Original Article

10.22122/jids.v21.i3.0292

Journal of Isfahan Dental School

2026; 21(4): 292-301

The Effect of Air Abrasion and Silane on Shear Bond Strength of Posterior Composite Resin Repair with Universal Adhesive and 5th Generation Adhesive

Farzin Heidari[1]
Sara Gholizadeh[2]
Parvin Mirzakouchaki[3]
Mona Fatemeh Rabiei[4]

1. Dentist, School of Dentistry, Isf.c, Islamic Azad University, Isfahan, Iran.
2. **Corresponding Author:** Assistant Professor, Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Isf.c, Islamic Azad University, Isfahan, Iran.
Email: saragholizadeh92@iau.ac.ir
3. Assistant Professor, Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Isf.c, Islamic Azad University, Isfahan, Iran.
4. Postgraduate Student, Department of Operative Dentistry, Isf.c, Islamic Azad University, Isfahan, Iran.

Abstract

Introduction: Different surface preparation methods and types of bonding agents are key factors in improving bond strength. This study aimed to evaluate the effect of air abrasion and silane on the shear bond strength of repaired posterior composite restorations using universal and fifth-generation adhesives.

Materials & Methods: In this in vitro study conducted in 2024 at Islamic Azad University, Isfahan, 128 resin composite disc samples were fabricated. The prepared posterior composite samples underwent repair procedures using various surface preparation techniques. Half of the samples were divided into four groups for sandblasting, while the other half were divided into four groups that did not undergo sandblasting. Some samples were treated with silane, and two types of adhesives (universal and fifth-generation) were used to assess bonding performance. Shear bond strength was then measured. Data were analyzed using ANOVA and Sidak post hoc tests ($\alpha = 0.05$).

Results: The use of air abrasion and silane significantly increased bond strength ($P < 0.001$). The highest mean shear bond strength was observed in the sandblasted group treated with universal adhesive and silane (Group 2), while the lowest mean shear bond strength was seen in the non-sandblasted group treated with fifth-generation adhesive without silane (Group 7). The sandblasted groups, regardless of adhesive type or silane application, exhibited significantly higher shear bond strength than the non-sandblasted groups ($P < 0.001$).

Conclusion: Mechanical surface preparation by air abrasion and the application of silane are recommended as effective methods for enhancing bond strength.

Key words: Air Abrasion; Dental; Silane; Shear Strength.

Received: 16.09.2025 **Revised**: 11.12.2025 **Accepted:** 20.01.2026

How to cite: Heidari F, Gholizadeh S, Mirzakouchaki P, Rabiei MF. The Effect of Air Abrasion and Silane on Shear Bond Strength of Posterior Composite Resin Repair with Universal Adhesive and 5th Generation Adhesive. J Isfahan Dent Sch 2026; 21(4): 292-301.

مقاله اصیل پژوهشی

10.22122/jids.v21.i3.0292

مجله دانشکده دندانپزشکی اصفهان

۱۴۰۴: ۲۱(۴): ۲۹۲ تا ۳۰۱

تأثیر ایرابریژن و سایلن در استحکام باند برشی تعمیر ترمیم‌های کامپوزیت خلفی با ادهزیو یونیورسال و ادهزیو نسل ۵

فرزین حیدری [۱]

سارا قلیزاده [۲]

پروین میرزا کوچکی [۳]

مونا فاطمه ربیعی [۴]

۱. دندانپزشک، دانشکده‌ی دندان‌پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران.

۲. **نویسنده مسؤول:** استادیار، گروه ترمیمی، دانشکده‌ی دندان‌پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران.
Email: saragholizadeh92@iau.ac.ir

۳. استادیار، گروه ترمیمی، دانشکده‌ی دندان‌پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران

۴. دستیار تخصصی، گروه ترمیمی، دانشکده‌ی دندان‌پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران.

چکیده

مقدمه: روش‌های مختلف آماده‌سازی سطح و نوع باندینگ از عوامل کلیدی در بهبود استحکام باند به‌شمار می‌آیند. هدف از این مطالعه، بررسی تأثیر ایرابریژن و سایلن در استحکام باند برشی تعمیر ترمیم‌های کامپوزیت خلفی با ادهزیو یونیورسال و ادهزیو نسل ۵ بود.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه آزمایشگاهی که در سال ۱۴۰۳ در دانشگاه آزاد واحد اصفهان (خوراسگان) انجام شد، ۱۲۸ نمونه قرص کامپوزیت رزینی ساخته شد. نمونه‌های کامپوزیتی خلفی آماده شده و تحت فرایند تعمیر با استفاده از تکنیک‌های مختلف آماده‌سازی سطحی قرار گرفتند. نیمی از نمونه‌ها در ۴ گروه برای انجام سندبلاست و نیم دیگر نمونه‌ها در ۴ گروه دیگر تقسیم شدند که در این گروه‌ها از سندبلاست استفاده نگردید. برخی با سایلن تیمار شدند، و از دو نوع باندینگ (یونیورسال و نسل پنجم) برای ارزیابی عملکرد باندینگ استفاده شد. سپس استحکام باند برشی اندازه‌گیری گردید. داده‌ها با آزمون‌های آماری ANOVA و آزمون تعقیبی Sidak تحلیل شدند ($\alpha = ۰/۰۵$).

یافته‌ها: استفاده از ایرابریژن و سایلن به‌طور معنی‌داری موجب افزایش استحکام باند شد ($P < ۰/۰۰۱$). بیشترین میزان میانگین استحکام باند برشی در گروه دوم «سندبلاست شده- باند یونیورسال- با استفاده از سایلن» و کمترین میانگین استحکام باند برشی در گروه هفتم «سندبلاست نشده- باند نسل ۵- بدون استفاده از سایلن مشاهده شد. گروه‌های سندبلاست شده، صرف‌نظر از نوع ادهزیو و سایلن، به‌طور معناداری استحکام باند برشی بالاتری نسبت به گروه‌های سندبلاست نشده دارند ($P < ۰/۰۰۱$).

