

## مقایسه آزمایشگاهی اثر دو ماده سفیدکننده دندان بر روی ریزسختی سطحی کامپوزیت مایکرو هایبرید

دکتر زهرا خاموردی\*، دکتر شاهین کسرائی\*

\* استادیار گروه ترمیمی و زیبایی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی همدان

تاریخ ارائه مقاله: ۸۵/۲/۲۷ - تاریخ پذیرش: ۸۵/۸/۱۵

**Title:** Invitro Comparison Between the Effects of Two Tooth Bleaching Agents on Surface Micro Hardness of Microhybrid Composite

**Authors:**

Khamverdi Z.\*#, Kasraee Sh.\*

\* Assistant Professor, Dept of Operative Dentistry, Dental School, Hamedan University of Medical Sciences, Hamedan, Iran.

**Introduction:** Tooth whitening products may have effects on various properties of restorative materials including hardness. This study investigated the effects of two at-home bleaching agents (Kimia 16%, Opalescence PF 15%) on hardness of a microhybrid composite.

**Materials & Methods:** Thirty cylindrical-shaped specimens of microhybrid composite Z250 (3M, Dental Products, USA) with 5mm diameter and 2mm height were prepared and divided into three treatment groups comprising a control and two different bleaching groups. Control specimens were stored in distilled water for two weeks. Specimens of bleaching groups were exposed to the bleaching agents (Kimia 16% the first bleaching group and opalescence 15% for the second group) 1 hour daily for 2 weeks. After treatment, the hardness of specimens was tested using Vickers-test Instrument under 300 gr load for 15 seconds. The data were analyzed using One-way ANOVA and Tukey tests ( $\alpha=0.05$ ).

**Results:** The mean composite microhardness for control, Kimia and Opalescence groups were  $97.93 \pm 4.59$ ,  $95.56 \pm 2.75$  and  $86.57 \pm 2.59$  respectively. It was observed that the bleaching materials softened the composite Z250. However, ANOVA showed the difference between Kimia group and control group was not significant ( $P=0.280$ ). Hardness of Opalescence group was significantly lower than the two other groups ( $P=0.000$ ).

**Conclusion:** Regarding the decreased microhardness of microhybrid composite, Kimia 16% at-home bleaching agent is more desirable than Opalescence PF 15%.

**Key words:** Microhardness, composite, dental bleaching.

# Corresponding Author: zkhamverdi@yahoo.com

Journal of Mashhad Dental School, Mashhad University of Medical Sciences, 2007; 31: 31-6.

### چکیده

**مقدمه:** محصولات سفید کننده دندان ممکن است بر خواص مختلف مواد ترمیمی از جمله سختی آنها تأثیر داشته باشند. هدف از این مطالعه اثرات دو عامل سفید کننده دندان خانگی کیمیا ۱۶٪ و اپالسنس ۱۵٪ بر سختی یک نوع کامپوزیت مایکرو هایبرید است.

**مواد و روش ها:** در مطالعه موازی مداخله گرانه، سی نمونه استوانه‌ای شکل به قطر ۵ mm و ارتفاع ۲ mm از کامپوزیت مایکرو هایبرید نوری Z250 (3M, Dental Products, USA) تهیه و به سه گروه درمانی شامل گروه کنترل، گروه سفید کننده کیمیا و گروه سفید کننده اپالسنس تقسیم شدند. نمونه‌های گروه کنترل به مدت ۲ هفته در آب مقطر نگهداری شدند. نمونه‌های گروه دوم روزانه یک ساعت به مدت ۲ هفته تحت تأثیر ماده سفید کننده کیمیا ۱۶٪ و نمونه‌های گروه سوم به همین شکل ولی تحت تأثیر عامل اپالسنس ۱۵٪ قرار داده شدند. پس از درمان، ریز سختی نمونه‌ها با استفاده از روش سختی سنجی ویکرز تحت نیروی ۵۰۰ گرم و به مدت ۱۵ ثانیه اندازه‌گیری شد. اطلاعات بدست آمده با استفاده از آزمون ANOVA و Tukey آنالیز آماری گردید ( $\alpha=0.05$ ).

