

## تأثیر نوع دستگاه تابشی و روش تابش نور بر درجه تبدیل دو نوع کامپوزیت نوری

دکتر معصومه حسینی طباطبائی<sup>†</sup> - دکتر منصوره میرزایی\* - دکتر محمد عطایی\*\* - دکتر فریبا متوسلیان\*\*\*

\*استادیار گروه آموزشی ترمیمی و زیبایی دانشکده دندانپزشکی و عضو مرکز تحقیقات دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران

\*\*استادیار پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران

\*\*\*متخصص ترمیمی

**Title:** Effect of curing units and methods on degree of conversion of two types of composite resins  
**Authors:** Hasani Tabatabaei M. Assistant Professor\*, Mirzaei M. Assistant Professor\*, Ataei M. Assistant Professor\*\*, Motevaselian F. Restorative Dentist

**Address:** \*Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Medical Sciences/ University of Tehran  
 \*\*Iran Polymer and Petrochemical Institute

**Background and Aim:** Halogen lamp is the commonly used light source for composite photo polymerization. Recently, high power halogen lamps, LED and plasma arc are introduced for improving the polymerization. The aim of this study was to investigate the effect of conventional and high power halogen lamps and LED light curing unit on degree of conversion of two different composite resins.

**Materials and Methods:** In this in vitro experimental study two halogen units (Coltolux 50 with the intensity of 330 mW/cm<sup>2</sup> and Optilux 501 with two different operating modes of standard with the intensity of 820 mW/cm<sup>2</sup> and Ramp with the intensity of 100-1030mW/cm<sup>2</sup>) and one LED light curing unit (620 mW/cm<sup>2</sup>) were used. The composites were hybrid (Tetric ceram) and nanofilled (Filteke supreme). Each materials/curing method contained three samples and degree of conversion (DC) was measured with FTIR. Data were analyzed statistically with one way and two way ANOVA, Tukey HSD. P<0.05 was considered as the limit of significance.

**Results:** Tetric ceram revealed higher DC than Supreme. Tetric ceram showed a significant decrease in DC when Coltolux 50 was used in comparison to LED and Optilux 501. The latter did not show significant effect on DC of this material. DC of Supreme polymerized with various curing modes was not significantly different.

**Conclusion:** Based on the results of this study, degree of conversion in hybrid composites was higher than nanofilled. In comparison with conventional halogen lamp (Coltolux 50), high intensity halogen lamps and LED unit significantly lead to higher degree of conversion in hybrid composites.

**Key Words:** Composite resin; Degree of conversion; LED; Halogen lamp

## چکیده

**زمینه و هدف:** سالهاست که برای پخت مواد پلیمری در دندانپزشکی از لامپ‌های هالوژن استفاده می‌شود. اخیراً برای بالا بردن درجه پخت و تسریع در کار، دستگاه‌های هالوژن با توان بالا و دستگاه‌هایی از قبیل دیود منتشر کننده نور آبی و پلاسما آرک ارائه شده‌اند. مطالعه حاضر با هدف ارزیابی تأثیر دو دستگاه هالوژن با توان معمولی و توان بالا و یک نوع دستگاه LED (Light Emitting Diode) بر میزان درجه تبدیل دو نوع کامپوزیت دندان انجام شد.

**روش بررسی:** در این تحقیق تجربی آزمایشگاهی از دو دستگاه هالوژن Coltolux 50 با توان تابش 330 mW/cm<sup>2</sup> و Optilux 501 با توان تابش 820 mW/cm<sup>2</sup> و یک دستگاه LED با توان تابش 620 mW/cm<sup>2</sup> استفاده شد. دستگاه هالوژن Optilux 501 با دو روش پخت استاندارد و Ramp مورد استفاده قرار گرفت. در روش پخت استاندارد از توان 820 mW/cm<sup>2</sup> و در روش Ramp از توان 100-1030 mW/cm<sup>2</sup> استفاده شد. آزمایش‌ها بر روی دو نوع کامپوزیت هایبرید (Tetric ceram) و نانوفیلد (Filteke supreme) انجام شد. از هر کامپوزیت سه نمونه با روش‌های مختلف پخت شد، سپس درجه تبدیل آنها به روش FTIR اندازه‌گیری گردید. داده‌ها توسط آزمون‌های واریانس یک طرفه و دو طرفه و مقایسه چندگانه توکی مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند.

