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

**عبدالرحیم داوری [۱]، علیرضا دانش کاظمی [۲]، مهسان ششمانی [۳]، الهام مطلبی [۴]، هاله کرمی [۴]***

[۱] 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.

[۲] 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.

[۳] استادیار گروه دندانپزشکی ترمیمی و زیبایی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی قزوین، قزوین، ایران.

[۴] 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 [1], Alireza Daneshkazem [2], Mahsan Sheshmani [3], Elham Motallebi [4], Haleh Karami [4]***

*[1] Professor of Operative and Aesthetic Dentistry, Social Determinant of Oral Health Research Center, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran.*

*[2] Associate Professor of Operative and Aesthetic Dentistry, Social Determinant of Oral Health Research Center, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran.*

*[3] Assistant Professor of Operative and Aesthetic Dentistry, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran.*

*[4] 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.***

---

* مولف مسؤول، نشانی: یزد، خیابان امام، بولوار دهه فجر، دانشکده دندانپزشکی، گروه دندانپزشکی ترمیمی، تلفن: ۰۳۵۳۶۲۵۶۹۷۵

**E-mail: rnk_karami@yahoo.com, rdavari20000@ssu.ac.ir**

www.SID.ir

Archive of SID


## چکیده

**مقدمه:** مواد بلیچینگ می‌توانند موجب تغییر رنگ و ترنسلوسنسی کامپوزیت‌ها گردند. با توجه به استفاده روز افزون از کامپوزیت‌های دارای ذرات نانو با بیس سایلوران، در این مطالعه به بررسی تغییرات رنگی و ترنسلوسنسی 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 ترنسلوسنسی پایه نمونه‌ها با دستگاه اسپکتروفتومتر 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 ترنسلوسنسی 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 ($P<۰/۰۰۱$). تغییرات رنگی در کامپوزیت میکروهیبرید از نانوهیبرید و سایلوران بیشتر بود ($P<۰/۰۰۱$). هم چنین تغییرات رنگی در گروه بلیچینگ کربامید پراکساید ۲۰٪ به صورت معنی‌داری از کنترل بیشتر بود ($P<۰/۰۰۱$) ($\Delta E>۳/۳$). نتایج تغییر ترنسلوسنسی و تغییرات رنگ همسو بودند.

**نتیجه گیری:** بیشترین تغییرات رنگ و ترنسلوسنسی 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 ترنسلوسنسی مربوط به کامپوزیت نانوهیبرید بود.


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

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

## مقدمه

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 غیر تهاجمی 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 پرداخته اند. اما تاثیر آنها بر مواد ترمیمی به طور دقیق شناخته شده نیست.[۱]

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.[۲] برخلاف آنها مطالعات دیگر تغیر قابل توجهی را در خصوصیات رنگی و فیزیکی کامپوزیت‌ها بدنبال استفاده از کربامید ۶ تا ۱۵ درصد ذکر کرده اند.[۳و۴]

ترانسلوسنسی خصوصیتی است که اجازه می دهد رنگ پس زمینه زیرین از داخل ماده نشان داده شود. با این حال نور را پخش می کند و در نتیجه اجسام بطور واضح از پشت ماده دیده نمی شوند. به این ترتیب ترانسلوسنسی حالتی بین اوپسیته کامل و ترنسپرنسی تعریف می شود. شاخص ترانسلوسنسی تفاوت در رنگ آن ماده را در یک

www.SID.ir

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

مواد ترمیمی با ترکیب‌های گوناگون شیمیایی پاسخ متفاوتی نسبت به مواد سفیدکننده می‌دهند. کامپوزیت‌های میکروفیلد دارای فیلرهایی با میانگین قطر ۰/۰٤ 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 ۰/۰۱ تا ۱۰۰ 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.[٦] 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.[۷] اگرچه مطالعات متعددی به خصوصیات مکانیکی کامپوزیت‌های سایلوران پرداخته اند؛ اما در رابطه با خصوصیات نوری و رنگ آنها اطلاعات قابل توجهی در دسترس نیست. هرچند تفاوت معنی‌داری در رنگ و ترنسلوسنسی 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.[۸]

