

## مقایسه آزمایشگاهی میزان بسته شدن توبول‌های عاجی تحت تأثیر یک خمیردندان حاوی هیدروکسی آپاتیت کربناته نانو ساختار تولید داخل با یک خمیردندان فلوراید

دکتر راهله السادات میرسیفی نژاد نائینی<sup>۱</sup> - دکتر علیرضا دانش کاظمی<sup>۲</sup> - دکتر فهیمه شفیعی<sup>۳†</sup>

۱- استادیار گروه آموزشی دندانپزشکی ترمیمی و زیبایی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی شهید صدوقی، یزد، ایران  
 ۲- دانشیار گروه آموزشی دندانپزشکی ترمیمی و زیبایی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی شهید صدوقی، یزد، ایران؛ عضو مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی مؤثر بر سلامت دهان و دندان، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی شهید صدوقی، یزد، ایران  
 ۳- دستیار تخصصی گروه آموزشی دندانپزشکی ترمیمی و زیبایی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی شهید صدوقی، یزد، ایران

### Comparison of dentinal tubules closure under the effect of carbonated nano structural hydroxyapatite toothpaste produced inside the country with fluoride toothpaste

Rahelesadat Mirseifi Nejad Naini<sup>1</sup>, Alireza Daneshkazemi<sup>2</sup>, Fahime Shafiee<sup>3†</sup>

1- Assistant Professor, Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

2- Associate Professor, Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran; Member of Social Determinant of Oral Health Research Center, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

3<sup>†</sup>- Post-Graduate Student Department of Operative Dentistry, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran (Shafiee.fahime95@gmail.com)

**Background and Aims:** Increased tooth sensitivity is a common dental problem. One of the mechanisms of dentin hypersensitivity treatment is blocking dentinal tubules. The aim of this study was to compare the average closing dentinal tubules affected by carbonated Nano-hydroxyapatite and fluoride toothpaste using scanning electron microscope (SEM).

**Materials and Methods:** The enamel of gingival buccal crown surfaces of 42 sound maxillary premolars teeth were removed until the dentin surfaces were exposed. The dentine specimens of 3×3 mm were prepared. The specimens were washed by distilled water after etching and randomly divided into 6 groups. 3 groups were interfered with the carbonated nano-hydroxyapatite toothpaste and the other three groups interfered with Colgate toothpaste in 3, 7 and 14 days. The samples were examined by SEM to check the status of dentinal tubules. Then, they were evaluated by two researchers according to the Hulsmann index. Data were analyzed by using SPSS23 software and Kruskal-Wallis statistical test. The significance level of 0.05 was considered.

**Results:** The amount of dentinal tubules closure by the two toothpastes was significantly different. This difference was higher in the hydroxyapatite toothpaste than fluoride which were (P=0.024, 0.004 and 0.000), respectively. There were no significant differences among the groups in 3, 7 and 14 days (P=0.230, 0.069, 0.537).

**Conclusion:** The toothpaste containing carbonated nano structural hydroxyapatite was more successful in closing dentinal tubules than Colgate toothpaste in short period of time.

**Key Words:** Dentin hypersensitivity, Fluoride, Nano-hydroxyapatite, Toothpaste

Journal of Dental Medicine-Tehran University of Medical Sciences 2018;31(2):64-72

† مؤلف مسؤول: یزد- دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی- دانشکده دندانپزشکی- گروه آموزشی دندانپزشکی ترمیمی و زیبایی  
 تلفن: ۳۶۲۱۲۲ نشانی الکترونیک: Shafiee.fahime95@gmail.com

## چکیده

**زمینه و هدف:** افزایش حساسیت دندان‌های یکی از مشکلات شایع در دندانپزشکی است. یکی از مکانیسم‌های درمان آن مسدود کردن توبول‌های عاجی است. هدف از این مطالعه مقایسه میانگین میزان بسته شدن توبول‌های عاجی تحت تأثیر دو خمیردندان حاوی هیدروکسی آپاتیت کربناته نانو ساختار و حاوی فلوراید با استفاده از SEM (scanning electron microscope) بود.

**روش بررسی:** مینای جینجیوالی قسمت باکالی تاج ۴۲ دندان سالم پرمولر ماگزینا حذف و از عاج اکسپوز شده قطعه ۳×۳ میلی‌متری تهیه گردید. نمونه‌ها پس از اچ، با آب مقطر شسته و به صورت تصادفی به ۶ گروه تقسیم شدند. ۳ گروه با خمیردندان هیدروکسی آپاتیت کربناته نانو ساختار و ۳ گروه دیگر با خمیردندان Colgate، به مدت ۳، ۷ و ۱۴ روز مورد مداخله قرار گرفتند. نمونه‌ها با SEM به منظور بررسی وضعیت توبول‌های عاجی طبق شاخص Hulsmann توسط دو محقق بررسی شدند. داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS23 و آزمون آماری kruskal-wallis بررسی گردید. حد معنی‌داری معادل ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

**یافته‌ها:** میزان مسدود شدن توبول‌های عاجی در درمان با دو خمیردندان تفاوت معنی‌داری نشان داد، به طوری که این میزان در خمیردندان هیدروکسی آپاتیت بیشتر از فلوراید بود که به ترتیب (P=۰/۰۲۴، ۰/۰۰۴، ۰/۰۰۰) می‌باشد. بین درمان ۳، ۷ و ۱۴ روزه خمیردندان هیدروکسی آپاتیت تفاوت معنی‌دار وجود نداشت (P=۰/۲۳۰، ۰/۰۶۹، ۰/۵۳۷).

