

## بررسی آزمایشگاهی تأثیر روشهای مختلف نوردهی بر استحکام باند برشی ونیر کامپوزیتی به مینا و عاج

مهدی عباسی<sup>۱</sup>، مصطفی صادقی<sup>۲\*</sup>

<sup>۱</sup>استادیار گروه ترمیمی و زیبایی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان، رفسنجان، ایران  
<sup>۲</sup>استاد گروه آموزشی ترمیمی و زیبایی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان، رفسنجان، ایران  
 تاریخ ارائه مقاله: ۹۶/۷/۲ - تاریخ پذیرش: ۹۷/۲/۹

### Effect of Various Exposure Methods on Shear Bond Strength of Composite Veneers to Enamel and Dentin (in-vitro)

Mehdi Abbasi<sup>1</sup>, Mostafa Sadeghi<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Assistant Professor, Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Rafsanjan University of Medical Sciences, Rafsanjan, Iran

<sup>2</sup>Professor, Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Rafsanjan University of Medical Sciences, Rafsanjan, Iran  
 Received: 24 September January 2017; Accepted: 29 April 2018

**Introduction:** Composite veneers are used as a conservative and cosmetic treatment for discolored and deformed teeth or defective restorations. Due to the effect of various exposure methods on polymerization shrinkage stress, this study aimed to investigate the effect of various treatment techniques on shear bond strength of composite veneers restoration.

**Materials and Methods:** In this in-vitro study, 72 premolar teeth were divided equally into enamel and dentin groups. The buccal surfaces in each groups were abraded to reach flat enamel or dentin surfaces. The specimens were mounted in acrylic cubs and bonding procedures were performed using Single Bond 2. The specimens were divided into three subgroups according to the methods of exposure including conventional, soft-start, and pulse-delay techniques. In each subgroup, a composite cylinder was formed on buccal surfaces using Z250 composite and different curing modes. The shear strengths were measured and the data were analyzed using one-way analysis of variance followed by Tukey multiple comparisons test ( $\alpha=0.05$ ).

**Results:** There was no significant difference in shear strength of composite to enamel between enamel subgroups ( $P=0.185$ ). However, the difference in shear strength of composite to dentin between dentin subgroups was significant ( $P=0.042$ ). Adhesive failures were the most among all subgroups.

**Conclusion:** Curing with soft-start and pulse-delay methods can increase shear strength in both enamel and dentin surfaces. Nevertheless, it is more effective in dentin surfaces.

**Keywords:** Composite veneer, Exposure mode, Shear strength.

\*Corresponding Author: mostafa.sadeghi110@yahoo.com

J Mash Dent Sch 2018; 42(3): 229-37.

#### چکیده

**مقدمه:** ونیر کامپوزیتی به عنوان یک گزینه درمانی زیبا و محافظه کارانه برای اصلاح دندانهای تغییر رنگ یافته و بد شکل مورد استفاده قرار می گیرد. با توجه به تأثیر روش نوردهی بر میزان استرس ناشی از انقباض پلیمریزاسیون، مطالعه فوق با هدف تعیین تأثیر روشهای مختلف نوردهی بر استحکام باند برشی کامپوزیت به مینا و عاج طرح ریزی شد.

**مواد و روشها:** در این مطالعه آزمایشگاهی، ۷۲ دندان پرمولر به دو گروه مساوی مینایی و عاجی تقسیم شدند. در هر کدام از گروهها، سطوح باکال تا حصول یک سطح صاف مینایی یا عاجی ساییده شده و سپس نمونهها در مکعبهای آکریلی مانت شدند. سطوح به باندینگ Single Bond 2 آغشته و کیور گردیدند. بر اساس سه روش نوردهی Conventional، Soft-start و Pulse-delay، نمونههای هر دو گروه به سه زیرگروه تقسیم شدند ( $n=12$ ). پس از فرم دهی یک استوانه از کامپوزیت Z250 بر روی سطوح با استفاده از روشهای نوردهی متفاوت، استحکام برشی نمونهها اندازه گیری شد. دادهها با آنالیز واریانس یک طرفه به همراه آزمون مقایسات چندگانه Tukey تحلیل شدند ( $\alpha=0/05$ )

**یافته ها:** آزمون واریانس یک طرفه تفاوت آماری معنی‌داری در استحکام باند برشی کامپوزیت به مینا بین زیرگروههای مینایی نشان نداد ( $P=0/185$ )، حال آنکه تفاوت استحکام باند برشی کامپوزیت به عاج بین زیرگروههای عاجی معنی‌دار بود ( $P=0/042$ ). بیشترین نوع شکست در بین تمامی زیرگروهها مربوط به نوع ادهزیو بود.

