

## تأثیر روش‌های مختلف نوردهی (فوری، تأخیری ۵ و ۱۰ دقیقه) بر استحکام باند Push-out پست گلاس فایبر به نواحی مختلف عاج کانال ریشه

دکتر علی اسکندری زاده<sup>۱</sup> - دکتر شهرام فرزین ابراهیمی<sup>۲</sup> - دکتر نیلوفر شادمان<sup>۲+</sup> - دکتر سعید رحمانی<sup>۳</sup>

۱- دانشیار گروه آموزشی ترمیمی و زیبایی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی کرمان، کرمان، ایران؛ عضو مرکز تحقیقات بیماری‌های دهان و دندان، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی کرمان، کرمان، ایران  
 ۲- استادیار گروه آموزشی ترمیمی و زیبایی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی کرمان، کرمان، ایران؛ عضو مرکز تحقیقات بیماری‌های دهان و دندان، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی کرمان، کرمان، ایران  
 ۳- متخصص دندانپزشکی ترمیمی و زیبایی

### Effect of different light curing methods on the push-out bond strength of glass fiber post to different root canal regions

Ali Eskandarizadeh<sup>1</sup>, Shahram Farzin Ebrahimi<sup>2</sup>, Niloofer Shadman<sup>2+</sup>, Saeed Rahmani<sup>3</sup>

1- Associate Professor, Oral Medicine Research Center, School of Dentistry, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran; Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran  
 2<sup>+</sup>- Assistant Professor, Oral Medicine Research Center, School of Dentistry, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran; Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran (niloo\_shad@yahoo.com)  
 3- Specialist in Operative Dentistry

**Background and Aims:** Slow polymerization rate in early stage of light curing process leads to higher monomers movement and entering in polymer network that cause higher mechanical properties. The aim of this study was to evaluate the effect of light activation methodes (immediate, 5 and 10 minutes delay) on the push-out bond strength of cemented fiber posts in different regions of root canal with two types of resin cements.

**Materials and Methods:** In sixty extracted human single canal, the teeth were decoronated from cement enamel junction and after root canal therapy, FRC postec plus were cemented with two resin cements, Duolink and Variolink 2, in three curing methods; immediate, 5 and 10 minutes of delay. After storing in a dark place for 24 hours, they were cut into three sections: coronal, middle and apical. The push-out bond strength test was performed using a universal testing machine. The failure modes were observed using a stereomicroscope. Data were analyzed using ANOVA and Tukey post hoc test ( $P < 0.05$ ).

**Results:** In Duolink, immediate light curing had significantly higher bond strength than that of two delayed methods ( $P > 0.05$ ). In immediate light curing method, regardless of root region, Duolink had higher push-out bond strength than that of Variolink 2 ( $P = 0.02$ ). In all subgroups, there were reductions in the bond strengths from coronal to apical. Mixed failure at the cement-fiber post interface was predominant in all groups.

**Conclusion:** 5 and 10 minutes delay caused reduction in the push-out bond strength for Variolink 2 but did not have significant effect for Duolink resin cement.

**Key Words:** Dual cure, Resin cement, Root canal

Journal of Dental Medicine-Tehran University of Medical Sciences 2016;29(1):9-17

+ مؤلف مسؤول: نشانی: کرمان - بلوار جمهوری اسلامی - انتهای خیابان شفا - دانشکده دندانپزشکی کرمان - گروه آموزشی ترمیمی و زیبایی  
 تلفن: ۲۱۱۸۰۷۱ نشانی الکترونیک: niloo\_shad@yahoo.com

## چکیده

**زمینه و هدف:** پلیمریزاسیون آهسته‌تر در مراحل ابتدایی تابش نور به کامپوزیت سبب جا به جایی و وارد شدن بیشتر مونومرها در شبکه پلیمری و خواص مکانیکی مطلوب‌تر می‌گردد. هدف از این مطالعه بررسی تأثیر روش‌های تابش نور فوری، تأخیری ۵ و ۱۰ دقیقه در دو نوع سمان رزینی دوال کیور بر استحکام باند Push-out یک نوع فایبرپست در مناطق مختلف کانال ریشه بود.

**روش بررسی:** در ۶۰ دندان کشیده شده تک کانال انسان پس از برش از محل اتصال تاج و ریشه و درمان ریشه، فایبرپست FRC postec plus توسط دو سمان رزینی Duolink2 و Variolink2 به سه روش نوردهی فوری و بعد از ۵ و ۱۰ دقیقه چسبانده شد و بعد از ۲۴ ساعت نگهداری در محیط تاریک، به سه قطعه کروئالی، میانی و اپیکالی برش خورده و تست Push-out در دستگاه Universal testing انجام گرفت. الگوی شکست زیر استریومیروسکوپ مشاهده و داده‌ها با تست‌های ANOVA و Tukey post hoc بررسی شد.  $P < 0.05$  به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد ( $P < 0.05$ ).

**یافته‌ها:** در سمان Duolink استحکام باند نوردهی فوری به طور معنی‌داری بالاتر از دو روش تأخیری بود. در روش فوری استحکام باند Duolink از Variolink 2 به طور معنی‌داری بالاتر بود ( $P = 0.02$ ). در روش تأخیری ۵ و ۱۰ دقیقه میان دو نوع سمان تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ( $P < 0.05$ ). در همه زیر گروه‌ها از کروئال به اپیکال کاهش در استحکام باند مشاهده شد و بیشترین شکست، از نوع مخلوط درحد فاصل سمان- فایبر پست بود.

