

## تأثیر شیوه‌های مختلف آماده سازی سطح بر روی استحکام باند برشی کامپوزیت‌های تعمیر شده با سایلوران بیس‌ها

محمد رضا مالکی پور\*، فرزانه شیرانی\*\*، زهرا حورمه‌ر\*\*\*#

\* دانشیار گروه دندانپزشکی ترمیمی و زیبایی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه آزاد خوراسگان، ایران  
 \*\* دانشیار گروه دندانپزشکی ترمیمی و زیبایی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، ایران  
 \*\*\* دستیار تخصصی گروه دندانپزشکی ترمیمی و زیبایی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه آزاد خوراسگان، ایران  
 تاریخ ارائه مقاله: ۱۰/۳/۹۴ - تاریخ پذیرش: ۱۲/۳/۹۵

### Evaluation of the Effect of Surface Treatments on Shear Bond Strength of Repaired Silorane-based Composites

Mohammad Reza Malekipur\*, Farzaneh Shirany\*\*, Zahra Hourmehr\*\*\*#

\* Associate Professor, Dept of Operative Dentistry, School of Dentistry, Khorasgan Azad University, Khorasgan, Iran.

\*\* Associate Professor, Dept of Operative Dentistry, School of Dentistry, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.

\*\*\* Postgraduate Student, Dept of Operative Dentistry, School of Dentistry, Khorasgan Azad University, Khorasgan, Iran.

Received: 31 May 2015 ; Accepted: 1 June 2016

**Introduction:** This study aimed to evaluate the shear bond strength (SBS) of silorane-based and methacrylate-based composites repaired by silorane-based composites after different surface treatments.

**Materials & Methods:** In total, 32 composite cylinders were provided from each of the two composites types (e.g., P90: P and Z350: Z). Cylinders were allocated to four different groups as follows: no surface treatments (Z1 and P1), silane application (Z2, P2), erbium laser irradiation (Z3, P3) and sandblasting with alumina particles (Z4, P4). Afterwards, the bonding component of P90 adhesive system was applied to all the prepared composite surfaces, followed by the repairing of all the samples with P90 cylinders. Moreover, SBS of the repaired surface was evaluated using the universal testing machine (UTM). Data analysis was performed using the one-way analysis of variance (ANOVA) and Tukey HSD (honest significant difference) test ( $P \leq 0.05$ ).

**Results:** In this study, the highest SBS values in each group (P and Z) were observed in the groups of P4 (40.23 MPA) and Z4 (51.19 MPA). However, the groups of P3 (20 MPA) and Z3 (46.16 MPA) obtained lower ranks. Silane application led to lower bond strength, compared to the other mentioned groups, and this difference was statistically significant ( $P < 0.05$ ). In addition, evaluation of the groups corresponding to two composites revealed a significant difference between the groups of Z4 and P4 ( $P = 0.026$ ).

**Conclusion:** Silorane-based composites could be used to repair either methacrylate- or silorane-based composites by choosing proper surface treatments. In this study, while sandblasting and laser irradiation significantly improved bond strength of two composites, silane application indicated no such influence on bond strength.

**Key words:** Bond strength, composite, silorane, methacrylate, surface treatment.

# Corresponding Author: zhurmehr@yahoo.com, Z.hourmehr@khuif.ac.ir

J Mash Dent Sch 2016; 40(3): 259-68 .

### چکیده

**مقدمه:** هدف این مطالعه ارزیابی استحکام باند برشی کامپوزیت‌های سایلوران بیس و متاکریلات بیس تعمیر شده با سایلوران بیس‌ها پس از آماده سازی‌های سطحی مختلف بود.

**مواد و روش‌ها:** سی و دو استوانه کامپوزیتی از هریک از ۲ نوع P90:P و Z350:Z تهیه شد. استوانه‌ها به چهار گروه تقسیم شدند: بدون آماده سازی سطحی Z1 و P1، استفاده از سایلان Z2 و P2، تابش لیزر اربیوم Z3 و P3 سندبلاست با ذرات آلومینا Z4 و P4. سپس جزء باندینگ از سیستم ادهزیو P90 روی سطوح کامپوزیتی آماده شده اعمال شد و تمامی نمونه‌ها با استوانه‌هایی از جنس P90 تعمیر شدند.

# مولف مسؤول، نشانی: خوراسگان، دانشکده دندانپزشکی، گروه ترمیمی و زیبایی، تلفن: ۰۹۱۳۲۷۰۳۶۵۸

E-mail: zhurmehr@yahoo.com, Z.hourmehr@khuif.ac.ir

استحکام باند برشی سطح تعمیر شده با دستگاه تست یونیورسال اندازه گیری شد. در نهایت از آنالیز واریانس یکطرفه و Tukey HSD ( $P < 0.05$ ) جهت بررسی داده ها استفاده شد.

**یافته‌ها:** بیشترین استحکام باند در هر یک از دو گروه Z و P مربوط به گروه های  $P_4$  (۲۳/۴۰ MPa) و  $Z_4$  (۱۹/۵۱ MPa) و در رتبه بعدی  $P_3$  (۲۰ MPa) و  $Z_3$  (۱۶/۴۶ MPa) بود. استفاده از سایلان استحکام باند کمتری را نسبت به گروه‌های فوق نشان داد و این تفاوت به لحاظ آماری معنی دار بوده است ( $P < 0.05$ ). در مقایسه گروه‌های متناظر دو نوع کامپوزیت صرفاً بین دو گروه Z4 و P4 اختلاف معنی دار آماری وجود داشته است ( $P = 0.036$ ).

