الجمهوريــة العربية السورية
جـــــامـعـة دمشـــــــــق
كـــــــلية طــب الأســـنان
قســـم مـــداواة الأســـنان

أثر معالجة سطح الوتد الليفي كيميائياً على شدّة ارتباطه مع الكومبوزيت (دراسة مخبرية)

The Effect of Chemical Surface Treatment of FRC Posts on The Retention of A Composite Resin (In vitro study)

أطروحة علميّة قدمت إلى جامعة دمشق لنيل درجة الماجستير في علوم طب الأسنان
اختصاص مداواة الأسنان

إشراف
الأستاذة الدكتورة أروى خير

إعداد الباحث
علي محمد حسين

ماجستير 2015

بسم الله الرحمن الرحيم

قائمة المحتويات

قائمة بالأشكال والجداول والمخططات V

كلمة شكر..... IX

الإهداء..... XI

تصريح..... XII

الملخص abstract 1

باللغة العربية 1

باللغة الانكليزية..... 3

مقدمة 5

الهدف من البحث..... 8

الباب الأول : المراجعة النظرية..... 10

الفصل الأول : الكومبوزيت السني (الراتنج المركب) Composite Resin

1- التطوّر التاريخي لمادة الراتنج المركب..... 11

2- تركيب الراتنج المركب..... 13

3- تصنيف الراتنج المركب..... 16

الفصل الثاني : الكومبوزيت المقوى بالألياف 17Fiber Reinforced Composite

1- القالب الراتنجي في الكومبوزيت المقوى بالألياف..... 18

2- الليف في الكومبوزيت المقوى بالألياف..... 19

3- العوامل الرابطة في الكومبوزيت المقوى بالألياف..... 21

الفصل الثالث : الأوتاد الليفية Fiber Posts 23

1- مزايا الأوتاد الليفية.....25
2- سلبيات الأوتاد الليفية.....25
3- أسباب فشل الأوتاد الليفية.....27
الفصل الرابع : معالجة السطوح لتحسين قوة الارتباط مع الأوتاد الليفية..... 29
Surface Treatments
1- المعالجات التي تحدث ارتباطاً كيميائياً بين الكومبوزيت وسطح الوتد الليفي..... 29
2- المعالجات التي تحدث ارتباطاً مجهرياً ميكانيكياً بين الكومبوزيت وسطح الوتد الليفي 32
حمض فلور الماء.....33
الترميل والتغطية بالسيليكا.....33
برمنغنات البوتاسيوم.....35
بيروكسيد الهيدروجين وايتوكسيد الصوديوم.....35
كلور الميتيلن.....36
الفصل الخامس : الدراسات السابقة.....38
الباب الثاني : مواد وطرائق البحث.....43
أولاً : المواد والأدوات المستخدمة في البحث.....44
ثانياً : طريقة العمل.....50
الباب الثالث : الدراسة الإحصائية والنتائج 62
أولاً : وصف العينة.....63
ثانياً : الدراسة الإحصائية التحليلية.....65

ثالثاً : النتائج 72

الباب الرابع : المناقشة والاستنتاجات.....73

أولاً : مناقشة طريقة العمل.....74

ثانياً : مناقشة النتائج.....78

ثالثاً : الاستنتاجات.....83

الباب الخامس :التوصيات والمقترحات.....84

الباب السادس : المراجع.....86

قائمة بالجداول والأشكال والمخطّطات الموجودة في البحث

رقم الجدول	محتوى الجدول	رقم الصفحة
1	أنواع الألياف الزجاجية وتركيبها	21
2	المواد المستخدمة في هذا البحث	46
3	توزع عينة البحث وفقاً لنوع الوتد المدروس	63
4	توزع عينة البحث وفقاً لنوع الوتد المدروس والمادة الكيميائية المخرّشة المستخدمة	64
5	المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لقوى شدة الارتباط (بالكغ / سم2) في عينة البحث وفقاً للمادة الكيميائية المخرّشة المستخدمة ونوع الوتد المدروس	65
6	نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط قوى شدة الارتباط (بالكغ / سم2) بين مجموعات المادة الكيميائية المخرّشة المستخدمة في عينة البحث، وذلك وفقاً لنوع الوتد المدروس	66
7	نتائج اختبار Bonferroni لدراسة دلالة الفروق في متوسطات شدة الارتباط بين مجموعات الاوتاد الليفية الزجاجية	67
8	نتائج اختبار Bonferroni لدراسة دلالة الفروق في متوسطات شدة الارتباط بين مجموعات الاوتاد الليفية الكوارتز	67
9	نتائج اختبار Bonferroni لدراسة دلالة الفروق في متوسطات شدة الارتباط بين مجموعات الاوتاد الليفية في عينة البحث كاملة	68
10	نتائج اختبار Dunnet لمقارنة متوسطات شدة الارتباط لمجموعات أوتاد الزجاج مع المجموعة الشاهدة	68
11	المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لقوى شدة الارتباط في عينة البحث وفقاً لنوع الوتد المدروس والمادة الكيميائية المخرّشة المستخدمة	69
12	نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط قوى شدة الارتباط بين مجموعة الأوتاد الليفية الزجاجية ومجموعة الأوتاد الليفية من الكوارتز في عينة البحث، وذلك وفقاً للمادة الكيميائية المخرّشة المستخدمة	70

رقم المخطط	محتوى المخطط	رقم الصفحة
1	النسبة المئوية لتوزع عينة البحث وفقاً لنوع الوتد المدروس	63
2	النسبة المئوية لتوزع عينة البحث وفقاً لنوع الوتد المدروس والمادة الكيميائية المخرّشة المستخدمة	64
3	المتوسط الحسابي لقوى شدة الارتباط (بالكغ / سم2) في عينة البحث وفقاً للمادة الكيميائية المخرّشة المستخدمة ونوع الوتد المدروس	66
4	المتوسط الحسابي لقوى شدة الارتباط (بالكغ / سم2) في عينة البحث وفقاً لنوع الوتد المدروس والمادة الكيميائية المخرّشة المستخدمة	70

رقم الشكل	محتوى الشكل	رقم الصفحة
1	الخط البياني لتطور مادة الكومبوزيت	12
2	السايلن الرابط بين الجزيئات المالئة و القالب الراتنجي	15
3	السايلن الرابط بين الوتد الليفي و الراتنج المركب	22
4	مقطع عرضي في الوتد الليفي	23
5	معالجة سطح الوتد بالسايلن قبل الصاقه في القناة الجذرية	30
6	صورة بالمجهر الالكتروني تبين اثر التخريش ببيروكسيد الهيدروجين 24% لمدة 10 دقائق على الوتد الليفي	36
7	أوتاد الفايبر radix	48
8	أوتاد الفايبر postic	48
9	المادة الرابطة excite	48
10	السايلن الرابط ultradent	48
11	الكومبوزيت tetric ceram	48
12	سائل كلور الميتيلن	48
13	النماذج البلاستيكية المستخدمة في البحث	49
14	جهاز الاختبارات الميكانيكي	49
15	مقياس الثخانة	49
16	جهاز التصليب الضوئي	49
17	الاقراص الماسية	49
18	قص الأوتاد بوساطة الأقراص الماسية الدوارة	50
19	التأكد من أبعاد قطع الأوتاد بوساطة مقياس الثخانة	51
20	توضع قطعة الوتد الليفي ضمن النموذج الأكريلي	51
21	النموذج الأكريلي بعد فك القوالب البلاستيكية	52
22	سحل سطح النموذج الاكريلي مع قطعة الوتد الظاهرة للوصول الى سطح مستوٍ	52
23	التأكد من أبعاد الوتد الليفي بوساطة مقياس الثخانة	53
24	عينة البحث كاملة قبل المعالجات الكيميائية	54
25	تطبيق السايلن على سطوح الأوتاد	55
26	غمر العينات في سائل بيروكسيد الهيدروجين 10% لمدة 20 دقيقة	55
27	تطبيق كلور الميتيلن لمدة 5 ثوانٍ بوساطة قطنة مبللة	56
28	تطبيق البوند الرابط على سطح الوتد	57
29	بناء قلب الكومبوزيت بوساطة قالب بلاستيكي مصمم للبحث	57
30	تصليب قلب الكومبوزيت	58

31	إنهاء الكومبوزيت	58
32	الشكل النهائي للنموذج	59
33	طريقة العمل وتحضير النماذج قبل الاختبار الميكانيكي	59
34	وضع العينة ضمن جهاز الاختبار	60
35	مقطع سهمي لسكين القص	60
36	الاهتزازات المستقيمة على الورق الميلمتري والتي تدل على قيمة القوة المطبقة	61
37	كيفية اجراء اختبار القص على النماذج	61
38	شكل ترسيمي لاتجاهات التحميل في بعض القوى	77

كلمة شكر

الآن وقد شارفت على إنهاء هذه المرحلة العلمية ، لابد لي من التوجه بالشكر والامتنان لأساتذتي الأفاضل، الذين قدموا لي الكثير خلال سنواتي السابقة في سبيل الارتقاء بالعلم والعمل ، وأخص بجزيل التقدير والشكر أستاذتي:

الأستاذة الدكتورة أروى خير

أستاذ مساعد في قسم مداواة الأسنان – جامعة دمشق

والتي تفضلت بالإشراف على هذا البحث، فأمدتني بخبرتها الكبيرة وعلمها الواسع وملاحظاتها وتوجيهاتها ، وكانت خير مرشد وموجه لي ومصوب لأخطائي وهفواتي لها مني كل الاحترام والتقدير .

كما أتوجه بفائض الشكر والاحترام لأستاذتي :

الأستاذة الدكتورة سعاد عبود

أستاذ مساعد في قسم مداواة الأسنان – جامعة دمشق

لما أحاطتني به من فكر وعلم ، كان له عظيم الأثر في مسيرتي العلمية والعملية ، وقد أكرمتني بمشاركتها في تحكيم هذا البحث، فلها مني كل الشكر والامتنان.

كما أتوجه بالتقدير والعرفان لاستاذي :

الأستاذ الدكتور عصام جاموس

مدرس في قسم التعويضات الثابتة – جامعة دمشق

لتفضله بالوقت والجهد لقراءة هذا البحث والمساهمة في تحكيمه .

وأتقدم بجزيل الشكر للمشرف المشارك :

المدرس الدكتور محمد مازن يعقوب

مدرس في كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية – جامعة دمشق

لمساعدتي على إجراء الاختبارات الميكانيكية ،وإمدادي بتوجيهاته وملاحظاته وتفضله بالإشراف على هذه البحث .

ولا يفوتني أن أتوجه بعظيم شكري إلى أساتذتي الكرام في كلية طب الأسنان – جامعة دمشق لتكرمهم بنقل العلم والخبرة لأبنائهم الطلاب ،وأخص بالشكر أستاذي الجليل :

الأستاذ الدكتور هشام العفيف

رئيس قسم مداواة الأسنان – جامعة دمشق

و أسرة قسم مداواة الأسنان، أساتذة وطلاب دراسات عليا وموظفين ،لتعاونهم ومساعدتهم في انجاز هذا البحث.

كل الشكر لإدارة كلية طب الأسنان – جامعة دمشق ،متمثلة بعميدتها **الأستاذة الدكتورة رزان خطاب** ، والوكيل العلمي **الأستاذ الدكتور إياد الشعراني**، والوكيل الإداري **الأستاذ الدكتور ياسر مدلل** ، وجميع الموظفين لما قدموه لي من مساعدات وتسهيلات لانجاز هذا البحث .

وأتقدم بالشكر العميق إلى زملائي من طلاب الدراسات العليا لمساعدتهم في إنجاز هذا البحث وأخص بالذكر **د . وسام السايح و د. ريم ناصر و د. مازن دوماني ود.يونس غانم و د.منصور أبو قصب** .

وأطلب العذر من كل من قدم المساعدة في انجاز هذا البحث وفاتني ذكر اسمه .

الإهداء

إلى الأساطير..

أرواح شهداء وطني سوريا الذين بذلوا الغالي والرخيص في سبيل الدفاع عن وحدتنا وأماننا ووجودنا ...

إلى من حفّزني على العلم والعمل...

مثلي الأعلى ومعلمي الأول ...

ونبع إرادتي وصبري...

والدي الغالي

إلى من أحاطتني بالحب والعناية...

أيقونة الحنان وأسطورة التضحية...

وشمعتي التي لن تنطفئ...

والدتي الغالية

إلى من أناروا حياتي بالمحبة وشاركوني الذكريات الحلوة والمرة ...

إخوتي

إلى الوردة التي نثرت شذاها في حياتي ...

إلى البسمة التي تلهمني القوة والتفاؤل ...

إلى شريكتي وصديقتي وحبيبتي وزوجتي و توأم روحي ...

سمرة

إلى ذلك الشيء الصغير الذي علّمني الدهشة والفضول ..

إلى العينين الضاحكتين التي ترسم الآتي...

إلى سمرة الصغيرة...

آنا-ماريا

تصريح :

" لا يوجد أي جزء من هذه الأطروحة تمّ أخذه بالكامل من عمل آخر أو أنجز للحصول على شهادة أخرى في هذه الجامعة ، أو في أي جامعة أخرى أو أي معهد تعليمي"

مقدّمة

Introduction

يعدّ ترميم الأسنان المعالجة لبّياً من المفاهيم الأساسيّة في طب الأسنان الترميمي ، حيث يتمّ إجراء المعالجة اللبّية على الأسنان التي تخرّبت تيجانها مسبقاً بفعل النخر أو فشل ترميمٍ سابقٍ أو الكسر (**Abou-Rass 1992**) ، وعند فقدان كمّية كبيرة من النسج السنية ، فإنه من المستحيل إنجاز ترميمٍ نهائي مقبول في العاج المتبقي ، لذلك يتم ترميم وبناء الأسنان المعالجة لبياً عن طريق وضع قلبٍ ووتد كأساسٍ للترميم النهائي (**Ferrari M et al. 2000**) .

إنّ الهدف الأساسي لاستخدام الأوتاد هو تثبيت الترميمات في الأسنان ذات الفقد الكبير في النسج التاجية (**Goodacre CJ, Spolnik KJ 1994**).

و يستخدم الكومبوزيت بأنواعه كافّة من النوع الهجين (**hybrids**) إلى السيال (**flowables**) لبناء القلوب مباشرةً (**Ferrari M et al. 2001a**) حيث تعدّ قلوب الكومبوزيت سهلة الالتصاق ببنية السن ، ويمكن تحضيرها بوقتٍ قصير بعد تثبيتها في مكانها ، ولا تملك أي فعل تآكلي مع الزمن مقارنةً مع أوتاد الأملغم (**Smith CT, Schuman N 1998**) , ومع أن الأملغم يعدّ الأكثر استخداماً كمادة للقلوب إلا أن صفات الكومبوزيت تؤهله حالياً لأن يكون البديل القويّ عن الأملغم ،وعن الأوتاد المصبوبة (**Rosenstiel SR et al 1995**).

يتطلّب استخدام الوتد المصبوب حشوةً مؤقتّة للقناة الجذرية ، و قد يعرّض القناة لخطر عودة الإنتان عبر التسرّب التاجي ، وبالمقابل فانه يمكن إلصاق الأوتاد مسبقة الصنع في الجلسة نفسها التي تم تحضير القناة فيها ، ويتمّ بناء القلب مباشرةً من الأملغم أو الكومبوزيت (**Demarchi MG, Sato EF 2002**).

وتفضّل **الأوتاد الليفية** (**fiber posts**)على الأوتاد المعدنية للوقاية من انكسار الجذر ، نظراً لان لها **معامل مرونة** (**E-Modulus**) قريباً من معامل مرونة العاج (**Duret B et al 1996**). كما أن هذه الأوتاد أصبحت حالياً أكثر المثبّتات داخل التاج استخداماً في العالم نظراً لسهولة استخدامها ،و سعرها المنخفض نسبياً ،وخواصّها الجيدة (**Gomez-Polo et al. 2010**).

وقد سمح استخدام الأوتاد الليفية مع الطيف الواسع من الراتنج المركب بإعادة التحكم بألوان السن الطبيعية الداخلية ،وبالتالي توفر حلول تجميلية أكثر (**Monticelli F et al. 2006a**).

و انصبّت جهود معظم الدراسات في ترميمات الأوتاد والقلوب على تحسين الخواصّ الميكانيكية للكومبوزيت المستخدم في عملية بناء القلب من أجل تحسين الترميم (**Chutian S et al. 2004**) .

إلا أنّ الارتباط بين الكومبوزيت والأوتاد الليفية لا يزال دون المستوى عند مقارنته بالتصاق الكومبوزيت مع النسج السنية (**Sahafi A et al. 2003**) ، وربما يعزى هذا إلى عدم وجود أي تداخلٍ كيميائي بين القالب الراتنجي لكومبوزيت القلب مع راتنج الوتد (**Ozcan M, Vallittu PK 2004**) .

ومن أجل تحسين قوة الربط بين الوتد الليفي وقلب الكومبوزيت ، أي بين راتنج الكومبوزيت المعد لبناء القلوب وبين قالب الراتنج للوتد الليفي ، تم اقتراح العديد من الإجراءات الكيميائية والميكانيكية لمعالجة سطوح الأوتاد الليفية (**Monticelli F et al. 2006a**) والتي تفيد في تخشين **roughening** سطح الوتد، وهذا يحسّن التثبيت الميكانيكي بين الوتد وعامل الإلصاق الراتنجي (**Sahafi A et al. 2003**) .

ولقد تم اقتراح استخدام العديد من المحلاّت الكيميائية **(Solvents)** لتخريش سطوح الأوتاد الليفية بغية زيادة التثبيت الميكانيكي ، فإلى أي مدى ستنجح هذه المحلات في تحسين الارتباط بين الوتد الليفي والكومبوزيت المستخدم لبناء القلوب؟

الهدف من البحث

The aim of study

يهدف هذا البحث إلى :

1- تقويم أثر بعض المواد الكيميائية :

- بيروكسيد الهيدروجين **Hydrogen beroxide (H2O2)**
- كلور الميتيلن **methylene clouride (CH2Cl2)**

في زيادة قوّة الارتباط بين الوتد الليفي وقلب الكومبوزيت .

2- مقارنة قوّة الارتباط مع الكومبوزيت بين نوعين من الأوتاد الليفية المستخدمة (**glass fibers & quartz fibers**) .

3- تحديد المادة والتركيز الأفضل لمعالجة سطح الوتد والتي تحقق أكبر ارتباط بين الوتد المقوى بالألياف وقلب الكومبوزيت.

الباب الأوّل

المراجعة النظرية

Literature Review

1-1- الكومبوزيت (الراتنج المركب) Composite Resin

يعبّر مصطلح الكومبوزيت (**Composite**) في علم الموادّ عن مادّة ناتجة عن دمج مادّتين أو أكثر ذوات خصائص فيزيائيّة وكيميائيّة مختلفة بشكل واضح، وكلّ منها غير قابلٍ للانحلال في الآخر، وتبقى منفصلةً عن بعضها على المستوى المجهريّ ضمن المادّة النهائيّة الناجمة عن الدمج، وتُصمَّم بهذا الشكل لتعطي خصائص أفضل من خصائص كلّ مادة من تلك الموادّ على حِدَة **(Chandra SA 2007)** .

وفي طبّ الأسنان يستخدم للدلالة على مادة سنيّة مرمّمة تتركّب بشكل عام من ثلاثة مكونات رئيسية وهذه المكونات هي القالب الراتنجي والمادة المالئة والمادة الرابطة **(Lai S et al. 2002)**.

1-1-1- التطوّر التاريخي لمادّة الراتنج المركّب

Historical Development of Composite Resin

تعود فكرة تحسين الراتنجات ذاتية التصلّب عن طريق مزجها مع جزيئات مالئة لا عضويّة لتشكيل الراتنجات المركّبة إلى منتصف الخمسينات **(Heymann HO et al. 2011)** ، وتمّ إجراء عدّة تعديلات على الراتنج لتسهيل تطبيقه ضمن الحفر السنيّة ، حيث تمّ إنقاص لزوجته بإضافة المزيد من سائل ثنائي ميتا كريلات ذي الوزن الجزيئي المنخفض، لكن التراكيز العالية منه أدّت إلى تقلّص تصلبي غير مرغوب به **(Roberson TM 2006) .**

إن زيادة نسبة الجزيئات المالئة أدّت إلى تحسّن في الصفات الفيزيائية للراتنجات المركّبة، حيث أظهرت زيادة في قوة الانضغاط والمرونة والقساوة، وقد نقص امتصاصها للماء، كما نقص معامل تمدّدها الحراري وتقلّصها التصلّبي **(Haymann HO et al. 1995).**

إن التطوّر الذي طرأ على الكومبوزيت خلال الأعوام الخمسين الأخيرة ، كان بسبب فكرة زيادة معدّل الجزيئات المالئة وتقليل حجمها **(Heymann HO et al. 2011).**

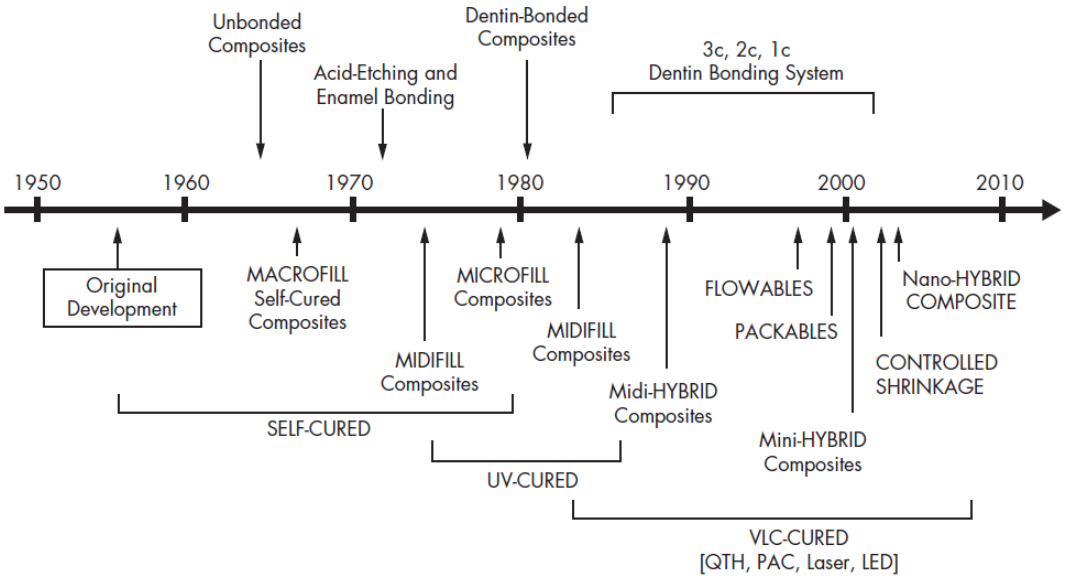
في نهاية السبعينات تم إنتاج الراتنجات المركبة الهجينة **(Hybrid)**، والتي تحتوي على مزيج من الجزيئات المالئة الضخمة والمجهرية في محاولةٍ جديدةٍ لتحسين خواص المادة . **(البنّي صفوح 2000)**

وفي الثمانينات حدث تطوّرٌ سريع لآليّة ارتباط هذه الموادّ مع بنية السنّ ، بتتالي ظهور أجيال أنظمة الربط **(Bonding Systems)** ، وبدأ بعد ذلك الاتّجاه نحو تطوير موادّ الراتنج المركّب ضوئيّ التصلّب **(Light cured)**، حيث قدّمت هذه التقنيّة الجديدة فوائد جمّة تجلّت باستخدام راتنج مركّب ذي معجون

واحد لا يتطلّب المزج ، وبالتّالي خفّت نسبة المساميّة (**Porosity**) في الترميم بالإضافة إلى التحكّم الكامل بزمن العمل ، ممّا يتيح إمكانيّة إنجاز الترميمات بشكل أفضل (**Stansbury JW. 2000**) (**البنّي صفوح 2000**) .

وفي خضمّ التحسينات المتلاحقة على تركيب موادّ الراتنج المركّب ظهرت في نهاية التسعينيّات أنواع أخرى كـالرّاتنج المركّـب السـيّال (**Flowable Composite**)، والـراتنج القابـل للـدّكّ (**Packable Composite**)، والـراتنج المقـوّى بالجزيئـات الخزفيّـة (**Ceramic Reinforced Composite**). (**Roberson TM 2006**).

وَأضـافَت التطـوّرات الصـناعيّة الحديثـة تقنيّاتٍ رائعـةً إلـى عـالم طـبّ الأسـنان تتضـمّن تطبيـق تقنيّـة النـانو (**Nano Technology**) في مجال الموادّ السنيّة الترميميّة، فَظهَرَ في بدايـة الألفيـة النـوع الأحـدث للرّاتنج المركّب الميتاكريلاتي وهو الراتنج المركّب النانومتريّ (**Nanofilled Composite**) (**Roberson TM 2006**) (**الشكل 1**).



الشكل (1) الخط البياني لتطور مادة الكومبوزيت (Heymann HO et al. 2011)

1-1-2- التركيب Composition

1-1-2-1- القالب الراتنجي Resin Matrix:

إنّ أكثر الراتنجات المستعملة في طبّ الأسنان شعبيّةً هو (**BIS-GMA**) ، أو ما يُشار إليه ب (**Bowen's resin**) ؛ و يُركّب عن طريق تفاعل البيسفينول (A) مع الغليسيدال ميتاكريلات **(bisphenol-A and glycidyl methacrylate)**.

ويعتبر وحيد تماثر **(monomer)** طويلاً ومستقراً نسبيّاً (غير نشيط) ، وهو ما يسمح له بتشكيل عديد تماثر **(polymer)** تصالبي الارتباط وبالتالي تقلّص تصلبي أقلّ **(Albers H 2002)**.

ويعتبر (**BIS-GMA**) لزجاً بشكلٍ يصعب فيه التعامل معه ، وهذا يقلّل من إمكانيّة تحميله بالجزيئات المالئة بقدرٍ كافٍ نسبيّاً ، لذلك يُمزَج عادةً مع راتنج آخر بوزن جزيئيّ منخفض مثل **(TEGDMA)** **(Triethylene glycol dimethacrylate)** ؛ وذلك لتخفيف لزوجته، والسماح بتحميله بقدرٍ أكبر بالجزيئات المالئة **(Albers H 2002)**.

ويُستخدَم أحياناً في بعض الأنواع راتنج آخر **(Urethane dimethacrylate)** يوريتان دي ميتا كريلات **(UDMA)** ؛ ويمتاز بلزوجته المنخفضة التي تسهّل تحميله بالجزيئات المالئة ،دون الحاجة إلى إضافة وحيدات التماثر منخفضة الوزن الجزيئيّ **(Albers H 2002)**.

