

## مقایسه استحکام برشی و ریزش یک دنتین باندینگ آزمایشگاهی با سیستم باندینگ چند منظوره Scotchbond بر اساس استاندارد ISO TR 11405

دکتر طاهره سادات جعفرزاده کاشی\* - دکتر محمد عرفان\*\* - دکتر الهیار نژادی نیاسر\*\*\*†

\*استادیار گروه مواد دندانپزشکی / مرکز تحقیقات علوم و تکنولوژی در پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران

\*\*استادیار دانشکده داروسازی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

\*\*\*دستیار تخصصی رادیولوژی دهان و فک و صورت دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران

**Title:** Comparison of shear bond strength and microleakage of Scotchbond multi-purpose (MP) adhesive system and an experimental dentin bonding agent based on standard of ISO TR 11405

**Authors:** Jafarzadeh Kashi T. Assistant professor\*, Erfan M. Assistant professor\*\*, Nezadi Niasar A. Post graduate student

**Address:** \*Department of Dental Material, School of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences

\*\*Department of Pharmaceutics, School of Pharmacology, Shahid Beheshti University of Medical Sciences

\*\*\*Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences

**Background and Aim:** Evaluation of shear bond strength and microleakage of bonding agents is important as these properties play main roles in adhesion of composite to dental tissues. Microleakage results in bacterial penetration into dentin tubules and enamel surfaces and causes sensitivity and recurrent caries followed by destruction of composite filling. Insufficient shear bond strength results in early failure of filling in low masticatory forces. The main goal of this study was to compare the microleakage and shear bond strength of an experimental adhesive and Scotchbond multi-purpose (MP) adhesive system.

**Materials and Methods:** In this experimental study, sixty extracted caries free human molar teeth were randomly assigned into 4 groups of 15 each for shear bond strength. Variables were bonding agents, enamel and dentin. Twenty teeth assigned into 2 groups of 10 each were used for valuation of the microleakage. Microleakage and shear bond strength were performed according to ISO TR 11405. All data were analyzed with parametric and non-parametric tests according to their normality distribution. Also, Weibull distribution performed on data.

**Results:** Data obtained from both microleakage and shear bond strength tests showed no significant difference between the experimental bonding and Scotchbond MP bonding ( $P>0.05$ ). Furthermore, there was no significant difference between the microleakage of occlusal and gingival parts of both bondings ( $P>0.05$ ).

**Conclusion:** Experimental adhesive bonding showed acceptable results regarding microleakage and shear bond strength. It may be concluded that the experimental dentin bonding had a comparable performance quality with that of commercial system.

**Key Words:** Shear Strength; Leakage; Scotchbond Multi-Purpose; Dentin Bonding Agents

### چکیده

**زمینه و هدف:** استحکام برشی بیوند و میزان ریزش مهم‌ترین خواص دنتین باندینگ‌ها می‌باشد زیرا در اتصال کامپوزیت به نسج دندان نقش اساسی دارد. ریزش باعث نفوذ عوامل باکتریال به توبول‌های عاجی و سطوح مینایی شده که حساسیت و عود پوسیدگی را به واسطه از دست رفتن ترمیم کامپوزیتی به دنبال خواهد داشت. استحکام برشی ناکافی پیوند، باعث شکست زود هنگام ترمیم در اثر حداقل نیروهای مضغی می‌شود. هدف اصلی از انجام این مطالعه مقایسه میزان ریزش و استحکام برشی باندینگ یک آدهزیو آزمایشگاهی با یک آدهزیو اسکاچ باند بود.

**روش بررسی:** در این مطالعه تجربی، ۶۰ دندان مولر بدون پوسیدگی برای تست باند برشی استفاده شد که به چهار گروه ۱۵ تایی تقسیم گردید. متغیرهای این مطالعه، نوع باندینگ، مینا و عاج بودند. جهت تست ریزش از ۲۰ دندان استفاده شد و به دو گروه ۱۰ تایی تقسیم گردید. مراحل بر اساس استاندارد ISO TR 11405 اجرا گردید. داده‌ها پس از انجام نرمالیتی تست با استفاده از آزمون‌های پارامتریک و غیرپارامتریک مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

+ مؤلف مسؤول: نشانی: تهران - خیابان انقلاب - خیابان قدس - دانشگاه علوم پزشکی تهران - دانشکده دندانپزشکی - گروه آموزشی رادیولوژی فک و صورت  
تلفن: ۶۶۴۹۲۲۱۳ نشانی الکترونیک: nezadi@gmail.com

بعلاوه توزیع Weibull بر روی داده‌ها صورت پذیرفت.

**یافته‌ها:** داده‌های تست ریزش و استحکام باند برشی اختلاف آماری معنی‌داری را بین دو گروه باند آزمایشگاهی و SbMP نشان ندادند ( $P > 0.05$ ). ریزش دو باندینگ بین سطوح اکلوژال و ژینژیوال از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری نداشت ( $P > 0.05$ ).

**نتیجه‌گیری:** باندینگ آزمایشگاهی نتایج قابل قبول و مشابه SbMP نشان داد. می‌توان نتیجه گرفت که باندینگ آزمایشگاهی دارای کیفیت کاربردی بالا و قابل مقایسه با مشابه تجاری آن است.

