

## مقایسه استحکام ریزکششی باند بین چند کور کامپوزیتی و سیستم باندینگ و فایبر پست DT Light

دکتر لیلا صدیق پور<sup>۱</sup> - دکتر سوسن میرمحمدرضایی<sup>۱+</sup> - دکتر حمید جلالی<sup>۲</sup> - دکتر شاداب رشتاک<sup>۳</sup>

۱- دانشیار گروه آموزشی پروتزهای دندانی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران، تهران، ایران

۲- استادیار گروه آموزشی پروتزهای دندانی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران، تهران، ایران

۳- دندانپزشک

### Comparison of the microtensile bond strength of different composite core materials and bonding systems to a fiber post (DT Light)

Lelya Sadighpour<sup>1</sup>, Sousan Mir Mohammad Rezaei<sup>1+</sup>, Hamid Jalali<sup>2</sup>, Shadab Rashtak<sup>3</sup>

1<sup>+</sup>- Associate Professor, Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran (mirmoham@sina.tums.ac.ir)

2- Assistant Professor, Department of Prosthodontics, School of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

3- Dentist

**Background and Aims:** Retention and stability of the post and core system is the key factor for success of final restoration. The aim of this study was to evaluate the microtensile bond strength of the different composite core materials and bonding systems to a fiber post.

**Materials and Methods:** To evaluate the bond strength of the composite resins to a fiber post (DT light post) 60 posts were divided into six groups: group A: Heliomolar Flow + Seal Bond, group B: Heliomolar Flow + SE Bond, group C: Valux Plus + Seal Bond, group D: Valux Plus + SE Bond, group E: Corecem + Seal Bond, group F: Corecem + SE Bond. All samples were thermocycled for 5000 cycles (5-55 °C) and cut into four bars for the microtensile bond strength test. Failure modes were identified using a stereomicroscope. Data were analysed using One-way ANOVA and Tukey HSD post hoc test (P<0.05).

**Results:** The interaction between composite resin materials and bonding systems were positive. The conventional hybrid composite (Valux Plus) had significantly higher bond strength compared with the core specific flowable composite (Corecem) when Seal Bond was applied as bonding agent (P<0.05). However, when SE Bond was utilized hybrid composite demonstrated significantly lower bond strength than that of other two groups (P<0.05).

**Conclusion:** The performance of a particular composite is affected by the bonding system that is applied. A single composite resin may have different bond strength when combined with different bonding system.

**Key Words:** Bond strength, Composite resin, Bonding system

Journal of Dental Medicine-Tehran University of Medical Sciences 2014;26(4):251-61

## چکیده

**زمینه و هدف:** ثبات و گیر سیستم پست و کور در موفقیت ترمیم نهایی یک فاکتور کلیدی محسوب می‌شود. هدف از این مطالعه تعیین گیر چند نوع کور کامپوزیتی و سیستم باندینگ بر استحکام کششی باند بین انواع کور و یک نوع پست فایبر بود.

**روش بررسی:** به منظور بررسی اتصال کور کامپوزیتی به پست تعداد ۶۰ عدد پست فایبر کوارتر DT Light، بر اساس نوع باندینگ و نوع ماده کور به شش گروه تقسیم شدند: گروه A: Heliomolar Flow+Seal Bond، گروه B: Heliomolar Flow+SE Bond، گروه C: Valux Plus+Seal Bond، گروه D: Valux Plus+SE Bond، گروه E: Corecem+Seal Bond، گروه F: Corecem+SE Bond. پس از طی ۵۰۰۰ سیکل حرارتی (۵-۵۵ °C) و برش طولی از هر نمونه ۴ مقطع به ضخامت یک میلی‌متر به دست آمد. برش‌ها جداگانه در دستگاه تحت نیروی کششی قرار گرفت. سطح شکست توسط استریو میکروسکوپ بررسی و نوع شکست تعیین شد. One-Way ANOVA و Tukey HSD برای آنالیز آماری داده‌ها ( $P < 0.05$ ) مورد استفاده قرار گرفتند.

**یافته‌ها:** تاثیر کور کامپوزیتی و نوع باندینگ مستقل از یکدیگر نبود. کاربرد Seal Bond، کامپوزیت هیبرید (Valux Plus) به طور معنی‌داری استحکام باند بیشتری داشت ( $P < 0.05$ ). درحالی‌که با کاربرد SE Bond استحکام باند کامپوزیت هیبرید از دو گروه دیگر کمتر بود ( $P < 0.05$ ).

**نتیجه‌گیری:** استحکام باند، تحت تاثیر نوع کامپوزیت و نوع سیستم باندینگ و ترکیب این دو نوع قرار دارد به طوری که یک کامپوزیت واحد ممکن است با کاربرد باندینگ متفاوت رفتار متفاوتی نشان دهد.

**کلید واژه‌ها:** استحکام باند، رزین کامپوزیت کور، سیستم باندینگ

وصول: ۹۲/۰۲/۱۲ اصلاح نهایی: ۹۲/۱۰/۱۹ تأیید چاپ: ۹۲/۱۰/۲۵

## مقدمه

سیلان‌پذیر، نور سخت‌شونده و یا خود سخت‌شونده می‌توانند به کار روند (۸). اگرچه کامپوزیت‌های مختص کور در دسترس هستند اما اخیراً در مطالعات *in vitro* و *in vivo* کامپوزیت‌های هیبرید و سیلان‌پذیر با همین هدف به کار رفته‌اند. این کامپوزیت‌های غیراختصاصی نتایج خوبی را از لحاظ تمامیت ساختار میکروسکوپی و تطابق سطحی در اطراف پست فایبر نشان داده‌اند (۹،۱۰). اگرچه مشخص نشده که باند، بین فایبر پست و رزین کامپوزیت‌های هیبرید و سیلان‌پذیر به خوبی کامپوزیت‌های اختصاصی کور موجود در بازار هست یا خیر (۹). ویژگی‌های مکانیکی کورهای کامپوزیتی (مانند استحکام) به طور نسبی با افزایش میزان فیلر ماده کور بهبود می‌یابد. هرچه میزان فیلر بیشتر باشد انقباض در اثر پلیمریزه شدن کمتر می‌شود که می‌تواند موجب تطابق و استحکام بیشتر باند شود (۱۰). از سوی دیگر کامپوزیت با میزان فیلر کمتر، الاستیسیته بیشتری دارد و می‌تواند به عنوان جاذب استرس عمل کند و موجب افزایش قدرت باند شود (۱۱). همچنین دریک مطالعه آزمایشگاهی زمانی که کامپوزیت با فیلر بیشتر به عنوان سمان پست استفاده شد سبب کاهش در استحکام باند شد (۱۲). بنابراین نتایج متناقضی در ارتباط با تاثیر میزان فیلر در استحکام باند ماده کور و پست فایبر وجود دارد (۷).

