

بررسی اثر Glass – Fiber بر استحکام خمشی کامپوزیت رزین‌ها

*نویسنده مسئول: دانشیار گروه دندانپزشکی ترمیمی، دانشکده دندانپزشکی،
دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی. E-mail: gh_th@yahoo.com
**دندانپزشک،
***استادیار گروه دندانپزشکی کودکان، دانشکده دندانپزشکی،
دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی.
****دستیار تخصصی دندانپزشکی ترمیمی، دانشکده دندانپزشکی،
دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی.
*****کارشناس پژوهشی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی.

دکتر امیر قاسمی*، دکتر نازلی صدرزاده**، دکتر مجید برگ‌ریزان***،
دکتر لیلا نصیری خانلر****، حمید فرهادی*****

چکیده

سابقه و هدف: کامپوزیت رزین‌ها در اتصال چند دندان به هم، شکننده می‌باشند. بنابراین، تحقیقات زیادی به منظور تقویت خصوصیات فیزیکی و دوام این مواد صورت گرفته که از جمله آنها می‌توان فایبرها را نام برد. این تحقیق با هدف بررسی اثر glass-fiber بر استحکام خمشی کامپوزیت رزین صورت گرفت.

مواد و روشها: تحقیق به صورت تجربی و *in vitro* بر روی ۲۲ نمونه (هر گروه ۱۱ نمونه) به ابعاد $20 \times 6 \times 2$ mm انجام شد. در گروه اول نمونه‌ها از کامپوزیت ساخته شده و در گروه دوم بعد از پرکردن نصف ارتفاع قالب با کامپوزیت، یک لایه نوار glass-fiber آغشته به باندینگ قرار داده شد و سپس روی آن با کامپوزیت پر شد. تمام نمونه‌ها طبق (ISO 4049:2000) تحت پلی‌مریزاسیون قرار گرفته و تا زمان انجام آزمایشات (به مدت یک ماه) در رطوبت ۱۰۰٪ نگهداری شدند. سپس استحکام خمشی نمونه‌ها به روش سه نقطه‌ای و با دستگاه Instron 1115 با سرعت اعمال نیرو ۱ mm/min اندازه‌گیری و مقایسه انجام شد. در نهایت نتایج به دست آمده توسط آزمون آماری t مورد قضاوت آماری قرار گرفتند.

یافته‌ها: استحکام خمشی در گروه اول ($22/39 \pm 3/38$ MPa) و در گروه دوم ($29/74 \pm 2/36$ MPa) بدست آمد. تفاوت موجود بین دو گروه با آزمون آماری t test مورد قضاوت قرار گرفت که اختلاف معنی دار بین دو گروه را نشان داد ($P < 0/01$). نتیجه‌گیری: قرار دادن glass-fiber درون کامپوزیت باعث افزایش میزان استحکام خمشی کامپوزیت می‌شود.

کلید واژگان: استحکام خمشی، Glass – fiber، کامپوزیت رزین

تاریخ تأیید مقاله: ۱۳۸۴/۵/۲۵

تاریخ اصلاح نهایی: ۱۳۸۴/۵/۹

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۳/۱۰/۲۶

مجله دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، دوره ۲۴، شماره ۴، زمستان ۱۳۸۵، ۴۹۹-۵۰۴

مقدمه

عوامل مورد بحث قرار می‌گیرند. فایبرهای تقویت کننده در کامپوزیت‌ها بسیاری از مسائل زیبایی و ساختاری را جبران کرده‌اند. هرچند مدت زمان زیادی از استفاده از این مواد در دندانپزشکی نمی‌گذرد، ولی خصوصیات مطلوب آنها باعث شده که در صنایع مختلف کاربرد زیادی داشته باشند (۲).

فایبرها در کامپوزیت‌ها با ماتریکس رزینی بهم متصل شده و از استحکام خمشی خوبی برخوردارند. همچنین این مواد اکثر خصوصیات فیزیکی مورد نیاز در ساختمان پروتزها را تأمین می‌کنند (۲).

مدت زمان زیادی است که استفاده از کامپوزیت رزین‌ها در ترمیم‌های تک‌دندانی نتایج موفقیت‌آمیزی نشان داده‌اند، هرچند که این مواد در اتصال چند دندان به هم شکننده و غیرقابل قبول می‌باشند. از این رو مطالعات زیادی جهت تقویت خصوصیات فیزیکی و دوام این مواد انجام شده است (۱).

