الجمهوريَّة العربيَّة السوريَّة
جامعة دمشق
كليّة طب الأسنان
قسم مداواة الأسنان

# دراسة مقارنة بين عدة بروتوكولات إرواء نهائية واستخدام XP-endo finisher في تغيير البيئة الجرثومية للقناة الجذرية

رسالةٌ قُدِّمت لنيل درجة الدكتوراه في علوم طب الأسنان في اختصاص مداواة الأسنان

إعداد الباحثة:

فرح منذر اسطفان

إشراف:

الأستاذة الدكتورة كيندا ليوس

أستاذة في قسم مداواة الأسنان – جامعة دمشق

1446 هـ / 2025 م

الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
رئيس الجامعة
-٥-
الرقم : ٥٥٥٨/ب م

السيد الأستاذ الدكتور عميد كلية طب الأسنان

إشارة إلى القرار الصادر عن مجلس كليتكم رقم /٢٦٦/ تاريخ ٢٠٢٠/١٢/٢٢ المتضمن اقتراح الموافقة على ما يلي :

١- قيد الطالبة فرح اسطفان بنت مشفر لنيل درجة الدكتوراه في مداواة الأسنان - قسم مداواة الأسنان بكلية طب الأسنان ، في موضوع بحث بعنوان : ( دراسة مقارنة بين عدة بروتوكولات إرواء نهائية واستخدام XP-endo finisher في تغيير البيئة الجرثومية للقناة الجذرية ) وفقاً لمخطط البحث المعتمد من قبل اللجنة العلمية الموقتة لهذه الغاية .

٢- تسمية السيدة الدكتورة كيندا ليوس ( الأستاذ في قسم مداواة الأسنان بكلية طب الأسنان ) مشرفاً .

وإلى قرار مجلس البحث العلمي والدراسات العليا رقم /١٤٧٨/ تاريخ ٢٠٢١/٣/١ المتضمن الموافقة على مضمون قرار مجلس كلية طب الأسنان رقم /٢٦٦/ تاريخ ٢٠٢٠/١٢/٢٢ آنف الذكر .

وبناءً على قرار مجلس الجامعة رقم /١٥٥٠/ تاريخ ٢٠٢١/٢/١٦ المتضمن فيما تضمنه التفويض إلينا البت في مثل هذا الموضوع .

واستناداً إلى البند /١/ من قرار مجلس التعليم العالي رقم /٨٩/ تاريخ ٢٠١٩/٢/٧ .

نوافق على مضمون قرار مجلس البحث العلمي والدراسات العليا رقم /١٤٧٨/ تاريخ ٢٠٢١/٣/١ آنف الذكر

وتجدون رفقاً الأصول المتعلقة بالموضوع ...

دمشق في ـا
نـدى

١٤ آذار ٢٠٢١ - ٣٠ رجب ١٤٤٢

رئيس جامعة دمشق

الأستاذ الدكتور محمد يسار عابدين

صورة إلى :
- السيد الأستاذ الدكتور نائب رئيس الجامعة لشؤون البحث العلمي والدراسات العليا .
- محلة جامعة دمشق – الجامعات السورية الأخرى : (حلب – تشرين - البعث- الفرات-حماه-طرطوس) .
- وزارة التعليم العالي والبحث العلمي : مديرية البحث العلمي : للاطلاع والتوثيق .
- أمانة مجلس البحث العلمي والدراسات العليا - مكتب أمانة مجلس الجامعة .
- مديرية البحث العلمي : (مع استمارة الدراسات العليا للبحث العلمي).

**صورة قرار مجلس البحث العلمي والدراسات العليا (1)**

جامعة دمشق

**قرار مجلس البحث العلمي والدراسات العليا رقم /٢١٣٣/ المتخذ**
**بالجلسة رقم /١٥/ تاريخ ٢٠٢٥/٤/٧**

اطلع مجلس البحث العلمي والدراسات العليا على قرار مجلس كلية طب الأسنان رقم /٣١٣/ تاريخ ٢٠٢٥/٣/١١

وبعد الرجوع إلى اللائحة التنفيذية لقانون تنظيم الجامعات الصادرة بالمرسوم /٢٥٠/ لعام ٢٠٠٦ .

