

## بررسی اثر ماده بلیچینگ کربامیدپراکساید بر تغییر رنگ و ترنسلسنسسی سه نوع کامپوزیت رزین، در حضور یا عدم حضور لایه پوشاننده سطحی

عبدالرحیم داوری<sup>۱</sup>، علیرضا دانش کاظمی<sup>۲</sup>، مهسان ششمانی<sup>۳</sup>، الهام مطلبی<sup>۴</sup>، هاله گرمی<sup>۴\*</sup>

<sup>۱</sup> استاد گروه دندانپزشکی ترمیمی و زیبایی، مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی موثر بر سلامت دهان و دندان، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران.

<sup>۲</sup> دانشیار گروه دندانپزشکی ترمیمی و زیبایی، مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی موثر بر سلامت دهان و دندان، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران.

<sup>۳</sup> استادیار گروه دندانپزشکی ترمیمی و زیبایی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی قزوین، قزوین، ایران.

<sup>۴</sup> دستیار تخصصی گروه دندانپزشکی ترمیمی و زیبایی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران.

تاریخ ارائه مقاله: ۹۷/۴/۷- تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۰/۲۰

### Effects of Carbamide Peroxide Bleaching Agent on Color and Translucency Changes of Three Composite Resin Types with or without Bonding Agent

Abdolrahim Davari<sup>1</sup>, Alireza Daneshkazem<sup>2</sup>, Mahsan Sheshmani<sup>3</sup>, Elham Motallebi<sup>4</sup>, Haleh Karami<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup> Professor of Operative and Aesthetic Dentistry, Social Determinant of Oral Health Research Center, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran.

<sup>2</sup> Associate Professor of Operative and Aesthetic Dentistry, Social Determinant of Oral Health Research Center, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran.

<sup>3</sup> Assistant Professor of Operative and Aesthetic Dentistry, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran.

<sup>4</sup> Post Graduate Student of Operative and Aesthetic Dentistry, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran.

Received: 28 June 2018; Accepted: 10 January 2019

**Introduction:** The bleaching agents can lead to color and translucency changes in composite resins. Due to the increasing use of nanocomposites and silorane-based composites, this study aimed to examine the color and translucency changes of restorations after applying the bleaching agents.

**Materials and Methods:** In this experimental-laboratory study, 132 composite discs were divided into three groups based on the composite type, including the microhybrid composite Z250, nanohybrid composite Z350, and silorane-based composite P90. After acid etching on half of the samples in each group, they were covered with resin bonding agent. Then the color and translucency evaluation was performed by reflectance spectrophotometer using CIELAB system (USA, II-Xrite). Each composite subgroup was divided into two new subgroups, namely 20% carbamide peroxide bleaching agent and control groups. Final color and translucency changes were calculated and assessed after applying bleaching agent. The statistical analysis was carried out using the one-way analysis of variance, Tukey's Honest Significant Difference test, and t-test.

**Results:** The effects of composite and bleaching agent types, as well as bonding agent, on the samples' surface were statistically significant ( $P < 0.001$ ). The color changes in the microhybrid composite were higher than those of nanohybrid and silorane-based composites ( $P < 0.001$ ). Moreover, the color changes in 20% carbamide peroxide bleaching group were higher than that of the control group ( $\Delta E > 3.3$ ;  $P < 0.001$ ). The results of translucency changes were consistent with the findings of color change measurements.

**Conclusion:** According to the results of the present study, most of the color changes in the microhybrid composite appeared after applying 20% carbamide peroxide bleaching agent. The rebound samples were less affected by the bleaching agents. The least color and translucency changes were associated with nanohybrid composites.

**Key words:** Bleaching, Microhybrid composite, Nanohybrid composite, Silorane-based composite, Rebounding, Color, Translucency

\*Corresponding Author: rnk\_karami@yahoo.com, rdavari20000@ssu.ac.ir

J Mash Dent Sch 2019; 43(1): 10-21.

## چکیده

**مقدمه:** مواد بلیچینگ می‌توانند موجب تغییر رنگ و ترنسلسنسی کامپوزیت‌ها گردند. با توجه به استفاده روز افزون از کامپوزیت‌های دارای ذرات نانو با بیس سایلوران، در این مطالعه به بررسی تغییرات رنگی و ترنسلسنسی این مواد بعد از کاربرد مواد بلیچینگ پرداخته شد.

**مواد و روش‌ها:** در این مطالعه تجربی-آزمایشگاهی، تعداد ۱۳۲ دیسک بر اساس نوع کامپوزیت مورد استفاده به سه گروه کامپوزیت میکروهیبرید Z250، نانوهیبرید Z350 و با بیس سایلوران P90 تقسیم شدند. روی نیمی از نمونه‌ها در هر گروه بعد از اچینگ، ریباندینگ انجام شد. سپس رنگ و ترنسلسنسی پایه نمونه‌ها با دستگاه اسپکتروفوتومتر انعکاسی با سیستم CIELAB، انجام شد. هر زیرگروه از هر گروه کامپوزیتی به دو زیرگروه بلیچینگ کربامید پراکساید ۲۰٪ و کنترل تقسیم شدند. سپس ارزیابی نهایی رنگ و ترنسلسنسی نمونه‌ها انجام و تغییرات آنها محاسبه گردید. آنالیز آماری داده‌ها با Tukey-HSD و  $t$  test و آنالیز واریانس یک طرفه انجام شد.

**یافته‌ها:** اثر نوع کامپوزیت و ماده بلیچینگ و استفاده از ماده باندینگ، بر سطح نمونه‌ها معنی‌دار بود ( $P < 0.001$ ). تغییرات رنگی در کامپوزیت میکروهیبرید از نانوهیبرید و سایلوران بیشتر بود ( $P < 0.001$ ). هم‌چنین تغییرات رنگی در گروه بلیچینگ کربامید پراکساید ۲۰٪ به صورت معنی‌داری از کنترل بیشتر بود ( $P < 0.001$ ) ( $\Delta E > 3/3$ ). نتایج تغییر ترنسلسنسی و تغییرات رنگ همسو بودند.

**نتیجه‌گیری:** بیشترین تغییرات رنگ و ترنسلسنسی در کامپوزیت میکروهیبرید بعد از اعمال کربامید پراکساید ۲۰٪ ایجاد شد. نمونه‌های ریباند شده کمتر تحت تاثیر بلیچینگ قرار گرفتند. کمترین نتایج تغییر رنگ و ترنسلسنسی مربوط به کامپوزیت نانوهیبرید بود.

**کلمات کلیدی:** بلیچینگ، کامپوزیت میکروهیبرید، کامپوزیت نانوهیبرید، کامپوزیت سایلوران، ریباندینگ، رنگ، ترنسلسنسی.

مجله دانشکده دندانپزشکی مشهد / سال ۱۳۹۸ دوره ۴۳ / شماره ۱: ۲۱-۱۰.

