



Original Article



# Effect of Hydrogen Peroxide and Vinegar Compound on the Optical Behavior of Heat Cure Denture Resins

Farnaz Firouz<sup>1</sup> , Saeed Nikanjam<sup>2,\*</sup> , Armaghan Shahbazi<sup>3</sup>, Zahra Cheraghi<sup>4</sup>, Hadise Torabi<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Dental Implants Research Center, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

<sup>2</sup> Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

<sup>3</sup> Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

<sup>4</sup> Department of Epidemiology, School of Health, Modeling of Noncommunicable Diseases Research Center, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

<sup>5</sup> School of Dentistry, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

## Abstract

### Article history:

Received: 28 April 2022

Revised: 22 June 2022

Accepted: 09 August 2022

ePublished: 14 September 2022

\*Corresponding author: Saeed Nikanjam, Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.  
Email: saeed.nikanjam@umsha.ac.ir



**Background and Objective:** Denture cleansing and disinfecting techniques include mechanical brushing and using ultrasonic units, as well as microwave radiation, in conjunction with various chemical cleansers. The present study investigated the effect of different ratios of vinegar and hydrogen peroxide on the color changes of hard heat acrylic resins.

**Materials and Methods:** This experimental study was conducted on 40 specimens with 3420420 mm dimensions. Samples were divided into four groups: one control group and three experimental groups with a combination of two types of hydrogen peroxide and vinegar with ratios of 1:1, 3:1, and 3:1. Samples were immersed in disinfectant solution for 8 h every day for one month. Afterward, they were subjected to spectrophotometry to evaluate their color properties based on a, b, and L color parameters. The color changes of each sample were then calculated using the  $\Delta E_{00}$  and  $\Delta W$  ID parameters. Data were analyzed using ANOVA and Tukey HSD tests at a significance level of 0.05.

**Results:** The mean and standard deviation of  $\Delta E_{00}$  parameter in vinegar and hydrogen peroxide groups with 3:1, 1:1, and 1:3 ratios, and the control were equal to  $0.75 \pm 0.1$ ,  $0.5 \pm 0.2$ ,  $1.57 \pm 0.2$ , and  $0.03 \pm 0.01$ , respectively. The mean and standard deviation of  $\Delta W$  ID parameter in vinegar and hydrogen peroxide groups with 3:1, 1:1, and 1:3 ratios, and the control group were  $0.7 \pm 0.96$ ,  $0.48 \pm 0.12$ ,  $1.51 \pm 0.47$ , and  $0.09 \pm 0.07$ , respectively.

**Conclusion:** The highest color change and bleaching of base denture resin occurred in the group with the 3:1 ratio of hydrogen peroxide to the vinegar, which was significantly different from other groups ( $P < 0.001$ ) and also higher than the perceptibility threshold.

**Keywords:** Acrylic Resins, Hydrogen Peroxide, Optical Behavior, Vinegar

**Please cite this article as follows:** Firouz F, Nikanjam S, Shahbazi A, Cheraghi Z, Torabi H. Effect of Hydrogen Peroxide and Vinegar Compound on the Optical Behavior of Heat Cure Denture Resins. *Avicenna J Clin Med.* 2022; 29(2): 94-101. DOI: 10.32592/ajcm.29.2.94



## بررسی تأثیر ترکیب هیدروژن پراکساید و سرکه بر رفتار نوری رزین‌های گرما سخت بیس دنچر

فرناز فیروز<sup>۱</sup> ID، سعید نیک انجام<sup>۲\*</sup> ID، ارمان شهبازی<sup>۳</sup>، زهرا چراغی<sup>۴</sup>، حدیثه ترابی<sup>۵</sup>

<sup>۱</sup> گروه پروتزهای دندانی، دانشکده دندان پزشکی، مرکز تحقیقات ایمپلنت های دندانی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران  
<sup>۲</sup> گروه پروتزهای دندانی، دانشکده دندان پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران  
<sup>۳</sup> گروه پروتزهای دندانی، دانشکده دندان پزشکی، واحد تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران  
<sup>۴</sup> گروه اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، مرکز تحقیقات مدل سازی بیماری های غیرواگیر، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران  
<sup>۵</sup> دانشکده دندان پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

## چکیده

**سابقه و هدف:** روش های تمیز و ضد عفونی کردن دنچه های کامل شامل مسواک زدن مکانیکی، استفاده از ابزار آلات اولتراسونیک و میکرو موج ها در ترکیب با تمیزکننده های شیمیایی است. در مطالعه حاضر تأثیر نسبت های مختلف سرکه و پراکساید هیدروژن بر تغییرات رنگ رزین آکریلی گرما سخت بررسی شد.

**مواد و روش ها:** در این مطالعه تجربی ۴۰ نمونه با ابعاد ۳×۲۰×۲۰ میلی متر تهیه شد. نمونه ها به ۴ گروه تقسیم شدند. در گروه کنترل و ترکیب دو نوع ماده هیدروژن پراکساید و سرکه با نسبت ۱:۱، ۱:۳ و ۱:۱ ترکیب شدند. نمونه ها به مدت ۸ ساعت در روز برای یک ماه در محلول ضد عفونی غوطه ور شدند. نمونه ها تحت اسپکتروفوتومتری قرار گرفتند تا خصوصیات رنگی هر کدام از آن ها بر اساس متغیرهای رنگی a و b و L بررسی شوند. سپس تغییرات رنگی هر نمونه با استفاده از پارامترهای ΔE00 و ΔWID محاسبه شدند. داده ها با استفاده از آزمون های آنووا و توکی HSD در سطح معنی داری ۵ درصد تجزیه و تحلیل شدند.

**یافته ها:** میانگین و انحراف معیار پارامتر ΔE00 در گروه سرکه و هیدروژن پراکساید با نسبت ۱:۱، ۱:۳ و ۱:۱ به ۱ و ۳ و ۱ به ۱ و ۳ و ۱ به ۱ به ترتیب ۰/۷۵±۰/۱، ۰/۵±۰/۲، ۱/۵۷±۰/۲ و ۰/۳±۰/۱ بود. میانگین و انحراف معیار پارامتر ΔWID در گروه سرکه و هیدروژن پراکساید با نسبت ۱:۱، ۱:۳ و ۱:۱ به ۱ و ۳ و ۱ به ۱ به ترتیب ۰/۰۹±۰/۰۷، ۱/۰±۰/۴۷، ۰/۰±۰/۴۸/۱۲، ۰/۰±۰/۷/۹۶ بود.