استفاده از آدهزیوها بر سطح پست‌های FRC، یکی از روش‌های ساده و مؤثر است که می‌توان برای بهبود قدرت باند کور به پست‌های

نسل‌های جدید فایبر پست‌ها توانسته بر یک سری از محدودیت‌های پست‌های فلزی همچون مشکلات زیبایی و برخی از انواع شکست درمان غلبه کند. تشابه الاستیک مدولوس پست‌های فایبر با عاج دندان برخلاف پست‌های فلزی باعث توزیع بهتر نیروهای اکلوزالی در طول ریشه و کاهش شکستگی غیر قابل ترمیم ریشه شده است (۱-۳). داده‌های کوتاه مدت و بلند مدت درمورد کاربرد کلینیکی پست‌های فایبر نتایج امیدوار کننده‌ای را نشان داده است و ماندگاری (Survival rate) ۷-۱۱ ساله ۹۳-۸۹٪ گزارش شده است (۴). از سوی دیگر مطالعات کلینیکی درمورد فایبر پست‌ها، رایج‌ترین عامل شکست درمان را جدا شدن پست گزارش کرده‌اند (۱،۲،۵،۶). اما درمورد تماس پست با کور کامپوزیتی تحقیقات اندکی انجام شده است (۲). ماده کور باید یک اتصال پایدار با ساختار تاجی دندان و سطح پست در طی پروسه‌هایی مثل تراش کور، قالبگیری و اعمال نیرو بر روی روکش موقت جهت خارج کردن آن، حفظ کند (۵). به علاوه برای کاربرد طولانی مدت، استحکام باند همانند دیگر ویژگی‌های مکانیکی کور کامپوزیتی باید به قدر کفایت بالا باشد تا در مقابل نیروهای فانکشنال و شرایط شیمیایی محیط دهان مقاومت کند. بنابراین استفاده از مواد و تکنیک‌هایی که استحکام باند را بهبود ببخشند ضروری به نظر می‌رسد (۷). به همراه پست‌های فایبر همه انواع کامپوزیت از میکروهیبرید تا

۳- یک ماده حد واسط که برای اتصال دو جزء دیگر یعنی الیاف کوارتز و اپوکسی رزین به یکدیگر کاربرد دارد (۱۵).

جهت سهولت کار با پست‌ها و همچنین امکان انجام مراحل مختلف آزمایش، نیاز به ساخت یک پایه سخت و محکم برای هر پست وجود داشت. برای این منظور از آکریل خود سخت‌شونده (RE Acropars, Marlic Medical Industries, lot A209518860, Eshtehard, Iran) با استفاده از ماده قالبگیری سیلیکونی با قوام بالا (پوتی) (Speedex, ColltenWhaledent, lot 0185999, Altstatten, Switzerland) از یک مولد پلاستیکی با ابعاد ۱۲×۲۰×۲۳ قالبی تهیه شد. سپس این قالب با آکریل پر شد و پیش از اینکه آکریل سخت شود به وسیله سوروپور یک پست به طور عمود در مرکز آن قرار گرفت به گونه‌ای که ۱۰ میلی‌متر از پست (قسمت سیلندریک پست) خارج از آکریل قرار بگیرد. برای به حداقل رساندن گرمای حاصل از آکریل و تأثیر احتمالی گرما بر روی پست از آب سرد استفاده شد.

پست‌ها با استفاده از یک تاس شش وجهی (روش Coin toss) به طور تصادفی به ۶ گروه ۱۰ تایی تقسیم شدند: گروه A: ماده کور مورد استفاده در این گروه (Ivoclar Vivadent, lot M39781, Heliomolar Flow Seal Bond و Schaan, Liechtenstein) این گروه (R.T.D, lot 123390912, St-Egreve, France) بود.

فایبر کوارتز با ماتریکس اپوکسی رزین از آن استفاده کرد. این روش به سادگی در کلینیک و بر بالین بیمار (Chair-side) قابل انجام است (۱۳،۱۴). استفاده کلینیکی از سیستم‌های باندینگ برای باند پست‌های فایبر و ترمیم غیرمستقیم زیبایی به سرعت در حال افزایش است (۶). هدف از این مطالعه اندازه‌گیری و بررسی میزان استحکام کششی باند سه نوع کامپوزیت (Corecem, Heliomolar Flow) و Valux Plus) با درصد وزنی مختلف فیلر، به عنوان ماده کور به همراه استفاده از دو نوع باندینگ (SE Bond و Seal bond) بر پست فایبر کوارتز DT Light بود. فرضیه اولیه در این مطالعه این است که نوع کامپوزیت و نوع ماده باندینگ، هیچ کدام بر استحکام کششی باند کور به پست تأثیر ندارد.

