

## بررسی آزمایشگاهی استحکام فشاری کامپوزیت‌های معمولی و متراکم شونده

دکتر امیر قاسمی<sup>۱</sup> - دکتر حسن تراب زاده<sup>۲</sup> - دکتر صدیقه مؤیدی<sup>۳</sup>

۱- دانشیار گروه آموزشی ترمیمی دانشکده و عضو مرکز تحقیقات دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

۲- دانشیار گروه آموزشی ترمیمی دانشکده و عضو مرکز تحقیقات دندانپزشکی و مرکز تحقیقات اندودنتیکس دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

۳- متخصص دندانپزشکی ترمیمی

### چکیده

**زمینه و هدف:** خصوصیات مکانیکی ماده تأثیر زیادی در کارایی و موفقیت یک ترمیم دارد، به همین دلیل هدف از این مطالعه بررسی استحکام فشاری کامپوزیت‌های متراکم شونده و مقایسه آنها با دو نوع کامپوزیت معمولی می‌باشد.

**روش بررسی:** در این مطالعه تجربی تعداد پنجاه نمونه کامپوزیت سیلندر یک به ابعاد  $4 \times 6$  میلی‌متر در یک مولد فلزی دو تکه ساخته شدند. نمونه‌ها به صورت لایه‌لایه داخل مولد پک‌شده و هر لایه به مدت چهل ثانیه توسط دستگاه تولید نور (Rudi Plus (SDI Limited پلی‌مریزه شدند. کامپوزیت‌های مورد استفاده به ترتیب Alert، Charmfil Plus، P60، Z 100 و Spectrum بودند، سپس نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آب مقطر ۳۷ درجه سانتی‌گراد نگه داشته شدند و تحت آزمایش استحکام فشاری توسط دستگاه (Zwick/ Roell) Mechanical Testing Machine با سرعت ۰/۵ میلی‌متر در دقیقه قرار گرفتند. نتایج توسط آزمونهای One-Way ANOVA و Tukey's Post-hoc تحت آنالیز آماری قرار گرفت.

**یافته‌ها:** از نظر آماری تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها وجود دارد. ( $P < 0/05$ )، کامپوزیت Z 100 بیشترین و کامپوزیت Charmfil Plus کمترین استحکام فشاری را نشان دادند. از نظر آماری تفاوت معنی‌داری بین کامپوزیت Z 100 و P 60 وجود نداشت اما بین کامپوزیت Z 100 و بقیه کامپوزیت‌ها از نظر آماری تفاوت معنی‌دار بود.

**نتیجه‌گیری:** کامپوزیت‌های متراکم شونده برتری خاصی از نظر استحکام فشاری بر انواع معمولی ندارند.

**کلیدواژه‌ها:** کامپوزیت متراکم شونده - کامپوزیت معمولی - استحکام فشاری.

پذیرش مقاله: ۱۳۸۸/۲/۶

اصلاح نهایی: ۱۳۸۷/۱۱/۲۷

وصول مقاله: ۱۳۸۷/۸/۱۶

e.mail: Htorabzadeh@icdr.ac.ir

**نویسنده مسئول:** دکتر حسن تراب‌زاده، گروه آموزشی ترمیمی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

### مقدمه

مقاومت و استحکام آنها در مقابله با نیروهای اکلوزالی و فشارهای محیط دهانی به خصوص در دندانهای خلفی می‌باشد. از طرفی به دلیل تغییر در نوع و میزان فیلر، باند فیلر به ماتریکس، میزان و روش پلی‌مریزاسیون انتظار می‌رود که استحکام کامپوزیت‌های متراکم شونده بالا باشد. (۱، ۲ و ۵-۹)

با وجود کامپوزیت رزین‌های متراکم شونده مختلف و متعدد در بازار و کمبود اطلاعات کافی در مورد این کامپوزیت‌ها و همچنین تضاد بعضی از تحقیقات موجود و نبود اتفاق نظر کلی، هدف از این مطالعه بررسی استحکام فشاری کامپوزیت‌های متراکم شونده و مقایسه آنها با کامپوزیت‌های معمولی می‌باشد.

