الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
كلية طب الأسنان
قسم التعويضات الثابتة

تأثير الترميل قبل وبعد إرتصاص الزيركونيا على ارتباطها مع الإسمنت الراتنجي

(دراسة مخبرية)

Effect of sandblasting before and after sintering of zirconia on the Bond Strength with the Resin Cement

(in vitro study)

أطروحة قدمت إلى جامعة دمشق لنيل درجة الماجستير في اختصاص تعويضات الأسنان الثابتة

إعداد

شكري السماره

إشراف

الأستاذ المساعد الدكتور

إياد سويد

1438 هـ /2016 م

الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
كلية طب الأسنان
قسم التعويضات الثابتة

تأثير الترميل قبل وبعد إرتصاص الزيركونيا على ارتباطها مع الإسمنت الراتنجي
(دراسة مخبرية)

Effect of sandblasting before and after sintering of zirconia on the Bond Strength with the Resin Cement
(in vitro study)

أطروحة قدمت إلى جامعة دمشق لنيل درجة الماجستير في اختصاص تعويضات الأسنان الثابتة

إعداد
شكري السماره

إشراف
الأستاذ المساعد الدكتور
إياد سويد

1438 هـ /2016 م

تصريح

لا يوجد أي جزء من هذه الأطروحة تم أخذه بالكامل من عملٍ آخر ، أو أنجز للحصول على شهادة أخرى في هذه الجامعة ، أو في أيّة جامعة أخرى، أو أيّ معهدٍ تعليميً.

الإهداء

إلى من يعجز اللسان عن شكرهما

وتتساقط الكلمات أمام تضحياتهما

وتخجل نفسي أمام عيونهما

والدتي ووالدي

إلى مليكة الروح

وصاحبة نبض القلب

شريكة العمر والحلم

زوجتي

إلى من أضحكني في لياليَّ

وآنس وحشة أيامي

إخوتي

إلى من مهد الطريق

وكان قدوة علم وعمل

أساتذتي

إلى من بهم كانت مواساتي

و أشّد بهم عضدي

إلى أخوة قدمتهم الحياة

أصدقائي

كلمة شكر

بعد الحمد والشكر لله الذي أعانني على إتمام هذا البحث. . وبعد تعب عمل دؤوب، لا تخطر على البال سوى أولئك الذين تركو أثرهم على ذلك الدرب . . . الذين لم يبخلوا بعطاءٍ صادقٍ نابعٍ من القلب، والذين همتهم تذلل كل صعب . . . لا أملك سوى كلمات شكر أرفعها لهم. .

أبدأ بالشكر الجزيل والاحترام والتقدير لأستاذي المشرف الدكتور **إياد سويد**، الأستاذ المساعد في قسم تعويضات الأسنان الثابتة في جامعة دمشق، الذي لم يبخل بوقته ونصحه وارشاده، علّمني الحياة قبل العلم ولولاه لم أكن ما أنا عليه اليوم، فكان لي نعم المعلّم والسند والأخ الأكبر، ولن أوفيه بكلماتي هذه شيء . . .

وأتوجه بالشكر والامتنان للأستاذ القدير الدكتور **فندي الشعراني** صاحب الأيادي البيضاء في هذا البحث من أول كلماته حتى آخر صفحاته، الذي كان ومازال منارة علم لا تنطفئ ونبع عطاء لا ينضب نفخر به في جامعتنا، على تفضّله بقبول تقويم هذا البحث.

كما أتوجه بالشكر للأستاذة الدكتورة **كندا ليوس** الأستاذة في قسم المداواة في كلية طب الأسنان في جامعة دمشق لتكرّمها بتشريفي بالمشاركة في لجنة الحكم على البحث.

كذلك الشكر الجزيل للأستاذة الدكتورة **ميرزا علّاف**، رئيسة قسم تعويضات الأسنان الثابتة في كلية طب الأسنان بجامعة دمشق ولجميع اساتذة القسم الكرام لما قدموه لنا من علم ومعرفة في سنوات دراستنا وتشجيعهم المستمر.

وكل الشكر والتقدير لجامعة دمشق هذا الصرح العريق، ولإدارة كلية طب الأسنان فيها ممثلة **بالإستاذ الدكتور محمد سالم** ركاب عميد الكليّة، **والأستاذ الدكتور عمار مشلح** نائب عميد الكلية للشؤون العلمية، **والأستاذ الدكتور محمد إياد الحفار** نائب عميد الكليّة للشؤون الإدارية، لما قدموه من تسهيلات ومساعدات من أجل إنجاز هذا البحث.

وأتقدم بالشكر الجزيل للمهندس طلال ملحم لمساعدته في إنجاز الجزء المخبري من الدراسة، وأسرة مخبر الأخ محمد محاحي والأستاذ حسان نور الدين للمساعدة في إنجاز العمل المخبري، كما أشكر الأستاذ عبد الحمن نجيب الذي ساعدني في إنجاز الدراسة الإحصائية.

والشكر لكل من ساهم في إنجاز هذا البحث.. وسامحوني إن نسيت ذكر جميع الأسماء..سهواً مني لا تجاهلا لفضلهم...

قائمة المحتويات

الباب الأول : المقدمة و الهدف من البحث

١-١- المقدمة ---------- ٢

١-٢- الهدف من البحث ---------- ٥

الباب الثاني : المراجعة النظرية

٢-١- االثبات

٢-١-١- تعريف الثبات ---------- ٧

٢-١-٢- مفهوم الارتباط ---------- ٩

٢-١-٣- مبادئ الربط الأساسية ---------- ١٠

٢-١-٤- عوامل تمنع الربط الجيد ---------- ١٢

٢-٢- الخزف

٢-٢-١- تعريف الخزف ---------- ١٣

٢-٢-٢- التركيب الكيميائي للخزف السني ---------- ١٣

٢-٢-٣- استخدامات الخزف ---------- ١٤

٢-٢-٤- تصنيف الخزف ---------- ١٤

٢-٢-٤-١- تصنيف الخزف حسب درجة الإنصهار ---------- ١٥

٢-٢-٤-٢- تصنيف الخزف حسب التركيب ---------- ١٥

٢-٢-٤-٣- تصنيف الخزف حسب البنية المجهرية ---------- ١٧

٢-٢-٤-٤- تصنيف الخزف حسب طريقة التصنيع ---------- ١٨

٢-٢-٤-٥- تصنيف الخزف حسب الإستخدام ---------- ٢١

٢-٢-٥- خواص الخزف

٢-٢-٥-١- الخواص الفيزيائية و الميكانيكية ---------- ٢١

٢-٢-٥-٢- الخواص البصرية ---------- ٢٣

٢-٢-٥-٣- التقبل الحيوي ---------- ٢٣

٢-٣- الزيركونيا ---------- ٢٤

٢-٣-١- لمحة عامة عن الزيركونيا ---------- **٢٤**

٢-٣-٢ أنواع الزيركونيا المستخدمة في التطبيقات السنِّية ---------- ٢٧

٢-٣-٣ متانة التّحوّل ---------- ٣١

٢-٣-٤ تأثير درجات الحرارة على بنية الزّيركونيا ---------- ٣٢

٢-٤ طرق تحسين الربط الراتنجي إلى الزيركونيا ---------- ٣٥

٢-٤-١ التخريش الحمضي ---------- ٣٥

٢-٤-٢ التغطية بالسيلكا ---------- ٣٦

٢-٤-٣ السيلنة ---------- ٣٦

٢-٤-٤- التخريش بالنفوذ الانتقائي ---------- ٣٧

٢-٤-٥ الليزر ---------- ٣٧

٢-٤-٦ الترميل ---------- ٣٨

٢-٤-٦-١ استخدامات الترميل ---------- ٣٩

٢-٤-٦-٢ أخطاء عملية الترميل ---------- ٤٠

٢-٥- الإسمنتات الراتنجية
٢-٥-١- تعريف الإسمنتات الراتنجية ----------٤٢
٢-٥-٢- التركيب الكيميائي للإسمنتات الراتنجية
٢-٥-٢-١- القالب الراتنجي ----------٤٣
٢-٥-٢-٢- المواد المالئة ----------٤٤
٢-٥-٢-٣- عوامل الربط المزاوجة ----------٤٥
٢-٥-٢-٤ مبدِئات التَّماثر ----------٤٦
٢-٥-٣- تصنيف الإسمنتات الراتنجية ----------٤٧
٢-٥-٣-١- بحسب حجم ذرات المواد المالئة ----------٤٧
٢-٥-٣-٢- بحسب آلية تصلبها ----------٤٧
٢-٥-٣-٢-١- الإسمنت الراتنجي ذو التصلب الكيميائي ----------٤٨
٢-٥-٣-٢-٢- الإسمنت الراتنجي ذو التصلب الضوئي ----------٤٨
٢-٥-٣-٢-٣- الإسمنت الراتنجي ثنائي التصلب ----------٤٩
٢-٥-٤- خواص الإسمنتات الراتنجية ----------٥٠
٢-٥-٥- سيئات الإسمنت الراتنجي ----------٥١
٢-٥-٦- استطبابات الإسمنتات الراتنجية ----------٥١

الباب الثالث : مواد و طرائق البحث
٣-١ عينة البحث ----------٥٣
٣-٢ مواد البحث ----------٥٣
٣-٣ الأجهزة المستخدمة في البحث ----------٥٦
٣-٤- طرق البحث ----------٥٩
٣-٤-١ تحضير العينة----------٥٩
٣-٤-٢ فحص خشونة السطح ----------٦١
٣-٤-٣ صنع أقراص الراتنج المركب ----------٦٣
٣-٤-٤ إلصاق أقراص الراتنج المركب على سطوح الزيركونيا المعالجة-----٦٣
٣-٤-٥ إجراء اختبار مقاومة القص ----------٦٤
٣-٥ التحاليل الإحصائية ----------٦٦

الباب الرابع : النتائج و الدراسة الإحصائية
٤-١ وصف العينة ----------٦٨
٤-١-١- توزع مكعّبات الزيركونيا في عينة البحث وفقاً لطريقة معاملة السطح --٦٨
٤-٢ الدراسة الإحصائية التحليلية ----------٦٩
٤-٢-١– دراسة مقدار خشونة السطح Ra ----------٦٩
٤-٢-٢ دراسة مقدار قوى القصّ (بالميغاباسكال)----------٧٢
٤-٢-٣ نتائج حساب معاملات الارتباط بيرسون ----------٧٥

الباب الخامس : المناقشة و الاستنتاجات
٥-١ – المناقشة ----------٧٨

٥-١-١ مناقشة مواد وطرائق البحث ---------- ٧٨
٥-١-٢ مناقشة نتائج البحث ---------- ٨١
٥-١-٢-١ مناقشة نتائج خشونة السطح---------- ٨١
٥-١-٢-٢ مناقشة نتائج مقاومة قوى القص---------- ٨٤
٥-٢ الإستنتاجات ---------- ٨٨

الباب السادس : المقترحات و التوصيات ---------- ٨٩
٦-١ المقترحات---------- ٩٠
٦-٢ التوصيات---------- ٩١
الباب السابع : المراجع---------- ٩٣
الباب الثامن : الملخصات ---------- ١٠٥
٧-١- الملخص باللغة العربية ---------- ١٠٦
٧-٢- الملخص باللغة الانكليزية ---------- ١٠٨

فهرس الجداول

- **ا جدول (3-1)**: التركيب الكيميائي للزيركونيا المستخدمة في البحث----------٥٣
- **جدول (3-2)**: التركيب الكيائي للأسمنت الراتنجي المستخدم في البحث---------٥٥
- **جدول (3-3)** يوضح عينات البحث حسب معاملة السطح----------٦١
- **جدول (4-1)**: يبين توزع مكعّبات الزيركونيا في عينة البحث وفقاً لطريقة معاملة السطح المتبعة ----------٦٨
- **جدول (4-2)**: يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لمقدار خشونة السطح Ra في عينة البحث وفقاً لطريقة معاملة السطح المتبعة ----- ----------٦٩
- **جدول (4-3):** يبين نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار خشونة السطح Ra بين مجموعات طريقة معاملة السطح المتبعة في عينة البحث --- ----------٧٠
- **جدول (4-4)** يبين نتائج المقارنة الثنائية وفقاً لطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط مقدار خشونة السطح Ra بين مجموعات طريقة معاملة السطح المتبعة (ترميل السطح قبل ترصيص الزيركونيا، ترميل السطح بعد ترصيص الزيركونيا، ترميل السطح قبل ترصيص الزيركونيا وبعده، ترصيص الزيركونيا دون ترميل السطح (مجموعة شاهدة)) في عينة البحث.-- ----------٧١
- **جدول (4-5)** :يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لمقدار قوى القصّ (بالميغاباسكال) في عينة البحث وفقاً لطريقة معاملة السطح المتبعة----------٧٢
- **جدول (4-6)**: يبين نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار قوى القصّ (بالميغاباسكال) بين مجموعات طريقة معاملة السطح المتبعة في عينة البحث ----------٧٣
- **جدول رقم(4-7):** يبين نتائج المقارنة الثنائية وفقاً لطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط مقدار قوى القصّ (بالميغاباسكال) بين مجموعات طريقة معاملة السطح المتبعة (ترميل السطح قبل ترصيص الزيركونيا، ترميل السطح بعد ترصيص الزيركونيا، ترميل السطح قبل ترصيص الزيركونيا وبعده، ترصيص الزيركونيا دون ترميل السطح (مجموعة شاهدة)) في عينة البحث----------٧٤
- **جدول رقم (4-8)**: يبين نتائج حساب قيم معاملات الارتباط بيرسون لدراسة طبيعة العلاقة بين قيم قوى القصّ (بالميغاباسكال) وكل من قيم معامل خشونة السطح وقيم مقدار خشونة السطح Ra في عينة البحث وفقاً لطريقة معاملة السطح المتبعة--٧٥

فهرس المخططات

- **مخطط (4-1) :** يمثل النسبة المئوية لتوزع مكعّبات الزيركونيا في عينة البحث وفقاً لطريقة معاملة السطح المتبعة ----------٦٨
- **مخطط (4-2)** :يمثل المتوسط الحسابي لمقدار خشونة السطح Ra في عينة البحث وفقاً لطريقة معاملة السطح المتبعة----------٧٠
- ***مخطط (4-3):*** يمثل المتوسط الحسابي لمقدار قوى القصّ (بالميغاباسكال) في عينة البحث وفقاً لطريقة معاملة السطح المتبعة ----------٧٣

فهرس الأشكال

- شكل (2-1) رسم تخطيطيّ يوضّح أشكال بللورات الزّيركونيا ----------٢٦
- شكل (2-2)صورة بالمجهر الالكتروني ل Y-TZP تبدي فيها ظاهرة ال Ageing عند اجراء الارتصاص الى درجة حراة مرتفعة ١٦٠٠ درجة ----------٢٨
- شكل(2-3) صورة بالمجهر الالكتروني ل Y-TZP المستخدمة في التطبيقات السنية والمجرى لها الارتصاص ----------٢٩
- شكل (2-4)صورة بالمجهر الالكتروني ل ZTA ----------٣٠
- شكل (2-5) متانة التّحوّل ----------٣٢
- شكل (2-6)تأثير الحرارة على بنية الزيركونيا ----------٣٣
- شكل (2-7) التغطية بالسيلكا ----------٣٦
- شكل (2-8) : جزيئة Bis-GMA ----------٤٣
- شكل (2-9): جزيئة TEGDMA ----------٤٤
- شكل (2-10): جزيئة UDM ----------٤٤
- شكل (3-1) قالب الزيركونيا Z.D blank ----------٥٣
- شكل (3-2) عبوة الرمل المستخدم في البحث ----------٥٤
- شكل (3-3): راتنج مركب ضوئي التصلب ----------٥٤
- الشكل (3-4) الأسمنت الراتنجي المستخدم في البحث----------٥٥
- شكل (3-5): جهاز التفريز ----------٥٦
- شكل (3-6) فرن ارتصاص الزيركونيا ----------٥٦
- شكل (3-7) جهاز تنظيف بالأمواج فوق الصوتية ----------٥٧
- شكل (3-8) جهاز الترميل---- ----------٥٧
- شكل (3-9) جهاز التصليب الضوئي----------٥٨
- شكل 3-10: جهاز قياس خشونة السطح----------٥٨
- شكل 3-11:جهاز الاختبارات الميكانيكية العام ----------٥٨
- شكل (3-12) الشكل المكعب للعينات ----------٥٩
- شكل 3-13:اجراء قياس خشونة السطح ----------٦٢
- شكل 3-14: اقراص الر اتنج المركب والانابيب الزجاجية----------٦٣
- شكل (3-15): العينة الشاهدة بعد الإلصاق ----------٦٤
- شكل (3-16): عينة الترميل قبل الإرتصاص بعد الإلصاق----------٦٤
- شكل(3-17) : عينة الترميل بعد الإرتصاص بعد الإلصاق----------٦٤
- شكل (3-18) : عينة الترميل قبل وبعد الإرتصاص بعد الإلصاق----------٦٤
- شكل (3-19)اختبار القص بمنظر جانبي----------٦٥
- شكل (3-20)اختبار القص بمنظر أمامي----------٦٥

- شكل (3-21) شاشة الحاسوب الخاص بجهاز الأختبارات الميكانيكية العام ---------٦٥

Introduction

المقدمة Introduction:

ازداد في الآونة الأخيرة الاهتمام بالنواحي التجميلية من قبل كل من المريض وطبيب الأسنان معاً، مما دفع إلى ازدياد في الأبحاث العلمية التي تتناول التعويضات الخزفية الكاملة بغية الحصول على أنظمة تتمتع بالخواص الفيزيائية والحيوية والجمالية الكافية لتكون بدائل عن استخدام المعادن.

وكانت الزيركونيا من أهم هذه المواد التي قدمت نفسها بشكل قوي في عالم التعويضات الثابتة لِما أظهرته من مقاومة انكسار عالية ومعدل بقاء طويل الأمد في البيئة الفموية بالمقارنة مع البدائل الخزفية وغير العضوية الخالية من المعدن الأُخرى (Thompson et al,2011) .على الرغم من الخواص الميكانيكية العالية التي تقدمها الزيركونيا إلّا أن هناك مشكلة أساسية شكلّت عقبة أمام استخدامها في التطبيقات السنية وهي ضعف إلصاقها مع مواد الإلصاق المختلفة . إن استخدام الإسمنتات التقليدية مثل فوسفات الزنك والإسمنت الزجاجي الشاردي أعطى قيم منخفضة عند إلصاق الزيركونيا مع العاج السني (Peutzfeldt et al,2011) ، فكان استخدام الإسمنت الراتنجي مهماً لتحسين و متانة الإلصاق(Murthy et al,2014) إن السطح الناتج بعد صنع أو خرط الزيركونيا لا يعد كافياً لإعطاء متانة ربط كافية مما يتطلب إجراء معالجة لهذه السطوح (Ozcan et al,2003) وبالتالي تخشين سطح الخزف لتحقيق اندخال للإسمنت الراتنجي ضمن الغؤورات الموجودة عليه وتحقيق ثبات ميكانيكي مجهري بالإضافة للربط الكيميائي الذي تحققه عوامل الربط.

.(Thompson et al,2011)

استخدمت العديد من الطرق لمعالجة سطح الزيركونيا مثل استخدام السنابل الماسية الدوارة، التغطية بالسيلكا، التخريش الحمضي، السيلنة، الليزر، بالاضافة للترميل أو المشاركة بين أياً من الطرق السابقة(Chaiyabutr et al,2008;Ersu et al,2009) وقد قامت العديد من الدراسات التي هدفت إلى معرفة أفضل الطرق لمعاملة سطح الزيركونيا ، ويمكن القول بأن الترميل باستخدام أوكسيد الألمنيوم كان من أفضل الطرق وأكثرها فعالية في تحسين الإلصاق ما بين الزيركونيا والأسمنت الراتنجي(Gargari et al,2010)، والمميز في هذه الطريقة هي سهولة استخدامها وتوافرها في معظم المخابر السنية ورخص تكاليفها وبالتالي فهي طريقة في متناول جميع الأطباء الذين يستخدمون الزيركونيا في ممارساتهم السريرية. يجرى الترميل عادة باستخدام حبيبات أوكسيد الألمونيوم ذات أحجام مختلفة بعد إرتصاص الزيركونيا وقبل الإلصاق، وبما أن الزيركونيا المرتصّة تكون كثيفة جداً فهي تبدي قساوة عالية ومن الصعب إجراء تخشين لسطحها (Casucci et al,2009)، مما يتطلب ضغط هواء أعلى وحبيبات أوكسيد المونيوم أخشن قادرة على تقديم خشونة مرغوبة للسطح المعالج، ومن جهة أُخرى إذا تمَّ هذا الإجراء بشكل عنيف فأنه يمكن أن يخلق تشققات سطحية والتي قد تنتشر ضمن كتلة وجسم الزيركونيا معدلة من الخصائص الميكانيكية لسطحها (Wang et al,2007; Garcia Fonseca et al,2013).حيث تتهم معاملة السطح بأنها تحول الزيركونيا من البنية الرباعية المستقرة الى الأحادية وهذا يسبب انخفاض في المتانة ويزيد الميل لحدوث الكسر بشكل مرتبط مع كمية التحول الحاصل مما يضر بديمومة الترميم المصنوع من الزيركونيا.

تم اقتراح إجراء الترميل قبل إرتصاص الزيركونيا حيث أن المادة لا تبدي تلك القساوة العالية كما بعد الإرتصاص، هذا التعديل في توقيت إجراء الترميل يمكن أن يسمح باستخدام حبيبات ذات حجم أصغر تعطي سطح ذي خشونة ومورفولوجية مفضلُة لتحقيق ربط جيد على مستوى

السطح البيني بين الاسمنت والزيركونيا من دون تعريض خواصها الميكانيكية للخطر كما يمكن ان يقلل من كمية الطور الأحادي الذي ينتجه الترميل بعد إرتصاص الزيركونيا ويلغي الحاجة لإجراء معالجة حرارية إضافية تالية لهذا الترميل والتي تهدف إلى عكس التحول الذي حصل وتقليل الطور الأحادي.

وعلى ذلك تبقى الشروط الواجب استخدامها في أسلوب الترميل تعاني من قلة الدراسات حيث أن عدد الأبحاث التي تناولت هذا الموضوع قليلة ومن هنا جاءت فكرة هذا البحث الذي يسعى إلى معرفة أهمية الترميل كطريقة لمعاملة سطح الزيركونيا بهدف تحسين ارتباطه مع الإسمنت الراتنجي وفيما إذا كان هناك أهمية لتوقيت إجراء الترميل قبل وبعد عملية إرتصاص الزيركونيا.

الهدف من البحث Aim of the study :

اختبار أثر الترميل بحبيبات اوكسيد الألمونيوم بحجم ٢٥٠ ميكرون على:

١- خشونة سطح الزيركونيا

٢- ارتباط الزيركونيا مع الاسمنت الراتنجي ثنائي التصلب باستخدام قوى القص.

٣- العلاقة مابين خشونة السطح ومقاومة قوى القص .

وذلك بإختلاف توقيت إجراء الترميل قبل إرتصاص الزيركونيا ، بعد إرتصاص الزيركونيا ، قبل وبعد إرتصاص الزيركونيا.

المراجعة النظرية

Literature Review

٢ـ١ الثبات

٢-١-١- تعريف الثبات :

يعرف الثبات على أنه مجموعة العوامل الفيزيائية التي تمنع المرممة من مغادرة دعامتها باتجاه المحور الطولي للتحضير بالرغم من كل القوى التي تعمل على فصلها(الشعراني،2015).

وحدد Siddharth Narula وزملاؤه 2011 العوامل المؤثرة في ثبات الترميم كما يلي:

١- مقدار القوى الواقعة على الترميم: تعد القوى التي تعمل على إزاحة الترميم من مكانه وفق المحور الطولي للدعامة ضعيفة بالمقارنة مع القوى التي تعمل على إزاحته على المستوى الأفقي وتعتمد هذه القوى بشكل أساسي على طبيعة الطعام .

٢- الشكل الهندسي للتحضير

٣- تقارب الجدران: يقل ثبات التعويض مع زيادة تقارب الجدران كما أن الجدران قليلة الميلان يمكن أن تؤدي إلى تشكل نقاط تثبيت غير مرغوب فيها، وبشكل عام يعتبر ميلان الدعامات بمقدار ٦ درجات مثالياً في زيادة الثبات.

٤- مساحة السطح: يزداد الثبات مع ارتفاع الجدران المحضرة من السن وبمعنى آخر بمقدار سطح التماس بين السن المحضرة والدعامة.

٥- تركز الجهود: يلعب الشكل الهندسي من خلال تدوير الزوايا المحورية دوراً مهماً في زيادة الثبات.

٦- نوع التحضير: ثبات التعويضات ذات التحضيرات الكاملة أعلى من التحضيرات الجزئية.

