# مروری بر روشهای نوین در آماده سازی سطح فلز جهت بالابردن درجه استحکام پیوند رستوریشن‌های فلزی چسبنده

## قسمت دوم: اساس تئوریک و بیومکانیک روش جدید*

دکتر عباس آذری

استادیار گروه آموزشی پروتزهای متحرک دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی قزوین

**Title:** A review of recent method for surface preparation of metal in resin- bonded bridges. Part II: Biomechamical and technical considerations

**Author:** Azari A. Assistant Professor

**Address:** * Dept. of Prosthodontics Ghazvin University of Medical Sciences

**Abstract:** After approximately 40 years of experience in the field of resin - bonded restorations (R.B.R), these restorations are one of the most controversial. During these years, many suggestions have been made for better performance and increasing durability of these restorations. The aims of this paper are:

1 - Reviewing the literature for the so many factors involving the success or failure of R.B.R.

2 - Introducing a new and simplified method for increasing the durability and /or retention of R.B.R.

**Key Words:** Resin- Bonded Restoration- Acid- Etched Bridge

*Journal of dentistry Tehran University of Medical Sciences (Vol.: 12, N.2, 1999)*

## چکیده

همان‌گونه که در مقاله قبلی نیز اشاره شده است تحقیقات بسیاری در زمینه بهبود عملکرد و بهینه نمودن طول مدت دوام رستوریشن‌های چسبنده به انجام رسیده است. هدف از تمامی این تحقیقات در تمامی موارد بهبود مکانیزم گیر رستوریشن‌های چسبنده بوده و سعی وافری به عمل آمده تا با استفاده از روشهای مختلف آماده سازی سطح فلز یا از طریق بالابردن قدرت پیوند بین عناصر مختلف درگیر در مکانیزم، ایجاد گیر پروتزهای از این نوع، به این مهم دست یابند. آنچه مسلم است تا زمانی که تمامی عوامل دخیل در پیوند (Adhesion) بخوبی شناخته نشوند و درک صحیحی از مکانیزم بروز شکست در هر یک از این عوامل حاصل نگردد، نمی‌توان از مطالبی چون «قدرت بالای پیوند» یا «دوام رستوریشن» برداشت مناسبی نمود و باید اذعان کرد که متأسفانه عدم شناخت صحیح از عواملی چون اصل دخیل در ایجاد پیوند و مشکلات لاینفک مربوط به آن، همواره سبب بروز شبهه‌ها و در بسیاری از موارد اشتباه در ارزیابی صحیح از آنچه موفقیت یا عدم موفقیت خوانده می‌شود، می‌گردد. آنچه در بدو امر و در مورد رستوریشن‌های چسبنده حائز اهمیت بسیاری است این است که با وجود تحقیقات لابراتواری مفصل و با وجود مشاهدات لابراتوری که مؤید استحکام گیر بسیار بیشتر این رستوریشنها حتی در مقایسه با Full Crown معمولی می‌باشد، آنچه در کلینیک در مورد این رستوریشنها بیشتر به چشم می‌خورد درصد وقوع بالای «شکست» در مورد آنها می‌باشد. هدف از ارائه قسمت دوم این مقاله بررسی کلی عوامل مؤثر در موفقیت و عدم موفقیت این رستوریشنها می‌باشد و در این راستا مفاهیم اصلی چون «عوامل دخیل در پیوند» یک مکانیزم شکست در مواد چسبنده به تفضیل مورد بحث و بررسی قرار خواهند گرفت. در پایان و با توجه به بررسی مقالات انجام شده اساس بیومکانیک روش جدیدی در آماده سازی سطح فلز شرح داده خواهد شد.

**کلیدواژه‌ها:** ترمیم‌های باند شونده با رزین- بریج‌های اچ شده با اسید

**مجله دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران (دوره ۱۲، شماره ۲، سال ۱۳۷۸)**

*قسمت اول این مقاله در دوره دهم شماره ۴-۳ صفحه ۵ این مجله به چاپ رسیده است.



[ Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2024-09-24 ]

## اساس تئوریک و مفهوم عملی شکست در رستوریشن‌های چسبنده

در مورد این که چه چیزی باعث وقوع شکست در رستوریشن‌های موجود می‌شود، تحقیقات وسیعی صورت گرفته است؛ ولی آنچه که در واقع سبب می‌شود تا یک رستوریشن که در واقع خود متشکل از یک یا چند ماده است، با شکست مواجه شود، عدم هماهنگی بین واقعیتهای موجود در محیط قرارگیری رستوریشن، یعنی دهان، و خصلتهای طبیعی مواد متشکله رستوریشن در کنار آمدن و هماهنگ بودن و وفق دادن خود با این محیط می‌باشد؛ بنابراین ذکر این نکته حائز اهمیت است که علت اصلی شکست در رستوریشنها و در اینجا رستوریشن‌های چسبنده وجود «ناهماهنگیهای لاینفک» موجود بین عناصر متشکله رستوریشن و «موانع طبیعی» موجود در حفره دهان می‌باشد. در مورد رستوریشن‌های چسبنده، گیر پروتز از طریق مکانیزم چسبندگی و پیوند به دست می‌آید می‌توان انتظار داشت که حداقل یکی از علل شکست مربوط به عوامل مؤثر در ایجاد چسبندگی و پیوند باشند.

اطلاعات موجود حاکی از اهمیت این موضوع بوده و جملگی براین باورند که مهمترین علت وقوع شکست در Resin - Bonded Bridges وقوع پدیده Debonding می‌باشد (۳،۲،۱).