**نتیجه‌گیری:** توان مسدود کردن توبول‌های عاجی در خمیردندان هیدروکسی آپاتیت کربناته نانو ساختار در مدت زمان کوتاه بیش از خمیر دندان Colgate است.

**کلید واژه‌ها:** حساسیت عاجی، فلوراید، نانو هیدروکسی آپاتیت، خمیردندان

وصول: ۹۶/۱۰/۰۶ اصلاح نهایی: ۹۷/۰۴/۳۱ تأیید چاپ: ۹۷/۰۵/۱۴

## مقدمه

افزایش حساسیت عاجی یکی از مشکلات بسیار رایج در دندانپزشکی است که علائم آن به صورت درد حاد تیر کشنده کوتاه مدت است که در غیاب پوسیدگی و سایر مشکلات دندان‌های مثل crack تشخیص داده می‌شود. تغییرات حرارتی، لمسی، اسمز یا شیمیایی می‌توانند محرک ایجاد این نوع حساسیت باشند (۱،۲). شیوع حساسیت عاجی بین ۴ تا ۵۷ درصد گزارش شده است و این آمار در بین افراد مبتلا به بیماری پرپودنتال ۶۰ تا ۹۸ درصد است که دلیل آن تحلیل لثه و احتمال بیشتر آسیب دیدگی سمان می‌باشد (۳،۴). اغلب بیماران مبتلا به حساسیت عاجی در گروه سنی ۳۰-۲۰ سال قرار دارند. پرمولرهای هر دو فک بیشتر از بقیه دندان‌ها تحت تأثیر قرار می‌گیرند و معمولاً سطح باکال ناحیه سرویکال محل شایع درد است (۵).

چندین تئوری در توضیح این وضعیت وجود دارد که از بین آن‌ها تئوری هیدرودینامیک از همه قابل قبول‌تر می‌باشد. بر اساس این تئوری مایع داخل توبولی در توبول‌های باز عاج‌عربان بر اثر تحریکات مختلف حرارتی، لمسی، شیمیایی حرکت کرده و باعث تحریک اعصاب پالپی می‌شود. میزان پاسخ اعصاب پالپی به شدت تحریک ایجاد شده بستگی دارد و به علاوه تحریکاتی که منجر به حرکت مایع توبولی در جهت دور از پالپ می‌شوند، درد بیشتری ایجاد می‌کنند. چنین

تحریکاتی شامل سرما، خشک کردن سطحی، تبخیر و اعمال مواد شیمیایی هیپرتونیک روی عاج می‌باشد. در ضمن حدود ۷۵٪ بیماران از درد با سرما شکایت دارند (۶،۷). از نظر میکروسکوپی عاملی که درجه حساسیت دندان‌ها را مشخص می‌کند، تعداد و سایز توبول‌های باز عاجی می‌باشد. مطالعات میکروسکوپی نشان می‌دهند که در دندان‌های با حساسیت عاجی تعداد توبول‌های عاجی باز در یک سطح مشخص ۸ برابر بیشتر از دندان‌های غیر حساس است (۸،۹).

برای رفع این مشکل دو مکانیسم عمده مورد استفاده قرار گرفته است که یکی بر پایه جلوگیری از دیپولاریزاسیون عصبی و دیگری بر اساس مسدود کردن توبول‌های عاجی باز می‌باشد (۱۰). انواع مختلفی از مواد و تکنیک‌ها به این منظور به کار گرفته شده است که از نیترات پتاسیم برای غیر فعال کردن اعصاب تا انواع محصولات حاوی فلوراید، شیشه‌های بیو اکتیو، سیلرهای ادهزیو و حتی انواعی از لیزرها برای مسدود کردن توبول‌های عاجی متغیر است (۱۰). به نظر می‌رسد مسدود کردن توبول‌های عاجی تأثیر بیشتر و طولانی‌مدت‌تری نسبت به درمان‌هایی که از روش دیپولاریزه کردن اعصاب استفاده می‌کنند، داشته باشد (۱۱).

نانو هیدروکسی آپاتیت یکی از زیست سازگارترین مواد بیو اکتیو است و در سال‌های اخیر در پزشکی و دندانپزشکی بسیار مورد توجه

قرار گرفته است. این نانو ذره در مورفولوژی و ساختار کریستالی شبیه به کریستال‌های آپاتیت مینای دندان است و به عنوان ماده شبیه ساز برای بازسازی مینای دندانی در مواردی که مواد معدنی زیادی از دست داده است، به کار می‌رود. در مطالعه Vano و همکاران (۱) افزودن این نانو ذره به خمیر دندان و دهانشویه باعث شد که توبول‌های عاجی مسدود شده و حساسیت دندانی کاهش یابد.

هدف از انجام مطالعه حاضر بررسی اثر یک خمیردندان حاوی هیدروکسی آپاتیت کربناته نانو ساختار ساخت شرکت پردیس پژوهش فناوریان یزد در مقایسه با خمیردندان حاوی فلوراید Colgate به عنوان کنترل در مسدود کردن توبول‌های باز عاجی است. در صورت اثبات تأثیر مثبت این محصول، می‌توان آن را به عنوان اولین خمیر دندان ایرانی حاوی هیدروکسی آپاتیت کربناته نانو ساختار معرفی کرد.