٧- عوامل تتعلق بسطح الترميم المراد إلصاقه:

أ- حالة السطح الداخلي للمرممة: يحدث فشل الثبات عندما يكون السطح الداخلي للمرممة ناعماً على مستوى التقاء الإسمنت مع المرممة وبالتالي تلعب خشونة سطح المرممة دوراً في زيادة الثبات حيث زادت قوى ثبات الترميم المعدني بمقدار 64 بالمائة عند ترميله(Smith, 1970).

ب-مدى الاحتكاك بين السطح الداخلي للمرممة وجدران السن المحضرة ، والذي يعكس مدى دقة انطباق هذه المرممة على دعامتها وبالتالي استقرارها(O'Connor et al 1990) .

ت-مقدار القوى المطبقة على التعويضات الثابتة وإتجاهها(Nicholls, 1974).

٨- المواد التي سوف تستخدم في الإلصاق (Narula et al,2011)

كما صنف Bernard GN Smith الثبات في التيجان والجسور إلى:

ثبات ميكانيكي : وهو الطريقة التقليدية والتي تعتمد على تحضير السن وفق شكل معين ومن ثم إلصاق التاج أو مثبتة الجسر بإستخدام إسمنت إلصاق والذي لا يرتبط كيميائياً لا مع السن ولا مع السطح الداخلي للتاج.

ثبات كيميائي : حيث يرتبط اسمنت إلصاق أو نظام ربط إما كيميائياً أو بطريقة ميكانيكية مجهرية مع كل من السن المحضرة و الترميم. الترميم الملصق بهذه الطريقة لايعتمد بشكل أساسي في الثبات على شكل التحضير مثل الجسور ذات التحضير الأصغري.

٢-١-٢- مفهوم الارتباط :

يوجد ثلاث أنواع للارتباط: (Anusavice, 2008)

- الشكل الفيزيائي : هو قوى تجاذب ضعيفة ما بين السطوح المتماسة بشكل مباشر ويعتمد بشكل أساسي على فرق الكمون بين العناصر المرتبطة مثل قوى فاندر فالس التي تتكون بين سطحين.

- الشكل الكيميائي: وهو الشكل الذي يحدث فيه ربط على مستوى الذرات والجزيئات الكيميائية على السطح المشترك بين المواد الملتصقة وهي روابط قوية تتأثر استمراريتها على كامل السطح بوجود عناصر معينة وتدعى بالربط الأولي، وهناك أنماط متعددة لهذه الروابط :

  - الروابط الشاردية : وتعد النمط الأبسط وهي تنشأ عن الانجذاب المتبادل للشحنات الإيجابية والسلبية

  - الروابط التكافؤية : كمثال عليها ذرة الهيدروجين إذ أن الإلكترون التكافؤي الوحيد في كل ذرة هيدروجين يتشارك مع نظيره في الذرة الأخرى بحيث تصبح المدارات مستقرة .

  - الروابط المعدنية

- الشكل الميكانيكي : يتأثر هذا النمط بدرجة خشونة السطح وقدرة المادة على الإنسياب وترطيب السطح وهي رابطة قوية وذات استمرارية ، فمثلاً عند تثبيت الترميمات المختلفة من تيجان وحشوات مصبوبة يندخل الإسمنت ضمن الغؤورات الموجودة على السطح الداخلي لهذه الترميمات من جهة وبين تلك الموجودة على سطح السن من جهة ثانية.

في طب الأسنان وبشكل عام ارتباط الراتنج مع بنية السن يكون بسبب أحد الآليات الأربعة التالية:

١. ميكانيكياً : عبور الراتنج و تشكيله لأوتاد داخل سطح السن .
٢. التكثيف : ارتباط كيميائي مع بنية السن بما فيه من مكونات عضوية (خاصةً الكولاجين I) أو مكونات غير عضوية (هيدروكسي أباتيت) .
٣. الإنتشار : ترسب للمواد على سطوح السن حيث ترتبط المونوميرات الراتنجية ارتباطا كيميائياً أو ميكانيكياً معه .
٤. تراكب الآليات الثلاثة السابقة (وجودها مجتمعة) .(SÖderholm et al,1991)

تقدر قوى ارتباط المواد بقيمة القوى الميكانيكية اللازمة لتوليد انفصال نهائي بين الأسطح الملتصقة و التي عادة ما تحسب عن طريق قياس قوى القص .

٢-١-٣- مبادئ الربط الأساسية :

- تحضير سطح السن و يتضمن إزالة طبقة اللطاخة و البقايا، ثم تخريش أو تكييف الميناء أو العاج (أو كلاهما) بحمض الفوسفور بتركيز يتراوح ما بين ١٠ – ٤٠ % فتزال الأجزاء

المتمعدنة من السطح الذي يصبح مسامياً . عندما تطبق عوامل الربط على السطح السني المخرش تندخل إلى هذه المسافات المجهرية و بعد تصلبها (بالتصليب الضوئي أو عبر البلمرة) ، تشكل استطالات تدعى الإندخالات الراتنجية resin tags تعلق داخل المسامات السنية بروابط ميكانيكية . يدعى هذا الإرتباط بالتثبيت الميكانيكي المجهري . و من جهة أُخرى تقوم عوامل الربط الراتنجية بربط كيميائي للراتنجات الأخرى المتوضعة فوقها . (Eliadese et al,1994)

- تخشين سطح الترميم بطرق مختلفة مثل الترميل واستخدام الأحماض يزيد الإلصاق عبر التثبيت الميكانيكي ، تماماً مثل التخشين بالتخريش الحمضي لسطح الميناء .

(Erickson et al,1989)

- قرب الجسمان من بعضهما البعض أي يجب أن يكونا ملتصقين ببعضهما البعض .

(Hatrick et al,2003)

- ترطيب السطح المُطبّق عليه المواد الرابطة بشكل مؤثر على طاقة السطح. و يجب التنويه إلى أن تنظيف سطح السن و تكييفه قبل إجراءات الربط يزيد طاقة سطحه، لأن تحضير السن ينتج طبقة اللطاخة و التي تملك طاقة سطح حرة منخفضة لذلك يجب إزالتها لزيادة طاقة السطح الحرة . أيضاً التخريش الحمضي يزيد قابلية السوائل على ترطيب سطح السن و يحسن نفوذية الراتنج ليشكل الإندخالات الراتنجية resin tags و بذلك تحسن الربط . (Ruyter et al 1992)

٢-١-٤- عوامل تمنع الربط الجيد :

١. <u>التجفيف المفرط</u> : لأنه لا يسمح بنفوذ جيد لعوامل الربط إلى الميناء و العاج المخرشان .

٢. التلوث : بالدم أو باللعاب كونه يتدخل بإمكانية نفوذ عوامل الربط عبر السطح .

٣. نقص كمية المادة الرابطة .

٤. الفشل في التصليب الكافي للمادة الرابطة الراتنجية .

٥. الرطوبة.

٦. العاج التصلبي sclerotic dentine : حيث يعيق عملية التخريش لعدم قدرة الحمض على فتح الأقنية العاجية أو تفرعاتها فيه .

٧. الأوجينول : الموجود في الإسمنتات المؤقتة يتدخل في تماثر عوامل الربط العاجية و الكمبوزيت الراتنجي .

٨. المقبضات الوعائية : المستخدمة لضبط النزف اللثوي تتدخل في عملية الربط .

٩. العوامل المضادة للجراثيم : المطبقة لتطهير العاج قد تلوث السطح و تتدخل مع المبدئ الراتنجي. .(Hatrick et al,2003).

٢-٢- الخزف

٢-٢-١- تعريف الخزف Porcelain :

يعرف بين المواد السنية ب Ceramics و هو مادة شديدة الصلابة تجميلية استخدمت للتعويض على الأسنان المتلونة منذ سنوات عديدة . يملك قبولاً كبيراً لدى أطباء الأسنان و الفنيين والمرضى بسبب مظهره الجمالي الممتاز، و ملاءمته ، و نسبة إهتراءه المنخفضة ، و مقاومته للإصطباغ ، و سهولة التعامل معه . و تنحصر مشاكله الأساسية باحتمال انكساره ، و سحله للسن المقابل ، و صعوبة إعادة تلميعه بعد تثبيته .

٢-٢-٢- التركيب الكيميائي للخزف السني:

يتألف الخزف من مسحوق و سائل :

يتكون المسحوق من :

- الصلصال (أو الطين أو الكاؤولين) : كيميائياً هو سيليكات الألمنيوم $AL_2O_3,2SiO_2,2H_2O$ يشكل نسبة ١ – ١٠ % من المسحوق و يؤثر على الخواص البصرية حيث يعطي الخزف ظلاليته .
- الفيلدسبار : سيليكات الألمنيوم البوتاسي $K_2,6AL_2O_3,6SiO_2$: يشكل نسبة ٧٠ – ٨٠ % من المسحوق و يعتبر المكون الأساسي للخزف السني ، و يعتبر الفيلدسبار طور زجاجي يربط بلورات السيليكا مع بعضها .
- الكوارتز (السيليكا) : أكسيد السيليسيوم SiO2 يشكل نسبة ١٠ – ٢٠ % من المسحوق و يعطي الخزف خواصه الميكانيكية و يملك مدى انصهار عالي ١٤٠٠ – ١٦٠٠ .

- المسيلات : (فوسفات البوتاسيوم K2Po2 – كربونات البوتاسيوم K2Co2 – البوراكس – كربونات الصوديومNa3Co2 أو كربونات الليثيوم المذابة) تشكل نسبة ١٠-٢٠ % من المسحوق و تتحكم بدرجة انصهاره .
- العناصر الملونة : أكاسيد معدنية تضاف للتحكم باللون النهائي للخزف

أما السائل فهو عبارة عن :

ماء مقطر يضاف إليه قليل من المواد العضوية كالنشاء أو الغليسيرين ليسهل تشكيل و تكثيف الخزف عبر إعطاء المسحوق قوام شبه عجيني بعد مزجه به .(**Hatrick** et al,2003 **)**

٢-٢-٣- استخدامات الخزف : (**Manappallil**,2003)

١. حشوات Inlay و onlay الخزفية الكاملة .
٢. وجوه خزفية تجميلية .
٣. تاج مفرد خزفي كامل .
٤. جسور خزفية كاملة قصيرة (٣ وحدات) .
٥. وجوه للتيجان المعدنية و الجسور (خزف على معدن) .
٦. أسنان اصطناعية للتعويضات الكاملة و الجزئية .
٧. حاصرات تقويمية خزفية .

٢-٢-٤- تصنيف الخزف :

- يصنف الخزف وفقاً لمعايير مختلفة منها :
- حسب درجة الإنصهار .

- حسب التركيب .
- حسب البنية المجهرية .
- حسب طريقة التصنيع .
- حسب الاستخدام .

٢-٢-٤-١- تصنيف الخزف بحسب درجة الإنصهار :

- الخزف الفيلدسباري عالي درجة الإنصهار ١٢٦٠ – ١٤٠٠ يستخدم في أسنان الأجهزة الصناعية.
- الخزف متوسط درجة الإنصهار ١٠٨٠ – ١٢٦٠ يستخدم في تيجان الجاكيت و التعويضات الخزفية الكاملة .
- الخزف منخفض درجة الإنصهار ٩٠٠ – ١٠٨٠ يستخدم في الترميمات الخزفية المعدنية .
- الخزف ذو درجة الإنصهار الأكثر انخفاضاً ٦٥٠ – ٨٥٠ يستخدم في الترميمات الخزفية المعدنية و خاصة" عند استعمال معدن التيتانيوم .(**Manappallil**,2003)

٢-٢-٤-٢- تصنيف الخزف بحسب التركيب :

- الترميمات الخزفية المعدنية .
  - A. السيراميك المعدني التقليدي IPS classic
  - B. السيراميك الزجاجي المعدني IPS D.SIGN
- الترميمات الخزفية الكاملة :
  - ☒ الخزف الفلدسباري :
    - عالي المحتوى من بلورات اللوسيت (OPTEC) .

- منخفض المحتوى من بلورات اللوسيت(PJC)

☒ الخزف الزجاجي المصبوب :

- الحاوي على بلورات اللوسيت (IPS EMPRESS) .
- الحاوي على بلورات الميكا (DICOR) .
- الحاوي على بلورات الليثيوم (IPS EMPRESS 2) .
- الحاوي على فوسفات الكالسيوم (CERAPEAL) .

☒ القلب أو القلنسوة المقوّاة (CORE) :

- المصنوع من الألومينا (أوكسيد الألمنيوم) :
  - القلنسوّة الخزفية المقوّاة بأكسيد الألمنيوم (نظام Hi Ceram): بهدف زيادة الخواص الميكانيكية للخزف جرى إضافة أكسيد الألمنيوم إلى كتلة الخزف بنسبة ٤٠-٥٠% و وصلت مقاومة الانحناء لهذا الخزف إلى ١٣١ Mpa.
  - المصبوب بواسطة المعلق والمرتشح بالزجاج(نظام IN-CERAM Alumina) : يتم تصنيع هذه القلنسوة بطريقة تدعى slipcasting وزادت الخواص الميكانيكية لهذا الخزف لتصل مقاومة الانحناء إلى ٦٠٠Mpa.
  - الومينا المغنزيوم و المرتشح بالزجاج (IN-CERAM Spinell): يشبه السابق ولكن مع تعديل يهدف إلى زيادة االناحية الجمالية مع انخفاض في مقاومة الانحناء غلى ٣٥٠ Mpa.

- الومينا زيركونيا : تمت إضافة أوكسيد الزيركونيا بنسبة ٣٣% لتحسين مقاومة الخزف للكسر

- المصنوع من المغنيزيا (أوكسيد المغنيزيوم) .
- المصنوع من المومينا مغنيزيا معدلة المصبوبة بالحقن (CERESTORE).
- المصنوع من الزيركونيا: أوكسيد الزيركونيوم(Zro2) والمعالج بعنصر اليتيريوم و نحصل على القلب بطريقة التفريز الآلي مثل نظام Ceramill Z1.

(Denry, 2006; O'Brien,2002)

٢-٢-٤-٣- تصنيف الخزف بحسب البنية المجهرية :

- الخزف اللامتجانس \ متباين العناصر (HETEROGENEOUS) :

تتألف بنيته المجهرية من طورين : الطور الزجاجي و الطور البلوري و الذي يتكون بدوره من الألومينا أو اللوسيت .

خزف زجاجي : وهو عبارة عن طور زجاجي من الفلدسبار الطبيعي أو الصناعي محاطاً بطور بلوري (بلورات اللوسيت أو بلورات سيليكات الليثيوم) ، يتميز ببنية مجهرية متعددة الأطوار مثل أنظمة Empress التجميلية.

خزف مرتشح بالزجاج : معظم الخزف المرتشح بالزجاج يمتلك هيكل ألومينى مسامي نفوذ والذي يقوّى بزجاج اللانثيوم وأيضاً يتميز ببنية مجهرية متعددة الأطوار، ويستخدم كهيكل

للتيجان المفردة الأمامية والخلفية مثل أنظمة INCeram Alumina ,INCeram Spinell ,INCeram Zirconia.

الخزف الأوكسيدي : الذي لايحتوي على طور زجاجي ،حيث يمتلك قالباً بلورياً من نقياً من أوكسيد الالمنيوم أو أوكسيد الزيركونيوم ويمتلك بنية مجهرية وحيدة الطور .

- الخزف المتجانس (HOMOGENEOUS) :

تتألف بنيته المجهرية من طور واحد هو الطور الزجاجي و يطبق على الهيكل الأساسي الخزفي لإعطاء الشكل التشريحي للتاج كي يشابه بنية السن الطبيعي .(Hammerle et al,2008).

٢-٢-٤-٤- تصنيف الخزف الخاص بالترميمات الخزفية الكاملة بحسب طريقة التصنيع :

- مسحوق – سائل powder –liquid :

تعتمد هذه الطريقة على مزج مسحوق الخزف مع الماء المقطر أو سائل خاص من الشركة المصنعة للخزف ، ومن ثم تكييفه يدوياً وخبزه في فرن الخزف، وتستخدم هذه الطريقة مع الخزف المغطي للهياكل المعدنية أو الخزفية .

من مساوئ هذه الطريقة إمكانية تشكّل الفقاعات والفراغات ضمن المزيج الأمر الذي يؤثر سلباً على الخصائص النهائية للخزف .

يعتمد نظام In-ceram بأنواعه الثلاثة على طريقة تسمّى slip-casting؛ حيث يمزج مسحوق الخزف مع ماء بدرجة حموضة معدّلة أو سائل خاص، وتتوزع ذرات الخزف

بشكل متجانس ضمن السائل ويشكّل معلّق يدعى ب slip، وبعد تكثيفه يتشكّل هيكل مسامي يطلى بزجاج لانثيوم يندخل في المسامات بالارتشاح (Giordano & McLaren,2010).

- خزف قابل للضغط Pressable ceramics :

يتم في هذه الطريقة تسخين وضغط قطع الخزف المعروفة ب ceramic ingots ضمن قالب شُكّل بطريقة الشمع الضائع وبذلك يتم الحصول على التعويض الخزفي بشكله التشريحي الكامل تُطبّق عليه الملوّنات الخارجية ، أو على قلب core خزفي تُبنى فوقه طبقات من الحزف العاجي والمينائي للحصول على الشكل النهائي للتعويض.

يعُتبر نظامي IPS Empress و IPS e.max press من أشهر أنظمة الخزف الكامل المُصنعة وفق هذه الطريقة (Giordano & McLaren,2010).

- التصميم والتصنيع بواسطة الحاسوب CAD/CAM:

استخدمت تقنية ال CAD/CAM في طب الأسنان بداية لتصميم ونحت قطع الخزف كاملة الإرتصاص fully sintered ceramic blocks، وهو ما يطلق عليه التصنيع القاسي Hard machining، وبعد ذلك أصبح ممكناً نحت قطع خزفية جزئية الإرتصاص partially sintered ceramic block وهو ما يطلق عليه التصنيع الطري soft machining حيث تتم معالجة الخزف حرارياً بعد الإنتهاء من نحته ليكتمل إرتصاصه (Denry & Holloway,2010).

يمكن تعريف الإرتصاص sintering بأنه عملية تسخين لجزيئات المادّة المتقاربة بدرجة حرارة معيّنة (دون الانصهار) بهدف رصّها وزيادة متانتها (ANUSAVICE,2003).

أ- التصنيع القاسي Hard machining :

تكون بعض أنظمة الزيركونيا على شكل قوالب كاملة الإرتصاص fully sinterd يتم تحضيرها ضمن الشركة المصنعة عن طريق ضغط مسحوق الزيركونيا بدايةً ضمن قالب، ومن ثمّ وضعه ضمن حجرة مليئة بسائل أو غاز خامد، مع تطبيق حرارة مرتفعة (1400-1500) درجة مئوية وضغط ساخن متوازن ومتساوي القياس من جميع الجهات hot isostatic pressure (Giordano & McLaren,2010)، ليتشكل بذلك قالب من الزيركونيا ذراته متراصّة مع بعضها البعض وخالية من المسامات حيث تصل الكثافة إلى ٩٩%.

تتميز قوالب الزيركونيا هذه بثبات أبعادها عند تصنيع قلنسوات أو هياكل التعويضات الثابتة ؛ فهي ليست بحاجة للتكثيف بعد نحتها ، وبالتالي تكون دقّة انطباقها مرتفعة (Fisler et al ,2003)، إلا أنها تستهلك وقتاً أطول لنحتها كما أنّها تحتاج إلى أجهزة وسنابل متينة ومقاومة للإهتراء بسبب قساوتها المرتفعة (Denry & Kelly,2008)، بالإضافة إلى فرصة تشكّل تصدعات مجهرية في هيكل التعويض أثناء النحت ممّا قد يؤدي إلى انكساره لاحقاً(Filser et al ,2003)

ب- التصنيع الطري Soft machining :

تجهز الشركات المصنعة قوالب الزيركونيا المرتصّة جزئياً عن طريق تطبيق ضغط بارد متوازن ومتساوي القياس من جميع الجهات cold isostatic pressing على مسحوق الزيركونيا الذي يحتوي على مادّة رابطة binder تجعله قابلاً للضغط ضمن قالب ولايتجاوز حجم المسامات ضمن المسحوق المضغوط ٢٠-٣٠ نانومتر، بعد ذلك يتم الإرتصاص جزئياً لتصل كثافته إلى ٤٠%.إن

لدرجة حرارة الإرتصاص تأثيراً مباشراً على قساوة قالب الزيركونيا وسهولة نحته وعلى خشونة سطحه، فكلما ارتفعت درجة حرارة الإرتصاص الأولي كلّما ازدادت خشونة القالب (Filser et al,2003).

تتميز قوالب الزركونيا المرتصة جزئياً بسهولة نحتها فتوفّر الوقت وتقلل من إهتراء الأدوات المُصنّعة لها(Sakaguchi & Powers,2012)، لذلك يعتبر التصنيع الطري هو الطريقة المفضّلة والمعتمدة من قبل معظم شركات تصنيع أنظمة الزركونيا.

٢-٢-٤-٥- تصنيف الخزف بحسب الاستخدام :

- خزف الأسنان الإصطناعية المستخدمة على الأجهزة الصناعية .
- الخزف المستخدم في ترميمات الخزف على معدن .
- خزف تيجان الجاكيت و الوجوه و ال inlay .
- خزف الجسور الأمامية .(**Manappallil**,2003)

٢-٢-٥- خواص الخزف :

٢-٢-٥-١- الخواص الفيزيائية و الميكانيكية : (**Manappallil**,2003)

☒ ***المقاومة Strength*** : من أبرز سلبيات الخزف هي ضعف خواصه الميكانيكية فعلى الرغم من كونه يملك مقاومة جيدة إلا أنه هش و قابل للكسر (يعد الخزف من أكثر المواد السنية قصافة") ، و من جهة ثانية فإن حساسيته لقوى الشد تتسبب بالتشقق المجهري لسطحه أثناء تصنيعه (مما يؤثر على خواصه البصرية وعلى قوته و تماسكه) . و من الممكن تحسين

قساوته بإضافة حبيبات متبلورة ضمن القاعدة الزجاجية لكن هذا الإجراء يؤثر سلباً على الناحية الجمالية ، عندها يستعمل كمادة للهيكل الأساسي تبنى فوقه طبقات خزفية ذات جمالية أكبر.

- **مقاومة التواء Flexure strength** : ٧٥,٨ – ١٤١,١ ميغاباسكال .
- **مقاومة انضغاط Compressive strength** : ٣٣١ ميغاباسكال .
- **مقاومة شد Tensile strength** : ٣٤ ميغاباسكال .
- **مقاومة قص Shear strength** : ١١٠ ميغاباسكال .

☒ ***قساوة السطح Surface Hardness*** : الخزف أقسى من السن الطبيعي (460 KHN) ، لذا يمكن أن يتسبب في سحل للأسنان المقابلة .

☒ ***مقاومة الإهتراء Wear Resistance*** : الخزف أكثر مقاومةً للإهتراء من السن الطبيعي .

☒ ***الخواص الحرارية Thermal Properties*** :

- **قابلية النقل الحروري Thermal conductivity** : منخفضة في الخزف .
- **معامل التمدد الحروري Coefficient of thermal expansion** –6.4 $7.8x10^{-6}/C^{o}$، قريب من معامل التمدد الحروري للأسنان الطبيعية .

☒ ***ثبات الأبعاد Dimensional Stability*** : أبعاد الخزف ثابتة بعد خبزه .

☒ ***الإستقرار الكيميائي Chemical Stability*** : الخزف لا يذوب و لا يمتص السوائل الفموية . كما أنه مقاوم لمعظم المذيبات (ما عدا حمض فلور الماء الذي يعتبر مخرش نوعي للخزف) .

٢-٢-٥-٢- الخواص البصرية Esthetic Properties :

إن الخواص البصرية للخزف ممتازة إذ يمكن له أن يماثل السن المجاور بالشفافية (Translucence) و اللون (color) و الكثافة (intensity) (بالإضافة لمحاولات جاهدة لمقاربة (التألق) (fluorescence) منه في السن الطبيعي تحت الأمواج فوق البنفسجية) . كما يمتاز بثباته اللوني حيث يمكنه المحافظة على لونه و بريقه لسنوات .

٢-٢-٥-٣- التقبل الحيوي Biocompatibility :

تقبل النسج الفموية والنسج حول السنية للخزف ممتاز .

٢-٣ الزيركونيا

٢-٣-١- لمحة عامة عن الزيركونيا:

أتى اسم زيركونيوم من الكلمة الفارسية زاركون(zargon) والتي تعني اللون الذهبي وهو عبارة عن حجر كريم برتقالي محمر، ولكن نظراً لخاصيته الفيزيائية الممتازة وتقبله الحيوي العالي بدأ الإهتمام به لإستخدامه كهيكل للتعويضات الخزفية الكاملة (Pilathadka et al 2007).

