بررسی تأثیر روش recycling شیمیایی بر روی استحکام برشی پیوند براکت های فلزی ارتودنسی

دکتر فرزین هروی[†]*- دکتر رویا ناصح**

*استادیار گروه آموزشی ارتودنسی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد

**استادیار گروه آموزشی ارتودنسی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی قزوین

Title: The effect of chemical recycling on shear bond strength of orthodontic metal brackets

Authors: Heravi F. Assistant Professor*, Naseh R. Assistant Professor**

Address: *Department of Orthodontics, Faculty of Dentistry, Mashhad University of Medical Sciences **Department of Orthodontics, Faculty of Dentistry, Qazvin University of Medical Sciences

Background and Aim: Recycling of brackets can significantly reduce the price of fixed orthodontic appliances but if the bond is more prone to failure during treatment, this potential benefit will disappear. The aim of this study was to investigate the effect of chemical recycling on bond strength of metal orthodontic brackets and failure pattern of recycled brackets.

Material and Methods: In this experimental study Instron machine was used to measure shear bond strength (SBS) of brackets in two stages on 60 human maxillary first premolars using No-Mix composite. Shear bond strength and pattern of failure were compared between recycled and new brackets in two stages. Data were analyzed by ANOVA and Duncan tests. Adhesive Remnant Index was evaluated in different groups by Pearson Chi-square test. $P<0.05$ was considered as the limit of significance.

Results: Statistical analysis showed that the mean values of SBS for new bracket group was 12.00 MPa and for recycled group and double recycled group, 9.94Mpa and 10.00 MPa respectively**.** A significant reduction (about 18%) in bond strengths of brackets was observed at the first time of recycling. Recycling at the second time had no significant influence on the bond strength. Pattern of bond failure of these brackets showed that a great amount of residual adhesive material was remained on the teeth surfaces after debonding of recycled brackets which indicates that cleaning the teeth surfaces after debonding of recycled brackets is more time consuming.

Conclusion: Based on the results of this study, before using recycled brackets, several advantages and disadvantages must be considered.

Key Words: Metal bracket; Chemical recycling; Shear bond strength

Journal of Dentistry. Tehran University of Medical Sciences (Vol. 18; No 4; 2006)

چکیده

زمینه و هدف: recycling براکت‌ها به دلیل کاهش قابل توجه هزینه دستگاه‌های ثابت ارتودنسی، از دیرباز مورد توجه متخصصان ارتودونسی بوده است. با این وجود اگر باند این براکت‌ها در طی درمان مستعد شکست شود، این مزیت اولیه از بین می‌رود؛ بنابراین داشتن اطلاعات کافی در این زمینه ضروری به نظر می‌رسد. مطالعه حاضر با هدف ارزیابی تأثیر روش recycling شیمیایی بر روی

[†] مؤلف مسؤول: نشانی: مشهد- دانشگاه علوم پزشکی مشهد- دانشکده دندانپزشکی- گروه آموزشی ارتودنسی

تلفن: ۵-۸۸۲۹۵۰۱ پست الکترونیکی: f-heravi@mums.ac.ir

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2024-11-24]

استحکام برشی پیوند براکت‌های فلزی ارتودنسی و تعیین الگوی شکست این براکت‌ها انجام شد.

روش بررسی: در این مطالعه تجربی، ۶۰ دندان پره‌مولر اول تازه کشیده شده فک بالا، بااستفاده از کامپوزیت No-Mix مورد مطالعه قرار گرفتند؛ به نحوی که در دو مرحله استحکام برشی پیوند براکت‌های recycled و بررسی الگوی شکست آنها اندازه‌گیری و با براکت‌های نو مقایسه شد مقادیر به دست آمده با استفاده از آزمون ANOVA و Duncan مقایسه و محل شکست پیوند با استفاده از آزمون Pearson Chi-Square مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. P<۰/۰۵ به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: میانگین استحکام پیوند گروه براکت نو، ۱۲/۰۰ مگاپاسکال، براکت recycled، ۹/۹۴ مگاپاسکال و براکت‌هایی که دوبار recycle شده بودند، ۱۰/۰۰ مگاپاسکال بود. ارزیابی شاخص Adhesive Remnant Index (ARI) نشان داد که در براکت‌های نو، اغلب کامپوزیت بر روی براکت و در گروه recycled بیشتر بر روی سطح دندان قرار داشت. پس از دفعه اول recycling، کاهش معنی‌داری (حدود ۱۸٪) در استحکام پیوند براکت‌های فلزی دیده شد؛ ولی recycling بار دوم تأثیری در میزان استحکام پیوند براکت‌ها نداشت. میزان کامپوزیت باقیمانده بر روی سطح دندان بعد از جدا نمودن براکت‌های recycled، به طور معنی‌داری، بیشتر از براکت‌های نو بود که نشانه صرف زمان بیشتر برای تمیز نمودن بعد از debonding این براکت‌ها بود.