### روش بررسی

۶۰ عدد پست فایبر (R.T.D, lot 147151011, St-Egreve, France) DT Light#3 تهیه شد. قطر این پست‌ها در قسمت تاجی ۲/۲ میلی‌متر است و مواد تشکیل دهنده آنها به شرح زیر است:

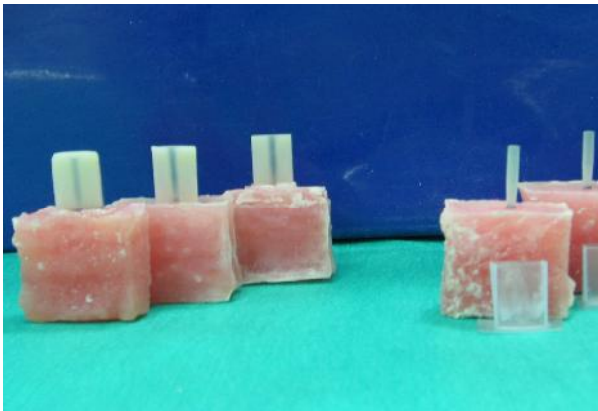
۱- فایبرهای تقویت‌کننده از جنس کوارتز که ۸۰٪ حجمی و ۶۰٪ وزنی از مواد تشکیل دهنده پست را به خود اختصاص داده‌اند. این الیاف در یک جهت (Uni-directional) و در امتداد محور طولی پست قرار دارند.

۲- یک ماتریکس رزینی از جنس اپوکسی رزین

جدول ۱- مشخصات مواد استفاده شده در مطالعه

ترکیب	نوع محصول	کارخانه سازنده	مواد
Quartz fiber, Epoxy resin	پست کوارتز فایبری	فرانسه R.T.D	D.T.Light
MPD, Bis-GMA, HEMA	باندینگ رزینی	ژاپن Kuraray	SE BOND
Acetone, Biphenyl Dimethacrylate	باندینگ رزینی	فرانسه R.T.D	SEAL BOND
Methacrylates Fillers: Barium glass Silica	کامپوزیت Flowable	فرانسه R.T.D	CORECEM
Bis-GMA, TEGDMA Filler: Zirconia/Silica	کامپوزیت هیبرید	امریکا 3M ESPE	Valux Plus
Bis-GMA, UDMA, Decadiol Dimethacrylate Filler: silicon dioxide	کامپوزیت Flowable	Liechtenstein Ivoclar Vivadent	Heliomolar Flow

پس از خارج شدن از اتیل الکل و خشک شدن، داخل هر مولد با کامپوزیت مورد نظر پر شده و بر روی پست که آن نیز با الکل تمیز شده و سیستم باندینگ مورد نظر بر سطح آن به کار رفته بود، قرار گرفت. پس از حصول اطمینان از اینکه پست دقیقاً در مرکز مولد قرار دارد و هیچ گونه حبابی که با چشم قابل رؤیت باشد، وجود ندارد (Elapsed time=15 s)؛ عمل کیور کردن کامپوزیت آغاز و از هر چهار طرف نور به آن تابانده شد (Coltolux 50, Coltene/Whaledent, Cuyahoga Falls, Ohio, 500 mW/Cm<sup>2</sup>). برای اطمینان از یکسان بودن شرایط و دستیابی به حداکثر قدرت دستگاه لایت، سر دستگاه لایت مماس با سطوح مولد قرار گرفت. پس از سخت شدن کامپوزیت به کمک یک تیغ اسکالپل و با حداقل فشار و کمترین اعمال نیرو، مولد بریده و از کامپوزیت جدا شد (۱۶) (شکل ۱).



شکل ۱- نمونه ها با استفاده از یک مولد شفاف ساخته شدند.

پس از تکمیل شدن مرحله ساخت نمونه‌ها، تمامی آنها به مدت ۲ هفته در انکوباتور در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد و رطوبت تقریبی ۱۰۰٪ نگهداری شدند و سپس تحت ترموسایکلینگ قرار گرفتند به نحوی که در هر سیکل نمونه‌ها به مدت ۳۰ ثانیه در آب گرم با دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد، ۱۲ ثانیه خارج از آب و سپس مجدداً ۳۰ ثانیه در آب سرد با دمای ۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. کل زمان یک سیکل کامل ۱ دقیقه و ۱۲ ثانیه بود و این عمل ۵۰۰۰ بار انجام شد.

### برش نمونه‌ها

به منظور برش نمونه‌ها، از دستگاه برش با دور کند

گروه B: ماده کور مورد استفاده در این گروه Heliomolar Flow و باندینگ این گروه SE bond (Kuraray Medical Inc, loc 1453AA, Okayama, Japan) بود.

گروه C: ماده کور مورد استفاده در این گروه Valux Plus (3M ESPE, lot116942, USA) و باندینگ این گروه Seal Bond بود.

گروه D: ماده کور مورد استفاده در این گروه Valux Plus و باندینگ این گروه SE Bond بود.

گروه E: ماده کور مورد استفاده در این گروه Corecem (R.T.D, lot 082390805, St-Egreve, France) و باندینگ این گروه Seal Bond بود.

گروه F: ماده کور مورد استفاده در این گروه Corecem و باندینگ این گروه SE bond بود. شرح ترکیبات مواد هر گروه در جدول ۱ آورده شده است.

پس از تقسیم کردن پست‌ها به طور تصادفی در گروه‌ها، مرحله اصلی ساخت نمونه‌ها یعنی ساختن کور بر روی پست آغاز شد. برای ساختن نمونه‌ها، ابتدا سطح پست به باندینگ مورد نظر در آن گروه طبق دستور شرکت سازنده آغشته شد و سپس کور بر روی پست شکل داده شد.

### شکل‌دهی کور

برای یکسان بودن ابعاد کورها، از مولدهایی شفاف در ابعاد یکسان (۱۰×۹×۲/۲ میلی‌متر) استفاده شد. از آنجا که کامپوزیت‌های مورد استفاده در این مطالعه نورسخت شونده و دوگانه (نوری-شیمیایی) سخت‌شونده بودند، این مولدها باید از ماده‌ای شفاف ساخته می‌شدند تا قابلیت عبور نور را داشته باشند. به علت کوچکی ابعاد مولدها امکان ساختن آنها با ابزار تراشکاری که در دسترس بودند وجود نداشت. بنابراین مولدها به طور دستی ساخته شدند. برای این منظور از یک گیج تراشکاری از جنس استینلس استیل که ابعاد آن (۲×۹×۲۰ میلی‌متر) بود و با ابعاد مورد نظر مشابهت داشت استفاده شد. به کمک این گیج و طلق شفاف موجود در بازار ۶۰ عدد مولد با ابعاد مذکور ساخته شد. سپس هر مولد برای ساخت یک نمونه استفاده شد. به این صورت که ابتدا مولد مورد نظر داخل اتیل الکل به مدت ۲۰ ثانیه غوطه‌ور شد و