## مقدمه

به دنبال سفید کردن دندان‌های ترمیم شده، ممکن است تغییراتی در ساختار کامپوزیت‌ها از قبیل ایجاد تخلخل، خشونت سطحی و کاهش سختی کامپوزیت به وجود آید. این تغییرات موجب افزایش احتمال چسبندگی باکتری‌ها به سطح و افزایش رنگ پذیری کامپوزیت می‌شود. بعضی از مطالعات نشان می‌دهند، بعد از سفید کردن دندان‌ها با کربامید ۱۰ تا ۱۶ درصد تغییر رنگ قابل توجهی در ترمیم کامپوزیت به وجود نمی‌آید.<sup>(۲)</sup> برخلاف آنها مطالعات دیگر تغییر قابل توجهی را در خصوصیات رنگی و فیزیکی کامپوزیت‌ها بدنبال استفاده از کربامید ۶ تا ۱۵ درصد ذکر کرده‌اند.<sup>(۳و۴)</sup>

ترانسلسنسی خصوصیتی است که اجازه می‌دهد رنگ پس زمینه زیرین از داخل ماده نشان داده شود. با این حال نور را پخش می‌کند و در نتیجه اجسام بطور واضح از پشت ماده دیده نمی‌شوند. به این ترتیب ترانسلسنسی حالتی بین اوپسسته کامل و ترنسپرنسی تعریف می‌شود. شاخص ترانسلسنسی تفاوت در رنگ آن ماده را در یک

تغییر رنگ دندان‌ها یکی از شکایات اصلی بیماران در رابطه با زیبایی دندان‌های قدامی است. روش‌های متعددی برای رفع این مشکل وجود دارد. سفید کردن دندان‌ها (Bleaching) روشی نسبتاً غیرتهاجمی برای مهار رنگ‌های خارجی یا داخلی دندان‌ها است. این تکنیک از لحاظ نحوه انجام کار به دو روش در خانه، مطب بر روی دندان‌های زنده و درمان ریشه شده تقسیم بندی می‌شود. مواد مورد استفاده در سفید کردن دندان‌ها شامل انواعی از پراکسایدها (Carbamide/Hydrogen) به فرم ژل یا مایع هستند. مکانیسم عملکرد این مواد به طور کلی بر اساس آزادسازی رادیکال‌های آزاد است. به این ترتیب که رادیکال‌های آزاد ناپایدار با مولکول‌های پیگمانته وارد واکنش شیمیایی شده و آنها را کوچک‌تر و کمرنگ‌تر می‌سازند. مطالعات متعددی به تاثیر سفید کردن بر ساختمان دندان پرداخته‌اند. اما تاثیر آنها بر مواد ترمیمی به طور دقیق شناخته شده نیست.<sup>(۱)</sup>

توجهی در دسترس نیست. هرچند تفاوت معنی‌داری در رنگ و ترنسلسونسی آنها در مقایسه با کامپوزیت‌های با بیس متاکریلات مورد انتظار است. در مطالعه Kang، این کامپوزیت‌ها نسبت به کامپوزیت‌های با بیس متاکریلاتی، تغییر رنگ کلینیکی قابل مشاهده کمتری در حضور مواد رنگی داشتند.<sup>(۸)</sup>

هدف از این مطالعه، بررسی تغییر رنگ و ترنسلسونسی ذاتی انواعی از کامپوزیت‌های مستقیم بعد از مداخله سفید کردن در حضور و یا عدم حضور لایه پوشاننده سطحی بود.

### مواد و روش‌ها

در این تحقیق تجربی-آزمایشگاهی، تعداد ۱۳۲ دیسک کامپوزیتی استوانه‌ای شکل با قطر ۱۰ و ضخامت ۲ میلی‌متر با استفاده از مولد آلومینیومی بر اساس نوع کامپوزیت در سه گروه A (کامپوزیت میکروهیبرید)، B (کامپوزیت نانو هیبرید) و C (کامپوزیت سایلوران) هر کدام با تعداد ۴۴ نمونه، تهیه شدند. بر روی نیمی از نمونه‌ها در هر زیرگروه ماده پوشاننده سطحی اعمال شد.

به منظور ایجاد سطوح صاف، از نوار ماتریکس سلولوئیدی در قسمت پایین مولد استفاده شد. کیورینگ کامپوزیت‌ها با دستگاه لایت کیور LED (DEMI, USA) با شدت نور  $700 \text{ mw/cm}^2$  و با مدت زمان کیورینگ ۲۰ ثانیه (بر اساس دستور کارخانه) و از فاصله ۱ میلی‌متری بود. کیورینگ در دو نوبت از بالا و پایین نمونه‌ها انجام و قبل از کیور نمودن لایه پایانی، جهت ایجاد صافی سطحی از یک ورقه سلولوئیدی استفاده شد. سپس نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر ۳۷ درجه سانتیگراد قرار گرفتند. پالیش سطحی، به ترتیب توسط دیسک‌های سلیکون کارباید ۶۰۰، ۸۰۰ و ۱۲۰۰ grit و سپس دیسک‌های Sof-lex (3M ESPE-USA) انجام شد. در

ضخامت یکنواخت روی پس زمینه سفید و سیاه نشان می‌دهد و عددی که به دست می‌آید مرتبط با درک رنگی چشم از ترانسلسونسی است. عدد بزرگ‌تر شاخص ترانسلسونسی نشان دهنده ترانسلسونسی بیشتر ماده است. اگر ماده کاملاً اوپک باشد، شاخص ترانسلسونسی صفر به دست خواهد آمد. برای به دست آوردن ترانسلسونسی نمونه‌ها مختصات رنگی هر یک از کامپوزیت‌ها با استفاده از Easy shade II (VITA, USA) تعیین می‌شود.<sup>(۵)</sup>

مواد ترمیمی با ترکیب‌های گوناگون شیمیایی پاسخ متفاوتی نسبت به مواد سفیدکننده می‌دهند. کامپوزیت‌های میکروفیلد دارای فیلرهایی با میانگین قطر  $0.4$  میکرون هستند. این کامپوزیت‌ها قابلیت پالیش بالا و شفافیت مناسب اما خصوصیات مکانیکی نامناسب دارند. در مقایسه با آنها کامپوزیت‌های میکروهیبرید دارای فیلرهایی با میانگین قطری یک میکرون هستند و علاوه بر زیبایی مناسب در مناطق تحت استرس هم کاربرد دارند. نانوکامپوزیت‌ها شامل ذرات  $0.1$  تا  $100$  نانومتری هستند. این کامپوزیت‌ها بر اساس مطالعات انجام شده میزان انقباض کمتری نسبت به کامپوزیت‌های میکروهیبرید دارند و به همین علت میزان کمتری رنگ می‌پذیرند.<sup>(۶)</sup> کامپوزیت‌های سایلوران با هدف کاهش انقباض پلیمریزاسیون معرفی شدند. این کامپوزیت‌ها با مکانیسم باز شدن حلقه‌ها به واسطه عوامل کاتیونی عمل می‌کنند و به علت داشتن گروه سایلوکسان، با ماهیت هیدروفوبیک، میزان جذب آب بسیار کمی هم دارند. خاصیت انقباض حداقل این کامپوزیت‌ها به واسطه گروه اکسیدان ایجاد شده است که با باز شدن حلقه‌ها مانع از انقباض می‌شود.<sup>(۷)</sup> اگرچه مطالعات متعددی به خصوصیات مکانیکی کامپوزیت‌های سایلوران پرداخته‌اند؛ اما در رابطه با خصوصیات نوری و رنگ آنها اطلاعات قابل

در واقع  $\Delta b^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta l^*$  به ترتیب تغییر  $l^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  را بعد از سفید کردن نشان می‌دهد.