**کلید واژه‌ها:** استحکام برشی؛ ریزش؛ باندینگ چند منظوره اسکاچ باند؛ عوامل باندینگ عاجی

وصول: ۸۸/۰۵/۲۲ اصلاح نهایی: ۸۸/۰۶/۲۵ تأیید چاپ: ۸۸/۰۶/۲۸

## مقدمه

اصول دندانپزشکی براساس کاربرد مواد Adhesive به سال ۱۹۵۵ باز می‌گردد (۱). یعنی زمانی که بونوکور با استفاده از روش‌های باندینگ صنعتی به نتایج ذیل دست یافت: ۱- می‌توان پیش از بکارگیری رزین‌ها از اسیدهای مختلف برای آماده‌سازی سطح دندان استفاده کرد. ۲- اچ کردن مینا با اسید فسفریک طول عمر چسبیدن مواد ترمیمی به دندان را افزایش می‌دهد. ۳- عامل اصلی چسبندگی رزین‌ها به مینای اچ شده، تشکیل دنبالچه‌های رزینی (Resin Tags) است (۲)، زیرا رزین به درون خلل و فرج‌های میکروسکوپی مینای اچ شده نفوذ می‌کند و سبب پیوند میکرومکانیکال می‌شود.

توانایی پیوند مواد ترمیمی به مینا اکنون به حد قابل قبولی رسیده اما چسباندن مواد ترمیمی موجود به عاج مسئله‌ای پیچیده به حساب می‌آید، زیرا درصد بالای مواد ارگانیک و آب، وجود توپول‌های عاجی، جریان مایع پالپی درون توپول‌ها و نفوذپذیری زیاد آن در برابر جریان‌های مولکولی و تهاجم باکتری‌ها، باند بین رزین هیدروفوب و سطح عاج هیدروفیل را مشکل می‌کند (۳). از جمله عوامل منفی دیگر می‌توان به لایه اسمیر (۴) که پس از تراشیدن دندان به سطح عاج می‌چسبد (۵،۶) و نیز واکنش پالپ به مونومرها و سایر مواد بکار رفته در باندینگ‌ها اشاره نمود (۷). سیستم‌های باندینگ عاجی که در سه دهه اخیر دستخوش دگرگونی و تکامل بوده‌اند نقش دوگانه‌ای دارند. این سیستم‌ها از ترکیبات مونومرها و افزودنی‌ها (شامل: آغازگر، بازدارنده و ثابت‌کننده) تشکیل شده‌اند و وظیفه باند با عاج و نیز پیوند با ترمیم‌های رزینی دندانی را بر عهده دارند (۸). موفقیت یک ترمیم هم‌رنگ دندان بستگی به خصوصیات فیزیکی، مکانیکی، شیمیایی و بیولوژیک باندینگ دارد. کیفیت لایه هیبرید (مکانی که باندینگ

عملکرد دوگانه خود را در ترکیب با ترمیم رزینی و عاج، به نمایش می‌گذارد) در تحمل نمودن انواع نیروها (کششی، فشاری و برشی) به مقاومت علیه تخریب شیمیایی ناشی از مایعات و بزاق، سازگاری بیولوژیک ناشی از ترکیب مونومری باندینگ (۹،۱۰)، درهم‌نشری (Interdiffusion) مناسب اجزای سیستم «عاج- باندینگ- ترمیم رزینی» و پلیمریزاسیون مطلوب، بستگی دارد (۱۱،۱۲).

با توجه به نکات مذکور، بر آن شدیم تا به بررسی میزان ریزش و استحکام برشی باندینگ در دو سیستم باندینگ نسل چهارم (یکی محصول شرکت 3M (Scotchbond MP) و دیگری یک باندینگ آزمایشگاهی تولید شده توسط اعضای این پژوهش) پردازیم و نیز بواسطه تطابق با مفاد ISO TR 11405 کیفیت آنها را مورد تأیید قرار دهیم.

## روش بررسی

در این پژوهش تجربی از مواد و وسایلی که در جدول ۱ آمده است استفاده گردید:

طریقه استفاده از کامپوزیت و باندینگ: مطابق دستورالعمل کارخانه 3M، بعد از خشک کردن و ایزوله کردن نسج دندانی، به مدت ۱۵ ثانیه اسید اچ بر روی عاج و مینا قرار داده و سپس به مدت ۱۵ ثانیه آن را شستشو داده و به مدت ۵ ثانیه خشک کرده، سپس پرایمر را بر روی نسج دندان قرار داده و به مدت ۵ ثانیه به آرامی خشک کردیم. سپس Adhesive رابر روی سطح قرار داده و ۱۰ ثانیه توسط دستگاه Light Cure (Coltolux75) مورد تابش قرار دادیم. لازم به ذکر است که شدت تابش نور توسط رادیو متر Optilux مدل ۱۰۰، Kerr آمریکا مورد بررسی قرار گرفت

## جدول ۱- مواد و وسایل مورد استفاده در پژوهش

کارخانه سازنده	Lot Number	نوع ماده
3M ESPE - St. Paul- Maplewood- Minnesota-USA	۲ MW	Scotchbond Multi-Purpose Adhesive
3M ESPE - St. Paul- Maplewood- Minnesota-USA	۲ YY	Scotchbond Multi-Purpose Primer
دانشکده داروسازی-دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی-ایران		Experimental Adhesive
3M ESPE - St. Paul- Maplewood- Minnesota-USA	۲ YN	Scotchbond Etchant
3M ESPE - St. Paul- Maplewood- Minnesota-USA	۲ GJ	Z100 Restorative Composite
Meliodont- Bayer Dental- Newbury- Berkshire- U. K	Un ۱۲۴۷	Self-Cure Acrylic Repair Material
Coltène/Whaledent -Cuyahoga Falls- Ohio-USA	-	دستگاه Light-Cure Coltolux 75
Linyi Zhongnankaichuang Trading Co- Shandong- China	۶۳۱۵۳	کاغذ سیلیکون (سمباده) ۴۰۰ grit
Leydi co- Tianjin-China	OJE ۸۸	وارنیش (لاک)
Dentsply Y International- York- Pennsylvania-USA	۵۴۵ Y	اکریل شفاف خودسخت‌شونده