قرار مجلس جامعة دمشق رقم /٨٥٥/ص.م تاريخ ٢٠٢١/٣/١٤ بشأن الموافقة على تسجيل رسالة الطالبة

تستفيد الطالبة من المرسوم رقم /٢٢٥/ تاريخ ٢٠٢٣/٨/٢٩ ومنح سنة إضافية اعتباراً من ٢٠٢٥/٣/١٤ لغاية ٢٠٢٦/٣/١٣

**وبنتيجة المذاكرة قرر مجلس البحث العلمي والدراسات العليا :**

الموافقة على تأليف لجنة الحكم على أطروحة الدكتوراه في قسم مداواة الأسنان التي أعدتها الطالبة **فرح اسطفان** بعنوان :(( دراسة مقارنة بين عدة بروتوكولات إرواء نهائية واستخدام XP-endo finisher في تغيير البيئة الحرثومية للقناة الجذرية)) بكلية طب الأسنان من السادة الأساتذة :

| | | |
|---|---|---|
| د. محمد سالم ركاب | الأستاذ في قسم مداواة الأسنان | كلية طب الأسنان |
| الجامعة الدولية الخاصة | الاختصاص: مداواة الأسنان | عضواً |
| د. مهند لفلوف | الأستاذ في قسم طب أسنان الأطفال | كلية طب الأسنان |
| جامعة دمشق | الاختصاص : طب أسنان الأطفال | عضواً |
| د. كيندا ليوس | الأستاذ في قسم مداواة الأسنان | كلية طب الأسنان |
| جامعة دمشق | الاختصاص: مداواة الأسنان | عضواً مشرفاً |
| د. حسان عاشور | الأستاذ المساعد في قسم مداواة الأسنان | كلية طب الأسنان |
| جامعة دمشق | الاختصاص: مداواة الأسنان | عضواً |
| د. سمر عقيل | الأستاذ المساعد في قسم مداواة الأسنان | كلية طب الأسنان |
| جامعة دمشق | الاختصاص: مداواة الأسنان | عضواً |

***وذلك وفق ما هو وارد في قرار مجلس الكلية آنف الذكر،،،***

**ملاحظة:** يرجى إرسال نسخة عن الإعلان الخاص بتحديد موعد المناقشة فور صدوره إلى مكتب نائب رئيس الجامعة لشؤون البحث العلمي والدراسات العليا.

**صورة قرار مجلس البحث العلمي والدراسات العليا (2)**

# تصريح

"لا يوجد أيُّ جزءٍ من هذه الرّسالة أُخذ كاملاً من عملٍ آخر، أو أُنجِز للحصول على شهادةٍ أخرى في هذه الجامعة، أو في أيّة جامعةٍ أُخرى أو أيّ معهدٍ تعليميّ"

## الإهداء Dedication

**إلى أمي التي فارقتنا بجسدها، ولكن روحها ما زالت تُرفرف في سماء حياتي**

**إلى أبي مثال التفاني والإخلاص... قدوتي، ومثلي الأعلى في الحياة**

**إلى أخي الحضن الكبير الذي لم يبخل بشيء عليّ لدفعي في طريق النجاح**

**إلى زوجي رفيق الدرب وشريك الحياة بحلوها ومرها**

**إلى إبني هيثم سبب سعادتي وإمتناني ... زينة حياتي وبهجتها**

**إلى ريم وهيثم عائلتي الثانية.. أهدي هذا النجاح تعبيراً عن شكري وامتناني لكل ما قدمتماه لي من حب ودعم**

**كلمة الشكر:**

بداية اتوجه بالشكر إلى الجامعة التي أحمل اسمها بشهاداتي وعلمي أينما ذهبت ووصلت، أم الجامعات السورية، والمكان الذي جعل من حلم الوصول إلى العلم والعمل المتقن في طب الأسنان ممكناً: **جامعة دمشق**

أتوجه بالشكر الكبير لأستاذتي **الأستاذة الدكتورة كيندا ليوس** التي لم تبخل بالدعم والتوجيه والتشجيع طوال مدة البحث، وكانت السند الأول والقدوة الأجمل طيلة مراحل إنجازه.

