

## ارزیابی قدرت باند برشی براکت‌های فلزی به مینا پس از کاربرد پرایمر روی بیس براکت: یک مطالعه آزمایشگاهی

دکتر زهره هدایتی<sup>۱+</sup> - دکتر محمد مهدی فیروزبخت<sup>۲</sup>

۱- دانشیار گروه آموزشی ارتودنتیکس، دانشکده دندانپزشکی و عضو مرکز تحقیقات ارتودنتیکس دانشگاه علوم پزشکی شیراز

۲- متخصص ارتدسنسی

### Evaluation of shear bond strength of metal brackets to enamel after application of primers over bracket base: an in vitro study

Hedayati Z<sup>1</sup>, Firuzbakht MM<sup>2</sup>

1- Associate Professor, Member of Orthodontic Research Center, Department of Orthodontics, School of Dentistry, Shiraz University of Medical Sciences

2- Orthodontist

**Background and Aims:** The aim of this study was to evaluate the effect of application of two types of primers over bracket bases on the shear bond strength (SBS) and mode of bond failure.

**Materials and Methods:** In this study, 75 human premolar teeth were divided into three equal groups. In group 1 (control), after surface preparation of enamel by conventional method (acid etching+primer) brackets were bonded with Transbond XT composite. In group 2 (TX), brackets were bonded to enamel same as the first group but Transbond XT primer were used on bracket bases before placement of composite. In group 3 (PL), Transbond plus primer was applied on bracket bases before placement of composite. After 24 h, the SBS test was performed by universal testing machine at crosshead speed of 0.5 mm/min. Then, adhesive remnant index (ARI) scores and percentage of cohesive fracture were determined using stereomicroscopy. SBS data were analyzed by one-way ANOVA and Duncan tests. Kruskal-Wallis and Mann-Whitney tests were used to analyze ARI and cohesive fracture results.

**Results:** There was significant difference in SBS values among the groups ( $P < 0.001$ ). The highest SBS was shown in TX group and the lowest was seen in PL group. There was no significant difference between control and TX groups in ARI scores ( $P = 0.199$ ). No significant difference was found in cohesive fracture values between the groups ( $P = 0.093$ ). Both the control and TX groups showed significant difference in ARI scores and cohesive fracture compared with the PL group in all of the comparisons ( $P < 0.001$ ).

**Conclusion:** Application of Transbond XT primer over bracket base affects the bond strength and failure mode. Transbond XT primer increased the bond strength but Transbond plus primer decreased it.

**Key Words:** Primer; Transbond XT; Transbond Plus

Journal of Dental Medicine-Tehran University of Medical Sciences 2011;24(2):94-101

#### چکیده

**زمینه و هدف:** این مطالعه با هدف ارزیابی تأثیر کاربرد دو نوع پرایمر روی بیس براکت، بر قدرت باند برشی (SBS) و نحوه شکست باند انجام گرفت. **روش بررسی:** در این مطالعه ۷۵ دندان کشیده شده پرمولر انسان به سه گروه مساوی تقسیم شدند؛ گروه ۱ (کنترل): در این گروه براکت‌ها پس از آماده‌سازی سطح مینا به روش معمول (اسید اچ + پرایمر) توسط کامپوزیت لایت کیور Transbond XT باند شدند. گروه ۲ (TX): در این گروه نیز براکت‌ها شبیه گروه ۱ به سطح مینا باند شدند، تنها با این تفاوت که قبل از قرار دادن کامپوزیت، یک لایه پرایمر Transbond XT بر روی بیس براکت زده شد. گروه ۳ (PL): در این گروه نیز قبل از قرار دادن کامپوزیت یک لایه پرایمر Transbond Plus روی بیس براکت زده شد. بعد از ۲۴ ساعت آزمون قدرت باند برشی با سرعت کراس هد

+ مؤلف مسؤول: نشانی: شیراز- خیابان قصردشت- نبش خیابان مهر- دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شیراز- گروه آموزشی ارتودنتیکس  
تلفن: ۰۷۱۱۶۲۸۹۹۱۳ نشانی الکترونیک: [hedayat@yaho.com](mailto:hedayat@yaho.com)

۰/۵ میلی‌متر بر دقیقه انجام گرفت. در ادامه به کمک استریومیکروسکوپ مقادیر ARI (Adhesive remnant index) و شاخص شکست کوهزیو محاسبه شد. نتایج قدرت باند برشی، توسط آزمون‌های ANOVA و دانکن آنالیز گردید. نتایج ARI و شاخص شکست کوهزیو نیز، توسط آزمون‌های کراسکال والیس و من ویتنی بررسی شد.

**یافته‌ها:** قدرت باند برشی بین سه گروه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری را نشان داد ( $P < 0/001$ ). بیشترین قدرت باند مربوط به گروه TX و کمترین مربوط به گروه PL بود. دو گروه کنترل و TX از نظر ARI تفاوت آماری معنی‌داری نداشتند ( $P = 0/199$ ). این دو گروه از نظر شاخص شکست کوهزیو نیز اختلاف معنی‌داری نداشتند ( $P = 0/093$ ). گروه‌های کنترل و TX هر دو از نظر ARI و شاخص شکست کوهزیو دارای تفاوت معنی‌دار با گروه PL بودند (در تمامی مقایسه‌ها  $P < 0/001$  بود).

