

## تأثیر جهت نوردهی روی استحکام باند ریز کششی (Mircotensile) ادھزیوهای نسل پنجم و ششم

دکتر عبدالرحیم داوری<sup>۱+</sup> - دکتر علیرضا دانش کاظمی<sup>۱</sup> - دکتر سید مجید موسوی نسب<sup>۲</sup> - دکتر علی ناداف<sup>۳</sup>  
 ۱- دانشیار گروه آموزشی ترمیمی و زیبایی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد  
 ۲- استادیار گروه آموزشی ترمیمی و زیبایی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد  
 ۳- دندانپزشک

## Effect of curing direction on microtensile bond strength of fifth and sixth generation dental adhesives

Abdolrahim Davari<sup>1</sup>, Alireza Danesh Kazemi<sup>1</sup>, Majid Mousvinasab<sup>2</sup>, Ali Nadaf<sup>3</sup>

- 1- Associate Professor, Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd  
 2- Assistant Professor, Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd  
 3- Dentist

**Background and Aims:** Composite restorative materials and dental adhesives are usually cured with light sources. The light direction may influence the bond strength of dental adhesives. The aim of this study was to evaluate the effect of light direction on the microtensile bond strength of fifth and sixth generation dental adhesives.

**Materials and Methods:** Prime & Bond NT and Clearfil SE bond were used with different light directions. Sixty human incisor teeth were divided into 4 groups (n=15). In groups A and C, Clearfil SE bond with light curing direction from buccal was used for bonding a composite resin to dentin. In groups B and D, Prime & Bond NT with light curing direction from composite was used. After thermocycling the specimens were subjected to tensile force until debonding occurred and values for microtensile bond strength were recorded. The data were analyzed using two-way ANOVA and Tukey post hoc test.

**Results:** The findings showed that the bond strength of Clearfil SE bond was significantly higher than that of Prime&Bond NT (P<0.001). There was no significant difference between light curing directions (P=0.132).

**Conclusion:** Light curing direction did not have significant effect on the bond strength. Sixth generation adhesives was more successful than fifth generation in terms of bond strength to dentin.

**Key Words:** Light curing; Shrinkage; Microtensile bond strength

Journal of Dental Medicine-Tehran University of Medical Sciences 2012;24(4):224-231

## چکیده

**زمینه و هدف:** مواد ترمیمی کامپوزیت و ادھزیوهای دندانانی به طور معمول با منابع نوری سخت می‌شوند. جهت نوردهی ممکن است روی استحکام باند ادھزیوهای دندانانی تأثیر داشته باشد. هدف از انجام این مطالعه مقایسه تأثیر جهت نوردهی روی استحکام باند ریز کششی ادھزیوهای نسل پنجم و ششم بود.  
**روش بررسی:** در این مطالعه ادھزیوهای Prime & Bond NT و Clearfil SE Bond و جهت‌های مختلف نوردهی استفاده شد. ۶۰ دندان انسیزور انسان به ۴ گروه ۱۵ تایی تقسیم شد که در گروه A و C ادھزیو Clearfil SE Bond و جهت نور از سمت دندان و در گروه B و D ادھزیو Prime & Bond NT و جهت نور از سمت کامپوزیت بود. بعد از انجام فرایند سیکل حرارتی، نمونه‌ها تحت نیروی کششی قرار گرفتند و داده‌های استحکام باند ریز کششی نمونه‌ها ثبت شد. داده‌های ثبت شده توسط آزمون ANOVA دوطرفه و توکی Post hoc test آنالیز شدند.

+ مؤلف مسؤول: نشانی: یزد- خیابان امام- ابتدای بلوار دهه فجر/صندوق پستی: ۸۹۱۹۵/۱۶۵  
 تلفن: ۶۲۵۶۹۷۵ نشانی الکترونیک: rdavari2000@yahoo.com

**یافته‌ها:** ۱- آزمون‌های آماری نشان داد استحکام باند ریز کشتی بدست آمده برای ادهزیو Clearfil SE Bond به طور معنی‌داری بالاتر از ادهزیو Prime & Bond NT بود ( $P < 0.001$ ). ۲- اختلاف معنی‌داری در جهت‌های مختلف نوردهی وجود نداشت ( $P = 0.133$ ).

**نتیجه‌گیری:** جهت نوردهی به تنهایی تأثیر معنی‌داری روی استحکام باند ندارد. در چهارچوب این مطالعه در اتصال به عاج، ادهزیوهای نسل ششم موفقیت بیشتری نسبت به ادهزیوهای نسل پنجم نشان دادند.

**کلید واژه‌ها:** ست نوری؛ انقباض؛ استحکام باند ریزکشی

وصول: ۹۰/۰۳/۱۶ اصلاح نهایی: ۹۰/۱۰/۲۴ تأیید چاپ: ۹۰/۱۰/۲۸

## مقدمه

رزین کامپوزیت‌های دندان‌دانی در سال‌های اخیر دائماً در حال پیشرفت بوده‌اند به طوری که امروزه به عنوان موادی زیبا، با دوام و قابل اعتماد مورد استفاده قرار می‌گیرند (۱). این مواد جهت بازسازی ساختمان دندان‌ها و تغییر رنگ و اصلاح کانتور آنها و افزایش زیبایی سطح فاشیال دندان‌ها بکار می‌رود (۲).