<sup>†</sup> مؤلف مسؤول: نشانی: تهران - خیابان انقلاب - خیابان قدس - دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران - دانشکده دندانپزشکی - گروه آموزشی ترمیمی  
 تلفن: ۰۲۶۴۰۶۴۴۰ نشانی الکترونیک: m\_tabatabai@yahoo.com

$P < 0.05$  به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

**یافته‌ها:** کامپوزیت هایبرید تتریک سرام درجه تبدیل بالاتری نسبت به کامپوزیت نانوفیلد سوپریم نشان داد. Optilux 501 و LED تأثیر معنی‌داری در DC تتریک سرام نداشت، ولی Coltolux 50 پلیمریزاسیون پایین‌تری ایجاد کرد. میزان درجه تبدیل کامپوزیت تتریک سرام در همه دستگاه‌ها به طور معنی‌داری بیشتر از سوپریم بود ( $P < 0.05$ ). سوپریم در روش‌های مختلف پخت تفاوت معنی‌داری در DC نداشت.

**نتیجه‌گیری:** بر طبق یافته‌های این مطالعه درجه تبدیل در کامپوزیت هایبرید بیشتر از نانوفیلد بود. دستگاه‌های هالوژنه با شدت بالا و همچنین دستگاه LED به طور معنی‌داری باعث بهبود درجه تبدیل کامپوزیت هایبرید در مقایسه با دستگاه کانونشال Coltolux 50 می‌شوند.

**کلید واژه‌ها:** کامپوزیت رزینی؛ درجه تبدیل؛ دیود منتشر کننده نور آبی؛ لامپ هالوژنه

وصول: ۸۵/۰۶/۱۰ اصلاح نهایی: ۸۶/۰۲/۰۷ تأیید چاپ: ۸۶/۰۲/۲۹

## مقدمه

مواد با بیس رزینی سخت شونده با نور مانند کامپوزیت‌های رزینی، گلاس آینومرهای اصلاح یافته با رزین و سیستم‌های باندینگ روز به روز موارد استفاده بیشتری در دندانپزشکی پیدا می‌کنند. پلیمریزاسیون کافی مواد فوق‌نه تنها برای اطمینان از خواص فیزیکی و مکانیکی بهینه مهم است، بلکه برای کاهش مشکلات سلامتی ناشی از سمیت قسمت پلیمریزه نشده از ترمیم‌ها نیز دارای اهمیت است. عوامل مختلفی همچون ترکیب کامپوزیت، نوع فیلر و اندازه آن و ویژگی‌های دستگاه تابشی میزان پلیمریزاسیون را تحت تأثیر قرار می‌دهند (۲،۱). در لامپ‌های هالوژنه که به طور معمول در دندانپزشکی استفاده می‌شوند، یک رشته تنگستن کوچک به روش الکتریکی تا دمایی در حدود چند هزار درجه سانتی‌گراد گرم می‌شود. این گرما سبب تحریک اتم‌ها و تولید نور در یک طیف بسیار وسیع می‌شود (۳). طول موج لازم برای پلیمریزه شدن کامپوزیت در ناحیه نور آبی قرار دارد و تابش خارج از این ناحیه مؤثر نیست (۴). از این رو فیلترها برای محدود کردن نور منتشر شده به ناحیه آبی طیف، برای پلیمریزه شدن کامپوزیت نوری استفاده می‌شوند (۵).