فرضیه صفر در این مطالعه این است که خمیردندان حاوی هیدروکسی آپاتیت کربناته نانو ساختار در مسدود کردن توبول‌های عاجی با خمیردندان حاوی فلوراید تفاوتی ندارد.

## روش بررسی

این مطالعه تجربی و آزمایشگاهی در سال ۱۳۹۵ و پس از کسب مجوز از کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی یزد به شماره IR.SSU.REC.1395.235 در دانشکده دندانپزشکی یزد انجام شد. با توجه به مقاله مشابه (۵)، برای انجام این مطالعه ۴۲ دندان پرمولر ماگزیلای سالم که به دلایل ارتودنسی کشیده شده بودند، جمع آوری گردید (با در نظر گرفتن سطح معنی‌داری ۵٪ و توان آزمون ۸۰٪ و با توجه به مقدار انحراف معیار ۰/۶۵ و برای رسیدن به اختلاف حداقل ۱ نمره در میانگین رتبه مسدود شدن توبول‌های عاجی، تعداد ۷ تکرار در هر گروه نیاز است، بنابراین تعداد کل نمونه‌ها ۴۲ می‌باشد). دندان‌ها فاقد هرگونه رستوریشن و پوسیدگی و یا ترک بودند. دندان‌ها بعد از کشیده شدن تمیز گشته و در محلول کلرآمین T ۰/۵٪ به مدت ۲۴ ساعت ضد عفونی گردیدند. مینای دندان‌ها در ناحیه سرویکال و در سمت باکال به صورت مزیدیستالی توسط دیسک الماسی Coarse با رنگ قهوه‌ای (ساخت کشور فرانسه، شرکت BISICO) برداشته شد تا عاج سطحی به صورت یک سطح صاف و مسطح اکسپوز شود، سپس از این ناحیه نمونه‌هایی با ابعاد ۳×۳ میلی‌متر به وسیله فرز فیشوربلند

الماسی ۰۱۰ (ساخت کشور ایران، شرکت تیزکاوان) تهیه و بر روی آکريل سلف کیور مانع گردید. سپس هر کدام از نمونه‌ها با ژل اسیدفسفریک ۳۷٪ (ساخت کشور چین، شرکت DENTEX) به مدت ۲۰ ثانیه برای باز شدن توبول‌های عاجی اچ شدند و سپس به مدت ۳۰ ثانیه با آب مقطر شسته شدند. نمونه‌ها به صورت تصادفی و با استفاده از جدول اعداد تصادفی به ۶ گروه مساوی تقسیم شدند. ۳ گروه تحت درمان با خمیر دندان هیدروکسی آپاتیت کربناته نانو ساختار (ساخت کشور ایران، شرکت پردیس پژوهش فناوریان یزد) و ۳ گروه تحت درمان با خمیردندان فلوراید دار Colgate (حاوی ۱۴۵۰ ppm فلوراید) (ساخت کشور تایلند، شرکت COLGATE-PALMOLIVE) به صورت زیر قرار گرفتند.

گروه ۱-۳ روز تحت درمان با خمیردندان حاوی هیدروکسی آپاتیت کربناته نانو ساختار

گروه ۲-۳ روز تحت درمان با خمیردندان فلوراید

گروه ۳-۷ روز تحت درمان با خمیردندان حاوی هیدروکسی

آپاتیت کربناته نانو ساختار

گروه ۴-۷ روز تحت درمان با خمیردندان فلوراید

گروه ۵-۱۴ روز تحت درمان با خمیردندان حاوی هیدروکسی

آپاتیت کربناته نانو ساختار

گروه ۶-۱۴ روز تحت درمان با خمیردندان فلوراید

(خمیردندان تست نام تجاری ندارد ولی پودر هیدروکسی آپاتیت (شرکت پردیس پژوهش فناوریان یزد- ایران) استفاده شده در آن دارای نام تجاری Apatech می‌باشد. ذرات پودر دارای مورفولوژی اسفروولیت یا شبه کروی با سایز کمتر از صد میکرون هستند که دارای ساختار نانو می‌باشند. ذرات نانوی تشکیل دهنده ساختار ذرات پودر، دارای مورفولوژی شبه پولکی یا Flake-like می‌باشند که سایز آن‌ها کمتر از ۵۰ نانومتر می‌باشد).

هر نمونه مانع شده بر روی آکريل سلف کیور، روزی ۲ مرتبه با فاصله ۱۲ ساعت به مدت ۲ دقیقه با مسواک برقی VITALITY Oral-B BRAUN (ساخت کشور آلمان) و خمیردندان مربوط به گروه خود، با نیروی یکسان مسواک گردید. پس از آن نمونه به مدت ۳۰ ثانیه با آب مقطر شسته شد. سپس نمونه‌ها تا زمان مسواک زدن بعدی، در نرمال سالین نگهداری شدند. پس از پایان

