الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
كلية طب الأسنان
قسم طب أسنان الأطفال

# دراسة مقارنة لشدة ارتباط المادة الرابطة ذاتية التخريش مع المادة الرابطة التقليدية على ميناء الأسنان المؤقتة والدائمة مع وبدون تحضير الميناء (دراسة مخبرية)

# Comparative Study of Bonding Strength of Self-Etching Material and Conventional-Etching Material, on Primary and Permanent Enamel, With or Without Enamel Preparation (In Vitro Study)

أطروحة قدمت إلى جامعة دمشق لنيل درجة الماجستير في علوم طب الأسنان
باختصاص طب أسنان الأطفال

إعداد الباحثة: رنا محمد نادر سعد

إشراف: الأستاذ الدكتور محمد بشير المنقل

ماجستير

التاريخ 1434 هـ/2013 م

# تصريح

لايوجد أي جزء من هذه الأطروحة تم أخذه بالكامل من عمل آخر أو أنجز للحصول على شهادة أخرى في هذه الجامعة أو في أية جامعة أخرى أو أي معهد تعليمي.

# الإهداء

إلى من أعطاني بلا حدود...وتحمَّل منِّي بوجهٍ ودود...

أمي وأبي

إلى رفيقاتِ دربي...من ملأن بحبهن قلبي...

أخواتي لمى وسوزان وعلا

ملائكة الدار...مصدر إلهامي طول المشوار...

أولادي سحاب وسعد

إلى من أدخلاني بيتهما كواحدة من بناتهما...

والدا زوجي

إلى إخوة لي لم تلدهم أمي...

إخوة زوجي

لن أقول صهري...بل أخي

ياسر سلطان

إلى من آمن بي وحمل عنِّي ما أهمَّني

زوجي الحبيب ماهر

# كلمة شكر

في نهاية مشواري مع هذا البحث، لا يسعني إلا أن أتقدم بأسمى آيات الشكر والامتنان لكل من ساهم في انجاز هذا العمل، سواءً بالمساعدة المباشرة، أو عن طريق النصح والنقد البناء، فمن لم يشكر الناس لم يشكر الله. وأخص بالشكر الجزيل :

- الأستاذ الدكتور **محمد بشير المنقـل** الأستاذ في قسم طب أسنان الأطفال، والذي تفضل بإشرافه على هذا البحث، حيث منحني من وقته الكثير وأعطاني الإرشادات والتوجيهات وبذل كل جهوده لإتمام البحث.
- الأستاذ المساعد الدكتورة **علا ياسين** الأستاذة في قسم مداواة الأسنان لما تقدمت به من نصح ولتفضلها بتحكيم هذه الرسالة وتقييمها.
- المدرس الدكتور **شادي عزاوي** الأستاذ في قسم طب أسنان الأطفال الذي قدم لي نصائحه لإنجاز هذه الأطروحة وبذل جهوده لتحكيمها .
- عمادة وإدارة كلية طب الأسنان ممثلة بعميدتها الأستاذة الدكتورة **رزان خطاب** والأستاذ الدكتور **إياد الشعراني** نائب عميد الكلية للشؤون العلمية والأستاذ الدكتور **ياسر مدلل** نائب عميد الكلية للشؤون الإدارية لاهتمامهم بمسيرة البحث العلمي في جامعة دمشق، والتي وفرت لي جميع المؤهلات لإتمام البحث.
- الأستاذ المساعد الدكتورة **ندى بشارة** رئيسة قسم طب أسنان الأطفال في كلية طب الأسنان في جامعة دمشق، والتي عُرفت بدعمها لطلبة البحث العلمي. كما وأخص بالذكر المدرسة الدكتورة **اتحاد أبو عراج** لدعمها وإرشادها لي، ونصائحها القيمة التي سهلت لي اتمام البحث.
- شكر خاص للأستاذ الدكتور **خليل عزيمـة** الأستاذ في قسم التصميم الميكانيكي في كلية الهندسة الميكانيكية في جامعة دمشق لما بذله من وقت وجهد بإشرافه على المراحل المخبرية من هذا البحث.

كما أتوجه بالشكر لقسم طب أسنان الأطفال أساتذة ومشرفين وطلاب دراسات عليا وإداريين. وأخص بالشكر الأستاذ الدكتور **مـأمون السمان** الذي كان لي نعم الملّعم خلال مرحلة الاختصاص. أيضا أخص بالشكر السيدة **مريم أمين** المسؤولة عن المواد والأدوات في قسم طب أسنان الأطفال لما قدمته لي من مساعدة لاتمام البحث وكانت الجندي المجهول.

# الفهرس


قائمة الجداول List of Tables ..... 1
قائمة المخططات List of Charts ..... 3
قائمة الأشكال List of figures ..... 4
المقدمة Introduction ..... 5
الهدف من البحث Aim of the Study ..... 7
1. الباب الأول: المراجعة النظريةLiterature Review ..... 9
1.1. لمحة تشريحية حول بنية ميناء الأسنان (المؤقتة والدائمة) ..... 10
1.1.1. بنية الميناء في الأسنان الدائمة ..... 10
2.1.1. بنية الميناء في الأسنان المؤقتة ..... 10
2.1. الراتنج المركب: ..... 11
1.2.1. تركيب الراتنج المركب: ..... 12
2.2.1. تصنيف الراتنج المركب: ..... 13
3.1. المادة الرابطة: ..... 15
1.3.1. دور المادة الرابطة في علاقة الكمبوزيت مع النُسج السنية ..... 15
4.1. تقنية الارتباط: ..... 16
1.4.1. آلية الارتباط مع الميناء: ..... 18
2.4.1. العوامل المؤثرة في شدة الأرتباط: ..... 18
3.4.1. قياس شدة الارتباط: ..... 19
4.4.1. تحضير الميناء: ..... 21
5.1. تطور المواد الرابطة للميناء والعاج: ..... 21
1.5.1. الجيل الأول: ..... 22
2.5.1. الجيل الثاني: ..... 22
3.5.1. الجيل الثالث: ..... 23
4.5.1. الجيل الرابع: ..... 23
5.5.1. الجيل الخامس: ..... 24
6.5.1. الجيل السادس: ..... 24
7.5.1. الجيل السابع: ..... 24
6.1. الأنظمة ذاتية التخريش ..... 25

1.6.1. تعديلات على المادة الرابطة لتحسين فعاليتها ..... 27
2.6.1. تصنيف المواد الرابطة ذاتية التخريش..... 28
3.6.1. تقييم أداء المواد الرابطة ذاتية التخريش مقارنةً مع المواد الرابطة التقليدية..... 29
7.1. تخريش الميناء: ..... 32
1.7.1. التخريش الحمضي للميناء: ..... 32
2.7.1. الحموض المستعملة في تخريش الميناء:..... 33
8.1. دراسة شدة ارتباط الراتنج المركب بميناء الأسنان المؤقتة: ..... 36
2. الباب الثاني: المواد والطرائق Materials and Methods..... 40
1.2. العينة Sample: ..... 41
2.2. المواد Materials: ..... 42
3.2. الأجهزة والأدوات Equipments and Tools: ..... 43
4.2. الطرائق Methods:..... 47
1.4.2. طريقة تحضير العينة ..... 47
2.4.2. طريقة إجراء البحث..... 48
1.2.4.2. في المجموعة الأولى والثالثة: ..... 48
2.2.4.2. في المجموعة االثانية والرابعة:..... 48
3.2.4.2. في المجموعة الخامسة والسابعة: ..... 48
4.2.4.2. في المجموعة السادسة والثامنة: ..... 49
5.2.4.2. طريقة تطبيق الكمبوزيت ..... 49
3.4.2. طرائق تقييم النتائج ..... 50
1.3.4.2. تصميم الدراسة ..... 50
2.3.4.2. اختبار قوى القص ..... 51
3.3.4.2. طريقة تقييم فشل الارتباط ..... 52
5.2. طرائق الدراسة الإحصائية Statistical Analysis:..... 52
3. الباب الثالث: النتائج Results ..... 53
1.3. الإحصاء الوصفي للعينة: ..... 54
1.1.3. توزع الأسنان في عينة البحث وفقاً لنوع الأسنان المدروسة: ..... 54
2.1.3. توزع الأسنان في عينة البحث وفقاً لنوع الأسنان المدروسة ونظام التخريش المستخدم: . 55
3.1.3. توزع الأسنان في عينة البحث وفقاً لنوع الأسنان المدروسة ونظام التخريش المستخدم وإجراء
سحل الميناء: ..... 56

2.3. الدراسة الإحصائية التحليلية ..... 57
1.2.3. اليانات التفصيلية لاختبار العينة: ..... 57
2.2.3. دراسة الفروق في مقدار شدة الارتباط (بالميغاباسكال):..... 59
3.2.3. دراسة مستوى فشل الارتباط:..... 65
4. الباب الرابع: المناقشة Discussions..... 69
1.4. مناقشة اختيار العينة وطريقة العمل:..... 70
2.4. مناقشة نتائج تأثير المادة الرابطة في شدة الارتباط:..... 73
3.4. مناقشة نتائج تأثير سحل الميناء على شدة الارتباط:..... 75
1.3.4. المادة الرابطة التقليدية: ..... 75
2.3.4. المادة الرابطة ذاتية التخريش:..... 75
4.4. مناقشة مستويات فك الارتباط:..... 76
1.4.4. تحديد نسب أنواع فك الارتباط في عينة الدراسة:..... 76
2.4.4. مناقشة تأثير شدة الارتباط (بالميغاباسكال) على نوع فك الارتباط:..... 77
5. الباب الخامس: الاستنتاجات Conclusions..... 78
1.5. في الأسنان المؤقتة:..... 79
2.5. في الأسنان الدائمة:..... 79
3.5. مستوى فشل الارتباط:..... 80
6. الباب السادس: التوصيات والمقترحات Recommendations and Suggestions..... 81
1.6. التوصيات: ..... 82
2.6. المقترحات: ..... 83
7. الباب السابع: الملخص (عربي-أجنبي) (Abstracts (Arabic-English..... 84
8. الباب الثامن: المراجع References ..... 91

## قائمة الجداول LIST OF TABLES

جدول1: توزع الأسنان في عينة البحث وفقاً لنوع الأسنان المدروسة. ..... 54
جدول2: توزع الأسنان في عينة البحث وفقاً لنوع الأسنان المدروسة ونظام التخريش المستخدم. ..... 55
جدول3: توزع الأسنان في عينة البحث وفقاً لنوع الأسنان المدروسة ونظام التخريش المستخدم وإجراء سحل الميناء..... 56
جدول 4: يبين البيانات التفصيلية لاختبار العينة (بالميغاباسكال): ..... 57
جدول 5: إحصائيات وصفية لنتائج اختبار شدة الارتباط في العينات (بالميغاباسكال ..... 58
جدول 6: البيانات التفصيلية لمسوى فشل الارتباط ..... 58
جدول 7: يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لمقدار شدة الارتباط (بالميغاباسكال) في عينة البحث وفقاً لإجراء سحل الميناء وذلك لكل من نوعي الأسنان ونوعي نظام التخريش. ..... 59
جدول 8: يبين نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار شدة الارتباط (بالميغاباسكال) بين مجموعتي السحل وعدم السحل لكل من نوعي الأسنان ونظامي التخريش. ..... 60
جدول 9: يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لمقدار قوةشدة الارتباط (بالميغاباسكال) في عينة البحث وفقاً لنظام التخريش المستخدم وإجراء سحل الميناء ونوع الأسنان المدروسة..... 61
جدول 10: يبين نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار شدة الارتباط (بالميغاباسكال) بين نظامي التخريش الذاتي والتخريش التقليدي وذلك لكل من نوعي الأسنان ولكل من مجموعتي السحل وعدمه..... 62
جدول11: يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لمقدار شدة الارتباط (بالميغاباسكال) في عينة البحث وفقاً لنوع الأسنان المدروسة وإجراء سحل الميناء ونظام التخريش المستخدم. ..... 63
جدول12: يبين نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار شدة الارتباط (بالميغاباسكال) بين مجموعة الأسنان الدائمة ومجموعة الأسنان المؤقتة (وفقاً لنظام التخريش المستخدم وإجراء سحل الميناء.) ..... 64
جدول 13: يبين نتائج مراقبة مستوى فشل الارتباط في عينة البحث وفقاً لإجراء سحل الميناء ونظام التخريش المستخدم ونوع الأسنان المدروسة. ..... 65
جدول 14: يبين نتائج اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات مستوى فشل الارتباط بين مجموعة تطبيق نظام التخريش مع سحل الميناء ومجموعة تطبيق نظام التخريش دون سحل الميناء وفقاً لنظام التخريش المستخدم ونوع الأسنان المدروسة..... 66

جدول 15: يبين نتائج اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات مستوى فشل الارتباط بين مجموعة نظام التخريش الذاتي ومجموعة نظام التخريش التقليدي وفقاً لإجراء سحل الميناء ونوع الأسنان المدروسة. ..... 67
جدول 16: يبين نتائج اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات مستوى فشل الارتباط بين مجموعة الأسنان الدائمة ومجموعة الأسنان المؤقتة وفقاً لإجراء سحل الميناء ونظام التخريش المستخدم. ..... 68

## قائمة المخططات LIST OF CHARTS

مخطط1: يمثل النسبة المئوية لتوزع الأسنان في عينة البحث وفقاً لنوع الأسنان المدروسة. ..... 55
مخطط2: يمثل النسبة المئوية لتوزع الأسنان في عينة البحث وفقاً لنوع الأسنان المدروسة ونظام التخريش المستخدم..... 55
مخطط3: يمثل النسبة المئوية لتوزع الأسنان في عينة البحث وفقاً لنوع الأسنان المدروسة ونظام التخريش المستخدم وإجراء سحل الميناء. ..... 56
مخطط4: يمثل المتوسط الحسابي لمقدار شدة الارتباط (بالميغاباسكال) في عينة البحث وفقاً لإجراء سحل الميناء ونظام التخريش المستخدم ونوع الأسنان المدروسة. ..... 59
مخطط5: يمثل المتوسط الحسابي لمقدار شدة الارتباط (بالميغاباسكال) في عينة البحث وفقاً لنظام التخريش المستخدم وإجراء سحل الميناء ونوع الأسنان المدروسة. ..... 61
مخطط6: يمثل المتوسط الحسابي لمقدار شدة الارتباط (بالميغاباسكال) في عينة البحث وفقاً لنوع الأسنان المدروسة وإجراء سحل الميناء ونظام التخريش المستخدم..... 63
مخطط7: يمثل النسبة المئوية لنتائج مراقبة مستوى فشل الارتباط في عينة البحث وفقاً لنوع الأسنان المدروسة ونظام التخريش المستخدم وإجراء سحل الميناء. ..... 66

## قائمة الأشكال LIST OF FIGURES


شكل 1: الطبقة الهجينة HL و إنفتاح فوهات القُنيات العاجية DTO و تكوين الأوتاد الراتنجية RT ، العاج D، المادة الرابطة A، الكمبوزيت C. ..... 17

شكل 2: مقارنة بين مقطع في العاج السطحي والعاج العميق. ..... 18

شكل 3: مكونات المادة الرابطة ذاتية التخريش (المُبدىء والرابط) ..... 27

شكل 4: حمض الفوسفور 37% ..... 44

شكل 5: مادة رابطة الجيل الخامس ..... 44

شكل 6: مادة رابطة الجيل السابع ..... 44

شكل 7: كومبوزيت ترميمي لشركة M.ESPE3 ..... 45

شكل 8: قبضة توربينية نوع NSK ..... 45

شكل 9: جهاز التصليب الضوئي DB 685 LED لشركة COXO ..... 45

شكل 10: جهاز الاختبارات الميكانيكية INSTRON ..... 46

شكل 11: الاسطوانات المعدنية ..... 46

شكل 12: الملزمة ..... 46

شكل 13: مجموعة القوالب الاسطوانية ..... 49

شكل 14: القالب الاسطواني الشفاف – مُكَبَّر ..... 50

شكل 15: عينة الاختبار ضمن القالب الإكريلي ومثبت عليها الزر الراتنجي ..... 50

شكل 16: اختبار شدة الارتباط للعينات ..... 51

شكل 17: شرح تقسيم العينة المدروسة ..... 54

شكل 18: القالب التيفلوني ..... 72

شكل 19: تأثيرات مادة CSE على سطوح الميناء المختلفة. A–دون سحل الميناء. B–سحل الميناء باستخدام ورق الزجاج. C–سحل باستخدام السنبلة الماسية(105) ..... 31

شكل 20: تأثيرات حمض الفوسفور 35% على سطوح الميناء المختلفة. A–دون سحل الميناء. B–سحل الميناء باستخدام ورق الزجاج. C–سحل باستخدام السنبلة الماسية(105) ..... 31

# المقدمة

# Introduction

إن من أهداف طب الأسنان الحديث وتقنياته تطوير المواد الترميمية للمحافظة على النُسج السنية بشكل أكبر (خصوصاً لدى الأطفال)، نظراً لانتشار النخور في الأسنان المؤقتة بشكل جائح بسبب ما تملكه من ميناء وعاج قليلين وحجرة لب كبيرة مقارنة بالأسنان الدائمة[16]

وتتجه الأنظار اليوم إلى المواد التجميلية، ومنها المواد الراتنجية المعتمدة في ثباتها على المواد الرابطة. إلا أن تطبيق هذه المواد يحتاج إلى دقة في العمل، وإلى ساحة عمل واضحة، وتعاون كبير من قِبَل المريض،الأمر الذي غالباً ما يكون قليلاً عند الأطفال بشكل عام، فكلما كانت مراحل التطبيق أقل كلما كان الإجراء أسهل وأسرع.

وتعد المواد الرابطة ذاتية التخريش الجيل الأكثر حداثة من المواد الرابطة للميناء والعاج، فباستخدامها يتم اختصار مرحلة التخريش والغسل مما يقلل من زمن المعالجة وينقص من احتمال حدوث التلوث اللعابي للميناء المخرشة، كما يُقلل من الحاجة إلى تعاون المريض[171].إلا أن هناك اختلافاً في بنية الميناء ما بين الأسنان المؤقتة والدائمة[16]،يمكن أن يؤثر في نجاح هذه الترميمات مثلما تؤثر في ذلك جودة المنتج بحد ذاته بحسب الشركة المصنعة للمادة وطريقة تطبيقها.

# الهدف من البحث

# Aim of the Study

يهدف هذا البحث إلى:

1. المقارنة ما بين شدة ارتباط المادة الرابطة ذاتية التخريش 3M ESPE – Adper™ Easy One (الجيل السابع) والمادة الرابطة التقليدية 3M ESPE – Adper™ Single Bond (الجيل الخامس)، على ميناء الأسنان المؤقتة والدائمة.

2. دراسة تأثير تحضير الميناء (بتمرير سنبلة شاقة ناعمة على السطح لمرة واحدة) في شدة ارتباط تلك المواد على الأسنان المؤقتة والدائمة.

3. دراسة مستوى فشل الارتباط في كلا حالتي التخريش الذاتي والتقليدي.

# 1. الباب الأول: المراجعة النظرية

# Literature Review

## 1.1. لمحة تشريحية حول بنية ميناء الأسنان (المؤقتة والدائمة)

### 1.1.1. بنية الميناء في الأسنان الدائمة

1. تتكون الميناء بشكل أساسي من أملاح معدنية تشكل نسبة (96%) من البنية وكمية ضئيلة من المواد العضوية (1%) والماء (3%).

2. تتكون البنية المعدنية للميناء من المواشير المينائية وأغماد المواشير إضافة إلى المادة بين الموشورية.

3. تتجه المواشير من الملتقى المينائي العاجي نحو الخارج بشكل متعرج ويكون قطرها 4 ميكرونات في المتوسط، إذ يزداد قطر المواشير من الملتقى المينائي العاجي في الأسنان الدائمة باتجاه السطح الخارجي للميناء بنسبة (2:1)، وتصطف بلورات الأباتيت بشكل موازٍ تقريباً للمحاور الطولية للمواشير المينائية عند رأسه وجسمه.

4. تشبه الميناء في الأسنان الدائمة حديثة البزوغ نسيج غشائي نصف نفوذ بسبب وجود مسامات مملوءة بالماء ضمنها، ويتناقص حجم هذه المسامات مع التقدم بالعمر من خلال امتصاص بلورات الميناء لعدد كبير من الشوارد وازدياد حجمها، مما يؤدي إلى تناقص كمية الماء المتوفرة في الميناء مع التقدم في العمر، وخاصة في الطبقة السطحية منها.

تغطى الميناء في الأسنان البازغة بغشاء رقيق (Pellicle) هو عبارة عن ترسبات من البروتينات اللعابية التي تترسب خلال ساعات بعد تنظيف سطح الميناء ميكانيكياً وتندخل بالمتعضيات الدقيقة بعد يوم أو يومين لتتشكل اللويحة الجرثومية[125].

### 2.1.1. بنية الميناء في الأسنان المؤقتة:

تُغطى الأسنان المؤقتة بطبقة متجانسة من الميناء، وتكون ثخانتها حوالي نصف ثخانة الميناء في الأسنان الدائمة، وذلك حسب دراسة CHOMETTE (2007)[36].

ومن ميزات الأسنان المؤقتة:

1. نسبة الأملاح في ميناء الأسنان المؤقتة أقل مما يشاهد في ميناء الأسنان الدائمة

2. نسبة البروتينات ضمن ميناء الأسنان المؤقتة أعلى من ميناء الأسنان الدائمة.

3. قطر بللورات هيدروكسي الأباتيت في ميناء الأسنان المؤقتة أكبر مما هو عليه في الأسنان الدائمة[125].

4. يغطى السطح الخارجي للميناء في معظم الأسنان المؤقتة بطبقة سطحية ثخانتها 30 ميكرون من الميناء اللاموشورية السطحية، حيث لاتشاهد مواشير مينائية واضحة، وتكون بلورات هيدروكسي الأباتيت متوازية فيما بينها.

5. سماكة الميناء اللاموشورية عند مستوى الملتقى المينائي العاجي أكبر في الأسنان المؤقتة من الأسنان الدائمة[134].

6. تتوزع الميناء اللاموشورية بشكل كبير على الثلث المتوسط للسطح الشفوي لتيجان الأسنان المؤقتة، بينما تغطي الثلث اللثوي للسطح الشفوي لتيجان الأسنان الدائمة.

7. لا تشاهد خطوط ريتزيوس في الأسنان المؤقتة إلا في الميناء المتشكلة بعد الولادة، ويكون عددها أقل مما يشاهد على سطح الميناء في الأسنان الدائمة[151].

## 2.1. الراتنج المركب:

خضعت المواد الترميمية لعدة متغيرات على مدى قرن كامل، حيث كان أول استخدام للسيليكات كمادة مرممة تجميلية من قبل SLEINBOCK عام (1904). ومن ثم تطورت المواد الراتنجية بظهور الراتنجات السنية ذاتية التصلب غير المملوءة على يد KULTZER عام (1943). تعرضت هذه المواد لتحسينات متلاحقة حيث قدم BOWEN عام (1959) أول راتنج مملوء عُرف باسم BiS–GMA، وظهر أول راتنج ذو جزيئات مالئة زجاجية عام

(1962). وفي بداية السبعينيات كان ظهور الراتنجيات المركبة ضوئية التصلب (Light-cured Composite) والتي يتم تصليبها بالأشعة فوق البنفسجية. بعدها ظهرت الراتنجيات المركبة التي تتصلب بالضوء الأبيض (الضوء المرئي) في عام (1972) [22].

### 1.2.1. تركيب الراتنج المركب:

تتألف الراتنجيات المركبة بشكل رئيس من:

أ- القالب الراتنجي Resin Matrix:

هناك صيغتان رئيسيتان للقالب الراتنجي هما:

- BiS-GMA ويتكون وفق صيغة العالم BOWEN من التفاعل التالي:

Bisphenol A + Clycidyl Methacrylate →BiS-GMA

وهي الصيغة الموجودة في معظم أنواع الكومبوزيت.

- Urethane Di Metha Crylate:

وهذه الصيغة موجودة من أجل الحصول على قالب راتنجي أكثر مقاومة للمواد المذيبة وسهل التنظيف من الناحية السريرية [22].

ب- الجزيئات المالئة Filling Particles:

وهي مواد غير عضوية على شكل بلورات زجاجية تتألف من الكوارتز والسيليكات وسيليكات الألمنيوم والليثيوم.

إن إضافة الجزيئات المالئة إلى القالب الراتنجي يؤدي إلى تحسين خواصه الميكانيكية، وإنقاص التقلص التصلبي للراتنج وانخفاض معامل تمدده الحراري وامتصاصه للماء، وبشكل عام فإن نسبة الذرات المالئة تتراوح بين (70-80%) حجماً [22].

ج- المادة المزاوجة Coupling Agents:

إن الارتباط بين الجزيئات المالئة والقالب الراتنجي أمر مهم من أجل المحافظة على خواص الراتنج المركب، ويتم ذلك بواسطة مادة مزاوجة تدعى Vinyl Silane ذات نهايتين، ترتبط إحداهما بروابط الهيدروكسيل على الذرات المالئة في حين ترتبط النهاية الأخرى بالمونومير في القالب الراتنجي[91].

## 2.2.1. تصنيف الراتنج المركب:

يصنف الراتنج المركب عالمياً حسب متوسط حجم جزيئات المادة المالئة الداخلة في تركيبه وكثافتها وذلك على الشكل التالي:

- **تبعاً لكثافة المادة المالئة:**

- منخفض الكثافة: ويحتوي على ذرات مالئة بنسبة أقل من 60% من وزنه.

- متوسط الكثافة: ويحتوي على ذرات مالئة بنسبة بين (60-75%) من وزنه.

- عالي الكثافة: ويحتوي على ذرات مالئة بنسبة أكثر من 75% من وزنه[156].

- **تبعاً لحجم ذرات المادة المالئة:**

- الكومبوزيت التقليدي Conventional Composite:

وهو أول أنواع الكومبوزيت التي تم إنتاجها، ويحتوي على مواد مالئة كبيرة الحجم (من10-15 ميكروناً)، أهمها الكوارتز ضخم الجزيئات. وتبلغ نسبة المواد المالئة في هذا النوع من الكومبوزيت (70-80)%، وهو ذو مقاومة عالية للانكسار. سريرياً، يتصف الكومبوزيت التقليدي بخشونة سطحه،مما يسبب تجمع فضلات الطعام واللويحة الجرثومية. يميل هذا النوع من الكومبوزيت إلى تغيير لونه بسرعة [170].

- الكومبوزيت صغير الجزيئات Small Particles Composite:

يحتوي هذا النوع من الكومبوزيت على نسبة من المواد المالئة أعلى منها في الكومبوزيت التقليدي (80% فما فوق)، ويتراوح حجم الجزيئات المالئة بين (1-5) ميكرون. يمتاز هذا النوع من الكومبوزيت عن الكومبوزيت التقليدي بنعومة سطحه ومقاومته الكبيرة للاهتراء السطحي وتبدل اللون، كما أن قوة الانضغاط ومعامل المرونة فيه أكبر مما هو عليه في الكومبوزيت التقليدي [156].