نتیجه‌گیری: باتوجه به نتایج مطالعه حاضر، قبل از اقدام به استفاده از براکت‌های recycled، جنبه‌های متفاوت مزایا ومعایب آن باید درنظر گرفته شود.

کلید واژه‌ها: براکت فلزی؛ recycling شیمیایی؛ استحکام برشی پیوند

وصول: ۸۲/۱۱/۲۵ اصلاح نهایی: ۸۳/۱۰/۲۹ تأیید چاپ: ۸۴/۰۸/۱۶

مجله دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران (دوره ۱۸، شماره ۴، سال ۱۳۸۴)

مقدمه

Recycling براکت‌های ارتدنسی از دیرباز مورد توجه متخصصان ارتدنسی قرار گرفته است و در حال حاضر روشهای متعددی به صورت تجارتی یا به طریقه دوپلیکاسیون در مطب برای این منظور وجود دارد (۱).

هدف اصلی روش recycling حذف کامل اضافات مادهٔ چسباننده از براکت بدون صدمه زدن یا تضعیف شبکه ظریف پشت براکت یا تغییر شکل ابعاد شیار براکت می‌باشد. در روشهای تجارتی یا برای سوزاندن رزین باقیمانده از حرارت (حدود ۴۵۰°c) استفاده می‌نمایند و به دنبال آن به منظور حذف اکسید به وجود آمده، الکتروپالیش انجام می‌دهند و یا این که از stripping ماده توسط حلال‌های شیمیایی همراه با لرزشهای اولتراسونیک استفاده می‌شود که در نهایت فقط flash electropolish انجام می‌شود (۱).

Recycling براکت‌ها می‌تواند به میزان قابل توجهی، قیمت اولیه تهیه دستگاه‌های ثابت ارتدنسی را کاهش دهد؛ با این وجود اگر باند این براکت‌ها در طی درمان استعداد بیشتری برای شکسته شدن داشته باشد، این مزیت اولیه از بین می‌رود؛ بنابراین داشتن اطلاعات کافی در مورد استحکام باند این براکت‌ها و مقایسهٔ آنها با براکت‌های نو ضروری به نظر می‌رسد.

Mascia و Chen مطالعاتی بر روی ۱۲۰ براکت سانترال فک بالا از سه نوع مختلف تجارتی که به دو صورت شیمیایی و حرارتی recycle شده بودند، انجام دادند (۲). هدف آنها ارزیابی هرگونه تغییر در توانایی گیر براکت‌های مختلف بعد از recycling تجارتی بود. نتایج به دست آمده، بیشترین میزان کاهش استحکام پیوند را معادل ۳۵٪ نشان داد. آنها متذکر شدند که این کاهش ممکن است به دلیل الکترو پالیش بعد از حذف اضافات کامپوزیتی باشد؛ همچنین عمل recycling بر اساس تنوع طرح براکت‌ها، اثرات متفاوتی بر آنها دارد.

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2024-11-24]

Wheeler و Ackerman به منظور اندازه‌گیری تغییرات صفحه مش‌دار پشت براکت با روش recycling حرارتی و بررسی استحکام کششی پیوند براکت‌های نو و recycled و ارتباط آنها، مطالعاتی را بر روی ۴۰ براکت و دندان پره‌مولر انجام دادند (۳). نتایج به دست آمده نشان داد، قطر هر یک از رشته‌های سیمی مش براکت در اثر عمل recycling حرارتی حدود ۷٪ کاهش یافته و به طور کلی استحکام کششی پیوند براکت‌های نو بیشتر از استحکام کششی پیوند همان براکت‌ها بعد از recycling حرارتی می‌باشد. البته در این مورد هرچند اکثر براکت‌ها کاهشی در استحکام باند کششی داشتند؛ ولی در واقع حدود ۴۳٪ آنها مقادیر افزایش یافته‌ای را نشان دادند. این وضعیت موجب شد این محققان نتیجه‌گیری کنند که کاهش قطر رشته‌های سیمی مش براکت در اثر عمل recycling ارتباطی با تغییر استحکام پیوند براکت‌های نو و recycled ندارد.

