

Evaluation and Comparing the Amount of Fluoride in Common Iranian Toothpastes

Bahareh Tahan ¹ 
Firouzeh Nilchiyan ²
Mansoureh Pirmoradiyan ³

1. **Corresponding Author:** Associate Professor, Department of Oral Public Health, Dental Research Center, Dental Research Institute, School of Dentistry, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran. **Email:** Tahani@dnt.mui.ac.ir
2. Associate Professor, Department of Oral Public Health, Dental Research Center, Dental Research Institute, School of Dentistry, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.
3. Dental Students Research Center, School of Dentistry, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.

Abstract

Introduction: Choosing and prescribing the best toothpaste with a standard content of fluoride depends on the knowledge of the Iranian manufacturer's claim. Therefore, this study aimed to investigate and compare the fluoride amount in ordinary Iranian toothpaste.

Materials & Methods: This descriptive cross-sectional study examined six samples of Iranian brand toothpaste available in pharmacies, superfoods, and hypermarkets in Isfahan City. To check the amount of fluoride in each toothpaste sample in 3 tubes of each type was done by one person in a laboratory approved by the Ministry of Health and Medical Education. The amount of total fluoride in each toothpaste sample was measured and recorded. After collecting the amount of fluoride ion and total fluoride in each sample, the total average was taken from 3 repetitions and recorded as the amount of fluoride for each toothpaste sample. After collecting data, the results were analyzed using One sample T-test ($\alpha = 0.05$).

Results: Based on the results obtained in none of the samples, the declared amount of fluoride did not agree with the amount of free fluoride ions in the product. In Ve Wan, Banser, and Poone toothpaste, in addition to the fact that the fluoride content was lower than the label claim (p value < 0.001), it was also lower than the optimum level of 1100 ppm. Other toothpastes, Signal, Close Up, and Nasim, although the fluoride content was lower than the label claim. However, it was almost at the optimal level of effectiveness.

Conclusion: The amount of fluoride released in common Iranian kinds of toothpaste declared that the amount of fluoride was inconsistent with the amount of free fluoride ions in the product. Therefore, the need for more detailed investigations regarding the production and formulation of Iranian toothpaste should be included in Iran's health and treatment agenda.

Key words: Fluorides; Ions; Toothpastes.

Received: 30.01.2024

Revised: 28.04.2024

Accepted: 28.05.2024

How to cite: Tahan B, Nilchiyan F, Pirmoradiyan M. Evaluation and Comparing the Amount of Fluoride in Common Iranian Toothpastes. J Isfahan Dent Sch 2024; 20(2): 105-12.

بررسی و مقایسه‌ی میزان فلوراید در خمیردندان‌های رایج ایرانی

بهاره طحانی^۱ IDفیروزه نیلچیان^۲منصوره پیرمرادیان^۳

۱. نویسنده مسئول: دانشیار، مرکز تحقیقات دندان پزشکی، گروه جامعه‌نگر، دانشکده‌ی دندان پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
Email: Tahani@dnt.mui.ac.ir
۲. دانشیار، مرکز تحقیقات دندان پزشکی، گروه جامعه‌نگر، دانشکده‌ی دندان پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.
۳. دانشجوی دندان پزشکی، کمیته‌ی پژوهش‌های دانشجویی، دانشکده‌ی دندان پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.

چکیده

مقدمه: جهت انتخاب و تجویز بهترین خمیردندان با میزان فلوراید استاندارد لازم است تا از صحت ادعای برچسب خمیردندان‌های ساخت داخل کشور اطمینان حاصل کرد. این مطالعه با هدف بررسی و مقایسه‌ی میزان فلوراید در خمیردندان‌های رایج ایرانی انجام شد.

مواد و روش‌ها: این مطالعه‌ی توصیفی- مقطعی سال ۱۴۰۲ به بررسی ۶ نمونه خمیردندان (وی-وان، سیگنال، پونه، بنسر، نسیم کلوزآپ) برند ایرانی موجود در سطح شهر اصفهان پرداخت. بررسی میزان فلوراید هر نمونه خمیردندان در ۹ تیوب از هر نوع توسط یک فرد در آزمایشگاه مورد تأیید غذا و داروی وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی انجام گرفت و میزان فلوراید کل در هر نمونه خمیردندان اندازه‌گیری و ثبت شد. میانگین کل فلوراید در هر نمونه خریداری شده از نقاط مختلف شهر، با ۳ تکرار ثبت و با آزمون One-sample T-test با حد استاندارد و مقدار درج شده روی تیوب مقایسه شد ($\alpha = 0.05$).

