

## بررسی اثر بلیچینگ بر سختی سطحی مواد ترمیمی هم‌رنگ دندان

دکتر عبدالرحیم داوری<sup>۱</sup> - دکتر مریم کشفی<sup>۲\*</sup> - دکتر ابراهیم عطایی<sup>۳</sup> - دکتر علیرضا دانش کاظمی<sup>۱</sup>  
 ۱- دانشیار گروه آموزشی ترمیمی و زیبایی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران  
 ۲- استادیار گروه آموزشی ترمیمی و زیبایی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران  
 ۳- استادیار گروه آموزشی ترمیمی و زیبایی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران

### Effect of bleaching on the microhardness of tooth-colored restorative materials

Abdolrahim Davari<sup>1</sup>, Maryam Kashfi<sup>2</sup>, Ebrahim Ataei<sup>1</sup>, Alireza Danesh Kazemi<sup>3</sup>

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

2<sup>+</sup>- Assistant Professor, Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Jundishapour University of Medical Science, Ahvaz, Iran (fary822002@yahoo.com)

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

**Background and Aims:** Bleaching agents not only affect the tooth structure, but also may alter the properties of restorative materials. The aim of this in vitro study was to evaluate the effect of different bleaching regimens on the microhardness of four tooth-colored restorative materials.

**Materials and Methods:** Eighty specimens of four restorative materials (Microhybrid resin composite (Z250 (3M, ESPE), nanohybrid composite Z350 (3M, ESPE), packable composite P60 (3M, ESPE), and resin modified glass ionomer Vitremer (3M, ESPE)) were fabricated and were polished after 24 h with Soflex discs (3M, ESPE). Then the specimens were divided into two groups: In office bleach group, 40 specimens (10 of each restorative material) were bleached with hydrogen peroxide 37.5% for 30 min in two sessions with 7 days interval. In home bleaching group, 40 specimens were bleached with carbamid peroxide 22%, 6 h a day for 14 days. Vickers microhardness test were done before and after bleaching (baseline). Finally data were evaluated using analysis of Variance.

**Results:** Two bleaching regimens were significantly decreased the microhardness values. In Z250 resin composite, the microhardness values before and after bleaching were 95.30 and 92.67 kg/mm<sup>2</sup>, respectively. for office bleaching (P=0.011) and 95.38 and 92.39 kg/mm<sup>2</sup> for home bleaching (P<0.001). In Z350 resin composite, the microhardness values before and after bleaching were 98.29 and 92.41 kg/mm<sup>2</sup>, for office bleaching (P<0.001) and 97.35 and 93.44 kg/mm<sup>2</sup> for home bleaching (P<0.001) respectively. In P60 resin composite, the microhardness values before and after bleaching were 103.10 and 96.16 kg/mm<sup>2</sup>, respectively. for office bleaching (P=0.045) and 102.61 and 98.16 kg/mm<sup>2</sup> for home bleaching (P=0.001). In resin modified glass ionomer (Vitremer), the microhardness values before and after bleaching were 56.79 and 49.41 kg/mm<sup>2</sup>, respectively. for office bleaching (P=0.004) and 54.17 and 46.50 kg/mm<sup>2</sup> for home bleaching (P<0.001). There was no significant difference between two bleaching agents (P=0.365).

**Conclusion:** Dental bleaching agents decrease the microhardness of tooth-colored restorative materials.

**Key Words:** Bleaching, Composite, Glass Ionomer

Journal of Dental Medicine-Tehran University of Medical Sciences 2013;26(3):194-202

\* مؤلف مسؤول: اهواز- دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور- دانشکده دندانپزشکی- گروه آموزشی ترمیمی و زیبایی  
 تلفن: ۳۲۰۵۱۷۱ نشانی الکترونیک: drmkashfi@gmail.com

## چکیده

**زمینه و هدف:** مواد بلیچینگ علاوه بر تأثیر روی ساختمان دندان، روی خصوصیات ترمیم‌ها و مواد ترمیمی نیز مؤثر هستند. هدف از این مطالعه *in vitro* ارزیابی اثر رژیم‌های بلیچینگ مختلف روی سختی سطحی چهار ماده ترمیمی هم‌رنگ دندان بود.

**روش بررسی:** تعداد ۸۰ نمونه از ۴ ماده ترمیمی کامپوزیت رزین میکروهیبرید ( $Z_{250}$  (3M, ESPE)، نانو هیبرید ( $Z_{350}$  (3M, ESPE)، پک‌شونده ( $P_{60}$  (3M, ESPE) و یک گلاس‌آینومر اصلاح شده با رزین Vitremer (3M, ESPE) ساخته شده و بعد از ۲۴ ساعت با دیسک‌های پالیش Soflex (3M, ESPE) پالیش شدند. سپس نمونه‌ها در دو گروه Office bleach و Home bleach قرار داده شدند: در گروه Office bleach تعداد ۴۰ نمونه (۱۰ نمونه از هر ماده) با هیدروژن پراکساید ۳۷/۵٪ به مدت ۳۰ دقیقه در دو جلسه با فاصله ۷ روز بلیچ شد. در گروه Home bleach تعداد ۴۰ نمونه (۱۰ نمونه از هر ماده) با کاربامید پراکساید ۲۲٪ به مدت ۶ ساعت در روز برای ۲ هفته بلیچ شدند. تست سختی سنجی ویکرز قبل از شروع بلیچینگ (Baseline) و پس از آن بر روی نمونه‌ها انجام شد و داده‌ها توسط آنالیزهای آماری واریانس بررسی شد.