تلاش برای سخت کردن مؤثر مواد سخت شونده با نور در دندانپزشکی از مولفه‌های بسیاری تأثیر می‌پذیرد. متغیرهای مربوط به سخت کردن با نور به گروه‌های ذیل تقسیم‌بندی می‌شوند:

۱- تجهیزات نوردهی

۲- نحوه کاربرد بالینی دستگاه نوری

۳- فاکتورهای ترمیم، مؤثر بر جذب نور

در نحوه کاربرد بالینی دستگاه نوری چند متغیر مطرح است از جمله جهت نوردهی، دسترسی به ناحیه، فاصله از سطح ترمیم، اندازه نوک دستگاه نوری، حرکت نوک دستگاه نوری در حین نور دادن، زمان نوردهی.

در فاکتورهای مربوطه ترمیم نیز مواردی از جمله: ضخامت ترمیم، طراحی حفره، اندازه و مقدار فیلر، رنگ و نسبت منومر در ترمیم مطرح می‌باشد. قابل ذکر است به طور کلی به توده انقباضی کامپوزیت قبل از جامد شدن که هنوز حالت پلاستیکی کافی برای جریان یافتن را دارد Gel-Point یا فاز قبل از ژله‌ای شدن گفته می‌شود (۳). در مرحله ابتدایی پلاستیک، تنها شکل‌گیری زنجیره اتفاق می‌افتد و اتصال عرضی هنوز در حدی نیست که اجازه حرکت مولکول‌ها به یک موقعیت جدید را بدهد. در مرحله بعد از ژله‌ای شدن، فرایند پلیمریزاسیون با یک افزایش سریع سفتی در راستای فرایند جامد شدن همراه است (۴). به طور بالینی فرایند تغییر شکل توده کامپوزیت در

هنگام پلیمریزاسیون توسط باند شدن به دندان محدود یا جلوگیری می‌گردد و در نتیجه مانع جریان مناسب پلاستیک به منظور جبران حجم اصلی می‌شود. بنابراین انقباض خودش را به صورت استرس که اصطلاحاً «استرس انقباض حین پلیمریزاسیون» نامیده می‌شود، نشان می‌دهد (۵). اگر استحکام باند بین ساختمان دندان و کامپوزیت برای مقاومت در برابر انقباض حین پلیمریزاسیون کافی باشد از ایجاد انقباضی که بوسیله جریان ویسکوالاستیک پلیمر ایجاد می‌شود جز در نواحی سطح آزاد جلوگیری می‌کند (۶). اما مسئله دیگری که در فرآیند نور دادن اهمیت دارد، فرضیه انقباض کامپوزیت‌ها به سمت منبع نور است. از آنجایی که شدت نور کیورینگ در سطح کامپوزیت بیشترین مقدار بوده و شدت با بیشتر شدن عمق نفوذ نور کاهش می‌یابد، لایه سطحی انقباض بیشتر و سریع‌تری را نسبت به لایه‌های عمیق‌تر خواهد داشت. لذا این فرضیه بیان می‌شود که در کامپوزیت‌های فعال شونده با نور، جهت انقباض به سمت نور (سطح) خواهد بود (۷).

در سال ۱۹۹۸، مطالعه‌ای توسط Versluis و همکاران (۸) در دانشگاه مینه‌سوتا آمریکا برای پاسخ به این سؤال که آیا کامپوزیت همیشه در جهت نور پلیمریزه می‌شود؟ انجام شد. نتایج نشان داد که جهت انقباض به طور معنی‌داری تحت تأثیر جهت ورود منبع نور نمی‌باشد اما در عوض قویاً تحت تأثیر کیفیت باند بین ترمیم و دندان و همچنین تحت تأثیر سطوح آزاد (C-Factor) می‌باشد. همچنین نشان داد در الگوی انقباض بین سیستم‌های سلف‌کیور و نوری تفاوت حداقلی وجود دارد.

Kunzelmann و Chiang در سال ۲۰۰۹ (۹) مطالعه‌ای را برای مشخص کردن جهت و گسترش انقباض حین پلیمریزاسیون در کامپوزیت‌های فعال شونده توسط نور انجام دادند. در این مطالعه برای بررسی مولفه‌ها از Image high resolution micro ( $\mu$  CT)

۴۰٪ می‌باشد (۱۳). با ابداع تست استحکام کششی Microtensile، که از نظر کلینیکی بیشتر مورد قبول بود، ادعا شده است که این تست احتمال آغاز ایجاد ترک و انتشار آن به داخل هر نمونه را به دلیل ناحیه باند کوچک آن (۱ میلی‌متر مربع) کاهش می‌دهد (۲). مطالعه حاضر با هدف بررسی تاثیر جهت نوردهی روی استحکام باند ریز کششی دو نوع سیستم ادهزیو از نسل های پنجم و ششم، در اتصال به عاج، انجام شد.

### روش بررسی

نوع مطالعه تحقیقی و روش مطالعه Lab Trial و با طرح Parallel می‌باشد. در این مطالعه ۶۰ نمونه در ۴ گروه ۱۵ تایی بررسی شد. تعدادی دندان سانترال بالای بدون پوسیدگی انسان از طریق همکاری مراکز بهداشت در طی یک ماه جمع‌آوری شد (چون نمونه تراش خورده مورد نیاز ۶۰ عدد می‌باشد و از یک دندان می‌توان چند نمونه جمع‌آوری کرد) سپس تا زمان آزمایش دندان‌ها در محلول نرمال سالین نگهداری شدند. جهت ضدعفونی کردن دندان‌ها از هیپوکلریت سدیم ۱۰٪ به مدت ۳۰ دقیقه استفاده شد (۱۳). بقایای انساج اطراف دندان‌ها و هرگونه جرم روی آنها با قلم کورت استاندارد تمیز شد. دندان‌ها درون قالب مخصوص دستگاه برش (کارخانه وفائی-ایران) توسط آکريل سبز خود سخت‌شونده (Acropars 2000- ساخت ایران) مانع شدند. سپس دندان‌ها توسط دستگاه برش، برش داده شدند به گونه‌ای که دندان از وسط عرض مزیدیسیتال در راستای محور طولی، بریده شود. برش بعدی، قطر این قطعه برش داده شده را به ۳ میلی‌متر کاهش می‌داد.