ارزیابی ترنسلسنسی به وسیله پارامتر ترنسلسنسی (TP) انجام شد. به این ترتیب که کلیه‌ی نمونه‌ها در آغاز و پایان مطالعه مورد بررسی قرار گرفتند. اندازه‌گیری برای هر نمونه ۳ بار انجام و میانگین آن ثبت شد. روش کار به این ترتیب بود که نمونه‌ها یک بار بر روی زمینه سفید و بار دیگر بر روی زمینه سیاه به وسیله‌ی دستگاه اسپکتروفوتومتر مورد ارزیابی پارامترهای رنگ قرار گرفتند و TP با اندازه‌گیری تفاوت رنگ نمونه‌ها بین دو حالت زمینه سیاه و زمینه سفید طبق فرمول زیر به دست آمد:

$$TP = [(l_B^* - l_W^*)^2 + (a_B^* - a_W^*)^2 + (b_B^* - b_W^*)^2]^{1/2}$$

در این فرمول، B مربوط به زمینه سیاه، W مربوط به زمینه سفید است. اگر نمونه کاملاً اوپک باشد، TP معادل صفر و اگر نمونه کاملاً ترنسپرننت باشد معادل صد می‌باشد. بیشترین مقدار Value، برای TP نشان دهنده‌ی ترانسلسنسی بیشتر است.

$\Delta E^* \geq 1$  می‌تواند در ارزیابی بصری (چشم غیرمسلح) در نیمی از افراد قابل درک باشد و  $\Delta E \geq 3/3$  از لحاظ کلینیکی غیر قابل قبول است. داده‌ها بعد از جمع‌آوری، وارد نرم افزار SPSS با ویرایش ۱۷ شده با Tukey-HSD و t test و آنالیز واریانس یک طرفه استفاده شد.

### یافته‌ها

در مطالعه حاضر به بررسی تغییر رنگ و ترنسلسنسی سه نوع کامپوزیت A: رزین میکروهیبرید Filtek Z250، B: نانو هیبرید Filtek Z350، و C: با بیس سایلوران Filtek P90 در مواجهه با ماده بلیچینگ کربامید پراکساید ۲۰ درصد، در حضور یا عدم حضور لایه پوشاننده سطح (ریباندینگ) پرداخته شد. بر اساس نتایج مطالعه حاضر،

نهایت نمونه‌ها به مدت ۲ دقیقه با دستگاه اولتراسونیک JE 27000 Juya Electronic (Juya Electronic, Iran) با فرکانس ۵۰-۶۰ Hz و فشار آب ۶۰-۲۵ پاسکال شسته و با جریان هوا خشک شدند. نیمی از نمونه‌ها بعد از انجام پالیش با اسید فسفریک ۳۷ درصد (FGM, Korea) به مدت ۱۰ ثانیه اچ، شسته و خشک شدند. سپس ماده rebounding (Adper single bond 2) به عنوان لایه پوشاننده سطحی قرار گرفت و به مدت ۲۰ ثانیه (طبق دستور کارخانه سازنده) کیور شد.

سپس نمونه‌های هر زیرگروه به طور تصادفی به دو زیرگروه A (بلیچینگ) و B (کنترل) تقسیم شدند. در یک زیرگروه، نمونه‌ها به مدت ۸ ساعت در روز، برای ۱۴ روز متوالی توسط ژل سفید کننده کربامید پراکساید ۲۰ درصد تحت پوشش قرار گرفتند. نحوه استفاده از ماده سفیدکننده براساس دستور کارخانه سازنده بود و گروه دیگر به عنوان کنترل (بدون مداخله سفید کردن) در نظر گرفته شد.

ارزیابی رنگ بر اساس سیستم CIE  $l^*a^*b^*$  قبل و بعد از پروسه بلیچینگ با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر انعکاسی (USA, II-Xrite) (مربوط به آزمایشگاه مرکزی فیزیک رنگ در موسسه علوم و فناوری رنگ، تهران) انجام شد. برای این منظور، سایز مدخل دستگاه ۴ میلیمتر و منبع انعکاسی شامل لامپ UV بود. نمونه‌ها در طی آزمایش در تماس با مدخل دستگاه قرار گرفتند.  $l^*$  نشان‌دهنده میزان خاکستری بودن است و Value یا درخشندگی را تعیین می‌کند.  $a^*$  میزان تمایل به محور قرمز - سبز و  $b^*$  میزان تمایل به محور آبی - زرد را مشخص می‌کند. سپس مقادیر قبل و بعد از سفید کردن با هم مقایسه و میزان اختلاف رنگ با  $\Delta E$  بیان شد. این مقدار با فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$\Delta E^* = [(\Delta l^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

رنگی در گروه بلیچینگ از گروه کنترل بیشتر بود ( $P < 0/001$ ). بر اساس نتایج  $t$ -test تغییرات رنگی نمونه‌های بدون اعمال ریاندینگ بیشتر از نمونه‌های با ریاندینگ بود. نتایج ترنسلسونسی نیز نشان داد که میانگین تغییرات ترنسلسونسی مطابق با نتایج بررسی تغییر رنگ بود و براساس تست  $t$  test تغییرات ترانسلسونسی در دو گروه ریاندینگ و بدون ریاندینگ مشابه بود. (جدول ۱ و ۲)

در گروه بلیچینگ، بیشترین  $\Delta E$  مربوط به کامپوزیت A و در غیاب انجام ریاندینگ بود ( $P < 0/001$ ). در مورد ترنسلسونسی، نتایج مشابه بود ( $P < 0/001$ ). به طور کلی در حضور ماده بلیچینگ کمترین تغییر رنگ مربوط به کامپوزیت B بود. (نمودار ۱)