أتقدم بالشكر الجزيل **للأستاذ الدكتور محمد سالم ركاب** عميد كلية طب الأسنان – الجامعة الدولية الخاصة للعلوم والتكنولوجيا لتكرمه بقبول تحكيم هذا البحث وإغنائه بعظيم علمه

كما أشكر **الأستاذ الدكتور مهند لفلوف** الوكيل العلمي لكلية طب الأسنان – جامعة دمشق لقبوله تحكيم هذا البحث وإضافة قيمة علمية غنية إليه.

وأعبر عن كامل شكري و امتناني **للأستاذ الدكتور حسان عاشور** – رئيس قسم مداواة الأسنان – كلية طب الأسنان– جامعة دمشق الذي تشرفت بتحكيمه لهذا البحث وإغنائه بملاحظاته القيمة وخبرته الكبيرة

وأتقدم بجزيل الشكر والمحبة **للأستاذة الدكتورة سمر عقيل** لتفضلها بقبول تحكيم هذا البحث وإضافة القيمة العلمية إليه

وأتقدم بجزيل شكري وتقديري لإدارة كلية طب الأسنان ممثلةً **بالأستاذ الدكتور خلدون درويش** عميد الكلية، **والأستاذ الدكتور عمر حشمة** الوكيل الإداري، والأساتذة أعضاء الهيئة التدريسية في جميع أقسام الكلية لتقديمهم الدعم والتوجيهات لجميع الأبحاث العلمية المجراة في الكلية.

وأتوجه بالشكر الجزيل إلى المعهد الطبي التقاني كلية الطب البشري الذي منحني فرصة إنجاز الجزء الخبري من هذا البحث ، وأخص بالشكر **السيد موفق المنجد و الآنسة رودا** .

و في ختام هذا الشكر أتوجه إلى أصدقائي الذين كانو بجانبي وقدموا الدعم العلمي والمعنوي وأخص بالذكر:

**د. محمد يوسف، د. مايا سعد، د. رونا الدريعي، د. ريمي برازي**

## قائمة المحتويات – الفهرس (List of Contents):

**التمهيد** ..... 3

**1- مشكلة البحث (Research Problem):** ..... 6

**2- تساؤلات البحث (Research Questions):** ..... 6

**3- أهميّة موضوع البحث (Important of The Research):** ..... 7

**4- أهداف البحث (Objective of The Research):** ..... 7

**5- مسوّغات البحث (Research Rationale):** ..... 8

**6- محدوديات البحث (Research Limitations):** ..... 8

1. **المُراجعة النظريَّة** ..... 9

**1.1. مدخل إلى إرواء المنظومة القنويَّة الجذريَّة (Introduction to Root Canal System Irrigation):** ..... 10

**1.1.1. تشريح المنظومة القنويَّة الجذريَّة (Anatomy of Root Canal System):** ..... 11

**2.1.1. أهمية تنظيف وتطهير الأقنية الجذريَّة ( The Important of Cleaning and Disinfected of Root Canals):** ..... 15

**2.1. البيئة الجرثومية داخل القنوية (Intra-canal Microbial Environment):** ..... 16

**1.2.1. أسباب الإنتان الجرثومي داخل الأقنية الجذريَّة (Intra-canal Bacterial Infection Etiology):** ..... 16

**2.2.1. تأثير الإنتان الجرثومي في المعالجة (The Effect of Bacterial Infection on Treatment):** ..... 18

**3.1. إرواء المنظومة القنوية الجذريَّة (Root Canal System Irrigation):** ..... 18

**1.3.1. أهداف إرواء المنظومة القنوية الجذريَّة (The Aims of Root Canal System Irrigation):** ..... 18

**2.3.1. تصنيف محاليل الإرواء (Classification of Irrigation Agents):** ..... 20

**3.3.1. صفات محلول الإرواء المثالي (Characteristic of Optimal Irrigation Agent):** ..... 20

**4.3.1. المحاليل المستعملة في الإرواء (Agents Utilizing in Irrigation):** ..... 21

**1.4.3.1. المصل الفيزيولوجي (Saline):** ..... 21

**2.4.3.1. هيبوكلوريت الصوديوم ((Sodium Hypochlorite (NaOCl):** ..... 22

**3.4.3.1. الكلورهيكسيدين ((Chlorhexidine (CHX):** ..... 24

**4.4.3.1. مادة الـ(EDTA):** ..... 27

**5.4.3.1. بيروكسيد الهيدروجين ($H_2O_2$):** ..... 28

**6.4.3.1. غلوكوز أوكسيداز ((Glucose Oxidase (GOX):** ..... 28

**7.4.3.1. محلول كيوميكس (QMIX):** ..... 28

1.3.5. التحديات في الإرواء (Challenges in Irrigation): ..... 32
1.3.6. تنشيط الإرواء (Irrigation Activation): ..... 32
1.3.6.1. التنشيط الحركي اليدوي ((Manual Dynamic Activation (MDA)): ..... 34
1.3.6.2. الإرواء المُنشَّط صوتيّاً (Sonic Activated Irrigation): ..... 35
1.3.6.3. الإرواء المُنشَّط فوق صوتيّاً (Ultrasonically Activated Irrigation): ..... 36
1.3.6.4. الإرواء المُنشَّط بالليزر (Laser Activated Irrigation): ..... 37
1.3.6.5. الإرواء المُنشط بمبرد (XP-endo Finisher): ..... 38
1.4. إنتان الأقنية الجذريَّة (Root Canal Infection) وآلية تأثير بروتوكولات الإرواء في تغيير البيئة الجرثوميَّة: ..... 42
1.4.1. أنواع الجراثيم التي تستعمر الأقنية الجذريَّة: ..... 44
1.4.2. تأثير البروتوكولات المختلفة في تغيير البيئة الجرثوميَّة: ..... 46
1.4.3. تأثير مبرد (XP-endo Finisher) في الحد من الإنتان الجرثومي في الأقنية الجذريَّة: ..... 47
1.5. الدِّراسات السابقة (Previous Studies): ..... 49
2. أدوات البحث ومنهجيته ..... 55
2.1. تصميم الدِّراسة (Study Design): ..... 56
2.2. مكان إجراء البحث (Study Setting): ..... 56
2.3. عيّنة البحث (Study Sample): ..... 57
2.3.1. تقدير حجم العيّنة (Estimation of Sample Size): ..... 57
2.3.2. وصف عيّنة البحث (Characteristics of Study Sample): ..... 59
2.3.2.1. العيّنة السريريَّة: ..... 59
2.3.2.2. العيّنة المخبريَّة: ..... 60
2.3.3. معايير اختيار العيّنة (Selection Criteria of Sample): ..... 62
2.3.3.1. معايير تضمين أفراد العينة السريرية (Inclusion Criteria): ..... 62
2.3.3.2. معايير استبعاد أفراد العيّنة السريرية (Exclusion Criteria): ..... 63
2.3.3.3. معايير تضمين أسنان العينة المخبرية (Inclusion Criteria): ..... 63
2.3.3.4. معايير استبعاد أسنان العيّنة المخبرية (Exclusion Criteria): ..... 64
2.4. مواد البحث (Research Materials): ..... 64
2.4.1. المواد المستعملة في الدِّراسة السريريَّة (Materials Using in Clinical Study): ..... 64
2.4.2. المواد المستعملة في الدِّراسة المخبريّة (Materials Using in Vitro Study): ..... 73

