

## بررسی استحکام و دوام باند یک ادهزیو جدید به عاج سطحی دندان با دو روش

### Self-etch و Etch and rinse: مطالعه آزمایشگاهی

دکتر صفا منافی<sup>۱</sup> - دکتر علی اسکندری زاده<sup>۲</sup> - دکتر نیلوفر شادمان<sup>۳</sup> - دکتر مریم مفیدی<sup>۱</sup> - دکتر مونا نوروزی<sup>۲</sup>

۱- استادیار گروه آموزشی دندانپزشکی ترمیمی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران

۲- دانشیار گروه آموزشی دندانپزشکی ترمیمی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران

۳- متخصص دندانپزشکی ترمیمی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران

#### چکیده

**زمینه و هدف:** در حال حاضر درباره کارایی ادهزیوهای یونیورسال اطلاعات کمی در دسترس است. هدف از این مطالعه بررسی دوام باند یک ادهزیو یونیورسال به عاج سطحی دندان به دو روش *Self-etch* و *Etch and rinse* می‌باشد.

**روش بررسی:** در این مطالعه آزمایشگاهی ۳۲ عدد دندان مولر سالم بر اساس چگونگی کاربرد ادهزیو به طور تصادفی در دو گروه تقسیم شدند: گروه اول: *Scotch bond universal (3M ESPE, USA)* به صورت *Etch and rinse* دو مرحله‌ای گروه دوم: (*3M ESPE, USA*) *Scotch bond universal* به صورت *Self-etch* تک مرحله‌ای. طبق دستور کارخانه سازنده در گروه اول پروتکل *Etch and rinse* و در گروه دوم پروتکل *Self-etch* اجرا گردید. در هر دو گروه، قسمت کروئالی توسط لایه‌های کامپوزیت بازسازی شد. دندانها در بلوک‌های آکریلی در دستگاه برش مانت شده و طبق پروتکل تریمنینگ (*Trimming*) آماده گردیدند، سپس نمونه‌ها در دو گروه فوری و گروه پنج هزار ترموسایکلینگ تحت نیروی کششی با سرعت یک میلی‌متر در دقیقه قرار گرفتند. جهت آنالیز داده‌ها از آزمون آماری *Two-way ANOVA* استفاده گردید.

**یافته‌ها:** بر طبق نتایج آزمون استحکام باند میکروتنسایل، اثر بر همکنش دو متغیر مستقل معنادار نبود ( $p=0/957$ )، پس به طور کلی می‌توان گفت اولاً استحکام باند در گروه *Etch and rinse* به طور معناداری بیش از گروه *Self-etch* است ( $p < 0/001$ ) و ثانیاً استحکام باند در گروه‌های ترموسایکلینگ به طور معناداری بیش از گروه‌های فوری بود ( $p=0/034$ ).

**نتیجه‌گیری:** روش آماده‌سازی *Etch and rinse* در ادهزیو *Scotch bond universal* نسبت به روش *Self-etch* کارایی بالاتری را نشان داد و همچنین انجام ترموسایکلینگ در این ادهزیو باعث افزایش استحکام باند گردید.

**کلید واژه‌ها:** عاج، یونیورسال ادهزیو، *10-MDP*، پیرسازی، استحکام تنسایل

پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۶/۹

اصلاح نهایی: ۱۳۹۴/۵/۱۳

وصول مقاله: ۱۳۹۴/۲/۷

**نویسنده مسئول:** دکتر مونا نوروزی، متخصص دندانپزشکی ترمیمی و زیبایی، مرکز دندانپزشکی تخصصی سلامت، دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران  
e.mail:M\_Norouzi@kmu.ac.ir

#### مقدمه

در دندانپزشکی معاصر، استفاده از کامپوزیت‌های رزینی در سراسر دنیا در حال افزایش است به طوری که در بعضی از کشورها این ترمیم‌های کامپوزیتی به طور کامل جایگزین آمالگام‌های دارای جیوه شده‌اند. (۱)، از آنجایی که تمام ترمیم‌های کامپوزیت به ساختار دندان باند می‌شوند، دلیل اصلی شکست آنها از دست دادن گیر و تطابق مارجین‌ها ذکر شده است. (۲)، باند به مینا بر پایه قفل شدن میکرومکانیکی بین رزین و مینای اچ شده است که این باند قابل اطمینان و بادوام است. از طرف دیگر باند به عاج به علت خصوصیات ساختاری آن مثل وجود مقدار زیاد آب، وجود توپول‌ها و فشار مثبت مایع آن و همچنین میزان بالای مواد آلی موجود در آن پیچیده‌تر است. (۳)، ادهزیوهایی که برای قرار دادن کامپوزیت‌های مستقیم استفاده می‌شوند به انواع *Etch and rinse* سه مرحله‌ای و دو مرحله‌ای و همچنین به ادهزیوهای *Self-etch* دو مرحله‌ای و یک مرحله‌ای تقسیم می‌شوند. (۴-۵) در مورد ادهزیوهای *Etch and rinse*، عدم تطابق عمق