### یافته‌ها

جدول ۱ توزیع فراوانی شاخص Halsmann را در گروه‌های مختلف توسط مشاهده‌گر اول و دوم نشان می‌دهد. جدول ۲ به مقایسه شاخص‌های آماری گروه‌های مورد مطالعه پرداخته است. آزمون kruskal-wallis تفاوت معنی‌داری را بین گروه‌های مورد بررسی در شاخص میزان بسته شدن توپول‌ها در درمان با دو نوع خمیردندان نشان داد (جدول ۳). در تکمیل آزمون فوق، آزمون Dunn s جهت مقایسه گروه‌ها به صورت دو به دو انجام گرفت. آنالیز آماری حاکی از آن بود که این شاخص بین دو گروه درمان شده با خمیردندان حاوی هیدروکسی آپاتیت کربناته نانو ساختار و گروه تحت درمان با خمیردندان کنترل معنی‌دار می‌باشد. اما تفاوت معنی‌داری در بسته شدن توپول‌های عاجی بین گروه‌های ۳ روزه، ۷ روزه و ۱۴ روزه درمان با خمیردندان هیدروکسی حاوی آپاتیت کربناته وجود نداشت ( $P=0/230, 0/069, 0/537$ ) (جدول ۴) (شکل ۱). ضریب همبستگی بین دو فرد ارزیابی کننده ی میکروگراف‌ها توسط آزمون Spearman s rho بررسی گردید، این میزان ۹۳٪ بود.

درمان نمونه‌ها روی قطعه آلومینوم مخصوص مانع شدند، پوشش طلا توسط دستگاه مخصوص تحت خلاء انجام شد. سپس از قطعات، توسط میکروسکوپ الکترونی میکروگراف‌هایی با بزرگنمایی ۴۵۰۰ تهیه گردید. میکروگراف‌های به دست آمده توسط دو فرد محقق به طور جداگانه ارزیابی شدند. رتبه بندی شاخص Hulsman (۱۲) به صورت زیر انجام گرفت :

نمره ۱- کل توپول‌های عاجی باز باشند.

نمره ۲- بیش از ۵۰٪ توپول‌های عاجی باز باشند.

نمره ۳- کمتر از ۵۰٪ توپول‌های عاجی باز باشند.

نمره ۴- نزدیک به کل توپول‌ها توسط ذرات نانو هیدروکسی آپاتیت پوشیده شده باشند.

نتایج به دست آمده با استفاده از نرم افزار spss، وژن IBM SPSS23 و آزمون‌های آماری kruskal-wallis Dunn s, Spearman s rho بررسی شد و حد معنی‌داری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد ( $\alpha=0/05$ ).

جدول ۱- توزیع فراوانی شاخص Halsman در گروه‌ها (n=7) توسط مشاهده گر اول و دوم

گروه‌ها	مشاهده‌گرها	نمره ۱	نمره ۲	نمره ۳	نمره ۴
فلوراید ۳ روزه	مشاهده گر ۱	۶	۱	۰	۰
	مشاهده گر ۲	۵	۲	۰	۰
هیدروکسی آپاتیت کربناته ۳ روزه	مشاهده گر ۱	۱	۲	۳	۱
	مشاهده گر ۲	۰	۳	۳	۱
فلوراید ۷ روزه	مشاهده گر ۱	۴	۳	۰	۰
	مشاهده گر ۲	۴	۳	۰	۰
هیدروکسی آپاتیت کربناته ۷ روزه	مشاهده گر ۱	۰	۰	۴	۳
	مشاهده گر ۲	۰	۰	۴	۳
فلوراید ۱۴ روزه	مشاهده گر ۱	۶	۱	۰	۰
	مشاهده گر ۲	۵	۲	۰	۰
هیدروکسی آپاتیت کربناته ۱۴ روزه	مشاهده گر ۱	۰	۰	۱	۶
	مشاهده گر ۲	۰	۰	۲	۵

جدول ۲- مقایسه شاخص‌های آماری گروه‌های مداخله توسط مشاهده‌گر اول و دوم

گروه‌ها	مشاهده‌گرها	میانگین	میان
فلوراید ۳ روزه	مشاهده گر ۱	۱/۱۴۲۹	۱,۰۰۰
	مشاهده گر ۲	۱/۲۸۵۷	۱,۰۰۰
هیدروکسی آپاتیت کربناته ۳ روزه	مشاهده گر ۱	۲/۵۷۱۴	۳,۰۰۰
	مشاهده گر ۲	۲/۷۱۴۳	۳,۰۰۰
فلوراید ۷ روزه	مشاهده گر ۱	۱/۴۲۸۶	۱,۰۰۰
	مشاهده گر ۲	۱/۴۲۸۶	۱,۰۰۰
هیدروکسی آپاتیت کربناته ۷ روزه	مشاهده گر ۱	۳/۴۲۸۶	۳,۰۰۰
	مشاهده گر ۲	۳/۴۲۸۶	۳,۰۰۰
فلوراید ۱۴ روزه	مشاهده گر ۱	۱/۱۴۲۹	۱,۰۰۰
	مشاهده گر ۲	۱/۲۸۵۷	۱,۰۰۰
هیدروکسی آپاتیت کربناته ۱۴ روزه	مشاهده گر ۱	۳/۸۵۷۱	۴,۰۰۰
	مشاهده گر ۲	۳/۷۱۴۳	۴,۰۰۰