جایگاه قرارگیری نمونه، ثابت شد و به هر نمونه با سرعت ۱ میلی‌متر در دقیقه نیرو وارد شد تا کور از پست جدا شود. نیرویی که در لحظه جدا شدن پست و کور از یکدیگر اعمال شده بود ثبت گردید و سپس استحکام کششی باند در مقیاس میکرو برای هر نمونه از طریق تقسیم کردن حداکثر نیرو در هنگام جدا شدن پست از کور، بر سطح مقطع باند شده به دست آمد و در واحد مگاپاسکال بیان شد. نحوه محاسبه آن براساس فرمول زیر است:

$$\text{Bond strength} = F/A \quad A = 2\pi r \times L/2$$

r: شعاع دایره در سطح مقطع پست

L: ارتفاع پست در قطعه برش خورده شده

### بررسی نوع شکست

در مرحله آخر، نمونه‌هایی که تست باند درمورد آنها انجام شده بودند، با بزرگنمایی ۴۰ برابر، زیر دستگاه استریومیکروسکوپ (Nikon, Japan) مشاهده شدند و نحوه شکست آنها گزارش شد. شکست‌ها به صورت ادهزیو بین کور و پست، کوهزیو در پست، کوهزیو در کور و مختلط (محل شکست در باندینگ، کور و پست) گزارش شد. پس از تعیین هموزن بودن داده‌ها، تداخل متغیرها (Interaction) با استفاده از تست Two-way ANOVA و Tukey HSD برای تعیین اختلاف معنی‌دار ( $\alpha=0/05$ ) بین میانگین استحکام کشش گروه‌ها از One-way ANOVA و Tukey HSD و نرم‌افزار SPSS (SPSS Inc, Ver 11.5, Chicago, Ill, USA) انجام شد.

### یافته‌ها

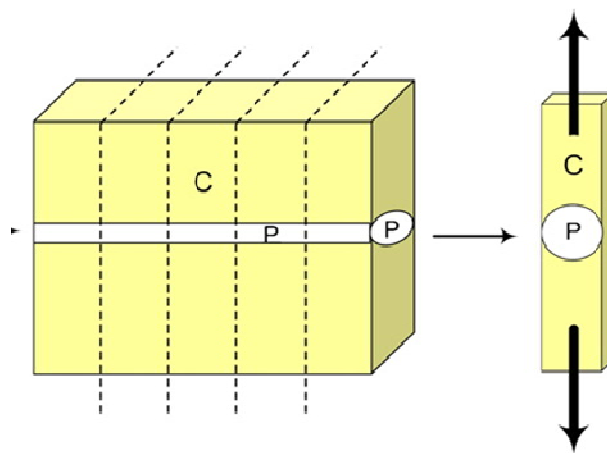
از آنجا که میزان واریانس داخل نمونه‌ای برابر با میزان واریانس بین نمونه‌ای در هر گروه بود، هر برش به عنوان یک نمونه مستقل در نظر گرفته شد.

بیشترین میزان میانگین استحکام باند با کاربرد کامپوزیت Valux Plus و سیستم باند Seal Bond و کمترین با کاربرد کامپوزیت Valux Plus و سیستم باند SE Bond به ترتیب ۷/۱۳ و ۳/۲۶ مگاپاسکال حاصل شد. به برخی از نمونه‌ها که دچار شکست

(Isomet Saw, Buehler LTD, Lake Bluff, USA) استفاده شد. تمامی نمونه‌ها با سرعتی یکسان تحت خنک‌کننده آبی برش داده شدند. جهت قرارگیری نمونه‌ها در دستگاه برش عمود بر تیغه بود تا بتوان برشهایی عرضی از هر نمونه به دست آورد و در نهایت ۴ برش هریک به ضخامت ۱ میلی‌متر از هر نمونه اولیه حاصل شد. بدین ترتیب ابعاد نهایی نمونه‌ها ۱×۲×۹ میلی‌متر بود (اشکال ۲ و ۳).



شکل ۲- نمونه‌های بعد از برش به صورت میله‌هایی بودند که کور کامپوزیتی در دو طرف و پست در مرکز قرار دارد.



شکل ۳- تصویر شماتیک نمونه‌های میله‌ای شکل بعد از برش

### Microtensile bond test

در این مرحله از دستگاه Microtensile bond tester (Bisco, Virginia, USA) استفاده شد. طبق دستورالعمل شرکت سازنده، به کمک چسب سیانو آکریلات (Beta Kimya San, Istanbul, Turkey) نمونه مورد آزمایش در

زودرس شدند مقدار صفر اختصاص داده شد (جدول ۲).  
 تست تداخل متغیرها (Interaction) انجام و نتیجه مثبت شد  
 گروه‌ها نشان داد ( $P < 0.02$ ). به دلیل مثبت بودن تداخل دو متغیر نوع کامپوزیت و سیستم باندینگ به منظور بررسی اثر هر دو عامل از آزمون مقایسه چندگانه Tukey HSD استفاده شد (جدول ۳ و ۴).  
 بدین معنا که تأثیر متغیرهای نوع کامپوزیت و سیستم باندینگ بر MTBS مستقل از یکدیگر نبود. نتایج حاصل از آزمون

جدول ۲- مقادیر توصیفی تست ریزکشی در گروه‌های مورد آزمایش (MPa)

Mean±Standard Deviation	تعداد	باندینگ	کامپوزیت
۶/۱۴ ± ۲/۸۳	۴۰	Seal Bond	Heliomolar Flow
۴/۶۸ ± ۲/۶۲۰	۴۰	SE Bond	
۷/۱۳ ± ۳/۴۲	۴۰	Seal Bond	Valux Plus
۳/۲۶ ± ۲/۱۰	۴۰	SE Bond	
۵/۰۵ ± ۳/۵۱	۴۰	Seal Bond	Corecem
۵/۸۹ ± ۲/۶۶	۴۰	SE Bond	