**نتیجه گیری:** از سایلوران بیس‌ها می‌توان جهت تعمیر کامپوزیت های متاکریلات بیس و سایلوران بیس با در نظر گرفتن شیوه آماده سازی سطحی مناسب، استفاده کرد در این مطالعه سندیلاست و لیزرتابی نتایج استحکام باند بین دو کامپوزیت را ارتقا بخشیده در حالی که استفاده از سایلان باعث بهبود استحکام باند نشده است.

**کلمات کلیدی:** استحکام پیوند، کامپوزیت، سایلوران، متاکریلات، آماده سازی سطح.  
مجله دانشکده دندانپزشکی مشهد / سال ۱۳۹۵ دوره ۴۰ / شماره ۳: ۶۸-۲۵۹.

## مقدمه

مطالعات آزمایشگاهی نشان داده‌اند که ویژگی‌های فیزیکی مثل استحکام خمشی، ضریب الاستیسیته دینامیک و استاتیک، هاردنس<sup>(۵)</sup> و مقاومت سایشی<sup>(۶)</sup> سایلوران بیس‌ها در محدوده متاکریلات بیس‌های کانونشنال است. کاهش انقباض و استرس تولید شده در طی پلیمریزاسیون، می‌تواند به‌طور مثبتی تمامیت مارجینال را تحت تأثیر قرار دهد. مارجین‌های ناقص منجر به تغییر رنگ لبه‌ای و پوسیدگی ثانویه می‌شود که مهم‌ترین علت تعویض ترمیم‌های معیوب است.<sup>(۷)</sup>

با این وجود بر اساس فلسفه دندانپزشکی ترمیمی با حداقل تهاجم، به‌جز شرایطی که یک شکستگی در کامپوزیت وجود داشته باشد، در موارد تغییر رنگ سطح تماس رزین با دندان و پوسیدگی ثانویه، در درجه اول ترمیم‌های معیوب بایستی از لحاظ امکان تعمیر بررسی گردند و کاملاً تعویض نشوند.<sup>(۸)</sup> این شیوه باعث حفظ نسج دندانی سالم می‌شود.<sup>(۹)</sup>

بر اساس مطالعه Brosh<sup>(۱۰)</sup> و همکاران<sup>(۱۱)</sup>، ایجاد یک واحد منفرد بین کامپوزیت قدیمی و کامپوزیت جدید حین پروسه تعمیر از طریق سه مکانیسم امکان‌پذیر است: باند شیمیایی به ماتریکس ارگانیک، باند شیمیایی به فیلرهای اکسپوز شده، گیر میکرومکانیکال. مطالعات قبلی

نیاز به ترمیم‌های زیبایی، شکل‌گیری آدهزیوها و سیستم‌های کیور جدید و پیشرفت در ویژگی‌های مواد، کامپوزیت‌های دندانی را رایج‌ترین مواد ترمیمی مستقیم امروزی قرار داده‌اند.<sup>(۱)</sup>

با این وجود انقباض ناشی از پلیمریزاسیون، هنوز یکی از مهم‌ترین پیامدهای کامپوزیت‌های متداول با بیس متاکریلات است. انقباض می‌تواند باعث ریزش، تغییر رنگ لبه‌ای و تشکیل گپ (یکی از فاکتورهای مهم در ایجاد پوسیدگی ثانویه) گردد.<sup>(۲)</sup> نشان داده شده است که کامپوزیت‌های سایلوران بیس تا حد مشخصی بر این مشکل فائق آمده‌اند، چون آن‌ها طی یک پروسه پلیمریزاسیون حلقه‌گشایی فتوکاتیونیک، به جای یک واکنش پلیمریزاسیون رادیکالی قرار می‌گیرند که منجر به ایجاد انقباض پلیمریزاسیون زیر یک درصد شده و استرس انقباضی را تا ۲۷ درصد نسبت به متاکریلات بیس‌ها کاهش می‌دهند.<sup>(۳)</sup>

به علاوه نشان داده شده است که سایلوران بیس‌ها، آب‌گریزی بیشتری را نشان داده که منجر به کاهش جذب آب و افزایش ثبات هیدرولیتیک می‌شود.<sup>(۴)</sup>

پیرسازی نگهداری شدند و سپس هریک از استوانه‌ها در آکريل خود سخت شونده، مانع شدند. سطح آزاد هریک از نمونه‌ها با کاغذ ساینده سیلیکون کاربایدی ۳۲۰ گریته ساییده شد تا خشونتی مشابه آنچه با تراش با فرز به دست می‌آید، ایجاد شود. سپس نمونه‌ها به مدت ۱۰ ثانیه با آب شسته شدند و پس از آن به مدت ۱۵ ثانیه با اسیدفسفریک ۳۵ درصد (Ultradent, 35%, America) و مجدداً با آب ۱۰ ثانیه شسته شدند.

نمونه‌ها از هر دو نوع کامپوزیت (P:P90, Z:Z350) به‌طور تصادفی به چهار گروه آماده‌سازی سطحی مختلف به شرح زیر تقسیم شدند (P1-P4, Z1-Z4)، هر گروه شامل ۸ نمونه بود:

۱- بدون آماده‌سازی سطحی

۲- استفاده از سایلان Bis-silane (A&B) two part (porcelain primer, Bisco) دو جزء سایلان درست قبل از استفاده با هم مخلوط شده و به مدت ۱ دقیقه روی سطح کامپوزیت اعمال شد و سپس با جریان ملایم هوا خشک گردید.

