

# اثر دمای آب شست‌وشو و مدت زمان نگهداری در آب بر استحکام باند برشی کامپوزیت به عاج در سیستم‌های باندینگ اچ-و-شست‌وشو و خود-اچ‌کننده

دکتر فرزانه شیرانی<sup>۱</sup>، آفرین مرزبان\*

## چکیده

**مقدمه:** به نظر می‌رسد درجه حرارت یک عامل مؤثر در استحکام باند کامپوزیت‌ها به نسج دندان باشد. هدف از این پژوهش تعیین اثر دمای آب شست‌وشو بر استحکام و دوام باند برشی کامپوزیت به عاج بعد از ۲۴ ساعت و ۶ ماه نگهداری در آب در سیستم‌های باندینگ اچ و شست‌وشو و خود اچ‌کننده بود.

**مواد و روش‌ها:** در این مطالعه تجربی-آزمایشگاهی از عوامل اتصال‌دهنده اچ و شست‌وشو (All-bond3)، (Optibond Fl)، (Prime & bond NT) و (Adper single bond) و خود اچ‌کننده (All bond SE)، (Clearfil SE bond)، (Optibond All-in-one) و (Futurabond) استفاده شد. ۱۹۲ دندان مولر سوم مانع و مینای آن‌ها برداشته شد. نمونه‌ها به صورت تصادفی به ۱۶ گروه تقسیم و پیش از استفاده از عامل اتصال‌دهنده و چسباندن سیلندرهای کامپوزیتی با آب مقطر با دماهای مختلف  $2 \pm 23$  و  $2 \pm 50$  درجه سانتی‌گراد شسته شدند. نمونه‌ها بعد از ۲۴ ساعت و ۶ ماه برای تعیین استحکام باند برشی مورد آزمایش و داده‌های حاصل توسط نرم‌افزار SPSS و آزمون تی مستقل مورد بررسی قرار گرفتند.

**یافته‌ها:** میانگین استحکام باند برشی با گذشت زمان در همه گروه‌ها به جز دو گروه (All bond SE) و (Optibond All-in-one) کاهش یافته بود که در (Optibond FL) ( $p \text{ value} < 0/001$ ) و (Prime & Bond NT) ( $p \text{ value} = 0/015$ ) این کاهش معنی‌دار بود. با افزایش دما در همه گروه‌ها به جز دو گروه Clearfil SE Bond و All bond SE میانگین استحکام باند برشی افزایش یافت که در دو گروه (Prime & Bond NT) ( $p \text{ value} = 0/027$ ) و (OptiBond FL) ( $p \text{ value} = 0/006$ ) معنی‌دار بود.

**نتیجه‌گیری:** طبق نتایج مطالعه حاضر، استحکام باند برشی با افزایش دمای آب شست‌وشو در همه سیستم‌ها به جز سیستم‌های خود اچ‌کننده دو مرحله‌ای افزایش و با گذشت زمان در همه گروه‌ها به جز خود اچ‌کننده یک مرحله‌ای کاهش می‌یابد.

**کلید واژه‌ها:** استحکام برشی، سیستم‌های باندینگ عاجی، دما، کامپوزیت رزین

\* دانشجوی دندان پزشکی، کمیته پژوهش‌های دانشجویی، دانشکده دندان پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران (مؤلف مسؤول)  
afarin.marzban@gmail.com

۱: دانشیار، مرکز تحقیقات مواد دندان، گروه دندان پزشکی ترمیمی، دانشکده دندان پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

این مقاله حاصل پایان‌نامه عمومی در دانشگاه علوم پزشکی اصفهان به شماره ۲۹۳۱۳۴ می‌باشد.

این مقاله در تاریخ ۹۳/۲/۲۴ به دفتر مجله رسیده، در تاریخ ۹۳/۳/۲۸ اصلاح شده و در تاریخ ۹۳/۴/۳ تأیید گردیده است.

مجله دانشکده دندان پزشکی اصفهان  
۱۳۹۲؛ ۱۰(۶): ۴۲۷ تا ۴۴۰

دارند نسبت به عوامل اتصال دهنده با حلال آب به تنهایی رفتاری پایدارتر نشان می‌دهند [۷].

نتایج مطالعه انجام شده توسط de Alexandre و همکاران نشان می‌دهد که با افزایش دما استحکام باند Prime and bond نسبت به Adper prompt L pop و SE bond بیشتر بوده و مورفولوژی سطح تماس مینا و رزین و الگوی اپچینگ تحت تأثیر تغییرات دما قرار می‌گیرد [۸]. هم‌چنین هوای گرم پوار هوا حین خشک کردن سطح منجر به بهبود استحکام باند می‌شود که می‌تواند خلل و فرج حاصله در لایه ادهزیو را کاهش دهد [۱].

در تحقیق انجام شده توسط Borges و همکاران اثر دمای عامل اتصال دهنده بر استحکام باند کششی SE bond به عاج مورد مطالعه قرار گرفت. که نتایج به دست آمده حاکی از استحکام باند بالاتر آن در دمای پایین‌تر بود [۳].

مطالعات گذشته نشان‌دهنده تأثیر دما بر استحکام باند به صورت دماهای متفاوت خشک کردن، عامل باندینگ، ماده‌ی ترمیمی و محیط بوده است [۲، ۱]. دمیدن هوای گرم با تبخیر حلال عامل باندینگ و گرم کردن عامل باندینگ از عوامل مؤثر در بهبود استحکام باند عاج رزین به‌شمار می‌آید [۳-۱].

تحقیق انجام شده توسط Cho و همکاران به هدف ارزیابی اثر نگهداری مواد اتصال دهنده‌ی عاجی در محیط با بالا نشان داد که Opti bond solo plus و iBond استحکام باند بیشتری در دمای پیشنهادی کارخانه نسبت به محیط با دمای بالا نشان دادند، در حالی که Clearfil SE bond استحکام باند مشابهی در دمای یخچال (دمای پیشنهادی کارخانه) و دمای بالا از خود نشان داد [۶].

استفاده از آب گرم جهت شست‌وشوی سطح دندان منجر به افزایش دمای سطح می‌شود. با افزایش دما انرژی جنبشی مولکول‌های ماده افزایش و سیالیت ذرات پلیمری زیاد می‌شود که منجر به افزایش قابلیت نفوذ عامل اتصال دهنده در سطح عاج شده عاج می‌شود [۹].

هم‌چنین افزایش دمای سطح منجر به افزایش سرعت تبخیر حلال از سطح شده و به تشکیل لایه‌ای از ادهزیو با ضخامت مناسب کمک می‌کند، این افزایش سرعت تبخیر در حلال استون (نقطه جوش =  $56/5$  درجه سانتی‌گراد) بیشتر از حلال اتانول

چسبندگی را با عنوان اثر یک ماده‌ی جامد یا مایع (ادهزیو) با ماده‌ی زمینه‌ای در سطح اتصال بین آن‌ها تعریف می‌کنند. برای دستیابی به چسبندگی مناسب، لازم است بین ماده‌ی چسباننده و سطح زمینه‌ی چسبندگی تماس نزدیکی برقرار شود. البته کشش سطحی چسب باید از انرژی سطحی مینا و عاج کمتر باشد [۱].

چسبندگی به عاج نیز از طریق نفوذ مونومرهای چسبنده به منافذ بین الیاف کلاژن باقی‌مانده در اثر اسید اچ روی می‌دهد. ماده زمینه‌ای و ضخامت آن، تنش‌های حد فاصل رزین عاج و نقش لایه هیبرید عوامل مؤثر بر چسبندگی به عاج دندان می‌باشند [۲].

در گذر زمان جهت نیل به استحکام عاج رزین بالاتر پیشرفت‌های چشم‌گیری در ساخت چسب‌های عاجی جدیدتر و بهبود روش‌های کاربرد کلینیکی مانند استفاده از ادهزیو به صورت چندلایه، افزایش زمان کیور، قراردادن ماده باندینگ به مدت طولانی‌تر بر سطح انجام گرفته است که همه این‌ها منجر به ایجاد لایه هیبرید با کیفیت‌تری می‌شوند [۳].