نتیجه‌گیری: آماده‌سازی مکانیکی سطح توسط ایرابریژن و استفاده از سایلن به‌عنوان یک روش مؤثر برای افزایش استحکام باند توصیه می‌شود.

کلید واژه‌ها: ایرابریژن دندانی؛ سایلن؛ استحکام برشی

تاریخ ارسال: ۱۴۰۴/۰۶/۲۵ **تاریخ اصلاح:** ۱۴۰۴/۱۰/۲۷ **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۴/۱۰/۳۰

استناد به مقاله: حیدری فرزین، قلیزاده سارا، میرزا کوچکی پروین، فاطمه ربیعی مونا. تأثیر ایرابریژن و سایلن در استحکام باند برشی تعمیر ترمیم‌های کامپوزیت خلفی با ادهزیو یونیورسال و ادهزیو نسل ۵. مجله دانشکده دندانپزشکی اصفهان. ۱۴۰۴؛ ۲۱(۴): ۲۹۲- ۳۰۱.

مقدمه

کامپوزیت‌های رزینی به دلیل خواص مکانیکی، زیبایی و عملکردی که دارند، گزینه‌ای مناسب برای ترمیم‌های دندانی، به‌ویژه ترمیم‌های قدامی و خلفی هستند. این مواد با توجه به تطابق عالی با دندان‌های طبیعی، به‌طور گسترده در دندان‌پزشکی مورد استفاده قرار می‌گیرند. اما با گسترش استفاده از این مواد و انجام پیشرفت‌های در حال وقوع، همچنان مشکلاتی نظیر تغییر رنگ‌های مارجین، شکستگی، کانتور نامناسب و پوسیدگی ثانویه مشاهده می‌شود. این مشکلات دندان‌پزشکان را با چالش‌های متعدد روبرو کرده و آن‌ها را ناگزیر به تعمیر ترمیم‌های قبلی یا جایگزینی آن‌ها با ترمیم‌های جدید می‌کند (۱).

در سال‌های اخیر، پیشرفت‌های چشمگیری در زمینه‌ی سیستم‌های چسبنده ایجاد شده است. ادهزیوهای نسل جدید، مانند ادهزیوهای یونیورسال و نسل پنج، به‌طور گسترده‌ای در ترمیم‌های کامپوزیتی استفاده می‌شوند. این سیستم‌ها به دلیل قابلیت‌های مختلف چسبندگی به انواع زیرلایه‌ها، از جمله مینا، عاج و کامپوزیت‌های رزینی، مورد توجه قرار گرفته‌اند. با این حال، عملکرد این سیستم‌ها در زمینه تعمیرات کامپوزیتی به عوامل متعددی مانند درمان سطح، نوع ادهزیو و تکنیک‌های سطحی بستگی دارد (۲). در این راستا، دندان‌پزشکان به استفاده از روش‌های کم‌تهاجم تمایل بیشتری پیدا کرده‌اند و در نتیجه، تعمیرات کامپوزیتی به‌عنوان یک راه‌حل مقرون‌به‌صرفه و مؤثر مورد توجه قرار گرفته است (۳).

برای بهبود استحکام باند در تعمیرات کامپوزیتی، روش‌های مختلفی پیشنهاد شده است. یکی از این روش‌ها، استفاده از ایرابریژن است که که طی آن ذرات ساینده اکسید آلومینیوم با فشار هوا به سطح کامپوزیت اعمال می‌گردند. این فرایند به‌طور مؤثری با افزایش سطح تماس و ایجاد ساختاری خشن‌تر، چسبندگی را بهبود می‌بخشد (۳). این تکنیک می‌تواند میکروترکیب‌هایی در سطح کامپوزیت ایجاد کند که به‌طور قابل توجهی به تقویت باند کمک می‌کند. در کنار این، سایلن به‌عنوان یک عامل اتصال شیمیایی شناخته شده است که به‌ویژه در بهبود چسبندگی بین رزین‌های کامپوزیت و فیلرهای غیرآلی مؤثر است. سایلن با ایجاد پیوند شیمیایی بین ماتریس رزینی و ذرات فیلر، ارتباط بهتری بین دو ماده برقرار می‌کند (۴) ترکیب این دو روش (ایرابریژن و سایلن) به‌عنوان یک راه‌حل امیدوارکننده برای تقویت استحکام باند در تعمیرات کامپوزیتی مطرح است.

در مورد سیستم‌های چسبنده، ادهزیوهای یونیورسال به‌عنوان سیستم‌های چندمنظوره شناخته می‌شوند که می‌توانند به انواع مختلفی از زیرلایه‌ها از جمله مینا، عاج و کامپوزیت‌ها متصل شوند. این ویژگی‌ها باعث می‌شود که ادهزیوهای یونیورسال گزینه‌ای جذاب برای استفاده در درمان‌های ترمیمی دندان باشند. با این حال، عملکرد آن‌ها ممکن است بسته به سطح درمان‌شده و نحوه اعمال تکنیک‌های مختلف متفاوت باشد (۲). از طرف دیگر، ادهزیوهای نسل پنج که به‌طور خاص برای اتصال به سطوح مینا و عاج طراحی شده‌اند، استحکام باند بالاتری را به‌ویژه در شرایط خاص بالینی نشان می‌دهند. این ادهزیوها اغلب نیاز به پروتکل‌های پیچیده‌تری دارند و در موارد خاص عملکرد بهتری دارند (۵).

در مطالعه‌ی Hoseinifar و همکاران، استفاده از سایلن همراه با ادهزیو نسل پنجم (Single Bond 2) منجر به بالاترین استحکام باند برشی شد. ولی افزودن سایلن به ادهزیوهای یونیورسال تأثیر معناداری نداشت و حتی در مورد Clearfil Universal Bond، استحکام باند کاهش یافت (۶).

در مطالعه‌ی Rashidi و همکاران استفاده از ایرابریژن با ذرات آلومینیوم اکسید ۵۰ میکرونی و سپس اعمال ادهزیو یونیورسال (All-Bond Universal) منجر به بالاترین استحکام باند کششی شد و استفاده از سایلن تأثیر معناداری در افزایش استحکام باند نداشت (۷).