**یافته‌ها:** دو رژیم بلیچ تست شده به طور معنی‌داری سختی سطحی چهار ماده ترمیمی را کاهش دادند که در کامپوزیت  $Z_{250}$  در گروه Office bleach عدد سختی قبل و بعد از بلیچ به ترتیب ۹۵/۳۰ و ۹۲/۶۷ کیلوگرم بر میلی‌متر مربع ( $P=0/011$ ) و در گروه Home bleach، ۹۵/۳۸ و ۹۲/۳۹ کیلوگرم بر میلی‌متر مربع ( $P<0/001$ ) بود. در کامپوزیت  $Z_{350}$  در گروه Office bleach عدد سختی قبل و بعد از بلیچ به ترتیب ۹۸/۲۹ و ۹۲/۴۱ کیلوگرم بر میلی‌متر مربع ( $P<0/001$ ) و در گروه Home bleach، ۹۷/۳۵ و ۹۳/۴۴ کیلوگرم بر میلی‌متر مربع ( $P<0/001$ ) بود. در کامپوزیت  $P_{60}$  در گروه Office bleach عدد سختی قبل و بعد از بلیچ به ترتیب ۱۰۳/۱۰ و ۹۶/۱۹ کیلوگرم بر میلی‌متر مربع ( $P=0/045$ ) و در گروه Home bleach، ۱۰۲/۶۱ و ۹۸/۱۶ کیلوگرم بر میلی‌متر مربع ( $P=0/001$ ) بود. در گلاس‌آینومر نوری Vitremer در گروه Office bleach عدد سختی قبل و بعد از بلیچ به ترتیب ۵۶/۷۹ و ۴۹/۴۱ کیلوگرم بر میلی‌متر مربع ( $P=0/004$ ) در گروه Home bleach، ۵۴/۱۷ و ۴۶/۵۰ کیلوگرم بر میلی‌متر مربع ( $P<0/001$ ) بود. تفاوتی بین دو ماده بلیچ مشاهده نشد ( $P=0/365$ ).

**نتیجه‌گیری:** عوامل سفیدکننده دندان می‌توانند باعث کاهش سختی سطحی مواد ترمیمی هم‌رنگ دندان شوند.

**کلید واژه‌ها:** بلیچینگ، کامپوزیت، گلاس‌آینومر

وصول: ۹۱/۰۹/۲۳ اصلاح نهایی: ۹۲/۰۵/۱۸ تأیید چاپ: ۹۲/۰۶/۰۱

## مقدمه

وایتال بلیچینگ با دو تکنیک خانگی (استفاده از تری بلیچینگ در منزل) و Office (استفاده از مواد بلیچینگ در مطب) انجام می‌شود. ماده بلیچ می‌تواند روی ساختار آلی و غیرآلی کامپوزیت‌ها تأثیر داشته باشد. تصور می‌شود ظرفیت اکسیدکنندگی عوامل بلیچ قادر به آسیب به اتصالات پلیمری ساختار کامپوزیت بوده و می‌تواند باعث مستعد شدن کامپوزیت به تغییر شیمیایی شود. به علاوه تأثیر در فاز آلی می‌تواند باعث کاهش خصوصیات فیزیکی ماده مثل سختی سطحی و مقاومت سایشی شود (۴).

سختی سطحی یکی از مهم‌ترین خصوصیات فیزیکی مواد ترمیمی محسوب می‌شود که برای دوام ترمیم‌ها در محیط دهان ضروری است. سختی سطحی یک ماده، میزان نسبی مقاومت آن به Indentation در مقابل یک نیروی ثابت است. به علاوه سختی سطحی یک خصوصیت مکانیکی است که غالباً برای مشخص کردن مقاومت سایشی ماده استفاده می‌شود (۵،۶).

درمورد تأثیر بلیچینگ روی مواد ترمیمی مطالعاتی انجام شده ولی

امروزه زیبایی به یکی از درخواست‌های اصلی بیماران دندانپزشکی تبدیل شده است. مواد ترمیمی هم‌رنگ دندان مخصوصاً کامپوزیت‌ها به بخش مهم دندانپزشکی مدرن تبدیل شده‌اند. پیشرفت‌های جدیدی که در مواد کامپوزیتی اتفاق افتاده مثل تغییر نوع ماتریکس، نوع و سایز فیلر روی برخی خصوصیات کامپوزیت‌ها مثل خصوصیات فیزیکی، قابلیت پالیش، مقاومت سایشی ماده تأثیرگذار است (۱).

در گذشته دندان‌های با ظاهر نازیبی درمان‌های مهاجم‌تری مانند درمان‌های پروتزی را تجربه می‌کردند ولی امروزه تکنیک‌های ساده‌تر، ارزان‌تر و کارآمدتری مانند بلیچینگ که مورد مقبولیت عمومی نیز قرار گرفته، مطرح شده و بلیچینگ را به یکی از درمان‌های محبوب دندانپزشکی در دهه‌های اخیر تبدیل کرده است (۲،۳).

در تکنیک بلیچینگ از غلظت‌های مختلف موادی مثل هیدروژن پراکساید، کاربامید پراکساید و پربورات سدیم برای سفید کردن دندان‌های وایتال و نال وایتال استفاده می‌شود.

نمونه‌ها، مولد روی یک اسلب شیشه‌ای قرار گرفته، کامپوزیت به صورت Bulky داخل آن پک شده، یک لایه نوار شفاف Mylar روی آن قرار گرفته و یک slide شیشه‌ای روی آن فشرده شد تا اضافات کامپوزیت خارج شود. درمورد گلاس‌آینومر هم پودر و مایع براساس دستورالعمل سازنده مخلوط شد و به صورت Bulky داخل مولد پک شد. از اسلب شیشه‌ای و نوار Mylar هم مطابق روش بالا استفاده شد. سپس نمونه‌ها از سمت Top با دستگاه لایت‌کیور LED (LITEX 695C, DentAmerica, USA) با شدت  $600 \text{ mW/cm}^2$  برای مدت ۴۰ ثانیه به روش استاندارد و (Continuous) کیور شدند (۱۴). شدت نور با استفاده از Light Intensity Meter, DentAmerica, USA بعد از هر ۵ نمونه تست می‌شد. سمت Bottom نمونه‌ها با استفاده از مازیک علامت‌گذاری شد. نمونه‌ها برای مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر نگهداری شد. پس از آن نمونه‌ها توسط دیسک‌های پالایش Soflex (3M, ESPE, USA) Medium, Fine, Superfine پالایش شدند (۱۴). بعد از پالایش، نمونه‌ها با آب مقطر شسته شده تا هرگونه دبری حذف شود. سپس نمونه‌ها در ۲ گروه ۴۰ تایی قرار داده شدند:

- در گروه Office تعداد ۴۰ نمونه (۱۰ نمونه از هر ماده) (۷) که با هیدروژن پراکساید ۳۷/۵٪ (Pola Office, SDI) به مدت ۳۰ دقیقه در دو جلسه با فاصله ۷ روز بلیچ می‌شدند و نمونه‌ها در بقیه ساعات در آب مقطر قرار می‌گرفتند.

- در گروه Home تعداد ۴۰ نمونه (۱۰ نمونه از هر ماده) که با کاربامید پراکساید ۲۲٪ (Polanight, SDI) به مدت ۶ ساعت در روز برای ۲ هفته بلیچ می‌شدند و نمونه‌ها در بقیه ساعات در آب مقطر قرار می‌گرفتند.