تحقیق انجام شده توسط موسوی و همکاران نشان داد که نوع حلال (استون، اتانول، آب یا ترکیبی از آن‌ها) به کار رفته در سیستم اتصال دهنده نیز در استحکام باند مؤثر است. سیستم‌های با حلال استون دارای سه ویژگی هستند: استون ویسکوزیتی محلول را کاهش داده و میزان نفوذ آن را در مناطق دیمینرالیزه افزایش می‌دهد؛ استون کشش سطحی آب را کاهش می‌دهد و با افزایش میزان تبخیر آب از سطح دندان جایگزینی رزین را افزایش می‌دهد [۴]. با این وجود ممکن است استون منجر به خشک شدن بیش از حد ساختمان عاجی و کلاپس فیبرهای کلاژن در عاج خشک شود [۵].

آب نیز می‌تواند به‌عنوان یک حلال آلی به کار رود. اگرچه در مطالعات گذشته به استحکام باند پایین عوامل اتصال دهنده با این حلال اشاره شده است، این حلال می‌تواند سطح خشک شده را مرطوب کرده و از کلاپس فیبرهای کلاژنی جلوگیری کند [۶].

پژوهش انجام شده توسط داوری و همکاران نشان می‌دهد عوامل اتصال دهنده‌ای که حلال استون یا اتانول آب

هم‌چنین اثر گذر زمان بر تغییرات استحکام باند برشی کامپوزیت بررسی شد.

### مواد و روش‌ها

این تحقیق به صورت آزمایشگاهی روی ۱۹۲ دندان مولر که فاقد هرگونه پوسیدگی و ترمیم بودند انجام شد، این دندان‌ها بلافاصله بعد از کشیدن در محلول تیمول ۰/۲٪ نگهداری شده دو هفته قبل از شروع کار از هرگونه جرم و بافت نرم تمیز شدند. بعد از اینکه مینای ۱/۳ میلی سطح باکال و لینگوال نمونه‌ها توسط تریمر با جریان آب برداشته شد به صورت تصادفی به ۱۶ گروه تقسیم و تا روز آزمایش در آب مقطر و دمای اتاق نگهداری و سطح عاج اکسپوز شده جهت ایجاد اسمیر لایر به مدت ۶۰ ثانیه توسط سمباده سیلیکون کارباید با درجه زبری ۶۰۰ زیر جریان آب ساییده شد [۱۲]. عوامل اتصال‌دهنده به کار رفته در این تحقیق شامل دو دسته سیستم‌های اچ و شست‌وشو (All-bond3: گروه‌های ۱، ۲، ۳ و ۴)، (Optibond Fl: گروه‌های ۵، ۶، ۷ و ۸)، (Prime & bond NT: گروه‌های ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲) و (Adper single bond: گروه‌های ۱۳، ۱۴، ۱۵ و ۱۶) و خود اچ‌کننده (All bond SE: گروه‌های ۱۷، ۱۸، ۱۹ و ۲۰)، (Clearfil SE bond: گروه‌های ۲۱، ۲۲، ۲۳ و ۲۴)، (Optibond All-in-one: گروه‌های ۲۵، ۲۶، ۲۷ و ۲۸) و (Futura bond: گروه‌های ۲۹، ۳۰، ۳۱ و ۳۲) می‌باشند. مشخصات وسایل و مواد در جدول ۱ و ۲ ذکر گردیده است.

(نقطه جوش =  $78/3$  درجه سانتی‌گراد) یا آب (نقطه جوش =  $100$  درجه سانتی‌گراد) دیده می‌شود، که می‌تواند منجر به نازک شدن بیش از حد لایه ادهزیو و پلیمریزاسیون ناکافی ناشی از اثر اکسیژن سطح شود، برای جلوگیری از بروز این حالت می‌توان با چند بار استفاده از عامل اتصال‌دهنده غلظت استون و ضخامت لایه ادهزیو موجود را افزایش داد [۱۰].

عوامل اتصال‌دهنده به عاج که حاوی مونومرهای اسیدی بیشتری هستند مانند یک غشای نفوذپذیر عمل کرده و اجازه نفوذ آب از عاج به سطح مشترک کامپوزیت‌باندینگ را می‌دهند. با گذشت زمان مونومرهای هیدروفیل آب جذب می‌کنند که منجر به تخریب هیدرولیتیک باند و کاهش استحکام باند آن می‌شود [۱۱]. مطالعات گذشته نشان‌دهنده استحکام باند بالایی کوتاه مدت مواد ترمیمی اتصال‌یافته به دندان بوده است اما اهمیت باقی‌ماندن این استحکام باند بالا در گذر زمان غیر قابل انکار است [۸، ۶، ۳-۱]. با توجه به این که در پژوهش‌های پیشین انواع روش‌های تغییر در دمای چسب‌های عاجی مورد توجه قرار گرفته است و از آن‌جا که دمای سوپسترا (مینا و عاج) با استفاده از عامل شست‌وشو دهنده (آب) نیز تغییر می‌نماید و افزایش دمای سوپسترا می‌تواند با کاهش ویسکوزیته عامل باندینگ نفوذ آن را به حفرات میکروسکوپی در مینا و هم‌چنین به داخل کلاژن اکسپوز عاجی تحت تأثیر قرار دهد [۸، ۶، ۴-۱]، لذا در این مطالعه اثر نسل‌های مختلف باندینگ با حلال‌های مختلف (استون و اتانول) و دماهای مختلف آب شست‌وشو و

جدول ۱. مواد و دستگاه‌های مورد استفاده در مطالعه حاضر

کشور	شرکت سازنده یا فروشنده	نام دستگاه و یا مواد
ایران	شرکت صنایع پزشکی مارلیک (آکروپارس)	آکريل ارتودنسی
تایوان	Ese International	میکروبراش Microaplicator
آلمان	3M	کامپوزیت Z250
آمریکا	dent Ultra	ژل اسیدفسفریک
آمریکا	Norton performance plastic	سیلندر تایگون
آمریکا	Hanau	کامپاند هتر
چین	Scan Temo 485, Dostmann electronic	دماسنج دیجیتال لیزری
سوئیس	Coltux 75, Coltene	دستگاه لایت کیور
ایران	به‌داد	انکوباتور
انگلستان	Dartec, Series HC10	دستگاه اینسترون
تایلند	Carton Optical Industries	استریومیکروسکوپ

جدول ۲. ویژگی‌های ۸ نوع آدهزیو مورد استفاده در مطالعه و روش کاربرد آن‌ها براساس دستور کارخانه سازنده