الزيركونيوم عبارة عن مادة غير عضوية توجد في الطبيعة على شكل اتحاد أكسيد الزيركونيوم مع أوكسيد السيليكات Zro2Sio2 حيث أن الزيركون الصافي لايوجد حر في الطبيعة ويتم إرجاعه إلى أوكسيد الزيركونيوم لإستعماله في المجال الحيوي، تم اكتشاف الزيركونيا من قبل العالم الألماني Martin Klaprothعام ١٧٨٩عندما كان يقوم بتسخين بعض الأحجار الكريمة، وهو يستخدم بشكل واسع في المجالات الصناعية المختلفة كجزء من الآلات أو الأفران، أو كأداة تقطيع، أو في مجال الصناعات الفضائية بالإضافة إلى العديد من الإستخدامات الأُخرى (Vagkopoulou et al ,2009).

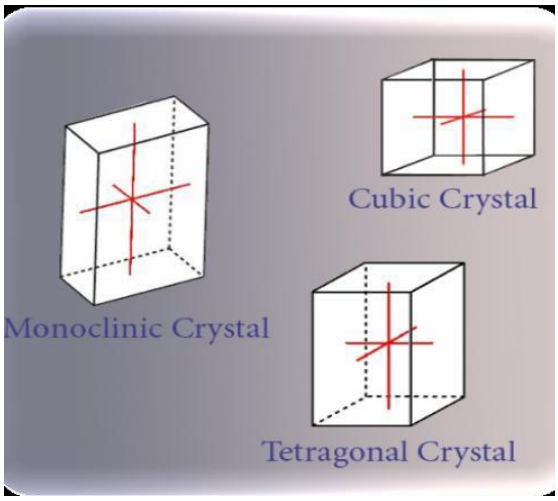
بدأت التجارب الأولية لإستخدام الزيركونيا في المجال الطبي عام ١٩٦٩م، واقترح كمادة متقبلة حيوياً في الجراحة العظمية حيث كانت تصنع منها الرأس الكروي لمفصل الفخذ(Manicone et al,2007)، أمّا في طب الأسنان فقد تم استخدامها في أوائل عام ١٩٩٠م لتصنيع القلوب داخل الأقنية ، والزرعات ودعاماتها، والحاصرات التقويمية، وقلنسوات التيجان المفردة، وهياكل الجسور الطويلة (Conard et al,2007.Silva et al

2010,) بالإضافة لاستخدامها في تصنيع مع الأدوات كالسنابل والمثاقب الجراحية(Koutayas et al,2009).

حيث أتى الإهتمام بها من خلال تقبلها الحيوي فقد أجريت العديد من الدراسات المخبرية التي أثبتت عدم سميَة هذه المادة وعدم انحلاليتها في الماء(Zarone et al,2001)، بالإضافة إلى أن التصاق الجراثيم عليها ضعيف جداً وهو أضعف من الإلتصاق بمعدن التيتانيوم (Scarano et al,2004 ,Rimondini et al,2002)، كما يتميز بظلالية شعاعية مشابهة للمعادن (Denry & Kelly,2008) وخواص ميكانيكية عالية ، وثبات في الأبعاد، وثبات كيميائي، ومعامل مرونة مشابه للفولاذ الغير قابل للصدأ (Conard etl,2007 Helvey,2008,) ،وتبعاً لهذه الخواص اقترحت بعض الدراسات استخدام هذا النوع من الخزف على الأرحاء لصناعة التيجان المفردة والجسور الطويلة (Tinchert et al ,2004 Raigrodski et al,2006,)إلا أن الجسور المؤلفة من خمس قطع هي أكثر ما يمكن الحصول عليه حتى الآن(Larsson et al,2005).

يوجد الزيركونيا في الطبيعة في ثلاثة أشكال بلورية وفي درجات حرارة مختلفة دون حدوث تغير في بنيته الكيميائية وهي:

- الشكل الأحاديmonoclinic في درجات الحرارة المنخفضة
- الشكل الرباعي tetragonal ويتواجد عند درجات حرارة أعلى من ١١٧٠ درجة.
- الشكل المكعبcubic ويتواجد عند درجات الحرارة الأعلى من ٢٣٧٠ درجة وحتى درجة الانصهار ٢٦٨٠ درجة مئوية.شكل (2-1)



شكل (2-1) رسم تخطيطيّ يوضّح أشكال بللورات الزّيركونيا Zarone et al. 2011

عند انخفاض درجة الحرارة أثناء التبريد التالي لعملية الإرتصاص يحدث تبدل في البنية البلورية من الشكل الرباعي إلى الأحادي الأمر الذي يرافقه زيادة في حجم البلورات تقدر ب (٣–٥ %) و الذي يؤدي إلى حدوث إجهادات كبيرة ضمنه وبالتالي تصدعه وتهشمه عند وصوله لدرجة حرارة الغرفة. يعتبر إضافة بعض الأكاسيد ضرورياً لإنه يسمح بالحفاظ على شكل رباعي مستقر في درجة حرارة الغرفة (Hannink et al., 2000). العديد من الأكاسيد يمكن إضافتها إلى الزيركونيا بغرض الوصول إلى بنية رباعية ثابتة مثل أوكسيد اليتيريوم وأوكسيد المغنزيوم وأوكسيد الكالسيوم وأوكسيد السيريوم الأمر الذي يؤدي إلى الحصول على صفات خاصة للزيركونيا من مقاومة عالية وقساوة واستقرار كيميائي، وتختلف خصائص الزيركونيا بإختلاف نوع وكمية الأكاسيد المثبتة المضافة حيث يمكن الحصول على ثبات كامل أو جزئي تبعاً للغرض استخدام الزيركونيا في المجالات المختلفة . (Picone & Maccauro, 1999)

٢-٣-٢ أنواع الزيركونيا المستخدمة في التطبيقات السنِّية:

على الرغم من وجود العديد من الأنواع، لكن هناك ثلاثة أنواع مستخدمة في طب الأسنان وهي:

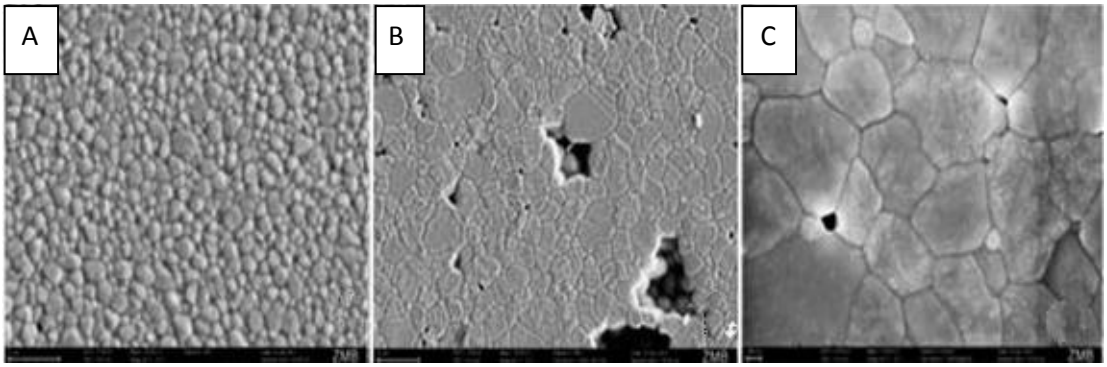
1. Yttrium cation-doped Tetragonal Zzirconia Polycrystals (3Y-TZP):

يضاف إلى الزيركونيا ٣% جزيء من أوكسيد اليتيروم كمادّة مثبتة من أجل الحفاظ على الطور الموشوري الرباعي في درجة حرارة الغرفة ، فبقاء هذا الطور يعتمد على المعالجة الحرارية وتركيز أوكسيد اليتيروم وحجم الحبيبات. إن تصغير حجم الذرات و/ أو زيادة تركيز الأكاسيد المثبتة سوف يقود إلى انخفاض معدل التحول.

(Vagkopoulou et al ,2009)

لذلك من أجل الحفاظ على الطور الرباعي في درجة حرارة الغرفة يجب أن يكون حجم الذرات اقل من ٠,٨ ميكرون وكمية الأكسيد المثبت لاتزيد عن ٣%مول(Theunissen,1992). وإن زيادة نسبة المادة المثبة أكثر من الحد المقرر يؤدي إلى تثبيت كامل للزيركونيا ونقص تحولات المتانة ، بينما إنقاصها عن هذا الحد يؤدي إلى زيادة التحولات العفوية وبالتالي نقص شديد في خواص الزيركونيا.

(Aboushelib,2010).شكل (2-2)

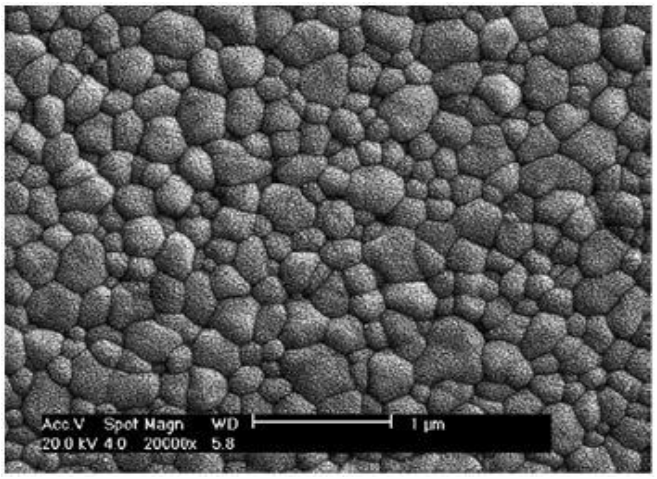


شكل (2-2)صورة بالمجهر الالكتروني ل Y-TZP تبدي فيها ظاهرة ال Ageing عند اجراء الارتصاص الى درجة حراة مرتفعة ١٦٠٠ درجة.A:قبل الارتصاص ،B:عند الترتصاص لدرجة حرارة ١٦٠٠ حيث يبدي السطح ثقوباً،C:انتشار الطور الاحادي.*(Hallmann et al2012)*.

يتراوح حجم ذرات خزف (Y–TZP)المستخدم للتطبيقات السنية ما بين (٠,٥–٠,٢ ميكرون) وذلك حسب درجة حرارة التلبيد (Guazzato et al ,2004).

يمتلك خزف Y–TZP أفضل الخواص الميكانيكية والتجميلية بين أنواع الأكاسيد الخزفية المتعددة البلورات فهو قد يحقق شفافية تصل إلى ١٢–١٥%(Baldissara et al,2010).ومقاومة ومتانة كسر عالية ، الصلابة، مقاومة السحل، كما أنه لا يبدي أية تأثيرات ممغنطة وهو عازل كهربائي جيد وله ناقلية حرارية منخفضة ومقاوم للتآكل في الأوساط الحامضية والقلوية ومعامل تمدده الحراري مشابه لمعامل التمدد الحراري للحديد(Vagkopoulou et al ,2009).

تحوي هذه المادة بعض من الزيركونيا المكعبة لكن لا يفضل وجودها، لأنها تسبب توزع غير متساوي لشوارد الإيتيريوم، فتكون البلوارت المكعبة غنية بالإيتيريوم بينما البلوارت الرباعية خالية منها وبالتالي تكون المادة الناتجة أقل ثباتاً(Denry & Kelly, 2008). شكل(2–3)



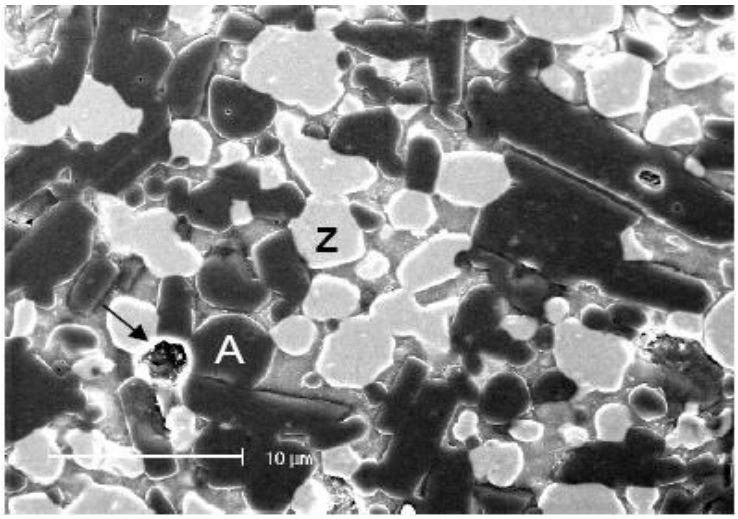
شكل(2-3) صورة بالمجهر الالكتروني ل Y-TZP المستخدمة في التطبيقات السنية والمجرى لها الارتصاص (Denry & Kelly, 2008).

2. Glass-infiltrated Zirconia-Toughened Alumina (ZTA):

اتحاد الزيركونيا مع قالب الألومينا، لنحصل بذلك على الزيركونيا المرتشحة بالزجاج والمقواة بالألومينا (ZTA) وهي طريقة أخرى تُمكّن من إحداث متانة التحول ، ويتم ذلك بإضافة ١٢ مول % من الزيركونيا الرباعية إلى ٣٤%من الألومينا Alumina–Inceram، يتم تصنيع خزف In–ceram Zirconia بطريقة المثال المقاوم أو بطريقة المعالجة الآلية.

ففي طريقة المثال المقاوم يتم وضع أكسيد الألمنيوم على هذا المثال وتلبيده لمدة ١٠ ساعات بدرجة حرارة ١١٢٠ درجة مئوية لنحصل على هيكل ألومينى هش حاوي على الكثير من المسام ليتم في المرحلة التالية تشريبه بزجاج اللينتانيوم وتسخينه لمدة ٤ ساعات بدرجة ١١٠٠ وذلك من أجل إزالة المسامات وزيادة المتانة حيث يكون المحتوى الزجاجي في المنتج النهائي حوالي ٢٣%(Denry & Kelly, 2008).

يظهر الشكل التالي البنية المجهرية لهذا الخزف والتي تبدو فيه حبيبات الزيركونيا فاتحة وقطرها أقل من ١ ميكرون و حبيبات الالومينا الغامقة بطول ٦ ميكرون وعرض ٢ ميكرون (Denry & Holloway, 2010).شكل (2-4)



شكل (2-4)صورة بالمجهر الالكتروني ل ZTA ،Z: حبيبات الزيركونيا A: حبيبات الألومينا Denry & Holloway, 2010)).

الميزة الاساسية في طريقة المثال المقاوم هي التقلص المحدود جداً ولكن كمية المسامات في هذه الطريقة أكثر مما هو عليه في Y-TZP بعد إرتصاصها والتي تتراوح بين ٨-١١ % وهذا يفسر الخواص الميكانيكية الأقل للإنسيرام زيركونيا بالمقارنة مع خزف Y-TPZ ولكنه في المقابل يبدي ثباتاً حرارياً ومقاومة لدرجات الحرارة المنخفضة أفضل تحت شروط متشابهة من الدورات الحرارية .(Guazzato et al,2003).

3. Magnesia-Partially Stabilized Zerconia (Mg-PSZ):

تتألف البنية المجهرية من الزيركونيا ذات الشكل الرباعي المترسبة ضمن الزيركونيا ذات الشكل المكعب مع إضافة8- 10 مول%من أكسيد المغنزيوم، وهناك العديد من الأبحاث التي تناولت قابلية استخدام هذه المادّة في التطبيقات السنية، ولكن قلّ استخدامها نتيجة الاهتراء والسحل الناتج عن المسامية العالية والمرتبطة بحجم البللورات المرتفع والذي يقدّر بنحو ٣٠- ٦٠ ميكرون (Picone & Maccauro, 1999).

تتطلب درجة حرارة ارتصاص مرتفعة تتراوح بين ١٦٥٨٠-١٨٠٠ درجة مئوية وبالتالي لابد من التحكم بدورة التبريد عند درجة حرارة ١١٠٠ درجة مئوية لإن تحول الطور الرباعي وزيادة حجم البللورات يحدث في هذه المرحلة الأمر الذي قد يؤثر على ثبات المادة (Hannink et al,2000)

بالإضافة لعدم امكانية الحصول على Mg-PSZ نقيّة تتشكل سيليكات المغنيزيوم والتي تعرّز التحول من t إلى m الأمر الذي يؤدي بدوره إلى انخفاض الخواص الميكانيكية وتقليل ثبات المادة (Denry & Kelly, 2008).

٢-٣-٣ متانة التّحوّل: Transformation toughening

لعل سبب اهتمام الطبّ الحيويّ بالزّيركونيا كونها تتمتّع بخاصية فريدة وهي قدرتها على إيقاف تقدم الكسور، وهو ما يسمّى بمتانة التّحول، حيث يولّد الصدع إجهادات شد على حواف الصدع، فيحثّ على تحول الزّيركونيا من شكل الرّباعيّ إلى شكل أحاديّ الميلان، ممّا يؤدي إلى زيادة حجم موضعيّة من% 5 - 3 ، والذي بدوره يحولّ قوى الشّد المحيطة بالكسر

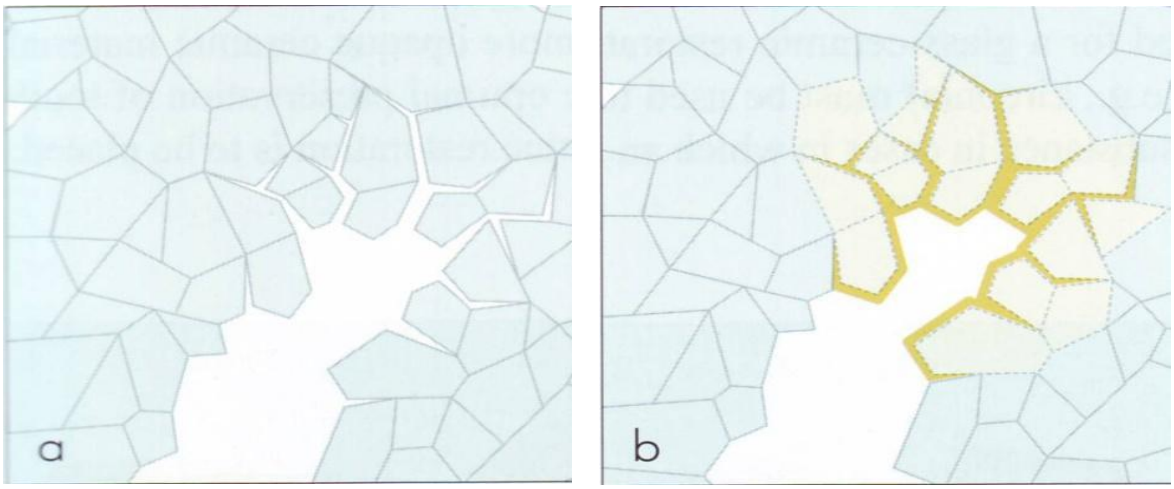
إلى قوى ضغط تقاوم أطراف الصدع وتوقف امتداده، ويُدعى هذا التّحول تحول t→ m

كاختصار لكلمتي(tetragonal→monoclinic)

(Denry and Kelly 2008, Hämmerle et al. 2008, Conard et al. 2007, , Zarone et al. 2011)

وبالتالي من المهم وجود طور رباعي الاضلاع ضمن الزيركونيا بحالة شبه مستقرة وله قابلية للتحول إلى طور أحادي الميلان.

ويوضّح الشّكل(2–5) كيفية حدوث هذا التّحولّ على المستوى البلوري:



شكل (2-5) متانة التّحوّل(Zarone et al. 2011)

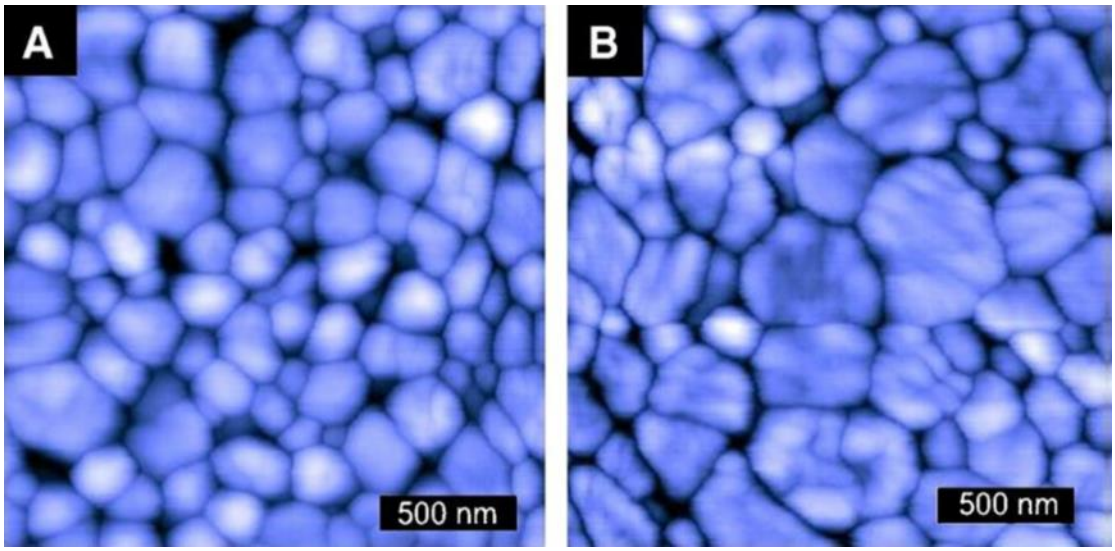
٢-٣-٤ تأثير درجات الحرارة على بنية الزّيركونيا:

إن لحجم ذرات الزيركونيا تأثيراً كبيراً على خواصه الميكانيكية ؛ فكلما كان حجم الذرات أكبر كان ثبات المادة أقل، وكانت أكثر عرضة للتحولات العفوية من الطور(t) إلى الطور (m) مما يشير إلى أهمية عملية الإرتصاص في استقرار بنية الزيركونيا والخصائص الميكانيكية للتعويض النهائي، فهي تؤثر بشكل مباشر على حجم الذرات ، فكلما زادت درجة

الحرارة وزمن الإرتصاص كلّما ازداد حجم ذرات الزيركونيا(Filser et al,2003. Ruiz & Readey,1996).

والجدير بالذكر إن تحوّل المتانة هو تحول لا عكوس في درجة حرارة الغرفة، و لكن عند رفع درجات الحرارة ما بين ° 1000 – 900 فإن البنية الأحاديّة m تتحول إلى بنى رباعيّة t، فتؤدي إلى تخفيف الضّغط على حواف الصدع، وبالتّالي إضعاف متانة المادة (Zarone et al. 2011).

ويوضّح الشّكل التّالي التحول حيث كانت الحرارة المستعملة للإرتصاص في الصورة A أقل، وبالتّالي حجم الحبيبات أصغر. شكل (2-6)



شكل (2-6)تأثير الحرارة على بنية الزيركونيا Aboushelib 2010

هذا ويُعرف الإرتصاص بأنه مجموعة المراحل العملية المتعاقبة في الإحماء لمسحوق الخزف الملبد فوق المعدن وذلك بعد إحمائه – إلى مادون درجة انصهار مكوناته– وجعله يرتبط ويندمج بعضه ببعض كيميائياً بحيث يشكل كتلة واحدة مرتصة.(الشعراني, 2014)

يعاني الزيركونيا من تراجع في خواصه الميكانيكية نتيجة التحول العفوي من الطور الرباعي إلى الطور الأحادي الذي يحدث بشكل بطيء وفي غياب الاجهادات الميكانيكية إلا أن تحريض التحول عند درجات الحرارة المنخفضة (٦٥-٣٠٠)درجة مئوية من الطور (t) إلى الطور (m) يقود لمّا يسمى بظاهرة الهرم أو التشيّخ Ageing أو تحلل الزيركونيا في درجات الحرارة المنخفضة (LTD) Lwo Temperature Degradation كما يعزز وجود الرطوبة والماء من استمرار هذا التحول(Chevalier et al, 2009).

تعتمد قابلية الزيركونيا للتأثر بهذه الظاهرة على عدد من العوامل كحجم ذراته، والعيوب الموجودة على سطحه، ودرجة حرارة الإرتصاص ، وتقنيات التصنيع، بالإضافة لنوع ونسبة وتوزيع الأكاسيد المُثبتة ضمنه (LUGHI & Sergo,2010.Swab,1991).