جدول ۳- نتایج آزمون Kruskal-Wallis

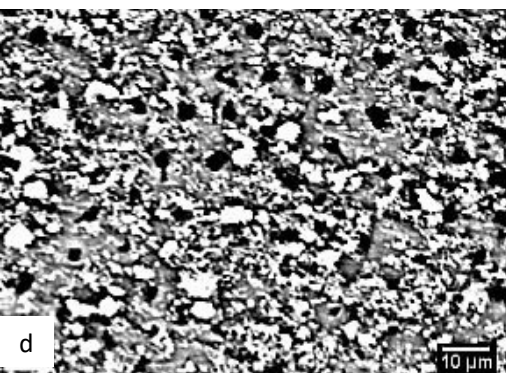
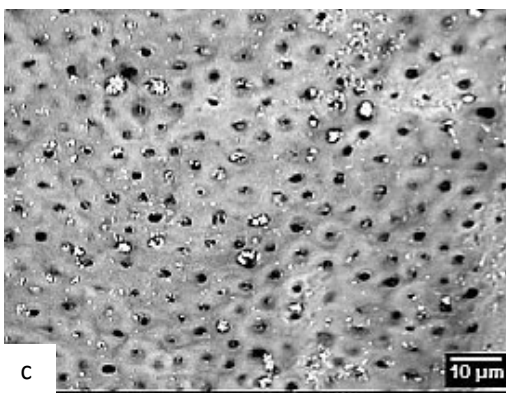
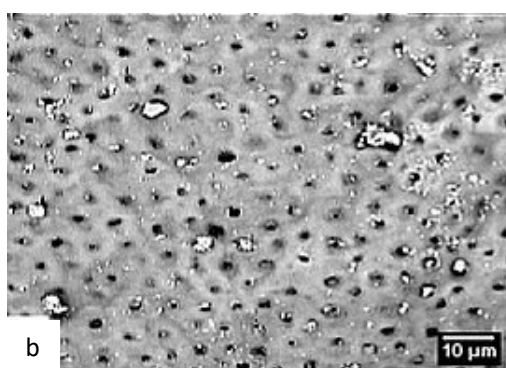
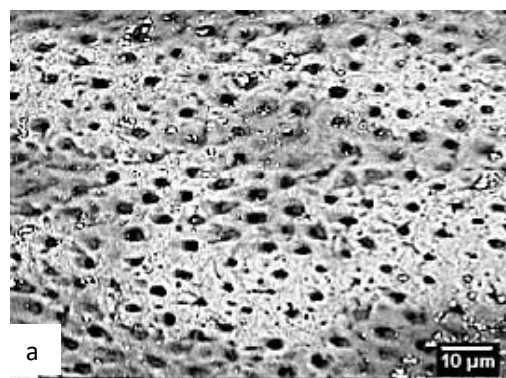
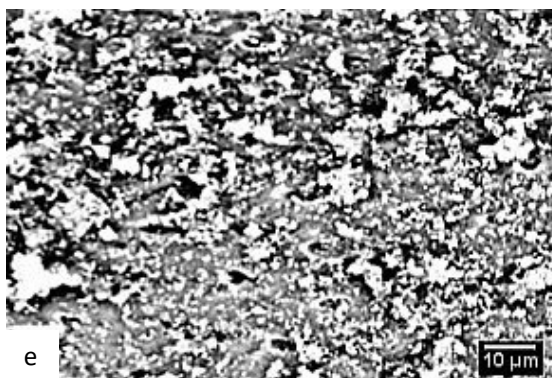
Decision	Sig	Test	Null Hypothesis	
Reject the Null Hypothesis	.000	Independent- Samples Kruskal-Wallis Test	The distribution of Observer 1 is the same across categories of group.	1
Reject the Null Hypothesis	.000	Independent- Samples Kruskal-Wallis Test	The distribution of Observer 2 is the same across categories of group	2

The significance level is .05

جدول ۴- مقایسه دو به دوی گروه‌های درمان با دو نوع خمیردندان حاوی نانوهیدروکسی آپاتیت و فلوراید دار Colgate (آزمون Dunns)

P-value	گروه‌ها
۰/۰۲۴	هیدروکسی آپاتیت کربناته ۳ روزه و فلوراید ۳ روزه
۰/۰۰۴	هیدروکسی آپاتیت کربناته ۷ روزه و فلوراید ۷ روزه
۰/۰۰۰	هیدروکسی آپاتیت کربناته ۱۴ روزه و فلوراید ۱۴ روزه
۰/۲۳۰	هیدروکسی آپاتیت کربناته ۳ روزه و هیدروکسی آپاتیت کربناته ۷ روزه
۰/۰۶۹	هیدروکسی آپاتیت کربناته ۳ روزه و هیدروکسی آپاتیت کربناته ۱۴ روزه
۰/۵۳۷	هیدروکسی آپاتیت کربناته ۷ روزه و هیدروکسی آپاتیت کربناته ۱۴ روزه

سطح معنی‌داری: P=۰/۰۵



شکل ۱- نمونه تصاویر میکروسکوپ الکترونی گروه‌های مختلف با بزرگنمایی  $\times 4500$  -a- خمیردندان فلورایددار ۳ روزه، b- خمیردندان فلورایددار ۷ روزه، c- خمیردندان فلورایددار ۱۴ روزه، d- ۳ روزه خمیردندان، e- ۷ روزه CHA خمیردندان، d- ۱۴ روزه CHA خمیردندان

### بحث و نتیجه‌گیری

حساسیت عاجی یکی از مشکلات بسیار شایع در دندانپزشکی است که در غیاب پوسیدگی، ترک و سایر مشکلات دندان رخ می‌دهد (۱). ناحیه سرویکو باکال دندان‌های پرمولر مستعدترین ناحیه به این حساسیت می‌باشند (۵). یکی از مؤثرترین مکانیسم‌هایی که برای درمان افزایش حساسیت دندان‌های وجود دارد، مسدود کردن توپول‌های عاجی است (۱۱). پتاسیم کلراید به کار رفته در بعضی خمیر دندان‌های تجاری نیز در کاهش حساسیت‌های دندان‌ها در مقایسه با پلاسبو مؤثر بوده‌اند. به نظر می‌رسد این خمیر دندان‌ها از طریق آزاد کردن یون پتاسیم به داخل توپول‌های عاجی و غیر فعال کردن عصب‌های داخل توپولی منجر به کاهش دردهای ناشی از سرما و محرک‌های مکانیکی

دندانی بیماران در این ناحیه مشاهده می‌شود که این مطلب بر قدرت مطالعه حاضر می‌افزاید.