بر اساس مسیر نوردهی و نوع ادهزیو نمونه‌ها به ۴ گروه تقسیم شدند. در گروه‌های A و C، ادهزیو Clearfil SE Bond (Kuraray-Japan) و در گروه‌های B و D، ادهزیو Densply-UK Prime&Bond NT (استفاده شد. ترکیب این دو ادهزیو در جدول ۱ آورده شده است.

در گروه‌های A و B مسیر نوردهی از سمت دندان و در گروه‌های D و C از سمت کامپوزیت تعیین شد. در تمام گروه‌ها از کامپوزیت SYNERGY nanoformula (برای ترانسلسونسی Coltene Whaledent, Swiss) بارنگ A1/D2 (هرچه بیشتر و عبور راحت‌تر نور)

computed tomography استفاده شد. مشاهدات نشان داد که همیشه کامپوزیت‌های سخت شونده با نور به سمت نور منقبض نمی‌شوند. بطور کلی دو الگوی انقباض مشاهده شد: ۱- انقباض به سمت بالای کامپوزیت (سطح آزاد کامپوزیت) ۲- نزدیک یکی از دیواره‌های حفره، بسته به اینکه کدامیک از دیواره‌ها باند قوی‌تری را ایجاد کرده باشد. در اینجا بیان شد که کیفیت باند بیشتر از آنچه در گذشته تصور می‌شد روی حرکت ماده ترمیمی تاثیر دارد. همچنین در این مطالعه بیان شد شکل حفره نیز به عنوان یک فاکتور می‌تواند تاثیرگذار باشد. در پایان گفته می‌شود آنالیزهای کمی و کیفی مولفه‌های انقباضی همراه با داده‌های  $\mu$ CT، رفتار در دندان‌های واقعی همراه با متغیرهای باند را، بیشتر از دیگر روش‌های موجود مشخص می‌کند و این روش جدید پتانسیل ارزیابی مجدد و کمک به یکی کردن نظریه‌های اخیر در مورد جهت‌گیری و گسترش انقباض حین پلیمریزاسیون را دارا می‌باشد.

Wang و Suh نشان دادند که وقتی کامپوزیت تنها به دیواره‌های جانبی باند شود و نور از قسمت روی سطح آزاد تابانده شود، بیشترین خمش یا تغییر شکل در سطح مقابل یعنی کف توده کامپوزیت ایجاد می‌شود. آنها همچنین متوجه شدند میانگین درز ایجاد شده مینایی (درز ایجاد شده در سطح) از میانگین کلی آن بیشتر است. این بدان معنی است که جریان تعدیل‌کننده در سطح کمتر از ناحیه دورتر از منبع نور است. این مشاهدات منجر به این فرضیه شد که کامپوزیت سخت شونده با نور به سمت نور منقبض می‌شود (۱۰).

استحکام پیوند (میزان تنش پیوند)، به عنوان میزان نیروی معادل نیروی مکانیکی آغازگر جدایی سطح پیوند شناسایی می‌شود. در غالب موارد، سطح حقیقی تماس دو ماده با یکدیگر ممکن است وسیع‌تر باشد چرا که سطوح دارای یک سری خشونت مکانیکی نیز هستند. البته خشونت در محاسبات مورد توجه قرار نمی‌گیرد (۱۱).

آزمایش استحکام باند یکی از مشهورترین آنالیزهایی است که در ارزیابی مواد دندانی اجرا می‌گردد (۱۲). تست‌های برشی و کششی میزان استحکام باند مرتبط با موفقیت کلینیکی در کامپوزیت‌های باند شده به مینا و عاج انسان را بین ۱۵ تا ۳۵ مگاپاسکال گزارش می‌کنند. ضریب تغییرات برای تست‌های استحکام برشی از ۲۰٪ تا ۶۰٪ می‌باشد در صورتی که این ضریب برای تست‌های استحکام باند کششی از ۲۰٪ تا

جدول ۱- مشخصات ادهزیوهای Clearfil SE Bond , Prime &amp; bond NT

نام ماده	کارخانه سازنده	ترکیب
Prime & bond NT	Densply caulk, UK milford	PENTA.UDMA.acetone. fumed silicafiller. Methacrylated resin monomer
Clearfill SE bond (Primer)	Kurary, Japan	MDP.HEMA. hydrophilic dimethacrylate. Di-camphorquinone. N-N-diethanol-P-toluidine. Water
Clearfill SE bond (Bond)	Kurary, Japan	MDP.HEMA. hydrophilic dimethacrylate. Di-camphorquinone. N-N-diethanol-P-toluidine. Silanated colloidal silica.