**3.4.2. المواد المستعملة في الزرع الجرثومي (Materials Using in Bacterial Culture):** ..... 75

**5.2. منهجيّة البحث (Research Method):** ..... 79

**1.5.2. منهجيّة العمل السريريّ (Clinical Procedure Method):** ..... 79

**2.5.2. منهجيّة العمل المخبريّ (An In Vitro Procedure Method):** ..... 86

**7.2. الدِّراسة الإحصائيَّة (Statistical Study):** ..... 104

**17..2. فرضيات البحث (Hypothesis of the Research):** ..... 104

**2.7.2. التحليل الإحصائيّ (Statistical Analysis):** ..... 104

3**– النتائج، والتحاليل الإحصائيَّة** ..... 105

**1.3. الدِّراسة السريريَّة:** ..... 106

**11..3. دراسة تعداد المستعمرات الجرثوميَّة في عيّنة البحث السريريَّة:** ..... 107

**2.3. الدِّراسة المخبريَّة:** ..... 116

**1.2.3. دراسة تعداد المستعمرات الجرثوميَّة في عيّنة البحث المخبريَّة:** ..... 117

4**– المناقشة** ..... 125

**1.4. مناقشة البروتوكول المُتّبع في البحث:** ..... 126

**1.1.4. مناقشة فكرة البحث، وهدفه:** ..... 126

**2.1.4. مناقشة أدوات البحث، ومنهجيته:** ..... 129

**2.4. مناقشة نتائج البحث:** ..... 133

5**– الاستنتاجات** ..... 141

6**– التوصيات والمقترحات** ..... 144

**1.6. التوصيات (Recommendations):** ..... 145

**2.6. المقترحات (Suggestions):** ..... 146

**7. المراجع** ..... 147

8**. الملاحق** ..... 164

## قائمة الأشكال (List of Figures):


| رقم الشكل | وصف الشكل | الصفحة |
|---|---|---|
| 1 | تعقيد المنظومة القنوية الجذرية للرحى الأولى العلوية | 13 |
| 2 | الانحناء الجذري | 13 |
| 3 | تصنيف الباحث (Vertucci) لتفرعات المنظومة القنوية الجذرية | 14 |
| 4 | شكل ترسيمي يظهر الترشيح الانتقائي للجراثيم من الحفرة الفموية نحو الأقنية الجذرية | 17 |
| 5 | شكل ترسيمي يظهر طبقة اللطاخة بمكوناتها العضوية والمعدنية | 19 |
| 6 | الصيغة البنيوية لهيبوكلوريت الصوديوم | 22 |
| 7 | القناة الجذرية بعد التحضير القنوي باستعمال أدوات النيكل تيتانيوم والإرواء بمحلول هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% | 23 |
| 8 | حادثة هيبوكلوريت الصوديوم | 24 |
| 9 | الصيغة البنيوية للكلورهيكسيدين | 25 |
| 10 | آلية عمل الكلورهيكسيدين | 25 |
| 11 | الراسب الناتج عن تفاعل هيبوكلوريت الصوديوم مع الكلورهيكسيدين | 26 |
| 12 | القنيات العاجية المفتوحة في العاج الجذري الناتجة عن تطبيق الـ(EDTA) | 27 |
| 13 | رؤوس الإرواء (NaviTip) | 33 |
| 14 | وجود مسافة بين جدران القناة ورأس الإرواء يسمح بخروج السائل من القناة الجذرية | 34 |
| 15 | التنشيط الحركي اليدوي لمحلول الإرواء | 35 |
| 16 | الإرواء المنشط فوق صوتياً | 37 |
| 17 | مبرد (XPF) | 38 |
| 18 | الطورين الشكليين لمبرد (XPF) وفقاً لدرجة الحرارة | 41 |
| 19 | العزل الجرثومي لحالات الإنتان المختلفة من الأقنية الجذرية | 43 |
| 20 | اختراق الجراثيم للقنيات العاجيّة | 44 |
| 21 | صورة بالمجهر الإلكتروني الماسح (SEM) لاستعمار الأقنية الجذريّة بالجراثيم المكورة المعوية | 46 |
| 22 | حساب حجم العيِّنة بناءً على برنامج (G-Power) | 58 |
| 23 | مجموعة أدوات الحاجز المطاطي | 65 |
| 24 | قبضة التوربين وقبضة الميكروتور | 66 |
| 25 | مبارد التحضير اليدوية | 66 |
| 26 | جهاز التحضير الآلي | 67 |
| 27 | مبارد التحضير الآلي | 67 |
| 28 | جهاز تحديد الذروة الإلكتروني | 68 |
| 29 | جهاز التصوير الشعاعي والحسّاس | 68 |
| 30 | المحاقن ورؤوس الإرواء | 69 |