**نتیجه گیری:** بیشترین میزان تغییر رنگ و سفید شدن رنگ رزین بیس دنچر در گروه هیدروژن پراکساید به سرکه ۱:۳ به ۱ اتفاق افتاد که از نظر آماری تفاوت قابل ملاحظه ای (P<0.001) با سایر گروه های مطالعه داشت و بیشتر از آستانه perceptibility بود.

## تاریخچه مقاله:

دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۰۸

ویرایش: ۱۴۰۱/۰۴/۰۱

پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۱۸

انتشار: ۱۴۰۱/۰۶/۲۳

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

\* نویسنده مسئول: سعید نیک انجام، گروه پروتزهای دندانی، دانشکده دندان پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران.  
ایمیل: saeed.nikanjam@umsha.ac.ir

## واژگان کلیدی: رزین های آکریلی، رفتار نوری، سرکه، هیدروژن پراکساید

**استناد:** فیروز، فرناز؛ نیک انجام، سعید؛ شهبازی، ارمان؛ چراغی، زهرا؛ ترابی، حدیثه. بررسی تأثیر ترکیب هیدروژن پراکساید و سرکه بر رفتار نوری رزین های گرما سخت بیس دنچر. مجله پزشکی بالینی ابن سینا، تابستان ۱۴۰۱؛ ۲۹(۲): ۹۴-۱۰۱.

## مقدمه

به دلیل محدودیت های دهانی و قیمت زیاد کمتر مورد توجه قرار می گیرند. پروتز رایج ترین روش برای بازایی عملکرد دندان نظیر جویدن و همچنین زیبایی در بیماران با بی دندانی پارسیل یا کامل به شمار می رود [۱]. با وجود اینکه پیشرفت های زیادی در فناوری پلیمرها صورت گرفته است، هنوز پلی متیل متاکریلات (PMMA) اساسی ترین و رایج ترین ماده در پروتز به شمار می رود

بی دندانی اثرات منفی بر ظاهر (زیبایی)، صحبت کردن و جویدن دارد. جایگزین کردن دندان های ازدست رفته برای حفظ سلامتی و بهبود کیفیت زندگی بسیار اهمیت دارد. برای جایگزین کردن دندان های ازدست رفته روش های مختلفی وجود دارد که عبارت اند از: پروتزهای متکی بر ایمپلنت، بریج های متکی بر دندان و پروتزها [۱]. با این حال، برخی موارد نظیر ایمپلنت های دندانی

[۱]. PMMA از نظر خصوصیات نوری شفاف و ترموپلاستیکی است. کاربرد آسان، سهولت تعمیر و قابلیت پالیش شدن آن باعث شده است از PMMA برای کاربردهای مختلفی در پروتز استفاده شود [۱].

با وجود مزایای متعدد، PMMA معایبی از قبیل مقاومت کششی و استحکام ضربه‌ای کم دارد [۲]. نتایج حاصل از مطالعات متعدد حاکی از شکسته شدن تعداد بسیار زیادی (۷۶ درصد) از بیس‌های پروتزا بعد از ۲ تا ۳ سال استفاده مداوم است [۱]. البته این موضوع ممکن است ناشی از فشارهای مداوم و طولانی وارد شده به این پلیمرها در اثر جویدن یا فشارهای ناخواسته شدید باشد [۱]. از طرف دیگر، چون رزین‌ها در دهان با شرایط مختلف و میکروبیوم‌های دهانی در ارتباط هستند، باید خصوصیات مکانیکی مناسبی داشته باشند [۲]. علاوه بر این، تمیز کردن پروتزا مشکل است و احتمال آلودگی و همچنین تغییر رنگ آن‌ها وجود دارد [۴، ۵]. مواد شیمیایی ضدعفونی‌کننده علاوه بر خاصیت میکروبی‌کشی، بر ویژگی‌های فیزیکی و نوری مواد سازنده دنچر (آکریل‌های رزینی در پروتز کامل و پارسیل) مانند رنگ و خشونت سطحی نیز تأثیر می‌گذارند. تغییر رنگ رزین از جمله مشکلات گزارش شده توسط بیماران است [۶]. ثبات رنگ دنچر عامل اصلی موفقیت یا شکست درمان است. ممکن است بیمار با وجود راحتی و عملکرد مناسب دنچر، به دلیل تغییر رنگ خواستار تعویض آن باشد [۷].

برای از بین بردن بیوفیلم دنچر چندین راهکار معرفی شده‌اند که در دو گروه روش‌های مکانیکی و شیمیایی طبقه‌بندی می‌شوند. روش‌های شیمیایی پاک‌سازی شامل غوطه‌وری دنچر در محلول‌هایی با خواص پاک‌کنندگی، ضدباکتری و ضدقارچ است که می‌توان این محلول‌ها را به‌تنهایی یا همراه با اعمال مکانیکی مانند مسواک زدن و دستگاه‌های التراسونیک به کار برد [۸، ۹]. پاک‌سازی رزین‌های آکریلی به شیوه مکانیکی به دلیل ماهیت متخلل آن‌ها دشوار است و موجب ناکارآمدی این روش در کنترل گسترش عفونت در دهان می‌شود. لذا غوطه‌وری در محلول‌های ضدعفونی‌کننده شیمیایی به‌عنوان روشی مؤثر در پاک‌سازی سطح دنچر استفاده می‌شود که در میان این محلول‌ها، گلوآرالدهید و سدیم هیپوکلریت بیشترین استفاده را دارند [۱۰-۱۱].

هر یک از محلول‌های پیشنهاد شده برای ضدعفونی مزایا و معایب خاص خود را دارند. سرکه یک محلول اسید استیک ارزان است که سمیت کمی دارد و به‌راحتی در دسترس است. اثربخشی آن بر میکروارگانیسم‌هایی مانند کاندیدا آلبیکنز، استرپتوکوک موتانس، استافیلوکوک اورئوس، اشرشیاکلی و باسیلوس سابیلی ثابت شده است [۱۲]. از طرف دیگر، پاک‌کننده‌های پراکساید حاوی مواد شیمیایی فعال شامل عوامل اکسیدکننده هستند. محلول‌های پراکساید با تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن عمل می‌کنند که بسیار واکنش‌پذیر هستند. این پاک‌کننده‌ها حاوی مواد

قلیایی و اسیدی هستند.