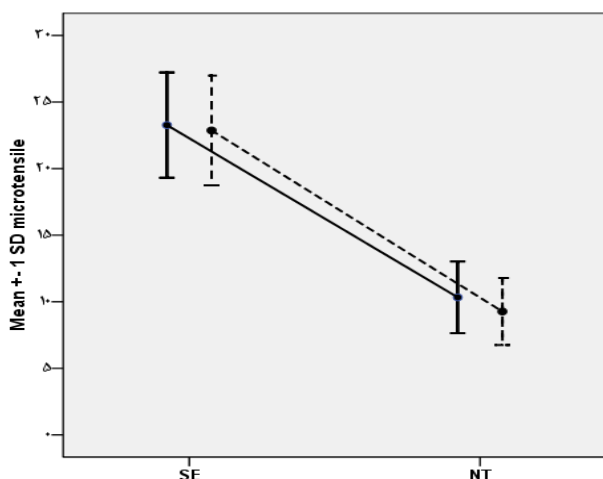
آن توسط پوآر هوا از فاصله ۵ سانتی متر به مدت ۵ ثانیه جریان هوا عبور داده شد تا حلال اضافی تبخیر شود و سپس به مدت ۲۰ ثانیه توسط دستگاه لایت کیور نور داده شد. در ادامه، مشابه روند انجام شده در گروه‌های A، C، در این گروه‌ها نیز کامپوزیت قرار داده شد. در گروه B از سمت دندان و در گروه D از سمت کامپوزیت به مدت ۴۰ ثانیه نور داده شد. در مرحله بعد دندان‌ها به تعداد ۵۰۰ مرتبه توسط دستگاه ترموسایکل (کارخانه وفایی- ایران) تحت ترموسایکل قرار گرفتند. به طوریکه ۳۰ ثانیه در دمای ۵ درجه سانتی گراد، ۳۰ ثانیه زمان بینابینی و ۳۰ ثانیه در دمای ۵۵ درجه سانتی گراد قرار داده شدند.

بعد از آن، دندان‌ها برای تهیه برش در مقاطع ۱ میلی متری، درون قالب مخصوص دستگاه برش توسط آکريل سبز مانت شدند. دندان‌های به شکلی مانت شدند که هنگام برش مقاطعی که به دست می‌آید شامل هر دوی دندان و کامپوزیت باشد و راستای تراش عمود بر دندان- کامپوزیت قرار گیرد. تهیه مقاطع تا جایی ادامه یافت که در هر گروه تعداد بیش از ۲۰ مقطع ۱ میلی متری دندان- کامپوزیت جمع‌آوری شود. این کار برای تمامی دندان‌ها در تمامی گروه‌ها انجام شد. بعد از آن با استفاده از فرز شماره ۰۰۸ (تیز کاوان- ایران) در حد فاصل دندان- کامپوزیت از دو طرف هر نمونه تراشیده تا در نهایت یک مقطع ۱ میلی متری مربعی از نمونه، در قسمت میانی آن به دست آید. به این نمونه‌ها، نمونه‌های دمبلی شده گفته می‌شود (شکل ۱).

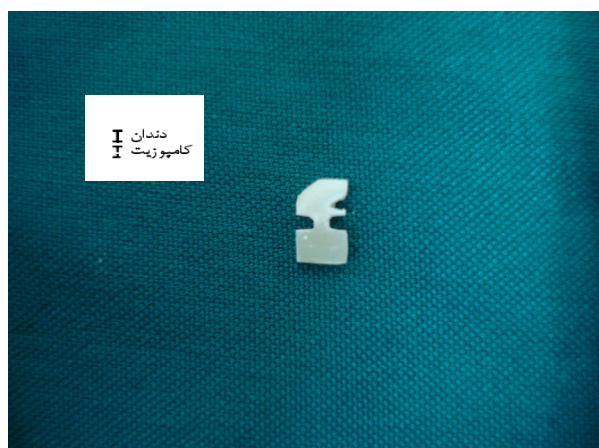
آزمایش استحکام کششی توسط دستگاه Universal Testing Instron Machine (Instron-UK) انجام گرفت، به طوریکه دستگاه Instron نمونه‌ها را با سرعت ۱ mm/min crosshead تحت کشش قرار می‌داد تا نمونه‌ها در حد فاصل دندان- کامپوزیت جدا شود.

برای بررسی تأثیر جهت نوردهی و نوع ادهزیو مورد استفاده، بر استحکام باند میکروتنسایل ترمیم‌های کامپوزیتی، از آزمون‌های Tukey Post hoc test, ANOVA و آنالیز واریانس دو طرفه استفاده شد.