3M سیستم Scotchbond MP Adhesive (نمونه‌های کنترل) روی سطح مینا یا عاج قرار گرفت و سپس مولد سلولوئیدی (سطح مقطع به قطر ۳ میلی‌متر)، روی سطح باند شده قرار گرفت و کامپوزیت درون آن قرار گرفت و طبق دستور کارخانه توسط نور، کیور گردید. نمونه‌ها به مدت ۱۳ روز در آب مقطر ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. سپس نمونه‌ها توسط دستگاه Universal Testing Machine:UTM (Zwick) تحت استرس برشی قرار گرفتند و قدرت باند بر حسب مگاپاسگال محاسبه شد. بدین نحو که، ابتدا تیغه به نمونه نزدیک شده و سپس با سرعت ۰/۵ میلی‌متر در دقیقه نیروی عمودی به نمونه اعمال گردید. نهایتاً نمونه زیر میکروسکوپ (بزرگنمایی ۶/۵ برابر) و نور مایل بررسی شد و Mode of Failure (نحوه شکست) آن تعیین گردید (جدول ۲). Mode of Failure ممکن است به صورت ترکیبی از این موارد هم باشد که به صورت درصد بیان می‌شود. همین روش بر روی سیستم باندینگ ساخته شده صورت گرفت.

## جدول ۲- نحوه شکست

Ad	شکست در فاصله بین دندان و باندینگ
Co	(TF) شکست کاملاً در عاج یا مینا
Co	(CF) شکست کاملاً در کامپوزیت
Co	(BF) شکست کاملاً در باندینگ

Ad: Adhesive  
Co: Cohesive

(شدت تابش نور = ۸۰۰ میلی وات/ سانتی‌متر مربع). جهت سنجش ریزش، کامپوزیت Z100 را به صورت لایه‌لایه (حداکثر ضخامت هر لایه ۲ میلی‌متر) درون حفره تراش داده شده قرار داده و سپس Finishing و Polishing گردید. جهت سنجش استحکام برشی، کامپوزیت توسط یک مولد سلولوئیدی به قطر ۳ میلی‌متر بر روی نسج دندان (مینا یا عاج) قرار داده شد. نهایتاً همین روش در مورد باندینگ آزمایشگاهی نیز انجام شد.

تست Shear Strength: از این تست جهت بررسی قدرت پیوند سیستم Adhesive به دندان استفاده شد (۱۳). بر اساس استاندارد ISO TR 11405 ابتدا ۱۵ دندان مولر (برای هر سری آزمایش) بدون پوسیدگی که به تازگی کشیده شده بودند، انتخاب و شسته شدند. سپس دندان‌ها در محلول باکتروسید/باکتروستاتیک ۰/۵٪ کلرآمین به مدت یک هفته قرار گرفتند و سپس در آب مقطر و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. برای تهیه نمونه‌های مینا، سطحی صاف از دندان تهیه شد. جهت تهیه نمونه‌هایی که زیر لایه آنها عاج بود، از دنتینی که نزدیک به مینا بود، استفاده گردید زیرا دنتینی که نزدیک به پالپ دندان می‌باشد قدرت باند کمتری دارد.

به منظور تهیه نمونه‌های دنتین به صورت یکنواخت، نمونه‌ها از ۱ میلی‌متری DEJ به داخل دنتین تهیه شد. برش‌های مینا یا عاج درون مولد فلزی به قطر ۱۳ میلی‌متر، به کمک اکریل خودسخت‌شونده "بایر" ثابت شدند و پس از خارج کردن نمونه ثابت شده، سطح دندان با کاغذ سیلیکون ۴۰۰ grit پرداخت گردید، سپس طبق دستور کارخانه

## روش تجزیه و تحلیل آماری

برای آنالیز نتایج استحکام برشی، ابتدا با استفاده از آزمون Kolmogorov-Smirnov نرمالیتی داده‌ها تعیین گردید و سپس با کمک آنالیز واریانس (ANOVA) POST HOC و Weibull Analysis داده‌ها مورد تحلیل قرار گرفتند. Weibull Analysis آزمونی است که رابطه بین احتمال شکست باند را با میزان نیروی برشی نشان می‌دهد. معادله Weibull به صورت زیر می‌باشد:

$$P_f = 1 - \exp\left[-\left(\frac{\delta - \delta_u}{\delta_o}\right)^m\right]$$

$P_f$  احتمال شکست باند در هر سطحی از استرس بیش از میزان استرس  $\delta$  می‌باشد.  $\delta_u$  و  $\delta_o$  مقادیری ثابت هستند.  $\delta_u$  حداقل استرسی است که احتمال شکست در آن وجود دارد. در اغلب موارد  $\delta_u$  معادل صفر است ( $\delta_u = 0$ ).  $\delta_o$  به عنوان Normalizing Parameter شناخته می‌شود. ثابت  $m$  را Weibull Modulus می‌نامند و دارای اهمیت کاربردی بالایی است. مقادیر کم  $m$  نشان‌دهنده طیف وسیعی از نتایج پراکنده با دم طویل (Long Tail) در استرس‌های پایین است، در حالی که مقادیر بالای  $m$  نشان‌دهنده نتایج شکست نزدیک به هم است. Weibull Modulus نشانگر میزان قابل اعتماد بودن باند است، بطوریکه هر چه  $m$  بیشتر باشد، باند قابل اعتمادتر است. در این مطالعه مقادیر ثابت  $\delta_o$  (Normalizing Parameter) و  $m$  (Weibull Modulus) و احتمال شکست در ۵٪ و ۹۰٪ میزان استرس بررسی شده است.