در دندانپزشکی معاصر، استفاده از کامپوزیت‌های رزینی در سراسر دنیا در حال افزایش است به طوری که در بعضی از کشورها این ترمیم‌های کامپوزیتی به طور کامل جایگزین آمالگام‌های دارای جیوه شده‌اند. (۱)، از آنجایی که تمام ترمیم‌های کامپوزیت به ساختار دندان باند می‌شوند، دلیل اصلی شکست آنها از دست دادن گیر و تطابق مارجین‌ها ذکر شده است. (۲)، باند به مینا بر پایه قفل شدن میکرومکانیکی بین رزین و مینای اچ شده است که این باند قابل اطمینان و

روی عاج هم می‌تواند به صورت Self-etch و هم به صورت Etch and rinse صورت گیرد و به خاطر فرمول شیمیایی ویژه آن که شامل آب، حلال الکل، HEMA و کوپلیمر Vitrebond™، مونومرهای اسیدی MDP و سایلن است در هر دو روش استفاده استحکام باند بالا و پایداری را نشان می‌دهند، البته ذکر شده است که هیبریدلایر در مواقع استفاده از اسید فسفریک ضخیمتر از تکنیک Self-etch است. با توجه به مزایا و محدودیتهای کاربردی ذکر شده هر کدام از انواع ادهزیوهای Etch and rinse و Self-etch، هدف از این مطالعه تعیین استحکام و دوام باند یک ادهزیو جدید به عاج سطحی دندان با دو روش Etch and rinse و Self-etch می‌باشد.

### روش بررسی

در این مطالعه آزمایشگاهی ۳۲ عدد دندان مولر سوم نهفته بدون پوسیدگی انسان که با جراحی خارج شده بودند انتخاب و در محلول تیمول ۰/۲٪ در دمای چهار درجه سانتی‌گراد به مدت کمتر از یک ماه نگهداری شدند. توسط یک اره الماسی (Top Dent, Swiss made) دیسکی شکل با سرعت پایین توسط انگل همراه با خنک‌کننده آب در جهت موازی با سطح اکوزال مینای سطح اکوزال برداشته شد به طوری که سطحی صاف از عاج نمایان شد. عاج عریان در سطح اکوزال توسط یک تکه کاغذ ساینده سیلیکون کارباید ششصد گریت به ابعاد ۲۵ سانتی‌متر مربع برای هر دندان که با آب مرطوب شده بود به مدت شصت ثانیه (۴ و ۹) با حرکات دورانی پالیش شد تا یک اسمیرلایر استاندارد نازک (۱۰-۱۱) ایجاد گردید. نمونه‌ها بر اساس چگونگی کاربرد ادهزیو به طور تصادفی در دو گروه (۱۶ تایی) تقسیم شدند:

گروه اول: Scotch bond universal (3M ESPE, USA) به صورت Etch and rinse دو مرحله‌ای

گروه دوم: Scotch bond universal (3M ESPE, USA) به صورت Self-etch تک مرحله‌ای

در گروه اول بر طبق دستور کارخانه سازنده ابتدا سطح عاج توسط ژل اسیدفسفریک ۳۴٪ (Scotch universal etchant) به مدت ۱۵ ثانیه اچ شد و سپس توسط پوار آب به مدت ده ثانیه شسته و سطح آن توسط گلوله پنبه خشک گردید به طوری که یک سطح مرطوب و براق بر روی عاج ایجاد شد، سپس مقدار کافی از ادهزیو (یک لایه) بر روی عاج مرطوب توسط

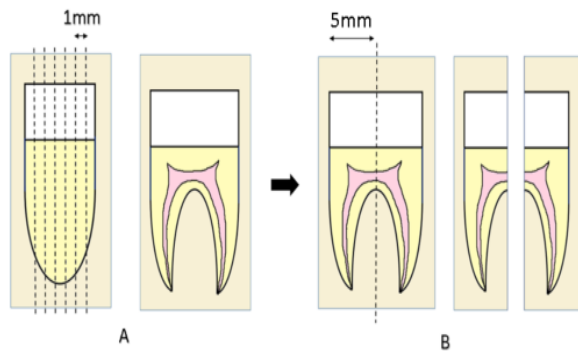
دمینرالیز شدن و نفوذ رزین ممکن است در هیبرید لایر یک سری کانال‌های سه بعدی با اندازه نانومتر بر جای گذارد که می‌توانند به عنوان راههایی برای نشت عمل کنند که حاصل آن پدیده نانولیکچ (Nano leakage) است.