استفاده شد: در تمام گروه‌ها، استفاده از ادهزیو طبق دستور کارخانه انجام شد. در گروه‌های A و C ابتدا سطح عاج توسط جریان هوای یونیت خشک شد، سپس پرایمر به وسیله میکرو براش روی سطح عاج به صورت مالشی قرار داده شد و به مدت ۲۰ ثانیه زمان داده شد تا پرایمر نفوذ کند و بعد از آن به وسیله یک جریان متوسط هوای یونیت، پرایمر اضافی را از ناحیه دور و ناحیه را خشک گردید. در مرحله بعد بلافاصله Bond به وسیله میکرو براش روی سطح عاج به شیوه مالشی قرار داده شد و سپس توسط جریان هوا ملایم هوای یونیت، لایه Bond قرار داده شده را یکپارچه گردید. سپس به مدت ۲۰ ثانیه با دستگاه لایت کیور (Dent America) و با شدت ثابت ۵۰۰ میلی‌وات بر سانتی‌متر مربع نور داده شد. سپس کامپوزیت توسط Plastic instrument درون قالب‌هایی از جنس آکريل سبز که به ضخامت ۳ میلی‌متر و با عرض ۵ میلی‌متر روی عاج گذاشته و توسط کندانسور در قالب فشرده تا ضخامت ۳ میلی‌متر کامپوزیت روی عاج ایجاد شود (لازم به توضیح است که ابعاد سطح بینابینی تست استحکام باند به طور تیبیک ۳ تا ۴/۵ میلی‌متر می‌باشد و تست‌هایی با ابعاد ۳ میلی‌متر تغییرات کمتری در استحکام باند ایجاد می‌کنند) (۱۴). در گروه A از سمت دندان و در گروه C از سمت کامپوزیت به مدت ۴۰ ثانیه نور داده شد. در گروه‌های B و D که از ادهزیو Prime&Bond NT استفاده شد ابتدا سطح عاج تمیز شد و سپس ژل اچینگ ۳۷٪ Conditioner (محتوی اسید فسفریک ۳۷٪) ساخت DENTSPLY (برزیل) قرار داده شد. به این ترتیب که بعد از گذشت ۱۵ ثانیه ژل اچ‌کننده توسط جریان آب و هوای یونیت به مدت ۱۵ ثانیه شسته و در انتها با یک جریان هوای آرام یونیت به مدت ۳ ثانیه سطح را کمی (نه زیاد) خشک کردیم به طوری که سطح براق باقی بماند. در مرحله بعد، ادهزیوبه وسیله میکرو براش روی سطح عاج اچ شده به صورت مالشی قرار داده شد. سپس ۳۰ ثانیه زمان داده شد تا ادهزیو نفوذ کند و بعد از



نمودار ۱- میانگین استحکام باند را در گروه‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد.



شکل ۱- نمونه‌های دمبلی شده با سطح مقطع ۱ mm<sup>2</sup>

## یافته‌ها

اعداد به دست آمده حاصل از تست میکروتنسایل بیانگر نیروی جداکننده کامپوزیت از دندان برحسب نیوتن بود.

جدول ۲ مقایسه بین میانگین استحکام باند در گروه‌های مورد مطالعه را با در نظر گرفتن نوع ادهزیو و جهت نوردی نشان می‌دهد. با توجه به آزمون آنالیز واریانس دو طرفه مشخص گردید میانگین استحکام باند در دو نوع ادهزیو SE و NT از نظر آماری متفاوت است ( $P < 0.001$ ) و میانگین استحکام باند در جهت‌های متفاوت نوردی متفاوت نبود ( $P = 0.132$ )، همچنین اثر متقابل بین نوع ادهزیو و شیوه

نوردی وجود نداشت ( $P = 0.289$ ) که نتایج در جدول ۳ و نمودار ۱ دیده می‌شود.

با توجه به روش‌های آنالیز متعاقب واریانس توکی (Post hoc) مقایسه بین گروه‌ها تنها زمانی اختلاف بین گروه‌ها معنی‌دار شد که ادهزیو آنها غیر هم نوع بود ( $P < 0.001$ ) و تنها زمانی اختلاف بین گروه‌ها معنی‌دار نبود که ادهزیو آنها یکسان بود ولی از جهت نوردی متفاوت بودند ( $P = 0.266$  و  $P = 0.988$ ). این از لحاظ آماری نشان دهنده تاثیر معنی‌دار نوع ادهزیو و عدم تاثیر معنی‌دار از جهت نوردی روی استحکام باند بین ترمیم کامپوزیت- دندان می‌باشد.

جدول ۲- مقایسه میانگین استحکام باند میکروتنسایل در گروه‌های مورد مطالعه

گروه	نام گروه	جهت نوردی	میانگین	انحراف معیار	N	P-value
SE	A	دندان	۲۳/۲۶	۳/۹۵	۱۵	۰/۰۰۱
	C	کامپوزیت	۲۲/۸۷	۴/۱۲	۱۵	
NT	B	دندان	۱۱	۲/۷۸	۱۵	
	D	کامپوزیت	۸/۷۳	۲/۲۸	۱۵	

مسیر نور از سمت دندان + ادهزیو SE bond، A= مسیر نور از سمت دندان + ادهزیو Prime&Bond، B= مسیر نور از سمت دندان + ادهزیو SE bond، C= مسیر نور از سمت دندان + ادهزیو Prime&Bond، D= مسیر نور از سمت دندان + ادهزیو Prime&Bond

جدول ۳- مقایسه بین تاثیر متغیرهای ادهزیو و جهت نوردی را بر روی استحکام باند نشان می‌دهد.

منبع تغییر	درجه آزادی	F	P-value
ادهزیو	۱	۲۲۹/۵۵۱	۰/۰۰۱
جهت نوردی	۱	۲/۳۴۲	۰/۱۳۲
اثر متقابل ادهزیو و جهت نوردی	۱	۱/۱۴۸	۰/۲۸۹

## بحث و نتیجه گیری

فرایند انقباض حین پلیمریزاسیون تا اندازه‌ای تحت تأثیر نور سخت کننده دستگاه لایت کیور می‌باشد. شدت نور دستگاه لایت کیور در سطح بیشترین مقدار است و با وارد شدن به عمق بیشتر در کامپوزیت، کاهش می‌یابد. بنابراین، پایین‌ترین قسمت توده کامپوزیت دورترین قسمت از منبع نور است که کندتر از سطح بالایی کامپوزیت، یعنی جایی که شدت و سرعت پلیمریزاسیون بالاتر است، به نقطه ژل (Gel Point) خواهد رسید. بنابراین تعدیل استرس توسط جریان یافتن در قسمت پایین کامپوزیت اتفاق خواهد افتاد (۷،۱۵،۱۶).