از نرم‌افزار آماری SPSS جهت آنالیز نتایج تست استحکام برشی استفاده شد و برای انجام آنالیز Weibull نرم‌افزارهای Excel، Sigma Plat و Table Cure 2D به کار گرفته شدند.

**تست ریزش:** جهت بررسی میزان ریزش طبق ISO TR 11405 حداقل ۱۰ نمونه برای باندینگ در نظر گرفته شد. در این مطالعه پس از تهیه دندان‌ها در سطح باکال یا لینگوال دندان

حفره‌ای بدین نحو تراش داده شد: کف ژئریوال ۱ میلی‌متر پایین‌تر از CEJ، ارتفاع اکلوزوژئریوال ۳ میلی‌متر، عرض مزبودیستالی ۵ میلی‌متر و عمق حفره در داخل عاج ۱ میلی‌متر. سپس طبق دستور کارخانه سیستم Adhesive، حفره‌ها آماده‌سازی و سپس با کامپوزیت پر شدند. نمونه‌ها تحت ترموسیکلینگ با تعداد ۵۰۰ سیکل در دمای بین ۵ و ۵۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. پس از سیل کردن انتهای ریشه، تمام سطوح دندان تا ۱ میلی‌متری مارچین با دو لایه لاک پوشیده شد و سپس در حرارت ۳۷ درجه به مدت ۲۴ ساعت در محلول فوشین قرار گرفت. پس از شستشو با اکریل شفاف پوشیده و سپس به صورت طولی برش داده شد. با استریومیکروسکوپ با بزرگنمایی ۱۰ برابر عمق نفوذ رنگ در حد فاصل ترمیم و دیواره دندانی آماده‌سازی شده، مورد ارزیابی و سپس به صورت زیر مورد درجه‌بندی قرار گرفت:

۰ = عدم نفوذ رنگ

۱ = نفوذ رنگ کمتر

۲ = نفوذ رنگ بیش از نصف عمق حفره ولی کمتر از دیواره اگزیرال

۳ = نفوذ رنگ تا دیواره اگزیرال ولی این دیواره را کاملاً در بر نمی‌گیرد.

۴ = نفوذ رنگ تا حدی که دیواره اگزیرال را کاملاً در بر می‌گیرد.

نهایتاً پس از پردازش اطلاعات توسط نرم افزار SPSS داده‌ها با استفاده از آزمون (Mann-Whitney) Non-Parametric مورد تجزیه تحلیل آماری قرار گرفت.

## یافته‌ها

توزیع فراوانی درجات ریزش گروه‌های مورد بررسی در سطوح اکلوزال و ژئریوال در جدول ۳ آمده است. آنالیز آماری Mann-Whitney دو نوع باندینگ مورد مطالعه در مورد ریزش قسمت اکلوزالی ( $P=1/000$ ) و ریزش قسمت ژئریوالی ( $P=0/396$ ) اختلاف قابل ملاحظه‌ای را نشان نداد.

آزمون Non-Parametric، در سیستم باندینگ SbMP، در زمینه ریزش قسمت‌های اکلوزالی و ژئریوالی ( $P=0/100$ ) تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. بعلاوه این آزمون در سیستم باندینگ آزمایشگاهی از جهت ریزش قسمت‌های اکلوزالی و ژئریوالی ( $P=0/465$ ) نیز اختلاف قابل ملاحظه‌ای را نشان نداد.

جدول ۳- توزیع فراوانی درجات ریزش

باندینگ	Part	Score 0	Score 1	Score 2	Score 3	Score 4
Scotchbond ادهزیو	اکلوزال	۹	۱	۰	۰	۰
	ژنژیوال	۶	۱	۰	۳	۰
باندینگ آزمایشگاهی	اکلوزال	۹	۱	۰	۰	۰
	ژنژیوال	۸	۰	۰	۲	۰

جدول ۴- میزان استحکام برشی در نمونه‌های مینا و عاج باندینگ‌های SbMP و آزمایشگاهی

باندینگ آزمایشگاهی		SbMP		
عاج	مینا	عاج	مینا	
۱۶/۲۱	۱۴/۰۸	۱۴/۸۳	۱۳/۱۰	میانگین
۶/۵۶	۴/۷۸	۷/۸۳	۵/۸۶	انحراف معیار
۴۰/۴۷	۳۳/۹۴	۵۲/۸۱	۴۴/۷۴	درصد ضریب تغییرات

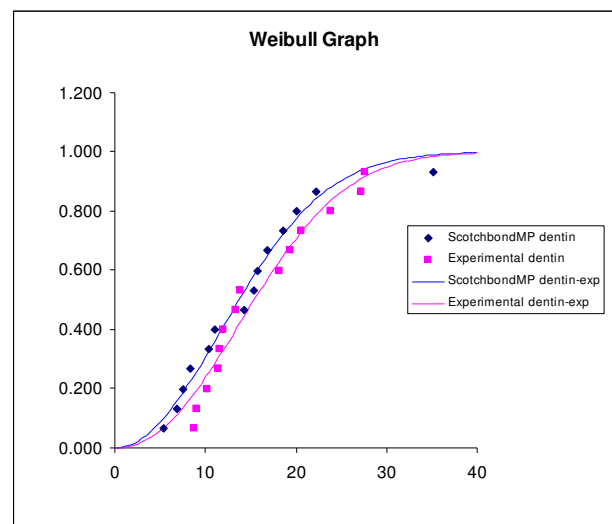
جدول ۵- آنالیز Weibull در باندینگ‌های SbMP و Experimental

