

## ارزیابی استحکام باند ریزکشی ترمیم‌های رزین کامپوزیتی Repair شده با تکنیک‌های متفاوت آماده سازی سطحی: یک مطالعه آزمایشگاهی

فاطمه انصافی<sup>۱</sup> - دکتر تبسم هوشمند<sup>۲</sup> - دکتر مریم پیرمردیان<sup>۳\*</sup>

- ۱- دانشجوی دندانپزشکی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران، تهران، ایران  
 ۲- دانشیار گروه آموزشی زیست مواد دندان، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران، تهران، ایران؛ عضو مرکز تحقیقات علوم و تکنولوژی در پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران، تهران، ایران  
 ۳- دانشجوی Ph.D گروه آموزشی زیست مواد دندان، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران، تهران، ایران؛ عضو مرکز تحقیقات علوم و تکنولوژی در پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران، تهران، ایران

### Evaluation of microtensile bond strength of repaired dental resin composite using different surface treatment techniques: A laboratory study

Fatemeh Ensafi<sup>1</sup>, Tabassom Hooshmand<sup>2</sup>, Maryam Pirmoradian<sup>3\*</sup>

- 1- Dental Student, School of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran  
 2- Associate Professor, Department of Dental Biomaterials, School of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran; Member of Research Center for Science and Technology in Medicine, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran  
 3<sup>†</sup>- PhD Candidate of Dental Biomaterials, School of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran; Member of Research Center for Science and Technology in Medicine, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran (dr.maryam.pirmoradian@gmail.com)

**Background and Aims:** Today, resin composites are one of the most commonly used materials in restorative dentistry. However, failure in resin treatments is also common due to its chemical nature and its high talent for decay recurrence. According to conservative approaches, "conservative" treatments are more likely to be considered than "Replacement" of damaged remedies. The purpose of this study was to compare different surface preparation methods on composite surfaces to achieve the highest bond strength between the old and new composites after accelerated aging.

**Materials and Methods:** First, composite cylinders with a diameter of 6 and a height of 5 mm were prepared using an incremental technique and a microhybrid resin composite. The specimens were stored in distilled water for 6 months at 37°C and then the surfaces of all aged composites were roughened using diamond milling followed by phosphoric acid etching. The specimens were randomly subjected into five groups. Group 1: GC Composite Primer. Group 2: Universal bonding containing silane (Kuraray). Group 3: Self etching adhesive (SE bond; Kuraray) Group 4: silane (Ivoclar Vivadent) + Second bottle of SE bond bonding system (Kuraray). Group 5: control group with no treatment. Then, 5 mm incremental of new composite (similar to the aged composite with different color) were placed on the surfaces of specimens, sectioned, and thermocycled for 3000 cycles for the microtensile bond strength evaluation. The specimens were evaluated using a stereomicroscope after failure. Data were analyzed by one-way ANOVA and *Post Hoc* Tukey test.

**Results:** The specimens in which silane and SE bond were used showed the highest mean microtensile bond strength and those treated by universal bond showed the least bond strength which were significantly different ( $P=0.02$ ). All samples had cohesive failure patterns in all groups and the percentage of failures in old and new composites did not differ significantly ( $P=0.69$ ).

**Conclusion:** Based on the results, all surface preparations used in this study could provide an appropriate bond strength for repair of old composite restorations. Also, the microtensile bond strength between the old and new composites was higher than the cohesive strength of resin composite itself. However, the mean microtensile bond strength value for the group treated by universal bond was significantly lower than those treated by silane and hydrophobic containing bonding system.

**Key Words:** Bond strength, Aging operations, Repair, Dental composite resin

Journal of Dental Medicine-Tehran University of Medical Sciences 2019;32(1):29-39

\* مؤلف مسؤول: تهران - انتهای خیابان امیرآباد - دانشکده دندانپزشکی - دانشگاه علوم پزشکی تهران - گروه آموزشی زیست مواد دندان  
 تلفن: ۸۸۰۱۵۹۵۰ نشانی الکترونیک: dr.maryam.pirmoradian@gmail.com

## چکیده

**زمینه و هدف:** امروزه رزین کامپوزیت‌ها یکی از رایج‌ترین مواد مورد استفاده در دندانپزشکی ترمیمی است. این در حالی است که شکست در ترمیم‌های رزینی نیز به دلیل ماهیت شیمیایی و استعداد بالایش به وقوع پوسیدگی ثانویه نیز بسیار رایج است. با توجه به رویکردهای محافظه کارانه در دندانپزشکی، طرح درمان‌های اصلاحی بیش از انواعی که مبتنی بر تعویض کامل ترمیم‌های آسیب دیده هستند، مورد توجه قرار دارند. هدف از مطالعه حاضر مقایسه متدهای آماده سازی سطحی مختلف بر روی سطوح کامپوزیتی، برای نیل به بالاترین استحکام باند بین کامپوزیت‌های قدیمی و جدید بعد از فرآیند پیر سازی بود.

**روش بررسی:** چهارگروه آزمایشی در این مطالعه مورد ارزیابی قرار گرفتند. در ابتدا استوانه کامپوزیتی با قطر ۶ و ارتفاع ۵ میلی متر با استفاده از یک کامپوزیت میکروهیبرید به روش Incremental آماده شدند. نمونه‌ها پس از نگهداری به مدت ۶ ماه در آب مقطر، در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد تحت ۴ نوع آماده سازی سطحی مختلف قرار گرفتند. سطح همه نمونه‌ها با استفاده از فرز الماسی خشن سازی شده و پس از اچینگ با اسید فسفریک، با ترکیبات زیر مورد آماده سازی سطحی قرار گرفتند. گروه ۱: Composite primer شرکت GC. گروه ۲: باندینگ یونیورسال حاوی سایلن شرکت Kuraray گروه ۳: سیستم باندینگ Self-etching (SE bond) از شرکت Kuraray گروه ۴: سایلن شرکت Ivoclar Vivadent به همراه باندینگ هیدروفوب (بطری دوم سیستم باندینگ SE bond) از شرکت Kuraray. گروه ۵: گروه کنترل بدون آماده سازی سطحی. سپس مجدداً به روش Incremental، ۵ میلی متر کامپوزیت مشابه کامپوزیت اولیه (تنها با رنگ متفاوت) بر روی سطح نمونه‌ها قرار داده شد و پس از برش و تحت ۳۰۰۰ دور ترموسایکل، ارزیابی استحکام باند ریزکشی در Universal testing machine انجام گرفت. نمونه‌ها پس از شکست با استفاده از استریومیکروسکوپ بررسی شدند. داده‌ها به روش آنالیز واریانس یکطرفه و آزمون Tukey مورد ارزیابی آماری قرار گرفتند.

**یافته‌ها:** بیشترین مقدار عددی استحکام باند ریزکشی در گروهی که در آن از ماده باندینگ SE bond و سایلن جهت آماده سازی نمونه‌ها استفاده شده بود و کمترین در گروهی که در آن ماده باندینگ یونیورسال مورد استفاده قرار گرفته بود، مشاهده شد که با هم تفاوت معنی‌دار داشت ( $P=0/02$ ). تمام نمونه‌ها در همه گروه‌ها دچار شکست کوهزویو شدند و درصد شکست در کامپوزیت‌های قدیمی و جدید تفاوت محسوسی با یکدیگر نداشت ( $P=0/69$ ).