تبدأ هذه الظاهرة عادة على سطح الزيركونيا ويتقدم لاحقاً باتجاه كتلة المادة، يكون تحول كل حبيبة مترافقا بزيادة في الحجم وتؤدي لحدوث تصدع مجهري يتلو ذلك نفوذ الماء ضمن الكتلة مما يفاقم عملية التحلل وحدوث التحولات وأخيراً خشونة في السطح تؤدي إلى انخفاض المقاومة، عدت هذه الظاهرة مشكلة أساسية في علم تقويم الأعضاء، بينما لم تكن واضحة بالنسبة للتطبيقات السنية، وذلك لإن قالب الزيركونيا لا يتماس مع البيئة الفموية أو النسج السنية بسبب وجود الخزف المغطي والإسمنت السني، لكن قد تتعرض قوالب الزيركونيا إلى الرطوبة بسبب امتصاص الإسمنت السني للماء عبر الأقنية العاجية، بالإضافة لوجود عدد من الأنظمة الخزفية والتي تتركب من الزيركونيا بشكل كامل (Hallmann et al.2012).

٢-٤ طرق تحسين الربط الراتنجي إلى الزيركونيا

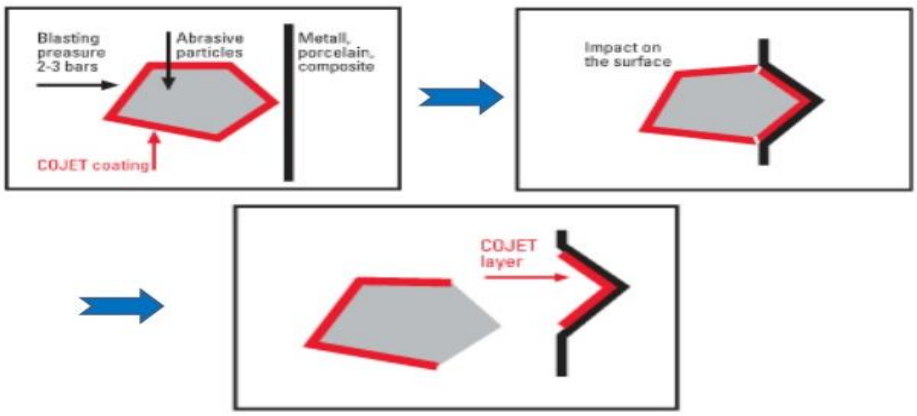
يعتبر تحسين ثبات الزيركونيا أمر مهم لتفادي ظاهرة انفكاك التعويض والتي اعتبرت ثالث أكثر سبب لاستبدال التعويض خلال فترة ٣ سنوات وثاني سبب في حصول فشل تعويضات الزيركونيا بعد انكسار الخزف المغطي(Schley et al,2010. Beuer et al ,2010)

٢-٤-١ التخريش الحمضي:

استخدم كل من حمضي الفوسفور وفلور الماء لتخريش الخزف الحاوي على السيلكا حيث تترك هذه الأحماض سطحاً خشناُ ونظيفاُ يسمح بزيادة مساحة سطح الارتباط مما يزيد الثبات(koizumi et al 2012). إلا إن هذه الطريقة لم تكن كافية لتحسين الارتباط ما بين الزيركونيا والإسمنت الراتنجي و ذلك لأنها لاتحوي على السيلكا في تركيبها ومقاومتها العالية للحموض(Borges et al,2003). حيث إن بعض الدراسات وجدت أنه لايوجد تأثير للتخريش الحمضي بحمض الفلور على الزيركونيا(Blatz et al,2007. Ozcan et al 2001). وعلى النقيض من ذلك فقد وجدت دراسات أخرى أن التخريش الحمضي يؤدي إلى تغيرات ذات قيمة في خشونة السطح(Chaiyabutr et al ,2008.Murthy et al,2014)؛ كما ذكرت تقارير أخرى استخدام محاليل من حمض كلور الماء Hcl وحمض كلور الحديديFe2Cl3 ممزوجة مع الميثانول بهدف تكييف سطح الزيركونيا وأعطت نتائج واعدة في هذا المجال(Casucci et al ,2010).

٢-٤-٢ التغطية بالسيلكا :

تقنية سهلة وفعالة وتعتبر نوع من أنواع الترميل حيث يرمل السطح بواسطة حبيبات الألمنيوم المغطاة بالسيلكا بأحجام متنوعة (١١٠-٣٠ ميكرون). عند إصطدام هذه الحبيبات بالسطح الزيركوني الخشن يتم إلتصاق عنصر السيلكا على السطح وبالتالي يصبح هذا السطح قابلاً للتخريش بالأحماض ومن ثم استخدام عوامل الربط (السيلان) عليها، فهي تحقق فائدتين إحداها كيميائية والأخرى ميكانيكية، حيث يصبح هذا السطح مطلي بالسيلكا التي تنحصر وتنغرز ضمنه(Hansson et al,1993). شكل(2-7)



شكل (2-7) التغطية بالسيلكا

٢-٤-٣ السيلنة:

يستخدم السيلان عادة لتغليف المالئات الزجاجية الموجودة في القالب الراتنجي للكومبوزيت، وبالتالي تحقيق ربط ما بين الخزف والاسمنت الراتنجي(Thompson et al,2011) .كما يعتقد بأن السيلان يزيد من قابلية السطح لتبلل مما يحسن من الثبات الميكانيكي المجهري عند استخدام إسمنت راتنجي منخفض اللزوجة (Yoshida et al,2006).

وجدت دراسة (Della Bona et al,2002) أن الارتباط الكيميائي الذي قدمه تطبيق السيلان لوحده أعطى قيم ارتباط أعلى من أية ثبات ميكانيكي مجهري الذي نتج عن استخدام عدة حموض تخريش عند إلصاق الخزف السني مع الإسمنت الراتنجي.

٢-٤-٤- التخريش بالنفوذ الانتقائي:

تعتمد هذه الطريقة على تطبيق عناصر زجاجية منصهرة ذات لزوجة منخفضة على سطح الزيركونيا الأمر الذي ينتج عنه سطح فجوي وخشن يحسن عملية الإرتباط، هذه العناصر تكون عبارة عن مسحوق مؤلف من أكاسيد غير عضوية(سيلكا، ألومينا/أكسيد صوديوم، أكسيد بوتاسيوم، أكسيد تيتانيوم/بنسب مختلفة) يتم خلطه مع الماء ويتم تطبيقه على سطح الزيركونيا ومن ثم ترفع درجة الحرارة للعينات إلى ٦٥٠ درجة لثلاث دقائق، يتم بعدها تبريد العينة إلى ٢٣ درجة وتغمر بحمض الفلور ٥ بالمائة لمدة ١٥ دقيقة لحل عوامل الإرتشاح المنتشرة بين حبيبات الزيركونيا وتخلق مسامية يندخل خلالها الإسمنت الراتنجي، وقد أشارت الدراسات إلى قيم ارتباط عالية لهذه التقنية تفوق القيم التي أعطتها تقنية الترميل على الرغم من تطبق عوامل الهرم عليها(Aboushelib et al,2007.Aboushelib et al ,2011) .

٢-٤-٥ الليزر:

نتيجة للتقدم الحاصل في مجال الليزر اقترحت بعض الدراسات استخدام أنواع متعددة من الليزر وبشروط مختلفة (CO2,Er:YAG,ND:YAG) بهدف إحداث تغيرات في سطح الزيركونيا وبالتالي تحسين ارتباطه، حيث أظهرت بعض الدراسات زيادة في خشونة سطح الزيركونيا المعرض لليزر وتأثير واضح عليها وإمكانية استخدامه كبديل عن الترميل

(Cavalcanti et al ,2009. Akyil et al,2010)بينما لم يكن لاستخدام ليزر Er:YAG أهمية في إعطاء رابطة مهمة بين الراتنج والسيراميك في دراسة (Foxton et al,2011)

٢-٤-٦ الترميل:

هو مرحلة من مراحل صناعة التعويضات السنية الثابتة، يتم من خلالها تسليط تيار من هواء مضغوط محمل بحبيبات رملية خاصة ذات أحجام معينة تقدر بالميكرونات على سطح التعويض لإكسابه تضاريس مجهرية تزيد من إلصاقه مع الإسمنتات (Shillingburg et al 1997,). وتتراوح أحجام هذه الحبيبات بين ٥٠- ٢٥٠ ميكرون.

تأتي أهمية الترميل من أنه يزيد طاقة السطح وزيادة مساحة الإلتصاق وزيادة قدرة السطح على التبلل (Al Jabbari et al ,2012). وقد استخدمت هذه التقنية في معاملة سطح الزيركونيا بهدف تحقيق رابطة مستقرة ذات أهمية مع الإسمنت الراتنجي بسبب قدرتها على تخشين وإحداث تغيير في سطح الزيركونيا (.Roman-Rodrí guez et al ,2013) حيث أشارت العديد من الدراسات إلى دورها في زيادة الارتباط (GARGARI et al,2010.Blatz et al,2010) بينما عارضت دراسات أخرى هذه الطريقة من حيث إن تأثيرها ليس بتلك الأهمية (Stawarczyk et al ,2012.Borges et al 2003) بالإضافة إلى أنها قد تضعف من مقاومة الزيركونيا وتؤدي إلى تشكل تشققات مجهرية (Kern et al,2009) ويمكن لذلك إن يرتبط مع زيادة حجم الحبيبات المستخدمة (Monaco et al ,2013). وبالمقابل في دراسة(Guazzato et al,2005) كان لترميل الزيركونيا القدرة على

تحفيز التحول إلى الطور الأحادي دون رفع درجة حرارة السطح أو التسبب بأذية كبيرة له، وبالتالي تزداد مقاومة السطح.

يمكن لهذه الإختلافات في الدراسات أن تكون بسبب أن التأثير على سطح الزيركونيا يختلف بشكل كبير تبعاً ل :نوع الحبيبات، حجم الحبيبات، الضغط المستخدم في عملية الترميل، والمسافة ما بين السطح المرمل ورأس قلم المرملة، وإمكانية مساهمة الترميل في حدوث انتقال في بنية الزيركونيا من البنية الرباعية إلى الأحادية الأمر الذي يؤثر على الخواص الميكانيكية (Chintapalli et al,2013).

٢-٤-٦-١ استخدامات الترميل:

- ترميل السطح الخارجي للقبعات التعويضات من أجل خلق شكل مثبت لمادة الخزف السني عليها.
- ترميل السطح الداخلي لتحسين ثبات التعويض وكلما زادت هذه التجاويف أزداد الثبات لكن إلى حد معين .
- ترميل المرممة المصبوبة لإزالة بقايا المسحوق الكاسي وطبقة الأوكسيد (Shillingburg et al,1997).
- ترميل سطح أوتاد الفايبر لتحسين الربط بين وتد الفايبر والإسمنت الراتنجي (Sakaguchi and Poewrs,2012).
- يستخدم الترميل في تنظيف باطن المرممات الغير مباشرة عند فشل إلصاقها والحاجة لإعادة تثبيتها(Al-Zain,2006).

- ترميل سطوح الزرعات حيث تستخدم بعض الأنواع مثل :أوكسيد الألمنيوم (Al_2O_3) وأوكسيد التيتانيوم (TiO_2) وأوكسيد الزركونيا (ZrO_2) في ترميل سطوح الزرعات لتحسين الاندماج العظمي، و تتأثر عملية الترميل بعدد ودورات المرملة وسرعة الدوران وحجم الحبيبات(Al Jabbari et al,2012).

٢-٤-٦-٢ أخطاء عملية الترميل : (Bernard GN Smith,2007)

- يتسبب تطبيق الترميل بشكل عمودي ومباشر على سطح الترميم مع رفع الضغط بشكل كبير بغية الحصول على تخريش أعظمي بإحداث فجوات أو حفر مجهرية تدخل فيها ذرات الرمل وتستقر في سطح الترميم مسببة إغلاق هذه الفجوات.
- يؤدي استخدام حبيبات الرمل أكثر من مرة إلى تغير أحجامها وبالتالي لا تعطينا التخريش المطلوب والنظامي .

٢ـ٥ الإسمنتات الراتنجية

في العقدَين الأخيرَين كان لطبيب الأسنان الخيار بين استعمال أَنواعٍ متعدِّدةٍ من الإسمنتات، أو استعمال مادّةٍ لاصقةٍ ذات أساس راتنجيّ adhesive resin–based material؛ لدى قيامه بتثبيت التّعويضات السّنّيّة تثبيتاً دائماً، حيث أَنَّ جميع الإسمنتات السّنّيّة (مثل فوسفات الزِّنك، والبولي كربوكسيلات، والإسمنت الزّجاجي الشّارديّ)؛ تتألّف من سائلٍ هو غالباً الحمض، ومسحوقٍ هو الأساس، يتمّ مزجهما ليحدث تفاعل حمض/أساس يؤدّي إلى تصلّب المزيج، في حين أَنَّ المواد اللاصقة يكون أساسها الرّاتنج ويحدث تصلّبها بالتّماثر polymerization، ويسمح الالتحام القويّ والهيكل الشبكيّ الخاصّ في الموادّ ذات الأساس الرّاتنجيّ بتحريرٍ أفضل للإجهادات الواقعة على السّنّ المُرمَّمة (Roulet and Degrange, 2000).

الخواصّ المثاليّة لإسمنت التّثبيت الدّائم(Rosenstile 2001,Hill,2007)

- أن تؤمّن زمن عمل وتصلّب مناسبين.
- أن تتمتّع بالتصاق جيّد إلى كلّ من بنية السّن ومادة التّعويض الثّابت.
- أن تؤمّن ختماً جيّداً.
- أن تكون غير سامّة أو مخرّشة للّبّ السّنّيّ والنّسج الرّخوة حول السّنّيّة.
- أن تتمتّع بخواصّ ميكانيكيّة مقاومة للشّد والقصّ والضّغط لمقاومة الإجهادات المطبّقة عمليا.
- قابلة للانضغاط في طبقات رقيقة وذلك قبل تصلّبها.
- قليلة الانحلال في سوائل الفم.

- ذات لزوجة منخفضة.
- ذات سهولة في إزلة الزّوائد.
- أن تؤمن عزلاً حرارياً للنسج السنية.
- الفعالية ضد النخر.
- أن تملك ألوان متعددة تحاكي لون الأسنان الطبيعية لتأمين الناحية الجمالية مثل حالات الوجوه الخزفية حيث يكون لون اللاصق أساسياً.

٢ـ٥ـ١ـ تعريف :

انتشر استعمال الإسمنتات الرَّاتنجيَّة كمواد إلصاق بعد تطويرها وتحسين خواصها، وجعلها قابلة للإرتباط إلى الميناء، وإلى العاج أيضاً بتهيئته بالأحماض العضويَّة واللاعضوية (Anusavice, 2003). استخدمت الإسمنتات الرَّاتنجيَّة لإلصاق التيجان والجسور الخزفية، والحاصرات التَّقويميَّة والوجوه التَّجميليَّة والجسور اللصّاقة (Hatrick and Eakle, 2003).

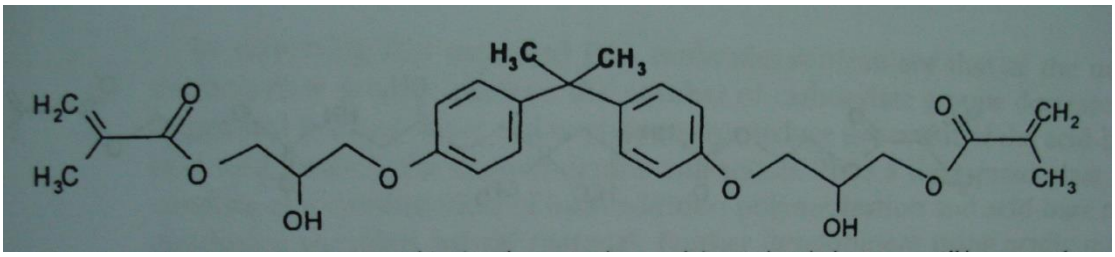
الإسمنتات الرَّاتنجيَّة هي راتنجات مركَّبة سيَّالة flowable بشكلٍ أساسيٍّ ذات لزوجةٍ viscosity منخفضة، كما أَنَّ تركيبها مماثلٌ لتركيب مواد الحشو المُركَّبة ذات الأساس الرَّاتنجيِّ إلا أن نسبة المواد المالئة في الإسمنتات الراتنجية أقل منها في الراتنج المركب و ذلك بهدف الإقلال من اللزوجة و تحسين ترطيب السن، فهي تتألَّف من قالب راتنجيٍّ resin matrix مع حبيبات مالئة لاعضويَّة inorganic fillers معاملة بالعامل المزاوج coupling agent "السيلان Silane" (Anusavice, 2003).

تعتمد خواص التقلص التصلبي ولزوجة المركب الرتنجي على نوع المونومير وتركيزه أولاً وعلى نوع المادة المالئة وكميتها ضمن القالب الرتنجي ثانياً (Lee et al,2006)

٢-٥-٢- التركيب الكيميائي :

٢-٥-٢-١- القالب الراتنجي (Resin matrix) :

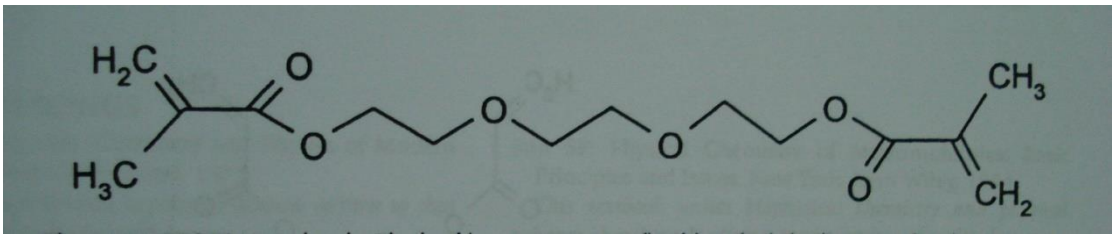
خليط من المونوميرات العطرية مثل Bis-GMA و TEGDMA و UDMA . أحد أكثر الرَّاتنجات المستعملة في طب الأسنان شيوعاً هو (BIS-GMA)، ويركَّب عن طريق تفاعل البيسفينول (A) مع الغليسيدال ميتاكريلات، وهو وحيد التماثر ثنائي الوظيفة طويل الجزيء وثابت نسبياً، الأمر الَّذي يسمح له بتشكيل عديد تماثر تصالبي الإرتباط والحصول على تقلُّصٍ أقلَّ، قدِّم من قبل العالم BOWEN في العام ١٩٦٢ (Albers, 2002) شكل(2-8)



الشكل (2-8) : جزيئة Bis-GMA (Anusavice, 2003)

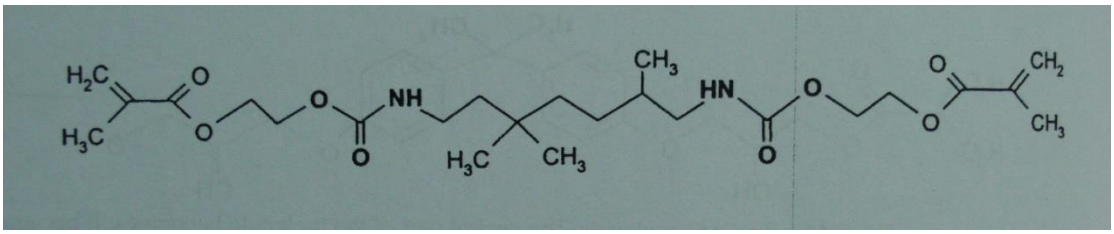
TEGDMA (Triethylene Glycol Dimethacrylate) : راتنج ذو حجم جزيئات أقل من ال Bis-GMA وبما أنَّ (BIS-GMA) لزج بشكل يصعب فيه التَّعامل معه سريرياً ويقلِّل من إمكانيَّة تحميله بالجزيئات المالئة بقدرٍ كافٍ نسبياً، لذلك فهو يمـــزج عادة مع راتنـــج ذي وزن جزيئي منخفض مثل (TEGDMA) (ثلاثيّ إتيلين غليكول داي ميتاكريلات)، وذلك لإنقاص لزوجتـــه والسماح بتحميله بقدر أكبر من الجزيئات المالئة (Chandra, 2007) .

يمتلك (TEGDMA) رابطتين مضاعفتين فعَّالتين على كلتا نهايتيه (ثنائي الوظيفة) كما هو الأمر بالنسبة إلى (BIS–GMA)، وبالتالي فهما يشكِّلان ارتباطات تصالبيَّة واسعة الانتشار بين سلاسل عديدات التماثر، مما يجعل القالب الرَّاتنجيِّ الناتج صلباً ذا مقاومةٍ عاليةٍ للتَّليُّن بالحرارة أو الانحلال بالمحلات كالماء والكحول، لذلك يستخدم هذا المزيج من وحيدَي التماثر بشكل واسع في الأَنواع الحالية من الإسمنتات الرَّاتنجيَّة (Craig and Powers, 2002). شكل (2–9)



الشكل (2-9) : جزيئة TEGDMA (Anusavice, 2003)

UDM (Urethane Dimethacrylate) : راتنج آخر ثنائي الوظيفة ويمتاز بلزوجته المنخفضة الَّتي تسهل تحميله بالجزيئات المالئة دون الحاجة إلى إضافة وحيدات التماثر منخفضة الوزن الجزيئي، إلا أَنَّه أكثر قصافةً ويخضع لتقلُّصٍ تصلبيٍّ أكبر مما يخضع له BIS–GMA، لذلك فهو لايستخدم لوحده عادة بل بالتشارك مع BIS–GMA قدم من قبل Foster وWalker في العام ١٩٧٤ (Albers, 2002) شكل (2-10)



الشكل (2-10) : جزيئة UDM (Anusavice, 2003)

٢-٥-٢-٢- المواد المالئة (Fillers) :

و هي خليط من المواد غير العضوية ، بلورات الكوارتز المطحون بحجوم ٠,١ – ١٠٠ ميلي ميكرون والسيليكا ٠,٠٤ ميلي ميكرون و الزجاج . الهدف الأساسي منها هو تقوية الراتنج . تختلف المكونات المالئة بحجم ذراتها : كي لا يتواجد فراغ بين الجزيئات كونها تملأ بالجزيئات الأصغر مما يجعل البنية متماسكة أكثر . و تقسم المواد المالئة إلى :

١. مواد ذات جزيئات ناعمة .
٢. مواد ذات جزيئات فائقة النعومة .
٣. مواد تحتوي على جزيئات فائقة النعومة و ناعمة .
٤. مواد تحتوي على جزيئات بأحجام دقيقة جداً .

ميزات المواد المالئة :

١. تقوية القالب الراتنجي و ذلك بزيادة القساوة ، الصلابة، و تقليل الاهتراء .
٢. التقليل من التقلص التصلبي .
٣. التقليل من معامل التمدد الحروري .
٤. تحسين التعامل مع الراتنج عبر زيادة اللزوجة .
٥. التقليل من امتصاص الماء ، الليونة ، الإصطباغ .

(Craig et al, 2000, Manappallil 2003)

٢-٥-٢-٣- عوامل الربط المزاوجة (Coupling agent) :

تقوم العوامل المزاوجة بربط الجزيئات المالئة إلى القالب الرَّاتنجيِّ، الأمر الَّذي يعدُّ هامَّاً جدَّاً للأداء السَّريريِّ، يدعم هذا الرَّبط الخصائص الفيزيائيَّة والميكانيكية للإسمنت الرَّاتنجيِّ بجعل

القالب الرَّاتنجيِّ والجزيئات المالئة له وحدةً متكاملةً، حيث يسمح للقالب الرَّاتنجيِّ الأكثر مرونةً بنقل الجهود إلى الجزيئات المالئة الأكثر قساوةً وصلابةً، كما أَنَّ هذا الَّربط يثبط الإرتشاح بمنعه للسَّوائل من التغلغل على طول سطح التَّماسِّ بين القالب الرَّاتنجيِّ والجزيئات المالئة (Lim et al., 2002)، حيث أنها نظرياً : ممكن أن ترتبط مع جزيئات المواد المالئة اللاعضوية من جهة و مع القالب الراتنجي العضوي من جهة أخرى ، بينما عملياً : تعمل عوامل الربط المزاوجة على تخفيض التوتر السطحي بين المواد المالئة اللاعضوية و القالب الراتنجي العضوي .

وأكثر عوامل الَّربط استخداماً هي السِّيلانات العضويَّة، والَّتي تكون جزيئاتها ثنائيَّة الوظيفة، حيث ترتبط مجموعات السّيلانول الموجودة على أحد الطَّرفين مع مجموعات الهيدروكسيل الموجودة على سطح الجزيئات المالئة بواسطة رابطة السِّيكلوكسان، في حين ترتبط مجموعات ميتاكريلات السِّيلان على الطَّرف الآخر مع الرَّاتنج عند تماثره بروابط تكافؤيَّة، وقد تحصل مشكلة في هذا الإرتباط في حال التّعرّض للرّطوبة أثناء التّماثر خلال التّطبيق في الحفرة الفمويّة، وهذا ما يؤكّد على أهميّة العزل أثناء العمل(Ray,2000).