إن التقلّص التصلّبي يتسبب في إيجاد فراغاتٍ عند حواف الترميم, وإن الهدف الأساسي من تطوير ترميمات الكومبوزيت هو تقليل أو إلغاء هذا التقلّص عن طريق إنقاص نسبة القالب الراتنجي بزيادة تركيز الجزيئات المالئة، حيث إن نسبة التقلّص تتناسب عكساً مع زيادة تركيز الجزيئات المالئة **(Phillips RW 1996)**.

ويتراوح التقلّص التصلّبي الذي تعاني منه ترميمات الكومبوزيت، والناتج عن انكماش القالب الراتنجي بين (1.9-7.1 %) **(De Gee AJ et al 1993)**.

1-1-2-2- الجزيئات المالئة Filler Particles:

تحسّن الجزيئات المالئة من الصفات الميكانيكية للكومبوزيت مثل مقاومة الشد, ومقاومة الانضغاط, ومعامل المرونة, ومقاومة السحل, وتطور الناحية التجميلية, وتسهل التعامل مع المادة **(Phillips RW 1996)**.

وتمتلك معظم أنواع الكومبوزيت السني نسبة ملءٍ تتراوح بين (50-71) % وزناً و (35-71) % حجماً .

وكقاعدةٍ عامةٍ فإن نسبة ملءٍ عاليةً تعني صفات ميكانيكيةً عاليةً (**Bayne SC et al. 1994**) .

لقد تم استخدام جزيئات الكوارتز كمالئاتٍ بسبب توافرها, وصفاتها التجميلية الممتازة ،وصفاتها الكيميائية وهي ذات قساوة فائقة , ومقاومة عالية للسحل, إلا أنها تعاني من صعوبة في إجراءات الإنهاء(**Phillips RW 1996**).

حيث إن القالب الراتنجي الليّن نسبياً سوف يهترىء بسهولةٍ كاشفاً جزيئات الكوارتز القاسية مما يعطي مظهراً خشناً للسطح (**Ferracane JL 1986**).

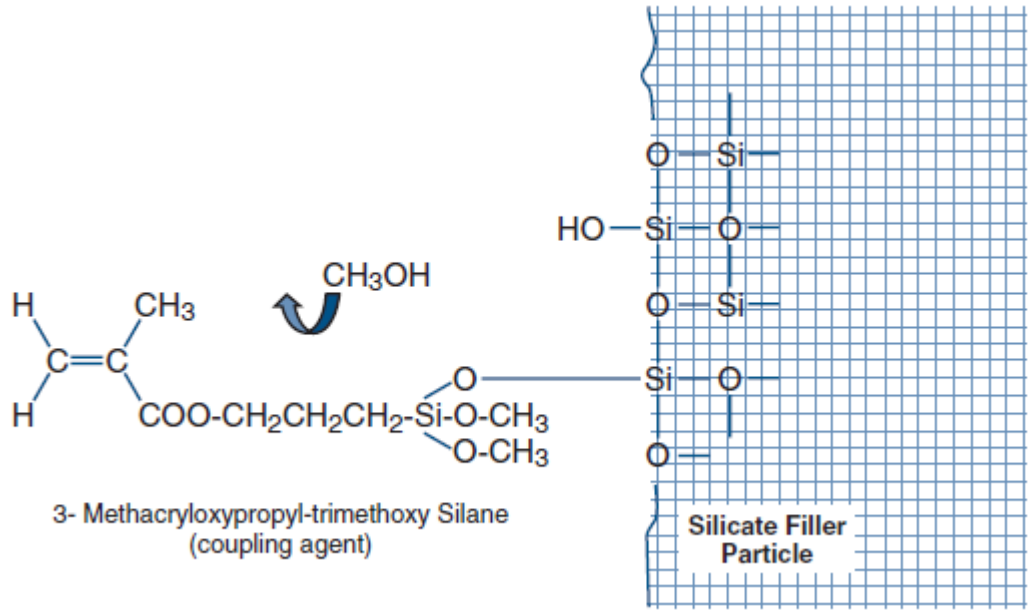
ومن المواد الأخرى المستخدمة في صناعة الجزيئات المالئة، الزجاج (**glass**) والسيليكا والسيليكا الغرويّة (**Silica & Colloidal Silica**). (**Albers H 2002**).

1-1-2-3- العوامل الرابطة Coupling Agents:

تقوم العوامل الرابطة بربط الجزيئات المالئة إلى القالب الراتنجيّ، الأمر الذي يعدّ هامّاً جدّاً للأداء السريريّ لترميمات الراتنج المركّب (**Ray N 2000**) .

يُدعِّم هذا الربط الخصائصَ الفيزيائيّة والميكانيكيّة للرّاتنج المركّب بجعِله للقالب الراتنجيّ والجزيئات المالئة وحدةً متكاملةً ، حيث يسمح للقالب الراتنجيّ الأكثر مرونةً بنقل الجهود إلى الجزيئات المالئة الأكثر قساوةً وصلابة(**Lim BS et al. 2002**)؛ كما أنّ هذا الربط يقلل الارتشاح بمنعه للسّوائل من التغلغل على طول سطح التماس بين القالب الراتنجيّ والجزيئات المالئة(**Karabela MM, Sideridou ID 2008**).

وأكثر عوامل الربط استخداماً في الراتنجات المركّبة هي السّايلنات العضويّة (**Silanes**)، والتي تكون جزيئاتها ثنائيّة الوظيفة ، حيث ترتبط مجموعات السايلنول الموجودة على أحد طرفي الجزيء مع مجموعات الهيدروكسيل الموجودة على سطح الجزيئات المالئة بوساطة رابطة السيكلوكسان (**-Si-o-Si-**) ، في حين ترتبط مجموعة ميتاكريلات السايلن العضويّة على الطرف الآخر مع الراتنج عند تماثره بروابط تكافؤيّة (**Ray N 2000**)(**الشكل 2**).



الشكل (2) السايلن الرابط بين الجزيئات المالئة و القالب الراتنجي (Heymann HO et al. 2011)

1-1-2-1-4- المواد البادئة أو المنشّطة للتفاعل :Initators

هي عناصر كيميائيّة تُضاف إلى القالب الراتنجيّ لتساعد على تشكيل الجذور الحرّة (**Free Radicals**) الضروريّة لبدء عملية التماثر (**Polymerization Process**)، وبعد تشكيلها لها ،تدخل التفاعل الكيميائيّ وتصبح جزءاً من عديد التماثر الناتج (**Anusavice K.J 2003**).

1-1-2-1-5- مثبّطات التماثر: Inhibitors

هي عناصر كيميائيّة تضاف إلى القالب الراتنجيّ لتؤمّن زمنَ عملٍ أطول ، وعمراً تخزينيّاً أطول بمنعها للتّماثر الذاتيّ أو العَرَضي لوحيدات التماثر (**Anusavice K.J 2003**).

1-1-2-1-6- المعدّلات البصريّة : Optical Modifiers

تتألّف الألوان بإضافة أصبغة كأكسيد النحاس و أكسيد الحديد إلى تركيب الراتنج المركّب ، أما درجة الشفوفيّة والظلاليّة فيتمّ التحكّم بها من خلال إضافة عنصرٍ رافعٍ للظّلاليّة مثل ثنائيّ أكسيد التيتانيوم وأكسيد الألمنيوم (**Anusavice K.J 2003**).

3-1-1- تصنيف الراتنج المركّب : Classification of Composite

يمكن تصنيف الراتنج المركب بناء على نوع القالب الراتنجي أو كيفية تصلّب المادة، إلا أنّ هذه التصنيفات غير كافية ، لأنها لا تعطينا معلومات عن خواص المادة مثل التصنيف الخاص بحجم أو وزن الجزيئات المالئة **(Heymann HO et al. 2011).**

يتمّ تصنيف الراتنج المركّب حسب حجم الجزيئات المالئة إلى :

1- الراتنج المركّب ذي الجزيئات الكبيرة : Macrofill Composite

ويكون حجم الجزيئات هنا كبيراً بين 10-100 ميكرون

2- الراتنج المركّب ذي الجزيئات المتوسطة: Midfill Composite

ويكون حجم الجزيئات بين 1-10 ميكرون

3- الراتنج المركّب ذي الجزيئات الصغيرة : Minifill Composite

ويكون حجم الجزيئات بين 0.1-1 ميكرون

4- الراتنج المركّب ذي الجزيئات فائقة الصغر : Microfill Composite

ويكون حجم الجزيئات بين 0.01-0.1 ميكرون

5- الراتنج المركب ذي الجزيئات النانومترية : Nanofill Composite

ويكون حجم الجزيئات بين 0.001-0.01ميكرون

6- الراتنج المركّب الهجين: Hybrid Composite

ويحتوي نوعين أو أكثر من الأنواع السابقة ويتم تسميته حسب الجزيئات الأكبر التي يحتويها مثل قولنا **mini-hybrid composite** .

ويفضل تسميته حسب ما يحتويه من جزيئات بالتفصيل مثل قولنا **mini-nano-hybrid composite** **(Heymann HO et al. 2011).**

وبشكلٍ عام يصنّف الراتنج إلى راتنج متجانس **homogeneous** إذا كان يحتوي على جزيئات مالئة وقالبٍ راتنجي غير متصلب، وراتنج غير متجانس **heterogeneous** إذا احتوى في جزيئاته المالئة على راتنج

متصلب، وراتنج مطوّر أو معدّل **modified** في حال احتوى في جزيئاته المالئة مواد غير تقليدية مثل الألياف **(Heymann HO et al. 2011).**

2-1- الكومبوزيت المقوّى بالألياف Fiber Reinforced Composite

الكومبوزيت المقوّى بالألياف مادّة كومبوزيت نوعية تتألّف من قالبٍ راتنجي لدن مقوّى بألياف رفيعة ،تملك مقاومة شد عالية ومعامل مرونة عال ، وتسمى في الأدب الطبّي البوليميرات المقوّاة بالألياف **Fiber Reinforced Polymeres** أو البلاستيك المقوّى بالزجاج **Glass Reinforced Plastic .(Bunsell AR, Renard J 2005b).**

يستخدم الكومبوزيت المقوّى بالألياف **(FRC)** في صناعة الطائرات ،والتطبيقات الفضائية والبحرية ،وصناعة السيارات وأثاث المنازل ،كما يستخدم في التطبيقات الطبية مثل صفائح تجبير الكسور والزرعات والتعويضات، والتجهيزات الرياضية والالكترونية (**Mallick PK 2008).**

إنّ بداية استخدام الكومبوزيت المقوّى بالألياف في طب الأسنان كانت عام **1960** عندما استخدم ضمن الهيكل الإكريلي للأجهزة المتحركة فأعطى نتائج متميزة ، ثم شاع استخدامه في صناعة الجبائر حول السنية والصفائح الإطباقية ، واستخدم فيما بعد لدعم ترميمات الكومبوزيت كبيرة الحجم (**Le Bell AM 2007).**

ويمتلك الكومبوزيت المقوّى بالألياف خصائص نوعية منها المقاومة العالية للجهد والانضغاط والتحمل الشديد ، وعندما تكون الألياف وحيدة الاتجاه تزداد مقاومة الشدّ والمرونة وتضعف الناقلية الحرارية بين أجزاء الليف، وتكون القيم في الكومبوزيت المقوّى بالألياف ثنائية الاتجاه أو متعددة الاتجاه أقل من السابق**(Soares CAM et al. 1999)**.

و من وجهة نظرٍ مجهريّة فان الألياف المقوية تمنع تولد الصدوع بارتباطها الكيميائي مع القالب الراتنجي بروابط تساهمية **(Rudo ND, Karbhari MV 1999).**

وقد تبيّن أنّ بعض الأنواع التجارية من الكومبوزيت المقوّى بالألياف تملك معامل مرونة ومقاومة أعلى بسبع مرّات من الراتنج المركب مع الجزيئات المالئة (**Goldberg JA et al. 1998**).

1-2-1-القالب في الكومبوزيت المقوى بالألياف Matrix in FRC

يتألّف القالب الراتنجي اللدن من بوليميرات وظيفتها تثبيت الألياف ضمن بنيةٍ مركّبة ، ونقل الإجهادات بين الألياف ، وحماية الليف من العوامل الخارجية كالمواد الكيميائية والرطوبة والحتّ الميكانيكي ، لذلك يجب على القالب الراتنجي أن يملك مقاومة انضغاط وشدّ جيدة . (**Soares CAM et al. 1999**)

تقسم البوليميرات إلى نوعين أساسيين : **البوليميرات المتلينة بالحرارة thermoplastic** والتي ترتبط فيها الجزيئات بروابط ضعيفة ، مثل قوى فاندر فالس (**Van Der Waals bonds**) أو الروابط الهيدروجينية ، وهذه الروابط تنكسر تحت تأثير الحرارة و الضغط ،وبالتالي يتغير شكل المادة ،وعند تجميدها ثانيةً تحافظ على شكلها الجديد ، ومن أبرز أشكالها النايلون (**Mallick PK 2008**).

أما النوع الثاني فهو **البوليميرات المتصلبة بالحرارة thermoset** ، وترتبط فيها الجزيئات بروابط متصالبة كيميائية قوية ، فتنتج بنية شبكية صلبة ثلاثية الأبعاد ، ومن أهم أنواعها الراتنجات ، والتي يتم استخدامها هنا في صناعة القالب للكومبوزيت المقوى بالألياف (**Mallick PK 2008**).

يستخدم نوعان أساسيان لصناعة القالب الراتنجي للكومبوزيت المقوى بالألياف.

فهناك **راتنجات الايبوكسي (Epoxy Resin)** ، والتي تتكون من بوليميرات ذات وزن جزيئي منخفض ، تحتوي على مجموعات الايبوكسيد **(Epoxide)** (زمرة حلقية تحتوي ذرة أوكسجين وذرتي كربون) ، وتتمتع هذه الراتنجات بخواص ممتازة، فإضافة لخواصها الميكانيكية من مقاومة الشد والانضغاط العالية ،وضعف الناقلية الحرارية ،فهي تتمتع بالتصاق جيد بالألياف ، ومقاومة كبيرة ضد المحلاّت ،وبما أنها تحتاج لوقت طويل جداً لتتصلب ، فهذا يخفض من قيمة التقلّص التصلبي وتشكل الشقوق المجهرية والفقاعات ضمن بنية القالب. (**Mallick PK 2008**).

وهناك **راتنج الميتاكريلات** الذي سبق ذكره ،مثل **BIS-GMA** وغيره ، ويستخدم فيه نوعان من الراتنج في صناعة القالب ، حيث يتم التغلب على اللزوجة العالية بإضافة راتنجات ذات لزوجة منخفضة ، مثل البولي ميتيل ميتاكريلات (**PMMA**) ترتبط بالألياف كطبقةٍ هجينة وتحيط بها ،ثم ترتبط بالراتنج عالي اللزوجة بروابط متصالبة والذي يملأ الفراغات (**Vallittu PK 2006**).

ويسمى القالب الراتنجي هنا (**Interpenetrating Polymer Network**) أو شبكة البوليمرات المتداخلة (**IPN**) ، وتتمتع هذه الراتنجات بخواص ميكانيكية ممتازة. (**Vallittu PK 2006**)

1-2-2- الليف في الكومبوزيت المقوّى بالألياف Fibers in FRC

الليف هو سلكٌ طويلٌ من المادة ذو ثخانة ثابتة لا تتعدّى **250** ميكروناً ، كما أن النسبة بين طول الليف ومقطعه العرضي تتجاوز عادةً **100** ضعف ، إلا في حالات نادرة مثل الألياف المتقطعة أو ألياف الشعر، حيث تكون النسبة أقلّ من مئة ضعف (**Chawla KK et al. 2001**).

يمكن أن تكون الألياف طويلةً مستمرّة ، أو قصيرةً متقطّعة، وتمنح الألياف الطويلة الصلابة والقوة وخواصّ ميكانيكية أفضل للمادّة في اتجاه الليف، لذلك فهي تستخدم في التطبيقات التي يمكن معرفة اتجاه الإجهاد الأعظمي فيها مثل أوتاد الأقنية الجذرية (**Le Bell AM 2007**).

يؤثّر اتجاه الليف في الخواص الميكانيكية للمادة ،كما تؤثر كمية الليف في الخواص الحرارية والصلابة وقدرة التحميل ، وتؤخذ كمية الليف عادةً كنسبة حجمية عندما تكون كثافة كل من البوليمير والليف معروفة ، لأن التمثيل الحجمي للألياف على القالب الراتنجي يقوّم الخواص الميكانيكية للأوتاد الليفية ، وتصل هذه النسبة في الأوتاد إلى **45-65 %** (**Le Bell AM 2007**).

وبناء على نوع مادة الليف وطوله، واتجاهه ،و المسافة المجهرية بين الألياف تقوّم الخواص الأساسية للكومبوزيت المقوّى بالألياف مثل مقاومة الشد والقص ، مقاومة الانضغاط ، مقاومة الإجهاد (التعب)، الكثافة والناقلية الحرارية والكهربائية (**Soares CAM et al. 1999**).

تتمدّد الألياف بشكل موحّد وتنال الإجهاد نفسه في جميع نقاط التحميل، وعند إزالة هذه القوى تعود الألياف إلى طولها الطبيعي ،وإن هذه الخاصية إضافة إلى المقاومة الميكانيكية العالية تسمح للأوتاد الليفية بتخزين وتحرير كمية كبيرة من الطاقة **(Murphy J 1998)** ،ومن المواد المستخدمة في صناعة الألياف، الزجاج والبولي ايتيلين والبوليستر والكربون غرافيك والاراميد والسيراميك والكوارتز **(Mallick PK 2008).**

في البداية طرحت أوتاد الكومبوزيت المقوى بالألياف لترميم الأسنان المعالجة لبياً لأول مرة في السوق عام **1990** في فرنسا ، حيث تمّ تدعيم القالب الراتنجي بألياف من الكربون **(Le Bell AM 2007).**

وفي ما بعد تم استخدام الألياف الزجاجية ، وهي شرائط رقيقة أساسها السيليكا **SiO2** أو صيغ زجاجية أخرى ، تُصنع من صهر المواد الخام المكونة لها (الرمل وأحجار الكلس وبعض الفلزات الطبيعية) ، ثم يصبّ السائل الزجاجي ضمن قوالب خاصة ذات أقطار 10-24 نانومتر**(Dyer SR, Lassila LVJ 2004)**.

ومن الألياف الزجاجية الشائعة الاستخدام الغلاس **E** والغلاس **S** .(الجدول 1)

و يتألف الليف الزجاجي **E** من:

CaO %17 ، Al2O3 % 14.5 ، SiO2 %54.5

NaO2 % 0.5 ، B2O3 %8.5 ، MgO %4.5 وزناً

أما الليف الزجاجي **S** فيتألّف من :

MgO %10، Al2O3 %26 ، SiO2 %64 وزناً

(Mallick PK 2008)

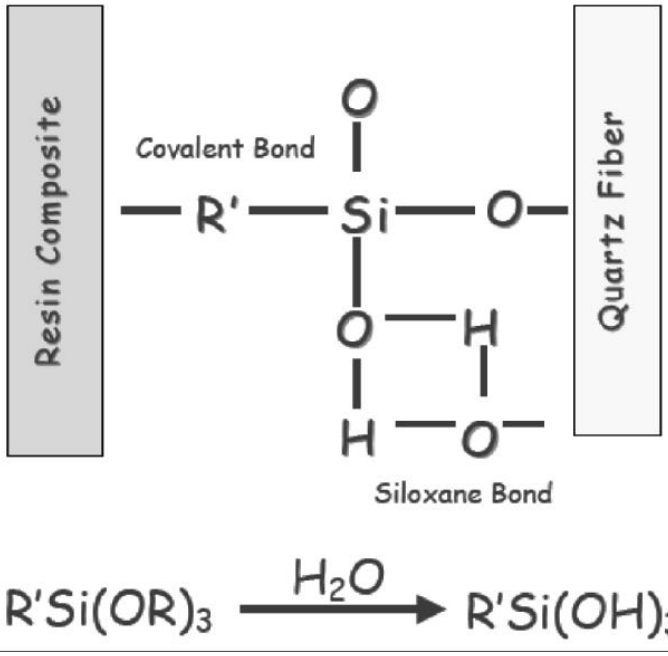
Glass type	E	S	R	C	D
SiO_2	54	65	60	65	74
Al_2O_3	15	25	25	4	
CaO	18		9	14	0.2
MgO	4	10	6	3	0.2
B_2O_3	8			5.5	23
F	0.3				
Fe_2O_3	0.3				
TiO_2					0.1
Na_2O				8	1.2
K_2O	0.4			0.5	1.3
Density	2.54	2.49	2.49	2.49	2.16
Strength (20 °C) (GPa)	3.5	4.65	4.65	2.8	2.45
Elastic modulus (20 °C) (GPa)	73.5	86.5	86.5	70	52.5
Failure strain (20 °C) (%)	4.5	5.3	5.3	4.0	4.5

الجدول (1) أنواع الألياف الزجاجية وتركيبها وخواصها (Bunsell AR, Renard J 2005a)

ومن الأنواع الأخرى للألياف الزجاجية ، النوع **R** وهو يتمتع بخواص ميكانيكية ممتازة ، و النوع **C** المقاوم لتأثير الحموض ، والنوع **D** الذي يمتاز بناقليته الكهربائية **(Bunsell AR, Renard J 2005a).**

1-2-3-العوامل الرابطة في الكومبوزيت المقوى بالألياف Coupling Agents in FRC

السايلن مركّب كيميائي هجين (لا عضويَ عضويَ) ترتبط به ذرة الكربون مع ذرة السيليكون مباشرة ، وتعتبر هذه المركّبات إسترات سيليكون ،وتستعمل كعامل مزاوج في عملية الربط بين المركبات العضوية واللاعضوية **(Matinlinna JP, Vallittu PK 2007) (Zhang M, Matinlinna JP 2011)** (الشكل 3).



الشكل (3) السايلن الرابط بين الوتد الليفي و الراتنج المركب (F Monticelli et al.2008b)

إن الالتصاق المتين بين الليف والقالب يزيد من نقل الإجهاد بشكل جيد بين الطرفين، مما يضمن أن التحميل سينتقل من القالب اللدن إلى الألياف الأقوى ، وإذا لم يكن الالتصاق متيناً ستظهر فراغات بين الليف والقالب، و تسبب هذه الفراغات كسوراً بدئية في الكومبوزيت ،وتسهّل تخريب المادة **(Thwe MM, Liao K 2002)**.

ومن أهم شروط الالتصاق أن **يمسّ القالب الراتنجي كل سطوح الليف** لتحقيق التصاق صميمي لليف مع القالب ،وإن عدم تحقق الالتصاق الصميمي يسبب عدة مشكلات مثل تسرّب الرطوبة من خلال الفراغات، مما يؤدي إلى ضعف الخصائص الميكانيكية وتثبيط الأوكسجين في عملية بلمرة الجذور الحرة للراتنج **(Le Bell AM 2007).**

وقد لا يتحقق التصاق ناجح نظراً للزوجة العالية للراتنج أو قيم التقلص التصلبي الكبيرة ، مما يؤدي إلى تناقص الخواص الميكانيكية عن القيم النظرية المتوقعة **(Vallittu PK 2006).**

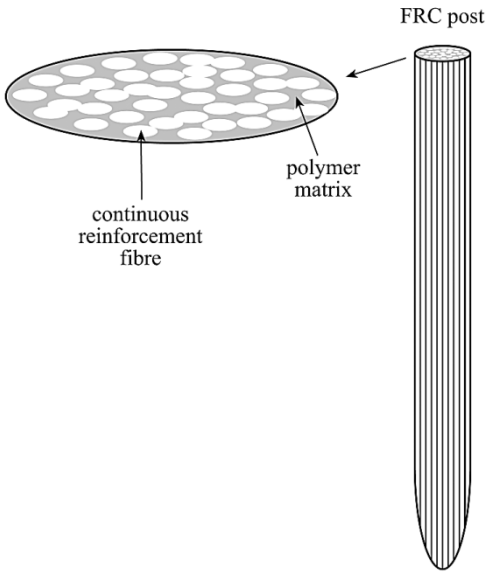
تستخدم عدة أنواع من السايلن لتحقيق الالتصاق ،وذلك **تبعاً لنوع القالب الراتنجي** ، حيث يستخدم **الامينوسايلن المزاوج (Aminopropyltriethoxysilane)** كعامل إلصاق عند وجود بنى راتنجية مثل راتنج الإيبوكسي **(Park SJ & Jin JS 2001)** (**Mallick PK 2008).**

بينمـــا تســـتخدم ســـايلنات **MPS (MethacryloxyPropyltrimethoxy Silane)** عنـــد وجود بنى راتنجية مثل الميتاكريلات أو البوليسترات **(Mallick PK 2008).**

إن تحسين عملية الالتصاق يقودنا إلى زيادة كمية الألياف ،وبالتالي تقليل امتصاص الماء الناتج عن حجم الراتنج وتحسين خواص المرونة في المادة ، وإن تحسين نسبة الإشباع بين الألياف والقالب الراتنجي مكّن من الوصول إلى نسب حجمية من الألياف تصل إلى **70%** (خواص ميكانيكية عالية) **(Torbjörner A, Fransson B 2004).**

3-1- الأوتاد الليفية : Fiber Posts

تتألّف الأوتاد الليفية من نسبة حجمية عالية من الألياف المقوّية المستمرّة والوحيدة الاتجاه في قالبٍ بوليميري متصلب ،يكون من راتنج الإيبوكسي أو راتنج الديميتاكريلات مع بنية شبكية متصالبة بشكل كبير **(Le Bell AM 2007)(الشكل 4).**



الشكل (4) مقطع عرضي في الوتد الليفي (Le Bell AM 2007)

تستخدم الأوتاد الليفية لترميم الأسنان المعالجة لبياً بعد حشو الأقنية الجذرية مباشرة، وعندما تكون القناة ضيقة يعد استخدامها مفضلاً ، كونه يحافظ على النسج السنية وينقص من احتمال حدوث كسر الجذر ، كما أن الوتد سيرتبط بالكومبوزيت التاجي وبالتالي سيقلل من احتمال حدوث الكسر الأفقي للتاج عن الجذر **(Mannocci F.Cavalli G 2008).**

ترتبط فعالية الأوتاد الليفية بمجموعة من العوامل، منها اتجاه الألياف ونوعيتها وكميتها إذ يجب أن تشكل الألياف نسبة **40-65** % من الوتد حجماً ، ويجب أن تحاط بالكامل بالقالب الراتنجي **(Le Bell AM 2007).**

وفي البداية ، استخدمت **ألياف الكربون** ذات اللون الرمادي والظليلة على الأشعة لوجود ذرات الباريوم ضمن القالب الراتنجي ،ويتم تثبيتها بوساطة الاسمنت الراتنجي ولها خواص ميكانيكية مشابهة للأوتاد المعدنية إلا أنّها تختلف عنها بوجود القالب الراتنجي الممتص للصدمات **(Glazer B 2000).**

أمّا الآن فتعتبر **الألياف الزجاجية** الأكثر استخداماً في صناعة الأوتاد ،نظراً لما تتمتّع به من خصائص ميكانيكية مثل مقاومة الشدّ ،والانضغاط ،والمرونة العالية، والتكلفة المنخفضة نسبياً إضافة للنواحي التجميلية **(Schmitter M et al. 2007).**

إنّ معامل مرونة الوتد المقوّى بالألياف الزجاجية مماثلٌ للعاج الجذري ، مما يمكنه من امتصاص القوى الاطباقية وتوزيعها على كامل طول الجذر ، وبالتالي يمنع انكسار أو انشطار الجذر، ولهذه الأوتاد عدة أشكال مناسبة لشكل وقطر القناة الجذرية كما أنها تتمتع بظلالية شعاعية **(Hicks N 2008).**

كما أن لهذه الأوتاد إمكانية الارتباط بالنسج السنية المتبقية ودعمها ، ولها قابلية انحلال ضعيفة بالماء ، ويمكن إزالتها بسهولة عند الحاجة لإعادة المعالجة **(Mannocci F.Cavalli G 2008).**

كما يتم استخدام **ألياف الكوارتز**، ويعتبر الكوارتز سيليكا صافية في صيغة متبلورة وهو مادة خاملة ذات معامل تمدد حراري منخفض يستخدم في تطبيقات عديدة منها صناعة الجزيئات المالئة و الألياف المجهرية ضمن الأوتاد الليفية **(Murphy J 1998).**

1-3-1- مزايا الأوتاد الليفية :

1- تملك الأوتاد الليفية معامل مرونة قريباً جداً من العاج وهو ما قد ينتج كسور جذور أقل وحالات فشل أقل (**Schmitter M et al. 2007**).