۳- آماده‌سازی سطحی با لیزر اربوم (Fiddis Plus, Fotona 1210 Ljubljana, Slovenia)

Er:YAG فرکانس ۲۰ هرتز، طول پالس ۱۵۰ میکرومتر (پالس کوتاه)، سطح انرژی ۱۵۰ میلی ژول و چگالی انرژی ۱۱۹/۴ ژول بر سانتی‌متر مربع، همراه با اسپری آب (۵۰ درصد) و هوا (۵۰ درصد) و خروجی ۳ وات، فاصله سر هندپیس دستگاه لیزر (RO7) تا سطح کامپوزیت حین پرتوتابی ۲ میلی‌متر بود و لیزر روی هر نمونه در دایره‌ای به قطر ۳ میلی‌متر و به مدت ۱۵ ثانیه اعمال گردید.

۴- سندبلاست با ذرات آلومینای (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) ۵۰ میکرونی، با فشار ۶۰ بار و در فاصله ۵ میلی‌متر از سطح کامپوزیت و عمود بر سطح آن.

کارایی گیر میکرومکانیکال ایجادشده در اثر فرزهای الماسی، سندبلاست و یا اسیدچ را در استحکام باند کامپوزیت‌های تعمیر شده نشان داده‌اند.<sup>(۱۱)</sup>

یک تکنیک دیگر که برای ایجاد خشونت سطحی توجه‌ها را در دندانپزشکی به خود جلب کرده، استفاده از لیزرها است. مطالعات نشان داده‌اند که لیزرهای گروه اربوم، سطح کامپوزیت را علاوه بر سطح دندان تحت تأثیر قرار می‌دهند.<sup>(۱۲)</sup> سایلان قابلیت باند شیمیایی با ذرات فیلر کامپوزیت قدیمی را دارد<sup>(۱۳)</sup> و قابلیت ترکندگی ادهزیو را روی بی‌نظمی‌های سطحی افزایش می‌دهد<sup>(۱۴)</sup> با این وجود تفاوت‌ها هنوز در مورد بهترین شیوه برای تعمیر کامپوزیت‌ها، به خصوص سایلوران بیس‌ها با توجه به نوپا بودنشان وجود دارد. در این مطالعه اثر شیوه‌های مختلف آماده‌سازی سطح روی استحکام باند برشی کامپوزیت‌های متاکریلات بیس و سایلوران بیس تعمیر شده توسط کامپوزیت سایلوران بیس مورد ارزیابی قرار گرفت.

### مواد و روش‌ها

برای نمونه‌های کامپوزیتی، از هرکدام از دو نوع کامپوزیت با پایه سایلوران، P90 (Filtek TM:P90, Low Shrink Posterior Restorative, 3M ESPE, USA) و پایه متاکریلات Z350 (Z350 XT, 3M, USA) با استفاده از ماتریکس‌های شفاف پلاستیکی، استوانه‌هایی با قطر داخلی ۶ میلی‌متر و ارتفاع ۴ میلی‌متر آماده گردید. کامپوزیت در دو لایه و هریک به ضخامت ۲ میلی‌متر با دستگاه لایت کیور (Optilux 501, Kerr / Demetron, ) (Danbury, CT, USA. 460 mw/cm<sup>2</sup>) به مدت ۲۰ ثانیه کیور می‌شد.

استوانه‌های کامپوزیتی در آب مقطر در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد و به مدت یک هفته با هدف شبیه‌سازی پروسه

چیزل و در سرعت بارگذاری ۱ میلی‌متر در دقیقه استفاده شد و نیرو بر محل سطح تماس کامپوزیت اعمال شد. مقادیر استحکام باند برحسب نیوتن به دست آمد که با تقسیم بر سطح مقطع دایره‌ای به قطر ۳ میلی‌متر  $(A=(\pi d^2)/4=7.065)$  برحسب مگاپاسکال محاسبه گردید. در نهایت داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس دو عاملی اثر نوع کامپوزیت و نحوه آماده سازی تعیین گردید. برای مقایسه دو به دوی گروه‌ها (۸ گروه) از آزمون توکی استفاده گردید.

#### یافته‌ها

مقادیر مربوط به استحکام باند گروه‌های مختلف مورد آزمون و مقایسه آن‌ها در جداول ۱ و ۲ و نمودار ۱ آورده شده است.

سپس از آن نمونه‌ها به هدف تمیزی سطح به مدت ۱۵ ثانیه اچ شده و شسته شدند. سپس روی همه نمونه‌ها، جزء باندینگ سیستم ادهزیو P90 (P90 system (Adhesive), 3M ESPE, Germany) استفاده شد و به مدت ۲۰ ثانیه کیور گردید.

تمامی نمونه‌ها با استفاده از مولدهای پلاستیکی شفاف با قطر داخلی ۳ میلی‌متر و ارتفاع ۴ میلی‌متر و کامپوزیت P90 (در دو لایه ۲ میلی‌متر که هر لایه به مدت ۲۰ ثانیه کیور می‌شد)، تعمیر شدند و در آب مقطر در دمای ۳۷ درجه به مدت ۲۴ ساعت نگهداری شدند.