در مورد تغییرات رنگی حاصل از ماده بلیچینگ، اثر نوع کامپوزیت و همچنین استفاده یا عدم استفاده از ماده باندینگ، بر سطح نمونه‌ها معنی‌دار بود ( $P < 0/001$ ). اثر متقابل هر سه عامل با هم نیز معنی‌دار بود ( $P < 0/001$ ). در مورد تغییر ترنسلسونسی نیز، اثر کامپوزیت، بلیچینگ معنی‌دار بود ( $P < 0/001$ ). اما اثر باندینگ ( $P = 0/008$ ) و اثر متقابل آنها معنی‌دار نبود. اثر کامپوزیت نوع A و C نسبت به هم معنی‌دار نبود. ( $P = 0/354$ ) اما هر کدام نسبت به کامپوزیت B اثر معنی‌دار داشتند ( $P < 0/001$ ). همچنین اثر بلیچینگ در مقایسه با کنترل معنی‌دار بود ( $P < 0/001$ ). تاثیر ریاندینگ و عدم اعمال ریاندینگ نسبت به هم معنی‌دار نبود. بر اساس نتایج Tukey-HSD میانگین تغییرات رنگی در کامپوزیت A از B و C بیشتر بود. هم چنین تغییرات

جدول ۱: میانگین و انحراف معیار تغییر رنگ نمونه‌ها برحسب نوع کامپوزیت، ریاندینگ و وجود یا عدم وجود بلیچینگ

نوع کامپوزیت	بدون ریاندینگ		با ریاندینگ		$P$ -value <sup>۱</sup>
	کنترل	بلیچینگ	کنترل	بلیچینگ	
Z250 : A	$1/07 \pm 0/53$	$4/55 \pm 0/72$	$0/89 \pm 0/38$	$3/2 \pm 0/85$	$< 0/001$
Z350 : B	$1/23 \pm 0/53$	$1/27 \pm 0/46$	$1/32 \pm 0/97$	$1/3 \pm 0/63$	$0/087$
P90 : C	$2/01 \pm 0/65$	$4/33 \pm 0/57$	$1/65 \pm 0/54$	$2/08 \pm 0/56$	$< 0/001$
$P$ -value <sup>۲</sup>	$0/002$	$< 0/001$	$0/21$	$< 0/001$	
$P$ -value <sup>۳</sup>	$< 0/001$		$< 0/001$		

(۱) مقایسه بلیچینگ با کنترل به تفکیک نوع کامپوزیت

(۲) مقایسه سه نوع کامپوزیت به تفکیک وجود یا عدم وجود ریاندینگ، بلیچینگ و کنترل

(۳) مقایسه این بلیچینگ و کنترل به تفکیک وجود یا عدم وجود ریاندینگ

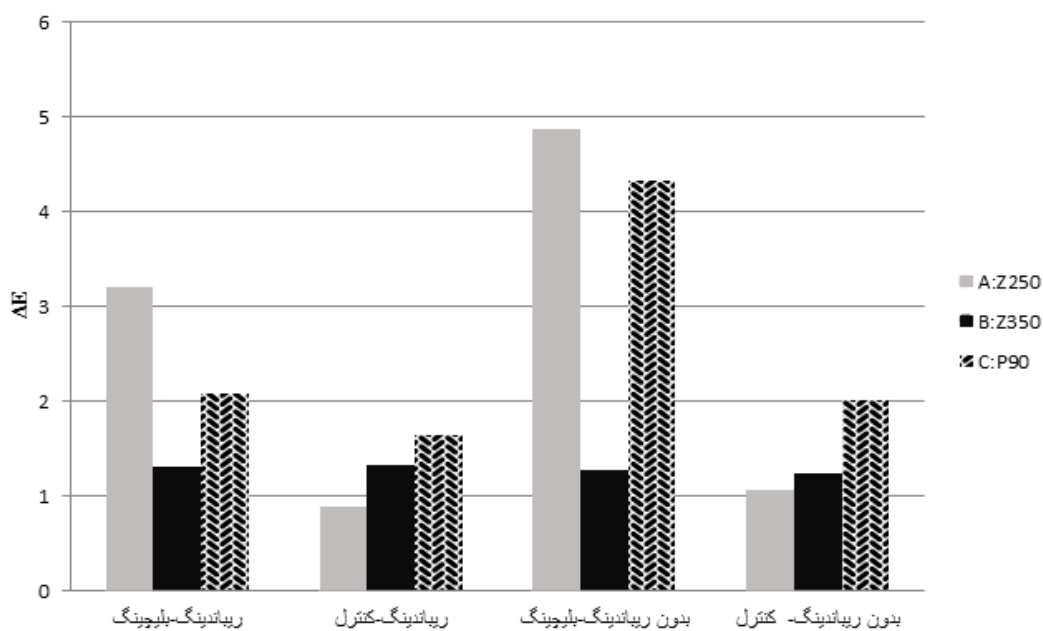
جدول ۲: میانگین و انحراف معیار تغییر ترانسلسنسی نمونه‌ها بر حسب نوع کامپوزیت، ریپاندینگ و وجود یا عدم وجود بلیچینگ

نوع کامپوزیت	با ریپاندینگ		بدون ریپاندینگ		P-value <sup>۱</sup>
	بلیچینگ	کنترل	بلیچینگ	کنترل	
Z250 : A	۳/۴۱±۲/۰۰	۲/۱۲±۰/۸۶	۵/۸۰±۱/۶۹	۴/۱۹±۱/۶۹	<۰/۰۰۱
Z350 : B	۳/۳۲±۱/۱۳	۲/۳۷±۱/۰۰	۲/۲۷±۰/۹۸	۲/۰۳±۰/۶۵	۰/۰۷۳
P90 : C	۲/۴۲±۲/۰۶	۲/۳۵±۱/۰۶	۴/۸۵±۱/۶۴	۲/۶۷±۱/۳۵	<۰/۰۰۱
P-value <sup>۲</sup>	۰/۵۵	۰/۷	<۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	
P-value <sup>۳</sup>	۰/۷۱۱	۰/۷۱۱	۰/۷۱۱	۰/۷۱۱	

(۱) مقایسه بلیچینگ با کنترل به تفکیک نوع کامپوزیت

(۲) مقایسه سه نوع کامپوزیت به تفکیک وجود یا عدم وجود ریپاندینگ، بلیچینگ و کنترل

(۳) مقایسه این بلیچینگ و کنترل به تفکیک وجود یا عدم وجود ریپاندینگ



نمودار ۱: میانگین تغییر رنگ نمونه‌ها بر حسب نوع کامپوزیت، ریپاندینگ و وجود یا عدم وجود بلیچینگ

ترنسلسنسی، مقادیر کامپوزیت A و بدون اعمال ریپاندینگ از همه بیشتر بود ( $P < ۰/۰۰۱$ ).

در گروه کنترل، کمترین مقدار  $\Delta E$  مربوط به کامپوزیت A و ریپاندینگ بود ( $P < ۰/۰۰۱$ ). در مورد

در گروه‌هایی که ماده ریاندینگ اعمال نشده بود نیز، بیشترین مقدار  $\Delta E$  ( $\frac{8}{A}$ ) مربوط به کامپوزیت A و بلیچینگ بود ( $P < 0/001$ ). در مورد ترنسلسنسی نیز مشابه تغییر رنگ بود ( $P < 0/001$ ).