## چسبندگی و پیوند چیست ؟

با توجه به اهمیت مطالب، لازم است تا از پدیده پیوند یا Adhesion درک مناسبی داشته باشیم. بطور کلی «چسبندگی یا پیوند» نیرویی است که سبب می‌شود تا دو ماده وقتی بسیار به هم نزدیک می‌شوند به همدیگر اتصال پیدا نمایند (۴). در حالت عادی وجود تضاریس طبیعی موجود در سطح یک ماده جامد، مانع از آن می‌شود تا این حالت «نزدیکترین موقعیت» نسبت به هم در آنها پدیدار گردد؛ به همین علت و با توجه به خصوصیات مطلوب مایعات، سعی شده تا از این مواد یا بطور کلی مواد دسته Liquid در جهت ایجاد این نزدیکترین موقعیت استفاده نمایند.

معمولاً به دو سطح جامدی که به این شکل به هم متصل می شوند (Adherend) و به ماده آبکی (Liquid) که سبب ایجاد Adhesion و چسبندگی در مورد این دو سطح می‌شود ***Adhesive*** گفته می‌شود. ماده Adhesive باید بتواند بخوبی «جاری شود» و سطح دو ماده جامد Adherend را Wet نماید؛ بطوری که خلل و فرجهای سطحی که از آنها صحبت شد، «پوشانده» شوند(۴). در بهترین شرایط این «ماده آبکی» می‌تواند با سطح مواد Adherend پیوند شیمیایی برقرار نماید.

## چه عواملی در ایجاد چسبندگی و پیوند دخالت دارند؟

بطور کلی در ایجاد پیوند بین دو سطح مختلف عوامل متعددی دخیل هستند که می‌توان بطور کلی آنها را به سه دسته تقسیم نمود:

۱- آن دسته از عواملی که مربوط به خود ماده Adhesive می‌شوند.

۲- عواملی که به سطوحی که قرار است به هم متصل شوند (یعنی Adherends) مربوط می‌شوند.

۳- عوامل محیطی و شرایط محیطی محل قرار گرفتن این سه ماده (دو ماده Adherend وAdhesive)

حاصل مطالعات انجام گرفته در رابطه با عوامل مربوط به Adhesive حکایت از آن دارد که برای به هم چسبیدن دو ماده، عوامل فیزیکی و شیمیایی هر دو دخیل می‌باشند (۶،۵،۴).

آنچنان که مشخص است در صورتی که پیوند، حاصل عوامل فیزیکی مثل پیچ، اندرکات یا خلل و فرج سطحی باشد، نوع آن مکانیکی و در صورتی که «جاذبه مولکولی» و در سطح اتمی بین دو ماده برقرار گردد، پیوند شیمیایی خواهد بود (۴).

برای این که ماده Adhesive (که از این به بعد



[ Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2024-09-24 ]

«چسب» نامیده می‌شود) بتواند خلل و فرجهای سطحی موجود در سطوح Adherend را پر نماید، دو عامل مهم وجود دارد: در وهله اول میزان Flow و خواص رئولوژیکی چسب و در وهله بعد میزان «کشش سطحی» Adherend.

در صورتی که چسب بتواند به راحتی روی سطح جامد یک Adherend جریان یابد و تمام سطح آنرا در برگیرد، اصطلاح «قابلیت خیس‌کنندگی» (Wettability) بالایی برای آن در نظر گرفته می‌شود و اگر چسب بتواند سطح Adherend را به دلیل پایین بودن انرژی سطحی آن «خیس» نماید در آن صورت بین چسب و سطح، چسبندگی ناچیزی به وجود می‌آید که دلیل اصلی آن همانا قابلیت خیس خورندگی پایین سطح و یا بالابودن «انرژی سطحی» چسب نسبت به سطح می‌باشد (۴).

وجود هرگونه آلودگی در سطح (Adherend) حتی در مقیاس مولکولی(۱)، سبب کاهش «انرژی سطحی» Adherend می‌شود و قابلیت خیس‌خورندگی آن را کاهش می‌دهد (۴). این که یک سطح تا چه حد توسط چسب «خیس» می‌شود، بستگی به «زاویه تماس» (Contact Angle) بین چسب و آن سطح دارد؛ این زاویه در محل تماس بین چسب و سطح به وجود می‌آید و مؤید قدرت «خیس‌شوندگی» سطح و «خیس‌کنندگی» چسب می‌باشد (۴) و در واقع میزان انرژی سطحی دو ماده «چسب و سطح» را نشان می‌دهد.

بطور کلی هر قدر مقدار زاویه تماس کوچکتر باشد، چسب قدرت خیس‌کنندگی بیشتری خواهد داشت و چسبندگی محکمتری حاصل می‌شود (۷).

آنچه از کل مفهوم جمله‌های فوق بر می‌آید، تأثیر بسزای عوامل فیزیکی متعددی در رابطه با «چسب» و Adherend می‌باشد؛ با این وجود یک Adhesive خوب از خواص دیگری نیز باید بهره‌مند باشد تا بتواند نقش خود را به درستی ایفا نماید. این خواص مربوط به خواص مکانیکی آن می‌شوند که در این رابطه بطور نسبتاً کاملی در مقاله قبل در مبحث سیر تحقیقات انجام گرفته، بحث شد.

## عوامل مربوط به سطوح Adherend

نقش Adherend نیز همانند Adhesive در ایجاد پیوند بسیار اساسی است و قابل انکار نمی‌باشد. با توجه به این که یکی از سطوح Adherend در دندانپزشکی همیشه سطح دندان می‌باشد، در این قسمت بحث خود را بدان معطوف می‌کنیم.

در رابطه با ایجاد پیوند با سطح دندان مشکلات عدیده‌ای وجود دارد که بطور کلی می‌توان آنها را به چهار دسته تقسیم نمود:

الف ـ پایین بودن ذاتی انرژی سطحی مینا و دیگر اجزای ساختمانی دندان

ب ـ ساختار ناهمگون (Heterogene) و غیریکنواخت نسوج سخت دندان

این واقعیت که نسوج سخت دندان از دو فاز غیر یکسان آلی و معدنی تشکیل شده است، باعث می‌گردد که هر نوع چسبی که برای چسبیدن به این سطوح تهیه می‌شود با اشکال مواجه گردد؛ چرا که بطور طبیعی وجود دو فاز مختلف، از دو سطح «انرژی سطحی» متفاوت برخوردار است و به نظر نمی‌رسد که چسبی که توانایی چسبندگی به فاز را داشته باشد، بتواند بخوبی به فاز دیگر هم چسبندگی پیدا نماید (۸). اهمیت این موضوع از آن جهت است که چنانچه چسب نتواند سطح Adherend را بخوبی «خیس» نماید، مقداری هوا موقع «پخش شدن» چسب در زیر آن محبوس می‌گردد که در نهایت می‌تواند منجر به گسسته شدن اتصال چسب از طریق ایجاد مناطق «پرتنش» و «تمرکز تنش»گردد (۴).