Xia و همکاران (۱۱) نیز در مطالعه‌ای به بررسی اثر ذرات بیواکتیو در درمان حساسیت‌های عاجی پرداختند. در تحقیق آن‌ها، خمیر حاوی ذرات بیواکتیو استرانسیوم جایگزین شونده کلسیم فسفات بر روی قطعات تهیه شده از مولرهای کشیده شده در مقایسه با خمیر حاوی کربوکسی متیل سلولز بدون ذرات بیواکتیو به عنوان گروه کنترل به کار رفت. مطالعه آن‌ها نشان داد که پس از ۳ روز مسواک زدن با خمیر حاوی ذرات بیواکتیو تعدادی از توبول‌ها مسدود شدند و پس از ۷ روز کاملاً یک لایه معدنی آپاتیت سطح توبول‌ها را پوشاند. با این حال در مطالعه ما با توجه به میکروگراف‌های به دست آمده از SEM، تفاوتی در بستن توبول‌ها پس از ۳ و ۷ و ۱۴ روز درمان وجود نداشت. بر اساس نتایج حاضر اثرگذاری سریعتر خمیردندان مورد بررسی مزیت بزرگی نسبت به نمونه‌های مشابه به شمار می‌رود.

Rimondini و همکاران (۱۴) در سال ۲۰۰۷ به بررسی اثر سوسپانسیون آبی نانو کریستاله هیدروکسی آپاتیت بر روی عاج پرداختند. در این مطالعه نمونه‌های عاجی از ریشه دندان‌های تازه کشیده شده گاوی تهیه شدند و پس از جداسازی پرپودنشیم و سمان، نمونه‌ها با ارتوفسفریک اسید به منظور برداشت لایه اسمیر اچ شدند. پس از آن سوسپانسیون HA با یک مسواک بر سطح نمونه‌ها به کار برده شد و نشان داد اعمال این ماده روی قطعات عاجی باعث مسدود شدن توبول‌های عاج پس از ۱۰ دقیقه و منجر به ایجاد یک لایه معدنی روی سطح عاج پس از ۶ ساعت گردید. نتیجه مطالعه حاضر در توافق با یافته این مطالعه می‌باشد. با این حال نمونه‌های تهیه شده در مطالعه ما از سطح سرویکال باکال دندان‌های پرمولر انسانی که مستعدترین ناحیه دندانی به حساسیت هستند تهیه گردید که این نیز از نقاط قوت تحقیق حاضر می‌باشد.

Huang و همکاران (۱۵) در سال ۲۰۰۹ در مطالعه‌ای به بررسی اثر غلظت‌های متفاوت دهانشویه نانو هیدروکسی آپاتیت بر پوسیدگی‌های مینایی پرداختند و دریافتند که این ماده پتانسیل دوباره معدنی سازی ضایعات اولیه مینایی را داراست و همچنین غلظت ۱۰ درصد نانو هیدروکسی آپاتیت را برای بازسازی ضایعات اولیه مینایی مناسب دانستند.

می‌شوند (۱۳). با این حال، مکانیسم بسته شدن توبول‌ها تأثیر قوی‌تر و طولانی‌تری در کاهش حساسیت‌های عاجی دارد (۱۱). هدف از انجام مطالعه حاضر بررسی اثربخشی یک خمیردندان حاوی هیدروکسی آپاتیت کربناته نانو ساختار، ساخت شرکت پردیس پژوهش فناوران یزد در مسدود کردن توبول‌های باز عاجی در مقایسه با خمیر دندان فلوراید Colgate (حاوی ppm ۱۴۵۰ فلوراید) به دنبال مسواک زدن روزانه بود.

ذرات نانو هیدروکسی آپاتیت دارای ساختار کریستالی و مورفولوژی مشابه با کریستال‌های دندان است که امروزه برای رمینرالیزاسیون مینا و کاهش حساسیت عاج مورد استفاده قرار گرفته است (۱).

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که خمیردندان حاوی نانو هیدروکسی آپاتیت پس از ۳ روز استفاده می‌تواند توبول‌های عاجی را در مقایسه با خمیردندان فلوراید دار Colgate به میزان بیشتری مسدود نماید.

یافته‌های این مطالعه، با نتایج مطالعه ی بالینی Vano و همکاران (۱) که با هدف بررسی تأثیر یک خمیر دندان حاوی ذرات نانو هیدروکسی آپاتیت در مقایسه با خمیردندان فلوراید دار به عنوان کنترل در سال ۲۰۱۴ انجام شد همخوانی داشت. Vano و همکاران (۱) مؤثر بودن خمیردندان حاوی نانو هیدروکسی آپاتیت در کاهش حساسیت عاجی را پس از ۲ هفته استفاده روزانه به صورت دو بار در روز هر بار به مدت ۲ دقیقه اثبات کردند. در صورتیکه در مطالعه ما پس از ۳ روز استفاده از خمیردندان حاوی هیدروکسی آپاتیت توبول‌ها بسته شدند و نتیجه درمان ۳ روزه تقریباً مشابه با درمان ۷ روزه و ۱۴ روزه بود. هر چند استمرار استفاده از خمیر دندان حاوی هیدروکسی آپاتیت نانو ساختار موجب افزایش بسته شدن توبول‌های عاج می‌گردد ولی از لحاظ آماری این اختلاف معنی‌دار نبود.

