 2016 Dec;81(1):235-239.
- 19- Maleki et al. Daily fluoride intake from Iranian green tea: evaluation of various flavorings on fluoride release. *Environ Health Insights.* 2016 Feb;10 59–63 doi: 10.4137/EHI.S38511.
- 20- Nikniaz Z, Mahdavi R, Ghaemmaghami SJ, Lotfi Yagin N, Nikniaz L. Effect of different brewing times on antioxidant activity and polyphenol content of loosely packed and bagged black teas (*Camellia sinensis L.*). *Avicenna J Phytomed.* 2016 May-Jun; 6(3):313-21.
- 21- Sofuoglu SC, Kavcar P. An exposure and risk assessment for fluoride and trace metals in black tea. *J Hazard Mater.* 2008 Oct;23:759-69.



- 22- Minc II, Josceanu AM, Isopescu RD, Guran C. Determination of ionic species in tea infusions by ion chromatography. *UPB Sci Bull B*. 2013;75(3):65–78.
- 23- Dobaradaran S, Mahvi AH, Dehdashti S, Dobaradaran S, Shoara R. Correlation of fluoride with some inorganic constituents in groundwater of Dashtestan, Iran. *Fluoride*. 2009;42(1):50.
- 24- Zhonglei X, Zhuo C, Wentian S, Xiaojing G, Bo Y, Jinghua W. Distribution of aluminum and fluoride in tea plant and soil of tea garden in central and southwest China. *Chin Geogr Sci*. 2007 Dec;17(4):376–382.
- 25- Cai H, Zhu X, Peng C, Xu W, Li D, Wang Y, et al. Critical factors determining fluoride concentration in tea leaves produced from Anhui province, China. *Ecotoxicol Environ Saf*. 2016 Sep;131:14-21.
- 26- Maleki A, Abulmohammadi P, Teymouri P, Zandi S, Daraei H, Mahvi AH, et al. Effect of brewing time and water hardness on fluoride release from different Iranian teas. *Fluoride*. 2016;49(3):263.
- 27- Waugh DT, Godfrey M, Limeback H, Potter W. Black tea source, production, and consumption: assessment of health risks of fluoride intake in New Zealand. *J Environ Public Health*. 2017;2017.
- 28- Malinowska E, Inkielewicz I, Czarnowski W, Szefer P. Assessment of fluoride concentration and daily intake by human from tea and herbal infusions. *Food Chem Toxicol*. 2008 Mar;46(3):1055-61.
- 29- Zerabruk S, Chandravanshi BS, Zewge F. Fluoride in black and green tea (*Camellia sinensis*) infusions in Ethiopia: measurement and safety evaluation. *Bull Chem Soc Ethiop*. 2010;24(3):327-38.
- 30- Cao J, Zhao Y, Li Y, Deng H.J, Yi J, Liu JW. Fluoride levels in various black tea commodities: measurement and safety evaluation. *Food Chem Toxicol*. 2006 Jul;44(3):1131–1137.
- 31- Mojarad, F. Khanlary, E. Assessment of fluoride levels in different brands of black and green tea consumed in Iran. *Sci J Hamdan Univ Med Sci*. 2013 Winter;19(4):36.
- 32- Mojarad F, Khanlari E. Investigation fluoride amount of general tea different type in Iran. *Sci J Hamadan Univ Med Sci* 2013; 19 (4):36-42 [Full text in Persian]
- 33- World Health Organization. Environmental Health Criteria 227. Fluorides. Geneva: WHO; 2002. <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc227.htm>
- 34- World Health Organization. Guidelines for Drinking Water Quality. 4th ed. Geneva: WHO; 2011. [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44584/9789241548151\\_eng.pdf;jsessionid=C8DA7D6568B78185B992254899FED126?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44584/9789241548151_eng.pdf;jsessionid=C8DA7D6568B78185B992254899FED126?sequence=1)
- 35- Chen S, Li B, Lin S, Huang Y, Zhao X, Zhang M. Change of urinary fluoride and bone metabolism indicators in the endemic fluorosis areas of southern China after supplying low fluoride public water. *BMC Public Health*. 2013 Feb;13(1):156.
- 36- Székely M, Fazakas Z, Balogh-Sámárgyiban V, Bánóczy J. Urinary fluoride excretion after milk and tea consumption in young adults. *Oral Health Dent Manag*. 2010 Mar;9(10):48-54.