ج ـ وجود تضاریس سطحی و خمشهای فراوان محیطی و عدم یکدستی در نحوه قرارگیری کریستالهای آپاتیت (۸).

وجود میلیونها خش و تضاریس در سطح مینا و عاج کاملاً ثابت شده است (۸). این نقاط خود محلی برای



[ Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2024-09-24 ]

«تمرکز تنش» محسوب می‌شوند.

د ـ وجود آلودگی در سطح

حتی پس از تمیزکردن دقیق دنـدان مقـادیر زیـادی از Debries در سطح آن وجود خواهد داشـت کـه همـگی در کـاهش درجـه خیس‌شـوندگی دنـدان مؤثـر هسـتند(۸،۴)؛ به‌علاوه مشکل آلودگی در سطح با وجود آب در نسج دندان، که بطـور طبیعـی در سـاختار آن مشـارکت دارد، پیچیده‌تـر می‌شود. بعضی از محققین معتقدند که آب مهمترین عـامل در ایجـاد پیونـد مناسـب بـا سـطوح دندانـی می‌باشـد (۶)؛ همچنین مشخص شده است که مقدار آب در نواحی مختلف مینا متفاوت است و از سطح به عمـق کـاهش می‌یـابد(۷). چون آبگیری کامل مینا و دیگر نسوج دندانی ممکن نیست، همواره لایه نازکی از آب در حد مولکولی در سـطح دنـدان وجود خواهد داشت(۴) کـه در پـایین آوردن هـرچـه بیشـتر انرژی سطحی آن کمک زیادی می‌کند.

ه ـ خصوصیت دینامیک و ماهیت پویـا و فعـال سـطح مینای دندان (۶)

خصوصیـت «تعویـض مکـرر یونـهای سـطحی» (Ion – Exchanging) و ماهیت تبادل پویایی یونی مینا با محیط دهان و بزاق سبب می‌شـود کـه چسـب همـواره بـا اشکال مواجه شود؛ چرا که باید بتواند همچون مینا خود را با شرایط متغیر فوق، وفق دهد.

## عواملی محیطی و تاثیر آنها بر چسبندگی و پیوند

وجـود همیشـگی رطوبـت ناشـی از بـزاق، باکتریـهای هوازی و بی‌هوازی مختلف، انواع آنزیمها، پروتئینی، گلیکـو پروتئینها و بسیاری مواد مشـابه دیـگر(۶)، اسـیدیته بشـدت متغیر(۹)،بروز تغییرات مکرر حرارتی (۱۱،۱۰) و ... همگی از عوامل محیطی طبیعی موجود در حفـره دهـان هسـتند کـه بطور طبیعی سیستم‌های چسبنده را متأثر از خود می‌سـازند؛ متأسفانه به نظر می‌رسد که بـر روی ایـن موضـوع و تـأثیر عوامل محیطی تحقیق زیـادی صـورت نگرفتـه باشـد و در این‌بـاره مطـالب بسـیار نـاچـیزی در کتـب مرجـع بچشـم می‌خورد؛ با این وجود نمی‌توان منکر تـأثیر عمیـق شـرایط محیطی در چسبندگی و پیوند شد.

## چه عواملی برچسبندگی چسب و فلز رستوریشن تأثیر می‌گذارند

بطور کلی عوامل زیادی (به جز آنچـه در مـورد دنـدان گفته شد) در مورد سطح Adherend فلزی رستوریشن‌های چسبنده مؤثر می‌باشند.

در این میان نقـش وجـود فازهـای فلـزی مختلـف در آلیاژهای دندانپزشـکی از همـه مـهمتر می‌باشـد. بـه نظـر می‌رسد که چسب مورد استفاده باید بتواند فازهای مختلـف را بطور تقریباً یکسانی «خیس» نمایدَ تا از این طریق بتواند چسبندگی مناسبی با سطح فلزی برقرار نماید.وجود طبیعـی انرژی سطحی بالا در فلزات (۴) سبب می‌شود تـا از آن بـه عنوان عامل مثبتی یاد شود ولی تضاریس بسیار زیادی کـه بطور طبیعی در سطح فلزات دندانپزشکی و بخصوص انـواع PFM (۱۲)(که معمولاً در تهیه رستوریشن‌های چسـبنده از آنها استفاده می‌شـود) وجـود دارد، خـود مـانعی اساسـی در Wetشدن مناسـب ایـن سـطوح توسـط چسـب می‌باشـد؛ به‌علاوه وجود دانه‌های بسیار درشتی که در ساختار آلیاژهای Base Metal بوضوح مشاهده می‌شود (۱۳) خود می‌توانـد علاوه بر ایجاد تضاریس درشت سطحی با ایجاد تخلفـهای درشت مسببات بروز تمرکـز تنـش را در محـل چسـبندگی چسب با این فلزات فراهم نماید (۱۴).

## چه نوع Adhesive و چسبی در دندانپزشکی مورد استفاده قرار می‌گیرد؟

پـس از سـال ۱۹۳۷ و بـا معرفـی پلیمرهـا بـه عـالم دندانپزشـکی(۱۵) اسـتفاده‌های گسـترده‌ای از آنـها در دندانپزشکی به عمل آمده است. سهولت استفاده و کـاربری، خواص رئولوژیکی مناسب، قابلیت شکل‌پذیری و در نـهایت زیبایی تقریباً تنها مختص به پلیمرها می‌باشد.