آب توسط نانولیکچ‌های موجود در هیبرولایر جابه‌جا شده و ممکن است نرم شدن رزین‌های ادهزیو و هیدرولیز کلاژن‌های اکسپوز در هیبرید لایر را تسریع کند (۶) که نشان داده شده این هیدرولیز شدن کلاژن‌ها به طور گسترده‌ای استحکام باند طولانی مدت سیستم‌های ادهزیو Etch and rinse را تحت تأثیر قرار می‌دهد. (۷)

در ادهزیوهای Self-etch عدم تطابق کمتری بین عمق دمینرالیزه شدن عاج و نفوذ مونومرهای رزینی وجود دارد که این مطلب را توسط عملکرد همزمان مونومرهای اسیدی این ادهزیوها در دمینرالیزه کردن و نفوذ آنها به عاج توضیح داده‌اند. اکثر ادهزیوهای Self-etch تک مرحله‌ای شامل مونومرهای یونی با گروه‌های فانکشنال فسفات اسیدی یا کربوکسیلیک، مونومرهای هیدروفیلیک، آب و حلال آلی در یک بطری هستند. در نتیجه این ادهزیوها به میزان زیادی هیدروفیل هستند و هر چه این طبیعت هیدروفیلیک آنها بیشتر باشد، جذب آب بیشتری دارند. جذب آب توسط پلیمرهای ادهزیو باعث تورم پلیمر، نرم شدن آن و ضعیف شدن شبکه پلیمر می‌شود و در آخر نشان داده شده که میزان آب جذب شده در این ادهزیوها می‌تواند باعث تسریع تخریب اینترفیس ادهزیو با عاج پس از نگهداری طولانی مدت آنها در آب شود. (۶)

مطالعات زیادی نشان داده‌اند که تحت تاثیر نانولیکچ و به دنبال شکل‌گیری Water tree، حبابها و جدا شدن مراحل (Phase separation) اینترفیس باند ادهزیوهای تک بطری Self-etch (به خاطر میزان بالای آب موجود در آنها) در دراز مدت دچار نقص‌های ناخواسته و تخریب باند می‌گردد. (۷)

با توجه به اختلافهای زیاد در قضاوت حرفه‌ای در مورد انتخاب استراتژی ادهزیو و تعداد مراحل آن، بعضی سازندگان یک ادهزیو تک بطری تهیه کرده‌اند که هم کاربرد Etch and rinse و هم کاربرد Self-etch دارد. این مواد جدید به نام ادهزیوهای Universal یا Multi-purpose یا Multi-mode مشهور هستند. (۸)، یکی از این نوع ادهزیوها (SBU) Scotchbond universal adhesive (3M ESPE, USA) است که کارخانه سازنده ادعا کرده است کاربرد این ادهزیو بر



شکل ۱: نمای شماتیک طرز تهیه Stick از دندان با کور کامپوزیتی در داخل آکریل شفاف

A: برشهایی با عرض یک میلی‌متر از مزیال به دیستال و نمای باکالی آن  
B: برش عمود بر محور قلی و در نهایت Stick با مقطع عرضی تقریباً  $1 \times 5$  میلی‌متر مربع با طور تقریبی  $12$  میلی‌متر

نمونه‌های ایجاد شده از هشت دندان گروه Etch and rinse و هشت دندان گروه Self-etch، به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر ۳۷ درجه سانتی‌گراد در انکوباتور نگهداری شدند. این گروه به عنوان گروه کنترل و بدون ترموسایکلینگ (Aged) تعریف شد که به صورت فوری مورد فشار میکروتنسایل قرار گرفت. در گروه آزمایشی ترموسایکلینگ (Aged) بقیه نمونه‌ها (هشت دندان از هر گروه) تحت پنج هزار ترموسایکل داخل آب بین حمامهای پنج و ۵۵ درجه سانتی‌گراد (۲) با فاصله زمانی بیست ثانیه برای هر حمام و بیست ثانیه توقف بین دو حمام قرار گرفتند. (۱۲)

قسمت آماده‌سازی شده هر نمونه به طور اختصاصی توسط یک کالیبر دیجیتالی با دقت  $0.01$  میلی‌متر برای اندازه‌گیری سطح اینترفیس باند و محاسبه ناحیه باند شده در میلی‌متر مربع اندازه‌گیری شد. میزان نیرو (Load) لازم برای شکست (بر حسب نیوتن) و سطح باند شده هر نمونه (بر حسب میلی‌متر مربع) ثبت گردید و میزان  $\mu$ TBS بر حسب مگاپاسکال محاسبه شد.

در ادامه هر نمونه توسط چسب سیانوکریلات به جیگ (Jig) دستگاه Micro tensile tester (Bisco) متصل شد و نیروی کششی با سرعت یک میلی‌متر در دقیقه توسط دستگاه به نمونه‌ها وارد گردید. (۳، ۵، ۶ و ۹)

الگوی شکست نمونه‌ها توسط دو نفر مشاهده کننده و با مشورت هم توسط دستگاه استرومیکروسکوپ با بزرگنمایی

میکروبراش گذاشته و به مدت بیست ثانیه مالیده (Rub) شد. پس از آن توسط پوار هوا به مدت پنج ثانیه جهت تبخیر حلال و نازک کردن لایه ادهزیو جریان هوای ملایم در سطح به کار رفت و سپس به مدت ده ثانیه توسط دستگاه لایت کیور (Elipar, 3M ESPE) با شدت حداقل ششصد میلی وات بر سانتی‌مترمربع کیور گردید. در تمام مراحل کار خروجی دستگاه لایت کیور (3M ESPE) توسط دستگاه رادیومتر کنترل می‌شد.