**نتیجه گیری:** بر اساس نتایج این مطالعه، نوردی به روش Pulse-delay و Soft-start در هر دو گروه مینایی و عاجی می‌تواند باعث افزایش استحکام باند برشی گردد. این امر در گروههای عاجی مصداق بیشتری دارد.

**کلمات کلیدی:** ونیر کامپوزیتی، روش نوردی، استحکام باند برشی. مجله دانشکده دندانپزشکی مشهد / سال ۱۳۹۷ دوره ۴۲ / شماره ۳: ۳۷-۲۲۹.

## مقدمه

کامپوزیت و سطوح حفره و ریزش می‌شود. این موارد، عواقبی از جمله تغییر رنگ لبه ای، حساسیت پس از کار و پوسیدگی ثانویه در پی خواهد داشت.<sup>(۵،۴)</sup>

در سالهای اخیر ونیرها (veneer) به عنوان یک گزینه درمانی زیبا و محافظه‌کارانه مورد استفاده قرار گرفته‌اند. ونیر، لایه‌ای از ماده هم‌رنگ دندان است که بر روی دندان به کار می‌رود تا نقایص و تغییر رنگهای موضعی یا منتشر را پوشش دهد. ونیرها به طور مشخص از کامپوزیت مستقیم، کامپوزیت فرآوری شده یا مواد سرامیکی ساخته می‌شوند. موارد استفاده شایع ونیرها شامل دندانهایی با سطوح فاسیال یا باکال تغییر رنگ یافته، بدشکل یا دارای ترمیمهای معیوب، دندانهای چرخیده، شکستگیهای تاجی، بدشکلی‌های مادرزادی و اکتسابی، دیاستم و ضایعات اروژن و ابریژن می‌باشند.<sup>(۱)</sup>

پروسه نوردی با ایجاد استرس در کامپوزیتها مرتبط است. در روند نوردی فاصله میان مولکولهای منومری به جهت تبدیل باند دو گانه به باند منفرد کاهش یافته و از ۳/۴ انگستروم درجه به ۱/۵ انگستروم درجه می‌رسد که این امر خود می‌تواند دلیل انقباض کامپوزیتها در هنگام نوردی باشد که با عنوان انقباض ناشی از پلیمریزاسیون کامپوزیتی نام برده می‌شود. آهسته کردن واکنش کیورینگ از طریق تغییر روش نوردی باعث کاهش اعمال استرس در محل اتصال کامپوزیت به دندان می‌شود.<sup>(۶)</sup>

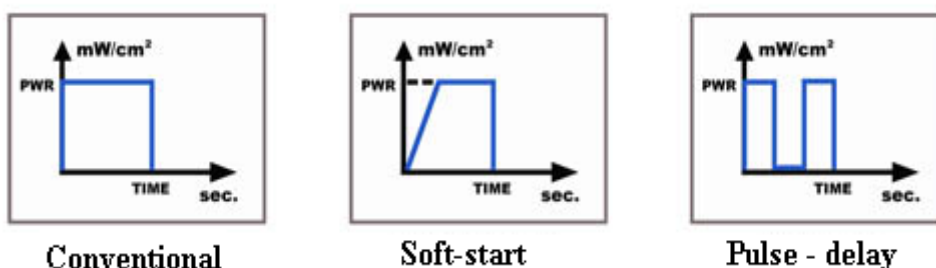
بازیابی زیبایی ظاهری از دست رفته بیمار، علاوه بر عملکرد مناسب، یکی از مباحث بسیار مهم دندانپزشکی معاصر است. روز به روز، روشها و مواد درمانی جدیدی برای تحقق این هدف معرفی می‌شوند. رنگ، شکل و ناهنجاریهای ساختاری و موقعیت دندانها، می‌توانند منجر به مشکلات جدی زیبایی در بیمار شوند.<sup>(۱)</sup>