برای تست ارزیابی استحکام باند برشی از دستگاه تست یونیورسال (Universal Testing Machine, Dartec Series Hclo, West idland, England) با تیغه به شکل

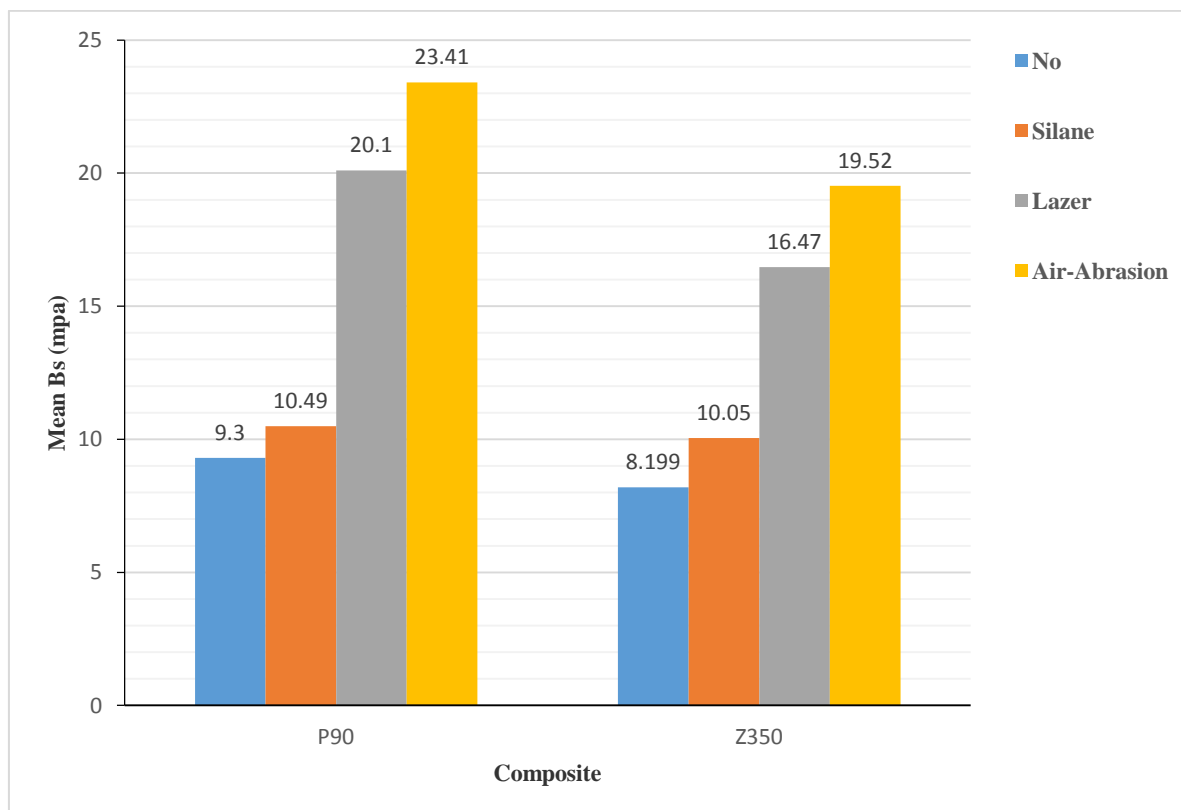
جدول ۱: میانگین استحکام باند برشی کامپوزیت در گروه‌های مورد مطالعه

Z350	P90	
انحراف معیار $\pm$ میانگین	انحراف معیار $\pm$ میانگین	
۸/۱۹ $\pm$ ۲/۲۴	۹/۲۹ $\pm$ ۲/۵۳	۱
۱۰/۰۵ $\pm$ ۲/۷۰	۱۰/۴۹ $\pm$ ۲/۵۵	۲
۱۶/۴۶ $\pm$ ۱/۶۵	۲۰/۰۰ $\pm$ ۳/۲۹	۳
۱۹/۵۱ $\pm$ ۱/۵۶	۲۳/۴۰ $\pm$ ۰/۷۰	۴
اثر نوع کامپوزیت: $F=15/34$		$P<0/001$
اثر نحوه آماده سازی: $F=115/16$		$P<0/001$
اثر متقابل: $F=2/28$		$P=0/09$

نتیجه آزمون

جدول ۲: مقادیر  $P$ -value در مقایسه گروه‌ها با یکدیگر

$Z_4$	$Z_3$	$Z_2$	$Z_1$	$P_4$	$P_3$	$P_2$	$P_1$	
-	-	-	-	-	-	-	-	$P_1$
-	-	-	-	-	-	-	۰/۹۶۶	$P_2$
-	-	-	-	-	-	۰/۰	۰/۰	$P_3$
-	-	-	-	-	۰/۰۷۸	۰/۰	۰/۰	$P_4$
-	-	-	-	۰/۰	۰/۰	۰/۴۹۱	۰/۹۷۸	$Z_1$
-	-	-	۰/۷۳۸	۰/۰	۰/۰	۱/۰۰۰	۰/۹۹۸	$Z_2$
-	-	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰۵۸	۰/۰	۰/۰	$Z_3$
-	۰/۱۵۵	۰/۰	۰/۰	۰/۰۲۶	۱/۰۰۰	۰/۰	۰/۰	$Z_4$