با وجود مزایای این تکنیک‌ها، به‌ویژه در زمینه تعمیرات کامپوزیت، تحقیقاتی که به‌طور خاص تأثیر ترکیب ایرابریژن و سایلن در بهبود استحکام باند تعمیرات کامپوزیتی با استفاده از ادهزیوهای یونیورسال و نسل پنج را بررسی کرده باشند، محدود است. بنابراین هدف این مطالعه، بررسی تأثیر

ایرابریژن و سایلن در استحکام باند برشی تعمیر ترمیم‌های کامپوزیت خلفی با ادهزیو یونیورسال و ادهزیو نسل ۵ بود و بر اساس فرضیه‌ی صفر، ایرابریژن و سایلن در استحکام باند برشی تعمیر ترمیم‌های کامپوزیت خلفی تأثیری ندارند.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه‌ی تجربی آزمایشگاهی (کد اخلاق: IR.IAU.KHUISF.REC.1403.284) که در سال۱۴۰۳در دانشگاه آزاد اصفهان انجام شد، ۱۲ عدد از قرص‌های کامپوزیت رزینی (Shade A3) (Estelite sigma quick, Tokoyama, Japan) با ابعاد ۵ × ۵ میلی‌متر و عمق ۴ میلی‌متر و با استفاده از قالب‌های استاندارد و یکسان ساخته شدند. نمونه‌ها به مدت ۲۰ ثانیه با استفاده از دستگاه لایت کیور LED (UltraDent-cordless Valo LED curing unit USA) پلیمریزه شدند. شدت نور لایت‌کیور ۱۰۰۰ میلی‌وات بر سانتی‌متر مربع بوده که به وسیله‌ی رادیومتر LED radiometer (Demetron, Kerr, USA)پس از هر ۱۰ بار استفاده اندازه‌گیری شده است. سپس، نمونه‌ها برای دست‌یابی به پلیمریزاسیون ایده‌آل به مدت ۲۰ ثانیه از هر دو طرف کیور شده و سطح تحتانی آنها با لاک مخصوص علامت‌گذاری شد. نمونه‌هایی که حین تست استحکام باند یا نگهداری در آب دچار جداشدگی از بیس کامپوزیت مورد آزمایش شدند از مطالعه خارج شدند.

پس از آماده‌سازی، نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر نگهداری شده و سپس در دستگاه ترموسایکلینگ (Thermocycler, RWD Life Science Co, China) در دمای ۵ تا ۵۵ درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت ۲ دقیقه با ۱۰ ثانیه جابجایی در ۵۰۰۰ چرخه قرار گرفتند. پس از آن، سطح بالایی نمونه‌ها با استفاده از دیسک‌های فینیشینگ کارباید (Xiamen PRC Precise Tools Co, China) برای مدت ۶۰ ثانیه تحت خنک‌کنندگی آب قرار گرفت.

نمونه‌ها به طور تصادفی در ۸ گروه مختلف بر اساس نوع آماده‌سازی سطح و پروتکل‌های باندینگ تقسیم شدند:

۱- گروه سندبلاست شده با باند نسل ۵ و سایلن
۲- گروه سندبلاست شده با باند یونیورسال و سایلن
۳- گروه سندبلاست شده با باند نسل ۵ بدون سایلن
۴- گروه سندبلاست شده با باند یونیورسال بدون سایلن
۵- گروه سندبلاست نشده با باند نسل ۵ و سایلن
۶- گروه سندبلاست نشده با باند یونیورسال و سایلن
۷- گروه سندبلاست نشده با باند نسل ۵ بدون سایلن
۸- گروه سندبلاست نشده با باند یونیورسال بدون سایلن

در گروه‌های ۱ تا ۴ که تحت درمان سندبلاست قرار گرفتند، سطوح نمونه‌ها با استفاده از ذرات آلومینیوم اکساید ۵۰ میکرومتری در دستگاه ایرابریژن (Air abrasion master DN-NEO Lx, China)تحت فشار ۴ اتمسفر و فشار آب ۵/۱ اتمسفر به مدت ۵ ثانیه و فاصله‌ی ۱ میلی‌متر عمود بر سطح سندبلاست شدند. در گروه‌های ۵ تا ۸ که بدون سندبلاست بودند، تنها آماده‌سازی سطح با استفاده از اسید فسفریک (Kerr Gel Acid Etch, USA) ۳۷ درصد به مدت ۱۵ ثانیه انجام شد.

در گروه‌های ۱، ۲، ۵ و ۶ از سایلن (Monobond Plus, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)به مدت ۶۰ ثانیه در دو لایه اعمال شد. سپس در گروه‌های ۱ و ۳ و ۵ و ۷، باند نسل ۵ (Single Bond, 3M ESPE, USA) بر روی سطح اعمال و حلال آن به مدت ۱۰ ثانیه تبخیر شد و سپس به مدت ۱۵ ثانیه کیور شد. در گروه‌های ۲، ۴، ۶ و ۸ نیز باند یونیورسال (Single Bond Universal, 3M, USA) طبق دستورالعمل کارخانه اعمال شد.

پس از اعمال باندینگ، یک لایه کامپوزیت رزینی (Estelite Sigma Quick, Tokoyama, Japan) با عمق ۲ میلی‌متر بر روی تمامی نمونه‌ها اعمال و به مدت ۲۰ ثانیه کیور شد. سپس، نمونه‌ها برای مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر نگهداری و در دستگاه ترموسایکلینگ قرار گرفتند تا شرایط محیطی دهانی شبیه‌سازی شود.

پس از آماده‌سازی نهایی، نمونه‌ها تحت آزمایش استحکام باند برشی قرار گرفتند. برای این منظور، از دستگاه

تست یونیورسال (Universal Testing Machine, 5566, Instron, Canton, MA, USA) استفاده شد. استحکام باند برشی هر نمونه بر حسب مگاپاسکال (MPa) ثبت گردید.