جدول ۳- نتایج آزمون Tukey HSD به تفکیک سیستم باندینگ

Sig.	کامپوزیت ۲	کامپوزیت ۱	باندینگ
.367	Valux Plus	Heliomolar Flow	
.305	Corecem		
.367	Heliomolar Flow	Valux Plus	Seal Bond
.015	Corecem		
.305	Heliomolar Flow	Corecem	
.015	Valux Plus		
.030	Valux Plus	Heliomolar Flow	
.075	Corcem		
.030	Heliomolar Flow	Valux Plus	SE Bond
.000	Corcem		
.075	Heliomolar Flow	Corcem	
<0.001	Valux Plus		

جدول ۴- نتایج آزمون Tukey HSD به تفکیک نوع کامپوزیت

sig	Mean±Standard Deviation (MPa)	باندینگ	کامپوزیت
.019	۶/۱۴ ± ۲/۸۳	Seal Bond	Heliomolar Flow
	۴/۶۸ ± ۲/۶۲۰	SE Bond	
<.001	۷/۱۳ ± ۳/۴۲	Seal Bond	Valux Plus
	۳/۲۶ ± ۲/۱۰	SE Bond	
.032	۵/۰۵ ± ۳/۵۱	Seal Bond	Corecem
	۵/۸۹ ± ۲/۶۶	SE Bond	

جدول ۵- مدل‌های شکست در نمونه‌ها

باندینگ	کامپوزیت	Failure mode			
		Adhesive%	Cohesive post%	Mixed%	Total
Seal Bond	Heliomolar	97.5	2.5	0	100
	Valux plus	90	2.5	7.5	100
	Corcem	97.5	0	2.5	100
SE Bond	Heliomolar	97.5	0	2.5	100
	Valux plus	100	0	0	100
	Corcem	100	0	0	100

می‌باشد (N=۴۰).

در مطالعه حاضر سه نوع ماده کور کامپوزیتی مورد بررسی قرار گرفتند. کامپوزیت Valux Plus یک کامپوزیت هیبرید (۸۵٪ فیلر) است و کامپوزیت Heliomolar Flow یک نوع کامپوزیت سیلان‌پذیر (۵۱٪ فیلر) است. درحالی‌که Corecem کامپوزیت سیلان‌پذیر اما اختصاصی ساخت کور می‌باشد. درصد فیلر آن از Heliomolar Flow بیشتر است (۶۶٪) اما همچنان سیالیت خود را حفظ کرده است. سیال بودن Corecem باعث شده که بتوان از آن به عنوان سمان برای سمان کردن پست به عاج ریشه‌ای دندان استفاده کرد. استفاده از ماده‌ای واحد برای این دو منظور (سمان کردن پست و شکل دادن کور) باعث سهولت درمان، کاهش زمان کلینیکی و یکپارچه شدن ترمیم انجام شده می‌شود. بین دو نوع کامپوزیت سیلان‌پذیر در این مطالعه اختلاف معنی‌داری از لحاظ استحکام باند وجود نداشت اما در صورت کاربرد باندینگ Seal Bond، کامپوزیت Valux Plus به طور معنی‌داری استحکام باند بیشتری نسبت به Corecem داشت درحالی‌که با کاربرد SE Bond، Valux Plus به طور معنی‌داری از هر دو نوع کامپوزیت سیلان‌پذیر استحکام باند کمتری داشت.

مطالعاتی موافق این نظریه بودند که نوع کامپوزیت استفاده شده به عنوان ماده کور در استحکام باند کور به پست‌های فایبر تأثیر مشخصی دارد (۱۹-۱۷، ۹). هرچند مطالعات دیگری نیز وجود دارند که نتایج آنها موجب ابطال این نظریه است (۲۲-۲۰). این تفاوت در نظریه‌ها می‌تواند به علت تفاوت در ترکیب شیمیایی مواد استفاده شده و کارخانه

در صورت استفاده از سیستم باندینگ Seal Bond تنها بین استحکام باند حاصل از کامپوزیت Valux Plus و Corecem اختلاف معنی‌دار دیده شد ( $P=0/02$ ) اما بین سایر گروه‌ها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. در صورتی که با استفاده از سیستم باندینگ SE bond بین استحکام باند حاصل از کامپوزیت Valux Plus و Corecem و نیز Valux Plus و Heliomolar Flow اختلاف معنی‌دار وجود داشت ( $P=0/03$ ). اما کامپوزیت‌های Corecem و Heliomolar Flow تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند ( $P=0/75$ ). در صورت استفاده از کور کامپوزیتی Heliomolar Flow و Valux Plus بین دو نوع سیستم باندینگ به کار رفته اختلاف معنی‌دار وجود داشت ( $P=0/02$ ) به طوری‌که در هر دو حالت Seal Bond استحکام باند بالاتری را موجب شد.

نتایج حاصل از بررسی نوع شکست در گروه‌های مورد آزمایش در این مطالعه در جدول ۵ نشان داده شده است. بیشتر شکست‌ها در همه گروه‌ها از نوع ادهزیو بوده است و در هیچ یک از نمونه‌ها شکست از نوع کوهزیو کور رخ نداد.

## بحث و نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر تعداد ده عدد پست فایبر در هر گروه مورد بررسی قرار گرفت اما از آنجایی که هر پست به چهار قطعه برش داده شد و آنالیز آماری نشان داد که هر برش را می‌توان به عنوان یک نمونه مستقل در نظر گرفت، حجم نمونه در این مطالعه چهل عدد در هر گروه

پست تفاوتی با یکدیگر ندارد (۲۵). Khamverdi و همکاران نیز در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که کامپوزیت هیبرید و سیلان پذیر استحکام باند مشابه دارند اما کامپوزیت تراکم پذیر استحکام باند کمتری نسبت به دو نوع دیگر دارد (۱۱). البته Albaladejo و همکاران در مطالعه خود هفت نوع کامپوزیت Flowable را که از نظر میزان فیلر با یکدیگر تفاوت داشتند با هم مقایسه کردند و کاربرد کامپوزیتی را پیشنهاد کردند که از یک طرف تطابق بهتری ایجاد کند (ویسکوزیته کمتر) و از طرف دیگر خواص مکانیکی بالاتر داشته باشد (فیلر بیشتر) (۱۷).

