Comparative Study for Evaluating the Effectiveness of Two Different Cleaning Methods for Ceramic Veneers Debonded With Er:YAG and Intended for Rebonding

Dr. Rima Saker*
Ayham Halloum**

(Received 29 / 4 / 2025. Accepted 22 / 6 / 2025)

□ ABSTRACT □

Objective: To compare the effectiveness of two cleaning methods -heating at 454ºC for 10 minutes and at 650ºC for 1 minute- each followed by sandblasting for rebonding debonded ceramic veneers.

Materials and methods: Twenty extracted permanent human maxillary central incisors were randomly divided into two groups (n=10). All teath were prepared to receive lithium disilicate veneers. The surfaces of the veneers in the first group were treated with hydrofluoric acid, while in the second group were treated with Er:YAG laser. After bonding, all veneers were debonded using Er:YAG laser. Each group was subdivided based on cleaning methods: heating at 454ºC (10 min) or 650ºC (1 min), followed by sandblasting. Veneer surfaces were examined under stereomicroscope and scanning electron microscope (SEM).

Results: Stereomicroscope examination revealed complete removal of resin cement in all samples. SEM analysis confirmed the absence of residual resin cement and showed no evidence of cracks in the ceramic structure.

Conclusion: Both heating protocols, followed by sandblasting, are effective in completely removing resin cement from the internal surfaces of lithium disilicate veneers making them suitable for rebonding.

Keywords: Ceramic Veneers, Rebonding Ceramic Veneers, Resin Cement Removal, SEM, Er:YAG LASER.

* **Associate Professor - Department of Fixed Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Latakia University, Syria.** rima.saker@tishreen.edu.sy
** **MSc Student - Department of Fixed Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Latakia University, Syria.** ayham.halloum@tishreen.edu.sy

دراسة مقارنة لتقييم فعالية طريقتي تنظيف مختلفتين للوجوه الخزفية المزالة بليزر Er:YAG والمراد إعادة إلصاقها

د. ريمة صقر*
أيهم حلوم**

(تاريخ الإيداع 29 / 4 / 2025. قبل للنشر في 22 / 6 / 2025)

□ ملخّص □

الهدف: مقارنة فعالية طريقتي تنظيف (الإحماء بدرجة 454 لمدة 10 دقائق والإحماء بدرجة 650 لمدة دقيقة) المتبوعتين بالترميل بحبيبات أكسيد الألومنيوم للوجوه الخزفية بعد فك ارتباطها وذلك لإعادة إلصاقها.

المواد والطرائق: تألفت العينة من 20 ثنية علوية دائمة سليمة مقلوعة، قسّمت عشوائياً لمجموعتين رئيسيتين (n=10)، حضرت لاستقبال وجوه من ثنائي سيليكات الليثيوم، عوملت سطوح الوجوه في المجموعة الأولى بحمض فلور الماء وفي المجموعة الثانية بليزر Er:YAG، ثم ألصقت وفُكَّ ارتباطها بليزر Er:YAG. قُسّمت كل مجموعة رئيسية لمجموعتين فرعيتين بالتساوي بحيث نظّفت الوجوه في المجموعة الفرعية الأولى بالإحماء بدرجة 454 لعشر دقائق بينما في الثانية بالإحماء بدرجة 650 لدقيقة، ثم الترميل لكلتا المجموعتين، فُحِصت الوجوه بالعدسة المكبرة لتحري فعالية التنظيف، ثم بالمجهر الالكتروني للتأكد من الإزالة التامة لبقايا الاسمنت وتحري وجود صدوع.

النتائج: أظهرت نتائج الفحص بالعدسة المكبرة نظافة تامة لجميع الوجوه من الاسمنت الراتنجي، كما أظهرت نتائج الفحص بالمجهر الالكـتروني المـاسح عدم وجود أي بقايا اسمنتية أو أية صدوع في بنية الخزف.

الاستنتاجات: تعتبر كلتا طريقتي الإحماء بدرجة 454 لمدة عشر دقائق وبدرجة 650 لمدة دقيقة المتبوعتان بالترميل فعالتان لإزالة كامل بقايا الاسمنت على السطح الداخلي للوجوه الخزفية لإعادة استخدامها.

الكلمات المفتاحية: الوجوه الخزفية، إعادة إلصاق الوجوه الخزفية، إزالة الاسمنت الراتنجي، المجهر الالكتروني الماسح، ليزر Er:YAG.

* أستاذ مساعد – قسم التعويضات الثابتة، كلية طب الأسنان، جامعة اللاذقية، سوريا rima.saker@tishreen.edu.sy
** طالب ماجستير–قسم التعويضات الثابتة، كلية طب الأسنان، جامعة اللاذقية، سوريا ayham.halloum@tishreen.edu.sy

مقدمة:

اكتسبت الوجوه الخزفية انتشاراً واسعاً لتحسين الناحية الجمالية للأسنان الأمامية على اعتبارها تعويضات محافظة ومديدة ذات جمالية عالية.[1] ولكن حصول اختلاطات مثل انكسار الحواف، سوء التلون، سوء توضع الترميم، عدم رضا المريض أو لأسباب أخرى قد يستدعي إعادة تقييم نجاح الوجوه التجميلية.[2]

تم تطوير تقنية جديدة بديلة عن الطريقة التقليدية التي كانت تتم باستخدام الأدوات الدوارة لفك ارتباط الوجوه الخزفية –التي كانت تسبب تخرّبه– وذلك باستخدام ليزر الإربيوم إذ تتميز هذه الطريقة عن الطرق التقليدية بإمكانية إعادة استخدام الوجوه المزالة في حال الحفاظ على سلامتها،[43] فكثير من حالات إزالة الوجوه تكون ناتجة إما عن أخطاء يتم ارتكابها أثناء جلسة التجربة السريرية – كحدوث توضع جزئي للوجوه الخزفية نتيجة زوائد الاسمنت المستخدم في التعويض المؤقت،أو نتيجة خلل في تطبيق الضغط لتثبيت الوجه الخزفي كذلك في بعض الأحيان وبسبب التشابه بين محاقن معاجين التجربة ومحاقن الاسمنت الراتنجي قد يُخطئ الطبيب بينهما عند القيام بتجربة الوجوه الخزفية فلو حدث مثل هذا الخطأ على الأرجح سوف يتصلب الاسمنت الراتنجي عن طريق التنشيط من خلال ضوء الكرسي ويخلق الكثير من الصعوبة لإزالة الوجه، أيضاً قد يحدث تبادل فيما بين الوجوه المتناظرة خلال التجربة نتيجة التشابه بينها – أو نتيجة مشاكل لاحقة قد تحدث كالتغير اللوني التالي لتركيب الوجوه نتيجة خطأ بتقنية الإلصاق أو نتيجة لاستخدام الاسمنتات الراتنجية كيميائية أو ثنائية التصلب والتي يمكن أن تصبح داكنة بمرور الوقت ففي مثل تلك الحالات السابقة يمكننا إعادة استخدام الوجوه نفسها في حال تمت إزالتها بشكل سليم دون إصابتها بأذى أو كسر[4-6].

إن إعادة الاستخدام السريري هذه تتطلب تنظيف السطح الداخلي للوجوه من بقايا الاسمنت الراتنجي[4]، ولكن التمييز والتفريق بين الاسمنت والخزف، وخاصة عندما يكون الاسمنت الراتنجي بنفس اللون يجعل المهمة غير سهلة [7].

استعملت طرق عديدة لإزالة الاسمنت المتبقي بدءاً من الطريقة التقليدية والتي تتم باستخدام السنابل[8,9] والتي يؤخذ عليها خطر أذية الوجه[7] ،وحدوث تصدعات مجهرية قد تكون مرئية تؤثر على بنية وشكل الوجه التجميلي أو الترميل لوحده لمدة طويلة نسبياً والذي أيضاً له آثاره السلبية على الخزف[10]، وكانت الطريقة الأكثر شيوعاً لإزالة الاسمنت عن السطح الداخلي للوجه المزال السليم تتم باستخدام أفران الإحماء أو أفران الخزف ومع ذلك لم يتم تحديد مدة ودرجة حرارة موحدتين لاستخدامهما[7].

من جهة أخرى تؤثر طريقة معاملة السطح الداخلي للوجوه الخزفية بشكل مباشر على قدرة الاسمنت الراتنجي على الارتباط بها، حيث أن تطبيق تقنيات التخريش تؤدي إلى زيادة مساحة الارتباط وتحسين سلوك الترطيب مما يعزز من قوة الالتصاق[11,12]. وبناء على ذلك فإن طريقة معاملة السطح المستخدمة قبل الالصاق قد ينعكس لاحقاً على سهولة أو صعوبة إزالة بقايا الاسمنت بعد إزالة الوجوه مما يسبب تلفها.