وتختلف هذه الخاصية حسب نوع الليف المستخدم، ففي أوتاد الكربون تكون قيمة معامل المرونة أعلى من معامل مرونة العاج ،وأكثر بثلاث مرات من قيمة معامل مرونة أوتاد الزجاج. (**Schmitter M et al 2007**).

2- تشير بعض الأنواع المختبرة من الأوتاد الليفية إلى إمكانية استخدامها حتى كبديل للأوتاد المعدنية في أي حالة سريرية **(Christensen GJ 2004)**.

3- يمكن بسهولة إزالة الأوتاد الليفية خلال دقائق عند الحاجة لذلك(**Anderson GC et al. 2007**).

4- أشارت بعض الدراسات إلى أن الأوتاد الليفية تملك عند إلصاقها قيمة تثبيت مشابهة لتثبيت الأوتاد المعدنية مسبقة الصنع وحتى المصبوبة **(Bolhuis P et al. 2004)** (**Kremeier K et al 2007**).

من المزايا الأخرى للأوتاد الليفية ، سهولة بناء القلوب عليها والشفافية العالية حسب النوع(الناحية التجميلية) ، خاصة مع أوتاد الزجاج (**Le Bell AM 2007**).

1-3-2- سلبيات الأوتاد الليفية :

1- هناك جدل حول أنّ الأوتاد الرفيعة لا يمكن أن يعول عليها في التحميل الإطباقي العالي ،ولقد تمّ حلّ هذه الإشكالية بزيادة ثخانة الوتد أو بصناعة أوتاد ليفية إفرادية على مبدأ الأوتاد المعدنية المصبوبة (**Corsalini M et al. 2007**).

2- على الرغم من أن الأوتاد الليفية تتماس مع الجذر بوساطة الاسمنت الراتنجي اللاصق إلا أنّ القالب الراتنجي ذا الشبكات المتصالبة بشدّة في الوتد ،مادة غير فعالة وبالتالي هناك صعوبات في عملية الإلصاق مع كل من الاسمنت الراتنجي ومادة القلب(**Kallio TT et al. 2001**).

تبدو الأبحاث في هذه الفكرة جدلية ، ولكن من الواضح أن الارتباط بين القالب الراتنجي للوتد وكل من مادة القلوب أو الاسمنت الراتنجي ارتباط ميكانيكي وليس كيميائياً (**Torbjörner A, Fransson B 2004**).

ولحل هذه المشكلة تم ابتكار نوع جديد من القالب الراتنجي متعدد البوليمير ،والمؤلف من بوليميرات خطية وأخرى متصالبة ، وذلك لتحسين قابلية الارتباط مع الاسمنت اللاصق .

فمونوميرات الاسمنت الراتنجي اللاصق ،بإمكانها الارتباط مع البوليميرات الخطية للقالب الراتنجي للوتد ،وتشكل بنية مرتبطة قوية يطلق عليها اسم بنية **SEMI-IPN** المشابهة لبنية القالب الراتنجي للأوتاد (**Lastumäki TM et al. 2003**).

ولزيادة تثبيت الأوتاد الليفية بالاسمنت اللاصق ومادة القلب والعاج ، تم تطوير تصميم جديد لسطح الوتد كالوتد المحلزن (**Al-harbi F, Nathanson D 2003**) ، والوتد ذي الرأس المثبت (**Cohen BI et al. 2000**) ، كما تم اقتراح معالجة سطح الوتد بالمحلات (**Kallio TT et al. 2003**).

وبالنسبة لحلزنة سطح الوتد الليفي ، لم تتوضح أهمية هذه الخطوة في تحسين تثبيت الوتد أو التأثير على طبيعة بنيته ، حيث إن هذه الأوتاد المحلزنة تخرب البنية المستمرة للألياف وتعرضها للقطع لصياغة البنية المحلزنة (**Love RM, Purton DG 1996**) .

لذلك فالقيمة الفعلية لهذه الأوتاد يجب أن تقدر حسب نصف قطرها الأصغري ، ونظراً لبنية الأوتاد الليفية وطبيعتها ،فإن قيمة مقاومة الأوتاد الليفية المحلزنة لقوى القص ضعيفة في الاتجاه العرضي (**Le Bell AM 2007**).

3- إن الجزء التاجي من الوتد الليفي في نظام قلب- وتد ليس بالقوة الكافية لمقاومة الإجهادات العالية في المنطقة التاجية والعنقية ، حيث بيّنت إحدى الدراسات أن المناطق ذات الإجهادات الأعلى في الأسنان المرممة بوساطة الأوتاد الليفية الزجاجية تتوضع في المنطقة العنقية (**Pegoretti A et al. 2002**).

ولذلك يجب أن يمنح الوتد الليفي قوة إضافية في هذه المناطق لمقاومة هذه الإجهادات وهو مالا يمكن إيجاده في الأوتاد الليفية المتوافرة في الأسواق.

4- تصمّم الأوتاد الليفية مثل باقي الأوتاد المسبقة الصنع بمقطع دائري وبالتالي يجب إزالة كمية غير ضرورية من النسج السنية **(Le Bell AM 2007).**

5- إن إجراءات الإلصاق في الأوتاد الليفية مع العاج وقلب الكومبوزيت هي تقنية حساسة مقارنة مع الأوتاد المعدنية **(Le Bell AM 2007).**

6- تملك بعض الأوتاد الليفية ظلالية شعاعية منخفضة ولكن هذه المشكلة تمّ حلها بإضافة مالئات ظليلة على الأشعة للقالب الراتنجي**(Finger WJ et al. 2002).**

7- إن شروط التخزين تؤثر كذلك على الأوتاد الليفية المسبقة الصنع ،فالخواص المرنة لأوتاد الكربون تتأثر بالرطوبة والحرارة (**Bouillaguet S et al. 2006**)

كما أن الأوتاد الليفية حساسة وقابلة للتأثر بشكل أسرع من الأوتاد المعدنية ،وقد يفشل الوتد بعد مدة طويلة ربما بسبب انكماش الترميم نتيجة التقلص البوليميري أو الإجهادات الحرارية **(Tezvergil A et al. 2006)** ، وهنا تكمن الأهمية الكبيرة للدراسات الطويلة الأمد للأوتاد الليفية (**Hedlund S-O et al. 2003).**

إن الخلل في إلصاق الأوتاد بالأقنية الجذرية هو السبب الأكثر شيوعاً في الفشل **(Goodacre CJ et al. 2003).**

وإضافة إلى طول الوتد وقطره وتصميمه ،تتداخل عوامل أخرى عديدة في تقويم عملية إلصاق الوتد ، فالاسمنت اللاصق والتداخل بين الوتد والقلب ،وبين الوتد والاسمنت، وبين الاسمنت والعاج كلها عوامل تقيم ثبات الإلصاق**(Ferrari M et al. 2000)**.

1-3-3- أسباب فشل الأوتاد الليفية

تتنوع أسباب فشل الأوتاد الليفية بين **أسبابٍ متعلّقة بالعاج** ، مثل البنى غير المتجانسة ،و إجراءات المعالجة اللبية ،وعدم معالجة وتكييف سطح العاج بشكل جيد ، و **أسباب متعلّقة بالاسمنت اللاصق،** مثل صعوبة الدخول إلى القناة ،وضعف العزل والسيطرة على اللعاب ،و التقلّص التصلّبي للراتنج والمتعلّق بشدّة التصليب وعمق التصليب ،إضافة لثخانة طبقة الاسمنت.

وهنالك **أسباب تتعلق بالوتد الليفي** نفسه مثل امتصاص الماء (نسبة ألياف قليلة)، و الخواص الحرارية وعدم معالجة سطح الوتد ،وضعف ارتباطه مع قلب الكومبوزيت (**Le Bell AM 2007**).

1-4- معالجة السطوح لتحسين قوة الارتباط مع الأوتاد الليفية

Surface Treatment to Improve Bond Strength with Fiber Posts

يعزى فشل الارتباط في الأوتاد الليفية بالدرجة الأولى إلى ضعف الارتباط بين الاسمنت الراتنجي وعاج القناة **(Malferrari S et al 2003).**

وعلى الرغم من أن الارتباط داخل القناة الجذرية هو نقطة ضعف في الترميم ، إلا أن الارتباط بين الوتد وقلب الكومبوزيت لازال دون المستوى **(Sahafi A et al. 2003)** **(Ferrari M et al. 2006a).**

تقترح العديد من الدراسات أنماطاً من معالجات السطوح في محاولة لزيادة قوة الارتباط بين الوتد و قلب الكومبوزيت ،وتصنف هذه المعالجات ضمن 3 بنود :

1- معالجات تحدث ارتباطاً كيميائياً بين الكومبوزيت والوتد (تغطية بمحاليل مبدئة).

2- معالجات تحدث ارتباطاً مجهرياً ميكانيكياً وتؤدي إلى تخشين السطح مثل التخريش والترميل.

3- معالجات تعتمد مشاركة البندين السابقين معاً أي على الالتصاق المجهري الميكانيكي والكيميائي. **(Sahafi et al. 2003) (Monticelli F et al.2008a).**

1-4-1- المعالجات التي تحدث ارتباطاً كيميائياً بين الكومبوزيت وسطح الوتد الليفي :

إن تطبيق السايلن هو بلا شك أكثر ما يشار إليه عند الحديث عن الارتباط الكيميائي مع سطح الوتد الليفي، وقد اقترحت العديد من الدراسات استخدام السايلن في تطبيقات التغطية لصنع ارتباط بين السطوح اللاعضوية والجزيئات البوليميرية ،ولقد استخدمت معظم الدراسات المجراة على هذا الموضوع اختبار القص و الشد والمقارنة تحت المجهر(**Monticelli et al. 2008a)(Mittal KL 1992).**

يمتلك السايلن العضوي، الصيغة الكيميائية التالية **R'-Si-(OR)3** مع مجموعة وظيفية عضوية **R'** وثلاث مجموعات الكوكسي **R** .

تبدأ الاستجابة الكيميائية بحلمهة مجموعة الالكوكسي إلى مجموعة سيلانول (**SiOH**) والتي من شأنها تكثيف وزيادة صناعة روابط السيكلوكسان**(Matinlinna JP et al. 2004)**

يستخدم السايلن بشكل خاص ، لتحسين قوة الارتباط بين الكومبوزيت والخزف خلال إجراءات الإلصاق أو خلال عمليات إصلاح الترميمات الخزفية بالكومبوزيت (**Özcan M & Vallittu PK 2004**).

إن معالجة سطح الوتد الليفي بالسايلن ينصح به من أجل تحسين الارتباط على الرغم من اختلاف الآراء بين الباحثين حول كفاءة هذا الإجراء (**Bitter K et al. 2006**)(**الشكل 5**).



الشكل (5) معالجة سطح الوتد بالسايلن قبل الصاقه في القناة الجذرية (Monticelli F 2008b)

فقد أشار **Bitter** وزملاؤه إلى أن المعالجة بالسايلن لم تحسّن من تثبيت أوتاد الكومبوزيت المقوى بالألياف الزجاجية والملصقة بستّة أنواعٍ مختلفة من الاسمنتات الراتنجية . وحتى ولو تم

توصيف المعالجة بالسايلن على أنّه هام في تحسين قوة ارتباط الأوتاد الليفية ، فإن هذا الأمر يعد ذا أهميةٍ بسيطة سريرياً **(Bitter K et al 2007)**.

بالمقابل، بيّن **Goracci** وزملاؤه أن هناك تحسناً في قوة الارتباط بين الأوتاد الليفية المعالجة بالسايلن وبين الكومبوزيت السيّال المستخدم لبناء القلوب **(Goracci C et al. 2005)**.

وبشكلٍ مشابه ، بيّن **Aksornmuang** و **Perdigão** وزملاؤهما الفائدة من تطبيق السايلن في تحسين قوة الارتباط بين الراتنج ثنائي التصلب المستخدم لبناء القلوب وبين الأوتاد الزجاجية **(Aksornmuang J et al. 2006)(Perdigão J et al. 2006)**.

تعتمد هذه الدراسات على قدرة السايلن على زيادة قابلية الترطيب للسطوح بخلق جسور كيميائية بركائز من روابط **OH** مثل الزجاج عملياً ، ورغم ذلك لا يزال الارتباط ضعيفاً بين السطوح عند مقارنته بالقيم المعطاة بين البنى السنية **(Goracci C et al. 2005)**.

ومن الأسباب المحتملة لذلك غياب الاتحاد الكيميائي بين راتنج الكومبوزيت المستخدم لبناء القلوب ،وبين راتنج الوتد الليفي ، والذي يصنع على الأغلب من راتنج الإيبوكسي، حيث إن راتنج الإيبوكسي مادة خاملة كيميائياً و يتمتع ببنى تصالبية مرتبطة بشدة **(Lassilla LVJ et al. 2004)**.

تستخدم سايلنات **MPS (MethacryloxyPropyltrimethoxy Silane)** بشكل شائع في طب الأسنان **(Özcan M & Vallittu PK 2004)** ، على الرغم من أنها لا ترتبط بشكل جيد مع راتنجات الإيبوكسي ،وبالتالي فالمتوقع عدم تحسن قوة الارتباط بين الراتنج الإيبوكسي على سطح الوتد الليفي وراتنج قلب الكومبوزيت المبني على الميتاكريلات ، **إذ إن الارتباط الكيميائي من خلال هذا السايلن يمكن أن يحدث فقط بين راتنج الكومبوزيت والألياف المنكشفة في الوتد (Liu Q et al 2001)**.

إن تطبيق السايلن بحدّ ذاته خطوةٌ تقنية حسّاسة تتداخل فيها عدّة عوامل مثل التركيب، درجة الحموضة **Ph** العامل المذيب، حجم الجزيء، إضافة إلى نمط التطبيق **(de la Fuente JL & Madruga EL 1999)**.

إن تطبيق عوامل الربط العاجي بعد تطبيق السايلن مباشرةً ،يحسّن من الارتباط مع سطح الوتد بسبب التشكّل الفوري لروابط السيكلوكسان وبلمرة المجموعات الوظيفية في الراتنج **(Monticelli et al. 2008a)**.

من العوامل الواجب أخذها بعين الاعتبار عند تطبيق هذه التقنية اختيار نوع عامل الربط ، فعوامل الربط العاجية متنوعة وتحتوي على كميات كبيرة ومتفاوتة من الماء وغيره من المذيبات العضوية والمونوميرات الحمضية **(Hashimoto M et al. 2004) .**

وكنتيجة لهذا التركيب فإن عوامل الربط ذاتية التخريش ذات المرحلة الواحدة ، تعتبر عرضة لاتحادٍ غير سليم مع السايلن نتيجة تبخر الماء من المذيبات ، تاركةً سطوح تداخل غير سليمة ،و هذه السمة قد تخفض من قيمة التداخل بين الوتد والكومبوزيت وتجعل من استخدام عوامل الربط أمراً مشكوكاً به **(Ferrari M et al. 2006a)**.

أثار تطبيق السايلن ثم تطبيق المادة الرابطة بشكل تالٍ نتائج مثيرة للجدل ، حيث أشار **Ferrari** وزملاؤه أنه لم يحدث تحسّن كبير في قوة الربط ، من خلال تطبيق صيغٍ مختلفة من عوامل الربط العاجية بشكل تالٍ لتطبيق السايلن على راتنج الأوتاد المقواة بألياف الكوارتز**(Ferrari M et al. 2006a)**.

في النهاية فإن الارتباط الكيميائي وحده لن يحسّن من متانة وقوة الربط بين الوتد والكومبوزيت **(Monticelli et al.2008a)**.

1-4-2- المعالجات التي تنتج ارتباطاً ميكانيكياً مجهرياً بين الكومبوزيت وسطح الوتد الليفي :

تعد معالجات السطوح من الطرائق الشائعة لتحسين خواص الارتباط العامة للمواد بتحسين الارتباط الكيميائي والميكانيكي المجهري بين المواد المختلفة ،وفي طب الأسنان تم تطوير تقنيات التكييف بدءاً من البنى العضوية كالمينا والعاج ،ووصولاً إلى مواد الترميم ذاتها**(Nakabayashi N et al 1991).**

إن مفهوم تكييف الموادّ صناعياً ، لتحسين قوة الارتباط مثبتٌ من خلال تخريش الجسور اللصاقة (ماريلاند) **(Thompson VP 1984)** وترميمات الخزف(**Borges GA et al. 2003**).

1-2-4-1- حمض فلور الماء Hydrofluoric Acid

يؤدي التخريش بحمض فلور الماء إلى خلق خشونة في السطح ، مما يسمح بتداخل ميكانيكي مجهري مع الترميمات الراتنجية ، وقد تم اقتراح استخدام حمض فلور الماء في تخريش الأوتاد المقواة بالألياف الزجاجية **(D'Arcangelo et al. 2007)**.

يعتمد تأثير الحمض على الزمن المطبق وعلى تركيب الوتد من حيث نوع القالب الراتنجي ونوع الألياف، وإن هذه التقنية تسبب تخرباً بنيوياً في الألياف الزجاجية وتعرض سلامة الوتد للخطر **(Valandro LF et al. 2006)**.

وعند تخريش الأوتاد المقواة بالألياف الزجاجية ،وألياف الكوارتز بحمض فلور الماء تبدو الأوتاد أضعف نتيجة لتأثير الحمض المخرب للبنية الزجاجية في قالبها الخزفي (**Addison O & Fleming GJP 2004**).

هذه النتيجة أكدّها **Vano** وزملاؤه كذلك ، عندما استخدموا حمض فلور الماء لتكييف الأوتاد الليفية ذات الأساس الراتنجي الميتاكريلاتي ، فعلى الرغم من التحسّن في قوة الارتباط بين الوتد والكومبوزيت، إلا أنهم لاحظوا تغيراً في بنية السطوح يتدرّج من الشقوق المجهرية وحتى الكسور الطولية في طبقة الألياف الزجاجية **(Vano M et al. 2006)**.

وبالتالي كنتيجة فإنه من غير المنصوح به استخدام حمض فلور الماء لتخريش سطوح الأوتاد التجميلية .

1-2-4-2- الترميل والتغطية بالسيليكا SandBlasting & Silica Coating

تمثل الأوتاد الليفية غير المعالجة مناطق ناعمة السطح نسبياً، وهذا ما يقيد التداخل الميكانيكي بين سطح الوتد والاسمنت الراتنجي ،وقد تم تسجيل حالات من الفشل التام في الارتباط في مستوى وتد – كومبوزيت عند عدم إجراء أي تكييف لسطوح الأوتاد (**Monticelli et al. 2008a**) .

يعطي الترميل بجزيئات الألومينا زيادة في خشونة السطح ،وبالتالي زيادة في مساحته ،ويعتمد نظام الترميل على تشكيل طبقة من السيليكات تلتحم على سطح الوتد بتسليط حرارة عالية من جهاز الضغط ، في عملية تسمّى الطلي الكيميائي بالاحتكاك ، يتبع هذه الإجراءات تطبيق

السايلن على سطوح الأوتاد الليفية وهنا يحدث تثبيت كيميائي وميكانيكي مجهري **(Monticelli et al. 2008a)** .

إن عملية الحتّ الهوائي بجزيئات أكسيد الالمنيوم المطلية بالسيليكا ،تخلق طبقة من السيليكا على سطح الوتد نتيجة للتأثير العالي والانتقال السريع للسيليكا إلى بنية الوتد سامحة باندخال الجزيئات حتى 15 ميكروناً **(Valandro LF et al. 2006).**

وقد حسّنت هذه المعالجة من قوة الربط بين أوتاد الكوارتز الليفية والاسمنتات الراتنجية مقارنة مع تخريشها بحمض فلور الماء أو حمض الفوسفور **(Valandro LF et al. 2006).**

اختبر **Sahafi** وزملاؤه تأثير الترميل على سطوح الزيركون والأوتاد الليفية بوساطة أوكسيد السيليكا (نظام **Co-Jet**) ، وهو نظام قابل للتطبيق سريرياً .

وعلى الرغم من النتائج المرضية لناحية زيادة قوة الارتباط إلا أن المعالجة اعتبرت قاسية جداً على الأوتاد الليفية ، مع خطر تغيّر شكل الوتد بشكل ملحوظ ، وبالتالي خلل في انطباقه وتكيفه داخل القناة الجذرية **(Sahafi A et al. 2004).**

يؤثر كل من زمن التطبيق وحجم جزيئات السيليكا ومقدار الضغط على النتائج ، ومن جهة أخرى فقد بدت هذه الطريقة مفيدة عند معالجة أوتاد الزركونيا **(Sahafi A et al. 2004)**.

في دراسة أخرى تم تعريض الأوتاد الليفية ذات الأساس الراتنجي الإيبوكسي لجزيئات الألومينا ذات القطر **50** ميكرون وبضغط **2.5** باراً لمدة **5** ثوانٍ ومن مسافة **30** ملم ، وهذه العملية لم تحدث تغيراً في بنية وشكل الوتد ، رغم أنها زادت مساحة السطح والاندخال الكيميائي مع الاسمنت الراتنجي**(Asmussen E et al. 2005)**.

ولاحظ **Radovic** وزملاؤه بشكل مشابه زيادة واضحة في تثبيت السطح ،عند تعريضه لجزيئات اكسيد الالومنيوم المستخدمة في معالجة السطوح .

إن الفعل الميكانيكي للترميل يعتمد على إزالة الطبقة السطحية من القالب الراتنجي وخلق مناطق تثبيت مجهرية على سطح الوتد **(Radovic I et al. 2007).**

وعلى الرغم من ذلك تبقى المشكلة المتعلقة بهذه التقنية هي قلة الانتقائية ، حيث أن كلاً من القالب الراتنجي والألياف تتأثّر بهذه المعالجة ،وأحياناً قد يتسبب ذلك بتخريب بنية الوتد **(Monticelli et al. 2008a)** .

1-4-2-4-3- برمنغنات البوتاسيوم Putassium Permanganate

يستخدم برمنغنات البوتاسيوم عادةً صناعياً ، لتكييف سطوح راتنجات الإيبوكسي من أجل التصفيح المعدني **(Kirmann J et al. 1998)** ،وتعرف هذه العملية ب **desmearing** وتعني إزالة الطبقة السطحية من راتنج الإيبوكسي ،وقد تم اختبار هذه التقنية على الأوتاد الليفية وأعطت نتائج مقبولة **(Monticelli F et al. 2006b).**

ولكن تطبيق البرمنغنات يتطلب عدة خطوات وإجراءات معقّدة ،لذلك فهو يستهلك وقتاً طويلاً وهذا غير عملي سريرياً **(Sumitha M et al. 2011).**

1-4-2-4- بيروكسيد الهيدروجين وايتوكسيد الصوديوم Hydrogen Peroxide & Soddium Ethoxide

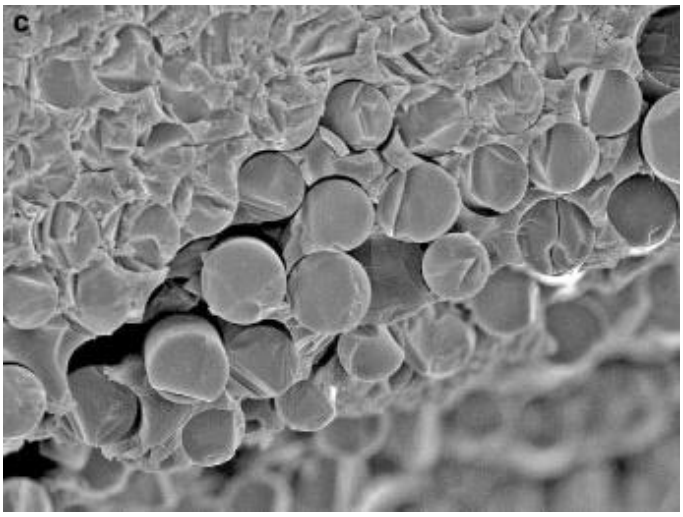
يستعمل الماء الأوكسجيني (بيروكسيد الهيدروجين) وايتوكسيد الصوديوم (المؤكسدات) بشكلٍ شائع في التقنيات المناعية للمجهر الالكتروني ، وذلك للحل الجزئي لسطح راتنج الإيبوكسي المتضمن المقاطع النسيجية بهدف تحسين التوسيم المناعي ، ويعتمد التأثير المخرش لهذه المواد على حجم الجزء المنحل من القالب الراتنجي ،وكسر روابط راتنج الإيبوكسي من خلال عملية الأكسدة **(Bronson SH 2003).**

تم وصف مقاربة شبيهة في طب الأسنان لمعالجة سطوح الأوتاد الليفية لزيادة استجابة هذه السطوح للسايلن، ولقد حققت نتائج مرضية مع كلتا هاتين المادتين(**Monticelli F et al. 2006b**).