در این مطالعه اثر دو نوع باندینگ بر میزان استحکام باند پست به کور بررسی شد. باندینگ Seal Bond مخصوص کاربرد فایبر پستها و یک باندینگ نسل پنجم مخصوص کاربرد فایبر پستها است بنابراین تنها شامل یک ظرف حاوی پرایمر و باندینگ به همراه هم بود. اما SE Bond یک باندینگ نسل ششم است که پرایمر و باندینگ آن در دو ظرف جداگانه قرار دارند. براساس نتایج به دست آمده در این مطالعه، در صورت کاربرد کامپوزیت‌های غیر اختصاصی برای ساخت کور استحکام باند حاصل از باندینگ Seal Bond بهتر از SE Bond بود.

در سطح تماس کورهای کامپوزیتی و فایبر پستها پیوند شیمیایی تنها ناشی از اتصال رزین کامپوزیت به فایبرهای اکسپوز در سطح پست است و از آنجا که ماتریکس این پستها پلیمرهای Cross-linked هستند، گروه‌های فانکشنال متعددی برای واکنش دادن و ایجاد پیوند شیمیایی خوب ندارند (۱۴، ۲۶). برای اینکه یک باندینگ بتواند حداکثر تأثیر خود را در افزایش قدرت باند داشته باشد باید بتواند در شبکه قابل نفوذ بینایی پلیمر در ماتریکس پست Semi-Interpenetrating Polymer Network (IPN) نفوذ کند و به این طریق موجب تقویت باندینگ شود اما در ماتریکس فایبر پست استفاده شده در این مطالعه، شبکه ذکر شده وجود ندارد تا باندینگ بتواند وارد آن شود. بنابراین کمک باندینگ برای افزایش قدرت باند بیشتر از طریق افزایش Wetting سطح پست و آماده کردن آن برای اتصال به بخش رزینی کامپوزیت است (۱۷، ۲۶). استفاده از باندینگ در این موارد موجب افزایش تأثیر نیروهای واندروالس و چسبندگی فیزیکی می‌شود که به دنبال آن واکنش‌های شیمیایی بین دو سطح ممکن

سازنده آنها، تکنیک‌های به کار رفته برای سنجش استحکام باند (Pull Out test, Push out test, Microtensile Bond strength) روش‌های متفاوت نگهداری نمونه‌ها و روش‌های مختلف استفاده شده برای Aging نمونه‌ها باشد.

به منظور دستیابی به سیالیت در کامپوزیت‌های سیلان پذیر از میزان فیلر کاسته و بر میزان مونومر آنها افزوده می‌شود (۱۰). کاربرد کامپوزیت‌های سیلان پذیر در برخی مطالعات به دلیل سهولت کاربرد و قدرت تطابق بالا به ساختارهای اطراف به دلیل ویسکوزیته پایین توصیه شده است. همچنین میزان کمتر فیلر در این کامپوزیت‌ها باعث شده که دندانپزشکان از آن به عنوان جذب کننده استرس استفاده کنند که منجر به افزایش استحکام باند می‌شود اما از طرف دیگر میزان کمتر فیلر باعث افزایش انقباض در حین پلی‌مریزاسیون و در نتیجه افزایش شکست در باند می‌شود (۱۱). مقالاتی وجود دارند که موافق این نظریه هستند که با کاهش میزان فیلر و سیال شدن کامپوزیت، از میزان استحکام باند آن کاسته می‌شود. در مطالعه Wrbas و همکاران در سال ۲۰۰۷ بررسی اثر نوع کامپوزیت از نظر میزان فیلر، نشان داد که هرچه میزان فیلر کمتر باشد استحکام باند حاصله نیز کمتر خواهد بود و عکس این نیز صادق است و با افزایش میزان فیلر در ترکیب کامپوزیت استحکام باند بیشتری مورد انتظار است (۱). همچنین در مطالعه Sadek و همکاران در سال ۲۰۰۷ که استحکام باند سه نوع کامپوزیت هیبرید را با سه نوع کامپوزیت Flowable به عنوان ماده کور مورد مقایسه قرار دادند، کاهش استحکام باند هنگام استفاده از کامپوزیت‌های Flowable مشاهده شد (۹). در مطالعه دیگری که توسط Millstein و همکاران انجام شد، علیرغم اینکه کورهای کامپوزیتی و آمالگامی استحکام باند مشابهی نشان دادند، اما استحکام باند به دست آمده از کورهای گلاس آیونومری کمتر از کامپوزیت و آمالگام بود (۲۳). البته مطالعات دیگری نیز وجود دارند که حاکی از عدم تأثیر نوع ماده کور و همچنین میزان فیلر در ترکیبات کامپوزیت بر استحکام باند آن به پست‌های فایبر است. به عنوان مثال در مطالعه‌ای Ferrari و همکاران نشان دادند که نوع و ویسکوزیته کامپوزیت در استحکام باند به دست آمده تأثیری ندارد (۲۴). Monticelli و همکاران نیز دو نوع کامپوزیت را با یکدیگر مقایسه کردند و آنها نیز به این نتیجه دست یافتند که این دو نوع کامپوزیت از نظر استحکام باند به



شکست‌های زودرس بین ۱۲/۵-۲/۵ درصد رخ داد و به نمونه‌هایی که دچار شکست زودرس شده بودند مقدار صفر مگاپاسکال اختصاص داده شد.