مطابق با نمودارهای ۱ و ۲، نتایج تست Kruskal Wallis نشان داد که:

در گروه بلیچینگ و ریاندینگ میزان  $\Delta E$  در کامپوزیت A از همه بیشتر بود ( $P < 0/001$ ) و کمترین مقدار مربوط به کامپوزیت B بود.

بیشترین میزان  $\Delta E$  در گروه بلیچینگ و بدون اعمال ریاندینگ، مربوط به کامپوزیت A ( $P < 0/001$ ) و کمتر از همه کامپوزیت B بود. نتایج ترنسلسنسی مشابه بود.

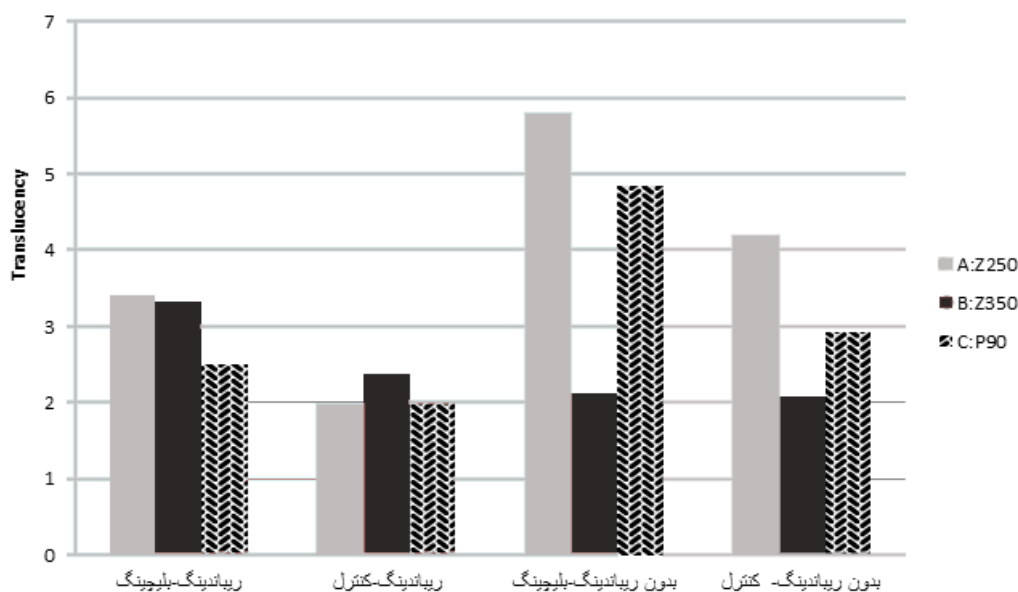
در گروه کنترل و ریاندینگ و بدون اعمال ریاندینگ مقادیر تغییر رنگ کمتر از ۲/۰۱ بود که از لحاظ کلینیکی قابل توجه نیست.

در بررسی اثر نوع کامپوزیت، در گروه کامپوزیت A، بیشترین مقدار  $\Delta E$  مربوط به بلیچینگ و بدون انجام ریاندینگ بود ( $P < 0/001$ ). کمترین تغییرات رنگ مربوط به گروه کنترل و با اعمال ریاندینگ بود. به طور کلی وقتی ریاندینگ اعمال نشد، مقادیر تغییر رنگ بیشتر بود. نتایج ترنسلسنسی مشابه بود ( $P < 0/001$ ).

در گروه کامپوزیت B تفاوت‌ها معنی‌دار نبود ( $P = 0/087$ ). در مورد ترنسلسنسی هم مقادیر به طور کلی معنی‌دار نبود ( $P = 0/092$ ).

در گروه کامپوزیت C،  $\Delta E$  بیشتر مربوط به گروه بلیچینگ و بدون ریاندینگ بود ( $P < 0/001$ ).

در بررسی اثر ریاندینگ، بیشترین مقادیر  $\Delta E$  ( $\frac{3}{4}$ ) مربوط به کامپوزیت A و بلیچینگ بود. نتایج ترنسلسنسی هم مشابه بود ( $P < 0/001$ ).



نمودار ۲: میانگین تغییر ترانسلسنسی نمونه‌ها برحسب نوع کامپوزیت، ریاندینگ و وجود یا عدم وجود بلیچینگ

## بحث

بر اساس نتایج مطالعه حاضر، تاثیر کاربامید پراکساید ۲۰ درصد بر رنگ و ترنسلسنسی کامپوزیت‌های مورد استفاده معنی‌دار بود. به طور کلی بیشترین تغییرات رنگی ( $\Delta E$ ) مربوط به کامپوزیت میکروهیبرید Filtek Z250 و متعاقب آن کامپوزیت سایلوران P90 بود. همچنین اثر ریباندینگ نیز بر تغییرات رنگی معنی‌دار بود. به نحوی که نمونه‌هایی که مورد ریباندینگ قرار گرفته بودند تغییرات رنگی کمتری داشتند. مقادیر  $\Delta E$  در گروه کنترل که مورد بلیچینگ قرار نگرفته بودند کمتر از ۱/۶ بود، که از لحاظ کلینیکی فاقد اهمیت می‌باشد.  $\Delta E$  در کامپوزیت نانو هیبرید Z350 کمتر از ۱/۷ بود، که کمتر از Z250 و P90 بود. نتایج ترنسلسنسی هم تا حدود زیادی مشابه تغییرات رنگی بود و با آن تطابق داشت. به نحوی که نمونه‌هایی که تغییر رنگ بیشتری داشتند تغییرات ترنسلسنسی بیشتری نیز نشان دادند.

در مطالعه حاضر از دستگاه اسپکتروفوتومتر Basic II استفاده شد. برای ارزیابی رنگ کامپوزیت‌ها از سیستم  $L^*a^*b^*$  CIE استفاده می‌شود.<sup>(۹،۱۰)</sup> در سیستم  $L^*a^*b^*$  CIE،  $L^*$  محور روشنایی،  $a^*$  محور قرمز - سبز و  $b^*$  محور زرد-آبی را مشخص می‌کند. هنگامی که تغییرات رنگی ( $\Delta E$ ) از ۱ بیشتر باشد، ۵۰ درصد افراد جمعیت توانایی درک آن را با چشم غیر مسلح دارند و اگر میزان  $\Delta E$  برابر یا بیشتر از ۳/۳ باشد، از لحاظ کلینیکی کاملاً قابل توجه خواهد بود.<sup>(۱۱،۱۲)</sup>

در مطالعات معمولاً ارزیابی رنگ در بیش از دو نوبت صورت می‌گیرد و میانگین مقادیر محاسبه می‌شود. اهمیت این مسئله از لحاظ احتمال ضخامت متفاوت نمونه، در نواحی مختلف است. مطالعه Haluk و همکاران<sup>(۱۳)</sup> نشان داد که ضخامت نمونه در تیره یا روشن دیده شدن نمونه‌ها