نمودار ۱: میانگین استحکام باند برشی کامپوزیت در گروه‌های مورد مطالعه

آماده‌سازی شده با لیزر اریوم بوده است. استفاده از لیزر اریوم در برداشت سمان و ترمیم‌های کامپوزیتی با توانایی ابلیشن انتخابی آن مورد ارزیابی قرار گرفته است<sup>(۱۸ و ۱۹)</sup> ابلیشن کامپوزیت با Er:YAG در اثر تبخیر انفجاری و در پی آن پرتاب هیدرودینامیک صورت می‌گیرد. در طی این پروسه ذوب سریع و در نتیجه آن تغییر حجم در ماده، نیروهای انبساطی قوی ایجاد می‌گردد. در اثر تداخل نیروهای ایجاد شده و ساختار کامپوزیت، بیرون‌زدگی‌هایی روی سطح ایجاد شده و ماده ذوب شده در نهایت به صورت قطراتی از سطح خارج می‌گردد.<sup>(۱۹-۲۱)</sup> مورفولوژی ریزگیریابی ایجاد شده روی سطح کامپوزیت، ناحیه سطحی در دسترس برای باندینگ را افزایش می‌دهد.<sup>(۲۲ و ۲۳)</sup> در این سطح افزایش یافته توزیع استرس روی سطح تماس بین دو کامپوزیت باند شده تغییر خواهد کرد<sup>(۲۳)</sup> که در نهایت منجر به افزایش استحکام باند خواهد شد. ویژگی‌های مورفولوژی سطحی ناشی از ابلیشن لیزر بستگی دارد به ویژگی‌های پرتو لیزر تابشی و ساختار کامپوزیتی که تحت تأثیر آن قرار می‌گیرد. مطالعات دیگری نیز توانایی لیزر را در آماده‌سازی‌های مختلف سطحی کامپوزیت نشان داده‌اند.<sup>(۲۲ و ۲۴)</sup> Oskooee و همکاران<sup>(۲۵)</sup>، تأثیر شیوه‌های مختلف آماده‌سازی سطحی شامل سندبلاست، لیزر Er:YAG و فرز الماسی را روی استحکام باند کامپوزیت‌های سایلوران بیس تعمیر شده ارزیابی کردند و نتایج حاکی از این بود که لیزر و فرز الماسی هر دو در تعمیر سایلوران بیس‌ها موفق بوده‌اند و حتی نتایج این دو بهتر از سندبلاست بوده است. البته در مطالعه آن‌ها بالاتر بودن استحکام باند ناشی از لیزر نسبت به سندبلاست برخلاف نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر است که می‌تواند ناشی از تفاوت پارامترهای لیزر در دو مطالعه باشد ولی مطالعات SEM بیشتری نیز جهت مقایسه

جهت بررسی داده‌ها از آنالیز واریانس یک‌طرفه و تست Post hoc Tukey HSD استفاده شد. در مطالعه حاضر بیشترین استحکام باند به دست آمده در هر یک از دو گروه اصلی Z و P مربوط به گروه‌های Z4 و P4 یعنی سطوح سندبلاست شده با ذرات آلومینا بوده است. پس از گروه‌های Z4 و P4، بیشترین استحکام باند به دست آمده مربوط به گروه‌های Z3 و P3 یعنی سطوح آماده‌سازی شده با لیزر اریوم بوده است. در مرتبه بعدی گروه‌های Z2 و P2 آماده‌شده با سایلان قرار داشتند که به طور معنی‌داری استحکام باند مربوط به آن‌ها کمتر از دو گروه قبلی بوده است. بین گروه‌های P2 & P1 و Z1 & Z2 اختلاف معنی‌دار آماری وجود نداشت.

در گروه‌های متناظر از لحاظ شیوه آماده‌سازی سطحی صرفاً بین دو گروه Z4 و P4 اختلاف معنی‌دار آماری وجود داشت ( $P=0/026$ ).

### بحث

در مطالعه حاضر بیشترین استحکام باند به دست آمده در هر یک از دو گروه اصلی Z و P مربوط به گروه‌های Z4 و P4 یعنی سطوح سندبلاست شده با ذرات آلومینا بوده است. نتیجه حاصل با نتایج مطالعات دیگر در مورد تعمیر کامپوزیت‌ها مطابقت دارد<sup>(۱۵ و ۱۶)</sup> و این بیانگر این است که این شیوه‌ی آماده‌سازی سطحی جهت تعمیر با سایلوران بیس‌ها نیز یک شیوه مؤثر خواهد بود. مطالعات Rodrigues<sup>(۱۷)</sup> و Costa<sup>(۱۵)</sup> در ارزیابی‌های SEM سطوح کامپوزیتی سندبلاست شده نشان داده است که خشونت‌های ریزگیریابی ایجاد شده روی سطح، سطح در دسترس برای باند را افزایش داده و در نتیجه شاهد افزایش استحکام باند پس از این شیوه آماده‌سازی بوده‌اند. پس از گروه‌های Z4 و P4، بیشترین استحکام باند به دست آمده مربوط به گروه‌های Z3 و P3 یعنی سطوح

سطوح لیزر تابی شده و سندبلاست شده بایستی انجام گیرد.

