

بررسی اثر دو نوع ماده بلیچینگ بر تغییر رنگ و ترنسلسونسی سه نوع کامپوزیت در حضور یا عدم حضور لایه پوشاننده سطحی

دکتر عبدالرحیم داوری^۱ - دکتر علیرضا دانش کاظمی^۲ - دکتر مهسان ششمانی^۳ - دکتر هاله کرمی^۴ - دکتر الهام مطلبی^{۴*}

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

The effects of two types of bleaching agents on color and translucency changes of three types of composite with or without surface rebounding

Abdolrahim Davari¹, Alireza Daneshkazemi², Mahsan Sheshmani³, Haleh Karami⁴, Elham Motallebi^{4*}

- 1- Professor, Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran; Member of Social Determinant of Oral Health Research Center, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran
- 2- Associate Professor, Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran; Member of Social Determinant of Oral Health Research Center, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran
- 3- Assistant Professor, Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Gazvin University of Medical Sciences, Gazvin, Iran
- 4[†] - Post-Graduate Student, Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, ShahidSadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran (elhammotallebi70@gmail.com)

Background and Aims: The bleaching agents can lead to color and translucency changes in composite resins. Due to the increasing use of the nano composites and the silorane-based composites, this study aimed at examining the color and translucency changes of these restorations after bleaching agents.

Materials and Methods: In this experimental - laboratory study, 198 composite discs were divided into three groups of 66 specimens using three types of composite: the microhybrid composite Z250, the nanohybrid composite Z350 and the silorane-based composite P90. After acid etching, half of the specimens in each group were covered by a resin rebounding agent. Then, the color and translucency assessment was done by reflectance spectrophotometer, using CIE LAB system. Each group was divided into three subgroups of bleaching agents: the 40% hydrogen peroxide and 20% carbamide peroxide bleaching agents and the control group. After applying bleaching agents, the final color and translucency changes were assessed. Data were analyzed using Mann Whitney and Kruskal Wallis tests.

Results: The effect of composite and bleaching agent type and bonding agent were significant ($P < 0.001$). The color changes in the microhybrid composite were higher than nanohybrid and silorane-based composites ($P < 0.001$) ($\Delta E > 3.3$). Also, the color changes by 20% carbamide peroxide were higher than that of hydrogen peroxide and control groups ($P < 0.001$). The results of translucency changes were generally consistent with color-change measurements ($\Delta E > 3.3$).

Conclusion: According to the present study, the most color changes appeared in the microhybrid composite and by 20% carbamide peroxide bleaching agent. Rebound samples were generally less affected by bleaching agents. The least color and translucency changes were related to nanohybrid composites.

Key Words: Bleaching, Micro hybrid, Nano hybrid, Silorane, Rebounding, Color, Translucency

Journal of Dental Medicine-Tehran University of Medical Sciences 2019;32(3):146-155

* مؤلف مسؤول: یزد- دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی- دانشکده دندانپزشکی- گروه آموزشی دندانپزشکی ترمیمی و زیبایی
 تلفن: ۳۶۲۵۶۹۷۵ نشانی الکترونیک: Elhammotallebi70@yahoo.com

چکیده

زمینه و هدف: مواد بلیچینگ می‌توانند موجب تغییر رنگ و ترنسلسنسی کامپوزیت‌ها شوند. با توجه به استفاده روز افزون از کامپوزیت‌های دارای ذرات نانو و بایوس سایلوران، هدف از این مطالعه بررسی تغییرات رنگی و ترنسلسنسی این مواد بعد از کاربرد مواد بلیچینگ بود.

روش بررسی: در این مطالعه تجربی - آزمایشگاهی تعداد ۱۹۸ دیسک به سه گروه ۶۶ تایی شامل کامپوزیت میکروهیبرید Z250، کامپوزیت نانو هیبرید Z350 و کامپوزیت با بیس سایلوران P90 تقسیم شدند. روی نیمی از نمونه‌ها در هر گروه بعد از اچینگ، ریپاندینگ انجام شد. سپس ارزیابی رنگ و ترنسلسنسی پایه نمونه‌ها با دستگاه اسپکتروفومتر انعکاسی با سیستم CIELAB، اندازه‌گیری شد. هر گروه کامپوزیتی به سه زیر گروه بلیچینگ هیدروژن پراکساید ۴۰٪ و بلیچینگ کاربامید پراکساید ۲۰٪ و کنترل تقسیم شدند. سپس ارزیابی نهایی رنگ و ترنسلسنسی نمونه‌ها بر اساس سیستم CIE L*a*b* با استفاده از دستگاه اسپکتروفومتر انعکاسی (II-X Rite, USA) انجام و تغییرات آن‌ها محاسبه گردید. آنالیز داده‌ها با استفاده از تست‌های آماری Mann-Whitney و Kruskal Wallis 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 نانو هیبرید و سایلوران بیشتر بود ($P < 0.001$). همچنین تغییرات رنگی در گروه بلیچینگ کاربامید پراکساید ۲۰٪ به صورت معنی‌داری از گروه هیدروژن پراکساید ۴۰٪ و کنترل بیشتر بود ($P < 0.001$) ($\Delta E > 3/3$). نتایج تغییر ترنسلسنسی و تغییرات رنگ همسو بودند.

نتیجه‌گیری: بر اساس این مطالعه بیشترین تغییرات رنگ و ترنسلسنسی در کامپوزیت میکروهیبرید بعد از اعمال کاربامید پراکساید ۲۰٪ ایجاد شد. نمونه‌های ریپاند شده کمتر تحت تأثیر بلیچینگ قرار گرفتند. کمترین نتایج تغییر رنگ و ترنسلسنسی مربوط به کامپوزیت نانو هیبرید بود.

کلید واژه‌ها: بلیچینگ، میکروهیبرید، نانو هیبرید، سایلوران، ریپاندینگ، رنگ، ترنسلسنسی

وصول: ۹۷/۱۱/۲۳ اصلاح نهایی: ۹۸/۰۸/۳۰ تأیید چاپ: ۹۸/۰۹/۰۱

مقدمه

stain بعد از فرآیند bleaching افزایش می‌یابد. در پاره‌ای مطالعات بعد از vital bleaching با کاربامید ۱۰ تا ۱۶ درصد تغییر رنگ قابل توجهی به وجود نیامده است. مطالعات دیگری نیز موجودند که تغییرات قابل توجهی را در خصوصیات رنگی و فیزیکی کامپوزیت‌ها متعاقب استفاده از کاربامید ۶ تا ۱۵ درصد ذکر کرده‌اند (۳).