یافته‌ها: بر اساس نتایج بدست آمده، در هیچ کدام از نمونه‌ها میزان فلوراید اعلام شده با میزان یون فلوراید آزاد محصول همخوانی نداشت. در خمیر دندان‌های وی وان و بنسر و پونه، علاوه بر آنکه محتوای فلوراید از ادعای برچسب کمتر بود ($p \text{ value} < 0.001$) از سطح اپتیموم ۱۱۰۰ ppm نیز کمتر بود. سایر خمیردندان‌های سیگنال، کلوزآپ و نسیم با وجود آنکه محتوای فلوراید از ادعای برچسب کمتر بود ولی تقریباً در حد اپتیموم اثرگذاری بود.

نتیجه‌گیری: میزان فلوراید آزاد شده در خمیردندان‌های رایج ایرانی میزان فلوراید اعلام شده با میزان یون فلوراید آزاد محصول همخوانی نداشت لذا لزوم بررسی‌های دقیق‌تر در خصوص تولید و فرمولاسیون خمیردندان‌های ایران باید در دستورکار بهداشت و درمان ایران قرار گیرد.

کلید واژه‌ها: فلوراید؛ یون؛ خمیردندان.

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۰۸

تاریخ اصلاح: ۱۴۰۳/۰۲/۰۹

تاریخ ارسال: ۱۴۰۲/۱۱/۱۰

استناد به مقاله: طحانی بهاره، نیلچیان فیروزه، پیرمرادیان منصوره. بررسی و مقایسه‌ی میزان فلوراید در خمیردندان‌های رایج ایرانی. مجله دانشکده دندان پزشکی اصفهان. ۱۴۰۳: ۲۰ (۲): ۱۰۵-۱۱۲.

مقدمه

بیماری‌های دهان و دندان از شایع‌ترین بیماری‌های عفونی انسان است که شامل نقص‌های پیشرفته‌ی دندان، فرسایش دندان‌ی و بیماری پریودنتال می‌باشند و معمولاً به دنبال پوسیدگی دندان ایجاد می‌شوند (۱). استفاده از یون فلوراید به صورت موضعی و سیستمیک برای پیشگیری از پوسیدگی دندان و ارتقاء سلامت دهان و دندان نقش مؤثری دارد. کاربرد موضعی فلوراید به صورت خمیردندان‌های حاوی فلوراید در دهه‌های اخیر منجر به کاهش چشمگیر پوسیدگی در جوامع صنعتی شده است. مکانیسم اثر فلوراید موضعی به صورت جایگزینی یون فلوراید به جای بنیان هیدروکسیل و تشکیل فلوروآپاتیت در نسج دندان است که به علت مقاومت بیشتر در برابر انحلال توسط اسیدهای ناشی از تخمیر قند از پوسیدگی پیشگیری می‌نماید. همچنین یون فلوراید، می‌تواند به رمینرالیزه شدن مینا در مراحل اولیه پوسیدگی کمک نماید. به همین دلیل کاربرد فلوراید موضعی به صورت استفاده از خمیردندان‌های حاوی فلوراید توصیه می‌شود (۲).

در مطالعه‌ی مروری اخیر نشان داده شد که استفاده‌ی منظم از خمیردندان‌های حاوی فلوراید بر کاهش تعداد پوسیدگی‌های جدید تأثیر واضح داشته است و میزان اثر پیشگیری‌کننده‌ی خمیردندان‌های حاوی فلوراید ۲۴ درصد گزارش شد (۳). بر این اساس کاربرد فلوراید در خمیردندان‌ها به صورت سدیم فلوراید یا قلع فلوراید یا نمک مونوفلوئور فسفات به میزان ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ قسمت در میلیون (ppm) مجاز دانسته می‌شود (۲).

مطالعات زیادی به بررسی میزان فلوراید کلی در خمیردندان‌های رایج پرداخته‌اند. مطالعات مختلف، اثربخشی استفاده از خمیردندان‌های حاوی ۱۱۰۰ ppm حداقل فلوراید را بر کاهش بروز پوسیدگی نشان داده‌اند (۴). با توجه به اینکه آب اکثریت مناطق و شهرهای ایران حاوی میزان اپتیمم فلوراید نمی‌باشد (۱-۰/۷) PPM، توصیه به استفاده از جایگزین‌ها خصوصاً مصرف منظم خمیردندان حاوی ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ ppm فلوراید در مطالعات مختلف مطرح شده است (۵).