در گروه دوم بر طبق دستور کارخانه سازنده، مقدار کافی از ادهزیو (یک لایه) Scotchbond universal توسط میکروبراش به مدت بیست ثانیه در سطح عاج مالیده (Rub) شد. پس از آن پوار هوا با جریان هوای ملایم به مدت پنج ثانیه در سطح به کار برده و به مدت ده ثانیه توسط دستگاه لایت کیور، کیور گردید. (۵)

پس از کاربرد ادهزیو در هر دو گروه، قسمت کرونالی توسط سه لایه کامپوزیت نانوهیبرید با رنگ B1 (Filtek Z250 XT, 3M ESPE, USA) توسط پروب پرپودنتال ویلیامز به ضخامت دو میلی‌متر برای هر لایه بازسازی و هر لایه به مدت چهار ثانیه توسط دستگاه لایت کیور پلی‌مریزه گردید. در ادامه هر گروه (Etch and rinse یا Self-etch) که شامل ۱۶ دندان مولر بود بر طبق میزان زمان نگهداری (گروه کنترل ۲۴ ساعت و گروه آزمایشی ترموسایکل) به طور تصادفی به دو گروه هشت تایی تقسیم شد.

پس از آن دندانها جهت برش در بلوک‌های آکریل شفاف (Cold-cure acrylic, Acropars, Iran) به گونه‌ای که در تمام جهات در آکریل مدفون شوند، مانده شدند. بلوک‌های آکریلی در دستگاه برش CNC (نمو فناوران پارس مشهد، ایران) طوری مانده شدند که توسط اره الماسی با سرعت پایین به همراه خنک کننده آب، برشهایی از مزیال تا دیستال دندان با عرض یک میلی‌متر داده شد. در ادامه تیغه دستگاه طوری برنامه‌ریزی دیجیتالی شد که یک برش عمود بر برشهای قلی (از لینگوال به باکال) در دندان ایجاد گردید و در آخر نمونه‌هایی با مقطع عرضی تقریباً  $1 \times 5$  میلی‌متر مربع با طول  $12$  میلی‌متر تهیه شد. (شکل ۱) در تمام گروهها تقریباً از هر دندان مولر سوم  $1 \pm 6$  نمونه تهیه شد. طبق پروتکل تریمنینگ تمام نمونه‌ها توسط فرز الماسی استوانه‌ای  $0.08$  به صورت ساعت شنی با مقطع عرضی تقریباً  $0.8 \pm 0.2$  میلی‌متر مربع آماده گردیدند.

با ۷٪ نمونه‌ها و در گروه دوم یا Self-etch در زیر گروه فوری تقریباً مساوی با ۵۸٪ نمونه‌ها و در زیر گروه ترموسایکلینگ (Aged) تقریباً مساوی با ۴۸٪ نمونه بودند. با توجه به Preload fail تقریباً نیمی از نمونه‌ها در هر دو زیر گروه (Aged و Immediate) گروه دوم Self-etch مقرر گردید جهت بررسی میزان اطمینان این تعداد شکست، در یک مرحله مجزا مجدداً هشت دندان مولر سوم نهفته بر طبق پروتکل کاربردی Self-etch ادهزیو SBU تا قبل از مرحله بارگذاری (انجام تست  $\mu$ TBS) مشابه آنچه در قسمت روش تحقیق برای گروه دوم آماده پیشتر ذکر شده بود، آماده‌سازی گردد. نتایج تکرار آماده‌سازی نمونه‌ها جهت بررسی اطمینان تعداد Preload failure گروه دوم حدود ۵۳٪ شکست قبل از بارگذاری را در نمونه‌های مجدداً آماده‌سازی شده به روش Self-etch نشان داد که این درصد با ارقام به دست آمده در مرحله اول مطالعه همخوانی دارد.

### بحث

بر طبق نتایج آنالیز کاربرد Etch and rinse ادهزیو SBU نسبت به کاربرد Self-etch آن استحکام باند میکروتنسایل بیشتری را با اختلاف معنی‌دار آماری نشان داد که بر اساس این یافته فرضیه اولیه این تحقیق رد شد. یکی از جدیدترین دستاوردهای ادهزیوها معرفی ادهزیوهای یونیورسال یا همان Multi-mode ادهزیوها به بازار است. این مواد ادهزیوهای ساده شده‌ای (Simplified) هستند که معمولاً تمام اجزای باند را در یک قوطی گنجانده‌اند. این ادهزیوها بنا به دستور کارخانه سازنده قابل استفاده به روشهای Etch and rinse و Self-etch هستند. (۱۳)، ادهزیوهای Self-etch وابسته به pH خود (ملايم، متوسط و قوی) در قابلیت خود در عمق نفوذ، مورفولوژی اینترفاسیال عاج با ادهزیو و استحکام باند با هم تفاوتی دارند. (۱۰ و ۱۴-۱۵)، الگوی اچ کم عمق‌تر و گیر میکرومکانیکال کمتر همواره از نگرانیهای مربوط به ادهزیوهای سلف اچ نوع ملايم است. (۱۶)، همچنین مطالعات نشان دادند که Self-etch های تک مرحله‌ای کارایی پایینتری را نسبت به Self-etch های دو مرحله‌ای و سیستم‌های Etch and rinse به علل زیر نشان دادند:

۱) آنها لایه پوشاننده بسیار نازکی را ایجاد می‌کنند که ممکن است مقدار زیادی از آن لایه Oxygen inhibited باشد و در نتیجه لایه ادهزیو پلی‌مریزاسیون ضعیفی داشته باشند.