مطالعات دیگری در سال ۲۰۰۴ توسط Loguercio و همکاران انجام شد نشان دادند که استحکام باند ایجاد شده بین کامپوزیت و دندان می‌تواند روی مقدار انقباض تأثیر داشته باشد (۱۷). در این تحقیق در گروه‌هایی که مسیر نوردی از سمت کامپوزیت انتخاب شده بود، استحکام باند کمتری را در مقایسه با گروه‌هایی که نوردی از سمت دندان بود، نشان دادند، اما این مقدار از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. نتیجه دیگری که در این مطالعه مشخص شد این بود که نوع ادهزیو تأثیر معنی‌داری روی استحکام باند دارد. بنابراین ساده‌سازی سیستم‌های ادهزیو، Self-etch و یا Etch&Rinse همیشه موجب بهبود ترکیب و دوام آنها نمی‌شود (۱۸). گزارش شده لایه هیبرید ایجاد شده توسط ادهزیوهای Etch&Rinse ضخیم‌تر از لایه هیبرید ادهزیو های Self-etch می‌باشد (۱۹). این نشان می‌دهد که بین ضخامت لایه هیبرید و کفایت باند (زمانیکه توده دیمینرالیزه یکپارچه در لایه زیر سطحی عاج ایجاد شود و کاملاً توسط نفوذ رزین پر شود) رابطه‌ای وجود ندارد (۲۰). بنابراین مطابق تحقیق حاضر ادهزیو نسل ششم یعنی Clearfil SE Bond استحکام باند به عاج بالاتری را نسبت به ادهزیو نسل پنجم نشان داد. همچنین نتایج نشان داد که در ادهزیو با استحکام باند بیشتر تفاوت بین میانگین استحکام باند ایجاد شده در جهت‌های متفاوت نوردی اختلاف کمتری نسبت به ادهزیو با استحکام باند کمتر دارد.

در این تحقیق از تست میکروتنسایل استفاده شد که این روش مزایای بسیاری بر روش‌های معمول استحکام برشی و کششی دارد چرا که ۱- به یک دندان امکان می‌دهد که چندین استوانه رزینی متصل به عاج را آماده نماید. ۲- امکان آزمودن سطوح مورد چسبندگی با

ویژگی‌های بالینی متفاوت مثل عاج پوسیده، اسکروزه، طوق دندان و مینا را فراهم می‌سازد (۲۱). ۳- منجر به نقایص کمتری در نواحی کوچک از نمونه‌ها می‌گردد، که به عنوان استحکام پیوند بالاتر انعکاس پیدا می‌کند (۲۲). ۴- امکان مقایسه همزمان استحکام باند در نواحی مختلف یک دندان را فراهم می‌سازد (۲۳).

در مطالعه‌ای که در سال ۱۹۹۰ توسط Donly و همکاران انجام شد (۲۴) به منظور ارزیابی نقش جهت نوردی در تطابق کامپوزیت با دیواره اگزیمال در ترمیم‌های کلاس ۷، نور از دو سمت لینگوآل و لیبال تابانده شد. در آنجا تأثیر جذب آب هم بررسی شد و به این نتیجه رسیدند که نه جهت نور دهی و نه جذب آب در تطابق کامپوزیت تأثیر معنی‌داری ندارد. این نتیجه، با نتایج تحقیق حاضر مطابقت داشت.

در مطالعه‌ای که توسط Cho و همکاران در سال ۲۰۰۲ انجام شد (۲۵)، همانند مطالعه حاضر به این نتیجه رسیدند که استحکام باند بیشتر باعث می‌شود تا ناحیه تماس کامپوزیت با سطح عاج کمتر تحت تأثیر قرار گیرد. آنها برای ایجاد استحکام باندهای متفاوت صرفاً از روش‌های متفاوت نوردی استفاده کردند. اما در این تحقیق از ادهزیوهای عاجی دو نسل متفاوت و رایج در این زمان استفاده کردیم. همچنین در مورد معیار ارزیابی تأثیر استحکام باند، آنها مقدار Gap ایجاد شده در ناحیه تماس و مقدار گودی ایجاد شده در سطح ترمیم را ملاک قراردادند، ولی در تحقیق حاضر اندازه‌گیری استحکام باند مورد بررسی قرار داده شد.

نکته‌ای که باید به آن توجه کرد این است که طبق مطالعات Tagami و Kenshima و همکاران (۲۶،۲۷) رابطه‌ای بین استحکام باند و شکل‌گیری Gap وجود ندارد و تنها می‌توانیم به این نتیجه از این مطالعه بسنده کنیم که استحکام باند بیشتر باعث شده تا ناحیه تماس کمتر تحت تأثیر قرار گیرد و مطالعه ما از این لحاظ با این مطالعه همخوانی دارد.

در مطالعه‌ای که توسط Loguercio و همکاران در سال ۲۰۰۴ انجام شد (۱۷) بررسی روی انقباض حین پلیمریزاسیون خطی و تأثیر انقباض حین پلیمریزاسیون کامپوزیت و استحکام باند بین کامپوزیت و عاج، در شرایط باندی مختلف و تکنیک‌های پرکردن صورت گرفت. نتایج نشان داد که بیشترین انقباض حین پلیمریزاسیون خطی مربوط به گروه TE (Total-Etch) بود که بیشترین استحکام باند را

مشخص شد که ادهزیوهای نسل ششم نسبت به هر دو گروه دیگر مطالعه (نسل پنجم و هفتم) بطور کلی استحکام باند بیشتری به هردوی مینا و عاج را دارند.