- الكومبوزيت فائق النعومة Microfilled Composite:

يحتوي الكومبوزيت فائق النعومة على مواد مالئة صغيرة الحجم (0.2-0.4) ميكرون. يعد هذا النوع من الكومبوزيت الأكثر جماليةً، وذلك لكونه النوع الأكثر قابلية للصقل والتلميع. وتكون المادة المالئة غير العضوية في معظم أنواع هذا الكومبوزيت هي السيليكا شبه الغروية Colloidal Silica[170].

- الكومبوزيت الهجين Hyprid Composite:

يدعى هذا النوع من الكومبوزيت بالهجين لأنه يُملأ بنوعين من الجزيئات المالئة غير العضوية: جزيئات فائقة النعومة (0.04) ميكرون مع جزيئات كبيرة (1-15) ميكرون. وتكون نسبة المادة المالئة في هذا النوع من الكومبوزيت بين (76-80)% [170].

لهذا النوع من الكومبوزيت قابلية صقل وتلميع جيدة بالإضافة إلى مقاومة عالية للكسر[170]. يستخدم هذا النوع من الكومبوزيت في ترميم الأسنان الأمامية والخلفية، **وهذا هو النوع المستخدم في الدراسة الحالية**.

- **حسب نمط تصلب الكومبوزيت:**

- الكومبوزيت المنشط أو المتصلب كيميائياً Chemically Activated Composite:

يتصف هذا النوع من الكومبوزيت بوجوده على شكل معجونين ضمن عبوتين: يحتوي المعجون الأول فوق أكسيد البنزويل كمحفز للتفاعل Catalyst، ويحتوي المعجون الثاني ثلاثي الأمين كمنشط للتفاعل[18] .

- الكومبوزيت المنشط أو المتصلب ضوئياً Light-activated Composite:

يتألف هذا النوع من معجون واحد يحتوي جزيئات راتنجية ومادة مالئة ومنشطاً للتفاعل، وهوألفا دي كيتون (DIKETON)، ويتواجد هذا النوع عادة ضمن عبوات على شكل محاقن بلاستيكية ظليلة على الأشعة[18]، **وهو النوع المستخدم في هذا البحث**.

## 3.1. المادة الرابطة:

تتألف المواد الرابطة التي تستعمل لربط الراتنج مع الميناء المخرشة من راتنج BIS-GMA يمزج مع راتنج مخفف لتخفيض اللزوجة العالية. [22,101]

تعتبر درجة لزوجة المادة الرابطة عامل مهم في الترطيب والنفوذية: [127]

- الترطيب: التماس الصميمي للسائل الراتنجي مع المسامات المجهرية للميناء المخرشة.

- النفوذية:مدى عمق اختراق السائل الراتنجي للميناء المخرشة.

يرطب السائل الراتنجي السطح المخرش غير المنتظم ويسيل على نهايات المواشير المينائية. وبعد التصلب، يشكل أوتاداً صلبة محصورة ضمن الميناء المخرشة ليعطي بذلك درجة عالية من التثبيت الميكانيكي المجهري بين الميناء والراتنج[126].

### 1.3.1. دور المادة الرابطة في علاقة الكمبوزيت مع النُسج السنية

يعتبر الارتباط الدائم للمواد المرممة مع النُسج السنية أمراً ضرورياً للنجاح السريري لترميمات الكمبوزيت[52]. وقد تكثفت الدراسات حول الارتباط السنّي والنفوذية العاجية والتي حققت تقدماً

ملموساً، ولكن لسوء الحظ، بالرغم من الزيادة الملحوظة في قيم قوى الارتباط، إلا أن التسرب المجهري Microleakage وحدوث الفراغات البينية، وخاصةً عند الارتباط مع العاج، والمشاكل المتلاحقة المترتبة عليها لم تتحسن بنفس وتيرة التطور، حيث أن جهود التقلص التصلبي لترميمات الكمبوزيت الموجودة على طول السطح البيني للارتباط تؤدي إلى مشاكل من الصعب حلّها، وبالتالي لا بد من الختم الكتيم Hermitic Seal للمواد المرممة الذي يضمن النجاح السريري[26,51].

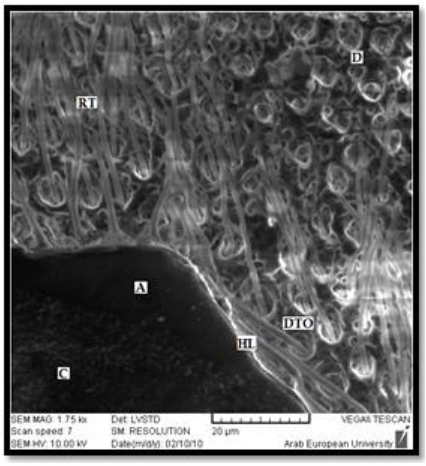
## 4.1. تقنية الارتباط:

تستعمل عملية التخريش الحمضي Acid Etching على الميناء بنجاح بواسطة حمض الفوسفور بتركيز (35–37%)[40]، وبينما يعتبر العاج نسيجاً مؤلفاً من مادة غير عضوية (الهيدروكسي أباتيت) ومادة عضوية (الكولاجين) وماء[165]،فهذا المزيج يُصعّب مهمة المواد الرابطة ويجعلها أكثر تعقيداً من الارتباط بالميناء[116]. من المعتقد أن هناك عوامل عدة تؤدي إلى التخريش الحمضي غير المتجانس للعاج منها إختلاف المناطق العاجية التي تختلف فيها كثافة واتجاه القُنيات العاجية، والقالب الكولاجيني/المعدني، ووجود أنواع مختلفة من العاج، ونفوذية العاج وإختلاف رطوبته، وثخانة طبقة اللطاخة Smear Layer. [85, 165]

تعتمد فعالية ارتباط المواد المرممة بالعاج، في الغالب، على التثبيت الميكانيكي المجهري Micro–Mechanical Retention الذي وصفه NAKABAYASHI (1991) بالتثبيت الحاصل عن طريق إرتشاح راتنج المادة الرابطة إلى العاج مُزال التمعدن Demineralized Dentin جزئياً (الفراغات بين ألياف الكولاجين في العاج بين القنوي Intertubular Dentin والقُنيات العاجية Dentinal Tubules) وبالتالي تكوين الطبقة الهجينة Hybrid Layer والأوتاد الراتنجية Resin Tags[110A]

من الناحية النظرية، إن قوة الارتباط للمواد الرابطة هي مجموع قوى ارتباط الطبقة الهجينة والأوتاد الراتنجية والارتباط السطحي[60,160]. يبدأ الإندخال الراتنجي إلى النُسج السنية من خلال الطبقة الهجينة، وأشارت بعض الأبحاث إلى أن سماكة الطبقة الهجينة في تكوين ارتباط قوي ليست بأهمية تمادي هذه الطبقة وانسيابيتها وخلوها من الفجوات أو الصدوع. تعتبر الطبقة

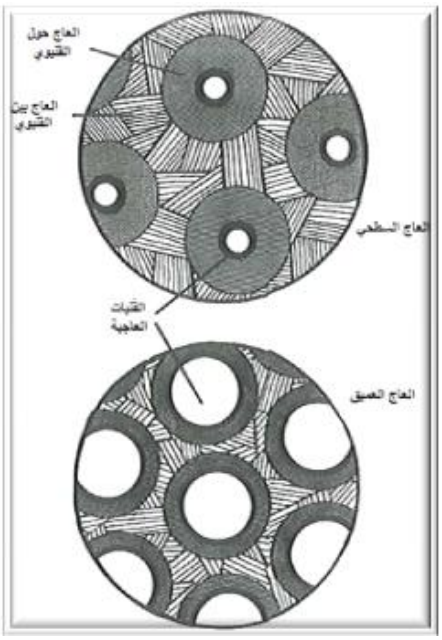
الهجينة منطقة تراكم للجهود، والبعض يعتبرها المنطقة الأكثر هشاشة Fragile في السطح البيني للمواد المرممة/النُسج السنية Resin Dentin Interface[60] – الشكل (1)




**شكل 1: الطبقة الهجينة HL وإنفتاح فوهات القُنيات العاجية DTO وتكوين الأوتاد الراتنجية RT ، العاج D، المادة الرابطة A، الكمبوزيت C.**

الأوتاد الراتنجية هي إمتدادات للراتنج ضمن القُنيات العاجية لزيادة التثبيت الميكانيكي، الأمر الذي يُعزز الارتباط، وخاصةً إن كانت في تماس أكبر مع النُسج السنية (بالإمتداد والكثافة)، كما يجب أن تكون الأوتاد الراتنجية متصلة مع الطبقة الهجينة بلا فواصل بينهما لتجنب التسرب المجهري[60].

تتعلق قوة ارتباط المواد الرابطة إلى السطح العاجي بمساحة العاج الصُلب ناقص مساحة القُنيات العاجية، حيث أن وجود ألياف الكولاجين في العاج بين القنيوي يعتبر ضرورياً لتكوين الطبقة الهجينة والتي يُعوَّل عليها في إلصاق الراتنج بالعاج أكثر من القُنيات العاجية وذلك لوجود السوائل العاجية وبسبب حلقة العاج حول القنيوي Peritubular Dentin قليلة الكولاجين، إذ تمثل القُنيات العاجية 80% من السطح العاجي الداخلي المجاور للُّب السني، بينما العاج بين القنيوي يمثل 12% فقط منه كما في الشكل رقم (2). ولهذا فإن المواد الرابطة تُظهر قوى ارتباط أضعف بفارق إحصائي مهم مع العاج العميق مقارنةً بالارتباط مع العاج السطحي[146].




**شكل2 : مقارنة بين مقطع في العاج السطحي والعاج العميق.**

### 1.4.1. آلية الارتباط مع الميناء:

إن مبدأ التخريش الحمضي الذي اقترحه BUONOCORE والذي هدف إلى معاملة سطح الميناء بحمض الفوسفور للوصول إلى سطح نظيف، وإزالة اللويحة الجرثومية، ومن ثم تسهيل ترطيب سطح الميناء من خلال زيادة طاقة السطح، أعطى نمطاً تخريشياً سمح بنفوذ وتصلب الراتنج ضمنه، مما زاد من قوة ارتباط الراتنج مع الميناء[29].

وهناك جدل حول مدى الارتباط بين الراتنج والميناء المؤقتة، وتأثير وجود الميناء اللاموشورية على شدة الارتباط، وعلى مدى تأثير الحمض المطبق عليها. لذلك كانت النصائح بتخريشيها مدة أطول مما هو الحال في الأسنان الدائمة للحصول على بنية تخريش مماثلة لما يشاهد في الدائمة[62].

### 2.4.1. العوامل المؤثرة في شدة الأرتباط:

سجل الأدب الطبي أن من أهم العوامل تأثيراً في شدة الارتباط:

1) المادة الرابطة نفسها.

2) ظروف تطبيق المواد (العزل، والتجفيف، والتصليب.)

3) تقنية تحضير الميناء والعاج قبل تطبيق المواد، وشكل السطح السني الناتج عن التحضير.

### 3.4.1. قياس شدة الارتباط:

قارن BUCHALA وزملاؤه عام (1998) بين تخريش عاج القواطع المؤقتة المقلوعة بـ(10%) حمض التفاح وبين حمض الفوسفور (35%) لمدة (15) ثانية وتأثيره على شدة ارتباط الراتنج المركب بعد استعمال المادة الرابطة 3M Scotchbond MP فكانت شدة الارتباط في مجموعة حمض التفاح 8.73 MPa وفي مجموعة حمض الفوسفور 7.46 MPa دون فرق معنوي بين المجموعتين[27].

قارن TAO و SALAMA عام (1991) شدة ارتباط الراتنج المركب Lumifor و المادة الرابطة Gluma مع عاج الأرحاء الأولى والثانية المؤقتة، والأرحاء الأولى والثانية الدائمة، ومع عاج الضواحك، فكانت شدة الارتباط على الأرحاء المؤقتة 6.85 والأرحاء الدائمة + 9.3 11.1 والضواحك 1.24 + 9.3 ولوحظ أن شدة الارتباط مع العاج المؤقت كانت أقل بشكل جوهري من العاج الدائم[136A].

استنتج BORDIN-AYKROYD وزملاؤه في دراستهم عام (1995) أن شدة الارتباط للمواد التالية Gluma-Tenure-Scotchbond مع عاج الاسنان الدائمة كانت أعلى وبشكل جوهري من شدة ارتباطها مع عاج الأسنان المؤقتة[20].

قارن الباحث HOSOYA وزملاؤه عام (2006) شدة الارتباط لمادتي ربط تتبع لنظام الربط ذاتي التخريش أحادي المرحلة وهما (Clear Fil-SE Bond, One –UP bond Fplus) في كل من العاج الدائم والمؤقت ووجد أن قوى الارتباط مع العاج المؤقت كانت أضعف بشكل واضح مما هي عليه مع العاج الدائم في كلا الحالتين، كما لاحظ باستخدام المجهر الالكتروني الماسح أن نظام الربط ذاتي التخريش أحادي المرحلة أعطى تكييفاً جيداً للعاج المؤقت والدائم [72].

درس FRITZ وزملاؤه عام (1997) شدة ارتباط المادة الرابطة Gluma GPS مع كل من الميناء والعاج في الأسنان المؤقتة، وقيست الاختبارات في نصف العينات بعد مرور (24) ساعة على الالصاق ونصفها الآخر بعد مدة لا تقل عن (15) دقيقة و لا تزيد عن الساعتين، وبعد أن عرضت للدورات الحرارية قيست شدة الارتباط، ثم فحصت السطوح بالمجهر الالكتروني فتبين أن شدة الارتباط لم تتأثر بالدورات الحرارية أو بالحفظ بالماء لمدة (24) ساعة، بينما كانت شدة الارتباط مع الميناء أعلى منها في العاج [53].

وجد IRIC وزملاؤه عام (2000) تحسن الانطباق الحفافي وشدة الارتباط لكل من F2000 وDyract AP مع كل من الميناء والعاج عند استعمال اللاصق الخاص بكل مادة او باستخدام المادة الرابطة ذاتية التخريشPrompt-L-Pop لشركة Espe وكانت فاعلية Prompt-L-Pop أعلى من المادة الرابطة الأصلية للنظام.

وفي دراسة اخرى وجد Hosoya وزملاؤه عام (2000) أن استعمال النظام المبدئ ذاتي التخريشImperva Flouorobond (بدون تخريش حمضي) ومادة رابطة تابعة له.أدى إلى شدة ارتباط تراوحت بين (14-16) Mpa وذلك مع كل من الميناء و العاج في الأسنان المؤقتة والدائمة وبدون فروق معنوية بينها[72].

قارن SHIMADA وزملاؤه عام (2002) شدة الارتباط الناتجة عن تطبيق مادة رابطة من نظام الربط الذاتي والمادة الثانية تتبع النظام التقليدي على الأسنان المؤقتة والدائمة فلم توجد اختلافات جوهرية ولكن فحص السطوح المينائية بالمجهر الالكتروني الماسح بين أن سطح الميناء المؤقتة مخرش بشكل أعمق من الدائمة عند تطبيق نظام الربط التقليدي[141].

كما وذكرت نوايا (2009) ملاحظة BELOICA وزملاؤه عام (2008) أن جهد الشد الدقيق مع الميناء غير المحضرة للواصق ذاتية التخريش بعبوة واحدة AdheSE One, Xeno V, Bond Force كان أقل بشكل دال إحصائياً من ذلك الناتج عن اللاصق تقليدي التخريش Prime&Bond NTولم يجدوا فروقاً دالة إحصائياً في شدة الارتباط بين اللواصق ذاتية التخريش المدروسة[174].

ذكرت ذكرت نوايا (2009) إشارة SODERHOLM وزملاؤه عام (2008) إلى ان شدة الارتباط مع الميناء اللاصق قليدي التخريش بعبوتين لم تكن أفضل من شدة الارتباط للواصق

ذاتية التخريش G-Bond, XenoIV, ClearfilS3 Bond, iBond GI, iBond Experimental[174].

### 4.4.1 تحضير الميناء:

تعزز إزالة الطبقة السطحية للميناء استجابتها للتخريش الحمضي وبالتالي تزيد من قوة الربط.

ذكر Kanemura وزملاؤه عام (1999) أن جهد الشد مع الميناء المسحولة للاصقين ذاتيي التخريش هما Mac Bond2, Clearfil Liner Bond2 كان مشابهاً لذلك الناتج عن لاصقين بعبوة واحدة من اللواصق التقليدية هما Single Bond, One-Step، أما عند تطبيق نفس اللاصقين ذاتيي التخريش على الميناء غير المسحولة كانت شدة الارتباط الناتجة أخفض بشكل دال إحصائياً من تلك الناتجة عن اللواصق التقليدية المذكورة[82].

استخدم JUNG وزملاؤه عام (1999) سنابل ماسية متدرجة الخشونة، وسنابل تنغستين كاربيد، ونوعين من الأحجار هي Dura Green, Dura White في تحضير السطوح المينائية وذلك بهدف معرفة تأثيرها على جهد القص عند الترميم بالراتنج المركب مع استخدام المادة الرابطة التقليدية، فأظهرت النتائج أن اختلاف خشونة السنابل المستخدمة لم يحدث تغيراً في جهد القص. وخلص الباحثون بذلك إلى أن زيادة خشونة السطوح المينائية لا يزيد بالضرورة من شدة الارتباط[77].

قيم RITTER وزملاؤه عام (2006) قوى الارتباط مع الميناء المحضرة وغير المحضرة باستعمال نظامي الربط التقليدي والربط الذاتي، ولم يجد الباحث اختلافات جوهرية في قوة الارتباط بين الميناء المحضرة وغير المحضرة باختلاف أنظمة الربط[135].

## 5.1. تطور المواد الرابطة للميناء والعاج :

لم يلاحظ الأدب الطبي أي تميز ما بين الموادر الرابطة للميناء والمواد الرابطة للعاج، وبناءاً على ذلك فإن المواد الرابطة بين تقسم حسب تطورها الزمني لعدة أجيال:

### 1.5.1. الجيل الأول:

طبق الباحث BUONOCORE (1955)، حمض الفوسفور على الميناء، وقد أحدث هذا الإجراء تغيراً مجهرياً في السطح الميناني، مما أوصل الباحث إلى إمكانية زيادة قدرة الارتباط بين الراتنج وميناء الأسنان البشرية، وشكل هذا أول خطوة في الارتباط[29]. أما الباحث BOWEN، فقد أعطى الأفكار الأولى عن الارتباط العاجي، وذلك عام 1972، عندما قدم الكومونومير (Surface–Active Comonomer) والذي مكن، نظرياً، من إحداث روابط كيميائية بين الراتنج والكالسيوم العاجي. وقد شكل ذلك الجيل الأول من المواد الرابطة للعاج، إذ يحافظ على طبقة اللطاخة سليمة، ويرتبط مع محتوياتها بواسطة حمض غليسيرو فوسفوريك ميتا كريلات، حيث ترتبط زمرة الفوسفات المحبة للماء مع شوارد الكالسيوم، وترتبط زمرة الميتا كريلات مع الراتنج المركب. بلغت قوة هذا الارتباط مع العاج تجاه شدة الارتباط ما يعادل 2 ميغاباسكال [22].

وطبقة اللطاخة هي عبارة طبقة لزجة متماسكة على سطح العاج تنتج من قطع النسج السنية أثناء التحضير، وتتكون من جزيئات دقيقة من النسج السنية وجراثيم و مكونات لعابية [65A].

تُنقِص طبقة اللطاخة من النفوذية العاجية بشكل مؤقت، وتُنقِص كمية تدفق السوائل من الأقنية العاجية. كما تحمي اللب بشكل مؤقت تجاه انتشار العناصر المخرشة من المادة المرممة. وتُنقِص كمية الغزو الجرثومي، ولكنها في الوقت نفسه طبقة غنية بالجراثيم التي تفككها وتحللها، مما يحرر مواد سامة قد تهاجر إلى اللب[13,14,144].

### 2.5.1. الجيل الثاني:

تم تطوير الجيل الثاني لأنظمة ربط العاج للاستعمال السريري خلال بداية الثمانينات من القرن الماضي. وكانت معظم تلك المواد عبارة عن إسترات محاطة بالفوسفور للراتنجيات غير المملوءة مثل HEMA (Hydroxyethyl Methacrylat) أو BiS–GMA (Bisphenol A–glycidyl Methacrylate)، والتي ترتبط مع العاج خلال التفاعل الشاردي والرطب بين مجموعات الفوسفور من جهة والكالسيوم في العاج الموجود في طبقة اللطاخة من جهة أخرى[43]. وكانت لهذه العناصر قوى ربط مع العاج ضد القص حوالي

(1–10) ميغا باسكال فقط. وكانت صغيرة جداً، وقد حافظ هذا الجيل أيضاً على طبقة اللطاخة.

### 3.5.1. الجيل الثالث:

ظهرت مواد الجيل الثالث في الولايات المتحدة الأمريكية في نهاية العقد الثامن من القرن الماضي[34,45]. واعتمد هذا الجيل إما على تعديل أو إزالة طبقة اللطاخة ليسمح باختراق الراتنج إلى العاج، مما أدى إلى زيادة قوة الربط[49]، فوصلت قوة الارتباط اتجاه القص مع العاج إلى (8–10) ميغا باسكال، ومع الميناء المخرشة بالحمض إلى حوالي (20) ميغا باسكال[12]. ومن المواد التي تنتمي إلى هذا الجيل Scotchbond2 (3M) و Syntac (Invoclar Vivadent).

### 4.5.1. الجيل الرابع:

ظهر هذا الجيل في بداية التسعينات من القرن الماضي. وتعتمد هذه الأنظمة على التخريش التقليدي للميناء والعاج بواسطة استخدام حمض الفوسفور. وكان التطور الأساسي في هذا الجيل هو تأكيد الارتباط مع النسج السنية الرطبة، واستخدام المبدئات ذات الأساس المائي والحاوي على محلات طيارة [80,81,87]. تعتمد تقنية الربط في هذا الجيل على ثلاث مراحل:(أ) التكييف. (ب) تطبيق المبدِئ. (ج) تطبيق اللاصق.

تزيل المادة المكَيِّفَة (المخَرِّشَة) طبقة اللطاخة، وتفتح الأقنية العاجية، مما يزيد من نفوذية العاج، ويخسف الكالسيوم من داخل الأقنية وما حولها. تترك عملية إزالة بلورات هدروكسي الأباتيت شبكة كولاجينية غير مدعومة تنكمش غالباً بسبب فقد الدعم غير العضوي[62,153]، ثم يتم غسل المكَيِّف، ومن ثمَّ يطبق المبدِئ. تحتوي جزيئات المبدِئ على مجموعتين وظيفيتين: واحدة محبة للماء وأخرى كارهة له. فالمجموعة المحبة للماء لها أُلفة مع السطح العاجي، والكارهة للماء لها أُلفة مع الراتنج. فيخترق المبدئ الشبكة الكولاجينية، ويرطبها، مما يرفعها إلى مستواها الأساسي، ثم يُطبق بعد ذلك اللاصق، وهو عبارة عن راتنج غير مملوء، أو مملوء جزئياً، يخترق العاج المطبق عليه المبدئ، ويتشارك في البلمرة مع المبدئ ليشكل طبقة مشتركة بين الكولاجين والراتنج تدعى الطبقة الهجينية Hybrid Layer[27]. وتستخدم أنظمة الربط في

هذا الجيل حمض الفوسفور. كما وتصل قوى الربط تجاه القص مع العاج حتى (20) ميغا باسكال [31]، ومع الميناء حتى (21.4) ميغا باسكال[158].

### 5.5.1. الجيل الخامس:

ظهر هذا الجيل عام 1996 لتبسيط تطبيق النظام السابق بدمج المبدئ واللاصق بعبوة واحدة فيكون في هذا الجيل العمل على مرحلتين: الأولى التخريش والثانية تطبيق المادة الرابطة[2,71]. وصلت قوة الارتباط تجاه القص مع العاج في العديد من الدراسات إلى (15) ميغا باسكال، وذكر في دراسات أخرى أنها تفوق (20–26) ميغا باسكال. أما مع الميناء، فوصلت بحسب دراسات إلى (42) ميغا باسكال[90]. تختلف لواصق الجيل الخامس بحسب المادة الحالّة المستخدمة، بعضها يعتمد الأستون، وبعضها الماء، وأخرى الكحول[10].

### 6.5.1. الجيل السادس:

تعد المواد المبدِئة اللاصقة ذاتية التخريش الجيل الأكثر حداثة من المواد الرابطة للميناء والعاج [94,112]. تقسم أنظمة الإلصاق ذاتية التخريش إلى:

1. مُبدئات ذاتية التخريش تطبق بشكل منفصل عن اللاصق [89]

2. لواصق ذاتية التخريش، يتم فيها تطبيق المبدِئ والمخَرِّش واللاصق بشكل آني ومتزامن [75]

يتوافر النوعان تجارياً بأكثر من عبوة واحدة، ويحتاج إلى مزج قبل التطبيق مباشرةً. ويكون فيها المحتوى المائي مفصولاً عن المونوميرات الحامضية الوظيفية، لمنع التحلل المائي خلال التخزين [117].

### 7.5.1. الجيل السابع:

هي أنظمة ذاتية التخريش لا تحتاج لمزج، تطبق بدون أي معالجة مسبقة[30]. لذلك، فإن تطبيقها سهل ولا تحتاج لوقت طويل، وتؤدي إلى نتائج جديرة بالإهتمام دون تحطم الرابطة الأستيرية لـ(4META) 4 Methacryloxyethyl Trimellitic Acid في اللاصق[3]. كذلك

فإن اللواصق تحتوي الغلوتار ألدهيد لكي يسهل نفوذ المادة الرابطة الراتنجية، ويثبت الكولاجين [153].

## 6.1. الأنظمة ذاتية التخريش

تقترح طريقة التخريش الذاتي في محاولة لتبسيط وتسهيل تطبيق أنظمة الربط على الميناء والعاج،حيث تتحد هذه المواد مع سطح السن مختصرة مرحلتي التخريش والغسيل إلى خطوة مفردة واحدة.وقد سهل ضم هاتين الخطوتين إلى خطوة واحدة ،في تقنية الارتباط وزاد من شعبية وشهرة هذه الأنظمة في الاستخدام اليومي لدى عيادات الأسنان[162].

ويختلف التخريش الذاتي عن التخريش التقليدي في عدة مظاهر مثل pH الأساسي،نوع المونومير الحمضي، عدد العبوات،الخطوات،تركيز الماء والمذيبات والقابلية المحبة للماء.