**نتیجه‌گیری:** تأخیر ۵ و ۱۰ دقیقه‌ای سبب کاهش استحکام باند در Duolink گردید ولی در Variolink 2 اثری نداشت.

**کلید واژه‌ها:** سمان رزینی، دوال کیور، کانال ریشه

وصول: ۹۴/۱۰/۰۹ اصلاح نهایی: ۹۵/۰۳/۱۸ تأیید چاپ: ۹۵/۰۳/۱۹

## مقدمه

کارایی کلینیکی کافی در سمان‌های رزینی است. فرآیند پلیمریزاسیون رزین‌ها نیازمند شدت نور کافی و طول موج مناسب به منظور فعال کردن آغازگر نوری است (۴). کامپوزیت‌های رایج ترکیباتی پیچیده هستند که عموماً شامل دو نوع مونومر یا بیشتر هستند که هرگز به یک میزان واکنش نمی‌دهند. با آغاز پلیمریزاسیون، مقدار کمی از مونومرها به مصرف رسیده‌اند و سیستم هنوز سیال است و امکان تحرک مونومرها وجود دارد ولی با رسیدن درجه پلیمریزاسیون به ۱۰ تا ۲۰٪، شبکه‌های پلیمری تا حدی گسترش یافته و نوعی ژل تشکیل می‌دهند که فراتر از حد ژل، انقباض حین پلیمریزاسیون موجب ایجاد استرین در شبکه و ناحیه اتصال با سیستم‌های چسبنده می‌گردد. جهت غلبه بر این مشکل روش‌های مختلف نوردهی ابداع گردید (۵).

یکی از روش‌های نوردهی، نوردهی تأخیری (Delay light curing) است. بدیهی است که هرچه سرعت پلیمریزاسیون در مراحل ابتدایی (چند ثانیه ابتدای نوردهی) آهسته‌تر باشد امکان جا به جا شدن مونومرها و وارد شدن آن‌ها در شبکه پلیمری و از سویی دیگر، امکان واکنش بیشتر بین initiator و accelerator بیشتر می‌گردد که می‌توان پلیمریزاسیون بهتر سمان رزینی و خواص مکانیکی مطلوب‌تری را برای آن انتظار داشت، این مسأله به ویژه در انتهای کانال ریشه و دندان، جایی که نوردهی مناسبی وجود ندارد مطلوب‌تر است (۴). با توجه به تنوع سمان‌های

در شرایطی که به علت درمان اندودنتیک و پوسیدگی‌ها میزان زیادی از ساختار تاجی دندان از دست رفته باشد و نیاز به افزایش گیر کور وجود داشته باشد، استفاده از پست‌ها کاربرد می‌یابد. در کانال ریشه دندان که به میزان زیادی تضعیف گشته و یا زیبایی از نظر اهمیت در صدر قرار دارد فایبر پست‌های هم‌رنگ دندان با سمان‌های رزینی مورد استفاده قرار می‌گیرند (۱).

فایبر پست‌ها استحکام کششی بالایی دارند، امکان آماده‌سازی محافظه کارانه‌تر کانال ریشه را فراهم می‌آورند، دچار کروژن نمی‌شوند و به تقویت ساختار باقی‌مانده دندان کمک می‌کنند. روش‌ها و موادی که بر پایه باندینگ با ساختمان عاجی ریشه دندان متکی هستند، این امکان را فراهم می‌کنند که بازسازی و جایگزینی بافت‌های عاجی از دست رفته به روش محافظه کارانه‌ای انجام شود (۲).

اما ویژگی‌های عاج داخل کانال با عاج تاجی متفاوت است و در نتیجه شکل‌گیری لایه هیبرید مشکل است. در حقیقت هرچه به سمت اپیکال حرکت کنیم برقراری پیوند با عاج دیواره کانال مشکل‌تر می‌گردد (۳). هم‌چنین به دلیل دشواری انتقال نور به قسمت‌های میانی و اپیکالی کانال دندان، پلیمریزاسیون سمان‌های رزینی دارای واکنش نوری با مشکل مواجه است. پلیمریزاسیون مناسب یک فاکتور اساسی برای رسیدن به خواص مکانیکی مطلوب، سازگاری زیستی مناسب و

ابتدا تاج دندانها از قسمت اتصال تاج و ریشه (CEJ) عمود بر محور طولی دندان به کمک دیسک الماسی (KGSorensen, São Paulo, Brazil) با سرعت بالا و خنک کننده آب قطع شد. سپس یک #10 K-file (Maillefer, Densply, Switzerland) وارد کانال شده، به طوری که فایل از ناحیه اپیکال فورامن مشاهده شد و یک میلی‌متر از طول آن کم کرده و به این ترتیب طول کارکرد برای هر نمونه تعیین شد. دندانها به روش استپ بک به کمک فایل K-type (Dentsply maillefer, Switzerland) تا شماره ۳۰ فایل شدند. میان استفاده از فایلها کانال با یک میلی‌لیتر محلول هیپوکلریت سدیم ۵/۲۵٪ شستشو داده شد. سپس با گیتس گیلدن شماره ۷۰ (Dentsply maillefer, Switzerland) Flaring و شکل‌دهی انجام شد و با استفاده از سیلر AH26 (Dentsply maillefer, Switzerland) و گوتاپرکا (Ariadent, Iran) به روش تراکم جانبی پر شدند و مسدودسازی ناحیه کرونا با کمک یک ماده ترمیمی موقت (Coltosol F, Coltene whaledent, Swiss) انجام شد. قابل ذکر است که کلیه مراحل کاری توسط یک نفر (دستیار سال آخر رشته دندانپزشکی ترمیمی) و تحت نظر استاد راهنما انجام گردید. بعد از نگهداری ریشه‌ها در آب ۳۷ درجه سانتی‌گراد در داخل انکوباتور (Incubator 6520, Behdad, Iran) به مدت ۲۴ ساعت، با استفاده از گیتس گیلدن شماره ۲ و ۳ بدون گشادسازی فضای کانال، ۹ میلی‌متر از گوتای داخل کانال برداشته شد. سپس فضای پست توسط دریل شماره ۳ مربوط به FRC postec plus (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) آماده گردید. قابل ذکر است که پس از هر پنج مورد تهیه فضای پست، دریل تعویض می‌گردید. مواد مورد استفاده در این مطالعه در جدول ۱ آورده شده‌اند.