هدف از این مطالعه، بررسی تغییر رنگ و ترنسلوسنسی 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 استوانه ای 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 ٤٤ 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 ۷۰۰ $mw/cm^2$ 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 ٢٤ ساعت در آب مقطر ۳۷ درجه سانتیگراد قرار گرفتند. پالیش سطحی، به ترتیب توسط دیسک‌های سیلیکون کارباید ٦۰۰ ، ۸۰۰ و ۱۲۰۰ grit و سپس دیسک‌های Sof-lex (3M ESPE-USA) انجام شد. در

www.SID.ir

Archive of SID

نهایت نمونه‌ها به مدت ۲ دقیقه با دستگاه اولتراسونیک JE Juya Electronic 27000 (Juya Electronic, Iran) با فرکانس ۶۰-۵۰ 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 سفیدکردن) در نظر گرفته شد.

ارزیابی رنگ بر اساس سیستم CIE l*a*b* قبل و بعد از پروسه بلیچینگ با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر 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 ٤ 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 ΔE بیان شد. این مقدار با فرمول زیر محاسبه می‌شود:

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

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

ارزیابی ترنسلوسنسی به وسیله پارامتر ترنسلوسنسی (TP) انجام شد. به این ترتیب که کلیه‌ی نمونه‌ها در آغاز و پایان مطالعه مورد بررسی قرار گرفتند. اندازه گیری 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 اسپکتروفتومتر مورد ارزیابی پارامترهای رنگ قرار گرفتند و TP با اندازه گیری 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 کاملا اوپک باشد، TP معادل صفر و اگر نمونه کاملاً ترنسپرنت باشد معادل صد می‌باشد. بیشترین مقدار Value، برایTP نشان دهنده‌ی ترانسلوسنسی 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 ترنسلوسنسی 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،

www.SID.ir

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 ($P<۰/۰۰۱$). اثر متقابل هر سه عامل با هم نیز معنی‌دار بود ($P<۰/۰۰۱$).

در مورد تغییر ترنسلوسنسی نیز، اثر کامپوزیت، بلیچینگ معنی‌دار بود ($P<۰/۰۰۱$). اما اثر باندینگ ($P=۰/۰۰۸$) و اثر متقابل آنها معنی‌دار نبود. اثر کامپوزیت نوع A و C نسبت به هم معنی‌دار نبود. ($P=۰/۳٥٤$) اما هر کدام نسبت به کامپوزیت B اثر معنی‌دار داشتند ($P<۰/۰۰۱$). همچنین اثر بلیچینگ در مقایسه با کنترل معنی‌دار بود ($P<۰/۰۰۱$). تاثیر ریباندینگ و عدم اعمال ریباندینگ 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 رنگی در گروه بلیچینگ از گروه کنترل بیشتر بود ($P<۰/۰۰۱$). بر اساس نتایج *t*-test تغییرات رنگی نمونه‌های بدون اعمال ریباندینگ بیشتر از نمونه‌های با ریباندینگ بود. نتایج ترنسلوسنسی نیز نشان داد که میانگین تغییرات ترنسلوسنسی مطابق با نتایج بررسی تغییر رنگ بود و براساس تست *t* test تغییرات ترانسلوسنسی در دو گروه ریباندیگ و بدون ریباندینگ مشابه بود. (جدول ۱ و ۲)

در گروه بلیچینگ، بیشترین $\Delta E$ مربوط به کامپوزیت A و در غیاب انجام ریباندینگ بود ($P<۰/۰۰۱$).

در مورد ترنسلوسنسی، نتایج مشابه بود ($P<۰/۰۰۱$).