X40 مشاهده شدند. الگوی شکست به سه گروه ادهزیو (در اینترفیس عاج و ادهزیو یا در اینترفیس ادهزیو و کامپوزیت)، کوهزیو (در کامپوزیت یا در عاج) و مختلط طبقه‌بندی شد. جهت بررسی اثر روش استفاده از ادهزیو مذکور (Self-etch یا Etch rinse) و زمانهای نگهداری متفاوت از آزمون 2-way ANOVA استفاده گردید.

### یافته‌ها

نمونه‌هایی که دچار شکست قبل از وارد کردن نیرو شده بودند (Preload Failure) با در نظر گرفتن حداقل میزان استحکام باند در آنالیز آماری وارد شدند. در جدول ۱ اطلاعات توصیفی از نتایج میانگین  $\mu$ TBS و انحراف معیار (SD) در گروههای مختلف نشان داده شده است. بنابر نتایج آنالیز استحکام باند میکروتنسایل در جدول ۱، نشان داده شد که نوع کاربرد ادهزیو SBU (Etch and rinse یا Self-etch) به طور معنی‌دار روی استحکام باند میکروتنسایل اثر دارد ( $p < 0.001$ )، یعنی ادهزیو Scotch bond universal در نوع کاربرد Etch and rinse خود به طور معنی‌داری  $\mu$ TBS بالاتری را نسبت به  $\mu$ TBS به دست آمده در کاربرد Self-etch از خود نشان داد. بین اثر زمانهای مختلف انجام تست (Aged یا Immediate) بر روی  $\mu$ TBS بر اساس نتایج آنالیز آماری، اختلاف معنی‌داری آماری وجود دارد. ( $p = 0.034$ ) این بدان معناست که در هر دو گروه با انجام ترموسایکلینگ استحکام باند افزایش پیدا کرد. بر اساس نتایج آزمون Two-way ANOVA اثر بر همکنش دو متغیر مستقل معنادار نبود. ( $p = 0.957$ ) به عبارت دیگر اثر نوع کاربرد ادهزیو بر میانگین استحکام باند، تحت تاثیر زمان نگهداری نمونه‌ها قرار نمی‌گیرد. نتایج توزیع فراوانی الگوهای شکست مشاهده شده زیر استریومیکروسکوپ با بزرگنمایی چهل برابر برای گروه Etch and rinse به ترتیب برای هر دو زمان فوری و تاخیری تقریباً برابر با ۴۷٪ و ۴۵٪ شکست مختلط و برای گروه Self-etch به ترتیب برای هر دو زمان فوری و تاخیری تقریباً برابر با ۵۹٪ و ۶۷٪ شکست ادهزیو بود.

قابل ذکر است که درصد نمونه‌هایی دچار شکست قبل از اعمال نیرو (Preload failure) در گروه اول Etch and rinse، در زیر گروه فوری (Immediate) تقریباً مساوی با ۱۳٪ نمونه‌ها، در زیر گروه ترموسایکلینگ (Aged) تقریباً مساوی

جدول ۱: میانگین و انحراف معیار استحکام باند میکروتنسایل در گروهها همراه با نتایج آنالیز 2 way ANOVA (بر حسب نیوتن)

زمان انجام تست		روش آماده سازی (گروه)
تاخیری	فوری	
۴۱/۶۷۹۱ ± ۱۶/۴۱۱۰ <sup>Ab</sup> (تعداد=۴۳)	۳۶/۹۸۱۷ ± ۱۶/۸۶۷۴ <sup>A**</sup> (تعداد=۵۲)*	Etch and rinse
۲۱/۹۰۸۵ ± ۱۷/۰۹۰۲ <sup>Bb</sup> (تعداد=۵۴)	۱۶/۹۶۷۴ ± ۱۳/۱۱۷۷ <sup>Ba</sup> (تعداد=۵۳)*	Self-etch

\* منظور از تعداد در پرانتزها، تعداد نمونه های هر گروه است.

\*\* میانگینها با حروف بزرگ انگلیسی غیر مشابه در ستونها و میانگینها با حروف کوچک انگلیسی غیرمشابه در سطرها نیز بیانگر وجود اختلاف معنی دار آماری هستند.

روی ماده بافر شده توسط اسمیرلایر، عدم کفایت اسیدیته مونومرها در نفوذ به اسمیرلایر و عاج زیرین را جبران کرده و همچنین با افزایش ضخامت لایه پوشاننده ایجاد شده توسط این ادهزیو یک مرحله ای پلی-مریزاسیون آن را ارتقا بخشیده است.