افزایش نیازهای زیبایی و پیشرفتهای کامپوزیت، استفاده از مواد ترمیمی همرنگ دندان را افزایش داده است. اگر ترمیمهای کامپوزیتی به نحو درستی انجام شوند می‌توانند به عنوان یک جایگزین مناسب برای ترمیمهای خلفی مانند آمالگام استفاده شوند، به علاوه با استفاده از کامپوزیت‌ها امکان تراش کمتر و حفظ بیشتر بافت دندان وجود دارد. (۱-۲)

کامپوزیت‌های جدید ارائه شده دارای دانسیته بالا و قابلیت تراکم یا پک کردن می‌باشند و از آنجایی که این مواد دارای فیلر بالاتری هستند، لذا انتظار می‌رود که خواص فیزیکی و مکانیکی بهتری نیز از خود نشان دهند. (۳-۴)

نکته مهم تکنیکی در استفاده از مواد کامپوزیتی قدرت

## روش بررسی

در این مطالعه تجربی از پنج نوع کامپوزیت استفاده شد که مشخصات آنها در جدول ۱ آورده شده است. برای هر گروه از کامپوزیت‌ها ده نمونه سیلندری در یک مولد فلزی دو تکه به ارتفاع شش میلی‌متر و قطر چهار میلی‌متر ساخته شد. نمونه‌ها به صورت لایه‌لایه به ضخامت دو میلی‌متر داخل مولد پک شده و هر لایه به مدت چهل ثانیه توسط دستگاه لایت کیور

(Radi Plus, SDI Limited, Bayswater, Victoria 3153, Australia)

نور داده شد. پس از درآوردن نمونه‌ها از مولد شصت ثانیه

دیگر نیز از اطراف نور داده شدند. پس از پلی‌مریزاسیون، نمونه‌ها در آب مقطر ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت نگهداری شدند و سپس تحت آزمایش استحکام فشاری توسط دستگاه Mechanical Testing Machine (Zwick/Roell-Z020, Zwick GmbH&Co.KG, Germany)

با سرعت ۰/۵ میلی‌متر در دقیقه قرار گرفتند. پس از برقراری فرض تساوی واریانس‌ها که براساس آزمون Levene's به تأیید رسید و برای بررسی آماری نتایج از Tuckey's Post-hoc و One-way ANOVA استفاده شد.

جدول ۱: نام، نوع و کارخانه سازنده مواد استفاده شده

نام تجاری	شماره سریال	نوع	سازنده
Alert	21229	متراکم شونده	Jeneric/ Pentron Wallingford/ CT/ USA
Charmfil Plus	1107074	متراکم شونده	Dent Kist #265 Dangjeongdone , Gunpo, Gyenggi 435-831/ Korea
Filtek P60	199990318	متراکم شونده	3M , ST. Paul, MN, USA
Spectrum	606.05.306	معمولی	Dentsply Int. co., Milford, DE, USA
Z 100	8004A1	معمولی	3M, ST. Paul , MN ,USA

## یافته‌ها

نتایج استحکام فشاری پنج ماده کامپوزیتی آزمایش شده در جدول ۲ آورده شده است. میانگین و انحراف معیار از بیشترین که مربوط به کامپوزیت Z100 ( $364/66 \pm 58/77$ ) مگاپاسکال بود به کمترین که مربوط به کامپوزیت Charmfil Plus ( $235/94 \pm 38/45$ ) مگاپاسکال بوده تغییر کرد. مطالعه آماری One-way ANOVA تفاوت معنی‌داری در بین مواد آزمایش شده نشان داد. ( $P < 0/05$ )

بر طبق آزمون Tukey's HSD بین کامپوزیت Z100 و P60 از نظر آماری تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. ( $P > 0/05$ )، اما بین کامپوزیت‌های P60 و Z100 از نظر آماری تفاوت معنی‌داری وجود داشت. ( $P < 0/05$ )، استحکام فشاری مواد آزمون شده از بیشترین به کمترین به قرار زیر می‌باشد:

Z100 > P60 > Spectrum > Alert > Charmfil Plus

جدول ۲: میانگین استحکام فشاری (مگاپاسکال) و انحراف معیار کامپوزیت‌های استفاده شده

کامپوزیت	میانگین (مگاپاسکال)	انحراف معیار
Alert	۲۵۵/۱۶	۳۵,۹۶
Charmfil Plus	۲۳۵/۹۴	۳۸,۴۵
P60	۳۳۶/۵۰	۳۰,۵۶
Z 100	۳۶۴/۶۶	۵۸,۷۷
Spectrum	۲۶۸/۶۷	۳۹,۱۲

## بحث

در این مطالعه استحکام فشاری پنج ماده کامپوزیت رزینی مختلف شامل سه کامپوزیت متراکم شونده (P60, Alert, Charmfil Plus) و دو کامپوزیت معمولی (Spectrum TPH, Z100) مورد بررسی قرار گرفت. استحکام فشاری مواد ترمیمی از اهمیت خاصی برخوردار است. این خاصیت ماده مخصوصاً در عملکرد جویدن بسیار مهم می باشد زیرا بسیاری از نیروهای جویده، به خصوص در دندانهای خلقي از نوع فشاری می باشند. (۱۰)، کامپوزیت رزین ایده آل باید قدرت مقاومت در مقابل نیروهای اكلوزالی و استرس های داخل دهان به خصوص در نواحی خلفی دهان را داشته باشد. (۱ و ۵)