**نتیجه‌گیری:** بر اساس نتایج به دست آمده همه روش‌های آماده سازی سطحی مورد استفاده در این مطالعه برای تأمین یک باند با کیفیت به رزین کامپوزیت‌های قدیمی می‌تواند مناسب باشد و استحکام باند ریزکشی میان کامپوزیت‌های قدیمی و جدید بیشتر از استحکام کوهزویو کامپوزیت‌ها بود. با این حال میزان عددی استحکام باند گروه باندینگ یونیورسال از گروه سایلن به همراه باندینگ هیدروفوب به طور معنی‌داری پایین‌تر بود.

**کلید واژه‌ها:** استحکام باند، عملیات پیر سازی، ترمیم، رزین کامپوزیت دندان

وصول: ۹۷/۰۷/۳۰ اصلاح نهایی: ۹۸/۰۲/۳۱ تأیید چاپ: ۹۸/۰۲/۰۵

## مقدمه

تضعیف بیش از پیش دیواره‌های دندان، آسیب پذیری پالپ و عوارض بعدی ناشی از آن منتهی شود (۲). به علاوه چنین طرح درمانی زمان بر بوده و هزینه زیادی به بیماران تحمیل می‌کند (۳). در ادامه رویکردهای مرتبط با دندانپزشکی محافظه کارانه که به ارائه سیستم‌های آدهزیوی منجر شده بود، این دیدگاه به طرح درمان‌های مربوط به ترمیم‌های قدیمی آسیب دیده نیز راه یافت و اولین راهکارها و طرح درمان‌ها در مورد ترمیم یا Repair ترمیم‌های رزین کامپوزیتی قدیمی آسیب دیده مطرح شدند (۴،۵).

اتصال Increment های رزین کامپوزیتی در یک ترمیم یکپارچه به عنوان یک اتصال ایده‌آل و استاندارد در نظر گرفته می‌شود. مطالعات نشان داده‌اند این اتصال به دلیل مونومرهای آزاد واکنش نکرده در سطح رویی هر Increment کامپوزیتی پس از کیور است با عنوان Oxygen inhabitation layer نیز نامیده می‌شود (۶،۷). هرگونه عملیاتی از جمله Finish و Polish بر روی یک لایه رزین کامپوزیتی می‌تواند به کاهش مونومرهای آزاد واکنش نکرده منجر شود تا جایی که

رزین کامپوزیت‌ها و سیستم‌های آدهزیوی امروزه به یکی از مهم‌ترین مواد مورد استفاده در دندانپزشکی ترمیمی تبدیل شده‌اند. با وجود پیشرفت‌های صورت گرفته در راستای ارتقاء خواص مکانیکی، آدهژن بهتر به بافت‌های دندان و خواص بصری همچنان این ترمیم‌ها درصد شکست نسبتاً قابل ملاحظه‌ای را به خود اختصاص داده‌اند. رایج‌ترین دلایل شکست درمان در ترمیم‌های رزین کامپوزیتی، پوسیدگی ثانویه و وقوع شکست در ترمیم‌هاست. برای سال‌های طولانی به دلیل عدم اطمینان و اطلاع کافی از سیستم‌های اتصال دهنده ترمیم‌های رزین کامپوزیتی قدیمی به مواد رزین کامپوزیتی تازه، طرح درمان پیشنهادی در چنین شرایطی، برداشت کامل مواد رستوریتو قدیمی و قرار دادن مواد ترمیمی جدید در مجاورت بافت‌های دندان بود (۱). این درحالیست که تعویض رستوریشن‌های رزین کامپوزیتی آسیب دیده، با توجه به تشابه رنگی‌شان به بافت‌های دندان در غالب موارد به برداشت بیش از حد بافت‌های دندان مجاور منجر می‌شد که این برداشت‌ها می‌توانست به

## روش بررسی

برای انجام این مطالعه نمونه‌های Beam شکل با سطح مقطع تقریبی ۱ میلی متر مربع و ارتفاع تقریبی ۱۰ میلی متر مورد ارزیابی میکروتنسایل با استفاده از دستگاه Universal Testing Maschine قرار گرفتند و در مجموع چهار گروه آزمایشی و یک گروه کنترل مورد ارزیابی قرار گرفت (n=۲۰).

برای تهیه نمونه‌های رزین کامپوزیتی پایه از یک رزین کامپوزیت هایبرید حاوی فیلرهایی با بیس سیلیکایی (Clearfil APX) ساخت شرکت Kuraray با رنگ A1 بر اساس سیستم رنگی VITA Shade استفاده شد. مولدهای رابری حلقوی به قطر ۶ میلی متر و ارتفاع ۵ میلی متر تهیه شدند و برای ساخت هر یک از نمونه‌ها از یک مولد مجزا و کاملاً مشابه استفاده شد.

هدف از انتخاب قطر ۶ میلی متر عدم نیاز به کیورینگ چند باره یک سطح بود. مولدها بر روی یک اسلب شیشه‌ای قرار داده شدند و به صورت لایه‌های ۱/۵ میلی متری توسط رزین کامپوزیت مربوطه پر شده و هر لایه توسط دستگاه لایت کیور LED (Blue phase G2 Ivoclar Vivadent) به مدت ۲۰ ثانیه کیور شدند. توان تابشی دستگاه لایت کیور با استفاده از رادیومتر متر دیجیتال مورد ارزیابی قرار گرفت و معادل ۱۱۰۰ میلی وات بر سانتی متر مربع محاسبه شد.

در زمان کیور آخرین لایه، برای اجتناب از ایجاد Oxygen Inhibition Layer روی رزین کامپوزیت با یک ورق نوار ماتریس سلولوئیدی شفاف پوشانیده شد و سپس کیورینگ نهایی به مدت ۲۰ ثانیه انجام شد. در ادامه مولدها تحت ۳ برش عمودی قرار گرفتند و بدون هیچ تنش از اطراف نمونه‌های تهیه شده جدا شدند و سپس تمام سطوح جانبی، فوقانی و تحتانی نمونه به مدت ۸۰ ثانیه (روی هم رفته) مورد تابش مجدد با دستگاه لایت کیور قرار گرفتند. جهت ساخت گروه کنترل از یک مولد ۱۰ میلی متری سیلیکونی استفاده شد و کامپوزیت به صورت Incremental درون مولد قرار گرفت. در ادامه تمام نمونه‌های گروه‌های Experimental و گروه کنترل به مدت ۶ ماه معادل ۱۸۰ روز در آب مقطر و در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد نگهداری شدند.

سپس سطح تمامی نمونه‌ها (به جز نمونه‌های گروه کنترل) برای اطمینان از حذف کامل Oxygen Inhibition Layer با استفاده از

مطالعات نشان داده‌اند که اتصال رزین کامپوزیت‌های جدید بر روی کامپوزیت‌های قدیمی می‌تواند حداکثر استحکامی معادل ۲۰ تا ۷۰ درصد یک اتصال کوهزیو را به دست دهد. گذر زمان نیز قادر است به میزان زیادی این مونومرهای آزاد را کاهش دهد و به این ترتیب اتصال مواد رزین کامپوزیتی جدید را به ترمیم‌های قدیمی با مشکل مواجه کند (۸). برای رفع این مشکل، مطالعات گوناگون راهکارهای متفاوتی را ارائه داده‌اند. در برخی از مطالعات استفاده از گیر میکرومکانیکال مطرح شده است. استفاده از فرزهای الماسی خشن در کنار روش‌هایی همچون سند بلاست کردن از ابزارهای مورد استفاده در این دست مطالعات است (۹،۱۰). برخی دیگر از مطالعات از اسید هیدروفلوریک اسید (HF) در غلظت‌های پایین و در زمان‌های کوتاه استفاده کرده‌اند تا با ایجاد حلالیت در مونومرهای رزینی و اکسپوز فیلرهایی سیلیکایی، ضمن ایجاد گیر میکرومکانیکال شرایط را برای استفاده از فیلرها به منظور اتصال بهتر فراهم نمایند (۱۱). در برخی دیگر از مطالعات از Tribochemical دهانی استفاده شده است تا ضمن ایجاد خشونت، سطحی از جنس سیلیکا بر روی رزین کامپوزیت‌ها ایجاد نموده و با استفاده از سایلن و سیستم‌های ادهزیوی گوناگون در کنار باند میکرومکانیکال نوعی از اتصال شیمیایی را بین فیلرهایی رزین کامپوزیت قدیمی و مونومرهای رزین کامپوزیت جدید ایجاد نمایند (۱۲).