پروتزهای متحرک کامل یا پارسیل رزین آکریلی از درمان‌های رایج به‌خصوص در بین بیماران مسن هستند. از آنجاکه این بیماران به‌طور معمول به دلیل کهولت سن برای ضدعفونی کردن دنچرهایشان نمی‌توانند به‌طور کامل و موفق عمل کنند، رعایت بهداشت دنچر در این افراد اهمیت بیشتری دارد. روش‌های مکانیکی در بیماران مسن‌تر به‌طور کامل پاسخگو نیست و باید در کنار آن از روش‌های شیمیایی نیز کمک گرفته شود. یکی از این روش‌های پیشنهاد شده، استفاده از سرکه و هیدروژن پراکساید است. به دلیل آنکه محلول‌های ضدعفونی به‌طور کلی روی برخی از ویژگی‌های سطحی پروتزا تأثیر می‌گذارد و موجب خشن شدن و تغییر رنگ آن‌ها می‌شود، نارضایتی بیمار را به دنبال خواهد داشت. لذا لازم است محلول ضدعفونی‌کننده مؤثر و در عین حال با کمترین امکان تغییر در پروتز شناسایی شود. به دلیل مقرون‌به‌صرفه و مؤثر بودن سرکه و هیدروژن پراکساید این دو ماده برای بررسی انتخاب شدند. هدف مطالعه حاضر تأثیر نسبت‌های مختلف سرکه و پراکساید هیدروژن بر تغییرات رنگ رزین آکریلی گرما سخت است.

## روش کار

### تعیین حجم نمونه

این مطالعه از نوع تجربی-آزمایشگاهی بود. تعداد نمونه در هر گروه ۱۰ مورد بود که در نهایت تعداد نمونه به ۴۰ مورد رسید. برای تعیین حجم نمونه در سطح اطمینان ۹۵ درصد از مطالعه مشابه [۱۳] استفاده شد.

### آماده سازی نمونه‌ها

پس از خارج شدن نمونه‌هایی که ابعاد آن‌ها به هر دلیلی با ابعاد در نظر گرفته شده (۲۰×۲۰×۳ میلی‌متر) مغایرت داشت و نمونه‌هایی که ترک و شکستگی واضح داشت، نمونه‌ها به صورت تصادفی در گروه‌های مختلف شامل یک گروه به‌عنوان کنترل و سه گروه دیگر در سه نسبت مختلف ترکیب (ترکیب دو نوع ماده هیدروژن پراکساید و سرکه با نسبت ۱:۱، نسبت ۱:۳ و نسبت ۱:۴) قرار گرفتند. آکریل استفاده شده در این مطالعه آکریل آلمانی بایر (Meliodent, Bayer Dental, UK) بود که به‌طور گسترده در اروپا استفاده می‌شود. ۷ قطعه با مفل‌گذاری دقیق با استفاده از اسلب شیشه‌ای تهیه شد. بدین گونه که در قسمت تحتانی مفل گچ سفید (پارس دندان-تهران) ریخته و یک اسلب شیشه‌ای در قسمت تحتانی روی گچ قرار داده شد. پس از سخت شدن گچ و کاربرد فاصله‌انداز (بیوفیلم) روی گچ، مولدهای فلزی با ابعاد ۶۰ در ۴۰ میلی‌متر با ضخامت ۳ میلی‌متر روی سطح شیشه چسبانده شد. سپس اسلب شیشه‌ای دیگری روی مولدها قرار داده و گچ نیمه فوقانی (مولد استون تیپ III، پارس دندان-تهران) ریخته شد، به‌طوری‌که گچ فقط دور تا دور مولدهای فلزی را گرفت. پس از

برای محاسبه میزان تغییر رنگ نمونه‌ها پس از غوطه‌وری در هر محلول از فرمول (CIEDE2000) ( $\Delta E_{00}$ ) استفاده شد. از فرمول زیر برای محاسبه میزان تغییر رنگ استفاده شد: [۱۵]

$$\Delta E_{00} = \sqrt{\left(\frac{\Delta L'}{K_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_H}\right)^2} + R_T \frac{\Delta C'}{K_C S_C} \frac{\Delta H'}{K_H S_H}$$

در مطالعات برای مقایسه مقادیر  $\Delta E_{00}$  با آستانه قابل پذیرش بودن، میزان تغییر رنگ را  $1/8$  در نظر می‌گیرند که مقادیر بیشتر از این میزان به‌عنوان غیر قابل پذیرش به حساب می‌آید [۱۵]. مقادیر تغییر رنگ برابر با  $1/8$  و بیشتر از  $1/8$  به‌عنوان مقادیر غیر قابل قبول از نظر کلینیکی به حساب می‌آیند. همچنین برای مقایسه مقادیر  $\Delta E_{00}$  با آستانه قابل درک بودن، میزان تغییر رنگ را  $0/8$  در نظر می‌گیرند که مقادیر بیشتر از این میزان به‌عنوان قابل درک به حساب می‌آید [۱۵]. مقادیر تغییر رنگ برابر با  $0/8$  و بیشتر از  $0/8$  به‌عنوان مقادیر قابل درک از نظر کلینیکی به حساب می‌آیند. همچنین به‌منظور ارزیابی تغییرات سفید شدن نمونه‌های  $\Delta WI_D$  از فرمول زیر استفاده شد: [۱۶]

$$\Delta WI_D = WI_{Dj} - WI_{Di}$$

$$WI_D = 0.511L^* - 2.324a^* - 1.100b^*$$

در این مطالعه از آستانه قابل درک بودن ( $\Delta WI_D = 0/7$ ) و قابل پذیرش بودن ( $\Delta WI_D = 2/6$ ) برای ایندکس سفید شدن استفاده شد [۱۷].

### تجزیه و تحلیل داده‌ها

به‌منظور تعیین میانگین تغییرات رنگ و ایندکس سفید شدن از آمار توصیفی [شاخص‌های مرکزی (میانگین) و پراکندگی (انحراف معیار)] در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد. همچنین برای مقایسه میانگین تغییرات رنگ و ایندکس سفید شدن در زیرگروه‌های بررسی شده از آزمون آنووا و آزمون تعقیبی توکی HSD IBM SPSS در سطح معنی‌داری ۵ درصد استفاده شد. از نرم‌افزار IBM SPSS Statistics نسخه ۲۲ برای تجزیه و تحلیل آماری استفاده شد.