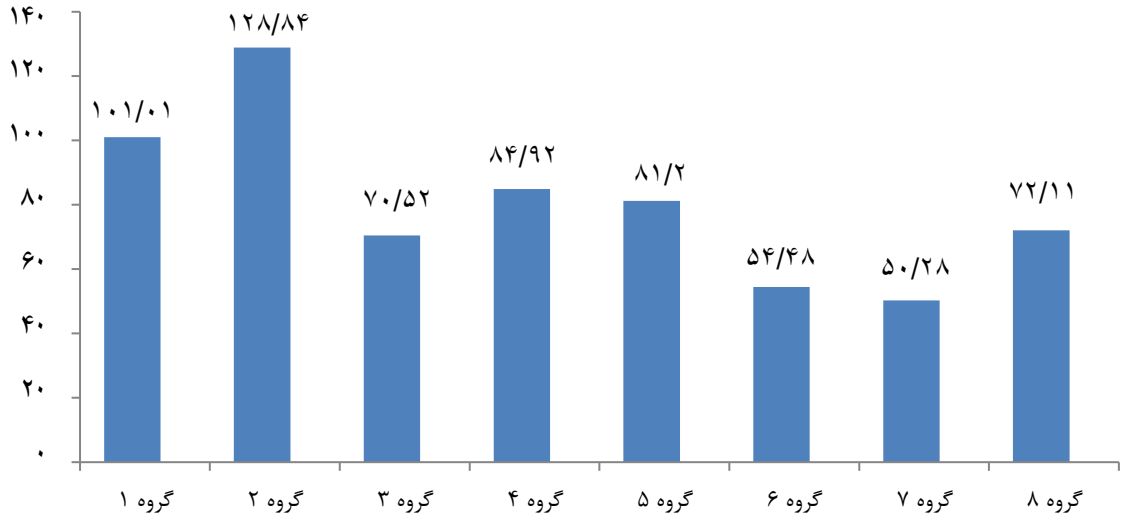
پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها با آزمون Shapiro–Wilk، داده‌های بدست آمده توسط آزمون‌های ANOVA و Sidak test در نرم‌افزار SPSS نسخه‌ی ۲۶ (version 26, IBM Corporation, Armonk, NY) تجزیه و تحلیل شدند و سطح خطای ۰۵/۰ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

نتایج آزمون ANOVA نشان داد که هر سه عامل اصلی ایرابریژن (سندبلاست)، نوع باند و کاربرد سایلن اثرات آماری معنی‌داری بر میزان استحکام باند برشی داشتند (P < ۰۱/۰) (جدول ۱). این نتایج تأکید می‌کنند که ایرابریژن، چه به‌صورت مستقل و چه در تعامل با نوع باند یا کاربرد سایلن، نقشی تعیین‌کننده در بهبود استحکام باند برشی در ترمیم‌های کامپوزیتی دارد.بیشترین میانگین استحکام باند برشی در گروه دوم مشاهده شد که در آن از سندبلاست، باند یونیورسال و سایلن استفاده شده بود وکمترین میانگین استحکام باند برشی در گروه هفتم (بدون سندبلاست، باند نسل پنجم و بدون سایلن) ثبت گردید (نمودار ۱).

جدول ۱. میانگین استحکام باند برشی در گروه‌های مورد مطالعه

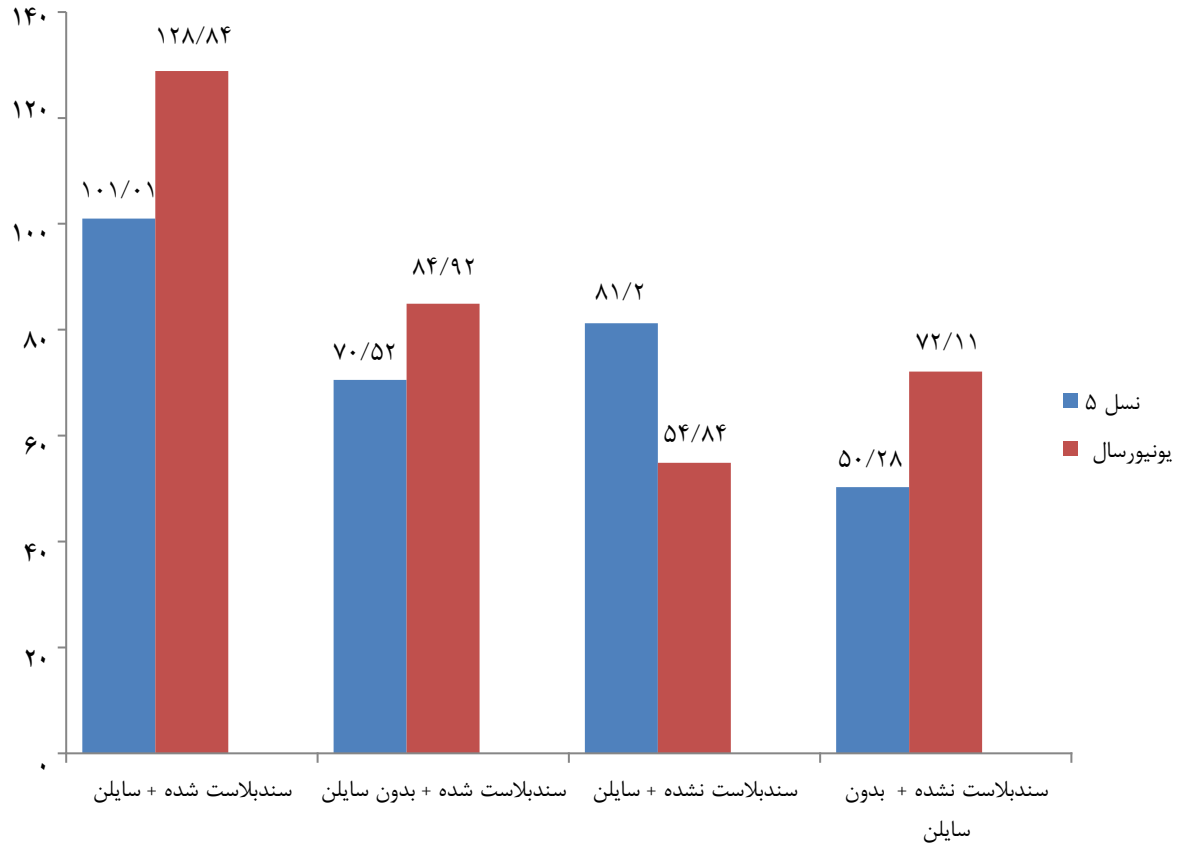
	سایلن	نوع باند	تعداد	میانگین	انحراف معیار
سندبلاست شده	با استفاده از سایلن	نسل ۵	۱۴	۱۰۱/۰۱	۲۰/۴۶
		یونیورسال	۱۴	۱۲۸/۸۴	۲۸/۲۸
	بدون استفاده از سایلن	نسل ۵	۱۲	۷۰/۵۲	۱۷/۸۴
		یونیورسال	۱۳	۸۴/۹۲	۷/۷۴
سندبلاست نشده	با استفاده از سایلن	نسل ۵	۱۳	۸۱/۲۰	۵/۰۰
		یونیورسال	۱۲	۵۴/۴۸	۱۱/۲۴
	بدون استفاده از سایلن	نسل ۵	۱۲	۵۰/۲۸	۱۰/۶۴
		یونیورسال	۱۱	۷۲/۱۱	۱۱/۳۵