از روشهای بهبود خصوصیات کامپوزیت‌ها می‌توان به تغییر در نوع پلی‌مریزاسیون، بهبود نوع پلی‌مرهای مورد استفاده در ماتریکس، بکار بردن فیلرهای خاص و ایجاد باند مناسب‌تر بین فیلر و ماتریکس اشاره کرد. فایبرها نیز به عنوان یکی از این

کامپوزیت رزین‌ها می‌شوند. تمامی فایبرهای مورد استفاده در تحقیق آنها به جزء فایبر پلی اتیلنی Ribbond باعث افزایش ضریب الاستیسیته کامپوزیتها شده بودند.

در سال ۲۰۰۱ نیز، Ellakwa به بررسی تاثیر فایبرهای تقویت کننده بر خصوصیات خمشی چهار نوع کامپوزیت تجاری (Solidex, Herculite XRV, Belleglass HP, Artglass) (گروه A) و دو نوع کامپوزیت آزمایشی (گروه B و C) پرداخت. ترکیب کامپوزیت‌های آزمایشی با تغییر میزان فیلر (گروه B) و یا ترکیب شیمیایی ماتریکس (گروه C) و اثر آن روی میزان تقویت با فایبر بررسی شد.

نتایج نشان می‌داد که در گروه A بین انواع تجاری کامپوزیت اختلاف معنی‌داری وجود ندارد ($P > 0.05$) و همچنین نگهداری ۶ ماهه در آب هم تاثیر معنی‌داری بر استحکام خمشی سه نوع کامپوزیت تجاری ندارد ولی در کامپوزیت Artglass پس از ۶ ماه میزان استحکام خمشی بطور مشخصی کاهش می‌یابد. در گروه B اگر چه افزایش میزان فیلر باعث افزایش ضریب خمشی می‌شود ولی تاثیری در استحکام خمشی نداشت. در گروه C نیز تغییر ترکیب ماتریکس در ضریب خمشی موثر بوده ولی در استحکام خمشی تاثیری نداشت.

با توجه به اهمیت موضوع و لزوم دستیابی به نتایج کاربردی در این زمینه این تحقیق با هدف بررسی اثر Glass - Fiber بر استحکام خمشی کامپوزیت رزین‌ها صورت گرفت.

مواد و روشها

مطالعه به روش تجربی (Experimental) روی ۲۲ بلوک هم اندازه انجام شد. تکنیک مورد استفاده تهیه و مشاهده شکست نمونه‌ها بود. همچنین نمونه‌ها بصورت غیرتصادفی به دو گروه ۱۱ تایی تقسیم شدند.

کامپوزیت رزین مورد استفاده در این تحقیق LC-1000 محصول (Bays Water, Australia) بود که نوعی کامپوزیت

انواع مختلفی از فایبرها مانند: کربن، آرامید، Glass و پلی اتیلن برای تقویت کامپوزیت‌ها مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. همچنین خصوصیات فیزیکی کامپوزیت‌های تقویت شده با فایبر به نوع ماتریکس، نوع فایبر، توزیع فایبر، نسبت فایبر به ماتریکس، قطر و طول فایبر بستگی دارد (۳). فایبر کامپوزیت‌ها در پروتزهای ثابت، اسپلینتهای پرپودنتال، پروتزهای متحرک، جایگزینی نواحی بی‌دندانی بصورت مستقیم و Postها استفاده می‌شوند (۲).

اکثر مطالعات در مورد خصوصیات فیزیکی و مکانیکی فایبرها به صورت آزمایشگاهی با رزینهای اکریلی انجام گرفته و مطالعات در رابطه با استفاده توأم کامپوزیت و فایبر به طور عمده به صورت بالینی بوده است.

مطالعاتی که در این زمینه با انواع خاصی از فایبر انجام شده نتایج متناقضی را نشان داده‌اند (۴) که از جمله آنها می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

در سال ۲۰۰۲، Ellakwa و همکاران در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر ترکیبهای باندینگ بر استحکام خمشی فایبرهای پلی اتیلنی تقویت کننده کامپوزیت‌ها پرداختند (۵). نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از سایلن قبل از باندینگ در فایبرهای پلی اتیلنی باعث کاهش استحکام خمشی می‌شود. همچنین در گروهی که تنها از کامپوزیت ساخته شده بود، شکستگی‌هایی بین فایبر و کامپوزیت وجود داشت.