در همه گروه‌ها از پست‌های گلاس فایبری ترانسلوسنت FRC postec plus شماره ۳ استفاده شد. آماده‌سازی سطح پست طبق دستور کارخانه سازنده انجام شد. به سطح پست به مدت ۶۰ ثانیه ژل اسید فسفریک ۳۷٪ زده شد و بعد از آن کاملاً با آب شسته و خشک شد. سپس به سطح پست به مدت ۶۰ ثانیه سایلن Monobond S (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) زده شد و توسط

رزینی در ویسکوزیته، رنگ، سایز فیلرها، آغازگر نوری، آغازگر شیمیایی و همچنین Degree of Conversion (DC) متفاوت، به نظر می‌رسد روش نوردهی تأثیرات متفاوتی بر روی قدرت باند سمان‌ها به ساختارهای دندانی داشته باشد (۲). به طور کلی در زمینه میزان پلیمریزاسیون سمان رزینی در داخل کانال، ایده‌آل آن است که عبور نور از خلال پست بتواند سبب ایجاد درجه پلیمریزاسیون کافی در ۱/۳ اپیکالی شود بدون آن که به علت حضور C-factor نامطلوب در ناحیه کانال ریشه استرس ناشی از انقباض پلیمریزاسیون، افزایش یابد (۴). الاستیک مدولوس مناسب سمان‌های رزینی، در حد فاصل ترمیم و ساختمان دندانی می‌تواند استرس‌های ناشی از انقباض بینابینی را کاهش دهد و سبب انتقال استرس‌ها از سمان‌ها به ساختمان دندان شود. یعنی لایه سمان می‌تواند به عنوان یک ناحیه بافری عمل کند که به علت خواص مکانیکی مطلوبش، سبب توزیع استرس بین پست و دیواره کانال در طی فانکشن در داخل دهان شود. سمان رزینی دارای حد تناسب و ارتجاعیت بالا مطلوب است چون مقاومت به تغییر شکل پلاستیک سبب مقاومت به شکل‌گیری درز در لبه‌ها و جا به جایی می‌شود (۶).

هدف از این مطالعه بررسی تأثیر دو روش نوردهی فوری و تأخیری (۵ دقیقه و ۱۰ دقیقه) روی استحکام باند Push-out دو نوع سمان رزینی دوال‌کیور در نواحی مختلف کانال دندان بود و فرضیه ما این است که استحکام باند Push-out بین سمان‌های مختلف و روش‌های مختلف نوردهی تفاوتی ندارد.

## روش بررسی

در این تحقیق تجربی آزمایشگاهی ۶۰ دندان تک کانال (سانترال و کانین ماگزایلا) انسان با طول ریشه  $15 \pm 1$  میلی‌متر که به تازگی بنا به دلایل درمانی کشیده شده بودند انتخاب شدند. دندانها زیر استریومیکروسکوپ ارزیابی شدند تا فاقد هرگونه شکستگی و ترک در ریشه باشند. همچنین فاقد درمان ریشه، خمیدگی، پوسیدگی یا هر گونه مشکل دیگری در ناحیه ریشه بودند. دندانها تا قبل از کار در محلول ۰/۵٪ کلرامین در دمای ۳۷ درجه به مدت یک هفته نگهداری شدند.

جدول ۱- لیست مواد کاربردی در مطالعه و روش کار

گروه	آماده‌سازی سطح عاج	نوع ادهزیو ونحوه اعمال آن	نحوه آماده کردن سمان رزینی
Duolink (Dual Cure Resin cement) Bisco, IL, USA	۱۵ ثانیه اچ عاج با اسید فسفریک ۳۲٪ (Uni-Etch, Bisco) شستشو، خشک کردن با گلوله پنبه‌ای	All bond 3 (Etch and rinse (Dual cure) Bisco, IL, USA مخلوط کردن مقادیر مساوی از قسمت‌های A و B و اعمال آن داخل کانال با میکروبراش و روی پست و تابش نور به مدت ۱۰ ثانیه	مخلوط کردن مقادیر مساوی از دو خمیر بیس و کاتالیست به مدت ۱۵-۱۰ ثانیه تا حصول یک خمیر یک دست و وارد کردن آن در کانال با لنتولو و سپس نشانندن پست در کانال و فشار به مدت ۱۰-۵ ثانیه
Variolink 2 (Dual cure) Ivoclar vivadent, Schaan, Liechtenstein	۱۵ ثانیه اچ عاج با اسید فسفریک ۳۲٪ (Uni-Etch, Bisco) شستشو، خشک کردن با گلوله پنبه‌ای	Excite F DSC (Etch and Rinse (Dual Cure) Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein ۱۵ ثانیه اچ عاج با اسید فسفریک، شستشو، خشک کردن با گوتای کاغذی، اعمال ادهزیو با اپلیکیتور به داخل کانال و حذف اضافات، ۵ ثانیه پوار، نیازی به تابش نور نیست.	مخلوط کردن مقادیر مساوی از دو خمیر بیس و کاتالیست به مدت ۱۵-۱۰ ثانیه تا حصول یک خمیر یک دست و وارد کردن آن در کانال با لنتولو و سپس نشانندن پست در کانال و فشار به مدت ۱۰-۵ ثانیه

لایت از سطوح طرفی دندان به پست تابیده نشود. در گروه‌هایی که نوردهی با تأخیر انجام می‌گردد نمونه‌ها پس از سمان کردن پست در جعبه تاریک قرار داده شدند. تمام نمونه‌ها پس از نوردهی به مدت ۲۴ ساعت در جعبه تاریک قرار داده شدند و سپس داخل مولد توسط رزین آکریل شفاف مانت گردیدند.

برای کاهش تأثیر حرارت ناشی از واکنش اگزوترمیک آکریل حین پلیمریزاسیون مولد، اندکی پس از قراردادی آکریل، مولد در آب سرد غوطه‌ور گردید. به کمک تیغه الماسی دستگاه برش دندانی (Vafai Co., Tehran, Iran) به همراه خنک کننده آب که عمود بر محور طولی دندان و پست بود، از هر ریشه سه قطعه کرونالی، میانی و اپیکالی (هر کدام به ضخامت  $2 \pm 0.1$  میلی‌متر) برش خورده تهیه شد. در حین هر برش تقریباً  $0.6-0.7$  میلی متر عاج به وسیله تیغه از دست می‌رفت.