**نتیجه‌گیری:** کاربرد پرایمر Transbond XT روی بیس براکت بر قدرت و نحوه شکست باند مؤثر بوده و سبب استحکام بیشتر باند شده است، در حالیکه کاربرد پرایمر Transbond Plus از استحکام باند کاسته است.

**کلید واژه‌ها:** پرایمر؛ Transbond XT؛ Transbond Plus

وصول: ۸۹/۰۹/۲۵ اصلاح نهایی: ۹۰/۰۳/۰۵ تأیید چاپ: ۹۰/۰۳/۱۵

## مقدمه

پیشرفت‌های سریع در دانش مواد دندان‌دانی در طی سال‌های اخیر، منجر به تولید مواد پیشرفته‌ای شده است که پروسه باندینگ مستقیم را دقیق‌تر، راحت‌تر و از لحاظ زمانی مقرون به صرفه نموده است. لذا با پیشرفت‌های اخیر در زمانی کوتاه می‌توان به استحکام باند مطلوب دست یافت. در ارتودنسی میزانی از استحکام باند مطلوب است که از جدا شدن براکت‌ها طی درمان جلوگیری کند اما موجب صدمه به دندان در حین دبان‌دینگ نشود (۱،۲).

اگر استحکام باند براکت بیش از حد بالا باشد، جدا شدن باند در سطح دندان نامطلوب خواهد بود، زیرا ممکن است سطح مینا آسیب ببیند (۳). از طرفی اگر میزان ادهزیو باقیمانده بر روی دندان بعد از دبان‌دینگ زیاد باشد، وقت بیشتری صرف برداشتن آن خواهد شد (۴).

عوامل مختلفی که بر قدرت باند براکت به مینا تأثیر می‌گذارند شامل: ۱- مساحت بیس براکت ۲- پروسه آماده‌سازی سطح مینا ۳- نوع ادهزیو (۵) ۴- طرح بیس براکت (۵-۷) ۵- وضعیت سطحی بیس براکت که می‌توان آن را توسط روش‌های آماده‌سازی (Surface treatment) همچون اچ کردن، Silanation و روش‌های دیگر تغییر داد (۵،۸). ۶- میزان نفوذ ادهزیو به داخل اندرکات‌های براکت (۹) ۷- جنس براکت ۸- محیط دهان (۱۰) می‌باشند.

با دقت در عوامل فوق می‌توان اینگونه برداشت کرد که علاوه بر عوامل مؤثر بر قدرت باند ادهزیو به مینا، عوامل مؤثر بر قدرت باند ادهزیو به براکت نیز در قدرت باند براکت به مینا نقش دارند.

ماده اصلی اکثر ادهزیوها و سیلانت‌هایی که امروزه به کار می‌روند،

Bis GMA است. این مورد به طور کلی پذیرفته شده است که ادهزیوهای ارتودنسی میل شیمیایی نسبت به فلزات یا دندان‌ها ندارند و اساس باندینگ آنها منحصر به نوعی قفل شدگی مکانیکی می‌باشد. اگر مشتقات Bis GMA بتوانند سطح پوشیده شده از اکسید اچ‌منت‌ها را که هر دو حالت قطبی را دارند، بهتر مرطوب کنند و در نتیجه بیشتر در این سطح نفوذ نمایند، استحکام باند افزایش خواهد یافت (۹).

استفاده از ادهزیوهای همانند کامپوزیت‌های لایت کیور در ارتودنسی به دلیل مزایایی همچون امکان قرار دادن صحیح‌تر و راحت‌تر براکت‌ها روز به روز گسترده‌تر می‌شود. به طوری که امروزه حدود ۷۵٪ ارتودنتیست‌های آمریکا از این کامپوزیت‌ها استفاده می‌کنند (۱۱). برخلاف کامپوزیت‌های No-mix که به منظور سفت شدن (Setting) کامپوزیت علاوه بر مینا روی سطح براکت نیز پرایمر زده می‌شود، به هنگام استفاده از کامپوزیت‌های لایت کیور ارتودنسی مثل Transbond XT، کاربرد پرایمر روی بیس براکت با هدف سفت شدن کامپوزیت ضرورتی ندارد. با این وجود اینگونه به نظر می‌رسد که کاربرد یک پرایمر مناسب روی سطح بیس باعث بهتر شدن روند مرطوب سازی (Wetting) می‌شود و نفوذ ادهزیو به داخل مش براکت افزایش می‌یابد (۹). هدف از انجام این مطالعه بررسی تأثیر کاربرد دو پرایمر Transbond Plus و Transbond XT روی سطح بیس براکت، بر قدرت باند برشی و نحوه شکست باند براکت‌های فلزی در هنگام استفاده از ادهزیو لایت کیور Transbond XT بود، چرا که اگر بتوان به کمک روش‌هایی همچون کاربرد پرایمر مناسب بر سطح براکت، قدرت باند مناسب‌تر و نحوه شکست باند بهتری را فراهم کرد،

نتایج مطلوب‌تر و طول درمان کوتاه‌تر خواهد شد. علاوه بر آن عوارض ناشی از باندینگ نیز به حداقل خواهد رسید.