در برخی دیگر از مطالعات با استناد به درصد بالای فیلری در بعضی از انواع محصولات تجاری استفاده از سایلن و سیستم‌های ادهزیوی بر روی ترمیم‌های قدیمی به عنوان راه حل پیشنهاد شده‌اند (۱۳). آنچه در تمام این روش‌ها مشترک است مراحل متعدد و پیچیدگی کار است. اخیراً برخی از شرکت‌های تجاری به منظور افزایش سرعت و سادگی کار محصولاتی به عنوان کامپوزیت پرایمر به بازار عرضه نموده‌اند که به ادعای شرکت‌های سازنده قادر است با روش‌هایی مشابه رویکردهای استاندارد (با استفاده از بازسازی Oxygen inhabitation layer) اتصال قوی بین مواد رستوریتیو کامپوزیتی قدیمی و جدید ایجاد نماید (۱۴). هدف از انجام این مطالعه مقایسه استحکام باند ریزکشی میان یک قطعه رزین کامپوزیت قدیمی (که فرآیند پیر سازی در مورد آن انجام شده است) با رزین کامپوزیت جدید از همان نوع با استفاده از یک کامپوزیت پرایمر و سه روش توصیه شده دیگر برای Repair کامپوزیت بود.

کاغذهای سمباده سیلیکون کاربرد (۴۰۰، ۶۰۰ و ۱۲۰۰ grit) در سه مرحله مورد پالیش قرار گرفتند. پس از اتمام مرحله پالیش نمونه‌ها در حالی که در آب مقطر غوطه‌ور بودند برای اطمینان از خروج دبری‌های سطحی با استفاده از Ultrasonic Cleaner در آب مقطر به مدت ۱۰ دقیقه تمیز شدند. سطح نمونه‌ها در این مرحله در زیر میکروسکوپ نوری بازتابشی (استریو میکروسکوپ) (OLYMPUS مدل EZ4D ساخت کشور ژاپن) با بزرگنمایی ۲۰ مورد ارزیابی قرار گرفت تا در صورت وجود حباب یا ناخالصی در اینترفیس، نمونه‌ها از مطالعه حذف شوند. در ادامه همه نمونه‌ها با استفاده از یک فرز الماسی خشن سیلندریک با ارتفاع بخش برنده ۸ میلی متری با یک الگوی ثابت به مدت ۳۰ ثانیه خشن سازی شدند.

این مرحله در تمام نمونه‌ها به جز نمونه‌های گروه کنترل به صورت یکسان انجام شد. در این مرحله نیز نمونه‌ها با استفاده از میکروسکوپ نوری بازتابشی (استریو میکروسکوپ) (Olympus, Tokyo, Japan) با بزرگنمایی ۴۰ مورد ارزیابی قرار گرفتند تا در صورت اکسپوز شدن حباب یا ناخالصی نمونه از مطالعه خارج شود. سپس همه نمونه‌ها با هدف حذف دبری‌های ایجاد شده از مرحله آماده سازی مکانیکی (فرزاز) به مدت ۱ دقیقه در معرض اسید فسفریک ۳۷٪ (Uni Etch, Bisco, USA) قرار گرفتند. در طول یک دقیقه اسید فسفریک با میکرو براش روی سطح اسکراب شد. سپس همه نمونه‌ها به مدت یک دقیقه با جریان آب ملایم تمیز شدند. نمونه‌ها خشک شده و در این مرحله به صورت کاملاً تصادفی به ۴ گروه تقسیم شدند. (گروه‌های آزمایشی)

گروه اول- بر اساس دستورالعمل شرکت سازنده یک قطره (GC) Composite primer بر روی یک میکرو براش با سایز متوسط قرار داده شد و به مدت ۳۰ ثانیه بر روی سطح کامپوزیت پایه اسکراب شد.

گروه دوم- بر اساس دستورالعمل شرکت سازنده یک قطره باندینگ یونیورسال حاوی سابلین (Clearfil Universal bond) بر روی یک میکرو براش با سایز متوسط قرار داده شده و به مدت ۳۰ ثانیه بر روی سطح رزین کامپوزیت پایه اسکراب شد.

گروه سوم- بر اساس دستورالعمل شرکت سازنده یک قطره پرایمر از سیستم باندینگ سلف اچ (Clearfil SE bond) بر روی یک میکرو براش با سایز متوسط قرار داده شده و به مدت ۳۰ ثانیه بر روی سطح

رزین کامپوزیت پایه اسکراب و به آرامی خشک شد. سپس یک قطره از ترکیب باندینگ حاوی مونومر هیدروفوب سلف اچ (بطری دوم Clearfil SE bond) بر روی یک میکرو براش با سایز متوسط قرار داده شده و به مدت ۳۰ ثانیه بر روی سطح رزین کامپوزیت پایه اسکراب شد. گروه چهارم- بر اساس دستورالعمل شرکت سازنده یک قطره سابلین (Mono bond-S) بر روی یک میکرو براش با سایز متوسط قرار داده شد و به مدت ۳۰ ثانیه بر روی سطح رزین کامپوزیت پایه اسکراب و خشک شد و سپس یک قطره باند از سیستم باندینگ سلف اچ (Clearfil SE bond) بر روی یک میکرو براش با سایز متوسط قرار داده شده و به مدت ۳۰ ثانیه بر روی سطح رزین کامپوزیت پایه اسکراب شد. اطلاعات مربوط به مواد مورد استفاده در جدول ۱ ذکر شده است.

سپس در تمامی گروه‌ها سطح رزین کامپوزیت با استفاده از پوار هوا از فاصله ۱۵ میلی متری در معرض جریان ملایم هوا قرار گرفت. در ادامه نمونه‌ها به مدت ۳۰ ثانیه کیور شدند و با رزین کامپوزیت مشابه کامپوزیت پایه و با رنگ A3 به صورت لایه‌های ۱/۵ میلی متری Repair شدند (تا ارتفاع ۵ میلی متری) و هر لایه به مدت ۲۰ ثانیه کیور شد و در نهایت مورد ۸۰ ثانیه کیورینگ تکمیلی از تمام جهات قرار گرفتند.