به طور کلی در حضور ماده بلیچینگ کمترین تغییر رنگ مربوط به کامپوزیت B بود. (نمودار ۱)

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

| نوع کامپوزیت | با ریباندینگ | | *P*-value [۱] | بدون ریباندینگ | | *P*-value [۱] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | بلیچینگ | کنترل | | بلیچینگ | کنترل | |
| Z250 : A | ۳/۲±۰/۸۵ | ۰/۸۹±۰/۳۸ | <۰/۰۰۱ | ٤/٥٥±۰/۷۲ | ۱/۰۷±۰/۵۳ | <۰/۰۰۱ |
| Z350 : B | ۱/۳±۰/٦۳ | ۱/۳۲±۰/۹۷ | ۰/۰۸۷ | ۱/۲۷±۰/٤٦ | ۱/۲۳±۰/۵۳ | ۰/۰۹۲ |
| P90 : C | ۲/۰۸±۰/۵٦ | ۱/٦٥±۰/٥٤ | <۰/۰۰۱ | ٤/۳۳±۰/۵۷ | ۲/۰۱±۰/٦٥ | <۰/۰۰۱ |
| *P*-value [۲] | <۰/۰۰۱ | ۰/۲۱ | | <۰/۰۰۱ | ۰/۰۰۲ | |
| *P*-value [۳] | <۰/۰۰۱ | | | <۰/۰۰۱ | | |

۱) مقایسه بلیچینگ با کنترل به تفکیک نوع کامپوزیت

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

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

www.SID.ir

Archive of SID

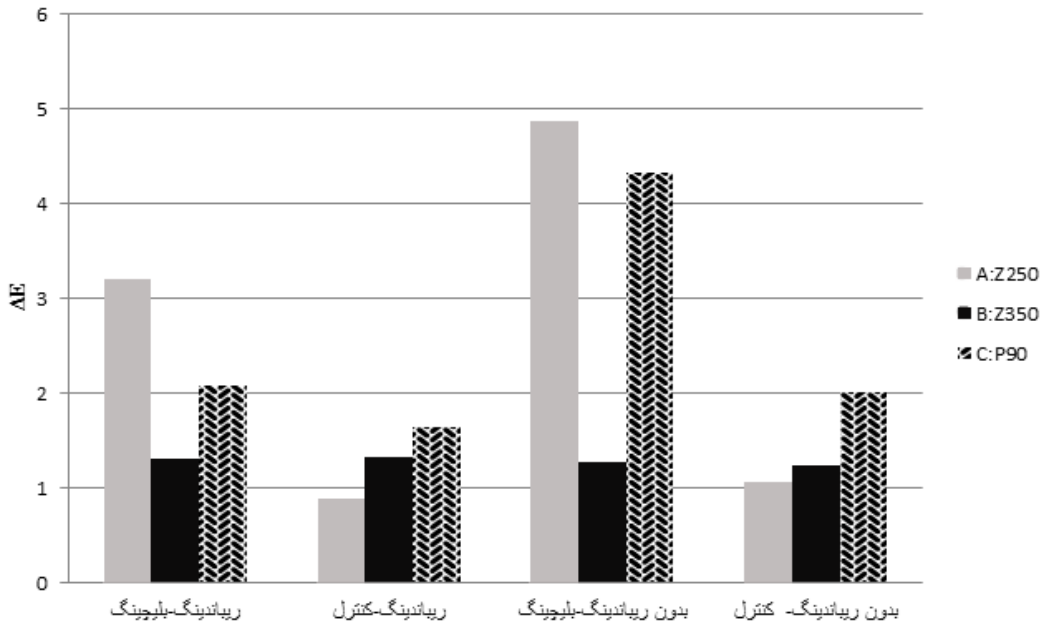
**جدول ۲ : میانگین و انحراف معیار تغییر ترانسلوسنسی نمونه‌ها برحسب نوع کامپوزیت، ریباندینگ و وجود یا عدم وجود بلیچینگ**

| نوع کامپوزیت | با ریباندینگ | | P-value [۱] | بدون ریباندینگ | | P-value [۱] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | بلیچینگ | کنترل | | بلیچینگ | کنترل | |
| Z250 : A | ۳/٤۱±۲/۰۰ | ۲/۱۲±۰/۸٦ | <۰/۰۰۱ | ٥/۸۰±۱/٦۹ | ٤/۱۹±۱/٦۹ | <۰/۰۰۱ |
| Z350 : B | ۳/۳۲±۱/۱۳ | ۲/۳۷±۱/۰۰ | ۰/۰٥۸ | ۲/۲۷±۰/۹۸ | ۲/۰۳±۰/٦٥ | ۰/۰۷۳ |
| P90 : C | ۲/٤۲±۲/٥٦ | ۲/۳٥±۱/٥٦ | <۰/۰۰۱ | ٤/۸٥±۱/٦٤ | ۲/٦۷±۱/۳٥ | <۰/۰۰۱ |
| P-value [۲] | ۰/٥٥ | ۰/۷ | | <۰/۰۰۱ | ۰/۰۰۱ | |
| P-value [۳] | ۰/۷۱۱ | | | ۰/۷۱۱ | | |