ضخامت دقیق قطعات (h) و قطر پست در قسمت کرونال و اپیکال هر قطعه به وسیله کولیس دیجیتالی (Mitutoyo CD15, Mitutoyo Co., Kawasaki, Japan) که دقت آن  $0.01$  میلی‌متر بود اندازه‌گیری انجام می‌شد تا کل سطح باندینگ (S) برحسب  $mm^2$  برای هر قطعه به دست آید. r1 شعاع پست در قسمت کرونال، r2 شعاع پست در قسمت اپیکال و h طول کرونو اپیکال پست در نمونه می‌باشد (شکل ۱). قبل از انجام تست Push-out نمونه‌ها جهت ارزیابی نقایص احتمالی به وجود آمده حین تراش، زیر استریومیکروسکوپ کنترل شدند.

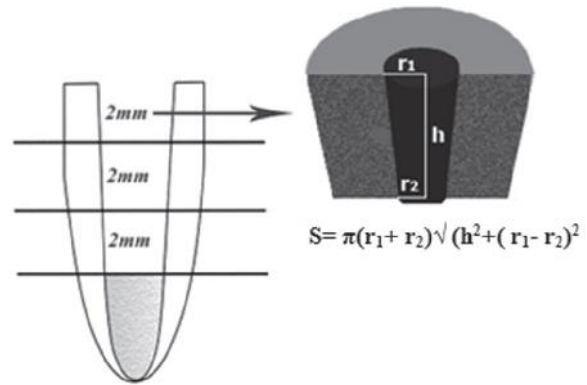
پوار هوا کاملاً خشک شد و تا زمان سمان کردن روی اسلب شیشه‌ای تمیزی قرار داده شد. ریشه‌ها به طور کاملاً تصادفی براساس نوع سمان رزینی مورد استفاده به ۲ گروه ۳۰ تایی، و براساس نحوه نوردهی هم هر گروه به ۳ زیرگروه ۱۰ تایی به شرح زیر تقسیم شدند.

در گروه سمان رزینی دوال کیور Variolink 2، پس از استفاده از ادهزیو (Excite F DSC, Germany) داخل کانال سمان کردن به شرح زیر انجام شد: زیر گروه ۱، بلافاصله پس از سمان کردن پست، ۴۰ ثانیه نوردهی انجام شد. زیر گروه ۲، ۵ دقیقه پس از سمان کردن پست، ۴۰ ثانیه نوردهی انجام شد. زیر گروه ۳، ۱۰ دقیقه پس از سمان کردن پست، ۴۰ ثانیه نوردهی انجام شد.

در گروه سمان رزینی دوال کیور Duolink، پس از استفاده از ادهزیو (All Bond 3, USA) داخل کانال و ۲۰ ثانیه تابش نور، سمان کردن به شرح زیر انجام شد. زیر گروه ۴، بلافاصله پس از سمان کردن پست، ۴۰ ثانیه نوردهی انجام شد. زیر گروه ۵، ۵ دقیقه پس از سمان کردن پست، ۴۰ ثانیه نوردهی انجام شد. زیر گروه ۶، ۱۰ دقیقه پس از سمان کردن پست، ۴۰ ثانیه نوردهی انجام شد. نوردهی به کمک دستگاه لایت کیور کوارتز- تنگستن- هالوژن (Demetron LC, Kerr, USA) با شدت  $650-700 mW/cm^2$  (به صورت دوره‌ای شدت دستگاه لایت کیور توسط رادیومتر (Kerr, USA) چک می‌گردید) از بالای پست انجام شد و در حین تابیدن نور، دندان توسط فویل آلومینیوم پوشانده شد تا نور دستگاه

سپس استحکام باند هر نمونه به مگاپاسکال (MPa) طبق فرمول محاسبه گردید. طریقه محاسبه سطح باند در شکل ۱ آورده شده است.

$$\text{Peakload در ناحیه شکست (نیوتن)} \\ \text{سطح باند (mm}^2\text{)}$$



شکل ۱- تصویر شماتیک از تهیه نمونه‌ها و فرمول اندازه‌گیری ناحیه باندینگ در نمونه‌های کرونا، میانی و اپیکال

بعد از انجام آزمایش Push-out همه قطعات به صورت Blind به وسیله استریومیکروسکوپ (Olympus, DP12, Hamburg, Germany) با بزرگ‌نمایی ۴۰ برابر برای ارزیابی و تعیین شکل شکست ارزیابی شدند. اشکال شکست به ۵ گروه زیر دسته‌بندی شدند: ۱- شکست ادهزیو میان پست و سمان رزینی (سمانی روی پست دیده نمی‌شود). ۲- شکست مخلوط (بین ۱۰۰-۰ درصد سطح پست را پوشانده است). ۳- شکست ادهزیو میان عاج و سمان رزینی (سطح پست کاملاً به وسیله سمان رزینی پوشیده شده است) ۴- شکست Cohesive در عاج ۵- شکست Cohesive در پست. جهت تحلیل داده‌ها از آزمون آماری Three-way ANOVA و نرم‌افزار Minitab 15 و جهت مقایسه میانگین استحکام بین گروه‌ها و مقایسه دو به دو هم از آزمون Tukey استفاده شد،  $P < 0.05$  به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

جهت انجام تست Push-out از دستگاه Universal testing (Testometric M350- 10CT, England) با سرعت ۰/۵ mm/min با استفاده از اهرم وارد کننده نیرو (Plunger) با قطر ۰/۹ میلی‌متر استفاده شد، به گونه‌ای که هنگام وارد آمدن نیرو پلانگر با سطح پست در قسمت اپیکال قطعه تماس داشته باشد و در هنگام وارد آمدن نیرو قطعه عاجی روی یک قطعه فلزی پشتیبان که دارای سوراخی به قطر ۳ میلی‌متر بود، به طوری قرار گرفت که سطح پست در وسط سوراخ قرار گرفت.

### یافته‌ها

میانگین استحکام باند Push-out و انحراف معیار در زیرگروه‌های مختلف در جداول ۲ و ۳ ارایه گردیده است.