حسن زاده و همکاران نشان دادند، در ۱۵ نوع خمیردندان داخلی تنها در یک برند غلظت فلوراید در حد استاندارد بین‌المللی بود (۶). در مطالعه‌ی یقینی و همکاران در ۲۰۱۴، مشخص گردید که میزان فلوراید آزاد شده در خمیردندان‌های رایج در ایران با میزان فلوراید گزارش شده تطبیق ندارد و به مراتب کمتر از مقدار گزارش شده است (۷). همچنین پاک دامن و همکاران در سال ۲۰۱۸ با بررسی برندهای داخلی از جمله پونه، نسیم، داروگر و مریدنت نشان دادند میانگین فلوراید محصولات از ۱۹۱ تا ۱۶۰۰ ppm با میانگین ۹۱۱ ppm متغیر بوده است (۸).

با توجه به اینکه در سال‌های اخیر برندهای جدیدی از خمیردندان وارد بازار شده است و با توجه به پیشرفت تکنولوژی ساخت و رصد خمیردندان‌ها، لازم است تا به صورت ادواری از صحت ادعای کارخانه‌ی سازنده در خصوص میزان فلوراید محصول اطمینان حاصل کرد. لذا، این مطالعه با هدف بررسی تعیین و مقایسه‌ی میزان فلوراید در خمیردندان‌های رایج دندان‌ی ایرانی پرداخت. فرضیه‌ی صفر طرح این بود که تفاوتی بین میزان فلوراید قید شده روی تیوب و محتوای فلوراید داخل تیوب وجود ندارد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در سال ۱۴۰۲ در اصفهان به صورت توصیفی-مقطعی با کد اخلاق به شماره‌ی IR.MUI.RESEARCH.REC.1402.009 به بررسی نمونه‌های خمیردندان‌ها با برند ایرانی موجود در داروخانه‌های سطح شهر اصفهان پرداخت. نمونه‌های مورد بررسی شامل کلیه‌ی خمیردندان‌های برند در بازار داخلی و مورد تأیید معاونت غذا و دارو و دارای مهر استاندارد بودند که در سطح شهر اصفهان به فروش می‌رسند. خمیردندان‌های رایج ایرانی وی-وان (مدل 8 Complete- تهران، ایران)، پونه (مدل clean & fresh شرکت گلکاتش تهران، ایران)، بنسر (مدل complete9 شرکت شرکت بهدیس تدبیر آتیه تهران، ایران) کلوزآپ (مدل ever fresh، هند)، نسیم (مدل معمولی

حاوی فلوراید شرکت گل‌تاش تهران، ایران) و سیگنال (شرکت یونیلیور، تهران، ایران) با تاریخ مصرف مشابه وارد مطالعه شدند. خمیردندان‌های ژله‌ای یا انواع دارویی و سفیدکننده از مطالعه خارج شدند. بررسی میزان فلوراید هر نمونه خمیردندان در ۹ تیوب از هر نوع توسط یک فرد در آزمایشگاه مورد تأیید غذا و داروی وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی انجام گرفت. و میزان فلوراید کل در هر نمونه خمیردندان اندازه‌گیری و ثبت شد.

از روش‌های اندازه‌گیری میزان فلوراید در ترکیبات مختلف اسپکتروفتومتری و پتانسیومتری می‌باشد ولی در خصوص اندازه‌گیری میزان فلوراید کل روش توصیه شده پتانسیومتری می‌باشد (۹). مطالعه‌ای که به بررسی میزان فلوراید موجود در آب آشامیدنی با استفاده از روش‌های پتانسیومتری و اسپکتروفتومتری پرداختند، بیان نمودند که روش پتانسیومتری بهتر از اسپکتروفتومتری می‌تواند میزان فلوراید آب را تعیین نماید و لذا بکارگیری این روش توصیه می‌شود (۹).

پتانسیومتری، یکی از روش‌های تجزیه در الکتروشیمی است. در این روش غلظت فلوراید در محلول مورد نظر به واسطه‌ی اختلاف پتانسیل بین دو الکترود شناسایی می‌گردد. در این روش الکترود انتخابی فلوراید به مقادیر یون فلوراید حساس است و بر اساس لگاریتم غلظت یون، اختلاف پتانسیل بین دو الکترود مبنای تخمین میزان یون فلوراید در محلول مجهول از طریق فرمول نرنست (Nernst Equation) می‌باشد. به این منظور به میزان مساوی (یک تا پنج گرم) از نمونه‌ی خمیردندان به دقت وزن شد و درون یک بشر ۵۰ میلی‌لیتری ریخته و ۱۰ میلی‌لیتر هیدروکلریک اسید به آن اضافه گردید و حرارت داده شد تا نزدیک به تبخیر کامل آب محلول برسد. در پایان به مخلوط باقی‌مانده، مقداری آب مقطر اضافه شد و سپس سانتریفوژ انجام گردید. محلول سانتریفوژ شده به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر در یک بالون ژوژه به حجم رسیده سپس ۵ میلی‌لیتر از این محلول به عنوان نمونه استفاده شد. پس از آن ۵ میلی‌لیتر محلول بدست آمده با ۵ میلی‌لیتر محلول