يعد اختيار درجة الحرارة عاملاً مهماً ليس فقط في مدى فعالية إزالة بقايا الاسمنت الراتنجي بل أيضاً في التأثير الناتج على البنية السطحية للوجوه الخزفية، حيث أن التغير في درجة الحرارة قد يؤدي إلى اختلاف في آلية تفاعل الاسمنت مع الحرارة مما ينعكس على كفاءة التنظيف، وفي الوقت ذاته قد يُحدث تأثيرات متفاوتة على سطح المادة الخزفية من حيث البنية المجهرية لذلك فإن فهم دور اختلاف درجة الحرارة في هذا السياق ضروري لتحديد بروتوكول تنظيف فعال وآمن لإعادة استخدام الوجوه.[10]

ونظراً لمحدوديات الأدبيات المتعلقة بهذا الموضوع كان الهدف من هذه الدراسة هو المقارنة بين درجتي حرارة ومدتين مختلفين لحرق الاسمنت الراتنجي لتقييم فعاليتهما في إزالة بقايا الاسمنت الراتنجي عن الوجوه الخزفية المعاملة بطريقتين مختلفتين والمزالة لإمكانية إعادة استخدامها وإلصاقها من جديد دون حدوث تأثيرات سلبية.

أهمية البحث وأهدافه:

تعتبر إعادة إلصاق الوجوه الخزفية عملية حساسة جداً فإذا لم تتم إزالة الاسمنت الراتنجي بالكامل فهناك احتمالية لعدم حدوث انطباق جيد وسليم للوجه وبالتالي خطر انكساره، كما قد تفشل طريقة التخريش المستخدمة في تخريش الوجه بشكل مناسب وبالتالي سيحدث فشل في خلق الخشونة المجهرية المطلوبة لتأمين ارتباط جيد تالي بعد فك الارتباط وإعادة الإلصاق، لذا تعتبر عملية تنظيف الوجه الخزفي من بقايا الاسمنت الراتنجي قبل إعادة إلصاقه مهمة جداً لضمان سلامة وثبات وتأمين ارتباط وديمومة للوجه على السطح المينائي.

هدف البحث:

مقارنة فعالية طريقتي تنظيف (الإحماء بدرجة 454 لمدة 10 دقائق والإحماء بدرجة 650 لمدة دقيقة واحدة) المتبوعتين بالترميل بحبيبات أكسيد الألومنيوم للوجوه الخزفية المصنوعة من ثنائي سيليكات الليثيوم والمعاملة بطريقتين مختلفتين والمزالة بالليزر من أجل إعادة إلصاقها باستخدام العدسة المكبرة ×20 والمجهر الالكتروني الماسح وتحري وجود صدوع على السطوح الداخلية للوجوه الخزفية.

طرائق البحث ومواده:

تصميم الدراسة: دراسة مخبرية مقارنة (Comparative In-vitro Study) عشوائية (Randomized)

عينة الدراسة:

تألفت عينة البحث من 20 ثنية علوية بشرية دائمة سليمة مقلوعة لأسباب حول سنية ومتقاربة بالحجم (بطول لثوي قاطعي 11 ملم وعرض أنسي وحشي 9 ملم عند الثلث المتوسط) حفظت ضمن مصل فزيولوجي منذ لحظة قلعها بعد أن تمّ تنظيفها بشكل مناسب، قسّمت العينة عشوائياً بالتساوي إلى مجموعتين رئيسيتين (n=10)، حُضّرت لاستقبال وجوه خزفية مصنوعة من ثنائي سيليكات الليثيوم، بعد صنع الوجوه مخبرياً عوملت سطوح الوجوه في المجموعة الأولى بحمض فلور الماء 9.5% لمدة 90 ثانية في_حين تمت معاملتها في المجموعة الثانية بليزر Er:YAG، ألصقت جميع الوجوه بالاسمنت الراتنجي CHOICE^{TM} 2 Light Cured Veneer cement وفقا لتعليمات الشركة المصنعة. استخدم ليزر Er:YAG وفق النمط غير التلامسي بطاقة 400 mj وتردد 10Hz لفك ارتباطها. قُسّمت كل مجموعة رئيسية بعد ذلك إلى مجموعتين فرعيتين بالتساوي وفقاً لطريقة التنظيف المستخدمة بحيث نُظّفت وجوه المجموعة الفرعية الأولى من خلال الإحماء بالفرن بدرجة 454 لمدة عشر دقائق بينما تم تنظيف وجوه المجموعة الفرعية الثانية بالإحماء بالفرن بدرجة 650 لمدة دقيقة واحدة، وتبع ذلك الترميل بحبيبات أكسيد الألومنيوم والتي اختيرت بحجم 50 ميكرون لضمان التوافق المنهجي مع الدراسات السابقة التي استُمدَّت منها درجات الحرارة المستخدمة في هذه الدراسة، أجري فحص جميع الوجوه بالعدسة المكبرة (Euromex microscope, Netherlands) بتكبير ×20 من أجل تقييم فعالية التنظيف ثم تم الفحص بالمجهر الالكتروني الماسح (Tescan, VEGA II XMmu,

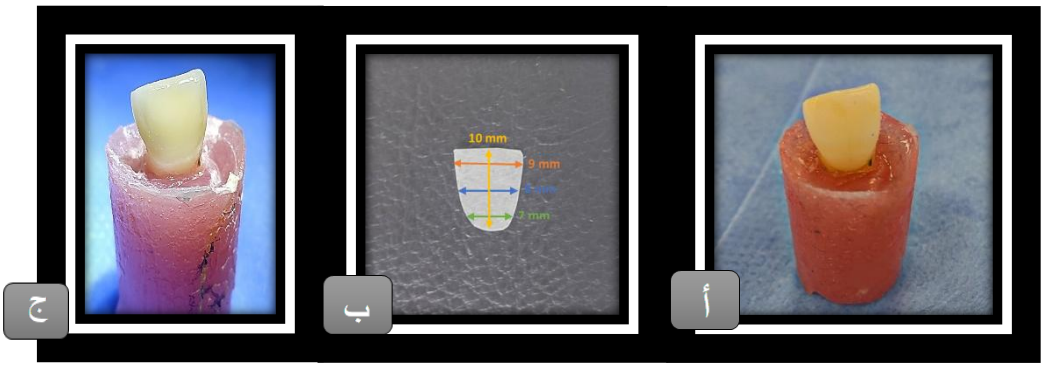
(Czech Republic بتكبير ×1000 و×2000 و×5000 للتأكد من الإزالة التامة لبقايا الاسمنت والتحقق من سلامة الوجوه الخزفية وعدم حدوث صدوع وفق بروتوكول وصفي نوعي يعتمد على ملاحظة وجود أو غياب أية تشققات أو تصدعات في البنية السطحية للوجوه الخزفية دون تصنيف كمي لعمق الصدوع إذ يعد هذا البروتوكول شائعاً في دراسات مماثلة تركز على السلامة البنيوية.

مراحل العمل:

تم تحديد حجم العينة باستخدام برنامج G.Power

تحضير الأسنان:

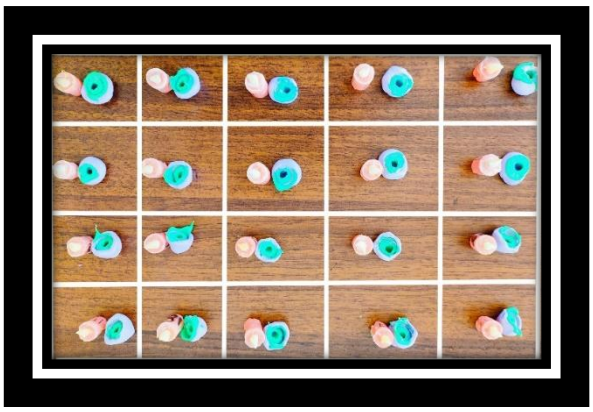
- تم جمع 20 ثنية علوية دائمة بشرية مقلوعة لأسباب حول سنية وخالية من النخر ومتقاربة بالحجم، تم تنظيفها وحفظها في مصل فزيولوجي حتى لحظة استخدامها، تم وضعها ضمن قواعد إكريلية بحيث يبقى التاج و 2 ملم من الجذر مكشوفَين وبحيث يكون سطحها الدهليزي عمودياً على المستوى الأفقي.
- حضرت الأسنان جميعها بمساحة تحضير موحّدة لاستقبال الوجوه الخزفية وذلك بالاعتماد على ترسيم محدد للوجه على ورق الزبدة بطول لثوي قاطعي 10 ملم وعرض أنسي وحشي 9 ملم في الثلث القاطع و 8 ملم في الثلث المتوسط و7 ملم في الثلث العنقي ليتم وضعها على كافة أسنان العينة لتوحيد مساحة السطح المحضرة.
- كما وتم توحيد سماكة التحضير لجميع الأسنان بحيث حضّرت السطوح الدهليزية (بعمق 0.5 ملم عند الثلث اللثوي و 0.7 عند الثلثين المتوسط والقاطع)، وبخط إنهاء شبه كتف بسماكة 0.5 ملم عند مستوى الملتقى الميناني الملاطي، وتم تحضير الحد القاطع بتصميم Butt Joint.



الشكل (1): أ. وضع السن ضمن القاعدة الإكريلية ب. مساحة التحضير الموحدة المرسّمة على ورقة الزبدة والتي تم تطبيقها على جميع أسنان العينة. ج. السن بعد إنهاء التحضير

أخذ الطبعة وصناعة الوجوه:

أخذت الطبعات بتقنية الطبعة المضاعفة على مرحلة واحدة بواسطة المطاط الإضافي القاسي والرخو (Variotime, Kulzer, Germany) وأرسلت للمخبر لصناعة الوجوه.