همچنین هیدروژن پراکساید ۳۰ تا ۳۵ درصد موجب تغییرات قابل توجهی در خصوصیات رنگی کامپوزیت‌های میکروفیلد و هیبرید شده است (۴). ترنسلسنسی یکی از فاکتورهای مهم در زیبایی ترمیم‌های هم رنگ دندان است. مولکول‌های ارگانیک موجود در فاز ماتریکس کامپوزیت‌ها و همچنین فیلرها توانایی جذب مؤثر نور مرئی را ندارند. بنابراین پراکندگی نور توسط این اجزا، دلیل اصلی کاهش ترنسلسنسی است. میزان نور پراکنده شده بستگی به ابعاد و سطح فاز پراکنده (فیلر) در ماتریکس (رزین) و نیز خشونت سطحی و micro porosityهای سطح کامپوزیت دارد. بنابراین خصوصیات انعکاسی فاز پراکنده و فاز ماتریکس باید با هم همخوانی داشته باشند تا ترنسلسنسی کامپوزیت و دندان هماهنگ شوند (۴). 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 به

زیبایی دندان‌های قدامی یکی از مهم‌ترین مسائل مورد توجه بیماران است. روش‌های درمانی برای دندان‌های تغییر رنگ یافته متفاوت است. bleaching روشی نسبتاً غیر تهاجمی برای مهار رنگ‌های خارجی یا داخلی دندان‌ها است. این تکنیک از لحاظ نحوه کار (در خانه: at home / در مطب: in office) و vital یا non vital بودن دندان‌ها تقسیم‌بندی می‌شود (۱). مواد مورد استفاده در bleaching شامل انواعی از پراکسیدها (carbamide/hydrogen) به فرم ژل یا مایع هستند. مکانیسم عملکرد این مواد به طور کلی بر اساس آزاد سازی رادیکال‌های آزاد است. به این ترتیب که رادیکال‌های آزاد ناپایدار با مولکول‌های رنگی وارد واکنش شیمیایی شده و آن‌ها را کوچک‌تر و کم‌رنگ‌تر می‌سازند (۲).

مطالعات متعددی به تأثیر bleaching بر ساختمان دندان پرداخته‌اند. اما تأثیر آن‌ها بر مواد ترمیمی آنچنان شناخته شده نیست (۱،۲).

ماده bleaching نیز می‌تواند موجب تغییراتی در ساختار کامپوزیت‌ها گردد از جمله ایجاد تخلخل، خشونت سطحی و کاهش سختی کامپوزیت‌ها. همچنین احتمال چسبندگی باکتریال و ایجاد

مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. پالیش سطحی، به ترتیب توسط دیسک‌های سیلیکون کارباید ۶۰۰، ۸۰۰ و grit ۱۲۰۰ و سپس دیسک‌های Sof-lex (3M ESPE, USA) انجام شد. در 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٪ (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.

در گروه a از هیدروژن پراکساید ۴۰٪ به مدت ۲۰ دقیقه، ۲ بار در روز برای ۳ جلسه متوالی (با فاصله یک هفته) تحت پوشش ژل سفید کننده (طبق دستور کارخانه سازنده) قرار گرفتند. بعد از هر مرحله نمونه‌ها از محلول خارج و با آب به مدت یک دقیقه شسته و در آب مقطر با دمای ۲۵ درجه در انکوباتور استاندارد نگهداری می‌شدند. در گروه b کاربامید پراکساید ۲۰٪ نمونه‌ها به مدت ۸ ساعت در روز، برای ۱۴ روز متوالی تحت پوشش ژل سفید کننده (طبق دستور کارخانه سازنده) قرار گرفتند. گروه c به عنوان گروه کنترل (بدون مداخله سفید کردن) بود.

به منظور مقایسه رنگ نمونه‌ها، لازم بود که ارزیابی پایه (قبل از bleaching) و ارزیابی بعد از bleaching انجام شود. برای این منظور از دستگاه اسپکتروفتومتر انعکاسی (II-X Rite, USA) بعد از کالیبراسیون و با استفاده از سیستم CIE Lab استفاده شد. هر نمونه، ۳ بار بررسی و مقادیر میانگین برای L^* ، a^* ، b^* محاسبه شد. L^* نشان دهنده میزان خاکستری 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. برای هر نمونه این مقادیر سه بار اندازه‌گیری و در نهایت مقدار میانگین ثبت شد. سپس مقادیر قبل و بعد از bleaching با هم مقایسه و میزان اختلاف رنگ با ΔE بیان شد. این مقدار با فرمول زیر محاسبه می‌شود:

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

طور واضح از پشت ماده دیده نمی‌شوند. به این ترتیب ترانسلوسنسیتی حالتی بین اپسپتته کامل و ترنسپرنسیتی تعریف می‌شود. شاخص ترانسلوسنسیتی تفاوت در رنگ آن ماده را در یک ضخامت یکنواخت روی پس زمینه سفید و سیاه نشان می‌دهد و عددی که به دست می‌آید مرتبط با درک رنگی چشم از ترانسلوسنسیتی است. عدد بزرگ‌تر شاخص ترانسلوسنسیتی نشان دهنده ترانسلوسنسیتی بیشتر ماده است. اگر ماده کاملاً اوپیک باشد، شاخص ترانسلوسنسیتی صفر به دست خواهد آمد (۵). در این مطالعه به بررسی تغییر رنگ و ترنسلوسنسیتی انواعی از کامپوزیت بعد از مداخله bleaching پرداخته شد. هدف از این مطالعه ارزیابی تأثیر نوع کامپوزیت و اعمال لایه پوشاننده سطحی بر میزان تغییر رنگ و ترنسلوسنسیتی آن‌ها بعد از مداخله bleaching بود.