در مطالعه Taschner M و همکاران ۲۰۱۲ (۱۸) که به بررسی اثر اچ اضافی بر استحکام باند ادهزیوهای تک مرحله ای Self-etch پرداختند، نتایج این گونه بود که ادهزیو Adper easy bond (3M ESPE) با اسیدیته ۲/۷ پس از اچ اسیدفسفریک به مدت ۱۵ ثانیه بر روی عاج دندان در دو از بازه های زمانی ۲۴ ساعت و شش ماه نگهداری در آب، استحکام باند بالاتری را در مقایسه با گروه بدون استفاده از اچ اسید فسفریک، نشان دادند. همچنین این محقق در مطالعه دیگر خود (۱۹) نیز استفاده از اچ اسید فسفریک را قبل از استفاده از ادهزیوهای تک مرحله ای Self-etch با حداقل اسیدیته (Ultra-mild) پیشنهاد کرده است. قابل ذکر است که مطالعات بسیاری کارایی ادهزیوهای سلف اچ ساده شده یک مرحله ای (مانند SBU) به علت دارا بودن فرمولاسیون پیچیده و میزان بالای حلال موجود در آنها و عدم تبخیر کامل این حلالها زیر سوال برده اند. (۱۳)

در این مطالعه استحکام باند میکروتنسایل هر یک از انواع کاربرد ادهزیو SBU به صورت Etch and rinse یا Self-etch در بازه زمانی فوری با استحکام باند پس از ترموسایکلینگ (Aged) بر روی نمونه هایی با اینترفیس عاج - رزینی اکسپوز و بدون حفاظت پیرامونی مینا (۲، ۵، ۱۱ و ۲۰) اختلاف

(۲) این ادهزیوها بسیار مستعد به جدا شدن فازها (Phase separation) بر اثر تبخیر حلال خود هستند و در آخر بعد از پلی-مریزاسیون خود به عنوان یک غشای تراوا رفتار می کند. (۱۷)

ادهزیو به کار برده شده در این مطالعه ادهزیو SBU است که بر طبق ادعای کارخانه سازنده دارای pH حدود ۲/۷ می باشد که جزو طبقه بندی ادهزیوهای سلف اچ تک مرحله ای ملایم با حداقل اسیدیته (Ultra-mild) قرار می گیرد. در این مطالعه ادهزیو SBU مشابه مقالات دیگر (۴ و ۹) به مدت بیست ثانیه بر روی عاج مالش داده شد و طبق دستور کارخانه سازنده و جهت یکسان سازی میزان مصرف ماده در تمام نمونه ها، ادهزیو را در یک مرحله و به میزان کافی برای پوشاندن تمام سطح عاج یک سوم کرومالی یک مولر سوم استفاده گردید. با توجه به pH این ادهزیو و نتایج استحکام باند می توان این طور برآورد کرد که کاربرد یک لایه ای آن همراه با حداقل توان اسیدیته آن باعث عدم نفوذ کافی مونومرهای اسیدی به داخل اسمیرلایر و حل کردن ناقص آن در نتیجه حداقل نفوذ آن به داخل بافت عاجی زیر اسمیرلایر شده است. (۱۲)

در مطالعه Perdigão J و همکارانش (۹) و همچنین Muñoz MA و همکارانش (۴) استحکام باند فوری اندازه گیری شده در ادهزیو SBU با استراتژی های Self-etch یا Etch and rinse هیچ اختلاف معنی دار آماری دیده نشد. این طور به نظر می رسد که این تفاوت با مطالعه حاضر به علت امکان اختلاف در میزان استفاده از ادهزیو در کاربرد سلف اچ آن (بیش از یک لایه) بوده است و به این طریق با اضافه کردن ماده ادهزیو بر

نظر قرار داد. همچنین ادهزیو SBU به علت وجود مونومر MDP توانایی باند شیمیایی با عاج را دارد به طوری که در مطالعات نشان داده شده باند شیمیایی موثری که بین MDP و هیدروکسی آپاتیت‌های باقیمانده در اطراف فیبریل‌های کلاژن به وجود می‌آید، استحکام مکانیکی اینترفیس ادهزیو را افزایش داده و این نمک MDP-ca در لایه هیبرید باعث دوام باند طولانی مدت‌تری گردیده است (۴-۵)

در مطالعه مروری Liu و همکارانش با عنوان محدودیت‌های باند به عاج و استراتژی‌هایی برای جلوگیری از تخریب باند، اشاره شده که یکی از علل تخریب باند هیدرولیز اجزای رزینی آبدوست است که کمتر از حد مطلوب پلی‌مریزه شده‌اند. (۲۴) می‌توان این عدم کاهش استحکام باند و حتی افزایش آن بعد از فرآیند ترموسایکلینگ (Age) در این مطالعه را با ادامه فرآیند کیورینگ گرمایی اجزای رزینی که کمتر از حد مطلوب پلی‌مریزه شده بودند نیز توضیح داد.