| | | |
|---|---|---|
| 31 | محلول (هيبوكلوريت الصوديوم) المستعمل في البحث | 69 |
| 32 | محلول (الكلورهيكسيدين) المستعمل في البحث | 69 |
| 33 | محلول (QMIX) المستعمل في البحث | 70 |
| 34 | المصل الفيزيولوجي العقيم المستعمل في البحث | 70 |
| 35 | مبرد (XPF) المستعمل في البحث | 71 |
| 36 | الأقماع الورقيّة المستعمل في البحث | 72 |
| 37 | معجون الحشو المستعمل في البحث | 72 |
| 38 | الراتنج المركب، والمادة الرابطة، والمخرِّش | 72 |
| 39 | جهاز التصليب الضوئي | 73 |
| 40 | عيّنة البحث المخبريّة | 74 |
| 41 | مبرد (XP-endo Finisher) المستعمل في البحث | 74 |
| 42 | ماصّة (Micropipette) | 75 |
| 43 | أنابيب إيبندورف | 76 |
| 44 | المرق المغذي | 77 |
| 45 | وسط الآغار الدموي | 77 |
| 46 | صورة تشخيصية قبل المعالجة | 80 |
| 47 | سبر القناة الجذريّة | 81 |
| 48 | التحضير الميكانيكيّ | 82 |
| 49 | الإرواء بمحلول هيبوكلوريت الصوديوم | 83 |
| 50 | تفعيل الإرواء باستخدام مبرد (XPF) | 83 |
| 51 | تجربة القمع | 85 |
| 52 | الحشو القنوي | 86 |
| 53 | صورة شعاعية توضِّح الحشو القنوي | 86 |
| 54 | قص تيجان الأسنان، وتوحيد الطول العامل | 87 |
| 55 | العينة بعد ختم الذروة | 88 |
| 56 | العينة بعد وضعها في الأكريل | 89 |
| 57 | العينة المخبرية بعد التعقيم | 89 |
| 58 | المعلق الجرثومي الناتج | 93 |
| 59 | تلويث العيّنة | 94 |
| 60 | العيّنة المخبرية داخل الحاضنة | 94 |
| 61 | طاولة العمل المخبري | 95 |
| 62 | التحضير الميكانيكي للقناة بمبرد (AF F ONE ) | 95 |
| 63 | تطبيق مبرد (XPF) | 96 |
| 64 | أخذ العيّنة (S1) | 98 |

| | | |
|---|---|---|
| **65** | أخذ العيّنة **(S3)** | **99** |
| **66** | أنابيب إيبندورف لحفظ العيّنات | **99** |
| **67** | حفظ العيّنة **(S1)** في أنابيب إيبندورف | **100** |
| **68** | حفظ العيّنة **(S3)** في أنابيب إيبندورف | **100** |
| **69** | شكل ترسيمي يوضح التمديدات العشرية ضمن الأنابيب الزجاجية | **101** |
| **70** | وضع الأنابيب على الدوّامة للسماح بتحرُّر الجراثيم | **102** |
| **71** | العد الجرثومي على برنامج **APD Colony Counter** | **102** |
| **72** | توضح الأشكال التالية بعض الأطباق المزروعة بالمستعمرات الجرثومية المتشكلة من العينات المأخوذة من مجموعة هيبوكلوريت الصوديوم | **103** |
| **73** | توضح الأشكال التالية بعض الأطباق المزروعة بالمستعمرات الجرثومية المتشكلة من العينات المأخوذة من مجموعة هيبوكلوريت الصوديوم والكلورهيكسدين | **103** |
| **74** | توضح الأشكال التالية بعض الأطباق المزروعة بالمستعمرات الجرثومية المتشكلة من العينات المأخوذة من مجموعة هيبوكلوريت الصوديوم و **QMIX** | **103** |