روش بررسی

روش این تحقیق تجربی-آزمایشگاهی با طراحی موازی بود. در مجموع ۱۹۸ دیسک کامپوزیت استوانه‌ای شکل به صورت تصادفی به سه گروه ۶۶ تایی، شامل دو گروه بلیچینگ و یک گروه کنترل، تقسیم گردید. هر گروه بلیچینگ دارای ۳ زیر گروه کامپوزیتی با ۲۲ نمونه و هر زیر گروه به ۲ زیر مجموعه ۱۱ تایی با یا بدون ماده پوشاننده سطحی تقسیم شدند.

گروه a، هیدروژن پراکساید ۴۰٪ (Ultra dent, USA) Opalescence گروه b کاربامید پراکساید ۲۰٪ (Ultra dent, USA) Opalescence و گروه c به عنوان گروه کنترل (بدون مداخله bleaching) بود. هر کدام از این گروه‌ها بر اساس نوع کامپوزیت به سه زیر گروه A (میکروهیبرید)، B (نانو هیبرید) و C (سایلوران) تقسیم شدند. که هر کدام دارای دو زیر مجموعه با و بدون اعمال ریباندینگ بود. دیسک‌های استوانه‌ای از کامپوزیت A2 با قطر ۱۰ و ضخامت ۲ میلی‌متر ایجاد شد. به منظور ایجاد سطوح صاف، از نوار ماتریکس سلولوییدی در قسمت پایین مولد استفاده شد. کیورینگ کامپوزیت‌ها با دستگاه لایت کیور LED (DEMI, USA) با شدت نور ثابت 700 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 سلولوییدی استفاده شد. سپس نمونه‌ها به

بر اساس نتایج حاصل از تست Tukey-HSD، تفاوت میانگین تغییرات در گروه کامپوزیت A از C بیشتر بود ولی این تفاوت معنی‌دار نبود. همچنین تغییرات رنگی در گروه کامپوزیت B یعنی نانو هیبرید، از دو گروه دیگر به طور معنی‌داری کمتر بود ($P < 0/001$).

در بررسی اثر ماده بلیچینگ در هر گروه کامپوزیتی، نشان داده شد که تغییرات رنگی بدنال استفاده از کاربامید پراکسید ۲۰٪ بیشتر از H_2O_2 است و گروه کنترل کمترین تغییر رنگ را نشان داد ($P < 0/001$). مقایسه اثر اعمال ماده ریباندینگ بر تغییرات رنگ، نشان داد، اعمال ماده ریباندینگ به طور معنی‌داری موجب کاهش تغییرات رنگ شد ($P = 0/001$) (نمودار ۱).

در بررسی اثر هم زمان هر سه متغیر، بیشترین تغییرات رنگی مربوط به گروه a بدون ریباندینگ و کمترین مربوط به گروه c بدنال اعمال هیدروژن پراکسید و در حضور ماده ریباندینگ بود ($P = 0/03$) (نمودار ۲).

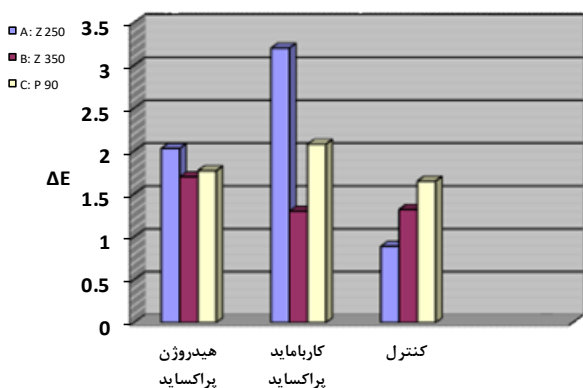
در واقع ΔI^* , Δa^* , Δb^* به ترتیب تغییر I^* , a^* , b^* را بعد از bleaching نشان می‌دهد. $\Delta E^* \geq 1$ می‌تواند در ارزیابی بصری (چشم غیر مسلح) در نیمی از افراد قابل درک باشد و $\Delta E \geq 3/3$ از لحاظ کلینیکی غیر قابل قبول است (۵). برای به دست آوردن ترانسلسونسی نمونه‌ها مختصات رنگی هر یک از کامپوزیت‌ها با استفاده از Easy shade II (VITA, USA) تعیین می‌شود (۵). ارزیابی ترنسلسونسی به وسیله پارامتر ترنسلسونسی (TP) انجام شد. به این ترتیب که کلیه 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 وسیله 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:

$$TP = [(IB^* - IW^*)^2 + (aB^* - aW^*)^2 + (bB^* - bW^*)^2]^{1/2}$$

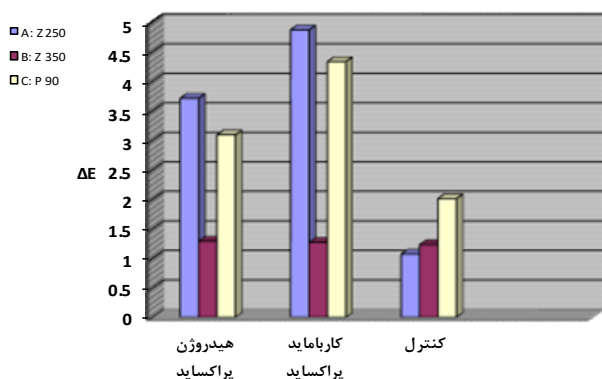
بعد از جمع‌آوری مقادیر به دست آمده از میزان تغییر رنگ نمونه‌ها، وارد نرم‌افزار SPSS17 شده و از آزمون‌های ANOVA و t-Test برای بررسی نرمال بودن داده‌ها استفاده شد. به علت نرمال نبودن توزیع داده‌ها از آزمون‌های ناپارامتری Mann-Whitney و Kruskal Wallis و برای بررسی اثر هم زمان دو متغیر از آنالیز واریانس two-way یا روش mixed استفاده شد.