اثر آن به طور دقیق مشخص نیست. گروهی از مطالعات بلیچینگ را عامل افزایش سختی سطحی (۷)، گروهی آن را عامل کاهش سختی سطحی و نرم شدن کامپوزیت و افزایش سایش آن در نواحی استرس و بدون استرس معرفی می‌کنند (۸،۹) و گروه دیگری آن را بدون تأثیر بر سختی سطحی در نظر می‌گیرند (۱۰-۱۲). نتایج متناقضی که از تحقیقات مختلف به دست آمده، انجام مطالعات بیشتر را ضروری می‌سازد. پیشنهاد شده که شاید علت این تناقضات، تفاوت در روش بلیچینگ (Office یا Home)، عامل بلیچ و ماده ترمیمی استفاده شده باشد (۱۳). سؤال این است که آیا این ترمیم‌ها به غیر از دلایل تفاوت رنگ و زیبایی نیاز به تعویض دارند و آیا مواد بلیچینگ می‌توانند اثرات منفی روی کیفیت و دوام این ترمیم‌ها داشته باشند؟ بنابراین این مطالعه به صورت Clinical lab trial انجام شد و هدف آن بررسی تأثیر دو سیستم بلیچ مختلف روی سختی سطحی کامپوزیت و گلاس‌آینومر نوری بود.

## روش بررسی

در این مطالعه *in vitro* اثر دو سیستم Home bleach با ژل کاربامید پراکساید ۲۲٪ (Polanight, SDI) و Office bleach با ژل هیدروژن پراکساید ۳۷/۵٪ (Polaoffice, SDI) روی ۴ ماده ترمیمی (کامپوزیت هیبرید Z<sub>250</sub> (3M, ESPE)، نانو هیبرید Z<sub>350</sub> (3M, ESPE)، پک شونده P<sub>60</sub> (3M, ESPE) و گلاس‌آینومر نوری Vitremer (3M, ESPE) بررسی شد. مواد مورد استفاده و ترکیبات آن‌ها در جدول ۱ بیان شده است. با استفاده از رنگ A<sub>3</sub> هر ماده ترمیمی تعداد ۲۰ دیسک با استفاده از مولد تفلونی به قطر ۵ میلی‌متر و ارتفاع ۲ میلی‌متر تهیه شد. (جمعاً ۸۰ دیسک). برای تهیه

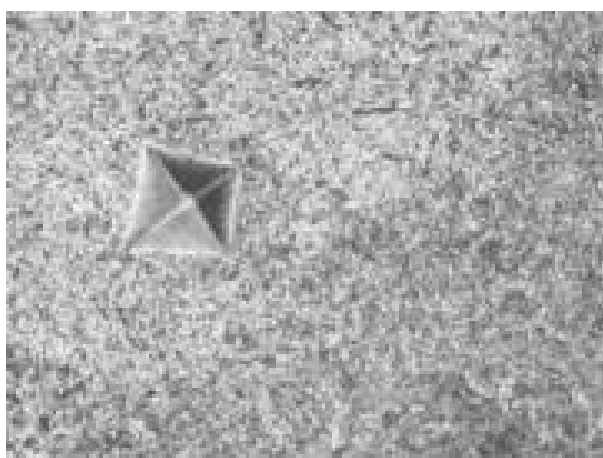
جدول ۱- ترکیب و خصوصیات مواد مورد استفاده

| نام محصول               | نوع                          | ترکیب   | شرکت سازنده     |
|-------------------------|------------------------------|---|-----------------|
| Filtek Z <sub>250</sub> | کامپوزیت میکروهیبرید         | Zirconia/silica, فیلر bis-GMA, UDMA, bis-EMA, TEGDMA,   | 3M ESPE (USA)   |
| Filtek Z <sub>350</sub> | کامپوزیت نانو هیبرید         | Zirconia/silica, فیلر bis-GMA, UDMA, TEGDMA, bis-EMA  | 3M ESPE (USA)   |
| Filtek P <sub>60</sub>  | کامپوزیت پک شونده            | Zirconia/silica, فیلر bis-GMA, UDMA, bis-EMA  | 3M ESPE (USA)   |
| Vitremer                | گلاس‌آینومر رزین<br>مدیقایید | پودر: فلوروآلومینوسیلیکات گلاس، پتاسیم پرسولفات، اسید اسکوربیک<br>مایع: اسید پلی‌کربوکسیلیک، HEMA | 3M ESPE (USA)   |
| Pola office             | ژل بلیچینگ                   | هیدروژن پراکساید ۳۷/۵٪  | SDI (Australia) |
| Pola night              | ژل بلیچینگ                   | کاربامید پراکساید ۲۲٪   | SDI (Australia) |

جدول ۲- میانگین و انحراف معیار سختی سطحی قبل و بعد از بلیچینگ

| P-value | بعد از بلیچینگ |         | قبل از بلیچینگ |         | تعداد نمونه‌ها | گروه   | ماده ترمیمی      |
|---------|----------------|---------|----------------|---------|----------------|--------|------------------|
|         | انحراف معیار   | میانگین | انحراف معیار   | میانگین |                |        |                  |
| ۰/۰۱۱*  | ۶/۷۵           | ۹۲/۶۷   | ۶/۸۷           | ۹۵/۳۰   | ۱۰             | Office | Z <sub>250</sub> |
| <۰/۰۰۱* | ۸/۳۷           | ۹۲/۳۹   | ۷/۸۶           | ۹۵/۳۸   | ۱۰             | Home   |                  |
| <۰/۰۰۱* | ۸/۵۹           | ۹۲/۴۱   | ۸/۴۰           | ۹۸/۲۹   | ۱۰             | Office | Z <sub>350</sub> |
| <۰/۰۰۱* | ۷/۹۳           | ۹۳/۴۴   | ۸/۰۳           | ۹۷/۳۵   | ۱۰             | Home   |                  |
| ۰/۰۴۵*  | ۶/۸۸           | ۹۶/۱۹   | ۵/۷۴           | ۱۰۳/۱   | ۱۰             | Office | P <sub>60</sub>  |
| ۰/۰۰۱*  | ۶/۷۹           | ۹۸/۱۶   | ۴/۹۵           | ۱۰۲/۶۱  | ۱۰             | Home   |                  |
| ۰/۰۰۴*  | ۴/۹۷           | ۴۹/۴۱   | ۶/۲۲           | ۵۶/۷۹   | ۱۰             | Office | Vitremmer        |
| <۰/۰۰۱* | ۶/۰۴           | ۴۶/۵۰   | ۸/۶۸           | ۵۴/۱۷   | ۱۰             | Home   |                  |