Bae و همکاران (۲۰۰۱) در مطالعه‌ای که با هدف بررسی تأثیر فایبرهای تقویت کننده مختلف در استحکام خمشی و ضریب الاستیسیته کامپوزیت رزین‌ها انجام داد (۶)، استحکام خمشی در نمونه‌های تقویت نشده ۹۶ تا ۱۱۹ و در نمونه‌های تقویت شده را ۲۰۳ MPa تا ۳۸۶ گزارش نمود. همچنین ضریب الاستیسیته در نمونه‌های تقویت نشده ۶ تا ۹ و در نمونه‌های تقویت شده ۹ تا ۱۵ بدست آمد. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد فایبرها باعث افزایش استحکام خمشی

نمونه ادامه پیدا کرد و در طرف دیگر نمونه نیز همین روش تابش بعد از برداشت اسلب انجام شد. در مرحله بعد نمونه‌ها از قالب خارج شده و اضافه آن با دیسک کاغذی زده شد. سپس ابعاد نمونه‌ها با کولیسی به دقت 0.1mm اندازه گیری شدند. در صورت عدم تطابق با ابعاد مورد نظر با دیسک کاغذی، نمونه‌ها را تصحیح کرده تا ابعاد نمونه‌ها برابر $25 \times 6 \times 2\text{mm}$ شود. نمونه‌ها به مدت یک ماه (تا زمان انجام آزمایشات) در رطوبت 100% نگهداری شدند. پس از آن نمونه‌ها با دستگاه Instron 1115 با سرعت اعمال نیرو 1mm/min تحت آزمایش استحکام خمشی سه نقطه‌ای قرار گرفتند. نمونه‌ها روی دو تکیه گاه به شکل منشور متساوی‌الاضلاع به طول 6mm از جنس فلز non-precious قرار گرفتند. فاصله بین دو تکیه‌گاه 20mm بود و نیرو از بالا به وسط نمونه‌ها وارد شد. نقاط قرارگیری تکیه‌گاه‌ها و اعمال نیرو روی هر نمونه مشخص شد تا فواصل سه نقطه در حین آزمایشات ثابت بماند. نیروی اعمال شده برای شکست هر نمونه روی نمودار ثبت و اندازه‌گیری شد. سپس استحکام خمشی هر نمونه بر اساس فرمول زیر محاسبه شد.

$$\frac{3FL}{2bh^2}$$

استحکام خمشی = (MPa)

F = حداکثر نیرو - نیوتن

L = فاصله دو تکیه گاه - میلی‌متر

b = پهناي نمونه - میلی‌متر

h = ارتفاع نمونه - میلی‌متر

در نهایت نتایج بدست آمده توسط آزمون آماری t-test مورد بررسی و قضاوت آماری قرار گرفتند. همچنین به منظور بررسی و مشاهده تطابق فایبر با کامپوزیت، سطح شکسته شده نمونه‌ها با Stereomicroscope (Olympus SZX9, Japan) بررسی شد و توسط Digital Camera (JVC-TK-CI380E, Nikon, Japan) با بزرگترین بزرگنمایی عکس تهیه شد.

خلفی، هیبرید، رادیوپاک و لایت کیور بوده و ماتریکس مونومر آن Multifunctional methacrylic ester (20% وزنی) و فیلرهای آن غیرآلی (80% وزنی) به ابعاد ($5-1\ \mu\text{m}$) هستند. باندینگ مورد استفاده، محصول SDI (Bays Water, Australia) و دارای ترکیب PAAMA2 glass-fiber بود. Mezzovico, Polydentia SA (Switzerland) fiber-splint محصول کارخانه (Polydentia SA, Mezzovico, Switzerland) بود.

برای حذف یا به حداقل رساندن نقش متغیرهای مداخله‌گر مختلف در طول تحقیق ابعاد بلوک، شدت نور و زمان تابش نور برای نمونه‌ها یکسان در نظر گرفته شده و همچنین تمام فایبرها به یک میزان و به یک نوع باند آغشته شدند.