یافته‌ها

در مطالعه حاضر به بررسی تغییرات رنگ و ترنسلسونسی سه نوع کامپوزیت A: Filtek Z250، B: Filtek Z350 و C: Filtek P90 در مواجهه با دو نوع ماده بلیچینگ H_2O_2 40% و CP 20% در حضور یا عدم حضور ماده ریباندینگ پرداخته شد. بر اساس نتایج حاصل از مطالعه حاضر، در مورد تغییر رنگ، اثر نوع کامپوزیت، نوع ماده بلیچینگ و همچنین استفاده یا عدم استفاده از ماده ریباندینگ بر سطح نمونه‌ها معنی‌دار بود ($P < 0/001$) همچنین اثر متقابل هر سه متغیر نیز معنی‌دار بود ($P = 0/03$) (جدول ۱).



نمودار ۱- بررسی اثر متغیرهای مطالعه بر میزان میانگین ΔE در مورد نمونه‌های ریباندینگ



نمودار ۲- بررسی اثر متغیرهای مطالعه بر میزان میانگین ΔE در مورد نمونه‌های ریباندینگ نشده

جدول ۱- میانگین و انحراف معیار تغییر رنگ نمونه‌ها بر حسب نوع کامپوزیت، بلیچینگ و ریباندینگ

P-value	بدون ریباندینگ			P-value	با ریباندینگ			نوع کامپوزیت
	کنترل	کاربامید پراکساید ۲۰٪	هیدروژن پراکساید ۴۰٪		کنترل	کاربامید پراکساید ۲۰٪	هیدروژن پراکساید ۴۰٪	
۰/۰۰۰	۱/۱۴±۰/۵۰	۴/۵۵±۰/۷۲	۳/۷۱±۱/۳۳	۰/۰۰۰	۱/۰۸±۰/۲۳	۳/۲۰±۰/۸۵	۲/۰۳±۰/۵۳	A: z250
۰/۹۴۸	۱/۲۳±۰/۵۳	۱/۲۷±۰/۴۶	۱/۲۹±۰/۳۱	۰/۳۴۸	۱/۳۲±۰/۹۷	۱/۳۰±۰/۶۳	۱/۷۰±۰/۴۳	B: z350
۰/۰۰۰	۲/۰۱±۰/۶۵	۴/۳۳±۰/۵۷	۳/۰۹±۰/۹۹	۰/۲۲۹	۱/۶۵±۰/۵۴	۲/۰۸±۰/۵۶	۱/۷۷±۰/۶۴	C: p90
	۰/۰۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۲۱۵	۰/۰۰۰	۰/۳۶		P-value
		<۰/۰۰۱				<۰/۰۰۱		P-value

جدول ۲- میانگین و انحراف معیار تغییر ترانسولوسنسیتی نمونه‌ها بر حسب نوع کامپوزیت، بلیچینگ و ریباندینگ

P-value	بدون ریباندینگ			P-value	با ریباندینگ			نوع کامپوزیت
	کنترل	کاربامید پراکساید ۲۰٪	هیدروژن پراکساید ۴۰٪		کنترل	کاربامید پراکساید ۲۰٪	هیدروژن پراکساید ۴۰٪	
۰/۱۰۵	۴/۱۹±۱/۶۹	۵/۸۰±۱/۶۹	۵/۴۵±۲/۰۱	۰/۱۳۷	۱/۹۸±۰/۸۹	۳/۴۱±۲/۰۰	۲/۰۹±۲/۲۲	A: z250
۰/۹۵۷	۲/۰۳±۰/۶۵	۲/۱۲±۱/۰۶	۲/۰۰±۱/۱۱	۰/۰۷۳	۲/۲۷±۱/۰۰	۳/۳۲±۱/۱۳	۲/۴۱±۱/۰۰	B: Z350
۰/۰۰۰	۲/۹۳±۱/۱۷	۴/۸۵±۱/۶۴	۵/۹۷±۱/۹۲	۰/۰۰۷	۲/۰۰±۱/۵۹	۴/۱۷±۲/۵۶	۱/۷۶±۰/۸۵	C: p90
	۰/۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۶۹۸	۰/۵۵	۰/۵۹۸		P-value
		<۰/۰۰۱				<۰/۰۰۱		P-value

نوع کامپوزیت، همچنین اثر جمعی هر سه متغیر معنی‌دار نبود ($P>۰/۰۵$) (جدول ۲).

در مقایسه گروه‌های کامپوزیتی، تغییرات ترانسولوسنسیتی هم راستا با تغییرات رنگ بود. چنین می‌توان نتیجه گرفت که تغییرات رنگ و ترانسولوسنسیتی در کامپوزیت نانو هیبرید از کامپوزیت‌های میکرو هیبرید و سیلوران بیس کمتر بود.

در مقایسه اثر نوع بلیچینگ بر تغییرات ترانسولوسنسیتی، مشاهده شد که این تغییرات نیز هم راستا با تغییرات رنگ بود و اعمال ژل کاربامید پراکسید، تأثیر بیشتری بر رنگ و ترانسولوسنسیتی داشت و گروه کنترل کمترین تغییرات را نشان داد. اثر ریباندینگ بر تغییرات ترانسولوسنسیتی نیز هم راستا با تغییرات رنگ بود. در مقایسه بین گروه‌های کامپوزیتی، اثر اعمال ماده بلیچینگ کاربامید پراکسید در حضور ماده ریباندینگ بین گروه‌ها معنی‌دار بود ($P<۰/۰۰۱$) و بیشترین تغییر ترانسولوسنسیتی در کامپوزیت A و کمترین B مشاهده شد (نمودار ۳).

در گروه کامپوزیتی A بیشترین تغییر رنگ در حضور کاربامید پراکسید و بدون اعمال ماده ریباندینگ ($P=۰/۰۰۱$) و کمترین مربوط به گروه کنترل در حضور ماده ریباندینگ بود ($P=۰/۰۰۱$). نتایج مربوط به تغییرات ترانسولوسنسیتی مشابه همین بود. در گروه کامپوزیتی B نتایج مربوط به تغییر رنگ و تغییر ترانسولوسنسیتی معنی‌دار نبود ($P>۰/۰۵$), با این حال، بیشترین تغییر رنگ در گروه بلیچینگ H_2O_2 و بدنال اعمال ریباندینگ بود و کمترین تغییر رنگ در گروه کنترل بدون اعمال ریباندینگ بود. در گروه کامپوزیتی C نیز بیشترین تغییر رنگ مربوط به گروه کاربامید و در غیاب ریباندینگ ($P<۰/۰۰۱$) و کمترین آن در گروه‌های کنترل و H_2O_2 در حضور ماده ریباندینگ بود ($P>۰/۰۵$). بیشترین تغییر ترانسولوسنسیتی نیز به دنبال اعمال هیدروژن پراکسید و در غیاب ریباندینگ بود.