تتمّ هذه المعالجة بغمر الأوتاد الليفية ضمن هذه السوائل لمدة قصيرة نسبياً (**10-20**) دقيقة مما يسمح بتعديل سطح الوتد مورفولوجياً .

حيث تنكشف مساحة كبيرة من سطوح الألياف ،عند إزالة طبقة السطح من راتنج الإيبوكسي وتصبح الألياف عرضة للسايلن ، كما تعطي المسافات بين الألياف مقداراً إضافياً من التثبيت الميكانيكي المجهري للراتنج المركب ،وهذا التثبيت يذكرنا بخلق الطبقة الهجينة في العاج **(Daoud WA et al. 2004)(الشكل 6)**.

حيث تقوم الطبقة بوصل ألياف الوتد الليفي مع القالب الراتنجي للميتاكريلات للكومبوزيت .



الشكل (6) صورة بالمجهر الالكتروني تبين أثر التخريش ببيروكسيد الهيدروجين 24% لمدة 10 دقائق على الوتد الليفي Vano 2006

بيّنت **Monticelli** وزملاؤها أن التخريش لمدة **20** دقيقة ببيروكسيد الهيدروجين **10** % ، يعطينا مقاربة سريرية ممكنة لتحسين قوى التداخل بين الأوتاد الليفية والراتنج المركب ، دون الحاجة لاستعمال سوائل تسبب تآكل الأوتاد في الإجراءات السريرية (**Monticelli et al. 2008b).**

بينما أشار **Menezes** زملاؤه أن زيادة تركيز البيروكسيد إلى **50%** قد حسّن بشكل كبير من قوة الارتباط بغض النظر عن الزمن المطبق **(Menezes DS et al. 2011).**

بالمقابل أظهر **Amaral** وزملاؤه أن تخريش سطوح الأوتاد الليفية ببيروكسيد الهيدروجين أو حمض الفلور ، لم يتفوّق على تطبيق السايلن وحده سريرياً ، وبيّن أن فشل الارتباط عائد بالدرجة الأولى لارتباط الاسمنت الراتنجي بالعاج **(Amaral M et al. 2011)**.

1-4-2-5- كلور الميتيلن CH2Cl2

كلور الميتيلن سائل طيّار ومحلّ قوي لا لون له ذو رائحة معتدلة خفيفة ، وله اسم علمي هو **dichloromethane** .

يصنع هذا السائل صناعياً ، لأنه غير متواجد في الطبيعة، وله تأثيرٌ محلّ لذلك يستخدم في صناعة المنظفات ، كما تمّ استخدامه سابقاً كمحل لمادة الكوتابيركا في إعادة المعالجة اللبية قبل

أن يـتم اكتشـاف تـأثيره المسـرطن عـام **1988** ، وحاليـاً يسـتخدم كعامـل محـل قـوي للراتنجـات الاكريليـة لزيـادة سـطح التمـاس فـي الأجهـزة المتحركـة فـي التعويضـات المتحركـة. **Sarac et al. (2005)**.

وقـد تمّـت دراسـة تـأثير اسـتخدام كلـور الميتـيلن لتكييـف سـطوح الأوتـاد الليفيـة نتيجـة تـأثيره المحـلّ لراتنجـات الإيبوكسـي ،وتبـيّن أن تطبيقـه لمـدة 5 ثـوانٍ علـى سـطوح الأوتـاد الليفيـة لـم يكـن لـه أثـرٌ كبيـر فـي زيـادة شـدة الارتبـاط بـين الاوتـاد الليفيـة و الـراتنج المركـب (**Yenisey M, Kulunk S 2008).**

بالمقابـل قـام **Elaska** بتقـويم أثـر التخـريش بكلـور الميتـيلن لمـدة 5 دقـائق و لمـدة 10 دقـائق ومقارنتـه ببيروكسـيد الهيـدروجين بعـدّة تراكيـز ، وتبـيّن أن كلـور الميتـيلن حسّـن بشـكل كبيـر ومشـابه لتـأثير بيروكسـيد الهيـدروجين ، مـن قيمـة قـوة الـربط بـين الأوتـاد الليفيـة وقلـب الكومبوزيـت ولم يظهر مجهرياً أي تخرّب في بنية الليف **(Elaska SE 2013)**.

1-5- الدراسات السابقة

اختبر **Aksornmuang** وزملاؤه قوة الشد بين الأوتاد الليفية بنوعيها (ألياف الزجاج وألياف الكوارتز) وبين راتنج الكومبوزيت المستخدم لبناء القلوب ، بعد معالجة سطوح الأوتاد بالمادة الرابطة ذاتية التصلب وضوئية التصلب وبالسايلن، دون معالجات كيميائية .

ولم يجد فوارق إحصائية بين المجموعات المدروسة باستثناء أن السايلن قد حسن من قيمة الارتباط بين المادة الرابطة و الأوتاد الليفية .

بينما وجدت فوارق احصائية بين مجموعات أوتاد الزجاج ومجموعات أوتاد الكوارتز ، وبالتالي فإن قوة الارتباط تعتمد بشكل أساسي على نوع الوتد المستخدم وعلى نوع المعالجة الكيميائية **(Aksornmuang J et al. 2004).**

درس **Bitter** وزملاؤه تأثير السايلن على قوة الارتباط بين ثلاثة أنواع من الأوتاد الليفية وأربعة أنواع من الاسمنتات الراتنجية ، وتبيّن أن قوة الارتباط تتأثر بالمعالجة الكيميائية و نوع الوتد المستخدم ونوع الاسمنت الراتنجي.

كما بيّن أن الأوتاد الليفية ذات الراتنج من نوع **IPN** (الشبكة المتصالبة المتداخلة) أظهرت قوة ارتباط أعلى بشكل واضح من باقي الأوتاد الليفية ذات الراتنج الإيبوكسي، وأن المعالجة الكيميائية بالسايلن حسّنت من قوة الارتباط بشكل واضح **(Bitter K et al. 2007).**

بالمقابل قام **Perdigão** وزملاؤه بدراسة تأثير السايلن على قوة الارتباط للأوتاد الليفية ، وأظهر أن السايلن لم يقدّم أي تحسين على قوة الربط للأوتاد الليفية حتى مع تغيير نوع الوتد(**Perdigão J et al. 2006**).

قارن **Ferrari** وزملاؤه بين قوة الشد للأوتاد الليفية الزجاجية ذات الأساس الراتنجي الميتاكريلاتي مع أنواع من الكومبوزيت المستخدم لبناء القلوب، وبين قوة الشد للعاج مع الكومبوزيت ، وأكد أنه حتى بعد المعالجة الكيميائية للأوتاد بالسايلن فإن قوة الشد بقيت أضعف عند مقارنتها مع قوة الشد بين الكومبوزيت والعاج **(Ferrari M et al. 2006a).**

درس **Goracci** وزملاؤه تأثير المعالجة بالسايلن على قوة الربط بين الأوتاد الليفية والراتنج ،وأظهر أنه من المنصوح به استخدام السايلن، فهو يحسّن بشكل واضح من قوة الربط بين الوتد والكومبوزيت **(Goracci C et al. 2005).**

قارن **Bitter** وزملاؤه بين معالجة الأوتاد بالسايلن فقط ،وبين معالجة سطح الوتد بنظام **co-jet)** قبل معالجته بالسايلن على قوة الارتباط مع بعض الاسمنتات الراتنجية ، وتبيّن أن تأثير المعالجة الكيميائية كان محدوداً ، وأن قوة الربط تختلف من اسمنت راتنجي لآخر(**Bitter K et al. 2006).**

قارنت **Monticelli** وزملاؤها بين بعض المركبات الكيميائية المستخدمة لمعالجة سطوح الأوتاد الليفية ،مثل بيروكسيد الهيدروجين وايتوكسيد الصوديوم وبرمنغنات البوتاسيوم، وأوضحت أن جميع هذه المركبات أظهرت قدرةً واضحة ومتشابهة على تخريش سطوح الأوتاد وتحسين قوة الارتباط ،رغم أن برمنغنات البوتاسيوم كانت الأفضل(**Monticelli F et al. 2006b).**

كذلك قارنت الباحثة وزملاؤها بين معالجة سطوح الأوتاد ببيروكسيد الهيدروجين 24 % لمدة 10 دقائق ،وبيروكسيد الهيدروجين 10 % لمدة عشرين دقيقة ، قبل معالجة السطوح بالسايلن ،وبيّنت وجود طبقة هجينة ناتجة عن التخريش، وأظهرت وجود تحسّن في قوة الربط ،رغم أن ذلك يعتمد على نوعية الكومبوزيت المستخدم (تقليدي – سيّال) (**Monticelli F et al. 2006a).**

درس **Radovic** وزملاؤه تأثير المعالجات الكيميائية على سطوح الأوتاد الليفية الزجاجية مخبرياً وسريرياً ، وأظهر أن الترميل والمعالجة الكيميائية بالسايلن قد حسّنت من قوة الارتباط ،إلا أنها زادت من خطوات المعالجة السريرية في العيادة ،وأظهر ضرورة الحاجة إلى تقليص خطوات المعالجة السريرية عبر اقتراح معالجات كيميائية أبسط (**Radovic I et al. 2007).**

درس **Valandro** وزملاؤه تأثير المعالجات الكيميائية لسطوح أوتاد الكوارتز الليفية على قوة الشد ،وقارن بين حمض الفوسفور 32% وحمض فلور الماء 10% ونظام الترميل **(Co- jet**) (التغطية بالسيليكا) قبل معالجة السطوح بالسايلن ،وأظهر أن قوة الشد كانت أعلى عند استخدام نظام الترميل السريري**(Valandro LF et al. 2006).**

قارن **Vano** وزملاؤه بين حمض فلور الماء 4% ، وبيروكسيد الهيدروجين بتركيزين (10% لعشرين دقيقة و 24% لعشر دقائق) ،وتطبيق السايلن ،ثم المادة الرابطة ،وأظهر أن بيروكسيد

الهيدروجين قد حسّن بشكل كبير من قوة الارتباط بين الأوتاد الليفية والكومبوزيت المستخدم لبناء القلوب ،ولم يظهر فارقٌ واضح بين التركيزين **(Vano M et al. 2006).**

درس **Yenisey** و **Kulunk** تأثير المعالجة الكيميائية لسطوح الأوتاد الزجاجية والكوارتز على قوة ارتباطها بالكومبوزيت المعد لبناء القلوب، وقارنا بين بيروكسيد الهيدروجين و تطبيق كلور الميتيلين ل5 ثواني قبل تطبيق السايلن، وأظهرا أن بيروكسيد الهيدروجين قد حسّن من مقاومة القصّ للأوتاد الليفية، لكلا النوعين الزجاجي والكوارتز ،كما بيّنا أن تطبيق كلور الميتيلين لم يحسّن من مقاومة القصّ للأوتاد بشكل كبير**(Yenisey M, Kulunk S 2008).**

درس **Sumitha** وزملاؤه تأثير برمنغنات البوتاسيوم ،وبيروكسيد الهيدروجين 10 % ،وحمض الفوسفور 37 % قبل المعالجة بالسايلن ،على قوى الشد لأوتاد الكوارتز الليفية ،وتبيّن أن برمنغنات البوتاسيوم تفوّق بشكل واضح على باقي المواد في تحسين قوى الشد ،على الرغم من أن تطبيق هذه المادة يحتاج لإجراءات معقدة سريرياً **(Sumitha M et al. 2011).**

أظهر **Choi** وزملاؤه أن إجهاد القص للأوتاد الليفية المرتبطة بالكومبوزيت يتأثر بمعالجة سطح الوتد بشكل واضح ،وأن الترميل قد حسّن بشكل كبير من قوى الربط، بينما لم يظهر استخدام السايلن وحده أثراً كبيراً على تحسين قوى الربط **(Choi Y et al. 2010).**

قارن **Naves** وزملاؤه مجهريّاً بين عدة معالجات كيميائية لسطوح أوتاد الزجاج والكربون ،وهي المسح بالكحول كمجموعة شاهدة – المعالجة بحمض الفوسفور 37 % ،وحمض فلور الماء 4% ،وبيروكسيد الهيدروجين بتركيزين 24 و10 % بوقتين 10 و20 دقيقة ، وأوضح أن بيروكسيد الهيدروجين قد حلّ بشكلٍ واضح طبقة من راتنج الإيبوكسي للأوتاد الليفية ،وكشف سطوح الألياف للسايلن ،وبالتالي زاد من قوة الربط بين الوتد وكومبوزيت بناء القلوب بشكل أفضل من باقي المجموعات المختبرة**(Naves LZ et al. 2011).**

درس **Zhang** وزملاؤه تأثير بيروكسيد الهيدروجين بتركيز 10 و30 % على تحسين قوة الارتباط بين الوتد الليفي الزجاجي والاسمنت الراتنجي وبيّن أن المعالجة بهذه المادة قد حسّن بشكلٍ واضح من قوة الارتباط مع الاسمنت الراتنجي **(Zhang Y et al. 2011).**

قارن **Menezes** وزملاؤه بين تخريش السطوح ببيروكسيد الهيدروجين 24%و 50% خلال ثلاثة أزمنة وعلى نوعين من القوالب الراتنجية الايبوكسي والميتاكريلات ، وتبيّن لهم أن

المعالجة ببيروكسيد الهيدروجين قد أدّت الى تخشين سطوح الاوتاد ،دون الإضرار بها مجهرياً ،مهما كان الزمن المطبق أو نوع الراتنج **(Menezes DS et al. 2011).**

درس **Mazzitelli** وزملاؤه تأثير المواد الكيميائية على تخشين سطوح الأوتاد الليفية ، وقارنوا بين ايتوكسيد الصوديوم وحمض فلور الماء وبرمنغنات البوتاسيوم إضافة لبعض أنظمة الترميل .

وبيّنوا أن بيروكسيد الهيدروجين وبرمنغنات البوتاسيوم وايتوكسيد الصوديوم قد حلّت القالب الراتنجي للوتد، وشكّلت فراغات مجهريّة كافية للتثبيت المجهري ،كما كشفت سطوح الألياف للسايلن ،وساهمت بتعزيز الارتباط الكيميائي ، بينما أشار إلى أن استخدام حمض فلور الماء قد ساهم بتخريب بنية الألياف الكوارتز**(C. Mazzitelli et al. 2008).**

بيّن **Amaral** وزملاؤه أن تخريش سطوح الأوتاد الليفية بحمض الفلور أو بيروكسيد الهيدروجين لم يحسّن من قوى ارتباط الأوتاد الليفية داخل الأقنية الجذرية ، وأظهروا أن فشل الارتباط عائدٌ بالدرجة الأولى لضعف ارتباط الاسمنت الراتنجي بالعاج (**Amaral M et al. 2011**).

أكد **Mosharraf** و **Yazdi** عدم وجود فوارق دالة إحصائياً ،عند مقارنة معالجة سطوح الأوتاد الليفية كيميائياً بين مجموعة التخريش ببيروكسيد الهيدروجين بدون سايلن ، وبين مجموعة السايلن والمجموعة الشاهدة ، وبيّنا أن معالجة السطوح بالبيروكسيد ليس لها أهمية ما لم تتبع بتطبيق السايلن (**Mosharraf M, Yazdi NB 2012) .**

قارن **Elsaka** بين معالجة سطوح الأوتاد الليفية الزجاجية بعدة تراكيز من بيروكسيد الهيدروجين ،وبين كلور الميتيلن لمدة 5 دقائق و10 دقائق، وبيّن أن بيروكسيد الهيدروجين بتركيز **30%** لمدة 10 دقائق ،وكلور الميتيلن المطبق لمدة 10 دقائق، قد أعطت أعلى قيم لشدّة الارتباط ، بدون إحداث تخرّب في بنية الوتد الليفي **(Elaska SE 2013).**

قام **Machado** وزملاؤه بجمع الأبحاث المتعلّقة بمعالجة سطوح الأوتاد الليفية حتى عام **2013** ،وبيّنوا حجم الاختلاف بين الباحثين في زمن وتركيز بيروكسيد الهيدروجين اللازم لمعالجة سطوح الاوتاد الليفية ، رغم قلة هذه الأبحاث عند مقارنتها بالأبحاث المتعلقة بسيلنة الوتد أو تكييفه بحمض الفوسفور **(Machado AC et al. 2014).**

الباب الثاني

المواد والطرائق

Materials & Methods

أولاً : المواد والأدوات المستخدمة في البحث

المواد المستخدمة في البحث :

1- أوتاد الكومبوزيت المقوى بالألياف FRC POSTEC® PLUS

وهي أوتاد ظليلة على الأشعة مصنوعة من الكومبوزيت المقوى بألياف زجاجية.الشكل (8)

يقسم الوتد لقسمين متجانسين أحدهما اسطواني الشكل والآخر مخروطي.

يتوفر بثلاثة قياسات **#1,#2,#3**

قياس **#3** ، يبلغ قطر الوتد عند الذروة 1 ملم وعند الرأس 2 ملم، ويبلغ طول الوتد بالكامل 20 ملم ،وطول القسم الاسطواني 12 ملم.

التركيب :

70% fiber glass

21% TEGDMA,UDMA, Highly dispersible silicon dioxide

9% Ytterbium fluoride

وهو من إنتاج شركة **(Ivoclar Vivadent AG,Liechtenstein)**

2- أوتاد الكومبوزيت المقوى بالألياف (Radix® fiber Post)

أوتاد ظليلة على الأشعة مكونة من ألياف من الكوارتز المغروسة ضمن قالب من راتنج الإيبوكسي ومتوفرة بستة قياسات .الشكل (7)

القياس 5 يبلغ طول الوتد 19 مم وقطره عند الذروة 1.3 مم ،و في الجزء الاسطواني 2.04 مم.

التركيب:

ألياف الكوارتز **60%** حجماً و ايبوكسي ريزين **40 %** حجماً

من إنتاج:

(Dentsply, MAILLEFER,FRANCE,CH-1338 Ballaigues)

3- الراتنج المركب Tetric Ceram®

راتنج مركب هجين ضوئي التصلب ظليل على الأشعة، ذو حبيبات مالئة دقيقة **Microhybrid** يستخدم من أجل الترميم التجميلي للأسنان الأمامية والخلفية ، يتصلّب الراتنج المركب عند تعريضه لضوء أزرق بطول موجة بين **400-500** نانو متر.الشكل (11)

زمن التصلب الضوئي المقترح من قبل الشركة المنتجة هو **20** ثانية لطبقة بثخانة 2 ملم.

يتألف الجزء العضوي من الـ **GMA – Bis** و **UDMA** و **TEGDMA** بنسبة **20.2%** وزناً.

أما المادة المالئة فتتألف من زجاج الباريوم، ثلاثي فلور اليتربيوم، زجاج فلور سيليكات الباريوم والألمنيوم، ثاني أوكسيد السيليكون بنسبة **79%** وزناً.

وهو من إنتاج شركة **(Ivoclar Vivadent AG,Liechtenstein)**

4- المادة الرابطة Excite

وهو عامل ربط أحادي التركيب مملوء وضوئي التصلب ، يستعمل لربط البنى السنية بالراتنج ويتكون من **HEMA** ، دي ميتاكريلات ، اكريلات حمض الفوسفور ، دي أوكسيد السيليكون بالاضافة لمبدئات ومثبتات في محلول كحولي .الشكل (9)

وهو من انتاج شركة **(Ivoclar Vivadent AG,Liechtenstein)**

5- عامل المزاوجة SILANE (ULTRADENT)

سائل مبدئ يستخدم لتكييف السطوح وتحسين الارتباط بين المركبات العضوية واللاعضوية في كثير من التطبيقات السنية مثل الصاق الوجوه الخزفية المكسورة و الصاق الأوتاد الليفية من إنتاج شركة:

(ULTRADENT Products , South Jordan,USA) الشكل (10)

6- سائل كلور الميتيلن CH2Cl2

أو ثنائي كلور الميتيل :سائل لا لون له استخدم سابقا كمحل للكوتابيركا و يستخدم حالياً في تخريش باطن الأجهزة الاكريلية المتحركة لزيادة تثبيت المواد المبطنة ،وهو من انتاج (Sharlau Chemie ,SPAIN) الشكل (12)

7- **بيروكسيد الهيدروجين** H2O2

أو المـاء الأوكسـجيني وهـو سـائل عـديم اللـون ومتـوافر بتراكيـز عديـدة وتـم اختيـار التركيـزين 10% ، 20% لهذا البحث من إنتاج محلي .

Marerial	Description	Manufacturer	Composition
FRC POSTEC® PLUS	Fiber post	Ivoclar Vivadent	21% TEGDMA,UDMA, Highly dispersible silicon dioxide, 9% Ytterbium fluoride, 0.5% Stabilizers and catalysts, 70% Glass fibers
Radix® fiber Post	Fiber post	Dentsply, MAILLEFER, FRANCE	Quartz fibers 60% volume Epoxy resin 40% volume
Tetric Ceram®	Composite Resin	Ivoclar Vivadent	Bis-GMA,UDMA,TEGDMA 20,2% , Ytterbium fluoride, silicon dioxide,Barium silicate 79%
Excite	Adhesive System	Ivoclar Vivadent	HEMA,Phosphonic acid acrylate,silicon dioxide,initators
ULTRADENT	Silane Agent	ULTRADENT Products	Methacryloxy propyl trimethoxy silane
Methylene chloride	Solvent	Sharlau Chemie ,SPAIN	CH2Cl2
Hydrogen Peroxide	Solvent	local	H2O2

جدول (2) يبين المواد المستخدمة في هذا البحث

الأدوات المستخدمة في البحث :

1- قوالب بلاستيكية خاصة لصناعة النماذج الاكريلية و قوالب الكومبوزيت على شكل اسطوانات مفرغة بقطر داخلي 10 ملم وطول 25-30 ملم للنماذج ،وبقطر داخلي 2ملم وثخانة 2 ملم لقوالب الكومبوزيت وبقطر خارجي موحد 20 ملم .الشكل (13)

2- أقراص ماسية وأقراص زجاجية (سيليكون كارباید) مع الحامل الخاص من إنتاج شركة

(Nadima, Topdent ,New Delhi,India) الشكل (17)

3- قبضة ميكروتور مستقيمة وقبضة توربين.

4- اكريل ذاتي التصلب مسحوق وسائل **(DPI-RR Cold Cure,India)**

5- مقياس ثخانة يستخدم للتأكد من قطر الوتد وطوله وأبعاد النماذج.الشكل (15)

6- جهاز تصليب ضوئي LD-105 Bluelex انتاج (**Monitex Industrial New Taipei City 241, Taiwan)** باستطاعة 1000ميغا واط/سم2.**الشكل (16)**

7- سنابل إنهاء الكومبوزيت مخروطية الشكل

8- فازلين

9- لاصق سيليكوني

10- أدوات تطبيق الكومبوزيت

11- سيرنغ و ماء مقطر 12- جهاز الاختبارات الميكانيكي **instron** الشكل (14)

13- قلم تعليم حبر

14- عدسة مكبرة

15- ملقط سني وقطن

16- شمع صف



الشكل (7) أوتاد الفايبر radix



الشكل (8) أوتاد الفايبر postic



الشكل (9) المادة الرابطة excite



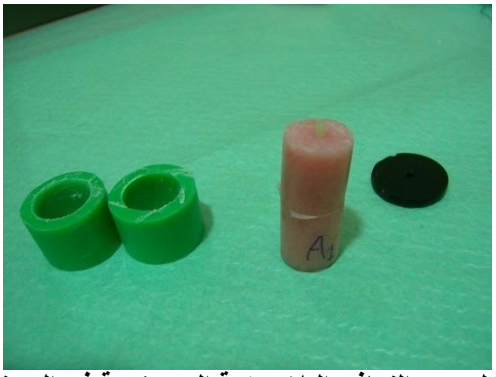
الشكل (10) السايلن الرابط ultradent



الشكل (11)كومبوزيت TETRIC CERAM



الشكل (12)سائل كلور الميتيلن



الشكل (13)النماذج البلاستيكية المستخدمة في البحث



الشكل(14) جهاز الاختبارات الميكانيكي



الشكل (15) مقياس الثخانة



الشكل (16) جهاز التصليب الضوئي



الشكل (17)الأقراص الماسية

ثانياً : طريقة العمل

تألفت عينة البحث من **76** وتداً ليفياً :

38 وتد ليفي زجاجي **FRC POSTEC® PLUS** من القياس **3** (الأكبر حجماً) بطول **20** ملم.

و**38** وتد ليفي من الكوارتز **(Radix® fiber Post)** من القياس **5** بطول **19** ملم .

المرحلة الأولى تحضير الأوتاد لعملية المعالجة الكيميائية

يتم قص الأوتاد الليفية لكلا النوعين بوساطة الأقراص الماسية الدوارة تحت الإرذاذ المائي ومن جهة الذروة ، للحصول على طول 12 ملم لكل وتد على شكل اسطوانة ويهمل الجزء المخروطي (الذروي) منها .

ثم يتم قص الأوتاد الاسطوانية بالأقراص ذاتها وتحت الارذاذ المائي إلى قسمين متساويين (**6 ± 0.1** مم) لكل قسم . الشكل (18)

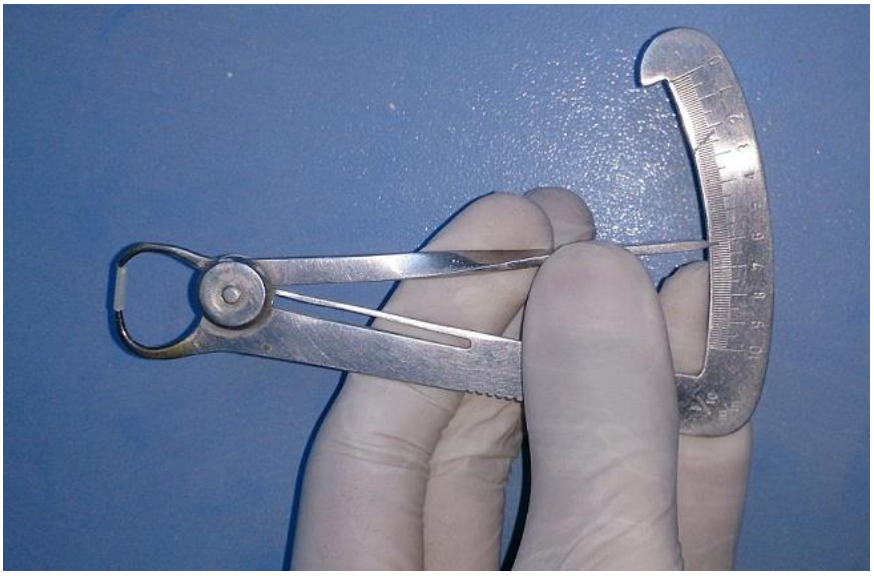
وبالتالي نحصل على:

38×2=76 قطعة لكل نوع من نوعي الأوتاد المدروسة.