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 ریباندینگ




**نمودار ۱ : میانگین تغییر رنگ نمونه‌ها برحسب نوع کامپوزیت، ریباندینگ و وجود یا عدم وجود بلیچینگ**

**در گروه کنترل، کمترین مقدار ΔE، مربوط به کامپوزیت A و ریباندینگ بود (P<۰/۰۰۱). در مورد ترنسلوسنسی، مقادیر کامپوزیت A و بدون اعمال ریباندینگ از همه بیشتر بود (P<۰/۰۰۱).**

www.SID.ir

در بررسی اثر نوع کامپوزیت، در گروه کامپوزیت A، بیشترین مقدار ΔE مربوط به بلیچینگ و بدون انجام ریباندینگ بود ($P<۰/۰۰۱$). کمترین تغییرات رنگ مربوط به گروه کنترل و با اعمال ریباندینگ بود. به طور کلی وقتی ریباندینگ اعمال نشد، مقادیر تغییر رنگ بیشتر بود. نتایج ترنسلوسنسی مشابه بود ($P<۰/۰۰۱$).

در گروه کامپوزیت B تفاوت‌ها معنی‌دار نبود ($P=۰/۰۸۷$). در مورد ترنسلوسنسی هم مقادیر به طور کلی معنی‌دار نبود ($P=۰/۰۹۲$).

در گروه کامپوزیت C، ΔE بیشتر مربوط به گروه بلیچینگ و بدون ریباندینگ بود ($P<۰/۰۰۱$).

در بررسی اثر ریباندینگ، بیشترین مقادیر ΔE (۳/٤) مربوط به کامپوزیت A و بلیچینگ بود. نتایج ترنسلوسنسی هم مشابه بود ($P<۰/۰۰۱$).

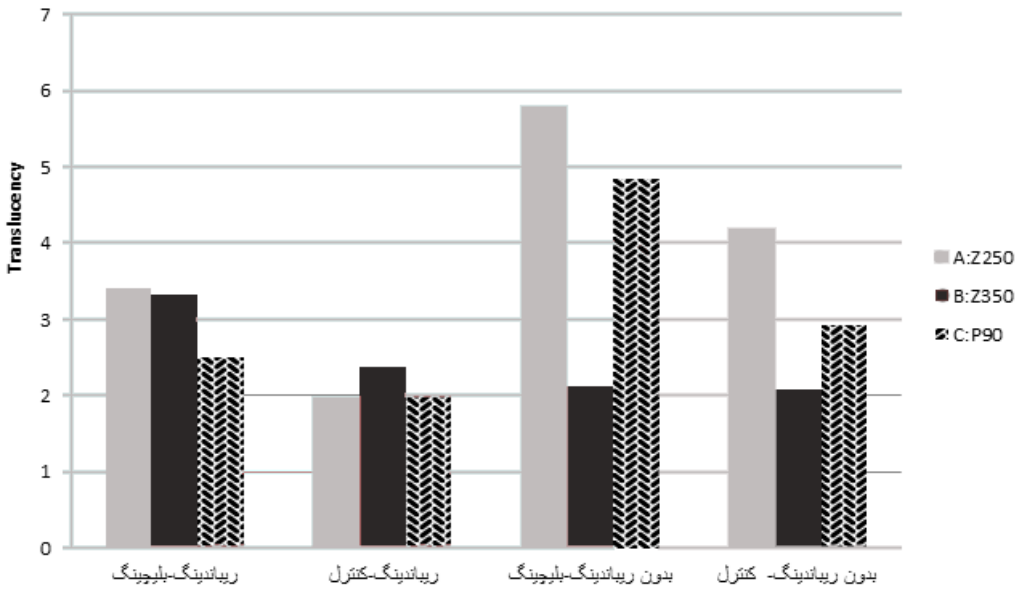
در گروه‌هایی که ماده ریباندینگ اعمال نشده بود نیز، بیشترین مقادیر ΔE (٤/۸) مربوط به کامپوزیت A و بلیچینگ بود ($P<۰/۰۰۱$). در مورد ترنسلوسنسی نیز مشابه تغییر رنگ بود ($P<۰/۰۰۱$).