بررسی تغییرات ترانسولوسنسیتی نشان داد، اثر نوع کامپوزیت، نوع ماده بلیچینگ و همچنین استفاده یا عدم استفاده از ماده ریباندینگ بر سطح نمونه‌ها معنی‌دار است ($P<۰/۰۵$). اثر هم زمان نوع بلیچینگ و

ماده ریباندینگ بود. در این گروه بیشترین تغییر ترنسلسنسی مربوط به کامپوزیت A در غیاب ماده ریباندینگ بود.

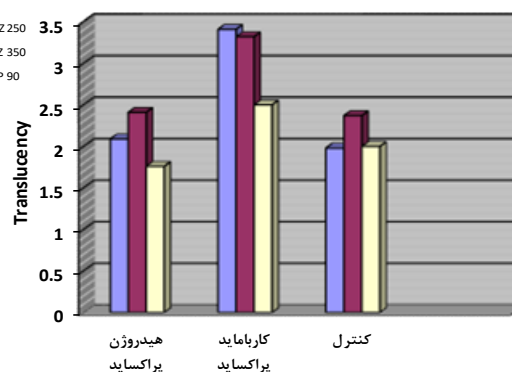
بحث و نتیجه گیری

بر اساس نتایج مطالعه حاضر، تأثیر مواد بلیچینگ بر رنگ و ترنسلسنسی 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 بیشترین تغییرات رنگی از مواد بلیچینگ کاربامید پراکساید ۲۰٪ به دست آمد. اثر باندینگ نیز بر تغییرات رنگی معنی‌دار بود. به نحوی که نمونه‌هایی که مورد ریباندینگ قرار گرفت تغییرات رنگی کمتری داشتند. مقادیر ΔE در گروه کنترل که مورد بلیچینگ قرار نگرفته بودند کمتر از $\Delta E = 1/6$ بود که از لحاظ کلینیکی قابل اهمیت نبود. ΔE در کامپوزیت نانوهیبرید 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. بنحوی که نمونه‌هایی که تغییر رنگ بیشتری داشتند تغییرات ترنسلسنسی بیشتری نیز نشان دادند. در مطالعه حاضر از دستگاه اسپکتروفوتومتر Basic II استفاده شد. پوشش (lenta) زمینه سفید و سیاه به منظور بررسی رنگ و ترنسلسنسی به کار گرفته شد.

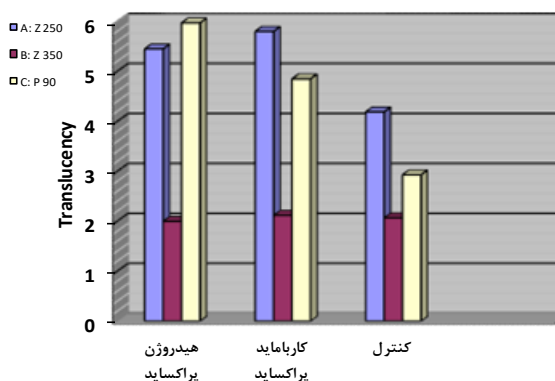
برای ارزیابی رنگ کامپوزیت‌ها در اغلب ارزیابی‌ها و مطالعات از سیستم CIE lab استفاده می‌شود. هنگامی که تغییرات رنگی ΔE از ۱ بیشتر باشد، ۵۰٪ درصد افراد جمعیت توانایی درک آن را با چشم غیر مسلح دارند و اگر میزان ΔE برابر یا بیشتر از ۳/۳ باشد از لحاظ کلینیکی کاملاً قابل درک خواهد بود (۶).

در مطالعات معمولاً ارزیابی رنگ در بیش از دو نوبت صورت می‌گیرد و میانگین مقادیر محاسبه می‌شود. اهمیت این مسأله بدلیل احتمال تفاوت در ضخامت نمونه، در نواحی مختلف است. مطالعه Arikawa نشان داد که ضخامت نمونه در تیره یا روشن دیده شدن نمونه‌ها مؤثر است (۷). بنابراین در این مطالعه، همانند مطالعات مشابه (۵)، برای هر نمونه، سه بار ارزیابی رنگ انجام شد که مقادیر میانگین ثبت شد.

دو عامل پر اهمیت مؤثر بر میزان اثر مواد بلیچینگ بر ترمیم‌های دندان، غلظت پراکساید و زمان استفاده از مواد بلیچینگ است. در



نمودار ۳- بررسی اثر متغیرهای مطالعه بر میزان میانگین تغییر ترنسلسنسی در مورد نمونه‌های ریباندینگ شده



نمودار ۴- بررسی اثر متغیرهای مطالعه بر میزان میانگین تغییر ترنسلسنسی در مورد نمونه‌های ریباندینگ نشده

در مقایسه بین گروه‌های کامپوزیتی در صورت عدم اعمال ماده ریباندینگ در حضور ماده بلیچینگ H_2O_2 تفاوت رنگ و ترنسلسنسی معنی‌دار بود ($P < 0/001$) و بیشترین تغییرات رنگ در گروه کامپوزیت A و کمترین آن در گروه کامپوزیتی B مشاهده شد. همچنین بیشترین تغییر ترنسلسنسی در کامپوزیت C مشاهده شد ($P < 0/001$) (نمودار ۴).

در مقایسه گروه‌های کامپوزیتی، اثر کاربامید پراکسید در صورت عدم اعمال ماده ریباندینگ معنی‌دار بود و بیشترین و کمترین تغییرات به ترتیب مربوط به A و B بود ($P < 0/001$). نتایج مربوط به تغییرات ترنسلسنسی نیز مشابه بود.