با توجه به پیشرفتهای قابل توجه در مواد ترمیمی رنگ دندان و تکنیکهای ادهیژن، امروزه ترمیمهای محافظه‌کارانه متعددی رونق پیدا کرده‌اند. از آنجا که دندانپزشکی ترمیمی مخلوطی از علم و هنر است، دندانپزشکی زیبایی محافظه‌کارانه بر جزء هنری تأکید می‌کند.<sup>(۱،۲)</sup> کامپوزیت رزینهای فعال‌شونده با نور در سال ۱۹۷۰ معرفی شدند و انقلابی در مراحل کلینیکی دندانپزشکی با حداکثر زمان کار و حداقل زمان ست شدن به وجود آوردند و دندانپزشکی مدرن را بنا نهادند.<sup>(۳)</sup>

از برتریهای کامپوزیتهای فعال‌شونده با نور نسبت به نوع شیمیایی می‌توان به ثبات رنگ، تشکیل بهتر نقطه تماس و کانتور بهتر اشاره کرد. با وجود تلاشهای بی‌وقفه در جهت بهبود ساختار کامپوزیتها، این مواد هنوز هم دو مشکل عمده دارند: استحکام فشاری کم و انقباض ناشی از پلیمریزاسیون. پلیمریزاسیون کامپوزیت رزین سبب انقباض حجمی، استرس، ایجاد فاصله بین

روشهایی که جهت نوردهی کامپوزیتها مورد استفاده قرار می‌گیرند را می‌توان به سه روش Conventional، Soft-start و Pulse-delay تقسیم‌بندی کرد. در روش Conventional نور با حداکثر شدت خارج می‌شود و در طول زمان نوردهی، شدت آن تغییری نمی‌کند. در روش Soft-start شدت نور در طی چند ثانیه به حداکثر خود رسیده و مدتی در این شدت باقی می‌ماند. در روش pulse-delay نور با حداکثر شدت خارج شده، ثانیه ای در این شدت مانده، سپس به صفر می‌رسد. این سیکل چند بار تکرار می‌شود (شکل ۱).<sup>(۲)</sup>

آهسته کردن نوردهی، اشاره به فعاسازی نوری کامپوزیت ابتدا با شدت نور پایین و به دنبال آن با شدت بالا دارد. در واقع کم بودن شدت اولیه نوردهی می‌تواند باعث جریان کافی رزین (Flow) و جبران انقباض ناشی از پلیمریزاسیون شود و شدت نور زیاد سبب بهبود حداکثری نرخ تبدیل منومر رزین می‌شود. روشهای نوین نوردهی کامپوزیتها همچون پلکانی و شروع آهسته (Soft-start) می‌توانند با ثابت نگه داشتن درجه تبدیل (Degree of conversion)، میزان فشار ناشی از انقباض پلیمریزاسیون را کاهش دهند.<sup>(۷)</sup>



شکل ۱. تصویری شماتیک از روشهای مختلف نوردهی

بر سطح تماس ونیر کامپوزیتی به دندان و به تبع آن استحکام باند برشی انجام پذیرفت.

#### مواد و روشها

در این مطالعه آزمایشگاهی، ۷۲ دندان پرمولر کشیده شده سالم انسانی انتخاب و تا زمان انجام مطالعه در نرمال سالین نگهداری شدند. بر این اساس که مطالعه روی مینا یا عاج انجام شود، دندانها به دو گروه مساوی تقسیم شدند:

در گروه اول، سطح باکال دندانها با استفاده از یک فرز فیشور الماسی (Diatech Dental AG, Heerbrugg,

یکی از موارد مهم کلینیکی مرتبط با تأثیر انقباض ناشی از پلیمریزاسیون C-Factor می‌باشد. C-Factor نسبت سطوح باند شده به باند نشده (آزاد) در یک آماده‌سازی دندانی را نشان می‌دهد. هر چه نسبت سطوح باند شده به باند نشده کمتر باشد، مانند ونیرها، میزان استرس وارده به سطوح باند شده به هنگام نوردهی کاهش می‌یابد.<sup>(۱)</sup> با توجه به پایین بودن میزان C-Factor در ونیرهای کامپوزیتی، مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر روشهای مختلف نوردهی بر میزان استرس انقباضی وارده