تقویت پلیمرها به مـوادی تحـت عنـوان کـامپوزیت در



[ Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2024-09-24 ]

سالهای دهه ۶۰ میلادی (۱۶) مسبب بهبود خواص مکانیکی و بهترشدن خواص شیمیایی این مواد شده است. امروزه مقادیری در حد Mpa ۱۰۳ـ۱۶ برای استحکام کششی(۱۷) استحکام فشاری بالغ بر Mpa ۳۰۰ (۱۹،۱۸) و میزان مدول الاستیک در حد ۲۶GPa (۱۸) موجب تمایز کامل این دسته از مواد با موادی تحت عنوان Cement شده است. از همین رو امروز از این دسته از مواد تحت عنوان Adhesive استفاده می‌گردد.

## مکانیزم چسبندگی پلیمرها به مینای دندان

همان‌گونه که گفته شد یکی از مهمترین اصول در ایجاد Adhesion، تمیزبودن سطوح Adherend می‌باشد. وجود آب، مواد آلی یا ذرات ریزی که بطور طبیعی به سطح دندان چسبیده‌اند، بطور کلی مانع از اتصال مناسب چسبهای پلیمری به سطح مینا می‌گردد (۲۰)؛ به منظور غلبه بر این موضوع روش معروف Buonocore (۲۱) که در سال ۱۹۵۵ ارائه شده است، سالهاست که مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این روش از اسیدفسفریک به عنوان یک Cleansing Agent در رابطه با سطح مینا استفاده می‌شود. گرچه اسید ۸۵٪ در روش Buonocore پیشنهاد شده است (۲۱) ولی تحقیقات بعدی به‌عمل آمده نشان داد که محدوده مناسب غلظتی برای اسیدفسفریک بین ۳۰تا ۵۰٪ می‌باشد (۲۳،۲۲).

تحقیقات دیگر نشان داد که به دلیل حل‌شدن نواحی جانبی و کناری منشورهای مینایی و همین‌طور قسمت داخلی آنها سطح مینا دچار خشونت سطحی می‌گردد. مطالعات اولیه حاکی از آن بود که در صورت تمیز و خشک‌بودن این سطوح خشن از «انرژی سطحی» بالایی برای مایعات آلی قطبی برخوردار می‌باشند (۲۵،۲۴).

با تمام اینها مطالعات دیگر حاکی از تشکیل نمکهای فسفات کلسیم بر روی سطح مینا پس از استفاده از اسید بوده است(۲۷،۲۶) که مطالعات جدیدتر نشان‌دهنده آن است که حذف هرچه بیشتر آنها می‌تواند مکانیزم پیوند کامپوزیتها به سطح دندان را بهتر نماید(۲۰).

## مهمترین عامل بروز شکست در رستوریشن‌های چسبنده

آنچنان‌که قبلاً هم گفته شد، شایعترین و شاید مهمترین عامل شکست در رستوریشن‌های چسبنده وقوع Debonding گزارش شده است. مطالعات موجود حاکی از آن است که پدیده شکست به صورت Debonding به چند صورت اتفاق می‌افتد(۲۹،۲۸):

الف ـ در محل اتصال چسب با Adherend

ب ـ در خود چسب

ج ـ مخلوطی از هر دو نوع

د ـ در داخل Adherend

به شکستی که در حالت «الف» رخ می‌دهد، Interfacial Failure, Adhesive Failure و به شکستی که به شکل «ب» به وجود می‌آید Cohesive Failure اطلاق می‌شود. ذکر این نکته حائز اهمیت است که مفهوم Failure در واقع «گسستگی» و «شکستن» (Disruption, vs. Fracture) می‌باشد؛ به همین دلیل توجه به عامل مکانیکی مهمی به نام Fracture Toughness می‌تواند میزان انرژی لازم برای ایجاد ترک و گسترش آنرا به ما نشان دهد. حاصل مطالعات انجام گرفته در این رابطه حاکی از وجود اختلاف بین مقادیر (Fracture Toughness) ماده کامپوزیت به تنهایی و در مقایسه با محل اتصال آن با Adhenend و مینا می‌باشد(۳۰).

این مطالعات نشان می‌دهند که ماده کامپوزیت در مجاورت مینا از خصوصیات KJC متفاوتی با توده کامپوزیت برخوردار است (۳۰)؛ علت احتمالی این موضوع نیز به متفاوت بودن رفتار Curing ماده در مجاورت مینا یا متفاوت بودن مقدار درصد فیلد در این ناحیه عنوان شده است (۳۱،۳۰)؛ به‌علاوه مطالعات انجام‌شده در مورد نحوه بروز ترک در مینا و میزان KJC آن حکایت از تفاوت میزان



[ Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2024-09-24 ]

انرژی شکست در حالتهای مختلف و وابستگی آن به نحوه آرایش منشورهای مینایی دارد(۳۲)؛ ذکر مطالب فوق از آن جهت اهمیت دارد که ما را بر آن می‌دارد تا ناحیه‌هایی از سطوح پیوندشده را که از KJC کمتری برخوردارند، برای شکست مستعدتر در نظر بگیریم؛ به‌علاوه به نظر می‌رسد که یک عامل اساسی مهم دیگر نیز در جهت Debonding سیستم‌های چسبنده باشد. این عامل مهم همچنان که قبلاً هم در قسمت اول این مقاله عنوان شد Polymerization Shrinkage کامپوزیت حین سفت‌شدن می‌باشد. نشان داده شده است که این «آب رفتگی» طبیعی ناشی از سفت شدن ماده آبکی کامپوزیت می‌تواند تنشهای مخربی در حد شکست در نواحی اتصال چسب با Adherend (مینا یا فلز) به وجود آورد(۳)؛ مطالعات انجام‌شده نشان می‌دهند که وجود تضاریس سطحی در سطح فلز خود عاملی در ممانعت از Wetشدن سطح فلز با چسب کامپوزیتی است و می‌تواند مولکولهای هوا را در ناحیه محبوس نماید (۳۳،۳).