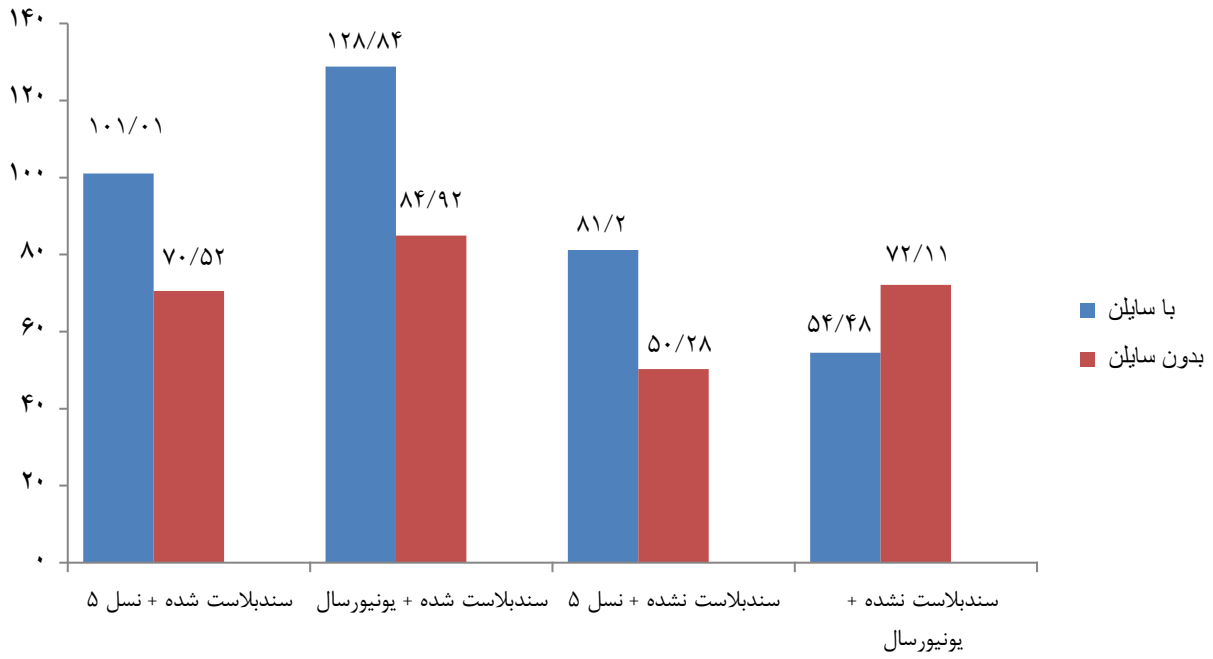
نمودار ۱. میانگین استحکام باند میکروکششی در گروه‌های مورد مطالعه

در مقایسه‌ی استحکام باند برشی بین باند یونیورسال و باند نسل پنجم، نتایج آزمون تعقیبی Sidak نشان داد در گروه سندبلاست شده همراه با سایلن، میانگین استحکام باند یونیورسال به‌طور معناداری بیشتر از نسل پنجم بود (P < ۰۰۱/۰). در گروه سندبلاست شده بدون استفاده از سایلن، میانگین استحکام باند یونیورسال از نسل پنجم بیشتر بود، اما این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نبود (P = ۲۹۲/۰). در گروه سندبلاست نشده همراه با سایلن، میانگین استحکام باند نسل پنجم به‌طور معناداری بیشتر از یونیورسال بود (P < ۰۰۱/۰). در گروه سندبلاست نشده بدون استفاده از سایلن، میانگین استحکام باند یونیورسال به‌طور معناداری بالاتر از نسل پنجم بود (P = ۰۲۰/۰) (نمودار ۲).