صورت پیش‌فرض بر روی دستگاه تعبیه شده است. شدت نوردهی با استفاده از رادیومتر اندازه‌گیری شد. فاصله سر دستگاه از نمونه‌ها یک میلی‌متر بود. در نهایت یک استوانه کامپوزیتی روی سطح مینا باقی ماند. مراحل آماده‌سازی نمونه‌ها در گروه عاجی مشابه گروه مینایی انجام شد به جز زمان اچینگ که ۱۵ ثانیه بود. تصویری از نمونه‌های مانت و ترمیم شده در شکل ۲ نشان داده شده است.

سپس نمونه‌ها در رطوبت ۱۰۰ درصد و دمای اتاق به مدت یک ماه و پس از آن به مدت دو هفته در آب مقطر با دمای  $37 \pm 1$  درجه‌ی سانتیگراد نگه‌داشته شدند. پس از آن نمونه‌ها ۱۵۰۰ بار تحت عملیات سیکل حرارتی با دستگاه ترموسیکل (شرکت وفایی، تهران، ایران) قرار گرفتند.



شکل ۲. نمونه‌های مانت و ترمیم شده

برای اندازه‌گیری استحکام باند برشی نمونه‌ها از دستگاه اینسترون (Zwick GmbH & Co, Ulm, Germany) با سرعت یک میلی‌متر بر دقیقه استفاده شد و مقدار نیرو در لحظه شکست نمونه‌ها یادداشت گردید. نیروی برشی در نزدیکترین فاصله به سطح تماس کامپوزیت به دندان توسط یک قطعه چاقویی شکل اعمال گردید. استحکام باند (برحسب Mpa) از تقسیم نیروی وارد بر استوانه کامپوزیتی (N) به سطح مقطع نمونه‌ها ( $\pi r^2$ ) محاسبه گردید. تصویری شماتیک از نحوه انجام تست استحکام

(Switzerland) و خنک‌کننده آب، ساییده شد تا یک سطح مینایی صاف به قطر پنج میلی‌متر حاصل گردید.

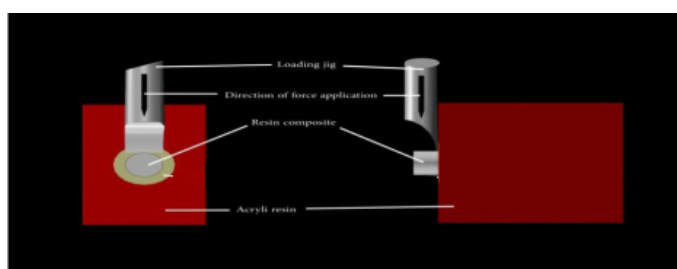
در گروه دوم، سطح باکال دندانها با استفاده از یک فرز فیشر الماسی (Diatch Dental AG) و خنک‌کننده آب، ساییده شد تا یک سطح عاجی صاف به قطر پنج میلی‌متر حاصل گردید.

سطوح آماده شده در هر دو گروه جهت اطمینان از سطح عاجی و مینایی یکنواخت، زیر میکروسکوپ نوری بررسی شدند. سپس نمونه‌ها در مکعبهای آکرلی (آکروپارس، کرج، ایران) به گونه‌ای که سطوح باکال تراش خورده به سمت بیرون قرار گیرند، مانت شدند.

نمونه‌ها در هر دو گروه به سه زیرگروه ۱۲ تایی بر اساس روشهای نوردهی Conventional، Soft-start و Pulse-delay تقسیم شدند. در زیرگروههای مینایی، سطح مینا به مدت ۳۰ ثانیه اچ (3M ESPE, MN, USA)، شسته و خشک شده، سپس باندینگ Adper™ Single Bond 2 (3M ESPE) بر روی سطح مینا آغشته و به مدت ۲۰ ثانیه با استفاده از دستگاه نوردهی (Woodpecker) (Beijing, China) کیور گردید. سپس تیوپ پلاستیکی شفاف با قطر داخلی سه میلی‌متر و ارتفاع دو میلی‌متر با کامپوزیت رزین Z250 (3M ESPE) پر شده، بر روی ناحیه آماده شده مینا قرار داده شد. پس از برداشتن اضافات کامپوزیت رزین، هر کدام از زیرگروههای اول تا سوم به ترتیب تحت نوردهی به روشهای Conventional ( $680 \text{ mW/cm}^2$  به مدت ۳۰ ثانیه)، Soft-start (افزایش تدریجی تا  $680 \text{ mW/cm}^2$  به مدت ۱۰ ثانیه، در ادامه ۲۰ ثانیه نوردهی) و pulse-delay ( $680 \text{ mW/cm}^2$  به مدت ۳۰ ثانیه، یک ثانیه وقفه و یک ثانیه نوردهی) با استفاده از دستگاه نوردهی Woodpecker قرار گرفتند. روش نوردهی به