الشكل (18)قص الأوتاد بوساطة الأقراص الماسية الدوارة

يتم استبعاد قطعة من كل نوع لنحصل على **75** قطعة اسطوانية لكل نوع من نوعي الوتد الليفي الزجاجي والكوارتز بأبعاد (**6 ± 0.1** مم) الشكل (19).



الشكل (19) التأكد من أبعاد قطع الأوتاد بوساطة مقياس الثخانة

يتم مزج الاكريل البارد ويوضع ضمن نموذج بلاستيكي اسطواني الشكل ،ثم توضع قطعة الوتد الليفي أفقياً في مركز النموذج، بوساطة ملقط سني ،وتسوّى بحيث تظهر نصف القطعة فقط من القالب ويغمر الباقي في الاكريل .الشكل (20)



الشكل (20)توضع قطعة الوتد الليفي ضمن النموذج الأكريلي

يتم هذا الإجراء لكل قطع الأوتاد في الدراسة ونحصل بالتالي على **150=2×75** نموذجاً اكريلياً يحوي كل منها قطعة وتد اسطوانية مركزية متوضّعة بشكل أفقي .الشكل (21)



الشكل(21) النموذج الأكريلي بعد فك القوالب البلاستيكية

بعد تصلب الاكريل يتم سحل الأجزاء الظاهرة من قطع الأوتاد ، إلى مستوى القالب الاكريلي بوساطة الأقراص الزجاجية متدرجة الخشونة بالسرعة البطيئة مع التبريد للوصول إلى سطح ناعم أملس للوتد .الشكل (22)



الشكل (22)سحل سطح النموذج الاكريلي مع قطعة الوتد الظاهرة للوصول الى سطح مستوٍ

ويتم التأكد من أبعاد سطح الأوتاد بوساطة أداة القياس ، والتي يجب أن تكون مستطيلاً بأبعاد **2×6** مم مع هامش خطأ 0.1 مم .الشكل (23)



الشكل (23)التأكد من أبعاد الوتد الليفي بوساطة مقياس الثخانة

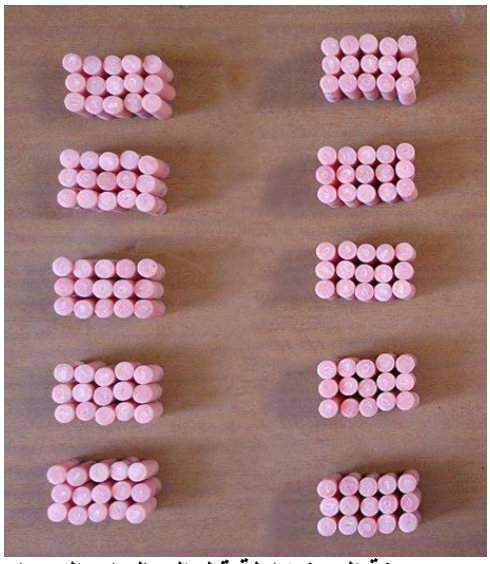
نقوم بتطبيق لاصق سيليكوني بمساحة أقل من 1 مم على ضلعي المستطيل الاصغر ، وذلك لزيادة تثبيت قطعة الوتد بالنموذج الاكريلي ، ومنع انفصالها أثناء إجراء الاختبار الميكانيكي ،حيث تم إجراء الاختبار بداية على إحدى القطع ، وتبيّن أن قطعة الوتد قد تنفصل عن النموذج الاكريلي أثناء إجراء الاختبار ، وبعد تطبيق اللاصق تمّت إعادة التجربة ولم يحدث هذا الانفصال .

بعد تطبيق اللاصق تنظّف سطوح الأوتاد بالماء المقطر بجهاز الأمواج فوق الصوتية لمدة دقيقتين ثم تجفّف بالهواء لمدة دقيقة ،ونحصل بالتالي على **150** نموذج جاهز للمعالجات الكيميائية.

المرحلة الثانية تتضمّن المعالجات الكيميائية لسطوح الأوتاد :

تقسم عينة البحث عشوائياً إلى 5 مجموعات في كل مجموعة **30** نموذجاً .

وتقسم كل مجموعة ضمنياً إلى مجموعتين يحوي كل منهما 15 نموذجاً لأوتادٍ ليفية زجاجية و 15 نموذجاً لأوتادٍ ليفية من الكوارتز .الشكل (24)



الشكل (24) عينة البحث كاملة قبل المعالجات الكيميائية

ثم نقوم بإجراء المعالجات الكيميائية للنماذج وفق ما يلي :

1- المجموعة A : المجموعة الشاهدة

وتقسم إلى مجموعتين فرعيتين حسب نوع الوتد المستخدم :

(A1 Fiber glass , A2 Fiber quartz)

لا تعالج هذه المجموعة بأي محل كيميائي ، بل يتمّ تطبيق السايلن بوساطة فرشاة خاصة مباشرة بعد تجفيف السطوح وذلك حسب تعليمات الشركة المصنعة لمدة **60** ثانية .الشكل (25)



الشكل (25)تطبيق السايلن على سطوح الأوتاد

2- المجموعة B :

تعرض هذه المجموعة لبيروكسيد الهيدروجين **10%** لمدة **20** دقيقة بوساطة غمرها في السائل في درجة حرارة الغرفة .الشكل (26)

وتقسم كذلك إلى مجموعتين فرعيتين **(B1 , B2)** حسب نوع الوتد المستخدم .



الشكل (26)غمر العينات في سائل بيروكسيد الهيدروجين 10% لمدة 20 دقيقة

3- المجموعة C :

تعرّض هذه المجموعة لبيروكسيد الهيدروجين **20%** لمدة **10** دقائق بوساطة غمرها في السائل في درجة حرارة الغرفة.

وتقسم كذلك إلى مجموعتين فرعيتين **(C1 , C2)** حسب نوع الوتد المستخدم .

4- المجموعة D :

تعرّض هذه المجموعة لقطنة مبلّلة بكلور الميتيلن لمدة 5 ثوانٍ فقط في درجة حرارة الغرفة.

وتقسم كالسابق إلى مجموعتين **(D1,D2)** حسب نوع الوتد المستخدم.الشكل (27)



الشكل (27) تطبيق كلور الميتيلن لمدة 5 ثوانٍ بوساطة قطنة مبللة

5- المجموعة E :

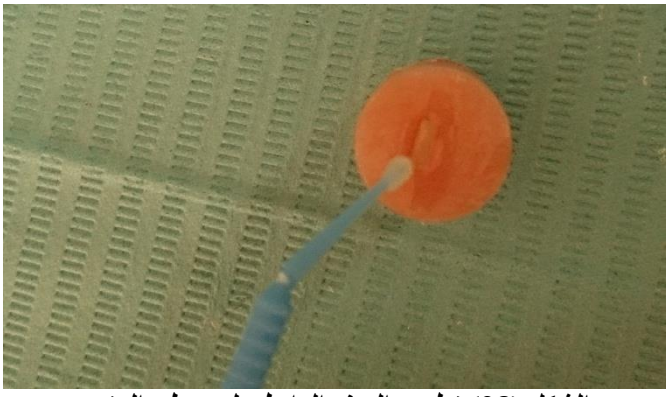
تعرض هذه المجموعة لقطنة مبللة بكلور الميتيلن لمدة **10** ثوانٍ في درجة حرارة الغرفة وتقسم كالسابق إلى مجموعتين **(E1,E2)** حسب نوع الوتد المستخدم .

(التراكيز والطريقة المستخدمة في المجموعتين **B&D** هي وفقاً لدراسات سابقة)

(Monticelli F et al, 2006b) (Vano M et al. 2006) (Yenisey M, Kulunk S 2008).

بعد تطبيق المعالجات الكيميائية في المجموعات الأربع الأخيرة ، تغسل النماذج لمدة دقيقتين بالماء المقطر بوساطة سيرنغ ، ثم تجفف بالهواء لمدة 10 ثانية، ثم نطبق السايلن بوساطة فرشاة وهواء لطيف حسب تعليمات الشركة المصنعة لمدة 60 ثانية .

بعد ذلك يتم تطبيق البوند الرابط وتصليبه لمدة 20 ثانية بوساطة جهاز التصليب الضوئي حسب تعليمات الشركة المصنعة .الشكل (28)



الشكل (28) تطبيق البوند الرابط على سطح الوتد

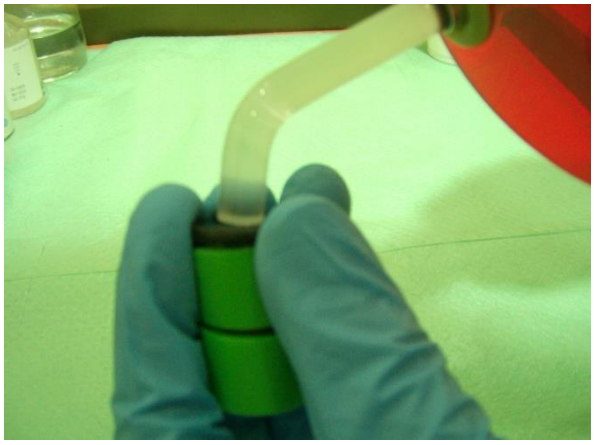
يتم بناء قلب الكومبوزيت وفق التقنيات الحديثة على طبقات ، بوساطة نموذج بلاستيكي اسطواني بقطر 15 ملم وثخانة 2 ملم.

يطبّق النموذج البلاستيكي فوق النموذج الاكريلي الذي يحوي قطعة الوتد الليفي ، ويثبت بشمع الصف ،ويحوي النموذج البلاستيكي ثقباً مركزياً دائرياً قطره 2 ملم يتوضع فوق سطح الوتد الليفي على النموذج الاكريلي.الشكل (29)



الشكل (29) بناء قلب الكومبوزيت بوساطة قالب بلاستيكي مصمم للبحث

يتم ملء الثقب بالكومبوزيت والتأكّد من وصوله لسطح الوتد بوساطة مدك كومبوزيت، ثم يتم تصليب الكومبوزيت بوساطة جهاز التصليب لمدة 20 ثانية .الشكل (30)، ثم يرفع النموذج البلاستيكي للقلب ، وتزال الزوائد وتشذّب الحواف بوساطة سنبلة إنهاء كومبوزيت مخروطية.الشكل (31)

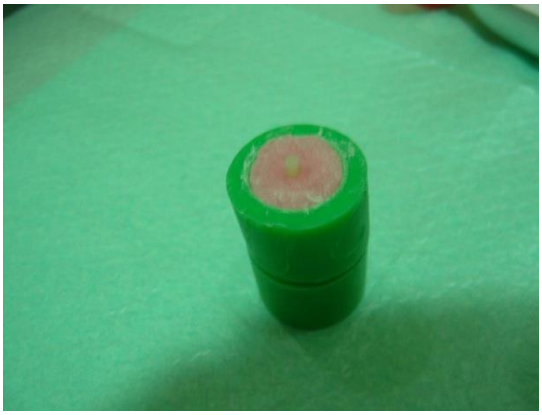


الشكل (30) تصليب قلب الكومبوزيت

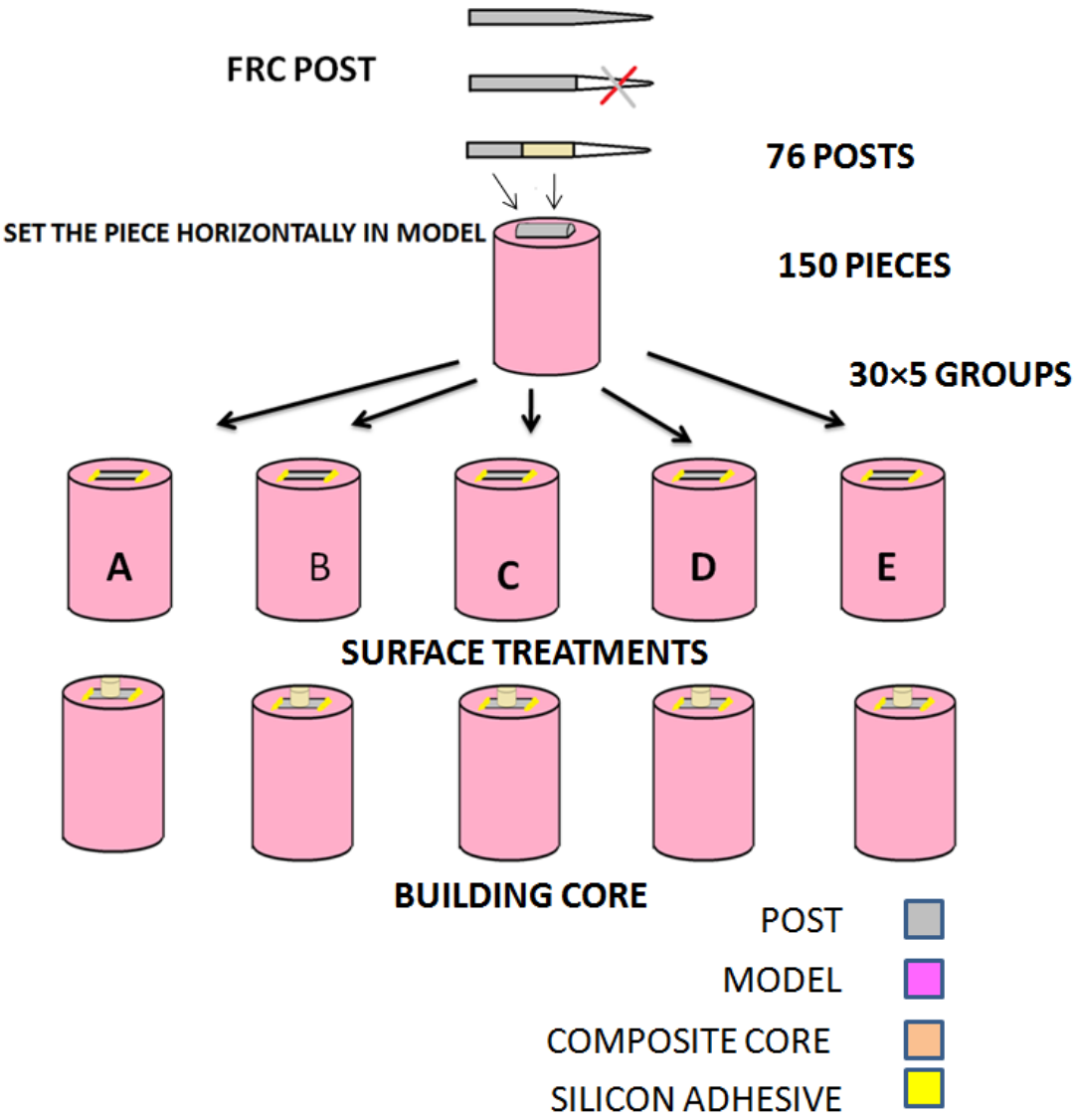
و توضع النماذج في الماء بدرجة حرارة 37 لمدة 24 ساعة .



الشكل (31) إنهاء الكومبوزيت



الشكل (32) الشكل النهائي للنموذج

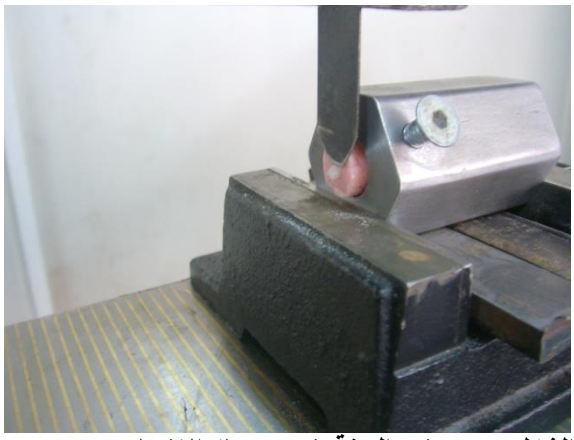


الشكل (33) يبين مخطط لطريقة العمل وتحضير النماذج قبل الاختبار الميكانيكي

المرحلة الثالثة : الاختبار الميكانيكي للنماذج

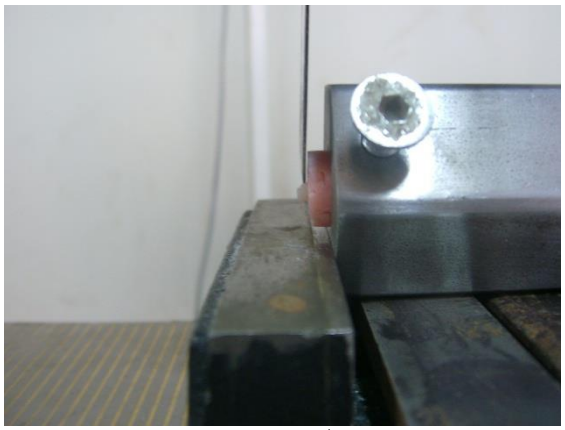
تم الاختبار الميكانيكي لقوى القص للنماذج بوساطة جهاز الاختبارات الميكانيكية **(INSTRON)** الموجود في كلية الهندسة الميكانيكية في جامعة دمشق ، وبإشراف الدكتور محمد مازن يعقوب .

وذلك عبر تطبيق قوى القص أفقياً في منطقة التقاء قلب الكومبوزيت مع سطح الوتد الليفي وبشكل موازٍ للمحور الطولي للوتد الليفي .الشكل (34)



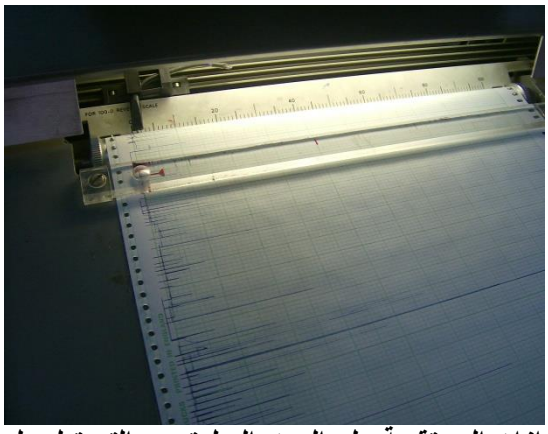
الشكل (34)وضع العينة ضمن جهاز الاختبار

وضعت العينات المراد قياس شدة ارتباطها ضمن قالب معدني وسط طاولة عمل الجهاز ، وتم إنزال رأس أداة التطبيق(الشفرة) ذات قياس رأس 0.5 مم بحيث يكون منحى تطبيق القوى مماساً لسطح الإرتباط بين سطح الوتد وقلب الكومبوزيت ،وموازياً لاتجاه الألياف ضمن قطعة الوتد ، بسرعة رأس التحميل 1 mm/min، راسماً اهتزازات مستقيمة على الورق الميليمتري تدلّ على قيمة القوة المطبقة والتي تتزايد بتسارع معين تم ضبطه ، وذلك حتى حدوث الفشل (فكّ الارتباط بين الوتد الليفي وقلب الكومبوزيت) وعندها يتوقف الجهاز عن الضغط . **الشكل (35)**



الشكل (35) مقطع سهمي لسكين القص

تسجل قيمة القوة المطبقة من قبل الجهاز عند حدوث الفشل بالنيوتن بناء على عدد المربعات التي قطعها راسم الجهاز على الورق الميلمتري .الشكل (36)

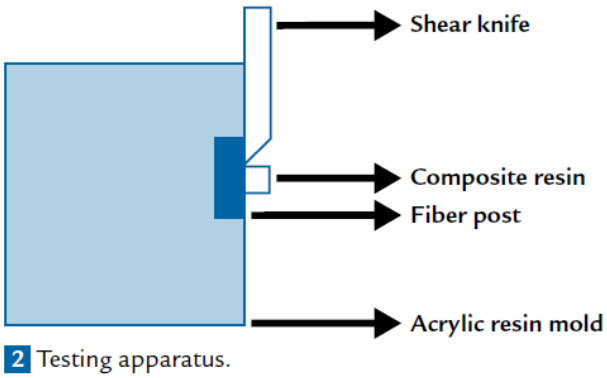


الشكل (36) الاهتزازات المستقيمة على الورق الميلمتري والتي تدل على قيمة القوة المطبقة

ويتم تقسيمها على مساحة سطح الالتصاق والتي تساوي :

$$A = r^2 \times \pi = 1^2 \times 3.14 = 3.14\ mm^2$$

حيث **r** هو نصف قطر مساحة سطح الالتصاق والذي يساوي **1 mm**. وعندها نحصل على قيمة الضغط المطبق بالنيوتن/مم2 والتي تعادل **1** ميغاباسكال **(MPa)**.



2 Testing apparatus.

الشكل(37) يبين كيفية اجراء اختبار القص على النماذج

(M 2011Katyayan) (HD Kim 2013) (Kulunk 2008)

يتم جمع البيانات المسجلة و تحليلها احصائياً بتحليل التباين أحادي الجانب **ANOVA** إضافة للتحاليل الثانوية **(Bonferroni,Dunnet)** بوساطة برنامج **PRISM4** إصدار عام 2005.

الباب الثالث

الدراسة الإحصائية و النتائج

أولاً - وصف العينة :

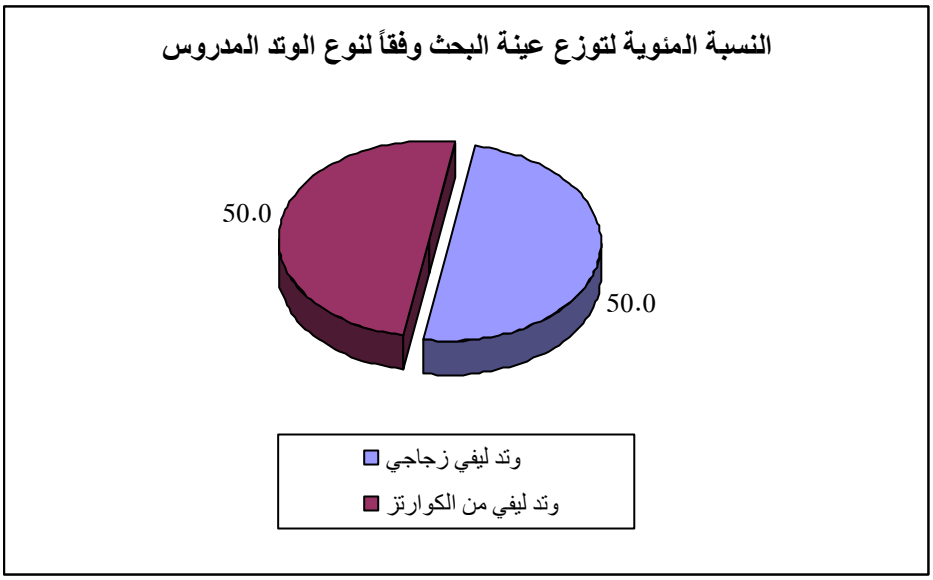
تألفت عينة البحث من 150 نموذجاً متطابقاً من حيث الشكل والحجم مأخوذاً من 76 وتداً ليفياً ، وقسّمت عينة البحث إلى مجموعتين رئيستين اثنتين وفقاً لنوع الوتد المدروس (وتد ليفي زجاجي، وتد ليفي من الكوارتز).

وقسمت كل من المجموعتين الرئيستين إلى خمس مجموعات فرعية متساوية وفقاً للمادة الكيميائية المعالجة المستخدمة (مادة **H2O2 10%** لمدة 20 دقيقة، مادة **H2O2 20%** لمدة 10 دقائق، مادة **CH2CL2** لمدة 5 ثواني، مادة **CH2CL2** لمدة 10 ثواني، المجموعة الشاهدة)، وقد كان توزع عينة البحث كما يلي:

1 – توزع عينة البحث وفقاً لنوع الوتد المدروس:

جدول رقم(3) يبين توزع عينة البحث وفقاً لنوع الوتد المدروس.

نوع الوتد المدروس	عدد النماذج	النسبة المئوية
وتد ليفي زجاجي	75	50.0
وتد ليفي من الكوارتز	75	50.0
المجموع	150	100

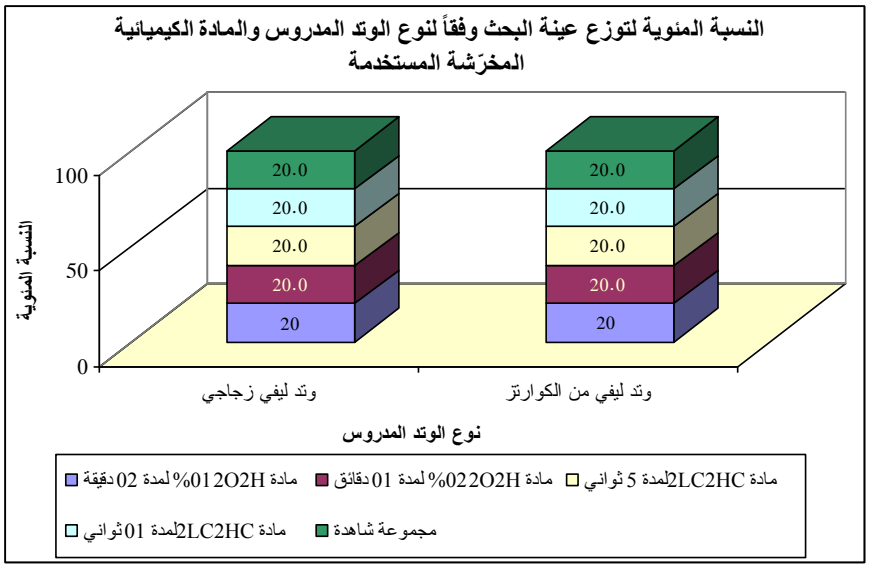


مخطط رقم (1) يمثل النسبة المئوية لتوزع عينة البحث وفقاً لنوع الوتد المدروس.

2 – توزع عينة البحث وفقاً لنوع الوتد المدروس والمادة الكيميائية المخرّشة المستخدمة:

جدول رقم(4) يبين توزع عينة البحث وفقاً لنوع الوتد المدروس والمادة الكيميائية المخرّشة المستخدمة.