عامل اتصال دهنده	شماره گروه	میانگین دمای سطح (سانتی‌گراد)	روش کاربرد	حلال	ترکیبات
All-bond 3 (Bisco; Schaumburg, IL, USA) سیستم اچ و شست‌وشو سه مرحله‌ای	۱	۲۳ ± ۲	اچینگ ۱۵ ثانیه، شست‌وشو با آب با دمای تعیین شده، خشک کردن سطح با گلوله پنبه، اندازه‌گیری دمای	اتانول	Part I: ethanol, NTG-GMA salt Part II: Bis-GMA, HEMA, BPDM
	۲	۴۰ ± ۲	سطح، کاربرد عامل اتصال دهنده ۵-۱۰ ثانیه، کاربرد مجدد عامل اتصال دهنده، تبخیر حلال با اسپری هوا		
	۳	۲۳ ± ۲	۵ ثانیه، کاربرد رزین ۱۰ ثانیه، اسپری هوا جهت نازک کردن رزین ۵ ثانیه، لایت کیور ۱۰ ثانیه		
	۴	۴۰ ± ۲			
OptiBond FL (Kerr Dental; Orange, CA, USA) سیستم اچ و شست‌وشو سه مرحله‌ای	۵	۲۳ ± ۲	اچینگ ۱۵ ثانیه، شست‌وشو با آب با دمای تعیین شده، خشک کردن سطح با پوارهوای خشک، اندازه‌گیری دمای	اتانول	Part I: HEMA, GPDM, camphorquinone, Ethanol, water Part II: Bis-GMA, HEMA, GDM, camphorquinone, Ba-Al borosilicate glass, disodium hexafluorosilicate, fumed silica
	۶	۴۰ ± ۲	دمای سطح، کاربرد عامل اتصال دهنده ۱۵ ثانیه، تبخیر حلال با اسپری هوا ۵ ثانیه، کاربرد رزین ۱۵ ثانیه، اسپری هوا جهت نازک کردن رزین ۳ ثانیه، لایت کیور ۲۰ ثانیه		
	۷	۲۳ ± ۲			
	۸	۴۰ ± ۲			
Prime & Bond NT (Dentsply Caulk; Milford, DE, USA) سیستم اچ و شست‌وشو دو مرحله‌ای	۹	۲۳ ± ۲	اچینگ ۱۵ ثانیه، شست‌وشو با آب با دمای تعیین شده، خشک کردن سطح با گلوله پنبه، اندازه‌گیری دمای	استون	PENTA, UDMA, T-resin, D-resin, Silicone dioxid nanofiller, photoinitiators, stabilizer, acetone, cetylamine hydrofluoride
	۱۰	۴۰ ± ۲	سطح، کاربرد عامل اتصال دهنده ۲۰ ثانیه، کاربرد مجدد عامل اتصال دهنده، تبخیر حلال با اسپری هوا ۵ ثانیه، لایت کیور ۱۰ ثانیه		
	۱۱	۲۳ ± ۲			
	۱۲	۴۰ ± ۲			
Single Bond Adper (3M ESPE; St Paul, MN, USA) سیستم اچ و شست‌وشو دو مرحله‌ای	۱۳	۲۳ ± ۲	اچینگ ۱۵ ثانیه، شست‌وشو با آب با دمای تعیین شده، خشک کردن سطح با گلوله پنبه، اندازه‌گیری دمای	اتانول	HEMA, Bis-GMA, dimethacrylate, methacrylate pendant, polyalkenoic acid copolymer, ethanol, water
	۱۴	۴۰ ± ۲	سطح، کاربرد عامل اتصال دهنده ۱۵ ثانیه، کاربرد مجدد عامل اتصال دهنده، تبخیر حلال با اسپری هوا ۵ ثانیه، لایت کیور ۱۰ ثانیه		
	۱۵	۲۳ ± ۲			
	۱۶	۴۰ ± ۲			
All Bond SE (Bisco; Schaumburg, IL, USA) سیستم خود اچ‌کننده دو مرحله‌ای	۱۷	۲۳ ± ۲	شست‌وشو با آب با دمای تعیین شده، خشک کردن سطح، اندازه‌گیری دمای سطح، کاربرد عامل اتصال دهنده	اتانول	Part I: ethanol, sodium benzene sulfinate dehydrate Part II: Bis (glyceryl 1, 3 dimethacrylate phosphate, hydroxyethyl methacrylate, biphenyl dimethacrylate
	۱۸	۴۰ ± ۲	۱۵-۲۰ ثانیه، کاربرد مجدد عامل اتصال دهنده، تبخیر حلال با اسپری هوا ۱۵ ثانیه، کاربرد رزین ۱۵ ثانیه، اسپری هوا جهت نازک کردن رزین ۱۵ ثانیه، لایت کیور ۱۰ ثانیه		
	۱۹	۲۳ ± ۲			
	۲۰	۴۰ ± ۲			

## ادامه جدول ۲

Part I: MDP, HEMA, hydrophilic dimethacrylate, photoinitiator, water. Part II: MDP, bis-GMA, HEMA, hydrophilic dimethacrylate, microfiller	اتانول	شست‌وشو با آب با دمای تعیین شده خشک کردن سطح، اندازه‌گیری دمای سطح، کاربرد عامل اتصال‌دهنده ۱۵-۲۰ ثانیه، تبخیر حلال با اسپری هوا ۱۰ ثانیه، کاربرد رزین ۱۰ ثانیه، اسپری هوا جهت نازک کردن رزین ۱۰ ثانیه، لایت کیور ۱۰ ثانیه	۲۳ ± ۲	۲۱	Clearfil SE Bond (Kuraray; Osaka, Japan) سیستم خود اچ‌کننده دومرحله‌ای
			۴۰ ± ۲	۲۲	
			۲۳ ± ۲	۲۳	
			۴۰ ± ۲	۲۴	
Acetone, ethanol, TEG-DMA, water	استون	شست‌وشو با آب با دمای تعیین شده، خشک کردن سطح، اندازه‌گیری دمای سطح، کاربرد عامل اتصال‌دهنده ۲۰ ثانیه، کاربرد مجدد عامل اتصال‌دهنده، تبخیر حلال با اسپری هوا ۵ ثانیه، لایت کیور ۱۰ ثانیه	۲۳ ± ۲	۲۵	OptiBond All-In-One (Kerr Dental; Orange, CA, USA) سیستم خود اچ‌کننده یک مرحله‌ای
			۴۰ ± ۲	۲۶	
			۲۳ ± ۲	۲۷	
			۴۰ ± ۲	۲۸	
HEMA, Bis-GMA, BHT, ethanol, organic acids, fluorides	اتانول	شست‌وشو با آب با دمای تعیین شده، خشک کردن سطح، اندازه‌گیری دمای سطح، کاربرد عامل اتصال‌دهنده ۲۰ ثانیه، تبخیر حلال با اسپری هوا ۵ ثانیه، لایت کیور ۱۰ ثانیه	۲۳ ± ۲	۲۹	FuturaBond (Voc o; Cuxhaven, Germany) سیستم خود اچ‌کننده یک مرحله‌ای
			۴۰ ± ۲	۳۰	
			۲۳ ± ۲	۳۱	
			۴۰ ± ۲	۳۲	

سانتی‌گراد (گروه‌های ۱۵، ۱۳، ۱۱، ۹، ۷، ۵، ۳، ۱) و ۵۰ درجه سانتی‌گراد (گروه‌های ۲۹، ۲۷، ۲۵، ۲۳، ۲۱، ۱۹، ۱۷ و ۳۱) و اندازه‌گیری دمای سطح توسط دماسنج دیجیتال لیزری در هر گروه، طبق دستور کارخانه سازنده (جدول ۲) سطح خشک و عامل اتصال‌دهنده روی سطح مورد نظر به کار رفت.

در گروه‌های خود اچ‌کننده بعد از شست‌وشوی سطح نمونه‌ها با آب با دمای ۲۳ درجه سانتی‌گراد (گروه‌های ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۴، ۱۶) و ۵۰ درجه سانتی‌گراد (گروه‌های ۱۸، ۲۰، ۲۲، ۲۴، ۲۶، ۲۸، ۳۰ و ۳۲) و اندازه‌گیری دمای سطح طبق دستور کارخانه (جدول ۲) از عامل اتصال‌دهنده روی سطح مورد نظر استفاده شد.

در گزارش نهایی دمای سطح نمونه‌ها در هر گروه، میانگین دما گزارش شد به‌همین دلیل دمای گروه‌های مربوط به هر بازه دمایی  $۲۳ \pm ۲$  درجه سانتی‌گراد یا  $۵۰ \pm ۲$  درجه سانتی‌گراد یکسان بود.

در این مطالعه برای شست‌وشوی سطح نمونه‌ها از آب مقطر با دماهای مختلف ۲۳ درجه سانتی‌گراد (گروه‌های ۲۹، ۲۷، ۲۵، ۲۳، ۲۱، ۱۹، ۱۷، ۱۵، ۱۳، ۱۱، ۹، ۷، ۵، ۳، ۱ و ۳۱) و دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد (گروه‌های ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۴، ۱۶، ۱۸، ۲۰، ۲۲، ۲۴، ۲۶، ۲۸، ۳۰) استفاده شد. جهت دستیابی به آب با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد، آب مقطر در ظرف مخصوص دستگاه کامپاند هیتر (Hanau, USA) ریخته شده و دمای آن تنظیم گردید، قبل از استفاده از آب جهت اطمینان از صحت دما، دمای آن توسط دماسنج دیجیتال لیزری (ScanTemo 485, Dostmann electronic, china) اندازه‌گیری شد. لازم به ذکر است دلیل انتخاب این دو دما سهولت دسترسی و ایجاد اختلاف دمای قابل ملاحظه روی سطح عاج بود [۱۰].