هدف از اعمال ترکیبات حد واسط بر روی رزین کامپوزیت پایه، پیش از جایگذاری نمونه‌ها در مولد، اطمینان از خروج اضافات ماده از سطح اینترفیس بوده است تا به این ترتیب تا حد امکان از حضور لایه ضخیمی از ماده حد واسط در اینترفیس اجتناب شود. به عنوان گروه کنترل و برای ارزیابی استحکام کوهزیر کامپوزیت مورد استفاده نیز دو نمونه استوانه‌ای شکل یکپارچه به قطر ۶ میلی متر و ارتفاع ۱۰ میلی متر از رزین کامپوزیت مورد استفاده ساخته شد. تمام نمونه‌ها در حالی که در درون بطری‌های نامگذاری شده حاوی آب مقطر قرار داشتند به مدت ۲۴ ساعت در درون انکوباتور با دمای ۳۷ درجه سانتی گراد نگهداری شدند. پس از ۲۴ ساعت تمام نمونه‌ها (اعم از گروه کنترل و Experimental) در درون رزین آکرلیک شفاف (Acropars, Marlic, Tehran, Iran) مانت شدند. پس از شروع ستینگ آکریل برای اجتناب از اثر مخرب حرارت ستینگ آکریل بر روی نمونه‌ها، نمونه‌ها در درون آب غوطه‌ور شدند و این غوطه‌وری تا زمان اتمام ستینگ آکریل شفاف ادامه یافت (به مدت ۳۰ دقیقه).

جدول ۱- مشخصات مواد و ترکیبات مورد استفاده در مطالعه

شرکت سازنده	ترکیب شیمیایی	عنوان / اسم تجاری ماده	ماده مورد استفاده
Kuraray, Medical Inc, Tokyo, Japan	Resin matrix: Bis-GMA & TEGDMA- Catalysts, accelerators, CQ, Pigments, others Filler: Silane barium glass, silane silica fillers, silanated colloidal silica	Clearfil APX Esthetics  Lot #A30083	Composite resin
GC, Tokyo, Japan	Monofunctional methacrylate,Urethane dimethacrylate(UDMA),camphorquinone	Composite primer GC  Lot #8031	Composite primer
Kuraray, Noritake Dental Inc, Okayama, apan	Bis-GMA, HEMA, ethanol, 10-MDP, hydrophilic aliphatic dimethacrylate, Coloidal silica, CQ, Silane coupling agent, accelerators, initiators, water	Clearfil Universal bond  Lot #8w0030	Universal bonding agent containing silane
Kuraray, Medical Inc,Tokyo, Japan	Self etching primer: HEMA, 10-MDP, hydrophilic dimethacrylate, CQ, water, accelerators, dye and others Bond: HEMA, 10-MDP, Bis-GMA, HEMA, hydrophilic dimethacrylate, CQ, N,N- diethanol -p-toluidine, Silanated colloidal silaica	Clearfil SE bond  Lot #620407	Bonding agent
Ivoclar Vivadent, Liechtenestin	3- methacryloxypropyl trimethoxysilane, water, ethanol	Monobond-S  Lot #1959	Ceramic primer

استفاده از دستگاه Universal testing machine مورد کشش قرار گرفتند. در این مطالعه از loud cell، ۲۰ KgF استفاده شد. مقدار عددی بیشترین نیرویی که نمونه پیش از شکست متحمل شده است بر حسب نیوتن از گراف دستگاه استخراج شده و سپس هر یک از نمونه‌ها با استفاده از کولیس دیجیتال (Anyang, South Korea) مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. برای محاسبه مقدار استرس تحمل شده توسط هر نمونه در زمان شکست، مقدار عددی نیرو بر سطح مقطع هر نمونه تقسیم شد. در شکل ۱ خلاصه‌ای از مراحل کار نشان داده شده است. سپس نمونه‌ها با استفاده از میکروسکوپ نوری عبوری (OLYMPUS ساخت کشور ژاپن) با بزرگنمایی ۴۰ برای تشخیص نوع شکست مورد ارزیابی قرار گرفتند. متغیر استحکام باند ریزکشی از نوع متغیر کمی است و پس از بررسی توزیع داده‌ها، به صورت میانگین همراه با انحراف معیار گزارش شد (جدول ۲). برای مقایسه میانگین استحکام بین گروه‌ها از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه استفاده شد و با توجه به معنی‌دار شدن آن، آزمون تقییبی Tukey برای مقایسه دو به دو گروه به کار رفت (جدول ۳). متغیر نوع و الگوی شکست از نوع متغیر کیفی است و برای مقایسه توزیع آن در گروه‌های مورد مطالعه از آزمون کای-دو استفاده شد. حد معنی‌داری آماری کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

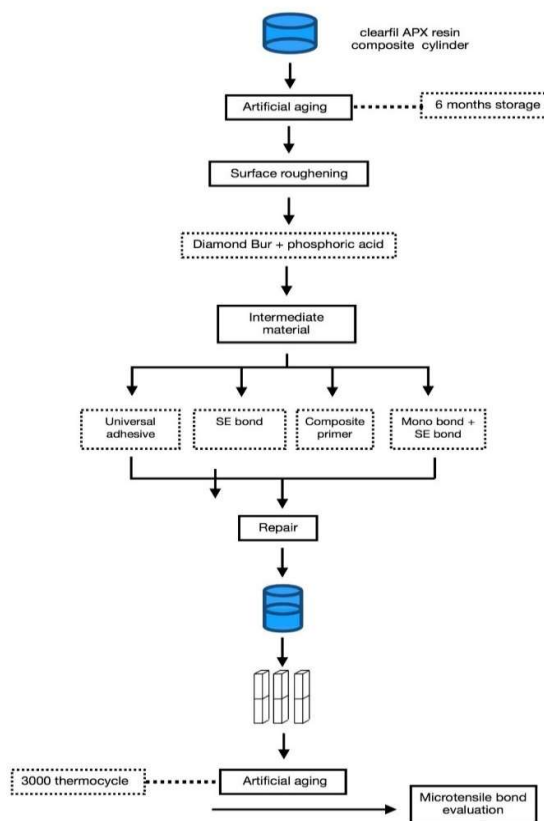
نمونه‌ها با استفاده از دستگاه برش با سرعت پایین (Isomet, Buhler, Germany) برش داده شدند. هر بلوک در معرض ۸ برش موازی و سپس ۸ برش موازی دیگر (عمود بر برش‌های اولیه) (با فاصله ۱/۲ میلی متر) از یکدیگر قرار گرفت. نمونه‌های Beam شکلی که در محدوده پیرامونی نمونه‌ها قرار داشتند به دلیل تماس نزدیک با اکریل شفاف در زمان ست شدن کنار گذاشته شدند و سایر نمونه‌ها با استفاده از استریو میکروسکوپ در دو پس زمینه تیره و روشن مورد ارزیابی مجدد قرار گرفتند و نمونه‌های دارای حباب یا ناخالصی یا هر مورد نامتعارف دیگر نیز از مطالعه خارج شدند. نمونه‌های هر گروه در حالی که در طرف نامگذاری شده در آب مقطر غوطه‌ور بودند در معرض ۳۰۰۰ دور ترموسایکل قرار گرفتند. ترموسایکل در محدوده دمایی ۵ تا ۵۵ درجه سانتی گراد انجام شد. مدت زمان غوطه‌وری در هر یک از حمام‌های آب سرد و گرم ۲۰ ثانیه و مدت زمان تعدیل دمایی میان هریک از سیکل‌ها ۱۰ ثانیه در نظر گرفته شد. سپس نمونه‌ها خشک شده و با استفاده از سیانو آکریلات در نگهدارنده تست میکروتنسایل مانت شدند. تلاش شد تا ارتفاعی که از هر یک از سمت‌های نمونه در سیانو اکریلات مدفون می‌شود مشابه بوده و اینترفیس دقیقاً در مرکز نگهدارنده قرار گیرد. سپس نمونه‌ها با سرعت ۰/۵ میلی متر بر دقیقه با

Universal testing machine استخراج شده و پس از تقسیم بر سطح مقطع هر یک از نمونه‌ها به عنوان استحکام نمونه در زمان شکست بر حسب مگا پاسکال گزارش شد (جدول ۲).