### نتایج

ابتدا توزیع داده‌های مربوط به پارامتر تغییر رنگ و ایندکس سفید شدن از نظر نرمال بودن یا نبودن با استفاده از آزمون کولموگوروف اسمیرنوف بررسی شد. طبق نتایج این آزمون داده‌های هر دو پارامتر تغییر رنگ ( $P=0/119$ ) و ایندکس سفید شدن ( $P=0/068$ ) توزیع نرمال داشتند. میانگین تغییر رنگ سطحی و ایندکس سفید شدن رزین‌های آکریلی گرما سخت بیس دنچر در گروه‌های مختلف (ترکیب‌های مختلف پراکساید هیدروژن و سرکه) محاسبه شد که نتایج در جدول ۱ و ۲ آمده است. برای بررسی اختلاف بین گروه‌های مطالعه از نظر پارامتر تغییر رنگ ( $\Delta E$ ) و ایندکس سفید شدن ( $WI$ ) از تحلیل آنووا استفاده شد. نتایج این

سخت شدن گچ دوم، درحالی‌که اسلب شیشه‌ای در جای خود قرار داشت، گچ مرحله سوم ریخته و در مفل بسته شد و تحت فشار قرار گرفت تا گچ سخت شود. به این طریق نمونه‌های آکریلی در قسمت‌های تحتانی و فوقانی با اسلب‌های شیشه‌ای محصور شد. هدف از انجام این نوع مفل‌گذاری تهیه نمونه‌های کاملاً صیقلی بود. سپس خمیر آکریل آماده و درون مولدها قرار گرفت [۱۴].

پس از انجام مراحل آکریل‌گذاری و بستن مفل‌ها و packing نهایی، مفل در دستگاه پخت (Kavo EVL, Type556, Germany) قرار گرفت و به مدت ۹ ساعت در دمای  $70^\circ\text{C}$  درجه سانتی‌گراد به روش کند پلیمریزه شد. نمونه‌ها در آب مقطر با حرارت  $13 \pm 37^\circ\text{C}$  درجه سانتی‌گراد به مدت  $50 \pm 2$  دقیقه به‌منظور آزادسازی مونومر آزاد قرار گرفتند. سپس با دستگاه برش ۷ قطعه با دیسک الماسی با خنک کردن محل برش با آب (طوری که هنگام برش دما بیشتر از  $30^\circ\text{C}$  درجه سلسیوس نشود) به قطعات مساوی با طول و عرض  $20$  در  $20$  میلی‌متر و ضخامت  $3$  میلی‌متر ( $20 \times 20 \times 3$ ) بریده شد و با کاغذ سنباده متالوگرافی (Matador, Germany) دارای زبری (گرید) تقریبی  $30$  میکرون ( $p500$ )،  $18$  میکرون ( $p1000$ ) و  $15$  میکرون ( $p1200$ ) پرداخت شد. همه نمونه‌های آزمون در دمای اتاق ( $23 \pm 2^\circ\text{C}$  درجه سلسیوس) و رطوبت نسبی ( $50 \pm 10$  درصد) آماده شدند. نمونه‌ها برای دستیابی به ابعاد مدنظر با استفاده از پروتکل پالیش استاندارد (Shofu kit, Japan) پالیش شدند.

### غوطه‌ورسازی نمونه‌ها

حجم ماده ضدعفونی برای تمام نمونه‌ها  $100$  سی سی بود. روش غوطه‌وری به این صورت بود که هر نمونه  $8$  ساعت داخل ترکیب مربوطه قرار گرفت. سپس از درون ماده ضدعفونی‌کننده خارج و شستشو داده شد. در این زمان نمونه‌ها داخل آب مقطر به مدت  $16$  ساعت قرار گرفتند و هر روز ماده ضدعفونی‌کننده تعویض و دوباره این کار تکرار شد. این کار به مدت یک ماه انجام شد و نمونه‌ها برای اندازه‌گیری تغییر رنگ آماده شدند.

### ارزیابی تغییر رنگ

از دستگاه اسپکتروفوتومتر (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany) برای اندازه‌گیری پارامترهای رنگی  $a^*$ ،  $b^*$  و  $L$  استفاده شد (۱۳). اندازه‌گیری‌های قبل از غوطه‌وری به صورت  $a_i^*$ ،  $b_i^*$  و  $L_i$  و اندازه‌گیری‌های پس از غوطه‌وری به صورت  $a_j^*$ ،  $b_j^*$  و  $L_j$  ثبت شدند. همچنین از یک positioning jig برای ثابت نگه داشتن نمونه‌ها استفاده شد. positioning jig با استفاده از پوتی ساخته شد و نمونه‌ها درون آن قرار گرفت. positioning jig با داشتن یک حفره در مرکز از یک طرف باعث می‌شد رنگ تنها در یک نقطه خاص از نمونه‌ها (مرکز نمونه) بررسی شود و از طرف دیگر باعث می‌شد نور محیط تأثیری بر میزان رنگ محاسبه‌شده با دستگاه نداشته باشد [۱۴].

جدول ۱: میانگین تغییرات رنگ ( $\Delta E$ ) رزین‌های آکریلی گرما سخت بیس دنچر در گروه‌های بررسی شده

نوع ترکیب	میانگین تغییر رنگ سطحی	انحراف معیار تغییر رنگ سطحی	حداقل	حداکثر
نسبت سرکه ۳ و هیدروژن پراکساید ۱	۰/۷۵۱	۰/۱۰۱	۰/۵۸	۰/۸۹
نسبت سرکه ۱ و هیدروژن پراکساید ۳	۱/۵۷	۰/۲۱۶	۱/۳	۲
نسبت سرکه ۱ و هیدروژن پراکساید ۱	۰/۵۰۸	۰/۲۰۴	۰/۳	۰/۹۳
گروه کنترل	۰/۰۳۹	۰/۱۰۶	۰	۰/۳۴

جدول ۲: میانگین تغییرات ایندکس سفید شدن ( $\Delta WI$ ) رزین‌های آکریلی گرما سخت بیس دنچر در گروه‌های بررسی شده