از آنجایی که یکی از شایعترین آزمونهای استحکام، آزمون استحکام فشاری است، لذا در این مطالعه از آزمون استحکام فشاری برای بررسی و مقایسه مواد کامپوزیتی مورد استفاده شایع در بازار ایران استفاده شد. در مقایسه دو نوع کامپوزیت متراکم شونده و معمولی از یک کارخانه (3M)، آزمون Tuckey تفاوت آماری معنی داری نشان نداد. نتیجه این مطالعه با نتیجه مطالعه انجام شده توسط Leticia Brandao در سال ۲۰۰۵ مطابقت می نماید. وی نشان داد که استحکام فشاری کامپوزیت P60 و Z100 مشابه و قابل مقایسه بودند و از نظر آماری تفاوت معنی داری بین این دو کامپوزیت وجود نداشت. (۳)

در مقایسه بین کامپوزیت Z100 و P60 اگر چه تفاوت در میزان ذرات غیر ارگانیک آنها وجود دارد، اما این دو ماده دارای ذراتی با اندازه، شکل و توزیع یکسان می باشند. قسمت ارگانیک هر دو ماده حاوی Bis-GMA است، هر چند مرحله رزینی کامپوزیت Z100 بر اساس مخلوطی از Bis-GMA و TEGDMA می باشد، در مرحله رزینی کامپوزیت P60 بخشی از مونومر TEGDMA توسط مونومر UDMA و Bis-GMA جایگزین شده است. (۳) Asmussen و Peutzfeld نشان دادند که جایگزینی TEGDMA باعث افزایش استحکام کششی و خمشی می شود. (۸)، اما بالا بودن عددی استحکام فشاری Z100 نسبت به P60 می تواند به دلیل اندازه ذرات Autogenous به صورت Monomodal، Non-hybrid توزیع یافته اند، باشد. علاوه بر این عوامل دیگری مانند نوع رزین و یا فیلر، درجه

کیورینگ، باند بین رزین و فیلر و همچنین توزیع فیلر در کامپوزیت Z100 می تواند مؤثر بوده باشد. (۳)، احتمالاً به دلیل ایجاد حباب خصوصیات فیزیکی و مکانیکی کامپوزیت P60 نتوانسته از Z100 بیشتر شود. (۱)، از طرف دیگر نتایج این مطالعه با نتایج مطالعه ای که توسط Leticia Brandao و Gelson Luis Adabo در سال ۲۰۰۵ انجام شد مطابقت دارد. آنها در مطالعه خویش استحکام فشاری سه نوع مختلف کامپوزیت خلفی متراکم شونده (FiltekP60 / Surf / Prodigy) و یک نوع کامپوزیت معمولی (Z100) را مورد بررسی قرار دادند و مشاهده کردند که کامپوزیت معمولی Z100 دارای استحکام فشاری بیشتری به نسبت کامپوزیت متراکم شونده P60 بود، اما تفاوت این دو از نظر آماری معنی دار نبود. (۳)، در همین راستا Deborahs در سال ۲۰۰۰ خواص فیزیکی سه نوع مختلف کامپوزیت متراکم شونده و یک نوع کامپوزیت هیبرید معمولی را مورد بررسی قرار داد و مشاهده کرد که کامپوزیت معمولی از نظر آماری دارای خواص فیزیکی بالاتری به نسبت کامپوزیت های متراکم شونده می باشد. وی نتیجه گرفت که اگر چه کامپوزیت های متراکم شونده دارای کاربرد کلینیکی بهتر و راحت تری هستند ولی خواص فیزیکی آنها به نسبت کامپوزیت های هیبرید برتری ندارد. (۱)، حتی مطالعه دیگری که توسط A. DA Fonte Porto در سال ۲۰۰۴ انجام گرفت حاکی از استحکام فشاری بالاتر Z100 نسبت به کامپوزیت های غیر مستقیم می باشد. وی نیز نشان داد که کامپوزیت معمولی Z100 دارای استحکام فشاری بیشتری به نسبت کامپوزیت های غیر مستقیم Targis، Solidex، Artglass و پرسنل فلد سپاتیک Noritake بود. (۱۱)، همین بهتر بودن استحکام فشاری در کامپوزیت های هیبرید All Purpose نسبت به متراکم شونده در مقایسه کامپوزیت معمولی Spectrum با کامپوزیت های متراکم شونده Alert و Charmfil Plus نیز به عنوان کامپوزیت های تجاری مختلف دیده می شود. به طوری که استحکام فشاری کامپوزیت Spectrum بیشتر از Alert و Charmfil Plus بود، هر چند این تفاوت از نظر آماری معنی دار نبود. گرچه کامپوزیت Alert استحکام فشاری کمی نسبت به کامپوزیت های دیگر از خود نشان داد ولی یک کامپوزیت رزین متراکم شونده با گلاس فایبر تقویت شده است. گلاس