با توجه به نتایج آنالیز واریانس یکطرفه میانگین استحکام باند ریزکشیی بین گروه‌های مطالعه یکسان نبود ( $P=0/04$ ). نمونه‌های گروه Universal bond ضعیف‌ترین استحکام کوهزیو را از خود نشان دادند که البته تنها با نمونه‌های یکی از گروه‌ها (Silane+SE bond) تفاوت معنی‌دار داشته است ( $P=0/02$ ). ارزیابی نوع شکست نمونه‌ها (Mode of failure) نشان داد همه شکست‌ها از نوع کوهزیو بود. درصد شکست کوهزیو در کامپوزیت‌های پیرسازی شده و کامپوزیت‌های جدید در جدول ۴ ذکر شده است. نتایج آنالیز آماری بین درصد شکست کوهزیو در کامپوزیت پیرسازی شده با کامپوزیت تازه در بین گروه‌های آزمایشی از نظر آماری معنی‌دار نبود ( $P=0/69$ ).

### بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه مقایسه تعدادی از روش‌های ترمیم یا Repair یک ترمیم رزین کامپوزیتی آسیب دیده مورد بررسی قرار گرفت و سعی شده بود از در دسترس‌ترین و در عین حال ساده‌ترین متدهای قابل انجام در کلینیک و جدیدترین مواد و روش‌های پیشنهادی موجود در بازار دندانپزشکی استفاده شود. نتایج به دست آمده نشان داد صرف نظر از متد مورد استفاده برای Repair، همه پروتکل‌های پیشنهادی در این مطالعه می‌توانند حداقل استحکام باند مورد نیاز برای پایداری و حفظ یکپارچگی مجموعه را فراهم نمایند.



شکل ۱- نمودار مراحل تهیه و آماده‌سازی نمونه‌های رزین کامپوزیتی جهت Repair، پروسه‌های پیرسازی و اعمال تست‌های ریزکشیی

### یافته‌ها

مقادیر نیروی اعمال شده در زمان شکست برای هر یک از نمونه‌های ۴ گروه تعریف شده در مطالعه از نرم افزار دستگاه

جدول ۲- توزیع داده‌های به دست آمده از تست میکروتنسایل (میانگین، انحراف از معیار، کمترین و بیشترین داده در هر گروه

میانگین	انحراف از معیار	Confidence Interval %۹۵	حداقل	حداکثر
۴۲/۵۱	۶/۵۹	۳۹/۵۰-۴۵/۵۰	۳۱/۵۳	۵۷/۸۳
۴۴/۳۰	۷/۰۰	۴۱/۲۰-۴۷/۴۱	۳۰/۹۶	۵۷/۷۱
۳۸/۹۹	۵/۳۰	۳۶/۶۴-۴۱/۳۴	۳۳/۳۱	۵۱/۴۰
۴۱/۳۴	۵/۸۹	۳۸/۷۲-۴۳/۹۵	۳۲/۱۹	۵۷/۷۴
۴۱/۴۴	۲/۸۴	۴۰/۲۱-۴۲/۶۷	۳۶/۳۴	۴۶/۳۰

جدول ۳- نتایج آماری، مقایسه استحکام کوهزیو هر یک از گروه‌های مورد ارزیابی

P-value	95% Confidence Interval		Std. Error	Mean Diff	آماده سازی سطحی	
	Upper Bound	Lower Bound				
۰/۹۷	۳/۷۰	-۵/۸۳	۱/۷۲	-۱/۳۴	SE Bond	Control
۰/۴۴	۱/۸۴	-۷/۵۷	۱/۷۰	-۲/۷۸	Silane+SE bond	Control
۰/۶۰	۷/۱۶	-۲/۲۶	۱/۷۰	۲/۴۵	Universal bond	Control
۱/۰۰	۴/۸۱	-۴/۶۰	۱/۷۰	۰/۱۰	Composite primer	Control
۰/۸۴	۳/۰۱	-۶/۶۲	۱/۷۳	-۱/۸۰	Silane+SE bond	SE Bond
۰/۲۶	۸/۳۳	-۱/۳۰	۱/۷۳	۳/۵۱	Universal bond	SE Bond
۰/۹۶	۵/۹۸	-۳/۶۵	۱/۷۳	۱/۱۷	Composite primer	SE Bond
۰/۰۲	۱۰/۰۷	۰/۵۶	۱/۷۱	۵/۳۲	Universal bond	Silane+SE bond
۰/۴۲	۷/۷۳	-۱/۷۹	۱/۷۱	۲/۹۷	Composite primer	Silane+SE bond
۰/۶۵	۲/۴۱	-۷/۱۱	۱/۷۱	-۲/۳۵	Composite primer	Universal bond

جدول ۴- پراکنش نوع شکست و محل شکست در نمونه‌های مورد ارزیابی قرار گرفته در تست میکرو تنسایل

گروه‌ها	رزین کامپوزیت جدید	رزین کامپوزیت قدیمی
SE Bond	٪۵۴/۵۰	٪۴۵/۵۰
Silane+SE bond	٪۴۵/۵۰	٪۵۴/۵۰
Universal bond	٪۴۵/۵۰	٪۵۴/۵۰
Composite primer	٪۳۶/۴۰	٪۶۳/۶۰

شده و ارزیابی آن وجود دارد (۱۵). با توجه به اینکه تلاش‌هایی برای ایجاد برهمکنش‌های شیمیایی در حفاصل ادهزیو و سوبسترای رزین کامپوزیتی نیز صورت گرفته است، بنابراین خشن سازی مکانیکی می‌تواند به عنوان بستری برای ارتقاء باندهای شیمیایی بعدی نیز عمل نماید استفاده از فرز یکی از ساده‌ترین و در دسترس‌ترین متدهای خشن سازی قابل استفاده، خصوصا در محیط بالینی است. نشان داده شده است که اسید فسفریک قابلیت حل هیچ بخشی از رزین کامپوزیت و اثری بر افزایش خشونت سطحی ندارد اما در مقابل توانمندی بالایی در برداشت دبری‌های ایجاد شده در اثر سایر متدهای خشن سازی (مثل ایر ابریژن و فراژا) دارد. بنابراین پس از خشن سازی‌های مکانیکی می‌تواند با حذف دبری‌ها انرژی سطحی را افزایش داده و پذیرش ماده بینابینی (ادهزیو) را بر سطح سوبسترا ارتقاء دهد (۱۹). بر همین اساس در مطالعه حاضر پس از ایجاد خشونت سطحی با استفاده از فرز از اسید فسفریک برای حذف دبری‌های به دام افتاده در خشونت‌های سطحی استفاده شد.

در ترمیم‌هایی که مدت زمانی از انجام آن‌ها گذشته است به دلیل فرآیندهای Finishing و Polishing و قرارگیری در محیط‌های دهانی مونومرهای واکنش نداده در سطح کامپوزیت به شدت کاهش می‌یابند. به علاوه قرارگیری طولانی مدت رزین کامپوزیت‌ها در محیط دهان باعث وقوع فرآیندی با عنوان Water saturation resin composite می‌شود که این رویداد باعث اتمام فعالیت رادیکال‌های آزاد و مونومرهای فعال شده با رادیکال‌های آزاد می‌شود (۱۵) و به همین دلیل اتصال رزین کامپوزیت جدید به توده قدیمی را با چالش مواجه می‌کند. پارامترهای متعددی در ارزیابی استحکام باند رستوریشن‌های رزین کامپوزیتی مطرح است که در این مطالعه تلاش شده با به حداقل رساندن متغیرهای مداخله‌گر و غیر مؤثر، به تکرار پذیرترین و قابل استنادترین متد ممکن دست یابیم. اصلی‌ترین پارامترهای دخیل در یک واحد رزین کامپوزیتی Repair شده عبارتند از: ۱- خشونت سطحی (۱۶) ۲- ماده بینابینی (۱۷) ۳- ماده Repair (۱۸) و ۴- فاصله زمانی که بین Repair انجام

همچون Bis-GMA و TEGDMA بوده‌اند (۱۹) در چنین شرایطی به نظر می‌رسد با توجه به وجود یک گروه ادهزیوی حاوی سایلن در مطالعه حاضر می‌تواند تداخلاتی در درک دقیق اثرگذاری سایلن ایجاد نماید.