٢-٥-٢-٤ مبدِئات التَّماثر Initiators:

هي عبارة عن عناصر كيميائيَّة تضاف إلى القالب الرَّاتنجيِّ تساعد في تشكيل الجذور الحرَّة Free Radicals الضَّروريَّة لبدء عملية التَّماثر Polymerization Process، وبعد تشكيلها لها تدخل التَّفاعل الكيميائيَّ وتصبح جزءاً من عديد التَّماثر النَّاتج.

في الأنظمة المنشّطة حرارياً ينقسم بنزويل البيروكسيد تحت تأثير الحرارة و في الأَنظمة المنشَّطة كيميائيَّاً يُستخدم الأمين الثُّلاثيُّ ليتفاعل مع بنـــزويل البيروكساید لتشكيل الجذور

الحرَّة ،في هذا النظام يتم فصل المواد الكيميائية التي تبدأ التفاعل إلى معجونين، يبدأ التفاعل عندما يتم مزج المعجونين معاً.

أمَّا في الأَنظمة المصلَّبة بالضوء فيُثار الكامفركينون المضاف عند تعرُّضه للضَّوء ويتفاعل مع الأمين الثلاثي لتتشكَّل الجذور الحرَّة (Anusavice, 2003).

٢-٥-٣- تصنيف الإسمنتات الراتنجية :

يصنف الإسمنت الراتنجي بحسب :

- حجم ذرات المادة المالئة الداخلة في تركيبه .
- آلية تصلبه .

٢-٥-٣-١- الإسمنتات الراتنجية حسب حجم ذرات المادة المالئة الداخلة في تركيبها:(Craig 2000)

أ- إسمنتات ذات مواد ذات جزيئات ناعمة تتراوح أبعادها بين ٠,٢ – ٣ ميكرون .

ب- إسمنتات ذات مواد ذات جزيئات فائقة النعومة يبلغ قطرها حوالي ٠,٠٤ ميلي ميكرون .

ت- إسمنتات ذات مواد تحتوي على جزيئات فائقة النعومة و ناعمة و تدعى النوع الهجين و تتألف من مواد زجاجية يقدر وزنها ب ٨٤% من وزن الكمبوزيت .

ث- إسمنتات ذات مواد تحتوي على جزيئات بأحجام دقيقة جداً تتراوح أبعادها بين ١- ١٠ نانومتر .

٢-٥-٣-٢- الإسمنتات الراتنجية حسب آلية تصلبها :(Anusavice, 2003)

- اسمنتات راتنجية ذات تصلب كيميائي .

- اسمنتات راتنجية ذات تصلب ضوئي .
- اسمنتات راتنجية ثنائية التصلب .

٢-٥-٣-٢-١- الإسمنتات الرّاتنجيّة المحفَّزة ذاتيّاً أو كيميائية التصلب: هي أَنظمةٌ مؤلّفةٌ من مكوِّنَين، هما إمّا مسحوقٌ وسائلٌ، أو معجونان، ويتّحد المكوِّنان بمزجهما على لوح مزجٍ ورقيٍّ لمدّةٍ تتراوح من ٢٠ إلى ٣٠ ثانيةً، ومن الأفضل أَن تتمّ إزالة الزّوائد مباشرةً بعد استقرار التّعويض مكانه وعند التّأخر بإزالة الإسمنت الزّائد حتّى اكتمال تماثُره؛ يصبح ذلك الإجراء بالغ الصّعوبة. تستخدم الإسمنتات الراتنجية ذاتية التصلب في التِّيجان والجسور ذات الهيكل المعدنيِّ، التِّيجان والجسور المعدنيَّة الكاملة، الأوتاد الجذّريّة، والحشوات الضمنيَّة والمغطية المصنوعة من المعدن أو الخزف الكامل أو الرَّاتنج غير المباشر. Anusavice (2003)

٢-٥-٣-٢-٢إسمنتات الرّاتنجيّة ضوئيّة التّصلّب: هي أَنظمةٌ مؤلّفةٌ من مكوّنٍ وحيدٍ، وهي تُستَطَبّ لإلصاق التّعويضات البورسلينيّة قليلة السّماكة، وكذلك التّعويضات ذات الأساس الرّاتنجيّ، وللإلصاق المباشر للحاصرات التّقويميّة البورسلينيّة والبلاستيكيّة؛ عندما تكون سماكة الجهاز في منطقـــة الإلصاق أقلّ من ١,٥ ملم، لتسمح بعبورٍ كافٍ للضّوء. يعتمد الوقت اللازم لتعريض الإسمنت الرّاتنجيّ للضّوء – حتّى يحدث تماثره– على شدّة الضّوء الّذي يمرّ خلال التّعويض البورسلينيّ أو الحاصرة، وسماكة الإسمنت المُتماثِر. على أيّة حالٍ؛ يجب ألّا يقلّ زمن التّعرُّض للضّوء عن ٤٠ ثانيةً، كما يجب إزالة زوائد الإسمنت فوراً بعد الاستقرار الكامل للتّعويض ما لم ينصح المصنع المنتج للإسمنت الرّاتنجيّ المستخدَم بغير ذلك؛ كأن يُشَار إلى تعريض الإسمنت لـــمدة ١٠ ثوان من التّصليب الضّوئيّ ومن ثُمَّ إزالة

الزّوائد. يتوافر بشكل معجون واحد يوضع ضمن محقنة بلاستيكية عازلة للضَّوء، ويشمل جميع العناصر المحفِّزة للتَّماثر والَّتي تتحرَّض بوجود محرِّض ضوئيٍّ غالباً ما يستخدم الكامفركينون (Camphorquinone) كمبدىء ضوئيٍّ يتفاعل مع المبدئات الأمينيَّة والَّتي تكون نسبتها قليلة ضمن المعجون، كما يضاف إلى تركيب الإسمنت ضوئيِّ التَّصلُّب مثبطات التَّفاعل (Inhibitors) حيث تتفاعل مع الجذور الحرَّة بشكلٍ أسرع من تفاعل الجذور الحرَّة مع المونوميرات عند تعرُّض المعجون لضوءٍ خفيف الشِّدة (ضوء الغرفة). تستخدم هذه الإسمنتات بإلصاق الوجوه الخزفيَّة ذات الثَّخانة الأقلَّ من ١,٥ ملم، المثبِّتات التَّقويميَّة غير الحاوية على المعدن، وجبائر النُّسج ما حول السِّنِّيَّة غير الحاوية على المعدن.

من عيوبها نقص عمق التَّصلُّب المرافق لزيادة ثخانة الخزف، و ظلالية بعض أنواعه إذ تصبح كثافة الضَّوء وتركيزه منخفضاً أو معدوماً في المناطق العميقة أو عندما تكـــون ثخانة الخـــزف كبيرة (أكبر من ٢ ملم) (Albers 2002, Peumans 2000).

٢-٥-٣-٢-٣الإسمنتات الرّاتنجيّة ثنائيّة التّصلّب: هي أَنظمةٌ مؤلّفةٌ من مكوِّنَين وهما معجونين ضوئيَيّ التَّصلُّب، أحدهما يحتوي البنزويل بيروكسيد والكامفركينون والآخر يحتوي النِّهايات الأمينيَّة الحرَّة، وتحتاج إلى المزج بالطّريقة نفسها المستخدمة لمزج الإسمنتات ذاتيّة التّصلّب، علماً بأَنَّ التّحفيز الكيميائيّ لها بطيءٌ جدّاً ويؤمّن زمن عملٍ مديدٍ إلى أَن يتعرض الإسمنت لضوء التّصليب، عندها يتصلّب الإسمنت بسرعة، ويستمرّ الإسمنت باكتساب القوّة خلال فترةٍ طويلةٍ بسبب عمليّة التّماثر المحفّزة كيميائيّاً، ويمكن أَن تتمّ إزالة الزّوائد مباشرةً بعد اكتمال استقرار seating التّعويض مكانه، أو بعد الانتظار لفترةٍ معيّنةٍ حسب توصيات المصنع.

تستطيع المثبِّطات أن تعاكس إنتاج الجذور الحرَّة ممَّا يسمح بزمن عمل كبير، وعند التَّعرُّض للضَّوء يتصلَّب الإسمنت بسرعة ويستمر التَّصلُّب الكيميائي حتى يكتمل، وهكذا يتمُّ تصليب الحوافِّ الَّتي يصل إليها الضَّوء مباشرةً ويترك الإسمنت الدَّاخليِّ ليتصلَّب بآليَّةٍ كيميائيَّةٍ، وبذلك لا تبقى أيُّ كميَّةٍ من الإسمنت بدون تصلُّب . يستخدم هذا النوع من الإسمنتات بإلصاق الحشوات الضِّمنيَّة والمغطية، والتيجان والجسور الخزفيَّة، الحشوات الضِّمنيَّة والمغطية المصنوعة من الرَّاتنج غير المباشر، و الأوتاد الجذرية.

(Anusavice, 2003, **Usumez 2004)**.

٢-٥-٤ خواص الإسمنتات الراتنجية :(Manappallil,2003)

الإسمنتات الرّاتنجيّة عموماً غير قابلةٍ للإنحلال بالماء بشكلٍ افتراضيّ؛ ولكن هناك اختلافاتٌ واسعةٌ بالخصائص الأخرى من منتَجٍ لآخر، وترتبط تلك الاختلافات بلا شكّ بالإختلافات التّركيبيّة، وتركيز المخفِّف diluent، والمحتوَى من الحبيبات المالئة.

- مقاومة انضغاط : ١٨٠ ميغاباسكال (٢٦٠٠٠ Psi) .
- مقاومة شد : ٣٠ ميغاباسكال (٤٠٠٠ Psi) .
- ثخانة فيلمية : ١٠ – ٢٥ um .
- قابلية الذوبان : لا يذوب بالسوائل الفموية .
- التقلص التصلبي : مرتفع .
- قوة ربطه الى الميناء : ٧,٤ ميغاباسكال (١٠٧٠ Psi) .
- ممكن تحقيق الربط إلى الميناء عبر تقنية التخريش الحمضي .

- ممكن تحقيق الربط العاجي بعوامل الربط العاجية (الفوسفاتاز العضوية ، HEMA ، 4META)

٢-٥-٥ سيّئات الإسمنت الرّاتنجيّ (Hatrick and Eakle, 2003):

- يحتاج مراحل إضافيّة في عمليّة الإلصاق إلى النّسج السّنّيّة.
- يتطلّب مراحل إضافيّة في تحضير سطح التّعويض الدّاخليّ.
- صعوبة إزالة الإسمنت الزّائد خاصّة بعد اكتمال التّصلّب.

٢-٣-٦ استطبابات الإسمنتات الراتنجية :

- إلصاق الترميمات المعدنية .
- إلصاق الحاصرات التقويمية على الميناء المخرشة .
- إلصاق الترميمات ذات الأساس الراتنجي وجوه veneers ، حشوات ال onlay, inlay و التيجان و الترميمات الجزئية الثابتة .
- إلصاق الترميمات الخزفية .
- إلصاق الأوتاد الجذرية المصنوعة من الألياف والأوتاد الزيركونية.(Anusavice, 2003)

المواد والطرائق

Materials & Methods

٣- الأدوات و الأجهزة و المواد المستخدمة فى البحث

٣-١ عينة البحث :

تألفت عينة البحث من ٦٤ مكعب من الزيركونيا ذات أبعاد (10 x 10 x 10)ملم قسمت إلى أربع مجموعات تضم كل منها ١٦ مكعب تختلف فيما بينها بطريقة معاملة السطح الزيركونيا.

٣-٢ مواد البحث Materials:

- قوالب الزيركونيا المكثُف جزئيا (98x 14ملم) (ZD blank premium, ZirkoDenta GmbH, Heidelberg, Germany)، شكل (3-1)،

يظهر الجدول (3-1) التركيب الكيميائي لهذه القوالب .

جدول (3-1)التركيب الكيميائي للزيركونيا المستخدمة في البحث

%96-%88	ZrO2
%1-%0	AL2O3
%6-%4	Y2O3
%1>	اكاسيد اخرى

الشكل (3-1) قالب الزيركونيا Z.D blank

- رمل أوكسيد الالمونيوم AL2O3 بحجم ٢٥٠ ميكرون من شركة Renfert الالمانية، شكل (3-2)

شكل (3-2) عبوة الرمل المستخدم في البحث

- الراتنج المركب ضوئي التصلب لصنع الأقراص الحاملة للإسمنت الراتنجي (Tetric N-Ceram)من شركة Ivoclar Vivadent، شكل (3-3)

شكل (3-3): راتنج مركب ضوئي التصلب

- إسمنت راتنجي Variolink II ثنائي التصلب من شركة Ivoclar Viavadent مؤلف من اساس ومسرع، شكل (3-4).

– إسمنت راتنجيّ ثنائيّ التّصلّب.

– يستخدم لإلصاق ترميمات الراتنج والتّرميمات الخزفيّة، و قد يُستخدم بتقنيّة التّصليب الضّوئيّ فقط (لإلصاق الوجوه) ، فعندها يُستخدم الأساس فقط.

– نسبة مزج الأساس و المسرّع. 1:1

- تتوفّر العبوّة العاديّة ب 6 ألوان للأساس ولونين للمسرّع وَ ب 3 درجات من الكثافة ، بينما يتوفّر نموذج عبوّة Double–push syringe بلونين ضمن عبوّة 6 غ مزدوجة.

- حجم الجزيئات المالئة0.04 – 0.03 ميكرون، أي بمتوسّط0.7 ميكرون.

التركيب الكيميائي : جدول (3-2)

Variolink II	Base	Catalyst
Dimethacrylates	26.3	22.0
Inorganic fillers (silica, barium glass, Ytterbium trifluoride	73.4	77.2
Catalysts and Stabilizers	0.3	0.8
Pigments	< 0.1	< 0.1

الشكل (3-4) الأسمنت الراتنجي المستخدم في البحث

٣-٣ الأجهزة المستخدمة في البحث:

- جهاز تفريز بلوكات الزيركونيا من شركة Roland اليابانية ذات خمسة محاور، شكل (3-5)

شكل 3-5: جهاز التفريز

- فرن إرتصاص الزيركونيا من شركة ZIRCODENTA الألمانية، شكل (3-6).

الشكل (3-6) فرن ارتصاص الزيركونيا

- جهاز التنظيف بالأمواج فوق الصوتية، شكل (3-7).

الشكل (3-7) جهاز تنظيف بالأمواج فوق الصوتية

- جهاز مرملة Basic master من شركة Renfert الالمانية، شكل (3-8).

الشكل (3-8) جهاز الترميل

- جهاز التصليب الضوئي (Coolight CL-100C,MEDES,Korea)،شكل (3-9).

شكل (3-9) جهاز التصليب الضوئي

- جهاز قياس خشونة السطح Phase II SRG2000 أميركي المنشأ، شكل (3-10)

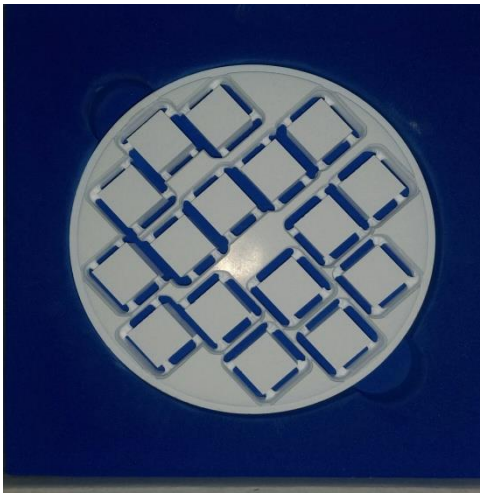
شكل 3-10: جهاز قياس خشونة السطح

- جهاز الإختبارات الميكانيكية العام Testometric (M350-10) بريطاني المنشأ، شكل (3-11).

شكل 3-11:جهاز الاختبارات الميكانيكية العام

٣-٤ الطرائق Methods:

٣-٤-١ تحضير العينة: تم تقطيع بلوكات الزيركونيا للحصول على ٦٤ مكعب بأبعاد 13x13x13 ملم باستخدام برنامج RAIDES للحصول على الشكل المكعب للعينات كما في الشكل (3-12).



بعد ذلك تم ترقيم العينات وتقسيمها حسب إختلاف معاملة السطح إلى أربع مجموعات تضم كل منها ١٦ مكعب من الزيركونيا:

أولا- المجموعة الأولى : المجموعة الشاهدة (Non abraded) ويرمز لها NA

وتضم العينات من 1 الى 16 وهي لم تخضع لأية معاملة سطح.

ثانيا- المجموعة الثانية : مجموعة الترميل قبل إرتصاص الزيركونيا (Before Sintering) ويرمز لها بBs

وتضم العينات من 17 إلى 32 حيث رُمِّلت سطوح الزيركونيا بحبيبات أكسيد الألمونيوم حجم ٢٥٠ ميكرون وبضغط ٢,٥ بار وزمن ١٠ ثانية ومسافة ١,٥ سم بين رأس أنبوب الترميل وسطح الزيركونيا ثم أُدخلت إلى فرن الإرتصاص الخاص بدرجة حرارة C١٤٥٠ لمدة

ساعتين ثم تم التبريد حتى C٢٠٠ لمدة خمس ساعات لتصبح أبعاد المكعب 10x10x10ملم٢، وبعد ذلك تم تنظيف السطوح بوساطة جهاز التنظيف بالأمواج فوق الصوتية والماء المقطر لإزالة آثار حبيبات أكسيد الألمونيوم لمدة ١٠ دقائق وتُركت لتجفّ في درجة حرارة الغرفة لمدة ٢٤ ساعة.

ثالثا- المجوعة الثالثة : مجموعة الترميل بعد إرتصاص الزيركونيا (After Sintering) ويرمز لها As

وتضم العينات من 33 الى 48 والتي أُدخلت الى فرن الإرتصاص الخاص بدرجة حرارة ١٤٥٠ لمدة ساعتين بنفس الوقت التي أُدخلت فيه كل مجموعات العينة لضمان تحقق نفس الشروط والظروف لكل المكعبات ثم تم التبريد حتى C٢٠٠ لمدة خمس ساعات ثم تركت لتبرد لتصل الى درجة حرارة الغرفة وتصبح أبعاد العينة 10x10x10ملم ومن ثم رُملت سطوح الزيركونيا بحبيبات أكسيد الألمونيوم حجم ٢٥٠ ميكرون وبضغط ٢,٥ بار وزمن ١٠ ثانية ومسافة ١,٥ سم بين رأس أنبوب الترميل وسطح الزيركونيا، وبعد ذلك تم تنظيف السطوح بوساطة جهاز التنظيف بالأمواج فوق الصوتية والماء المقطر لإزالة آثار حبيبات أكسيد الألمونيوم لمدة ١٠ دقائق وتُركت لتجف في درجة حرارة الغرفة لمدة ٢٤ ساعة.

رابعاً- المجموعة الرابعة :مجموعة الترميل قبل وبعد إرتصاص الزيركونيا (Before and After Sintering) ويرمز لها ب Bas

وتضم العينات من 49 الى 64 والتي رُملت أولاً بشكل مطابق للشروط السابقة ومن ثم أُدخلت إلى فرن الإرتصاص أيضا بنفس الشروط السابقة مع باقي المجموعات ومن ثم أُعيد الترميل مرة أخرى كما في السابق وبعد ذلك تم التنظيف بالأمواج فوق الصوتية .

والجدول (3-3) يلخص عينات البحث حسب معاملة السطح.

جدول (3-3) يوضح عينات البحث حسب معاملة السطح

المجموعة	رقم العينة	توقيت الترميل
NA	16-1	بدون ترميل
Bs	32-17	قبل الإرتصاص
As	48-33	بعد الإرتصاص
Bas	64-49	قبل وبعد الإرتصاص

٣-٤-٢ فحص خشونة سطح الزيركونيا:

وبعد الإنتهاء من معاملة سطوح الزيركونيا تم أخذها الى كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية في جامعة دمشق من أجل قياس خشونة السطوح التي تم معاملتها سابقاً من خلال جهاز فاحص خشونة السطح Phase II SRG2000 .

حيث تم تثبيت العينة على القاعدة المخصصة للقياس بحيث يكون رأس القياس عمودي على سطح المكعب ومن ثم إجراء ثلاثة قياسات لكل سطح عن طريق التماس الميكانيكي ما بين رأس القياس وسطح العينة وعلى طول ٤ ملم لكل قياس وبسرعة 0.5 ملم/د، ومن ثم تم أخذ وسطي القياسات الثلاثة لنحصل في النهاية على Ra التي تمثل وسطي خشونة كل سطح.

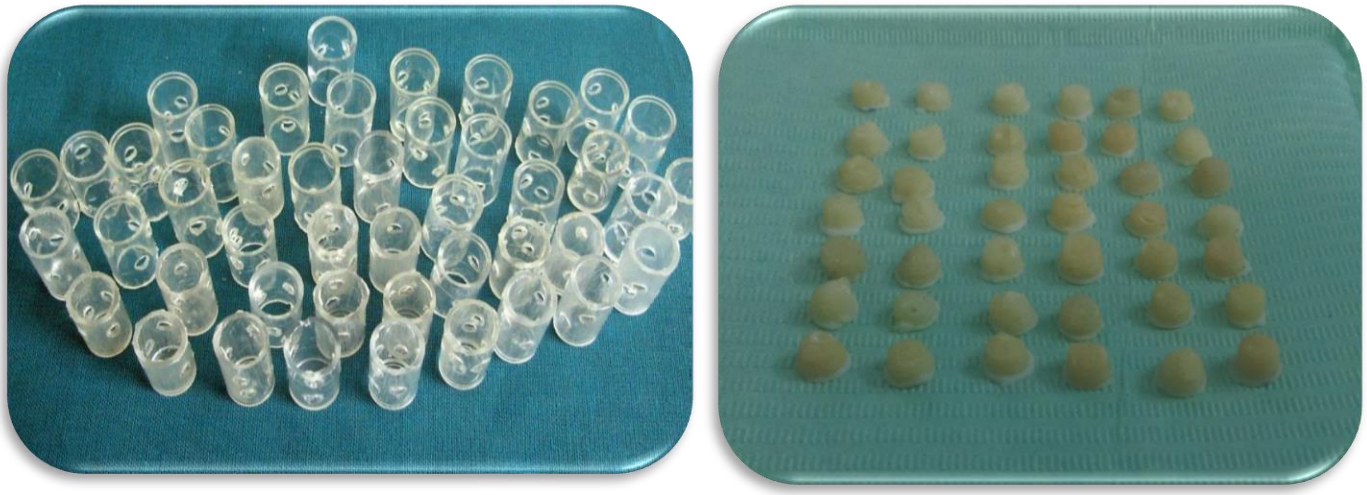
حيث أن الجهاز يقوم بشكل الكتروني بقياس المتوسط الحسابي لكل الذرى والإنخفاضات الموجودة على كامل المسافة المقاسة للسطح ليعطي على الشاشة الخاصة به Ra (Roughness average) بغية معرفة فيما إذا كانت زيادة الخشونة سوف تحسّن من متانة ارتباط الإسمنت الراتنجي مع سطح الزيركونيا أم لا.

والشكل التالي يوضح قياس خشونة سطح الزيركونيا: شكل (3-13)

شكل 3-13:اجراء قياس خشونة السطح

٣-٤-٣ صنع أقراص الراتنج المركب:

تم استخدام أنابيب زجاجية اسطوانية بقطر داخلي قياسي 6mm لتصنيع 64 قرص من الراتنج المُركَّب ضوئي التصلب (قطر 6mm،ارتفاع 5mm)، شكل (3-14).



شكل 3-14: اقراص الر اتنج المركب والانابيب الزجاجية

٣-٤-٤ إلصاق أقراص الراتنج المركب على سطوح الزيركونيا المعالجة :

باستخدام الإسمنت الراتنجي ثنائي التصلب Variolink II، تم مزج كميتين متساويتين من الأساس والمسرع بواسطة أداة بلاستيكية بحسب تعليمات الشركة المُصنِّعة حيث كان زمن المزج ١٥ ثانية و تمّ تطبيق الإسمنت مباشرة على سطح العينات المعالج ثم أُلصقت أقراص الراتنج المُركّب وتمّ تثبيتها مركزياً بتطبيق ضغط موَّحد حوالي ٥ كيلوغرام باستخدام جهاز تطبيق الضغط.

تم توجيه جهاز التصليب الضوئي بشكل ملاصق للعينة وبحيث يكون اتجاه الحزمة الضوئية موازي لسطح الإلتصاق.

عُرّضَت العينة للتصليب الضوئي لمدة ٣ ثواني ثم أزيلت الزائد ليتم بعدها التصليب لمّدة ٤٠ثانَية من كل جهات المكعب.

تركت العينات لمدة ٢٤ ساعة قبل أن تغمر بالماء بدرجة حرارة ٣٧ درجة لمّدة ٢٤ ساعة .شكل(3-15)، شكل (3-16)، شكل (3-17)، شكل (3-18) توضح عينات المجموعات الأربعة بعد عملية الإلصاق.