Wright و Powers با هدف مقایسهٔ استحکام کششی سیستم‌های مختلف چسباننده ارتدنسی و روش‌های متفاوت آماده سازی (reconditioning) بیس براکت‌ها، مطالعه‌ای را بر روی ۸۰ براکت فلزی سانترال بالا انجام دادند (۴). یافته‌های آنها استحکام پیوند براکت‌های recycled را بین ۴۵–۷۵ ٪ باند اولیه در مورد سیستم‌های خود به خود سخت شونده، نشان داد و برخلاف مطالعه قبلی، آنها کاهش قطر رشته‌های سیمی مش براکت را متأثر از recycling دانستند؛ در ضمن از نظر استحکام پیوند بین سیستم‌های شیمیایی و حرارتی recycling هیچ تفاوتی مشاهده نشد.

Regan و همکاران مطالعاتی را به منظور مقایسهٔ اثر دو روش مختلف recycling بر روی سه نوع مختلف از براکت‌های stainless steel شامل براکت با بیس یکپارچه ریختگی (integral cast bracket/base)، براکت با بیس یکپارچه تراش خورده (integral machined bracket base) و براکت با بیس مش‌دار (foil mesh base) انجام دادند (۵). نتایج این بررسی شامل موارد زیر بود:

۱ـ در باندینگ اولیه، براکت‌های با بیس یکپارچه ریختگی استحکام پیوند بیشتری نسبت به براکت‌های با بیس یکپارچه تراش خورده و براکت‌های با بیس مش‌دار داشتند.

۲ـ Recycling با هریک از دو روش موجب کاهش چشمگیر استحکام پیوند گردید.

۳ـ Recycling حرارتی در براکت‌های با بیس یکپارچهٔ ریختگی استحکام پیوند آنها را بیشتر کاهش داد؛ ولی در مورد براکت‌های دیگر هر دو روش recycling براحتی قابل انجام بود.

۴ـ تفاوت چشمگیری بین استحکام پیوند براکت‌های نو و مستعمل بعد از یک بار recycling دیده نشد.

۵ـ Recycling براکت‌ها تا چهار مرتبه بعد از recycling اولیه از نظر آماری هیچ اثر چشمگیری بر روی استحکام پیوند نداشت.

هدف از مطالعه حاضر، ارزیابی تأثیر روش recycling شیمیایی بر روی میزان استحکام برشی پیوند براکت‌های فلزی و تعیین الگوی شکست براکت‌های recycled بود.

روش بررسی

در این مطالعه تجربی، ۶۰ دندان پره‌مولر اول فک بالا که به دلیل درمان ارتدنسی کشیده شده بودند، مورد بررسی قرارگرفتند. انتخاب دندانها با معیار فقدان پوسیدگی و هیپوپلازی در سطح باکال دندان بود که تا زمان انجام تحقیق در آب، تازه نگهداری شدند.

در این تحقیق براکت‌های فلزی استاندارد اچ وایز پره‌مولر اول فک بالا دارای بیس foil mesh و کامپوزیت No-Mix متعلق به کارخانهٔ Dentaurum آلمان به عنوان ماده چسباننده (adhesive) مورد استفاده قرار گرفت. این بررسی در دو مرحله و در مجموع با ۶۰ بار اندازه‌گیری استحکام

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2024-11-24]

برشی پیوند (shear bond strength= SBS) براکت‌ها به اجرا در آمد. در مرحله اول ۴۰ دندان به صورت تصادفی انتخاب و سطح باکال آنها بعد از تمیز نمودن توسط برس (bristle brush) و مخلوط پودر پامیس و آب (بدون فلوراید و روغن) برای باندینگ براکت‌ها طی مراحل زیر آماده شد:

۱ـ اسید اچ ناحیه، توسط اسید فسفریک ۳۷٪ به مدت ۳۰ ثانیه.

۲ـ شستشوی ناحیه، توسط سرنگ آب (عاری از روغن) به مدت ۱۵ ثانیه.