علیرغم متداول بودن لامپ‌های هالوژنه، این لامپ‌ها معایبی نیز دارند. انرژی نورانی خروجی کمتر از ۱٪ انرژی الکتریکی مصرفی است (۳). لامپ‌های هالوژنه گرمای زیادی تولید می‌کنند که اجزای لامپ، منعکس کننده و فیلتر را در طول زمان تجزیه و تخریب می‌کند (۳). این وضعیت منجر به کاهش برون‌دهی نوری و در نتیجه نقص در خواص فیزیکی کامپوزیت و افزایش شکست زود هنگام ترمیم می‌شود (۶). طول عمر مؤثر لامپ هالوژنه تقریباً ۱۰۰-۴۰ ساعت

است (۷). اخیراً دستگاه‌های هالوژنه توان بالا ارائه شده‌اند که بعضی از آنها انرژی‌هایی معادل  $1200 \text{ mW/cm}^2$  و بیشتر ایجاد می‌کنند. علت ساخت این دستگاه‌ها بالا بردن میزان پلیمریزه شدن و در عین حال کم کردن زمان لازم برای پلیمریزاسیون مواد با بیس رزینی است. برای غلبه بر مشکلات لامپ‌های هالوژنه، تکنولوژی دیودهای منتشر کننده نور پیشنهاد شد. طیف تابشی Light Emitting Diode (LED) بستگی به ترکیب شیمیایی نیمه هادی مورد استفاده دارد که در مورد کریستال گالیوم نیتريد به تابش نور آبی می‌انجامد (۸). طیف خروجی blue-LED عمدتاً در محدوده طیف جذبی آغازگر نوری کامفورکینون قرار دارد (۹).

برخی مزایای LED عبارتند از:

- ۱- عدم نیاز به فیلتر به علت طیف نشری باریک و مصرف انرژی کم (۱۰).
- ۲- دوام چند هزار ساعت بدون کاهش قابل ملاحظه در برون‌دهی نوری (۹).
- ۳- تولید گرمای کمتر طی استفاده معمولی و طولانی از وسیله (۱۱).

مطالعات متعددی جهت بررسی کارایی تکنولوژی LED جهت پلیمریزاسیون نوری مواد دندان‌انجام گرفته است. Fujibayashi و همکاران عمق پخت و درجه تبدیل بالاتری را با دستگاه تابشی LED مورد آزمایش در مقایسه با لامپ هالوژنه نشان دادند (۱۲). Asmussen و Peutzfeldt دریافتند که درجه تبدیل به نوع کامپوزیت و روش تابشی وابسته است و دستگاه‌های LED درجه تبدیل پائین‌تری ایجاد می‌کنند (۱۳). Soh و همکاران پلیمریزه شدن کامپوزیت‌های

که تابش ۱۰ ثانیه‌ای از توان  $100 \text{ mW/cm}^2$  دارد و سپس در طی ده ثانیه بعدی شدت تابش به  $1030 \text{ mW/cm}^2$  افزایش می‌یابد. کامپوزیت‌های مورد استفاده، کامپوزیت هیبرید (Filteke (Tetric ceram, Vivadent, Swiss) و کامپوزیت نانوفیلد (Supreme, 3M, USA) با رنگ A2 بودند (جد ۱ و ۲). سه نمونه برای هر ترکیب از کامپوزیت و دستگاه تابشی تهیه شد. اندازه‌گیری درجه تبدیل با استفاده از تکنیک (FTIR (Fourier Transformation Infrared Spectroscopy انجام شد. ابتدا از هر کامپوزیت یک نمونه پخت نشده بین دو لایه ورقه پلی اتیلن نازک که با طول موج جذبی رزین تداخل نداشت قرار گرفت و فشرده شد تا لایه نازکی از کامپوزیت ( $100-150 \mu\text{m}$ ) تشکیل شود. این لایه در دستگاه FTIR (EQUINOX 55, Bruker, Germany) قرار داده شد و طیف جذب زیر قرمز آن گرفته شد. سپس نمونه‌های کامپوزیتی تهیه شده به روش فوق در تماس مستقیم با نوک تابشی دستگاه‌های تابشی مختلف قرار گرفته و پخت شدند. طیف جذبی زیر قرمز نمونه‌های پخت شده نیز در دستگاه FTIR اندازه‌گیری شد.

مقاومت را با دستگاه‌های تابشی مختلف ارزیابی کرده و نتیجه گرفتند که کارایی پخت دستگاه‌های LED با هالوژنه قابل مقایسه است (۱۴). با توجه به پراکنده بودن یافته‌ها و با عنایت به مطالب ذکر شده، مطالعه حاضر با هدف مقایسه میزان درجه تبدیل دو نوع کامپوزیت رزین با دستگاه‌های تابش هالوژنه و دیود انجام گرفت.