اخیراً شرکت GC محصول جدیدی را با هدف گذاری اتصال رزین به رزین تولید و به بازار ارائه داده است. با وجود آنکه ترکیب شیمیایی این محصول هنوز شناخته نشده است با این حال در توصیفات شرکت سازنده به ایجاد نوعی از برهمکنش شیمیایی اشاره شده است. به همین دلیل این ترکیب نیز به عنوان یکی دیگر از مواد حد واسط در گروه‌های مورد ارزیابی این مطالعه گنجانده شد. این ترکیب که بیس رزینی دارد حاوی گروه‌های Initiator-activator است و قابلیت پلیمریزاسیون دارد و به همین دلیل در این مطالعه بر اساس پیشنهاد شرکت سازنده به تنهایی و بدون ماده حدواسط دیگری به کار برده شد (۱۴).

یکی دیگر از گروه‌های مورد ارزیابی در این مطالعه سیستم ادهزیوی سلف اچ شرکت Kuraray بود. دلیل ارزیابی این گروه وجود پاره‌ای از مونومرهای اسیدی هیدروفیل در جزء پرایمری این محصول است. پیش از این مطالعات دیگری نیز با اتکا به وجود چنین مونومرهای اسیدی استحکام باند Repair کامپوزیت‌ها را با سیستم‌های ادهزیوی مشابه مورد ارزیابی قرار داده‌اند. برای مثال ترکیب Compoconnect که حاوی مونومرهای اسیدی فسفات‌ه است در یکی از گروه‌های مطالعه Tezvergil و همکاران (۱۵) مورد ارزیابی قرار گرفته است که البته توفیق قابل توجهی را نشان نداده است. با این حال مونومر موجود در جزء پرایمری سیستم ادهزیوی مورد استفاده در این مطالعه حاوی 10-MDP است که بر اساس مطالعات گوناگون قابلیت اتصال به کلسیم بافت‌های دندانی و هر اکسید قلیایی و فلزی دیگری را دارد و به همین دلیل به یک جزء ثابت در اغلب پرایمرهای فلزی (بیس متال) و زیرکونیایی تبدیل شده است (۲۵). در این مطالعه کفایت این مونومر در اتصال به سیلیکا به عنوان یک اکسید، مورد ارزیابی قرار گرفته است. این ادعا با استناد به تأیید امکان برقراری باند میان مونومر MDP و پوشش‌های سیلیکایی مطرح شده است (۲۶). این مونومر به دلیل داشتن زنجیره‌ای حاوی ۱۰ کربن در زمان قرارگیری بر روی سوبستراهایی با قابلیت باند به آن‌ها، نوعی ساختار دو لایه را شکل می‌دهد که در بخش میانی این ساختار دو زنجیره هیدروفوب در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند. این نوع قرارگیری به میزان زیادی از ورود آب به اینترفیس سیستم Repair شده جلوگیری

علاوه بر این در برخی از مطالعات نشان داده شده است که اسید فسفریک می‌تواند با افزایش تعداد واحدهای Si-OH در سطح، قابلیت واکنش پذیری فیلرهای سیلیکایی را با سایلن ارتقا دهد (۱۹). مطالعات زیادی اتصال به فیلرهای سیلیکایی اکسپوز شده در سطح سوبسترا را به عنوان یکی از متدهای قابل استناد در Repair رزین کامپوزیت‌ها مطرح نموده‌اند (۲۰، ۲۱). بر این اساس وجود فیلر سیلیکایی و محتوای آن در سطح سوبسترا و عامل حد واسطی با قابلیت اتصال به این جزء در کیفیت اتصال ایجاد شده اهمیت ویژه‌ای می‌یابد (۱۹).

سایلن‌ها از رایج‌ترین و در دسترس‌ترین ترکیبات مورد استفاده برای برقراری باند با ترکیبات سیلیکایی به شمار می‌روند (۲۲). در حال حاضر سایلن‌ها به عنوان یکی از اصلی‌ترین مواد و متدهای مورد استفاده برای Repair رزین کامپوزیت‌ها با استفاده از مکانیسم شیمیایی شناخته می‌شوند (۵). بر همین اساس در این مطالعه دو گروه حاوی سایلن در نظر گرفته شده است. در یکی از گروه‌ها از سایلن به صورت مستقل و در کنار یک ماده ادهزیو بینایی استفاده شده است و در گروه دیگر از ادهزیو یونیورسالی استفاده شده است که بنا بر ادعای شرکت سازنده حاوی سایلن به عنوان یکی از پرایمرهای اثر گذار است (۲۳). در مطالعه حاضر دلیل استفاده از یک سیستم ادهزیوی در کنار سایلن نیاز به یک ماده حد واسط با ویسکوزیته و استحکام کوهزیو قابل قبول برای برقراری برهمکنش با سوبسترای ثانویه بود. زیرا لایه‌های سایلن به دلیل برقراری پیوندهای اولیگومری ضعیف، پیوند کوهزیو پایینی دارند و نمی‌توانند استحکام کافی را در ناحیه بینایی تأمین نمایند (۲۴). در این گروه به دلیل فقدان آب و ترکیبات هیدروفیل در سوبسترای زیرین نیازی به جزء پرایمری ادهزیو دیده نشد و تنها از جزء دوم سیستم ادهزیوی که حاوی رزین هیدروفوب است بر روی سایلن استفاده شد (۱۹). استفاده از سایلن به تنهایی و یا به صورت ممزوج در سیستم‌های ادهزیوی پیش از این نیز در مطالعات گوناگون به عنوان متد Repair رزین کامپوزیت‌ها پیشنهاد شده است. که در اغلب موارد همانند نتایج به دست آمده در این مطالعه باند موثر و استحکام باند بالایی را تأمین نمودند (۱۵).

در این مطالعه برای اطمینان از اثر گذاری مشخص ترکیب سایلن، از محصول تجاری استفاده شده که فاقد هرگونه جزء رزینی و مونومری بود. این درحالی است که در برخی از مطالعات از محصولات تجاری استفاده شده است که علاوه بر سایلن حاوی تعدادی از مونومرهای رزینی

مطالعات دیگر نیز گروه‌هایی با استحکام باند بیش از استحکام کوهزیو سوبستراها گزارش شده‌اند. برای مثال در مطالعه‌ای که در سال ۲۰۰۳ توسط Tezvergil و همکاران (۱۵) انجام شده بود در یکی از گروه‌هایی که حاوی جزء سایلنی و گروه فانکشنال MDP بود، شاهد ۱۰۰ درصد شکست کوهزیو هستیم. یکی دیگر از مطالعاتی که به نتایج مشابهی دست یافته است، Cavalcanti و همکاران (۳۰) بودند که با وجود وقوع شکست آدهزیو در نمونه‌های آماده سازی شده با سیستم آدهزیوی سلف اچ SE bond، استحکام باند گزارش شده را فاقد تفاوت معنی‌دار با استحکام کوهزیو ماده رستوریتیو به کار رفته توصیف نمودند.