در مقایسه گروه‌های کنترل به طور کلی تغییرات رنگ کم و کمتر از ۱/۶ بود و کمترین مقدار مربوط به کامپوزیت A در صورت اعمال

تغییرات رنگی مورد نظر لازم است در هنگام بلیچینگ تغییر نمی‌کنند و بنابراین نیاز به تعویض آن‌ها احساس می‌گردد. آنچه در مورد کاربامید پراکساید قابل توجه است نحوه کاربرد آن و مدت زمان بیشتر تماس با سطوح، در مقایسه با هیدروژن پراکساید است که می‌تواند در تولید رادیکال‌های آزاد بیشتر مؤثر باشد (۱۲).

کاربرد هیدروژن پراکساید به عنوان in office bleaching در مطالعه حاضر، به میزان کمتری در مقایسه با کاربامید پراکساید منجر به تغییر رنگ در کامپوزیت‌ها شد. تنها در مورد کامپوزیت Z350 همراه با فرآیند ریباندینگ، تغییر رنگ بوجود آمده از هیدروژن پراکساید بیشتر از کاربامید پراکساید بود که مقادیر آن کمتر از $\Delta E=1/7$ بود که از لحاظ کلینیکی قابل توجه نیست. Hubbezoglu و همکاران (۶) گزارش کرد که در کامپوزیت‌های میکرو فیلد و میکروهیبرید بعد از بلیچینگ با هیدروژن پراکساید ۳۵٪ به مدت ۳۰ دقیقه تغییر رنگ بالاتر از $\Delta E=3/3$ به دست نیامد. در مطالعه Monaghan و Trowbridge (۴) و Bowels و همکاران (۸) اثر هیدروژن پراکساید ۳۰ تا ۳۵٪ بر کامپوزیت میکروفیلد و هیبرید قابل توجه بود. در مورد مطالعه Monaghan و Trowbridge (۴) مقادیر $\Delta E < 3$ بود. در مطالعه Anagnostou و همکاران (۱۳)، هیچیک از عوامل بلیچینگ منجر به تغییر رنگ کامپوزیت‌ها نشدند ($\Delta E < 2$).

تفاوت‌ها در مطالعات می‌تواند به علت گوناگونی نحوه انجام کار باشد. خصوصیات نوری مواد دندان‌مانند رنگ، ترنسلسنسی و اپسیتی و فلورسنسی، به ترکیب آن‌ها بستگی دارد. در کامپوزیت‌ها، ساختار مونومر و حجم ماتریس رزینی و میزان و نوع و سایز فیلر بر رنگ و خصوصیات نوری آن‌ها تأثیرگذار است (۱۳). مسلماً شاخص refractive کامپوزیت‌ها به میزان زیادی در ارتباط با خصوصیات سطحی آن‌ها می‌باشد. در مطالعه حاضر در کامپوزیت‌های میکروهیبرید، به علت وجود فیلرهای بزرگ‌تر، میکروپروپوزیتی‌های بزرگ‌تری در ساختار کلی وجود دارد و به علت خشونت سطحی آن‌ها انتقال نور کمتر است (۶).

در مطالعه حاضر کامپوزیت میکروهیبرید یونیورسال Filtek Z250 استفاده شد. این کامپوزیت دارای مونومرهای UDMA و Bis EMA و Bis GMA و ۷۵ تا ۸۵ درصد وزنی فیلرهای سرامیکی سایزبندی شده است.

مطالعه حاضر از هیدروژن پراکساید ۴۰٪ به عنوان In office bleaching و کاربامید پراکساید ۲۰٪ به عنوان at home bleaching استفاده شد. هیدروژن پراکساید با خاصیت اکسیداسیون قوی، قابلیت تجزیه ماتریکس پلیمری کامپوزیت‌ها را دارد. این ترکیب به آب و اکسیژن تجزیه و اکسیژن‌های تولید شده به عنوان رادیکال آزاد، توانایی اکسیداسیون پیگمان‌ها و ترکیبات آمینی را دارند (۸). همچنین این مواد با قابلیت انتشار بالا، منجر به تحریک گسیختگی زنجیره پلیمر، به واسطه تأثیر بر باندهای دوگانه واکنش نیافته، می‌گردد. رادیکال‌های آزاد بر اینترفیس ماتریس رزینی و فیلرها تأثیر گذاشته و منجر به debonding و micro crack می‌شوند که خشونت سطحی را به همراه خواهد داشت (۹).

این دبان‌دینگ در اینترفیس، منجر به تغییر در refractive index کامپوزیت می‌شود. کاربامید پراکساید که به عنوان at home bleaching کاربرد دارد، غلظت‌های پایینی از هیدروژن پراکساید را حمل می‌کند (۳). به نحوی که $1/3$ مول از کاربامید پراکساید به هیدروژن پراکساید و بقیه به اوره تبدیل می‌شود. اوره در نهایت به آمونیا و دی‌اکسید کربن تجزیه می‌گردد (۱). در مطالعه حاضر بیشترین تغییرات رنگی با ماده بلیچینگ کربامید پراکساید، تحت فرآیند at home bleaching حاصل شد. در مطالعه Canay و Cehreli (۵) و Hubbezoglu و همکاران (۶) و Monaghan و Trowbridge (۴) اثر کاربامید پراکساید ۱۰ تا ۱۶ درصد منجر به تغییر رنگ کامپوزیت رزین نشد ($\Delta E < 2$). البته در مطالعه Hubbezoglu و همکاران (۶) کمترین تغییرات در ارموسر مشاهده شد. ارموسرها از لحاظ نوع و توزیع فیلرها با کامپوزیت‌های معمول تفاوت دارند.

در مقابل در مطالعه Ameri و همکاران (۱۰) و Arikawa و همکاران (۷)، تغییر رنگ قابل توجهی متعاقب استفاده از کاربامید پراکساید ۱۶ تا ۲۰ درصد مشاهده شد. در مطالعه Rosentritt و همکاران (۱۱) که در آن ژل کاربامید پراکساید منجر به تغییر رنگ قابل توجهی در کامپوزیت میکروهیبرید شد، بلیچینگ با کاربامید پراکساید به عنوان راهی مناسب جهت روشن‌تر نمودن رنگ ونیرها شناخته شد.

به هر حال به نظر می‌رسد که کامپوزیت‌ها تا آن حد که برای

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 اینترفیس رزین-فیلر در آن‌ها بیشتر است. Debonding ایجاد شده، تجزیه هیدرولیتیک اجزای ماتریکس رزینی را افزایش و متعاقب آن تغییرات رنگی ایجاد خواهد شد (۱۴).