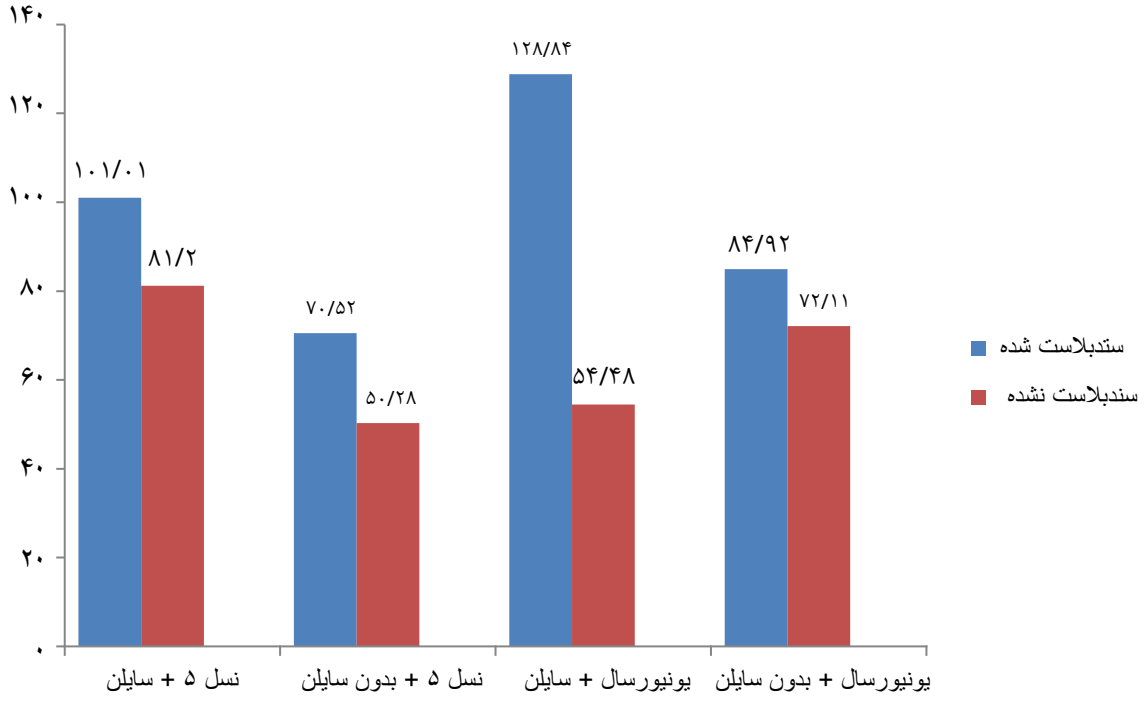
در بررسی اثر ایرابریژن (سندبلاست) بر استحکام باند برشی، آزمون تعقیبی Sidak نشان داد که در گروه باند نسل پنجم با سایلن، میانگین استحکام باند در حالت سندبلاست شده به‌طور معناداری بیشتر از حالت سندبلاست نشده بود (P = ۰۲۳/۰). در گروه باند نسل پنجم بدون سایلن، مقدار استحکام باند در حالت سندبلاست شده به‌طور معنی‌داری بیشتر از حالت سندبلاست نشده بود (P = ۰۳۳/۰). در گروه باند یونیورسال با سایلن، استحکام باند در حالت سندبلاست شده به‌طور قابل توجهی بیشتر از حالت سندبلاست نشده بود (P < ۰۰۱/۰). در گروه باند یونیورسال بدون سایلن، هرچند میانگین استحکام باند در حالت سندبلاست شده نسبت به سندبلاست نشده بیشتر بود، اما این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نبود (P = ۴۹۲/۰) (نمودار ۳، ۴).



نمودار ۲. میانگین استحکام باند برشی بین دو نوع باند نسل ۵ و یونیورسال در سطوح مختلف وضعیت استفاده از ایرابریژن و سایلن



نمودار ۳. میانگین استحکام باند برشی استحکام باند برشی با و بدون استفاده از ایرابریژن در سطوح مختلف استفاده از سایلن و نوع باند



نمودار ۴. میانگین استحکام باند برشی با و بدون استفاده از سایلن در سطوح مختلف با و بدون استفاده از ایرابریژن در سطوح مختلف استفاده از سایلن و باند

بحث

بر اساس نتایج مطالعه‌ی حاضر، فرضیه‌ی صفر رد می‌شود. کیفیت و دوام ترمیم‌های کامپوزیتی خلفی تاحد زیادی تحت تأثیر عواملی نظیر روش‌های آماده‌سازی سطح، نوع ادهزیو و استفاده از عوامل شیمیایی مانند سایلن قرار دارد. مطالعه‌ی حاضر با هدف بررسی تأثیر دو تکنیک آماده‌سازی سطح (ایرابریژن و کاربرد سایلن) بر استحکام باند برشی در تعمیر ترمیم‌های کامپوزیتی خلفی، با استفاده از دو نوع ادهزیو (یونیورسال و نسل پنجم) طراحی شد. یافته‌های این مطالعه نشان دادند که هر سه عامل آماده‌سازی سطحی به‌وسیله‌ی ایرابریژن، استفاده از سایلن و نوع سیستم ادهزیو، اثر معناداری بر استحکام باند برشی میان کامپوزیت قدیمی و جدید دارند که با نتایج سایر مطالعات مطابقت داشت. آماده‌سازی سطح، نقش مهمی در افزایش کیفیت پیوند ترمیم‌های کامپوزیتی دارد (۳، ۴).

نتایج نشان داد که استفاده از ایرابریژن به تنهایی، صرف‌نظر از نوع ادهزیو یا استفاده از سایلن، موجب افزایش قابل‌توجهی در استحکام باند برشی می‌شود که با مطالعه‌ی Zhang و همکاران مطابقت داشت که نشان دادند آماده‌سازی سطح با سندبلاست باعث افزایش زبری سطحی و حذف آلودگی‌ها شده و بدین ترتیب بستر مناسبی برای چسبندگی مکانیکی فراهم می‌کند (۸).

نتایج مطالعه‌ی Ramos و همکاران نیز مؤید این موضوع است که استفاده از ایرابریژن به تنهایی می‌تواند ساختار سطحی را برای پذیرش بهتر رزین اصلاح کرده و استحکام باند را بهبود بخشد (۹).