Normalizing Parameter ( $\sigma_0$ )	Weibull Modulus (m)	Correlation Coefficient ( $r^2$ )	استرس برای شکست در		گروه‌ها
			۵٪	۹۰٪	
			{ $\sigma_{0.05}$ (MPa)}	{ $\sigma_{0.9}$ (MPa)}	
۱۶/۴۳	۰/۰۲	۰/۹۸	۳/۷۷	۲۴/۸۳	Scotchbond MP
۱۸/۲	۲/۱۸	۰/۹۶	۴/۶۶	۲۶/۶۸	باندینگ آزمایشگاهی

نیرو بر حسب نیوتن و سطح مقطع بر حسب میلی‌متر مربع ثبت شده بود، مقادیر استحکام برشی بر حسب مگاپاسکال محاسبه شد و سپس Mode of Failure هر کدام از نمونه‌ها تعیین گردید (Mode of Failure در ۴۷٪ نمونه‌های مینایی و ۸۰٪ نمونه‌های عاجی در فاز Adhesive تعیین گردید). نتایج استحکام برشی دو باندینگ مورد مطالعه در قسمت‌های عاجی و مینایی در جدول ۴ قرار دارد. جدول ۵ و نمودار ۱ نتایج و گراف آنالیز Weibull را نشان می‌دهد.

### بحث و نتیجه‌گیری

ترمیم‌های دندان‌های خلفی با رزین کامپوزیت‌ها و در سال‌های اخیر استفاده از دنتین باندینگ‌ها تحول شگرفی در دندانپزشکی ترمیمی به وجود آورده است. اتصال میکرومکانیکال کامپوزیت‌ها به نسج دندان که با واسطه باندینگ‌ها از طریق اچ کردن مینا و عاج (Total Etch) به وجود می‌آید تا حدود زیادی دغدغه‌ریز نشست میکروبیال و حساسیت‌های پس از پرکردگی‌های کامپوزیتی را از بین برده است. از



نمودار ۱- نمودار Weibull مربوط به نمونه‌های عاج در تست استحکام باند برشی

در مورد تست استحکام باند برشی پس از این که نمونه‌ها تحت تأثیر نیروی دستگاه (Zwick) UTM قرار گرفتند، با توجه به این که

طرفی با بهبود فرمولاسیون مواد باندینگ، استحکام پیوند کامپوزیت‌ها به مینا و عاج افزایش یافته و بحث ایجاد گیرهای مکانیکال تقریباً منتفی گشته است.

در پژوهش حاضر سعی بر آن شد که یک فرمولاسیون ساخت کشورمان را به لحاظ میزان ریزش و استحکام باند برشی با استانداردهای موجود در ISO TR 11405 تطابق داده و این ویژگی‌ها را در مقایسه با Scotchbond Multi purpose، مورد بررسی قرار دهیم.

بطور کلی به دلیل هموزن بودن ساختاری مینا و نبود مایعات عاجی در آن، باندینگ به مینا قابل اعتماد بوده و با سهولت قابل دستیابی است. اما ایجاد باند قابل قبول عاج به دلیل ساختار ناهمگون عاج و حرکت رو به خارج مایعات عاجی و بیشتر بودن محتویات آلی آن و پوشیده شدن سطح آن با لایه اسمیر با مشکلاتی همراه است. مطالعات متعددی نشان داد که ریزش در مارژین‌های مینایی در حد قابل توجهی کمتر از مارژین ژئزیوالی است و حتی در بیشتر موارد ریزش در مارژین‌های مینایی کاملاً حذف شده است (۱۷-۱۴).

درحالی‌که در پژوهش حاضر میزان بسیار اندکی از ریزش در مارژین ژئزیوال در هر دو باندینگ مشاهده شد، آزمون‌های آماری Non-Parametric اختلاف معنی‌داری را بین ریزش مارژین اکلوزالی و ژئزیوالی، نه در مورد SbMP و نه در مورد باندینگ آزمایشگاهی نشان نداد.

Davidson و Scholte، Tay و Gwinnett و همکاران و Hilton و همکاران، در مطالعاتشان از کامپوزیت Flowable، کامپوزیت میکروفیل و یا کامپومر به عنوان ماده پرکننده استفاده نمودند (۱۶-۱۴)، در صورتیکه در تحقیق حاضر از کامپوزیت هیبرید Z100 (3M) استفاده گردید. بنابراین می‌توان چنین نتیجه گرفت که استفاده از کامپوزیت‌های هیبرید بطور قابل ملاحظه‌ای ریزش ژئزیوالی را کاهش می‌دهد.

در مطالعه حاضر برای مشابه‌سازی شرایط دهان از ترموسایکلینگ استفاده گردید تا ترمیم در معرض دو کرانه دمایی و محیط مرطوب قرار گیرد. Rigsby و همکاران، Henderson و Sidhu در مطالعات خود نشان دادند که در ترمیم‌های رزین کامپوزیت باند شده با عوامل اتصال‌دهنده عاجی، میان میزان ریزش در قبل و بعد از

ترموسایکلینگ اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (۱۷،۱۸). Talic و El-Araby اثر ترموسایکلینگ را بر روی سیستم‌های خود اچ شونده بررسی کردند و نتیجه‌گیری نمودند که استحکام برشی هم در مینا و هم در عاج پس از ترموسایکلینگ کاهش می‌یابد (۱۹). علت این امر می‌تواند تفاوت در باندینگ‌های مورد استفاده باشد. با توجه به اینکه استاندارد ISO TR 11405 تعداد ۵۰۰ سیکل را در دمای بین ۵ و ۵۵ سانتی‌گراد توصیه نموده است این مسئله مبنای مطالعه حاضر قرار گرفت و در این پژوهش تفاوت معنی‌داری میان میزان ریزش در قسمت‌های اکلوزالی در دو گروه باندینگ مشاهده نشد و میزان ریزش اکلوزالی (مینایی) این دو باندینگ مشابه یکدیگر برآورد گردید. همچنین از نظر ریزش ژئزیوالی (عاجی) این دو باندینگ مشابه یکدیگر بوده و اختلاف قابل ملاحظه‌ای را نسبت به هم نشان ندادند.