در مطالعه‌ای که توسط Sarr و همکاران در سال ۲۰۱۰ (۳۱) انجام شد، ادهزیوهای نسل چهارم، پنجم، ششم و هفتم توسط TEM که یک روش میکروسکوپی با استفاده از عبور الکترون است و تست میکروتنسایل بررسی شدند، نتایج TEM الگوهای مختلفی را نشان داد اما در تست میکروتنسایل بیشترین استحکام باند مربوط به سیستم‌های Etch&Rinse سه مرحله‌ای (نسل چهارم) و کمترین آن مربوط به Self-etch های یک مرحله‌ای (نسل هفتم) بود و در نتیجه‌گیری بیان شد که سیستم‌های Self-etch یک مرحله‌ای هنوز در مقایسه با Etch&Rinse های سه مرحله‌ای کمتر می‌تواند مورد استفاده باشد. اما ادهزیوهای دو مرحله‌ای Self-etch علیرغم ساده شدن مراحل استفاده باند مناسبی را ایجاد می‌کند، این نتایج نیز با نتایج حاضر مغایرت ندارد و به طور کلی همانند نتایج این مطالعه ادهزیوهای عاجی Self-etch دو مرحله‌ای در اتصال به عاج نتایج خوبی را نشان می‌دهند.

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که اولاً جهت نوردهی روی استحکام باند تاثیر معنی‌داری ندارد و از جمله عواملی که بیش از جهت نوردهی روی استحکام باند تاثیر داشته و تاثیرش معنی‌دار است، نوع ادهزیو مورد استفاده است. ثانیاً در اتصال به عاج، ادهزیو Self-etch دو مرحله‌ای نسبت به ادهزیو Etch&Rinse دو مرحله‌ای، استحکام باند ریز کششی بیشتری ایجاد می‌کند. با توجه به ساده‌تر بودن مراحل استفاده از ادهزیوهای نسل ششم نسبت به ادهزیوهای نسل پنجم و ایجاد استحکام باند بیشتر در اتصال به عاج، پیشنهاد می‌شود برای اتصال به عاج از نسل ششم ادهزیوها استفاده شود.

### تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل از پایان نامه تحقیقاتی مصوب دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد به شماره ۳۶۷ می‌باشد که بدین‌وسیله قدردانی می‌گردد.

هم همین گروه داشت. علت را این طور بیان می‌دارند که به علت باند قوی‌تر بین دیواره عاج و کامپوزیت، اجازه اینکه کامپوزیت در حین انقباض از دیواره دور شود داده نمی‌شود، بنابراین کامپوزیت به سمت دیواره‌ها و کف، بیشتر از سمت نور، کشیده می‌شود و این باعث می‌شود که کمترین Gap هم در این گروه مشاهده شود. این با این نتایج مطابقت دارد زیرا، این مطالعه هم به این نتیجه می‌رسد که باند شدن به دیواره‌ها (باند قوی‌تر) اثر انقباض حین پلیمریزاسیون را به حداقل می‌رساند.

مطالعه Kiremitci و همکاران در سال ۲۰۰۴ (۲۸) استحکام باند برشی ادهزیوهای Prime&Bond NT (نسل پنجم) Clearfield SE Bond (نسل ششم) و Prompt L-Pop (نسل هفتم) را ارزیابی کرد. که نتایج نشان داد در اتصال به مینا Prompt L-Pop استحکام برشی بیشتری دارد ولی در اتصال به عاج بین گروه‌ها تفاوتی مشاهده نمی‌شود. همچنین مشاهده شد در دو گروه Prime&Bond NT و Clearfil SE Bond در اتصال به عاج و مینا تفاوتی وجود ندارد. این نتایج با مطالعه حاضر مطابقت ندارد. در مطالعه حاضر در اتصال به عاج ادهزیو Clearfield SE Bond استحکام باند بیشتری می‌دهد. البته می‌توان علت را به نوع بررسی دانست که آنها استحکام باند برشی را بررسی کردند اما در این تحقیق استحکام باند ریز کششی مورد بررسی قرار گرفت.

در مطالعه که توسط Oliveira و همکاران در سال ۲۰۰۵ (۲۹) انجام شد همانند مطالعه ما به این نتیجه رسیدند که استحکام باند ریز کششی اتصال به عاج سیستم ادهزیو نسل ۶ (Clearfil SE Bond) از نسل پنجم (Single Bond) بیشتر است.

Brakett و همکاران در سال ۲۰۰۸ (۳۰) مطالعه‌ای را برای مقایسه ادهزیوهای Self-etch جدید در اتصال به عاج و مینا انجام داد و گروه کنترل از ادهزیو نسل پنجم در نظر گرفته شد. در این مطالعه از تست میکروتنسایل استفاده شد. نتایج این مطالعه همانند مطالعه ما نشان داد که استحکام باند بیشتری توسط ادهزیوهای نسل ششم در مقایسه با ادهزیو نسل پنجم دیده می‌شود. همچنین در این مطالعه