## چه نوع Debonding و گسستگی بیشتر در رستوریشن‌های فلزی چسبنده مشاهده می‌شود؟

با وجود تمام مواردی که تاکنون از آنها صحبت شد ولی اطلاعات موجود حاکی از بروز بیشتر Debonding در رستوریشن‌های فلزی چسبنده در محل اتصال چسب کامپوزیتی با فلز می‌باشند(۳۴،۳۳). همان‌طوری‌که قبلاً هم گفته شد، مطالعات زیادی بر روی بهترکردن پیوندکامپوزیت با فلزات صورت گرفته است و سعی زیادی به عمل آمده تا از طریق قویتر کردن بیشتر کامپوزیت، بهبود ساختار سطحی فلز و گنجاندن ترکیباتی برای پیوند با فلز در کامپوزیت به این مهم دست یابند؛ ولی اطلاعات موجود حاکی از مشکلات زیادی در این رابطه می‌باشد. در یک مطالعه به بررسی نحوه تأثیر تغییرات حرارتی در رستوریشن‌های چسبنده پرداخته شده و به این نتیجه رسیده‌اند که عامل اصلی شکست در واقع اختلاف بین ضرایب انبساط حرارتی فلز، کامپوزیت و مینا می‌باشد(۳۴). این موضوع خود حکایت از تأثیر عامل مهم دیگری در Debonding رستوریشن‌های چسبنده در محل پیوند با فلز است که همانا «حرارت متغیر حفره دهان» می‌باشد.

در مطالعه‌ای دیگر و با استفاده از آنالیز اجزای محدود نشان داده شده است که تأثیر حرارت در رستوریشن‌های چسبنده فلزی بسیار عمیق است و یک تغییرگذاری کوچک در حد ۲ ثانیه نیز می‌تواند سبب بروز ترک در محل اتصال نواحی مختلف پیوند و بخصوص محل اتصال فلز با کامپوزیت را فراهم آورد(۳۵)؛ اطلاعات به‌دست آمده از این مطالعه حاکی از وقوع پدیده‌ای تحت عنوان Thermostatic Phenomenon می‌باشد که طی آن فلز می‌تواند تنش شدیدی را با تغییر درجه حرارت در محل اتصال خود با کامپوزیت به وجود بیاورد(۳۵)؛ بنابراین ایجاد روشی که بتواند در عین ایجاد «چسبندگی بهتر» مانع از پدیده Thermostatic Phenomenons شود، اهمیت پیدا می‌نماید.

بطور کلی از آنچه ذکر شد دو چیز بخوبی قابل استفاده است:

۱- سطح فلز برای ایجاد پیوند با کامپوزیت مناسب نیست و کامپوزیتها نمی‌توانند ارتباط نزدیکی با سطوح فلزی برقرار کنند.

۲- وجود پدیده‌ای به نام Thermostatic Phenomenon می‌تواند در محل اتصال فلز و کامپوزیت نقش مخربی ایجاد نماید.

بنابراین در روش جدید باید عاملی در جهت تأمین این دو موضوع در نظر گرفته شود؛ به‌طوری‌که ضمن بهره‌مند شدن از فلز در سیستم، بتوانیم مشکلات ناشی از وجود آن را نیز تعدیل نماییم. تا به امروز برای این موضوع از سه روش استفاده شده است:

۱- پوشاندن سطح فلز با اکسید قلع و اکسید سیلیکون(۵)

۲- پوشاندن سطح فلز با Spray Opaque (۳۶)



[ Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2024-09-24 ]

۳- پوشاندن سطح فلز با ماده مخصوصی به نام Inzoma (۳۷).

هر سه روش مدعی ایجاد سطح بهتری برای پیوند با کامپوزیت هستند ولی تنها در روش پوشش با اکسید سیلیکون به امکان جلوگیری از تغییرات حرارتی اشاره شده است (۳۸،۵).

از بین روشهای فوق امروزه تنها از روش اکسید سیلیکون استفاده می‌شود و باقی روشها تنها به صورت اشاره و تجربی به کار گرفته شده‌اند و کمتر از آنها صحبت به میان می‌آید.

## بررسی عمیق‌تر روش Silicoating

روش پوشاندن سطح فلز با سیلیکا اولین بار توسط کمپانی Kulzer به جامعه دندانپزشکی معرفی شده است (۵) که در روش قدیمی آن یک لایه نازک از اکسید سیلیکون را به ضخامت ۱۰۰نانومتر (۱ نانومتر = $10^{-9}$ متر) را بر روی سطح فلز با استفاده از حرارت شدید در حد ۳۰۰۰۰ درجه سانتی‌گراد، نشست می‌دادند. در روشهای عمل قراردادن لایه اکسید از طریق روشی موسوم به Tribochemical Process صورت می‌گیرد که به نام Rocatec مشهور شده است (۳۸). بارزترین مشخصه این روش در خصوصیات الاستیکی است که ادعا می‌شود این لایه بسیار نازک از اکسید سیلیکون از آن برخوردار است (۵). ادعا شده است که این خصوصیت الاستیکی می‌تواند تغییرات کرنشی ناشی از تغییرات حرارتی و فشارهای برشی موجود در حفره دهان را حذف نماید (۳۹). مهمترین عیب این روش گرانی وسایل لازم و کوره آن گزارش شده است (۵)؛ به‌علاوه مشاهداتی وجود دارد که نشانگر به وجودآمدن ترکهای ریزی مابین ذرات اکسید سیلیکون در ناحیه تماس با فلز است که سبب نفوذ تدریجی آب می‌شود و می‌تواند به مرور زمان از قدرت و استحکام پیوند بکاهد(۴۰).