براساس نمودار Force-deflection ترسیم شده توسط دستگاه، Force peak به عنوان نیرویی که در آن نقطه شکست در اتصال و بیرون زدن پست از فضای پست اتفاق می‌افتد اندازه‌گیری می‌شود و

جدول ۲- میانگین استحکام باند و انحراف معیار (SD) به تفکیک روش نوردهی و نواحی مختلف ریشه در سمان رزینی Duolink

گروه	ناحیه ریشه	میانگین استحکام باند (مگاپاسکال)	S.D	P-value
تابش نور فوری	کرونا	۱۷/۰۷	±۱/۷۷	۰/۰۰۰۲: کرونا - میانی
	میانی	۹/۲۲	±۵/۶	۰/۰۰۰۱: کرونا - اپیکال
	اپیکال	۸/۷	±۳/۲۶	۱/۰۰۰: میانی - اپیکال
تابش نور با ۵ دقیقه تأخیر	کرونا	۱۲/۱	±۲/۱۷	۰/۰۴۷: کرونا - میانی
	میانی	۶/۷	±۰/۸۵	۰/۰۰۲: کرونا - اپیکال
	اپیکال	۵/۸	±۱/۶	۱/۰۰۰: میانی - اپیکال
تابش نور با ۱۰ دقیقه تأخیر	کرونا	۱۱/۴۸	±۴/۱۹	۰/۴۰۲: کرونا - میانی
	میانی	۷/۵۴	±۱/۵۶	۰/۲۸۰: کرونا - اپیکال
	اپیکال	۶/۸۵	±۳/۴۳	۱/۰۰۰: میانی - اپیکال

جدول ۳- میانگین استحکام باند و انحراف معیار (SD) به تفکیک روش نوردهی و نواحی مختلف ریشه در سمان رزینی Variolink 2

گروه	ناحیه ریشه	میانگین استحکام باند (مگاپاسکال)	S.D	P-value
تابش نور فوری	کرونا	۱۶/۲۴	±۵/۷۴	۰/۰۰۰۱: کرونا - میانی
	میانی	۷/۸۳	±۳/۷	۰/۰۰۰۱: کرونا - آپیکال
	آپیکال	۲/۶۹	±۰/۵۱	۰/۴۸۶: میانی - آپیکال
تابش نور با ۵ دقیقه تأخیر	کرونا	۱۷/۱۵	±۶/۷۱	۰/۰۰۰۱: کرونا - میانی
	میانی	۸/۱۱	±۲/۱۴	۰/۰۰۰۱: کرونا - آپیکال
	آپیکال	۴/۴۸	±۱/۱	۰/۱۸۲: میانی - آپیکال
تابش نور با ۵ دقیقه تأخیر	کرونا	۱۳/۴۴	±۴/۹۵	۰/۰۲۲: کرونا - میانی
	میانی	۷/۴۸	±۳/۱۶	۰/۰۰۰۱: کرونا - آپیکال
	آپیکال	۲/۲۷	±۰/۲۵	۰/۰۲۶: میانی - آپیکال

میان نوع سمان رزینی و ناحیه ریشه هم ارتباط معنی‌داری وجود داشت ( $P < 0.001$ ). یعنی میانگین استحکام باند در سه ناحیه ریشه به نوع سمان رزینی بستگی داشت. اما میان سمان رزینی، روش نوردهی و ناحیه ریشه، ارتباط معنی‌داری وجود نداشت ( $P = 0.937$ ). به طور کلی طرح شکست غالب دو سمان در ناحیه کرونا ریشه و در هر سه روش نوردهی، از نوع ۳ بود. همچنین شایع‌ترین طرح شکست دو سمان در ناحیه میانی و آپیکالی ریشه و در هر سه روش نوردهی، از نوع ۲ بود.

### بحث و نتیجه‌گیری

به تأخیر انداختن نوردهی ممکن است ساختار پلیمری را اصلاح کند و پلیمریزه شدن را گسترده‌تر کند. همین‌طور بر روی تمامیت ترمیم هم تأثیر بگذارد. حتی مطرح شده است که فعال نمودن فوری برخی از مواد با بیس رزینی DC نهایی را کاهش می‌دهد. نوردهی تأخیری شیوه‌ای است که فرصت شکل‌گیری شبکه یک‌پارچه ساختار شبکه را ایجاد می‌کند (۷). این مسأله پذیرفته شده است که ترکیب شیمیایی و فرمولاسیون خاص هر نوع کامپوزیتی در میزان پلیمریزاسیون آن و متعاقباً استحکام باند آن مؤثر است. نه تنها تفاوت در نوع و مقدار رزین، بلکه تفاوت در ترکیب دی‌کتون و کاتالیست آمینی هم سبب تفاوت در پلیمریزاسیون می‌گردد (۸). طبق نتایج حاصل از این مطالعه فرضیه ارایه شده تا حدی به اثبات رسید و بین

به طور کلی میان سمان رزینی، روش نوردهی و ناحیه ریشه، ارتباط معنی‌داری وجود نداشت ( $P = 0.937$ ).

در روش نوردهی فوری بین دو سمان تفاوت معنی‌دار بود ( $P = 0.02$ ) و استحکام باند Duolink بالاتر بود ولی در روش‌های تأخیری ۵ و ۱۰ دقیقه بین دو سمان تفاوت معنی‌داری وجود نداشت و به ترتیب  $P = 0.88$  و  $P = 0.96$  بود.

در سمان Duolink استحکام باند فوری به طور معنی‌داری بالاتر از ۵ دقیقه ( $P = 0.02$ ) و ۱۰ دقیقه ( $P = 0.009$ ) بود ولی بین استحکام باند ۵ و ۱۰ دقیقه ( $P = 1.00$ ) تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. به عبارت دیگر تأخیر سبب کاهش استحکام باند گردید. ولی در سمان Variolink 2 بین سه روش تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد و مقادیر P-value بین روش فوری و تأخیری ۵ دقیقه ( $P = 0.99$ ) و بین روش تأخیری ۵ و ۱۰ دقیقه ( $P = 0.30$ ) و بین روش فوری و ۱۰ دقیقه ( $P = 0.89$ ) به دست آمد.