بیشترین تغییرات رنگی در مطالعه حاضر مربوط به کامپوزیت Filtek Z250 بود. همراهی این کامپوزیت با ماده بلیچینگ کاربامید پراکساید، بیشترین تغییرات رنگی ($\Delta E > 3/3$) را موجب شد. با توجه به مطالعه Taher (۱۵)، در کامپوزیت‌های میکروهیبریدی که دارای مونومر UDMA هستند، میزان بیشتری از اکسیداسیون به واسطه مواد بلیچینگ مورد انتظار است. در مطالعه Anagnostou و همکاران (۱۳)، کامپوزیت هیبرید بیشترین درصد از دست دادن gloss سطحی در اثر ماده بلیچینگ را نشان داد. در مطالعه Bowels و همکاران (۸)، مشاهده شد که خصوصیات سطحی کامپوزیت‌های میکروفیلد و میکروهیبرید بیشتر تحت تأثیر مواد بلیچینگ قرار می‌گیرد. در مطالعه Moraes و همکاران (۱۶)، هیدروژن پراکساید ۳۵٪ منجر به خشونت سطحی کامپوزیت میکروهیبرید شد، اما تغییری در میکروفیلد ایجاد نشد. نانو کامپوزیت مورد استفاده در این مطالعه، Filtek Z350 است. این کامپوزیت دارای مونومرهای Bis GMA و UDMA و TEG-DMA و فیلرهای سرامیکی (۸۰-۶۰ درصد وزنی) سیلیکا و زیرکونیای ساینیزه 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 (۱۷).

بنابراین احتمال debonding در اثر عوامل ایجاد کننده اکسیداسیون، کمتر است. هرچه فیلرها کوچک‌تر باشند، تطابق ضریب شکست ماتریس رزینی با فیلرها و متعاقباً انتقال نور داخلی بیشتر است. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که تغییرات رنگی در این کامپوزیت‌ها کمتر از $\Delta E = 1/7$ بود، که از لحاظ کلینیکی قابل توجه نیست. نانو کامپوزیت‌ها در مطالعات، بیشترین ثبات رنگ را نشان داده‌اند (۱۸). کامپوزیت با بیس سایلوران مورد استفاده در این مطالعه، کامپوزیت با انقباض کم Filtek P90 است. این کامپوزیت دارای مونومرهای Bis GMA و HEMA، فیلرهای سیلیکا و عوامل سایلوکسان و

اکسیران است. انقباض کم (۰/۷٪) این کامپوزیت به واسطه باز شدن کاتیونی حلقه‌های اکسیران است (۱۶). در مطالعه Kang و همکاران (۳)، این کامپوزیت‌ها نسبت به کامپوزیت‌های با بیس متاکریلاتی میزان تغییر رنگ قابل مشاهده کلینیکی کمتری در حضور مواد رنگی داشتند. در رابطه با تأثیر مستقیم عوامل بلیچینگ بر تغییر رنگ کامپوزیت‌های سایلوران، مطالعه زیادی وجود ندارد. در مطالعه Mourouzis و همکاران (۱۹)، مشاهده شد که بعد از فرآیند 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، تأثیر بلیچینگ با کاربامید پراکساید منجر به تفاوت‌های معنی‌داری در تغییر رنگ کامپوزیت سایلوران شد. کامپوزیت‌های سایلوران، علاوه بر کامفورکینون، دارای نمک‌های یدونوم به عنوان عوامل آغازگر هستند بنابراین واکنش آن‌ها به عوامل اکسیداتیو متفاوت نسبت به کامپوزیت‌های متاکریلاتی، دور از ذهن نیست. علاوه بر نوع و ساختار مونومرها و فیلرهای موجود در کامپوزیت‌ها، درجه تبدیل (conversion) کامپوزیت نیز می‌تواند در پایداری و ثبات رنگ مؤثر باشد. علت این امر، مونومرهای واکنش نیافته موجود در ساختار کامپوزیت است. همچنین پایداری رنگ کامپوزیت‌ها تحت تأثیر نوع نور کیورینگ و تطابق نور با آغازگرهای موجود در ترکیب نیز قرار دارد (۲۰).

در مطالعه حاضر نتایج مربوط به تغییرات ترنسلسنسی تا حدود زیادی در تطابق با تغییر رنگ بود. هرچند که هدف از این مطالعه دستیابی به ارتباط بین نتایج تغییر رنگ و تغییر ترنسلسنسی نبود. در مطالعه Anagnostou و همکاران (۱۳) و Yalcin و همکاران (۲۱)، بین gloss سطحی و رنگ و اپسیتی کامپوزیت ارتباطی نبود. در مطالعه Monaghan و Trowbridge (۴)، خصوصیات ترنسلسنسی کامپوزیت‌ها بعد از کاربرد عوامل بلیچینگ افزایش یافت اما از لحاظ کلینیکی قابل توجه نبود. آنچه که به اپسیتی و ترنسلسنسی مربوط می‌شود، میزان فیلرها و نحوه توزیع آن‌ها است که ممکن است به طور کلی تحت تأثیر مواد bleaching قرار نگیرند. نتایج مشابه تغییرات ترنسلسنسی با تغییرات رنگ در مطالعه حاضر می‌تواند به علت تأثیر عوامل بلیچینگ بر خصوصیات سطحی کامپوزیت‌ها باشد. بنابراین

PH و نوع مواد بلیچینگ باشد (۴،۱۴). 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 بوده اند. تناقضات در مطالعات گوناگون می‌تواند به علت متودولوژی‌های متفاوت و گوناگونی مواد و ابزارهای اندازه‌گیری 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 فرآیند بلیچینگ، لازم بنظر می‌رسد.