وقد أظهرت بعض الدراسات أن اللاصق ذاتي التخريش المطبق على الميناء المسحولة يصل إلى قيم ارتباط عالية كالقيم الحاصلة عند استخدام اللاصق ذي التخريش التقليدي[82]، على الرغم من أن بعض الباحثين لم يجدوا فروقاً في تطبيق اللاصق ذاتي التخريش سواء على ميناء مسحولة أو غير مسحولة[73] وقد يكون التضارب في النتيجتين السابقتين يعزى إلى الاختلاف في طرق تحضير الميناء.

أظهرت الصور المجهرية المأخوذة عن طريق المجهر الالكتروني الماسح لسطوح الميناء المخرشة بحمض الفوسفور 35% اختلافاً طفيفاً بين طرق تحضير الميناء. وقد أظهرت المقاطع المأخوذة زوال طبقة اللطاخة بالكامل باستخدام التخريش الحامضي وتم كشف الأقنية المينائية وتخريشها. وبالرغم من أن نتائج البنية المجهرية لهذه الدراسة أظهرت بشكل واضح أن زيادة قوة الحمض المستخدم تؤدي إلى زيادة في الانحلال ووضوح أكبر في نمط التخريش، إلا أن ذلك لم يؤد إلى زيادة في قوة الارتباط بشكل مطلق[105].

تتطلب آلية الارتباط باستخدام التخريش التقليدي المرور بمرحلتين[105]:

1. تخريش السطح بواسطة حمض والذي من خلاله يتم إزالة فوسفات الكالسيوم محدثاًمسامات مجهرية على مستوى الميناء والعاج.

2. التهجين:وهو عبارة عن اختراق ومن ثم بلمرة الرزين في المكان داخل المسامات السطحية.

تعتمد مواد الارتباط للتخريش التقليدي على حمض الفوسفوريك (30-40)% كتكييف للميناء.

ولحمض الفوسفور كفاءة عالية في إزالة طبقة اللطاخة وإحداث مسامات مجهرية سطحية من خلال انحلال المعادن، بعد ذلك يتم تطبيق المبدىء والماد الرابطة مما يؤدي إلى ارتباط فعال كما شرحه Van Meerbeek [159].

أصبحت الأنظمة الرابطة التقليدية Conventional-Etch Adhesives في الوقت الحالي ذات فعالية و تُظهر قوى ارتباط عالية مع النُسج السنية إلا أن تقنية تطبيقها تقنية حسّاسة فهي متعددة الخطوات، معقدة ومُستهلكة للوقت[146].

وقد باتت الجهود تتمحور حول تبسيط عملية الارتباط هذه للتقليل من الأخطاء الناتجة عن التعامل السريري، فظهرت مواد رابطة مُعدلّة لطبقة اللطاخة Modified Smear Layer تُسمّى أنظمة التخريش الذاتي Self-Etch Adhesives والتي تضم الجيلين السادس والسابع من أجيال الارتباط (حسب التصنيف القديم) والتي تعتمد على مبدأ أن طبقة اللطاخة توفر حاجزاً طبيعياً للُّب السني فتحميه من الغزو الجرثومي وتَحُدّ من خروج السوائل العاجية التي تُقلل من فعالية الارتباط[4,146,157] كما أنها تُقلل من الحساسية التالية للترميم[56] ومن الأخطاء السريرية[58].

تتكون الأنظمة الرابطة ذاتية التخريش من المبدىء Primer الذي يحتوي على مونميرات بخصائص مُحبة للماء للارتباط مع ألياف الكولاجين المكشوفة والإندخال ضمن النُسج السنية وأُخرى بخصائص كارهة للماء للتبلمر مع المادة الرابطة لتحويل السطح العاجي الرطب إلى الحالة الأسفنجية الكارهة للماء وبالتالي تسمح للمادة الرابطة Bond بترطيب السطح جيداً والولوج عبر ألياف الكولاجين بفعالية عالية [60,147]، قد تكون المادتان في عبوتين منفصلتين

تُطبق بمرحلتينTwo-Steps Two-Components أو تُمزج مباشرةً قبل استخدامها One-Step Two-Components (الجيل السادس) كما في الشكل رقم (3) ، أو تكون في عبوة واحدة One-Step One-Component (الجيل السابع) [147].

**شكل3 :مكونات المادة الرابطة ذاتية التخريش (المُبدىء والرابط)**

كما تجعل الأنظمة الرابطة ذاتية التخريش من طبقة اللطاخة جزءاً من الطبقة الهجينة حيث أنها تُعدل طبقة اللطاخة وتُدمجها مع مزيج ألياف الكولاجين والمونميرات الراتنجية، فإضافة المونميرات الحامضية إلى هذه المواد جعل لها القدرة على تخريش العاج من خلال طبقة اللطاخة وجعلها جزءاً من السطح البيني الرابط [147].

يعزى ضعف قوة الربط لنظام التخريش الذاتي إلى وجود الميناء اللاموشورية[40,74,82,97,102] بالإضافة إلى التنوع في لزوجة اللاصق، وسطح الاحتكاك، وحموضة نظام التخريش الذاتي، والتفاعل الكيميائي للمونوميرات الحامضية مع الميناء[169]، وتركيز الماء[67]، وقوة ربط اللاصق[131,148]

## 1.6.1. تعديلات على المادة الرابطة لتحسين فعاليتها

أثبت TAY وزملاؤه أن وجود الماء في المواد الرابطة ذاتية التخريش ضروري لتشرّد Ionize المونميرات الحامضية وإزالة تمعدن النُسج الصلبة[150]، وهو مهم أيضاً لإعادة ترطيب العاج وتجنب انقباض ألياف الكولاجين[60]. لهذا، فإن أساس المواد الرابطة ذاتية التخريش هو الماء. وبالمقارنة مع تقنية التخريش الحمضي فإن هذه المواد لا تُظهر نفس الحساسية لرطوبة السطح العاجي كما في الأنظمة التقليدية[104]. من ناحية أُخرى فإن الماء الزائد قد يُقلل من المحتوى المونميري ضمن شبكة الكولاجين وقد يتداخل في تبلمرها[60]، لهذا تحتوي المواد الرابطة ذاتية التخريشفي تركيبها على مُحلّات عضوية مشاركة Co-solvents مثل الإيثانول والأسيتون

لتعزيز انتشار المونميرات الراتنجية ضمن النُسج السنية [150]، حيث أنها تحمل المونميرات إلى داخل القُنيات العاجية والفراغات ضمن ألياف الكولاجين وتحمل الماء الزائد وتتطاير عند التعرض للهواء [163].

ومن الإضافات الأخرى على المواد الرابطةالمواد المالئة النانوية، والتي بالرغم من أنها لا تلعب دوراً رئيساً كما في المواد المرممة، فإنها تُحسّن من قوى الارتباط وتقلل التقلص التصلبي وتزيد معامل المرونة [9,104] كما أنها تزيد لزوجة المادة الرابطة لتجنب ترققها والتبلمر غير الكافيوهناك دراسات أشارت إلى دور هذه المواد المالئة كمُعدّل للجهود Stress Buffer[104].

أظهرت دراسة حديثة[136] أن إضافة عُصيات نانوية Nanorods من الهيدروكسي أباتيت بتركيز (0.2–0.5%) وزناً قد زاد من الخصائص الميكانيكية للمادة الرابطة كما إزدادت قوى الارتباط مع العاج بصورة ملحوظة وقد يتم إعتمادها كبديل عن المواد المالئة التقليدية من السيليكات. كما أشارت نفس الدراسة إلى إمكانية هذه المواد من إعادة تمعدن النخور عند السطح البيني للمادة الرابطة/النُسج السنية بما أن الهيدروكسي أباتيت هو المكوّن الرئيس للنُسج السنية.

### 2.6.1. تصنيف المواد الرابطة ذاتية التخريش

تندمج المواد الرابطة المعتمدة على التخريش الذاتي بصورة جزئية مع طبقة اللطاخة و تزيل تمعدن العاج و في نفس الوقت يندخل الراتنج أثناء تطبيق المبدىء الحمضي ، لهذا فإن قدرة إزالة التمعدن لهذه المواد الرابطة تعتبر خاصية مهمة للارتباط ، و تعتمد على نوع المونميرات الحامضية و تركيزها و مدة التطبيق و طريقته و قدرة المادة الرابطة على الترطيب و لزوجتها و قابلية ذوبانها و تركيز الماء والـ pH[86,138,164].

تُصنّف المواد الرابطة ذاتية التخريش حسب قيمة الـ pH إلى: مواد رابطة قوية وتكون قيمة الـ pH≤1، مواد رابطة متوسطة وتكون قيمة الـ pH فيها بين 1 و 2، مواد رابطة ضعيفة وتكون قيمة الـ pH≤2.[84,147]

كلما انخفض الـ pH كلما زادت حامضية المادة وزادت قدرتها على إزالة التمعدن واقتربت من أنظمة التخريش الكامل بينما قِلة تركيز الحمض الداخل إلى العاج أو عدم قدرته إزالة تمعدن العاج ترتبط بالمادة عالية الـ pH (الضعيفة)[60].

وبالرغم من هذا فإن تطوير المواد الرابطة ذاتية التخريش الضعيفة قد جلب بعض الفرص الواعدة للارتباط كيميائياً بالهيدروكسي أباتيت الذي لا يُزال بصورة كاملة [157]، وأشارت بعض الأبحاث إلى أن المونميرات الوظيفية في المواد ذاتية التخريش تستطيع أن تتفاعل كيميائياً مع الهيدروكسي أباتيت الأمر الذي يُحسّن من مقاومة الإنحلال وقد يزيد قوى الارتباط[160].

### 3.6.1. تقييم أداء المواد الرابطة ذاتية التخريش مقارنةً مع المواد الرابطة التقليدية

قُدمت المواد الرابطة ذاتية التخريش لتبسيط تقنية الارتباط بالنُسج السنية، إلا أن قدرتها على تخريش النُسج السنية العالية التمعدن وفعالية ارتباطها كان مَحَل تساؤل وقد أُجريت العديد من الأبحاث لتحري فعالية الأنظمة ذاتية التخريش فيما بينها من جهة ومع المواد الرابطة التقليدية من جهة أُخرى[51,58,84]، وهناك تساؤل حول قدرتها على تكوين طبقة هجينة فعلية وسلامة ختمها الحفافي وديمومة ارتباطها.

تكوّن المواد الرابطة ذاتية التخريش طبقة هجينة رقيقة وفعالية ارتباطها مع النُسج السنية لا ترقى إلى مستوى ارتباط المواد التقليدية غالباً ويعتقد البعض أنهذا ناتج عن أن التفاعل الداخلي للمواد الرابطة ذاتية التخريش مع النُسج السنية يعتبر سطحياً جداً بدخول محدود للراتنج إلى السطح العاجي المُغطى بطبقة اللطاخة وكثيراً ما تبقى القُنيات العاجية مُغلقة بالسُدادة اللطاخية Smear Plugs[84,150].

كما إن إندماج العناصر المُحبّة للماء مثل 2-Hydroxyethylmethacrylate (HEMA) والمونميرات الحامضية ذاتية التخريش قد يؤدي إلى تكوين أنظمة رابطة أكثر عرضة للتحلل المائي Hydrolytic Degradation [1,114,137] مما يؤدي إلى انهيار السطح البيني الرابط، وإذا كان هذا صحيحاً فهي لا تؤدي إلى ارتباط قوي بالميناء أو حتى العاج وخاصةً عند استخدام المواد الرابطة الضعيفة حتى أن بعض المصَنِّعين ينصحون بالتخريش الحمضي على الميناء قبل تطبيق المواد الرابطة ذاتية التخريش، فمن المعتقد أن تحويل المواد الرابطة ذاتية التخريش بخطوتين إلى التقليدية بثلاث خطوات بتطبيق حمض الفوسفور قبل تطبيقها قد يزيد من فعالية الارتباط وخاصةً عند الميناء، وهذا ما أُثبت في دراسة Van Landuyt[157] حيث ازدادت قوة الشد المجهرية Micro-Tensile Bond Strength (μTBS) للميناء عند تخريشها قبل تطبيق مادة ذاتية التخريش ضعيفة هي Clearfil SE (pH≈2)، وعُزيَ السبب

إلى زيادة مسامية الميناء وزيادة إندخال الراتنج والتثبيت الميكانيكي المجهري حيث لوحظ بواسطة المجهر الإلكتروني الماسح Scanning Electron Microscope (SEM) والمجهر الإلكتروني النافذ Transmission Electron Microscope (TEM) أن الارتباط في حال عدم التخريش كان سطحياً وبعد التخريش لوحظ المظهر المتموج للميناء والأوتاد الراتنجية كانت أكثر تمايزاً وازدادت سماكة الطبقة الهجينة من 1 ميكرومتر إلى حوالي 3-5 ميكرومتر، وتتفق مع هذا العديد من الدراسات [47,50,122] كما وأظهرت دراسة لـErickson [46] تحسناً ملحوظاً في شدة الارتباط Shear Bond Strength (SBS) للمواد ذاتية التخريش التي تمّ تخريش الميناء فيها مُسبقاً بحمض الفوسفور ووصلت إلى مستوى المواد الرابطة الالتقليدية المستَخدَمة كعينة شاهدة.

وفي دراسة لـSandra Kiss Moura وزملائها، تمت مقارنة أربعة أنواع من مواد الربط التابعة لنظام التخريش الذاتي، وهي[105]:

1. CSE:Clear Fil SE Bond
2. OP:OptiBond Solo Plus Self-Etch
3. AD:Adhese
4. TY:Tyrian Self Priming Etching

مع نوعين من مواد الربط التابعة لنظام التخريش التقليدي، وهي:

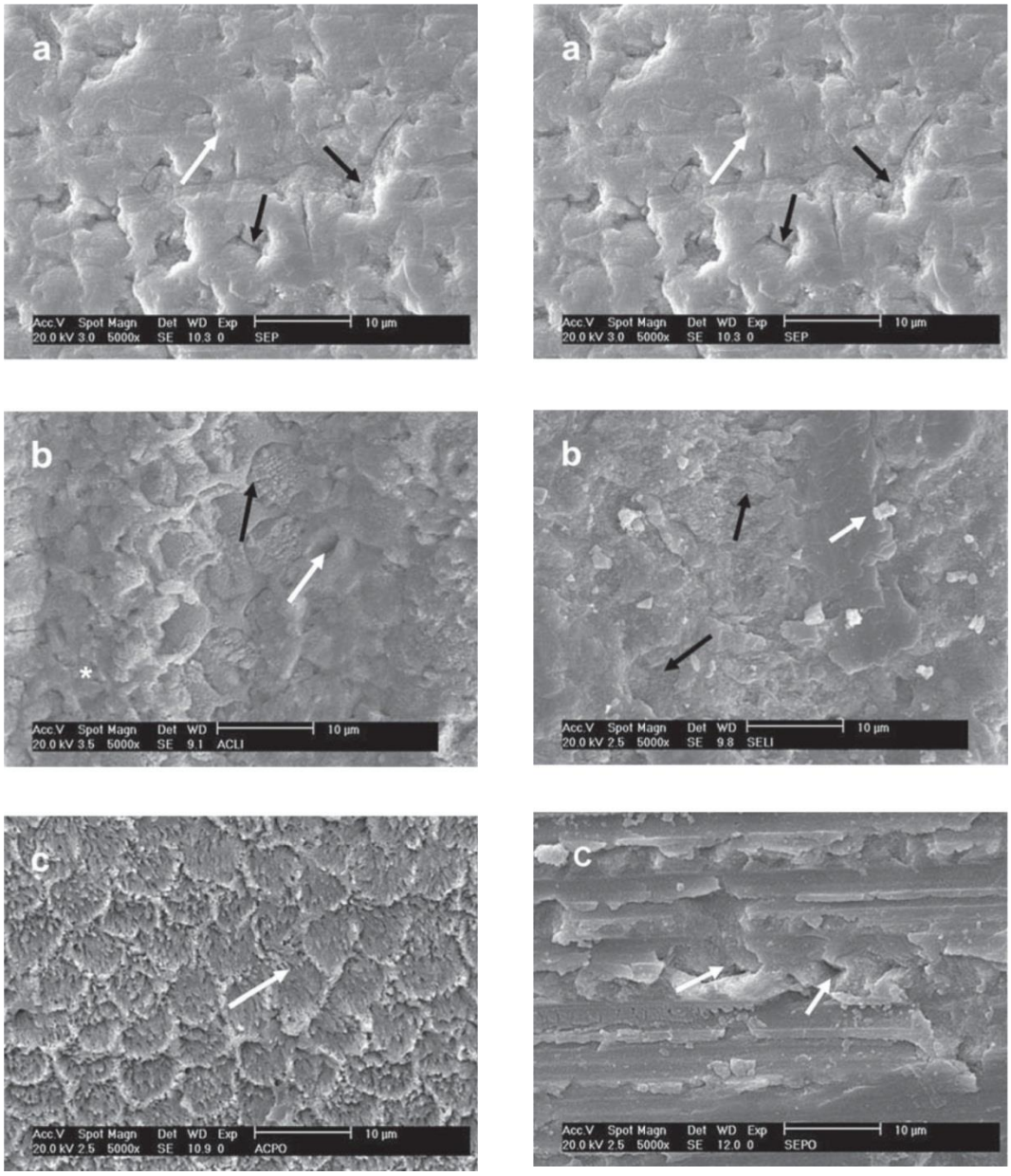
1. SBMP:Adper Scotch bond Multi-Purpose Pluse
2. SB:Adper Single Bond

وبعد تخزينها في ماء مقطر درجة حرارته 37°لمدة 24 ساعة، تم تقطيع العينات التي طُبقت عليها المواد الرابطة تم مشاهدة نماذج التخريش تحت المجهر الالكتروني وكانت قيم قوى الارتباط كالتالي:

1. CSE(20.5±3.5),OP(11.3±2.3),AD(11.2±2.8),TY(11.1±3.0)
2. SB(24.9±3.0), SBMP(21.9±4.0).

وجد أن CSE أعطت قوة ربط قريبة من قوى الربط لنظام التخريش التقليدي من بين الأنظمة المدروسة، ويتألف نظام التخريش الذاتي التابع لـCSE من المبدئ المؤلف من(10-MDP)

10-Methacryloxydecyl Dihydrogen phosphate




**شكل 4 : تأثيرات مادة CSE على سطوح الميناء المختلفة. A-دون سحل الميناء. B-سحل الميناء باستخدام ورق الزجاج. C-سحل باستخدام السنبلة الماسية[105]**

**شكل 5 : تأثيرات حمض الفوسفور 35% على سطوح الميناء المختلفة. A-دون سحل الميناء. B-سحل الميناء باستخدام ورق الزجاج. C-سحل باستخدام السنبلة الماسية[105]**

وفي دراسة دامت لمدة خمس سنوات تم استخدام إحدى المواد الرابطة ذاتية التخريش بخطوتين Clearfil SE مع تخريش مُسبق بحمض الفوسفور وبدونه وتبيّن أن نسبة 36% فقط من الترميمات المُطبقة بدون تخريش حمضي كانت حوافها الميتائية سليمة وازدادت هذه النسبة إلى66% في مجموعة التخريش المُسبق[122]. في حين أن عدة دراسات لم تؤيد استخدام التخريش الحمضي على العاج قبل تطبيق المواد الرابطة ذاتية التخريش نتيجة تدني قوى الارتباط[57,157]، أو عدم وجود فارق إحصائي مهم[142] وأثبتت دراسات أخرى[44] زيادة قوة الارتباط SBS للميناء وانخفاضها مع العاج بالتخريش الحمضي.

## 7.1. تخريش الميناء:

### 1.7.1. التخريش الحمضي للميناء:

قام MICHAEL BUONOCORE عام (1955) بأول عملية مسجلة تم فيها تكييف الميناء قبل تطبيق الراتنج الإكريلي، حيث خرش سطح الميناء بمحلول حمضي ثم قام بغسله بالماء وتجفيفه بالهواء سامحاً بارتباط الراتنج المكون من الميتيل ميتا كريلات نتيجة نفوذه ضمن المسامات المجهرية للميناء التي نتجت عن التخريش الحمضي، واستنتج بعدها أن تعريض الميناء لحمض الفوسفور يؤدي إلى زيادة ثبات الراتنج بالميناء[29]، وقد تمت مشاركة تقنية التخريش الحمضي في عام (1970) بعملية تطبيق الراتنج المركب (الكومبوزيت) الذي أساسه BiS-GAMA وأصبحت هذه التقنية قاعدة لتطبيق كل تقنيات الترميم التي تعتمد على الربط[5,48].

يؤدي تطبيق الحمض المخرش إلى إزالة البقايا اللعابية التي تتدخل في عملية الربط،ويسهل ترطيب الميناء من خلال زيادة طاقة السطح[149]، كما يؤدي إلى انحلال نوعي (انتقائي) لنهايات المادة بين الموشورية وينتج عن ذلك سطح مسامي غير منتظم يزيد من مساحة سطح الميناء بشكل كبير[32]، وعندما يخترق الراتنج المسامية المجهرية يتبلمر ليشكل روابط ميكانيكية مع الميناء، وتصل هذه الأوتاد الراتنجية المتشكلة إلى عمق (10-20) ميكرون داخل الميناء و هذا ما يرفع من ثبات الراتنج[76].

### 2.7.1. الحموض المستعملة في تخريش الميناء:

حمض البولي أكريليك، وEDTA، وحمض التفاح، وحمض الإيتانوئيك، وحمض الأوكساليك، وحمض الماليك، وحمض السيتريك، وحمض الفوسفور.

بينت دراسة BISHARA (2000) أن تخريش الميناء بحمض الفوسفور (37%) أفضل من حمض البولي أكريليك بتركيز (10%) أو (20%) لمدة (20) ثانية[17].

لم يجد الباحث HALLETT (1994) فرقاً بين تخريش الميناء بحمض الماليك (10%) أوتخريشها بحمض الفوسفور (37%)، وحدث فك الارتباط عند دراسة شدة الارتباط على مستوى التصاق الراتنج المركب بالميناء وذلك في كلا المجموعتين[65].

بينت دراسة MYAKI (2003) أن كلاً من NRC و Phosphoric Acid (36% ) فعالاً في تخريش الميناء المؤقتة وإحداث المسامية المجهرية في الميناء، مع أن المظهر التخريشي كان أكثرفعالية عند التخريش بحمض الفوسفور(36%)[107].

تبين في دراسة PEUTZFELDT (2004) عدم وجود فرق في شدة ارتباط السيلانت بالميناء المؤقتة عند تخريشها بحمض الفوسفور (37%) لمدة (30) ثانية أو بالمادة الرابطة ذاتية التخريش Prompt L–Pop[124].

قارنRETIEF (2007) بين ثلاثة محاليل مخرشة: (حمض الفوسفور (50%) والممدد بأكسيد الزنك (7%) – حمض الفوسفور (50%)– حمض السيتريك (50%)) وأظهر حمض الفوسفور الممدد بأكسيد الزنك أعلى شدة ارتباط، وكان عمق التخريش بحمض الفوسفور أعمق من باقي محاليل التخريش[132].

يعطي حمض الفوسفور (37%) تخريشاً منتظماً ونواتج تفاعل تكون منحلة بالماء، ويتوافر حمض الفوسفور بشكل هلامي حيث يمكن التحكّم بتطبيقه على سطح السن أكثر من الشكل السائل، ولكن مادة السيليكا Silica المستعملة في تكثيف الهلام تترك بعض البقايا على سطح الميناء المخرشة لا تزول حتى بالغسل الجيد أو الشديد، أما المواد الهلامية الجديدة فهي تستعمل مواد تكثيف مكونة من البوليميرات والتي يمكن غسلها بشكل أسهل وإزالتها بشكل كامل تاركةً سطحاً مخرشاً ونظيفاً، ويفضل استعمال السائل الحمضي المخرش عند تطبيق المادة

السادة للوهاد والميازيب لأنه ينفذ ضمن الغؤرات الإطباقية.ولكن يجب أن نعيد تطبيق سائل التخريش الحمضي وذلك لميله للتجفاف أثناء وضعه على سطح السن في حين لا نحتاج لذلك عند تطبيق الحمض بشكله الهلامي، وبعد ذلك نطبق تياراً من الماء لمدة (15) ثانية لإزالة البقايا الناتجة عن عملية التخريش الحمضي، وإذا لم تزل هذه البقايا فإن الراتنج لن يستطيع ترطيب السطح، وبعدها يتم تجفيف السطح لمدة(10–15) ثانيةقبل تطبيق الراتنج، وإذا حدث تلوث باللعاب يجب إعادة تخريش السطح لمدة (10) ثوان ومن ثم إعادة غسله وتجفيفه[115].

وصف SILVERSTONE وزملاؤه عام (1975) مظهر الميناء المخرشة بحمض الفوسفور بتركيز (20–50%) لمدة دقيقة أو دقيقتين بأحد الأنماط التالية:

3. النمط الأول: انحلال انتقائي لقلب البلورات مما يترك مظهراً يشبه خلايا النحل.

4. النمط الثاني: انحلال انتقائي لمحيط البلورات.

5. النمط الثالث: خليط من النموذجين السابقين.

6. النمط الرابع: سطح مينائي ذو حفيرات له بنية تشبه الشبكات والخرائط.

7. النمط الخامس: سطح مينائي أملس وذو قدرة تثبيتية ضعيفة[93].

يكون مظهر التخريش بحمض الفوسفور أكثر انتظاماً في الميناء المسحولة من الميناء المنظفة بالخفان، و يكون من النمط الأول غالباً[11,93,95,133].

واستنتج الباحث BOZALIS (1977) أن نماذج تخريش الميناء المؤقتة متنوعة كما هو الحال في الأسنان الدائمة وعلل ذلك بأن الاختلافات البنيوية أو الكيميائية في الميناء تعدل من انحلالية الميناء[23,24].

قام GRACIA (1991) بتحضير نصف السطوح الدهليزية لأربعين سناً مؤقتة غير منخورة وترك النصف الآخر بدون تحضير، وبعدها طبق هلام حمض الفوسفور (37%) على كامل السطح الدهليزي للسن المؤقتة، وأن تحضير الميناء قبل التخريش أدى إلى توزع متجانس لبنية المواشير المينائية بغض النظر عن زمن التخريش، ولاحظ أيضاً ظهور الشكل المرجاني (السطح المثبت المسامي) بوضوح في الميناء غير المحضرة (اللاموشورية ) [54].

قام GWINNETT (1995) بتخريش الميناء المؤقتة المسحولة وغير المسحولة لمدة (15) ثانية بهلام حمض الفوسفور السيليكوني (37%)، كما خرش الميناء المؤقتة المسحولة وغير المسحولة بهلام حمض الفوسفور المبلمر (10%) لمدة (20) ثانية، واستخدم الزمن (60) ثانية كزمن معياري لتخريش الميناء المؤقتة المسحولة بهلام حمض الفوسفور السيليكوني (37%)، ولم يجد اختلافات احصائية بين المجموعات المدروسة بعد إجراء اختبار شدة الارتباط، واستنتج أنه لا فرق في تخريش الميناء المؤقتة المسحولة وغير المسحولة وتخريش الميناء المؤقتة والدائمة وكان نمط فك الارتباط في كامل العينة كسراً في المادة اللاصقة[61].