بنابر آنالیز واریانس مربوط به نتایج استحکام باند، بین روش نوردهی و ناحیه ریشه، ارتباط معنی‌داری وجود نداشت ( $P = 0.178$ ) به عبارت دیگر میانگین استحکام باند در روش‌های مختلف نوردهی به ناحیه مورد بررسی (کرونا، میدل و آپیکال) ارتباطی نداشت. از سوی دیگر، بین روش نوردهی و نوع سمان رزینی ارتباط معنی‌داری وجود داشت ( $P < 0.001$ ).

بالاتر است (۸). در دو حالت نوردهی فوری و تأخیری ۵ دقیقه به این نتیجه رسیدند که DC از ناحیه کروناال به اپیکال کاهش می‌یابد و DC در دو روش فوری و تأخیری تفاوت معنی‌داری ندارد.

در این مطالعه سمان رزینی Variolink 2 در ناحیه کروناال نسبت به نواحی میانی و اپیکالی استحکام باند بالاتری را نشان داد اما اختلاف در قسمت میانی و اپیکال معنی‌دار نبود. این در تایید نتایج مطالعات Cerutti و همکاران (۱۱) در سال ۲۰۱۱ و Kim و همکاران (۱۲) در سال ۲۰۰۹ می‌باشد. همچنین Goracci و همکاران (۱۳) در مطالعه خود در سال ۲۰۰۴، استحکام باند بالاتری را در نواحی کروناالی در استفاده از Excite, Variolink 2 ثبت کردند. در مطالعه Ebrahimi و همکاران (۲) در بررسی استحکام باند Push-out سمان Excite DSC, Variolink 2 نیز استحکام باند در نواحی کروناال بالاتر از نواحی میانی و اپیکال گزارش گردید. در مطالعه Kim و همکاران (۱۲) DC در اطراف پست FRC postec plus برای سمان رزینی Variolink 2 در ناحیه ۱ میلی‌متری از منبع نور از ۶۸/۸٪ به ۴۷٪ در ناحیه ۵ میلی‌متری سطح کاهش یافت. در فاصله ۶ تا ۹ میلی‌متری از سطح تفاوت معنی‌دار نبود و به صورت سینوسی DC بین ۴۲ تا ۴۴٪ دچار کاهش و افزایش می‌شد.

DC در مطالعه Vinoth Kumar و همکاران (۱۴) در Variolink 2 در ناحیه کروناال از دو ناحیه دیگر و قسمت میانی هم از اپیکال به طور معنی‌داری بالاتر بود. همچنین استحکام باند پایین‌تر در ناحیه اپیکال در ادهزیوهای Two-step Etch-and-rinse (چه در نوع Light-cure و چه Dual-cure) طبق مطالعات Potesta و همکاران (۱۵) در سال ۲۰۰۸ و Akgungor و Akkayan (۱۶) در سال ۲۰۰۶ می‌تواند به خاطر عدم شستشوی اسید فسفریک به طور مؤثر در انتهای کانال و عدم کنترل رطوبت مناسب باشد که باعث کاهش باند در این باندینگ‌ها در یک سوم اپیکالی می‌شود که تأییدی بر نتایج به دست آمده در مطالعه حاضر است.

برای استفاده از باندینگ در داخل کانال از میکروبراش (Microbrush X, USA) استفاده شد. در مطالعه‌ای که Ferrari و همکاران (۱۷) در سال ۲۰۰۲ انجام دادند به این نتیجه رسید که میکروبراش باعث ایجاد Resin tag‌های یکنواخت‌تری در قسمت‌های مختلف کانال خصوصاً در اپیکال می‌شود. در این مطالعه استحکام باند

روش‌های مختلف نوردهی در گروه Variolink تفاوتی وجود نداشت. به دلیل نبود مطالعات مشابه بیشتر تلاش شد تا در این بخش از نتایج مطالعات مربوط به تأثیرات تأخیر در نوردهی سمان‌های رزینی دوال‌کیور بر روی Degree of conversion, Polymerization shrinkage و Rate of polymerization برای درک و تجزیه و تحلیل بهتر نتایج بهره گرفته شود.

در مطالعه Lee و همکاران (۹) این نتیجه به دست آمد که استرس پلیمریزاسیون سمان Duolink بیشتر از Variolink 2 می‌باشد. مطالعه مذکور می‌تواند توجیه کننده نتیجه این مطالعه (استحکام باند بالاتر سمان Variolink 2) باشد. Duolink دارای ۶۱/۹٪ وزنی فیلر و Variolink 2 دارای ۷۱/۳٪ وزنی فیلر می‌باشد (۸). به نظر می‌رسد Variolink 2 به علت میزان فیلر بالاتر، استرس پلیمریزاسیون کمتری را به نواحی باند شده منتقل می‌کند و استحکام باند Push-out بالاتری را دارد.

در مطالعه حاضر در سمان Duolink میانگین استحکام باند در ناحیه کروناال به طور معنی‌داری از ناحیه میانی و اپیکال بالاتر بود ولی میان نواحی میانی و اپیکال این اختلاف معنی‌دار نبود. Shadman و همکاران (۴) در سال ۲۰۱۲ در مطالعه‌شان در مقایسه DC دو سمان رزینی دوال‌کیور در فواصل ۴ تا ۸ میلی‌متری از نوک دستگاه لایت‌کیور به این نتیجه رسیدند که DC از ناحیه کروناال به اپیکال کاهش می‌یابد که به علت کاهش میزان شدت نور در نواحی عمق‌تر و کاهش میزان فعال‌سازی اجزای حساس به نور در سمان‌های دوال‌کیور می‌باشد و در حقیقت جهت پلیمریزاسیون سمان‌های دوال‌کیور وجود حداقل میزانی از شدت نور در نواحی عمق‌تر حتمی می‌باشد. همچنین این مسأله می‌تواند این طور توجیه شود که تراکم و قطر توپول‌های عاجی از کروناال به اپیکال کاهش می‌یابد و ضخامت لایه هیبرید نیز از کروناال به اپیکال کاهش می‌یابد و شاخه‌های جانبی توپول‌های عاجی (Lateral branches) تنها در یک سوم کروناال و میانی ایجاد می‌شوند (۳). همچنین در مطالعه Ferrari و همکاران (۷) این نتیجه حاصل شد که فشار میکروبراش در ناحیه اپیکال حداقل است که منجر به کاهش نفوذ ادهزیو به عاج می‌شود. تشکیل و مورفولوژی رزین تگ‌ها از نظر طول، تراکم و شاخه‌های جانبی در سرویکال و ناحیه میانی یکنواخت تر و بیشتر است (۹،۱۰). همچنین احتمال تشکیل Viod در سرویکال