**یافته ها:** میانگین سختی کامپوزیت در گروه کنترل، کیمیا و اپالسنس به ترتیب برابر  $97.93 \pm 4.59$ ،  $95.56 \pm 2.75$  و  $86.57 \pm 2.59$  (KgF/mm<sup>2</sup>) بدست آمد. عمل سفید کردن موجب کاهش سختی کامپوزیت شد ولی این کاهش در گروه کیمیا در مقایسه با گروه کنترل معنی‌دار نبود ( $P=0.280$ ). سختی گروه اپالسنس در مقایسه با دو گروه دیگر بطور فاحشی کمتر بود ( $P=0.000$ ).

**نتیجه‌گیری:** عامل سفید کننده خانگی کیمیا در مقایسه با عامل اپالسنس از نظر کاهش سختی سطحی کامپوزیت Z250 مطلوب‌تر می‌باشد.

**کلمات کلیدی:** سفید کردن دندان، کامپوزیت، ریزسختی.

**مقدمه**

با وجود پیشرفت‌های زیادی که طی سالهای اخیر در زمینه سفید کردن دندان‌ها حاصل شده است، هنوز نکات مبهم فراوانی در ارتباط با سفید کردن دندان‌ها وجود دارد که همچنان بی‌پاسخ مانده‌اند.<sup>(۱)</sup> بعلاوه سازندگان مواد دندانپزشکی به دلیل عواید سرشاری که در نتیجه افزایش تقاضا ایجاد شده است، محصولات جدید و متنوعی را عرضه می‌کنند که بویژه موجب سردرگمی دندانپزشکان در انتخاب مناسب‌ترین آنها شده است.<sup>(۲)</sup>

درباره اثرات کاربامید پراکساید بر مواد ترمیمی موجود در دهان گزارشاتی وجود دارد. برخی مطالعات حاکی از عدم تأثیر مواد سفیدکننده بر مواد دندانی (از قبیل کامپوزیت‌ها، گلاس یونومرها و سمانهای لوتینگ) بودند<sup>(۳-۶)</sup> اما تحقیقاتی تأثیر عوامل سفیدکننده بر این مواد را نشان داده‌اند.<sup>(۷-۹)</sup>

Cooley تأثیر چهار ژل کاربامید پراکساید ۱۰٪ را بر روی سختی انواع کامپوزیت بررسی نمود و افزایش معنی‌دار میزان سختی نمونه‌ها را نشان داد.<sup>(۱۰)</sup> Yap و Wattanapayungkul تأثیرات دو ماده سفیدکننده کاربامید پراکساید ۳۵٪ و هیدروژن پراکساید ۳۵٪ را که در مطب بکار برده می‌شود بر چند نوع ماده ترمیمی بررسی نمود. مشخص شد نوع ماده‌ای که سختی آن مورد سنجش قرار می‌گیرد، اهمیت دارد.<sup>(۱۱)</sup>

نتایج تحقیق مدنی و قاسمی تأثیر دو ژل سفیدکننده دندانی (کیمیا ۱۶ درصد و اپالسنس ۱۵ درصد) را بر کاهش سختی کامپوزیت نوری میکروفیلد Heliomolar معنی‌دار گزارش کرد.<sup>(۱۲)</sup>

تنوع مواد سفیدکننده موجود، لزوم بررسی و ارزیابی عملکرد و تأثیرات آنها را حائز اهمیت می‌سازد

و از آنجا که امروزه در ایران نیز تلاش‌هایی در زمینه تولید این مواد صورت گرفته است، بنظر می‌رسد که مقایسه دو نوع محصول ایرانی و خارجی بتواند راهگشای تولید مواد بهتر و استانداردتری در این زمینه باشد. بنابراین مطالعه حاضر به منظور بررسی و مقایسه تأثیر دو ماده سفیدکننده خانگی از ایرانی و خارجی استاندارد بر میزان سختی ترمیم‌های کامپوزیتی میکروهایبرید انجام شد.