الشكل (2): الطبعات المأخوذة للأسنان المحضرة لاستقبال الوجوه الخزفية

صنعت الوجوه من خزف ثنائي سيليكات الليثيوم IPS e.max (Ivoclar, Vivadent; Schaan, Liechtenstien) وبلون A3 وفقاً لتعليمات الشركة المصنّعة بطريقة الحقن الحراري وبسماكات ومساحات موحدة لجميع الوجوه.

إلصاق الوجوه الخزفية:

أولاً: معاملة السطح الداخلي للوجوه الخزفية:

تم توزيع الثنايا المحضرة مع الوجوه المصنوعة لها عشوائياً إلى مجموعتين رئيسيتين متساويتين (N=10):

المجموعة الرئيسية الأولى: (المجموعة المعاملة بحمض فلور الماء): تمت معاملة وجوه هذه المجموعة بواسطة حمض فلور الماء 9.5% (Porcelain Etchant, Bisco, USA) لمدة 90 ثانية وفقاً لتعليمات الشركة المصنعة ثم الغسل بالماء والتجفيف بالهواء الجاف الخالي من الزيوت.

المجموعة الرئيسية الثانية: (المجموعة المعاملة بليزر Er:YAG): تمت معاملة وجوه هذه المجموعة بواسطة ليزر Er:YAG (Lightwalker system, Fotona, Slovenia) بطول موجة 2940 nm وفق النمط غير التلامسي، بتردد 15 hz وطاقة 400 mj ونسبة التبريد المائي والهوائي :48 وذلك لمدة 20 ثانية وبحركة مسح وعلى مسافة 7 ملم تقريباً.

تم فيما بعد استكمال خطوات الإلصاق بشكل متماثل لكلتا المجموعتين حيث:

- تم تطبيق طبقتين من مادة الربط المضاعف (PORCELAIN PRIMER, BISCO, USA) على السطح الداخلي للوجه الخزفي والانتظار لمدة 30 ثانية ثم التجفيف بلطف بسيرنغ هواء.

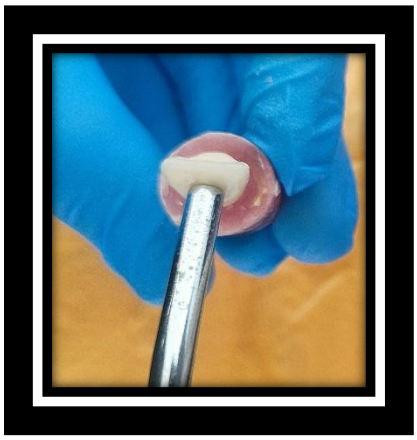
ثانياً: معاملة سطح الدعامات المحضرة:

- تم تطبيق حمض الفوسفور (ETCH-37 ™, BISCO, USA) بتركيز 37% وفقاً لتعليمات الشركة المصنعة ثم الغسل والتجفيف.

- تم تطبيق طبقتين من المادة الرابطة للعاج (ALL-BOND UNIVERSAL, BISCO, USA) على سطح السن المخرش بواسطة فرشاة لمدة 10 ثوانٍ لكل طبقة دون التصليب بين الطبقتين ثم الفرش بتيار هوائي لمدة 10 ثوانٍ ثم تصليبها وفقاً لتعليمات الشركة المصنعة.

ثالثاً: إلصاق الوجوه الخزفية:

تم تطبيق الاسمنت الراتنجي ضوئي التصلب (CHOICE™ 2 Light Cured Veneer cement, BISCO, USA) بلون milky bright على السطح الداخلي للوجه بكمية موحدة لكل الوجوه ثم وضعه في مكانه على السن المحضر والضغط باستخدام حامل المرآة في منتصف الوجه وإجراء التصليب لمدة 3 ثوانٍ ثم إزالة الزوائد والتصليب لمدة 40 ثانية على كافة السطوح.



الشكل (3): أثناء إلصاق الوجه الخزفي والضغط باستخدام حامل المرآة في منتصفه

بعد إلصاق الوجوه الخزفية جميعها حفظت العينات في وعاء مملوء بماء مقطر وأدخل إلى الحاضنة الحرارية (Memmert U15, Germany) وضُبطت درجة الحرارة على درجة 37 درجة مئوية وتُركت لمدة 48 ساعة قبل إجراء فك ارتباط هذه الوجوه بليزر Er:YAG.

فك ارتباط الوجوه الخزفية:

تم استخدام ليزر Er:YAG لفك ارتباط الوجوه بطول موجة 2940nm (Lightwalker system, Fotona, Slovenia) وفق النمط غير التلامسي بطاقة 400 mj، وتردد 10Hz ونسبة تبريد ماء وهواء 1:1 (الشكل 4) على مسافة تبعد 7 ملم تقريباً عن سطح الوجه الخزفي وبحركة مسح scanning من الأنسي للوحشي بدءاً من الزاوية الأنسية اللثوية إلى الزاوية الوحشية القاطعة وذلك حتى حدوث الانفكاك العفوي لكل وجه.

الشكل (4) أ. جهاز ليزر Er:YAG المستخدم في الدراسة (Lightwalker system ST-E; Fotona, Slovenia)
ب. شاشة جهاز ليزر Er:YAG مع المعاملات المستخدمة لفك ارتباط الوجوه الخزفية.

تنظيف الوجوه الخزفية:

بعد فك ارتباط جميع الوجوه الخزفية بأمان ومن دون أي كسر باستخدام ليزر Er:YAG تم تقسيم كل مجموعة رئيسية إلى مجموعتين فرعيتين وفقاً للطريقة المتبعة بتنظيف السطح الداخلي للوجه الخزفي وفق الآتي:

المجموعة الفرعية الأولى: تم وضعها في فرن الإحماء بدرجة حرارة 454 لمدة عشر دقائق ثم إخراجها والقيام بترميل السطح الداخلي بحبيبات أكسيد الألومنيوم 50 ميكرون لمدة 5 ثوانٍ

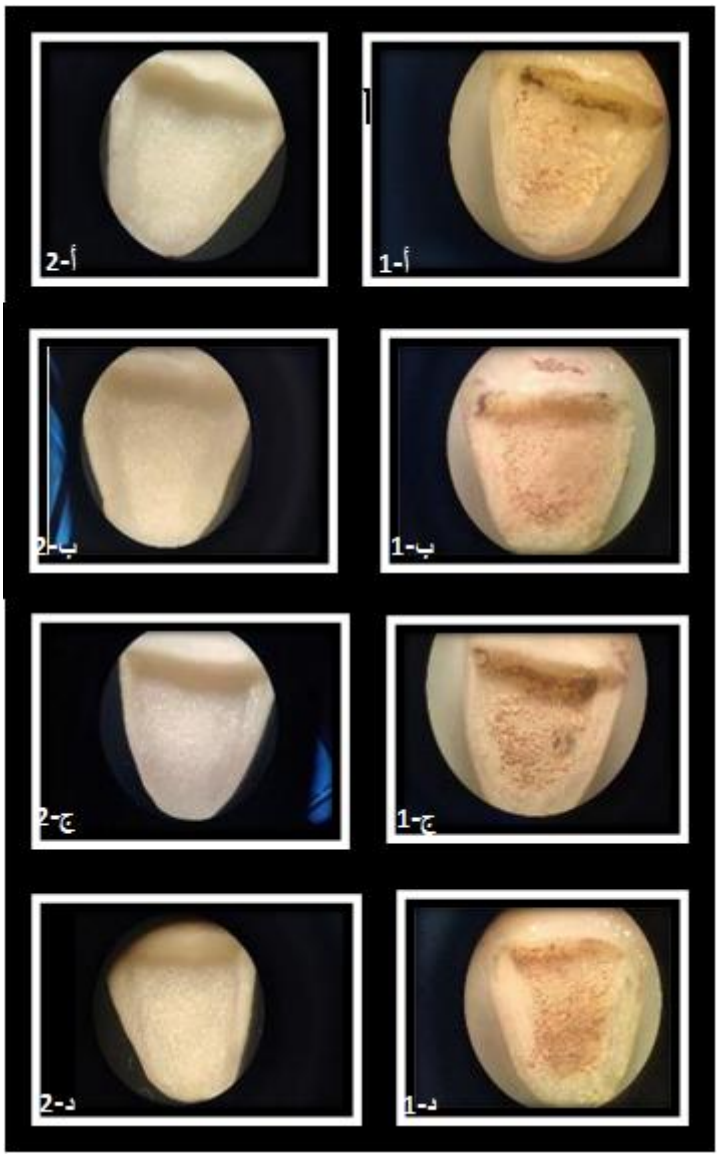
المجموعة الفرعية الثانية: تم وضعها في فرن الإحماء بدرجة حرارة 650 لمدة دقيقة واحدة ثم إخراجها والقيام بترميل السطح الداخلي بحبيبات أكسيد الألومنيوم 50 ميكرون لمدة 5 ثوانٍ

تم اختيار درجتي الحرارة استناداً إلى دراستَي Germain et al و Rodrígue et al [7,13]

الفحص بالعدسة المكبرة:

تم فحص جميع الوجوه بالعدسة المكبرة بتكبير 20× (Euromex® microscope, Netherlands) (الشكل 5) وبشكل معمّى حيث لم يكن الفاحص على دراية بانتماء كل وجه خزفي إلى المجموعة الخاصة به وذلك لضمان الموضوعية وإلغاء احتمالية التحيز أثناء التقييم؛ بحيث تم تصنيف تقييم تنظيف كل وجه إلى: تنظيف تام، تنظيف متوسط، تنظيف سيء، لا يوجد تنظيف.