داده‌ها با استفاده از آزمون Kolmogorov-Smirnov و همگنی واریانسها نیز به کمک آزمون Levene's مورد تأیید قرار گرفتند ( $P=0/351$ ). داده‌ها با آنالیز واریانس یک طرفه (one way ANOVA) به همراه آزمون مقایسات چندگانه Tukey تحلیل شدند ( $\alpha=0/05$ ).

باند برشی نمونه‌ها در شکل ۳ نشان داده شده است. نحوه شکست نمونه‌ها با استفاده از ذره‌بین با بزرگنمایی شش مورد ارزیابی قرار گرفت و نمونه‌ها براساس نوع شکست به سه گروه ادهزیو، کوهزیو و مختلط تقسیم شدند. میزان استحکام باند برشی نمونه‌ها کدگذاری و وارد بسته نرم‌افزاری SPSS-21 گردید. نرمال بودن توزیع



شکل ۳. تصویری شماتیک از نحوه انجام تست استحکام باند برشی نمونه‌ها

زیرگروه‌های عاجی معنی‌دار بود ( $P=0/042$ ). میانگین استحکام باند برشی کامپوزیت رزین به مینا و عاج در جدول شماره ۱ نشان داده شده است.

#### یافته‌ها

آنالیز واریانس یک طرفه نشان داد که تفاوت استحکام باند برشی کامپوزیت رزین به مینا بین زیر گروه‌های مینایی معنی‌دار نبود ( $P=0/185$ )؛ حال آنکه تفاوت استحکام باند برشی کامپوزیت رزین به عاج بین

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار استحکام باند برشی کامپوزیت رزین به مینا و عاج در زیرگروه‌های مورد مطالعه

عاج	مینا	تعداد نمونه	زیرگروه‌ها
انحراف معیار $\pm$ میانگین	انحراف معیار $\pm$ میانگین		
۷/۸۱ $\pm$ ۲/۶۴	۱۱/۵۶ $\pm$ ۲/۸۵	۱۲	زیرگروه اول a
۹/۵۸ $\pm$ ۳/۶۹	۱۱/۸۶ $\pm$ ۴/۱۹	۱۲	زیرگروه دوم b
۱۱/۴۹ $\pm$ ۳/۸۸	۱۴/۴۰ $\pm$ ۴/۸۴	۱۲	زیرگروه سوم c
$P=0/042$	$P=0/185$		نتیجه آزمون (a)

a: نوردی به روش Conventional ، b: نوردی به روش Soft-start ، c: نوردی به روش Pulse-Delay

فراوانی نوع شکست نمونه‌ها در هر دو گروه مینایی و عاجی تحت تابش با روشهای نوردی متفاوت نشان داد که بیشترین نوع شکست مربوط به نوع ادزویو (شکست در حد فاصل کامپوزیت- دندان) بود. در بین زیرگروهها بیشترین شکست نوع ادزویو مربوط به نوردی به روش مرسوم بود (در زیرگروه مینایی ۸۳٪ و در زیرگروه عاجی ۹۱٪). فراوانی نوع شکست نمونه‌ها در نمونه‌های مینایی و عاجی تحت تابش با روشهای نوردی متفاوت به ترتیب در جداول ۲ و ۳ نشان داده شده است.