در گروه‌های اچ و شست‌وشو ابتدا سطح نمونه‌ها کاملاً خشک گردید، سپس توسط ژل اسید فسفریک ۳۵٪ به مدت ۱۵ ثانیه اچ شده و بعد از شست‌وشو با آب با دمای ۲۳ درجه

داده‌های هر گروه بر حسب نیوتن ثبت شده و میزان نیروی وارده با توجه به سطح مقطع سیلندرهای کامپوزیتی طبق فرمول زیر به مگاپاسکال تبدیل شد. سطح/نیرو=فشار برای مشاهده الگوی شکست نمونه‌ها از استریومیکروسکوپ (Carton Optical Industries, Thailand) با بزرگ‌نمایی ۴۰ استفاده شد؛ الگوی شکست به سه صورت چسبنده (داخل ماده اتصال‌دهنده)، مخلوط (در ماده چسباننده اج یا کامپوزیت) و به هم پیوسته (داخل عاج یا کامپوزیت) گزارش گردید. داده‌های حاصل از پژوهش توسط نرم افزار SPSS نسخه ۱۹ (version 19, SPSS Inc., Chicago, IL) انجام گرفت و با آزمون تی مستقل مورد بررسی قرار گرفتند.

### یافته‌ها

نتایج این مطالعه به صورت بررسی نیروی لازم جهت جدا کردن سیلندرهای کامپوزیتی چسبانده شده توسط هشت نوع عامل اتصال‌دهنده در دو دمای مختلف و دو بازه زمانی بر حسب مگاپاسکال ارائه گردید.

خلاصه‌ی نتایج حاصل از بررسی استحکام باند برشی هشت نوع سیستم اتصال‌دهنده‌ی عاجی در دو دما در جدول ۳ ارائه گردیده است.

جدول ۳. شاخص‌های آماری استحکام باند برشی در گروه‌های بررسی شده و فراوانی الگوی شکست (A = چسبنده، M = مخلوط، C = پیوسته) (N = ۱۲)

۶ ماه		۲۴ ساعت		زمان	
فرآوانی الگوی شکست (C/M/A)	میانگین (MPa) $\pm$ انحراف معیار	فرآوانی الگوی شکست (C/M/A)	میانگین (MPa) $\pm$ انحراف معیار	دمای آب شست‌وشو (سانتی‌گراد)	عامل اتصال‌دهنده
۱/۰/۱۱	۱۲/۵۵ $\pm$ ۵/۸۲ <sup>a1</sup>	۲/۱/۹	۱۶/۶۶ $\pm$ ۴/۰۴ <sup>adefg1</sup>	۲۳ $\pm$ ۲	All-Bond 3 (AB3)
۰/۰/۱۲	۱۹/۷۴ $\pm$ ۵/۵۸ <sup>ac1</sup>	۲/۲/۸	۲۸/۱۸ $\pm$ ۴/۸۲ <sup>adefg1</sup>	۵۰ $\pm$ ۲	
۰/۰/۱۲	۱۲/۵۰ $\pm$ ۵/۸۲ <sup>ac1</sup>	۱/۲/۹	۱۵/۸۱ $\pm$ ۴/۱۵ <sup>adefg1</sup>	۲۳ $\pm$ ۲	OptiBond FL (FL)
۱/۰/۱۱	۲۶/۲۴ $\pm$ ۱۰/۵۶ <sup>bc2</sup>	۲/۲/۸	۲۶/۴۳ $\pm$ ۳/۳۶ <sup>adefg1</sup>	۵۰ $\pm$ ۲	
۰/۰/۱۲	۱۱/۹۶ $\pm$ ۳/۶۰ <sup>ar</sup>	۱/۱/۱۰	۱۵/۵۷ $\pm$ ۱/۵۲ <sup>cg1</sup>	۲۳ $\pm$ ۲	Prime & Bond NT (P&B)
۱/۰/۱۱	۱۷/۶۲ $\pm$ ۴/۵۴ <sup>a1</sup>	۲/۰/۱۰	۲۵/۴۲ $\pm$ ۴/۵۳ <sup>adefg1</sup>	۵۰ $\pm$ ۲	
۰/۱/۱۰	۱۰/۸۸ $\pm$ ۴/۲۵ <sup>a1</sup>	۲/۱/۹	۱۴/۴۹ $\pm$ ۳/۷۴ <sup>adefg1</sup>	۲۳ $\pm$ ۲	Single Bond Adper (SB)
۰/۰/۱۲	۱۶/۶۴ $\pm$ ۹/۶۷ <sup>abc1</sup>	۱/۱/۱۰	۲۳/۵۹ $\pm$ ۴/۹۹ <sup>adefg1</sup>	۵۰ $\pm$ ۲	

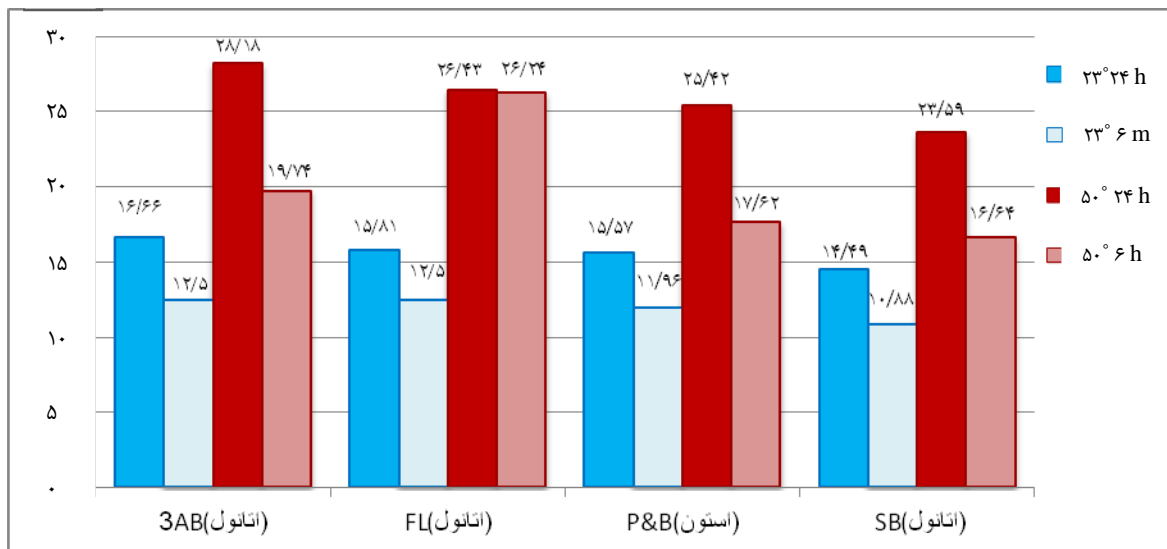
ادامه جدول ۳

۱/۱/۱۰	۲۱/۰۴±۷/۹۲ <sup>abc1</sup>	۱/۱/۱۰	۲۲±۵/۸۷ <sup>adef1</sup>	۲۳±۲	All Bond SE (ASE)
۰/۰/۲	۱۹/۷۹±۶/۱۷ <sup>ac1</sup>	۰/۰/۱۲	۱۴/۴۹±۳/۷۴ <sup>adefg1</sup>	۵۰±۲	
۰/۱/۱۱	۱۵/۸۴±۴/۸۵ <sup>ac1</sup>	۱/۲/۹	۲۲/۴۷±۶/۱۲ <sup>abdfg1</sup>	۲۳±۲	Clearfil SE Bond (CSE)
۰/۰/۱۲	۱۱/۲۰±۴/۴۳ <sup>a1</sup>	۱/۰/۱۱	۱۳/۹۳±۳/۱۹ <sup>acdeg1</sup>	۵۰±۲	
۰/۰/۱۲	۲۰/۲۴±۸/۰۹ <sup>bc1</sup>	۰/۰/۱۲	۱۹/۰۲±۷/۳۳ <sup>adef1</sup>	۲۳±۲	Opti Bond All-In-One (AIO)
۰/۰/۱۲	۲۱/۲۳±۸/۶۴ <sup>abc1</sup>	۰/۰/۱۲	۲۴/۲۸±۹/۴۸ <sup>bf1</sup>	۵۰±۲	
۰/۰/۱۲	۱۱/۲۵±۴/۲۶ <sup>a1</sup>	۰/۰/۱۲	۱۳/۸۷±۶/۵۴ <sup>abdefg1</sup>	۲۳±۲	FuturaBond (FB)
۰/۰/۱۲	۱۵/۳۹±۴/۶۲ <sup>a1</sup>	۰/۰/۱۲	۱۷/۳۸±۴/۵۴ <sup>adefg1</sup>	۵۰±۲	