موثر است. بنابراین در این مطالعه، همانند مطالعات مشابه<sup>(۱۴)</sup>، برای هر نمونه، سه بار ارزیابی رنگ انجام شد و مقادیر میانگین ثبت شد. کربامید پراکساید که به عنوان ماده سفیدکننده برای استفاده در منزل کاربرد دارد، غلظت‌های پایینی از هیدروژن پراکساید را حمل می‌کند. در مطالعه Canay و Cehreli<sup>(۱۵)</sup> و Hubbezoglu و همکاران<sup>(۱۶)</sup> اثر کربامید پراکساید ۱۰ تا ۱۶ درصد منجر به تغییر رنگ کامپوزیت رزین نشد ( $\Delta E > 2$ ). البته در مطالعه Hubbezoglu<sup>(۱۶)</sup> کمترین تغییرات در ارموسر مشاهده شده بود. ارموسرها از لحاظ نوع و توزیع فیلرها با کامپوزیت‌های معمول تفاوت دارند.

در مقابل آن در مطالعه Rao و همکاران<sup>(۱۲)</sup>، تغییر رنگ قابل توجهی متعاقب استفاده از کربامید پراکساید ۱۶ تا ۲۰ درصد مشاهده شد. حتی در مطالعه Rosentritt و همکاران<sup>(۱۷)</sup> که در آن ژل کربامید پراکساید منجر به تغییر رنگ قابل توجهی در کامپوزیت میکروهیبرید شد، بلیچینگ با کربامید پراکساید به عنوان راهی مناسب جهت روشن‌تر نمودن رنگ و نیرها شناخته شد. خصوصیات نوری مواد دندان‌مانند رنگ، ترنسلسنسی، اپسیتی و فلورسنسی، بستگی به ترکیب آنها دارد. در کامپوزیت‌ها، ساختار مونومرها و حجم ماتریس رزینی، میزان، نوع و سایز فیلرها بر رنگ و خصوصیات نوری آنها تاثیر گذار است.<sup>(۱۸)</sup> مسلماً شاخص انکساری (Refractive) کامپوزیت‌ها به میزان زیادی در ارتباط با خصوصیات سطحی آنها می‌باشد.<sup>(۱۹)</sup> در مطالعه حاضر از سه نوع کامپوزیت میکروهیبرید، نانو هیبرید و با بیس سایلوران استفاده شد. در کامپوزیت‌های میکروهیبرید، به علت وجود فیلرهای بزرگ‌تر، میکروپروزیتهای بزرگ‌تری در ساختار کلی وجود دارد و به علت خشونت سطحی آنها انتقال نور کمتر است. خشونت سطحی اثر قابل توجهی بر



وزنی) می‌باشد. به علت سایز کوچک فیلرها و زیاد بودن نسبت سطح به حجم در آنها، تعامل ماتریس رزینی با فیلرها افزایش می‌یابد.<sup>(۱۸)</sup>

بنابراین احتمال دبان‌دینگ در اثر عوامل ایجادکننده اکسیداسیون، کمتر است. هر چه فیلرها کوچک‌تر باشند، تطابق ضریب شکست ماتریس رزینی با فیلرها و متعاقب آن انتقال نور داخلی بیشتر است. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که تغییرات رنگی در این کامپوزیت‌ها کمتر از ۱/۷ بود که از لحاظ کلینیکی قابل توجه نیست. نانوکامپوزیت‌ها در مطالعات بیشترین ثبات رنگ را نشان داده‌اند.<sup>(۱۹)</sup>

کامپوزیت با بیس سایلوران مورد استفاده در این مطالعه، کامپوزیت با انقباض کم Filtek P90 (3M ESPE, USA) می‌باشد. این کامپوزیت دارای مونومرهای Bis GMA، HEMA، فیلرهای سیلیکا و عوامل سایلوکسان و اکسیران است. انقباض کم (۰/۷ درصد) این کامپوزیت به واسطه باز شدن کاتیونی حلقه‌های اکسیران است.<sup>(۲۰)</sup> در مطالعه Kang و همکاران<sup>(۸)</sup>، این کامپوزیت‌ها نسبت به کامپوزیت‌های با بیس متاکریلاتی تغییر رنگ کلینیکی قابل مشاهده کمتری در حضور مواد رنگی داشتند. در رابطه با تاثیر مستقیم عوامل بلیچینگ بر تغییر رنگ کامپوزیت‌های سایلوران، مطالعه زیادی وجود ندارد. در مطالعه Mourouzis و همکاران<sup>(۲۴)</sup>، مشاهده شد که بعد از پروسه بلیچینگ، تغییر قابل توجه و معنی‌داری در هیو و کرومای کامپوزیت‌های با بیس سایلوران به دست آمد؛ اما تغییری در میکروهاردنس و خشونت سطحی آنها ایجاد نشد.

در مطالعه حاضر، تاثیر بلیچینگ باکرامید پراکساید منجر به تفاوت‌های معنی‌داری در تغییر رنگ کامپوزیت سایلوران شد. کامپوزیت‌های سایلوران، علاوه بر کامفور

خصوصیات ظاهری و بازتاب نور از سطح ماده ترمیمی دارد.<sup>(۱۹)</sup>

در مطالعه حاضر کامپوزیت میکروهیبرید یونیورسال Filtek Z250 (3M ESPE, USA) استفاده شد. این کامپوزیت دارای مونومرهای Bis EMA، Bis GMA و ۷۵ تا ۸۵ درصد وزنی فیلرهای سرامیکی ساینزیه است. فیلرهای این کامپوزیت‌ها، به علت سایز بزرگتر آنها نسبت به کامپوزیت‌های نانو، نسبت سطح به حجم کمتری داشته و تعامل آنها با ماتریس رزینی کمتر است. به همین علت احتمال از دست رفتن سطح تماس رزین - فیلر در آنها بیشتر است. دبان‌دینگ ایجاد شده، تجزیه هیدرولیتیک اجزای ماتریکس رزینی را افزایش داده و متعاقب آن تغییرات رنگی ایجاد خواهند شد.<sup>(۲۰)</sup>

بیشترین تغییرات رنگی در مطالعه حاضر مربوط به کامپوزیت Filtek Z250 بود. همراهی این کامپوزیت با ماده بلیچینگ کربامید پراکساید، بیشترین تغییرات رنگی ( $\Delta E < 3/3$ ) را موجب شد. با توجه به مطالعه Taher<sup>(۲۱)</sup>، در کامپوزیت‌های میکروهیبریدی که دارای مونومر UDMA هستند، میزان بیشتری از اکسیداسیون بواسطه مواد بلیچینگ مورد انتظار است. در مطالعه Anagnostou و همکاران<sup>(۲۲)</sup>، کامپوزیت هیبرید بیشترین درصد از دست دادن درخشندگی سطحی در اثر ماده بلیچینگ را نشان داد. در مطالعه Asdagh و همکاران<sup>(۲۳)</sup>، مشاهده شد که خصوصیات سطحی کامپوزیت‌های میکروفیلد و میکروهیبرید بیشتر تحت تاثیر مواد بلیچینگ قرار می‌گیرد.