تعداد زیاد شکست‌های قبل از اعمال نیرو (Preload failure) گروه Self-etch در مقایسه با گروه Etch and rinse را نیز می‌توان به نتایج استحکام باند تعمیم داد. در رابطه با الگوهای شکست نتایج نشان دادند که در گروه Etch and rinse در هر دو زیر مجموعه فوری و تاخیری بیشترین الگوی شکست از نوع مختلط بود (حدود نیمی از نمونه‌ها) و برای گروه Self-etch در هر دو زیر مجموعه فوری و تاخیری بیشترین الگوی شکست از نوع ادهزیو بود. (بیش از نیمی از نمونه‌ها) با توجه به نتایج استحکام باند هر دو گروه Etch and rinse و Self-etch این نتایج الگوهای شکست قابل انتظار بودند.

### نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به دست آمده در این مطالعه مبنی بر استحکام باند معنی‌دار بالاتر کاربرد Etch and rinse ادهزیو SBU نسبت به کاربرد Self-etch آن، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که استفاده از روش Etch and rinse ادهزیو SBU نسبت به کاربرد Self-etch آن می‌تواند موثرتر واقع شود.

### قدردانی و تشکر

با تشکر فراوان از جناب آقای دکتر قاسمی که بدون بهره‌گیری از دانش و تجربه ایشان انجام این مطالعه میسر نبود.

معنی‌داری آماری داشتند، یعنی استحکام باند تحت تاثیر ترموسایکلینگ افزایش پیدا کرده بود و فرضیه دوم پذیرفته شد.

Marchesi و همکارانش در سال ۲۰۱۳ (۵) استحکام باند فوری کاربرد Etch and rinse ادهزیو SBU (به صورت خشک و مرطوب) و همچنین کاربرد Self-etch آن در مقایسه با استحکام باند تاخیری آن پس از شش ماه فقط با نگهداری در آب به طور معنی‌داری کاهش یافته بود. ممکن است این اختلاف نتیجه با مطالعه حاضر به علت روشهای گوناگون Aging نمونه‌ها باشد.

در مطالعه Wagner A و همکاران در سال ۲۰۱۴ (۲۱) که به بررسی دوام باند ادهزیو یونیورسال All-Bond Universal (AU, Bisco, USA) که به ادعای کارخانه سازنده دارای مونومر 10-MDP است، پرداخته بود، این طور نتیجه‌گیری شد که پنج هزار دور ترموسایکلینگ اثر معنی‌داری بر کاهش استحکام باند آن ادهزیو نداشت و همچنین در مطالعه Inoue S و همکارانش (۲۲) در سال ۲۰۰۵ به نتیجه رسیدند که استحکام باند میکروتنسایل ادهزیوهای با پایه‌ی 10-MDP به طور معنی‌داری حتی بعد از صد هزار سیکل حرارتی کاهش پیدا نمی‌کند.

با استناد به مطالعات فوق می‌توان این طور نتیجه گرفت که برای تخریب اینترفیس ادهزیوهای دارای 10-MDP مانند SBU یا باید از تعداد بالاتر از ده هزار سیکل حرارتی (۲۲) و یا از دوره‌های نگهداری طولانی شش ماه یا بیشتر در آب (۵) استفاده گردد و این خود بیان‌کننده این مطلب است که چرا در این مطالعه با انجام پنج هزار سیکل حرارتی کاهش در استحکام باند میکروتنسایل در هر دو روش آماده‌سازی پس از ترموسایکلینگ دیده نشد.

همچنین در توضیح عدم کاهش استحکام باند و حتی افزایش آن بعد از فرآیند ترموسایکلینگ (Age) باید ذکر شود که هر چه ضریب تفکیک Partition coefficient که با واحد (Log P value) سنجیده می‌شود در ادهزیوی بیشتر باشد آن ادهزیو، هیدروفوب‌تر است. به این صورت که Log P value در BIS-GMA مساوی با ۵/۱ و برای MDP برابر با ۴/۰ و برای 4-MET و HEMA به ترتیب ۱/۷ و ۰/۲۶ است. (۲۳) پس به این شکل می‌توان جذب کمتر آب توسط ادهزیو SBU دارای مونومر 10-Methacryloyloxydecyl Dihydrogen Phosphate (MDP) در فرآیند ترموسایکلینگ (Age) را مورد