مکعب مستطیلی به ابعاد 2mm (ارتفاع) \times 6mm (عرض) \times 25mm (طول) در ورقه تفلونی به ضخامت 2mm تهیه و قالب تهیه شده روی یک نوار سلولوئیدی بر روی اسلب شیشه‌ای ثابت شد. در گروه اول قالب بطور کامل با کامپوزیت پر شده و در گروه دوم نیز بعد از پرکردن نصف ارتفاع قالب (1mm)، یک لایه فایبر به طول 25mm که به باندینگ آغشته شده بود قرار گرفت. سپس روی آن با کامپوزیت پر شد. در حین پرکردن قالب با کامپوزیت سعی بر تراکم بهتر کامپوزیت بود تا حباب و تخلخل در نمونه‌ها به حداقل برسد. پس از آن نوار سلولوئیدی دوم روی قالب پر شده قرار گرفته و اسلب شیشه‌ای دیگر روی نوار گذاشته شد. قالب و نوار سلولوئیدی بین دو اسلب تحت فشار قرار گرفتند تا اضافه ماده پس زده شود. پس از آن یکی از اسلب‌ها از روی نمونه‌ها برداشته و نمونه‌ها تحت تابش نور از ورای نوار سلولوئیدی (برطبق ISO 4049: 9000) قرار گرفتند. به این صورت که ابتدا مرکز هر نمونه به مدت 40 ثانیه (براساس دستور کارخانه سازنده) تحت تابش قرار گرفت و سپس دو طرف مرکز نمونه تحت تابش قرار گرفتند. به این صورت اشعه تابیده شده بعدی نصف سطح تابیده شده قبل را تحت پوشش قرار داد و این روند تا هر دو انتهای یک طرف

میانگین و انحراف معیار استحکام خمشی در گروه شاهد ۲۲/۳۹±۳/۳۸ و در گروه مورد ۲۹/۷۴±۲/۳۶ بدست آمد. سپس میانگین استحکام خمشی دو گروه توسط آماره t test مورد قضاوت آماری قرار گرفت که براساس نتایج بدست آمده دو گروه از نظر آماری تفاوت معنی داری نشان دادند (نمودار ۱) ($P < 0.01$).

بحث

تحقیق حاضر نشان داد قرار دادن glass-fiber درون کامپوزیت باعث افزایش معنی دار استحکام خمشی کامپوزیت رزین ها در نمونه ها می شود ($P < 0.01$).

نتایج این تحقیق با مطالعات زیر همخوانی دارد:

Bae و همکاران (۲۰۰۱) با تحقیقی در زمینه تاثیر فایبرهای تقویت کننده در خصوصیات مکانیکی کامپوزیت ها نشان دادند که فایبرها باعث افزایش استحکام خمشی کامپوزیت رزین ها می شوند (۶).

Ellakwa (۲۰۰۱) به بررسی تاثیر فایبر پلی اتیلنی بر استحکام خمشی کامپوزیت ها پرداخته، گزارش کرد که استفاده از کامپوزیت های مختلف تاثیر معنی داری در استحکام خمشی کامپوزیت های تقویت شده با فایبر ندارد (۷).

Behr و همکاران (۲۰۰۱) در بررسی استحکام خمشی glass-fiber تقویت کننده دو نوع کامپوزیت با مراحل آماده سازی متفاوت، همچنین بررسی تاثیر نگهداری نمونه ها در آب بر استحکام خمشی نشان دادند که استحکام خمشی با افزایش زمان نگهداری در آب بطور مشخصی کاهش یافته و نوع فایبر و روش آماده سازی نمونه ها در استحکام خمشی تاثیری نداشت (۸).

Stipho (۱۹۹۸) با بررسی تفاوت اثر درصدهای مختلف glass-fiber در استحکام خمشی، حداکثر تغییر شکل و ضریب

یافته ها

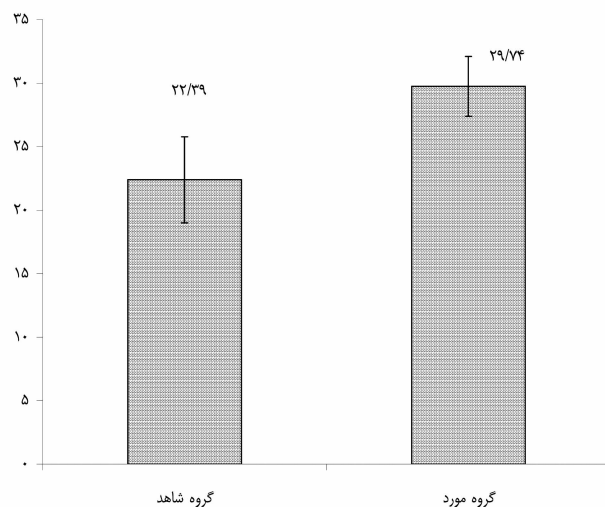
یافته های خام در دو گروه مورد آزمایش در جدول ۱ آمده اند.