با توجه به شکست همه نمونه‌ها به صورت کوهزیو در این مطالعه آنالیز آماری، تنها با هدف اطمینان از یکدست بودن نمونه‌های ساخته شده انجام شد که مؤید این امر نیز بود و استحکام کوهزیو به دست آمده در نمونه‌ها با یکدیگر تفاوت آماری معنی‌داری را نشان نمی‌داد. با این حال گروه SE bond و سایلن بیشترین و گروه باندینگ یونیورسال، کمترین میزان استحکام باند را فراهم کرده بودند.

ضخامت ناحیه اینترفیس در نمونه‌های Repair شده با متدها و مواد گوناگون با استفاده از میکروسکوپ نوری عبوری به وضوح قابل مشاهده بود. علی‌رغم عدم اندازه‌گیری کمی این ضخامت، به وضوح ضخامت اینترفیس در نمونه‌هایی که با استفاده از مجموعه کامل SE bond مورد Repair قرار گرفته بودند بیش از بقیه و در مقابل، نمونه‌هایی که با استفاده از Composite primer شرکت Repair GC شده بودند از بقیه کمتر بود. با توجه به معنی‌دار نبودن نتایج استحکام باند به دست آمده از هر یک از این متدها، این موضوع (ضخامت ناحیه اینترفیس) می‌تواند معیاری برای انتخاب متد Repair مورد استفاده در نظر گرفته شود. مطالعات گوناگون نشان داده‌اند هر یک از لایه‌های قرار گرفته در مسیر نور عبوری می‌توانند با توجه به ضخامت و تفاوت در ضریب شکست نور میان دو ترکیب مجاور بر روی نور بازتابشی و عبوری از نمونه اثر گذار باشند (۳۱، ۳۲). با توجه به این موضوع شاید بتوان ضخامت کمتر لایه اینترفیس در نمونه‌های Repair شده با پرایمر کامپوزیتی GC را مزیتی برای این متد Repair در نظر گرفت.

سیستم باندینگ یونیورسال کفایت و کارایی مشابهی نسبت به سایر متدها و مواد بینابینی به کار رفته در این مطالعه از خود نشان داد. صرف نظر از سایلن موجود در این ترکیب وجود مونومرهای اسیدی همچون

می‌کند و می‌تواند مانع از تخریب هیدرولیتیک ناشی از قرارگیری مجموعه در مدیاهای آبی شود و به این ترتیب ضامن دوام سیستم در دراز مدت باشد (۲۵، ۲۷).

متدهای گوناگونی برای ارزیابی کفایت باند در سیستم‌های Repair معرفی شده‌اند که با توجه به تواتر استفاده از متدهای مکانیکی نسبت به متدهای میکرو لیکج در این مطالعه نیز از یک تست مکانیکال به این منظور استفاده شد (۵). از آنجایی که در میان تست‌های مکانیکی، تست میکرو تنسایل نسبت به سایر متدها، اطلاعات دقیق‌تر و قابل استنادتری به دست می‌دهد علی‌رغم دشواری مراحل آماده سازی نمونه، از این متد برای ارزیابی متدها استفاده شده است. در مطالعه حاضر به توصیه Armstrong به نمونه‌هایی که پیش از انجام ارزیابی استحکام باند دچار Failure شده بودند استحکام باندی معادل پایین‌ترین استحکام به دست آمده در طی ارزیابی مکانیکی داده شد (۲۸) و در ارزیابی آماری تمام نمونه‌هایی که دچار شکست کوهزیو شده بودند از دامنه ارزیابی آماری استحکام باند خارج شدند زیرا هیچ یک از این مقادیر به معنای استحکام باند در مجموعه نبودند (۲۸). نتایج به دست آمده از مقایسه گروه‌های مورد ارزیابی در این مطالعه نشان می‌دهد همه نمونه به صورت کوهزیو در یکی از سوبستراهای اولیه و ثانویه شکسته است. این بدان معناست که همه متدهای پیشنهادی در این مطالعه کفایت لازم برای حفظ یکپارگی مجموعه را داشته‌اند. البته این نتیجه به این معنا نیست که استحکام باند به دست آمده توسط تمام متدهای پیشنهادی در این مطالعه به یک میزان بوده یا تفاوت آماری معنی‌داری نسبت به یکدیگر نداشته‌اند. در حقیقت استحکام کوهزیو سوبستراهای مورد استفاده در این مطالعه، امکان ارزیابی این پارامتر را مختل نموده است. با این حال از آنجایی که محل وقوع شکست در شرایط بالینی چندان اهمیتی ندارد و وقوع شکست در هر ناحیه از مجموعه Repair شده (اعم از ناحیه آدهزیو و یا هر یک از سوبستراها) به عنوان وقوع شکست بالینی و عدم موفقیت در هدف اصلی در نظر گرفته می‌شود، می‌توان ادعا کرد متدهای پیشنهادی در این مطالعه فاقد تفاوت معنی‌دار بالینی هستند. البته در مطالعات دیگری نیز نشان داده شده است که استحکام باند Repair کامپوزیتی انجام شده به دنبال استفاده از سایلن و یا سیستم‌های آدهزیوی به تنهایی، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند (۲۹).

نوع شکست‌های رویداده در این مطالعه نیز نامتعارف نبوده و در

گوناگون در این مطالعه می‌توان نتیجه‌گیری نمود که استحکام کوهزیو ماده سوبسترای مورد استفاده بیش از استحکام باند بین دو کامپوزیت قدیمی و جدید بود. همچنین همه روش‌ها و مواد بینابینی مورد استفاده در این مطالعه، قادر به تأمین استحکام باند حداقلی و مورد نیاز برای یکپارچگی مجموعه Repair شده می‌توانند باشند. البته باید در نظر داشت مقدار عددی استحکام باند ریز کشی نمونه‌هایی که با ماده باندینگ یونیورسال باند شده بودند به طور معنی‌داری کمتر از گروه آماده سازی شده با سایلن به همراه باندینگ هیدروفوب سیستم SE-bond بود.

### تشکر و قدردانی

این مقاله بخشی از پایان نامه دانشجویی دکتری عمومی تحت عنوان «بررسی استحکام باند ریزکشی ترمیم‌های رزین کامپوزیتی Repair شده با مواد و تکنیک‌های مختلف آماده سازی سطحی» در سال ۱۳۹۷ و کد ثبت ۶۳۶۱ می‌باشد که با حمایت دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران اجرا شده است. از زحمات جناب آقای دکتر احمدرضا شمشیری برای مشاوره و بررسی‌های آماری این مطالعه قدردانی و سپاسگزاری می‌کنیم.