## روش بررسی

دستگاه‌های تابشی مورد استفاده در این مطالعه تجربی آزمایشگاهی عبارت بودند از: یک دستگاه تابشی دیود (Ultralume-2, Ultradent, USA) با شدت تابشی  $620 \text{ mW/cm}^2$  به مدت ۴۰ ثانیه و یک دستگاه تابشی هالوژنه کانونیشنال (Coltolux 50, Coltene/Whaledent, USA) با توان تابشی  $330 \text{ mW/cm}^2$  با روش تابشی استاندارد (که شدت تابش از ابتدا تا انتهای دوره تابشی یکنواخت باقی می‌ماند)، به مدت ۴۰ ثانیه و دستگاه تابشی هالوژنه با توان بالا (Optilux 501-Kerr, USA) با دو نوع روش تابشی استاندارد با توان  $820 \text{ mW/cm}^2$  به مدت ۴۰ ثانیه و تکنیک Ramp

جدول ۱- ویژگی‌های کامپوزیت‌های مورد استفاده در مطالعه

نام کامپوزیت	نوع کامپوزیت	درصد وزنی فیلر	رزین	شماره	فیلر
Tetric ceram	Fine-filled Hybrid	۷۹	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA	F61782	Barium glass, ytterbium trifluoride, Ba-Al-fluorosilicate glass, highly dispersed silicon oxide, spheroid mixed oxide
Filteke supreme	Nanofilled	۷۸/۵	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, Bis-EMA	3910A2D	Aggregated Zirconia/Silica Cluster, nonagglomerated/on-aggregated Silica

جدول ۲- ویژگی‌های دستگاه‌های تابشی مورد استفاده در مطالعه

نام واحد تابشی	سازنده	نوع دستگاه	قطر سرواخذ تابشی	روش تابش
Optilux 501	Kerr, USA	هالوژنه	۸mm	$100 \text{ mWcm}^{-2}(10\text{S})$ $100-1030 \text{ mWcm}^{-2}(10\text{S})$
Coltolux 50	Coltene/Whaledent, USA	هالوژنه	۸ mm	$680 \text{ mWcm}^{-2}(40\text{S})$
Ultralume-2	Ultradent, USA	دیود	۸ mm	$330 \text{ mWcm}^{-2}(40\text{S})$ $>400 \text{ mWcm}^{-2}(40\text{S})^*$

\* این مقدار شدت گزارش شده توسط سازنده دستگاه است. شدت اندازه‌گیری شده با رادیومتر دستگاه Optilux 501 معادل  $620 \text{ mWcm}^{-2}$  است.

میزان درجه تبدیل و دستگاه‌های مختلف تابشی در کامپوزیت تتریک سرام رابطه معنی‌داری وجود داشت ( $P < 0.05$ ). بدین شکل که درجه تبدیل در گروه دستگاه تابشی Coltolux 50 به طور معنی‌داری از سایر گروه‌ها کمتر بود، ولی بین دستگاه LED با شدت تابشی  $620 \text{ mW/cm}^2$  و دستگاه تابشی Optilux 501 با دو روش تابشی استاندارد با توان تابش  $820 \text{ mW/cm}^2$  و Ramp با شدت تابشی  $1030-1000 \text{ mW/cm}^2$  تفاوتی مشاهده نشد. روش‌های مختلف تابشی تأثیر معنی‌داری در میزان درجه تبدیل در کامپوزیت سوپریم نداشتند ( $P > 0.05$ ) (جدول ۳).