**مواد و روش‌ها**

در این مطالعه مداخله گرانه موازی یک نوع کامپوزیت میکروهایبرید (Z250, 3M, Dental Products, USA) با رنگ A3 انتخاب شد. کامپوزیت مذکور به داخل حفرات استوانه‌ای شکل به ابعاد ۵ میلی‌متر قطر و ۲ میلی‌متر ارتفاع در قالب PVS شفاف قرار داده شد. سطوح بالا و پایین قالبها با یک لایه نوار سلولوئیدی شفاف پوشانده شدند. سپس یک اسلب شیشه‌ای بر روی هر لایه نوار قرار داده و با اعمال فشار، ماده اضافی خارج شد. مطابق با دستورالعمل سازنده، ماده کامپوزیت به مدت ۴۰ ثانیه از هر طرف تحت تابش نور قرار گرفت تا فرایند پلیمریزاسیون انجام گیرد. شدت نور تابشی برابر  $450 \text{ mW/cm}^2$  بود که بوسیله یک دستگاه لایت-کیور (APOZA, Malesia) Blue light- LA500 تأمین شد. به این ترتیب سی عدد دیسک کامپوزیت تهیه گردید. جهت حذف سطح غنی از رزین با استفاده از فرزها و دیسک‌های پرداخت کامپوزیت (Soflex, 3M products, USA) پرداخت شد. جهت تکمیل پلیمریزاسیون، نمونه‌ها یک هفته در رطوبت ۱۰۰٪ و دمای ۳۷ درجه سانتیگراد نگهداری شدند. سپس نمونه‌ها بطور تصادفی به سه گروه، هر گروه شامل ۱۰ عدد دیسک تقسیم بندی شدند. در گروه اول که

میانگین مقدار حاصل محاسبه و بعنوان سختی هر نمونه بر حسب واحد ویکرز ( $\text{kgf/mm}^2$ ) ثبت شد.

داده های بدست آمده با استفاده از آزمون آنالیز واریانس یکطرفه و آزمون تکمیلی Tukey HSD تجزیه و تحلیل گردید ( $\alpha=0.05$ ).

### یافته ها

جدول ۱ میانگین میزان سختی گروههای تحت مطالعه را نشان می دهد.

تجزیه و تحلیل داده ها بر اساس آزمون ANOVA یکطرفه نشان داد بین سه گروه مورد مطالعه تفاوت معنی داری وجود دارد ( $P=0.000$ ) و آزمون تکمیلی Tukey HSD نشان داد که ماده سفید کننده خانگی اپالسنس به مراتب بیشتر از ماده سفید کننده خانگی کیمیا در کاهش سختی کامپوزیت مایکروهایبرید اثر می کند و این اختلاف از نظر آماری معنی دار می باشد ( $P=0.000$ ) اما میزان سختی کامپوزیت مورد آزمایش در گروه کیمیا و گروه کنترل متفاوت از یکدیگر نمی باشد ( $P=0.280$ ) (جدول ۲).

بعنوان گروه کنترل در نظر گرفته شدند نمونه ها بمدت دو هفته در آب مقطر نگهداری شدند.

در گروه دوم، نمونه ها به مدت ۱۴ روز و هر روز به مدت یک ساعت در محیط تاریک تحت درمان با ماده سفید کننده ایرانی (کیمیا ۱۶٪، شیمی دنت، ایران) و گروه سوم نیز مانند گروه دوم ولی در ماده سفید کننده خارجی (Ultradent, USA, Opalescence PF15%) غوطه ور شدند. در طی فواصل هر دوره درمان، نمونه ها از ظرف محتوی ماده سفید کننده خارج و به مدت ۲ دقیقه تحت جریان آب معمولی شسته و در آب مقطر نگهداری شدند. در پایان ۱۴ روز ریزسختی سطحی نمونه ها بوسیله دستگاه سختی سنج Micromet 1 (Buheler, Ltd, USA) و به روش ویکرز به صورت زیر اندازه گیری شد. هر نمونه تحت Indentor (بخش فرورونده دستگاه) هرمی مربع القاعده الماسی با زاویه راس ۱۴۸ درجه قرار گرفته و برای هر نمونه با اعمال نیروی ۳۰۰ گرم به مدت ۱۵ ثانیه میزان سختی در سه نقطه اندازه گرفته شد. برای هر نمونه