دو سمان مربوط باشد. در این مطالعه و در تأخیر ۵ دقیقه‌ای استحکام باند در ناحیه اپیکال نسبت به کروئال پایین‌تر بود اما میان دو ناحیه میانی و اپیکال تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (مانند روش فوری).

در این مطالعه تفاوت میانگین استحکام باند در نوردهی با تأخیر ۱۰ دقیقه در هر دو سمان معنی‌دار نبود. دلیل این امر شاید به DC سمان‌ها دقیقه دهم واکنش سلف‌کیور مربوط است که در مطالعه Arias و همکاران (۲۱) در سال ۲۰۰۹ و مطالعات Faria-e-Silva و همکاران (۱۹،۲۲) برای سمان‌های استفاده شده در این مطالعه بین ۴۰ تا ۵۵ درصد گزارش شد. تأخیر احتمالاً موجب عدم تأثیرگذاری آغازگرهای نوری در شبکه ژل پلیمر رزینی می‌گردد. به عبارت دیگر از جا به جایی مناسب آغازگرهای نوری در شبکه پلیمری اولیه جهت افزایش میزان پلیمریزاسیون ممانعت به عمل می‌آورد.

بیشترین الگوی شکست مشاهده شده از نوع Mix بود و در رتبه بعد شکست ادهزیو درحد فاصل فایبر پست و سمان شیوع و شکست Cohesive (در عاج یا در فایبر پست) نیز کم‌ترین نوع شکست را تشکیل می‌داد. در مطالعه Ebrahimi و همکاران (۲) نیز که از FRC postec plus و سمان Variolink 2 برای بررسی استحکام باند Push-out به مناطق مختلف ریشه استفاده کرده بودند نیز بیشترین نوع الگوی شکست نوع Mix بود. Bitter و همکاران (۲۳) در مطالعه خود در سال ۲۰۰۹ به این نتیجه رسیدند که الگوی شکست به طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع سمان قرار دارد. شکست Cohesive در فایبر پست به طور خاص در قسمت کروئال ریشه احتمالاً درموردی که متوسط استحکام باند در ناحیه بیش از 17 MPa باشد اتفاق می‌افتد.

با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه برای سمان کردن فایبر پست‌های عبور دهنده نور با کمک سمان Duolink روش تأخیری ۵ دقیقه موجب کاهش بهبود میانگین استحکام باند Push-out می‌گردد و درمورد سمان Variolink 2 نیز تأخیر هیچ اثری در بهبود استحکام باند ندارد. با توجه به این که تست Micro push out به علت کمتر بودن ضخامت قطعات برش، پخش بهتری از استرس‌ها و ارزیابی بهتری از استحکام باند در نواحی مختلف ریشه را مشخص می‌کند پیشنهاد می‌شود در تحقیقات بعدی از این تست برای بررسی استحکام باند استفاده شود.

بین دو روش نوردهی فوری و تأخیری ۵ دقیقه‌ای سمان Variolink 2 تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. تا پیش از تابش نور در دقیقه ۵ واکنش پلیمریزاسیون در تمام سمان‌های دوال‌کیور به طریق سلف‌کیور جلو می‌رود (۴). براساس مطالعه Lee و همکاران (۱۸) در سال ۲۰۰۸ میزان شیرینکیج Duolink و Variolink 2 بدین شکل می‌باشد:  $\text{Variolink 2} (3.50\%) > \text{Duolink} (4.59\%)$ . میزان انقباض پلیمریزاسیون Duolink در محدوده ۵ دقیقه ابتدایی واکنش اتفاق می‌افتد که اثرات تضعیف باند را بیشتر می‌کند و استرس پلیمریزاسیون بالاتری را در ۵ دقیقه اول به ناحیه باند وارد می‌کند. زمان پیک شیرینکیج پلیمریزاسیون آن‌ها به ثانیه نیز به این صورت بود:  $\text{Variolink 2} (997.1 \text{ s}) > \text{Duolink} (102.6 \text{ s})$ .

در کامپوزیت‌های لایت‌کیور با شروع پلیمریزاسیون کامپوزیت حالت سیال دارد و امکان تحرک مونومرها وجود دارد ولی با رسیدن درجه پلیمریزاسیون بالاتر از ۲۰٪، Stiffness شبکه پلیمری افزایش یافته و مکان جا به جایی مونومرها کاهش می‌یابد. انقباض حین پلیمریزاسیون موجب ایجاد استرین در شبکه و ناحیه اتصال با سیستم‌های چسبنده می‌گردد (۵). ولی در کامپوزیت‌های دوال‌کیور در صورت تأخیر در پلیمریزاسیون، میزان استرس ناشی از انقباض پلیمریزاسیون کاهش می‌یابد. به نظر می‌رسد پلیمریزاسیون قسمت سلف‌کیور سمان رزینی سبب ایجاد حالت Solid در مجموعه و کاهش تحرک Initiator و Accelerator سیستم لایت‌کیور در سمان‌های Duolink و Variolink 2 می‌گردد.