جدول ۳- میانگین و انحراف معیار درجه تبدیل در دو کامپوزیت تتریک سرام و سوپریم با دستگاه‌ها و روش‌های مختلف تابشی

کامپوزیت	دستگاه تابشی	میانگین (انحراف معیار)
تتریک سرام	Coltolux 50	۴۴/۴ (۳/۳)
	Optilux Standard	۵۵ (۲/۶)
	Optilux Ramp	۵۹/۷ (۱/۵)
	LED	۵۵ (۲/۶)
کل		۵۳/۷ (۵/۶)
سوپریم	Coltolux 50	۴۴/۴ (۱/۴)
	Optilux Standard	۴۲/۱ (۲/۷)
	Optilux Ramp	۴۴ (۲/۸)
	LED	۴۳/۸ (۲/۶)
کل		۴۳/۸ (۲/۲)

### بحث و نتیجه‌گیری

استفاده از روش‌های تابشی مناسب جهت پلیمریزاسیون کامپوزیت‌های رزینی اهمیت زیادی دارد. مطالعات نشان داده‌اند که میزان پلیمریزاسیون ماده کامپوزیتی با خواص فیزیکی (۱۵) و بیولوژیک (۱۶) آن ارتباط مستقیم دارد. Nomoto نشان داد که ویژگی‌های دستگاه تابشی و ترکیب شیمیایی ماده موجب تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای در میزان پلیمریزه شدن می‌شود (۱۷).

در این بررسی، نوع کامپوزیت اثر معنی‌داری در میزان درجه تبدیل داشت و درجه تبدیل کامپوزیت تتریک سرام بیشتر از سوپریم بود. علت این امر را می‌توان به اندازه ذرات پرکننده کامپوزیت سوپریم ارتباط داد. کامپوزیت نانوفیلد حاوی ذرات پرکننده از جنس زیرکونیا و سیلیکا به اندازه ۵ نانومتر تا ۲۰ نانومتر است که به صورت ذراتی با ابعاد ۰/۶ تا

در طیف زیر قرمز این نمونه‌ها، پیک جذب در ناحیه عدد موجی  $1638 \text{ cm}^{-1}$  مربوط به جذب باند دو گانه آلیفاتیک گروه متاکریلات در ساختار مونومرهاست که در طی واکنش پلیمریزه شدن کاهش می‌یابد. پیک جذب در ناحیه عدد موجی  $1608 \text{ cm}^{-1}$  مربوط به جذب باند دو گانه آروماتیک در گروه‌های حلقوی موجود در ساختار Bis-GMA است که در طی واکنش پلیمریزه شدن تغییر نمی‌کند و به عنوان مرجع در نظر گرفته شد. سپس درجه تبدیل کامپوزیت‌ها با توجه به رابطه زیر محاسبه گردید.

$$DC = \left[ 1 - \frac{\left[ \frac{1638 \text{ cm}^{-1} \text{ peak-area}}{1608 \text{ cm}^{-1} \text{ peak-area}} \right]_{\text{after-curing}}}{\left[ \frac{1638 \text{ cm}^{-1} \text{ peak-area}}{1608 \text{ cm}^{-1} \text{ peak-area}} \right]_{\text{before-curing}}} \right] \times 100$$

داده‌های به دست آمده با استفاده از آزمون واریانس یک‌طرفه و دوطرفه مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و سپس مقایسه‌های چندگانه با استفاده از آزمون آماری مقایسات چندگانه توکی انجام شد.  $P < 0.05$  به عنوان سطح معنی‌دار در نظر گرفته شد.

### یافته‌ها

مقایسه میزان درجه تبدیل بر حسب نوع دستگاه تابشی و نوع کامپوزیت با استفاده از تحلیل واریانس دو طرفه حاکی از وجود اثر متقابل بین نوع دستگاه تابشی و نوع کامپوزیت بود. به همین دلیل مقایسه‌های بعدی به صورت یک طرفه انجام شد. بدین معنی که درجه تبدیل برای هر نوع کامپوزیت بین دستگاه‌های تابشی مورد مقایسه قرار گرفت و همچنین برای هر دستگاه تابشی مقایسه بین دو نوع کامپوزیت انجام شد.

#### - اثر نوع کامپوزیت

میزان درجه تبدیل کامپوزیت تتریک سرام در همه دستگاه‌ها به طور معنی‌داری بیشتر از سوپریم بود ( $P < 0.05$ )، اگرچه این افزایش در مورد دستگاه Optilux (Ramp) چشمگیرتر بود.