### نتیجه‌گیری

اگرچه کامپوزیت‌های متراکم شونده از نظر بعضی از خصوصیات کاربردی بهتر از کامپوزیت‌های معمولی هستند ولی الزاماً استحکام فشاری آنها بالاتر و بهتر از کامپوزیت‌های معمولی نمی‌باشد. کامپوزیت رزین Z100 بیشترین استحکام فشاری را نشان داد که قابل مقایسه با کامپوزیت P60 بوده ولی کامپوزیت‌های Charmfil Plus و Alert کمترین میزان استحکام فشاری را داشتند.

### تشکر و قدردانی

این مقاله تحت حمایت مرکز تحقیقات دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی انجام شد که بدین‌وسیله مراتب تشکر و قدردانی خویش را اعلام می‌نماید.

فایبر با تقویت مواد رزینی باعث افزایش استحکام آنها می‌شود، زیرا به علت شکل rod این فایبرها، انرژی بیشتری برای جداسازی آنها از ماتریکس کامپوزیت لازم می‌باشد اما از آنجایی‌که Silanation و Orientation گلاس فایبرها در استحکام مؤثر است احتمالاً پایین بودن استحکام فشاری در نتایج مطالعه حاضر به این دلیل می‌باشد. (۶)، مطالعات مختلفی نشان دادند که خواص فیزیکی کامپوزیت Alert به نسبت بیشتر بوده است. (۱، ۶ و ۱۲)، تنها کامپوزیت مورد استفاده نانوفیلر در این تحقیق Charmfil Plus بوده. اگر چه امروزه توجه زیادی توسط کارخانه‌های سازنده معطوف شده در موافقت با یافته‌های این مطالعه نانوفیلرهای دیگر نیز از دیدگاه‌های خصوصیات تکاملی از Z100 پایینتر گزارش شده‌اند. (۱۳)

### REFERENCES

1. Cobb DS, Macgregor KM. The physical properties of packable and conventional posterior resin- based composites: A Comparison. J Am Dent Assoc. 2000 Nov; 131 (11):1610-15.
2. Bayne Sc, Hermann Ho, Swift EJ. Update on dental composite restorations. J Am Dent Assoc. 1994;125(6):687-701.
3. Brandao L, Adabo GL, Vaz LG, Saad JR. Compressive strength and compressive fatigue limit of conventional and high viscosity posterior resin composite. Braz Oral Res. 2005 Oct-Dec; 19(4): 272-7.
4. Manhart J, Kunzelman KH, Chen HY, Hickel R. Mechanical properties and wear behavior of light-cured packable composite resins. Dent Mater. 2000 Jan; 16(1): 33-40.
5. Christensen GJ. Conservative posterior tooth restorations. J Esthet Dent. 1993 Jul-Aug; 5(4): 154-60.
6. Knobloch LA, Kerby RE, Seghi R, Berlin JS, Clelland N. Fracture toughness of packable and conventional composite materials. J Prosthet Dent. 2002 Sep; 88(3): 307-13.
7. Htang A, Ohsawa M, Matsumoto H. Fatigue resistance of Composite restorations: Effect of filler content. Dent Mater. 1995 Jan; 11(1): 7-13.
8. Asmussen E, Peutzfeldt A. Influence of UEDMA BisGMA and TEGDMA on selected mechanical properties of experimental resin composites. Dent Mater. 1998 Jan; 14(1): 51-6.
9. Masouras K, Silikas N, Watts DC. Correlation of filler content and elastic properties of resin-composites. Dent Mater. 2008 Jul; 24(7): 932-9.
10. Powers JM, Sakaguchi RL. Restorative dental materials. 12th ed. [S.L]: Mosby; 2006, 65.
11. Da Fonte Porto Carreiro A, Dos Santos Cruz CA, Vergani CE. Hardness and compressive strength of indirect composite resins: effects of immersion in distilled water. J Oral Rehabil. 2004 Nov; 31(11): 1085-1089.
12. Kelsey WP, Latta MA, Shaddy RS, Stanislav CM. Physical properties of three packable resin- composite restorative materials. Oper Dent. 2000 Jul-Aug; 25(4): 331-5.
13. Beun S, Glorieux T, Devaux J, Vreven J, Leloup G. Characterization of nano filled compared to universal and micro filled composites. Dent Mater. 2007 Jan; 23(1): 51-59.