مطالعه Faria-e-Silva و همکاران (۱۹) در سال ۲۰۱۱، در مقایسه روش‌های سلف‌کیور، نوردهی فوری و با تأخیر ۵ دقیقه به این نتیجه رسیدند که در سمان Panavia F2 روش تأخیری نوردهی بدون به خطر انداختن میزان پلیمریزاسیون، میزان استرس ناشی از انقباض پلیمریزاسیون را کاهش می‌دهد و در این مطالعه حداکثر میزان پلیمریزاسیون، مربوط به نوردهی فوری بود. همچنین در روش تأخیری الاستیک مدولوس نسبت به حالت فوری کمتر بود. همین‌طور در مطالعه Spinell و همکاران (۲۰) در سال ۲۰۰۹ در سمان Nexus 2 نسبت به Variolink 2 در ۵ دقیقه ابتدایی واکنش سلف‌کیور استرس ناشی از انقباض پلیمریزاسیون بیشتری را نشان داد. این امر ممکن است به میزان فیلر بیشتر در Variolink 2 و ماتریکس رزینی متفاوت



## تشکر و قدردانی

حمایت‌های مالی دانشگاه علوم پزشکی کرمان قدردانی می‌گردد. همچنین از زحمات مشاور آماری جناب آقای دکتر جهانی و مرکز تحقیقات بیماری‌های دهان و دندان نیز تشکر می‌گردد.

این مقاله نتیجه طرح تحقیقاتی مصوب دانشگاه علوم پزشکی کرمان و پایان‌نامه تخصصی به شماره ۴۸ ت می‌باشد. بدین‌وسیله از

## منابع:

- 1- Torabi K, Fattahi F. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored by different FRC posts: An in vitro study. *Indian J Dent Res.* 2009;20(3):282-7.
- 2- Ebrahimi SF, Shadman N, Baradaran Nasery E, Sadeghian F. Effect of polymerization mode of two adhesive systems on push-out bond strength of fiber post to different regions of root canal dentin. *Dent Res J.* 2014;11(1):32-8.
- 3- Ferrari M, Mannocci F, Vichi A, Cagidiaco MC, Mjor IA. Bonding to root canal: structural characteristics of the substrate. *Am J Dent.* 2000;13(5):255-60.
- 4- Shadman N, Atai M, Ghavam M, Kermanshah H, Ebrahimi SF. Parameters affecting degree of conversion of dual-cure resin cements in the root canal: ftir analysis. *J Can Dent Assoc.* 2012;78:c53.
- 5- Roberson T, Heymann HO, Swift Jr EJ. *Sturdevant's art and science of operative dentistry*: Elsevier Health Sciences;2006.
- 6- Li ZC, White SN. Mechanical properties of dental luting cements. *J Prosthet Dent.* 1999; 81(5):597-609.
- 7- Ferrari M, Vichi A, Grandini S. Efficacy of different adhesive techniques on bonding to root canal walls: an SEM investigation. *Dent Mater.* 2001;17(5):422-9.
- 8- Bouillaguet S, Troesch S, Wataha JC, Krejci I, Meyer JM, Pashly DH. Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. *Dent Mater.* 2003;19(3):199-205.
- 9- Lee IB, An W, Chang J, Um CM. Influence of ceramic thickness and curing mode on the polymerization shrinkage kinetics of dual-cured resin cements. *Dent Mater.* 2008;24(8):1141-7.
- 10- Vichi A, Grandini S, Davidson CL, Ferrari M. An SEM evaluation of several adhesive systems used for bonding fiber posts under clinical conditions. *Dent Mater.* 2002;18(7):495-502.
- 11- Cerutti F, Aquaviva PA, Gagliani M, Ferrari M, Mangani F, Depero LE, et al. Degree of conversion of dual-cure resins light-cured through glass-fiber posts. *Am J Dent.* 2011;24(1):8-12.
- 12- Kim YK, Kim SK, Kim KH, Kwon TY. Degree of conversion of dual-cured resin cement light-cured through three fibre posts within human root canals: an ex vivo study. *Int Endod J.* 2009;42(8):667-74.
- 13- Goracci C, Tavares AU, Fabianelli A, Monticelli F, Raffaelli O, Cardoso PC, et al. The adhesion between fiber posts and root canal walls: comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. *Eur J Oral Sci.* 2004;112(4):353-61.
- 14- Vinoth Kumar TS, Shyamala PV, Kavitha S, Lakshminarayanan L. In vitro evaluation of degree of conversion of various luting resins at different levels of post space using FTIR spectroscopy. *Endod.* 2008;20:37-43.
- 15- Potesta FL, Broome JC, O'Neal SJ, Givan DA, Ramp LC. The effect of etching technique on the retention of adhesively cemented prefabricated dowels. *J Prosthodont.* 2008;17(6):445-50.
- 16- Akgungor G, Akkayan B. Influence of dentin bonding agents and polymerization modes on the bond strength between translucent fiber posts and three dentin regions within a post space. *J Prosthet Dent.* 2006;95(5):368-78.
- 17- Ferrari M, Vichi A, Grandini S, Geppi S. Influence of microbrush on efficacy of bonding into root canals. *Am J Dent.* 2002;15(4):227-31.
- 18- Lee IB, An W, Chang J, Um CM. Influence of ceramic thickness and curing mode on the polymerization shrinkage kinetics of dual-cured resin cements. *Dent Mater.* 2008;24(8):1141-7.
- 19- Faria-e-Silva A, Boaro L, Braga R, Piva E, Arias V, Martins L. Effect of immediate or delayed light activation on curing kinetics and shrinkage stress of dual-cure resin cements. *Oper Dent.* 2011;36(2):196-204.
- 20- Spinell T, Schedle A, Watts DC. Polymerization shrinkage kinetics of dimethacrylate resin-cements. *Dent Mater.* 2009;25(8):1058-66.
- 21- Arrais CA, Giannini M, Rueggeberg FA. Kinetic analysis of monomer conversion in auto- and dual-polymerizing modes of commercial resin luting cements. *J Prosthet Dent.* 2009;101(2):128-36.
- 22- Faria-e-Silva AL, Moraes RR, Ogliari FA, Piva E, Martins LR, Panavia F: the role of the primer. *J Oral Sci.* 2009;51(2):255-9.
- 23- Bitter K, Paris S, Pfuertner C, Neumann K, Kielbassa AM. Morphological and bond strength evaluation of different resin cements to root dentin. *Eur J Oral Sci.* 2009;117(3):326-33.