مقایسه میانگین و انحراف معیار استحکام باند برشی کامپوزیت رزین به عاج در زیرگروههای مورد مطالعه به صورت دو به دو نشان داد که فقط بین زیرگروههای اول (نوردی به روش مرسوم) و سوم (نوردی به روش Pulse-delay) اختلاف استحکام باند معنی‌دار بود. ( $P=0/032$ )

بیشترین میزان استحکام باند برشی کامپوزیت رزین در هر دو گروه مینایی و عاجی مربوط به زیرگروه سوم (نوردی به روش Pulse-Delay) بود؛ حال آنکه کمترین آن در هر دو گروه مینایی و عاجی مربوط به زیرگروه اول (نوردی به روش مرسوم) بود.

جدول ۲. توزیع فراوانی نوع شکست نمونه‌ها در نمونه‌های مینایی تحت تابش با روشهای نوردی متفاوت

کل	adhesive	Cohesive		mixed	نوع شکست روش نوردی
		composite	tooth		
۱۲(۱۰۰/۰)	۱۰(۸۳/۳)	۱(۸/۳)	۰(۰/۰)	۱(۸/۳)	مرسوم
۱۲(۱۰۰/۰)	۴(۳۳/۳)	۳(۲۵/۰)	۱(۸/۳)	۴(۳۳/۳)	Pulse- delay
۱۲(۱۰۰/۰)	۸(۶۶/۷)	۰(۰/۰)	۰(۰/۰)	۴(۳۳/۳)	Soft-start
۳۶(۱۰۰/۰)	۲۲(۶۱/۱)	۴(۱۱/۱)	۱(۲/۸)	۹(۲۵/۰)	کل

داده‌ها به صورت (درصد) تعداد توصیف شدند

جدول ۳. فراوانی نوع شکست نمونه‌ها در نمونه‌های عاجی تحت تابش با روشهای نوردی متفاوت

کل	adhesive	Cohesive		mixed	نوع شکست روش نوردی
		composite	tooth		
۱۲(۱۰۰/۰)	۱۱(۹۱٪)	۰(۰/۰)	۱(۸/۳)	۰(۰/۰)	مرسوم
۱۲(۱۰۰/۰)	۹(۷۵٪)	۰(۰/۰)	۲	۱	Pulse- delay
۱۲(۱۰۰/۰)	۹(۷۵٪)	۰(۰/۰)	۰(۰/۰)	۳	Soft-start
۳۶(۱۰۰/۰)	۲۹(۸۰/۶)	۰(۰/۰)	۳(۸/۳)	۴(۱۱/۱)	کل

داده‌ها به صورت (درصد) تعداد توصیف شدند

## بحث

ترمیمی فراهم می‌نماید.<sup>(۱۱)</sup> گزارش شده است که استحکام باند در حدود ۱۷ مگاپاسکال برای مقاومت در برابر استرسهای انقباضی کامپوزیت ضروری است تا از دبانند شدن مارژینال در ترمیم ممانعت کند.<sup>(۱۲)</sup> همین امر می‌تواند دلیل تأثیر کم روش نوردهی بر استحکام باند برشی و نیر کامپوزیتی به مینا باشد.

باند به عاج چالشهای بیشتری را نشان می‌دهد. عاج، بافتی هیدراته است که توسط توپولهای پر از مایع، متخلخل شده است. همین امر باعث دشواری باند به عاج و در نتیجه استحکام باند پایینتر آن نسبت به مینا شده است.<sup>(۱)</sup> نوع روش نوردهی (مرسوم، Soft-start یا Pulse-delay) با توجه به اینکه می‌تواند روی سرعت پلیمریزاسیون کامپوزیت و در نتیجه شدت استرس وارده به سطح تماس کامپوزیت- دندان موثر باشد، از اهمیت زیادی در باند، به خصوص باند به عاج با توجه به پایین بودن ذاتی آن، برخوردار است.<sup>(۱)</sup>

تعدیل سرعت واکنش پلیمریزاسیون، فاز Pre Gel کامپوزیت را طولانی می‌کند که باعث جریان یافتن ماده (Flow) و تعدیل بیشتر استرس می‌گردد. این وضعیت را می‌توان توسط به کارگیری تکنیکهای لایت کیور Soft-start و Pulse-delay ایجاد کرد که نتیجه آن تمایل به کاهش شکل‌گیری درز لبه ای بدون اختلال در میزان درجه تبدیل در فرایند پلیمریزاسیون (Degree of Conversion) می‌شود.<sup>(۱۳)</sup>