## روش بررسی

در این مطالعه آزمایشگاهی که در گروه آموزشی ارتودنتیکس دانشکده دندانپزشکی شیراز انجام گرفت، از ۷۵ دندان پرمولر کشیده شده انسان که به منظور جلوگیری از دهیدراته شدن و رشد باکتری‌ها در محلول ۰/۱ درصد تیمول نگهداری شده بودند استفاده گردید (۱۰،۱۲). این دندان‌ها دارای سطح باکال سالم بدون پرکردگی، پوسیدگی و یا هیپوپلازی بوده و تحت هیچگونه عامل شیمیایی مثل هیدروژن پراکساید قرار نگرفته بودند (۱۳).

تمامی دندان‌ها پس از بررسی با بزرگمایی X ۱۰ و اطمینان از نقطه نظر نداشتن ترک (Crack) انتخاب شدند.

مواد مورد استفاده در این مطالعه عبارت بودند از:

۱- کامپوزیت لایت کیور Transbond XT که ساخت کمپانی 3M-Unitek بوده و به صورت استاندارد در مطالعات باند ارتودنسی به کار می‌رود (۱۳،۱۴).

۲- پرایمر لایت کیور Transbond XT که یک پرایمر معمولی هیدروفوبیک است.

۳- پرایمر لایت کیور Transbond Plus که یک پرایمر سلف اچ هیدروفیلیک دو قطبی است و به منظور مقایسه با پرایمر معمولی به کار رفت.

لازم به ذکر است که هر دو پرایمر مذکور با کامپوزیت Transbond XT سازگار بوده و ساخت کمپانی 3M-Unitek می‌باشند.

براکت مورد استفاده، براکت American Master Series ساخت کمپانی American Orthodontics بود که دارای بیس از نوع مش‌دار ۸۰ گیج می‌باشند.

نحوه تهیه نمونه‌ها

ابتدا دندان‌ها به وسیله خمیر پامیس بدون فلوراید و برس پروفیلاکسی به مدت ۱۰ ثانیه تمیز شدند، سپس شسته شده و با پوآر هوا خشک گشتند. در این مرحله دندان‌ها به سه گروه ۲۵ تایی تقسیم شدند:

۱- گروه اول (گروه کنترل): در این گروه سطح باکال دندان‌ها به مدت ۳۰ ثانیه توسط ژل اسید فسفریک ۳۷ درصد شسته شده و سپس به وسیله پوآر هوا خشک شدند تا ظاهری گچی پیدا کنند. یک لایه پرایمر Transbond XT روی سطح‌مینا زده شد و به مدت ۵ ثانیه به آرامی خشک شد. آنگاه توسط دستگاه لایت کیور Colt lux 75 به مدت ۱۰ ثانیه به آن نور تابانده شد (۴). هر براکت بعد از گذاشتن مقداری کامپوزیت Transbond XT روی بیس، در مرکز سطح باکال دندان قرار داده شد و به تدریج توسط یک سوند به سطح دندان فشرده گردید تا بیس براکت در حداکثر تماس با سطح باکال دندان قرار گیرد. به منظور یکسان سازی شرایط نمونه‌ها از جهت ضخامت کامپوزیت و میزان نفوذ آن به داخل مش براکت، تمامی نمونه‌ها توسط یک نفر آماده گشت. پس از این مرحله، اضافات کامپوزیت به آرامی توسط یک سوند از دور براکت برداشته و به هر نمونه به مدت ۲۰ ثانیه (۱۰ ثانیه از سمت مزیال و ۱۰ ثانیه از سمت دیستال) نور تابانده شد (۱۵-۱۱). به منظور مشابه سازی شرایط نورتابی، فاصله دهانه دستگاه لایت کیور تا سطح مزیال یا دیستال براکت در تمامی نمونه‌ها تقریباً یکسان (حدود ۵ میلی‌متر) در نظر گرفته شد.

۲- گروه دوم (گروه TX): تمام مراحل باندینگ این گروه شبیه گروه اول بود، با این تفاوت که قبل از قرار دادن کامپوزیت، یک لایه پرایمر Transbond XT روی سطح بیس براکت زده شد.

۳- گروه سوم (گروه PL): تمام مراحل باندینگ این گروه نیز شبیه گروه اول بود با این تفاوت که قبل از قرار دادن کامپوزیت یک لایه پرایمر Transbond Plus روی سطح بیس براکت زده شد.

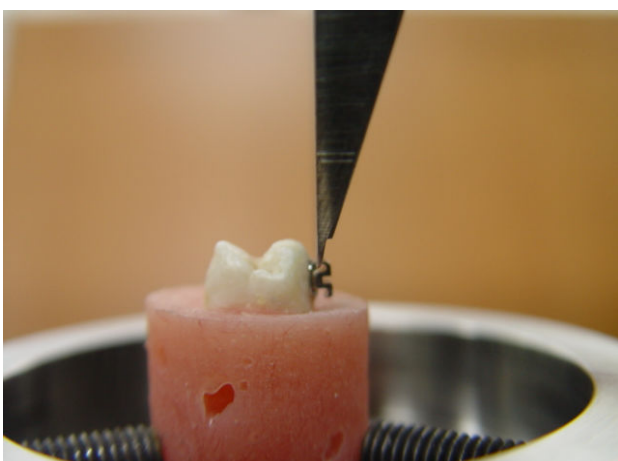
در این مرحله تمامی نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در داخل آب مقطر در دمای ۳۷ درجه قرار داده شدند (۱۲)، سپس آزمون استحکام باند برشی انجام شد. به طور کلی انجام آزمون قدرت باند بعد از ۲۴ ساعت نگهداری در آب مقطر به دلیل تکرار شدن در تحقیقات دیگر و به دلیل کامل شدن پلیمریزاسیون ادهزیو ترجیح داده می‌شود (۱۸-۱۶). در ضمن پلیمریزاسیون کامپوزیت نیز بعد از ۲۴ ساعت تکمیل می‌گردد (۱۹).