در مطالعه حاضر جهت شبیه‌سازی محیط دهان، نمونه‌ها به مدت دو هفته در انکوباتور نگهداری شدند و سپس تحت ترموسایکلینگ قرار گرفتند. درحالی‌که در بسیاری از مقالات مدت ذخیره‌سازی نمونه‌ها کوتاه بود و ترموسایکلینگ نیز انجام نشد (۲۶، ۱۱، ۱۲، ۲۶). در مواردی که روکش توانایی جلوگیری از نشت را نداشته باشد مایعات می‌توانند به این سطح تماس دسترسی پیدا کنند. ترموسایکلینگ هم شرایطی را فراهم می‌آورد که نمونه‌های باند شده در معرض طیفی از دما، مشابه آنچه در دهان اتفاق می‌افتد قرار بگیرند (۲۹). نگهداری طولانی‌تر نمونه‌ها به همراه ترموسایکلینگ یا بارگذاری مکانیکی ممکن است سبب افزایش تخریب و هیدرولیز شود و بر دوام باند تأثیرگذار باشد (۲، ۲۹).

بررسی نوع شکست نشان داد که در تمامی گروه‌های مورد آزمایش، درصد بیشتری از نمونه‌ها دچار شکست آدهزیو شده‌اند؛ این مسأله می‌تواند به علت ساختار و ترکیبات پست‌های به کار رفته در این مطالعه باشد. پست‌های DT Light حاوی فایبرهای کوارتز آغشته به سایلین هستند که در ماتریکسی از اپوکسی رزین قرار گرفته‌اند. در هنگام ساخت این پست‌ها فایبرها تحت نیروی کششی قرار گرفته، در رزین غوطه‌ور و سپس پلیمریزه می‌شوند (۱۷). این مراحل باعث می‌شوند که مقاومت کوهزیو درون پست بیشتر از نیروی باندینگ آن به کور باشد، بنابراین تعداد شکست‌های کوهزیو در پست کاهش می‌یابد.

طبق نتایج به دست آمده از آزمایش‌های انجام شده در این مطالعه، فرضیه اولیه مطالعه که عدم تأثیر ماده کور و نوع باندینگ بر استحکام باند کوره‌های کامپوزیتی به پست‌های فایبر کوارتز بود رد شد و نتیجه گرفته شد که هم نوع باندینگ و هم نوع ماده کور بر استحکام باند آن به پست‌های فایبر مؤثر است.

با وجود محدودیت‌های این مطالعه می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که استحکام باند، تحت تأثیر نوع کامپوزیت و نوع سیستم باندینگ قرار دارد و این دو عامل هم با هم در ارتباط هستند به طوری که کامپوزیت واحد ممکن است با کاربرد باندینگ متفاوت رفتار متفاوتی نشان دهد.

است صورت گیرند (۲۶، ۲۷). علت تفاوت در دو نوع ماده باندینگ را شاید بتوان به نحوه استفاده از دو ماده نسبت داد. Seal Bond یک باندینگ نسل پنجم و SE Bond یک باندینگ نسل ششم است که شامل یک ظرف پرایمر و یک ظرف حاوی باندینگ است. بنابراین استفاده از پرایمر در یک مرحله به طور جداگانه باعث افزایش مراحل کاری می‌شود که این امر خود موجب افزایش اشتباهات حین کار و احتمال خطا می‌شود.

در این مطالعه تنها از باندینگ استفاده شد و سایلین به کار برده نشد. چراکه در برخی مطالعات سایلین تأثیر متفاوتی بر اساس نوع کامپوزیت و میزان فیلر آن در استحکام باند داشته است (۱۷). جهت حذف این عامل مخدوش کننده از کاربرد سایلین خودداری شد. همچنین در مطالعه Wrbas و همکاران در سال ۲۰۰۷ سایلین تأثیر معنی‌داری در استحکام باند پست DT Light و کور کامپوزیتی ایجاد نکرد چراکه ماتریکس این پست از پلی‌مرهای به شدت متقاطع تشکیل شده و گروه‌های مؤثر را برای واکنش شیمیایی با مولکول‌های سایلین ندارد (۱).

در مطالعه حاضر، گروهی به عنوان گروه کنترل در نظر گرفته نشد چراکه از یک طرف کامپوزیت بدون فیلر وجود نداشت و از طرف دیگر در مورد باندینگ نیز هدف، مقایسه کاربرد باندینگ پیشنهادی کارخانه سازنده با یک نوع باندینگ رایج در کلینیک بود.

روش‌های بسیاری برای ارزیابی استحکام باند بین دو ماده به کار می‌رود. در این مطالعه برای بررسی استحکام باند کوره‌های کامپوزیت به پست‌های فایبر کوارتز، از Microtensile bond strength test استفاده شد که به عنوان مناسب‌ترین روش برای ارزیابی استحکام باند در مقاطع کوچک به شمار می‌رود و در مطالعات بسیاری مورد استفاده قرار گرفته است (۹، ۱۱، ۱۳، ۱۴، ۱۷، ۲۲، ۲۸). از اشکالات این تست تعداد بالای شکست‌ها پیش از انجام بارگذاری در دستگاه وارد آورنده نیرو است (۱). اما نوع بدون تراش آن (Non-trimming) - که در این مطالعه به کار برده شده نسبت به نوعی که نمونه‌ها را به شکل ساعت شنی برش می‌دهند، کمتر مهاجم است (۲۶). همچنین در این مطالعه جهت کاهش شکست‌های زودرس، کور کامپوزیتی از ابتدا به شکل مکعب - مستطیلی به ضخامت قطر پست فرم داده شد تا دیگر نیاز به دو برش طولی برای عریان شدن سطح پست نباشد. بدین ترتیب

## تشکر و قدردانی

می‌باشد. بدین‌وسیله از زحمات آقای دکتر فاطمی در انجام مراحل تکنیکی آماده‌سازی نمونه‌ها، تشکر می‌شود.