MDP نیز می‌تواند از دلایل موفقیت باند با استفاده از این سیستم‌ها در نظر گرفته شود. به علاوه بر خلاف سایلن که کفایت باندش تنها در مورد سوبستراهای سیلیکایی گلاسی مورد تأیید است، مونومرهای سازگار با ترکیبات زیرکونیایی موجود در این سیستم‌های آدهزیوی می‌تواند اتصال به فیلرهای زیرکونیایی موجود در برخی دیگر از انواع رزین کامپوزیت‌های رستوریتیو را امکان پذیر نماید و به این ترتیب دامنه وسیع‌تری از متغیرهای مرتبط با نوع و ترکیب سوبسترای رزینی نیازمند Repair را پوشش دهد. البته در مورد پرایمر موجود برای زیرکونیا نیز اغلب مطالعات مونومر 10-MDP را پیشنهاد نموده‌اند که با این اوصاف مزیت اتصال به فیلرهای زیرکونیایی در مورد باندینگ سلف اچ دو مرحله ای همین شرکت نیز صادق است (۲۶). علاوه بر این در مطالعه‌ای که در سال ۲۰۰۷ توسط Tanaka و همکاران (۲۶) انجام داده شده بود، نشان داده شد که استفاده هم‌زمان از مونومر فسفات استری مثل MDP و سایلن به صورت هم‌زمان می‌تواند اتصال به یک ساختار سیلیکایی را ارتقاء دهد. این موضوع با ارتقاء فرآیند هیدرولیز گروه‌های سایلنی در حضور ترکیبات اسیدی قابل توجیه است.

بر اساس داده‌های به دست آمده از ارزیابی استحکام باند و فراوانی نوع شکست در سیستم‌های Repair شده با استفاده از مواد بینابینی

### منابع:

- 1- Gordan VV, Shen C, Riley III J, Mjör IA. Two-year clinical evaluation of repair versus replacement of composite restorations. *J Esthet Restor Dent*. 2006;18(3):144-53.
- 2- Blum IR, Lynch CD, Wilson NH. Factors influencing repair of dental restorations with resin composite. *Clin Cosmet Investig Dent*. 2014;6:81.
- 3- Baur V, Ilie N. Repair of dental resin-based composites. *Clin Oral Investig*. 2013;17(2):601-8.
- 4- Valente LL, Münchow EA, Silva MF, Manso IS, Moraes RR. Experimental methacrylate-based primers to improve the repair bond strength of dental composites—a preliminary study. *Appl Adhes Sci*. 2014;2(1):6.
- 5- Hicel R, Brühshaver K, Ilie N. Repair of restorations—criteria for decision making and clinical recommendations. *Dent Mater*. 2013;29(1):28-50.
- 6- Dall'Oca S, Papacchini F, Goracci C, Cury ÁH, Suh BI, Tay FR, et al. Effect of oxygen inhibition on composite repair strength over time. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2007;81(2):493-8.
- 7- Bijelic-Donova J, Garoushi S, Lassila LV, Vallittu PK. Oxygen inhibition layer of composite resins: effects of layer thickness and surface layer treatment on the interlayer bond strength. *Eur J Oral Sci*. 2015;123(1):53-60.
- 8- Swift Jr E, LeValley B, Boyer D. Evaluation of new methods for composite repair. *Dent Mater*. 1992;8(6):362-5.
- 9- Chiba K, Hosoda H, Fusayama T. The addition of an adhesive composite resin to the same material: bond strength and clinical techniques. *J Prosthet Dent*. 1989;61(6):669-75.
- 10- Passos SP, Özcan M, Vanderlei AD, Leitea FPP, Kimpara ET, Bottino MA. Bond strength durability of direct and indirect composite systems following surface conditioning for repair. *J Adhes Dent*. 2007;9(5):433-7.
- 11- Gonçalves AP, Lima FG, Hidalgo GE, de Moraes RR. Short Exposure to 1% hydrofluoric acid to improve the repair bond strength of dental resin composites. *J Adhes*. 2015;91(3):235-43.
- 12- Rinastiti M, Özcan M, Siswomihardjo W, Busscher HJ. Immediate repair bond strengths of microhybrid, nanohybrid and nanofilled composites after different surface treatments. *J Dent*. 2010;38(1):29-38.
- 13- Papacchini F, Luscino Alves F, Castro CG, Sardella TN, Tay FR, Polimeni A, et al. An investigation of the contribution of silane to the composite repair strength over time using a double-sided microtensile test. *composites*. 2006;6:8.
- 14- Kimyai S, Oskoe SS, Mohammadi N, Rikhtegaran S, Bahari M, Oskoe PA, et al. Effect of different mechanical and chemical surface treatments on the repaired bond strength of an indirect

- composite resin. *Lasers Med Sci.* 2015;30(2):653-9.
- 15- Tezvergil A, Lassila L, Vallittu P. Composite-composite repair bond strength: effect of different adhesion primers. *J Dent.* 2003;31(8):521-5.
- 16- Li J. Effects of surface properties on bond strength between layers of newly cured dental composites. *J Oral Rehabil.* 1997;24(5):358-60.
- 17- Kupiec K, Barkmeier W. Laboratory evaluation of surface treatments for composite repair. *Oper Dent.* 1996;21:59-62.
- 18- 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.
- 19- Loomans B, Cardoso MV, Roeters F, Opdam N, De Munck J, Huysmans M, et al. Is there one optimal repair technique for all composites? *Dent Mater.* 2011;27(7):701-9.
- 20- Matinlinna JP, Lassila LV, Özcan M, Yli-Urpo A, Vallittu PK. An introduction to silanes and their clinical applications in dentistry. *Int J Prosthodont.* 2004;17(2):155-64.
- 21- Antonucci JM, Dickens SH, Fowler BO, Xu HH, McDonough WG. Chemistry of silanes: interfaces in dental polymers and composites. *J Res Natl Inst Stand Technol.* 2005;110(5):541.
- 22- Van Noort R, Barbour M. *Introduction to dental materials:* Elsevier Health Sciences. 4th ed. Edinburgh: Mosby/ Elsevier; 2013.
- 23- Perdigo J, Swift EJ, Jr. Universal Adhesives. *J Esthet Restor Dent.* 2015;27(6):331-4.
- 24- Hooshmand T, van Noort R, Keshvad A. Bond durability of the resin-bonded and silane treated ceramic surface. *Dent Mater.* 2002;18(2):179-88.
- 25- Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, Nakayama Y, Okazaki M, Shintani H, et al. Comparative study on adhesive performance of functional monomers. *J Dent Res.* 2004;83(6):454-8.
- 26- Tanaka R, Fujishima A, Shibata Y, Manabe A, Miyazaki T. Cooperation of phosphate monomer and silica modification on zirconia. *J Dent Res.* 2008;87(7):666-70.
- 27- Inoue S, Koshiro K, Yoshida Y, De Munck J, Nagakane K, Suzuki K, et al. Hydrolytic stability of self-etch adhesives bonded to dentin. *J Dent Res.* 2005;84(12):1160-4.
- 28- Armstrong S, Breschi L, Özcan M, Pfefferkorn F, Ferrari M, Van Meerbeek B. Academy of Dental Materials guidance on in vitro testing of dental composite bonding effectiveness to dentin/enamel using micro-tensile bond strength ( $\mu$ TBS) approach. *Dent Mater.* 2017;33(2):133-43.
- 29- Söderholm KJM, Roberts MJ. Variables influencing the repair strength of dental composites. *Eur J Oral Sci.* 1991;99(2):173-80.
- 30- Cavalcanti AN, De Lima AF, Peris AR, Mitsui FHO, Marchi GM. Effect of surface treatments and bonding agents on the bond strength of repaired composites. *J Esthet Restor Dent.* 2007;19(2):90-8.
- 31- Horie K, Nakajima M, Hosaka K, Kainose K, Tanaka A, Foxton RM, et al. Influences of composite-composite join on light transmission characteristics of layered resin composites. *Dent Mater.* 2012;28(2):204-11.
- 32- Nakajima M, Arimoto A, Prasansuttiporn T, Thanatvarakorn O, Foxton RM, Tagami J. Light transmission characteristics of dentine and resin composites with different thickness. *J Dent.* 2012;40:e77-e82.