از سوی دیگر، استفاده از سایلن نیز به‌تنهایی تأثیر معناداری در افزایش استحکام باند برشی داشت، به‌خصوص در سطوحی که تحت تیمار با ایرابریژن قرار گرفته بودند؛ به‌طوری‌که بیشترین میزان استحکام باند در گروه‌های ترکیبی (ادهزیو یونیورسال + ایرابریژن + سایلن) مشاهده شد. مشاهده بیشترین استحکام باند در گروهی که ترکیب ایرابریژن، سایلن و باند یونیورسال استفاده شد، بیانگر یک اثر هم‌افزای سه‌گانه در بهبود پیوند بین کامپوزیت‌هاست. این افزایش می‌تواند به ایجاد ریزناهمواری‌های مکانیکی توسط ایرابریژن، افزایش ترشوندگی سطح و پیوند کووالانسی توسط سایلن و خواص شیمیایی و تطبیقی باند یونیورسال نسبت داده شود. باندهای یونیورسال به دلیل دارا بودن مونومر MDP و قابلیت استفاده در روش‌های مختلف اچ (توتال اچ، سلف اچ و سلکتیو اچ)، توانایی ایجاد پیوندهای شیمیایی قوی‌تری را نسبت به باندهای نسل پنج فراهم می‌سازند (۲).

به‌عنوان یک عامل جفت‌کننده بین کامپوزیت قدیمی و جدید به‌خوبی در مطالعات قبلی مورد تأکید قرار گرفته است. این ماده از طریق ایجاد پیوندهای شیمیایی بین گروه‌های سیلانول و بستر رزینی، به تقویت اتصال شیمیایی کمک می‌کند (۱۰). یافته‌های مطالعه‌ی حاضر در این زمینه با مطالعات Bapat و همکاران (۱۰)، Aquino و همکاران (۱۱) و Hoseinifar و همکاران (۶) همسو بود که همگی اثر مثبت سایلن را در بهبود استحکام باند گزارش کرده‌اند. با این حال، برخی مطالعات از جمله Şahan و همکاران (۱۲) و Hoseinifar و همکاران (۶) اثرات متناقضی برای سایلن گزارش کرده‌اند و بیان کرده‌اند که تأثیر آن می‌تواند به شرایط محیطی، نوع بستر و پروتکل اجرایی وابسته باشد.

طبق نتایج مطالعه‌ی حاضر، در شرایط بدون سایلن و بدون سندبلاست، میزان استحکام باند به‌شدت کاهش می‌یابد. این موضوع اهمیت کاربرد توأم این دو مرحله را در فرایند تعمیر ترمیم‌های کامپوزیتی تأیید می‌کند. حذف این مراحل منجر به سطحی با انرژی پایین‌تر و کاهش میزان گیر مکانیکی و شیمیایی می‌شود که در نهایت اتصال بین دو کامپوزیت را تضعیف می‌نماید (۱).

در خصوص مقایسه‌ی عملکرد دو نوع ادهزیو، نتایج مطالعه‌ی حاضر نشان داد که ادهزیو یونیورسال در تمام شرایط مورد بررسی، عملکرد بهتری نسبت به نسل پنجم داشته است؛ به‌ویژه در ترکیب با ایرابریژن و سایلن که نشان‌دهنده‌ی سازگاری بهتر یونیورسال باند با اجزای شیمیایی سایلن و توانایی آن در افزایش استحکام پیوند است. این یافته با نتایج

مطالعه‌ی Hoseinifar و همکاران (۶) و Valian و همکاران (۱۳) همراستا بود که نشان دادند ادهزیوهای یونیورسال به دلیل دارا بودن عملکرد چندگانه (self-etch) و (total-etch) و سازگاری با سایلن، در ایجاد اتصال مؤثرتر عمل می‌کنند.

Suo و همکاران بیان کردند، حضور یا عدم حضور سایلن نقش تعیین‌کننده‌تری نسبت به نوع باند در برخی شرایط دارد (۵). با این حال، Meshki و همکاران نشان داده‌اند که در برخی شرایط خاص، ادهزیوهای نسل ۵ نیز می‌توانند عملکرد قابل‌قبولی داشته باشند که این امر بیانگر اهمیت شرایط خاص آزمایشگاهی، نوع ماده‌ی بستر و روش کاربرد است (۱۴).

مطالعه‌ی Türp و همکاران نیز اگرچه تمرکز اصلی خود را بر میزان از دست رفتگی مینای دندان در اثر ایرابریژن قرار داده بودند، اما یافته‌های آن‌ها در خصوص اهمیت شکل و نوع ذرات ایرابریژن با نتایج مطالعه‌ی حاضر مطابقت داشت (۱۵). به‌ویژه اینکه ذرات تیز و زاویه‌دار موجب آماده‌سازی سطح مؤثرتری شده و در نتیجه به افزایش چسبندگی کمک می‌کنند.

بر اساس نتایج مطالعه‌ی حاضر، در گروه بدون سندبلاست ولی با استفاده از سایلن، باند نسل پنج عملکرد بهتری نسبت به یونیورسال نشان داد. این یافته می‌تواند ناشی از تفاوت در ترکیب شیمیایی و نحوه‌ی نفوذ باندها به سطح‌های کمتر آماده‌سازی‌شده باشد. در این شرایط، باند نسل پنج که نیاز به اچ قبلی دارد، ممکن است به دلیل اچ کامل‌تر و نفوذ بهتر به سطح کامپوزیت کهنه، عملکرد مؤثرتری داشته باشد.

در مطالعه‌ی Fan-Chiang و همکاران، ترکیب چندین روش آماده‌سازی (سندبلاست، سایلن و انتخاب نوع مناسب باندینگ) منجر به استحکام باند بهینه شده بود که در مطالعه‌ی حاضر نیز به اثبات رسید، چراکه بیشترین میزان استحکام باند برشی در گروهی مشاهده شد که در آن از ادهزیو یونیورسال همراه با ایرابریژن و سایلن استفاده شده بود (۱۶).

از طرفی نتایج مطالعه‌ی Bayanova و همکاران با نتایج مطالعه‌ی حاضر مغایرت داشت که دلیل این تفاوت احتمالاً به نوع ذرات، پارامترهای فشار و مدت زمان اجرای ایرابریژن بستگی دارد (۱۷).

از سوی دیگر، مطالعه‌ی Kirste و همکاران نیز، اثر سایلن را در شرایط طبیعی کمتر مؤثر دانسته‌اند، در حالی‌که در مطالعه‌ی حاضر، حتی در شرایط بدون آماده‌سازی کامل، استفاده از سایلن باعث بهبود استحکام باند شد (۱۸).