نتایج مطالعه دیگری نیز حاکی از وجود طبیعی ماهیت الاستیکی کامپوزیتها نسبت به Adherend و عدم بروز تنشهای مخرب در این مواد حین تغییرات حرارتی طبیعی حفره دهان است و نشان می دهد که لایه نازکی از عایق‌های حرارتی نمی‌توانند مانع خوبی در جلوگیری از انتقال حرارت و پدیده Thermostatic باشند (۳۵)؛ بدین ترتیب مشخص است که استفاده از این روش نیز با اشکالات عدیده‌ای مواجه است .

## اساس بیومکانیک روش جدید

از آنچه ذکر شد مشخص است که استفاده از پدیده پوشش (Coating) با اکسید سیلیکون می‌تواند تا حدودی موفقیت‌آمیز باشد و آنچنان که از متن مقالات نیز استفاده می‌شود، این روش برخلاف آنچه که مدعی است با مشکلات نظیر: نازکی شدید لایه اکسید و عدم کنترل انتقال حرارت، ترکهای زیر سطحی و پدیده تلاشی هیدرولیتیک، گرانی وسایل و لوازم کار همراه می‌باشد؛ بنابراین به نظر می‌رسد که با وجود اهمیت لایه Coating، این لایه باید از سه خاصیت مهم زیر بهره‌مند باشد:

۱- به وسایل گران‌قیمت نیازی نداشته باشد.

۲- به اندازه کافی ضخیم باشد تا مانع از انتقال حرارت گردد.

۳- بطور طبیعی از پیوند مناسبی با فلز برخوردار باشد و دچار تلاشی هیدرولیتیک نیز نگردد.

به نظر می‌رسد که این سه خصوصیت از طریق استفاده از سرامیکها عملی باشد؛ لذا تحقیق در این رابطه لازم و ضروری بود.

## بررسی تحقیق بر روی نحوه پیوند فلز و کامپوزیت با پرسلن

با ارائه اصول اولیه و تئوری نحوه پیوند شیشه با فلز در دهه ۴۰ میلادی (۴۲،۴۱) و استفاده آن در دندانپزشکی در اواخر دهه ۵۰ میلادی توسط Weinstein (۴۳) روش پیوند چینی با فلز صورت واقعیت به خود گرفت. ذکر تمامی مواردی که در پیوند پرسلن با فلز نقش دارند، خود مبحث مفصلی است که در این مقاله نمی‌گنجد ولی آنچنان‌که



[ Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2024-09-24 ]

مشخص است و از مفاد اطلاعات موجود بر می‌آید استحکام بالای پیوند پرسلن با فلزات PFM تا بیش از ۱۰۰Mpa می‌باشد (۴۴)؛ همچنین مطالعات انجام‌شده حکایت از وقوع یک نوع «پیش‌تنش» ویژه در محل اتصال با فلز در چینی می‌باشد(۴۵)؛ بطوری که ثابت شده این پیش‌تنش در جهت حفظ پیوند با فلز عمل می نماید(۴۵). در کل به نظر می‌رسد که اطلاعات موجود حاکی از قدرت پیوند مناسب بین فلز و پرسلن می‌باشد؛ از طرفی مطالعات انجام‌شده در زمینه نحوه اتصال کامپوزیتها با پرسلن مؤید قدرت پیوندی مناسبی بین این دو می‌باشد (۴۶).

این مطالعات و مطالعات مشابه حاکی از قدرت پیوندی در حدود ۱۴ـ۲۶Mpa استفاده از Silane هستند(۴۷،۴۶)؛ با تمام اینها نشان داده شده است که در بیشتر موارد شکست بصورت Debonding و در محل اتصال کامپوزیت با پرسلن اتفاق می‌افتد (۴۶).

همچنین نتایج حاصل از کار آزمایشگاهی Turner (۳۶) حکایت از آن دارد که حتی در صورت عدم استفاده از Silane استحکام پیوند برشی رستوریشنی که با Spray Opaque سطح فلزی آن اندوده شده است به ۳۲/۹MPa بالغ می‌شود که خود حاکی از آن است که می‌توان سطح اپک را بدون Silane هم مورد استفاده قرار داد.

## نقش پرسلن در جلوگیری از انتقال حرارت

تا همین اواخر نقش لایه چینی در تعدیل تنشهای ناشی از انتقال حرارت معلوم نبود. در جدیدترین مطالعه‌ای که در این زمینه انجام شده است تأثیر عمیق و مثبت لایه نازکی از چینی تنها به ضخامت ۷۰میکرومتر در جلوگیری از تنشهای حرارتی و تعدیل آنها به نمایش گذاشته شده است (۴۸)؛ این مطالعه که به طریق آنالیز اجزای محدود انجام شده، نشان می‌دهد که چینی می‌تواند میزان تنشهای مخرب حرارتی ایجادشده در فلز سیستم‌های چسبنده را بخوبی بر روی خود متمرکز نموده و آن را تا حدود زیادی تعدیل نماید(۴۸) و در نهایت نیز می‌توان به جرأت گفت که روش پرسلن‌گذاری که سالهاست در پروتز مورد استفاده قرار می‌گیرد، روش بسیار کم هزینه‌ای است و بنا به همین دلیل می‌توان در نظر گرفت که سه اصل مورد نظر ما در ابتدا تأمین شده است.

## نکاتی در مورد نحوه انجام روش جدید

با استناد به مطالعات انجام گرفته استفاده از لایه نازکی از اپک پرسلن به روش معمولی قابل اتکا بوده و می‌توان انتظار داشت که روش موفقیت‌آمیزی باشد. در این رابطه چند نکته حائز اهمیت است:

۱- استفاده از اپک پرسلن می‌تواند پوشش مناسبی را برای فلز به وجود آورده و باعث تعدیل اثرات انتقال حرارت در رستوریشن‌های چسبنده شود.

۲- حرارت اپک بر روی فلز به علت اثرات مناسب مربوط به انتقال نور می‌تواند تا حدود زیادی جلوی پدیده Show through را بگیرد (۵)

۳- استحکام پیوند اپک پرسلن با کامپوزیت حتی بدون استفاده از سایلان (Silane) در حد بالایی گزارش شده است (۳۶).