(حاوی عامل کمپلکس‌کننده کاتیون‌ها و تثبیت pH و قدرت یونی) به حجم ۱۰ میلی‌لیتر رسید (۱۰). سپس با استفاده از روش پتانسیومتری با الکترود اختصاصی یون فلوراید، غلظت فلوراید در خمیردندان اندازه‌گیری شد (۱۱). روش یون سلکتیو یک روش استاندارد برای اندازه‌گیری میزان فلوراید کلی می‌باشد. یون سلکتیو روشی ساده، کم هزینه و نسبتاً اختصاصی است. این روش قادر به اندازه‌گیری فلوراید کلی در محدوده‌ی وسیعی از غلظت فلوراید می‌باشد و موارد استفاده فراوانی دارد. برای اندازه‌گیری یون فلوراید به روش پتانسیومتری از الکترود انتخابگر یون فلوراید (Fluoride ion specific electrode) استفاده می‌شود (۱۲). این روش از دقت و صحت بالایی برخوردار است و در آن از الکترود نقره- کلرید نقره به عنوان الکترود رفرنس استفاده می‌شود (۸، ۱۳).

حجم نمونه:

در بررسی میزان فلوراید خمیردندان‌های موجود در بازار ایران سال ۱۴۰۲ در سطح معنی‌داری ۵ درصد ($\alpha = 0.05$) و با توجه به نتایج پاک دامن و همکاران (۸) با انحراف معیار به دست آمده ۳۳۱/۴ و با حداکثر خطای ۲۵ درصد از انحراف معیار، طبق فرمول زیر محاسبه شد:

$$n \geq \frac{(z_{1-\alpha/2})^2 \sigma^2}{d^2} = \frac{(1.96)^2 331.4^2}{(0.38 \times 331.4)^2} = 26.6$$

با احتساب ۱۰ درصد ریزش، حداقل ۱۰ نمونه نیاز است. جهت جلوگیری از ایجاد اربیی و کاهش خطای آزمون، از هر مارک خمیردندان موجود در بازار به تعداد مساوی وارد مطالعه شد. در مطالعه‌ی حاضر به دلیل عدم انجام آزمایشات مورد نیاز توسط آزمایشگاه مرجع دانشگاه تهران، با آزمایشگاه دانشکده‌ی علوم دانشگاه تربیت مدرس قرارداد بسته شد. همچنین با توجه به محدودیت هزینه‌های آزمایشگاه و بر اساس نظر شورای پژوهشی دانشکده، نمونه‌ها به ۶ عدد کاهش یافت. لذا بر این اساس تعداد ۶ برند خمیردندان ایرانی از نقاط مختلف شهر (داروخانه‌ها، سوپرمارکت و هایپر مارکت) از هر کدام ۹ نمونه تهیه شد و نتایج آزمایشات بر اساس میزان فلوراید اعلام

شده توسط کارخانه‌ی سازنده و میزان فلوراید آزاد شده طی بررسی آزمایشگاهی به تفکیک برند گزارش شد.

میانگین کل فلوراید در هر نمونه‌ی خریداری شده از نقاط مختلف شهر، با ۳ تکرار ثبت و در SPSS نسخه‌ی ۲۶ (version 26, IBM Corporation, Armonk, NY) با آزمون One-sample T-test با حد استاندارد و مقدار درج شده روی تیوب مقایسه شد ($\alpha = 0/05$).

یافته‌ها

نتایج بدست آمده از میانگین غلظت فلوراید در مقایسه با ادعای کارخانه‌ی سازنده و میزان استاندارد بین‌المللی ۱۱۰۰ در جدول ۱ آمده است. در تمامی برندها به جز وی-وان فلوراید محصول از نوع منو فلوراید فسفات و تنها در وی-وان سدیم فلوراید بود. میزان فلوراید در تیوب‌های خمیردندان وی-وان، به طور معنی‌داری از غلظت درج شده روی خمیردندان و همچنین حد اپتیموم پایین‌تر بود ($p \text{ value} < 0/001$). میزان فلوراید آزاد شده در روند آزمایش خمیردندان کلوز-آپ، کمتر از حد بیان شده بر روی محصول می‌باشد.