۳ـ خشک نمودن ناحیه، توسط هوای فشرده و خنک (سشوار با دهانهٔ قیفی شکل و تنگ). به منظور جلوگیری از آلودگی احتمالی با روغن از پوار هوای معمولی برای این منظور استفاده نشد. بعد از آماده سازی، این دندانها در دو گروه مساوی ۲۰ تایی قرار گرفتند.

گروه N: بر روی این دندانها براکت نو باند شد.

گروه R: باندینگ سطح باکال این گروه توسط براکت‌های recycled صورت گرفت.

برای به دست آوردن براکت recycled مقداری از ماده چسباننده بر روی صفحه مش‌دار ۲۰ براکت نو قرار داده شد و پس از setting، این براکت‌ها برای recycling فرستاده شد.* روش recycling مورد استفاده بر طبق گفته عمل کننده به صورت شیمیایی و مراحل آن شامل حرارت مختصر صفحه پشتی براکت و قرار دادن در حلال شیمیایی همراه با لرزش می‌باشد که منجر به حذف اضافات کامپوزیتی می‌گردد. در این مرکز الکتروپالیش براکت recycle شده در مرحله نهایی صورت نمی‌گیرد.

برای باندینگ، پس از آماده سازی سطح مینا تمام براکت‌ها توسط کامپوزیت در یک سوم میانی دندان و برجسته‌ترین نقطه سطح باکال و عمود بر محور طولی دندان (به نحوی که فلش روی براکت در امتداد محور طولی دندان قرار گرفت) باند و اضافات کامپوزیتی اطراف براکت بلافاصله توسط سوند برداشته شد. البته دقت شد که این کار باعث جابه‌جایی و اختلال در setting ماده نشود و هیچ‌گونه کامپوزیت اضافی روی بیس براکت قرار نگرفته باشد. بعد از انجام این مرحله، نمونه‌ها به مدت نیم ساعت به حال خود گذاشته شدند تا setting اولیه مادهٔ چسباننده بدون اختلال صورت گیرد؛ سپس دندانها توسط اکریل خود به خود سخت شونده (self cure) به صورت عمودی در استوانه‌های توخالی مخصوص (jig) ثابت شدند (mounting)؛ به طوری‌که بیس براکت‌ها عمود بر سطح افق قرار گرفت. بعد از mounting، نمونه‌ها حداقل به مدت ۲۴ ساعت (با متوسط زمان ۴۸ ساعت) در انکوباتور°۳۷ در رطوبت ۱۰۰٪ قرار گرفتند؛ سپس استحکام برشی پیوند آنها توسط Instron machine[†] و با استفاده از یک تیغه crosshead استوانه‌ای با سرعت ۵ mm/min به دست آمد.

نیروی لازم برای شکست اتصال براکت/مینا به نیوتن (N) ثبت و سپس با استفاده از مساحت base براکت به مگاپاسکال تبدیل شد. مساحت به دست آمده بیس براکت ۱۰/۹۲ mm^2 بود.

پس از debonding، سطح باکال نمونه‌ها به منظور تعیین میزان مادهٔ چسباننده باقیمانده بر روی سطح مینا با stereomicroscope و بزرگنمایی ۲۵× بررسی و بر اساس شاخص ARI به ترتیب ذیل امتیازبندی شد:

امتیاز صفر= هیچ ماده چسبانندهای روی دندان باقی نمانده است.

امتیاز ۱= کمتر از نیمی از مادهٔ چسباننده بر روی دندان باقی مانده است.

امتیاز ۲= بیشتر از نیمی از ماده چسباننده بر روی دندان باقی مانده است.

امتیاز ۳= تمام ماده چسباننده بر روی دندان باقی مانده

*مشهد ـ خدمات ارتودنسی مرتضی باصفا

[†] آزمایشگاه کارخانجات تولیدی و صنعتی راد فرمان، مشهد.

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2024-11-24]

است و اثرات مش براکت کاملاً مشخص است.