\* در هر ستون حروف کوچک مختلف نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار است.  
\*\* در هر سطر اعداد متفاوت نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار است.

میانگین استحکام باند متعلق به 3 All-bond (حلال اتانول، گروه‌های ۱، ۲ و ۳) و کمترین میزان متعلق به Single bond adper (حلال اتانول گروه‌های ۱۳، ۱۴ و ۱۵) بود، تنها در گروه‌های با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد طی ۶ ماه بیشترین میزان میانگین استحکام باند متعلق به OptiBond FL (حلال اتانول، گروه ۸) و کمترین میزان متعلق به Single bond adper (حلال اتانول، گروه ۱۶) بود.

دوام باند در هشت سیستم ادهزیو با استفاده از آزمون کروسکال والیس و آزمون تی مستقل مورد بررسی قرار گرفت و سطح معنی‌داری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. براساس آزمون تی مستقل اختلافی معنی‌دار (p value = ۰/۰۱۴) بین گروه‌های با دمای ۲۳ درجه سانتی‌گراد و دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. در مقایسه گروه‌های حاوی عامل اتصال دهنده اچ و شست‌وشو (نمودار ۱) (گروه‌های ۱، ۲، ۳، ۵، ۶، ۷، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۳، ۱۴ و ۱۵) در بین همه گروه‌ها بیشترین میزان



نمودار ۱. بررسی میانگین استحکام باند برشی گروه‌های مورد مطالعه در سیستم اچ و شست‌وشو (MPa)

\* AB3: All-Bond 3, FL: OptiBond FL, P&B: Prime and Bond NT, SB: SingleBond Adper

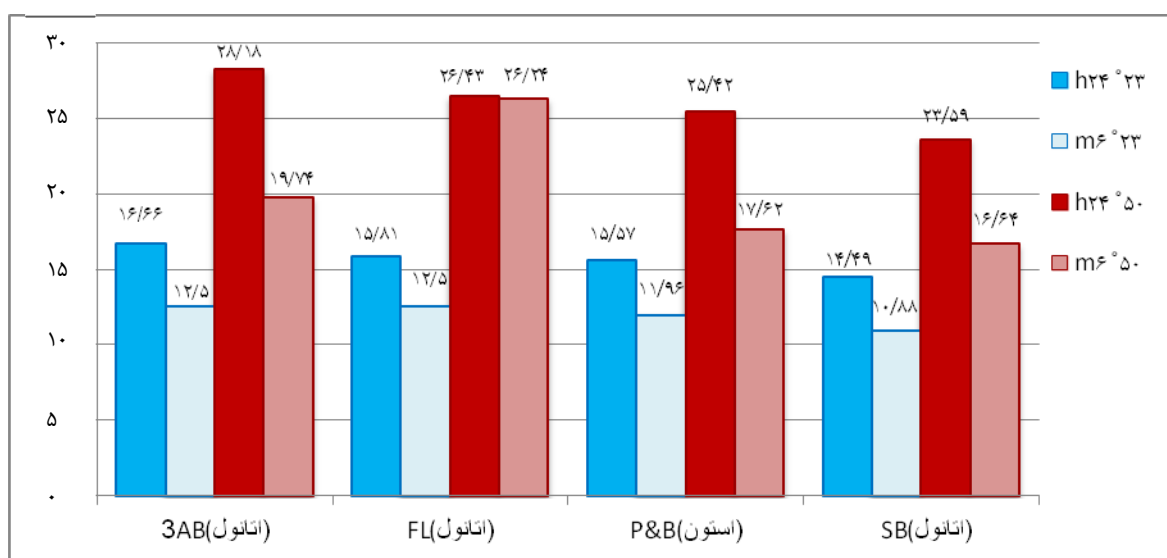
در مقایسه گروه‌های حاوی عامل اتصال‌دهنده خود اچ‌کننده (نمودار ۲):

– در دمای ۲۳ درجه سانتی‌گراد طی ۲۴ ساعت بیشترین میزان میانگین استحکام باند متعلق به Clearfil SE bond (حلال اتانول، گروه ۲۱) و طی ۶ ماه متعلق به All bond SE (حلال اتانول، گروه ۱۹) و کمترین میزان در هر دو بازه زمانی متعلق به Futurabond (حلال اتانول، گروه‌های ۲۹ و ۳۱) بود.

– در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد طی ۲۴ ساعت و ۶ ماه بیشترین میزان میانگین استحکام باند متعلق به Optibond All-in-one (حلال استون، گروه‌های ۲۶ و ۲۸) و کمترین میزان متعلق به Clearfil SE bond (حلال اتانول، گروه‌های ۲۲ و ۲۴) بود.

براساس آزمون تی مستقل در همه گروه‌های مورد مطالعه به جز دو گروه All bond SE (حلال اتانول، گروه‌های ۱۷، ۱۸، ۱۹ و ۲۰) و Optibond All-in-one (حلال استون، گروه‌های ۲۶ و ۲۸) با گذشت زمان میانگین

استحکام باند برشی کاهش یافته است که این کاهش به صورت اختلافی معنی‌دار در Optibond FL (حلال اتانول، گروه‌های ۶ و ۸) ( $p \text{ value} < 0/001$ ) و Prime & Bond NT (حلال استون، گروه‌های ۹ و ۱۱) ( $p \text{ value} = 0/015$ ) مشاهده شد؛ همچنین در بررسی گروه‌ها بر اساس دما مشاهده شد که در همه گروه‌ها به جز دو گروه Clearfil SE bond (حلال اتانول، گروه‌های ۲۱، ۲۲، ۲۳ و ۲۴) و All bond SE (حلال اتانول، گروه‌های ۱۷، ۱۸، ۱۹ و ۲۰) میانگین استحکام باند با افزایش دما افزایش یافته است که این افزایش در دو گروه Prime & Bond NT (حلال استون، گروه‌های ۹ و ۱۰) ( $p \text{ value} = 0/027$ ) و Optibond FL (حلال اتانول، گروه‌های ۷ و ۸) ( $p \text{ value} = 0/006$ ) به صورت معنی‌دار دیده شد، کاهش میانگین استحکام باند با افزایش دما به صورت معنی‌داری در گروه حاوی Clearfil SE bond (حلال اتانول، گروه‌های ۲۱ و ۲۲) ( $p \text{ value} = 0/008$ ) مشاهده شد. تفاوت بین بقیه گروه‌ها معنی‌دار نبود ( $p \text{ value} > 0/05$ ).