آزمون استحکام باند

برای اندازه‌گیری قدرت باند، آزمون قدرت باند برشی توسط یک تیغه نوک تیز قابل تنظیم در Universal Testing Machine



شکل ۱- استفاده از سورویور به منظور قرار دادن صحیح براکت



شکل ۲- محل قرارگیری تیغه دستگاه (محل اتصال وینگ به بیس براکت)

مقادیر ARI بر اساس میزان کامپوزیت باقیمانده روی مینا به این ترتیب تعیین شد (۱۵):

- درجه ۰: کمتر از ۱۰٪ کامپوزیت روی سطح مینا باقیمانده بود.
- درجه ۱: مساوی یا بیش از ۱۰٪ ولی کمتر از ۵۰٪ کامپوزیت روی سطح مینا باقیمانده بود.
- درجه ۲: مساوی یا بیش از ۵۰٪ ولی کمتر از ۹۰٪ کامپوزیت روی سطح مینا باقیمانده بود.
- درجه ۳: بیش از ۹۰٪ کامپوزیت روی سطح مینا باقیمانده بود.

در ادامه به منظور بررسی کامل‌تر نحوه شکست باند، شاخص دیگری به نام شاخص شکست کوهزیو (Cohesive fracture) برای هر نمونه طبق فرمول ذیل محاسبه شد:

(Zwick/Roell مدل Z020، ساخت آلمان) انجام شد. استحکام باند برشی (SBS) مخصوصاً در هنگام مطالعه سطوح بین دو ماده مهم است (۲۰).

هر کدام از دندان‌ها به کمک میله سورویور طوری در داخل ظرف سیلیکونی پر شده از آکریل فوری (به شکل استوانه‌ای به ارتفاع ۲۰ میلی‌متر و قطر ۱۹ میلی‌متر) قرار داده شدند که تاج دندان خارج از سطح آکریل باشد و بیس براکت و شیار عمودی آن موازی میله عمودی سورویور قرار بگیرد تا بدین ترتیب نیروی برشی دقیق‌تر وارد شود (شکل ۱). قبل از انجام آزمون استحکام باند، هر کدام از نمونه‌ها به گونه‌ای در دستگاه آزمون باند قرار داده شدند که تیغه متصل به واحد اعمال کننده نیرو، موازی ناحیه مرکزی بیس براکت و در تماس کامل با سطح فوقانی براکت باشد. به منظور آنکه نتایج حاصل از آزمون برشی پراکنده و متفاوت نباشد، نوک تیغه در تمامی نمونه‌ها در یک محل معین یعنی در ناحیه اتصال وینگ و بیس براکت قرار گرفت (۲۱) (شکل ۲). بعد از انجام تنظیمات لازم، تمامی اجزاء توسط پیچ‌های مربوطه در جای خود ثابت شدند و آزمون برشی انجام شد. سرعت تیغه، بر اساس مطالعات قبلی و توصیه‌های ارائه شده در آنها، ۰/۵ میلی‌متر بر دقیقه انتخاب شد (۲۱،۲۲).

نتایج حاصله از دستگاه یا همان  $F_{max}$ ، بر حسب نیوتن (N) بوده و نشان دهنده حداکثر نیروی ثبت شده توسط دستگاه قبل از شکست باند بود. با تقسیم این داده‌ها بر مساحت بیس براکت (بر حسب میلی‌متر مربع) نتایج به صورت مگاپاسکال (MPa) ارائه شد. لازم به ذکر است که مساحت بیس براکت با استفاده از دوربین دیجیتال سونی (مدل Exwave HAD متصل به استریومیکروسکوپ Steddy-T و Stereo Lith (Version 1). تعیین شد که توسط برنامه نرم افزاری (Version 1). Stereo Lith تعیین شد که ۱۲/۷۵ میلی‌متر مربع بود.

بررسی نحوه شکست باند بعد از انجام آزمون، نمونه‌ها جهت تعیین ایندکس ادهزیو باقیمانده (Adhesive Remnant Index) ARI تحت بزرگنمایی کلی ۲۷ برابر توسط استریومیکروسکوپ Steddy-T بررسی شدند و مشابه روش تعیین مساحت بیس براکت، به کمک نرم افزار Stereo Lith درصد کامپوزیت باقیمانده روی سطح مینا و سطح بیس براکت مشخص گردید.