شكل(3-15)

شكل(3-16)

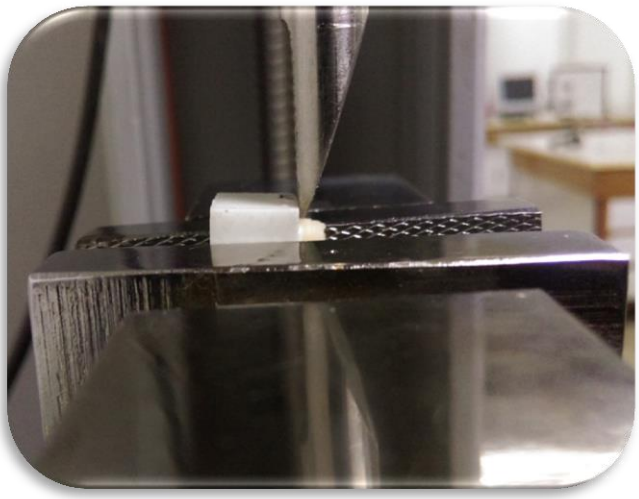
شكل(3-17)

شكل (3-18)

٣-٤-٥ إجراء اختبار مقاومة القص:

أُجريت اختبارات مقاومة قوى القص بواسطة جهاز الإختبارات الميكانيكية العام الموجود في مركز الإختبارات والأبحاث الصناعية بسرعة 0.5mm في الدقيقة وهو الإختبار المعتمد من الإيزو في الأبحاث العلمية العالمية لإختبار قوة الارتباط بين مادتين ، طبقت القوى على

العينات بشكل مواز لسطح الإرتباط الخزفي الراتنجي أقرب ما يمكن إلى سطح الزيركونيا، تمَّ حساب القوى المطبقة بواسطة الحاسب الخاص للجهاز، حيث استمر تطبيق القوى حتى تمَّ انفصال أقراص الراتنج عن مكعب الزيركونيا وعند حدوث الفشل تتوقف شفرة القص مباشرة عن الحركة تلقائياً وتظهر على شاشة الحاسوب قيمة قوى القص بالنيوتن. شكل (3-19)،شكل (3-20)، شكل (3-21)



شكل (3-19)اختبار القص بمنظر جانبي

شكل (3-20)اختبار القص بمنظر أمامي

شكل (3-21) شاشة الحاسوب الخاص بجهاز الأختبارات الميكانيكية العام

وبعد الحصول على القيم الرقمية لقوى القص بالنيوتن يتم حساب مقاومة قوى القص بالميغاباسكال وفقا للعلاقة التالية:

SBS = F/SA حيث أن : SBSمقاومة قوى القص بالميغاباسكال MPa

F القوة المطبقة بالنيوتن N

SA مساحة سطح الارتباط mm2

٣-٥ التحاليل الإحصائية :

- أُجري تحليل التباين أحادي الاتجاه ANOVA لدراسة دلالة الفروق في كل من متوسط معامل خشونة سطح الزيركونيا Ra بالميكرون وقيم مقاومة قوى القص بالميغاباسكال بعد المعاملات المختلفة لمجموعات عينة البحث.
- ثم أُجري اختبار Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط كل من معامل خشونة السطح RA و مقدار مقاومة قوى القصّ (بالميغاباسكال) بين مجموعات طريقة معاملة السطح المتبعة.
- أُجري اختبار معامل بيرسون للإرتباط الخطي Pearson s Linear Correlation Coefficient لدراسة وجود علاقة خطيَّة بين معامل الخشونة ومتانة الإرتباط.

Results

٤ـ النتائج

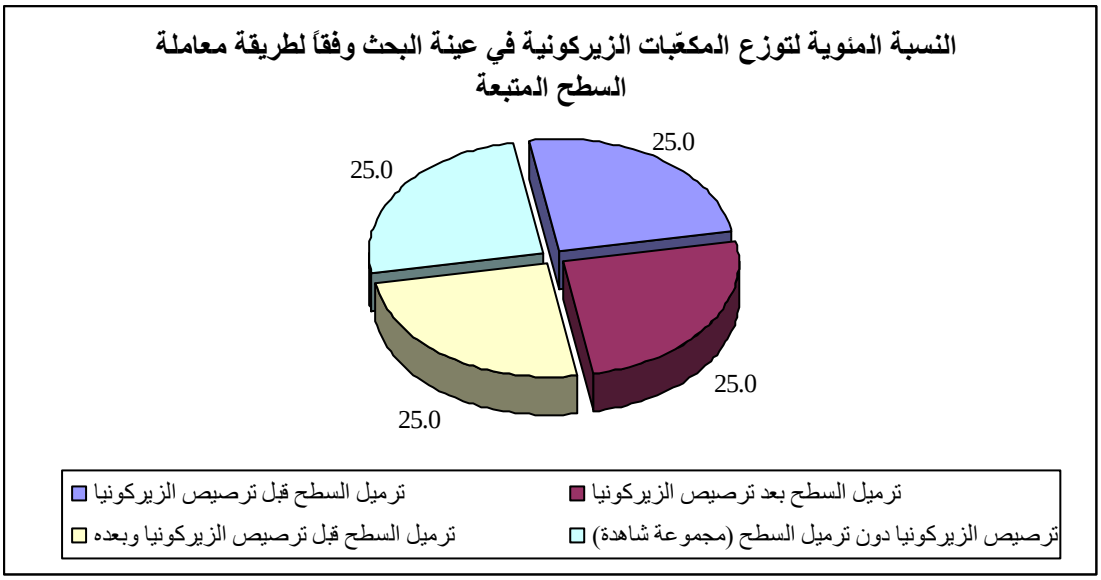
٤-١ وصف العينة:

تألفت عينة البحث من ٦٤ مكعباً من الزيركونيا بأبعاد ١٠*١٠*١٠ ملم مقسمين إلى أربع مجموعات فرعية متساوية تضم كل منها ١٦ مكعب وتختلف فيما بينها بطريقة معاملة السطح المتبعة (ترميل السطح قبل إرتصاص الزيركونيا، ترميل السطح بعد ارتصاص الزيركونيا، ترميل السطح قبل إرتصاص الزيركونيا وبعده، إرتصاص الزيركونيا دون ترميل السطح (مجموعة شاهدة))، وقد كان توزع عينة البحث وفقاً لطريقة معاملة السطح المتبعة كما يلي:

٤-١-١ توزع مكعّبات الزيركونيا في عينة البحث وفقاً لطريقة معاملة السطح المتبعة:

جدول (4-1) يبين توزع مكعّبات الزيركونيا في عينة البحث وفقاً لطريقة معاملة السطح المتبعة.

طريقة معاملة السطح المتبعة	عدد مكعّبات الزيركونيا	النسبة المئوية
ترميل السطح قبل إرتصاص الزيركونيا	16	25.0
ترميل السطح بعد إرتصاص الزيركونيا	16	25.0
ترميل السطح قبل إرتصاص الزيركونيا وبعده	16	25.0
ترصيص الزيركونيا دون ترميل السطح (مجموعة شاهدة)	16	25.0
المجموع	64	100



مخطط (4-1) يمثل النسبة المئوية لتوزع مكعّبات الزيركونيا في عينة البحث وفقاً لطريقة معاملة السطح المتبعة.

٤-٢ الدراسة الإحصائية التحليلية:

تم قياس وحساب مقدار خشونة سطح الزيركونيا Ra (بالميكرون)ثلاث مرات مختلفة وتم اعتماد المتوسط الحسابي لقيم مقدار خشونة السطح Ra في القراءات الثلاث بعد المعاملات المختلفة ومن ثم الصاق أقراص الراتنج المركب وإجراء اختبار مقاومة قوى القص بالميغاباسكال لكل مكعّب من مكعّبات الزيركونيا المدروسة في عينة البحث حسب المعادلة التالية: القوة (نيوتن) /مساحة سطح الارتباط (ملم٢) ثم تمت دراسة تأثير طريقة معاملة السطح المتبعة في قيم كل من خشونة السطح أولاً وقيم مقاومة قوى القص ثانياً، كما تمت دراسة العلاقة بين قيم خشونة السطح Ra وقيم مقدار قوى القصّ (بالميغاباسكال) وفقاً للمجموعة المدروسة وكانت نتائج التحليل كما يلي:

٤-٢-١- دراسة مقدار خشونة السطح Ra:

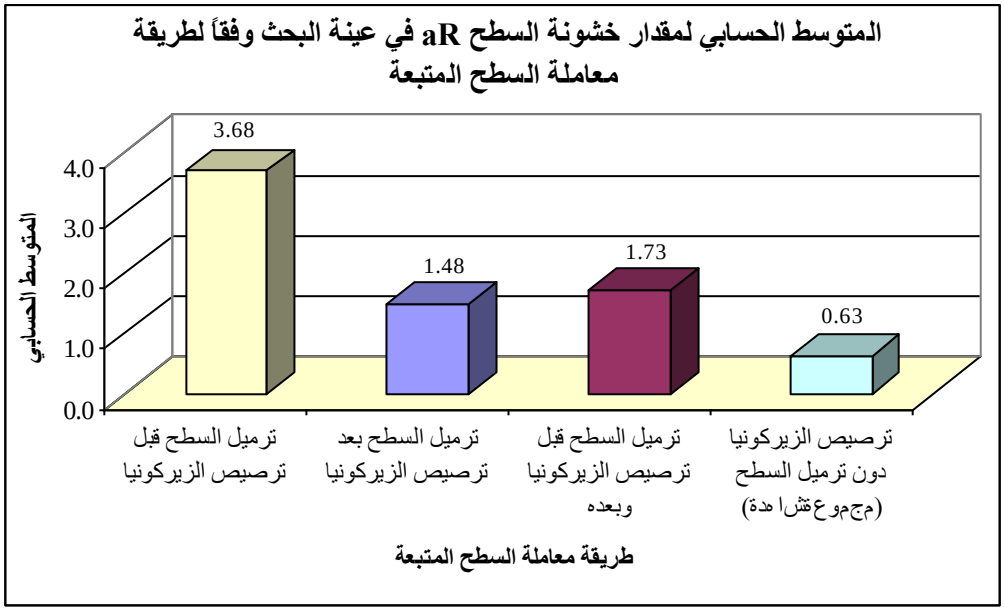
➢ **دراسة تأثير طريقة معاملة السطح المتبعة على مقدار خشونة السطح Ra:**

تم إجراء اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار خشونة السطح Ra بين مجموعات طريقة معاملة السطح المتبعة (ترميل السطح قبل ترصيص الزيركونيا، ترميل السطح بعد إرتصاص الزيركونيا، ترميل السطح قبل إرتصاص الزيركونيا وبعده، إرتصاص الزيركونيا دون ترميل السطح (مجموعة شاهدة)) في عينة البحث كما يلي :

- **إحصاءات وصفية:**

جدول (4-2) يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لمقدار خشونة السطح Ra في عينة البحث وفقاً لطريقة معاملة السطح المتبعة.

طريقة معاملة السطح المتبعة	عدد مكعّبات الزيركونيا	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى
ترميل السطح قبل إرتصاص الزيركونيا	16	3.68	0.30	0.08	3.14	4.26
ترميل السطح بعد إرتصاص الزيركونيا	16	1.48	0.14	0.04	1.26	1.79
ترميل السطح قبل إرتصاص الزيركونيا وبعده	16	1.73	0.22	0.06	1.48	2.41
إرتصاص الزيركونيا دون ترميل السطح (مجموعة شاهدة)	16	0.63	0.17	0.04	0.40	1.03



مخطط (4-2) يمثل المتوسط الحسابي لمقدار خشونة السطح Ra في عينة البحث وفقاً لطريقة معاملة السطح المتبعة.

- **نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA:**

جدول (4-3) يبين نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار خشونة السطح Ra بين مجموعات طريقة معاملة السطح المتبعة في عينة البحث.

المتغير المدروس	قيمة F المحسوبة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
مقدار خشونة السطح Ra	556.699	0.000	**توجد فروق دالة**

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة ٠,٠٥، أي أنه عند مستوى الثقة ٩٥% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار خشونة السطح Ra بين اثنتين على الأقل من مجموعات طريقة معاملة السطح المتبعة (ترميل السطح قبل إرتصاص الزيركونيا، ترميل السطح بعد إرتصاص الزيركونيا، ترميل السطح قبل إرتصاص الزيركونيا وبعده، إرتصاص الزيركونيا دون ترميل السطح (مجموعة شاهدة)) في عينة البحث. ولمعرفة أي من المجموعات تختلف اختلافاً جوهرياً عن الأخريات في

قيم خشونة السطح Ra تم إجراء المقارنة الثنائية وفق طريقة Bonferroni كما يلي:

جدول (4-4) يبين نتائج المقارنة الثنائية وفقاً لطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط مقدار خشونة السطح Ra بين مجموعات طريقة معاملة السطح المتبعة (ترميل السطح قبل ترصيص الزيركونيا، ترميل السطح بعد ترصيص الزيركونيا، ترميل السطح قبل ترصيص الزيركونيا وبعده، ترصيص الزيركونيا دون ترميل السطح (مجموعة شاهدة)) في عينة البحث.

المتغير المدروس = مقدار خشونة السطح Ra					
طريقة معاملة السطح المتبعة (I)	**طريقة معاملة السطح المتبعة (J)**	**الفرق بين المتوسطين (I-J)**	**الخطأ المعياري**	**قيمة مستوى الدلالة**	**دلالة الفروق**
ترميل السطح قبل إرتصاص الزيركونيا	ترميل السطح بعد إرتصاص الزيركونيا	2.20	0.08	0.000	**توجد فروق دالة**
	ترميل السطح قبل إرتصاص الزيركونيا وبعده	1.96	0.08	0.000	**توجد فروق دالة**
	إرتصاص الزيركونيا دون ترميل السطح (مجموعة شاهدة)	3.05	0.08	0.000	**توجد فروق دالة**
ترميل السطح بعد إرتصاص الزيركونيا	ترميل السطح قبل إرتصاص الزيركونيا وبعده	-0.24	0.08	0.016	**توجد فروق دالة**
	إرتصاص الزيركونيا دون ترميل السطح (مجموعة شاهدة)	0.85	0.08	0.000	**توجد فروق دالة**
ترميل السطح قبل إرتصاص الزيركونيا وبعده	إرتصاص الزيركونيا دون ترميل السطح (مجموعة شاهدة)	1.09	0.08	0.000	**توجد فروق دالة**

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة ٠,٠٥ بالنسبة لجميع المقارنات الثنائية المدروسة، أي أنه عند مستوى الثقة ٩٥% توجد فروق ثنائية ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار خشونة السطح Ra بين جميع مجموعات طريقة معاملة السطح المتبعة (ترميل السطح قبل إرتصاص الزيركونيا، ترميل السطح بعد إرتصاص الزيركونيا، ترميل السطح قبل إرتصاص الزيركونيا وبعده، إرتصاص الزيركونيا دون ترميل السطح (مجموعة شاهدة)) في عينة البحث، وبدراسة الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات نستنتج أن قيم مقدار خشونة السطح Ra في مجموعة ترميل السطح قبل إرتصاص الزيركونيا

كانت أكبر منها في كل من مجموعات طريقة معاملة السطح المتبعة الباقية (ترميل السطح بعد إرتصاص الزيركونيا، ترميل السطح قبل إرتصاص الزيركونيا وبعده، إرتصاص الزيركونيا دون ترميل السطح (مجموعة شاهدة)) على حدة، ونستنتج أن قيم مقدار خشونة السطح Ra في مجموعة ترميل السطح قبل إرتصاص الزيركونيا وبعده كانت أكبر منها في مجموعة ترميل السطح بعد إرتصاص الزيركونيا، ونستنتج أن قيم مقدار خشونة السطح Ra في مجموعة إرتصاص الزيركونيا دون ترميل السطح (مجموعة شاهدة) كانت أصغر منها في كل من مجموعة ترميل السطح بعد إرتصاص الزيركونيا ومجموعة ترميل السطح قبل إرتصاص الزيركونيا وبعده على حدة في عينة البحث.

٤-٢-٢ دراسة مقدار قوى القصّ (بالميغاباسكال):

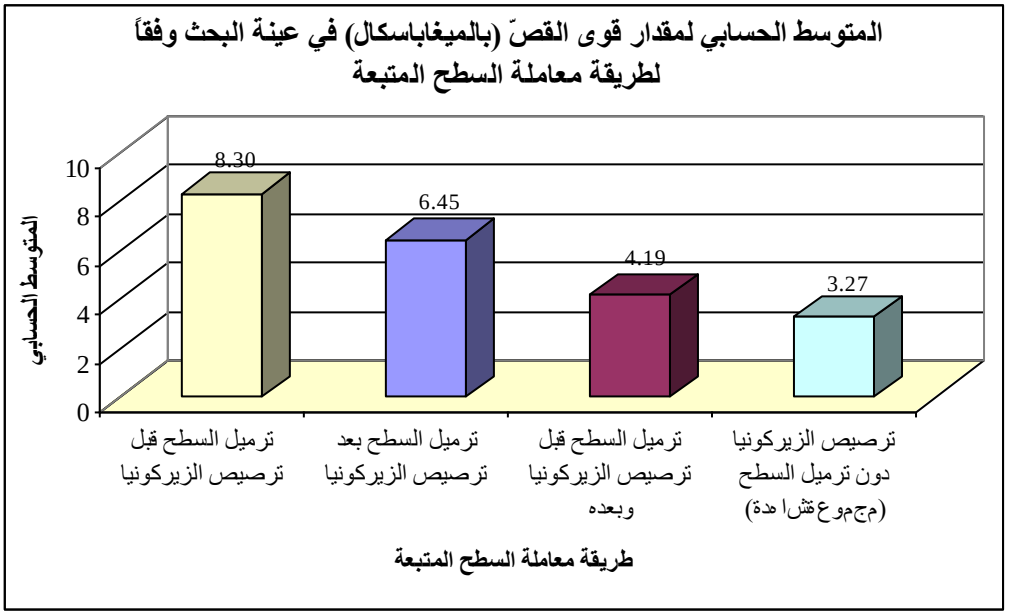
➢ **دراسة تأثير طريقة معاملة السطح المتبعة على مقدار قوى القصّ:**

تم إجراء اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار قوى القصّ (بالميغاباسكال) بين مجموعات طريقة معاملة السطح المتبعة (ترميل السطح قبل إرتصاص الزيركونيا، ترميل السطح بعد إرتصاص الزيركونيا، ترميل السطح قبل إرتصاص الزيركونيا وبعده، إرتصاص الزيركونيا دون ترميل السطح (مجموعة شاهدة)) في عينة البحث كما يلي :

- **إحصاءات وصفية:**

جدول (4-5) يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لمقدار قوى القصّ (بالميغاباسكال) في عينة البحث وفقاً لطريقة معاملة السطح المتبعة.

طريقة معاملة السطح المتبعة	عدد مكعّبات الزيركونيا	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى
ترميل السطح قبل إرتصاص الزيركونيا	16	8.30	3.07	0.77	3.93	15.18
ترميل السطح بعد إرتصاص الزيركونيا	16	6.45	1.71	0.43	3.95	10.20
ترميل السطح قبل إرتصاص الزيركونيا وبعده	16	4.19	0.75	0.19	3.04	5.70
إرتصاص الزيركونيا دون ترميل السطح (مجموعة شاهدة)	16	3.27	0.95	0.24	1.66	4.52



مخطط (4-3) يمثل المتوسط الحسابي لمقدار قوى القصّ (بالميغاباسكال) في عينة البحث وفقاً لطريقة معاملة السطح المتبعة.

- **نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA:**

جدول (4-6) يبين نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار قوى القصّ (بالميغاباسكال) بين مجموعات طريقة معاملة السطح المتبعة في عينة البحث.

المتغير المدروس	قيمة F المحسوبة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
مقدار قوى القصّ (بالميغاباسكال)	23.747	0.000	**توجد فروق دالة**

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة ٠,٠٥، أي أنه عند مستوى الثقة ٩٥% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار قوى القصّ (بالميغاباسكال) بين اثنتين على الأقل من مجموعات طريقة معاملة السطح المتبعة (ترميل السطح قبل إرتصاص الزيركونيا، ترميل السطح بعد ترصيص الزيركونيا، ترميل السطح قبل إرتصاص الزيركونيا وبعده، إرتصاص الزيركونيا دون ترميل السطح (مجموعة شاهدة)) في عينة البحث. ولمعرفة أي من المجموعات تختلف اختلافاً جوهرياً عن الأخريات في قيم قوى القصّ تم إجراء المقارنة الثنائية وفق طريقة Bonferroni كما يلي:

جدول رقم(4-7) يبين نتائج المقارنة الثنائية وفقاً لطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط مقدار قوى القصّ (بالميغاباسكال) بين مجموعات طريقة معاملة السطح المتبعة (ترميل السطح قبل ترصيص الزيركونيا، ترميل السطح بعد ترصيص الزيركونيا، ترميل السطح قبل ترصيص الزيركونيا وبعده، ترصيص الزيركونيا دون ترميل السطح (مجموعة شاهدة)) في عينة البحث.

المتغير المدروس = مقدار قوى القصّ (بالميغاباسكال)					
طريقة معاملة السطح المتبعة (I)	**طريقة معاملة السطح المتبعة (J)**	**الفرق بين المتوسطين (I-J)**	**الخطأ المعياري**	**قيمة مستوى الدلالة**	**دلالة الفروق**
ترميل السطح قبل إرتصاص الزيركونيا	ترميل السطح بعد إرتصاص الزيركونيا	1.85	0.66	0.040	**توجد فروق دالة**
	ترميل السطح قبل إرتصاص الزيركونيا وبعده	4.11	0.66	0.000	**توجد فروق دالة**
	إرتصاص الزيركونيا دون ترميل السطح (مجموعة شاهدة)	5.02	0.66	0.000	**توجد فروق دالة**
ترميل السطح بعد إرتصاص الزيركونيا	ترميل السطح قبل إرتصاص الزيركونيا وبعده	2.26	0.66	0.006	**توجد فروق دالة**
	إرتصاص الزيركونيا دون ترميل السطح (مجموعة شاهدة)	3.18	0.66	0.000	**توجد فروق دالة**
ترميل السطح قبل إرتصاص الزيركونيا وبعده	إرتصاص الزيركونيا دون ترميل السطح (مجموعة شاهدة)	0.92	0.66	1.000	لا توجد فروق دالة

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة ٠,٠٥ عند المقارنة في متوسط مقدار قوى القصّ (بالميغاباسكال) بين مجموعة ترميل السطح قبل إرتصاص الزيركونيا وبعده ومجموعة إرتصاص الزيركونيا دون ترميل السطح (مجموعة شاهدة)، أي أنه عند مستوى الثقة ٩٥% لا توجد فروق ثنائية ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار قوى القصّ (بالميغاباسكال) بين مجموعة ترميل السطح قبل إرتصاص الزيركونيا وبعده ومجموعة إرتصاص الزيركونيا دون ترميل السطح (مجموعة شاهدة) في عينة البحث.

أما بالنسبة لباقي المقارنات الثنائية المدروسة فيلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة ٠,٠٥، أي أنه عند مستوى الثقة ٩٥% توجد فروق ثنائية ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار قوى القصّ (بالميغاباسكال)

بين مجموعات طريقة معاملة السطح المعنية في عينة البحث، وبما أن الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات موجبة نستنتج أن قيم مقدار قوى القصّ (بالميغاباسكال) في مجموعة ترميل السطح قبل إرتصاص الزيركونيا كانت أكبر منها في كل من مجموعات طريقة معاملة السطح المتبعة الباقية (ترميل السطح بعد إرتصاص الزيركونيا، ترميل السطح قبل إرتصاص الزيركونيا وبعده، إرتصاص الزيركونيا دون ترميل السطح (مجموعة شاهدة)) على حدة، ونستنتج أن قيم مقدار قوى القصّ (بالميغاباسكال) في مجموعة ترميل السطح بعد إرتصاص الزيركونيا كانت أكبر منها في كل من مجموعة ترميل السطح قبل إرتصاص الزيركونيا وبعده ومجموعة إرتصاص الزيركونيا دون ترميل السطح (مجموعة شاهدة) على حدة في عينة البحث.

- **دراسة طبيعة العلاقة بين قيم قوى القصّ (بالميغاباسكال) ومقدار خشونة السطح Ra في عينة البحث وفقاً لطريقة معاملة السطح المتبعة:**

تم حساب قيم معاملات الارتباط بيرسون لدراسة طبيعة العلاقة بين قيم قوى القصّ (بالميغاباسكال) وقيم مقدار خشونة السطح Ra في عينة البحث وفقاً لطريقة معاملة السطح المتبعة كما يلي:

٤-٢-٣ نتائج حساب معاملات الارتباط بيرسون:

جدول رقم (4-8) يبين نتائج حساب قيم معاملات الارتباط بيرسون لدراسة طبيعة العلاقة بين قيم قوى القصّ (بالميغاباسكال) وكل من قيم معامل خشونة السطح وقيم مقدار خشونة السطح Ra في عينة البحث وفقاً لطريقة معاملة السطح المتبعة.