نمودار ۲. بررسی میانگین استحکام باند برشی گروه‌های مورد مطالعه در سیستم خود اچ‌کننده (MPa)

\* ASE: All Bond SE. CSE: Clearfil SEBond. AIO: All-in-one. FB: Futura Bond



## بحث

جهت بیان دقیق رابطه موجود بین استحکام باند و دمای آب شست‌وشو باید تغییرات فیزیکی حاصله از تغییرات دما در فاکتورهای اتصال‌دهنده و سطح عاج در مقیاس میکروسکوپی و ماکروسکوپی بررسی شود. استحکام باند به میزان زیادی به انواع واکنش‌های حین پلیمریزاسیون، زمان کار، دما و ... بستگی دارد [۱۴].

از آنجا که در مطالعات گذشته تنها اثر تغییرات دمایی بر باندینگ‌ها بدون در نظر گرفتن تأثیر حلال‌های متنوع یا بازه‌های زمانی مختلف بررسی شده است لذا در این مطالعه اثر نسل‌های مختلف باندینگ با حلال‌های مختلف ( استون و اتانول) و همچنین اثر گذر زمان بر تغییرات استحکام باند برشی کامپوزیت بررسی گردید.

در این مطالعه گروه‌های اچ و شست‌وشوی دو مرحله‌ای و خود اچ‌کننده یک مرحله‌ای حاوی حلال استون نسبت به گروه‌های مشابه حاوی حلال اتانول میانگین استحکام باند برشی بیشتری داشتند، که در گروه‌های اچ و شست‌وشو در دمای ۲۳ درجه سانتی‌گراد در بازه زمانی ۲۴ ساعت و در گروه‌های خود اچ‌کننده در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد در بازه زمانی ۲۴ ساعت و در بازه زمانی ۶ ماه در دمای ۲۳ درجه سانتی‌گراد این اختلاف معنی‌دار بود.

در این مطالعه میانگین استحکام باند برشی در دمای ۲۳ درجه سانتی‌گراد در بازه زمانی ۲۴ ساعت در همه گروه‌های خود اچ‌کننده (به جز Futura bond) بیشتر از گروه‌های اچ و شست‌وشو بود و Clearfil SE bond (حلال اتانول) بیشترین میزان استحکام باند برشی را داشت.

در سیستم‌های اچ و شست‌وشو کاربرد اسید اچ‌کننده روی عاج منجر به باز شدن توبول‌های عاجی و اکسپوز شبکه متراکمی از فیبرهای کلاژن می‌شود که منجر به افزایش میکروپروزیتهی در عاج بین توبولی می‌گردد. برای ایجاد اتصال مناسب عامل اتصال‌دهنده باید کشش سطحی پایین و سوبسترا باید انرژی سطحی بالایی داشته باشد، شبکه کلاژنی حاصل از اسپینگ انرژی سطحی پایینی دارد که منجر به کاهش استحکام باند برشی می‌شود. چون در

این سیستم اسمیر لایر به‌طور کامل حذف می‌شود عامل اتصال‌دهنده باید به‌طور کامل در سطح عاج نفوذ کند، همچنین باند شیمیایی ایجادشده بین عامل اتصال‌دهنده و کلاژن‌های تهی از هیدروکسی آپاتیت ضعیف است [۱۵].

در سیستم‌های خود اچ‌کننده عمل اچ و نفوذ عامل اتصال‌دهنده هم‌زمان انجام می‌گیرد که منجر به پیوستگی بین عامل اتصال‌دهنده و سوبسترا می‌شود. در این سیستم اسمیر لایر به‌طور کامل حذف نمی‌شود در نتیجه باند شیمیایی ایجادشده توسط این سیستم قوی‌تر است [۱۶]. در صورتی که عامل اتصال‌دهنده خود اچ‌کننده در گروه با اسیدیته mild  $pH > 2$  قرار گیرد بخشی از بلورهای هیدروکسی آپاتیت همراه شبکه کلاژنی باقی‌مانده و منجر به ایجاد باندهای شیمیایی اضافی می‌شود که در گروه‌های با اسیدیته moderate ( $1 < pH < 2$ ) و aggressive ( $pH < 1$ ) این‌گونه نیست. سیستم‌های خود اچ‌کننده یک مرحله‌ای به عنوان یک غشای نیمه تراوا عمل کرده و منجر به تخریب هیدرولیتیک باند رزین عاج می‌شوند، به‌ویژه زمانی که حذف آب سطحی به میزان کافی انجام نگرفته باشد افزایش غلظت آب منجر به رقیق شدن غلظت مونومرهای اسیدی شده و منجر به تضعیف عامل اتصال‌دهنده می‌شود [۱۷].

حلال‌های به‌کار رفته در عوامل اتصال‌دهنده شامل استون، اتانول یا آب است. استون در زمان کوتاهی تبخیر می‌شود اما اتانول و آب به زمان بیشتری جهت تبخیر نیاز دارند. در صورت ناکافی بودن تبخیر حلال میزان نفوذ و پلیمریزاسیون مونومر کاهش می‌یابد. [۱۸، ۱۹]. همچنین ترکیب استون موجود در عامل اتصال‌دهنده منجر به افزایش خاصیت آب‌دوستی و کاهش ویسکوزیتهی عامل اتصال‌دهنده و میزان کشش سطحی آب را کاهش داده میزان تبخیر آب را از سطح افزایش می‌دهد و منجر به افزایش نفوذ عامل اتصال و افزایش استحکام باند برشی می‌شود [۴].

عوامل اتصال‌دهنده خود اچ‌کننده به‌کار رفته در این تحقیق Clearfil SE Bond ( $pH = 2$ )، All bond SE ( $pH = 2/5$ ) و Optibond All-in-one ( $pH = 2/2$ ) در گروه اسیدیته mild قرار می‌گیرند که می‌تواند دلیلی بر

استحکام باند برشی بالای آن‌ها باشد. از طرفی از آن‌جا که Futura bond (pH = ۱/۴) در گروه خود اچ‌کننده یک مرحله‌ای با حلال اتانول با اسیدیته moderate قرار می‌گیرد وجود استحکام باند برشی پایین آن توجیه‌پذیر است.

در این مطالعه میانگین استحکام باند برشی عوامل اتصال‌دهنده در همه گروه‌ها به‌جز سیستم‌های خود اچ‌کننده دو مرحله‌ای با افزایش دما افزایش پیدا کرد.

با افزایش دما، عامل بافرینگ تمایل به حالت اسیدی پیدا می‌کند، هم‌چنین اسید در محیطی گرم حالت اسیدی‌تری از خود نشان می‌دهد [۲۰].

با اسیدی‌تر شدن محیط، هیدروکسی آپاتیت مجاور لیاف کلاژن حل شده و امکان تجزیه و تخریب باند از طریق تخریب کلاژن فراهم می‌شود. باید توجه شود که تمامی تغییرات pH ذکرشده در حد جزئی روی می‌دهد ولی به دلیل محیط اثر بسیار کوچک این مواد که در حد میکرومتر است، تغییرات اندک هم اثرگذار هستند [۲۱].

با افزایش دما اسیدیته Clearfil SE bond (pH = ۲) و All bond SE (pH = ۲/۲) افزایش می‌یابد و در نتیجه در گروه moderate قرار می‌گیرند و از آن‌جا که علاوه بر تخریب شبکه کلاژنی و بلورهای هیدروکسی آپاتیت منجر به تخریب مونومرهای رزینی عامل اتصال‌دهنده می‌شوند می‌توان آن را دلیل کاهش استحکام باند برشی این دو گروه با افزایش دما دانست.