(الشكل 5) العدسة المكبرة بتكبير 20× (Euromex® microscope, Netherlands)



(الشكل 6) يظهر فحص الوجوه بالعدسة المكبرة بعد حرق الاسمنت وبعد الترميل

(أ–1) يشير للوجه الخزفي المخرش بحمض فلور الماء بعد فك ارتباطه وتعريضه لحرارة 454 ولمدة 10 دقائق.

(أ–2) يشير للوجه الخزفي بعد ترميله بحبيبات أكسيد الألمنيوم

(ب–1) يشير للوجه الخزفي المخرش بليزر Er:YAG بعد فك ارتباطه وتعريضه لحرارة 454 ولمدة 10 دقائق.

(ب–2) يشير للوجه الخزفي بعد ترميله بحبيبات أكسيد الألمنيوم.

(ج–1) يشير للوجه الخزفي المخرش بحمض فلور الماء بعد فك ارتباطه وتعريضه لحرارة 650 ولمدة دقيقة واحدة.

(ج–2) يشير للوجه الخزفي بعد ترميله بحبيبات أكسيد الألمنيوم

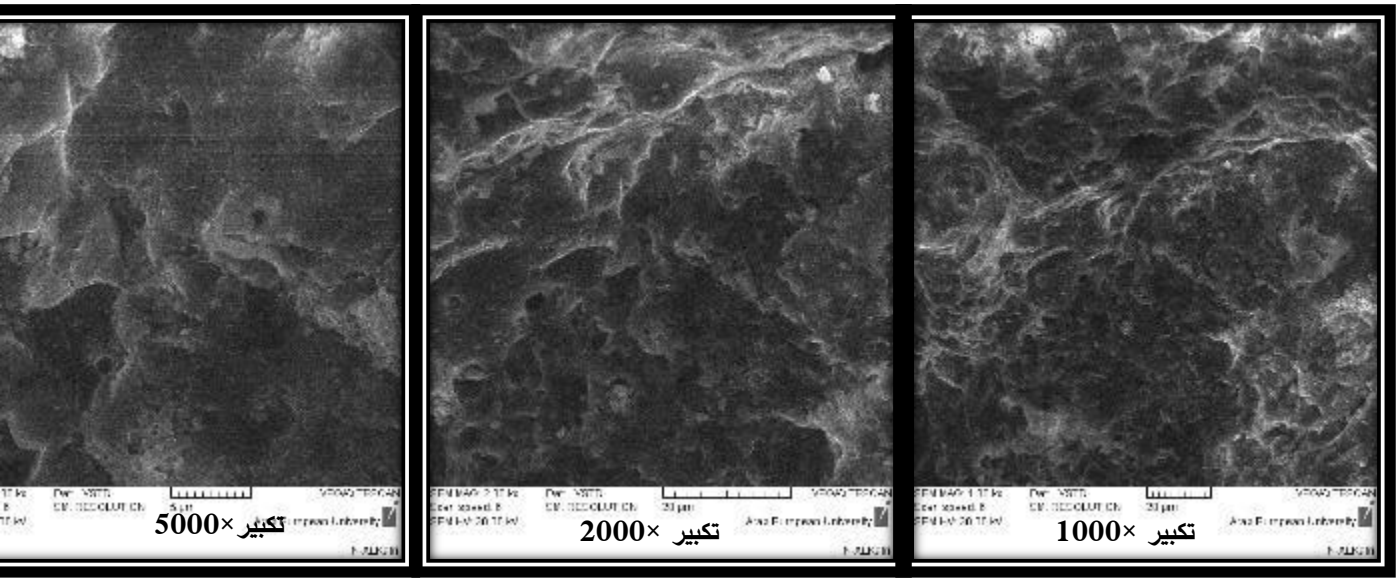
(د–1) يشير للوجه الخزفي المخرش بليزر Er:YAG بعد فك ارتباطه وتعريضه لحرارة 650 ولمدة دقيقة واحدة.

(د–2) يشير للوجه الخزفي بعد ترميله بحبيبات أكسيد الألمنيوم

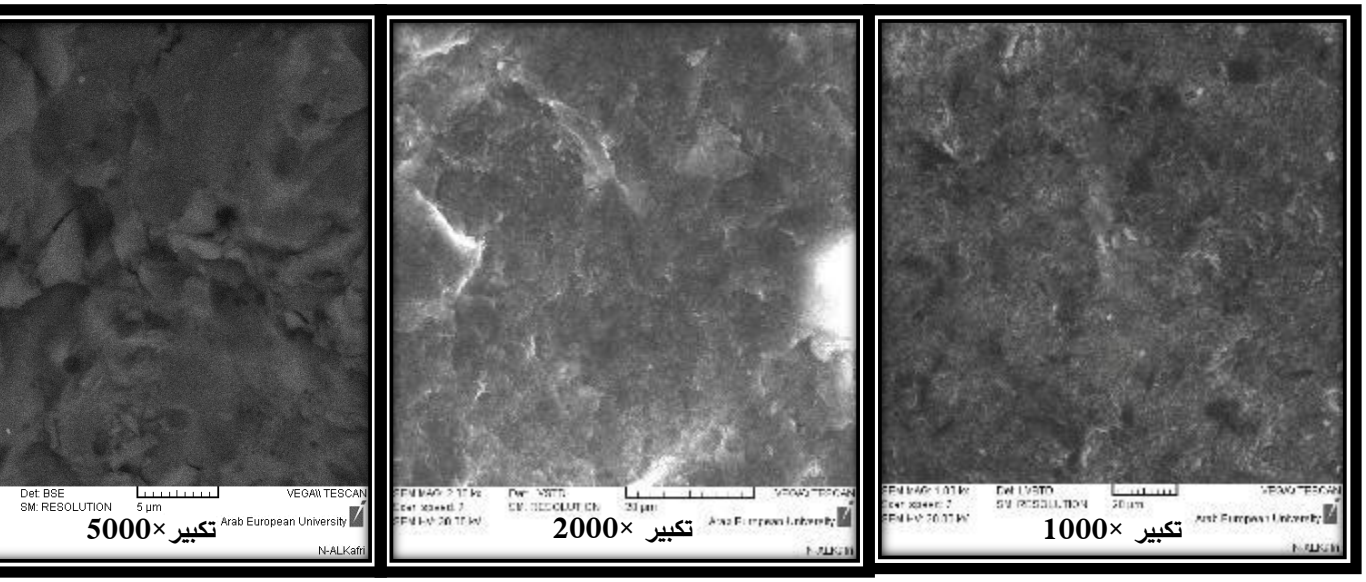
الفحص بالمجهر الالكتروني الماسح:

تم فحص الوجوه باستخدام المجهر الالكتروني الماسح (Tescan, VEGA II XMmu, Czech Republic) الموجود في هيئة الطاقة الذرية– مدينة دمشق (الشكل 7) بقوى تكبير ×1000 و×2000 و×5000 وذلك للتأكد من الإزالة التامة بدقة مجهرياً للاسمنت الراتنجي والتأكد من سلامة الوجوه وخلوها من التصدعات المجهرية.