نتایج SBS، ARI و شاخص شکست کوهزیو در سه گروه مورد مطالعه

P-Value	PL	TX	کنترل	
$P < 0.001$	$7/77 \pm 3/54$	$16/31 \pm 4/43$	$10/57 \pm 3/88$	SBS
$P < 0.001$	$2/88 \pm 0/33$	$1/8 \pm 0/50$	$2 \pm 0/76$	ARI
$P < 0.001$	$1/11 \pm 3/18$	$11/15 \pm 8/61$	$7/30 \pm 5/11$	Cohesive fracture

۱۰۰- (درصد کامپوزیت باقیمانده روی بیس برآکت + درصد کامپوزیت باقیمانده روی مینا) Cohesive fracture (برحسب درصد)  
شاخص شکست کوهزیو معرف درصد شکست کوهزیو است که در واقع درصد کامپوزیت باقیمانده مشترک بین دو سطح مینا و برآکت می‌باشد.

### آنالیز آماری

به منظور بررسی نحوه توزیع داده‌ها ابتدا آزمون کولموگروف اسمیرنوف جهت وجود توزیع نرمال داده‌ها انجام شد. در مورد قدرت باند برشی (SBS) توزیع داده‌ها نرمال بود و واریانس‌ها نیز بر اساس آزمون لون (Levene variance homogeneity test) همگن بودند. بنابراین برای مقایسه کلی میانگین مقدار باند برشی میان سه گروه از آزمون ANOVA و برای مقایسه دو به دو و رتبه‌بندی میانگین‌ها از آزمون دونکن استفاده شد. از آنجایی که توزیع داده‌ها در مورد ARI نرمال نبود، برای مقایسه کلی نتایج، آزمون کراسکال والیس (Kruskal-Wallis) و در ادامه برای مقایسه دو به دو گروه‌ها آزمون‌های من ویتنی (Mann-Whitney) انجام شد. هنگام استفاده از آزمون‌های من ویتنی، به منظور جلوگیری از افزایش خطاها در اثر مقایسه‌های مکرر، سطح معنی‌داری به کمک فرمول بنفرونی (Benferroni) تصحیح شد:

$$\text{سطح معنی‌داری تصحیح شده} = \frac{\text{سطح خطا}}{\text{تعداد مقایسه‌ها}} = \frac{0.05}{3} = 0.017$$

### یافته‌ها

تفسیر دو آزمون ANOVA و دونکن در مورد قدرت باند برشی حاکی از تفاوت بودن میانگین‌ها در بین سه گروه بود ( $P < 0.001$ ). یافته‌های قدرت باند برشی بر حسب مگاپاسکال در آمده است. تفسیر آزمون کراسکال والیس در مورد ARI حاکی از وجود تفاوت

بین سه گروه بود ( $P < 0.001$ ). نتایج ARI در جدول آمده است. بر مبنای آزمون‌های من ویتنی، دو گروه کنترل و TX از نظر متغیر ARI، تفاوت آماری معنی‌داری نداشتند ( $P = 0.199$ )، در حالیکه هر دوی این گروه‌ها با گروه PL متفاوت بودند (در هر دو مقایسه  $P < 0.001$  بود).

تفسیر آزمون کراسکال والیس در مورد شاخص شکست کوهزیو نشان دهنده وجود تفاوت بین سه گروه بود ( $P < 0.001$ ). یافته‌های شاخص شکست کوهزیو بر حسب درصد در آمده است. مطابق آزمون‌های من ویتنی، دو گروه کنترل و TX از نظر متغیر شاخص شکست کوهزیو اختلاف آماری معنی‌داری نداشتند ( $P = 0.093$ )، در حالیکه هر دوی این گروه‌ها با گروه PL تفاوت چشمگیری داشتند (در هر دو مقایسه  $P < 0.001$  بود).

### بحث و نتیجه‌گیری

وضعیت سطحی بیس برآکت یکی از عواملی است که روی قدرت باند برشی برآکت به مینا تأثیرگذار است. سطح بیس برآکت را می‌توان توسط روش‌هایی تغییر داد (۵،۸). تمامی این روش‌ها در واقع سعی دارند قدرت باند بین ادهزیو و بیس برآکت را تغییر دهند. طبق نتایج حاصل از مطالعات متعدد، سطح بین ماده ادهزیو و بیس برآکت ضعیف‌ترین نقطه در باندینگ‌هاست (۲۳،۲۴).

اگر سطح بیس برآکت به کمک روش‌هایی همچون کاربرد یک پرایمر مناسب، بهتر مرطوب شود و نفوذ ادهزیو به داخل اندرکات‌های بیس بیشتر شود، ممکن است استحکام باند برآکت به مینا افزایش یابد (۹).

این حقیقت که الگوی شکست باند ادهزیو و برآکت در آزمایشگاه با واقعیت و در دهان بیمار تشابه کمی دارد، کاربرد کلینیکی اطلاعات حاصله را محدود می‌نماید. ولی به هر حال این گونه مطالعات راهگشای انجام مطالعات کلینیکی است.

افزایش (بهبود) می‌یابد (۲۶).

در اینجا دو فرضیه مطرح می‌باشد:

- فرضیه اول اینکه پرایمر Transbond XT مثل یک سورفکتانت عمل کرده و با ایجاد یک لایه حد واسط باعث افزایش مرطوب سازی سطح بیس و در نتیجه نفوذ حجم بیشتر ادهزیو در داخل اندرکات‌ها شده باشد.