استفاده از سایلان بر اساس این فرض است که در هر سطح کامپوزیت، حدوداً ۵۰ درصد حجم شامل ذرات فیلرگلاس است با توجه به این که سایلان با افزایش ترشوندگی سوبسترا، باند شیمیایی به فیلر کامپوزیت تعمیر شونده را فراهم می‌کند استفاده از آن روی سطوح کامپوزیتی به‌طور بالقوه استحکام باند را حین پروسه‌های تعمیر افزایش می‌دهد.<sup>(۲۶ و ۲۷)</sup> ارزیابی SEM سطح کامپوزیت ساییده شده نشان داد که تنها نواحی اندکی در سطوح کامپوزیتی به‌صورت فیلرهای عریان مشخص می‌شوند.<sup>(۲۷)</sup> در مطالعه Hamano و همکاران<sup>(۲۸)</sup> ارزیابی‌های SEM نشان داده‌شده که در مورد کامپوزیت‌های سایلوران بیس پیر شده، تنها ۵/۱ درصد از سطح اکسپوز شده حاوی فیلرهای عریان بوده است.

در هریک از دو گروه P و Z استفاده از سایلان (P2 & Z2) استحکام باند کمتری را نسبت به گروه‌های آماده‌سازی شده با سندبلاست و لیزر اربوم نشان داد و این اختلاف به لحاظ آماری معنی‌دار بوده است ( $P < 0/05$ ) در توجیه این مطلب، می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که میزان اندک فیلر اکسپوز شده در هریک از دو نوع متفاوت کامپوزیت سوبسترا (متاکریلات بیس یا سایلوران بیس) حتی وقتی سایلانیزه هم بشود، توانایی افزایش استحکام باند اینترفیس را نخواهد داشت. با توجه به عدم حضور اختلاف معنی‌دار آماری بین گروه‌های Z1 و Z2 و همچنین P1 و P2 استفاده از سایلان، هیچ برتری نسبت به حالتی که آماده‌سازی سطحی صورت نگرفته است، نداشته است.

در مقایسه گروه‌های متناظر دو نوع کامپوزیت از لحاظ شیوه‌ی آماده‌سازی سطحی ( P3&Z3, P2&Z2, P1&Z1 )

تنها بین دو گروه Z4 و P4 اختلاف معنی‌دار آماری وجود داشته است ( $P = 0/026$ ) با توجه به نتیجه حاصل چنین به نظر می‌رسد که نوع کامپوزیت سوبسترا سهم مهمی در استحکام باند سطح تماس حاصل ندارد براساس مطالعه Brosh<sup>(۱۰)</sup>، ایجاد یک اتصال قوی بین کامپوزیت جدید و قدیمی حین پروسه تعمیر از طریق سه مکانیسم امکان‌پذیر است: باند شیمیایی به ماتریکس آلی باند، باند شیمیایی به فیلرهای اکسپوز شده، گیر میکرومکانیکال. در فرایند تعمیر متاکریلات بیس‌ها با کامپوزیت هم نوع باند شیمیایی منومرهای جدید و قدیمی مطرح است ولی با توجه به میزان اندک رادیکال آزاد باقیمانده در طی پیرسازی مصنوعی یا طبیعی تکیه صرف روی این نوع پیوند بدون هیچ‌گونه آماده‌سازی سطحی نتایج مطلوبی را نشان نداده است.<sup>(۱۵ و ۱۷ و ۲۹)</sup> در نتیجه اعمال شیوه‌های مطلوب آماده‌سازی سطح جهت رسیدن به سطح تماس مطلوب ضروری است؛ اما در مورد باند متاکریلات بیس‌ها به سایلوران بیس‌ها با توجه به نوع متفاوت منومرها و طریقه پلیمریزاسیون متفاوتشان، باند شیمیایی بین دو ماتریکس امکان‌پذیر نیست. در نتیجه دو مکانیسم دیگر ذکر شده در بالا<sup>(۱۹)</sup> در ایجاد باند مطلوب نقش ایفا می‌کنند. نتایج این مطالعه مؤید مطالب فوق است به‌نحوی که تفاوت جنس ماتریکس دو نوع کامپوزیت سوبسترا و تعمیرکننده عاملی در جهت کاهش استحکام باند نبوده است. در ارتباط با دو گروه P4 & Z4 نیز، باوجود کمتر بودن میانگین استحکام باند گروه Z3 باز هم از لحاظ کلینیکی مطلوب در نظر گرفته می‌شود.

استحکام باند ضروری برای یک تعمیر موفق در کلینیک مورد ارزیابی قرار نگرفته است، با این وجود استحکام کامپوزیت به مینا در بین ۱۵ تا ۳۰ مگاپاسکال در کلینیک موفق در نظر گرفته می‌شود<sup>(۳۰-۳۲)</sup> طبق نظر برخی

استفاده از سایلان بر اساس این فرض است که در هر سطح کامپوزیت، حدوداً ۵۰ درصد حجم شامل ذرات فیلرگلاس است با توجه به این که سایلان با افزایش ترشوندگی سوبسترا، باند شیمیایی به فیلر کامپوزیت تعمیر شونده را فراهم می‌کند استفاده از آن روی سطوح کامپوزیتی به‌طور بالقوه استحکام باند را حین پروسه‌های تعمیر افزایش می‌دهد.<sup>(۲۶ و ۲۷)</sup> ارزیابی SEM سطح کامپوزیت ساییده شده نشان داد که تنها نواحی اندکی در سطوح کامپوزیتی به‌صورت فیلرهای عریان مشخص می‌شوند.<sup>(۲۷)</sup> در مطالعه Hamano و همکاران<sup>(۲۸)</sup> ارزیابی‌های SEM نشان داده‌شده که در مورد کامپوزیت‌های سایلوران بیس پیر شده، تنها ۵/۱ درصد از سطح اکسپوز شده حاوی فیلرهای عریان بوده است.