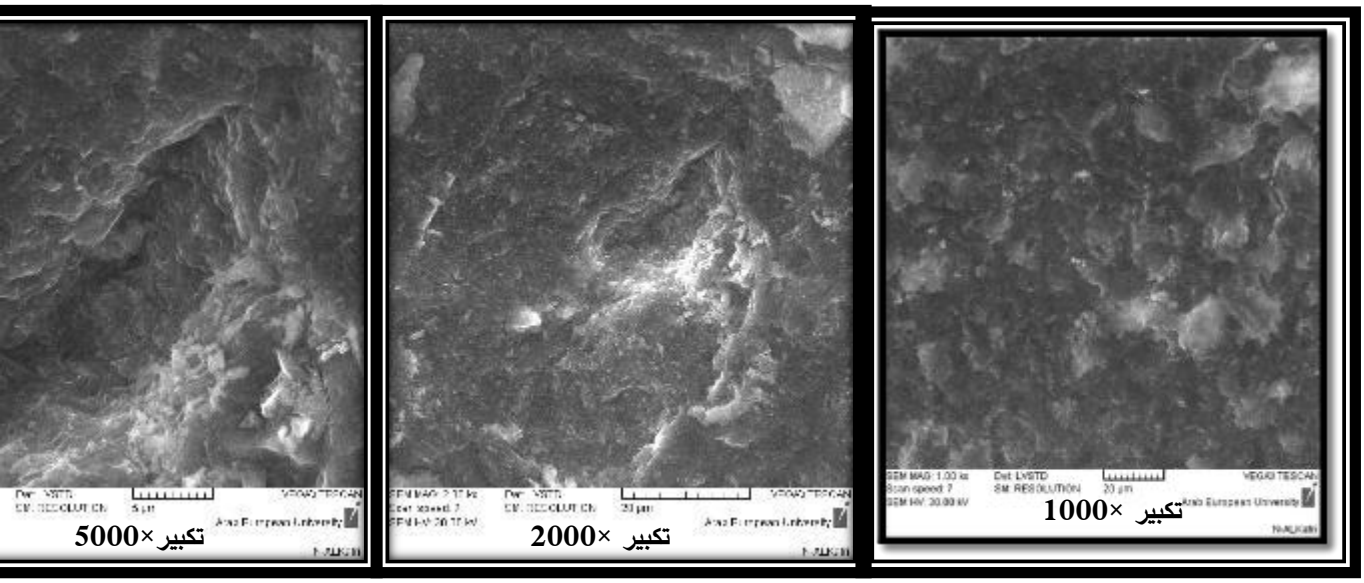
الشكل (7) المجهر الالكتروني الماسح المستخدم بالبحث (Tescan, VEGA II Xmu, Czech Republic)



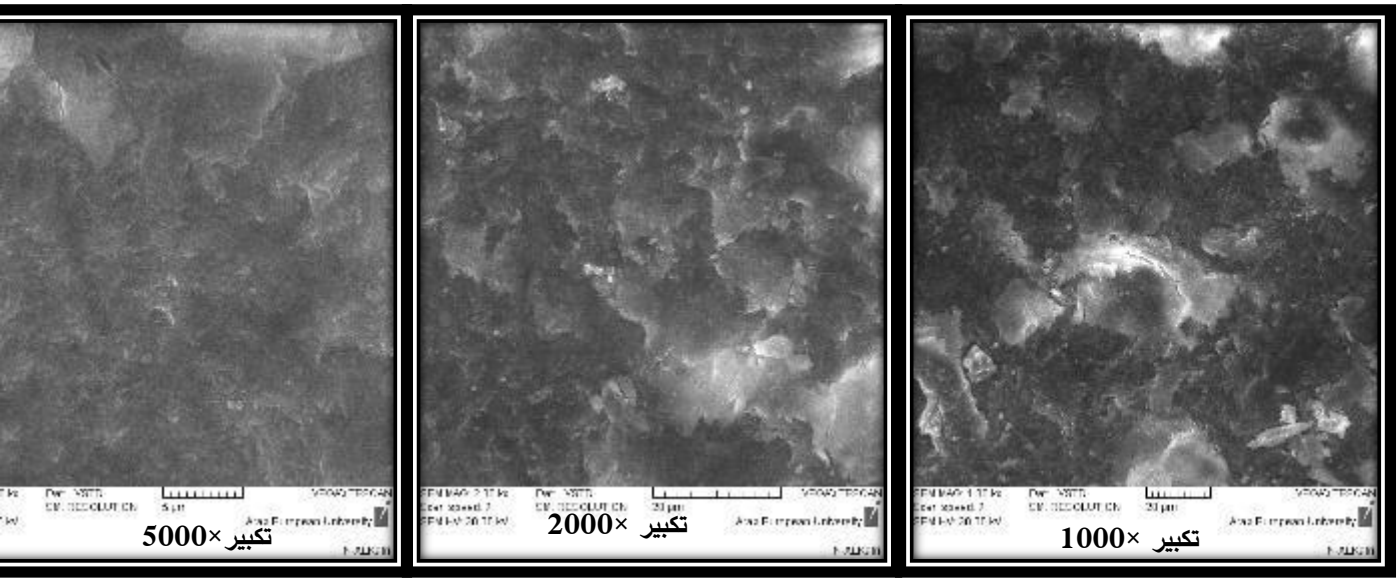
الشكل (8–أ) يوضّح الفحص بواسطة المجهر الالكتروني الماسح بتكبير ×1000 و ×2000 و×5000 للسطح الداخلي للوجه الخزفي المخرش بحمض فلور الماء بعد فك ارتباطه وتنظيفه من خلال تعريضه لحرارة 454 ولمدة 10 دقائق ومن ثم ترميله بحبيبات أكسيد الألمنيوم



الشكل (8–ب) يوضّح الفحص بواسطة المجهر الالكتروني الماسح بتكبير ×1000 و ×2000 و×5000 للسطح الداخلي للوجه الخزفي المخرش بليزر Er:YAG بعد فك ارتباطه وتنظيفه من خلال تعريضه لحرارة 454 ولمدة 10 دقائق ومن ثم ترميله بحبيبات أكسيد الألمنيوم



الشكل (8–ج) يوضّح الفحص بواسطة المجهر الالكتروني الماسح بتكبير ×1000 و ×2000 و×5000 للسطح الداخلي للوجه الخزفي المخرش بحمض فلور الماء بعد فك ارتباطه وتنظيفه من خلال تعريضه لحرارة 650 ولمدة دقيقة واحدة ومن ثم ترميله بحبيبات أكسيد الألمنيوم.



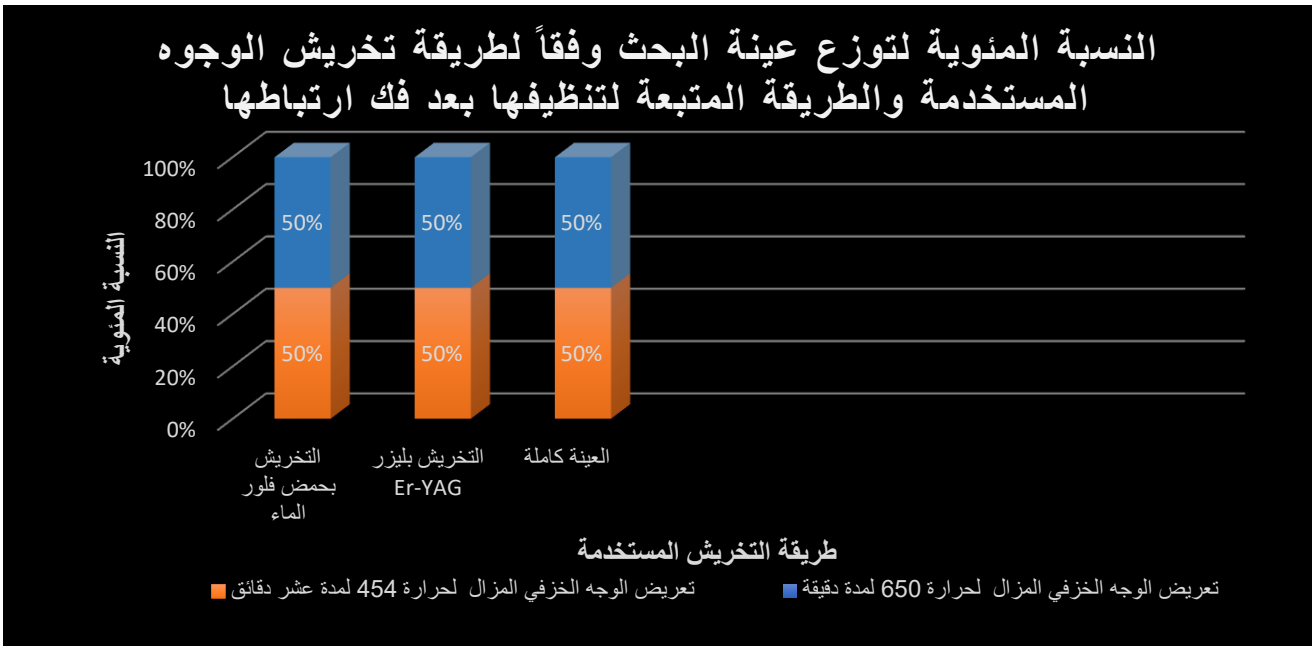
الشكل (8–د) يوضّح الفحص بواسطة المجهر الالكتروني الماسح بتكبير ×1000 و×2000 و×5000 للسطح الداخلي للوجه الخزفي المخرش بليزر Er:YAG بعد فك ارتباطه وتنظيفه من خلال تعريضه لحرارة 650 ولمدة دقيقة واحدة ومن ثم ترميله بحبيبات أكسيد الألمنيوم

النتائج:

أولاً – توزع عينة البحث وفقاً لطريقة تنظيف السطح المتبعة:

الجدول رقم (1) يبين توزع عينة البحث وفقاً لطريقة معاملة سطحها الداخلي (التخريش) المستخدمة وطريقة تنظيف السطح المتبعة للوجوه بعد فك ارتباطها

طريقة تنظيف السطح المتبعة للوجوه الخزفية بعد فك ارتباطها	عدد الوجوه الخزفية			النسبة المئوية		
	التخريش بحمض فلور الماء	التخريش بليزر Er:YAG	المجموع	التخريش بحمض فلور الماء	التخريش بليزر Er:YAG	المجموع
التعريض لحرارة 454 لمدة 10 دقائق المتبوع بالترميل	5	5	10	50	50	100
التعريض لحرارة 650 لمدة دقيقة المتبوع بالترميل	5	5	10	50	50	100