طبق MARCELO (1997) حمض الفوسفور (37%) لمدة (15)، (30)، و(45) ثانية على الميناء الدهليزية لعشرين رحى مؤقتة غير بازغة ثم فحص السطح المخرش تحت SEM، واستنتج أن الميناء السنية المؤقتة لا تظهر نمطاً تخريشياً محدداً، حيث يختلف مظهر التخريش من سن إلى سن ومن سطح إلى سطح وفي مناطق مختلفة من السن نفسه[99].

أشارالباحث FERNANDO (1998) إلى أن تعريض سطح الميناء لحمض الفوسفور يؤدي إلى تعديل الشكل المجهري للميناء بغض النظر عن تركيز الحمض ومدة تطبيقه، كما أن زيادة خشونة سطح ميناء السن عند تعريضه لمدة تخريش أطول لاتسبب اختلافاً في شدة الارتباط[48].

قام BOJ (2004) بصقل ميناء السطح الدهليزي واللساني لأربعين سناً مؤقتة بالأقراص متدرجة الخشونة لإزالة التحدب الميناني والحصول على سطح مستوٍ، وقسمها إلى أربع مجموعات كل مجموعة (20) سطحاً، ثم قام بتطبيق حمض الفوسفور (36%) لمدة (5) ثانية للمجموعة الأولى،(15) ثانية للمجموعة الثانية و (30) ثانية للمجموعة الثالثة، ثم طبق المادة الرابطة (Prime & Bond NT)، واستخدم المادة الرابطة ذاتية التخريش (Prompt–l–pop) في تخريش المجموعة الرابعة، ثم طبق الراتنج المركب (Spectrum)، وبعد إجراء اختبار شدة الارتباط تبين عدم وجود فرق إحصائي في شدة الارتباط عند التخريش بحمض الفوسفور لمدة (5) أو (15) أو (30) ثانية، بينما كانت أخفض شدة ارتباط عند استعمال المادة الرابطة ذاتية التخريش، وخلص الباحث إلى أن إطالة مدة التخريش الحمضي غير ضرورية، وأن الزمن (15) ثانية كافياً لتخريشالميناء المؤقتة بحمض الفوسفور(36%)، وقد أعطت تقنيات الربط التقليدية ارتباطاً جيداً مع السطوح المينائية المؤقتة،وكانت أفضل من المادة الرابطة ذاتية التخريش[19].

## 8.1. دراسة شدة ارتباط الراتنج المركب بميناء الأسنان المؤقتة:

تعني شدة الارتباط مقدار القوة أو الحمل المسبب لفك الارتباط مقسوماً على مساحة سطح الارتباط[110]، وغالباً ما يتم ذلك مخبرياً باستخدام شدة الارتباط Bonding أو قوى الشد Tensile.

وتختلف القيم الناتجة عن مثل هذه الاختبارات بشكل ملحوظ باختلاف الأسلوب المتبع في الاختبار، ولذلك يجب عدم التركيز على الأرقام بحد ذاتها، بل القيام بمقارنة بين العينات التي تشمل موادّ مختلفة وأساليب ربط متنوعة[123].

تختلف شدة الارتباط تبعاً لـ :

1. بنية الميناء: وجد MITCHEM (1974) أن تخريش الميناء اللاموشورية للأسنان المؤقتة حديثة البزوغ، يؤدي إلى مظهر غير منتظم يشبه فوهات البراكين، ويكون ذا قدرة مثبتة أقل للراتنج المركب[103]، كماأوضح WHITTAKER (1982) أن الاختلاف في توزع الميناء اللاموشورية بين أنماط الأسنان المختلفة، وبين المواقع المختلفة في السن نفسه، يمكن أن يفسر الاختلاف في شدة الارتباط بين الأسنان الدائمة والمؤقتة، وبين الأسنان المؤقتة نفسها، حيث تظهر الميناء اللاموشورية السطحية بعد التخريش الحمضي نموذجاً تخريشياً ضعيفاً، ومنطقة مسامية محدودة، محدثة نفوذاً غير كاف للمادة الرابطة ضمن السطح المينائي المخرش، وشدة ارتباط منخفضة للأسنان المؤقتة مقارنة مع الأسنان الدائمة [167].

لاحظ BARKMEIER (1986) أن الميناء اللاموشورية في الأسنان المؤقتة مقاومة نسبياً للتخريش الحمضي، بسبب الاتجاهات المتقاربة للبلورات المينائية ولغياب حدود المواشير المينائية، كما لاحظ أن الاختلاف في درجة التمعدن بين الميناء الموشورية واللاموشورية صغير جداً[11].

لاحظ Meola (1986) أن مدة تخريش ميناء الأسنان المؤقتة أطول من مدة تخريش ميناء الأسنان الدائمة، وذلك لأن ميناء الأسنان المؤقتة تحتوي على الميناء اللاموشورية وعلى كمية أقل من المعادن ولكونها أكثر مسامية، أي لوجود كمية أكبر من المادة العضوية[100].

لم يجد KNOLL (1985) أية فائدة من سحل الميناء المؤقتة قبل تخريشها عند اختبار شدة ارتباطها بالحاصرات التقويمية[88]، بينما أوصى MALFERRARI (1994) بإجراء الشطب على طول حواف الحفرة في الأسنان المؤقتة قدر الإمكان لإزالة الميناء اللاموشورية المقاومة للتخريش الحمضي، وهذا يفيد في توزيع جهود تصلب الراتنج المركب[98A].

وجد Peutzfeldt (2004) أن الميناء اللاموشورية تغطي مناطق محددة من السن المؤقتة وغالباً المنطقة العنقية مقارنة مع الأسنان الدائمة، لذلك نجد أن الدراسات المخبرية التي تناولت هذه المناطق وجدت أن شدة ارتباط الراتنج المركب مع الميناء المؤقتة أضعف من ارتباطه مع الميناء الدائمة[124].

2. <u>الأسلوب المتبع في التخريش ونوع الحمض المخرش</u>: وجد DIEDRICH (1981) أن متوسط عمق الاندخالات الراتنجية ضمن الميناء المخرشة بحمض الفوسفور(50%) يصل إلى (80) ميكرون وحتى إلى (100–170) ميكرون إذا تم تطبيق حمض الفوسفور لمدة دقيقتين[42]،ووجد Yoshiba (1996) أن تطبيق حمض الفوسفور بتركيز (37%) لمدة(30) ثانية يؤدي إلى إزالة طبقة الميناء السطحية بحدود ( 10) ميكرون ويكون عمق الاندخالات (55) ميكرون [168].

وجد NAKABAYSHI (1995) أن استخدام الحموض المعدنية القوية (مثل حمض الفوسفور) قد يسبب خسفاً عميقاً للأملاح المعدنية في السن بحيث يكون من العسير وصول الراتنج إلى الأعماق، كماأن بقاء الطبقات القاعدية بدون دعم راتنجي يعني ضعف الارتباط وفشله السريع،لذلك تعتبر قدرة الراتنج على النفوذبالمنطقة المخرشة التي فقدت الدعم بسبب خسف الفلزات المعدنية نتيجة التخريش أمر أساسي للربط الجيد[110].

أكدت دراسة NAKABAYSHI (1998) أن سطح التداخل بين الميناء والراتنج هو الأكثر أهمية في شدة الارتباط، أما العلاقة بين مقدار نفوذ الراتنج ضمن الميناء وشدة الارتباط فما تزال سؤالاً مطروحاً[109].

وأكدت دراسات أخرى وجود علاقة ضعيفة بين عمق ارتشاح الراتنج ضمن الميناء المخرشة وشدة الارتباط باعتبار أن مساحة سطح التخريش لاعمقه هي المسؤولة عن

شدة الارتباط، ومن هنا تأتي أهمية شطب أو تحضير الميناء قبل إجراء مرحلة التخريش الحمضي[21].

3. نوع المادة الرابطة: قارنSHIMADA وزملاؤه عام (2002) بين شدة ارتباط المادة الرابطة ذاتية التخريش ClearFil SE bond Self etch والمادة الرابطة Single bond بميناء الأسنان المؤقتة والدائمة, ولاحظ عدم وجود اختلافات جوهرية في شدة الارتباط بين الأسنان المؤقتة و الدائمة[141].

وقارنت دراسة THAIS(2007) بين ثلاث مواد رابطة: Singlebond, Clearfil SE Bond, & One-up Bond، وقد أظهرت (Single Bond) أعلى شدة ارتباط مع الميناء، ولكن دون فروق جوهرية مع (Clearfil SE Bond)، في حين أعطت(One-up Bond) أقل قوة ارتباط[152].

4. أسلوب تطبيق الراتنج المركب: حيث قام PRICE (2000) بمقارنة شملت ثلاثة أنواع من الكومبوزيت القابل للدك مع أحد الأنواع الهجينة عند تطبيقها بشكل كتلي أوعلى شكل طبقات، ووجد انخفاضاً كبيراً في شدة الارتباط في الحشو الكتلي مقارنة بالحشو على طبقات،وسجل الكومبوزيت الهجين شدة ارتباط أعلى مع الميناء حتى عندما تم حشوه كتلياً[128].

من جهة أخرى تتأثر شدة ارتباط الراتنج الكاره للماء بالميناء بوجود الرطوبة، ومن أجل إنقاص الحساسية لوجود الرطوبة تم استعمال المواد المجففة (كالكحول) أو التجفيف بهواء دافئ، كما تم استعمال المواد الرابطة للعاج المحبة للماء على سطح الميناء، حيث بينت دراسة SONIS وزملائه عام (1994) أن تطبيق مادة Scotch bond MP (مادة رابطة للعاج) على سطح الميناء المخرشة الرطبة أو التي تعرضت لتلوث اللعاب يعطي شدة ارتباط مساوية لتطبيقها على سطح الميناء المخرشة الجافة، وقد يعود ذلك إلى أن المواد الرابطة الجديدة (وخاصة وحيدة العبوة ) تحوي وحيدات تماثر منحلة ضمن محل عضوي مثل الأسيتون أو الكحول، وهذه المادة المحلة تصطاد الرطوبة وتسمح بإيصال المتماثرات إلى داخل السطح المخرش في حال وجود الرطوبة، كما أن التطبيق المديد للمادة يؤمن تماساً أكبر للأسيتون أو الكحول مع سطح الميناء، وبالتالي نفوذاً أكبر للراتنج ضمن الميناء المخرشة[145].

لاحظ CHOI وزملاؤه عام (1997) تحسن شدة ارتباط المادة السادة مع ميناء الأسنان البقرية بعد تطبيق المبدئ Primer على سطح الميناء المخرشة الرطبة، ولم يكن هناك فرق جوهري عن تطبيق المادة السادة على سطح الميناء المخرشة الجافة[35].

قيمARMAS وزملاؤه سنة (2007) تأثير المواد المستخدمة في تنظيف الميناء على شدة ارتباط الراتنج المركب، فلاحظ أن استعمال الماء والخفان متبوعاً باستخدام المطهرات البيولوجية في تنظيف سطح الميناء أعطى أعلى قوة ارتباط، بينما أدى استخدام بيكربونات الصوديوم في عملية التنظيف إلى أقل قوة ارتباط بسبب تأثيره على التكييف الحمضي لسطوح الميناء[6].

تعمل المواد الرابطة ذاتية التخريش على إيجاد حلول للصعوبات الشائعة عند التطبيق السريري للمواد الرابطة التقليدية حيث يستهلك تطبيقها وقتاً أقل ولا يتطلب تقنيات عمل معقدة، ولذلك تم إجراء هذا البحث.

# 2. الباب الثاني: المواد والطرائق

# Materials and Methods

## 1.2. العينة Sample:

تم جمع 60 سناً مؤقتاً (أرحاء) و 60 سناً دائماً (ضواحك) سليمة من النخر والكسر والتصدع قلعت إما لأسباب تقويمية أو بسبب السقوط الفيزيولوجي. بعد القلع مباشرة، وبعد غسل الأسنان بالماء الجاري تحفظ بالكلور أمين 0.5% (لمدة أسبوع) ثم تنقل إلى عبوات تحوي الماء المقطر وتحفظ في البراد بدرجة حرارة $4^{o}$ مئوية لمدة لا تقل عن شهر ولا تزيد عن 6 أشهر، مع استبدال الماء في العبوات بشكل دوري أسبوعيا[166].

تم تقسيم هذه الأسنان إلى 8 مجموعات متساوية يحوي كل منها خمسة عشرسناً:

- المجموعة الأولى: أسنان مؤقتة مسحولة الميناء تم فيها تطبيق نظام المادة الرابطة ذاتية التخريش(الجيل السابع.)
- المجموعة الثانية: أسنان مؤقتة غير مسحولة الميناء تم فيها تطبيق نظام المادة الرابطة ذاتية التخريش(الجيل السابع.)
- المجموعة الثالثة: أسنان دائمة مسحولة الميناء تم فيها تطبيق نظام المادة الرابطة ذاتية التخريش (الجيل السابع.)
- المجموعة الرابعة: أسنان دائمة غير مسحولة الميناء تم فيها تطبيق المادة الرابطة ذاتية التخريش (الجيل السابع.)
- المجموعة الخامسة: أسنان مؤقتة مسحولة الميناء تم فيها استخدام نظام التخريش التقليدي (الجيل الخامس.)
- المجموعة السادسة: أسنان مؤقتة غير مسحولة الميناء تم فيها استخدام نظام التخريش التقليدي(الجيل الخامس.)
- المجموعة السابعة : أسنان دائمة مسحولة الميناء تم فيها استخدام نظام التخريش التقليدي (الجيل الخامس.)
- المجموعة الثامنة: أسنان دائمة غير مسحولة الميناء تم فيها استخدام نظام التخريش التقليدي (الجيل الخامس.)

## 2.2. المواد Materials:

| مخرش حمضي (Phosphoric acid) 37% من شركة 3M ESPE | كمبوزيت ترميمي (Hybrid) من شركة 3M ESPE | مادة رابطة (Single Bond) الجيل الخامس من شركة 3M ESPE | مادة رابطة ذاتية التخريش الجيل السابع من شركة 3M ESPE |
|---|---|---|---|

حيث:

- المخرش الحمضي لشركة 3M ESPE (Actino) بتركيز (37%) في وسط هلامي – الشكل (4).
- المادة الرابطة من الجيل الخامس – 3M ESPE – Adper™ Single Bond – الشكل (5)
- المادة الرابطة الجيل السابع – 3M ESPE – Adper™ Easy One – الشكل (6)
- الكومبوزيت الترميمي Filtek (Z250) :3M ESPE حيث يتركب من:–BIS GMA, UDMA, BIS–EMA. – الشكل (7).

إضافة إلى:

- مسحوق الكلور امين T لشركة Medex: حيث جُهِّز منه محلول ذو تركيز (0.5%) وذلك بحل (5)غ من المسحوق في ليتر من الماء.
- اكريل ذاتي التماثر Major.
- مسحوق الخفان.
- فازلين.

## 3.2. الأجهزة والأدوات Equipments and Tools:

- **قبضةٌ توربينيةٌ:** نوع NSK ذات سرعة عالية يابانية الصنع موصولة إلى وحدة توبينية سنية. – الشكل (8)

- **قبضة ميكروتور:** نوع NSK ذات سرعة بطيئة يابانية الصنع.

- جهاز التصليب الضوئي DB 685 LED لشركة COXO يصدر ضوءاً أزرقاً بموجةٍ قدرها 440–480 نانومتراً وبعدّة أنظمة (مستمر،نبضي،متدرّج الشدّة). يُصدر الأشعة الضوئية بنظام الإصدار المستمر لمدة (10) ثوانٍ وبنفس الشدة ($1000mw/cm^2$) مع تنبيهٍ صوتيٍ كل (5) ثوانٍ (وهو النمط المستخدم بهذا البحث). – الشكل (9)

- جهاز الاختبارات الميكانيكية Instron 1195 الموجود في كلية هندسة الميكانيك في جامعة دمشق– الشكل (10).

- رؤوس اسفنجية لتطبيق المادة الرابطة.

- سنابل ماسية شاقة تركب على قبضة توربينية، قطر رأسها العامل (1) مم وطوله (5) مم (Vanetti Sa – Diamond Bur: G836/010).

- أدوات تطبيق الراتنج المركب لشركة Zeffiro Lascod.

- أداة تطبيق شدة الارتباط سماكة رأسها الفعال (0.5) ملم.

- الأسطوانات المعدنية بارتفاع (3) سم وقطر (1.5) سم– الشكل (11).

- ملزمة– الشكل (12).

- فراشي تنظيف.

- عبوات بلاستيكية وزجاجية محكمة الإغلاق.

- حاسوب وطابعة.
- ملقط جذور.
- مكبرة (ø90mm).

**شكل6 :حمض الفوسفور 37%**

**شكل7 :مادة رابطة الجيل الخامس**

**شكل8 :مادة رابطة الجيل السابع**

**شكل9 : كومبوزيت ترميمي لشركة 3M.ESPE**

**شكل10 :قبضة توربينية نوع NSK**

**شكل11 : جهاز التصليب الضوئي DB 685 LED لشركة COXO**

شكل12 :جهاز الاختبارات الميكانيكية Instron

شكل13 :الاسطوانات المعدنية

شكل14 :الملزمة

## 4.2. الطرائق Methods:

### 1.4.2. طريقة تحضير العينة

- تم غسل الأسنان جيداً بالماء الجاري بعد القلع مباشرة مع استخدام فرشاة الأسنان.

- حفظت العينات بالكلور أمين (0.5%) لمدة أسبوع، وبعد ذلك تم وضعها بالماء المقطر وحفظت في البراد بدرجة حرارة (4°) مئوية مع استبدال الماء في العبوات بشكل دوري (أسبوعياً)[166].

- اعتمدت تعليمات هيئة المواصفات والمقاييس السورية المأخوذة من تعليمات هيئة المواصفات والمقاييسISO (1994) رقم: (E) TR / ISO11405[166] الخاصة باختبار المواد الرابطة والمواد المرممة الملصقة مع بعض التعديلات البسيطة لتتلاءم مع إجراء الاختبارعلى الأسنان المؤقتة والدائمة كما يلي:

1. تنزيل عينات الأسنان المؤقتة ضمن قوالب من الإكريل ذاتي التماثر بواسطة أسطوانات معدنية معزولة بالفازلين، مخروطة بشكل خاص للبحث بحيث تتوافق حجومها الداخلية مع المكان المعد لوضع العينات على جهاز الاختبارات الميكانيكية، وبشكل يكون فيه السطح الدهليزي للأرحاء والضواحك عمودياً على سطح القالب الإكريلي وظاهراً فوقه، بينما تكون بقية الرحى مطمورة بالإكريل.

2. تم تنظيف السطح الدهليزي بمسحوق الخفان وفرشاة مركبة على القبضة ذات السرعة البطيئة، ثم أجري الغسيل، بواسطة السيرنغ الموجود على الكرسي، بشكل جيد لإزالة آثار الخفان.

- حفظت العينات في الماء خلال كافة مراحل الدراسة ولم تخرج منه إلا لتطبيق المواد وإجراء الاختبارات.

### 2.4.2. طريقة إجراء البحث

بعد تثبيت العينة المدروسة بالملزمة تم ما يلي:

#### 1.2.4.2. في المجموعة الأولى والثالثة:

بعد سحل السطح المينائي الظاهر خارج الاكريل بسنبلة شاقة ناعمة موضوعة على قبضة التوربين بتمريرها على السطح المدروس تم ما يلي:

1. تطبيق المادة الرابطة ذاتية التخريش (الجيل السابع) 3M مباشرة ومن ثم التصليب الضوئي مدة (20) ثا.
2. تم تطبيق الكمبوزيت فوق السطح والتصليب الضوئي مدة (40) ثا.

#### 2.2.4.2. في المجموعة االثانية والرابعة:

بدون سحل السطح المينائي يتم:

1. تطبيق المادة الرابطة ذاتية التخريش (الجيل السابع) 3M مباشرة ومن ثم التصليب الضوئي مدة (20) ثا.
2. تم تطبيق الكمبوزيت فوق السطح والتصليب الضوئي مدة (40) ثا.

#### 3.2.4.2. في المجموعة الخامسة والسابعة:

بعد سحل السطح المينائي الظاهر خارج الاكريل بسنبلة شاقة ناعمة موضوعة على قبضة التوربين بتمريرها على السطح المدروس تم ما يلي:

1. تطبيق حمض الفوسفور لمدة (15) ثا للأسنان الدائمة و (35) ثا للأسنان المؤقتة[173,63].
2. غسل السطح بالارذاذ المائي (15) ثا ثم يجفف السطح (3) ثا.

3. تم تطبيق المادة الرابطة (الجيل الخامس) 3M فوق منطقة التخريش. التصليب الضوئي مدة (20) ثا

4. تم تطبيق الكمبوزيت فوق السطح والتصليب الضوئي مدة (40) ثا.

### 4.2.4.2. في المجموعة السادسة والثامنة:

بدون سحل السطح المينائي يتم:

1. تطبيق حمض الفوسفور لمدة (15) ثا للأسنان الدائمة و (35) ثا للمؤقتة[173,63].

2. غسل السطح بالارذاذ المائي (15) ثا ثم يجفف السطح (3) ثا.

3. تم تطبيق المادة الرابطة (الجيل الخامس) 3M فوق منطقة التخريش. التصليب الضوئي مدة (20) ثا.

4. تم تطبيق الكمبوزيت فوق السطح والتصليب الضوئي مدة (40) ثا.

### 5.2.4.2. طريقة تطبيق الكمبوزيت

أما طريقة تطبيق الكمبوزيت فكانت عن طريق قوالب بلاستيكية كما يلي: حيث تم تجميع ماصات عصير الأطفال (شلمونات) ذات القطر الواحد (3) ملم،ومن ثم يتم تقطيعها إلى أجزاء متساوية طول كل منها (4) ملم، لنحصل على اسطوانات قطرها (3) ملم وارتفاعها (4) ملم، الشكل (13).

**شكل 15 : مجموعة القوالب الاسطوانية**

وبعد وضع السن الموجود ضمن الاكريل على الملزمة والتي تُستخدم لسهولة العمل، ومن ثم تطبيق المادة الرابطة وتصليبها ليصبح السن جاهز لتطبيق الكمبوزيت، يُؤخذ القالب البلاستيكي الشفاف حيث يمسك بالابهام والسبابة ومن ثم يوضع ضمنه الكمبوزيت عبر أداة حشي

الكمبوزيت باليد الأخرى، ومن ثم يوضع على سطح السن مع ضغط خفيف بالاصبع لتحقيق الارتباط الصميمي، فتنساب الزوائد، والتي تزال بالأداة، ثم يتم تسليط الضوء على منطقة الارتباط من الجانبين ليتم تصليب كامل المنطقة المراد اختبارها.

تسمح شفافية القالب البلاستيكي الاسطواني بنفوذ الضوء خلاله – الشكل (14)، حيث يصنع هذا النوع من البلاستيك من البولي ايتلين منخفض الكثافة مضافاً إليه مواد Additives لاكسابه خواص معينة كالمرونة والليونة ومقاومته للكسر وشفافيته للضوء.

**شكل16 : القالب الاسطواني الشفاف – مُكَبَّر**

وبالتالي نحصل على الزر الراتنجي المرتبط بالعينة المدروسة كما هو موضح بالشكل (15).

**شكل17 :عينة الاختبار ضمن القالب الإكريلي ومثبت عليها الزر الراتنجي**

## 3.4.2. طرائق تقييم النتائج

### 1.3.4.2. تصميم الدراسة

تم قياس كل من مقدار القوة المطبقة (بالكغ) ومساحة السطح (بالملم$^2$) ثم تم حساب كل من مقدار القوة المطبقة (بالنيوتن) ومقدار شدة الارتباط (بالميغاباسكال) كما تمت مراقبة مستوى فشل الارتباط لكل سن من الأسنان المدروسة في عينة البحث، ثم تمت دراسة تأثير كل من

إجراء سحل الميناء ونظام التخريش المستخدم ونوع الأسنان على كل من قيم مقدار شدة الارتباط (بالميغاباسكال) وتكرارات مستوى فشل الارتباط.

### 2.3.4.2. اختبار قوى القص

تم استعمال جهاز الاختبارات الميكانيكية، لمعرفة شدة ارتباط الراتنج المركب بميناء الأرحاء المؤقتة والضواحك، حيث طبقت شدة الارتباط بسرعة (0.5) مم/ د، بواسطة الرأس العامل للجهاز الموضوع فوق منطقة الارتباط ما بين الزر الراتنجي وسطح السن وبشكل موازٍ له، حتى حدوث فك الارتباط – الشكل (16)، ثم قُرئت النتائج من لوحة الجهاز التي تسجل أعلى قيمة وصلت إليها العينة لحظة حدوث فك الارتباط، وسُجلت القوة بالكيلوغرام، وحولت إلى نيوتن بضربها بـ(9.81)، وتم حساب شدة الارتباط بالميغاباسكال وفقاً للمعادلة:

$$\text{ٹ} = \frac{P}{\pi d^2/4}\ MPa$$

حيث:

ٹ: شدة الارتباط (ميغاباسكال)

$P$: شدة الارتباط (نيوتن)

$\pi d^2/4$: مساحة السطح (مم$^2$)

**شكل18 :اختبار شدة الارتباط للعينات**

### 3.3.4.2. طريقة تقييم فشل الارتباط

تمت دراسة سطح فك الارتباط تحت المكبرة واعتمد تقسيم HOSOYA (1999) لتحديد نوع فك الارتباط[71]:

1. كسر ضمن الميناء إذا حدث الكسر (100%) في مستوى الميناء أو العاج.
2. كسر المادة اللاصقة إذا حدث (100%) في مستوى المادة اللاصقة .
3. كسر المادة المرممة إذا حدث (100%) ضمن المادة المرممة.
4. كسر مختلط إذا كان جزئياً ضمن اثنين من الارتباط والمادة المرممة والسن.

تم تسجيل نتائج اختبار قوى القص في الاستمارة الخاصة بالبحث كما يلي:

| رقم العينة | السن | السطح المدروس | شدة الارتباط | الملاحظات |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

## 5.2. طرائق الدراسة الإحصائية Statistical Analysis:

لدراسة تأثير نوع السن ونظام التخريش وسحل الميناء على مقدار شدة الارتباط في عينة البحث، تم إجراء اختبار t ستيودنت للعينات المستقلة.