المتغير الثاني	طريقة معاملة السطح المتبعة	المتغير الأول = درجة بقاء المادة اللاصقة			دلالة وجود العلاقة	جهة العلاقة	شدة العلاقة
		قيمة معامل الارتباط	عدد مكعّبات الزيركونيا	قيمة مستوى الدلالة			
مقدار خشونة السطح Ra	ترميل السطح قبل إرتصاص الزيركونيا	-0.059	16	0.829	لا توجد علاقة دالة	-	-
	ترميل السطح بعد إرتصاص الزيركونيا	-0.218	16	0.417	لا توجد علاقة دالة	-	-
	ترميل السطح قبل إرتصاص الزيركونيا وبعده	0.367	16	0.162	لا توجد علاقة دالة	-	-
	إرتصاص الزيركونيا دون ترميل السطح (مجموعة شاهدة)	-0.012	16	0.966	لا توجد علاقة دالة	-	-

يُلاحظ في الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة ٠,٠٥ مهما كانت طريقة معاملة السطح المتبعة، أي أنه عند مستوى الثقة ٩٥% لا توجد علاقة ارتباط ذات دلالة إحصائية بين قيم قوى القصّ (بالميغاباسكال) وقيم مقدار خشونة السطح Ra في كل من مجموعات طريقة معاملة السطح المتبعة (ترميل السطح قبل إرتصاص الزيركونيا، ترميل السطح بعد إرتصاص الزيركونيا، ترميل السطح قبل إرتصاص الزيركونيا وبعده، إرتصاص الزيركونيا دون ترميل السطح (مجموعة شاهدة))، على حدة في عينة البحث.

Discussion

٥-١ المناقشة

٥-١-١ مناقشة مواد وطرائق البحث :

يُعتبر خزف الزيركونيا من المواد المرغوبة حالياً نظراً لما يتمتع به من خواص ميكانيكية عالية تسمح باستخدامه كهيكل للتعويضات الثابتة حتى في المناطق الخلفية بالإضافة إلى تقبله الحيوي الممتاز والثبات اللوني الجيد والناقلية المنخفضة للحرارة ، لكن ظهرت الكثير من حالات الفشل السريري المرتبطة بانفكاك تعويض الزيركونيا حيث وُجد أن فقدان ثبات التاج هو ثاني أكبر سبب في فشل التيجان والجسور وثالث سبب لتغيير التعويض كليّاً خلال مدّة تتفاوت بين شهر و٣٨ شهر (Beuer et al,2010. Schley et al,2010). الإرتباط الجيد بين السن والزيركون يحسن ثبات التعويض في حالات الأسنان القصيرة أو المُحّضرة بشكل زائد دون الحاجة إلى استخدام وسائل تثبيت إضافية أخرى قد تؤدي إلى إزالة نسج سنية اضافية(Foxton et al,2011) وبسبب خاصيّة الزيركونيا المقاومة للحمض والغير قابلة للتخريش(Amaral et al,2006.Blatz et al,2003) ينصح بمعاملة سطح الزيركونيا بإستخدام الترميل بذرات أوكسيد الالمونيوم لتحسين الإرتباط مع الإسمنت الراتنجي بهدف تخشين الزيركونيا وزيادة مساحة سطح الإرتباط وتعديل الطاقة السطحية للخزف وقابلية انسياب مواد الالصاق عليه وبالتالي تحسين ارتباطه مع الإسمنت الراتنجي. والمميز في هذه الطريقة هي سهولة استخدامها وتوافرها في معظم المخابر السنية ورخص تكاليفها وبالتالي فهي طريقة في متناول جميع الأطباء الذين يستخدمون الزيركونيا في ممارساتهم السريرية. (ozcan et al,2003. Oyagüe et al,2009).

لكن في المقابل و بسبب إجهادات الضغط التي يسببها الإرتصاص أولاً ثم الترميل ثانياً جعلت الشركات المصنَّعة توصي بمعالجة حرارية بعد الترميل الذي يتم إجراؤه بشكل عام بعد إرتصاص الزيركونيا لتفادي هذه العيوب(Kosmac ,2004)

اقتراح هذا البحث التعديل في توقيت إجراء الترميل يمكن أن يسمح باستخدام حبيبات رمل ذات حجم أصغر تعطي سطح ذات خشونة ومورفولوجية مفضلُة لتحقيق ربط جيد على مستوى السطح البيني بين الإسمنت والزيركونيا من دون تعريض خواصها الميكانيكية للخطر كما يمكن أن يقلل من كمية الطور الأحادي الذي ينتجه الترميل بعد إرتصاص الزيركونيا ويلغي الحاجة لإجراء معالجة حرارية إضافية تالية لهذا الترميل والتي تهدف إلى عكس التحول الذي حصل وتقليل الطور الأحادي(moon et al,2011).

تعتبر إختبارات شدة الارتباط عبر اختبار قوى القص shear bond strength و إختبار قوى الشد الدقيق microtensile bond strength من أكثر الإختبارات المستخدمة لدراسة قوة الأنظمة الرابطة بحسب ما أكد Pashley عام ٢٠٠١ (Pashley et al ,2001). و في هذه الدراسة استخدمنا اختبار قوى القص نظراً لتوفرها ضمن إمكانيات مخابرنا ، و لقدرتها على كشف مقاومة تماسك المادة بالإضافة إلى أن قوى القص تعتبر الأفضل في مماثلة قوى الإزاحة ضمن الحفرة الفموية بالمقارنة مع قوى الشد حيث تميل غالباً قوى الإزاحة لتكون قوى قص موازية لسطح السن و ليست قوى شد عمودية على سطح السن(Kitasako et al,1995)

تألفت عينة البحث من ٦٤ مكعب من الزيركونيا وتمَّ صنع العينة بهذا الشكل بدلاً عن أسنان محضرة لتجنب عامل شكل وتصميم التحضير كعامل تثبيت وبالتالي لا يمكن أن يُتاح تقييم دقيق لخواص الصاق الإسمنت (Gargari et al,2010).

لم يتم إلصاق الزيركونيا مع عاج طبيعي إنما مع أقراص كومبوزيت لإن الهدف من البحث هو التحقق وتحليل سطح الإرتباط بين الإسمنت والخزف بينما تغيرات البنية المجهرية لنسج السن الطبيعي يمكن أن تؤدي إلى أخطاء في قراءة النتائج فتمّ تجنبها (Little & Graham,2004. Bottino et al,2005)

في الأوضاع التي يكون فيها الثبات في الحدود الدنيا يكون الإسمنت الراتنجي خيار جيد وذلك عند مقارنة خصائصه الميكانيكية المحسّنة مع اسمنت فوسفات الزنك و الإسمنت الزجاجي الشاردي، وتقليله للتسرب المجهري، وتحسينه للإنطباق الحفافي، وأيضاً من أجل التفاعلات الكيميائية الممكن حصولها بين سطح الزيركونيا ومكونات الإسمنت الراتنجي مع الأخذ بعين الإعتبار الثبات الميكانيكي المجهري والذي له دور فعّال وملحوظ في تحسين الإرتباط بين الزيركون والإسمنت الراتنجي .(Ozcan et al,2008.Manicone et al,2007)

تم الإلصاق باستخدام اسمنت راتنجي ثنائي التصلب لأنه يعتمد في تصلبه على آليتين: ضوئية وكيميائية تكمل إحداهما الأخرى، حيث يبدأ التصلب بتفعيل ضوئي في الأماكن التي يصل إليها الضوء وتستمر عملية التصلب بشكل كيميائي في الأماكن البعيدة عن الضوء (Hofmann et al,2001).

تم قياس خشونة السطح الزيركونيا Ra بعد المعاملات المختلفة له والغاية من ذلك هو دراسة العلاقة ما بين خشونة سطح الزيركونيا ومتانة ارتباطه مع الإسمنت الراتنجي فيما إذا كانت زيادة الخشونة تحسن من متانة الإرتباط، حيث اعتبرت خشونة السطح من أهم المعايير التي تتحكم بحالة الإلصاق (Uehara & Sakoai,2002). ففي عام ١٩٩٦ قام Ikegami باختبار تأثير خشونة السطح على قوة الإرتباط واقترح منحنى نظري يظهر علاقة متجانسة بينهما واعتمد بذلك على تأثيرين : ١) مساحة سطح الارتباط، ٢)تأثير الثلم notch effect المُسبب بهذه الخشونة.

٥-١-٢مناقشة نتائج البحث:

٥-١-٢-١ مناقشة نتائج خشونة السطح:

بعد إجراء المعاملات المختلفة لأسطح الزيركونيا تم قياس خشونة السطح والحصول على معامل خشونته Ra بالميكرون، و قد أظهرت النتائج أن أخفض قيمة للمتوسط الحسابي لمعامل خشونة السطح كان لصالح المجموعة الشاهدة (بدون معاملة)NA (0.63±0.17µm) وهذا طبيعي لأن هذه المجموعة لم تتعرض لأي نوع من أنواع معاملات السطوح التي من الممكن أن تؤثر على خشونة السطح، في حين كان المتوسط الحسابي لمعامل خشونة السطح في مجموعة الترميل قبل الإرتصاص (3.68±0.30) µm وهي قيمة أكبر وبفرق دال احصائياً من باقي مجموعات الدراسة وذلك بسبب الطبيعة الطبشورية المنخفضة القساوة التي تكون عليها الزيركونيا في تلك المرحلة قبل الإرتصاص والتي تسمح لحبيبات أوكسيد الألمنيوم الأكثر قساوة بترك آثارها وانطباعاتها عليه، بعد ذلك أعطت مجموعة الترميل قبل وبعد الإرتصاص متوسط حسابي أقل من

مجموعة الترميل قبل الإرتصاص (1.73±0.22 µm) وقد يعود سبب ذلك إلى أن الترميل الذي تم أجراؤه بعد الإرتصاص أدى إلى التخفيف من عدد وحدّة الغؤورات السطحية الناتجة عن الترميل قبل الإرتصاص وبالتالي سطح أكثر نعومة، ولكن كانت هذه القيمة أعلى من قيمة المتوسط الحسابي لمجموعة الترميل بعد الإرتصاص وبفرق دال احصائياً بشكل قليل (1.48±0.14 µm) و التي كانت الأخفض بين مجموعات المُعاملة ولكن أعلى من المجموعة الشاهدة بسبب المقاومة والقساوة العالية التي تبديها الزيركونيا بعد إجراء الإرتصاص.

اتفقت نتائج قيم الخشونة لهذا البحث مع دراسة Monaco وزملاؤه عام 2013 حيث اظهرت العينات المرملة قبل الإرتصاص خشونة أعلى من عينات بعد الإرتصاص على الرغم من استخدام أحجام مختلفة من حبيبات أكسيد الألمنيوم(٣٠ و٥٠ و١١٠) ميكرون بضغط ٢ بار ومسافة ١٥مم وزمن ١٠ ثواني، كما زادت الخشونة مع زيادة حجم الحبيبات وأبدت صور المجهر الالكتروني المأخوذة خدوش وميازيب أعمق وأوضح في عينات الترميل قبل الإرتصاص بالمقارنة مع صور الترميل بعد الإرتصاص ذات الحواف الحادة، كما لوحظ إنغراز وإلتصاق لحبيبات من أوكسيد الالمنيوم على السطح المعالج .

كما اتفقت دراستنا مع دراسة He وزملاؤه عام 2011 حيث أبدت مجموعة الترميل قبل الإرتصاص خشونة أعلى من مجموعات الترميل بعد الإرتصاص سواءً بنفس شروط الترميل أو حتى عند استخدامه لضغوط أعلى عند الترميل في هذه المجموعات مع نفس حجم الحبيبات (١٠٠ ميكرون) مفسِّراً نتائجه بإنخفاض قساوة الزيركونيا في الحالة الطبشورية قبل إرتصاصها.

وأيضاً اتفقت مع دراسة Abi rached وزملاؤه عام 2014 الذي استخدم حبيبات أوكسيد الألمنيوم بحجم ٥٠ ميكرون لتعطي مجموعة الترميل قبل الإرتصاص أعلى قيم خشونة متبوعة بمجموعة الترميل قبل وبعد الإرتصاص ومن ثم مجموعة الترميل بعد الإرتصاص، مع ملاحظة أن ضغط وزمن الترميل المستخدم في دراسته اختلف بين مجموعات الدراسة ولم يكن موَّحداً، وبالنظر إلى مورفولوجية السطح التي ترتبط مع الخشونة أظهرت مجموعة قبل الإرتصاص ميازيب تثبيت مجهرية أكثر حدّة عند مقارنتها مع مجموعة بعد الإرتصاص ذات السطح الأكثر نعومة، أما مجموعة قبل وبعد الإرتصاص أظهرت سطح مشابه لمجموعة قبل الإرتصاص لكن مع حواف مدوّرة والذي قد يعود سببه إلى الترميل الحاصل بعد الإرتصاص، مع الأخذ بعين الاعتبار أن موضوع توقيت الترميل لم يبحث عنه بشكل كبير ويعاني من قلّة الدراسات التي تناولته وبالتالي لا يوجد معلومات إضافية لمناقشة أعمق لنتائجنا.

اختلفت نتائج دراستنا مع دراسة Moon وزملاؤه عام 2011 والذي أظهر عدم وجود فروقات دالّة احصائيا بين مجموعتي الترميل قبل وبعد الإرتصاص، ويمكن أن يعود سبب الإختلاف إلى استخدامه لحجمين مختلفين من حبيبات أوكسيد الألمنيوم حيث قام باستخدام حجم ٧٠ ميكرون لمجموعة قبل الإرتصاص وحجم ٥٠ ميكرون بعده معللاً الأمر بأن الزيركونيا سوف تتقلص بمقدار ٢٠% أثناء هذا الإجراء.

٥-١-٢-٢ مناقشة نتائج مقاومة قوى القص :

أعطت مجموعة الترميل قبل الإرتصاص أعلى قيم متوسط حسابي لمقاومة قوى القص (8.30±3.07) ميغاباسكال تليها مجموعة الترميل بعد الإرتصاص ب (6.45±1.71) ميغاباسكال ومن ثم مجموعة الترميل قبل وبعد الإرتصاص ب (4.19±0.75) ميغاباسكال والأخفض كانت للعينة الشاهدة بلا ترميل ب(3.75±0.95) ميغاباسكال.

يمكن تفسير ذلك بأن الخشونة العالية لمجموعة الترميل قبل الإرتصاص قد أعطت سطح اتصال أعلى للمادة المطبّقة على سطح الزيركونيا وبالتالي ارتباط أعلى بسبب زيادة مساحة سطح الإرتباط، بالمقابل انخفضت هذه القيمة في مجموعة الترميل بعد الإرتصاص تبعاً لسطحها الأنعم والذي من الممكن أن تكون مرفولوجية هذا السطح لم تساعد على خلق تثبيت ميكانيكي مجهري كاف، وعلى الرغم من تقارب خشونة سطح مجموعة الترميل قبل وبعد إرتصاص الزيركونيا مع مجموعة الترميل بعد الإرتصاص بل وكانت أعلى منها قليلاً إلّا أن قيم مقاومة القص لهذه المجموعة كانت أخفض، ويمكن إرجاع ذلك إلى مرفولوجية سطحها ذات الغؤورات غير العميقة والارتفاعات ذات الزوايا المنحنية بالمقارنة مع مجموعة الترميل قبل إرتصاص الزيركونيا و مجموعة بعد الإرتصاص الأمر الذي قد يقلل إندخالية الإسمنت الراتنجي ضمن الغؤورات المثبتة وإعطاء قيم ربط عالية (Abi rached et al,2014) أو حتى امكانية تلوّث السطح المُرمّل لهذه المجموعة ببقايا أوكسيد الألمنيوم أكثر من مجموعة الترميل بعد الإرتصاص واستقرار هذه الحبيبات في الغؤورات التي نشأت أصلاً في الدورة الأولى للترميل.

تتوافق نتائج هذه الدراسة مع نتائج دراسة MONACO وزملاؤه عام 2011 الذي قارن بين ثلاث مجموعات تم الترميل فيها قبل الإرتصاص ورابعة بعده، أعطت المجموعات ذات الترميل قبل الإرتصاص قيم أعلى على الرغم من أنها لم تكن ذات دلالة إحصائية عن مجموعة الترميل بعد الإرتصاص خصوصاً عند استخدام حبيبات أوكسيد ألمنيوم من نفس الحجم(٥٠ ميكرون) بينما ظهر الفرق بشكل أوضح عند استخدام حبيبات ذات حجم أكبر في مجموعة قبل الإرتصاص (١١٠ ميكرون) مع ملاحظة عدم توحيد الباحث لبقية شروط الترميل من زمن ومسافة.

بينما اختلفت نتائج هذه الدراسة مع Moon وزملاؤه عام 2011 الذي وجد أن كل من مجموعتي الترميل قبل وبعد الإرتصاص كانت قيم الارتباط فيهما أعلى من العينة الشاهدة غير المعالجة ولكن لم يكن هناك فروق دالة إحصائيا بين هاتين المجموعتين من حيث قيم الإرتباط مع الإسمنت الراتنجي ويمكن أن يكون السبب هو عدم وجود فروق في قيم خشونة السطح في كل من المجموعتين والعائد إلى الترميل باستخدام حجمين مختلفين من حبيبات الترميل وهي ٧٠ ميكرون لمجموعة الترميل قبل الإرتصاص و٥٠ ميكرون لمجموعة الترميل بعد الإرتصاص بالإضافة إلى قيامه بدورات إجهاد حراري للعينات والذي يؤثر في قيم الارتباط بالإضافة إلى استخدامه لعوامل الربط المرافقة للإسمنتات المستخدمة في البحث، الأمر الذي لم نقوم به في هذه الدراسة.

اختلفت نتائج هذه الدراسة مع دراسة ABI RACHED وزملاؤه عام 2014 حيث أعطت مجموعة الترميل قبل الإرتصاص أخفض قيم ارتباط مع الإسمنت الراتنجي على

الرغم من الخشونة العالية والتي قد تكون أعاقت ترطيب سطح الزيركونيا من قبل الإسمنت الراتنجي بسبب النتوءات الحادة التي أظهرها السطح بالفحص المجهري، بينما كانت المجموعة التي تم ترميلها قبل وبعد الإرتصاص هي الأعلى نسبة إلى خشونتها وطبوغرافية سطحاً المتوسطة مما سمح بانسيابية أفضل للإسمنت الراتنجي وترطيب أفضل للسطح ، يمكن أن يعود سبب الاختلاف إلى استخدام الباحث لضغط ترميل منخفض لمجموعة الترميل قبل الإرتصاص وهو ٠,٥ بار وآخر مرتفع لمجموعة الترميل بعد الإرتصاص ومجموعة الترميل قبل وبعد الإرتصاص وهو ٢,٨ بار بالإضافة لحجم حبيبات ٥٠ ميكرون من أوكسيد الألمونيوم وزمن ترميل مختلف بين المجموعات.

بعد ذلك أُجري اختبار بيرسون للارتباط الخطي لدراسة وجود علاقة خطية بين معامل الخشونة ومتانة الإرتباط في كل مجموعة من مجموعات عينة البحث حيث تبيَّن أنه لا يوجد علاقة خطيَّة بينهما مهما كانت طريقة معاملة السطح المتبعة. يمكن إرجاع هذه النتيجة إلى أن العلاقة بين معامل الخشونة ومتانة الإرتباط قد لاتكون علاقة خطيّة متناسبة وخصوصاً عند استخدام اختبار القص دوناً عن بقية اختبارات متانة الإرتباط (Uehara & Sakurai ,2002)، كما يمكن للخشونة المفرطة للسطح أن تؤدي إلى تركز جهود على هذا السطح تضعف الإرتباط السطحي مع الزيركونيا (de Jager et al, 2000)، وبالمقابل في بعض مجموعات الدراسة مثل مجموعة الترميل قبل الإرتصاص كانت الشذوذات السطحية من غؤورات ومناطق التثبيت التي تقدمها هذه التشكيلات في حدودها الدنيا الغير كافية لتحقيق ربط جيد (Tsue et al,2006). كما لايمكن إغفال دور الاسمنت الراتنجي ونوعيته وقدرته على الترطيب

والإنسياب ضمن الميازيب العميقة التي حصلت على سطح الزيركونيا بعد الترميل بحبيبات كبيرة (Ozcan et al,2008) وكذلك نوع الزيركونيا المستخدمة وتركيبها (Calvacanti et al,2009)، بالإضافة إلى إمكانية حصول تلوث لسطح الزيركونيا من خلال حبيبات الألمنيوم نفسها وبقايا ذرات الزيركونيا الناتجة عن تشوه السطح المُرمل وبالتالي ضعف في الإرتباط(Attia et al,2010) وأهمية تنظيف سطح الزيركونيا من هذه البقايا باستخدام وسائل مختلفة مثل التنظيف بالأمواج فوق الصوتية والنفخ الهواء المضغوط وغيرها من الوسائل (Tzanakakis et al,2016)

٥-٢ الاستنتاجات

ضمن حدود هذه الدراسة نستنتج ما يلي :

١. يعزز الترميل بشكل عام مهما كان توقيته من خشونة سطح الزيركونيا وارتباطها مع الإسمنت الراتنجي بالمقارنة مع العينة الشاهدة الغير المعالجة.
٢. أعطى الترميل المُجرى على الزيركونيا قبل الإرتصاص أعلى قيم خشونة للسطح وأفضل ارتباط مع الإسمنت الراتنجي بالمقارنة مع طرق المعاملة الأخرى ومن العينة الشاهدة.
٣. لايوجد علاقة واضحة بين خشونة السطح و متانة ارتباط الزيركونيا مع الإسمنت الراتنجي.

المقترحات والتوصيات

Suggestions & Recommendations

٦-١ المقترحات

١. إجراء دراسة مخبرية لتحري أثر تغير شروط الترميل من حيث حجم الحبيبات، زمن الترميل، المسافة بين رأس قلم الترميل وسطح الخزف، زاوية الترميل.

٢. إجراء دراسة لتحري أثر الترميل قبل إرتصاص الزيركونيا على الخواص الميكانيكية للزيركونيا مثل القساوة ومقاومة الإنحناء.

٣. إجراء دراسة مماثلة لهذا البحث لتحري أثر الترميل على الإنطباق الحفافي والإنطباق الداخلي للتيجان والجسور المعاملة بهذه الطريقة.

٤. إجراء دراسة مماثلة لهذا البحث مع استخدام أنواع أخرى من الإسمنتات التقليدية والرتنجية

٥. تحري أثر الترميل قبل إرتصاص الزيركونيا على ارتباطه مع الخزف المغطي.

٦. إجراء أبحاث سريرية طويلة الأمد لدراسة متانة ارتباط تيجان وجسور الزيركونيا المعاملة بطرق مختلفة على الدعامات السنية .

التوصيات

ضمن حدود هذه الدراسة نوصي بما يلي:

١- بمعالجة سطح الزيركونيا بالترميل قبل إلصاقها

٢- إجراء الترميل قبل إرتصاص الزيركونيا كطريقة لمعاملة السطح لما له من أثر إيجابي في قوة ارتباطها مع الإسمنت الراتنجي.

Reference

المراجع References

المراجع باللغة العربية:

الشعراني فندي، سويد إياد، أبو نصار جهاد،: التيجان والجسور (علم التعويضات الثابتة (١٢)، سورية، منشورات جامعة دمشق ، ٢٠١٥.

الشعراني فندي .المصطلحات الجدلية في طب الأسنان - وجهة نظر. مجلة اللسان العربي، المغرب، الرباط.٢٠١٤؛٧٢

A

Abi-Rached FO, Martins SB, Almeida-Júnior AA, Adabo GL, Góes MS, Fonseca RG. Air abrasion before and/or after zirconia sintering: surface characterization, flexural strength, and resin cement bond strength. Oper Dent. 2015;40(2):E66-75.

Aboushelib MN. Evaluation of zirconia/resin bond strength and interface quality using a new technique. J Adhes Dent. 2011;13(3):255-60.

Aboushelib MN.Long term fatigue behavior of zirconia based dental ceramics. J MATERIALS 2010:3,2975-2985.

Aboushelib MN, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. Selective infiltration-etching technique for a strong and durable bond of resin cements to zirconia-based materials. J Prosthet Dent. 2007;98(5):379-88.

Akyil MS, Uzun IH, Bayindir F. Bond strength of resin cement to yttrium-stabilized tetragonal zirconia ceramic treated with air abrasion, silica coating, and laser irradiation. Photomed Laser Surg. 2010;28(6):801-8.

Albers, H., *Tooth Colored Restorative,Principles and Techniques.* BC Decker Inc: Hamilton, London, 2002. **8th ed**: p. 81-88.