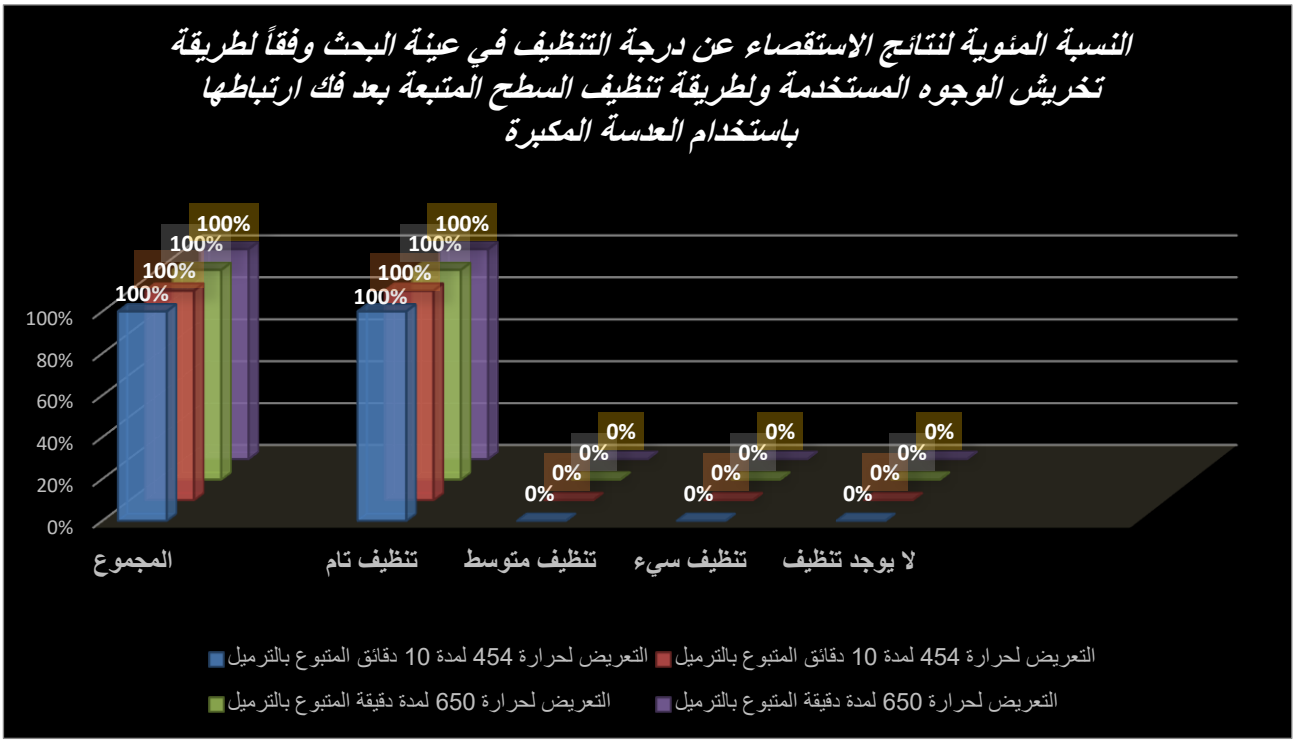
مخطط رقم (1) يمثل النسبة المئوية لتوزع عينة البحث وفقاً لطريقة تخريش الوجوه المستخدمة وطريقة تنظيف السطح المتبعة بعد فك ارتباطها.

ثانياً: دراسة فعالية التنظيف الحاصلة باستخدام العدسة المكبرة:

يبين الجدول رقم 2 نتائج الاستقصاء عن درجة التنظيف الحاصلة في عينة البحث وفقاً لطريقة تخريش الوجوه المستخدمة وطريقة تنظيف السطح المتبعة ويتضح أن درجة التنظيف كانت كلية في جميع المجموعات.

الجدول رقم (2) يبين نتائج الاستقصاء عن درجة التنظيف الحاصلة في عينة البحث وفقاً لطريقة تخريش الوجوه المستخدمة وطريقة تنظيف السطح المتبعة بعد فك ارتباطها بالاعتماد على العدسة المكبرة بتكبير ×20

طريقة تنظيف السطح المتبعة بعد فك ارتباطها	طريقة التخريش المستخدمة	عدد الوجوه الخزفية					النسبة المئوية				
		تنظيف تام	تنظيف متوسط	تنظيف سيء	لا يوجد تنظيف	المجموع	تنظيف تام	تنظيف متوسط	تنظيف سيء	لا يوجد تنظيف	المجموع
التعريض لحرارة 454 لمدة 10 دقائق المتبوع بالترميل	التخريش بحمض فلور الماء	5	0	0	0	5	0.010	0	0	0	100
	التخريش بليزر Er:YAG	5	0	0	0	5	100.0	0	0	0	100
التعريض لحرارة 650 لمدة دقيقة المتبوع بالترميل	التخريش بحمض فلور الماء	5	0	0	0	5	0.010	0	0	0	100
	التخريش بليزر Er:YAG	5	0	0	0	5	100.0	0	0	0	100



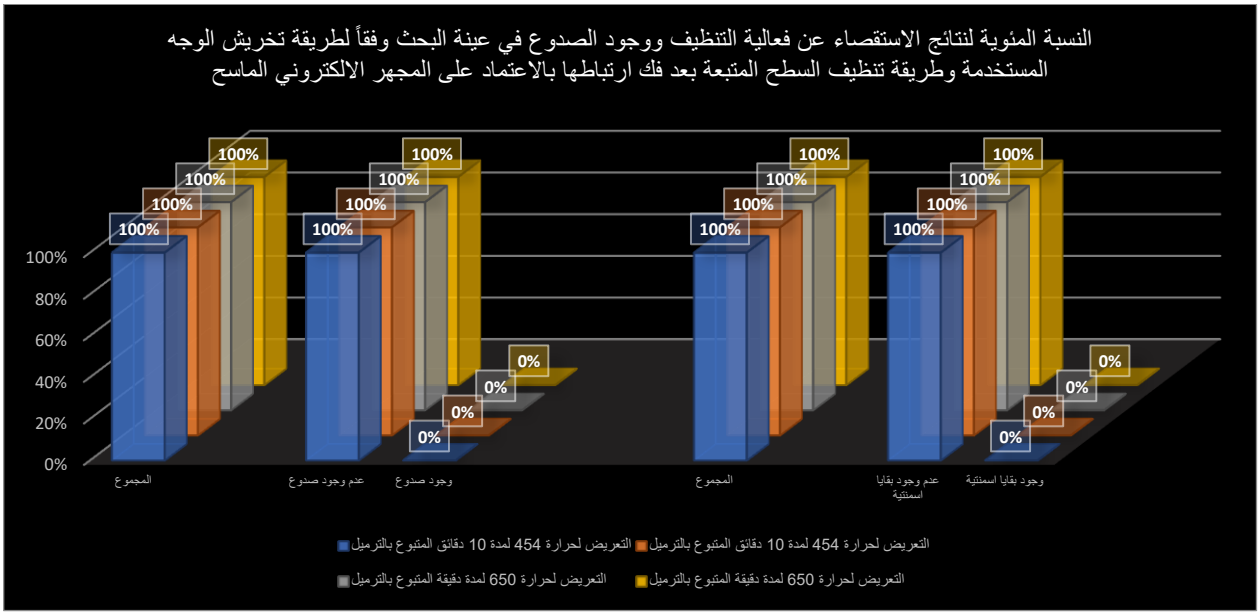
مخطط رقم (2) يمثل النسبة المئوية لنتائج الاستقصاء عن درجة التنظيف الحاصلة في عينة البحث وفقاً لطريقة تخريش الوجوه المستخدمة وطريقة تنظيف السطح المتبعة بعد فك ارتباطها بالاعتماد على العدسة المكبرة × 20.

ثالثاً: دراسة فعالية التنظيف الحاصلة وتحري الصدوع باستخدام المجهر الالكتروني الماسح:

الجدول رقم(3) يبين نتائج الاستقصاء عن فعالية التنظيف الحاصلة وتحري الصدوع في عينة البحث وفقاً لطريقة التخريش المستخدمة وطريقة تنظيف السطح المتبعة بعد فك ارتباطها بالاعتماد على المجهر الالكتروني الماسح

طريقة تنظيف السطح المتبعة	طريقة التخريش المستخدمة	عدد الوجوه الخزفية						النسبة المئوية					
		وجود بقايا اسمنت	عدم وجود بقايا اسمنت	المجموع	وجود صدوع	عدم وجود صدوع	المجموع	وجود بقايا اسمنت	عدم وجود بقايا اسمنت	المجموع	وجود صدوع	عدم وجود صدوع	المجموع
التعريض لحرارة 454 لمدة 10 دقائق المتبوع بالترميل	التخريش بحمض فلور الماء	0	5	5	0	5	5	0	100.0	100	0	100.0	100
	التخريش بليزر Er:YAG	0	5	5	0	5	5	0	100.0	100	0	100.0	100
التعريض لحرارة 650 لمدة دقيقة المتبوع بالترميل	التخريش بحمض فلور الماء	0	5	5	0	5	5	0	100.0	100	0	100.0	100
	التخريش بليزر Er:YAG	0	5	5	0	5	5	0	100.0	100	0	100.0	100

يبين الجدول رقم 3 نتائج الاستقصاء عن فعالية التنظيف الحاصلة وتحري الصدوع في عينة البحث وفقاً لطريقة تخريش الوجوه المستخدمة وطريقة تنظيف السطح المتبعة ويتضح عدم وجود أي بقايا اسمنت وعدم وجود أية صدوع مجهرية في جميع المجموعات.