در هریک از دو گروه P و Z استفاده از سایلان (P2 & Z2) استحکام باند کمتری را نسبت به گروه‌های آماده‌سازی شده با سندبلاست و لیزر اربوم نشان داد و این اختلاف به لحاظ آماری معنی‌دار بوده است ( $P < 0/05$ ) در توجیه این مطلب، می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که میزان اندک فیلر اکسپوز شده در هریک از دو نوع متفاوت کامپوزیت سوبسترا (متاکریلات بیس یا سایلوران بیس) حتی وقتی سایلانیزه هم بشود، توانایی افزایش استحکام باند اینترفیس را نخواهد داشت. با توجه به عدم حضور اختلاف معنی‌دار آماری بین گروه‌های Z1 و Z2 و همچنین P1 و P2 استفاده از سایلان، هیچ برتری نسبت به حالتی که آماده‌سازی سطحی صورت نگرفته است، نداشته است.

در مقایسه گروه‌های متناظر دو نوع کامپوزیت از لحاظ شیوه‌ی آماده‌سازی سطحی ( P3&Z3, P2&Z2, P1&Z1 )

### نتیجه‌گیری

تعمیر کامپوزیت‌های متاکریلات بیس با سایلوران بیس‌ها امکان‌پذیر است ولی شیوه‌های مختلف آماده‌سازی سطحی در استحکام باند اینترفیس حاصله نقش بسیار مهم و متفاوتی ایفا می‌کند. جهت تعمیر با کامپوزیت سایلوران بیس، آماده‌سازی سطح کامپوزیت قبلی با لیزر اربیوم و سندبلاست، استحکام باند مطلوبی به دنبال خواهد داشت درحالی که استفاده از سایلان نتایج را بهبود نمی‌بخشد.

### تشکر و قدردانی

این مقاله منتج از پایان نامه به شماره ۲۳۸۱۰۲۰۱۹۳۱۰۰۹ از دانشگاه آزاد خوراسگان می باشد. بدینوسیله از تمامی همکاران لابراتوار ترابی نژاد تقدیر و تشکر می‌گردد.

از نویسندگان، استحکام باند اینترفیس ایجادشده لازم است بالاتر از ۱۸ مگاپاسکال و یا شاید بین ۲۰ تا ۲۵ مگاپاسکال باشد تا موفقیت کلینیکی را به دنبال داشته باشد. (۳۳،۳۴)

طبق این توضیحات، در بین گروه‌های مطالعه حاضر میانگین استحکام باند در چهار گروه Z3 و Z4 و P3 و P4 بالاتر از حداقل ۱۵ مگاپاسکال بوده است که می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که در پروسه‌های تعمیر کامپوزیت (چه متاکریلات بیس و چه سایلوران بیس) با کامپوزیت سایلوران بیس جهت رسیدن به موفقیت کلینیکی بایستی از سندبلاست با آلومینا و یا لیزر اربیوم استفاده کرد و عدم آماده‌سازی سطحی و یا استفاده از سایلان کفایت لازم را جهت به دست آوردن استحکام باند مطلوب ندارند.

### منابع

1. Papacchini F, Magni E, Radovic I, Mazzitelli C, Monticelli F, Goracci C, et al. Effect of intermediate agents and pre-heating of repairing resin on composite-repair bonds. *Oper Dent* 2007; 32(4): 363-71.
2. Schmidt M, Kirkevang LL, Hørsted-Bindslev P, Poulsen S. Marginal adaptation of a low-shrinkage silorane-based composite: 1-year randomized clinical trial. *Clin Oral Invest* 2011; 15(2): 291-5.
3. Ilie N, Jelen E, Clementino-Luedemann T, Hickel R. Low-shrinkage composite for dental application. *Dent Mater J* 2007; 26(2): 149-55.
4. Wei YJ, Silikas N, Zhang ZT, Watts DC. Hygroscopic dimensional changes of self-adhering and new resin-matrix composites during water sorption/desorption cycles. *Dent Mater* 2011; 27(3): 259-66.
5. Hahnel S, Henrich A, Burgers R, Handel G, Rosentritt M. Investigation of mechanical properties of modern dental composites after artificial aging for one year. *Oper Dent* 2010; 35(4): 412-9.
6. Hahnel S, Schultz S, Trempler C, Ach B, Handel G, Rosentritt M. Two-body wear of dental restorative materials. *J Mech Behav Biomed Mater* 2011; 4(3): 237-44.
7. Rodriguez GDR, Pereira SNA. Current trends and evolution on dental composites. *Acta Odontol Venez.* 2008; 46(3): 1-18.
8. Tyas MJ, Anusavice KJ, Frencken JE, Mount GJ. Minimal intervention dentistry: A review. *Int Dent J* 2000; 50(1): 1-12.
9. Popoff DAV, Gonçalves FS, Ferreira RC, Magalhes CS, Moreira AN, Mjr IA. Repair of amalgam restorations with conventional and bonded amalgam: An *in vitro* study. *Rev Odontol Ciênc* 2010; 25(2): 154-8.