نوع الوتد المدروس	المعالجة الكيميائية المستخدمة	عدد النماذج	النسبة المئوية
وتد ليفي زجاجي	مادة H2O2 10% لمدة 20 دقيقة B1	15	20.0
	مادة H2O2 20% لمدة 10 دقائق C1	15	20.0
	مادة CH2CL2 لمدة 5 ثواني D1	15	20.0
	مادة CH2CL2 لمدة 10 ثواني E1	15	20.0
	المجموعة الشاهدة A1	15	20.0
	المجموع	**75**	100
وتد ليفي من الكوارتز	مادة H2O2 10% لمدة 20 دقيقة B2	15	20.0
	مادة H2O2 20% لمدة 10 دقائق C2	15	20.0
	مادة CH2CL2 لمدة 5 ثواني D2	15	20.0
	مادة CH2CL2 لمدة 10 ثواني E2	15	20.0
	المجموعة الشاهدة A2	15	20.0
	المجموع	75	100



مخطط رقم (2) يمثل النسبة المئوية لتوزع عينة البحث وفقاً لنوع الوتد المدروس والمادة الكيميائية المخرّشة المستخدمة.

ثانياً ـ الدراسة الإحصائية التحليلية :

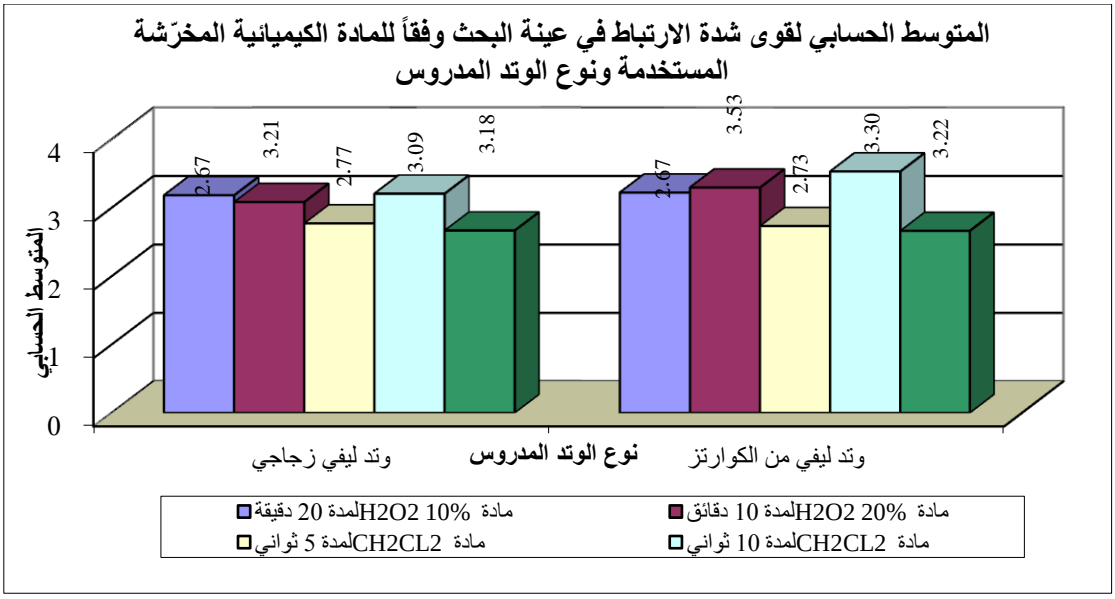
تـمّ قيـاس مقاومـة القـص بـالنيوتن/مم^2 أو الميغاباسـكال **(MPa)** لكـل نمـوذج مـن نمـاذج الأوتـاد الليفيـة المدروسـة فـي عينـة البحـث ، ثـم تمّـت دراسـة تـأثير نـوع الوتـد المـدروس والمـادة الكيميائيـة المخرّشـة المسـتخدمة علـى شـدة الارتبـاط مـع الكومبوزيـت فـي عينـة البحـث وكانـت نتـائج التحليـل كما يلي:

1- دراسـة تـأثير المـادة الكيميائيـة المخرّشـة المسـتخدمة علـى شـدة الارتبـاط مـع الكومبوزيـت في عينة البحث وفقاً لنوع الوتد المدروس:

تم إجراء اختبار تحليل التباين أحادي الجانب **ANOVA** لدراسة دلالة الفروق في متوسط قوى شدة الارتباط بين مجموعات المادة الكيميائية المخرّشة المستخدمة المدروسة في عينة البحث، وذلك وفقاً لنوع الوتد المدروس كما يلي:

جدول رقم(5)يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لقوى القص في عينة البحث وفقاً للمادة الكيميائية المخرّشة المستخدمة ونوع الوتد المدروس.

المتغير المدروس	نوع الوتد المدروس	المادة الكيميائية المخرّشة المستخدمة	عدد النماذج	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى
قوى شدة الارتباط (MPa)	وتد ليفي زجاجي	مادة H2O2 10% لمدة 20 دقيقة	15	3.18	0.8	0.2	1.66	5
		مادة H2O2 20% لمدة 10 دقائق	15	3.09	0.44	0.11	2.33	3.83
		مادة CH2CL2 لمدة 5 ثواني	15	2.77	0.66	0.17	1.83	4.33
		مادة CH2CL2 لمدة 10 ثواني	15	3.21	0.58	0.15	2	4.33
		المجموعة الشاهدة	15	2.67	0.62	0.16	1.92	4.16
	وتد ليفي من الكوارتز	مادة H2O2 10% لمدة 20 دقيقة	15	3.22	0.43	0.11	2.33	3.66
		مادة H2O2 20% لمدة 10 دقائق	15	3.30	0.55	0.14	2.33	4.33
		مادة CH2CL2 لمدة 5 ثواني	15	2.73	0.32	0.08	2.16	3.16
		مادة CH2CL2 لمدة 10 ثواني	15	3.53	0.86	0.22	2	5
		المجموعة الشاهدة	15	2.67	0.54	0.14	1.66	3.5



مخطط رقم (3) يمثل المتوسط الحسابي لقوى شدة الارتباط في عينة البحث وفقاً للمادة الكيميائية المخرّشة المستخدمة ونوع الوتد المدروس.

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

جدول رقم (6) يبين نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط قوى شدة الارتباط بين مجموعات المادة الكيميائية المخرّشة المستخدمة في عينة البحث، وذلك وفقاً لنوع الوتد المدروس.

المتغير المدروس	نوع الوتد المدروس	قيمة F المحسوبة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
قوى شدة الارتباط MPa	وتد ليفي زجاجي	2.578	0.0448	توجد فروق دالة
	وتد ليفي من الكوارتز	6.635	0.0001	توجد فروق دالة

يُلاحظ في الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05 مهما كان نوع الوتد المدروس (وتد ليفي زجاجي، وتد ليفي من الكوارتز)، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط قوى شدة الارتباط بين مجموعات المادة الكيميائية المخرّشة المستخدمة ، وذلك مهما كان نوع الوتد المدروس في عينة البحث.

ولمعرفة أي من المجموعات تسبب في إحداث هذه الفروق ، تمّ إجراء اختبار **Bonferroni** للمقارنة الثنائية بين المجموعات في كل من مجموعات الأوتاد الليفية من الزجاج ومجموعات الأوتاد الليفية الكوارتز وفي عينة البحث كاملة وفقاً للجداول التالية :

جدول رقم (7) يبين نتائج اختبار Bonferroni لدراسة دلالة الفروق في متوسطات شدة الارتباط بين مجموعات الأوتاد الليفية الزجاجية(N=15)

المقارنة بين المجموعات	الفرق في المتوسطات	قيمة t	قيمة p	دلالة الفروق
المجموعة A1 والمجموعة B1	-0.5153	2.222	P > 0.05	لا توجد فروق
المجموعة A1و المجموعة C1	-0.4160	1.794	P > 0.05	لا توجد فروق
المجموعة A1 والمجموعة D1	-0.1027	0.4427	P > 0.05	لا توجد فروق
المجموعة A1 والمجموعة E1	-0.6040	2.604	P > 0.05	لا توجد فروق
المجموعة B1 والمجموعة C1	0.0933	0.4283	P > 0.05	لا توجد فروق
المجموعة B1 والمجموعة D1	0.4127	1.779	P > 0.05	لا توجد فروق
المجموعة B1 والمجموعة E1	-0.0886	0.3823	P > 0.05	لا توجد فروق
المجموعة C1 والمجموعة D1	0.3133	1.351	P > 0.05	لا توجد فروق
المجموعة C1 والمجموعة E1	-0.1880	0.8106	P > 0.05	لا توجد فروق
المجموعة D1 والمجموعة E1	-0.5013	2.162	P > 0.05	لا توجد فروق

جدول رقم(8) يبين نتائج اختبار Bonferroni لدراسة دلالة الفروق في متوسطات شدة الارتباط بين مجموعات الأوتاد الليفية الكوارتز(N=15)

المقارنة بين المجموعات	الفرق في المتوسطات	قيمة t	قيمة p	دلالة الفروق
المجموعة A2والمجموعة B2	-0.5627	2.697	P > 0.05	لا توجد فروق
المجموعة A2و المجموعة C2	-0.6680	3.201	P < 0.05	**توجد فروق**
المجموعة A2 والمجموعة D2	-0.0746	0.3578	P > 0.05	لا توجد فروق
المجموعة A2 والمجموعة E2	-0.8687	4..163	P < 0.001	**توجد فروق**
المجموعة B2 والمجموعة C2	-0.1053	0.5048	P > 0.05	لا توجد فروق
المجموعة B2 والمجموعة D2	0.4880	2.239	P > 0.05	لا توجد فروق
المجموعة B2 والمجموعة E2	-0.3060	1.467	P > 0.05	لا توجد فروق
المجموعة C2 والمجموعة D2	0.5933	2.844	P > 0.05	لا توجد فروق
المجموعة C2 والمجموعة E2	-0.2007	0.9617	P > 0.05	لا توجد فروق
المجموعة D2 والمجموعة E2	-0.7940	3.805	P < 0.05	**توجد فروق**

جدول رقم (9)) يبين نتائج اختبار Bonferroni لدراسة دلالة الفروق في متوسطات شدة الارتباط بين مجموعات الأوتاد الليفية مجتمعة (عينة البحث كاملة : كوارتز و زجاج) (N=30)

المقارنة بين المجموعات	الفرق في المتوسطات	قيمة t	قيمة p	دلالة الفروق
المجموعة Aوالمجموعة B	-0.5390	3.484	P < 0.05	**توجد فروق**
المجموعة Aو المجموعة C	-0.5420	3.503	P < 0.05	**توجد فروق**
المجموعة A والمجموعة D	-0.0887	0.5731	P > 0.05	لا توجد فروق
المجموعة A والمجموعة E	-0.7363	4.759	P < 0.001	**توجد فروق**
المجموعة B والمجموعة C	-0.003	0.0193	P > 0.05	لا توجد فروق
المجموعة B والمجموعة D	0.4503	2.911	P < 0.05	**توجد فروق**
المجموعة B والمجموعة E	-0.1973	1.275	P > 0.05	لا توجد فروق
المجموعة C والمجموعة D	0.4533	2.930	P < 0.05	**توجد فروق**
المجموعة C والمجموعة E	-0.1943	1.256	P > 0.05	لا توجد فروق
المجموعة D والمجموعة E	-0.6477	4.186	P < 0.05	**توجد فروق**

نلاحظ من الجدول رقم (7) عدم وجود فروق دالة عند المقارنة الثنائية بين مجموعات الأوتاد الليفية الزجاجية ، رغم أن قيمة مستوى الدلالة في تحليل **ANOVA** كانت **P=0.048** أصغر من 0.05 ، وربما يعود ذلك إلى أن قيمة P قريبة جداً من 0.05 ،لذلك نقوم بإجراء اختبار **Dunnet** ذو الحساسية العالية لمقارنة مجموعات الأوتاد الليفية الزجاجية المعالجة **بالمجموعة الشاهدة** وفق الجدول التالي :

جدول رقم(10) يبين نتائج اختبار Dunnet لمقارنة متوسطات شدة الارتباط لمجموعات أوتاد الزجاج مع المجموعة الشاهدة

المقارنة بين المجموعات	الفرق في المتوسطات	قيمة t	قيمة p	دلالة الفروق
المجموعة A1 والمجموعة B1	-0.5153	2.222	P > 0.05	لا توجد فروق
المجموعة A1و المجموعة C1	-0.4160	1.794	P > 0.05	لا توجد فروق
المجموعة A1 والمجموعة D1	-0.1027	0.4427	P > 0.05	لا توجد فروق
المجموعة A1 والمجموعة E1	-0.6040	2.604	P < 0.05	**توجد فروق**

ويتبين من خلال الجدول (10) وجود فروق ذات دلالة بين مجموعة الأوتاد الزجاجية المخرشة بكلور الميتيلن 10 ثوانٍ وبين المجموعة الشاهدة ، حيث كانت قيمة مستوى الدلالة أصغر من 0.05. وحيث أن إشارة فرق المتوسطين سالبة ، فالتفوّق هنا للمجموعة المخرشة بكلور الميتيلن 10 ثوانٍ على المجموعة الشاهدة.

ونلاحظ من الجدول رقم (8) وجود فروق دالة في مجموعة الأوتاد الليفية الكوارتز بين كل من مجموعة الأوتاد الليفية الكوارتز المخرشة ببيروكسيد الهيدروجين **H202** بتركيز 20% لمدة عشر دقائق ، ومجموعة الأوتاد الليفية الكوارتز المخرشة بكلور الميتيلن مدة 10 ثوان وبين المجموعة الشاهدة .

كما نلاحظ وجود فروق دالة بين مجموعة الأوتاد الليفية الكوارتز المخرشة بكلور الميتيلن مدة 10 ثوان وبين مجموعة الأوتاد الليفية الكوارتز المخرشة بكلور الميتيلن لمدة 5 ثوان .
وتشير الإشارة الجبرية لفروق المتوسطات إلى أن مجموعة الأوتاد الليفية المخرشة بكلور الميتيلن 10 ثوان تفوقت على المجموعة الشاهدة وعلى مجموعة الاوتاد الليفية المخرشة بكلور الميتيلن لمدة 5 ثوان.
كما تفوقت مجموعة الأوتاد الليفية الكوارتز المخرشة ببيروكسيد الهيدروجين بتركيز 20% لمدة عشر دقائق على المجموعة الشاهدة بناء على الإشارة الجبرية لفرق المتوسط بين المجموعتين.

ونلاحظ من الجدول رقم (9) وجود فروق دالة بين مجموعة الأوتاد الليفية المخرشة ببيروكسيد الهيدروجين بتركيز 20% لمدة عشر دقائق و بتركيز 10% لمدة عشرين دقيقة و كلور الميتيلن لمدة 10 ثوانٍ وبين المجموعة الشاهدة وذلك في عينة البحث كاملة .

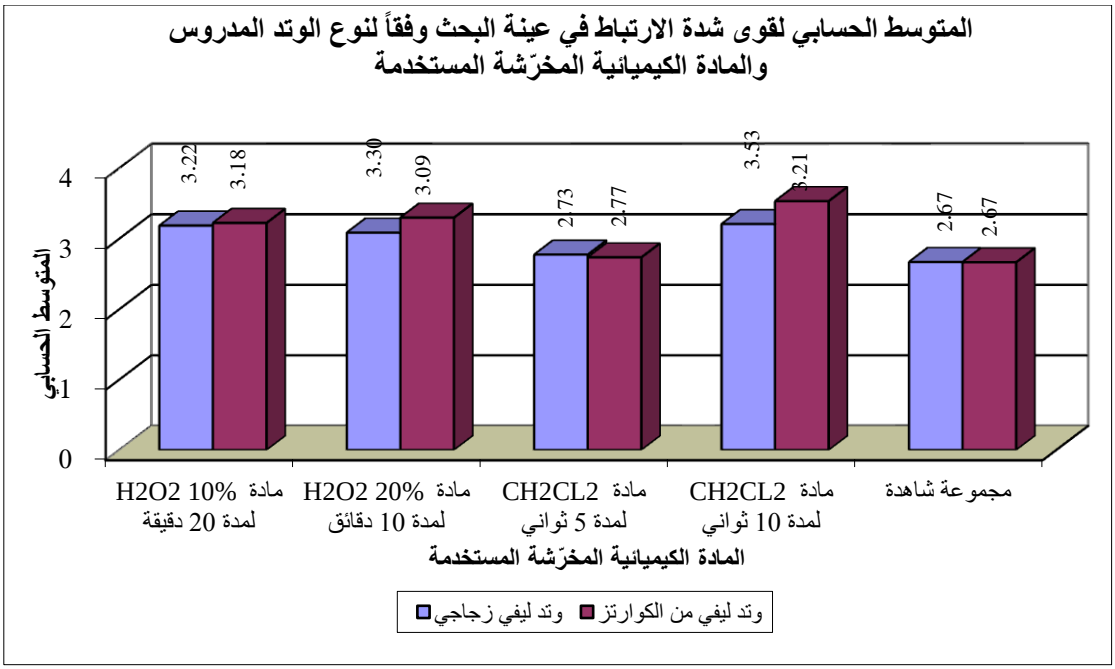
كما نلاحظ وجود فروق دالة بين مجموعة الأوتاد الليفية المخرشة ببيروكسيد الهيدروجين بتركيز 20% لمدة عشر دقائق و بتركيز 10% لمدة عشرين دقيقة و كلور الميتيلن لمدة 10 ثوانٍ وبين مجموعة الأوتاد الليفية المخرشة بكلور الميتيلن لمدة 5 ثوانٍ وذلك في عينة البحث كاملة أيضاً .

2- دراسة تأثير نوع الوتد المدروس على قوى شدة الارتباط في عينة البحث وفقاً للمادة الكيميائية المخرّشة المستخدمة:

- تم إجراء اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط قوى شدة الارتباط بين مجموعة الأوتاد الليفية الزجاجية ومجموعة الأوتاد الليفية من الكوارتز في عينة البحث، وذلك وفقاً للمادة الكيميائية المخرّشة المستخدمة كما يلي:

جدول رقم (11) يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لقوى شدة الارتباط في عينة البحث وفقاً لنوع الوتد المدروس والمادة الكيميائية المخرّشة المستخدمة.

المتغير المدروس	المعالجة الكيميائية المستخدمة	نوع الوتد المدروس	عدد النماذج	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى
قوى القص (MPa)	مادة H2O2 10% لمدة 20 دقيقة	وتد ليفي زجاجي B1	15	3.18	0.8	0.2	1.66	5
		وتد ليفي من الكوارتز B2	15	3.22	0.43	0.11	2.33	3.66
	مادة H2O2 20% لمدة 10 دقائق	وتد ليفي زجاجي C1	15	3.09	0.44	0.11	2.33	3.83
		وتد ليفي من الكوارتز C2	15	3.30	0.55	0.14	2.33	4.33
	مادة CH2CL2 لمدة 5 ثواني	وتد ليفي زجاجي D1	15	2.77	0.66	0.17	1.8	4.33
		وتد ليفي من الكوارتز D2	15	2.73	0.32	0.08	2.16	3.16
	مادة CH2CL2 لمدة 10 ثواني	وتد ليفي زجاجي E1	15	3.21	0.58	0.15	2	4.33
		وتد ليفي من الكوارتز E2	15	3.53	0.86	0.22	2	5
	المجموعة الشاهدة	وتد ليفي زجاجي A1	15	2.67	0.62	0.16	1.92	4.16
		وتد ليفي من الكوارتز A2	15	2.67	0.54	0.14	1.66	3.50



مخطط رقم (4) يمثل المتوسط الحسابي لقوى شدة الارتباط في عينة البحث وفقاً لنوع الوتد المدروس والمادة الكيميائية المخرّشة المستخدمة.

- **نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة:**

جدول رقم (12) يبين نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط قوى شدة الارتباط بين مجموعة الأوتاد الليفية الزجاجية ومجموعة الأوتاد الليفية من الكوارتز في عينة البحث، وذلك وفقاً للمادة الكيميائية المخرّشة المستخدمة.

المتغير المدروس	المادة الكيميائية المخرّشة المستخدمة	قيمة t المحسوبة	درجات الحرية	الفرق بين المتوسطين	الخطأ المعياري للفرق	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
قوى شدة الارتباط (MPa)	مادة H2O2 10% لمدة 20 دقيقة	-0.2437	28	-0.04	0.78	0.8093	لا توجد فروق دالة
	مادة H2O2 20% لمدة 10 دقائق	1.337	28	-0.21	0.65	0.1919	لا توجد فروق دالة
	مادة CH2CL2 لمدة 5 ثواني	0.2397	28	0.04	0.66	0.8123	لا توجد فروق دالة
	مادة CH2CL2 لمدة 10 ثواني	1.474	28	-0.32	1.14	0.1516	لا توجد فروق دالة
	المجموعة الشاهدة	0.0345	28	0.00	0.57	0.9727	لا توجد فروق دالة

يُلاحظ في الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 مهما كانت المادة الكيميائية المخرّشة المستخدمة، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط قوى شدة الارتباط بين مجموعة الأوتاد الليفية الزجاجية ومجموعة الأوتاد الليفية من الكوارتز، وذلك في كل من مجموعات المادة الكيميائية المخرّشة المستخدمة

على حدة من عينة البحث، أي أنه مهما كانت نوعية المادة المخرشة فإن أياً من نوعي الأوتاد المستخدمة لم يظهر تفوقاً ذا دلالة إحصائية على الآخر.

ثالثاً - النتائج

1- تفوّقت تقنيّة تطبيق مادة كلور الميتيلن لمدة 10 ثوانٍ على تقنيّة المعالجة بالسايلن فقط ،وذلك في مجموعة الأوتاد الليفية الزجاجية ،وفي مجموعة الأوتاد الليفية الكوارتز ،وفي عينة البحث كاملة (الزجاجية و الكوارتز).

2- تفوّقت تقنيّة تطبيق مادة كلور الميتيلن لمدة 10 ثوانٍ على تقنيّة تطبيق مادة كلور الميتيلن لمدة 5 ثوانٍ ، وذلك في مجموعة الأوتاد الليفية الكوارتز ، وفي عينة البحث كاملة (الزجاجية والكوارتز).

3- تفوّقت تقنيّة تطبيق مادة بيروكسيد الهيدروجين بتركيز 20% لمدة عشر دقائق على تقنيّة المعالجة بالسايلن فقط ، وذلك في مجموعة الأوتاد الليفية الكوارتز ، وفي عينة البحث كاملة (الزجاجية والكوارتز).

4- تفوّقت تقنيّة تطبيق مادة بيروكسيد الهيدروجين بتركيز 10% لمدة عشرين دقيقة على تقنية المعالجة بالسايلن فقط ،وتقنيّة تطبيق كلور الميتيلن لمدة 5 ثوانٍ ،وذلك في عينة البحث كاملة فقط (الزجاجية والكوارتز).

5- لم يكن هناك فروق دالة احصائياً بين نوعي الأوتاد المستخدمة ، مهما كانت المادة الكيميائية المخرشة ، وحتى في المجموعة الشاهدة .

الباب الرابع

المناقشة والاستنتاجات

ركّـزت الدراسـات المخبريـة والسـريرية فـي مجـال الأوتـاد الليفيـة علـى تحسـين الارتبـاط بـين عـاج القنـاة الجذريّـة وبـين الوتـد الليفـي ، وعلـى تحسـين الخـواصّ الميكانيكيـة لكومبوزيـت القلـوب ، بينمـا لـم يحـظ تحسـين الارتبـاط بـين الوتـد الليفـي و قلـب الكومبوزيـت بـالكثير ، حيـث لا يـزال هـذا الارتبـاط دون المسـتوى (**Sahafi A et al. 2003**)، نظـراً لعـدم وجـود تـداخل كيميـائي حقيقـي بـين نـوعين مختلفـين مـن الـراتنج ، و نظـراً لأن التـداخل الميكـانيكي والميكـانيكي المجهـريّ غيـر كافٍ (**Ferrari M et al. 2006a**).

وهنـا كانـت الحاجـة للمعالجـة الكيميائيـة لسـطوح الأوتـاد الليفيـة ، حيـث نجحـت هـذه المعالجـات وبشـكلٍ متفـاوت فـي كشـف الأليـاف ضـمن القالـب الراتنجـي للوتـد ، للسـايلن الـرابط ، وتحقيـق تـداخل كيميـائي شـبيه بـذلك الموجـود بـين الخـزف والمعـدن ، إضـافة للتـداخل الميكـانيكي المجهـري الشـبيه بـذلك الموجـود بـين الميناء والكومبوزيـت، وبالتـالي تحسـين الارتبـاط بـين الأوتـاد الليفيـة وكومبوزيت القلوب (**Machado AC et al. 2014**) .

يعتبـر بيروكسـيد الهيـدروجين مـادة شـائعة الاسـتخدام فـي المجـال السـني ، وتـمّ اكتشـاف تـأثيره المخـرّش علـى راتـنج الإيبوكسـي وغيـره مـن الراتنجـات، والاسـتفادة بـذلك مـن خـلال تخـريش سـطوح الأوتـاد الليفيـة وكشـف الأليـاف الزجاجيـة أو الكـوارتز للسـايلن ، وبالتـالي تحسـين الارتبـاط الكيميائي عن طريق السايلن (**Vano M et al. 2006**) (**Naves LZ et al. 2011**).

يعتمـد تـأثير البيروكسـيد علـى تركيـزه وعلـى زمـن التخـريش ، حيـث أكّـدت بعـض الدراسـات أنـه كلّمـا زاد التركيـز أو الـزمن زاد تحلّـل القالـب الراتنجـي وانكشـاف الأليـاف ، مـع وجـود احتمـال تخـرّب القالـب ، إلا أن الدراسـات اختلفـت حـول التركيـز والـزمن الأنسـب لتخـريش سـطوح الأوتـاد الليفيـة ، واتّفقـت حـول عـدم تخـرّب الأليـاف ضـمن القالـب عنـد تخريشـها ببيروكسـيد الهيـدروجين مهمـا زاد التركيز (**Vano M et al. 2006**) (**Monticelli F et al. 2006b**) (**Zhang Y et al. 2011**) (**Machado AC et al. 2014**) .

يعتبـر كلـور الميتـيلين مـادة مسـرطنة تسـتعمل فـي تخـريش سـطوح الأجهـزة المتحركـة لتبطينهـا ، ممّـا يسـمح باسـتخدامها بحـذر فـي مجـال معالجـة سـطوح الأوتـاد نظـراً لتخريشـها الشـديد للراتنجـات (**Gauravi J et al 2014**).