#### - اثر دستگاه‌ها و روش‌های تابشی

میانگین و انحراف معیار درجه تبدیل کامپوزیت‌های تتریک سرام و سوپریم با دستگاه‌های مختلف تابشی در جدول ۳ آمده است. بین

که عدم تفاوت در درجه تبدیل ناشی از این باشد که شروع کننده موجود در کامپوزیت به اندازه کافی انرژی برای شروع و ادامه پلیمریزاسیون دریافت می‌کند و افزایش انرژی بیشتر از آن، تأثیر زیادی در درجه تبدیل نهایی در شرایطی که این آزمون‌ها انجام شده است (ضخامت کم  $150-100 \mu\text{m}$ ) ندارد.

میزان سخت شدن ماده، متناسب با مقدار نوری است که به آن می‌رسد (۲۱). مشخص شده است در فوقانی‌ترین سطح کامپوزیت حتی دستگاه تابشی با شدت نسبتاً پایین می‌تواند ماتریکس رزینی را تقریباً معادل زمانی که نوری با شدت بالا تابیده می‌شود، سخت کند (۲۰)، ولی همان طور که نور از میان توده ماده ترمیمی عبور می‌کند، شدت آن به میزان زیادی کاهش می‌یابد، در نتیجه احتمال سخت شدن کم می‌شود (۲۱). در مطالعه Tarle و همکاران درجه تبدیل سه نوع کامپوزیت با دستگاه‌های هالوژنه کانونشال با شدت  $560 \text{ mW/cm}^2$ ، دستگاه LED با شدت  $9 \text{ mW/cm}^2$  و یک دستگاه پلاسما آرک با شدت تابش  $1370 \text{ mW/cm}^2$  در سطح و در عمق ۲ میلیمتری بررسی شد (۲۲). مقادیر درجه تبدیل در سطح نمونه‌های کامپوزیتی با blue-LED فقط اندکی کمتر از درجه تبدیل با دستگاه هالوژنه بود که به شدت تابشی کمتر blue-LED نسبت داده شد و درجه تبدیل نمونه‌ها در سطح با دستگاه blue-LED و پلاسما آرک تفاوتی با یکدیگر نداشتند.

Yoon و همکاران درجه تبدیل کامپوزیت‌های رزینی در عمق‌های مختلف یک تا چهار میلیمتری را توسط دستگاه‌های مختلف تابشی مورد بررسی قرار دادند (۲۱). هنگامی که به نمونه‌ها انرژی تابشی یکسانی توسط دستگاه‌های مختلف هالوژنه، LED و پلاسما آرک داده شد، درجه تبدیل نمونه‌های کامپوزیتی تفاوتی با یکدیگر نداشتند. افزایش انرژی تابشی با دو برابر کردن مدت زمان تابش تغییری در درجه تبدیل تا عمق ۲ میلیمتری به وجود نیاورد، ولی در عمق ۳ میلیمتری و بیشتر افزایش یافت. درجه تبدیل نمونه‌های کامپوزیتی با LED تفاوتی با لامپ هالوژنه تا عمق ۴ میلیمتری نداشت.

در مطالعه Price و همکاران کارایی LED-2 در پخت سیستم‌های مختلف رزینی مورد بررسی قرار گرفت و با دستگاه تابشی هالوژنه مقایسه شد (۲۳). در این مطالعه تعدادی از کامپوزیت‌های مورد آزمایش پخت شده با LED به سختی (Hardness) مشابه با کامپوزیت‌های

$1/4$  میکرون تجمع یافته‌اند. مابین ذرات تجمع یافته فوق ذرات پرکننده سیلیکا با اندازه ۲۰ نانومتر پخش شده‌اند. کاهش اندازه ذرات فیلر ممکن است احتمال پراکنش نور به جای جذب و انتقال آنرا بیشتر کند. از طرف دیگر از آنجایی که تحرک مونومرها و رادیکال‌های در حال رشد ماتریکس، در سطح ذرات پرکننده کاهش می‌یابد (۱۸)، با کاهش اندازه ذرات پرکننده و افزایش سطح مؤثر آنها در کامپوزیت سوپریم، تحرک مونومرها کمتر شده که نتیجه آن کاهش درجه تبدیل کامپوزیت سوپریم است. ناحیه سطحی ذرات پرکننده هیبرید که در کامپوزیت تتریک سرام استفاده می‌شود، بسیار کمتر از پرکننده‌های نانو است، در نتیجه درجه تبدیل کامپوزیت تتریک سرام در مقایسه با سوپریم بیشتر است.