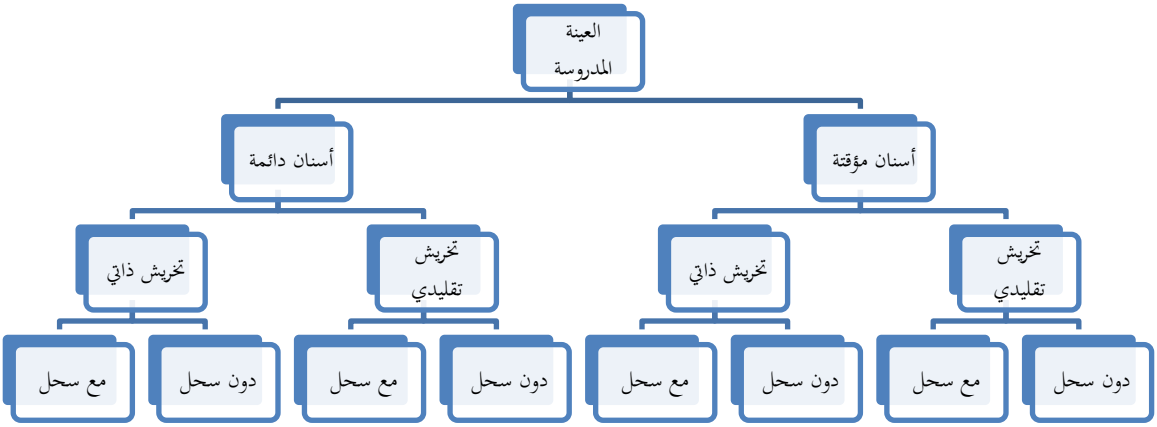
وتم إجراء اختبار كاي مربع لدراسة التأثير على نوع الفشل في الارتباط بدراسة دلالة الفروق في تكرارات مستوى فشل الارتباط بين مجموعات تطبيق نظام التخريش مع سحل الميناء ومجموعات تطبيق نظام التخريش دون سحل الميناء، وكذلك ما بين مجموعات نظام التخريش الذاتي ومجموعات نظام التخريش التقليدي، وأيضاً ما بين مجموعات الأسنان الدائمة ومجموعات الأسنان المؤقتة.

# 3. الباب الثالث: النتائج

# Results

## 1.3. الإحصاء الوصفي للعينة:

تألفت عينة البحث من 120 سناً من الأسنان المؤقتة (أرحاء) والأسنان الدائمة (ضواحك) كانت جميعها سليمة من النخر والكسر والتصدع قلعت إما لأسباب تقويمية أو بسبب السقوط الفيزيولوجي، وقد تم الاستغناء عن أحد الأسنان المؤقتة بسبب إجراءات البحث فأصبحت عينة البحث مؤلفةً من 119 سناً كانت مقسمةً إلى مجموعتين رئيستين اثنتين وفقاً لنوع الأسنان المدروسة (أسنان مؤقتة، أسنان دائمة) وكانت كل من المجموعتين الرئيستين مقسمةً إلى مجموعتين فرعيتين اثنتين وفقاً لنظام التخريش المستخدم (نظام تخريش ذاتي، نظام تخريش تقليدي) وكانت كل من المجموعتين الفرعيتين مقسمةً إلى مجموعتين ثانويتين اثنتين وفقاً لإجراء سحل الميناء (مع سحل ميناء، دون سحل ميناء) – شكل (17)، وكان توزع الأسنان في عينة البحث كما يلي:

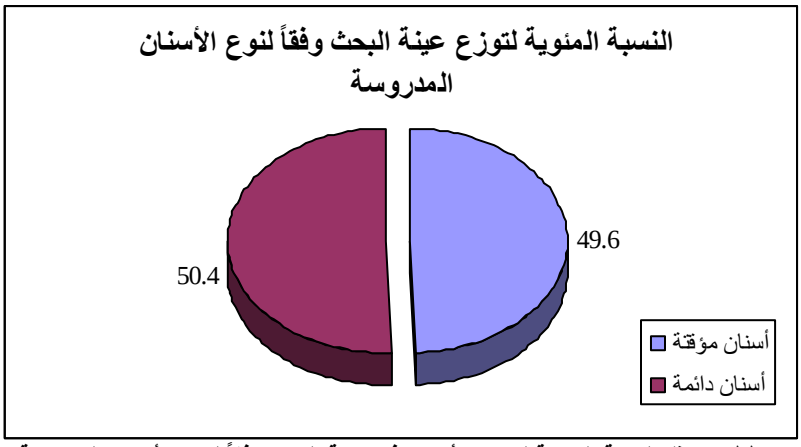



**شكل19 :شرح تقسيم العينة المدروسة**

### 1.1.3. توزع الأسنان في عينة البحث وفقاً لنوع الأسنان المدروسة:

**جدول1: توزع الأسنان في عينة البحث وفقاً لنوع الأسنان المدروسة.**

| نوع الأسنان المدروسة | عدد الأسنان | النسبة المئوية |
|---|---|---|
| أسنان مؤقتة | 59 | 49.6 |
| أسنان دائمة | 60 | 50.4 |
| المجموع | 119 | 100 |

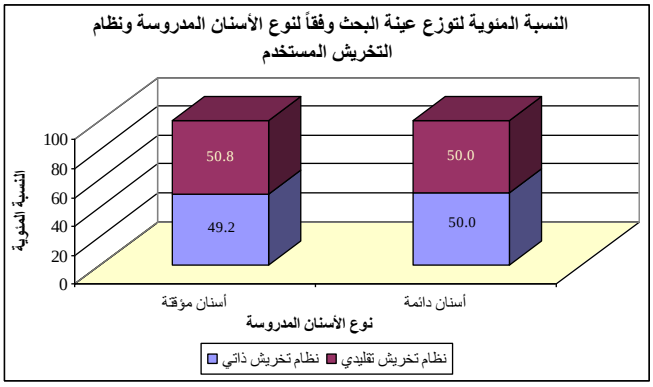



**مخطط1: يمثل النسبة المئوية لتوزع الأسنان في عينة البحث وفقاً لنوع الأسنان المدروسة.**

### 2.1.3. توزع الأسنان في عينة البحث وفقاً لنوع الأسنان المدروسة ونظام التخريش المستخدم:

**جدول2: توزع الأسنان في عينة البحث وفقاً لنوع الأسنان المدروسة ونظام التخريش المستخدم.**

| نوع الأسنان المدروسة | نظام التخريش المستخدم | عدد الأسنان | النسبة المئوية |
|---|---|---|---|
| أسنان مؤقتة | نظام تخريش ذاتي | 29 | 49.2 |
| | نظام تخريش تقليدي | 30 | 50.8 |
| | المجموع | 59 | 100 |
| أسنان دائمة | نظام تخريش ذاتي | 30 | 50.0 |
| | نظام تخريش تقليدي | 30 | 50.0 |
| | المجموع | 60 | 100 |

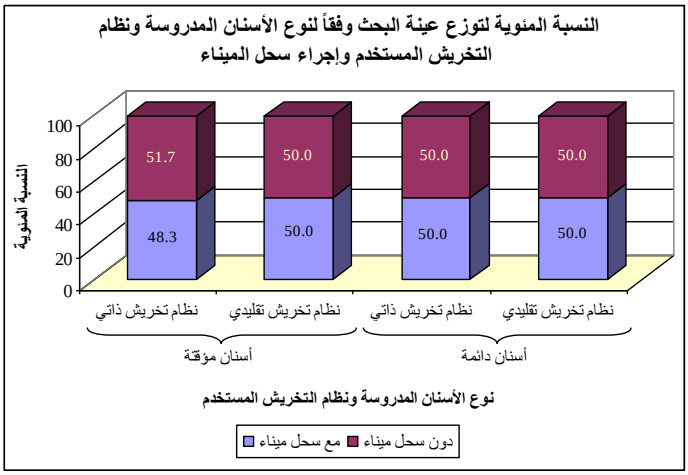



**مخطط2: يمثل النسبة المئوية لتوزع الأسنان في عينة البحث وفقاً لنوع الأسنان المدروسة ونظام التخريش المستخدم.**

### 3.1.3. توزع الأسنان في عينة البحث وفقاً لنوع الأسنان المدروسة ونظام التخريش المستخدم وإجراء سحل الميناء:

**جدول3: توزع الأسنان في عينة البحث وفقاً لنوع الأسنان المدروسة ونظام التخريش المستخدم وإجراء سحل الميناء.**

| نوع الأسنان المدروسة | نظام التخريش المستخدم | عدد الأسنان | | | النسبة المئوية | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | مع سحل ميناء | دون سحل ميناء | المجموع | مع سحل ميناء | دون سحل ميناء | المجموع |
| أسنان مؤقتة | نظام تخريش ذاتي | 14 | 15 | 29 | 48.3 | 51.7 | 100 |
| | نظام تخريش تقليدي | 15 | 15 | 30 | 50.0 | 50.0 | 100 |
| أسنان دائمة | نظام تخريش ذاتي | 15 | 15 | 30 | 50.0 | 50.0 | 100 |
| | نظام تخريش تقليدي | 15 | 15 | 30 | 50.0 | 50.0 | 100 |




**مخطط3: يمثل النسبة المئوية لتوزع الأسنان في عينة البحث وفقاً لنوع الأسنان المدروسة ونظام التخريش المستخدم وإجراء سحل الميناء.**

## 2.3. الدراسة الإحصائية التحليلية

### 1.2.3. اليانات التفصيلية لاختبار العينة:

**جدول 4 يبين البيانات التفصيلية لاختبار العينة (بالميغاباسكال):**

| | قوى القص بالميغاباسكال | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| المجموعة<br>العينة | المجموعة الأولى دون سحل (ضواحك)–باستخدام التخريش الذاتي | المجموعة الثانية مع سحل (ضواحك)–باستخدام التخريش الذاتي | المجموعة الثالثة مع سحل (مؤقتة)–باستخدام التخريش الذاتي | المجموعة الرابعة دون سحل (مؤقتة)–باستخدام التخريش الذاتي | المجموعة الخامسة مع سحل (مؤقتة)–باستخدام التخريش التقليدي | المجموعة السادسة دون سحل (مؤقتة)–باستخدام التخريش التقليدي | المجموعة السابعة مع سحل (دائمة)–باستخدام التخريش التقليدي | المجموعة الثامنة دون سحل (دائمة)–باستخدام التخريش التقليدي |
| **1** | 8.26 | 29.25 | 15.54 | 22.47 | 18.76 | 18.64 | 14.93 | 35.86 |
| **2** | 45.50 | 4.51 | 24.00 | 14.98 | 11.63 | 17.74 | 25.88 | 27.67 |
| **3** | 6.74 | 25.59 | 36.26 | 9.32 | 16.65 | 30.07 | 17.07 | 37.57 |
| **4** | 12.30 | 23.15 | 31.42 | 22.97 | 39.91 | 11.43 | 33.42 | 15.37 |
| **5** | 11.97 | 26.81 | 15.54 | 13.48 | 18.50 | 7.82 | 12.23 | 12.81 |
| **6** | 22.41 | 14.99 | 19.51 | 4.99 | 7.40 | 11.43 | 28.45 | 21.01 |
| **7** | 22.08 | 23.28 | 29.87 | 5.16 | 12.95 | 32.47 | 22.90 | 13.66 |
| **8** | 22.08 | 15.23 | 8.63 | 34.13 | 12.69 | 27.36 | 12.80 | 7.34 |
| **9** | فشل | 15.23 | 6.56 | 36.62 | 19.56 | 20.15 | 22.76 | 36.03 |
| **10** | 21.91 | 13.40 | 8.11 | 33.46 | 20.61 | 18.34 | 19.77 | 28.69 |
| **11** | 25.62 | 8.16 | 37.98 | 18.64 | 24.58 | 12.03 | 30.58 | 16.22 |
| **12** | 21.91 | 25.83 | 19.68 | 13.32 | 25.37 | 13.23 | 32.71 | 10.59 |
| **13** | 21.40 | 22.18 | 18.99 | 25.30 | 16.39 | 22.85 | 20.91 | 22.54 |
| **14** | 25.45 | 4.14 | 19.34 | 12.32 | 16.65 | 18.64 | 11.38 | 5.12 |
| **15** | 3.88 | 15.23 | 11.57 | 13.32 | 20.35 | 6.31 | 31.72 | 14.00 |

**جدول 5 : إحصائيات وصفية لنتائج اختبار شدة الارتباط في العينات (بالميغاباسكال**

| | المجموعة الأولى دون سحل (ضواحك)–باستخدام التخريش الذاتي | المجموعة الثانية مع سحل (ضواحك)–باستخدام التخريش الذاتي | المجموعة الثالثة مع سحل (مؤقتة)–باستخدام التخريش الذاتي | المجموعة الرابعة دون سحل (مؤقتة)–باستخدام التخريش الذاتي | المجموعة الخامسة مع سحل (مؤقتة)–باستخدام التخريش التقليدي | المجموعة السادسة دون سحل (مؤقتة)–باستخدام التخريش التقليدي | المجموعة السابعة مع سحل (دائمة)–باستخدام التخريش التقليدي | المجموعة الثامنة دون سحل (دائمة)–باستخدام التخريش التقليدي |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **العدد** | 15 | 15 | 14 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| **المتوسط الحسابي** | 17.90 | 18.80 | 19.39 | 17.80 | 20.20 | 18.70 | 22.50 | 20.30 |
| **الانحراف المعياري** | 7.82 | 7.54 | 10.48 | 8.10 | 9.98 | 10.18 | 7.75 | 10.66 |
| **الخطأ المعياري** | 2.02 | 1.95 | 2.80 | 2.09 | 2.58 | 2.63 | 2.00 | 2.75 |
| **القيمة العليا** | 6.31 | 7.40 | 3.88 | 4.14 | 6.56 | 4.99 | 11.38 | 5.12 |
| **القيمة الدنيا** | 32.47 | 39.91 | 45.50 | 29.25 | 37.98 | 36.62 | 33.42 | 37.57 |

**جدول6 : البيانات التفصيلية لمسوى فشل الارتباط**

| مستوى فشل الارتباط | المجموعة الأولى دون سحل (ضواحك)-باستخدام التخريش الذاتي | المجموعة الثانية مع سحل (ضواحك)-باستخدام التخريش الذاتي | المجموعة الثالثة مع سحل (مؤقتة)-باستخدام التخريش الذاتي | المجموعة الرابعة دون سحل (مؤقتة)-باستخدام التخريش الذاتي | المجموعة الخامسة مع سحل (مؤقتة)-باستخدام التخريش التقليدي | المجموعة السادسة دون سحل (مؤقتة)-باستخدام التخريش التقليدي | المجموعة السابعة مع سحل (دائمة)-باستخدام التخريش التقليدي | المجموعة الثامنة دون سحل (دائمة)-باستخدام التخريش التقليدي |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| كسر على مستوى الميناء | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| كسر على مستوى المادة اللاصقة | 10 | 10 | 5 | 12 | 10 | 10 | 9 | 7 |
| كسر مختلط | 4 | 5 | 7 | 3 | 3 | 4 | 5 | 4 |
| كسر على مستوى المادة المرممة | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| **الإجمالي** | **15** | **15** | **15** | **15** | **15** | **15** | **15** | **14** |

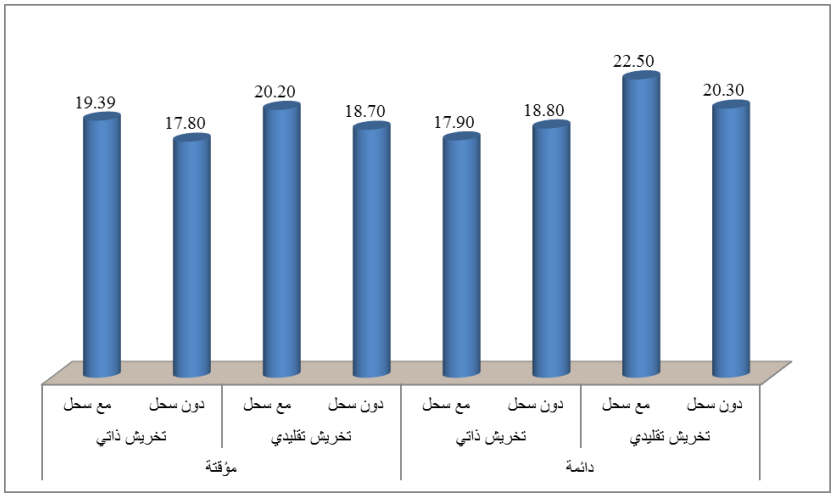
## 2.2.3. دراسة الفروق في مقدار شدة الارتباط (بالميغاباسكال):

### 1.2.2.3. دراسة تأثير سحل الميناء على مقدار شدة الارتباط

- **إحصاءات وصفية:**

**جدول7 :يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لمقدار شدة الارتباط (بالميغاباسكال) في عينة البحث وفقاً لإجراء سحل الميناء وذلك لكل من نوعي الأسنان ونوعي نظام التخريش.**

| المتغير المدروس | نوع الأسنان المدروسة | نظام التخريش المستخدم | إجراء سحل الميناء | عدد الأسنان | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري | الخطأ المعياري | الحد الأدنى | الحد الأعلى |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مقدار شدة الارتباط (بالميغاباسكال) | أسنان مؤقتة | نظام تخريش ذاتي | مع سحل ميناء | 14 | 19.39 | 10.48 | 2.80 | 3.88 | 45.50 |
| | | | دون سحل ميناء | 15 | 17.80 | 8.10 | 2.09 | 4.14 | 29.25 |
| | | نظام تخريش تقليدي | مع سحل ميناء | 15 | 20.20 | 9.98 | 2.58 | 6.56 | 37.98 |
| | | | دون سحل ميناء | 15 | 18.70 | 10.18 | 2.63 | 4.99 | 36.62 |
| | أسنان دائمة | نظام تخريش ذاتي | مع سحل ميناء | 15 | 17.90 | 7.82 | 2.02 | 6.31 | 32.47 |
| | | | دون سحل ميناء | 15 | 18.80 | 7.54 | 1.95 | 7.40 | 39.91 |
| | | نظام تخريش تقليدي | مع سحل ميناء | 15 | 22.50 | 7.75 | 2.00 | 11.38 | 33.42 |
| | | | دون سحل ميناء | 15 | 20.30 | 10.66 | 2.75 | 5.12 | 37.57 |




**مخطط4 : يمثل المتوسط الحسابي لمقدار شدة الارتباط (بالميغاباسكال) في عينة البحث وفقاً لإجراء سحل الميناء وذلك لكل من نوعي الأسنان ونوعي نظام التخريش.**

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

**جدول8 :يبين نتائج اختبار t ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار شدة الارتباط (بالميغاباسكال) بين مجموعتي السحل وعدم السحل لكل من نوعي الأسنان ونظامي التخريش.**

| المتغير المدروس | نوع الأسنان المدروسة | نظام التخريش المستخدم | قيمة t المحسوبة | درجات الحرية | قيمة مستوى الدلالة | دلالة الفروق |
|---|---|---|---|---|---|---|
| مقدار شدة الارتباط (بالميغاباسكال) | أسنان مؤقتة | نظام تخريش ذاتي | 0.460 | 27 | 0.649 | لا توجد فروق دالة |
| | | نظام تخريش تقليدي | 0.407 | 28 | 0.687 | لا توجد فروق دالة |
| | أسنان دائمة | نظام تخريش ذاتي | 0.321 | 28 | 0.751 | لا توجد فروق دالة |
| | | نظام تخريش تقليدي | 0.646 | 28 | 0.523 | لا توجد فروق دالة |

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أكبر من القيمة 0.05 مهما كان نوع الأسنان المدروسة ومهما كان نظام التخريش المستخدم، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار شدة الارتباط (بالميغاباسكال) بين مجموعة تطبيق نظام التخريش مع سحل الميناء ومجموعة تطبيق نظام التخريش دون سحل الميناء، وبالتالي لا تأثير لإجراء سحل الميناء على مقدار شدة الارتباط (بالميغاباسكال) مهما كان نوع الأسنان المدروسة ومهما كان نظام التخريش المستخدم في عينة البحث.

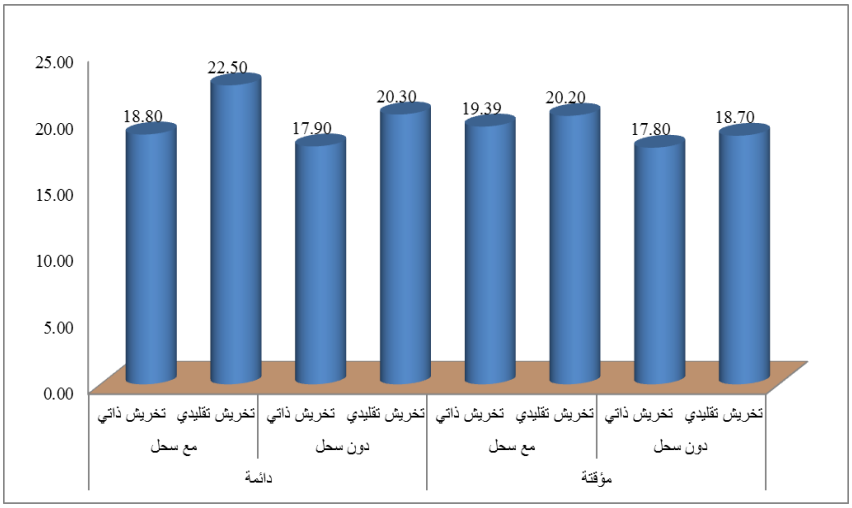
### 2.2.2.3. دراسة تأثير نظام التخريش المستخدم على مقدار شدة الارتباط (بالميغاباسكال):

تم إجراء اختبار t ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار شدة الارتباط (بالميغاباسكال) بين مجموعة نظام التخريش الذاتي ومجموعة نظام التخريش التقليدي في عينة البحث، وذلك وفقاً لنوع الأسنان المدروسة وإجراء سحل الميناء كما يلي:

- **إحصاءات وصفية:**

**جدول9:يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لمقدار قوةشدة الارتباط (بالميغاباسكال) في عينة البحث وفقاً لنظام التخريش المستخدم وإجراء سحل الميناء ونوع الأسنان المدروسة.**

| المتغير المدروس | نوع الأسنان المدروسة | إجراء سحل الميناء | نظام التخريش المستخدم | عدد الأسنان | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري | الخطأ المعياري | الحد الأدنى | الحد الأعلى |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مقدار شدة الارتباط (بالميغاباسكال) | أسنان مؤقتة | مع سحل ميناء | نظام تخريش ذاتي | 14 | 19.39 | 10.48 | 2.80 | 3.88 | 45.50 |
| | | | نظام تخريش تقليدي | 15 | 20.20 | 9.98 | 2.58 | 6.56 | 37.98 |
| | | دون سحل ميناء | نظام تخريش ذاتي | 15 | 17.80 | 8.10 | 2.09 | 4.14 | 29.25 |
| | | | نظام تخريش تقليدي | 15 | 18.70 | 10.18 | 2.63 | 4.99 | 36.62 |
| | أسنان دائمة | مع سحل ميناء | نظام تخريش ذاتي | 15 | 18.80 | 7.54 | 1.95 | 7.40 | 39.91 |
| | | | نظام تخريش تقليدي | 15 | 22.50 | 7.75 | 2.00 | 11.38 | 33.42 |
| | | دون سحل ميناء | نظام تخريش ذاتي | 15 | 17.90 | 7.82 | 2.02 | 6.31 | 32.47 |
| | | | نظام تخريش تقليدي | 15 | 20.30 | 10.66 | 2.75 | 5.12 | 37.57 |




**مخطط5 :يمثل المتوسط الحسابي لمقدار شدة الارتباط (بالميغاباسكال) في عينة البحث وفقاً لنظام التخريش المستخدم وإجراء سحل الميناء ونوع الأسنان المدروسة.**

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

**جدول10 :يبين نتائج اختبار t ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار شدة الارتباط (بالميغاباسكال) بين نظامي التخريش الذاتي والتخريش التقليدي وذلك لكل من نوعي الأسنان ولكل من مجموعتي السحل وعدمه.**

| المتغير المدروس | نوع الأسنان المدروسة | إجراء سحل الميناء | قيمة t المحسوبة | درجات الحرية | قيمة مستوى الدلالة | دلالة الفروق |
|---|---|---|---|---|---|---|
| مقدار شدة الارتباط (بالميغاباسكال) | أسنان مؤقتة | مع سحل ميناء | −1.325 | 28 | 0.196 | لا توجد فروق دالة |
| | | دون سحل ميناء | −0.703 | 28 | 0.488 | لا توجد فروق دالة |
| | أسنان دائمة | مع سحل ميناء | −0.212 | 27 | 0.833 | لا توجد فروق دالة |
| | | دون سحل ميناء | −0.268 | 28 | 0.791 | لا توجد فروق دالة |

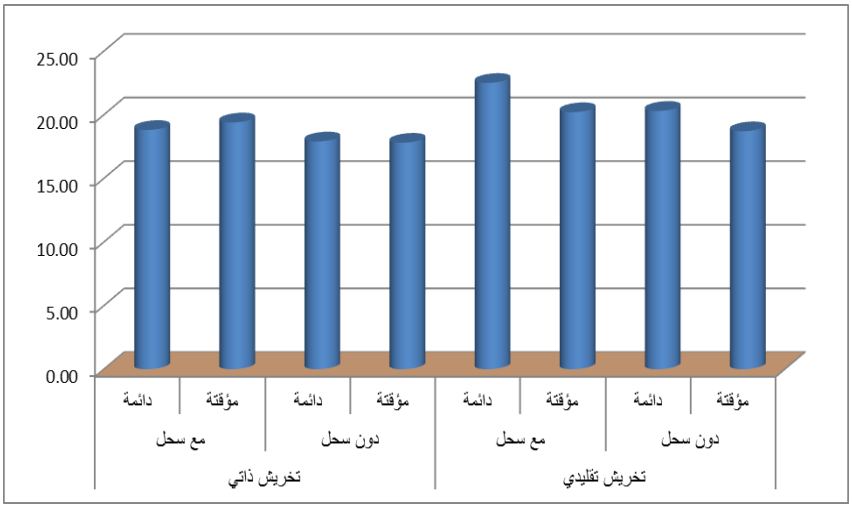
يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 مهما كان نوع الأسنان المدروسة ومهما كان إجراء سحل الميناء، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار شدة الارتباط (بالميغاباسكال) بين مجموعة نظام التخريش الذاتي ومجموعة نظام التخريش التقليدي، وبالتالي لا تأثير لنظام التخريش المستخدم على مقدار شدة الارتباط (بالميغاباسكال) مهما كان نوع الأسنان المدروسة سواءً أجري سحل الميناء أو لم يجرى.