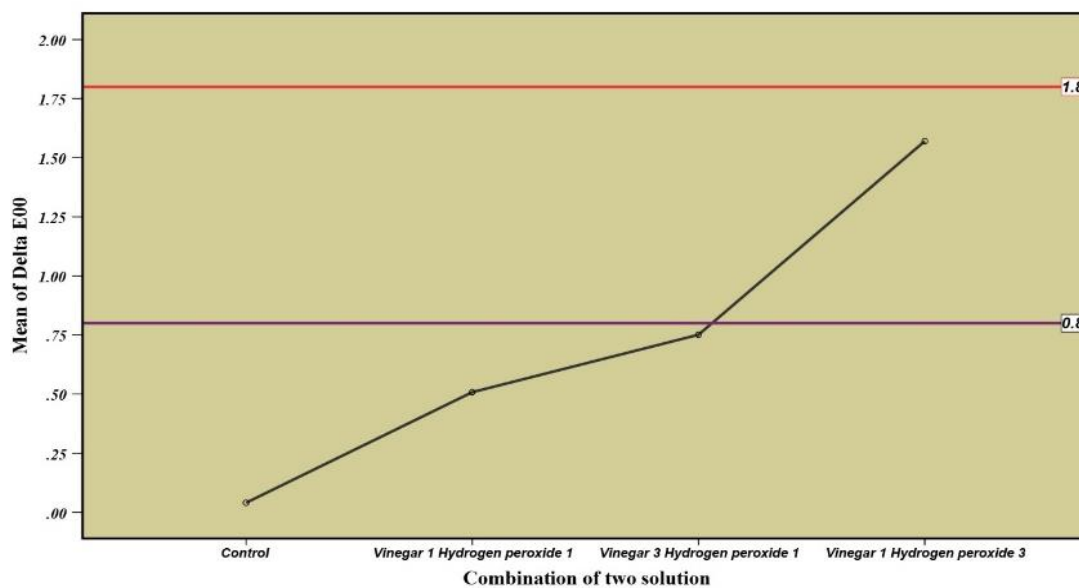
نوع ترکیب	میانگین تغییر ایندکس سفید شدن	انحراف معیار تغییر رنگ سطحی	حداقل	حداکثر
نسبت سرکه ۳ و هیدروژن پراکساید ۱	۰/۷۰۲	۰/۹۶۳	۰/۵۵	۰/۸۶
نسبت سرکه ۱ و هیدروژن پراکساید ۳	۱/۵۱	۰/۴۷۹	۰/۹	۲/۳
نسبت سرکه ۱ و هیدروژن پراکساید ۱	۰/۴۸	۰/۱۲۷	۰/۲۳	۰/۷
گروه کنترل	۰/۰۹۸	۰/۰۷۸	۰	۰/۲

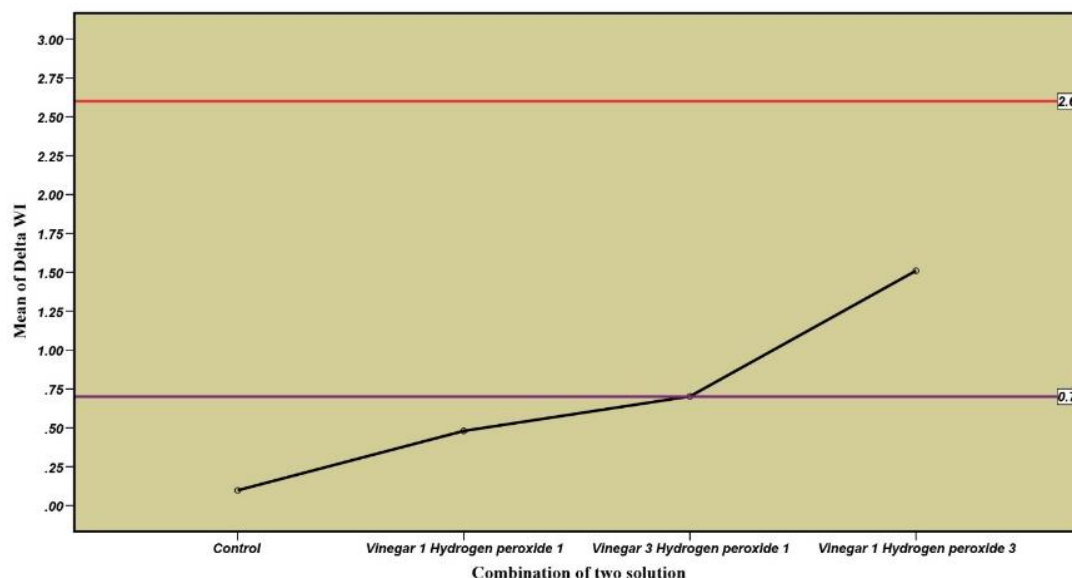
طبق نتایج به دست آمده از مقایسه دوبه‌دوی زیرگروه‌ها از نظر متغیر تغییر رنگ ( $\Delta E$ )، تمامی گروه‌ها تفاوت آماری معنی‌داری با یکدیگر داشتند ( $P < 0/001$ ). همچنین از نظر متغیر ایندکس سفید شدن ( $WI$ ) تمامی گروه‌ها تفاوت آماری معنی‌داری با یکدیگر داشتند ( $P < 0/001$ ). فقط دو زیرگروه با نسبت سرکه ۳ و هیدروژن پراکساید ۱ و نسبت سرکه ۱ و هیدروژن پراکساید ۱ تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. مقایسه میانگین متغیرهای  $\Delta E$  و  $WI$  با آستانه‌های قابل درک و قابل پذیرش از نظر کلینیکی در شکل‌های ۱ و ۲ آمده است.

آزمون در جدول ۳ آمده است. برای بررسی دوبه‌دوی گروه‌ها از آزمون تعقیبی توکی HSD برای هر یک از متغیرهای  $\Delta E$  و  $WI$  استفاده شد.

جدول ۳: تحلیل آنووا برای متغیرهای تغییر رنگ ( $\Delta E$ ) و ایندکس سفید شدن ( $WI$ )

متغیر	Sum of squares	df	Mean squares	P
$\Delta E$	۱۲/۳۰۹	۳	۴/۱۰۳	۰/۰۰۱
$WI$	۱۰/۶۶۹	۳	۳/۵۵۶	۰/۰۰۱

شکل ۱: مقایسه میانگین متغیر  $\Delta E$  با آستانه‌های قابل درک و قابل پذیرش از نظر کلینیکی



شکل ۲: مقایسه میانگین متغیر WI با آستانه‌های قابل درک و قابل پذیرش از نظر کلینیکی

## بحث

Özdoğan و همکاران نشان دادند استفاده از سرکه باعث ایجاد تغییر رنگ زیادی در رزین‌های آکریلی می‌شود. نتایج این مطالعه نشان داد تأثیر تغییر رنگ ناشی از سرکه به‌عنوان پاک‌کننده طبیعی دنچرها بیشتر از دهان‌شویه‌های لیستترین و کولگیت (Colgate) است. آن‌ها همچنین نشان دادند بیشترین تغییر در خشونت سطحی و استحکام نمونه‌ها نیز در گروه سرکه اتفاق می‌افتد [۱۹]. با این حال، تفاوت مطالعه Özdoğan و همکاران با مطالعه حاضر در نحوه غوطه‌ورسازی نمونه‌ها بود و اینکه بیشترین میزان تغییر رنگ هنگامی اتفاق افتاد که از نسبت ۳ به ۱ هیدروژن پراکساید به سرکه استفاده شد. در مطالعه حاضر غوطه‌ورسازی به مدت یک ماه و هر روز به مدت ۸ ساعت انجام شد [۱۹]، ولی در مطالعه Özdoğan و همکاران غوطه‌ورسازی به صورت مداوم طی ۷۲ ساعت انجام شد. از طرف دیگر، در مطالعه حاضر علاوه بر ایندکس تغییر رنگ، از ایندکس سفید شدن به‌منظور بررسی بیشتر تغییرات رزین‌های بیس دنچر استفاده شد. پس از اندازه‌گیری رنگ از طریق اسپکتروفوتومتر، محققان از فرمول تفاوت رنگ برای ارزیابی مقدار تغییر رنگ استفاده کردند؛ بنابراین، دقت مطالعات رنگ به توانایی فرمول تفاوت رنگ بستگی دارد که با میانگین پاسخ‌های بصری ناظران مرتبط است [۲۰]. اولین فرمول برای محاسبه تفاوت رنگ در سال ۱۹۷۶ ارائه شد. فرمول تفاوت رنگ CIE76 به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\Delta E_{76} = \sqrt{(L^*_2 - L^*_1)^2 + (a^*_2 - a^*_1)^2 + (b^*_2 - b^*_1)^2}$$