کیلوگرم بر میلی‌متر مربع ( $P < 0/001$ ) بود. در کامپوزیت Z<sub>350</sub> در زیر گروه Office bleach عدد سختی قبل و بعد از بلیچ به ترتیب ۹۸/۲۹ و ۹۲/۴۱ کیلوگرم بر میلی‌متر مربع ( $P < 0/001$ ) و در زیر گروه Home bleach، ۹۷/۳۵ و ۹۳/۴۴ کیلوگرم بر میلی‌متر مربع ( $P < 0/001$ ) بود. در کامپوزیت P<sub>60</sub> در زیرگروه Office bleach عدد سختی قبل و بعد از بلیچ به ترتیب ۱۰۳/۱ و ۹۶/۱۹ کیلوگرم بر میلی‌متر مربع ( $P = 0/045$ ) و در زیر گروه Home bleach، ۱۰۲/۶۱ و ۹۸/۱۶ کیلوگرم بر میلی‌متر مربع ( $P = 0/001$ ) بود. در گلاس‌آینومر نوری Vitremmer در زیرگروه Office bleach عدد سختی قبل و بعد از بلیچ به ترتیب ۵۶/۷۹ و ۴۹/۴۱ کیلوگرم بر میلی‌متر مربع ( $P = 0/004$ ) در زیر گروه Home bleach، ۵۴/۱۷ و ۴۶/۵۰ کیلوگرم بر میلی‌متر مربع ( $P < 0/001$ ) بود.



شکل ۱- سطح مقطع حاصل از ایندنتر ویکرز

آب مقطر هر روز تعویض می‌شد و در پایان هر جلسه بلیچینگ، نمونه‌ها با آب و مسواک نرم شسته می‌شدند.

تست سختی سنجی ویکرز بر روی نمونه‌ها در ۲ نوبت انجام شد: بعد از یک هفته نگهداری نمونه‌ها در آب مقطر (۲) تمام نمونه‌ها تحت تست ویکرز قرار گرفتند و داده‌ها ثبت شد. (Baseline) سپس فرآیند بلیچینگ طبق گروه‌بندی بالا انجام شد و در پایان کار مجدداً تست ویکرز روی نمونه‌ها انجام شد.

تست ویکرز با دستگاه Koopa MH1-Iran با نیروی ۱۰۰ گرم و زمان اعمال نیروی (Dwell time) ۲۰ ثانیه بر روی تمام نمونه‌ها در سه نقطه انجام شده و میانگین آن‌ها به عنوان عدد سختی در نظر گرفته شد (۱۲).

داده‌های به دست آمده با استفاده از برنامه SPSS16 آنالیز شد. تمام آنالیزهای آماری در  $\text{Significant level} = 0.05$  انجام شد. از آنالیز Paired t-test و واریانس دوطرفه برای ارزیابی نتایج استفاده شد.

## یافته‌ها

شکل ۱ سطح مقطع Indenter ویکرز را در یک نمونه کامپوزیتی نشان می‌دهد که به شکل مربع می‌باشد. داده‌های جدول ۲ میانگین سختی سطحی گروه‌های مورد مطالعه را قبل و بعد از فرآیند بلیچینگ با Paired t-test نشان می‌دهد که نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که در کامپوزیت Z<sub>250</sub> در زیرگروه Office bleach عدد سختی قبل و بعد از بلیچ به ترتیب ۹۵/۳۰ و ۹۲/۶۷ کیلوگرم بر میلی‌متر مربع ( $P = 0/011$ ) و در زیر گروه Home bleach، ۹۵/۳۸ و ۹۲/۳۹

جدول ۳- نتایج آنالیز واریانس دوطرفه برای تغییرات سختی

| متغیر        | جمع مربعات | درجه آزادی | F     | P-value |
|--------------|------------|------------|-------|---------|
| ماده ترمیمی  | ۲۲۸/۷۶     | ۳          | ۳/۵۵  | ۰/۰۲*   |
| ماده بلیچینگ | ۱۷/۸۶      | ۱          | ۰/۸۳۲ | ۰/۳۶۵   |
| اثر متقابل   | ۳۲/۸۷۱     | ۳          | ۰/۵۱۰ | ۰/۶۷۶   |

\* $\alpha=0/05$ 

همرنگ دندان بررسی شد که براساس نتایج به دست آمده هر دو سیستم بلیچینگ باعث کاهش معنی‌دار در سختی سطحی مواد ترمیمی تست شده شدند ولی بین گروه‌های مختلف بلیچ تفاوت معنی‌دار نبوده است.

نتایج این مطالعه مشابه نتایج مطالعه Lima و همکاران در سال ۲۰۰۸ (۴) بود که اثر کاربامید پراکساید ۱۶٪ و هیدروژن پراکساید ۳۵٪ را روی میکروهاردنس کامپوزیت‌ها بررسی کردند. Gurgan و Yalcin در سال ۲۰۰۷ (۹) هم به نتایج مشابهی با کاربامید پراکساید ۱۰٪ و هیدروژن پراکساید ۶/۵٪ رسیدند.

مطالعه Silva Costa و همکاران در سال ۲۰۰۹ (۱۴) هم کاهش سختی سطحی کامپوزیت را بعد از بلیچینگ با هیدروژن پراکساید ۷٪ و ۳۵٪ و کاربامید پراکساید ۱۰٪ و ۳۵٪ نشان دادند ولی بین گروه‌های مختلف عوامل بلیچ تفاوت معنی‌دار نبوده است. مطالعه Hannig و همکاران در سال ۲۰۰۷ (۸) هم کاهش سختی سطحی را در کامپوزیت با کاربامیدپراکساید ۱۰٪ و هیدروژن پراکساید ۳۸٪ نشان دادند. Malkondu و همکاران در سال ۲۰۱۱ (۱۸) که اثر هیدروژن پراکساید ۱۰٪ و کاربامید پراکساید ۲۰٪ را بررسی کردند و Briso و همکاران در سال ۲۰۱۰ (۱۶) هم که اثر کاربامیدپراکساید ۱۵٪ و ۱۶٪ را بررسی کردند به نتایج مشابهی رسیدند. مطالعه Yu و همکاران در سال ۲۰۱۰ (۲) هم کاهش میکروهاردنس کامپوزیت را با کاربامید ۱۰٪ نشان داد. Rattacaso و همکاران در سال ۲۰۱۱ هم به نتایج مشابهی با کاربامید ۱۶٪ رسیدند (۱۹).