قـارن **Kulunk &Yenisey** بـين البيروكسـيد وبـين كلـور الميتـيلين المطبـق لمـدة **5** ثـوانٍ ، وبيّنـا أن كلـور الميتـيلين لـم يـنجح فـي تحسـين قـوى القـصّ عنـد تطبيقـه فـي الـزمن المـذكور، وربّمـا

كانت زيادة الزمن كفيلة بتحسين هذه القوى ضمن الحدود الدنيا التي تضمن عدم تخرّب بنية القالب الراتنجي **(Yenisey M, Kulunk S 2008).**

بالمقابل ، بيّن **Elsaka** أن التخريش بكلور الميتيلن لمدة 5 و 10 دقائق قد حسّن بشكلٍ كبير من قوة الارتباط بين سطح الوتد الليفي وقلب الكومبوزيت ، بشكلٍ مشابه لتأثير بيروكسيد الهيدروجين ، وأظهر عدم وجود تخرّب في بنية الوتد الليفي مجهريّاً **(Elsaka ES 2013).**

تمّ اختيار كومبوزيت **Tetric Ceram** نظراً لشيوع استخدامه في مجال بناء القلوب، وخواصه الميكانيكية الجيدة، وتمّ توحيد اللون في جميع العينات **A1** .

تمّ اختيار نوعين مختلفين من الأوتاد الليفية (زجاج – كوارتز) من شركتين مختلفتين وبتراكيب ونسب مختلفة للقالب الراتنجي ، لتقويم أثر نوع القالب الراتنجي في تعرّضه للمعالجة الكيميائية .

تمّ استبعاد الأجزاء المخروطية من الأوتاد ، للحصول على سطحٍ متوازٍ ومتجانس للوتد وقريب للحالة السريرية خلال بناء القلوب على الأوتاد ، وتمّ قصّ الأجزاء الاسطوانية إلى قطعتين بطول 6 مم لكل قطعة بوساطة الأقراص الماسية البطيئة تحت التبريد، لمراعاة عدم تخرّب الألياف ضمن الوتد .

كما تمّ سحل الأجزاء الظاهرة من الوتد تدريجياً ، ومع التبريد بواسطة الأقراص الزجاجية المتدرّجة ، للوصول إلى سطح مستوٍ و متمادي مع سطح النموذج الاكريلي ، مع مراعاة المحافظة على أبعاد سطح الوتد، والتأكّد منها بشكلٍ متكرّر بواسطة أداة القياس .

وتم إلصاق أطراف الوتد بالنموذج الاكريلي بلاصق سيليكوني ، لتجنّب انفصال الوتد عن النموذج الاكريلي أثناء الاختبار .

تمّت معالجة كامل سطح الوتد كيميائياً، وجعل نموذج قلب الكومبوزيت الاسطواني مركزياً بقطر 2 مم لتجنّب التشوّهات الناتجة عن قصّ الأوتاد واللاصق السيليكوني قدر الإمكان من الطرفين.

كما تمّ تفضيل النموذج الاسطواني على النموذج المكعب لقلب الكومبوزيت، لتفادي الزوايا الحادّة أثناء اختبار القص، والتي قد تسبّب صدوعاً وتشوّهات مبكّرة مما يؤثّر على نتائج الدراسة .

تم بناء قلوب الكومبوزيت للعيّنات بشكلٍ عشوائي وبدون ترتيب وخلال يومٍ واحد ، و تمّ وضع العيّنة ضمن جهاز الاختبارات الميكانيكي ، بحيث تكون القوة المطبّقة موازية لسطح الوتد ، كما تمّ التأكّد من حدّة سكّين القصّ في الجهاز بواسطة أداة القياس .

تمّ قياس القوة المطبّقة بالنيوتن ، ثم تمّ تحويلها الى ميغاباسكال بتقسيمها على مساحة سطح الالتصاق .

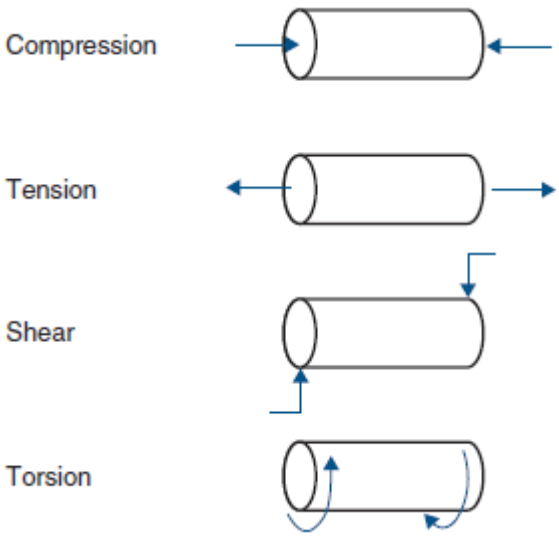
وتمّ استخدام تحليل **ANOVA** للتباين أحادي الجانب لدراسة متوسط الفروق بين مجموعات الأوتاد الليفية المعالجة بمحاليل مختلفة ،إضافة لتحليل **Bonferroni** وتحليل **Dunnet** للمقارنات الثنائية بين المجموعات عند وجود فروق ذات دلالة ، كما تم استخدام اختبار T للعيّنات المستقلة لدراسة متوسط الفروق بين مجموعتي الأوتاد الليفية الكوارتز والزجاج مهما كانت المعالجة الكيميائية المستخدمة .

يعبّر مصطلح قوة الارتباط عن الالتصاق البيني بين مادتين بينهما عامل لاصق, ويتم قياسه من خلال محاولة فصل المواد عن بعضها بعضاً، ومن هنا فإن كل اختبارات قوى الارتباط تصنّف بأنها إمّا مقاومة الارتباط تجاه قوى الشد ، وإمّا مقاومته تجاه قوى القص .

وسريرياً تتلقّى الأسنان إجهادات مختلفة في القوة والاتجاه، إلا أن الأسنان الأمامية تتلقّى إجهادات القص بشكلٍ أساسي، وتتوزع هذه الإجهادات على التاج والجذر(**Kivanc BH 2009)** ، وفي حال ترميم الأسنان بالأوتاد الليفية التالي للمعالجة اللبية مع الفقد الكبير في النسج السنية ،فإن هذه الترميمات تكون عرضةً للكسر بشكلٍ كبير، نتيجة القوى الأفقية ما لم تغطّى بتعويضات ثابتة (تيجان) . **(Baratieri LN et al. 2000)**.

يحدث إجهاد القص **(shear)** عندما تؤثر قوتان على المادة في اتجاهين متضادين ،ولكن لا تؤثران على المكان نفسه ، فتؤديان إلى تحريك جزء من المادة في اتجاه والجزء الآخر في اتجاه آخر، مما يؤدي إلى كسر في المادة وهو ما يعرف بالقصّ ، أو تشوّه شكل المادة متّخذاً اتجاه القوة المؤثرة عليه وفي كلتا الحالتين يحدث الفشل.

أما إجهاد الشد **(tensile)** فهو أقصى إجهاد يمكن للمادة أن تتحمّله نتيجة سحبها باتجاهين متعاكسين قبل أن تتشوّه . **(Heymann HO 2011)**،لذلك قمنا بإجراء اختبار القص لمحاكاة القوى الاطباقية التي تتعرض لها الأوتاد الليفية في المنطقة التاجية ، حيث يعتبر إجهاد القصّ من أكثر الاختبارات المستخدمة لتقويم قوى الارتباط **(De Munck J 2003)** .



الشكل(38) شكل ترسيمي لاتجاهات التحميل في بعض القوى (Heymann HO 2011)

مناقشة النتائج

1- تقنيّة تطبيق كلور الميتيلن لمدة 10 ثوانٍ

أظهرت هذه التقنيّة تفوّقاً دالاً إحصائياً على المجموعة الشاهدة ،والتي تمّت معالجتها بالسايلن فقط ، وذلك في كلا مجموعتي الأوتاد الليفية الزجاجية والكوارتز ،وفي عيّنة البحث كاملة ، وكان هذا الفارق كبيراً (**P<0.001**) في مجموعة الأوتاد الليفية الكوارتز، ونعزو ذلك للقدرة الحالّة الكبيرة والمعروفة لكلور الميتيلن لجميع أنواع الراتنجات ، خاصّة راتنجات الايبوكسي التي تدخل في تركيب الأوتاد الليفية الكوارتز في بحثنا ،حيث تستخدم هذه المادة في تخريش سطوح الأجهزة الاكريلية لمدة **15** ثانية ، إضافة للنسبة العالية لراتنج الايبوكسي في تركيب الأوتاد الليفية الكوارتز والتي تبلغ **40%** ، مايسمح بتخريشٍ أوسع وحلّ أكبر للقالب الراتنجي .

بينما احتجنا إلى تحليل **Dunnet** ذو الحساسية العالية لإيجاد فروق دالّة في مجموعة الأوتاد الليفية الزجاجية (**P<0.05**) ، ونعزو ذلك **لتركيب القالب الراتنجي** للأوتاد الليفية الزجاجية في بحثنا والمتكّون من الميتاكريلات ، والتي يحلّها كلور الميتيلن بنسبة أقلّ من راتنجات الايبوكسي ، **ولنسبة الراتنج** في تركيب الأوتاد الليفية الزجاجية والكوارتز ، حيث أن نسبة القالب الراتنجي في الأوتاد الليفية الزجاجية تبلغ **20%** ، وهي نصف نسبتها تقريباً في الأوتاد الليفية الكوارتز.

كما تفوّقت هذه التقنيّة على تقنيّة تطبيق كلور الميتيلن لمدة **5** ثوانٍ فقط ، وذلك في كلّ من مجموعة الأوتاد الليفية الكوارتز وعيّنة البحث كاملة ، وربما يعود ذلك إلى أن الزمن القصير نسبياً لتطبيق كلور الميتيلن لم يكن كافياً لإحداث الفعل المحلّ للقالب الراتنجي ، وكشف الألياف للسايلن ، وخلق مسافات مجهرية كافية للتثبيت .

توافقت نتيجتنا مع **2013 Elsaka** حيث أثبت أن لهذه المادة قدرة كبيرة على حلّ الراتنجات لا تقلّ عن بيروكسيد الهيدروجين ،رغم أنه قام بالمعالجة لمدة 5 دقائق على الأقلّ ، وهو ما يعتبر زمناً طويلاً جداً بالنسبة للزمن الذي اعتمدناه في بحثنا .

2- تقنيّة تطبيق كلور الميتيلن لمدة 5 ثوانٍ

لم تظهر تقنيّة تطبيق كلور الميتيلن لمدة 5 ثوانٍ أثراً فعّالاً في زيادة قوة ارتباط الأوتاد الليفية الزجاجية أو الأوتاد الليفية الكوارتز أو عينة البحث كاملةً بقلب الكومبوزيت ($P>0.05$) ، وربما يعود السبب لعامل الزمن ، فعلى الرغم من القدرة الحالّة الكبيرة لهذه المادة ، فإن مدّة التطبيق تعتبر قصيرة جداً وغير كافية لحلّ بوليميرات القالب الراتنجي ، وخلق مسافات مجهرية لزيادة التثبيت .

توافقت نتائجنا مع **Yenisey 2008** و **Kulunk** ، حيث قام الباحثان باختبار كلور الميتيلن لمدة 5 ثوانٍ كمخرّش لسطوح الأوتاد الليفية الزجاجية والكوارتز ذوات القالب الراتنجي الايبوكسي بنسبة **40%** تقريباً ، و لم يبد ذلك التخريش تحسيناً لقوة الارتباط بين القالب الراتنجي الايبوكسي وقلب الكومبوزيت .

3- تقنيّة تطبيق بيروكسيد الهيدروجين 20% لمدة 10 دقائق

أظهرت تقنيّة معالجة السطوح ببيروكسيد الهيدروجين **20%** لمدة **10** دقائق تفوّقاً دالاً إحصائياً (**$P<0.05$**) على المعالجة بالسايلن فقط (الشاهدة) في مجموعة الأوتاد الليفية الكوارتز ، وفي عيّنة البحث كاملة ، ولم تظهر فروق دالّة في مجموعة الأوتاد الليفية الزجاجية .

نعزو ذلك لقدرة هذه المادة على حلّ راتنجات الإيبوكسي بشكلٍ سريع ، عن طريق أكسدة الجزيئات السطحية كاشفة ألياف الكوارتز، والتي ترتبط بالسايلن ، وخالقة مسافات مجهرية تساعد على التثبيت الميكانيكي .

توافقت نتيجتنا مع **Naves** وزملائه ، الذين أكّدوا على القدرة العالية لبيروكسيد الهيدروجين على حلّ راتنجات الايبوكسي ، وكشف الألياف للسايلن وبالتالي زيادة قوة الارتباط مع قلب الكومبوزيت (**Naves LZ et al. 2011**).

كما توافقت نتيجتنا مع **Zhang** وزملائه ، والذين أظهروا قدرة بيروكسيد الهيدروجين على حلّ راتنجات الايبوكسي رغم اختلاف التركيز بين بحثهم وبحثنا، حيث استخدموا تركيز **10%و30%** وذلك لمدة عشر دقائق (**Zhang Y et al. 2011**).

وتوافقت نتيجتنا مع **Monticelli** وزملائها ، والذين بيّنوا قدرة بيروكسيد الهيدروجين على حلّ الراتنجات وتشكيل طبقة هجينة ، بالرغم من اختبارهم لتركيز **24%** لمدة عشر دقائق واستخدامهم لأنواع مختلفة من قلوب الكومبوزيت **(Monticelli F et al. 2006a).**

بينما اختلفت نتيجتنا مع **Amaral** وزملائه ، حيث بيّنوا أن التخريش بحمض الفلور أو بيروكسيد الهيدروجين لم يحسّن من قوى ارتباط الأوتاد الليفية داخل الأقنية الجذرية ، وأن فشل الترميمات التاجية الجذرية يعود بالدرجة الأولى لضعف الارتباط بين الوتد والعاج ، ونعزو ذلك إلى اختلاف نوعية الاختبار والمواد (**Amaral M et al. 2011**).

كما اختلفت نتيجتنا مع **Mosharraf, Yazdi 2012** ، حيث أكّدا أنه لم تظهر فوارق دالّة احصائياً بين مجموعة التخريش ببيروكسيد الهيدروجين والمجموعة المعالجة بالسايلن ، ونعزو ذلك لاختلاف شروط البحث ، حيث أن الباحثين اكتفيا بتخريش الوتد بالبيروكسيد دون تطبيق السايلن تالياً .

ولم تظهر هذه التقنيّة تفوّقاً دالّاً إحصائياً في مجموعة الأوتاد الليفية الزجاجية ، ونعزو ذلك لاختلاف نسبة القالب الراتنجي بين نوعي الأوتاد الليفية ، حيث تصل نسبة الراتنج في الأوتاد الليفية الكوارتز إلى **40%** مقابل **20%** فقط للأوتاد الليفية الزجاجية ، وبالتالي تخريش أقلّ للراتنج في مجموعة الأوتاد الليفية الزجاجية وقوى ربط أقل .

وهنا اختلفنا مع **Menezes** وزملائه ، والذين درسوا التخريش بالبيروكسيد بأزمنة مختلفة وبتركيزين **24%** و **50%** ،وقارنوا بين نوعي القوالب الراتنجية الايبوكسي والميتاكريلات ، وبيّنوا قدرة البيروكسيد على تخريش راتنج الميتاكريلات مهما كان التركيز ،ونعزو ذلك إلى اختلاف الاختبار المستخدم ، واختلاف التركيز حيث استخدموا تركيز **24%** لمدة عشر دقائق **(Menezes DS et al. 2011)**.

4- تقنيّة تطبيق بيروكسيد الهيدروجين 10% لمدة 20 دقيقة

لم تظهر تقنيّة التخريش بـ بيروكسيد الهيدروجين **10%** لمدة 20 دقيقة تفوّقاً على التقنيّات الأخرى في كلّ من مجموعة الأوتاد الليفية الزجاجية، و مجموعة الأوتاد الليفية الكوارتز ، ولكنّها تفوّقت في عينة البحث كاملة على تقنيّة المعالجة بالسايلن فقط (الشاهدة) .

اختلفت نتيجتنا مع **Monticelli 2006** والتي أكّدت أن هذه التقنية تحسّن من قوة الارتباط بين الوتد الليفي ذي الراتنج الايبوكسي وقلب الكومبوزيت ،وربّما يعزى ذلك لاختلاف أنواع

الكومبوزيت المستخدمة لبناء القلوب ، فقد بيّنت الباحثة أن بيروكسيد الهيدروجين 10% لمدة 20 دقيقة قد حسّن بشكلٍ واضح من قوة الارتباط بين سطوح الأوتاد الليفية **والكومبوزيت السيّال**.

كما أشار **Vano 2006** إلى أن بيروكسيد الهيدروجين يحسّن من قوة الارتباط مهما كان تركيزه ، ولم يظهر أي فروق دالّة بين تركيزي البيروكسيد المستخدمين في بحثه **(10-24%)**.

واختلفت نتيجتنا مع **Naves** والذي بيّن قدرة بيروكسيد الهيدروجين بتركيز 10% لمدة عشرين دقيقة على حل راتنج الايبوكسي للاوتاد الليفية الزجاجية ، ونعزو ذلك لاختلاف معيار البحث حيث كانت المقارنة مجهرية **(Naves LZ 2011 et al.)**.

5- لم تظهر فروق دالّة إحصائياً بين مجموعة الأوتاد ذات الألياف الزجاجية وبين مجموعة الأوتاد ذات الألياف الكوارتز ($P>0.05$) .

ويعزى ذلك إلى أن معالجة السطوح استهدفت القالب الراتنجي في كلا نوعي الأوتاد ، وحلّت الطبقة السطحية من الراتنجات ، وكشفت الألياف للسايلن ، والذي يرتبط كيميائياً بكلا نوعي الألياف الزجاجية والكوارتز ، وهو ما يفسّر تقارب النتائج بين مجموعة الأوتاد الليفية الزجاجية كاملة ، ومجموعة الأوتاد الليفية الكوارتز كاملة .

وربما تفوّقت أوتاد الكوارتز تفوقاً طفيفاً وغير دالّ إحصائياً في قوة الارتباط عند تخريش المادة ، بسبب نسبة قالب الراتنج الايبوكسي العالية **40%** مقابل **20%** لقالب الراتنج الميتاكريلاتي للأوتاد الليفية الزجاجية المختبرة في هذا البحث، وبالتالي انكشاف كمية أكبر من الألياف الكوارتز عند مقارنتها بالوتد الليفي الزجاجي .

توافقت نتائجنا مع **Perdigão 2006** الذي بيّن أنّ السايلن لم يقدّم أي تحسين على قوة الربط للأوتاد الليفية حتى مع تغيير نوع الوتد المدروس .

وتوافقت كذلك مع **Yenisey 2008** و **Kulunk** حيث لم يكن هناك فوارق دالّة إحصائياً بين مجموعات الأوتاد الزجاجية وأوتاد الكوارتز عند مقارنتها من حيث قوة الارتباط مع قلب الكومبوزيت ، رغم أنه استخدم أوتاداً زجاجية ذات راتنج ايبوكسي .

واختلفت مع **Aksornmuang 2004** والذي أظهر فوارق دالّة إحصائياً بين مجموعات الأوتاد الزجاجية والكوارتز عند معالجتها بالسايلن ، ونعزو ذلك لاختلاف نسبة القالب الراتنجي بين النوعين .

كما اختلفت مع **Bitter 2007** والذي بيّن أن التباين بين مجموعات الأوتاد المدروسة ربّما يعزى إلى اختلاف نوعية القالب الراتنجي وليس نوعية الألياف.

إن الاختبارات والقيم النظرية لقوى القصّ في هذه الدراسة لا تعكس بالضرورة الواقع السريري ، لأنه حتّى ولو كان البحث المخبري سيوحّد الظروف والعلاقات، ويثبّت المتغيرات بشكلٍ مثالي ، إلا أنه يبقى مجرد تطبيقٍ لقوّة ساكنة ،وهذا لا ينطبق على واقع الوتد سريرياً كوحدةٍ متكاملة مع القلب والاسمنت الراتنجي وجذر السن.

إن القيم النظرية والتحاليل الإحصائية والتي تأخذ الدراسات استنتاجاتها منها بما فيها دراستنا، تشير إلى الحاجة المستمرّة لتطوير معالجات سطوح الأوتاد الليفية ،والبحث والتقصّي عن ادّعاءات الشركات التجارية حول طرح الأوتاد الليفية المكيّفة مسبقاً ، ومدى فعاليتها سريرياً ومخبرياً .

الاستنتاجات

ضمن حدود هذا البحث يمكننا استنتاج ما يلي:

1- تقنيّة معالجة السطوح بكلور الميتيلن لمدة 10 ثوانٍ قد أظهرت تفوّقاً دالاً على المعالجة بالسايلن فقط في كلا نوعي الأوتاد الليفية المستخدمة الزجاجية و الكوارتز، وفي عيّنة البحث كاملة ، وقد سجّلت أعلى قوة ارتباط بمتوسط **3.53 MPa** في مجموعة الأوتاد الليفية الكوارتز **($P < 0.05$)** .

2- أظهرت تقنيّة التخريش ببيروكسيد الهيدروجين **20%** لمدة **10** دقائق تفوّقاً دالاً على المعالجة بالسايلن فقط والمعالجة بكلور الميتيلن لمدة 5 ثوانٍ، في مجموعة الأوتاد الليفية الكوارتز ذات الأساس الراتنجي الايبوكسي ، وفي عيّنة البحث كاملة . **($P < 0.05$)** .

3- حسّنت تقنية التخريش ببيروكسيد الهيدروجين **10%** لمدة **20** دقيقة من الارتباط بين سطح الوتد الليفي و قلب الكومبوزيت في عينة البحث كاملة فقط .

4- لم ينجح تخريش السطوح بكلور الميتيلن لمدة 5 ثوانٍ في تحسين الارتباط بين قلب الكومبوزيت والوتد الليفي مهما كان نوع الوتد . **($P > 0.05$)**

5- لم يظهر أي نوع من الأوتاد الزجاجية أو الكوارتز استجابة أكبر للمعالجات الكيميائية في عينة البحث كاملة ،وكان التفوّق الطفيف للأوتاد الليفية الكوارتز عند تخريشها بكلور الميتيلن بسبب نسبة القالب الراتنجي العالية (**40 %** مقابل **20%** للأوتاد الزجاجية) ونوعية القالب **(epoxy resin)** ولكن ذلك لم يكن دالاً إحصائياً . **($P > 0.05$)**

الباب الخامس

التوصيات والمقترحات

التوصيات Recommendations

1- نوصي بتكييف سطوح الأوتاد الليفية قبل تطبيقها ضمن الأقنية الجذرية بكلور الميتيلن لمدّة 10 ثوانٍ لتحسين شدة الارتباط مع الاسمنت الراتنجي ومع قلب الكومبوزيت .

2- في حال استخدام الأوتاد الليفية ذات الأساس الراتنجي الايبوكسي يمكن استخدام بيروكسيد الهيدروجين تركيز 20% لمدة 10 دقائق ، كتقنية بسيطة لتكييف سطح الوتد قبل إلصاقه في القناة الجذرية .

3- نوصي بالانتباه إلى نوع القالب الراتنجي ونسبته في تركيب الوتد الليفي ، واختيار طريقة المعالجة الكيميائية بناء على ذلك .

المقترحات Seggestions

1- نقترح دراسة معالجة السطوح الكيميائية للأوتاد الليفية ببيروكسيد الهيدروجين وكلور الميتيلن مجهرياً، لتقويم تأثير المواد المخرشة على كل من القالب الراتنجي والألياف ، ومقدار التخرّب الحاصل لكل تقنية من تقنيات التخريش.

2- نقترح إجراء دراسة سريرية طويلة الأمد على الأوتاد الليفية بعد تخريشها ، لبيان أثر البيئة الفموية وقوى الإطباق المختلفة الاتجاه على شدة ارتباط القلب مع الكومبوزيت.

3- نقترح إجراء دراسة مخبرية لتأثير معالجة سطوح الأوتاد على أنواع أخرى من الكومبوزيت، مثل الكومبوزيت السيّال أو الاسمنتات الراتنجية ومعرفة نوع الكومبوزيت الأفضل من حيث شدة الارتباط مع الأوتاد.

4- نقترح إجراء دراسة مخبرية على أوتاد أخرى لشركات اخرى ، للمقارنة بين معالجة السطوح لأوتاد ليفية متباينة في نسبة وتركيب القالب الراتنجي .

5- نقترح إجراء دراسة مخبرية لتقويم أثر معالجات السطوح على قوى الشد للأوتاد الليفية .

الباب السادس

المراجع

REFERENCES

A

1- **Abou-Rass M**. Post and core restoration of endodontically treated teeth. Prosthodontics and Endododontics ,1992; pp 99-107.

2- **Addison O & Fleming GJP** . The influence of cement lute, thermocycling and surface preparation on the strength of a porcelain veneering material. Dental Materials.2004; 20(3) 286-292.

3- **Aksornmuang J, Foxton RM, Nakajima M & Tagami J** .Microtensile bond strength of a dual cure resin core material to glass and quartz fibre posts .Journal of Dentistry.2004; 32(6) 443-450.

4- **Aksornmuang J, Nakajima M, Foxton RM & Tagami J**.Regional bond strengths of a dual-cure resin core material to translucent fiber posts .American Journal of Dentistry .2006;19(1) 51-55.

5- **Albers H**. Tooth Colored Restoratives: Principles And Techniques . 8th ed, BC Decker Inc, Hamilton, London. 2002:81-125.

6- **Al-harbi F, Nathanson D**. In vitro assessment of retention of four esthetic dowels to resin core foundation and teeth. J Prosthet Dent 2003;90:547-555.

7-**Amaral M, Rippe MP, Konzen M, Valandro LF**. Adhesion between fiber post and root dentin: evaluation of post surface conditioning for bond strength improvement. Minerva Stomatol. 2011 Jun;60(6):279-87.

8- **Anderson GC, Perdigão J, Hodges JS, Bowles WR.**Efficiency and 23. effectiveness of fiber post removal using 3 techniques. using 3 techniques. Quintessence Int 2007 Sep;38(8):663-70.

9- **Anusavice K.J**.Phillips' Science of Dental Materials. 11th edition, Saunders Company, USA. 2003: 399 -436.

10- **Asmussen E, Peutzfeldt A & Sahafi A** . Bonding of resin cements to post materials: Influence of surface energy characteristics .Journal of Adhesive Dentistry.2005; 7(3) 231-234.

B

11- Baratieri LN, De Andrada MA, Arcari GM, Ritter AV. Influence of post placement in the fracture resistance of endodontically treated incisors veneered with direct composite. J Prosthet Dent. 2000 Aug;84(2):180-4.

12- **Bayne SC, Heymann HO, Swift EJ**. Update on dental composite restorations . J Am Dent Assoc 1994;125:687-701.

13- **Bitter K, Meyer-Luckel H, Priehn K, Martus P & Kielbassa AM** . Bond strengths of resin cements to fiber-reinforced composite posts .American Journal of Dentistry.2006; 19(3) 138-142.

14- **Bitter K, Noetzel J, Neumann K & Kielbassa AM** .Effect of silanization on bond strengths of fiber posts to various resin cements .Quintessence International.2007; 38(2) 121-128.