مقادیر تغییر رنگ که با فرمول تفاوت رنگ CIE76 محاسبه می‌شود، متغیر است و به کروما بستگی دارد [۲۱]. از این رو فرمول جدید تفاوت رنگ CIEDE2000 ( $\Delta E_{00}$ ) معرفی شد.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد ترکیب سرکه و هیدروژن پراکساید بر رنگ و ایندکس سفید شدن آکریل بیس دنچر تأثیرگذار است. کمترین میزان تغییر رنگ در گروه کنترل و بیشترین میزان در گروه سرکه و هیدروژن پراکساید با نسبت ۱ به ۳ مشاهده شد. کمترین میزان ایندکس سفید شدن در گروه کنترل و بیشترین میزان در گروه سرکه و هیدروژن پراکساید با نسبت ۱ به ۳ مشاهده شد.

تمیز کردن پروتزها به دو روش مکانیکی و شیمیایی انجام می‌شود. روش‌های مکانیکی در بیماران مسن‌تر به‌طور کامل پاسخگو نیست و باید در کنار آن از روش‌های شیمیایی نیز کمک گرفته شود. در این راستا، Gornitsky و همکاران نشان دادند در افراد مسن هماهنگی عصبی و عضلانی کمتری وجود دارد و در نتیجه آن‌ها قادر به تمیز کردن کامل دنچرهای خود نیستند. لذا با توجه به اینکه بیشتر افراد استفاده‌کننده از پروتزها افراد مسن هستند، استفاده از ترکیبات شیمیایی برای تمیز کردن دنچر ضرورت دارد [۱۸]. از این رو در مطالعه حاضر نیز تأثیر ترکیبات شیمیایی بررسی شد. در این مطالعه حاضر برای ثابت نگه داشتن نمونه‌ها از positioning jig استفاده شد. Positioning jig با استفاده از پوتی ساخته شد و نمونه‌ها درون آن قرار گرفتند. positioning jig با داشتن یک حفره در مرکز از یک طرف باعث می‌شد رنگ تنها در یک نقطه خاص از نمونه‌ها (مرکز نمونه) بررسی شود و از طرف دیگر باعث می‌شد نور محیطی تأثیری بر میزان رنگ محاسبه‌شده با دستگاه نداشته باشد [۱۴]. نتایج مطالعه حاضر نشان داد تغییر رنگ و میزان سفید شدن رزین‌های آکریلی در گروه‌هایی که در آن‌ها از سرکه و پراکسید هیدروژن استفاده شده بود، نسبت به گروه کنترل بیشتر بود.

فرمول  $\Delta E_{00}$  نه تنها شامل توابع روشنایی، رنگ و اشباعیت رنگ است، بلکه اصطلاحی تعاملی بین تفاوت رنگ و رنگ برای بهبود عملکرد رنگ‌های آبی و خاکستری است. بر این اساس، در تحقیق حاضر مقدار  $\Delta E_{00}$  پس از اسپکتروفتومتری نمونه‌ها با ثبت  $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$  محاسبه شد. بر اساس گزارش‌های مختلف، فرمول CIEDE2000 تعادل عالی برای تعیین تغییرات رنگ را نشان می‌دهد. برتری در ارزیابی تغییر رنگ با CIEDE2000 به یکنواختی در ارزیابی‌ها در مقایسه با فرمول CIELAB مربوط می‌شود [۲۲، ۲۰]. تحقیقات مختلف گزارش کرده‌اند CIEDE2000 همبستگی عالی بین تغییرات رنگ درک شده و ارزیابی‌شده را تضمین می‌کند. با توجه به موارد فوق، از فرمول CIEDE2000 برای تعیین مقادیر تغییر رنگ در مطالعه حاضر استفاده شد.

برخلاف مطالعه حاضر، Araújo و همکاران نشان دادند استفاده از سرکه سفید ۳۰ درصد حجمی تأثیری بر خشونت سطحی و تغییرات رنگ رزین‌های آکرلی ندارد. در این مطالعه نیز همچون مطالعه حاضر از روش اسپکتروفتومتری برای ارزیابی تغییرات رنگ استفاده شد. با این حال، مدت زمان غوطه‌ورسازی در این مطالعه تنها ۳۰ دقیقه بود که بسیار کمتر از مطالعه حاضر بود. همچنین ابعاد نمونه‌ها و نوع سرکه استفاده‌شده در دو مطالعه متفاوت بود که بر نتایج تأثیرگذار است [۲۳]. در تأیید این مدعا، Hong و همکاران نشان دادند با افزایش مدت زمان غوطه‌ورسازی در محلول‌های ضد عفونی، میزان تغییر رنگ نمونه‌ها به میزان قابل توجهی افزایش می‌یابد [۲۴].

هیدروژن پروکسیداز همراه با کربامید پراکسیداز از ترکیبات رایج در بلیچینگ دندان‌ها به شمار می‌روند. این ترکیب به داخل ساختار کریستالی لوله‌مانند مینا نفوذ و در رنگ‌دانه‌ها رسوب می‌کند و بین منشورهای مینا اکسید می‌کند. با گذشت زمان، مواد اکسیدکننده به داخل عاج دندان نفوذ می‌کند که در لایه زیرین مینا قرار دارد و رنگ آن نیز روشن‌تر می‌شود [۲۶، ۲۵]. Kazanji و همکاران [۲۷] تأثیرات مواد تمیزکننده را بر خصوصیات دنچر بررسی کردند. در این مطالعه آزمایشگاهی مشخص شد استفاده از هیدروژن پروکسیداز که به‌عنوان ماده بلیچینگ شناخته می‌شود، باعث کاهش دانسیته نوری نمونه‌های آکرلی می‌شود. از این جهت این مطالعه با مطالعه حاضر همسو است که گروه‌های دارای هیدروژن پراکسید بیشتر، میزان تغییر رنگ بیشتر و سفید شدن بیشتری را داشتند.