با توجه به مشاهدات مطالعه حاضر، مواد بلیچینگ In office (هیدروژن پراکساید ۴۰٪) و at home (کاربامید پراکساید ۲۰٪) موجب تغییرات معنی‌داری در میزان تغییر رنگ ΔE و تغییر ترنسلسونسی کامپوزیت میکروهیبرید Z250 Filtek شدند که بیشترین تغییرات رنگ ($\Delta E > 3/3$) در هنگام اعمال ماده بلیچینگ کاربامید پراکساید ۲۰٪ به دست آمد. به طور کلی بیشترین تغییرات رنگ و ترنسلسونسی مربوط به کامپوزیت‌های ریباند نشده و مواد بلیچینگ at home (کاربامید پراکساید ۲۰٪) بود. کمترین تغییرات مربوط به کامپوزیت نانو هیبرید Filtek Z350 بود.

ملاحظات اخلاقی

پروپوزال این تحقیق توسط دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد با کد اخلاق (IR.SSU.REC.1397.269676) تأیید شده است.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل از پایان نامه تحقیقاتی مصوب دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد به شماره ثبت ۲۸۹۳ می‌باشد که بدین وسیله قدردانی می‌گردد.

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 Ch, 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):59-65.

تغییرات ترنسلسونسی محاسبه شده با دستگاه اسپکتروفوتومتر به میزان زیادی تحت تأثیر ویژگی‌های سطحی است (۵).

فرآیند ریباندینگ یا پوشاندن سطح و لبه‌های ترمیمی با نوعی رزین با فیلر کم (کمتر از ۱۵٪) یا بدون فیلر بر سطح مواد کامپوزیتی تا حدود زیادی مورد توجه قرار گرفته است (۲۲).

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 حفاصل ترمیم و افزایش مقاومت به سایش و رنگ پذیری کامپوزیت‌ها مؤثر است (۲۳).

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 بلند مدت مؤثر باشد. در ارزیابی‌های میکروهاردنس نشان داده شده است که اکسیداسیونی که به واسطه هیدروژن پراکساید ایجاد می‌شود نه تنها بر لایه سطحی بلکه حتی در body ترمیم نیز دیده می‌شود (۲۴). در دندان‌هایی که ترمیم زیبایی شده‌اند، وقتی در معرض مواد بلیچینگ قرار می‌گیرند، ممکن است دندان و ترمیم پاسخ‌های متفاوتی به روند بلیچینگ بدهند. بنابر این به علت تغییرات ایجاد شده، از مقبولیت آن‌ها کاسته شود.

به طور کلی اثر مواد بلیچینگ بر رنگ کامپوزیت‌ها می‌تواند تحت تأثیر عواملی مانند آغاز گرها، فعال کننده‌ها، مهار کننده‌ها، نوع پلیمر، نوع و مقدار فیلرها، باندهای دوگانه کربنی واکنش نیافته و غلظت و

منابع:

3- Kang A, Son S, Hur B. The color stability of silorane- and methacrylate-based resin composites. *Dent Mater J.* 2012;31(5):879-84.
4- Monaghan P, Trowbridge T. Composite resin color change after vital tooth bleaching. *J Prosthet Dent.* 1992;67(6):778-81.
5- Canay S, Cehreli MC. The effect of current bleaching agents on the color of light-polymerized composite invitro. *J Prosthet*

- Dent. 2003;89(5):474-8.
- 6- 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.
- 7- Arikawa H, Fuji K, Kanie T, Inoue K. Light transmittance characteristics of light-cured composite resins. *Dent Mater.* 1998;14(6):405-11.
- 8- Bowles WH, Lancast LS, Wagner MJ. Reflectance and texture changes in bleached composite resin surfaces. *J Esthete Dent.* 1996;8(5):229-33.
- 9- Li Q, Yu H, Wang Y. Color and surface analysis of carbamide peroxide bleaching effects on the dental restorative materials in situ. *J Dent.* 2009;37(5):348-56.
- 10- Ameri H, Chasteen J, Ghavamnasiri M. Effect of a bleaching agent on the color stability of a microhybrid composite resin. *Rev Clin Pesq Odontol.* 2010;6(3):215-21.
- 11- Rosentritt M, Lang R, Plein T, Behr M, Handel G. Discoloration of restorative materials after bleaching application. *Quintessence Int.* 2005;36(1):33-9.
- 12- Nakamura T, Saito O, Mizuno M, Tanaka H. Changes in translucency and color of particulate filler composite resins. *Int J of Prosthodont.* 2002;15(5):494-9.
- 13- Anagnostou M, Chelioti G, Chioti S, Kakaboura A. Effect of tooth-bleaching methods on gloss and color of resin composites. *J Dent.* 2010;38e:129-36.
- 14- Sakaguchi R, Ferracane J, Powers J. *Craig's restorative dental materials.* 11th ed. Mosby; 2018. Chapter 9.
- 15- 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.
- 16- Moraes RR, Marimon LM, Schneider LFJ, Correr L, Camacho GB, Bueno M. Carbamide peroxide bleaching agents: effects on surface roughness of enamel, composite and porcelain. *Clin Oral Investig.* 2006;10(1):23-8.
- 17- Klapdohr S, Moszner N. New inorganic components for dental filling composites. *Monatsheft für Chemie.* 2005;136(1):21-45.
- 18- 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. *Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clinica Integrada.* 2018;18(1):4122.
- 19- Mourouzis P, Koulaouzidou EA, Helvatjoglu-Antoniades MK. Effect of in-office bleaching agents on physical properties of dental composite resins. *Quintessence Int.* 2013;44(4):295-302.
- 20- Janda R, Roulet JF, Kaminsky M, Steffin G, Latta M. Color stability of resin matrix restorative materials as a function of methods of light activation. *Euro J Oral Sci.* 2004;112(3):280-5.
- 21- Yalcin F, Gurgan S. Effect of two bleaching regimens on the gloss of tooth colored restorative materials. *Dent Mater.* 2005;21(5):464-8.
- 22- Summit JB, Robbins JW, Schwartz RS. *Fundamental of operative dentistry.* Quintessence Int. 2013;9:257-9.
- 23- Munro GA, Hilton TJ, Hermes CB. In vitro microleakage of etched and rebonded Class 5 composite resin restorations. *Oper Dent.* 1996; 21:203-8.
- 24- Hannig C, Duong S, Becker K, Brunner E, Kahler E, Attin T. Effect of bleaching on subsurface microhardness of composite and a polyacid modified composite. *Dent Mater.* 2007;23(2):198-203.