### 3.2.2.3. دراسة تأثير نوع الأسنان المدروسة على مقدار شدة الارتباط (بالميغاباسكال):

- **إحصاءات وصفية:**

**جدول11 : يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لمقدار شدة الارتباط (بالميغاباسكال) في عينة البحث وفقاً لنوع الأسنان المدروسة وإجراء سحل الميناء ونظام التخريش المستخدم.**

| المتغير المدروس | نظام التخريش | إجراء سحل الميناء | نوع الأسنان المدروسة | عدد الأسنان | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري | الخطأ المعياري | الحد الأدنى | الحد الأعلى |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مقدار شدة الارتباط (بالميغاباسكال) | نظام تخريش ذاتي | مع سحل ميناء | أسنان دائمة | 15 | 18.80 | 7.54 | 1.95 | 7.40 | 39.91 |
| | | | أسنان مؤقتة | 14 | 19.39 | 10.48 | 2.80 | 3.88 | 45.50 |
| | | دون سحل ميناء | أسنان دائمة | 15 | 17.90 | 7.82 | 2.02 | 6.31 | 32.47 |
| | | | أسنان مؤقتة | 15 | 17.80 | 8.10 | 2.09 | 4.14 | 29.25 |
| | نظام تخريش تقليدي | مع سحل ميناء | أسنان دائمة | 15 | 22.50 | 7.75 | 2.00 | 11.38 | 33.42 |
| | | | أسنان مؤقتة | 15 | 20.20 | 9.98 | 2.58 | 6.56 | 37.98 |
| | | دون سحل ميناء | أسنان دائمة | 15 | 20.30 | 10.66 | 2.75 | 5.12 | 37.57 |
| | | | أسنان مؤقتة | 15 | 18.70 | 10.18 | 2.63 | 4.99 | 36.62 |




**مخطط6 : يمثل المتوسط الحسابي لمقدار شدة الارتباط (بالميغاباسكال) في عينة البحث وفقاً لنوع الأسنان المدروسة وإجراء سحل الميناء ونظام التخريش المستخدم.**

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

**جدول12 : يبين نتائج اختبار t ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار شدة الارتباط (بالميغاباسكال) بين مجموعة الأسنان الدائمة ومجموعة الأسنان المؤقتة (وفقاً لنظام التخريش المستخدم وإجراء سحل الميناء.)**

| المتغير المدروس | إجراء سحل الميناء | نظام التخريش | قيمة t المحسوبة | درجات الحرية | قيمة مستوى الدلالة | دلالة الفروق |
|---|---|---|---|---|---|---|
| مقدار شدة الارتباط (بالميغاباسكال) | مع سحل ميناء | نظام تخريش ذاتي | -0.176 | 27 | 0.862 | لا توجد فروق دالة |
| | | نظام تخريش تقليدي | 0.034 | 28 | 0.973 | لا توجد فروق دالة |
| | دون سحل ميناء | نظام تخريش ذاتي | 0.705 | 28 | 0.487 | لا توجد فروق دالة |
| | | نظام تخريش تقليدي | 0.420 | 28 | 0.677 | لا توجد فروق دالة |

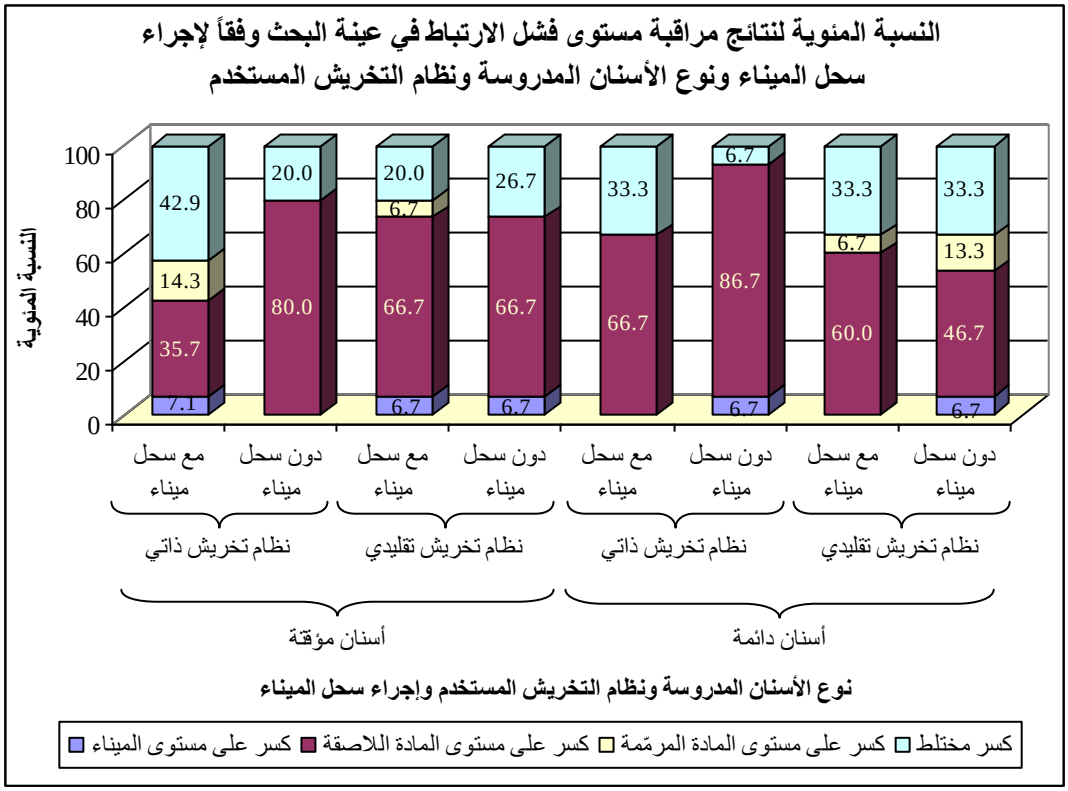
يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أكبر من القيمة 0.05 مهما كان نظام التخريش المستخدم ومهما كان إجراء سحل الميناء، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في متوسط مقدار شدة الارتباط (بالميغاباسكال) بين مجموعة الأسنان الدائمة ومجموعة الأسنان المؤقتة، وبالتالي لا تأثير لنوع الأسنان المدروسة على مقدار شدة الارتباط (بالميغاباسكال) في كل من مجموعات نظام التخريش المستخدم ومجموعات إجراء سحل الميناء.

## 3.2.3. دراسة مستوى فشل الارتباط:

### 1.3.2.3. نتائج مراقبة مستوى فشل الارتباط في عينة البحث وفقاً لإجراء سحل الميناء ونوع الأسنان المدروسة ونظام التخريش المستخدم:

**جدول13 :يبين نتائج مراقبة مستوى فشل الارتباط في عينة البحث وفقاً لإجراء سحل الميناء ونظام التخريش المستخدم ونوع الأسنان المدروسة.**

| نوع الأسنان المدروسة | نظام التخريش المستخدم | مستوى فشل الارتباط | عدد الأسنان | | النسبة المئوية | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | مع سحل ميناء | دون سحل ميناء | مع سحل ميناء | دون سحل ميناء |
| أسنان دائمة | نظام تخريش ذاتي | كسر على مستوى الميناء | 1 | 0 | 7.1 | 0 |
| | | كسر على مستوى المادة اللاصقة | 5 | 12 | 35.7 | 80.0 |
| | | كسر على مستوى المادة المرمّمة | 2 | 0 | 14.3 | 0 |
| | | كسر مختلط | 6 | 3 | 42.9 | 20.0 |
| | | المجموع | 14 | 15 | 100 | 100 |
| | نظام تخريش تقليدي | كسر على مستوى الميناء | 1 | 1 | 6.7 | 6.7 |
| | | كسر على مستوى المادة اللاصقة | 10 | 10 | 66.7 | 66.7 |
| | | كسر على مستوى المادة المرمّمة | 1 | 0 | 6.7 | 0 |
| | | كسر مختلط | 3 | 4 | 20.0 | 26.7 |
| | | المجموع | 15 | 15 | 100 | 100 |
| أسنان مؤقتة | نظام تخريش ذاتي | كسر على مستوى الميناء | 0 | 1 | 0 | 6.7 |
| | | كسر على مستوى المادة اللاصقة | 10 | 13 | 66.7 | 86.7 |
| | | كسر على مستوى المادة المرمّمة | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | كسر مختلط | 5 | 1 | 33.3 | 6.7 |
| | | المجموع | 15 | 15 | 100 | 100 |
| | نظام تخريش تقليدي | كسر على مستوى الميناء | 0 | 1 | 0 | 6.7 |
| | | كسر على مستوى المادة اللاصقة | 9 | 7 | 60.0 | 46.7 |
| | | كسر على مستوى المادة المرمّمة | 1 | 2 | 6.7 | 13.3 |
| | | كسر مختلط | 5 | 5 | 33.3 | 33.3 |
| | | المجموع | 15 | 15 | 100 | 100 |




**مخطط7 : يمثل النسبة المئوية لنتائج مراقبة مستوى فشل الارتباط في عينة البحث وفقاً لنوع الأسنان المدروسة ونظام التخريش المستخدم وإجراء سحل الميناء.**

### 2.3.2.3. دراسة تأثير إجراء سحل الميناء على مستوى فشل الارتباط في عينة البحث وفقاً لنوع الأسنان المدروسة ونظام التخريش المستخدم:

- **نتائج اختبار كاي مربع:**

**جدول14 : يبين نتائج اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات مستوى فشل الارتباط بين مجموعة تطبيق نظام التخريش مع سحل الميناء ومجموعة تطبيق نظام التخريش دون سحل الميناء وفقاً لنظام التخريش المستخدم ونوع الأسنان المدروسة.**

| المتغيران المدروسان = مستوى فشل الارتباط × إجراء سحل الميناء | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| نوع الأسنان المدروسة | نظام التخريش المستخدم | عدد الأسنان | قيمة كاي مربع | درجات الحرية | قيمة مستوى الدلالة | دلالة الفروق |
| أسنان دائمة | نظام تخريش ذاتي | 29 | 6.856 | 3 | 0.077 | لا توجد فروق دالة |
| | نظام تخريش تقليدي | 30 | 1.143 | 3 | 0.767 | لا توجد فروق دالة |
| أسنان مؤقتة | نظام تخريش ذاتي | 30 | 4.058 | 2 | 0.131 | لا توجد فروق دالة |
| | نظام تخريش تقليدي | 30 | 1.583 | 3 | 0.663 | لا توجد فروق دالة |

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أكبر من القيمة 0.05 مهما كان نوع الأسنان المدروسة ومهما كان نظام التخريش المستخدم، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تكرارات مستوى فشل الارتباط بين مجموعة تطبيق نظام التخريش مع سحل الميناء ومجموعة تطبيق نظام التخريش دون سحل الميناء، وبالتالي لا تأثير لإجراء سحل الميناء على تكرارات مستوى فشل الارتباط مهما كان نوع الأسنان المدروسة ومهما كان نظام التخريش المستخدم في عينة البحث.

### 3.3.2.3. دراسة تأثير نظام التخريش المستخدم على مستوى فشل الارتباط في عينة البحث ولإجراء سحل الميناء ولنوع الأسنان المدروسة:

- **نتائج اختبار كاي مربع:**

**جدول15 : يبين نتائج اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات مستوى فشل الارتباط بين مجموعة نظام التخريش الذاتي ومجموعة نظام التخريش التقليدي وفقاً لإجراء سحل الميناء ونوع الأسنان المدروسة.**

| المتغيران المدروسان = مستوى فشل الارتباط × نظام التخريش المستخدم | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| نوع الأسنان المدروسة | إجراء سحل الميناء | عدد الأسنان | قيمة كاي مربع | درجات الحرية | قيمة مستوى الدلالة | دلالة الفروق |
| أسنان دائمة | مع سحل ميناء | 29 | 2.969 | 3 | 0.396 | لا توجد فروق دالة |
| | دون سحل ميناء | 30 | 1.325 | 2 | 0.516 | لا توجد فروق دالة |
| أسنان مؤقتة | مع سحل ميناء | 30 | 1.053 | 2 | 0.591 | لا توجد فروق دالة |
| | دون سحل ميناء | 30 | 6.467 | 3 | 0.091 | لا توجد فروق دالة |

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أكبر من القيمة 0.05 مهما كان نوع الأسنان المدروسة ومهما كان إجراء سحل الميناء، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تكرارات مستوى فشل الارتباط بين مجموعة نظام التخريش الذاتي ومجموعة نظام التخريش التقليدي، وبالتالي لا تأثير لنظام التخريش المستخدم على تكرارات مستوى فشل الارتباط مهما كان نوع الأسنان المدروسة ومهما كان إجراء سحل الميناء في عينة البحث.

### 4.3.2.3. دراسة تأثير نوع الأسنان المدروسة على مستوى فشل الارتباط في عينة البحث وفقاً لنظام التخريش المستخدم وإجراء سحل الميناء:

- **نتائج اختبار كاي مربع:**

**جدول16 : يبين نتائج اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات مستوى فشل الارتباط بين مجموعة الأسنان الدائمة ومجموعة الأسنان المؤقتة وفقاً لإجراء سحل الميناء ونظام التخريش المستخدم.**

| المتغيران المدروسان = مستوى فشل الارتباط × نظام التخريش المستخدم | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| نظام التخريش المستخدم | إجراء سحل الميناء | عدد الأسنان | قيمة كاي مربع | درجات الحرية | قيمة مستوى الدلالة | دلالة الفروق |
| نظام تخريش ذاتي | مع سحل ميناء | 29 | 4.729 | 3 | 0.193 | لا توجد فروق دالة |
| | دون سحل ميناء | 30 | 2.040 | 2 | 0.361 | لا توجد فروق دالة |
| نظام تخريش تقليدي | مع سحل ميناء | 30 | 1.553 | 3 | 0.670 | لا توجد فروق دالة |
| | دون سحل ميناء | 30 | 2.641 | 3 | 0.450 | لا توجد فروق دالة |

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أكبر من القيمة 0.05 مهما كان نظام التخريش المستخدم ومهما كان إجراء سحل الميناء، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تكرارات مستوى فشل الارتباط بين مجموعة الأسنان الدائمة ومجموعة الأسنان المؤقتة، وبالتالي لا تأثير لنوع الأسنان المدروسة على تكرارات مستوى فشل الارتباط مهما كان نظام التخريش المستخدم ومهما كان إجراء سحل الميناء في عينة البحث.

# 4. الباب الرابع: المناقشة

# Discussions

## 1.4. مناقشة اختيار العينة وطريقة العمل:

اعتُمدت في تصميم هذا البحث مقاييس ومواصفات ISO (1994) رقم: ISO/TR 11405 (E)[166]،وتم إنزال الأسنان المؤقتة والدائمة ضمن قوالب إكريلية بشكل يكون فيه السطح الدهليزي للسن عمودي على سطح القالب الاكريلي.

إن الدراسات التي تناولت الأسنان المؤقتة قليلة مقارنة مع الأسنان الدائمة، ويمكن أن يعزى ذلك إلى صعوبة جمع الأسنان المؤقتة السليمة حيث يحتاج ذلك إلى وقت طويل، وإلى تعاون عدد كبير من أطباء الأسنان[68,69,70,154]، فقد أجريت بعض الدراسات على أسنان مؤقتة بقرية[69]، وأجريت دراسات أخرى على عدد قليل من الأسنان المؤقتة المقلوعة من أطفال ميتين حديثاً[37,99]، واستعملت بعض الدراسات السطح الدهليزي واللساني للسن المؤقت من أجل اختبار شدة ارتباط الراتنج المركب بالميناء (53)، كما أن الدراسات التي تناولت الميناء المؤقتة غير المسحولة قليلة، وعلل ذلك Peutzfeldt (2004) بصعوبة الحصول على منطقة مستوية كافية على سطح السن تؤمن تطبيق الراتنج المركب من أجل اختبار شدة ارتباطه بالميناء[124].

كان جمع الأسنان المؤقتة السليمة (الخالية من النخور والكسور والصدوع) في غاية الصعوبة حيث تم الاعتماد فقط على الأسنان المقلوعة في فترة الاستبدال أو ضمن برامج القلع الدوري. أما عملية جمع الأسنان الدائمة(الضواحك) فتمت بسهولة كبيرة مقارنة مع عملية جمع الأسنان المؤقتة.

تم اختيار تركيز حمض الفوسفور (37%) من أجل تخريش الميناء المؤقتة والدائمة ضمن مجموعات التخريش التقليدي، كما في دراسة Davari (2007) حيث تبين أن حمض الفوسفور بتركيز (37%) يعطي تخريشاً منتظماً ونواتج تفاعل تكون منحلة بالماء[39].

تم تطبيق المادة المرممة في هذه الدراسة ضمن قوالب بلاستيكية (قالب بلاستيكي لكل سن)، حيث بينت دراسة Pazim وزملائه (1996) أنه من حيث شدة الارتباط لم يكن هناك فرق ذو دلالة إحصائية بين تطبيق المادة الراتنجية كتلة واحدة أو على دفعات، كما طبقت المادة الراتنجية بشكل مباشر ضمن القالب البلاستيكي بعد تثبيته على السطح الدهليزي للسن المؤقتة، مما يتيح تصنيع أسطوانات من المادة المرممة صغيرة الحجم[118].

تم تطبيق كافة خطوات الدراسة من قِبل ممارس واحد (الباحثة) وذلك للتقليل من تغيرات العامل الشخصي.

استُخدم في تحضير السطوح المينائية ضمن المجموعات مسحولة الميناء سنبلة ماسية بتمريرها على السطح السني مرة واحدة ولم يعاد استخدام أي سنبلة وذلك لمحاولة معرفة تأثير الاستعمال الأول للسنبلة حيث تكون السنبلة بكامل فاعليتها مما يقلل من التغيرات التي يمكن أن تحدث للسنابل نتيجةً للاستعمال المتكرر لها.

تم تطبيق الحمض المخرِّش على الضواحك الدائمة في مجموعات التخريش التقليدي مدة 15 ثانية بسبب إجماع الدراسات السابقة على أنَّ تكييف الميناء لمدة 15 ثانية هو زمن كافٍ، وأنَّ زيادة زمن التخريش يؤدي لحدوث فرط تخريش ويؤثر سلباً على شدة الارتباط[63,100,113]. في حين تم تطبيق الحمض المخرش على الأرحاء المؤقتة في مجموعات التخريش التقليدي مدة 35 ثانية نسبة إلى دراسة د.اسطواني(2011)[173]

طبقت المادة الرابطة ذاتية التخريش في مجموعات التخريش الذاتي مدة 20 ثانية مع تحريك خفيف وتوجيه تيار هوائي نظيف ولطيف لنشر المادة وضمان نجاح عملية التكييف على السطوح المينائية، ولم يُكَّرر تطبيق المادة الرابطة أكثر من مرة واحدة، وذلك تقيداً بتعليمات الشركة المصنعة ولتقليل المتغيرات التي تؤثر على نتائج هذا البحث.

استخدمت المادة المرممة نفسها في كافة المجموعات، وهي الراتنج المركب وقد تم الاستعاضة في هذه الدراسة عن القالب التفلوني الذي يأخذ شكل القرص ذي القطر (2) سم والفجوة في المركز، الشكل (18)، بقوالب بلاستيكية لتصنيع الأزرار الراتنجية، حيث أن تحدب سطح السن الذي تطبق عليه المادة أولاً، ووجود القالب الاكريلي الذي يحتوي السن المدروس ثانياً، والمُصنّع من أجل عمل الاختبارات الميكانيكية غالباً ما تسبب عدم انطباق القرص التفلوني تماماً على السن ماينتج عنه عدم تحقيق ارتباط صميمي بين المادة المدروسة وسطح السن، فجاءت فكرة تصنيع قوالب رقيقة ذات قوام بلاستيكي شفاف، والتي تم شرحها تحت عنوان طريقة تطبيق الكومبوزيت ضمن الباب الثاني من هذا البحث. ومن الفوائد التي يحققها استخدام هذه الطريقة:

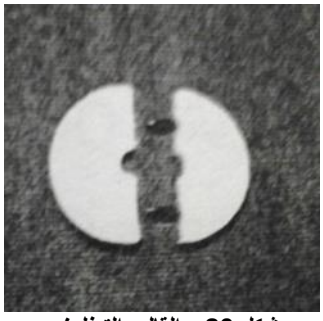
1. تحقيق تماس والتصاق صميمي بين الأزرار الراتنجية من جهة وبين سطح السن من جهة اخرى متجاوزة تحدب سطح السن الذي يعيق حدوث هذا الالتصاق في حال استخدام القالب التفلوني.

2. سهولة في العمل حيث يتم استخدام قالب بلاستيكي لكل سن يبقى على السن لنهاية عمل الاختبارات الميكانيكية متجاوزين وجود القالب الاكريلي المحيط بالسن.

3. اختصار الوقت فبعد ملء القالب بالكمبوزيت يطبق على سطح السن ليتم التصليب فوراً حيث تسمح شفافية القالب البلاستيكي بنفوذ الضوء خلاله.

4. قيمة اقتصادية فماصات العصائر متوافرة وفي متناول الأيدي وتكاد تكون قيمتها شبه معدومة.

5. التصليب مباشرة في منطقة ارتباط الكمبوزيت بالسن في حين أن ضوء التصليب عند استخدام القالب التفلوني يمر عبر كامل كتلة الكمبوزيت ليصل إلى منطقة الارتباط.



**شكل 20 : القالب التيفلوني**

اقتُرحت طريقة التخريش الذاتي في محاولة لتبسيط نظام الربط للميناء والعاج حيث تتحد هذه المواد مع سطح السن مختصرة مرحلتي التخريش والغسل في مرحلة واحدة وقد زادت هذه الخصوصية من شعبية هذه الأنظمة في العمل اليومي[161]

يختلف نظام التخريش الذاتي عن النظام التقليدي في عدة أوجه مثلpH الأساس، ونمط ونوع المونومير الحمضي، وعدد العبوات، وعدد المراحل، وتركيز الماء والمذيبات، والقابلية المحبة للماء للطبقة الرابطة[159]

وقد أظهرت بعض الدراسات أن نظام التخريش الذاتي يمكن أن يعطي قوة ربط ذات قيمة عالية ومقاربة لقوى الربط الناتجة عن نظام التخريش التقليدي والمطبق على الميناء المحضرة[82]، وهذا ما توافق مع نتائج الدراسة الحالية

## 2.4. مناقشة نتائج تأثير المادة الرابطة في شدة الارتباط:

كانت شدة الارتباط في المجموعات التي طُبقت فيها المادة الرابطة التقليدية، سواء في مجموعات الأسنان المؤقتة أو الأسنان الدائمة، قريبة من شدة الارتباط في المجموعات التي طُبقت فيها المادة الرابطة ذاتية التخريش ومن دون فرق جوهري، أي أن المادة الرابطة ذاتية التخريش تحقق ارتباطاً يقارب الارتباط الناتج عن المادة الرابطة التقليدية، وهو ما يتوافق مع دراسة لـ SANDRA KISS MOURA وزملائها (2009) حيث تم مقارنة أربعة أنواع من مواد الربط التابعة لنظام التخريش الذاتي مع نوعين من مواد الربط التابعة لنظام التخريش التقليدي، ووجد أن CSE الذاتي أعطى قوة ربط قريبة من قوى الربط لنظام التخريش التقليدي من بين الأنظمة المدروسة حيث يتألف نظام التخريش الذاتي التابع لـCSE من المبدئ المؤلف من 10-Methacryloxydecyl Dihydrogen phosphate (10-MDP)[105].

كما وجدت دراسة GENEVIEVE GREGOIRE التي تمت تحت المجهر الالكتروني والتي تقوم على تقييم عدة أنواع من أنظمة التخريش الذاتي ومقارنتها مع التخريش التقليدي أن بعض أنظمة التخريش الذاتي، وخاصة تلك الأنظمة مع المونوميرات الحاوية على مشتقات الفوسفات، أعطت نتائج قريبة من تلك الحاصلة عند استخدام حمض الفوسفور، حيث أن نظام التخريش الذاتي التابع لشركة3M والمستخدم لمنتج Adper Prompt L-Pop ونظام التخريش الذاتي التابع لشركة Dentsply والمستخدم لمنتج XENO III كان لهما نتائجهما المقاربة للنتائج الحاصلة عند استخدام نظام التخريش التقليدي (حمض الفوسفور) التابع لشركة Ivoclar, Vivadent[59]

إن ألية عمل أنظمة التخريش الذاتي تقوم على وجود المونوميرات في المحلول والتي تصبح حمضية عن طريق تثبيت واحد أو أكثر من مجموعات الحمض (الفوسفات أو الكربوكسيليك). تقوم المجموعة الحمضية بعملية التخريش، في الوقت الذي يقوم به الميتاكريلات ببلمرة المادة الرابطة مع الكومبوزيت.

يعتبر بعض الباحثين أن أنظمة التخريش الذاتي تستطيع أن تكون بديلا مرضياً عن تقنية التخريش التقليدي، وقد تعزى هذه النتائج إلى مكونات المنتج بحد ذاته. [59]

حيث أن المعايير الشكلية التي قيمت قوة التخريش هي: عمق ودرجة الفقدان المعدني ضمن الموشور، مما يسبب انخفاضات شبيهة بفوهة البركان[52,93].

واتفقت هذه الدراسة مع دراسة FRANKENBERGER AND TAY 3 (2005) والتي وجدت أن Prompt L–Pop و Xeno III أعطيا نتائج قريبة من نتائج التخريش الحمضي بحمض الفوسفور، وقد كانت قيم شوارد الفوسفات والكالسيوم المنحلة عالية مقارنة مع مواد الربط الأخرى. تحتوي هذه المنتجات الحديثة على مونوميرات معتمدة على حمض الفوسفوريك أو مشتقات مع البدائل القلوية[51].

أظهرت هذه الدراسة أن Xeno III قادر على خلق فتحات نانومترية عدة في سطح الميناء المخرش والذي يدعم نظرية التثيت النانومتري.

كما وأظهرت دراسات سابقة أن درجة تخريش الميناء تعتمد على pH محلول المخرش الذاتي. وبشكل عام تؤدي الـpH المنخفضة إلى قدرة تخريش عالية للميناء أكثر من الـpH المعتدلة[38,79,98,108]. بالاضافة إلى دور الـpH في التأثير على أداء المادة الرابطة فإن تبخر السائل وتقنية القياس تلعب دور مهم في ذلك[78,111,130]

وقد اختلفت هذه النتيجة عن دراسة الباحث MOURA (2006)، الذي قارن بين شكل السطح المينائي المعامل بحمض الفوسفور وشكله المعامل بالمادة الرابطة ذاتية التخريش، فلاحظ باستخدام المجهر الالكتروني SEM أن المظهر التخريشي الأكثر وضوحاً عند تطبيق الحمض المخرش قد سبب زيادة شدة الارتباط[106]، وكذلك أوضح BOJ في دراسته عام 2004 أن المادة الرابطة التقليدية تنجز ارتباطاً أعلى مع سطوح الميناء من المواد الرابطة ذاتية التخريش[19] ,كما واختلفت هذه النتيجة عن نتائج أبحاث كل من PEDIAGO عام 2003[121] و SEVGICAN عام 2004[140], و GERMAN عام 2005[55]

أظهرت بعض الدراسات أن أنظمة التخريش الذاتي الأكثر حامضية قادرة أن تعطي وبشكل كبير نموذجاً مشابهاً لنموذج التخريش الناتج عن استخدام حمض الفوسفور[25,66] حتى ولم تم تطبيقه على سطح الميناء السليم.[117]

أشارت دراسة PERDIGAO (2003) أنه لا يوجد اختلاف بين التخريش الذاتي والتخريش التقليدي عند اختبار الحساسية واختبار تغير لون الحواف[119]

## 3.4. مناقشة نتائج تأثير سحل الميناء على شدة الارتباط:

### 1.3.4. المادة الرابطة التقليدية:

كانت شدة الارتباط في المجموعات التي تم فيها سحل السطوح المينائية بالسنابل الماسية مع تطبيق الحمض المخرش مع المادة الرابطة التقليدية تقارب شدة الارتباط في المجموعات التي لم يتم فيها السحل. وقد اتفقت هذه النتائج مع دراسات JUNG سنة 1999 الذي أظهر عدم تأثر شدة الارتباط مع السطوح المينائية المطبق عليها حمض الفوسفور مع المادة الرابطة التقليدية باختلاف خشونة السنابل المستخدمة في تحضيرها[77]، ودراسة KENAMURA في السنة نفسها الذي أوضح أن تحضير الميناء أو عدمه لم يغير من شدة الارتباط عند تطبيق نظام الربط التقليدي[82]، وكما جاءت نتائج دراسة PEDIAGAO سنة 2003 مطابقة لنتائج الدراستين السابقتين[121]، كما أن تحضير الميناء لم يحسن من شدة الارتباط عند تطبيق مواد من نظام الربط التقليدي في دراسة SEVGICAN سنة 2004[140]، مع العلم أن تلك الدراسات أجريت على أسنان دائمة أو أسنان مؤقتة بقرية.