جدول ۱: مقایسه تأثیر مواد سفید کننده کیمیا و Opalescence PF بر ریزسختی کامپوزیت مایکروهایبرید

| گروه ها     | تعداد | میزان سختی کامپوزیت (ویکرز) | فاصله اطمینان ۹۵ درصد | F     | P. value* |
|-------------|-------|-----------------------------|-----------------------|-------|-----------|
|             |       | Mean $\pm$ SD               | میانگین               |       |           |
| Opalescence | ۱۰    | ۸۶/۵۷۰ ۲/۵۹                 | (۸۴/۷۱ ، ۸۸/۴۳)       | ۳۰/۳۶ | 0.000     |
| کیمیا       | ۱۰    | ۹۵/۵۶۰ ۲/۷۵                 | (۹۳/۵۹ ، ۹۷/۵۳)       |       |           |
| کنترل       | ۱۰    | ۹۷/۹۳۰ ۴/۵۹                 | (۱۰۱/۲۲ ، ۹۴/۶۴)      |       |           |

\* Analysis of Variance

جدول ۲: مقایسه دوبروئی ریز سختی کامپوزیت مایکروهایبرید تحت تأثیر مواد سفید کننده کیمیا و Opalescence PF

| گروه (۱)       | گروه (۲) | تفاوت میانگین ریز سختی کامپوزیت | Mean±SF     | P. value* |
|----------------|----------|---------------------------------|-------------|-----------|
| Opalescence PF | کیمیا    |                                 | ۸/۹۸۰ ۱/۵۳  | P=0.000   |
| کیمیا          | کنترل    |                                 | ۲/۳۶۰ ۱/۵۳  | P=0.280   |
| Opalescence PF | کنترل    |                                 | ۱۱/۳۵۰ ۱/۵۳ | P= 0.000  |

\* Tukey HSD

## بحث

پیش آگهی و طول عمر کلینیکی هر ترمیم علاوه بر خواص مکانیکی به خواص فیزیکی و بیولوژیک ماده مورد استفاده نیز بستگی دارد. از نظر محققان و کلینیسین ها میزان سختی مواد ترمیمی دارای اهمیت بسزایی می باشد زیرا مقدار سختی با استحکام ماده، حد تناسب، قابلیت ایجاد سایش در ساختارهای دندانی مقابل یا ساییده شدن توسط آنها مرتبط می باشد. از این رو هر گونه کاهش سختی در اثر فعل و انفعالات شیمیایی که ممکن است در پی استعمال عوامل سفیدکننده حاصل شود می تواند بر طول عمر کلینیکی رستوریشن ها تأثیر نامطلوبی داشته باشد. بر همین اساس در مطالعه حاضر به بررسی تأثیر عوامل سفیدکننده (دو عامل سفید کننده خانگی کیمیا و اپالسنس) بر میزان سختی یک نوع کامپوزیت میکروهایبرید پرداخته شده است.

در این مطالعه برای تعیین میزان سختی هر نمونه، اندازه گیری در سه نقطه از نمونه انجام شد و میانگین سه مقدار بدست آمده به عنوان میزان سختی آن نمونه در نظر گرفته شد. این روش به این دلیل اتخاذ شد زیرا کامپوزیت ها ترکیبی از دو یا چند ماده شیمیایی متفاوت می باشند. کامپوزیت های مورد استفاده در دندانپزشکی عمدتاً ترکیبی از فاز رزینی (فاز ماتریکس)، ذرات فیلر (فاز معدنی) و عامل پیوند دهنده بین ماتریکس و ذرات فیلر تحت عنوان Coupling agent می باشند و به میزان کمتر برخی افزودنیها (از قبیل عوامل آغازگر پلیمریزاسیون، مواد تثبیت کننده و پیگمان های رنگی) را نیز شامل می شوند. وجود فازهای گوناگون موجب می شود کامپوزیت ها از نظر خواص فیزیکی ساختار ناهمگنی داشته باشند و هرچه فازهای منتشر آنها بیشتر باشد، مقاومت و استحکام بیشتری دارند. در مواد دارای چنین خصوصیتی، جهت تعیین میزان سختی از روش نفوذ یک جسم کوچک نوک تیز در چند نقطه از ماده مورد نظر و سپس محاسبه