15- **Bolhuis P, de Gee A, Feilzer A**. Influence of fatigue loading on four post-core systems in maxillary premolars. Quintessence Int 2004 Sep;35(8):657-67

16- **Borges GA, Sophr AM, de Goes MF, Sobrinho LC & Chan DC** . Effect of etching and airborne particle abrasion on the microstructure of different dental ceramics. Journal of Prosthetic Dentistry .2003;89(5) 479-488.

17- **Bouillaguet S, Scütt A, Alander P, Schwaller P, Buerki G, Michler J, & others** . Hypothermal and mechanical stresses degrade fiber-matrix interfacial bond strength in dental fiber-reinforced composites. J Biomed Mater Res Part B: Appl Biomater 2006;76B:98-105.

18- **Bronson SH** . Deplasticizing or etching of epoxy sections with different concentration of sodium ethoxide to enhance the immunogold labeling Micron,2003;32(2) 101-105.

19- **Bunsell AR, Renard J** . Fundamentals of fibre reinforced composite materials . Institute of Physics Publishing Ltd, Bristol.2005;4:p 37.a

20- **Bunsell AR, Renard J** . Fundamentals of fibre reinforced composite materials . Institute of Physics Publishing Ltd, Bristol.2005;4:p 134-137.b

C

21- **Chandra SA.** Textbook of Operative Dentistry. First edition, Jaypee Brothers, Medical Publishers (P) ltd. New Delhi. 2007; 24: 233-244.

22- **Chawla KK , Buschow KHJ, Cahn RW, Flemings MC, Ilschner B, Kramer EJ, et al.** Encyclopedia of materials: science and technology, Pergamon, Oxford, UK,2001; pp 3160–3167.

23- **Choi Y, Pae A, Park EJ, Wright RF**. The effect of surface treatment of fiber-reinforced posts on adhesion of a resin-based luting agent. J Prosthet Dent. 2010 Jun;103(6):362-8.

24- **Christensen GJ**. CRA Clinical Research Associates Newsletter 2004 May; Vol 19. 28: No.p 5.

25- **Chutian S, Platt JA, Cochran MA, More BK**. Volumetric dimensional changes of six direct core materials. Dent Mater, 2004;20:345–51.

26- **Cohen BI, Pagnillo MK, Newman I, Musikant BL, Deutsch AS.** Retention of a core material supported by three post head designs. J Prosthet Dent 2000;83:624-628.

27- **Corsalini M, Genovese K, Lamberti L,Pappalettere C, Carella M, Carossa S.** A Laboratory comparison of individual Targis/Vectris posts with standard fiberglass posts. Int J Prosthodont 2007;20:190-192.

D

28- **Daoud WA, Xin JH & Tao X** . Superhydrophobic silica nanocomposite coating by a low-temperature process.Journal of the American Ceramic Society.2004; 87(9) 1782-1784.

29- **D'Arcangelo C, D'Amario M, Prosperi GD, Cinelli M, Giannoni M & Caputi S .** Effect of surface treatments on tensile bond strength and on morphology of quartz-fiber posts.Journal of Endodontics.2007; 33(3) 264-267.

30- **De Gee AJ, Feilzer AJ, Davidson CL**. True linear polymerization shrinkage of unfilled resins and composites determined with a linometer. Dent Mater 1993;9:11-14.

31- **De la Fuente JL & Madruga EL** . Solvent effects on freeradical copolymerization of butyl acrylate with methyl methacrylate. Macromolecular Chemistry and Physics.1999; 200(7) 1639-43.

32- **Demarchi MG, Sato EF**. Leakage of interim post and cores used during laboratory fabrication of custom posts. J Endod 2002;28:328–9.

33-**De Munck J., Van Meerbeek B., Yoshida Y., Inoue S., Vargas M., Suzuki K., & others**. Four-year water degradation of total-etch adhesives bonded to dentin. J Dent Res 2003;82: 136-40.

34- **Duret B, Duret F, Reynaud M.** Long-life physical property preservation and postendodontic rehabilitation with the composipost. Compend Contin Educ Dent Suppl ,1996;S50–6.

35- **Duret B, Reynaud M, Duret F**. A new concept of corono-radicular reconstruction: the Composipost (2). Chir Dent Fr 1990;60:69-77.

36- **Dyer SR, Lassila LVJ** . Effect of fiber position and orientation on fracture load of fiber-reinforced composite.J Dent Mater 2004;20:947-955.

E

37-**Elsaka SE**. Influence of chemical surface treatments on adhesion of fiber posts to composite resin core materials. Dent Mater. 2013; 29(5):550-8.

F

38- **Ferracane JL, Greener EH**. The effect of resin formulation on the degree of conversion and mechanical properties of dental restorative resins. J Biomed Mater Res 1986;20:121-131.

39- **Ferrari M, Vichi A, Garcia-Godoy F.** Clinical evaluation of fibre-reinforced epoxy resin posts and cast post and cores. American Journal of Dentistry, 2000; 13:15b-18b.

40- **Ferrari M, Vichi A, Grandini S, Goracci C**. Efficacy of a selfcuring adhesive-resin cement system on luting glass-fiber posts into root canals: an SEM investigation. Int J Prosthodont, 2001;14:543-9.a

41- **Ferrari M, Vichi A, Grandini S**. Efficacy of different adhesive techniques on bonding to root canal walls: an SEM investigation. Dent Mater, 2001;17:422-9.b

42- **Ferrari M** . The adhesion between fibre posts and composite resin cores: The evaluation of microtensile bond strength following various surface chemical treatments to posts. International Endodontic Journal .2006;39(1) 31-39a.

43- **Ferrari M, Goracci C, Sadek FT, Monticelli F & Tay FR** .An investigation of the interfacial strengths of methacrylate resin-based glass fiber post-core buildups .Journal of Adhesive Dentistry.2006; 8(4) 239-245.b

44- **Finger WJ, Ahlstrand WM, Fritz UB**. Radiopacity of fiber-reinforced resin posts. Am J Dent 2002;15:81-84.

G

45- **Gauravi J,Umesh P,Vaibav A,Sunil KM,Abhishek K,Tripti R**.The effect of different chemical surface treatments of denture teeth on shear bond. JCDR 2014;8(6) P 15-18.

46- **Glazer B** .Restoration of endodontically treated teeth with carbon fibre post –a prospective study .J Can Dent Assoc 2000;66:613-618.

47- **Goldberg JA, Freilich AM, Haser AK, Audi HJ** .Flexure properties and fiber architecture of commercial fiber reinforced composites . J Dent Res.1998; 77:226.

48- **Gomez-Polo M, Llido B, Rivero A, Del Rio J, Celemin A**. A 10-year retrospective study of the survival rate of teeth restored with metal prefabricated posts versus cast metal posts and cores. J Dent , Bristol , 2010; 38- 11.p916-920.

49- **Goodacre CJ, Spolnik KJ**. The prosthodontic management of Endodontically treated teeth: A literature review. Part I. Success and failure data, treatment concepts. J Prosthodont ,1994;3:243-50.

50- **Goodacre CJ, Bernal G, Rungcharassaeng K, Kan JYK**. Clinical complications in fixed prosthodontics. J Prosthet Dent 2003;90:31-34.

52- **Goracci C, Raffaelli O, Monticelli F, Balleri P, Bertelli E & Ferrari M** . The adhesion between fiber posts and composite resin cores: Microtensile bond

strength with and without post silanization Dental Materials .2005;21(5) 437-444.

H

52- **Hashimoto M, De Munck J, Ito S, Sano H, Kaga M, Oguchi H,et al.** In vitro effect of nanoleakage on resin-dentin bond strengths analyzed by microtensile bond test.SEM/EDX and TEM Biomaterials,2004; 25(25) 5565-5574.

53- **Hedlund S-O, Johansson NG, Sjögren G**. A retrospective study of pre-fabricated carbon fibre root canal posts. J Oral Rehabil 2003;30:1036-1040.

54- **Heymann HO,Swift EJ,Ritter AV**.Art & Science of Operative Dentistry. Sixth edition.2011;18:p654.

55- **Heymann HO, Sockwell CL , Haywood VB**: Additional Conservative esthetic procedures . Art & Science of oper Dent 1995;18:627-687.

56- **Hicks N.** Esthetic Fiber Reinforced Composite Posts. J smile Magazine , 2008;9:43-48.

57- **Hyun-Dong Kim, Joo-Hee Lee, Kang-Min Ahn, Hee-Sun Km , and Hyun-Suk Cha** . Effect of silane activation on shear bond strength of fiber- reinforced composite post to resin cement. J Adv Prosthodont. 2013 May; 5(2): 104–109.

K

58- **Kalkan M, Usumez A, Ozturk AN, Belli S,Eskitascioglu G.** Bond strength between root dentin and three glass-fiber post systems.J Prosthet Dent ,2006;96:41-6.

59- **Kallio TT, Lastumäki TM, Vallittu PK**. Bonding of restorative and veneering composite resin to some polymeric composites. Dent Mater 2001;17:80-86.

60- **Kallio TT, Lastumäki TM, Vallittu PK.** Effect of resin application time on bond strength of polymer substrate repaired with particulate filler composite. J Mater Sci;Mater in Med 2003;14:999-1004.

61- **Karabela MM, Sideridou ID.** Effect of the structure of silane coupling agent on sorption characteristics of solvents by dental resin nanocomposites. J Dent Mater. 2008; 24(12):1631–1639.

62- **Katyayan** M**, Katyayan** P, and **K. Ravishankar**. Shear Bond Strength of Composite Veneers and Acrylic Veneer Bonded to Ni–Cr Alloy: A Laboratory Study .J Indian Prosthodont Soc. 2011 Jun; 11(2): 89–97.

63- **Kirmann J, Roizard X, Pagetti J & Halut J** . Effect of alkaline permanganate etching of epoxy on the peel adhesion of electrolessly plated copper on a fibre reinforced epoxy composite .Journal of Adhesion Science and Technology.1998; 12(4) 383-398.

64-Kivanç BH, Alaçam T, Ulusoy OI, Genç O, Görgül G. Fracture resistance of thin-walled roots restored with different post systems. Int Endod J. 2009 Nov;42(11):997-1003.

65- **Kremeier K, Fasen L, Klaiber B, Hofmann N.** Influence of endodontic post 30. type (glass fiber, quartz fiber or gold) and luting material on push-out bond strength to dentin in vitro. Dent Mater 2008 May; 24(5):660-6. Epub 2007 Aug 23.

66- **Kulunk S,Kulunk T,Yenisey M.**Effects of different surface pre-treatments on the bond strength of adhesive resin cement to quartz fiber post.Acta Odontol Scand .2012;70:547-54.

L

67- **Lai S, Tay FR, Mak YF, Cheung GSP, Toledano M.** Reversal of Compromised Bonding in Carbamide Peroxide-Bleached Enamel .J Dent Res,2002; jul: 81: 477-81.

68- **Lassilla LVJ, Tonner J, le-Bell AM, Narva K & Vallittu PK**. Flexural properties of fiber reinforced root canal posts .Dental Materials .2004; 20(1) 29-36.

69- **Lastumäki TM, Lassilla LVJ, Vallittu PK**. The semi-interpenetrating polymer network matrix of fiber-reinforced composite and its effect on the surface adhesive properties. J Mater Sci Mater Med 2003;14:803-809.

70- **Le Bell AM** . Fibre-reinforced composites as root canal posts. Medica-Odontologica Sarja-Ser .D OSA-TOM.2007;p21-38.

71- **Lim BS, Ferracane JL, Condon JR, Adey JD**. Effect of filler fraction and filler surface treatment on wear of microfilled composites. J Dent Mater. 2002; 18(1):1-11.

72- **Liu Q, Ding J, Chambers DE, Debnath S, Wunder SL & Baran GR .** Filler-coupling agent-matrix interactions in silica/polymethylmethacrylate composites .Journal of Biomedical Material Research.2001; 57(3) 384-393.

73- **Love RM, Purton DG**. The effect of serrations on carbon fibre posts-retention within the root canal, core retention, and post rigidity. Int J Prosthodont 1996;9:484-488.

M

74- **Machado AC,Vilela ALR,Souza PG,Pereira AG,Raposo LHA,Faria-e-Silva AL,& others**. CRITICAL ANALYSIS OF FIBER POST SURFACE TREATMENT: A REVIEW. Biosci. J., Uberlandia,2014;30, 3, p. 914-924.

75- **Magni E, Mazzitelli C, Papacchini F, Radovic I, Goracci C, Coniglio I, & others**. Adhesion between fiber posts and resin luting agents: a microtensile bond strength test and an SEM investigation following different treatments of the post surface. J Adhes Dent. 2007 Apr;9(2):195-202.

76- **Malferrari S, Monaco C & Scotti R** . Clinical evaluation of teeth restored with quartz fiber-reinforced epoxy resin posts International Journal of Prosthodontics,2003; 16(1) 39-44.

77- Mallick PK .Fiber-reinforced composites: materials, manufacturing, and design, 3rd ed. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL.2008;2:16-80.

78- **Mannocci F.Cavalli G**. Adhesive restoration of endodontically treated teeth .London Quintessence Pub.2008; p59-65.

79- **Matinlinna JP, Vallittu PK .**Silane based concepts on bonding resin composite to metals. J Cont Dent Pract,2007: 8:1.

80- **Matinlinna JP, Özcan M, Lassila LVJ & Vallittu PK** . The effect of a 3-methacryloxypropyltrimethoxysilane and vinyltriisopropoxysilane blend and tris (3-trimethoxysilylpropyl) isocyanurate on shear bond strength of composite resin to titanium metal .Dental Materials.2004; 20(9) 804-813.

81- **Mazzitelli C, M. Ferrari, M. Toledano, E. Osorio, F. Monticelli and R. Osorio** .Surface Roughness Analysis of Fiber Post Conditioning Processes . J DENT RES 2008 87: 186.

82- **Menezes MD, Queiroz EC, Soares PV, Faria-e-Silva AL, Soares CJ, Martins LR**. Fiber post etching with hydrogen peroxide: effect of concentration and application time. J Endod. 2011 Mar;37(3):398-402.

83- **Mittal KL** . Silane and Other Coupling Agents. VSP Utrecht The Netherlands.1992; 21-22.

84- **Monticelli F, Goracci C, Ferrari M**. Micromorphology of the fiber post-resin core unit: a scanning electron microscopy evaluation.Dent Mater 2004;20:176-183.

85- **Monticelli F, Toledano M, Tay FR, Cury AH, Goracci C & Ferrari M** . Post-surface conditioning improves interfacial adhesion in post/core restorations Dental Materials.2006; 22(7) 602-609.a

86- **Monticelli F, Osorio R, Toledano M, Goracci C, Tay FR, Ferrari M.** Improving the quality of the quartz fiber postcore bond using sodium ethoxide etching and combined silane/adhesive coupling. J Endod, 2006;32: 47-51.b

87- **Monticelli F** . Fiber Post Surface Conditioning: A Review. Operative Dentistry, 2008, 33-3, 346-355a.

88- **Monticelli F, Toledano M, Osorio R.** Fiber posts and endodontically treated teeth. Modern Dentistry Media 2008; 7:P 85-94b.

89- **Mosharraf M, Yazdi NB.** Comparative evaluation of effects of different surface treatment methods on bond strength between fiber post and composite core. J Adv Prosthodont 2012;4:103-108.

90- **Murphy J.** Reinforced plastics handbook. Oxford:Elsevier Science Ltd., 1998. 2nd edition.p254-298.

N

91- **Nakabayashi N, Nakamura M & Yasuda N** . Hybrid layer as a dentin bonding mechanism .Journal of Esthetic Dentistry.1991; 3(4) 133-138.

92- **Naves LZ, Santana FR, Castro CG, Valdivia AD, Da Mota AS, Estrela C, & others**. Surface treatment of glass fiber and carbon fiber posts: SEM characterization. Microsc Res Tech. 2011 Dec;74(12):1088-92.

O

93- **Özcan M & Vallittu PK** . Effect of surface conditioning methods on the bond strength of luting cements to ceramics. Dental Materials .2004;19(8) 725-731.

P

94- **Park SJ & Jin JS** . Effect of silane coupling agent on interphase and performance of glass fibers/unsaturated polyester composites .Journal of Colloid and Interface Science.2001;242(1) 174-179.

95- **Pegoretti A, Fambri L, Zappini G, Bianchetti M**. Finite element analysis of a glass fibre reinforced composite endodontic post. Biomat 2002; 23:2667-2682.

96- **Perdigão J, Gomes G & Lee IK** . The effect of silane on the bond strengths of fiber posts .Dental Materials .2006;22(8) 752-758.

97- **Phillips RW**. Phillip's Science of Dental Materials, 10th edition, Philadelphia, PA: W.B Saunders Co., 1996. P 274.

R

98- **Radovic I, Monticelli F, Goracci C, Cury AH, Coniglio I, Vulicevic ZR.** The effect of sandblasting on adhesion of a dual-cured resin composite to methacrylic fiber posts: Microtensile bond strength and SEM evaluation. Journal of Dentistry .2007;35(6) 496-502.

99- **Roberson TM**. Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry. 5th ed. Mosby Inc. USA. 2006; 11: 297-525.

100- **Ray N .** Dental Materials Science. First Edition, Wilton, Cork, Ireland. 2000, Ch.19:1-14 .

101- **Rosenstiel SR, Land MF, Fujimoto**. Contemporary fixed prosthodontics. 2nd ed. St. Louis. Mosby, 1995;238–62.

102- **Rudo ND, Karbhari MV** .Physical behaviors of fiber reinforcement as applied to tooth stabilization . Dent Clin North Am.1999; 43:7-35.

S

103- **Sahafi A, Peutzfeldt A, Asmussen E & Gotfredsen K** .Retention and failure morphology of prefabricated posts. International Journal of Prosthodontics.2004; 17(3) 307-312.

104- **Sahafi A, Peutzfeldt A, Asmussen E, Gotfredsen K.** Bond strength of resin cement to dentin and to surface-treated posts of titanium alloy, glass fiber, and zirconia. J Adhes Dent, 2003;5:153-62.

105- **Schmitter M, Rammelsberg P, Gabbert O,Ohlmann B.** Influence of clinical baseline findings on the survival of 2 post systems: a randomized clinical trial. Int J Prosthodont 2007;20:173-178.

106- **Sarac YS, Sarac D, Kulunk T, Kulunk S** . The effect of chemical surface treatments of different denture base resins on the shear bond strength of denture repair. THE JOURNAL OF PROSTHETIC DENTISTRY. 2005;V94:3:P 259-266.

107- **Smith CT, Schuman N**. Prefabricated post-and-core systems: an overview. Compend Contin Educ Dent, 1998;19:1013-20.

108- **Soares CAM, Soares CMM, Freitas MJM** . Mechanics of composite materials and structures. Springer, 1999;47:719-25.

109- **Stansbury JW**. Curing dental resins and composite by photopolymerization. J Esthet Dent. 2000; 12:300-308.

110- **Sumitha M ,Kothandaraman R, Sekar M.** Evaluation of post-surface conditioning to improve interfacial adhesion in post-core restorations. J Conserv Dent. 2011 Jan;14(1):28-31.

T

111- **Tezvergil A, Lassila LVJ, Vallittu PK**. The effect of fiber orientation on the polymerization shrinkage strain of fiber-reinforced composites.Dent Mater 2006;22:610-616.

112- **Thwe MM, Liao K** .Effects of environmental aging on mechanical properties of bamboo-glass fiber reinforced polymer matrix hybrid composites. Compos A.2002;p 33:43.

113- **Thompson VP** . Etching cobalt/chrome alloys for Maryland bridges .Trends and Techniques in the Contemporary Dental Laboratory .1984;1(2) 41-46.

114- **Torbjörner A, Fransson B.** A literature review on the prosthetic treatment of structurally compromised teeth. Int J Prosthodont 2004;17:369-376.

V

115- **Valandro LF, Yoshiga S, de Melo RM, Galhano GA, Mallmann A, Marinho CP et al**. Microtensile bond strength between a quartz fiber post and a resin cement:Effect of post surface conditioning. Journal of Adhesive Dentistry.2006;8(2) 105-111.

116- **Vallittu PK , Matinlinna JP, Mittal KL** . Adhesion aspects in dentistry, BRILL/VSP, Leiden, The Netherlands,2009; pp 63–74.

117- **Vallittu PK**. Fibre-reinforced composites in root canal anchoring: Mechanical requirements,structure and properties of the fibre-reinforced composite. Int Dent South Afr 2006;8:20-27.

118- **Vano M, Goracci C, Monticelli F, Tognini F, Gabriele M, Tay FR et al.** The adhesion between fibre posts and composite resin cores: The evaluation of microtensile bond strength following various surface chemical treatments to posts. International Endodontic Journal .2006;39(1) 31-39.

Y

119- **Yenisey M, Kulunk S** . Effects of chemical surface treatments of quartz and glass fiber posts on the retention of a composite resin. J Prosthet Dent. 2008 Jan;99(1):38-45.

Z

120- **Zhang M, Matinlinna JP** .The effect of resin matrix composition on mechanical properties of E-glass fiber reinforced composite for dental use. J Adhes Sci Techn.2011; 25;19p2687-2701

121- **Zhang Y, Zhong B, Tan J, Zhou J, Chen L**. [H(2)O(2) treatment improves the bond strength between glass fiber posts and resin cement]. Beijing Da Xue Xue Bao. 2011 Feb 18;43(1):85-8.

122- **أ.د. البنّي صفوح**. علم الموادّ السنّيّة الترميميّة. منشورات جامعة دمشق (1999-2000) ؛ ص41-89.

الملخص

المقدمة :

لا يزال الارتباط بين قلب الكومبوزيت والأوتاد الليفية دون المستوى ،عند مقارنته بالارتباط بين الكومبوزيت والبنى السنية ،ولتحسين هذا الارتباط تم اقتراح معالجة سطوح الأوتاد الليفية بمحاليل كيميائية لتحسين الارتباط الميكانيكي مع الكومبوزيت.

الهدف :

تهدف هذه الدراسة لتقويم أثر بعض المحلاّت الكيميائية في تحسين الارتباط الميكانيكي بين الأوتاد الليفية والكومبوزيت.

المواد والطرائق :

تمّ تحضير 150 قطعة وتد بطول (6±0.1 مم) مناصفة من الكوارتز والزجاج (75 قطعة وتد ليفي زجاجي **postic plus** و 75 قطعة وتد ليفي كوارتز **radix**)و غمرها أفقياً في نماذج اكريلية ، بحيث يظهر نصف الوتد فقط ، ثمّ تمّ سحل القطعة الظاهرة من الوتد للوصول إلى سطح مستوٍ بوساطة الأقراص الزجاجية تحت التبريد للحصول على سطوح مستوية .

تمّ تقسيم النماذج لخمس مجموعات حسب تقنيات معالجة السطوح ، وهي : معالجة بالسايلن فقط لمدة 60 ثانية كمجموعة شاهدة ، و التخريش ببيروكسيد الهيدروجين 20% لمدة عشر دقائق ،و 10% لمدة عشرين دقيقة، و التخريش بكلور الميتيلن لمدة 5 ثوانٍ ،ولمدة 10 ثوانٍ . تم تطبيق البوند الرابط **(excite)** وبناء قلب الكومبوزيت(**tetric ceram**) ضمن نموذج اسطواني يتوضع فوق النموذج السابق وتصليبه بوساطة جهاز التصليب الضوئي **(bluelex)** لمدة 20 ثانية .

تمّ وضع النماذج ضمن الماء بدرجة حرارة 37 لمدة 24 ساعة ، تمّ قياس قوى القص للأوتاد بوساطة جهاز الاختبارات الميكانيكي انسترون وتم تحليل النتائج إحصائياً .

النتائج

وجدت فوارق دالة إحصائياً لقوى القص بين مجموعتي المعالجة ببيروكسيد الهيدروجين 20% وكلور الميتيلن 10 ثوانٍ وبين المجموعة الشاهدة ($P<0.05$) .أظهرت مجموعة التخريش بكلور الميتيلن ل 10 ثوانٍ القيم الأعلى لقوى القص ، كما لم يكن هناك فوارق دالة إحصائياً بين مجموعات الأوتاد الكوارتز والأوتاد الزجاجية ($P>0.05$) .

الاستنتاجات

إن تخريش سطوح الأوتاد الليفية الكوارتز والزجاجية بوساطة بيروكسيد الهيدروجين 20% لمدة 10 دقائق وكلور الميتلين لمدة 10 ثوانٍ ، حسّن من قوى القص مع قلب الكومبوزيت ،كما أن تطبيق كلور الميتيلن لمدة 5 ثوانٍ وبيروكسيد الهيدروجين 10% لمدة 20 دقيقة لم يكن فعّالاً في زيادة قوى القص مع قلب الكومبوزيت.

Abstract

Background

Retention between composite core and fiber post is still below the accepted level when compared with the retention between composite and dental structure. It has been suggested to treat fiber post surfaces with chemical solvents to enhance mechanical connection with composite, and thus improve this retention.

Aim

The study aimed to evaluate the effect of some chemical solutions to improve the mechanical connection between fiber post and composite.

Materials and Methods

150 pieces of post (6 ±0.1 mm in length) were prepared ,75 glass fiber posts (postic plus) and 75 quartz fiber posts (radix). Posts were horizontally embedded in acrylic resin with half of the post diameter exposed. The exposed surfaces were ground with separating silicon carbide discs under water , to ensure same smoothness. The specimens were randomly distributed into 5 subgroups representing different surface treatment techniques, including application of silane for 60 seconds(S) , etching with hydrogen peroxide 10% for 20 minutes(H1) , etching with hydrogen peroxide 20% for 10 minutes(H2), etching with methylene chloride for 5 seconds(C1) and etching with methylene chloride for 10 seconds(C2). Silane-treated specimens

served as controls. Bond (excite) was applicated and composite core (Tetric Ceram) was placed in a mold positioned upon the post specimens and polymerized for 20 seconds with (LED) polymerization unit. The specimens were stored in water at 37°C for 24 hours. Shear bond strength values of posts and composite resin cores were measured using a mechanical test machine (Instron). data were analyzed Statistically .

Results

There were significant differences between the shear bond strength for (H2,C2) And (S) ($P<0.05$). C2 showed the highest bond strength values. There was no significant difference between glass and quartz groups ($P>0.05$).

Conclusions

The surface treatment of quartz and glass fiber posts with hydrogen peroxide 20% For 10 minutes and methylene chloride for 10 seconds significantly enhanced the shear bond strength of the composite core.

Application of methylene chloride to the fiber post surfaces for 5 seconds and hydrogen peroxide 10% For 20 minutes were not effective in increasing the shear bond strength of the fiber post to composite core.