همچنین، یافته‌های مطالعه حاضر با نتیجه مطالعه Hill و همکاران (۱۰) که در سال ۲۰۱۵ به بررسی توانایی دهانشویه حاوی نانو هیدروکسی آپاتیت در بستن توبول‌های عاجی در مقایسه با چند دهانشویه ضد حساسیت رایج پرداختند، همخوانی داشت. مطالعه آن‌ها بر روی قطعات تهیه شده از ۲۵ مولر کشیده شده ماگزایلا و مندیبل بود که در هر گروه درمان ۵ نمونه وجود داشت. در مطالعه حاضر تعداد نمونه‌های هر گروه ۷ نمونه بود و نمونه‌ها از نواحی سرویکوپاکال دندان‌های پرمولر انتخاب شده بودند که بیشترین شیوع حساسیت

پیشگیری از پوسیدگی استفاده می‌شد و بعد از آن به دلیل خواص رمینرالیزه کننده در درمان حساسیت‌های عاجی مورد توجه قرار گرفت. نانوهیدروکسی آپاتیت ترکیبی از کلسیم و فسفات مشابه با ساختار عاج که دارای خواص رمینرالیزه کننده قوی‌تر از محصولات فلوراید بوده و همچنین در کاهش حساسیت‌های عاجی مؤثر بود (۱۸). با این حال در مطالعه آن‌ها اینکه کدام عنصر عامل اصلی کاهش حساسیت پس از درمان بود مشخص نگردید. همچنین نداشتن گروه کنترل از دیگر ضعف‌های این مطالعه بالینی بود. در نهایت با توجه به نتایج مطالعه حاضر به نظر می‌رسد افزودن ذرات نانو هیدروکسی آپاتیت به خمیر دندان، راه مؤثری جهت کاهش حساسیت دندان می‌باشد. خمیردندان هیدروکسی آپاتیت نانو ساختار مورد بررسی در این مطالعه نیز اثرات بسیار خوبی را در مسدود سازی توپول‌های عاجی در زمان بسیار کوتاهی پس از شروع استفاده نشان داد. بر اساس نتایج به دست آمده فرضیه صفر در مطالعه ما رد شد و دو خمیر دندان در این مطالعه در بستن توپول‌های عاجی متفاوت عمل کردند. به گونه‌ای که این میزان در گروه تحت درمان با خمیردندان حاوی هیدروکسی آپاتیت کربناته نانو ساختار بالاتر از گروه تحت درمان با خمیردندان فلوراید بود.

با توجه به نتایج به دست آمده از این مطالعه آزمایشگاهی و با توجه به محدودیت‌های آن، خمیر دندان حاوی هیدروکسی آپاتیت کربناته شده نانو ساختار ایرانی توان مسدود کردن توپول‌های عاجی را در مدت زمانی کوتاه در مقایسه با خمیردندان فلوراید مشابه خارجی داشت.

### تشکر و قدردانی

این طرح تحقیقاتی با شماره ۵۲۱۸ در دفتر ارتباط با صنعت دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد ثبت شده است که بدین وسیله از این دفتر و معاونت پژوهشی دانشگاه که امکان انجام این پروژه را فراهم نمودند کمال تشکر را داریم. همچنین از آقای دکتر حافظی و همکاران ایشان در شرکت پردیس پژوهش فناوران یزد که در طول انجام این پروژه برای تسهیل و انجام هرچه دقیق‌تر مراحل آن نهایت همکاری را مبذول داشتند بسیار سپاسگزاریم.

Roveri و همکاران (۱۶) در سال ۲۰۰۸ به مطالعه اثر نانو کریستال‌های هیدروکسی آپاتیت کربناته بر دوباره معدنی سازی مینا پرداختند. این مطالعه بر روی نمونه‌های مینایی با سایز ۳×۳ میلی متری، به دست آورده شده از سطح پروگزیمال دندان‌های پرمولر کشیده شده به دلایل ارتودنسی انجام شد. نمونه‌ها پس از اچ و شستشو به ۳ گروه تقسیم شدند (گروه درمان شده با خمیردندان حاوی هیدروکسی آپاتیت کربناته، خمیردندان حاوی فلوراید و آب به عنوان گروه کنترل) و برای سه بار در روز به مدت ۱۵ روز با مسواک برقی و مقداری مساوی از خمیر دندان‌ها مسواک گردیدند. آن‌ها نشان دادند که کریستال‌های CHA قادر به ایجاد یک لایه معدنی جدید روی سطح مینا و پوشاندن خراش‌ها و آسیب‌های سطحی هستند. نتیجه مطالعه آن‌ها منجر به طرح یک دیدگاه جدید برای مقابله با حملات اسید و باکتری‌ها گردید. اما در این مطالعات تحقیقی بر روی بستن توپول‌های عاجی و رمینرالیزاسیون آن توسط ذرات نانو هیدروکسی آپاتیت انجام نگردید. بنابراین در مطالعه حاضر به بررسی این اثر پرداخته شده است.