هرچند در مطالعه Polydorou و همکاران در سال ۲۰۰۷ (۱۰) که اثر هیدروژن پراکساید ۳۸٪ را روی میکروهاردنس کامپوزیت‌ها بررسی کردند و Mujdeci و Gokay در سال ۲۰۰۶ (۱۲) که هیدروژن پراکساید ۱۴٪ و کاربامیدپراکساید ۱۰٪ را بررسی کردند، تفاوت معنی‌داری بین میکروهاردنس کامپوزیت بین گروه بلیچ و گروه کنترل

مطابق داده‌های این جدول مقادیر سختی سطحی به دست آمده در تمام گروه‌ها بعد از بلیچینگ نسبت به قبل از آن به طور معنی‌دار کاهش پیدا کرده است.

داده‌های جدول ۳ نتایج آنالیز واریانس دو طرفه را نشان می‌دهد که تغییرات ایجاد شده در سختی از نظر آماری به نوع ماده ترمیمی مرتبط بوده ( $P=0/02$ ) که این تفاوت بین دو گروه  $Z_{250}$  و Vitremer مشاهده شد ( $P=0/009$ ). ولی در مقایسه سایر گروه‌ها به صورت دو به دو اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد ( $P>0/20$ ). همچنین نتایج این جدول نشان داد که تغییرات سختی با نوع ماده بلیچینگ ارتباط معنی‌داری ندارد ( $P=0/36$ ).

## بحث و نتیجه‌گیری

وقتی از مواد و تکنیک‌های بلیچینگ برای سفید کردن دندان‌ها استفاده می‌شود، باید به تغییرات شیمیایی و مورفولوژیک مواد ترمیمی نیز توجه شود. عواملی مانند سختی سطحی، استحکام خمشی، استحکام شکست روی کیفیت و دوام ترمیم‌ها مؤثر هستند (۱۵). سختی سطحی مرتبط با خصوصیات مکانیکی کامپوزیت‌ها، تجزیه آن‌ها و استعداد آن‌ها به تغییر رنگ می‌باشد. بنابراین سختی سطحی مواد ترمیمی حتی بعد از قرار گرفتن در حفره دهان باید بدون تغییر بوده و در مقابل استرس‌های حرارتی، مکانیکی و شیمیایی محیط دهان مقاوم باشند. امروزه به علت افزایش تقاضای بلیچینگ، یک ماده ترمیمی ایده‌آل باید طی فرآیند شیمیایی بلیچ بدون تغییر باقی بماند (۱۶). کاهش سختی سطحی به علت اروژن ماتریکس رزینی می‌تواند باعث تقویت خشونت سطح ترمیم و کاهش مقاومت سایشی آن شود (۱۷).

بنابراین در این مطالعه اثر دو سیستم بلیچینگ هیدروژن پراکساید ۳۷/۵٪ و کاربامید پراکساید ۲۲٪ روی سختی سطحی مواد ترمیمی

تنوع وسیع در نتایج به دست آمده می‌تواند پیشنهادکننده این نکته باشد که بعضی مواد ترمیمی ممکن است بیشتر مستعد تغییر هاردنس باشند که می‌تواند مرتبط با ترکیب ماتریکس و سایز و حجم فیلر باشد (۲۸).

هرچند چون فیلرها اساساً گلاس یا سرامیک هستند اثر هیدروژن پراکساید روی فیلرها خیلی کم است، ولی ماتریکس رزینی می‌تواند با کاربرد مکرر یا غلظت بالای هیدروژن پراکساید دچار تغییر شود (۲۹)، و براساس مطالعات متعدد سایت احتمالی واکنش‌های اکسیداسیون است و انتظار کاهش بیشتر هاردنس کامپوزیت‌هایی که ماتریکس ارگانیک بیشتری دارند، وجود دارد (۳۰-۳۲).

ماتریکس ارگانیک کامپوزیت‌هایی که در این مطالعه استفاده شدند (P<sub>60</sub>-Z<sub>350</sub>-Z<sub>250</sub>) دارای Bis-GMA و UDMA در ترکیبشان بودند که این مولکول‌ها، وزن مولکولی بالایی داشته و تعداد باندهای دوگانه کمی در واحد وزن دارند. وزن مولکولی بالاتر رزین‌ها باعث کاهش انقباض و Aging و کمی نرم‌شدگی کامپوزیت می‌شوند (۳۳). کاهش میکروهااردنس کامپوزیت‌های میکروهیبرید و نانوهیبرید Z<sub>250</sub> و Z<sub>350</sub> به دلیل حجم بالای ماتریکس رزینی مورد انتظار است (۳۱-۳۰). P<sub>60</sub> هم به دلیل داشتن حجم فیلر بالاتر و سایز بزرگتر ذرات فیلر، بالاترین میزان هاردنس را بین سه کامپوزیت، قبل و بعد از بلیچ نشان می‌دهد (۹).

عوامل بلیچ مختلفی که در این مطالعه استفاده شد، هیدروژن پراکساید و کاربامید پراکساید بودند. هیدروژن پراکساید ظرفیت بالایی برای اکسیداسیون و احیا با تولید رادیکال آزاد HO<sub>2</sub><sup>-</sup> و H<sup>+</sup> را دارد (۳۴) که می‌تواند Stain‌های ماکرومولکولی را به مولکول‌های کوچک‌تر بشکند. همچنین علاوه بر توانایی واکنش‌پذیری، هیدروژن پراکساید توانایی بالایی برای انتشار دارد و ادعا شده که احتمالاً پراکسایدها می‌توانند باعث القاء باز شدن زنجیره پلیمری شوند و بنابراین باندهای دوگانه واکنش‌ناده ماتریکس رزینی احتمالاً شایع‌ترین محل برای آن هستند (۸). به علاوه رادیکال‌های آزاد ایجاد شده می‌توانند روی اینترفیس رزین- فیلر اثر گذاشته و باعث جدا شدن اتصال فیلر- ماتریکس شوند (۳۴) که این می‌تواند باعث جابه‌جایی ذرات فیلر غیرآلی شود که در تصاویر میکروسکوپ الکترونی دیده شده است که این وضعیت می‌تواند باعث از دست رفتن فیلر در سطح و کاهش

مشاهده نکردند. Basting و همکاران در سال ۲۰۰۵ (۲۰) هم که اثر کاربامیدپراکساید ۱۰٪ را روی کامپوزیت‌ها بررسی کردند، به نتایج مشابهی رسیدند. Campos و همکاران در سال ۲۰۰۳ (۳) هم که اثر کاربامیدپراکساید ۱۰٪ و ۱۵٪ را بر میکروهااردنس کامپوزیت‌ها ارزیابی کردند، تفاوت معنی‌داری را بین گروه بلیچ و گروه کنترل نشان ندادند. kwon و همکاران در سال ۲۰۱۰ هم به نتایج مشابهی رسیدند (۲۱).