Aziz و همکاران نیز نشان دادند هیپوکلریت سدیم به میزان بیشتری از سرکه در افزایش خشونت سطحی آکرلی‌ها نقش دارد [۲۸]. با توجه به اثر خورندگی زیاد هیپوکلریت سدیم، در مطالعه حاضر از هیدروژن پراکسید برای ترکیب با سرکه استفاده شد؛ چراکه هیدروژن پراکسید اثرات خورندگی کمتری نسبت به هیپوکلریت سدیم دارد [۲۹]. اسیدسیتریک مهم‌ترین

ترکیب موجود در سرکه است. در نتیجه، سرکه خاصیت اسیدی دارد که باعث هیدرولیز بین پلیمرهای موجود در سطح رزین می‌شود و در نتیجه مونومرها آزاد می‌شوند. لذا سرکه خاصیت خورندگی آکرلی را دارد و باعث هیدرولیز شیمیایی پلیمر آکرلی می‌شود [۳۰]. در نتیجه تغییر در خشونت سطحی، اتصال میکروارگانسیم‌ها، مواد غذایی و رنگ‌دانه‌ها (در شرایط بالینی و آزمایشگاهی) تسهیل می‌شود که نتیجه آن کاهش ثبات رنگ نمونه‌هاست. از طرف دیگر، به نظر می‌رسد هنگامی که از نسبت‌های بیشتر هیدروژن پراکسیداز در ترکیب با سرکه استفاده می‌شود، باعث تأثیر سینزیک و افزایش میزان تغییر رنگ و در واقع سفیدتر شدن رنگ آکرلی‌های بیس دنچر می‌شود.

از معایب این مطالعه، آزمایشگاهی بودن آن است. شرایط داخل دهان با شرایط ایجادشده در آزمایشگاه متفاوت است. بزاق در دهان عامل مهمی است که بر رنگ دندان‌ها/رزین‌ها اثر می‌گذارد. همچنین خصوصیات بزاق نظیر غلظت، ویسکوزیته، سرعت جریان و ... از عواملی است که در شرایط آزمایشگاهی قابل شبیه‌سازی نیست. در نتیجه ممکن است نتایج این مطالعه به‌طور دقیق اثرگذاری ترکیبات استفاده‌شده در این مطالعه شامل سرکه و پراکسید هیدروژن را بر بیماران نشان ندهد. البته استفاده از بزاق مصنوعی به جای آب مقطر پیشنهاد می‌شود؛ چراکه ترکیبات بزاق مصنوعی به‌گونه‌ای است که حتی‌الامکان می‌تواند شرایط داخل دهان را شبیه‌سازی کند.

### نتیجه‌گیری

بیشترین میزان تغییر رنگ و سفید شدن رنگ رزین بیس دنچر در گروه هیدروژن پراکسید به سرکه ۳ به ۱ اتفاق افتاد که از نظر آماری تفاوت قابل ملاحظه‌ای با سایر گروه‌های مطالعه‌شده دارد و بیشتر از آستانه ادراک‌پذیری (perceptibility) قرار می‌گیرد. همچنین هنگام استفاده از ترکیب سرکه و هیدروژن پراکسید به‌منظور ضد عفونی کردن بیس دنچر، با افزایش غلظت هیدروژن پراکسید، میزان تغییر رنگ نیز افزایش یافت.

### تشکر و قدردانی

این مقاله از پایان‌نامه دوره دکتری حرفه‌ای دندان پزشکی دانشگاه علوم پزشکی همدان در قالب طرح شماره ۹۹۰۵۲۱۳۲۸۴ گرفته شده است. بدین وسیله نویسندگان از حمایت معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه تشکر و قدردانی می‌کنند.

### تضاد منافع

نتایج این مطالعه با منافع نویسندگان در تعارض نیست.

### ملاحظات اخلاقی

این مطالعه از کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی همدان با شناسه IR.UMSHA.REC.1399.426 تأییدیه دارد.

روش‌شناسی طرح (۵ درصد)؛ نویسنده پنجم (پژوهشگر اصلی): جمع‌آوری نمونه‌ها و داده‌ها (۵ درصد).

### حمایت مالی

این طرح از سوی معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی همدان حمایت مالی شده است.

### سهم نویسندگان

نویسنده اول (پژوهشگر اصلی): طراحی پروژه، نگارش بخش‌های مختلف طرح، ویرایش علمی مقاله (۴۰ درصد)؛ نویسنده دوم (پژوهشگر همکار): مسئول مکاتبات، مشارکت در نگارش بخش‌های مختلف طرح، نگارش مقاله (۴۰ درصد)؛ نویسنده سوم (پژوهشگر اصلی): مشارکت در تدوین چارچوب اصلی پروژه (۱۰ درصد)؛ نویسنده چهارم (پژوهشگر همکار): تحلیلگر آماری، نگارش بخش