## REFERENCES

1. Leprince JG, Palin WM, Hadis MA, Devaux J, Leloup G. Progress in dimethacrylate-based dental composite technology and curing efficiency. *Dent Mater.* 2013 Feb;29(2):139-156.
2. De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, M. Braem M, Van Meerbeek B. A Critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: Methods and results. *J Dent Res.* 2005 Feb; 84 (2):118-32.
3. Lee IS, Son SA, Hur B, Kwon YH, Park JK. The effect of additional etching and curing mechanism of composite resin on the dentin bond strength. *J Adv Prosthodont.* 2013 Nov; 5(4):479-84.
4. Muñoz MA, Luque I, Hass V, Reis A, Loguercio AD, Bombarda NH. Immediate bonding properties of universal adhesives to dentine. *J Dent.* 2013 May; 41 (5):404-11.
5. Marchesi G, Frassetto A, Mazzoni A, Apolonio F, Diolosà M, Cadenaro M, Di Lenarda R, Pashley DH, Tay F, Breschi L. Adhesive performance of a multi-mode adhesive system: 1-year in vitro study. *J Dent.* 2014 May;42(5):603-12.
6. Itoh S, Nakajima M, Hosaka K, Okuma M, Takahashi M, Shinoda Y, Seki N, Ikeda M, Kishikawa R, Foxton RM, Tagami J. Dentin bond durability and water sorption/solubility of one-step self-etch adhesives. *Dent Mater J.* 2010 Oct; 29(5):623-30.
7. Hashimoto M, Nagano F, Endo K, Ohno H. A review: Biodegradation of resin-dentin bonds. *Japanese Dent Sci.* 2011 Feb; 47(1):5-12.
8. Mena-Serrano A, Kose C, De Paula EA, Tay LY, Reis A, Loguercio AD, Perdigão J. A New universal simplified adhesive: 6-month clinical evaluation. *J Esthet Restor Dent.* 2013 Feb;25(1):55-69.
9. Perdigão J, Sezinando A, Monteiro PC. Laboratory bonding ability of a multi-purpose dentin adhesive. *Am J Dent.* 2012 Jun;25(3):153-8.
10. Reis A, Grandi V, Carlotto L, Bortoli G, Patzlaff R, Rodrigues Accorinte Mde L, Dourado Loguercio A. Effect of smear layer thickness and acidity of self-etching solutions on early and long-term bond strength to dentin. *J Dent.* 2005 Aug;33(7):549-59.
11. Kenshima S, Francci C, Reis A, Loguercio AD, Filho LE. Conditioning effect on dentin, resin tags and hybrid layer of different acidity self-etch adhesives applied to thick and thin smear layer. *J Dent.* 2006 Nov; 34(10):775-83.
12. Carvalho RM, Chersoni S, Frankenberger R, Pashley DH, Prati C, Tay FR. A challenge to the conventional wisdom that simultaneous etching and resin infiltration always occurs in self-etch adhesives. *Biomaterials.* 2005 Mar; 26(9):1035-42.
13. Kyung-Mo Cho. Phosphoric acid etching for multi-mode universal adhesive. *Restor Dent Endod.* 2016 May; 41(2):157-158.
14. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt KL. State of the art of self-etch adhesives. *Dent Mater.* 2012 Jan;27(1):17-28.
15. Zhang Y, Wang Y. Distinct photo polymerization efficacy on dentin of self-etch adhesives. *J Dent Res.* 2012 Aug;91(8):795-9.
16. Sabatini C. Effect of phosphoric acid etching on the shear bond strength of two self-etch adhesives. *J Appl Oral Sci.* 2013 Jan-Feb;21(1):56-62.
17. Pushpa R, Suresh BS. Marginal permeability of one step self-etch adhesives: Effects of double application or the application of hydrophobic layer. *J Conserv Dent.* 2010 Jul;13(3):141-4.
18. Taschner M, Nato F, Mazzoni A, Frankenberger R, Falconi M, Petschelt A, Breschi L. Influence of preliminary etching on the stability of bonds created by one-step self-etch bonding systems. *Eur J Oral Sci.* 2012 Jun;120(3):239-48.
19. Taschner M, Nato F, Mazzoni A, Frankenberger R, Krämer N, Di Lenarda R, Petschelt A, Breschi L. Role of preliminary etching for one-step self etch adhesives. *Eur J Oral Sci.* 2010 Oct;118(5):517-24.
20. Belli R, Sartori N, Peruchi LD, Guimarães JC, Vieira LC, Baratieri LN, Monteiro S Jr. Effect of multiple coats of ultra-mild all-in-one adhesives on bond strength to dentin covered with two different smear layer thicknesses. *J Adhes Dent.* 2011 Dec;13(6):507-16.
21. Wagner A, Wendler M, Petschelt A, Belli R, Lohbauer U. Bonding performance of universal adhesives in different etching modes. *J Dent.* 2014 Jul; 42(7):800-7.
22. Inoue S, Koshiro K, Yoshida Y, De Munck J, Nagakane K, Suzuki K, Sano H, Van Meerbeek B. Hydrolytic stability of Self-etch adhesives bonded to dentin. *J Dent Res.* 2005 Dec;84(12):1160-4.
23. Yoshida Y, Yoshihara K, Nagaoka N. et al. Self-assembled nano-layering at the adhesive interface. *J. Dent Res.* 2012 Apr;91(4):376-381.
24. Y Liu, L Tjäderhane, L Breschi, A. Mazzoni, N Li, J Mao, D.H Pashley, F.R Tay. Limitations in bonding to dentin and experimental strategies to prevent bond degradation. *J Dent Res.* 2011 Aug;90(8):953-968.