در این مطالعه میانگین استحکام باند برشی در بازه زمانی ۶ ماه در دمای ۲۳ درجه سانتی‌گراد در گروه‌های خود اچ‌کننده بیشتر از گروه‌های اچ و شست‌وشو بود که بالاترین میزان استحکام باند به All bond SE تعلق داشت و در بین گروه‌های اچ و شست‌وشو بیشترین میزان استحکام باند متعلق به All bond 3 بود. کمترین میزان استحکام باند در این بازه زمانی و دما در Single bond adper دیده شد، هم‌چنین در گروه‌های آماده شده در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد بعد از گذشت ۶ ماه میانگین استحکام باند برشی در همه گروه‌ها به‌جز All Bond SE کاهش یافت. ماتریکس متالوپروتئینازها اندوپپتیدازهایی هستند که قادر به تخریب تمامی اجزای

ماتریکس خارج سلولی می‌باشند. این آنزیم‌ها طی ادنتوزن در ماتریکس عاجی مینرالیزه به دام می‌افتند. فیبریل‌های کلاژنی که توسط رزین پوشیده شده‌اند مستعد تخریب به‌واسطه این آنزیم‌ها بعد از اسید اچ هستند. البته این آنزیم‌ها در pH اسیدی فعالیت چندانی ندارند [۲۲]. هم‌چنین باید خاطر نشان کرد که افزایش دما بیشتر از ۳۷/۳۷ درجه سانتی‌گراد منجر به کاهش اثر این آنزیم‌ها می‌شود [۲۳]، ولی نباید تأثیر آن را در تخریب باندهای اتصال یافته به عاج دندان نادیده گرفت.

عوامل اتصال‌دهنده به عاج که حاوی مونومرهای اسیدی بیشتری هستند مانند یک غشای نفوذپذیر عمل کرده و اجازه نفوذ آب از عاج به سطح مشترک کامپوزیت باندینگ را می‌دهند. با گذشت زمان مونومرهای هیدروفیل آب جذب می‌کنند که منجر به تخریب هیدرولیتیک باند و کاهش استحکام باند آن می‌شود [۲۱].

در تحقیقات انجام شده نشان داده شد که سیستم‌های خود اچ‌کننده یک مرحله‌ای و اچ و شست‌وشوی دو مرحله‌ای نسبت به آب نفوذ پذیرترند در نتیجه با نگهداری نمونه‌های باند شده توسط این سیستم‌های اتصال‌دهنده میزان تخریب باند کامپوزیت به عاج نسبت به سایر سیستم‌های اتصال‌دهنده بیشتر دیده می‌شود که علت آن در سیستم‌های خود اچ‌کننده وجود باندهای رزینی هیدروفوب در گروه خود اچ‌کننده دو مرحله‌ای است که منجر به پایداری باندهای حاصل از این گروه در آب می‌شود [۲۴، ۲۲].

تحقیق انجام شده توسط Zander و همکاران نشان داد که All bond SE به‌عنوان خود اچ‌کننده دو مرحله‌ای و Clearfil bond SE نسبت به گروه‌های خود اچ‌کننده یک مرحله‌ای بعد از ۶ ماه نگهداری در آب استحکام باند بالاتری داشتند، در این مطالعه All bond SE به‌عنوان خود اچ‌کننده دو مرحله‌ای بالاترین میزان استحکام باند را داشت که به ساختار شیمیایی آن نسبت داده شده بود [۲۵]. در مورد Clearfil SE bond نیز بیان شده در ساختار آن مونومر فعال 10-MDP وجود دارد که این مونومر علاوه بر پیوند قوی با هیدروکسی

آپاتیت پیوندی بسیار پایدار با کلسیم ایجاد می‌کند که پایدارتر از پیوند 10-MDP با هیدروکسی آپاتیت است [۲۶].

مطالعه انجام شده توسط Cho و همکاران نشان داد که All bond 3 به علت وجود حلال اتانول در ساختار خود می‌تواند با استفاده از پروتکل باندینگ مرطوب اتانول منجر به نفوذ بیشتر مونومرهای هیدروفوب در شبکه کلاژنی احاطه شده با اتانول سطح عاج شود که می‌تواند دوام باند به عاج را با کاهش جذب آب در گذر زمان افزایش دهد [۱۲] که تأییدی بر نتایج حاصل از تحقیق حاضر بود.

تحقیقی که توسط محمد بصیر و یگانه انجام شده نشان می‌دهد که Single bond adper نسبت به سیستم‌های خود اچ‌کننده دوام باند کمتری را طی ۳ ماه نگهداری در آب داشته است که می‌توان علت آن را به کوپلیمر پلی‌آلکتونیک اسید در ساختارش نسبت داد این کوپلیمر وزن مولکولی بالایی دارد که سبب بیرون آمدن آن و تشکیل هیدروژل روی شبکه کلاژنی اکسپوز و نفوذ ناکامل رزین در شبکه کلاژنی می‌شود [۲۷].

تحقیقاتی که در گذشته انجام شده از جمله نتایجی که توسط Hashimoto و همکاران در سال ۲۰۰۹ ارائه شد نشان می‌دهد که استحکام باند سیستم‌های خود اچ‌کننده از جمله OptiBond All-in-one با گذر زمان کاهش می‌یابد که در مطالعه حاضر استحکام باند برشی OptiBond All-in-one در دمای ۲۳ درجه سانتی‌گراد طی ۶ ماه نگهداری در آب افزایش یافته که این اختلاف معنی‌دار نبود [۲۸].

در مطالعه انجام شده توسط محمد بصیر و یگانه بین استحکام باند و تعداد بیشتر الگوی شکست مخلوط و به هم پیوسته ارتباطی مستقیم بیان شده است. وجود پرکننده‌های قوی در عامل اتصال‌دهنده و انتقال مؤثر تنش به عاج یا کامپوزیت منجر به ایجاد الگوی شکست مخلوط یا چسبنده می‌شود. در این مطالعه تحلیل الگوی شکست نمونه‌ها نشان داد که الگوی غالب شکست به صورت چسبنده بود.

شکست به هم پیوسته و مخلوط در همه گروه‌ها به جز OptiBond All-in-one و Futura Bond مشاهده شد. هم‌چنین در همه گروه‌ها به جز OptiBond All-in-one و Futura bond بین تغییرات استحکام باند و الگوی شکست رابطه‌ای مستقیم وجود داشت [۲۷].

از آنجایی که این پژوهش در محیط آزمایشگاهی انجام گرفت، محدودیت‌های ناشی از محیط در آن حاکم بود از جمله دشواری حفظ دمای آب سرنگ‌های شست‌وشو و قرار دادن کامپوزیت درون سیلندر پلاستیکی که نیازمند دقت بسیار بالایی است.

در این مطالعه سعی شد با یکسان‌سازی هریک از دماها و قرار دادن سیلندرهای کامپوزیتی در نقاط مشابه بر روی عاج عوامل مخدوش‌گر مطالعه کنترل شود.

جهت دستیابی به نتایج دقیق‌تر پیشنهاد می‌شود که عوامل مؤثر بر افزایش استحکام باند رزین عاج هم‌زمان با حالات شبیه‌سازی شده بالینی مانند فشار پالپی و جریان مایع درون توبولی بررسی شوند.

### نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه، در سیستم‌های اچ و شست‌وشو با افزایش دمای آب شست‌وشو استحکام باند برشی افزایش می‌یابد، در حالی که در سیستم‌های خود اچ‌کننده دو مرحله‌ای با حلال‌های اتانول و استون استحکام باند با افزایش دما کاهش می‌یابد و به‌طور کلی نشان‌دهنده‌ای اهمیت دمای آب شست‌وشو و نوع حلال به کار رفته در عامل اتصال‌دهنده بر نوع عامل باندینگ و استحکام باند است، هم‌چنین نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که با گذشت زمان استحکام باند برشی در سیستم‌های اچ و شست‌وشو و سیستم خود اچ‌کننده دو مرحله‌ای با حلال اتانول و خود اچ‌کننده یک مرحله‌ای با حلال اتانول کاهش می‌یابد.