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

در گروه بلیچینگ و ریباندینگ میزان ΔE در کامپوزیت A از همه بیشتر بود ($P<۰/۰۰۱$) و کمترین مقدار مربوط به کامپوزیت B بود.

بیشترین میزان ΔE در گروه بلیچینگ و بدون اعمال ریباندینگ، مربوط به کامپوزیت A ($P<۰/۰۰۱$) و کمتر از همه کامپوزیت B بود. نتایج ترنسلوسنسی مشابه بود.

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




**نمودار ۲** : میانگین تغییر ترانسلوسنسی نمونه‌ها برحسب نوع کامپوزیت، ریباندینگ و وجود یا عدم وجود بلیچینگ

www.SID.ir

Archive of SID

## بحث

بر اساس نتایج مطالعه حاضر، تاثیر کاربامايد پراکسید ۲۰ درصد بر رنگ و ترنسلوسنسی کامپوزیت‌های مورد استفاده معنی‌دار بود. به طور کلی بیشترین تغییرات رنگی (ΔE) 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 ΔE در گروه کنترل که مورد بلیچینگ قرار نگرفته بودند کمتر از ۱/٦ بود، که از لحاظ کلینیکی فاقد اهمیت می‌باشد. ΔE در کامپوزیت نانوهیبرید Z350 کمتر از ۱/۷ بود، که کمتر از Z250 و P90 بود. نتایج ترنسلونسی هم تا حدود زیادی مشابه تغییرات رنگی بود و با آن تطابق داشت. به نحوی که نمونه‌هایی که تغییر رنگ بیشتری داشتند تغییرات ترنسلوسنسی بیشتری نیز نشان دادند.

در مطالعه حاضر از دستگاه اسپکتروفتومتر Basic I1 استفاده شد. برای ارزیابی رنگ کامپوزیت‌ها از سیستم CIE l*a*b* استفاده می‌شود.[۱۰و۹] در سیستم CIE l*a*b*، l* محور روشنایی، a* محور قرمز - سبز و b* محور زرد-آبی را مشخص می‌کند. هنگاهی که تغییرات رنگی (ΔE) از ۱ بیشتر باشد، ۵۰ درصد افراد جمعیت توانایی درک آن را با چشم غیر مسلح دارند و اگر میزان ΔE برابر یا بیشتر از ۳/۳ باشد، از لحظ کلینیکی کاملا قابل توجه خواهد بود.[۱۲و۱۱]

در مطالعات معمولا 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[۱۳] نشان داد که ضخامت نمونه در تیره یا روشن دیده شدن نمونه‌ها موثر است. بنابراین در این مطالعه، همانند مطالعات مشابه[۱٤]، 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[۱۵] و Hubbezoglu و همکاران[۱٦] اثر کربامید پراکساید ۱۰ تا ۱٦ درصد منجر به تغییر رنگ کامپوزیت رزین نشد (ΔE<۲). البته در مطالعه Hubbezoglu[۱٦] 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[۱۲]، تغییر رنگ قابل توجهی متعاقب استفاده از کربامید پراکساید ۱٦ تا ۲۰ درصد مشاهده شد. حتی در مطالعه Rosentritt و همکاران[۱۷] 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 ونیرها شناخته شد. خصوصیات نوری مواد دندانی مانند رنگ، ترنسلوسنسی، 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.[۱۸] مسلما شاخص انکساری (Refractive) کامپوزیت‌ها به میزان زیادی در ارتباط با خصوصیات سطحی آنها می‌باشد.[۱۹] در مطالعه حاضر از سه نوع کامپوزیت میکروهیبرید، نانو هیبرید و با بیس سایلوران استفاده شد. در کامپوزیت‌های میکروهیبرید، به علت وجود فیلرهای بزرگ‌تر، میکروپروزیتی‌های بزرگ‌تری در ساختار کلی وجود دارد و به علت خشونت سطحی آنها انتقال نور کمتر است. خشونت سطحی اثر قابل توجهی بر