قبل از شروع مرحله دوم، براکت‌های به دست آمده از گروه R برای دومین بار recycled شد. در این مرحله ۲۰ دندان باقیمانده از کل ۶۰ نمونه بعد از آماده سازی سطح باکال به روش ذکر شده در مرحله اول، توسط براکت‌هایی که برای دومین بار recycle شده بودند، باند و mount گردید. این دسته بیست تایی گروه RR نامیده شد؛ سپس استحکام برشی پیوند آنها و تعیین ARI مانند مرحله اول صورت گرفت. مقادیر به دست آمده با استفاده از آزمون ANOVA و Duncan مقایسه و محل شکست پیوند با استفاده از آزمون Chi-Pearson Square در گروه‌های متفاوت مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. $P<۰/۰۵$ به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

مقادیر به دست آمده برای استحکام برشی پیوند (SBS) نمونه‌ها برحسب مگاپاسکال در جدول ۱ نشان داده شده است. بیشترین میزان SBS مربوط به گروه N (mean =۱۲/۰۰ MPa) و کمترین آن مربوط به گروه R (mean =۹/۹۴ MPa) بود. مقایسه میانگین این سه گروه توسط آنالیز واریانس یک عاملی اختلاف معنی دار آماری را بین آنها نشان داد ($P =۰/۰۰۳$). انجام آزمون دانکن با سطح $\alpha =۰/۰۵$ در مقایسه دو به دو گروه‌ها مشخص نمود که بین گروه R و RR اختلاف معنی‌دار نبوده، بلکه تفاوت آماری معنی‌دار بین این دو گروه با گروه N بود (جدول ۲).

نتایج مربوط به بررسی محل شکست پیوند گروه‌ها براساس شاخص ARI در جدول ۲ قابل مشاهده است. برای انجام آزمون Pearson Chi-Square بر روی مقادیر جدول فوق و افزایش اندازه سلولی این آزمون، نتایج فوق در دو شماره متراکم شدند:

شماره ۱ـ کمتر از ۵۰٪ ماده چسباننده بر روی دندان باقی‌مانده باشد (امتیازات ۰ و ۱)

شماره ۲- بیشتر از ۵۰٪ ماده چسباننده بر روی دندان باقی‌مانده باشد (امتیازات ۲ و ۳)

جدول ۲- توزیع فراوانی رتبه‌های شاخص ARI در سه گروه مورد مطالعه

رتبه / گروه	N	R	RR
۰	۰	۰	۰
۱	۸	۳	۸
۲	۱۱	۱۴	۱۱
۳	۱	۳	۱

گروه N: براکت نو گروه R: براکت یک بار recycle شده

گروه RR: براکت دوبار recycle شده

استفاده از آزمون χ^2 نشان داد که در سطح ۵٪ توزیع دو شماره اندکس فوق در ۳ گروه آزمایشی یکسان نبود و بین گروه‌ها اختلاف معنی‌دار آماری دیده شد ($P =۰/۰۲$).

جدول ۱- میانگین استحکام برشی پیوند (SBS) در سه گروه مورد مطالعه

گروه	تعداد	میانگین	انحراف معیار	خطای معیار میانگین	فاصله اطمینان ۹۵٪		حداقل	حداکثر
					حد پایین	حد بالا		
N	۲۰	۱۲/۰۰۱۵	۲/۴۷۵۶	۰/۵۵۳۶	۱۰/۸۴۲۹	۱۳/۱۶۰۱	۸/۸۱	۱۸/۰۴
R	۲۰	۹/۹۴۴۰	۱/۹۱۷۹	۰/۴۲۸۹	۹/۰۴۶۴	۱۰/۸۴۱۶	۶/۷۱	۱۳/۰۱
RR	۲۰	۱۰/۰۰۷۰	۱/۸۱۹۴	۰/۴۰۶۸	۹/۱۵۵۵	۱۰/۸۵۸۵	۶/۷۱	۱۳/۸۵

گروه N: براکت نو گروه R: براکت یک بار recycle شده گروه RR: براکت دوبار recycle شده

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2024-11-24]

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر، تأیید کننده نتایج تمامی بررسی‌های قبلی در این زمینه می‌باشد؛ هرچند که درصد کاهش استحکام پیوند در مطالعات مختلف و بسته به براکت‌ها و روش recycling مورد استفاده، متفاوت بوده است.

Masica و Chen کاهش استحکام پیوند را حداکثر تا ۳۵٪ (۲)، Wright و Powers حدود ۳۰٪ (۴) و Regan و همکاران این میزان را در حدود ۳۰٪ گزارش نمودند (۵).

باتوجه به اینکه از دست رفتن مستقیم ماده در طی الکتروپالیش پروسهٔ recycling می‌تواند منجر به کاهش اندازه (۴،۲) و تأثیر بر اجزا گیر بیس (۴،۵) براکت گردد، عدم انجام الکتروپالیش در روش مورد استفاده در این تحقیق می‌تواند توجیه کننده کاهش کمتر در استحکام پیوند (حدود ۱۸٪) نسبت به باندینگ اولیه باشد.