Tschoppe و همکاران (۱۷) در سال ۲۰۱۱ اثر خمیر دندان حاوی نانوهیدروکسی آپاتیت و فلوراید را در رمینرالیزاسیون مینا و عاج دندان گاوی برای ۲ هفته و ۵ هفته مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که اثر معدنی سازی محصولات حاوی نانو هیدروکسی آپاتیت در غلظت‌های مختلف روی عاج بیشتر از مینا بوده است، همچنین اثر نانوهیدروکسی آپاتیت در رمینرالیزاسیون در مقایسه با خمیر حاوی آمین فلوراید بیشتر بود. با این حال در مطالعه ما نتیجه مطلوب پس از ۳ روز درمان با خمیر دندان حاوی هیدروکسی آپاتیت کربناته مشاهده گردید.

در یک مطالعه بالینی در سال ۲۰۱۵، Low و همکاران (۱۸) به بررسی تأثیر یک خمیر دندان حاوی پتاسیم نیترات، سدیم مونوفلوروفسفات و نانو هیدروکسی آپاتیت و آنتی اکسیدان‌ها و عملکرد آن در کاهش حساسیت عاجی پرداختند. درد ناشی از حساسیت به طور بارزی در بازه‌های زمانی ۲ روز و ۲ هفته استفاده از این خمیر دندان کاهش یافت. پتاسیم نیترات موجود در خمیر دندان از طریق تأثیر بر پایانه‌های عصبی و اختلال در عملکرد آن‌ها منجر به کاهش درد و حساسیت گردید. فلوراید و سدیم مونوفلوروفسفات ابتدا به منظور



## منابع:

- 1- Vano M, Derchi G, Barone A, Covani U. Effectiveness of nanohydroxyapatite toothpaste in reducing dentin hypersensitivity: a double blind randomized control trial. *Quint Int.* 2014;45:703-11.
- 2- Kimura Y, Wilder-Smith P, Yonaga K, Matsumoto K. Treatment of dentine hypersensitivity by lasers: a review. *J Clin Periodontol.* 2000;27(10):715-21.
- 3- Irwin CR, McCusker P. Prevalence of dentine hypersensitivity in a general dental population. *J Ir Dent Assoc.* 1997;43(1):7-9.
- 4- Chabanski MB, Gillam DG, Bulman JS, Newman HN. The prevalence, distribution and severity of cervical dentine sensitivity (CDS) in a population of patients referred to a specialist periodontology department. *J Clin Periodontol.* 1996;23(11):989-92.
- 5- Fekrazad R, Hakimiha N. Dentine hypersensitivity control and treatment. *Med Laser J.* 2012;9(3):15-22.
- 6- Martin Addy. Dentine hypersensitivity: New perspectives on an old problem. *International Dental Journal.* 2002;52(S5P2): 367-75.
- 7- Chung G, Jung SJ, Oh SB. Cellular and molecular mechanisms of dentin nociception. *J Dent Res.* 2013;92(11): 948-55.
- 8- Absi EG, Addy M, Adams D. Dentine hypersensitivity. A study of the patency of dentinal tubules in sensitive and non-sensitive cervical dentin. *J Clin Periodont.* 1987;14:280-4.
- 9- Yoshiyama M, Masada J, Ishida H. Scanning electron microscopic characterization of sensitive vs. insensitive human radicular dentin. *J Dent Res.* 1989;68(11):1498-502.
- 10- Hill R, Chen X, Gillam D. In vitro ability of a novel nanohydroxyapatite oral rinse to occlude dentine tubules. *Int J Dent.* 2015;2015:153284.
- 11- Xia W, Qin T, Suska F, Engqvist H. Bioactive spheres: the way of treating dentin hypersensitivity. *ACS Biomater Sci Eng.* 2016;2(5):734-40.
- 12- Hülsmann M1, Heckendorff M, Schäfers F. Comparative in-vitro evaluation of three chelator pastes. *Int Endod J.* 2002;35(8):668-79.
- 13- Orchardson, Robert; Gillam, David G. The Efficacy of Potassium Salts as Agents for Treating Dentine Hypersensitivity. *J Orofac Pain.* 2000;14(1):9-19.
- 14- Rimondini L, Palazzo B, Iafisco M, Canegallo L, Demarosi F, Merlo M, et al. The remineralizing effect of carbonate-hydroxyapatite nanocrystals on dentine. *Mat sci forum.* 2007;539-43.
- 15- Huang S, Gao S, Yu H. Effect of nano-hydroxyapatite concentration on remineralization of initial enamel lesion in vitro. *Biomed. Mater.* 2009;4(3):034104.
- 16- Roveri N, Battistella E, Foltran I, Foresti E, Iafisco M, Lelli M, et al. synthetic biomimetic carbonate-hydroxyapatite nanocrystals for enamel remineralization. *Adv mat res.* 2008;47:821-24.
- 17- Tschoppe P, Zandim DL, Martus P, Kielbassa AM. Enamel and dentine remineralization by nano-hydroxyapatite toothpastes. *J Dent.* 2011;39(6):430-7.
- 18- Low SB, Allen EP, Kontogiorgos ED. Reduction in Dental Hypersensitivity with Nano-Hydroxyapatite, Potassium Nitrate, Sodium Monofluorophosphate and Antioxidants. *Open Dent J.* 2015;(9):92-7.