www.SID.ir

خصوصیات ظاهری و بازتاب نور از سطح ماده ترمیمی دارد.[۱۹]

در مطالعه حاضر کامپوزیت میکروهیبرید یونیورسال Filtek Z250 (3M ESPE, USA) استفاده شد. این کامپوزیت دارای مونومرهای UDMA، Bis EMA، Bis GMA و ۷۵ تا ۸۵ درصد وزنی فیلرهای سرامیکی سایلنیزه 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.[۲۰]

بیشترین تغییرات رنگی در مطالعه حاضر مربوط به کامپوزیت Filtek Z250 بود. همراهی این کامپوزیت با ماده بلیچینگ کربامید پراکساید، بیشترین تغییرات رنگی ($\Delta E<۳/۳$) را موجب شد. با توجه به مطالعه Taher[۲۱]، در کامپوزیت‌های میکروهیبریدی که دارای مونومر UDMA هستند، میزان بیشتری از اکسیداسیون بواسطه مواد بلیچینگ مورد انتظار است. در مطالعه Anagnostou و همکاران[۲۲]، کامپوزیت هیبرید بیشترین درصد از دست دادن درخشندگی سطحی در اثر ماده بلیچینگ را نشان داد. در مطالعه Asdagh و همکاران[۲۳]، 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 سایلنیزه شده (۱۰-۱ درصد وزنی) می‌باشد. به علت سایز کوچک فیلرها و زیاد بودن نسبت سطح به حجم در آنها، تعامل ماتریس رزینی با فیلرها افزایش می‌یابد.[۱۸]

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 داده اند.[۱۹]

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.[۲۰] در مطالعه Kang و همکاران [۸]، 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[۲۴]، 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 باکربامید پراکساید منجر به تفاوت‌های معنی‌داری در تغییر رنگ کامپوزیت سایلوران شد. کامپوزیت‌های سایلوران، علاوه بر کامفور

www.SID.ir

Archive of SID

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.[۲۱]

در مطالعه حاضر نتایج مربوط به تغییرات ترنسلوسنسی 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 ترنسلوسنسی نبود. در مطالعه Anagnostou[۵] و Gurgan و Yalcin[۲۵]، بین درخشندگی سطحی و رنگ و اپسیتی کامپوزیت ارتباطی نبود. در مطالعه Rao و همکاران[۲۶]، خصوصیات ترنسلوسنسی کامپوزیت‌ها بعد از کاربرد عوامل بلیچینگ افزایش یافت اما از لحاظ کلینیکی قابل توجه نبود. آنچه که به اپسیتی و ترنسلوسنسی مربوط می‌شود، میزان فیلرها و نحوه توزیع آنها است که ممکن است به طور کلی تحت تاثیر مواد سفیدکننده قرار نگیرند. نتایج مشابه تغییرات ترنسلوسنسی 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 ترنسلوسنسی محاسبه شده با دستگاه اسپکتروفتومتر به میزان زیادی تحت تاثیر ویژگی‌های سطحی است.[۲۷]

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.[۲۸] 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 حدفاصل ترمیم، افزایش مقاومت به سایش و رنگ پذیری کامپوزیت‌ها موثر است.[۲۹] 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.[۳۰]

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

www.SID.ir

گوناگونی 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 ترنسلوسنسی 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 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.

## منابع

1. Polydorou O, Mönting JS, Hellwig E, Auschill TM. Effect of in-office tooth bleaching on the microhardness of six dental estheti 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 Prosthod 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.

www.SID.ir

Archive of SID


**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.** 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, Chioti 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, Esmaielzadeh 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 spo 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.


www.SID.ir