Li و همکاران<sup>(۱۵)</sup> طی مطالعه‌ای دریافتند که روشهای Ramp و Pulse-delay (Soft-start) منجر به ویژگیهای بهتر باندینگ عاجی می‌گردد.<sup>(۱۴)</sup> Yoshikawa<sup>(۱۶)</sup> و همکاران در مطالعه خود بیان کردند که روشهای Ramp و Pulse-delay در مقایسه با روش مرسوم منجر به تطابق بهتر ترمیم با دیواره حفره شده و سیل مارژینال

میزان انقباض ناشی از پلیمریزاسیون در کامپوزیتهای مختلف از ۰/۶ تا ۳ درصد متفاوت است. این انقباض نیرویی در حد ۱۳ مگاپاسکال به دیواره‌های حفره وارد می‌کند که با عنوان استرس ناشی از انقباض پلیمریزاسیون (Polymerization shrinkage stress) شناخته می‌شود. نیروی انقباضی می‌تواند باعث تضعیف باند کامپوزیت به دندان شود. از آنجا که میزان نیروی انقباض ناشی از پلیمریزاسیون به میزان تغییرات ابعادی کامپوزیت در اثر انقباض پلیمریزاسیون و نیز میزان قابلیت انعطاف کامپوزیت در هنگام انقباض بستگی دارد، کامپوزیتهای با انقباض کم می‌توانند میزان فشار پلیمریزاسیون بیشتری داشته باشند. توانایی کامپوزیت در جریان یافتن (Flow) از نکات مهم در کاهش استرس ناشی از پلیمریزاسیون می‌باشد.<sup>(۹)</sup>

Cunha و همکاران<sup>(۱۰)</sup> گزارش کردند که روشهای نوردهی (Pulse-delay و Ramp) Soft-start میزان پلیمریزاسیون (Degree of conversion) کامپوزیتهای را کاهش نمی‌دهد، بلکه منجر به کاهش استرس ناشی از پلیمریزاسیون و افزایش استحکام باند می‌شود. نتایج این مطالعه نشان داد که در هر دو گروه مینایی و عاجی استحکام باند در گروههای Soft-start و Pulse-delay نسبت به گروه مرسوم افزایش یافت، اما این افزایش فقط در زیرگروه‌های عاجی معنی دار بود ( $P=0/042$ ).

باند به مینا یک پروسه به نسبت ساده است که نیازمند مسائل تکنیکی عمده یا دشواریهای خاص نمی‌باشد. در مطالعات لابراتواری استحکام باند برشی کامپوزیت به مینا در حدود ۲۰ مگا پاسکال محاسبه شده است. چنین استحکام باندی، گیر کافی برای طیف وسیعی از اعمال

عاجی، موید این مطلب است که این دو روش استرس کمتری به سطح تماس کامپوزیت-دندان وارد کرده‌اند که هماهنگ با نتایج حاصله در ارتباط با استحکام باند برشی می‌باشند. پیشنهاد می‌گردد پژوهشهای مشابه با زمان ماندگاری طولانیتر نمونه‌ها در شرایطی مشابه محیط دهان صورت پذیرد.

### نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این مطالعه، نوردهی به روش Pulse-delay و Soft-start در هر دو گروه مینایی و عاجی می‌تواند باعث افزایش استحکام برشی ونیر کامپوزیتی به مینا و عاج گردد. این امر در ارتباط با گروه‌های عاجی مصداق بیشتری دارد.

### تقدیر و تشکر

از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان به خاطر تامین اعتبار انجام این تحقیق و سرکار خانمها مینا داودی و فریده روستا به خاطر همکاری در آماده‌سازی نمونه‌ها تشکر و قدردانی می‌شود.