یکی از مهمترین توجهات در این زمینه، می‌تواند شباهت فرمولاسیون این دو باندینگ باشد، چرا که باندینگ آزمایشگاهی بر اساس فرمولاسیونی شبیه به SbMP تهیه گردیده است. دلیل دیگر این موضوع احتمالاً یکسان بودن پرایمر این دو ادهزیو می‌باشد، چرا که پرایمر به دلیل داشتن یک قطب هیدروفیل و یک قطب هیدروفوب ارتباط میان نسج و ادهزیو را برقرار می‌کند و یکسان بودن این ماده می‌تواند مشابهت نتایج حاصله را توجیه نماید (۲۰).

Chan و Swift نشان دادند که میزان سیل مارجینال در سه نوع باندینگ SbMP، Gluma2000 و All-Bond2 در مینا و نیز در عاج مشابه بود ولی میزان ریزش قسمت‌های عاجی اندکی بیش از قسمت‌های مینایی برآورد گردید، که می‌تواند بعلت استفاده از کامپوزیت میکروفیل جهت پرکردن باشد. همچنین روش تشخیص ریزش در تحقیق وی (Crystal Violet Staining Technique) با روش تشخیصی در مطالعه حاضر (استفاده از فوشین ۲٪) اختلاف داشت (۲۱).

در پژوهش Ferdianakis که بین دو باندینگ (Optibond و Fortify) انجام شد، اختلاف معنی‌داری بین هیچ کدام از قسمت‌های مینایی و عاجی در دو گروه مشاهده نشد. در این تحقیق از فوشین ۲٪ به عنوان عامل تشخیصی استفاده گردید (۲۲) که از این لحاظ مشابه مطالعه حاضر بود ولی به دلیل استفاده از باندینگ‌های نسل پنجم، نمی‌توان آن را معیار خوبی برای ارزیابی میزان ریزش باندینگ‌های

نسل چهارم (در مطالعه حاضر) دانست.

با این وجود Pilo و Ben-Amar با مقایسه ریزش سه نوع باندینگ نسل چهارم و سه نوع باندینگ نسل پنجم اختلاف معنی داری را در بین باندینگ‌ها و در سطوح مختلف پیدا نکردند. اما به دلیل این که از فوشین ۵/۰٪ برای نشان دادن درجه نفوذ استفاده نمودند (۲۳)، شاید یکسان بودن ریزش باندینگ‌های نسل چهارم و پنجم از جهت ریزش مورد تردید باشد.

در مطالعه Amaral و همکاران میزان ریزش Stae ظاهراً بیشتر از بقیه موارد بود و Single Bond و ۳/۰ Etch and Prime بهترین نتایج را نشان دادند. بطوریکه میانه میزان ریزش در مورد Stae، SbMP و Single Bond و ۳/۰ Etch and Prime به ترتیب ۳ و ۴ و ۱ و ۲ بود. البته آزمون‌های آماری اختلاف معنی داری را میان این گروه‌ها نشان نداد که مشابه تحقیق حاضر بود. شایان ذکر است که دندان‌های مورد مطالعه در تحقیق ایشان آنسیزورهای گاوی بودند و میزان ترموسایکلینگ ۱۰۰۰ سیکل و ماده تشخیصی متیلن بلوی ۲٪ بوده است و نمونه‌ها به مدت ۴ ساعت در آن قرار گرفته‌اند. اما در مطالعه حاضر دندان‌های انسانی که به عنوان نمونه استفاده شدند در ۵۰۰ سیکل ترموسایکلینگ گردیدند و به مدت ۲۴ ساعت در فوشین ۲٪ قرار گرفتند. تفاوت در نوع نمونه‌های مورد بررسی و ماده تشخیصی و شرایط ترموسایکلینگ، می‌تواند اختلاف جزئی میان نتایج تحقیق حاضر را (که دارای میانه صفر در تمام موارد بود) با پژوهش ایشان توجیه نماید (۲۴).

در مطالعه El-Hosseiny و Farsi که به صورت IN VIVO بر روی دندان‌های شیری انجام گرفت، تفاوتی میان ریزش SbMP و Single Bond مشاهده نگردید (۲۵) که این امر را می‌توان به دلیل یکسان بودن کارخانه سازنده باندینگ‌ها و نزدیکی فرمولاسیون آنها (با وجود تفاوت نسل آنها) دانست. درحالی‌که در پژوهش Pilo و Ben-Amar (با وجود استفاده از فوشین ۵/۰٪) به یکسان بودن میزان ریزش چند نوع باندینگ نسل ۴ و ۵ اشاره شده بود (۲۳).