اما در مطالعه Turker و Biskin در سال ۲۰۰۲ (۷) که اثر کاربامید ۱۰٪ و ۱۶٪ را روی میکروهااردنس کامپوزیت بررسی کردند، گزارش کردند که کاربامید ۱۶٪ باعث افزایش هاردنس کامپوزیت می‌شود ولی کاربامید ۱۰٪ هاردنس را کاهش می‌دهد.

اختلاف در نتایج مطالعات می‌تواند مرتبط با ماده ترمیمی، ماده بلیچ و روش انجام تست باشد. تفاوت در ساختار شیمیایی کامپوزیت‌ها مانند نوع الیگومر یا مونومرهای استفاده شده، غلظت و نوع اکتیوتورها، آغازگرها، اکسیداسیون باندهای دوگانه کربن، سایز و نوع ذرات فیلر می‌تواند روی خصوصیات آن‌ها مؤثر باشد (۲۲).

کامپوزیت‌ها یک سری تغییرات فیزیکی را به دنبال پلیمریزیشن و واکنش بعدی با محیط مرطوب دهان تحمل می‌کنند. به دنبال پلیمریزیشن، حرکت مولکول‌های آب به سمت داخل باعث تحرک مولکول‌های داخل ماتریکس، حرکت مونومرهای واکنش‌ناده به سمت خارج و Leach out فیلرها و اکتیوتورها شده و می‌تواند باعث نرم شدن ماتریکس رزینی شود (۲۵-۲۳)؛ هرچند گفته می‌شود که این یک فرآیند کند و خفیف است که نمی‌تواند اثر معنی‌داری روی خصوصیات سطح کامپوزیت داشته باشد. یکی از فاکتورهایی که روی کیفیت سطح کامپوزیت‌ها تأثیر می‌گذارد، پروسه فینیش و پالیش است (۲۶). گزارش شده که میکروهااردنس کامپوزیت فینیش شده با نوار شفاف پایین‌تر از سطح خود کامپوزیت است. فینیش سطح کامپوزیت با نوار سلولویدی می‌تواند صافترین سطح را ایجاد کند، هرچند به دلیل غلظت بالای رزین در چنین سطحی احتمال تغییر رنگ بیشتر است (۲۷). بنابراین در این مطالعه سطح با دیسک‌های پالیش Soflex پالیش شد. هرچند تنها در مطالعه Polydorou و همکاران در سال ۲۰۰۷ (۱۰) نمونه‌های پالیش شده و پالیش نشده مقایسه شدند که تفاوتی بین میکروهااردنس کامپوزیت پالیش شده و نمونه‌های پالیش نشده وجود نداشت.

کنترل بلیچ نشده شدند، اما در دو ماده بلیچ که pH حدود ۵ داشتند، این کاهش بیشتر بوده است.

مورد آخر که در باره اثرات مربوط به عامل بلیچ در مطالعات مورد بحث است، مربوط به پارامترهای حلالیت عوامل بلیچ است. گفته شده که Bis-GMA و UDMA استفاده شده در ماتریکس کامپوزیت‌ها می‌توانند توسط مواد شیمیایی با پارامترهای حلالیت مشابه در دامنه  $(J/m^3)^{1/2}$   $2/97 \times 10^4 - 1/82 \times 10^4$  نرم شوند. هرچند چون عوامل بلیچینگ و اکثر ترکیبات آن‌ها در جدول حلال‌ها نیستند، داشتن پارامترهای حلالیت مشابه ماتریکس رزینی در آن‌ها مشخص نیست (۳۴).

در مورد اثر بلیچینگ روی میکروهاردنس گلاس‌آینومر مطالعات محدودی انجام شده است. طبق نتایج مطالعه حاضر، کاهش میکروهاردنس گلاس‌آینومر با هر دو عامل بلیچ هیدروژن پراکساید ۳۷/۵٪ و کاربامید پراکساید ۲۲٪ مشاهده شد که نتایج این مطالعه مشابه نتایج مطالعه Yu و همکاران در سال ۲۰۱۱ (۲) بود که کاهش میکروهاردنس گلاس‌آینومر کانونشنال را با کاربامید ۱۰٪ نشان داد که این کاهش هم در لایه سطحی و هم زیرسطحی مشاهده شد. مطالعه Campos و همکاران در سال ۲۰۰۳ (۳) هم که اثر کاربامید پراکساید ۱۰٪ و ۱۵٪ را روی میکروهاردنس گلاس‌آینومر نوری (Vitremar) ارزیابی کردند، به نتایج مشابهی رسیدند. ولی در مطالعه Mujdeci و Gokay در سال ۲۰۰۶ (۱۲) که اثر کاربامید پراکساید ۱۰٪ و نوار استریپ هیدروژن پراکساید ۱۴٪ را روی گلاس کانونشنال ارزیابی کرده، تفاوت معنی‌داری بین گروه بلیچ و گروه کنترل وجود نداشته است. همچنین مطالعه Yu و همکاران در سال ۲۰۰۸ (۴۳) افزایش میکروهاردنس گلاس کانونشنال را با کاربامید ۱۵٪ نشان دادند که چون آزمایش به صورت In situ انجام شده، یکی از دلایل افزایش میکروهاردنس گلاس‌آینومر را، اثر سخت‌کنندگی ناشی از کلسیم و فسفات بزاق که به داخل ماده منتشر می‌شود ذکر کرده‌اند.

کاهش میکروهاردنس گلاس‌آینومر می‌تواند مرتبط با اروژن سطحی گلاس‌آینومر باشد. در محلول اسیدی یون‌های  $H^+$  به درون سمان منتشر شده و جایگزین کاتیون‌های فلزی کراس‌لینک شده با اسید پلی‌کربوکسیلیک می‌شوند. براساس شیب غلظتی، کاتیون‌های

میکروهاردنس سطح (۱۸) و ایجاد کرک‌های میکروسکوپی کوچک شود (۳۵).