عاجی بهتری نیز ایجاد می‌کنند.<sup>(۱۵)</sup> نتایج حاصل از تحقیقات Li و همکاران<sup>(۱۵)</sup> و Yoshikawa و همکاران<sup>(۱۶)</sup> هماهنگ با نتایج حاصل از این پژوهش می‌باشد زیرا ویژگیهای بهتر باندینگ عاجی یا ایجاد سیل مارژینال عاجی بهتر نشان‌دهنده کاهش اعمال استرس بر مارژینهای عاجی در روشهای Soft-start یا Pulse-delay می‌باشد. Yep و همکاران<sup>(۱۷)</sup> عنوان کردند که روش Soft-start در مقایسه با روش مرسوم باعث کاهش میزان انقباض ناشی از پلیمریزاسیون نشد. آنها علت آنرا تفاوت غلظت آغازکننده‌های نوری (Photo-initiators) در کامپوزیتهای مختلف بیان داشتند. نتایج مطالعه حاضر نشان داد در عین پایین بودن C-Factor در ونیرها و به تبع آن تأثیر کم استرس ناشی از انقباض پلیمریزاسیون، روشهای نوردهی Pulse-Delay و Soft-start می‌تواند بر روی کاهش بیشتر استرس وارده بر سطح تماس کامپوزیت-دندان تأثیر داشته باشند. کمتر بودن تعداد الگوی شکست نوع ادهزیو در روشهای نوردهی Pulse-Delay و Soft-start نسبت به روش مرسوم در هر دو گروه مینایی و

### منابع

1. Ritter AV. Sturdevant's art and science of operative dentistry. 6<sup>th</sup> ed. St Louis: Mosby Co; 2013. P. 296-16, 118-21.
2. Goldstein RE. Esthetics in dentistry. 2<sup>nd</sup> ed. London: B.C. Decker Inc; 2014. P. 6-9.
3. Sudheer V, Manjunath M. Contemporary curing profiles: study of effectiveness of cure and polymerization shrinkage of composite resins: an in vitro study. J Conserv Dent 2011; 14(4):383-6.
4. Power J, Sakaguel R. Craig's restorative dental materials. 12<sup>th</sup> ed. Houston Texas: Mosby Co; 2006. P. 452-60.
5. Yoshikawa T, Nakaoki Y, Takada T, Burrow M, Tagami J. The effects of light curing method and irradiation time on marginal sealing and cavity wall adaptation of resin composite restorations. Am J Dent 2003; 16:63A-7A.
6. Visvanathan A, Ilie N, Hickel R, Kunzelmann KH. The influence of curing times and light curing methods on the polymerization shrinkage stress of a shrinkage-optimized composite with hybrid-type prepolymer fillers. Dent Mater 2007; 23(7):777-84.
7. Malhotra N, Kundabala M. Light-curing considerations for resin-based composite materials: a review. Part I. Compend Contin Educ Dent 2010; 31(7):498-505.



8. Cunha LG, Alonso RC, Pfeifer CS, Correr-Sobrinho L, Ferracane JL, Sinhoreti MA. Contraction stress and physical properties development of a resin-based composite irradiated using modulated curing methods at two C-factor levels. *Dent Mater* 2008; 24(3):392-8.
9. Barkmeier WW, Erickson RL, Latta MA. Fatigue limits of enamel bonds with moist and dry techniques. *Dent Mater* 2009; 25(12):1527-31.
10. Senawongse P, Sattabanasuk V, Shimada Y, Otsuki M, Tagami J. Bond strength of current adhesive systems on intact and ground enamel. *J Esthet Restor Dent* 2004; 16(2):107-15.
11. Davidson CL, De Gee AJ, Feilzer A. The competition between the composite-dentin bond strength and polymerization contraction stress. *J Dent Res* 1984; 63(12):1396-9.
12. Eick JD, Robinson SJ, Byerley TJ, Chappelow CC. Adhesive and nonshrinkage dental resins of the future. *Quintessence Int* 1993; 24(9):632-40.
13. Li MZ, Wang JR, Liu H, Wang X, Gan K, Liu X, et al. Effects of light curing modes and ethanol-wet bonding on dentin bonding properties. *J Zhejiang Univ Sci B* 2016; 17(9):703-11.
14. Yoshikawa T, Morigami M, Sadr A, Tagami J. Effects of light curing method and resin composite composition on composite adaptation to the cavity wall. *Dent Mater J* 2014; 33(4):499-503.
15. Yep AU, Ng SC, Siow KS. Soft-start polymerization: influence on effectiveness of cure and post gel shrinkage. *Oper Dent* 2001; 26(3):260-6.