- فرضیه دوم اینکه حجم ادهزیو وارد شده به داخل اندرکات‌ها افزایش نیافته باشد، بلکه پرایمر Transbond XT به دلیل ویسکوزیته پایین‌تر به خوبی وارد اندرکات‌های مش شده و بعد از پلیمریزه شدن در لایه لای مش براکت یک لایه حد واسط با استحکام داخلی بالا ایجاد کرده باشد و بدین ترتیب همچون یک چسب قوی عمل کرده باشد.

کاهش قدرت باند توسط پرایمر Transbond Plus نیز احتمالاً به دلیل ضعیف بودن استحکام داخلی پرایمر پلیمریزه شده در اطراف مش براکت و در نتیجه شکست باند در نیروهای کمتر نسبت به گروه کنترل می‌باشد. اگرچه قدرت پیوند شیمیایی بین پرایمر Transbond Plus و ادهزیو Transbond XT بر اساس اظهارات کارخانه سازنده (3M-Unitek) و مطالعات مختلف بالا می‌باشد (۲۹-۲۷). اما در این حالت احتمالاً نفوذ پرایمر مذکور در لایه لای مش براکت و ایجاد یک لایه حد فاصل بین ادهزیو و مش فلزی منجر به نفوذ کمتر ادهزیو به داخل مش شده است و از آنجایی که استحکام پرایمر پلیمریزه شده فاقد فیلر کمتر از ادهزیو می‌باشد قدرت باند برشی کاهش یافته است.

قدرت باند مطلوب براکت‌های ارتدسنسی باید به اندازه‌ای باشد که در برابر نیروهای داخل دهانی در دوره درمان مقاومت نماید و در عین حال عمل شکست پیوند را در پایان درمان بدون آسیب رساندن به مینا آسان سازد. محدوده پیشنهاد شده مناسب برای کارایی بالینی بر پایه مطالعه Reynolds و Von Fraunhofer (۳۰) از ۵/۷ تا ۷/۹ مگاپاسکال است و حداکثر آن نباید از ۱۴ مگاپاسکال فراتر رود، چرا که سبب آسیب به مینا می‌گردد. قدرت باند ایجاد شده توسط پرایمر Transbond Plus ۷/۷۷ و در گروه کنترل ۱۰/۵۷ بود. در حالیکه کاربرد پرایمر Transbond Plus بر روی بیس براکت باعث کاهش قدرت باند نسبت به گروه کنترل شد، ولی قدرت باند آن هنوز در حد قابل قبول برای استفاده کلینیکی می‌باشد. در مقابل، افزایش چشمگیر قدرت باند در گروه Transbond XT (۱۶/۳۱ مگاپاسکال) به نظر می‌رسد کاربرد آن

این مطالعه جهت بررسی تأثیر کاربرد پرایمر روی بیس و همچنین تأثیر نوع پرایمر بر قدرت باند برشی و نحوه شکست باند براکت به مینا انجام شد. در این تحقیق سه گروه ۱- کنترل (عدم کاربرد پرایمر روی بیس براکت)، ۲- TX (همراه با کاربرد پرایمر Transbond XT روی بیس براکت) و ۳- PL (همراه با کاربرد پرایمر Transbond Plus روی بیس براکت) از نظر قدرت باند برشی و نحوه شکست باند با یکدیگر مقایسه شدند. دلیل وارد شدن گروه PL در داخل مطالعه بررسی تأثیر احتمالی خصوصیات شیمیایی پرایمر بر نتایج حاصله بود. تفسیر آنالیزهای ANOVA و دونکن نشان داد که هر سه گروه از نظر قدرت باند برشی (SBS) دارای تفاوت معنی‌دار بودند ( $P < 0.001$ ). بیشترین قدرت باند برشی مربوط به گروه TX (با میانگین ۱۶/۳۱ مگاپاسکال) و کمترین مربوط به گروه PL (بامیانگین ۷/۷۷ مگاپاسکال) بود.

کاربرد پرایمر Transbond XT بر روی بیس براکت باعث افزایش چشمگیر قدرت باند برشی در مقایسه با گروه کنترل شد. در حالیکه کاربرد پرایمر Transbond Plus بر روی بیس براکت باعث کاهش قدرت باند نسبت به گروه کنترل شد.

همانگونه که مشاهده می‌شود استفاده از پرایمر بر روی بیس براکت می‌تواند یک فاکتور تأثیرگذار بر قدرت باند برشی براکت به مینا باشد.

براکت‌های American master دارای بیس‌های ۸۰ گیج مش دار (Foil mesh) می‌باشند. مطالعه میکروسکوپ الکترونی (SEM) توسط Sharma-Sayal و همکاران نشان داده است که بیس براکت‌هایی از نوع Foil mesh با اندازه ۸۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ می‌تواند نفوذ سیمان (ادهزیو) را کم کند، به نحوی که قدرت باند بین براکت و ادهزیو از حد مطلوب قابل قبول کمتر باشد (۲۵). بنابراین بالا رفتن قدرت باند توسط پرایمر Transbond XT احتمالاً به دلیل افزایش مرطوب سازی سطح بیس و در نتیجه افزایش میزان نفوذ رزین (شامل پرایمر یا ادهزیو) در داخل اندرکات‌های بیس براکت می‌باشد، نه به سبب بیشتر شدن میل شیمیایی بین رزین و سطح فلز.