(آزمون T-test، $p \text{ value} < 0/001$). میانگین میزان فلوراید آزاد شده در خمیردندان کلوز-آپ ($1119/4 \pm 23$)، ($p \text{ value} = 0/04$) تقریباً در حد اپتیموم ۱۱۰۰ ppm بود. میزان فلوراید درج شده بر روی خمیردندان پونه، ۱۴۵۰ ppm می‌باشد در حالی که میزان فلوراید آزاد شده در روند آزمایش کمتر از حد بیان شده بر روی محصول می‌باشد. همچنین T-test تک نمونه‌ای (One-sample) نشان داد میزان فلوراید آزاد شده در خمیردندان از حد اپتیموم ۱۱۰۰ ppm کمتر بود ($p \text{ value} < 0/001$).

میزان فلوراید درج شده بر روی خمیردندان سیگنال، ۱۴۵۰ ppm می‌باشد. از میزان فلوراید آزاد شده در روند آزمایش به طور معنی‌داری ($p \text{ value} < 0/001$) کمتر از حد بیان شده بر روی محصول می‌باشد ولی تقریباً در حد اپتیموم بود. هرچند اختلاف همچنان معنی‌دار بود.

میزان فلوراید درج شده بر روی خمیردندان Bencer، ۱۴۵۰ ppm می‌باشد که از میزان فلوراید آزاد شده در روند آزمایش فاصله‌ی زیادی دارد و کمتر از حد بیان شده بر روی محصول می‌باشد. میزان فلوراید آزاد شده در خمیردندان Bencer خریداری شده از حد اپتیموم ۱۱۰۰ ppm کمتر بود.

جدول ۱: محتوای فلوراید موجود در خمیردندان‌های رایج بازار ایران در مقایسه با برچسب درج شده روی خمیردندان و بر اساس منبع خریداری شده (One-sample T-test)

نام خمیردندان	نوع	غلظت فلوراید	مقدار فلوراید درج شده روی محصول	معنی‌داری اختلاف با فلوراید درج شده	معنی‌داری اختلاف با غلظت اپتیموم	pH
Vi-one	Sodium fluoride	$779/01 \pm 10/36$	۱۱۰۰	$< 0/001$	$< 0/001$	~Pt5
Close-Up	Monofluoride phosphate	$1119/44 \pm 23/82$	۱۴۵۰	$< 0/001$	۰/۰۴	~Pt5
Nasim	Monofluoride phosphate	$1112/8 \pm 28/50$	۱۴۵۰	$< 0/001$	۰/۲	~Pt5
Poneh	Monofluoride phosphate	$1040/62 \pm 12/79$	۱۴۵۰	$< 0/001$	$< 0/001$	<Pt5
Signal	Monofluoride phosphate	$1125/89 \pm 37/45$	۱۴۵۰	$< 0/001$	۰/۰۷	~Pt5
Bencer	Monofluoride phosphate	$852/23 \pm 74/39$	۱۵۰۰	$< 0/001$	$< 0/001$	<Pt5

بحث

این مطالعه با هدف بررسی و مقایسه‌ی میزان فلوراید در خمیردندان‌های رایج ایرانی انجام شد. بر این اساس تعداد ۶ برند خمیردندان ایرانی مورد بررسی قرار گرفت و در هیچ کدام از نمونه‌ها میزان فلوراید اعلام شده با میزان یون فلوراید آزاد محصول همخوانی نداشت و به مراتب کمتر از میزان فلوراید اعلام شده از سوی کارخانه‌ی سازنده بود و لذا فرضیه‌ی صفر مطالعه رد شد. همچنین در بین خمیردندان‌های مورد بررسی میزان فلوراید آزاد شده در برندهای کلوز-آپ، نسیم، پونه و سیگنال بیشتر از سایر برندهای مورد بررسی بود ولی با این وجود از میزان فلوراید اعلام شده فاصله‌ی زیادی داشت.

فلوراید جزء اساسی در خمیر دندان‌ها بوده و تعیین میزان آن در خمیردندان بسیار مهم است، زیرا می‌تواند از سویی با پیشگیری از پوسیدگی مفید و از سوی دیگر با ایجاد فلوروزیس، مضر باشد. اثرات مثبت فلوراید توسط ترکیبات محلول آن مانند استانوس فلوراید، سدیم منوفلوروفسفات، سدیم فلوراید و آمین فلوراید ایجاد می‌گردد (۱۴). در مطالعاتی که مقایسه‌ی میزان فلوراید آزاد شده در خمیردندان‌ها نسبت به میزان فلوراید اعلام شده توسط کارخانه انجام شده است، نتایج همسو با مطالعه‌ی حاضر بیان شد.

Ramadhani و همکاران در مطالعه‌ی خود بیان نمودند که غلظت فلوراید در خمیردندان‌های بزرگسالان و کودکان با محتوای فلوراید ارائه شده در بسته بندی برای اکثر نمونه‌ها مطابقت نداشت و فقط یک خمیر دندان حاوی فلوراید اعلام شده بود که با استانداردهای دندانپزشکی مبتنی بر شواهد و مقررات اندونزی مطابقت داشت (۱۵).