10. Brosh T, Pilo R, Bichacho N, Blutstein R. Effect of combinations of surface treatments and bonding agents on the bond strength of repaired composites. *J Prosthet Dent* 1997; 77(2): 122-6.
11. Bonstein T, Garlapo D, Donarummo J Jr, Bush PJ. Evaluation of varied repair protocols applied to aged composite resin. *J Adhes Dent* 2005; 7(1): 41-9.
12. Ozel Bektas O, Eren D, Herguner Siso S, Akin GE. Effect of thermocycling on the bond strength of composite resin to bur and laser treated composite resin. *Lasers Med Sci* 2012; 27(4): 723-8.
13. Tezvergil A, Lassila LVJ, Vallittu PK. Composite-composite repair bond strength: Effect of different adhesion primers. *J Dent* 2003; 31(8): 521-5.
14. Bouschlicher MR, Reinhardt JW, Vargas MA. Surface treatment techniques for resin composite repair. *Am J Dent* 1997; 10(6): 279-83.
15. Costa TRS, Ferreira SQ, Klein-Junior CA, Loguercio AD, Reis A. Durability of surface treatments and intermediate agents used for repair of a polished composite. *Oper Dent* 2010, 35(2): 231-7.
16. Palasuk J, Platt JA, Cho SD, Levon JA, Brown DT, Hovijitra ST. Effect of surface treatments on microtensile bond strength of repaired aged silorane resin composite. *Per Dent* 2013; 38(1): 91-9.
17. Rodrigues SA Jr, Ferracane JL, Della Bona A. Influence of surface treatments on the bond strength of repaired resin composite restorative materials. *Dent Mater* 2009; 25(4): 442-51.
18. Lizarelli RFZ, Moriyama LT, Bagnato VS. Ultraconservative ablation in operative and esthetic dentistry. *J Oral Laser* 2003; 3(2): 73-8.
19. Correa-Afonso AM, Palma-Dibb RG, Pécora JD. Composite filling removal with Erbium: Yttrium-aluminum-garnet laser: Morphological analyses. *Lasers Med Sci* 2010; 25(1): 1-7.
20. Lizarelli Rde F, Moriyama LT, Bagnato VS. Ablation of composite resins using Er: YAG laser—comparison with enamel and dentin. *Lasers Surg Med* 2003; 33(2): 132-9.
21. Hossain M, Nakamura Y, Yamada Y, Murakami Y, Matsumoto K. Microleakage of composite resin restoration in cavities prepared by Er, Cr: YSGG laser irradiation and etched bur cavities in primary teeth. *J Clin Pediatr Dent* 2002; 26(3): 263-8.
22. Kimyai S, Mohammadi N, Navimipour EJ, Rikhtegaran S. Comparison of the effect of three mechanical surface treatments on the repair bond strength of a laboratory composite. *Photomed Laser Surg* 2010; 28(2): 25-30.
23. Fawzy AS, El-Askary FS, Amer MA. Effect of surface treatments on the tensile bond strength of repaired wateraged anterior restorative micro-fine hybrid resin composite. *J Dent* 2008; 36(12): 969-76.
24. Ozel Bektas O, Eren D, Herguner Siso S, Akin GE. Effect of thermocycling on the bond strength of composite resin to bur and laser treated composite resin. *Lasers Med Sci* 2012; 27(4): 723-8.
25. Oskoe PA, Mohammadi N, Ebrahimi Chaharom ME. Effect of surface treatment with Er; Cr: YSSG, Nd: YAG, and CO<sub>2</sub> lasers on repair shear bond strength of a silorane-based composite resin. *JODDD* 2013; 7(2): 61-6.
26. Wiegand A, Stawarczyk B, Buchalla W, Tauböck TT, Özcan M, Attin T. Repair of silorane composite—using the same substrate or a methacrylate-based composite? *Dent Mater* 2012; 28(3): 19-25.
27. Baur V, Ilie N. Repair of dental silorane based composites. *Clin Oral Invest* 2013; 17(2): 601-8.
28. Hamano N, Chiang YC, Nyamaa I, Yamaguchi H, Ino S, Hickel R, et al. Repair of silorane-based dental composites: influence of surface treatments. *Dent Mater* 2012; 28(2): 894-902.
29. Lührs AK, Görmann B, Jacker-Guhr S, Geurtsen W. Repairability of dental siloranes in vitro. *Dent Mater* 2011; 27(2): 144-9.
30. Jafarzadeh Khashi TS, Erfan M, Rakhshan V, Aghabaigi N, Tabatabaei FS. An in vitro assessment of the effects of three surface treatments on repair bond strength of aged composites. *Oper Dent* 2011; 36(6): 608-17.

31. Turner CW, Meiers JC. Repair of an aged, contaminated indirect composite resin with a direct, visible-light-cured composite resin. *Oper Dent* 1993; 18(5): 187-94.
32. Teixeira EC, Bayne SC, Thompson JY, Ritter AV, Swift EJ. Shear bond strength of self-etching bonding systems in combination with various composites used for repairing aged composites. *J Adhes Dent* 2005; 7(2): 159-64.
33. Puckett AD, Holder R, O'Hara JW. Strength of posterior composite repairs using different composite/bonding agent combinations. *Oper Dent* 1991; 16(14): 136-40.
34. Kupiec KA, Barkmeier WW. Laboratory evaluation of surface treatments for composite repair. *Oper Dent* 1996; 21(2): 59-62.