مخطط رقم (3) يمثل النسبة المئوية لنتائج الاستقصاء عن فعالية التنظيف الحاصلة ووجود الصدوع في عينة البحث وفقاً لطريقة تخريش الوجه المستخدمة وطريقة تنظيف السطح المتبعة بعد فك ارتباطها بالاعتماد على المجهر الالكتروني الماسح بتكبير ×1000 و ×2000 و ×5000.

النتائج والمناقشة:

المناقشة:

استُخدمت في الدراسة الحالية الثنايا العلوية لتحضير الوجوه الخزفية عليها لأنها تعتبر من أكثر الأسنان استطباباً للوجوه وقدرةً على تأمين الناحية الجمالية[14]، وتم اعتماد تصميم تحضير Butt Joint من بين تحضيرات الحد القاطع الأخرى لأنه أظهر معدلات فشل أعلى، ولأنه يمكن أن يكون بأكثر من خط إدخال مما يعطي فرصة لسوء التوضع أثناء عملية الإلصاق مما قد يستدعي إزالة هذه الوجوه وإعادة تصحيح توضعها بعد إلصاقها[15,16]، استخدم خزف ثنائي سيليكات الليثيوم لكونه من أكثر أنظمة الخزف شيوعاً في تحسين الانسجام اللوني وتحقيق ناحية تجميلية عالية ولخواصه الميكانيكية الجيدة.[17,18]

خلال السنوات الأخيرة انتشر استخدام الليزر في نواحٍ عديدة في طب الأسنان ومنها إزالة الوجوه الخزفية، وأتاح استخدامه في هذا السياق إمكانية إعادة استخدام الوجوه الخزفية في حال كانت سليمة [4] لكن الأمر يتطلب إزالة الاسمنت المتبقي وتنظيف السطح الداخلي للوجه الخزفي، وبهذا السياق برز تنظيف الوجوه من خلال استخدام فرن الإحماء وتعريض الوجوه لحرارة دون حرارة الانصهار، إذ أوصى Rodrígue وزملاؤه [13] بوضع الوجوه الخزفية التي تم فك ارتباطها في الفرن عند درجة حرارة 650 درجة مئوية لمدة دقيقة واحدة لحرق بقايا الراتنج، بينما حدد Germain وزملاؤه[7] أن أفضل النتائج للتفحيم الكامل لمادة الإسمنت الرابطة للراتنج من سطح الخزف الداخلي تم تحقيقها عند

درجة حرارة 454 درجة مئوية لمدة 10 دقائق ثم الترميل بأكسيد الألومنيوم 50 ميكرون، ونظراً لاختلاف مدة ودرجة الحرارة المستخدمة لحرق بقايا الاسمنت الراتنجي تم إجراء هذه الدراسة للمقارنة بين درجتي الحرارة والمدتين المذكورتين في تلك الدراستين. وتم اختيار ليزر Er:YAG لفك ارتباط الوجوه بطاقة 400 mj، وتردد 10Hz كونه مناسباً لفك ارتباط وجوه ثنائي سيليكات الليثيوم كما واستخدم نمط التطبيق غير التلامسي بدلاً من نمط التطبيق التلامسي نظراً لحاجته لوقت أقل وفق ما أظهرت دراسة AlBalkhi.[19]

كذلك ومع تطور تقنيات معاملة سطح الخزف وظهور الليزر كطريقة حديثة لاستخدامه في هذا المجال لتأمين قوة ارتباط تم اعتماد الليزر بطاقة 400 mj وتردد 15 hz و ونسبة التبريد المائي والهوائي 8 : 4 لمعاملة السطح نظراً لتأثير هذه المعاملات في إحداث خشونة جيدة لسطح خزف ثنائي سيليكات الليثيوم وفق ما أظهرت دراسة yepo et al عام 2018 [20] مع الطريقة التقليدية التي تستخدم حمض فلور الماء كمخرش لتحري تأثير اختلاف طريقة التخريش وقوى ارتباط الاسمنت مع الخزف على قدرة طريقتي التنظيف المستخدمتين في إزالة كامل الاسمنت الراتنجي.

استُخدم اسمنت راتنجي بلون milky bright لإلصاق الوجوه الخزفية والتي اختُيرت بدورها بلون داكن A3 لتسهيل تمييز الاسمنت المتبقي على سطح السن وعلى السطح الداخلي للوجه الخزفي بعد فك الارتباط والذي يسهل من تمييز وتصنيف نمط الفشل عند الفحص بالعدسة المكبرة.

تم استخدام وسيلتين لتقييم مدى نظافة السطح الداخلي للوجوه الخزفية بعد إزالة الاسمنت الراتنجي وهما استخدام العدسة المكبرة واستخدام المجهر الالكتروني الماسح، تم اعتماد تصنيف وصفي أثناء الفحص بالعدسة المكبرة يقيم درجة النظافة ضمن أربع فئات (تنظيف تام، تنظيف متوسط، تنظيف سيء، لا يوجد تنظيف)، أما باستخدام المجهر الالكتروني الماسح فتم التقييم بطريقة أكثر دقة تعتمد على وجود أو عدم وجود بقايا اسمنت على المستوى المجهري وتحري وجود تصدعات مجهرية لهذه الوجوه.

أظهرت نتائج الفحص بالعدسة المكبرة نظافة تامة لجميع العينات مما يشير إلى إزالة واضحة بصرية للاسمنت الراتنجي، أما بالنسبة للمجهر الالكتروني الماسح فإن استخدامه يعد خطوة أساسية حتى في الحالات التي يظهر فيها السطح نظيفاً تماماً بالفحص البصري وذلك للكشف عن أي بقايا ميكروية غير مرئية قد تؤثر على خصائص الارتباط لاحقاً عند إعادة استخدام الوجه الخزفي من جهة ولدراسة مدى تأثر الوجوه بهذا الإجراء ومدى احتمالية وجود تشققات وصدوع داخلية تمنع من إمكانية إعادة استخدام هذه الوجوه وإعادة إلصاقها من جهة أخرى، وأظهرت النتائج في الدراسة الحالية بالمجهر الالكتروني الماسح عدم وجود أي بقايا اسمنتية على السطوح الداخلية لجميع الوجوه مع عدم حدوث أية تصدعات. وهذا التوافق بين الفحصين يعزز موثوقية النتائج ويدعم بشكل قوي فعالية بروتوكولَي التنظيف المستخدَمين في هذه الدراسة.

إن الطريقتين المستخدمتين كانتا فعالتين في إزالة بقايا الاسمنت المتبقية بعد فك الارتباط دون إحداث تغيرات بنيوية في الخزف قد يعود ذلك إلى أن درجات الحرارة المستخدمة ضمن هذا المجال قادرة على تكسير مكونات الراتنج دون المساس بسلامة البنية الخزفية.

كما لم يظهر اختلاف في النتائج بين طريقتي التخريش ما قد يدل على أن الخصائص السطحية المكتسبة من التخريش لم تعيق عملية تنظيف الاسمنت وقد يعود ذلك إلى استخدام ليزر Er:YAG لإزالة الوجوه الخزفية والذي بدوره قد يكون لعب دوراً رئيسياً في إضعاف الارتباط بين الاسمنت والسطح الداخلي للوجوه دون أن يسبب ضرراً بنيوياً للخزف،

وبالإضافة إلى دور الليزر قد يكون لطريقتي التنظيف المستخدمتين دور جوهري في تحقيق نظافة السطح الداخلي للوجه حتى في ظل اختلاف خصائص السطح الناتجة عن طريقتي التخريش المختلفتين.