AL-ZAIN SA. The effect of different metal cleaning methods on retention of cast crowns. Egypthion dental journal.2006;52, 2092

AL Jabbari YS, Zinelis S, Eliades G. Effect of sandblasting conditions on alumina retention in representative dental alloys. Dent Mater J. 2012;31(2):249-55.

Amaral R, Ozcan M, Bottino MA, Valandro LF. Microtensilebond strength of a resin cement to glass infiltrated zirconia-reinforced ceramic: the effect of surface conditioning. Dent Mater 2006;22:283–90.

Anusavice K J. Phillips' Science of Dental Materials .11th ed,Elsevier Science 2003 :486-487,655-662,666-672.

B

Baldissara P ,Llukacej A, Ciocca L, Valandro F, Scotti R. Translucency of zirconia copings made with different CAD/CAM system .J Prosthet Dent(2010)؛104,6-12.

Beuer F, Stimmelmayr M, Gernet W, Edelhoff D, Guh JF, Naumann M. Prospective study of zirconia-based restorations: 3-year clinical results. Quintessence Int. 2010;41:631–36.

Blatz MB, Phark JH, Ozer F, Mante FK, Saleh N, Bergler M, Sadan A. In vitro comparative bond strength of contemporary self-adhesive resin cements to zirconium oxide ceramic with and without air-particle abrasion. Clin Oral Investig. 2010 ;14(2):187-92

Blatz MB, Chiche G, Holst S, Sadan A. Influence of surface treatment and simulated aging on bond strengths of luting agents to zirconia. Quintessence Int. 2007;38:745–53.

Blatz MB, Sadan A, Kern M. Resin-ceramic bonding: a review of the literature. J Prosthet Dent 2003;89:268–74.

Borges GA, Sophr AM, de Goes MF, Sobrinho LC,Chan DCN. Effect of etching and airborne particle abrasion on the microstructure of different dental ceramics. J Prosthet Dent 2003; 89: 479-488.

Bottino MA, Valandro LF, Scotti R, Buso L. Effect of surface treatments on the resin bond to zirconium-based ceramic.Int J Prosthodont 2005;18:60–5.

C

Casucci A, Mazzitelli C, Monticelli F, Toledano M, Osorio R, Osorio E, Papacchini F, & Ferrari M . Morphological analysis of three zirconium oxide ceramics: Effect of surface treatments Dental Materials,2010؛ 26(8) 751-760.

Calvacanti A, Foxton R, Watson T, Oliveira M, Giannini M, Marchi G. YTZP ceramics: key concepts for clinical application. Oper Dent 2009;34-3: 344-51.

Cavalcanti AN1, Pilecki P, Foxton RM, Watson TF, Oliveira MT, Gianinni M, Marchi GM. Evaluation of the surface roughness and morphologic features of Y-TZP ceramics after different surface treatments. Photomed Laser Surg. 2009;27(3):473-9

Chaiyabutr Y, McGowan S, Phillips KM, Kois JC, Giordano RA. The effect of hydrofluoric acid surface treatment and bond strength of a zirconia veneering ceramic. J Prosthet Dent. 2008;100:194–202.

Chandra, S., *Text book of Operative Dentistry.* Jaypee Brothers, Medical Publishers (P) Itd New Delhi, 2007. **1st ed**(24): p. 233-244.

Chevalier J, Gremillard L, Virkar VA, Clarke RD. "The tetragonal monoclinic transformation in zirconia: Lessons learned and future trends". **J Am Ceram Soc**, 2009, 92: 1901–20.

Chintapalli RK, Marro FG, Jimenez-Pique E, Anglada MPhase transformation and subsurface damage in 3Y-TZP after sandblasting.. Dent Mater. 2013 May;29(5):566-72.

Conard H, Seong W, Pesun I.Current ceramic materials and systems with clinical recommendations : A Systemic Review.The Journal Of Prosthetic Dentistry 2007;98(5):389-404.

Craig, R. and J.M. Powers, *Restorative Dental Materials.* USA: Mosby, 2002. **11th ed**: p. 232-257.

Craig RG, Mohsen NM, Filisko FE . Effects of curing time and filler concentration on curing and postcuring of urethane dimethacrylate composites, a microcalorimetric study. J Biomed Mater Res.2000; 40:224-32.

D

de Jager N, Feilzer AJ, Davidson CL. The influence of surface roughness on porcelain strength. Dent Mater 2000; 16: 381-388.

Della Bona A, Anusavice KJ, Hood JA. Effect of ceramic surface treatment on tensile bond strength to a resin cement. Int J Prosthodont. 2002 May-Jun;15(3):248-53.

Denry IL. "All-Ceramic Restoration". In: Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J."Contemporary Fixed Prosthodontics". 4th Ed, Mosby Elsevier, St.Louis, 2006:774-5.

Denry I, Holloway JA. "Ceramics for dental applications: A review". Materials J, 2010, 3: 351-68.

Denry I, Kelly JR. "State of the art of zirconia for dental applications". Dent Mater J2008, 24: 299-307.

E

Eliades G . Clinical relevance of the formulation and testing of dentine bonding *systems* . J Dent (1994) ; 22:73-81 .

Erickson RL . Mechanism and clinical implications of bond formation for tow dentin bonding agents . Am J Dent (1989) ; 2:117-123 .

Ersu B, Yuzugullu B, Ruya Yazici A, Canay S. Surface roughness and bond strengths of glass-infiltrated alumina ceramics prepared using various surface treatments. J Dent. 2009;37:848–56.

F

Filser F, Kocher P,Gauckler LJ. Net-shaping of ceramic components by direct ceramic machining. Assembly Autom 2003؛82:238-42**.**

G

Gargari M, Gloria F, Napoli E, Pujia AM. Zirconia: cementation of prosthetic restorations. Literature review. Oral Implantol (Rome). 2010 Oct;3(4):25-9

Giordano R and McLaren EA. Ceramic overview: classification by microstructure and processing methods. Compend Contin Educ Dent 2010;31:682-97.

Guazzato M, Swain M, Ringer S. Microstucture of alumina and alumina/zirconia-glass infiltrated dental ceramics. Bioceramics ,2003؛15:897-82.

Guazzoto M, Albakry M, Ringer SP, Swain MV. Strength fracture toughness and microstructure of selection of all ceramic materials. Part II. Zirconia-based dental ceramics. Dent Master 2004a؛20(5):449-56.

Guazzato M, Quach L, Albakry M, Swain MV.Influence of surface and heat treatments on the flexural strength of Y-TZP dental ceramic. J Dent. 2005;33(1):9-18.

H

Hallmann L, Mehl A, Ulmer P, Reusser E, Stadler J, Zenobi R, et al. "The influence of grain size on low-temperature degradation of dental zirconia". J Biomed Mater Res Part B, 2012, 100B: 447-56.

Hannink RH, Kelly RM, Muddle BC. "Transformation toughening in zirconiacontaining ceramics". **J Am Ceram Soc**, 2000, 83: 461-87.

Hannink RHJ, Howard CJ, Kisi EH, Swain MV. Relationship between fracture toughness and phase assemblage in MG-PSZ, J Am Ceram Sci 1994;77:571-9.

Hansson O, Moberg LE. Evaluation of three silicoating methods for resin bonded prosthesis. Scand J Dent Res. 1993;101:243–251

Hammerle C, Sailer I, Thoma A, Gianni H , Suter A, Ramel C. Dental Ceramics essential Aspects for clinical practice. Quintessence puplishing Co.Ltd(2008).p:2-5,9,16,20,21,39,86.

Hatrick, C. and W. Eakle, Dental materials, clinical applications for dental assistants and dental hygienists, metal in dentistry. Elsevier science, 2003. 8(145): p. 180-183.

He M, Zhang Z, Zheng D, Ding N, Liu Y. Effect of sandblasting on surface roughness of zirconia-based ceramics and shear bond strength of veneering porcelain. Dent Mater J. 2014 Dec 5;33(6):778-85

Helvey G. Zirconia and computer-aided design/computer-aided manufacturing (CAD/CAM) dentistry. Inside Dentistry 2008;4(4):28-39.

Hill E.E. Dental cements for definitive jutting: A review and practical clinical consideration. Dent clin north am,2007.51:643-58, vi.

Hofmann N, Papsthart G, Hugo B, Klaiber B. Comparison of photo-activation versus chemical or dual-curing of resin-based luting cements regarding flexural strength, modulus and surface hardness. J Oral Rehabil 2001;28(11):1022-8.

I

Ikegami K, J. Jpn. Inst. Screw Threads Fasteners 27 (7) (1996) 207.

K

Kern M, Barloi A, Yang B. Surface conditioning influences zirconia ceramic bonding J Dent Res. 2009;88(9):817-22.

Kitasako Y, Burrow MF, Nikaido T, et al. Shear and tensile bond testing for resin cement evaluation. Dent Mater 1995;11(5):298-304.

Koizumi H, Nakayama D, Komine F, Blatz MB, Matsumura H. Bonding of resin-based luting cements to zirconia with and without the use of ceramic priming agents. J Adhes Dent. 2012 Aug;14(4):385-92.

Kosmac T. The effect of dental grinding and sand blasting on the biaxial flexural strength and Weibull modulus of tetragonal zirconia. Key engineering materials. 2004; 254-256: 683-686.

Koutayas SO, Vagkopoulou T, Pelekanos S, Koidis P, Strub JR. Zirconia in dentistry: part 2. Evidence-based clinical breakthrough. Eur J Esthet Dent. 2009 ;4(4):348-80.

L

Larsson C, Vult V, Sunzei B, Nilner K. All-ceramic two to five unit implant supported reconstructions. A randomized, prospective clinical trial. Swedish dental journal. 2005.30,45-53.

Lee JH, Um CM, Lee IB .Rheological properties of resine composite according to variation in monomer and filler composition. Dent Mater,22,515,-26.

Lim, B.S., et al., Reduction of polymerization contraction stress for dental composites by two-step light-activation. Dent Mater, 2002. 18(6): p. 436-44.

Little DA, Graham L. Zirconia simplifying esthetic dentistry.Compend Contin Educ Dent 2004;25:490–4.

Lughi V1, Sergo V. Low temperature degradation -aging- of zirconia: A critical review of the relevant aspects in dentistry. Dent Mater. 2010 ;26(8):807-20

M

Manappallil J . Basic Dental Materials Second Edition . Jaypee Brothers Medical Publishers(P) Ltd (2003) ; 20:346-376 , 13:214-262 .

Manicone P, Iommetti P, Raffaelli L. An overview of zirconia ceramics :Basic properties and clinical applications .Journal of Dentistry 2007;35:819-826**.**

Monaco C, Tucci A, Esposito L, Scotti R. Microstructural changes produced by abrading Y-TZP in presintered and sintered conditions. J Dent. 2013 ;41(2):121-6.

Monaco C, Cardelli P, Scotti R, Valandro LF. Pilot evaluation of four experimental conditioning treatments to improve the bond strength between resin cement and Y-TZP ceramic. J Prosthodont. 2011 Feb;20(2):97-100.

Moon JE, Kim SH, Lee JB, Ha SR, Choi YS. The effect of preparation order on the crystal structure of yttria-stabilized tetragonal zirconia polycrystal and the shear bond strength of dental resin cements. Dent Mater. 2011 Jul;27(7):651-63

Murthy V, Manoharan, Balaji, Livingstone D. Effect of four surface treatment methods on the shear bond strength of resin cement to zirconia ceramics- a comparative in vitro study. J Clin Diagn Res. 2014 Sep;8(9):ZC65-8

N

Narula S,Punia V,Khandelwal M,Sharma V,Pamecha S. Retention in Conventional Fixed Partial Dentures: A Review. Journal of Clinical and Diagnostic Research. 2011, (5): 1128-1133

O

O'Brien WJ. “Dental Material and their Selection”. 3rd Ed, Quintessence Publishing, 2002: 379;386.

Ozcan M, Nijhuis H, Valandro L. Effect of various conditioning methods on the adhesion of dual cure resin cement with MDP functional monomer to zirconia after thermal aging. Dent Mater J 2008;27:99-104.

Ozcan M, Vallittu PK. Effect of surface conditioning methods on the bond strength of luting cement to ceramics. Dent Mater. 2003;19:725–31

Ozcan M, Alkumru HN, Gemalmaz D. The effect of surface treatment on the shear bond strength of luting cement to a glass-infiltrated alumina ceramic. Int J Prosthodont. 2001;14:335–39.

Oyagüe RC, Monticelli F, Toledano M, Osorio E, Ferrari M, Osorio R. Effect of water aging on microtensile bond strength of dual-cured resin

cements to pre-treated sintered zirconium-oxide ceramics. Dent Mater. 2009 Mar;25(3):392-9.

P

Pashley DH , Tay FR . Aggressiveness of contemporary self-etching adhesives . Dent Mater (2001) ; 17:430-444 .

Peumans M, Van meerbek B, Lambrechts P & Venherle G . porcelain veneers . A review of literature Journal of dentistry (2000) ; 28(3):163-177.

Peutzfeldt A, Sahafi A, Flury S. Bonding of restorative materials to dentin with various luting agents. Oper Dent. 2011;36(3):266-73.

Piconi, C.; Maccauro, G. (1999). Zirconia as a ceramic biomaterial. *Biomaterials,* Vol. 20, No. 1(Jan, 1999) pp. 1-25, ISSN 0142-9612.

R

Raigrodski AJ, Chiche Gj, Potiket N, Hochstedler J, Mohamed SE, Billiot S, Mercante DE. The efficacy of posterior three unit zirconium oxidr-based ceramic fixed partial dental prostheses : A prospective clinical pilot study . The journal of prosthetic dentistry,2006.96,237-244.

Ray, N., *Dental Materials science.* Wilton, Cork, Ireland, 2000. **9th ed**: p. 1-14.

Rimondini L, Cerroni L, Carrassi A, Torricelli P.Bacterial colonization of zirconia ceramic surfaces: an in vitro and in vivo study. Int J Oral Maxillofac Implant.2002,17,793-8.

Román-Rodríguez JL, Fons-Font A, Amigó-Borrás V, Granell-Ruiz M, Busquets-Mataix D, Panadero RA, Solá-Ruiz MF. Bond strength of selected composite resin-cements to zirconium-oxide ceramic. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2013 ;18(1):e115-23.

Rosenstiel S, Land M , Fujimoto J, Contemporary Fixed Prosthodontics. 3th ed .2001;765-80.

Rosenstiel S F, Martin F, Fujimotob J. Contemporary fixed prosthodontics,4th ed Elsevier health sciences 2006;458-465

Roulet, J.F .and M. Degrange, *Adhesion: the silent revolution in dentistry.* Chicago: Quintessence, 2000. **22**: p. 277-301, 329-353.

Ruiz L and Readey MJ. Effect of heat –treatment on grain size, phase assemblage, and mechanical properties of 3mol% Y-TZP. J Am Ceram Soc1996؛79:2331-40.

Ruyter IE . The chemistry of adhesive agents . Oper Dent (1992) ; 5:32

S

Sakaguchi RL and Powers JM. Craig‘s restorative dental materials. 13th ed, Elsevier Mosby, Philadelphia,2012 ,p.254-270.

Scarano A, Piattelli M, Caputi S, Favero GA,, Piattelli A. Bacterial adhesion on commercially pure titanium and zirconium oxide disks :an in vivo human study. J Periodontol.2004,75,292-6.

Schley JS, Heussen N, Reich S, Fischer J, Haselhuhn K, Wolfart S. Survival probability of zirconia-based fixed dental prostheses up to 5 year: a systematic review of the literature. Eur J Oral Sci. 2010;118:443–50.

Shillingburg T, Hobo S, Whitsett LD, Jacobi R ,Brackett SE. Fundamentals of fixed prosthodontics,4th ed Wiley onlinr library 1997.p:256-277

Silva N , Sailer I, Zhang Y, Coelho P, Guess P, Zambic A, Kohal R. Performance of Zirconia for Dental Healthcare. Materials. 2010; 3: 863-896.

Smith B, Howe l. Planning and making crowns and bridges 4th ed, Designing crown preparations,2007.p59

SÖderholm KJ . Correlation of in vivo and in vitro performance of adhesive restorative materials . Dent Mater (1991) ; 7:74-83 .

Stawarczyk B, Basler T, Ender A, Roos M, Ozcan M, Hämmerle C. Effect of surface conditioning with airborne-particle abrasion on the tensile strength of polymeric CAD/CAM crowns luted with self-adhesive and conventional resin cements. J Prosthet Dent. 2012 ;107(2):94-101.

Swab JJ. Lwo temperature degradation of Y-TZP materials. J Master Sci 1991؛26:6706-14.

T

Thompson J, Stoner BR, Piascik JR, Smith R. Adhesion/cementation to zirconia and other non-silicate ceramics: where are we now? Dent Mater. 2011;27(1):71-82.

Thunissen G, Bouma JS, Winnubst AJA, Burggraaf AJ. Mechanical properties of ultra- fine grained zirconia ceramics. J Master Sci 1992;27:4429-38.

Tinschert J, Natt G, Hassenpflug S, Spiekermann H. Status of current CAD/CAM technology in dental medicine. Int J Comput Dent.2004., 7,25-45.

Tsuo Y, Yoshida K, Atsuta M. Effects of alumina-blasting and adhesive primers on bonding between resin luting agent and zirconia ceramics. Dent Mater J 2006;25:669-74.

Tzanakakis EG, Tzoutzas IG, Koidis PT. Is there a potential for durable adhesion to zirconia restorations? A systematic review. J Prosthet Dent. 2016;115(1):9-19.

U

Uehara K, Sakurai M. Bonding strength of adhesives and surface roughness of joined parts. J Mater Process Technol 2002; 127: 178-181.

Usumez A, Ozturk AN, Usumez S, Ozturk B .The efficiency of different light sources to polymerize resin cement beneath porcelain laminate veneers.J Oral Rehabil 2004;31(2): 160-165.

V

Vagkopoulou T, Koutayas SO, Koidis P, Strub JR. Zirconia in dentistry: Part 1. Discovering the nature of an upcoming bioceramic. Eur J Esthet Dent. 2009 Summer;4(2):130-51.

W

Wang RR, Lu CL, Wang G, & Zhang DS . Influence of cyclic loading on the fracture toughness and load bearing capacities of all-ceramic crowns. International Journal of Oral Science2014; 6(2) 99-104.

Y

Yoshida K, Tsuo Y, Atsuta M. Bonding of dual-cured resin cement to zirconia ceramic using phosphate acid ester monomer and zirconate coupler. J Biomed Mat Res B Appl Biomater. 2006;77B:28–33

Z

Zarone F ,Russo S, Sorrentino R. From porcelain-fused-to-metal to zirconia: Clinical and experimental considerations . J Dental Materials 2011;27:83-96.

Abstract

الملخص

خلفية البحث: تعتبر معاملة سطح الزيركونيا عامل هام في تأمين ارتباط جيد بين الزيركونيا والإسمنت الراتنجي وبالتالي ثبات وديمومة أفضل للتعويض السني، يمكن لإستخدام الترميل قبل إرتصاص الزيركونيا وبعدها كطريقة لمعاملة السطح أن يقدم ارتباط أفضل للإسمنت الراتنجي.

الهدف من البحث: هدفت هذه الدراسة المخبرية إلى تقييم أثر التوقيت في إجراء الترميل قبل وبعد إرتصاص الزيركونيا على كل من خشونة السطح ومقاومة قوى القص مع الإسمنت الراتنجي.

مواد وطرائق البحث: تألفت عينة الدراسة من ٦٤ مكعب(N=64) من الزيركونيا، قسمت العينات عشوائيا إلى أربع مجموعات متساوية (n=16). المجموعة الأولى الشاهدة لم تتم معاملتها، المجموعة الثانية تم ترميل الزيركونيا قبل الإرتصاص، المجموعة الثالثة تم ترميل الزيركونيا بعد الإرتصاص، المجموعة الرابعة تم ترميل الزيركونيا قبل وبعد الإرتصاص. رملت العينات باستخدام حبيبات أوكسيد الألمنيوم بحجم ٢٥٠ ميكرون وضغط ٢,٥ بار و وزمن ١٠ ثانية ومسافة ١,٥ سم بين رأس انبوب الترميل وسطح الزيركونيا. بعد ذلك تم قياس خشونة السطح (Ra) بالميكرون لجميع العينات المعاملة سابقاً باستخدام جهاز فاحص الخشونة Phase II SRG2000 ، ثم تمَّ إلصاق أقراص من الراتنج المركب على السطح المعامل لجميع العينات باستخدام إسمنت راتنجي ثنائي التصلب، ثم أخضعت العينات لاختبار مقاومة قوى القص باستخدام جهاز الاختبارات الميكانيكية العام. وأُجريت الحسابات الإحصائية للبحث باستخدام برنامج SSPS الاصدار ١٣، وتمت المقارنة بين المجموعات الأربع وذلك من خلال تقييم قوى القص بعد الصاق أقراص الراتنج المركب على جميع المجموعات. أجريت الدراسة الإحصائية للنتائج باستخدام تحليل التباين أحادي الاتجاه ANOVA لدراسة دلالة الفروق بين المجموعات ، ثم أُجري اختبار Bonferroni لتحديد مصدر الاختلاف بين المجموعات ، كما وأجري اختبار بيرسون للارتباط لدراسة العلاقة مابين خشونة السطح ومقاومة قوى القص .

النتائج: بينَّت نتائج هذه الدراسة وجود فروق دالة إحصائياً بين المجموعات عند مستوى الثقة ٩٥%($p<0.05$) حيث أعطى الترميل قبل الإرتصاص أعلى قيم ارتباط

بمتوسط (8.30±3.07) ميغا باسكال ، ترميل بعد الإرتصاص (6.45±1.71) ميغاباسكال، قبل وبعد (4.19±0.75) ميغاباسكال، والعينة الشاهدة (3.75±0.95) ميغاباسكال، وأيضاً بما يتعلق بخشونة السطح فكانت النتائج في مجموعة الترميل قبل الإرتصاص (3.68±0.30 µm)، قبل وبعد الإرتصاص (1.73±0.22 µm)، بعد الإرتصاص (**1.48±0.14 µm**) والعينة الشاهدة(**0.63±0.17µm**). وعند إجراء اختبار معامل بيرسون للارتباط الخطي تبيَّن عدم وجود علاقة ارتباط خطيَّة بين المعامل خشونة السطح ومقاومة القص .

الاستنتاجات: إن استخدام الترميل قبل إرتصاص الزيركونيا بشكل بديل عن الترميل بعد الإرتصاص يعتبر طريقة فعالة في زيادة خشونة سطح الزيركونيا والإرتباط مع الإسمنت الراتنجي.

الكلمات المفتاحية: الزيركونيا، معاملة السطح، الترميل، قوة الارتباط.

Abstract

Background of study:
Surface treatment of zirconia is considered an important factor to provide a good bonding between zirconia ceramic and resin cement and thus better retention and permanence of dental restoration. Air abrasion can be performed before and after zirconia sintering to provide stronger bond strength at the zirconia–resin cement interface.

Aim of Study:
The purpose of this in vitro study was to evaluate the effect of air-abrasion/zirconia sintering order on shear bond strength to a resin cement.

Materials & Methods:
The sample consisted of 64 cubic of zirconia, The sample was randomly divided into four groups (n=16). The control first group (10) cubesdid not treated. The second group (BS) was air abraded before zirconia sintering ,the third group (AS): was air abraded after zirconia sintering,the fourth group was air abraded before and after zirconia (BAS). Specimens were air abraded with 250-µm Al2O3 particles at pressure of 2.5 bar for 10 seconds and distance of 15 mm from the tip of the air-abrasion unit.Then the zirconia surfaces roughness (Ra) were measured by Phase II SRG2000. Next, on the air-abraded surfaces of these specimens, composite discs (n=64) were bonded with resin cement. Shear bond strength was measured using a universal testing machine. Results were statistically analyzed by SPSS V13, the comparison was made between four groups by evaluation of the surface roughness shear bond strength after the disc-shaped composite were cemented to all group surfaces. The data were analyzed statically using 1-way ANOVA, Bonferroni, Person ‘s linear correlation coefficient.

Results:
There was statistically significant difference between the groups ($p< 0.05$) The BS group presented the highest bond strength (8.30) MPa, the AS group (6.45) MPa, the BAS group (4.19) MPa, and the control group (3.27)MPa. And so was for surface roughness with The BS group (3.68±0.30 µm), the AS group (1.48±0.14 µm), the BAS group (1.73±0.22 µm) and the control group(0.63±0.17µm). The Person ‘s linear correlation coefficient reveald that there was no liner correlation between the surfrace roughness and the shear bond strength.

Conclusion under the limit of this study:

The use of sandblasting before zirconia sintering alternatively for sandblasting after zirconia sintering is considered an effective way to increase the surface roughness and the bond strength to resin cement.

Keywords : zirconia, surface treatment, sandblasting, bond strength