اگرچه این مطالعه، شرایط آزمایشگاهی را به‌دقت شبیه‌سازی کرده است، اما محدودیت‌هایی مانند عدم بررسی شرایط دینامیکی دهان، حضور بزاق، فشارهای جویدن و تغییرات pH وجود داشت که می‌تواند بر نتایج نهایی در محیط بالینی اثرگذار باشد. بنابراین، انجام مطالعات **in vivo** و کارآزمایی‌های بالینی برای ارزیابی دوام و عملکرد بلندمدت این روش‌ها ضروری به نظر می‌رسد. همچنین، بررسی سایر فاکتورهای تأثیرگذار مانند زمان انقضای ترمیم اولیه، نوع کامپوزیت، و ضخامت لایه ادهزیو نیز می‌تواند در مطالعات آینده مدنظر قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

ترکیب تکنیک‌های آماده‌سازی مکانیکی و شیمیایی، به‌ویژه استفاده از ایرابریژن و سایلن در کنار باندهای یونیورسال، رویکردی کارآمد برای افزایش استحکام باند در تعمیر ترمیم‌های کامپوزیتی محسوب می‌شود. این نتایج می‌تواند به بهبود پروتکل‌های درمانی و انتخاب آگاهانه‌تر مواد و روش‌های کلینیکی در دندان‌پزشکی ترمیمی کمک نماید.

سپاسگزاری

این مقاله حاصل پایان‌نامه‌ی ۱۶۲۸۵۳۴۰۰ مصوب دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان) می‌باشد.

References

1. van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et al. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. Oper Dent 2003; 28(3): 215-35.
2. Cuevas-Suárez CE, de Oliveira da Rosa WL, Lund RG, da Silva AF, Piva E. Bonding performance of universal adhesives: an updated systematic review and meta-analysis. J Adhes Dent 2019; 21(1): 7-26.
3. Hickel R, Brüshaver K, Ilie N. Repair of restorations—criteria for decision making and clinical recommendations. Dent Mater 2013; 29(1): 28-50.
4. Sideridou ID, Tserki VT, Papanastasiou G. Effect of silane treatment on the bond strength of resin composites. J Mater Sci Mater Med 2019; 30: 56.
5. Suo L, Zhang W, Jiang H. Bond strength of resin adhesives to composite using fifth-generation adhesive systems. Dent Mater J 2016; 35(1): 93-101.
6. Hoseinifar R, Shadman N, Mirrashidi F, Gholami S. The effect of silane-containing universal adhesives on the immediate and delayed bond strength of repaired composite restorations. Dent Res J (Isfahan). 2021; 18: 87.
7. Rashidi M, Berangi S, Chiniforush N, Ahmadi E, Ranjbar Omrani L. Microtensile Repair Bond Strength of a Composite After Accelerated Artificial Aging: Effect of the Air Abrasion, Bur, Er:YAG Laser, Two-Step Self-etch Bonding, and Universal Bonding Repair System. J Lasers Med Sci 2022; 13: e18.
8. Zhang G, He W, Ding N, Su Y, Yu G. Sandblasting increases the microtensile bond strength between resin and sclerotic dentin in noncarious cervical lesions. Am J Dent 2024; 37(3): 121-5.
9. Ramos RQ, Peumans M, Mercelis B, Ahmed MH, Politano G, Lopes GC, van Meerbeek B. Influence of airborne particle abrasion on dentin bonding effectiveness of a 2-step universal adhesive. J Dent 2024; 144: 104918.
10. Bapat RA, Parolia A, Chaubal T, Yang HJ, Kesharwani P, Phaik KS, et al. Recent update on applications of quaternary ammonium silane as an antibacterial biomaterial: A novel drug delivery approach in dentistry. Front Microbiol 2022; 13: 927282.
11. Aquino C, Mathias C, Barreto SC, Cavalcanti AN, Marchi GM, Mathias P. Repair Bond Strength and Leakage of Non-Aged and Aged Bulk-fill Composite. Oral Health Prev Dent 2020; 18(4): 783-91.
12. Şahan MH, Peşkersoy C, Kümbüloğlu Ö, Türkün M. Effect of different adhesive systems and silane application on shear bond strength of resin cement to indirect restorations. Journal of Dental Materials & Techniques 2023; 12(2): 104-10.
13. Valian A, Nejatifard M, Salehi EM, Jamali F. Evaluation of Surface Preparations Combined With Different Generations of Bonding on the Bond Strength of Resin Composite Repair: An Original Article. Avicenna J Dent Res 2020; 12(1): 2-7.
14. Meshki R, Khataminia M, Beigi S, Salehi Veisi M. Comparison of the Push-Out Bond Strength of 5th, 6th, 7th and 8th Generation Bonding Agents to Intracanal Dentin of Primary Anterior Teeth [in Persian]. J Babol Univ Med Sci 2023; 25(1): 26-35.
15. Türp L, Bartels N, Wille S, Lehmann F, Kern M. Effect of alumina particle morphology used for air abrasion on loss of enamel and luting composite resin. Dent Mater 2021; 37(12): e523-e532.
16. Fan-Chiang YS, Chou PC, Hsiao YW, Cheng YH, Huang Y, Chiu YC, et al. Optimizing dental bond strength: insights from comprehensive literature review and future implications for clinical practice. Biomedicines 2023; 11(11): 2995.
17. Bayanova T, Ludden J, Mitrofanov F. Timing and duration of Palaeoproterozoic events producing ore-bearing layered intrusions of the Baltic Shield: metallogenic, petrological and geodynamic implications. In: Reddy SM. editor. Palaeoproterozoic supercontinents and global evolution. London, UK: Geological Society of London; 2009. 165-98.
18. Kirste I, Nicola Z, Kronenberg G, Walker TL, Liu RC, Kempermann G. Is silence golden? Effects of auditory stimuli and their absence on adult hippocampal neurogenesis. Brain Struct Funct 2015; 220(2): 1221-8.