## REFERENCES

- Robinson JG, McCabe JF. Impact strength of acrylic resin denture base materials with surface defects. *Dent Mater.* 1993;9(6):355-60. PMID: 7988767 DOI: 10.1016/0109-5641(93)90056-v
- Avila-Herrera CA, Gómez-Guzmán O, Almaral-Sánchez JM, Yáñez-Limón J, Muñoz-Saldana J, Ramírez-Bon R. Mechanical and thermal properties of SiO<sub>2</sub>-PMMA monoliths. *J Non Cryst Solids.* 2006;352(32-35):3561-6. DOI: 10.1016/j.jnoncrysol.2006.02.125
- Assery M, Sugrue PC, Graser GN, Eisenberg AD. Control of microbial contamination with commercially available cleaning solutions. *J Prosthet Dent.* 1992;67(2):275-7. PMID: 1538340 DOI: 10.1016/0022-3913(92)90467-o
- Ekstrand K, Hensten-Petersen A, Kullmann A. Denture adhesives: cytotoxicity, microbial contamination, and formaldehyde content. *J Prosthet Dent.* 1993;69(3):314-7. PMID: 8445564 DOI: 10.1016/0022-3913(93)90112-2
- Ebadian B, Poorsina F, Saghaei S. Evaluation of disinfecting effect of 0.5 sodium hypochlorite and 2 glutaraldehyde on heat-cure acrylic resin. *J Mashhad Dent Sch.* 2007;31(3):217-22. DOI: 10.22038/JMDS.2007.1391
- Heydecke G, Locker D, Awad MA, Lund JP, Feine JS. Oral and general health-related quality of life with conventional and implant dentures. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2003;31(3):161-8. PMID: 12752541 DOI: 10.1034/j.1600-0528.2003.00029.x
- Paranhos HF, Silva-Lovato CH, Souza RF, Cruz PC, Freitas KM, Peracini A. Effects of mechanical and chemical methods on denture biofilm accumulation. *J Oral Rehabil.* 2007;34(8):606-12. PMID: 17650171 DOI: 10.1111/j.1365-2842.2007.01753.x
- de Andrade IM, Cruz PC, da Silva CHL, de Souza RF, de Freitas Oliveira Paranhos H, Candido RC, et al. Effervescent tablets and ultrasonic devices against Candida and mutans streptococci in denture biofilm. *Gerodontology.* 2011;28(4):264-70. PMID: 20518813 DOI: 10.1111/j.1741-2358.2010.00378.x
- Kumar MN, Thippeswamy HM, Raghavendra Swamy KN, Gujjari AK. Efficacy of commercial and household denture cleansers against Candida albicans adherent to acrylic denture base resin: An in vitro study. *Indian J Dent Res.* 2012;23(1):39-42. PMID: 22842247 DOI: 10.4103/0970-9290.99036
- Sun HW, Feigal R, Messer H. Cytotoxicity of glutaraldehyde and formaldehyde in relation to time of exposure and concentration. *Pediatr Dent.* 1990;12(5):303-7. PMID: 2128894
- da Silva FC, Kimpara ET, Gasparotto Mancini MN, Balducci I, Cardoso Jorge AO, Koga-Ito CY. Effectiveness of six different disinfectants on removing five microbial species and effects on the topographic characteristics of acrylic resin. *J Prosthodont.* 2008;17(8):627-33. PMID: 18761581 DOI: 10.1111/j.1532-849X.2008.00358.x
- Asad T, Watkinson AC, Huggett R. The effects of various disinfectant solutions on the surface hardness of an acrylic resin denture base material. *Int J Prosthodont.* 1993;6(1):9-12. PMID: 8507335
- Kohli S, Bhatia S. Evaluation of the color durability of acrylic resin veneer materials after immersion in common beverages at different time intervals: A spectrophotometric study. *Biomed J.* 2015;38(3):244-9. PMID: 25355393 DOI: 10.4103/2319-4170.143519
- Gregorius WC, Kattadiyil MT, Goodacre CJ, Roggenkamp CL, Powers JM, Paravina RD. Effects of ageing and staining on color of acrylic resin denture teeth. *J Dent.* 2012;40(2):47-54. PMID: 23007129 DOI: 10.1016/j.jdent.2012.09.009
- Paravina RD, Ghinea R, Herrera LJ, Bona AD, Igiel C, Linniger M, et al. Color difference thresholds in dentistry. *J Esthet Restor Dent.* 2015;27(1):1-9. PMID: 25886208 DOI: 10.1111/jerd.12149
- del Mar Pérez Gómez M, Ghinea R, Rivas MJ, Yebra A, Ionescu AM, Paravina RD, et al. Development of a customized whiteness index for dentistry based on CIELAB color space. *Dent Mater.* 2016;32(3):461-7. PMID: 26778404 DOI: 10.1016/j.dental.2015.12.008
- del Mar Pérez Gómez M, Pecho OE, Ghinea RI, Pulgar R, Della Bona AD. Recent advances in color and whiteness evaluations in dentistry. *Curr Dent.* 2019;1(1):23-9. DOI: 10.2174/2542579X01666180719125137
- Gornitsky M, Paradisl I, Landaverde G, Malo A-M, Velly AM. A clinical and microbiological evaluation of denture cleansers for geriatric patients in long-term care institutions. *J Can Dent Assoc.* 2002;68(1):39-45. PMID: 11844417
- Özdoğan MS. Evaluation of discoloration and mechanical properties of provisional resins after immersion in different mouthwashes. *Int J Med Dent.* 2020;24(4):497-505.
- Kara HB, Aykent F, Öztürk B. The effect of bleaching agents on the color stability of ceromer and porcelain restorative materials in vitro. *Oper Dent.* 2013;38(1):1-8. PMID: 22788725 DOI: 10.2341/11-436-L
- Lee YK, Lim BS, Kim CW. Difference in the colour and colour change of dental resin composites by the background. *J Oral Rehabil.* 2005;32(3):227-33. PMID: 15707434 DOI: 10.1111/j.1365-2842.2004.01402.x
- Della Bona A, Pecho OE, Ghinea R, Cardona JC, Paravina RD, Perez MM. Influence of bleaching and aging procedures on color and whiteness of dental composites. *Oper Dent.* 2019;44(6):648-58. PMID: 30978158 DOI: 10.2341/18-209-L
- Melo Araújo AS, Franca Flores PR, Feitosa VP, Rocha Valada LA, de Paula DM, de Mello Fiallos N, et al. Micro-Raman spectroscopy, colour stability, roughness and mass variation of removable partial dentures after cleansing with white wine vinegar. *J Young Pharm.* 2018;10(4):399-403. DOI:10.5530/jyp.2018.10.88
- Hong G, Murata H, Li Y, Sadamori S, Hamada T. Influence of denture cleansers on the color stability of three types of denture base acrylic resin. *J Prosthet Dent.* 2009;101(3):205-13. PMID: 19231574 DOI: 10.1016/S0022-3913(09)60032-9
- Kwon SR, Wertz PW. Review of the mechanism of tooth whitening. *J Esthet Restor Dent.* 2015;27(5):240-57. PMID: 25969131 DOI: 10.1111/jerd.12152
- Alqahtani MQ. Tooth-bleaching procedures and their controversial effects: A literature review. *Saudi Dent J.* 2014;26(2):33-46. PMID: 25408594 DOI: 10.1016/j.sdentj.2014.02.002
- Kazanji MN, Ahmad ZM. Evaluation of the effect of some denture cleansers on the colour of acrylic resin denture base materials. *Al-Rafidain Dent J.* 2004;4(2):79-86. DOI: 10.33899/rden.2004.164964
- Aziz S, Malik M, Nazir S, Mir S. Assessment of impact of denture cleansers on surface roughness of heat cure acrylic dentures. *J Adv Med Dent Sci Res.* 2020;8(9):98-100.
- Rutala WA, Weber DJ. Disinfection of endoscopes: review of new chemical sterilants used for high-level disinfection. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 1999;20(1):69-76. PMID: 9927274 DOI: 10.1086/501544
- Kodir K, Tanti I, Odang R. Surface roughness of denture bases after immersion in fishcake vinegar solution. *Phys Conf Ser.* 2017;884(1):1-7. DOI:10.1088/1742-6596/884/1/012075