جدول ۱- میزان استحکام خمشی در دو گروه مورد و شاهد

شماره نمونه	استحکام خمشی (MPa) گروه شاهد	استحکام خمشی (MPa) گروه مورد
۱	۱۷/۱۵	۲۴/۵۰
۲	۱۸/۳۸	۲۰/۸۳
۳	۲۴/۵۰	۳۱/۸۵
۴	۱۸/۳۸	۴۴/۱۰
۵	۲۵/۷۳	۳۰/۶۳
۶	۱۹/۶۰	۲۴/۵۰
۷	۲۲/۰۵	۲۰/۸۳
۸	۲۴/۵۰	۳۶/۷۵
۹	۲۵/۷۳	۳۳/۰۸
۱۰	۲۵/۷۳	۲۲/۰۵
۱۱	۲۴/۵۰	۳۷/۹۸

گروه شاهد: نمونه هایی که با کامپوزیت آماده شده اند.

گروه مورد: نمونه هایی که با یک لایه نوار glass-fiber درون کامپوزیت آماده شده اند.



نمودار ۱- استحکام خمشی در دو گروه

در بعضی نمونه‌ها فایبر از حالت کاملاً صاف خارج شده بود. علت آن دشوار بودن قرار دادن مستقیم فایبرها در رزین‌های دندانپزشکی است. زیرا قرار دادن و کنترل کردن فایبرهای آزاد در هنگام آغشته کردن به رزین مشکل بوده، به دقت زیادی برای جلوگیری از آلودگی و خرابی آنها نیاز دارد. البته فایبرهایی که در کارخانه تحت نفوذ رزین قرار گرفته و اخیراً وارد بازار شده‌اند این مشکل را ندارند. زیرا این فایبرها از قبل به رزین آغشته شده‌اند و احتیاجی به آغشته شدن به رزین در مراحل کاری ندارند. به این ترتیب wetting کاملتری نسبت به فایبرهای معمولی دارند و احتمالاً باند بهتر و تطابق کاملتری را با کامپوزیت ایجاد می‌کنند (۲).

از دلایل دیگر پایین بودن استحکام خمشی در این تحقیق نسبت به مطالعات دیگر می‌تواند استفاده از تکیه‌گاه‌های استوانه‌ای در مطالعات دیگر باشد که باعث افزایش استحکام خمشی در این مطالعات نسبت به استانداردهای ISO می‌شود. زیرا استفاده از تکیه‌گاه‌های منشوری (بر طبق ISO) باعث کمتر شدن استحکام خمشی نسبت به استفاده از تکیه‌گاه‌های استوانه‌ای می‌شود. در سال ۱۳۸۰ در تحقیقی که قاسمی و حکیم تحت عنوان بررسی اثر لیزر پالسی ND:YAG بر استحکام باند برشی کامپوزیت بر عاج (۱۱) انجام دادند از دستگاه (Instron 1115) مورد استفاده در تحقیق حاضر، برای تعیین استحکام برشی نمونه‌ها استفاده کردند. نتایج بدست آمده در این تحقیق نیز نسبت به دیگر مطالعات مشابه از حد معمول پایین‌تر بود. بنابراین ممکن است پایین بودن اعداد گزارش شده با این دستگاه در دو تحقیق مختلف، نشان‌دهنده تنظیم نامناسب این دستگاه باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق نشان داد قرار دادن glass-fiber درون کامپوزیت باعث افزایش در میزان استحکام خمشی کامپوزیت می‌شود.

الاستیسیتته رزینهای اکریلیکی نشان داد که استفاده از glass-fiber به میزان ۱٪ بهترین نتیجه را در مورد استحکام خمشی و تغییر شکل به بار می‌آورد (۹).