Rafique و همکاران، در مطالعه‌ی خود خمیردندان‌های برندهای داخلی و وارداتی که در کراچی به فروش رسیدند را مورد بررسی قرار دادند و بیان نمودند که ۸۲ درصد از برندهای داخلی حاوی فلوراید کمتر از ۱۰۰۰ PPM بودند که کمتر از مقدار توصیه شده توسط سازمان بهداشت جهانی بود. علاوه بر این، ۷۰ درصد از نمونه‌های داخلی حتی محتوای فلوراید خود را ذکر نکرده بودند (۱۶).

Yaghini و همکاران نیز در مطالعه‌ی خود بیان نمودند

که میزان فلوراید آزاد شده در خمیردندان‌های رایج در ایران با میزان فلوراید گزارش شده تطبیق نداشت و به مراتب کمتر از مقدار گزارش شده توسط سازنده بود (۷).

حسن زاده و همکاران نیز در مطالعه‌ی خود بیان نمودند که فلوراید موجود تنها در یک نوع از ۱۵ خمیردندان ساخت داخل و دو تا از چهار نوع خمیردندان خارجی مورد آزمایش در محدوده‌ی استانداردهای بین‌المللی قرار داشت که در این تحقیق، محدوده‌ی استاندارد بین‌المللی ۱۰۰۰ ppm در نظر گرفته شده بود. تقریباً کلیه‌ی خمیردندان‌های ساخت داخل از نظر مقدار فلوراید کمتر از محدوده‌ی توصیه شده‌ی بین‌المللی بودند، لذا نتایج مطالعه‌ی حاضر با مطالعات پیشین همراستا می‌باشد (۶). در تقابل با نتایج مطالعه‌ی حاضر می‌توان به مطالعه‌ی Ndoile اشاره نمود. او بیان نمود که از ۱۱ برند رایج خمیردندان مورد بررسی تنها میزان فلوراید آزاد شده در سه خمیردندان با آنچه تولیدکنندگان اعلام کرده‌اند مطابقت داشتند. ولی در سایر خمیردندان‌های مورد بررسی، میزان فلوراید آزاد شده بالاتر از حداقل مقدار لازم برای پیشگیری از پوسیدگی دندان بود (۱۷).

Hashizume و همکاران نیز در مطالعه‌ی خود بیان نمودند که میزان فلوراید محلول در نمونه‌ها منطبق با استاندارد ملی ژاپن و در محدوده‌ی زیر ۱۰۰۰ ppm است هرچند در نمونه‌هایی که از کلسیم فسفات به عنوان ساینده استفاده شده بود میزان فلوراید کل متغیر بود (۱۸). لذا نتایج مطالعه‌ی حاضر با مطالعه‌ی Ndoile (۱۷) و Hashizume و همکاران (۱۸) در تضاد می‌باشد. علت اختلاف نتایج مطالعه‌ی حاضر با مطالعه‌ی Hashizume و همکاران می‌تواند به دلیل تفاوت در استانداردهای بین‌المللی با استاندارد بهداشتی کشور ژاپن باشد. همچنین می‌تواند وجود فضای رقابتی بر پایه‌ی کیفیت و نه قیمت محصولات در بازار آن کشورها و نظارت‌های کافی بر تولید محصول باشد.

در مطالعه‌ی حاضر با وجود تفاوت در میزان فلوراید آزاد شده نسبت به فلوراید اعلام شده توسط سازنده ولی در چهار برند کلوز-آپ، نسیم، پونه و سیگنال میزان فلوراید آزاد شده در حد استاندارد بین‌المللی بود. همچنین با مشاهده‌ی میزان فلوراید آزاد

شده توسط برندهای مختلف خمیردندان در مطالعه‌ی حاضر کمترین میزان فلوراید آزاد شده مربوط به Vi-one و Bencer بود. علت این امر می‌تواند مربوط به عدم رعایت استانداردها توسط کارخانه‌ها و نیاز به کاستن از هزینه‌های تولید و عدم نظارت کافی از سوی سازمان‌های نظارتی باشد.