نانوکامپوزیت مورد استفاده در این مطالعه، Filtek Z350 (3M ESPE, USA) است. این کامپوزیت دارای مونومرهای Bis GMA، UDMA، TEG-DMA (برای کاهش ویسکوزیته) و فیلرهای سرامیکی (۸۰-۶۰ درصد وزنی) سیلیکا و زیرکونیای ساینزیه شده (۱۰-۱ درصد

با دستگاه اسپکتروفوتومتر به میزان زیادی تحت تاثیر ویژگی‌های سطحی است.<sup>(۲۷)</sup>

پروسه ریباندینگ یا پوشاندن سطح و لبه‌های ترمیمی با نوعی رزین با فیلر کم (کمتر از ۱۵ درصد) یا بدون فیلر بر سطح مواد کامپوزیتی تا حدود زیادی مورد توجه قرار گرفته است.<sup>(۲۸)</sup> در مطالعه حاضر نمونه‌هایی که مورد ریباندینگ قرار نگرفته بودند تغییرات رنگی بیشتری نسبت به نمونه‌های ریباند شده نشان دادند. در مطالعات شواهدی مبنی بر اثر مواد ریباندینگ بر نحوه واکنش مواد بلیچینگ در دسترس نیست. ماده ریباند با خاصیت مرطوب کنندگی بالا و ویسکوزیتی کم در نفوذ به ترک‌های ریز شکل گرفته روی سطح و حذف ترسیم، افزایش مقاومت به سایش و رنگ پذیری کامپوزیت‌ها موثر است.<sup>(۲۹)</sup> لایه پوشاننده سطحی با پوشاندن لایه ممانعت شده از هوای کامپوزیت می‌تواند از جذب سطحی عوامل اکسیداتیو مانند پلاک میکروبی و اسید موجود در رژیم غذایی جلوگیری کند. اگرچه اثرات مواد بلیچینگ، بر خصوصیات رنگی کامپوزیت‌ها، ممکن است به صورت فوری در کلینیک دیده نشود، ایجاد تغییر در خصوصیات سطحی کامپوزیت‌ها می‌تواند بر مقبولیت کلینیکی ترمیم‌های کامپوزیت در بلندمدت موثر باشد.<sup>(۳۰)</sup>

به طور کلی اثر مواد بلیچینگ بر رنگ کامپوزیت‌ها می‌تواند تحت تاثیر عواملی مانند آغازگرها، فعال کننده‌ها، مهارکننده‌ها، نوع پلیمر، نوع و مقدار فیلرها، باندهای دوگانه کربنی واکنش نیافته، غلظت، PH و نوع مواد بلیچینگ باشد. اطلاعات به دست آمده از تحقیقات انجام شده تا به حال، در مشخص کردن نتیجه واحد و مشخصی در ارتباط با تاثیر مواد بلیچینگ بر خصوصیات رنگ کامپوزیت‌ها ناتوان بوده‌اند. تناقضات در مطالعات گوناگون می‌تواند به علت روش‌های مطالعه متفاوت و

کینون، دارای نمک‌های یدونیوم به عنوان عوامل آغازگر هستند، بنابراین اینکه واکنش آنها به عوامل اکسیداتیو متفاوت از کامپوزیت‌های متاکریلاتی است، دور از ذهن نیست.

علاوه بر نوع و ساختار مونومرها و فیلرهای موجود در کامپوزیت‌ها، درجه تبدیل کامپوزیت نیز می‌تواند در پایداری و ثبات رنگ موثر باشد. علت این امر، مونومرهای واکنش نیافته موجود در ساختار کامپوزیت است. هم چنین پایداری رنگ کامپوزیت‌ها تحت تاثیر نوع نور کیورینگ و تطابق نور با آغازگرهای موجود در ترکیب نیز قرار دارد.<sup>(۳۱)</sup>

در مطالعه حاضر نتایج مربوط به تغییرات ترنسلسنسی تا حدود زیادی در تطابق با تغییر رنگ بود. هر چند که هدف از این مطالعه دست یابی به ارتباط بین نتایج تغییر رنگ و تغییر ترنسلسنسی نبود. در مطالعه Anagnostou<sup>(۵)</sup> و Yalcin و Gurgan<sup>(۲۵)</sup>، بین درخشندگی سطحی و رنگ و اِپسیتی کامپوزیت ارتباطی نبود. در مطالعه Rao و همکاران<sup>(۲۶)</sup>، خصوصیات ترنسلسنسی کامپوزیت‌ها بعد از کاربرد عوامل بلیچینگ افزایش یافت اما از لحاظ کلینیکی قابل توجه نبود. آنچه که به اِپسیتی و ترنسلسنسی مربوط می‌شود، میزان فیلرها و نحوه توزیع آنها است که ممکن است به طور کلی تحت تاثیر مواد سفیدکننده قرار نگیرند. نتایج مشابه تغییرات ترنسلسنسی با تغییرات رنگ در مطالعه حاضر می‌تواند به علت تاثیر عوامل بلیچینگ بر خصوصیات سطحی کامپوزیت‌ها باشد. همانطور که گفته شد، این عوامل با ایجاد تجزیه سطحی و میکروکرک در سطح کامپوزیت‌ها بر خصوصیات نوری، نحوه عبور و پراکندگی و انعکاس نور از سطح کامپوزیت موثر می‌باشند. بنابراین تغییرات ترنسلسنسی محاسبه شده

پروسه بلیچینگ توصیه می‌گردد. همچنین این مطالعه نشان داد، انواع مختلف کامپوزیت‌های مورد مطالعه درجات متفاوتی از تغییر رنگ و ترانسلوسنسی را در حضور یا عدم حضور ماده ریباندینگ و با یا بدون اعمال ماده بلیچینگ نشان می‌دهند، که این امر، بر توجه ویژه در انتخاب نوع کامپوزیت با توجه به نیازهای درمانی آینده تاکید دارد.

### تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل از پایان نامه تحقیقاتی مصوب دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد به شماره ثبت ۵۶ تخصصی می‌باشد که بدینوسیله قدردانی می‌گردد. در ضمن از مشاور آمار این پایان نامه سرکار خانم فریماه شمسی سپاسگزاری می‌گردد.

گونناگونی مواد و ابزارهای اندازه گیری باشد. بنابراین کسب اطلاعات بیشتر در مورد اثر مواد بلیچینگ بر مواد ترمیمی حائز اهمیت است. همچنین در اختیار قرار دادن آگاهی‌های لازم به بیماران، در مورد اثر مواد بلیچینگ بر ترمیم‌های زیبایی و احتمال نیاز به تعویض آنها بعد از پروسه بلیچینگ، لازم به نظر می‌رسد.