## منابع:

- 1- Summitt JB, Robbins W, Hilton TJ, Schwartz RS, Dos Santos JJ. *Fundamentals of operative dentistry: a contemporary approach*. 3rd ed. Chicago: Quintessence; 2006.
- 2- Craig R, Powers JM. *Restorative dental materials*. 12<sup>th</sup> ed. Oxford: Mosby; 2006.
- 3- Roberson T, Heymann HO, Swift EJ. *Sturdevant's Art and science of operative dentistry*. 5<sup>th</sup> ed. Oxford: Mosby; 2006.
- 4- Davidson CL, de Gee AJ. Relaxation of polymerization contraction stresses by flow in dental composites. *J Dent Res*. 1984;63(2):146-8.
- 5- Giachetti L, Scaminaci Russo D, Bambi C, Grandini R. A review of polymerization shrinkage stress: current techniques for posterior direct resin restorations. *J Contemp Dent Pract*. 2006;7(4):79-88.
- 6- Feilzer AJ, de Gee AJ, Davidson CL. Relaxation of polymerization contraction shear stress by hygroscopic expansion. *J Dent Res*. 1990;69(1):36-9.
- 7- Hansen EK. Visible light-cured composite resins: polymerization contraction, contraction pattern and hygroscopic expansion. *Scand J Dent Res*. 1982;90(4):329-35.
- 8- Versluis A, Tantbirojn D, Douglas WH. Do dental composites always shrink toward the light? *J Dent Res*. 1998;77(6):1435-45.
- 9- Kunzelmann kh, Chiang YC. Polymerization shrinkage with light-initiated dental composites. Thesis number 1078. Medical field. Faculty of medicine. 2009.
- 10- Suh BI, Wang Y. Determining the direction of shrinkage in dental composites by changes in surface contour for different bonding configurations. *Am J Dent*. 2001;14(2):109-13.
- 11- Söderholm KJ. Correlation of in vivo and in vitro performance of adhesive restorative materials: a report of the ASC MD156 task group on test methods for the adhesion of restorative materials. *Dent Mater*. 1991;7(2):74-83.
- 12- Barakat MM, Powers JM. In vitro bond strength of cements to treated teeth. *Aust Dent J*. 1986;31(6):415-9.
- 13- O' Brien WJ. *Dental materials and their selection*. 3rd ed. Chicago: Quintessence; 2002.
- 14- Imbery TA, Coudron J, Moon PC. Fracture resistance of extensive amalgam restorations retained by pins, amalgapins and amalgam bonding agents. *Oper Dent*. 2008;33(6):666-74.
- 15- Bausch JR, de Lange K, Davidson CL, Peters A, de Gee AJ. Clinical significance of polymerization shrinkage of composite resins. *J Prosthet Dent*. 1982;48(1):59-67.
- 16- Kinomoto Y, Torii M. Photoelastic analysis of polymerization contraction stresses in resin composite restorations. *J Dent*. 1998;26(2):165-71.
- 17- Loguercio AD, Reis A, Schroeder M, Balducci I, Versluis A, Ballester RY. Polymerization shrinkage: effects of boundary conditions and filling technique of resin composite restorations. *J Dent*. 2004;32(6):459-70.
- 18- De munek J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res*. 2005; 84(2):118-32.
- 19- Tay FR, Pashley DH. Aggressiveness of contemporary self-etching systems. I: Depth of penetration beyond dentin smear layers. *Dent Mater*. 2001; 17(4):296-308.
- 20- Toledano M, Osorio R, Albaladejo A, Aguilera FS, Osorio E. Differential effect of in vitro degradation on resin-dentin bonds produced by self-etch versus total-etch adhesives. *J Biomed Mater Res A*. 2006;77(1):128-35.
- 21- Sano H, Takatsu T, Ciucchi B, Russell CM, Pashley DH. Tensile properties of resin-infiltrated demineralized human dentin. *J Dent Res*. 1995;74(4):1093-102.
- 22- Phrukkanon S, Burrow MF, Tyas MJ. The influence of cross-sectional shape and surface area on the microtensile bond test. *Dent Mater*. 1998;14(3):212-21.
- 23- Shono Y, Ogawa T, Terashita M, Carvalho RM, Pashley EL, Pashley DH. Regional measurement of resin-dentin bonding as an array. *J Dent Res*. 1999;78(2):699-705.
- 24- Donly KJ, Dowell A, Anixiadis C, Croll TP. Relationship among visible light source, composite resin polymerization shrinkage, and hygroscopic expansion. *Quintessence Int*. 1990;21(11):883-6.
- 25- Cho BH, Dickens SH, Bae JH, Chang CG, Son HH, Um CM. Effect of interfacial bond quality on the direction of polymerization shrinkage flow in resin composite restorations. *Oper Dent*. 2002;27(3):297-304.
- 26- Kenshima S, Reis A, Uceda-Gomez N, Tancredo Lde L, Filho LE, Nogueira FN et al. Effect of smear layer thickness and pH of self-etching adhesive systems on the bond strength and gap formation to dentin. *J Adhes Dent*. 2005;7(2):117-26.
- 27- Tagami J, Nikaido T, Nakajima M, Shimada Y. Relationship between bond strength tests and other in vitro phenomena. *Dent Mater*. 2010;26(2):94-9.
- 28- Kiremitçi A, Yalçın F, Gökalp S. Bonding to enamel and dentin using self-etching adhesive systems. *Quintessence Int*. 2004;35(5):367-70.
- 29- Oliveira DC, Manhães LA, Marques MM, Matos AB. Microtensile bond strength analysis of different adhesive systems and dentin prepared with high-speed and Er:YAG laser: a comparative study. *Photomed Laser Surg*. 2005;23(2):219-24.
- 30- Brackett WW, Tay FR, Looney SW, Ito S, Haisch LD, Pashley DH. Microtensile dentin and enamel bond strengths of recent self-etching resins. *Oper Dent*. 2008;33(1):89-95.
- 31- Sarr M, Kane AW, Vreven J, Mine A, Van Landuyt KL, Peumans M et al. Microtensile bond strength and interfacial characterization of 11 contemporary adhesives bonded to bur-cut dentin. *Oper Dent*. 2010;35(1):94-104.