نوع ساینده‌های موجود در خمیردندان در غیرفعال کردن یون فلوراید و کاهش خاصیت ضد پوسیدگی یون فلوراید مؤثرند (۱۹-۲۱). در حال حاضر خمیردندان‌های حاوی فلوراید، دارای سدیم فلوراید یا سدیم منو فلوروفسفات و یا ترکیبی از این دو هستند. در مولکول منوفسفات فلوراید، فلوراید به صورت باند کوالانسی به فسفات متصل شده است اما این باند با ثبات نبوده و یون فلوراید آزاد می‌کند که در خمیردندان‌های با پایه‌ی کلسیم، با یون کلسیم واکنش داده (۲۲) و ترکیب CaF_2 که به صورت غیرقابل حل بوده ایجاد می‌کند و این ترکیب در خمیردندان فعالیت ضد پوسیدگی ندارد (۲۳). نشان داده شده که اتصال یون آزاد فلوراید با ساینده‌هایی با بیس کلسیم در خمیردندان‌های حاوی منوفسفات فلوراید بیش از تمام ساینده‌ها فلوراید را غیرفعال می‌کند (۲۴). بنابراین سیلیکون دی‌اکسید غیرقابل حل (SiO_2) که به صورت هیدروژنه و یا ژل می‌باشد و همچنین پیروفسفاتی که تحت حرارت قرار گرفته باشد، به عنوان ساینده‌ی مطلوب مدنظر می‌باشد (۲۳).

در مطالعه حاضر، ماده‌ی ساینده تنها در خمیردندان‌های دو برند کلوز-آپ و سیگنال، سیلیکای دی هیدراته بود و در سایر برندهای مورد بررسی، دی کلسیم فسفات دی هیدراته به عنوان ماده ساینده استفاده شده است.

Yaghini و همکاران در مطالعه‌ی خود بیان نمودند که با توجه به این که تنها خمیردندان کرس ۷، دارای میزان فلوراید در حد استاندارد بود و در سایر خمیردندان‌ها میزان فلوراید موجود در خمیردندان از میزان ادعا شده بر روی جلد خمیردندان کمتر بوده است، می‌توان گفت احتمالاً نوع ذرات ساینده استفاده شده در خمیردندان‌های داخلی منجر به کاهش آزادسازی فلوراید گردیده است (۷).

با وجود عدم شروع تحریم‌های گسترده بر ایران در زمان مطالعه‌ی Yaghini و همکاران، برندهای خمیردندان وارداتی به ایران در سطح ایران وجود داشت و امکان مقایسه برندهای ایرانی با خارجی امکان‌پذیر بود ولی با اعمال تحریم‌ها و جدا شدن ایران از بازار جهانی این امکان در مطالعه‌ی حاضر فراهم نشد و تمامی برندهای مطرح خارجی مانند کلوز-آپ و سیگنال و Misswake تحت لیسانس کشور مبدأ، بدون نظارت و در ایران تولید می‌شوند. لذا بدیهی است که این محصولات بدلیل عدم نظارت کشور سازنده و نیز نظارت بخش بهداشتی درمانی ایران، از حد استاندارد پایین‌تر می‌باشند. همچنین امکان تهیه‌ی خمیردندان‌های خارجی برای اکثریت مردم در سطح ایران وجود ندارد. لذا بر اساس نتایج مطالعه‌ی حاضر پیشنهاد می‌شود که نظارت دقیقی بر تولید و پخش خمیردندان در سطح کشور صورت گیرد تا بتوان به استاندارد بین‌المللی از نظر میزان فلوراید آزاد شده خمیردندان‌ها دست یافت.

به دلیل محدودیت بودجه، امکان بررسی تمامی برندهای موجود در بازار یا استفاده از کروماتوگرافی که به نظر روش دقیق‌تری برای ارزیابی محتوای فلوراید است، وجود نداشت. پیشنهاد می‌شود در ادامه‌ی این مطالعه، سایر برندهای داخلی نیز مورد بررسی قرار گرفته و در صورت تکرار نتایج، پیگیری‌هایی برای اطلاع‌رسانی به واحد نظارت بر استانداردهای غذا و دارو و تأکید بر نظارت بیشتر بر محتوای خمیردندان‌های رایج بازار صورت بگیرد.

نتیجه‌گیری

میزان فلوراید آزاد شده در خمیردندان‌های رایج ایرانی با میزان یون فلوراید آزاد درج شده در برچسب محصول همخوانی نداشت و در اکثر موارد از حد اپتیموم هم کمتر بود.

سپاسگزاری

بدین وسیله مراتب تشکر و قدردانی خود از معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی اصفهان و آزمایشگاه مرجع دانشکده‌ی علوم دانشگاه تربیت مدرس را اعلام می‌داریم.