Elhegazi و Ategha در مقایسه میزان ریزش SbMP، One-Step، All-Bond2 و Perma Quick به این نتیجه رسید که کمترین میزان ریزش را میان گروه‌های مورد مطالعه داراست. روش انجام شده در مطالعه ایشان شباهت زیادی به مطالعه

حاضر داشت با این تفاوت که دندان‌های مورد مطالعه ایشان از نوع گاوی و تعداد نمونه‌ها کمتر از تحقیق حاضر بوده است (۲۶). اگرچه که Trumm و Manhart نشان دادند که میزان میکرولیکیج SbMP در مینا از سایر ادهزیوهای مورد استفاده در پژوهش آنها بیشتر بود ولی به طور جالبی مشخص شد که میزان آن در عاج از همه گروه‌ها کمتر است (۲۷). اگرچه مقادیر ریزش SbMP در تحقیق Trumm و Manhart بدون در نظر گرفتن نتایج سایر ادهزیوهای مقایسه شده در آن مطالعه با مقادیر به دست آمده در پژوهش حاضر قرابت زیادی را نشان داد.

تست دیگری که در مورد کارایی یک دنتین باندینگ مطرح است، تست استحکام برشی می‌باشد. در این پژوهش پس از انجام تست‌های آماری به این نتیجه رسیدیم که تفاوت معنی داری میان مقادیر استحکام برشی باندینگ آزمایشگاهی و SbMP وجود ندارد (چه در مینا و چه در عاج). اما در این مطالعه جهت بررسی کارایی و اطمینان بخش بودن باندینگ‌ها از یک آنالیز ویژه به نام Weibull استفاده گردید. این مطالعه باتوجه به استاندارد ISO بر روی ۱۵ نمونه برای هر باندینگ صورت گرفت و آنالیز Weibull احتمال و میزان استرس برای شکست در ۵٪ و ۹۰٪ نمونه‌ها را پیش‌بینی کرد. باید به این نکته توجه کرد که برای یک باندینگ با میزان بالای میانگین استحکام پیوند تضمینی وجود ندارد که در مقابل نیروهای بسیار اندک نشکند. بنابراین میزان اعتماد به باندینگ مورد نظر (از طریق ضریب Weibull) و نیز میزان استرس لازم برای شکست ۵٪ و ۹۰٪ نکات بسیار مهمی هستند (۲۷، ۲۸). از لحاظ میانگین، ضریب Weibull و میزان شکست در ۹۰٪ و ۵٪ نمونه‌ها، باندینگ آزمایشگاهی دارای شرایط بهتری می‌باشد. اما با توجه به آزمون پارامتریک انجام شده تفاوت معنی داری از این لحاظ میان آنها دیده نشده است.

در تحقیقی که توسط جعفرزاده بر روی استحکام برشی باندینگ SbMP در ناحیه عاجی صورت گرفت، میزان ضریب Weibull، ۳/۳۸ تعیین گردید (۳۰)، در صورتی که در تحقیق حاضر این میزان برای SbMP، ۲/۰۲ محاسبه شد. این تفاوت را می‌توان با توجه به این که CV (ضریب تغییر) تحقیق ایشان ۲۵/۶۲٪ و CV تحقیق حاضر در قسمت عاجی ۵۲/۸٪ بوده است توجیه نمود و این امر نشان‌دهنده همبستگی زیاد نتایج تحقیق می‌باشد، بنابراین شرایط آزمایشگاهی و دستگاه مورد استفاده در تحقیق ایشان مناسب‌تر بنظر می‌رسد. یکسان

بنابراین همان طور که در مطالعه بالا گزارش شده است میزان استحکام برشی SbMP تفاوت معنی داری با بقیه نمونه‌ها داشت ولی محدوده آن مشابه با نتایج تحقیق حاضر می‌باشد. از آنجا که در پژوهش حاضر شرایط آزمایشگاهی مشابهی برای باندینگ آزمایشگاهی و SbMP در نظر گرفته شد، می‌توان نتایج قسمت عاجی باندینگ آزمایشگاهی را که از نظر آماری تفاوت معنی داری با SbMP نداشت معتبرتر از نتایج سه باندینگ دیگر مطرح شده در مطالعه ایشان دانست. با توجه به نتایج مطالعات گذشته و پژوهش حاضر از جهت مقایسه این دو نوع باندینگ از نظر ریزش و استحکام برشی، در مجموع به نظر می‌رسد که باندینگ آزمایشگاهی دارای شرایطی قابل قبول بوده و پیشنهاد می‌شود که باندینگ آزمایشگاهی به تولید انبوه برسد. علاوه با توجه به اینکه در مقایسه این نوع باندینگ با باندینگ‌های نسل ۵ نتایج خوبی از لحاظ ظاهری به دست آمد، مقایسه ریزش و استحکام برشی این نوع باندینگ با سیستم باندینگ نسل ۵ و تولید نسل ۵ باندینگ آزمایشگاهی که سهولت کاربرد بیشتری دارد توصیه می‌شود.

بودن شرایط و دستگاه مورد استفاده در مورد هر دو باندینگ آزمایشگاهی و SbMP از نکات قوت تحقیق حاضر می‌باشد و بنابراین مقایسه نتایج این دو باندینگ قابل اعتمادتر به نظر می‌رسد.

در تحقیقی Davidson و Abdalla میزان استحکام برشی سه باندینگ SbMP، Clearfil Liner Bond و Optibond رادر قسمت عاجی به ترتیب  $۱۷/۷ \pm ۴/۱$ ،  $۱۶/۳ \pm ۳/۸$  و  $۱۵/۷ \pm ۵/۸$  تعیین نمودند (۳۱) که هر سه مورد در محدوده‌ای مشابه با باندینگ‌های آزمایش شده در تحقیق حاضر قرار دارند (بخصوص SbMP). مطالعه ایشان نشان داد که باندینگ‌های دارای استحکام برشی نزدیک ۱۷ MPa است و میزان ریزش در مقابل شوک‌های حرارتی و مکانیکی مقاومت خوبی دارند.