این مقاله نتیجه طرح تحقیقاتی مصوب دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران به شماره قرارداد ۹۰-۰۳-۶۹-۱۳۷۴۴

## منابع:

- 1- Wrbas KT, Schirrmeister JF, Altenburger MJ, Agrafioti A, Hellwig E. Bond strength between fiber posts and composite resin cores: effect of post surface silanization. *Int Endod J*. 2007;40(7):538-43.
- 2- Rathke A, Haj-Omer D, Muche R, Haller B. Effectiveness of bonding fiber posts to root canals and composite core build-ups. *Eur J Oral Sci*. 2009;117(5):604-10.
- 3- Cagidiaco MC, Radovic I, Simonetti M, Tay F, Ferrari M. Clinical performance of fiber post restorations in endodontically treated teeth: 2-year results. *Int J Prosthodont*. 2007;20(3):293-8.
- 4- Ferrari M, Cagidiaco MC, Goracci C, Vichi A, Mason PN, Radovic I, et al. Long-term retrospective study of the clinical performance of fiber posts. *Am J Dent*. 2007;20(5):287-91.
- 5- Cagidiaco MC, Goracci C, Garcia-Godoy F, Ferrari M. Clinical studies of fiber posts: a literature review. *Int J Prosthodont*. 2008;21(4):328-36.
- 6- 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.
- 7- Kajihara H, Suzuki S, Minesaki Y, Kurashige H, Tanaka T. Effect of filler loading on resin cement bonding to silanized buildup composites. *Am J Dent*. 2005;18(2):109-12.
- 8- Monticelli F, Goracci C, Ferrari M. Micromorphology of the fiber post-resin core unit: a scanning electron microscopy evaluation. *Dent Mater*. 2004;20(2):176-83.
- 9- Sadek FT, Monticelli F, Goracci C, Tay FR, Cardoso PE, Ferrari M. Bond strength performance of different resin composites used as core material around fiber posts. *Dent Mater*. 2007;23(1):95-9.
- 10- Ikeda I, Otsuki M, Sadr A, Nomura T, Kishikawa R, Tagami J. Effect of filler content of flowable composites on resin-cavity interface. *Dent Mater J*. 2009;28(6):679-85.
- 11- Khamverdi Z, Kasraei S, Azarsina M, Gheysari F. Microtensile bond strength of quartz fiber posts to different composite cores. *Braz Oral Res*. 2011;25(4):295-301.
- 12- Ferrari M, Carvalho CA, Goracci C, Antonioli F, Mazzoni A, Mazzotti G, et al., Influence of Luting Material Filler Content on Post Cementation. *J Dent Res*. 2009;88(10):951-6.
- 13- Bouillaguet S, Troesch S, Wataha JC, Krejci I, Meyer JM, Pashley DH. Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. *Dent Mater*. 2003;19(3):199-205.
- 14- Radovic I, Monticelli F, Papacchini F, Magni E, Cury AH, Vulicevic ZR, et al., Accelerated aging of adhesive-mediated fiber post-resin composite bonds: A modeling approach. *J Dent*. 2007;35(8):683-9.
- 15- Kerby RE, Knobloch LA, Clelland N, Lilley H, Seghi R. Microtensile bond strength of one-step and self-etching adhesive systems. *Oper Dent*. 2005;30(2):195-200.
- 16- H Jalali, M Mostajab. Disertation. Comparison of microtensile bond strength of different composite resins core material to fiber post after applying two different adhesives. Thesis No 4594. Dental field. Dental school. Tehran University of medical sciences. Academic year:2010.
- 17- Albaladejo A, Osorio R, Papacchini F, Goracci C, Toledano M, Ferrari M. Post Silanization Improves Bond Strength of Translucent Posts to Flowable Composite Resins. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2007;82(2):320-4.
- 18- Vano M, Goracci C, Monticelli F, Tognini F, Gabriele M, Tay FR, et al. The adhesion between fibre posts and composite resin cores: the evaluation of microtensile bond strength following various surface chemical treatments to posts. *Int Endod J*. 2006;39(1):31-9.
- 19- Salameh Z, Papacchini F, Ounsi HF, Goracci C, Tashkandi E, Ferrari M. Adhesion between prefabricated fiber-reinforced posts and different composite resin cores: a microtensile bond strength evaluation. *J Adhes Dent*. 2006;8(2):113-7.
- 20- Artopoulou II, O'Keefe KL, Powers JM. Effect of core diameter and surface treatment on the retention of resin composite cores to prefabricated endodontic posts. *J Prosthodont*. 2006;15(3):172-9.
- 21- Sen D, Akgüngör G. Shear bond strength of two composite core materials after using all-in-one and single bottle dentin adhesives. *J Prosthodont*. 2005;14(2):97-103.
- 22- Goracci C, Raffaelli O, Monticelli F, Balleri B, Bertelli E, Ferrari M. The adhesion between prefabricated FRC posts and composite resin cores: microtensile bond strength with and without post-silanization. *Dental Materials*. *Dent Mater*. 2005;21(5):437-44.
- 23- Millstein PL, Ho J, Nathanson D. Retention between a serrated steel dowel and different core materials. *J Prosthet Dent*. 1991;65(4):480-2.
- 24- Ferrari M, Goracci C, Sadek FT, Monticelli F, Tay FR. An investigation of the interfacial strength of methacrylate resin-based glass fiber post-core buildups. *J Adhes Dent*. 2006;8(4):239-45.
- 25- Monticelli F, Toledano M, Tay FR, Cury AH, Goracci C, Ferrari M. Post-surface conditioning improves interfacial adhesion in post/core restorations. *Dent Mater*. 2006;22(7):602-9.
- 26- Goracci C, Raffaelli O, Monticelli F, Balleri B, Bertelli E, Ferrari M. The adhesion between prefabricated FRC posts and composite resin cores: microtensile bond strength with and without post-silanization. *Dent Mater*. 2005;21(5):437-44.

- 27- Yenisey M, Kulunk S. Effects of chemical surface treatments of quartz and glass fiber posts on the retention of a composite resin. *J Prosthet Dent.* 2008;99(1):38-45.
- 28- Aksornmuang J, Foxton RM, Nakajima M, Tagami J. Microtensile bond strength of a dual-cure resin core material to glass and quartz fibre posts. *J Dent.* 2004;32(6):443-50.
- 29- Monticelli F, Osorio R, Tay FR, Sadek FT, Ferrari M, Toledano M. Resistance to thermo-mechanical stress of different coupling agents used as intermediate layer in resin-fiber post bonds. *Am J Dent.* 2007;20(6):416-20.