References

1. Righolt A, Jevdjevic M, Marcenes W, Listl S. Global-, Regional-, and Country-Level Economic Impacts of Dental Diseases in 2015. *J Dent Res* 2018; 97(5): 501-7.
2. Walsh T, Worthington HV, Glenny AM, Marinho VC, Jeroncio A. Fluoride toothpastes of different concentrations for preventing dental caries. *Cochrane Database Syst Rev* 2019; 3(3): CD007868.
3. Dean J, Avery D, Donald R. *Dentistry for the child and adolescent*. 9th ed. London, UK: Mosby Co; 2011. p. 177.
4. Prasai Dixit L, Shakya A, Shrestha M, Shrestha A. Dental caries prevalence, oral health knowledge and practice among indigenous Chepang schoolchildren of Nepal. *BMC Oral Health J* 2013; 14: 13-20.
5. Cochrane N, Poureslami H. Necessity of water fluoridation in Iran: A review on water fluoridation and prevention of dental caries. *J Oral Health Oral Epidemiol* 2014; 3(1): 1-7.
6. Hassanzadeh- Khayyat M, Khashayarmanesh Z, Masoomi Shahrbabak S. Comparison of the amount of fluoride ion in domestic Iranian toothpastes with few foreign commercial brands and international standards [in Persian]. *J Dent Sch* 2004; 22(1): 26-37.
7. Yaghini J, Kiani S, Mortazavi S, Haghshenas B, Mogharehabet A. Assessment of available and stable fluoride in four widely-used toothpastes in the Iranian market. *J Dent (Tehran)* 2014; 11(5): 604-9.
8. Pakdaman A, Akbari-ergani B. Assessment of fluoride in commonly used local and imported toothpastes in the Iranian market [in Persian]. *JDM* 2018; 31(3): 162-6.
9. Gabrisa G K, Nagyd M, Madlenad Zs, Denesb S, Martone G, Keszthelyid J, et al. Associations between microbiological and salivary caries activity tests and caries experience in Hungarian adolescents. *Caries Res* 1999; 33: 191-5.
10. Biyareh MN, Rezvani AR, Dashtian K, Montazerzohori M, Ghaedi M, Asl AM, White J. Potentiometric ion-selective electrode based on a new single crystal cadmium (II) schiff base complex for detection of fluoride ion: Central composite design optimization. *IEEE Sensors Journal* 2018; 19(2): 413-25.
11. Ali M, Singh J. A novel potentiometric sensor for determination of fluoride ion based on ionophore N, N'-Ethylene-bis (salicylideneaminato) nickel (II). *Materials Today: Proceedings* 2022; 57: 157-63.
12. Puneet P, Vedarajan R, Matsumi N. Alternating poly (borosiloxane) for solid state ultrasensitivity toward fluoride ions in aqueous media. *ACS Sensors*. 2016; 1(10): 1198-202.
13. Benzian H, Holmgren C, Buijs M, van Loveren C, van der Weijden F, van Palenstein Helderman W. Total and free available fluoride in toothpastes in Brunei, Cambodia, Laos, the Netherlands and Suriname. *Int Dent J* 2012; 62(4): 213-21.
14. Gupta VK, Jain AK, Pal MK, Bharti AK. Comparative study of fluoride selective PVC based electrochemical sensors. *Electrochim Acta* 2012; 80: 316-25.
15. Ramadhani A, Wijaya S, Mardlianah A, Adiatman M, Setiawati F, Gunawan HA, et al. Fluoride content and labelling of toothpastes marketed in Indonesia. *J Stoma* 2020; 73(4): 193-9.
16. Rafique T, Soomro F, Iqbal S, Afzal M, Shirin K. Fluoride concentration in toothpastes marketed in Pakistan. *J Chem Soc Pak* 2017; 39(6): 934-9.
17. Ndoile M. Total and available fluoride content in toothpastes sold in Dar es Salaam, Tanzania. *Tanz J Sci* 2020; 46(3): 851-8.
18. Hashizume NL, de Oliveira Lima YB, Kawaguchi Y, Cury JA. Fluoride availability and stability of Japanese dentifrices. *J Oral Sci* 2003; 45(4): 193-9.
19. Peter S. *Essentials of preventive and community dentistry*. 3rd ed. New Delhi: Arya Publishing House; 2006.
20. IPCS INCHEM. *Fluorides: Environmental health criteria* 227. Geneva: World Health Organization; 2002.
21. Mehta A. Biomarkers of fluoride exposure in human body. *Indian Journal of Dentistry* 2013; 4(4): 207-10.
22. Featherstone JD. Prevention and reversal of dental caries: role of low level fluoride. *Community Dent Oral Epidemiol* 1999; 27(1): 31-40.
23. Hamilton IR. Biochemical effects of fluoride on oral bacteria. *J Dent Res* 1990; 69 Spec No: 660-7; Discussion: 682-3.
24. McDonald RE, Avery DR, Dean JA. *Dentistry for child and adolescent*. 8th ed. St. Louis: Mosby Co; 2004. P. 220-30.