در کامپوزیت تتریک سرام بین دستگاه تابشی Coltolux 50 با سایر گروه‌ها اختلاف معنی‌دار بود و این تفاوت را می‌توان به سبب شدت تابش پایین دستگاه Coltolux 50 در مقایسه با سایر دستگاه‌ها دانست. بین دستگاه LED با شدت تابشی  $620 \text{ mW/cm}^2$  و دستگاه تابشی Optilux 501 با دو روش تابشی استاندارد با توان تابش  $820 \text{ mW/cm}^2$  و Ramp با شدت تابشی  $1030-1000 \text{ mW/cm}^2$  تفاوتی مشاهده نشد. به علت وجود پدیده‌های ژل و شیشه‌ای شدن (Vitrification)، درجه تبدیل کامپوزیت هرگز به ۱۰۰٪ نمی‌رسد. پس از نقطه شیشه‌ای شدن، سرعت پلیمریزاسیون به شدت کاهش می‌یابد و افزایش شدت تابش تأثیر زیادی روی درجه تبدیل ندارد (۱۹).

در کامپوزیت سوپریم در میزان درجه تبدیل بین دستگاه‌های مختلف تابشی تفاوتی مشاهده نشد. همان طور که قبلاً ذکر شد به سبب ممانعت در مقابل حرکت زنجیره‌های مولکولی به علت سطح مؤثر بالاتر ذرات پرکننده کامپوزیت سوپریم، شدت‌های تابشی بالاتر دستگاه‌های تابشی Optilux 501 و LED در مقایسه با Coltolux 50 تغییری در میزان درجه تبدیل به وجود نیاوردند.

در مطالعه حاضر در میزان درجه تبدیل بین دستگاه‌های تابشی LED و هالوژنه Optilux 501 با دو روش تابشی استاندارد و Ramp در هر دو کامپوزیت، اختلافی مشاهده نشد. با توجه به این که شدت تابشی LED و Optilux 501 بالاتر از حد مورد نیاز ( $\text{mW/cm}^2$ )  $400-300$  (۲۰) برای پخت کامپوزیت‌ها است، بنابراین به نظر می‌رسد

گروه‌های تابشی در کامپوزیت تتریک سرام تفاوت معنی‌داری نشان داد و تفاوت درجه تبدیل بین دستگاه هالوژنه توان بالا و LED معنی‌دار نبود. در کامپوزیت سوپریم میزان درجه تبدیل در هیچ یک از گروه‌های مختلف تفاوت قابل ملاحظه‌ای نداشت.

### تشکر و قدردانی

ضمن تشکر از جناب آقای دکتر محمدجواد خرازی فرد جهت مشاوره آماری این مطالعه، این مقاله نتیجه طرح تحقیقاتی مصوب دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی و درمانی تهران به شماره قرارداد ۱۹۹۱ می‌باشد که بدینوسیله از کمک‌های مالی معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی تهران صمیمانه قدردانی می‌شود.

پخت شده با دستگاه هالوژنه رسیدند، ولی LED-2 به علت طیف خروجی باریک آن و عدم تحریک آغازکننده نوری موجود در کامپوزیت‌های مختلف قادر به پلیمریزه کردن تمام کامپوزیت‌های آزمایشی نبود. در مطالعه حاضر با توجه به این که اندازه‌گیری درجه تبدیل در سطح تفاوت‌های معنی‌داری نشان نداد، پیشنهاد می‌شود که به اندازه‌گیری درجه تبدیل ضخامت‌های مختلف کامپوزیتی اقدام شود و قضاوت دقیق‌تری در مورد نوع دستگاه تابشی مورد استفاده و کامپوزیت صورت گیرد. مطالعه حاضر نشان داد که بدون درنظر گرفتن دستگاه تابشی درجه تبدیل در کامپوزیت تتریک سرام به طور معنی‌داری بیشتر از کامپوزیت سوپریم بود. درجه تبدیل با دستگاه تابشی 50 Coltolux در مقایسه با سایر