در تحقیق Ateyah و Elhegazi که برای بررسی استحکام برشی چهار نوع باندینگ مختلف انجام گرفت، نتایج سطح عاجی بدین شرح بود:  $SbMP = ۱۳/۷۲ \pm ۳/۰۳$ ،  $One-Step = ۴/۳۲ \pm ۰/۲۷$ ،  $All-Bond2 = ۶/۸۵ \pm ۰/۹۷$  و  $Perma Quick = ۸/۴۵ \pm ۲/۲۸$  (۲۶).

## منابع:

- Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res*. 1955; 34(6):849-53.
- Brudevold F, Buonocore M, Wileman W. A report on a resin composition capable of bonding to human dentin surfaces. *J Dent Res*. 1956; 35(6):846-51.
- Alaei F, sayedan K. principles of bonding in new dentistry. 1<sup>st</sup> ed. Noor e Danesh; 2002. p:12.
- Tao L, Pachley DH, Boyd L. Effect of different type of smear layers on dentin and enamel shear bond strengths. *Dent Mater*. 1988; 4(4):208-16.
- Tagami J, Tao L, Pashley DH, Hosoda H, Sano H. Effects of high-speed cutting on dentin permeability and bonding. *Dent Mater*. 1991; 7(4):234-9.
- Tagami J, Sugizaki J, Hosoda H. Effect of various pretreatments for dentin bonding on dentin permeability. *Shika Zairyo Kikai*. 1990; 9(2):240-56.
- Craig RG, Powers JM. *Restorative Dental Materials*. 4<sup>th</sup> ed. St. Louis: Mosby; 2002. p:214-26.
- Erickson RL. Surface interactions of dentine adhesive materials. *Oper Dent*. 1992; 5: 81-94.
- Eliades G. Clinical prevalence of the formulation and testing of dentine bonding systems. *J Dent*. 1994; 22(2):73-81.
- Peutzfeldt A. Resin composites in dentistry: the monomer systems. *Eur J Oral Sci*. 1997; 105(3):97-116.
- Ferracane JL, Greener EH. Fourier transform infrared analysis of degree of polymerization in unfilled resins-methods comparison. *J Dent Res*. 1984; 63(8):1093-5.
- Ferracane JL, Greener EH. The effect of resin formulation on the degree of conversion and mechanical properties of dental restorative resins. *J Biomed Mater Res*. 1986; 20(1):121-31.
- ISO/TR 11405:2003 Dental Materials-Testing of adhesion to tooth structure.
- Kemp-Scholte CM, Davidson CL. Complete marginal seal of class V resin composite restorations effected by increased flexibility. *J Dent Res*. 1990; 69(6):1240-3.
- Gwinnett J, Tay F, Pang K, Wei S. Comparison of three methods of critical evaluation of microleakage a long restorative interfaces. *J Prosthet Dent*. 1995; 74(6):575-85.
- Hilton TJ, Schwartz RS, Ferracane JL. Microleakage of four class II resin composite insertion techniques at intraoral temperature. *Quintessence Int*. 1997; 28(2):135-44.
- Rigsby DF, Retief DH, Bidez MW, Russell CM. Effect of axial load and temperature cycling on microleakage of resin restorations. *Am J Dent*. 1992; 5(3):155-9.
- Sidhu SK, Henderson LJ. Dentin adhesives and microleakage in cervical resin composites. *Am J Dent*. 1992; 5(5):240-4.
- El-Araby AM, Talic YF. The effect of thermocycling on the adhesion of self-etching adhesives on dental enamel and dentin. *J Contemp Dent Pract*. 2007; 8(2):17-24.
- Van Landuyt KL, Snauwaert J, De Munck J, Peumans M, Yoshida Y, Poitevin A, et al. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterials*. 2007; 28(26):3757-85.
- Chan KC, Swift EJ. Marginal seal of new-generation dental

bonding agents. *J Prosthet Dent.* 1994; 72(4):420-3.

**22-** Ferdianakis K. Microleakage reduction from newer esthetic restorative materials in permanent molars. *J Clin Pediatr Dent.* 1998; 22(3):221-9.

**23-** Pilo R, Ben-Amar A. Comparison of microleakage for three one-bottle and three multiple-step dentin bonding agents. *J Prosthet Dent.* 1999; 82(2):209-13.

**24-** Amaral CM, Hara AT, Pimenta LA, Rodrigues AL. Microleakage of hydrophilic adhesive systems in Class V composite restorations. *Am J Dent.* 2001; 14(1):31-3

**25-** El-Housseiny AA, Farsi N. Sealing ability of a single bond adhesive in primary teeth. An *In vivo* study. *Int J Paediatr Dent.* 2002; 12(4):265-70.

**26-** Ateyah NZ, Elhegazi AA. Shear bond strength and

microleakage of four types of dentin adhesive materials. *J Contemp Dent Pract.* 2004; 15(1):63-73.

**27-** Manhart J, Trumm C. Microleakage of XP Bond in Class II cavities after artificial aging. *J Adhes Dent.* 2007; 9(2):261-4.

**28-** McCabe JF, Walls AW. The treatment of results for tensile bond strength testing. *J Dent.* 1986; 14(4):165-8.

**29-** Weibull W. A statistical distribution function of wide applicability. *J Appl Mech.* 1951; 18:293-7.

**30-** Jafarzadeh Kashi T. Performance of adhesive dental biomaterials. Ph.D thesis, University of Manchester. 1998

**31-** Abdalla AI, Davidson CL. Shear bond strength and microleakage of new dentin bonding systems. *Am J Dent.* 1993; 6(6):295-8.