میانگین سختی استفاده می شود<sup>(۱۳)</sup> و یا اساساً از ابتدا جسم فرو رنده ای انتخاب می شود که از سطح نسبتاً وسیع تری برخوردار می باشد (گلوله های فرو رنده در آزمایش سختی برینل که از قدیمی ترین روش های سنجش سختی فلزات و آلیاژهای دندانپزشکی محسوب می شود). در مطالعه حاضر برای اندازه گیری سختی، آزمایش سختی ویکرز بکار گرفته شد. برای اندازه گیری سختی مواد شکننده و مواد دندانی در سطوح کوچک، آزمایش سختی ویکرز شیوه ای مناسب تشخیص داده شده است.<sup>(۱۴-۱۸)</sup> در این روش تغییرات سطحی در عمق کمتر از ۱۹ میکرومتر قابل اندازه گیری است.<sup>(۱۹)</sup>

در مطالعه حاضر طی آزمایش سختی سنجی از نیروی اعمالی برابر ۳۰۰ گرم استفاده شد. در مطالعه Yap نیروی ۵۰۰ گرم بکار برده شد.<sup>(۱۱)</sup> در حالیکه در تحقیق Cooley ۱۵-۳ کیلو گرم<sup>(۱۰)</sup> و در تحقیق Bailey نیروی وارده بر نمونه های کامپوزیتی ۱۵۰ گرم بوده است.<sup>(۶)</sup>

در مطالعه قاسمی، مدنی نیروی بکار برده ۵۰ گرم برای نمونه های کامپوزیتی و ۵۰۰ گرم برای مینا گزارش شده است.<sup>(۱۲)</sup> با این حال، میزان نیروی وارده معمولاً بر نتایج آزمایش تأثیر خاصی ندارد. مدت زمان اعمال نیرو در مطالعه حاضر ۱۵ ثانیه و مشابه با مدت زمان موجود در تحقیقات دیگر می باشد.

از آنجائی که مواد سفید کننده دندان مورد نظر بیشتر با سطح ترمیم در تماس قرار دارد، این مطالعه ریز سختی سطحی را مورد بررسی قرار داد.

برای نگهداری نمونه های گروه کنترل طی دوره ۱۴ روز و نیز نگهداری نمونه های تحت درمان با کیمیا و اپالسنس در فواصل بین استعمال ماده سفید کننده از آب مقطر استفاده شد. مطالعاتی مبنی بر کاربرد آب مقطر یا سرم فیزیولوژیک برای چنین منظوری وجود دارد.<sup>(۹،۱۲)</sup>

در مطالعه قاسمی، مدنی نیز کاهش معنی‌دار سختی بر اثر عوامل سفید کننده کیمیا و اپالسنس گزارش گردید که این تفاوت در نمونه‌های تحت تأثیر کیمیا بیشتر بود که به از دست رفتن ماتریکس و ایجاد شکاف در حد فاصل فیلر و ماتریکس نسبت داده شد.<sup>(۱۲)</sup>

به عقیده Swift نتایج متناقض درباره تأثیر عوامل سفید کننده بر سختی مواد ترمیمی هم‌رنگ دندان احتمالاً به دلیل تفاوت در حساسیت مواد به عوامل سفید کننده است.<sup>(۴)</sup>

مطالعه سطح نمونه های کامپوزیتی که تحت درمان با مواد سفید کننده دندان قرار گرفته اند، از دست رفتن ماتریکس و ایجاد ترک در محل فاصل ماتریکس و فیلر را گزارش نموده است.<sup>(۲۱، ۲۹)</sup> بنظر می رسد ترکیب ژل کیمیا می‌تواند تغییرات کمتری در ماتریکس و Coupling agent نمونه‌های کامپوزیتی نسبت به ژل اپالسنس ایجاد کند. در بحث نرم شدن کامپوزیت‌ها اعتقاد بر این است که در صورت مشابهت پارامتر حلالیت ماتریکس رزین و حلال در سختی کامپوزیت کاهش معنی داری دیده می‌شود.<sup>(۲۶-۲۲)</sup> این فرضیه احتمالاً می‌تواند توجیه کننده کاهش سختی کامپوزیت Z250 تحت تأثیر ژل اپالسنس گردد. از آنجا که در مورد خصوصیات ژل کیمیا و ترکیبات موجود در آن اطلاعات دقیقی موجود نیست، فقط می‌توان به احتمالات اکتفا نمود.