۴- استحکام پیوند اپک پرسلن با فلز در حد بسیار بالا و در بعضی مواقع بیش از ۱۰۰MPa گزارش شده است (۴۴).

۵- با توجه به این که مطالعات جدید حاکی از تجمع تنش در محل فلز و بروز پدیده Thermostatic Phenomenon می‌باشد (۳۵) می‌توان انتظار داشت که استحکام پیوند بالای پرسلن با فلز بتواند تنشهای مخرب به وجود آمده در فلز رستوریشن را جبران بنماید. این موضوع اخیراً در یک مطالعه نشان داده شده است(۴۸).

هرچند که این روش مزایای شایان توجهی دارد ولی معایبی نیز دارد که در زیر به آنها اشاره می‌شود:

۱- ایجاد لایه نازک پرسلن با ضخامت یکدست بسیار



[ Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2024-09-24 ]

مشکل است.

۲- مطالعات نشان می‌دهند که محل Debonding بیشتر در محل تماس کامپوزیت با پرسلن است (۴۶).

۳- استفاده از پرسلن حتی به ضخامت ناچیزی در حدود ۷۰میکرومتر به معنای عدم Fitness کامل رستوریشن می‌باشد.

در نهایت با توجه به مطرح بودن بحث پیوند پرسلن با فلز، لازم است تا تمام نکاتی که در حین پرسلن گذاری رستوریشن‌های معمولی PFM انجام می‌شود در اینجا نیز رعایت گردد؛ بدین معنی که تمیز بودن سطح فلز در تمامی موارد و عاری‌بودن آن از آلودگیهای سطحی و چربی بسیار حائز اهمیت است. فلز می‌بایستی قبل از پرسلن‌گذاری مورد Oxidizing Heat Treatment قرار گیرد که به نظر می‌رسد روش Weiss از تمامی روشهای دیگر مناسبت‌تر باشد (۴۹)؛ علاوه بر این باید توجه داشت که در این روش هدف از اپک‌گذاری مخالف و مغایر با آنچه در رستوریشن‌های PFM گفته شده است، می‌باشد؛ بدین معنی که نیازی به قراردادن لایه ضخیمی از اپک به ضخامت ۰/۳ تا ۰/۵ میلی‌متر که در روشهای معمولی از آن صحبت می‌شود، نیست؛ همچنان که نشان داده شده است (۴۸) لایه بسیار نازکی از اپک در حد ۷۰میکرومتر در این روش کفایت می‌کند؛ با این وجود در اینجا بهتر است مطابق با روش ارائه شده توسط Mc Lean (۵۰) تنها یک لایه نازک از اپک را به نام Wetting Layer (۵۰) مورد استفاده قرار داد و روش عمل مطابق با روش Mc Lean و به صورت ایجاد سطح خشن در این لایه می‌باشد.

## خلاصه و نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه که به صورت یک مقاله مروری تنظیم شده است، انجام شده است، معرف یک روش جدید در آماده سازی سطوح فلز در رستوریشن‌های چسبنده می‌باشد که بر پایه تئوری آزمایشگاهی Turner (۳۶) قرار گرفته است. همچنان که مطالعات ما نشان می‌دهد، این روش می‌تواند نوید دهنده استفاده بهتر و پردوام‌تر رستوریشن‌های چسبنده از نوع Resin Bonded Bridges باشد. بر همین اساس از سال ۱۳۷۱ اقدام به کاربرد کلینیکی این روش در دانشگاه علوم پزشکی تهران شده است که نتایج آن به صورت مشروح طی مقاله جداگانه‌ای و در قسمت سوم از همین مقاله ارائه خواهد گردید.

## منابع:


1- Barrack G. Etched cast restorations in Preston JD (eds): Perspective in Dental Ceramics, Proceeding of fourth ISQ in ceramics. 1988:305

2- Zidan O. Etched Base - Metal Alloys: Comparison of relief patterns, bond strength and fracture modes. Dent Mater 1985; 1: 202-213.

3- Uerzijden CWGJM, Feilzer AJ, Creugers NHJ, Davodspm CL. The Influence of polymerization shrinkage of resin cements on bonding to metal. J Dent Res 1992; 71: 410.

4- Phillips RW. Skinners science of dental materials. 8th ed. Philadelphia: W.B Saunders;1982:Chapt 2.

5- Tag WM. Resin- bonded bridges eds. Marlin Dunl l2. 1992: Chapt 1.

6- Wilson AD, Mclean JW. Glass-ionomer cement eds. Chicago:Quintessence; 1998: chapt 6.

7- Williams RAD, Elliote JC. Basic and Applied Dental Biochemistry. 2nd ed. London: Churcill Livingstone; 1989: Chapt 16.

8- Phillips RW. Advances in Adhesive restorative dental materials. J Dent Res 1966; 45: 1662.

9- Mccabe JF. Applied Dental Materials. 7th ed. London: Blockwell Scientific 1990: Chapt 1.

10- Brown WS, Jacobs HR, Thompson RE. Thermal fatigue in teeth. J Dent Res 1979; 51: 461.

11- Llogd BA, Mcginley MB, Brown WS. Thermal stress in teeth. J Dent Res 1978; 570- 571.

12- Mclean JW. The Science and Art of Dental Ceramics. eds. Vol II. Chicago: Quintessence; 1980.

13- Lewis AJ. The Mechanism of tensile failure in a nickel- base casting alloy. J Dent Res 1977; 56: 631.




[ Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2024-09-24 ]

14- Aquilino SA, Diaz Arnold AM, Krueger GE. Tensile bond strengths of an electrolytically and chemically etched base metal. Int Prosthodont 1990; 3:93.
15- Sweeney WT, Paffenbarger GC, Beall JR. Acrylic resins for dentures in classic prosthodontic articles. A collectors item. The American Colledge of Prosthodontists 1979; Vol. III:189.
16- Bowen RI. Adhesive bonding of various material to hard tooth tissues bonding to dentin promoted by a surface - acid CO- monomer. J Dent Res. 1965; 44: 895.
17- Corelick L, Kamen S. An improve technique for fixed– bonded bridges work. J Prosthodont 1977; 2: 90.
18- Simonsen RJ. The Acid- etch technique in fixed prostheses an update. Quint Int 1980; 9: 33 (Part I).
19- Simonsen RJ. The Acid- etch technique in fixed prostheses: An update. Quint Int 1980; 10: 27 (Part II).
20- Beech SDR, Hardwick JL. Mechanism of adhesion of polymers to acid.etched enamel. J Oral Rehbail 1978; 5: 69-80.
21- Buonocore MG. A simple method of increasing adhesion of acrylic filling materials to enamel. J Dent Res 1955; 50: 1517.
22- Newman GV. Epoxy Adhesives for orthodontic attachments: progress report. Am J Orthodont 1985; 51: 901.
23- Silverstone LM. Fissure sealant. Caries Res 1974; 8: 2.
24- Newman GV, Snyder WH, Wilson CE. Acrylic adhesives for bonding attachments to tooth surfaces. Angle Orthodontist 1968; 38: 12.
25- Retief DH. A comparative study of Z etching solutions. J Oral Rehabil 1974; 1: 381.
26- Nelson SR, Till MJ, Hinding JR. Comparison of materials and methods used in acid etch restorative procedures. JADA 1974; 89: 1123.
27- Chowm LC; Brown WE. Formation of caph 4 2H2O in tooth enamels an intermediate product in topical fluoride treatments. J Dent Res 1975; 54:65.
28- Roberts JC; Powers JM, Craig RG. Fracture toughness of composite and unfilled restorative Resins. J Dent Res 1977; 56: 470.
29- Lloyd CH. Resistance to fracture in posterior composites. Br Dent J 1983;155: 411.
30- DE Groot R, Vanelst HC, Peters Mcrb. Fracture- mechanics parameters of the composite- enamel bond. J Dent Res 1990; 69: 31.
31- DE Groot R, Van Elst HC, Peters Mcrb. Fracture mechanics parameters for failure predication of composite resins. J Dent Res 1988; 67: 919.
32- XV HHK, Smith DT, Jahanmir S, Romberg E, Kelly JR, Thompson UP, Rekow, ED. Indentation damage and mechanical properties of homan enamal and dentin. J Dent Res 1998; 77: 472.
33- Wictorin L, Qilo G, Ohlson NG. Retentive strength of dental composite to metal surface. Acta Odontol Scand 1989; 47: 185.
34- Kanoy BCF, Sturdevant JR, Brantley CF. Thermal effects on retention of resin- bonded retainers. Dent Mat 1986; 2: 67.
۳۵- آذری، عباس؛ گرامی پناه، فریده .بررسی اثر تغییرات حرارتی طبیعی حفره دهان بر مکانیزم وقوع شکست در رستوریشن‌های فلزی چسبنده از نوع Resin – Bonded Bridges شماره ۱۴۳. پروتزهای متحرک. دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران. سال ۱۳۷۳
36- Turner CH, Sinclair L. Sprayed opaque porcelain as a retentive surface for resin- bonded restorations. Int J Prosthodont 1990; 3: 384.
37- Wutanabe F, Powers JM, Lorey RE. Invitro bonding of prosthodontic adhesive to dental alloys. J Dent Res 1988; 67: 479.
38- Guggenberger R. Das rocatec- system- haftong durch tribochemische beschichtong. Dotsche Zahnarztliche Zeitschrift. 1989; 11: 44.
39- Hansson O. The silicoater technique for resin- bonded prosthesse- clinicaland laboratory procedures. Quint Int 1989; 20: 85.
40- Rey Y, Kaiser DA, Malone WFP. Garcia- Godoyf: Shear bond strengths and scanning electron microscope evaluation of three different retentive method for resin- bonded metaines. J Prosthot Dent 198l; 59: 568.
41- Holl AW, Burger EF. Glass to metal seals. Physics 1934; 5: 384-405.



[ Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2024-09-24 ]

42- Kohl WH. Glass to metal sealing. Materials and techniques for electron tobes. Newyork: Reinhold; 1960: 394: 469.
43- Tuccillo JJ, Cascone PJ. The evolution of porcelain- fused - to - metal (PFM) alloy systems in Mclean JW. Dental ceramics. Proceedings of the first international sysposium on cermics. Chicago: Quintessence;1983: 342.
44- Moffa JP: Phgsica and mechanical properties of gold and base metal alloys in valega TM: Attentive to gold alloys. Conference Proceedings 1977:81.
45- Mackert JR. Effects of thermally induce changes on porcelain- metal compatibility in preston JD: Perspectives in dental ceramics. Proceedings of the fourth international symposium on ceramics. 1988: 53.
46- Calamia JR. Rationale for etched porvelain restorations in preston JD: Perspectives in dental ceramics. Proceedings of the fourth in international symposia's on ceramics. 1988: 315.
47- HSV, CS, Stangel, I, Nathanson D. Shear bond strengths of resin to etched porcelain. J Dent Res 1985 (Abstract)1095
۴۸- علایی، فرامرز؛ نیکزاد، سکینه .بررسی اثر لایه اپک پرسلن بر ترمودینامیک Resin -Bonded Bridges شماره ۱۹۷ پایان‌نامه فوق دکتری. دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی سال ۱۳۷۷
49- Weiss P. State of the art metal ceramics. utilizing Nickel- Chromium superallogy fram Works in Mclean JW (ed): Dental ceramics: Proceeding of the first IQS symposium. Chicago: Quintessence; 83.
50- Mclean, JW. The metal- ceramic restoration. Dent Clin North Am 1983; 4:742.



[ Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2024-09-24 ]