پرایمر Transbond XT یک رزین دارای فیلر بسیار زیاد می‌باشد. قدرت باند براکت‌هایی که دارای بیس‌های مش‌دار هستند نظیر براکت‌های American با ادهزیوهایی که رزین آنها فیلر بسیار دارد

را در کلینیک نامناسب نشان می‌دهد.

به منظور بررسی نحوه شکست باند دو شاخص شکست کوهزیو و ARI ارزیابی شدند. ARI شاخصی است که مشخص می‌کند چه میزان از کامپوزیت (ادهزیو) روی مینا باقی مانده است. شاخص شکست کوهزیو، یک شاخص مکمل ARI می‌باشد و معرف سطح مشترک بین کامپوزیت باقیمانده روی مینا و بیس پراکت است و از این طریق میزان شکست کوهزیو در داخل رزین را معین می‌کند.

لازم به ذکر است که هنگام دباندینگ پراکت‌ها سه نوع شکست باند ممکن است دیده شود (۱۵): ۱- شکست کوهزیو (که در داخل کامپوزیت رخ می‌دهد).

۲- شکست ادهزیو (که در سطح بین کامپوزیت و مینا یا کامپوزیت و پراکت رخ می‌دهد).

۳- شکست مختلط (که مخلوطی از شرایط فوق می‌باشد).

تفسیر آنالیز کراسکال والیس و آزمون‌های من ویتنی حاکی از آن بود که نتایج ARI بین دو گروه کنترل و TX تفاوت آماری معنی‌داری نداشت ( $P=0/199$ ). این موضوع در مورد شاخص شکست کوهزیو نیز صادق بود ( $P=0/093$ ). بنابراین نحوه شکست باند بین این دو گروه تفاوتی نداشت و عمدتاً به صورت شکست مختلط گزارش شد. مقادیر ARI و شاخص شکست کوهزیو در مورد گروه PL با دو گروه TX و کنترل متفاوت بود (در هر دو مورد  $P<0/001$ ).

در گروه PL، قسمت عمده ادهزیو روی سطح مینا باقیمانده بود و نحوه شکست باند عمدتاً به صورت شکست ادهزیو و در سطح بین ادهزیو و پراکت مشاهده شد. چنین تفاوتی در باقی ماندن ادهزیو روی مینا ضعف و اشکال باندینگ را نشان می‌دهد، چرا که پس از جدا شدن پراکت‌ها، ادهزیو بیشتری بر روی دندان برجای می‌ماند و زمان اضافه برای از میان بردن آنها از روی مینا احتمال آسیب زدن به مینا را در این مرحله افزایش می‌دهد.

مطالعه‌ای برای مقایسه نتایج تحقیق حاضر یافت نشد اما در مطالعه‌ای بالینی که Murfitt و همکاران (۳۱) بر روی مقایسه شکست

باند انجام دادند، زمانی که از پرایمر Transbond Plus در مقایسه با سیستم اچ و پرایمرهای معمول استفاده کردند، شکست باند در استفاده از پرایمر Transbond Plus بالاتر از حد قابل قبول برای استفاده کلینیکی بود و ضعف قدرت باند این پرایمر در مقایسه با پرایمرهای معمول آشکار گشت.

به هر حال مطالعات بیشتری در مورد کاربرد پرایمر روی بیس پراکت جهت رسیدن به نتایج قابل اطمینان و واقعی‌تر در محیط طبیعی لازم است.

با توجه به مطالب فوق می‌توان اینگونه نتیجه‌گیری کرد که:

کاربرد پرایمر روی بیس پراکت در هنگام استفاده از کامپوزیت‌های لایت کیور ارتودنسی، بر قدرت باند برشی پراکت به مینا و نحوه شکست باند مؤثر است.

نوع پرایمر استفاده شده روی بیس پراکت، بر نحوه تغییر قدرت باند برشی و نوع شکست باند مؤثر است.

کاربرد پرایمر Transbond XT روی بیس پراکت همراه با کامپوزیت Transbond XT منجر به افزایش قدرت باند برشی می‌شود.

کاربرد پرایمر Transbond Plus روی بیس پراکت همراه با کامپوزیت Transbond XT منجر به کاهش قدرت باند برشی و تغییر نحوه شکست باند می‌شود.

## تشکر و قدردانی

بدین وسیله از مساعدت و کمک مالی معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شیراز برای انجام این پژوهش تشکر می‌گردد. همچنین از راهنمایی‌های جناب آقای دکتر نورافشان در زمینه استریل‌سازی طرح و نیز مساعدت‌های دکتر پاکشیر و دکتر علوی در استفاده از دستگاه اینسترون مرکز تحقیقات بیومتریال دانشکده دندانپزشکی دانشکده دندانپزشکی شیراز قدردانی می‌شود.