یک سیستم براکت/مادهٔ چسباننده کارا، باید استرسی معادل ۶ –۸ مگاپاسکال را تحمل نماید (۶). از طرف دیگر تحقیق Regan و همکاران نشان داد که تفاوت چشمگیری میان استحکام پیوند براکت‌های نو یا استفاده شده در کلینیک بعد از یک بار recycling مشاهده نمی‌شود (۵)؛ بنابراین با توجه به این مطالعات و یافته تحقیق حاضر (R گروه SBS = ۹/۹۴± ۱/۹۱ MPa) می‌توان نتیجه گیری نمود که انجام recycling شیمیایی بر روی براکت‌های مستعمل کلینیکی منجر به استحکام پیوند در محدوده قابل قبول می‌گردد. شایان ذکر است، recycling می‌تواند بر روی خصوصیات ساختمانی براکت از قبیل ابعاد slot و استعداد به کروژن نیز تأثیر بگذارد که لازم است در هنگام تصمیم‌گیری برای recycling براکت‌ها علاوه بر استحکام پیوند این موارد نیز مد نظر قرار گیرد.

نتایج مطالعه حاضر تأثیر دومین بار recycling را بر روی استحکام پیوند براکت، چشمگیر ندانست. Regan و همکاران نیز با بررسی چهار بار recycling بعد از recycling اولیه یافته مشابهی راگزارش نموده و هیچ تفاوت آماری معنی‌داری را در استحکام پیوند مشاهده نکردند (۵). آنها با بررسی براکت‌های دارای بیس foil mesh و recycling شیمیایی در پنجمین بار recycling حدود ۰/۹٪ افزایش استحکام پیوند نسبت به اولین بار recycling را مشاهده نمودند. مطالعه حاضر نیز این یافته را تأیید نموده و در دومین بار recycling حدود ۰/۷٪ افزایش استحکام پیوند نسبت به اولین بار recycling مشاهده شد.

در تحقیق حاضر محل شکست اتصال براکت/مینا در ۳ گروه مورد مطالعه براساس ARI اختلاف معنی‌داری را نشان داد. این اختلاف در گروه R نسبت به دو گروه دیگر بارز بود. بیشتر بودن امتیاز ۲ در گروه R احتمالاً به دلیل کاهش اندازه و تأثیر رشته‌های مش بیس براکت در اثر recycling می‌باشد و به همین علت به نظر می‌رسد تمیز نمودن مینا بعد از debonding براکت‌های recycled نیازمند صرف زمان بیشتری در کلینیک است.

بر اساس تحقیق حاضر و با توجه به مقادیر متفاوت گزارش شده از کاهش استحکام پیوند بعد از recycling براکت‌ها، بهتر است قبل از استفاده از براکت‌های recycled روش recycling انجام شده از نظر تأثیر بر روی استحکام پیوند، مورد ارزیابی قرار گیرد؛ همچنین سایر ملاحظات از جمله تغییرات فیزیکی و مکانیکی و نیز ملاحظات اخلاقی، در نظر گرفته شود.

منابع:

1- Zachrisson BU. Bonding in Orthodontics. In :Graber TM, Vanarsdall RL. (eds) Orthodontics: Current Principles and Technique. 3rd ed. Missouri. Mosby-Year Book Inc. 2000; 592.

2- Mascia VE, Chen S. Shearing strengths of recycled direct-bonding brackets. Am J Orthod 1982; 82 211-16.

3- Wheeler JJ, Ackerman RJ. Bond strength of thermally recycled metal brackets. Am J Orthod 1983; 83 (3): 181-86.

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2024-11-24]

4- Wright WL, Powers JM. In-vitro tensile bond strengths of reconditioned brackets. Am J Orthod 1985; 87 (3): 247-52.

5- Regan D, Van Noort R, O'Keeffe C. The effects of recycling on the tensile bond strength of new and clinically used stainless steel orthodontic brackets: an in vitro study. Br J Orthod 1990; 17(2): 137-45.

6- Brantley WA, Eliades T. Orthodontic Materials: Scientific and Clinical Aspects. New York: Thieme Medical Publishers; 2001.

[Downloaded from jdm.tums.ac.ir on 2024-11-24]