## References

1. Klein-Júnior CA, Zander-Grande C, Amaral R, Stanislawczuk R, Garcia EJ, Baumhardt-Neto R, et al. Evaporating solvents with a warm air-stream: effects on adhesive layer properties and resin-dentin bond strengths. *J Dent* 2008; 36(8): 618-25.
2. Garcia FC, Almeida JC, Osorio R, Carvalho RM, Toledano M. Influence of drying time and temperature on bond strength of contemporary adhesives to dentine. *J Dent* 2009; 37(4): 315-20.
3. Borges GA, Spohr AM, de Oliveira WJ, Correr-Sobrinho L, Correr AB, Borges LH. Effect of refrigeration on bond strength of self-etching adhesive systems. *Braz Dent J* 2006; 17(3): 186-90.
4. Moosavi H, Kimyai S, Forghani M, Khodadadi R. The clinical effectiveness of various adhesive systems: An 18-Month evaluation. *Oper Dent* 2013; 38(2): 134-41.
5. Abate PF, Rodriguez VI, Macchi RL. Evaporation of solvent in one-bottle adhesives. *J Dent* 2000; 28(6): 437-40.
6. Cho BH, Dickens SH, Bae JH, Chang CG, Son HH, Um CM. Effect of interfacial bond quality on the direction of polymerization shrinkage flow in resin composite restorations. *Oper Dent* 2002; 27(3): 297-304.
7. Davari A, Kazemi Danesh A, Mousavinasab M, Pourmohammadi N. Comparison of solvent evaporation in the self etch and total etch adhesives in different air draying times. *jdm*2013; 26(3):178-184.
8. de Alexandre RS, Sundfeld RH, Giannini M, Lovadino JR. The influence of temperature of three adhesive systems on bonding to ground enamel. *Oper Dent* 2008; 33(3): 272-81.
9. Pazinato FB, Marquezini L Jr, Atta MT. Influence of temperature on the spreading velocity of simplified-step adhesive systems. *J Esthet Restor Dent* 2006; 18(1): 38-45.
10. Loguercio AD, Salvalaggio D, Piva AE, Klein-Júnior CA, Accorinte Mde L, Meier MM, et al. Adhesive temperature: effects on adhesive properties and resin-dentin bond strength. *Oper Dent* 2011; 36(3): 293-303.
11. Yiu CK, King NM, Pashley D.H, Suh BI, Carvalho RM, Carrilho MR, et al. Effect of resin hydrophilicity and water storage on resin strength. *Biomaterials* 2004; 25(26): 5789-96.
12. Cho SY, Kang HY, Kim KA, Yu MK, Lee KW. Effect of adhesive hydrophobicity on microtensile bond strength of low-shrinkage silorane resin to dentin. *JKACD* 2011; 36(4): 280-89
13. Ghassemi A, Mosavi ZH, Mosavi N, Farhadi H. Effect of sodium hypochlorite gel on shear bond strength and bond durability of excite to dentin. *J Dent Sch* 2008; 26(2): 185-92.
14. Cho BH, Dickens SH. Effects of the acetone content of single solution dentin bonding agents on the adhesive layer thickness and the microtensile bond strength. *Dent Mater* 2004; 20(2): 107-15.
15. 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.
16. Tay FR, Pashley DH, Suh BI, Carvalho RM, Itthagarun A. Single-step adhesives are permeable membranes. *J Dent* 2002; 30(7-8): 371-82.
17. Van Meerbeek B, Yoshida Lambrechts P, Vanherle G. Bonding of a resin -mechanism and micro-tensile bond strength of a 4 MET-based self-etching adhesive. *J Dent Res* 2000; 79(Special Issue): 249. abstract#845
18. Gwinnett AJ. Dentin bond strength after air drying and rewetting. *Am J Dent* 1994; 7(3): 144-8.
19. Sadr A, Shimada Y, Tagami J. Effects of solvent drying time on micro-shear bond strength and mechanical properties of two self-etching adhesive systems. *Dent Mater* 2007; 23(9): 1114-9.
20. Maeda T, Yamaguchi K, Takamizawa T, Rikuta A, Tsubota K, Ando S, et al. pH changes of self-etching primers mixed with powdered dentine. *J Dent* 2008; 36(8): 606-10. [Abstract]
21. Zumdahl SS. Introductory chemistry: A Foundation. Trans. Asadi M, Salehi B. 1<sup>st</sup> ed. Shiraz: Shiraz University Publications; 2003. p. 187-236.
22. Perdigao J, Swift Jr EJ, Walter R. Fundamental concepts of enamel and dentin adhesion. In: Heymann H, Swift Jr EJ. *Sturdevant's art and science of operative dentistry*. 6<sup>th</sup> ed. St. Louis: Elsevier/ Mosby. 2012. pp. 114-35.
23. Wang X, Jung JC, Asahi M, Chwang W, Russo L, Moskowitz MA, et al. Effects of matrix metalloproteinase-9 gene knock-out on morphological and motor outcomes after traumatic brain injury. *J Neurosci* 2000; 20(18): 7037-42.
24. Jasat Yahya A, John V G, SreenivasaBV M, Indiresha HN. The effect of storage and air-drying on solvent evaporation of three different one-bottle adhesive systems: a comparative in-vitro study. *Journal of International Oral Health* 2012; 4(3): 35-44.

25. Zander-Grande C, Loguercio AD, Stanislawczuk R, Martins GC, Gomes OM, Reis A. The effect of 6-month water storage on the bond strength of self-etch adhesives bonded to dentin. *Am J Dent* 2011; 24(4): 239-44.
26. Fukegawa D, Hayakawa S, Yoshida Y, Suzuki K, Osaka A, Van Meerbeek B. Chemical interaction of phosphoric acid ester with hydroxyapatite. *J Dent Res* 2006; 85(10): 941-4.
27. Mohammadi-Basir M, Atash BiZ Yeganeh L. Effect of six-month water storage on microtensile bond strength of etch and rinse and self-etch adhesive systems to dentin. *JQUMS* 2011; 15(3): 33-41.
28. Hashimoto M, Fujita S, Endo K, Ohno H. In vitro degradation of resin-dentin bonds with one-bottle self-etching adhesives. *Eur J Oral Sci* 2009; 117(5): 611-7.

## Effect of rinsing water temperature and water storage duration on composite-dentin shear bond strength in etch-and-rinse and self-etching adhesive systems

Farzaneh Shirani, Afarin Marzban\*

### Abstract

**Introduction:** *Temperature seems to be an effective factor in dentin-composite bond strength. The purpose of this study was to evaluate the effect of rinsing water temperature and water storage duration on the shear bond strength of dentin-composite resins with etch-and-rinse and self-etching bonding systems.*

**Materials and Methods:** *In this experimental study etch-and-rinse systems All-Bond3, OptiBond Fl, Prime & Bond NT and Adper Single Bond and self-etching systems All Bond SE, Clearfil SE Bond, OptiBond All-In-One and FuturaBond were used. The enamel of buccal and lingual surfaces of 192 mounted healthy third molars was removed. The specimens were divided randomly into 16 groups; before using the primer and bonding the composite resin cylinders and dentin surfaces were rinsed with distilled water at various temperatures such as  $23 \pm 2$  and or  $50 \pm 2^\circ\text{C}$ . Composite cylinders were bonded and the specimens were stored in distilled water at  $37^\circ\text{C}$ . Shear bond strength was tested after 24 hours and 6 months. Data were analyzed with SPSS 19 using independent-samples t-test.*

**Results:** *The mean bond strength decreased in all the groups except for All Bond SE and OptiBond All-In-One groups; the decrease was significant for FL ( $p$  value  $< 0.001$ ) and P&B ( $p$  value =  $0.015$ ). By increasing water temperature in all groups except (CSE and ASE) shear bond strength was increased that was significant for Prime & Bond NT ( $p$  value =  $0.015$ ) and OptiBond FL ( $p$  value =  $0.001$ ).*

**Conclusion:** *Based on the results, the shear bond strength decreased with all the adhesives with an increase in rinsing water temperature except for two-step self-etch systems and decreased with time in all the groups except for one-step self-etching systems.*

**Key words:** *Composite resin, Dentin-bonding agents, Shear strength, Temperature.*

**Received:** 14 May, 2014

**Accepted:** 24 Jun, 2014

**Address:** Dental Student, Dental Students Research Center, School of Dentistry, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.

**Email:** afarin.marzban@gmail.com

**Citation:** Shirani F, Marzban A. **Effect of rinsing water temperature and water storage duration on composite-dentin shear bond strength in etch-and-rinse and self-etching adhesive systems.** J Isfahan Dent Sch 2014; 10(6): 427-440.