### منابع:

- 1- Knezevic A, Tarlez, Menig A, Sutaloj, Pichler G, Kistic M. Degree of conversion and temperature rise during polymerization of composite resin samples with blue diodes. *J Oral Rehabil* 2001; 28 (6): 586-591.
- 2- Byne SC, Heymann HO, Swift EJ. Update on dental composite restorations. *J Am Dent Assoc* 1994; 125:687.
- 3- Althoff Olaf, Hartung Martin. Advance in light curing. *Am J Dent* 2000, 13; 77D-81D.
- 4- Cook W. Spectral distribution of dental photopolymerization sources. *J Dent Res* 1982; 61(12): 1436-1438.
- 5- Harrington E, Wilsen HJ. Determination of radiation energy emitted by light activation units. *J Oral Rehabil* 1995; 22 (5):377-385.
- 6- Pilo R, Oelgiesser D, Cardash HS. A survey of output intensity and potential for depth of cure among light curing units in clinical use. *J Dent* 1999; 27 (3):235.
- 7- Ruggenberg FA, Twigg SW, Caughman WF, Khojotia S. Lifetime intensity profiles of 11 light curing units. *J Dent Res* 1996;75:380.
- 8- Bass M. *Handbook of Optics* 2<sup>nd</sup>ed. McGraw Hill, New York; 1995. p.1201-39.
- 9- Mills RW, Jandt KD, Ashwroth SH. Dental composite depth of cure with halogen and blue light emitting diode technology *Br Dent J* 1999; 186(8):388-91.
- 10- Dun WJ, Bush AC. A comparison of polymerization by light-emitting diode and halogen-base lightcuring units. *J Am Dent Assoc* 2002; 133 (3):335-341.
- 11- Duke ES. Light-emitting diodes in composite resin photo polymerization. *Compend Contin Educ Dent* 2001; 22(9):722-25.
- 12- Fujibayashi K, Kazautoshi I, Takahasi N, Kohno A. Newly developed curing unit using blue height emitting diodes. *Dent Jpn* 1998; 34:49-53
- 13- Asmussen E, Peutzfeldt A. Light-emitting diode curing: Influence on selected properties of resin composites. *Quintessence Int* 2003; 34 (1):71-75.
- 14- Soh MS, Yap Au, YU T, Shen ZX. Analysis of the degree of conversion of LED and halogen light on micro-Raman spectroscopy. *Oper Dent* 2004, 29 : 571-7.
- 15- Asmussen E. Restorative resins:hardness and strength vs quantity of remaining double bonds. *Scand J Dent Res*1982; 90 (6):484-9.
- 16- Caughman WF, Caughman GB, Shiflett RA, Ruggenberg F, Schuster GS. Correlation of cytotoxicity filler loading and curing time of dental composites. *Biomaterials* 1991, 12(8): 737-740.
- 17- Nomoto R. Effect of light wavelength on polymerization of light/cured resins. *Dent Mater J* 1997; 16 (1): 60-73.
- 18- Halvorson RH. The Effect of filler and silane content on conversion of resin-based composite. *Dent Mater* 2003; 19 (4):327-333.
- 19- Lovell LG, Stansbury JW, Syrpes DC, Bowman CN. Effect of composition and reactivity on the reaction kinetics of dimethacrylate / dimethacrylate copolymerizations. *Macromolecules*1999; 32:3913-21.
- 20- Ruggenberg FA, Caughman WF, Curtis JR. Effect of light intensity and exposure duration cure of resin composite. *Oper Dent* 1994, 19 (1), 26-32.
- 21- Yoon TH, Lee YK, Lim BS, Kim CW. Degree of polymerization of resin composites by different light sources. *J Oral Rehabil* 2002; 29 (12), 1165.
- 22- Tarle Z, Meniga A, Knezevic A, Sutalo J, Ristic M, Pichler G. Composite conversion and temperature rise using a conventional, plasma-arc and an experimental blue LED curing unit. *J Oral Rehabil* 2002; 29 (7):662-67.
- 23- Price RB, Felix CA, Andreou P. Evaluation of a second-generation LED curing light. *J Can Dent Assoc* 2003;69(10):66