غلظت ژل‌های بلیچینگ استفاده شده در این مطالعه ۳۷/۵٪ برای هیدروژن پراکساید و ۲۲٪ برای کاربامید پراکساید بود که در مقایسه با مطالعات مشابه که از کاربامید پراکساید ۱۵-۱۰٪ (۳،۱۰،۱۲،۲۰) و هیدروژن پراکساید ۱۴٪ (۱۲) بیشتر بود، که طبق نتایج مطالعه Campos و همکاران در سال ۲۰۰۳ (۳) افزایش غلظت ژل بلیچینگ می‌تواند باعث افزایش مقدار هیدروژن پراکساید شده که می‌تواند منجر به تجزیه و تخریب بیشتر ساختار ماده شود.

اثرات حل‌کنندگی عامل بلیچ روی مواد به عمق نفوذ عامل بلیچینگ به داخل مواد ترمیمی هم بستگی دارد (۳۶). اگر ماده ترمیمی به میزان زیاد کراس‌لینک بوده و دارای مولکول‌های پلیمر با وزن مولکولی بالا باشد، ممکن است عامل بلیچینگ نیاز به زمان بیشتری برای انتشار داشته باشد (۳۷) که در این مطالعه کامپوزیت‌ها دارای ترکیبات دارای وزن مولکولی بالای UDMA و Bis-GMA بودند، اما زمان لازم برای تأثیر عامل بلیچ داده شد (دو جلسه ۳۰ دقیقه‌ای با فاصله زمانی یک هفته برای هیدروژن پراکساید و ۶ ساعت در روز برای مدت دو هفته در گروه کاربامید پراکساید) که متفاوت از مطالعات قبلی بود که ماده به طور مداوم چندین روز به کار می‌رفت تا اثر تجمعی را در طول زمان بررسی کند (۱۰،۱۱،۱۴).

یک عامل مؤثر دیگر، pH ماده بلیچ است که گفته شده می‌تواند روی میکروهاردنس ماده ترمیمی اثر بگذارد. pH عوامل بلیچ در مطالعات مختلف بین ۷/۴-۴/۶ گزارش شده است (۳۸-۴۱). در مطالعه حاضر pH حدود ۷ بود. pH اسیدی به حفظ قدرت ماده بلیچ در طول حمل و نگهداری کمک می‌کند. هرچند pH مطلوب جهت یونیزه شدن هیدروژن پراکساید حدود ۸/۱۰-۹/۵ است که در این pH رادیکال آزاد پرهیدروکسیل  $HO_2$  بیشتری تولید شده و باعث می‌شود اثر بلیچینگ افزایش یابد (۴۲). هرچند گفته می‌شود که pH عوامل بلیچ ۱۵ دقیقه بعد از اکسپوزر افزایش می‌یابد، ولی تماس طولانی بین ماده ترمیمی و عامل بلیچ می‌تواند عامل تغییرات سطحی باشد (۴۱). در مطالعه Briso و همکاران در سال ۲۰۱۰ (۱۶) که از پنج ماده بلیچ کاربامید پراکساید ۱۶٪-۱۵٪ با pH متفاوت ۷/۱۵-۵/۳۳ استفاده شده، هر پنج ماده بلیچ باعث کاهش معنی‌دار میکروهاردنس کامپوزیت در مقایسه با گروه

ترمیم نیست مگر به دلایل زیبایی. ولی چون اکثر تغییرات ایجاد شده به دنبال استفاده از عوامل بلیچ محدود به سطح بوده، ممکن است پالیش مجدد بعد از بلیچ مورد نیاز باشد. درمورد ترمیم‌های گلاس‌آینومری، با توجه به سختی سطحی کمتر، بهتر است فالو بیمار جهت نیاز به تعویض یا Repair ترمیم در نظر گرفته شود.

### تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پایان‌نامه تحقیقاتی مصوب معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد به شماره ۲۰۵۱ می‌باشد که بدین‌وسیله قدردانی می‌گردد.

فلزی از طریق سمان به سمت خارج منتشر شده و از سطح آزاد می‌شوند. هم‌زمان با کاهش کاتیون‌های فلزی در ماتریکس سمان، این کاتیون‌ها از ذرات گلاس به داخل ماتریکس وارد می‌شوند که این فرآیند باعث افزایش اکسیژن غیرمتصل در شبکه گلاس نزدیک سطح می‌شود. هم‌زمان با تخریب شبکه گلاس، سطح ذرات گلاس غنی از گروه‌های SiOH می‌شود. حملات مشابه می‌تواند باعث حل شدن بیشتر شبکه گلاس و نرم‌تر شدن ماده شود (۷).

باتوجه به نتایج این مطالعه می‌توان بیان کرد که عوامل سفیدکننده دندان هیدروژن پراکساید ۳۷/۵٪ و کاربامید پراکساید ۲۲٪ باعث کاهش میکروهاردنس مواد ترمیمی کامپوزیت و گلاس‌آینومر می‌شوند، ولی این میزان تغییر سختی سطحی کامپوزیت دلیلی برای تعویض