با توجه به درخواست روزافزون بیماران برای درمان‌های زیبایی، مطالعات بیشتر در مورد مقایسه تأثیرات مواد سفید کننده خارجی و ایرانی بر روی دیگر خصوصیات ترمیم‌ها مانند سایش، ریزش، آزادسازی عوامل بالقوه خطرناک (جیوه از ترکیبات آمالگام و متیل متاکریلات از ترمیم‌های کامپوزیت) و خشونت سطحی، همچنین مقایسه تأثیر این مواد با غلظت‌های مختلف و با زمان‌های متفاوت بر روی

کلیه نمونه‌ها در دوره درمانی در محیط تاریک قرار داده شدند زیرا نور محیط یکی از عوامل تسریع کننده واکنش می‌باشد.

مطابق با سایر مطالعات، برای ایجاد سطحی صاف و بدون تخرس از نوار سلولوئیدی در دو طرف کامپوزیت موجود در قالب استفاده شد. زیرا وجود تضاريس می‌تواند نتایج تست سختی سنجی را مخدوش نماید و با وجود نوار سلولوئیدی در مجاورت کامپوزیت صاف‌ترین سطح حاصل می‌شد.<sup>(۱۱، ۱۳، ۲۰)</sup> با این حال، سطح غنی از ماتریس تمام نمونه ها با فرزها و دیسک های پرداخت حذف گردید.

زمان استاندارد تابش اشعه ۲۰ ثانیه برای هر لایه کامپوزیت می‌باشد که در اینجا با توجه به رنگ A3 که تیره‌تر بود و مدت زمان بیشتری جهت پلی‌مریزاسیون را طلب می‌کرد و جهت انجام پلی‌مریزاسیون کامل تا حد امکان ۴۰ ثانیه از هر طرف نور تابانده شد.

برای اطمینان از کامل شدن پلی‌مریزاسیون، نمونه‌های کامپوزیتی در آب مقطر نگهداری شدند. نتایج مطالعه حاضر نشان داد سختی کامپوزیت میکرو هایبرید در اثر استفاده ماده سفید کننده خانگی کیمیا ۱۶٪ و اپالسنس ۱۵٪ کاهش یافته است ولی این کاهش در نمونه‌های کیمیا تفاوت معنی‌داری با گروه کنترل نداشت در حالیکه در نمونه‌های اپالسنس تفاوت معنی‌داری مشاهده شد.

در مطالعه ای سختی کامپوزیت‌ها تحت عوامل سفید کننده خانگی افزایش یافته بود که به ادامه پلیمریزاسیون نسبت داده شد.<sup>(۱۱)</sup> در حالیکه Nattoo خاطر نشان نمود که عوامل سفید کننده خانگی تأثیری بر سختی کامپوزیت رزین‌ها ندارند.<sup>(۷)</sup>

Bailey نیز در تحقیق خود کاهش سختی کامپوزیت رزین‌های میکرو فیل را در اثر استعمال ژل کاربامید پراکساید اعلام نمود.<sup>(۸)</sup> در تحقیق Yap دیده شد که مواد سفید کننده بکار گرفته شده در مطب بر کامپوزیت‌های هایبرید بدون تأثیر می‌باشند.<sup>(۱۰)</sup>

- ساختمان دندانی و برخی خصوصیات ترمیم‌ها  
پیشنهاد می‌گردد.
- ۱- سفید کردن دندان با عوامل مذکور سختی  
ترمیم‌های کامپوزیت Z250 را کاهش می‌دهد.
- نتیجه‌گیری  
این مطالعه آزمایشگاهی نشان داد:
- ۲- عامل سفید کننده کیمیا در مقایسه با عامل  
اپالسنس از نظر تاثیر بر کاهش ریز سختی سطحی  
کامپوزیت Z250 مطلوب‌تر می‌باشد.