### نتیجه گیری

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد، که صرف نظر از نوع کامپوزیت، استفاده از ماده‌ی سفیدکننده می‌تواند موجب افزایش تغییر رنگ و ترانسلوسنسی کامپوزیت گردد. از دیگر سوء استفاده از ماده پوشاننده سطحی می‌تواند اثر منفی اعمال ماده سفیدکننده را کاهش دهد. بنابراین استفاده از ماده پوشاننده سطحی قبل از انجام

### منابع

1. Polydorou O, Mönning JS, Hellwig E, Auschill TM. Effect of in-office tooth bleaching on the microhardness of six dental esthetic restorative materials. *Dent Mater* 2007; 23(2):153-8.
2. Solomon RV, Byragoni C, Jain A, Juvvadi Y, Babu R. An in vitro evaluation of microhardness of different direct resin-based restorative materials on using 10% carbamide peroxide gel as a bleaching agent. *J Oral Res Rev* 2016; 8(2):59.
3. Feinman RA, Goldstein RE, Garber DA. Bleaching teeth. Chicago: Quintessence Publishing Company; 1987.
4. Ameri H, Chasteen J, Ghavamnasiri M, Torkadeh M. Effect of a bleaching agent on the color stability of a microhybrid composite resin. *Arch Oral Res* 2010; 6(3):215-21.
5. Daneshkazemi AR, Davari AR, Atai Ataabadi E, Mirseifinejad Naini R. Evaluation of translucency, chroma, value in some commercial dental resin composites. *J Shahid Sadoughi Univ Med Sci* 2013; 21(2):147-60.
6. Anagnostou M, Chelioti G, Chioti S, Kakaboura A. Effect of tooth-bleaching methods on gloss and color of resin composites. *J Dent* 2010; 38:e129-36.
7. Yu H, Pan X, Lin Y, Li Q, Hussain M, Wang Y. Effects of carbamide peroxide on the staining susceptibility of tooth-colored restorative materials. *Oper Dent* 2009; 43(1):72-82.
8. Kang A, Son S, Hur B, Kwon YH, Ro JH, Park JK. The color stability of silorane- and methacrylate-based resin composites. *Dent Mater J* 2012; 31(5):879-84.
9. Attin T, Hannig C, Wiegand A, Attin R. Effect of bleaching on restorative materials and restorations--a systematic review. *Dent Mater* 2004; 20(9):852-61.
10. Villalta P, Lu H, Okte Z, Garcia-Godoy F, Powers JM. Effects of staining and bleaching on color change of dental composite resins. *J Prosthet Dent* 2006; 95(2):137-42.
11. Ozer S, Sen Tunc E, Gonulol N. Bond strengths of silorane- and methacrylate-based composites to various underlying materials. *Biomed Res Int* 2014; 2014:782090.
12. Rao YM, Srilakshmi V, Vinayagam KK, Narayanan LL. An evaluation of the color stability of tooth-colored restorative materials after bleaching using CIELAB color technique. *Indian J Dent Res* 2009; 20(1):60-4.
13. Kara HB, Yavuz T, Tuncdemir AR, Ozyilmaz OY. Effects of different concentrations of hydrogen peroxide on the color stability of various esthetic restorative materials in vitro. *Eur J Prosthodont* 2013; 1(1):11.
14. Li Q, Yu H, Wang Y. Colour and surface analysis of carbamide peroxide bleaching effects on the dental restorative materials in situ. *J Dent* 2009; 37(5):348-56.

15. Canay S, Cehreli MC. The effect of current bleaching agents on the color of light-polymerized composite in vitro. *J Prosthet Dent* 2003; 89(5):474-8.
16. Hubbezoglu I, Akaoglu B, Dogan A, Selda K, Bolayir G, Ozcelik S, et al. Effect of bleaching on color change and refraction index of dental composite resins. *Dent Mater* 2008; 27(1):105-16.
17. Rosentritt M, Lang R, Plein T, Behr M, Handel G. Discoloration of restorative materials after bleaching application. *Quintessence Int* 2005; 36(1):33-9.
18. Hafez R, Ahmed D, Yousry M, El-Badrawy W, El-Mowafy O. Effect of In-office bleaching on color and surface roughness of composite restoratives. *Eur J Dent* 2010; 4(2):118-27.
19. Malacarne J, Carvalho RM, de Goes MF, Svizero N, Pashley DH, Tay FR, et al. Water sorption/solubility of dental adhesive resins. *Dent Mater* 2006; 22(10):973-80.
20. Da Silva JD, Park SE, Weber HP, Ishikawa-Nagai S. Clinical performance of a newly developed spectrophotometric system on tooth color reproduction. *J Prosthet Dent* 2008; 99(5):361-8.
21. Taher NM. The effect of bleaching agents on the surface hardness of tooth colored restorative materials. *J Contemp Dent Pract* 2005; 6(2):18-26.
22. Anagnostou M, Chelioti G, Chiotti S, Kakaboura A. Effect of tooth-bleaching methods on gloss and color of resin composites. *J Dent* 2010; 38(Suppl 2):129-36.
23. Asdagh S, Daneshpooy M, Rahbar M, Dabaghi-Tabriz F, Bahramian A, Esmailzadeh M. Effect of home bleaching on the color matching of composite resin restorations. *Pesq Bras Odontoped Clin Integrada* 2018; 18(1):4122.
24. Mourouzis P, Koulaouzidou EA, Helvatjoglu-Antoniades M. Effect of in-office bleaching agents on physical properties of dental composite resins. *Quintessence Int* 2013; 44(4):295-302.
25. Yalcin F, Gurgan S. Effect of two bleaching regimens on the gloss of tooth colored restorative materials. *Dent Mater* 2005; 21(5):464-8.
26. Rao YM, Srilakshmi V, Vinayagam KK, Narayanan LL. An evaluation of the color stability of tooth-colored restorative materials after bleaching using CIELAB color technique. *Indian J Dent Res* 2009; 20(1):60-4.
27. Knösel M, Eckstein A, Helms HJ. Durability of esthetic improvement following Icon resin infiltration of multibracket-induced white spots lesions compared with no therapy over 6 months: a single-center, split-mouth, randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013; 144(1):86-96.
28. Atai M, Pahlavan A, Moin N. Nano-porous thermally sintered nano silica as novel fillers for dental composites. *Dent Mater* 2012; 28(2):133-45.
29. de A Silva MF, Davies RM, Stewart B, De Vizio W, Tonholo J, Da Silva Junior JG, et al. Effect of whitening gels on the surface roughness of restorative materials in situ. *Dent Mater* 2006; 22(10):919-24.
30. Sakaguchi RL, Powers JM. *Craig's restorative dental materials-e-book*. New York: Elsevier Health Sciences; 2012.