گرچه نتایج این تحقیق با تحقیق دیگری از Ellakwa (۲۰۰۳) مبنی بر عدم ایجاد افزایش در استحکام خمشی بدنبال استفاده از Fiber متفاوت است که مقاومت در نوع Fiber و طریقه آغشته‌سازی و زمان لازم برای رویش می‌تواند از دلایل آن باشد (۱۰).

همچنین در تحقیقی که Kilfoil (۱۹۸۳) انجام داد کاهش استحکام خمشی به دنبال افزایش میزان فایبرکربن درون کامپوزیت‌ها نشان داده شد که این اختلاف می‌تواند به دلیل روش خاص تهیه نمونه‌ها و عدم استفاده از روشی برای اتصال بهتر فایبرهای کربن به کامپوزیتها باشد (۴).

در طول تحقیق در نمونه‌های حاوی فایبر بعد از شکستن نمونه‌ها دو قطعه شکسته شده با فایبر بهم متصل باقی ماندند که از نظر کلینیکی مزیت محسوب می‌شود.

در روش مرسوم آزمون سه نقطه‌ای اعمال نیرو که خصوصیات استحکامی ماده با آن بررسی می‌شود، مشکل عمده مواد سخت کاهش toughness است که باعث شکست مواد بر اساس ترک می‌شود. میزان toughness پایین در یک ماده می‌تواند به علت وجود سوراخ‌ها و ترک‌ها باشد که در مراحل کاری ایجاد شده باعث افزایش تمرکز استرس در این نقاط می‌شوند (۱). در این مطالعه اعداد گزارش شده استحکام خمشی از حد معمول پایین‌تر هستند. علت این امر می‌تواند عدم پلی‌مریزاسیون کافی نمونه‌ها به علت شدت ناکافی نور دستگاه storage, light-cure، یک ماهه، ترک و خلل نمونه‌ها به علت ابعاد نسبتاً بزرگ آنها و نیاز به گذاشتن لایه‌های زیاد کامپوزیت باشد. در بررسی سطح شکسته شده نمونه‌ها عدم تطابق کافی فایبر و کامپوزیت در برخی نمونه‌ها به چشم می‌خورد. همچنین

References

1. Rudo DN, Karbhari VM: Physical behaviours of fiber reinforcement as applied to tooth stabilization. Dent Clin North Am 1999;43:7-35.
2. Freilich MA, Meiers JC, Duncan JP, Goldberg AJ: Fiber-reinforced composites in clinical dentistry. 1st Ed. Quintessence Publishing Co Inc. 2000;Chap1:2.
3. Van Ramos JR, Runyan DA, Chirstensen LC: The effect of plasma-treated polyethylene fiber on the fracture strength of polymethyl methacrylate. J Prosthet Dent 1996;76:94-96.
4. Kilfoil BM, Hesby RA, Pelleu GB: The tensile strength of a composite resin reinforced with carbon fibers. J Prosthet Dent 1983;50:40-43.
5. Ellakwa AE, Shortall AC, Shehata MK, Marquis PM: Influence of bonding agent composition of flexural properties of an Ultra-High Molecular Weight Polyethylene Fiber-Reinforced Composite. Oper Dent 2002;27:184-91.
6. Bae JM, Kim KN, Hattori M, et al: The flexural properties of fiber-reinforced composite with light-polymerized polymer matrix. Int J Prosthodont 2001;14:33-9.
7. Ellakwa A, Shortall A, Shehata M, Marquis P: Influence of veneering composite composition on the efficacy of fiber-reinforced restorations (FRR). Oper Dent 2001;26:467-75.
8. Behr M, Rosentritt M, Lang R, Handel G: Flexural properties of fiber reinforced composite using a Vacuum / pressure or a manual adaptation manufacturing process. J Dent 2000;28:509-14.
9. Stipho HD: Effect of glass fiber reinforcement on some mechanical properties of autopolymerizing polymethylmethacrylate. J Prosthet Dent 1998;79:580-84.
10. Ellakwa A, Thomas GD, Shortall AC, Marquis PM, Burke FJ: Fracture resistance of fiber – reinforce4d composite crown restorations. Am J Dent 2003;16:375-80.

۱۱. حکیم - ن، قاسمی - ا: بررسی اثر لیزر پالسی ND:YAG بر استحکام باند برشی کامپوزیت بر عاج. پایان نامه دکترای دندانپزشکی، دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، سال تحصیلی ۱۳۸۰.