قارن Alhamzah [10] بين عدة طرق لإزالة الاسمنت الراتنجي من على أقراص خزف ثنائي سليكات الليثيوم من بينها استخدام المعالجات الحرارية عند 650 درجة مئوية لمدة دقيقة و750 درجة مئوية لمدة سبع دقائق وقد تبين أن المعالجتين الحراريتين أظهرتا إزالة كبيرة للاسمنت ولكن كانت قيمة خشونة السطح للخزف المسخن إلى 750 درجة مئوية (7 دقائق) أقل مقارنة بقيمة خشونة السطح للخزف المسخن إلى 650 درجة مئوية (دقيقة واحدة) وعزا Alhamzah هذا إلى تأثير ذوبان مصفوفة السيليكا داخل خزف ثنائي سيليكات الليثيوم ويؤدي هذا إلى فقدان عرض وعمق وحجم المسام الدقيقة الناتجة عن التخريش، بينما قام AlJeaidi [21] بمقارنة عدة طرق تنظيف للاسمنت الراتنجي من على أقراص خزفية من ثنائي سليكات الليثيوم من بينها المعالجة الحرارية عند 750 درجة مئوية لمدة دقيقة و عند 750 درجة مئوية لمدة 6 دقائق كذلك كانت الطريقتان فعالتان. أما الدراسة الحالية فقد بيّنت أن كلتا درجتي الحرارة مع المدتين الزمنيتين المستخدمتين كانتا فعالتين أي أنّ الحرارة الأقل مع زمن تعرض أطول كانت طريقة فعالة وبنفس كفاءة طريقة الحرارة الأعلى مع زمن تعرض أقل ما يعطي إمكانية استخدام الطريقتين المدروستين حيث تعتبر طريقة التعريض لحرارة 650 لمدة دقيقة طريقة موفّرة ومختصِرة للوقت في حين تعتبر طريقة التعريض لحرارة 454 لمدة عشر دقائق خياراً أكثر محافظة حيث درجة الحرارة المنخفضة نسبياً تحافظ على سلامة الخزف وتحول دون الاقتراب من درجات حرارة عالية قد تؤدي إلى ذوبان مصفوفة السليكا أو حتى تغيير بنية الخزف المجهرية على أقل تقدير، وبالتالي يمكن اختيار البروتوكول المناسب بناءً على الأولوية السريرية.

اختلفت الدراسة الحالية مع دراسة AlJeaidi [21] التي أظهرت وجود شقوق مجهرية، وتأثير ذوبان للخزف الزجاجي وفقدان عمق المسامات السطحية، الذي يؤدي إلى إضعاف المادة، يعزى هذا الاختلاف إلى استخدام AlJeaidi درجة حرارة 750 لمدة دقيقة أو 6 دقائق والتي هي أعلى من درجتي الحرارة المستخدمتين في الدراسة الحالية، وهذا ما يؤكد على أن تنظيف الخزف و إزالة الاسمنت يجب أن يتم تحقيقه عند نقطة انصهار منخفضة تسبب في احتراق الراتنج دون إضعاف بنية الخزف.

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

ضمن حدود هذه الدراسة نستنتج:

- تعتبر كلتا طريقتي الإحماء بدرجة حرارة 454 لمدة عشر دقائق و بدرجة حرارة 650 لمدة دقيقة واحدة المتبوعتان بالترميل بحبيبات أكسيد الألومنيوم طريقتان فعالتان لإزالة كامل بقايا الاسمنت الراتنجي على السطح الداخلي للوجوه الخزفية المصنوعة من ثنائي سيليكات الليثيوم لإعادة استخدامها.
- تعتبر طريقة الإحماء بدرجة حرارة 650 لمدة دقيقة واحدة المتبوعة بالترميل بحبيبات أكسيد الألومنيوم للسطوح الداخلية للوجوه الخزفية المصنوعة من ثنائي سيليكات الليثيوم طريقة سهلة وسريعة وفعالة ومختصرة للوقت وبدون إحداث أذية للوجوه كما أظهر الفحص بالمجهر الالكتروني الماسح.

- تعتبر طريقة الإحماء بدرجة حرارة 454 لمدة عشر دقائق المتبوعة بالترميل بحبيبات أكسيد الألومنيوم للسطوح الداخلية للوجوه الخزفية المصنوعة من ثنائي سيليكات الليثيوم خياراً أكثر محافظة من حيث درجة الحرارة المنخفضة نسبياً للمحافظة على سلامة الخزف دون الاقتراب من درجات حرارة عالية قد تؤدي إلى ذوبان مصفوفة السليكا.
- رغم اختلاف طريقة معاملة السطح الداخلي للوجوه الخزفية وما قد يفرضه ذلك من اختلاف بقوة الارتباط وفقاً للتعديلات المجهرية للسطح المخرش بكيتا الطريقتين إلا أن كلتا طريقي التنظيف حققتا إزالة كاملة للاسمنت الراتنجي عن سطوح الوجوه دون أذية تذكر.
- أظهر الفحص بالمجهر الالكتروني الماسح عدم وجود صدوع على السطح الداخلي للوجوه الخزفية بعد فك ارتباطها وتنظيفها مما يؤكد على إمكانية إعادة استخدام الوجوه الخزفية ضمن الطرق المستخدمة في هذه الدراسة.

References:

[1] M.Elkomy, J.El-guindy, M.Taymour. Color stability of emax CAD laminate Veneers cemented with light cure versus dual cure amine free adhesive resin cement. Egypt Dent J. 65(2), pp.1469-1475, (2019).

[2] MO.Oztoprak, M.Tozlu, U.Iseri, F.Ulkur, T.Arun. Effects of different application durations of scanning laser method on debonding strength of laminate veneers. Lasers Med Sci. 27(4), pp.713-716, (2012).

[3] X.Zhang, H.Dong, C.Guo, et al. Effects of laser debonding treatment on the optical and mechanical properties of all-ceramic restorations. Lasers Med Sci. 36(7), pp. 1497-1504, (2021).

[4] M. Karagoz-Yildirak, R.Gozneli. Evaluation of rebonding strengths of leucite and lithium disilicate veneers debonded with an Er:YAG laser. Lasers Med Sci. 35(4), pp.853-860, (2020).

[5] P.Cardoso, R.Decurcio. Ceramic Venners : Contact Lenses and Fragments. 1st ed. Ponto, pp. 444, (2018).

[6] O.El-mowafy, N.El-aawar, N.El-mowafy. Porcelain veneers : An update. Dent Med Probl. 55(2), pp. 207-211, (2018).

[7] HS.Germain, TS.Germain. Shear Bond Strength of Porcelain Veneers Rebonded to Enamel. Oper Dent. 40(3), pp.112-121, (2015).

[8] L.Pineda-Vásquez, A.Fons-Font, JL.Bustos-Salvador, J.Alonso-Pérez-Barquero, Román-Rodríguez JL. Shear bond strength of debonded ceramic restorations re-cemented by means of a cleaning and retreatment protocol. J Clin Exp Dent. 11(6), pp. 506-511, (2019).

[9] R.Koodaryan, A.Hafezeqoran, AK.Maleki. The effect of resin cement type and cleaning method on the shear bond strength of resin cements for recementing restorations. J Adv Prosthodont. 9(2), pp. 110-117, (2017).

[10] NB.Alhamzah, NH.Alsahil, I.Afzal, M.Naseem. Influence of Hydrofluoric Acid Etching, Resin Bonding and Resin Removal Treatments on the Surface Roughness of Ceramics. 13(3), pp. 43-47, (2020).

[11] N. Pini, FHB. Aguiar, DANL. Lima, JR. Lovadino, RSS. Terada, RC. Pascotto. Advances in dental veneers: materials, applications, and techniques. Clin Cosmet Investig Dent.4, pp. 9-16, (2012).

[12] S.Gupta, B.Gupta, BK.Motwani, et al. The Effect of Different Surface Conditioning Techniques on the Bonding between Resin Cement & Ceramic. Coatings. 12(3), pp. 1-13, (2022).

[13] JL.Román-Rodríguez, J.Alonso-Pérez-Barquero, A.Bruguera-Álvarez, R.Agustín-Panadero, A.Fons-Font. Cleaning and retreatment protocol for a debonded ceramic restoration. J Clin Exp Dent. 7(1), pp. 60-62, (2015).

[14] H.Soulieman, R.Saker. Fracture Resistance of Feldspathic Veneers with Different Preparation Designs In Vitro. Int J Dent Heal Sci. 4(2), pp. 247-255, (2017).

[15] Y.Alothman, MS.Bamasoud. The success of dental veneers according to preparation design and material type. Open Access Maced J Med Sci. 6(12), pp. 2402-2408, (2018).

[16] N.Hong, H.Yang, J.Li, S.Wu, Y.Li. Effect of preparation designs on the prognosis of porcelain laminate veneers: A systematic review and meta-analysis. Oper Dent. 42(6), pp. 197-213, (2017).

[17] BK.Amin. Effects of Er,Cr: YSGG Laser Application in De-Bonding of Different Ceramic Veneer Materials (In Vitro Study). Coatings. 13(8), (2023).

[18] R.Saker, ZA.Salloum. A comparative study of failure modes occurring in Empress 2 crowns made with two different manufacturing techniques (In Vitro Study). tishreen Univ J Res Sci Stud. 46(2), pp. 163-181, (2024).

[19] M. ALBalkhi, E. Swed, O. Hamadah. Efficiency of Er:YAG laser in debonding of porcelain laminate veneers by contact and non-contact laser application modes (in vitro study). J Esthet Restor Dent. 30(3), pp. 223-228, (2018).

[20] H.Yepo, S.Renze, C.Luyuan, et al. The effect of Er: YAG laser irradiation on bonding properties of IPS e.max CAD ceramics. J Prev Treat Stomatol Dis. 26(2), pp. 95-98, (2018).

[21] ZA. ALJeaidi. Influence of resin removal treatments on the surface topography and strength of de-bonded lithium disilicate ceramic. J Appl Biomater Funct Mater. 20, pp. 1-6, (2022).