### منابع:

- Atali PY, Topbasi FB. The effect of different bleaching methods on the surface roughness and hardness of resin composites. *J Dent Oral Hyg.* 2011;3(2):10-7.
- Yu H, Li Q, Cheng H, Wang Y. The effect of temperature and bleaching gels on the properties of tooth-colored restorative materials. *J Prosthet Dent.* 2011;105:100-7.
- Campos I, Briso AL, Pimenta LA, Ambrosano G. Effects of bleaching with carbamide peroxide gels on microhardness of restoration materials. *J Esthet Restor Dent.* 2003;15(3):175-83.
- Lima DA, De Alexandre RS, Martins AC, Aguiar FH, Ambrosano GM, Lovadino J. Effect of curing lights and bleaching agents on physical properties of a hybrid composite resin. *J Esthet Restor Dent.* 2008;20(4):266-75.
- Okada K, Tosaki S, Hirota K, Hume WR. Surface hardness change of restorative filling materials stored in saliva. *Dent Mater.* 2001;17(1):34-9.
- Mandikos MN, McGivney GP, Davis E, Bush PJ, Carter JM. A comparison of the wear resistance and hardness of indirect composite resins. *J Prosthet Dent.* 2001;85(4):386-95.
- Turker SB, Biskin T. The effect of bleaching agents on the microhardness of dental aesthetic restorative materials. *J Oral Rehabil.* 2002;29(7):657-61.
- Hannig C, Duong S, Becker K, Brunner E, Kahler E, Attin T. Effect of bleaching on subsurface micro-hardness of composite and a polyacid modified composite. *Dent Mater.* 2007;23(2):198-203.
- Gurgan S, Yalcin F. The effect of 2 different bleaching regimens on the surface roughness and hardness of tooth-colored restorative materials. *Quintessence Int.* 2007;38(2):e83-7.
- Polydorou O, Monting 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.
- Polydorou O, Hellwig E, Auschill TM. The effect of at-home bleaching on the microhardness of six esthetic restorative materials. *J Am Dent Assoc.* 2007;138(7):978-84.
- Mujdeci A, Gokay O. Effect of bleaching agents on the microhardness of tooth-colored restorative materials. *J Prosthet Dent.* 2006;95(4):286-9.
- Yu H, Li Q, Lin Y, Buchalla W, Wang Y. Influence of carbamide peroxide on the flexural strength of tooth-colored restorative materials: an in vitro study at different environmental temperatures. *Oper Dent.* 2010;35(3):300-7.
- Silva Costa S, Becker A, Rastelli A, Loffredo L, Anderade M, Bagnato V. Effect of four bleaching regimens on color changes and microhardness of dental nanofilled composite. *Int J Dent.* 2009;1-7.
- Manhart J, Kunzelmann KH, Chen HY, Hickel R. Mechanical properties of new composite restorative materials. *J Biomed Mater Res.* 2000;53(4):353-61.
- Briso AL, Tuñas IT, de Almeida LC, Rahal V, Ambrosano GM. Effects of five carbamide peroxide bleaching gels on composite resin microhardness. *Acta Odontol Latinoam.* 2010;23(1):27-31.
- Abu-Bakr N, Han L, Okamoto JM, Iwaku M. Changes in the mechanical properties and surface texture of compomer immersed in various media. *J Prosthet Dent.* 2000;84(4):444-52.
- Malkondu O, Yurdaguvan H, Say EC, Kazazoğlu E, Soyman M. Effect of bleaching on microhardness of esthetic restorative materials. *Oper Dent.* 2011;36(2):177-86.
- Rattacaso RM, da Fonseca Roberti Garcia L, Aguilar FG, Consani S, de Carvalho Panzeri Pires-de-Souza F. Bleaching agent action on color stability, surface roughness and microhardness of composites submitted to accelerated artificial aging. *Eur J Dent.* 2011;5(2):143-9.
- Basting RT, Fernández Y Fernández C, Ambrosano GM, de Campos IT. Effect of a 10% carbamide peroxide bleaching agent on roughness and microhardness of packable composite resins. *J Esthet Restor Dent.* 2005;17(4):256-63.



- 21- Kwon YH, Shin DH, Yun DI, Heo YJ, Seol HJ, Kim HI. Effect of hydrogen peroxide on microhardness and color change of resin nanocomposites. *Am J Dent*. 2010;23(1):19-22.
- 22- Ikeda T, Nakanishi A, Yamamoto T, Sano H. Color difference and color changes in Vita Shade tooth-colored restorative materials. *Am J Dent*. 2003;16(6):381-4.
- 23- Braden M, Pearson GJ. Analysis of aqueous extract from filled resins. *J Dent*. 1981;9(2):141-3.
- 24- Fan PL, Edahl A, Leung RL, Stanford JW. Alternative interpretations of water sorption values of composite resins. *J Dent Res* 1985;64(1):78-80.
- 25- Soderholm KJ, Zigan M, Ragan M, Fischlschweiger W, Bergman M. Hydrolytic degradation of dental composites. *J Dent Res*. 1984;63(10):1248-52.
- 26- Park SH, Krejci I, Lutz F. Hardness of celluloid strip finished or polished composite surfaces with time. *J Prosthet Dent*. 2000;83(6):660-3.
- 27- Hachiya Y, Iwaku M, Hosada H, Fusayama T. Relation of finish to discoloration of composite resins. *J Prosthet Dent* 1984;52(6):811-4.
- 28- Swift EJ, Perdigao J. Effects of bleaching on teeth and restorations. *Compend Contin Educ Dent* 1998;19(8):815-20.
- 29- Kim JH, Lee YK, Lim BS, Rhee SH, Yang HC. Effect of tooth- whitening strips and films on changes in color and surface roughness of resin composites. *Clinical Oral Investigation*. 2004;8(3):118-22.
- 30- Baily SJ, Swift EJ Jr. Effects of home bleaching products on composite resins. *Quintessence Int*. 1992;23(7):489-94.
- 31- Cullen DR, Nelson JA, Sandrik JL. Peroxide bleaches:effect on tensile strength of composite resins. *J Prosthet Dent* 1993;69(3):247-9.
- 32- Swift EJ. Restorative considerations with vital tooth bleaching. *J Am Dent. Assoc*. 1997;128.
- 33- Wu W, McKinney JE. Influence of chemicals on wear of dental composites. *J Dent Res*. 1982;61(10):1180-3.
- 34- Wattanpayungkul P, Yap AU. Effects of in-office bleaching products on surface finish of tooth-colored restoration. *Oper Dent*. 2003;28(1):15-9.
- 35- Attin T, Hannig C, Weigand A, Attin R. Effect of bleaching on restorative materials and restorations. *Dent Mater*. 2004;20(9):852-61.
- 36- Plotino G, Buono L, Grande NM, Pameijer CH, Somma F. Nonvital tooth bleaching:A review of the literature and clinical procedures. *J Endod*. 2008;34(4):394-407.
- 37- Heywood VB, Heyman HO. Nightguard vital bleaching:How safe is it. *Quintessence Int*. 1991;22(7):515-23
- 38- Smidt A, Weller D, Roman I, Gedalia I. Effect of bleaching agent on microhardness and surface morphology of tooth enamel. *Am J Dent*. 1998;11(2):83-5.
- 39- Ernst C, Marroquin BB, Willershausen-Zonnchen B. Effects of hydrogen peroxide containing bleaching agents on the morphology of human enamel. *Quintessence Int*. 1996;27(1):53-6.
- 40- Zalkinda M, Arwaz JR, Goldman A, Rotstein I. Surface morphology changes in human enamel, dentin and cementum following bleaching:a scanning electron microscopy study. *Endod Dent Traumatol*. 1996;12(2):82-8.
- 41- Leonard RH, Austin SM, Haywood VB, Bentley CD. Change in PH plaque and 10% carbamide peroxide solution during nightguard vital bleaching treatment. *Quintessence Int*. 1994;25(12):819-23.
- 42- Sun G. The role of laser in cosmetic dentistry. *Dent Clin North Am*. 2000;44(4):831-50.
- 43- Yu H, Li Q, Hussain M, Wang Y. Effects of bleaching gels on the surface microhardness of tooth-colored restorative materials in situ. *J Dent*. 2008;36(4):261-7.