## منابع:

- 1- Van Wavereen Hogervorst WL, Feilzer AJ, Prahl-Andersen B. The air-abrasion technique versus the conventional acid-etching technique: a quantification of shear bond strength. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000;117(1):20-6.
- 2- Oslén ME, Bishara SE, Damon P, Jakobsen JR. Evaluation of Scotchbond Multipurpose and maleic acid as alternative methods of bonding orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997;111(5):498-501.
- 3- Proffit WR, Fields HW, Sarver DM. *Contemporary Orthodontics.* 4th ed. Mosby; 2007.
- 4- Trites B, Foley TF, Banting D. Bond strength comparison of 2 self-etching primers over a 3-month storage period. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004;126(6):709-16.
- 5- Sharma-Sayal SK, Rossouw PE, Kulkarni GV, Titley KC. The influence of orthodontic bracket base design on shear bond strength. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003;124(1):74-82.
- 6- Knox J, Hubsch P, Jones ML, Middleton J. The influence of bracket base design on the strength of the bracket-cement interface. *J Orthod.* 2000;27(3):249-54.
- 7- Wang WN, Li CH, Chou YH, Wang DD, Lin LH, Lin CT. Bond strength of various bracket base designs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004;125(1):65-70.
- 8- Siomka LV, Powers JM. In vitro bond strength of treated direct-bonding metal bases. *Am J Orthod.* 1985;88(2):133-6.
- 9- Matasa CG. Do adhesives and sealants really seal the brackets pad? II. Surface tension. *Orthod Mater Insider.* 2003;15(1):4-8.
- 10- Bishara SE, VonWald L, Oslén ME, Laffoon JF. Effect of time on the shear bond strength of glass ionomer and composite orthodontic adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999;116(6):616-20.
- 11- Graber T, Vanarsdall R, Vig K. *Orthodontics: current principles and techniques.* 4th ed. Mosby; 2005.
- 12- Rajagopal R, Padmanabhan S, Gnanamani J. A comparison of shear bond strength and debonding characteristics of conventional, moisture-insensitive and self-etching primers in vitro. *Angle Orthod.* 2004;74(2):264-8.
- 13- Bishara SE, Ajlouni R, Laffoon JF, Warren JJ. Comparison of shear bond strength of two self-etch primer/adhesive systems. *Angle Orthod.* 2006;76(1):123-6.
- 14- Bishara SE, Ostby AW, Ajlouni R. Early shear bond strength of a one-step self-adhesive on orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 2006;76(4):689-93.
- 15- Cozza P, Martucci L, Toffol L, Penco SI. Shear bond strength of metal brackets on enamel. *Angle Orthod.* 2006;76(5):851-6.
- 16- Lopez JJ. Retentive shear strengths of various bonding attachment bases. *Am J Orthod.* 1980;77(6):669-78.
- 17- Buzzitta VA, Hallgren SE, Powers JM. Bond strength of orthodontic direct-bonding cement-bracket systems as studied in vitro. *Am J Orthod.* 1982;81(2):87-92.
- 18- Harris AM, Joseph VP, Rossouw E. Comparison of shear bond strengths of orthodontic resins to ceramic and metal brackets. *J Clin Orthod.* 1990;24(12):725-8.
- 19- Turk T, Elekdag-Turk S, Isci D. Effects of self-etching primer on shear bond strength of orthodontic brackets at different debond times. *Angle Orthod.* 2007;77(1):108-12.
- 20- Powers JM, Sakaguchi RL. *Craig's restorative dental materials.* 12th ed. Mosby; 2006.
- 21- Mojtahedzadeh F, Akhundi MS, Noroozi H. Comparison of wire loop and shear blade as the most common methods for testing orthodontic shear bond strength. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;130(3):385-7.
- 22- Eliads T, Brantley WA. The inappropriateness of conventional orthodontic bond strength assessment protocols. *Eur J Orthod.* 2000;22(1):13-23.
- 23- Ireland AJ, Sherriff M. Use of an adhesive resin for bonding orthodontic brackets. *Eur J Orthod.* 1994;16(1):27-34.
- 24- Surmont P, Dermaut L, Martens L, Moors M. Comparison in shear bond strength of orthodontic brackets between five bonding systems related to different etching times: an in vitro study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1992;101(5):414-9.
- 25- Sharma-Sayal SK, Rossouw PE, Kulkarni GV, Titley KC. The influence of orthodontic bracket base design on shear bond strength. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003;124(1):74-82.
- 26- Ferguson JW, Read MJ, Watts DC. Bond strengths of an integral bracket-base combination: an in vitro study. *Eur J Orthod.* 1984;6(4):267-76.
- 27- Buyukyilmaz T, Usumez S, Karaman AI. Effect of self-etching primers on bond strength: Are they reliable? *Angle Orthod.* 2003;73(1):64-70.
- 28- Faltermeier A, Rosentritt M, Faltermeier R, Reicheneder C, Mussig D. Influence of filler level on the bond strength of orthodontic adhesives. *Angle Orthod.* 2007;77(3): 494-8.
- 29- Elekdag-Turk S, Isci D, Turk T, Cakmak F. Six-month bracket failure rate evaluation of a self-etching primer. *Eur J Orthod.* 2008;30(2):211-6.
- 30- Reynolds IR, Von Fraunhofer JA. Direct bonding of orthodontic brackets—a comparative study of adhesives. *Br J Orthod.* 1976;3(3):143-6.
- 31- Murfitt PG, Quick AN, Swain MV, Herbison GP. A randomized clinical trial to investigate bond failure rates using a self-etching primer. *Eur J Orthod.* 2006;28(5):444-9.