### 2.3.4. المادة الرابطة ذاتية التخريش:

كانت شدة الارتباط في المجموعات التي تم فيها سحل السطوح المينائية بالسنابل الماسية مع تطبيق المادة الرابطة ذاتية التخريش تقارب شدة الارتباط في المجموعات التي لم يتم فيها السحل.

وقد اختلفت نتائج هذه الدراسة عن نتائج دراسة PEDIAGAO عام 2003 حيث وجد أن تحضير الميناء بسنبلة ماسية مع تطبيق مواد رابطة ذاتية التخريش يحسن من شدة الارتباط[121]، وكانت هذه النتيجة مماثلة لنتائج دراسة KENAMURA عام 1999[82]

أظهرت بعض الدراسات أن تحضير الميناء بسنبلة ماسية يستطيع أن يحسن من قوة الربط إلى الميناء لأنظمة التخريش الذاتي[82,139] وبالمقابل هناك دراسات أخرى وجدت أن قوة الارتباط لا

تختلف بين الميناء المحضرة والميناء غير المحضرة[41,73] بل إنها تعتمد فقط على نوعية نظام التخريش[120]

حتى أن هناك دراسات وجدت أن استخدام السنابل الماسية في تحضير الميناء قد ينقص من قوة الارتباط[8]

كما وجدت دراسة DIAS WR أن قوة الربط لعدة أنواع من أنظمة الربط الذاتي قد انخفضت عند تحضير الميناء بسنابل ماسية أو سنابل كارباید[41]

## 4.4. مناقشة مستويات فك الارتباط:

### 1.4.4. تحديد نسب أنواع فك الارتباط في عينة الدراسة:

كانت النسبة الأعلى من فك الارتباط هي ضمن المادة اللاصقة (63.86%) ثم ضمن المنطقة المختلطة (الراتنج مع المادة اللاصقة ) (26.89 %) ثم ضمن المادة المرممة (5.04%) ثم ضمن طبقة الميناء (4.20%)، وهذا يتوافق مع كون شدة الارتباط المطبقة في هذه الدراسة موجهة مباشرة على منطقة الارتباط، وكون المادة الرابطة تبقى أقل متانة مقارنة مع الميناء والمادة الراتنجية.

تتفق نتائج هذه الدراسة مع نتائج دراسة RIDER (1977)- (PREVOST 1982)- JALALY (1980) والتي حدث فيها فك الارتباط بشكل رئيس عند سطح المادة اللاصقة وعللJalaly ذلك بأن القوة العظمى خلال شدة الارتباط تنتقل إلى سطح المادة اللاصقة، ويكون فك الارتباط على مستوى المادة اللاصقة أعلى من فك الارتباط على مستوى المادة المرممة، بينما علل ذلك RIDER بأن المادة الرابطة التي تخترق الميناء المخرشة وتؤمن الثبات هي المسؤولة عن بدء فك الارتباط [127, 76].

تقترب نتائج هذه الدراسة من نتائج دراسة GWINNETT (1992) حيث كان نوع فك الارتباط في كامل عينته كسراً في المادة اللاصقة[61].

تختلف نتائج هذه الدراسة عن نتائج دراسة PEUTZFELDT (2004) عند اختبار شدة الارتباط لمعرفة شدة ارتباط Sealant بميناء الأسنان المؤقتة، حيث بلغت نسبة كسر المادة

اللاصقة (30%) والكسر المختلط (70%)، وفسر PEUTZFELDT ارتفاع نسبة الكسر المختلط في دراسته بأن أنماط فك الارتباط تتأثر بالخصائص الميكانيكية للمادة الراتنجية، فكلما كانت مملوءة أكثر كانت ذات قوة أكبر [124] .

### 2.4.4. مناقشة تأثير شدة الارتباط (بالميغاباسكال) على نوع فك الارتباط:

كانت شدة الارتباط في مجموعة الكسر ضمن الميناء أعلى من شدة الارتباط في مجموعة كسر المادة اللاصقة ومجموعة الكسر المختلط، ولم تكن هناك فروق ثنائية ذات دلالة إحصائية في متوسط شدة الارتباط بين مجموعة كسر المادة اللاصقة ومجموعة الكسر المختلط في عينة البحث.

تتفق نتائج هذه الدراسة مع نتائج MITCHEM (1974) في دراسته لشدة ارتباط الراتنج المركب مع ميناء الأسنان المؤقتة، حيث وجد أن زيادة شدة الارتباط تؤدي إلى نقصان حدوث فك الارتباط عند سطح الالتصاق، بينما كانت هذه العلاقة ضعيفة في دراسة PREVOST (1982) [103,127].

تتفق نتائج هذه الدراسة أيضاً مع نتائج دراسة بشارة (2000) حيث ترافق فك الارتباط ضمن الميناء مع ارتفاع قيم شدة ارتباط الراتنج المركب مع الميناء المؤقتة[17].

تختلف نتائج هذه الدراسة عن نتائج دراسة PEUTZFELDT (2004) حيث وجد ارتفاع شدة ارتباط الراتنج المركب مع الميناء المؤقتة في مجموعة كسر المادة اللاصقة مقارنة مع مجموعة الكسر المختلط [124].

# 5. الباب الخامس: الاستنتاجات

# Conclusions

## 1.5. في الأسنان المؤقتة:

- كانت قوى مقاومة القص في المجموعات مسحولة الميناء تقارب شدة الارتباط في المجموعات غير مسحولة الميناء عند تطبيق المادة الرابطة التقليدية (الجيل الخامس)، حيث كان متوسط شدة الارتباط في الحالة الأولى 20.20Mpa وفي الحالة الثانية 18.70Mpa.

- كانت قوى مقاومة القص في المجموعات مسحولة الميناء تقارب شدة الارتباط في المجموعات غير مسحولة الميناء عند تطبيق المادة الرابطة ذاتية التخريش (الجيل السابع)، حيث كان متوسط شدة الارتباط في الحالة الأولى 19.39Mpa وفي الحالة الثانية 17.80Mpa.

وذلك ضمن حدود هذا البحث

## 2.5. في الأسنان الدائمة:

- كانت قوى مقاومة القص في المجموعات مسحولة الميناء تقارب شدة الارتباط في المجموعات غير مسحولة الميناء عند تطبيق المادة الرابطة التقليدية (الجيل الخامس)، حيث كان متوسط شدة الارتباط في الحالة الأولى 22.50Mpa وفي الحالة الثانية 20.30Mpa.

- كانت قوى مقاومة القص في المجموعات مسحولة الميناء تقارب شدة الارتباط في المجموعات غير مسحولة الميناء عند تطبيق المادة الرابطة ذاتية التخريش (الجيل السابع)، حيث كان متوسط شدة الارتباط في الحالة الأولى 17.90Mpa وفي الحالة الثانية 18.80Mpa.

وذلك ضمن حدود هذا البحث

## 3.5. مستوى فشل الارتباط:

- لا تأثير لنوع الأسنان المدروسة على تكرارات مستوى فشل الارتباط مهما كان نظام التخريش المستخدم ومهما كان إجراء سحل الميناء.

وذلك ضمن حدود هذا البحث

# 6. الباب السادس: التوصيات والمقترحات

# Recommendations and Suggestions

## 1.6. التوصيات:

1. يمكن الاستعاضة عن حمض الفوسفور في تخريش الأسنان الدائمة من أجل تطبيق المادة الرابطة التقليدية (الجيل الخامس) بالمادة الرابطة ذاتية التخريش (الجيل السابع) 3M.

2. يمكن الاستعاضة عن حمض الفوسفور في تخريش الأسنان المؤقتة من أجل تطبيق المادة الرابطة التقليدية (الجيل الخامس) بالمادة الرابطة ذاتية التخريش (الجيل السابع) 3M.

3. عدم ضرورة سحل سطح الميناء في الأسنان المؤقتة قبل التخريش التقليدي أو التخريش الذاتي.

4. عدم ضرورة سحل سطح الميناء في الأسنان الدائمة قبل التخريش التقليدي أو الذاتي.

## 2.6. المقترحات:

1. جراء دراسة لتقييم شدة الارتباط باستخدام عدة أنواع من نظام التخريش الذاتي (الجيل السابع) ومقارنتها مع التخريش التقليدي.

2. إجراء دراسات بالمجهر الالكتروني الماسح على الأسنان المؤقتة والدائمة تبين نمط التخريش الحاصل على الميناء المحضرة ومقارنته مع التخريش الحاصل على الميناء غير المحضّرة عند استخدام التخريش التقليدي وتقييم درجة نفاذ المادة الرابطة.

3. إجراء دراسات بالمجهر الالكتروني الماسح على الأسنان المؤقتة والدائمة تبين نمط التخريش الحاصل على الميناء المحضرة ومقارنته مع التخريش الحاصل على الميناء غير المحضرة عند استخدام تقنية التخريش الذاتي وتقييم درجة نفاذ المادة الرابطة ذاتية التخريش.

# 7. الباب السابع: الملخص (عربي-أجنبي)

# Abstracts (Arabic-English)

# الملخص


## دراسة مقارنة لشدة ارتباط المادة الرابطة ذاتية التخريش مع المادة الرابطة التقليدية على ميناء الأسنان المؤقتة والدائمة مع وبدون تحضير الميناء (دراسة مخبرية)

**المقدمة:** تعد المواد الرابطة ذاتية التخريش الجيل الأكثر حداثة من المواد الرابطة للميناء والعاج، فباستخدامها يتم اختصار مرحلة التخريش والغسل مما يقلل من زمن المعالجة وينقص من احتمال حدوث التلوث اللعابي للميناء المخرشة، كما يُقلل من الحاجة إلى تعاون المريض خاصة عند الأطفال. إلا أن هناك اختلافاً في بنية الميناء ما بين الأسنان المؤقتة والدائمة، يمكن أن يؤثر في نجاح هذه الترميمات مثلما تؤثر في ذلك جودة المنتج بحد ذاته بحسب الشركة المصنعة للمادة وطريقة تطبيقها.

**الهدف من البحث:** (1) المقارنة ما بين شدة ارتباط المادة الرابطة ذاتية التخريش 3M (الجيل السابع) والمادة الرابطة التقليدية 3M (الجيل الخامس)، على ميناء الأسنان المؤقتة والدائمة. (2) دراسة تأثير تحضير الميناء في شدة ارتباط تلك المواد على الأسنان المؤقتة والدائمة.

**المواد والطرائق:** تألفت عينة البحث من (120) سناً (60) مؤقت و (60) دائم، سليمة من النخر والكسر والصدع، تم تقسيمها إلى ثمان مجموعات متساوية كل مجموعة (15) سن.

أُجريَ البحث في كلية طب الأسنان وكلية الهندسة الميكانيكية في جامعة دمشق

في المجموعة الأولى والثالثة تم سحل السطح الميناني بسنبلة ماسية، تم تطبيق المادة الرابطة ذاتية التخريش (الجيل السابع) 3M مباشرة ومن ثم التصليب الضوئي مدة (20) ثا، ثم تطبيق الكمبوزيت فوق السطح والتصليب الضوئي مدة (40) ثا.

في المجموعة االثانية والرابعة، تم تطبيق المادة الرابطة ذاتية التخريش (الجيل السابع) 3M مباشرة ومن ثم التصليب الضوئي مدة (20) ثا، ثم تطبيق الكمبوزيت فوق السطح والتصليب الضوئي مدة (40) ثا.

في المجموعة الخامسة والسابعة تم، بعد سحل السطح المينائي بسنبلة ماسية، تطبيق حمض الفوسفور لمدة (15) ثا للأسنان الدائمة و (35) ثا للأسنان المؤقتة، ثم غسل السطح بالارذاذ المائي (15) ثا ثم يجفف السطح (3) ثا، ثم تطبيق المادة الرابطة (الجيل الخامس) 3M فوق منطقة التخريش. التصليب الضوئي مدة (20) ثا، ثم تطبيق الكمبوزيت فوق السطح و التصليب الضوئي مدة 40ثا.

في المجموعة السادسة والثامنة، تم تطبيق حمض الفوسفور لمدة (30) ثا للأسنان الدائمة و(35) ثا للمؤقتة، ثم غسل السطح بالارذاذ المائي (15) ثا ثم يجفف السطح (3) ثا، ثم تطبيق المادة الرابطة (الجيل الخامس) 3M فوق منطقة التخريش. التصليب الضوئي مدة (20) ثا، ثم تطبيق الكمبوزيت فوق السطح و التصليب الضوئي مدة (40) ثا.

أعطيت مادة الكومبوزيت المطبقة على كل سن شكل الزر الراتنجي باستخدام قوالب بلاستيكية لها نفس الحجم، ثم تم قياس شدة الارتباط من خلال اختبار شدة الارتباط اللازمة لفك الارتباط.

**النتائج:**

**في مجموعات الأسنان المؤقتة،** عند تطبيق المادة الرابطة التقليدية (الجيل الخامس) كان متوسط شدة الارتباط 20.20Mpa في الأسنان المسحولة، أما في غير مسحولة الميناء فكان 18.70Mpa وذلك بدون فارق إحصائي بينهما.

وعند تطبيق المادة الرابطة ذاتية التخريش (الجيل السابع)، كان متوسط شدة الارتباط 19.39Mpa في الأسنان المسحولة، أما في الأسنان غير المسحولة 17.80Mpa وذلك بدون فارق إحصائي بينهما.

**مجموعات الأسنان الدائمة،** عند تطبيق المادة الرابطة التقليدية كن متوسط شدة الارتباط في الأسنان المسحولة 22.50Mpa وفي الأسنان غير المسحولة 20.30Mpa وذلك بدون فارق إحصائي بينهما.

وعند تطبيق المادة الرابطة ذاتية التخريش كان متوسط شدة الارتباط في الأسنان المسحولة ، 17.90Mpa، وفي الأسنان غير المسحولة 18.80Mpa وذلك بدون فارق إحصائي بينهما.

أما **مستوى فشل الارتباط،** فلم تكن هناك أية فروق جوهرية في تكراراته بين مجموعة الأسنان الدائمة ومجموعة الأسنان المؤقتة مهما كان نظام التخريش المستخدم ومهما كان إجراء سحل الميناء.

**<u>الاستنتاجات:</u>**

حققت المادة الرابطة ذاتية التخريش (الجيل السابع) لـ3M شدة ارتباط للراتنج المركب (الكمبوزيت) مع الميناء المؤقتة والدائمة تقارب شدة ارتباط الراتنج المركب مع الميناء المؤقتة والدائمة الناتجة عند استخدام الرابطة التقليدية.

# Abstract

## Comparative Study of Shear Bond Strength of Self-Etching Material and Conventional-Etching Material, on Primary and Permanent Enamel, With or Without Enamel Preparation (In Vitro Study)


**Introduction:** Self-etching bonding materials systems are considered the newest generation of enamel and dentin bonding agents. When used, the etching and rinsing stage is shortened, which reduces the treatment time and reduces the probability of saliva contamination of etched enamel. In addition, it reduces the need for patient cooperation, especially with children. However, there is a difference in the enamel structure between permanent and primary teeth, which could affect the success of restorations, the same way that the product quality and application method do.

**The aim of the study:** This study aims to: (1) compare bonding strength of the bonding agent of the self-etching system 3M (the $7^{th}$ generation) and the bonding agent of conventional-etching system 3M (the $5^{th}$ generation) on primary and permanent teeth enamel. (2) Study the effect of enamel preparation on the bonding tightness of these materials on primanry and permanent teeth enamel.

**Materials and Methods:** The study sample consisted of (120) intact teeth, (60) primary and (60) permanent teeth. The sample was equally divided into eight groups; each group consisted of 15 teeth.

The research was conduced at the Faculty of Dental Medicine and the Faculty of Mecahnical Engineering, Damascus University, where studied tooth were held in acrylic molds and work was carried out using the following method:

**The $1^{st}$ and $3^{rd}$ groups:**

After grinding the enamel with diamond bur:

1. Self-etching bonding agent 3M ($7^{th}$ generation) was applied directly and then light-cured for 20 seconds.

2. Resin posts were built using plastic mold and light-cured for 40 seconds.

**The 2nd and 4th groups:**

1. Self-etching bonding agent 3M (7th generation) was applied directly and then light-cured for 20 seconds.
2. Resin posts were built using plastic mold and light-cured for 40 second

**The 5th and 7th groups:**

After grinding the enamel with diamond bur:

1. Phosphoric acid was applied for 15 seconds on permanent teeth and 35 seconds on primary teeth.
2. Teeth surfaces were cleansed with sprinkled water for 15 seconds and dried for 3 seconds.
3. Conventional-etching bonding agent 3M (5th generation) was applied over the etched area and then light-cured for 20 seconds.
4. Resin posts were built using plastic molds and light-cured for 40 seconds

**The 6th and 8th groups:**

1. The phosphoric acid was applied for 15 seconds on permanent teeth and 35 seconds on primary teeth.
2. Teeth surfaces were cleansed with sprinkled water for 15 seconds and dried for 3 seconds.
3. Conventional-etching bonding agent 3M (5th generation) was applied over the etched area and then light-cured for 20 seconds.

Subsequently, bonding shear strengths were tested and measured using a mechanical testing device (**Instron 1195**) available at the Faculty of Mechanical Engineering, Damascus University.

**Result:**

**Primary teeth groups:**

- The shear strengths in the enamel-grounded groups were comparable in value with enamel-ungrounded groups when conventional bonding agent

($5^{th}$ generation) was applied, where the means of shear strengths were $20.20$ Mpa, and $18.70$ Mpa respectively.

- The shear strengths in the enamel-grounded groups were comparable in value with enamel-ungrounded groups when self-etching bonding agent ($7^{th}$ generation) was applied, where the means of shear strengths were $19.39$ Mpa, and $17.80$ Mpa respectively.

**Permanent teeth groups:**

- The shear strengths in the enamel-grounded groups were comparable in value with enamel-ungrounded groups when conventional bonding agent ($5^{th}$ generation) was applied, where the means of shear strengths were $22.50$ Mpa, and $20.30$ Mpa respectively.
- The shear strengths in the enamel-grounded groups were comparable in value with enamel-ungrounded groups when self-etching bonding agent ($7^{th}$ generation) was applied, where the means of shear strengths were $17.90$ Mpa, and $18.80$ Mpa respectively.

As for the level of boinding failure, no significant differences were observed when comparing failure levels in primary and permanent teeth. In addition, it was observed that teeth type (primary or permanent) has no effect on the level of bonding failure regardless of the etching system used or the grinding procedure.

**Conclusions:**

Self-etching bonding system 3M ($7^{th}$ generation) achived a bond strength between and composite resin and primary-teeth enamel that is comparable to the bonding strength obtained when using conventional bonding system.

Self-etching bonding system 3M ($7^{th}$ generation) achived a bond strength between and composite resin and permanent-teeth enamel that is comparable to the bonding strength obtained when using conventional bonding system.

# 8. الباب الثامن: المراجع

# References

## -A-

1. Abdalla AI, Feilzer AJ. Four-year water degradation of a total-etch and two self-etching adhesives bonded to dentin. Journal of Dentistry 2008; 36: 611-7.

2. Aguilar-Mendoza Ja; Rosales-Leal Gi; Rodringuez-valverde Ma; Cabrerizo-Vilchez Ma; Effect of Acid Etching on Dentin Wet-ability and Roughness: Self-etching Primers Versus Phosphoric Acid., J Biomed Mater Res Ba Appl Biomater. 2007 Jun 11(4):334-341

3. Al-Ehaideb A, Mohammed, Shear Bond Strength of "One-Bottle" Dentin Adhesives. J Prosthet Dent 2000; 84:408-12

4. Allen EP, Bayne SC, Brodine AH, Cronin RJ, Donovan TE, Kois JC, Summitt JB. Annual review of selected dental literature: report of the committee on scientific investigation of the American academy of restorative dentistry. Journal of Prosthetic Dentistry 2003; 90: 50-80.

5. Anusavice K, J., science of dental materials, 1996: p. 273-314.

6. Armas-Vega Ac, et al., Effect of different enamel treatments on bond strength using resin dental adhesives,. Quinessence Int., 2007. 38(6): p. 321-8.

7. Armstrong Sr, Boyer DB, Keller. Effect of hybrid layer on facture toughness of adhesively bonded dentin resin composite joint. Dent Mater 1998;14:81-8

8. Arvelo B, Vargas M.A, Armstrong S.R, and Dawson D.V, (2003) The University of Iowa, Iowa City, USA

9. Atai M, Solhi L, Nodehi A, Mirabedini SM, Kasraei S, Akbari K, et al. PMMA-grafted nanoclay as novel filler for dental adhesives. Dental Materials 2009; 25(3): 339-47.

## -B-

10. Balkhol M, Huang J, Wostemann B,k Hanning M, Influence of Solvent Type on Experimental Dentin Primer on the Marginal Adaptation of Class V Restoration, J Dent. 2007 Sep; 28(4):264-73

11. Barkmeier . ,et al., Effects of 15 vs 60 second enamel acid conditioning on adhesion and morphology. Oper Dent 1986 11: p. 111-116.

12. Barkmeler WW, Gwinnett Aj, Shaffer Se: Effect of 15 vs. 60 Second Enamel Acid Conditioning on the Adhesion and morphology. Oper Dent 2002; 25(4): 306-10

13. Barnnstroom M: Smear Layer: Pathological and Treatment Considerations. J Oper Dent 1984 (Suppl 3): 35-42.

14. Batisa Lh, Junior Jg, Silva Mf, TonholoJ, Atomic Force Microscopy of Removal of Dentin Smear Layers, Micro Sc Microanal. 2007 Aug; 13 (4):245-50

15. Bedran-de-castro AK, Pereira Pn, Pimenta La, Thompson JY, Effect of thermal and mechanical load cycling on microtensile bond strength of a total –etch adhesive system, Oper Dent 20004 Mar-Apr;29(2): 150-6

16. Bhaskar SN, orban's oral histology and embyologe. Mosby year book 1991 Ed. Ch3 and 4 Enamel and Dentin:49-138

17. Bishara SE, A., Effect of altering type of enamel conditioner on the bond strength of the resin- reinforced glass ionomer adhesive,. J Orthod Dentofacial 2000. 118: p. 288-94.

18. Bock, C., Uml 2 composition model. Journal of Object Technology, 2004. 3(10): p. 47-74

19. Boj jr, e.a., bond strength and micro morphology of self-etching primer versus a standard adhesive system with varying etching times in primary teeth. Eur pediatr dent, 2004. 5(4): p. 233-8.

20. Bordin – Aykroyd S, Sefton J, FDavis Eh. Invitro Bond Strength of three current Dentin Adhesives to Primary and Permanent teeth.

21. Borrow . ,et al.,bond durability after three years using dentin bonding Agent with And without priming. DENT MATER, 1996. 12: p. 302-307.

22. Bowen, R.L., Composite Restorative Materials. 1972. 354: p. 93-100.

23. Bozalis . ,et al., Acid Etching Patterns of Primary Enamel J Dent Res 1977. 56(2).

24. Bozalis wg, M.J., Cooly Ro,, mechanical pretreatments and etching of primary tooth enamel,. Jdent child. 1(46): p. 43-9.

25. Breschi L, Gorbi P, Falconi M, Mazzotti G, Prati C, Perdigão J. Ultramorphology of self-etching adhesives on ground enamel: a high resolution SEM study. Am J Dent. 2003;16:57A-62A.

26. Breschi Lorenzo, Mazzoni Annalisa, Ruggeri Alessandra, Cadenaro Milena, Di Lenarda Roberto, De Stefano Dorigo Elettra. Dental adhesion review: Aging and stability of the bonded interface. Dental Materials 2008; 24: 90-101.

27. Buchala As, Myaki Si, Olivera Wt, MatsonMr. Shear Bond Strenth of Composites to Primary Teeth Dentin Using.

28. Buchalla W, Lennon Am, Beker K, Lucke T, Attin T, Smear layer and surface state affect dentin fluoride uptake, Arck oral boil. 2007 Oct; 52(10): 580-2, 584-6,588-9

29. Buonocore Mg, A Simple Method of Increasing the Adhesion of Acrylic Filling Material to Enamel Surfacel J Dent Res 1955; 34: 849-853.

30. Burke Fj, What's New in Dentin Bonding? Self-Etch Adhesives, Dent Update. 2004 Dec; 31(10): 580-2, 584-6, 588-9

**-C-**

31. Carmo A.R, Geraldeli S, Perdigao, Dutra H.R, Clinical Evaluation of Two Adhesives on Dry VC Moist Dentin, Dental Material 2002 Apr 21 (6): 231-250

32. Carol Dixon . ,et al., principales of ponding,in Dental materials, ,Elselvier science 2003.

33. Cehreli ZC, A.N., Etching effect of 17% EDTA and a non-rinse conditioner (NRC) on primary enamel and dentin. Am J Dent., 2000. 13(2): p. 64-8.

34. Chappell RP, Eick JD, Shear Bond Strength and Scanning Electron Microscopic Observation of Six Current Dental Adhesives, Quintessence Int. 1994 May, 25 (5): 359-88

35. Choi JW, et al., The efficacy of primar on sealant shear bond strength . Pediatr Dent 1997. 19(4): p. 286-88.

36. Chomette G, A.M., Histology in Encyclopedie Medico Chirurgicale. 2007. 10.

37. Costa . ,et al., Three-Dimensional Aspects of Etched Enamel in Non-Erupted Deciduous Teeth. Braz Dent J, 1998. 9(2): p. 95-100.