## منابع

- Greenwall L. Bleaching techniques in restorative dentistry. 1<sup>th</sup> Ed. UK: Martin Dunitz Ltd; 2001. P. 28.
- Bitter NC. A SEM study of the long term effect of bleaching agents on the enamel surface. In vivo. Gen Dent 1995; 46: 84-8.
- Robinson F, Haywood VB, Meyers M. Effects of 10% carbamide peroxide on color of provisional restoration materials. J Am Dent Assoc 1997; 128: 727-31.
- Powell VL, Bales DJ. Tooth bleaching: its effects on oral tissues. J Am Dent Assoc 1991; 122: 50-4
- Nathoo SA, Chmielewski MB. Effects of Colgate Platinum professional tooth whitening system on microhardness of enamel, dentin and composite resins. Compend Contin Educ Dent 1994; 15: 627-30.
- Bailey SL, Swift ES. Effects of home bleaching products on composite resins. Quint Int 1992; 22: 489-96.
- McCracken MS, Haywood VB. Demineralisation effects of 10% carbamide peroxide. J Dent 1996; 24: 395-8.
- Kelleher MGD, Roe FJC. The safety in use of 10% carbamide peroxide (Opalescence) for bleaching teeth under the supervision of a dentist. Br Dent J 1999; 187(4): 190-4.
- Nathoo SA, Geaffar A. Studies on dental stains induced by antibacterial agents & rational approaches for bleaching dental stains. Adv Dent Res J 1995; 9(4): 462-7.
- Cooley RL, Burger KM. Effects of carbamide peroxide on composite resins. Quint Int 1991; 22: 817-21.
- Yap AUJ, Wattanapayungkul L. Effects of in-office tooth whiteners on hardness of tooth-colored restoratives. Oper Dent 2002; 27: 137-41.
- مدنی، لادن. استاد راهنما: امیر قاسمی. تعیین و مقایسه اثر دو ژل سفید کننده دندانی بر ریزسختی مینا و کامپوزیت دندانی. مقطع دکترا تخصصی، پایان نامه شماره ۳۰۶، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی ۸۱-۱۳۸۰.
- Anusavice KJ. Phillips' science of Dental Materials. 10<sup>th</sup> ed. Philadelphia: W.B.Saunders Co; 1996. P. 69.
- Hassan R, Caputo AA, Buoshah RF. Fracture toughness of human enamel. J Dent Res 1981; 60: 820-7.
- Morena R, Lockwood PE, Fairhurst CW. Fracture toughness of commercial dental porcelains. Dent Mater 1988; 2: 58-62.
- Lewinstein I, Rotstein I. Effect of trichloroacetic acid on the microhardness and surface morphology of human dentin and enamel. Endod Dent Traumatol 1992; 6(1): 46-8.
- Lewinstein I, Ofek L, Gedalin I. Enamel rehardening by soft cheeses. Am J dent 1993; 6: 46-8.
- Pratten DH, Johnson GH. An evaluation of finishing instruments for an anterior and posterior composite. J Prosthet Dent 1988; 60: 154-8.
- Yap AUJ, Wee KEC, Teoh SH. Effects of cyclic temperature changes on hardness of composite restoratives. Oper Dent 2002; 27: 25-9.
- Park SH, Krejci I, Lotz F. Hardness of celluloid strip-finished or polished composite surfaces with time. J Prosthet Dent 2000; 83: 660-3.
- Yap AUP. Occlusal contact area (OCA) wear of two new composite restoratives. J Oral Rehab 2002; 29(2): 194-200.
- McKinney JE, Wu W. Chemical softening and wear of dental composites. J Dent Res 1985; 64: 1326-31.
- Papagiamoulis L, Zoutas J, Eliades G. Effects of topical fluoride agents on the morphologic characteristics and composition of resin composite restorative materials. J Prosthet Dent 1997; 77: 405-13.
- Wo W, Toth E, Moffa JF. Subsurface damage layer of in vivo worn dental composite restorations. J Dent Res 1984; 63: 675-80.
- Groening V, Jongebloed W, Arends J. Composite degradation: In vivo. Dent Mater 1986; 2: 225-7.
- Asmussen E, Uno S. Solubility parameters, fractional polarities and bond strength of some intermediary resin used in dentin bonding. J Dent Res 1993; 72: 558-63.