-D-

38. D.H. Pashley and F.R. Tay, Aggressiveness of contemporary self-etch adhesives. Part II: etching effects on unground enamel. Dental Materials, 17 (2001), pp. 430-444

39. Davari AR . ,et al. Effect of different types of enamel conditioners on the bond strength of orthodontic brackets. J Contemp Dent Pract, 2007. 8(1). p. 36-43.

40. De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. Journal of Dental Research 2005; 84(2): 118-32.

41. Dias WR, Pereira PN, Swift EJ Jr. Effect of surface preparation on microtensile bond strength of three adhesive systems to bovine enamel. The journal of adhesive dentistry, 2004 Winter; 6(4)279-85

42. Diedrich, P., Enamel alterations from bracket bonding and debonding AJO-DO 1981. 500(22).

-E-

43. Eliades Gc, Caputo Aa, Vougiouklakis Gj: Composition Wetting Properties and Bond Strength with Dentin of 6 New Dentin Adhesives. Dent Mater 1985; 1:170-76.

44. Erhardt MC, Cavalcante LM, Pimenta LA. Influence of phosphoric acid pretreatment on self-etching bond strengths. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry 2004; 16: 33-40.

45. Erickson RI, Mechanism and Clinical Implication s of Bond Formation for Two Dentin Bonding Agent. Am J Dent 1989; 2:117-23.

46. Erickson Robert L., Barkmeier Wayne W., Kimmes Nicole S. Bond strength of self-etch adhesives to pre-etched enamel. Dental Materials 2009; 25: 1187-1194.

47. Erickson Robert L., Barkmeier Wayne W., Latta Mark A. The role of etching in bonding to enamel: A comparison of self-etching and etch-and-rinse adhesive systems. Dental Materials 2009; 25: 1459-1467.

**-F-**

48. Fernando . ,et al., Morphplogical effect of the type , concentration and etching time of acid solutions on enamel and detin surfaces BRASE . DENT. J, 1998. 9(1): p. 3-10.

49. Ferrari M, Mannocci F, Kugel G, Gorcia – Godoy F. Standardized Microscopic Evaluation of the Bonding Mechanism of NRC/Prim & Bond NT. Am J Dent 1999:12:77-83

50. Frankenberger R, Lohbauer U, Roggendorf MJ, Naumann M, Taschner M. Selective enamel etching reconsidered: better than etch-and-rinse and self-etch? Journal of Adhesive Dentistry 2008; 10: 339-44.

51. Frankenberger R, Tay F. Self-etch vs etch-and-rinse adhesives: effect of thermo-mechanical fatigue loading on marginal quality of bonded resin composite restorations. Dental Materials 2005; 21: 397-412.

52. Frazier P.D., Adult human enamel. An electron microscopic study of crystallite size and morphology. Journal of Ultrastructural Research, 22 (1968), pp. 1-11.

53. Fritz V, Gracia – Godoy E, Finger Wj. Enamel and Dentin Bond Strength and Bonding Mechanism to Dentin of Gluma GPS to Primary Teeth. J Dent Child 199, 64: 32-38.

**-G-**

54. Garcia-Godoy F, G.A., Effect of etching times and mechanical pretreatment on the enamel of primary teeth: an SEM study. American Journal of Dentist, 1991. 4: p. 115-119.

55. German Cecilia C,Garcia Ballesta C,Cortes lillo,Perz L,Shear bond strength of a self-etching adhesive in primary and permanent dentition,Am J Dent 2005 Oct;18(5):331-4.

56. Giachetti L, Russo DS, Bertini F, Pierleoni F, Nieri M. Effect of operator skill in relation to microleakege of total-etch and self-etch bonding systems. Journal of Dentistry 2007; 35(4): 289-93.

57. Gokce K, Aykor A, Ersoy M, Ozel E, Soyman M. Effect of phosphoric acid etching and self-etching primer application methods on dentinal shear bond strength. Journal of Adhesive Dentistry 2008; 10(5): 345-9.

58. Gordan VV, Mjör IA. Short- and Long-term Clinical Evaluation of Post-operative Sensitivity of a New Resin-based Restorative Material and Self-Etching Primer. Operative Dentistry 2002; 27: 543-548.

59. Grégoire G, & Ahmed Y, Evaluation of the enamel etching capacity of six contemporary self-etching adhesives, Journal of Dentistry, Volume 35, Issue 5, May 2007, Pages 388-397

60. Gregoire Geneviève L., Akon Bernadette A., Millas Arlette. Interfacial micromorphological differences in hybrid layer formation between water- and solvent-based dentin bonding systems. Journal of Prosthetic Dentistry 2002; 87: 633-41.

61. Gwinnett AJ, G.-G.F., Effect of etching time and acid concentration on resin shear bond strength to primary tooth enamel Am J Dent., 1992. 5(5): p. 237-9.

62. Gwinnett Aj, Yu S: Shear Bond Strength, Micro-leakage and Gap Formation with Fourth Generation Dentin Bonding Agents. Am J Dent 1994; 7:312-14.

63. Guilherme L., et al: Enamel Acid Etching: A Review. Compendium, January 2007; 28(1):662-669

64. Gwinnett, A., Human prismless enamel and its influence on sealant penetration. Arch Oral Biol., 1973;. 18: p. 441-444.

-H-

65. Hallett . ,et al., Shear bond strength of a resin composite to enamel etched with maleic or phosphoric acid. Aust Dent J, 1994 39(5): p. 292-7.

65A. Harry F., et al., Resin bonding, in tooth-colored restoratives. 2002: p. 128- 156.

66. Hashimoto M, Ohno H, Yoshida E, Hori M, Sano H, Kaga M, et al. Resin enamel bonds made with self-etching primers on ground enamel. Eur J Oral Sci. 2003;111:447-53.

67. Hiraishi N, Nishiyama N, Ikemura K, Yau JYY, King NM, Tagami J, et al. Water concentration in self-etching primers affects their aggressiveness and bonding efficacy to dentin. J Dent Res. 2005;84:653-8.

68. Hosoya , Y., The effect of acid etching times on ground primary enamel. J CLIN Pediatr Dent,, 1991. 15:: p. 188-94.

69. Hosoya . ,et al., Resin adhesion on the primary ground enamel . Influence of the etching time. 1990. 28(2): p. 407-16.

70. Hosoya . ,et al., Resin adhesion to the ground primary enamel influence of etching times and thermal cycling test J CLINICAL PEDIATR DENT, 1992. 17(1): p. . 25-31.

71. Hosoya Y, Tominaga A. Acomparison of Five Adhesive Systems to Primary Enamel. Pediatric Dentistry 1999, 21 (1): 46-52.

72. Hosoya Y, Uekusa S, Miyazaki M, Bonding Efficiency of Single-Step Self Etch Systems to Sound Primary and Permanent Tooth Dentin. Oper Den 1006 Sep-Oct; 31 (5): 569-76.

-I-

73. Ibarra G, Vargas MA, Armstrong SR, Cobb DS. Microtensile bond strength of self-etching adhesives to ground and unground enamel. J Adhes Dent. 2002;4:115-24.

74. Inoue S, Vargas MA, Abe Y, Yoshida Y, Lambrechts P, Vanherle G, et al. Microtensile bond strength of eleven contemporary adhesives to enamel. Am J Dent. 2003;16:329-34.

75. Inoue S, Vargas Ma, Abey, Yoshida Y, Lambrecht Sp, Vanherle G, Etal: Micro-tensile Bond Strength of Eleven Contemporary Adhesives to Dentin. J Adhes Dent 2001; 3(3): 237-245.

-J-

76. Jalaly . ,et al.,Bonding of Polymers to Enamel: Influence of Deposits Formed During Etching, Etching Time and Period of Water Immersion. J Dent Res, 1980. 59(7): p. 1156-1162.

77. Jung M,Wehlen Lo,Klimek j,surface roughness bond srrength of enamel to composite ,Dent Mater .1999 jul;15(4):250-6.

-K-

78. K.L. Van Landuyt, J. De Munck, J. Snauewaert, E. Coutinho, A. Poitevin, Y. Yoshida, S. Inoue, M. Peumans, K. Suzuki, P. Lambrechts and B. Van Meerbeek, Monomer-solvent phase separation in one-step self-etch adhesives. Journal of Dental Research, 84 (2005), pp. 183-188.

79. K.L. Van Landuyt, P. Kanumilli, J. De Munck, M. Peumans, P. Lambrechts and V. Van Meerbeek, Bond strength of a mild self-etch adhesive with and without prior acid etching. Journal of Dentistry, 34 (2006), pp. 77-85.

80. Kanca J: Resin Bonding to Wet Substrate. II. Bonding to Enamel. Quintessence int. 1992; 23(9) 625-627.

81. KancaJ. One Step Bond Strength to Enamel and Dentin. Am J Dent 1997; 10:5-8.

82. Kanemura N, Sano H, Tagami J. Tensile bond strength to and SEM evaluation of ground and intact enamel surfaces. J Dent. 1999;27:523-30.

83. Kelsey wp, . ,et al.,bond strength to enamel and dentin with indirect and direct resin composites. am j dent 1996. 9(3): p. 105-8.

84. Kenshima S, Reis A, Uceda-Gomez N, Tancredo Lde L, Filho LE, Nogueira FN, et al. Effect of smear layer thickness and pH of self-etching adhesive systems on the bond strength and gap formation to dentin. Journal of Adhesive Dentistry 2005; 7(2): 117-26.

85. Kenshima Silvia, Francci Carlos, Reis Alessandra, Alessandro Dourado Loguercio, Leonardo Eloy Rodrigues Filho. Conditioning effect on dentin,

resin tags and hybrid layer of different acidity self-etch adhesives systems applied to thick and thin smear layer. Journal of Dentistry 2006; 34(10): 775-783.

86. Kenshima Silvia, Francci Carlos, Reis Alessandra, Alessandro Dourado Loguercio, Leonardo Eloy Rodrigues Filho. Conditioning effect on dentin, resin tags and hybrid layer of different acidity self-etch adhesives systems applied to thick and thin smear layer. Journal of Dentistry 2006; 34(10): 775-783.

87. KnoblochLA, Gaily D, Azer S, Johnston WM, Clelland N, Kerby Re, Bond Strengths of One- and Two-Step Self-Etch Adhesive Systems, J Prosthet Dent 2007 Apr; 97(4): 216-22.

88. Knoll M. ,et al.,Should primary enamel be ground prior to bonding ? J CLIN ORTHOD 1985. 19: p. 137-139.

89. Kostilenko Iup, Boiko Iv, Dental enamel structure and its relation to dentin; Stomatologia.2005;84(5):10-3

90. Kugel G, Ferrari M, The Science of Bonding: From First Generation to Sixth Generation. J Am Dent Accoc. 2000; 131: 20S-25S

91. Kul'kov . ,et al., Effects on composite composition and structure from compound loading during hot pressing. Powder Metallurgy and Metal Ceramics 1991. 30,(5 ): p. 353-355.

92. Kuroiwa, . ,et al., Acid resistance of surface 'prismless' enamel in human deciduous and permanent teeth. 1990. 2: p. 31-44.

**-L-**

93. L.M. Silverstone, C.A. Saxton, I.L. Dogon and O. Fejerskov, Variation in patterns of acid-etching of human enamel examined by transmission electron microscopy. Caries Research, 9 (1975), pp. 373-387.

94. Latta M. A, Hald T.S, effect of conditioning time on bond strength to dentin, J Adhesion 2002; 12:67-87.

95. Latta MA Bond strength of composite to enamel using three adhesive conditioners. J DENT RES, 2000.

96. Loginova Nk, Lolesnik AG, Bartenev VS, Physiology of enamel and dentin, Stomatologia (Mosk). 2006;85(4):60-8.

97. Lopes GC, Marson FC, Vieira LCC, Andrada MAC, Baratieri LN. Composite bond strength to enamel with self-etching primers. Oper Dent. 2004;29:424-9.

**-M-**

98. M. Hannig, H. Bock, B. Bott and W. Hoth-Hannig, Intercristallite nano-retention of self-etching adhesives at enamel imaged by transmission electron microscopy. European Journal of Oral Sciences, 110 (2002), pp. 464-470

98A. Malferrari F., The effect of etching time with Gluma 2000 conditioning solution on shear bond strength of a composite resin and on micromorphology of the enamel. International Journal of Paediatric Dentistry, 1994. 4: p. 2 17-224.

99. Marcelo Fava Observations on etched enamel in non-erupted deciduous molars Rev Odontol 1997. 11(3).

100. Meola T, P.G., A scanning electron microscope study on the effect of etching time and mechanical pre-treatment on the pattern of acid etching on the enamel of primary teeth. Int dent j, 1986. 36: p. 49 -53.

101. Meurman, J.H., The Intermediate Effect of Low-viscous Fissure Sealants on the Retention of Resin Restoratives in vitro. Proc Finn Dent 1975. 71: p. 96-101.

102. Miguez PA, Castro PS, Nunes MF, Walter R, Pereira PNR. Effect of acid-etching on the enamel bond of two self-etching systems. J Adhes Dent. 2003;5:107-12.

103. Mitchem . ,et al.,The Retentive Strengths of Acid-etched Retained Resins. JADA, 1974. 89: p. 1107-1110.

104. Moszner Norbert, Salz Ulrich, Zimmermann Jörg. Chemical aspects of self-etching enamel–dentin adhesives: A systematic review. Dental Materials 2005; 21: 895-910.

105. Moura S K, Reis A, Pelizzaro A, Dal-bianco K, Loguercio A D, Arana-Chavez V E, Grande R H M, Bond strength and morphology of enamel using self-etching adhesive systems with different acidities. J Appl Oral Sci. 2009;17(4):315-25

106. Moura Sk,Pelizzaro A, Dal Biancok, De Goes Mf, Loguercio AD, Reis A, Grande RH, Dose the acidity of self –etching primers affect bond strength and surface morphology of enamel?J Adhes Dent 2006 Apr;8(2)75-83.

107. Myaki , . ,et al., Effects of a non-rinse conditioner on the enamel of primary teeth. Braz Dent J, 2003. 14(3): p. 168-71.

**-N-**

108. N. Kanemura, H. Sano and J. Tagami, Tensile bond strength to and SEM evaluation of ground and intact enamel surfaces. Journal of Dentistry, 27 (1999), pp. 523–530

109. Nakabayashi . ,et al.,Hybridization of dental hard tissue. Quintesseence publishing co 1998.

110. Nakabayshi . ,et al.,intra oral bonding of 4-meta/mma - tbb resin to vital human dentin. AMJ DENT, 1995. 8: p. 37-42.

110A. Nakabayashi N, Nakamura M,Yasuda N, Hybrid layer as adentin-bonding mechanism, J Esthet Dent.1991 Jul-Aug;3(4):133-8.

111. Nishitani Y., Yoshiyama M., Wadgaonkar B., Breschi L., Mannello F., Mazzoni A., Carvalho R.M., L. Tjäderhane, Tay F.R. and Pashley D.H., Activation of gelatinoloytic/collagenolytic activity in dentin by self-etching adhesives. European Journal of Oral Sciences, 114 (2006), pp. 160–166.

**-O-**

112. Olmez A, Oztas n, Basakf, Erdals. Comparison of the Resin-Dentin Interface in Primary and Permanent Teeth, J Clin Pediatr Dent 1998, 22: 293-98.

113. Osorio R,Toledano M,Garcia-Godoy F.Bracket bonding with 15 or 60 second etching and adhesive remaining on enamel after debonding.The Angle Orthodontist 1999;69:45-8.

114. Osorio Raquel, Pisani-Proenca Jatyr, Erhardt Maria Carolina G., Osorio Estrella, Aguilera Fátima S, Tay Franklin R. Resistance of ten contemporary adhesives to resin–dentine bond degradation. Journal of Dentistry 2008; 36: 163-169.

115. Ozer L, Ozalp N, Okte Z, Oztas D, Effect of Saliva Contamination on Shear Bond Strength of Composer to Dentin in Primary Teeth, J M J Dent 2006 Feb; 19(1): 28-30.

**-P-**

116. Pashley DH, Swift EJ. Dentin bonding. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry 2008; 20(3): 153-4.

117. Pashley DH, Tay Fr, Aggressiveness of Contemporary Self-Etching Adhesives. Part II: Etching Effects on Unground Enamel. Dent Mater 2001; 17: 340-444.

118. Pazim msl, . ,et al.,bond strength evaluation of composite resin according to placement technique. J . Dent. Res, 1996. 75(5): p. 1090.

119. Perdigão J, et al. Total-etch versus self-etch adhesive Effect on postoperative sensitivity. J Am Dent Assoc, 2003, Vol 134, No 12, 1621-1629.

120. Perdigão J, Gomes G, Duarte S Jr, Lopes MM. Enamel bond strengths of pairs of adhesives from the same manufacturer. Oper Dent. 2005;30:492-9.

121. Perdigao J,Geraldeli S,Bonding characteristics of self-etching adhesives to intact versus prepared enamel,J E Sthet Restor Dent .2003;15(1):32-41.

122. Peumans M, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Five-year clinical effectiveness of a two-step self-etching adhesive. Journal of Adhesive Dentistry 2007; 9: 7-10.

123. Peutzfeldt , et al.,a Restorative material for the direct technique in adhesion The silent revolution in dentistry, 2000: p. 61 -79.

124. Peutzfeldt A, N.L., Bond strength of a sealant to primary and permanent enamel: phosphoric acid versus self-etching adhesive. Pediatr Dent, 2004 26(3): p. 240-4.

125. Phascar, S., Oral histology and embryology1991: p. 49-138.

126. Phillips, R.W., 7th, Skinner's Science of Dental Materials. 1973: p. 166.

127. Prevost,. ,et al.,The Use of an Intermediate Resin in the Acid-etch Procedure: Retentive Strength, Microleakage, and Failure Mode Analysis. J DENT RES 1982. 61(412).

128. Price R . ,et al., Effects of composite thickness on the shear bond strength to dentin . J CAN DENT ASSOC, 2000. 66: p. 35 -39.

**-R-**

129. R. Frankenberger and F.R. Tay, Self-etch vs etch-and-rinse adhesives: effect of thermomechanical loading on marginal quality of bonded composite restorations. Dental Materials, 21 (2005), pp. 397-412

130. R.M. Carvalho, S. Chersoni, R. Frankenberger, D.H. Pashley, C. Prati and F.R. Tay, A challenge to the conventional wisdom that simultaneous etching and resin infiltration always occur in self-etch adhesives. Biomaterials, 26 (2005), pp. 1035-1042.

131. Reis A, Grandi V, Carlotto L, Bortoli G, Patzlaff RT, Accorinte MLR, et al. Effect of smear layer thickness and acidity of self-etching solutions on early and long-term bond strength to dentin. J Dent. 2005;33:549 59.

132. Retief, D.H., A comparative study of three etching solutions Effects on contact angle, rate of etching and tensile bond strength. Journal of Oral Rehabilitation, 2007. 1( 4): p. 381 - 390.

133. Retif H, Effect of phosphoric acid concentration and etch duration on shear bond strength. AGO.DO, 1989: p. 485-92.

134. Ripa . ,et al., The “prismless” outer layer of deciduous and permanent enamel. Arch Oral Biol, 1966. 11: p. 41-48.

135. Ritter De, Ritter Av, Bruggeman G,Locks A,Tulloch Jf,Bond strengths and adhesive used to bond brackets to instrumented enamel,A m JDent 2006Feb;19(1):47-50.

136. Sadat-Shojai Mehdi, Atai Mohammad, Nodehi Azizollah, Khanlar Leila Nasiri. Hydroxyapatite nanorods as novel fillers for improving the properties of dental adhesives: Synthesis and application. Dental Materials 2010; 26: 471-482.

136A. Salama FS, Tao L. Comparison of Gluma bond strength to primary vs. Permenent teeth. Pediatr Dent 1991, 13(3): 163-16.

137. Salz U, Zimmermann J, Zeuner F, Moszner N. Hydrolytic stability of self-etching adhesive systems. Journal of Adhesive Dentistry 2005; 7: 107-16.

138. Santini Ario, Miletic Vesna. Comparison of the hybrid layer formed by Silorane adhesive, one-step self-etch and etch and rinse systems using confocal micro- Raman spectroscopy and SEM. Journal of Dentistry 2008; 36(9): 683-691.

139. Senawongse P, Sattabanasuk V, Shimada Y, Otsuki M, Tagami J. Bond strengths of current adhesive systems on intact and ground enamel. J Esthet Restor Dent. 2004;16:107-16.

140. Sevican F,Inoue S,Koase K,Kawamoto C,Ikeda T,Sano, Bond strength of simplified-step adhesives to enamel prepared with two different diamond burs,Aust Dent J 2004 Sep ;49(3):141-5.

141. Shimada Y, et al., Shear bond strength of current adhesive systems to enamel ,dentin and dentin-enamel junction region,. Oper Dent, 2002. 28(5): p. 585-590.

142. Sillas Duarte Jr., Phark Jin-Ho, Varjão Fabiana Mansur, Sadan Avishai. Nanoleakage, ultramorphological characteristics, and microtensile bond strengths of a new low-shrinkage composite to dentin after artificial aging. Dental Materials 2009; 25: 589-600.

143. Silverstone LM, D.I., The effect of phosphoric acid on human deciduous enamel surfaces in vitro. J Int Assoc Dent Child, 1976 7: p. 11-15, .

144. Song Js, Woldarska A, Koh J, Gresik Wj, Targeting and immobilization of bioactive peptides on dentin Matrix, J Dent Res 2007 Oct; 86(10)968-73

145. Sonis AL, Effect of anew bonding agent on bond strength to saliva contaminatid enamel,. JCO 1994: p. 93-4.

146. Summitt James B., Robbins J.William, Hilton J.Thomas, Schwartz Richard S. Fundamentals of Operative Dentistry: A Contemporary Approach. 3rd edition, Quintessence, China, 2006.

147. Sundfeld Renato Herman, Valentino Thiago Assunção, de Alexandre Rodrigo Sversut, Briso André Luiz Fraga, Sundefeld Maria Lúcia Marçal Mazza. Hybrid layer thickness and resin tag length of a selfetching adhesive bonded to sound dentin. Journal of Dentistry 2005; 33: 675-681.

**-T-**

148. Takahashi A, Sato Y, Uno S, Pereira PNR, Sano H. Effects of mechanical properties of adhesive resins on bond strength to dentin. Dent Mater. 2002;18:263-8.

149. Tay FR, et al., The over wet phenomenon :Ascanning electron microscopic study of surface moisture in the acid-conditioned, resin-dentin interface. AM J DENT 1996. 9: p. 109-114.

150. Tay FR, Pashley DH. Aggressiveness of contemporary selfetching systems I: depth of penetration beyond dentin smear layers. Dental Materials 2001; 17: 296-308.

151. Ten Cate AR, ORAL histology development, structure and function 5 ed MOSBY ,. 1998: p. 218-235.

152. Thais, P., Bond strength of adhesive systems to human tooth enamel,. Braz Orales, 2007. 21: p. 155-165.

153. Toledano M, Osorio RmMoreira Ma, Caberizo Vilchez Ma, Geap, Tay Fr, Pashly Dh, Effect of the Hydration Status of Smear Layer on the Wet-ability and Bond Strength of Self-Etching Primer to Dentin, A M J Dent 2004 Oct; 17(5): 310-4.

154. Tominaga , H.Y., A comparison of five adhesive systems to primary enamel. Pediatric dentistry, 1999. 21: p. 46-52.

155. Triolo . ,et al.,Effects of etching time on enamel bond strengths. AM J DENT, 1993. 6: p. 302-4.

156. Turnbaugh;, M.A., A Hybrid Template-Based Composite Classification System2009 94: p. 188

**-V-**

157. Van Landuyt K.L., Kanumilli P., De Munck J., Peumans M., P. Lambrechts, Van Meerbeek B. Bond strength of a mild self-etch adhesive with and without prior acid-etching. Journal of Dentistry 2006; 34: 77-85.

158. Van Meebreek B, Inokoshi S, Braem M, Lambrechts P, Van.

159. Van Meerbeek B, De Munck J, Mattar D, Van Landuyt K, Lambrechts P. Microtensile bond strength of an etch & sinse and self-etch adhesive to enamel and dentin as a function of surface treatment. Oper Dent. 2003; 28:647-60.

160. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et al. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. Operative Dentistry 2003; 28: 215-35.

161. Van Meerbeek B, Perdgão, Fukuda R, Nakayama Y, Okazaki M, Shintani H, et al. Comparative study on the adhesive performance of functional onomers. J Dent Res. 2004; 83:454-8.

162. Van Meerbeek B, Perdigão J, Lambrechts P, Venherle G. The clinical performance of adhesives. J Dent. 1998;26:1-20.

163. Van Meerbeek B, Yoshida Y, Lambrechts P, Vanherle G, Duke ES, Eick JD, et al. A TEM study of two water-based adhesive systems bonded to dry and wet dentin. Journal of Dental Research 1998; 77: 50-9.

**-W-**

164. Wang Y, Spencer P. Effect of acid etching time and technique on interfacial characteristics of the adhesive– dentin bond using differential staining. European Journal of Oral Sciences 2004; 112: 293-9.

165. Wang Yong, Yao Xiaomei. Morphological/chemical imaging of demineralized dentin layer in its natural, wet state. Dental Materials 2010; 26: 433-442.

166. Watanabe I . ,et al., Measurement Methods for adhesion to dentin: The current status in JAPAN. J Dent Res, 1994. 22(2): p. 67-72.

167. Whittaker, D., Structural variations in the surface zone of human tooth enamel observed by scanning electron microscopy. Arch Oral Biol, 1982. 27: p. 383-392.

-Y-

168. Yoshiba.et.al, Immunolocalization of fibronectin during reparative dentinogenesis in human teeth after pulp capping with Calcium Hydroxide. J.DENT RES,, 1996. 75(8): p. 1590-7.

169. Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, Nakayama Y, Okazaki M, Shintani H, et al. Comparative study on the adhesive performance of functional onomers. J Dent Res. 2004;83:454-8.

-ب-

170. البني, ر., مداواة الأسنان الترميمية ،منشورات جامعة دمشق كلية طب الأسنان. 2005.165-147 .p. :

-ج-

171. جنى السالم، دراسة ثبات المادة السادة للوهاد و الميازيب و فاعليتها بعد تكييف ميناء الأسنان الدائمة والمؤقتة بطرق مختلفة ص 14عام 2009

-خ-

172. خردجي،م.ن., طب أسنان الأطفال منشورات جامعة تشرين كلية طب الأسنان 1998.106-100 .p. :

-ع-

173. علاء أسطواني، دراسة مخبرية لمعرفة زمن التخريش المثالي لميناء الأسنان المؤقتة بحمض الفوسفور 37% ص 83 عام 2010

-ف-

174. فهمية نوايا، تأثير التلوث اللعابي والدموي على مادة الربط المستخدمة مع المادة السادة للوهاد والميازيب ص24 عام 2009

**-م-**

175. المعجم الطبي الحديث