## قائمة الجداول (List of Tables):


| رقم الجدول | وصف الجدول | الصفحة |
|---|---|---|
| 1 | نتائج اختبار تحليل (ANOVA) لدراسة دلالة الفروق في قيم تعداد المستعمرات الجرثومية في عينة الدراسة السريرية | 107 |
| 2 | نتائج مقارنة (Bonferroni) لدراسة دلالة الفروق الثنائية في قيم تعداد المستعمرات الجرثومية بعد الإرواء في عينة الدراسة السريرية | 109 |
| 3 | الإحصاءات الوصفية ونتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في قيم تعداد المستعمرات الجرثومية في عينة الدراسة السريرية | 111 |
| 4 | نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المترابطة لدراسة دلالة الفروق الثنائية في قيم تعداد المستعمرات الجرثومية بين المراحل الثلاث المدروسة | 114 |
| 5 | نتائج اختبار ANOVA لدراسة دلالة الفروق في قيم تعداد المستعمرات الجرثومية وفقاً لمبرد XP-endo Finisher والمرحلة المدروسة | 117 |
| 6 | نتائج Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية في تعداد المستعمرات الجرثوميَّة دون استعمال مبرد XP-endo Finisher وفقاً للمرحلة المدروسة | 118 |
| 7 | نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في قيم تعداد المستعمرات الجرثومية وفقاً لبروتوكول الإرواء النهائي والمرحلة المدروسة | 120 |
| 8 | نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المترابطة لدراسة تعداد المستعمرات الجرثومية وفقاً لبروتوكول الإرواء النهائي واستعمال مبرد XP-endo Finisher | 121 |


## قائمة المخططات (List of Charts):


| رقم المخطط | وصف المخطط | الصفحة |
|---|---|---|
| 1 | المتوسط الحسابي لأعمار المرضى في عيّنة الدراسة السريريَّة | 106 |
| 2 | المتوسط الحسابي لقيم تعداد المستعمرات الجرثومية في عيّنة الدراسة السريرية وفقاً لبروتوكول الإرواء النهائي | 110 |
| 3 | المتوسط الحسابي لقيم تعداد المستعمرات الجرثومية في عيّنة الدراسة السريرية وفقاً لاستخدام مبرد XPF | 113 |
| 4 | توزع عيّنة البحث المخبريَّة | 116 |
| 5 | المتوسط الحسابي لقيم تعداد المستعمرات الجرثومية في عيّنة الدراسة المخبرية وفقاً لاستعمال مبرد XP-endo Finisher والمرحلة المدروسة | 119 |
| 6 | المتوسط الحسابي لقيم تعداد المستعمرات الجرثومية في عيّنة الدراسة المخبرية مع استعمال مبرد (XP-endo Finisher) وفقاً للمرحلة المدروسة وبروتوكول الإرواء النهائي | 123 |
| 7 | المتوسط الحسابي لقيم تعداد المستعمرات الجرثومية في عيّنة الدراسة المخبرية دون استعمال مبرد (XP-endo Finisher) وفقاً للمرحلة المدروسة وبروتوكول الإرواء النهائي | 123 |

**قائمة الاختصارات (List of Abbreviations):**

| الاختصار | المصطلح باللغة العربية | المصطلح باللغة الإنكليزية |
|---|---|---|
| **CCT** | دراسة سريرية مضبوطة | **Controlled Clinical Trial** |
| **CHX** | الكلورهيكسيدين | **Chlorohexidine** |
| **CFUs** | عدد الوحدات المشكلة للمستعمرات | **Colony Forming Units** |
| **EDTA** | إيثلين ثنائي أمين تيترا حمض الخل | **ethylenediaminetetraacetic acid** |
| **E. Faecalis** | جراثيم المكورات المعوية البرازية | **Enterococcus Faecalis** |
| **ISO** | المنظمة العالمية للمقاييس | **International Standard Organization** |
| **LPS** | عديدات السكاريد الشحمي | **Lipopolysaccharide** |
| **MDA** | التنشيط الحركي اليدوي | **Manual Dynamic Activation** |
| **NiTi** | النيكل تيتانيوم | **Nickel-Titanium** |
| **PUI** | الإرواء فوق الصوتي المنفعل | **Passive Ultrasonic Irrigation** |
| **RCT** | المعالجة القنوية الجذريَّة | **Root Canal Treatment** |
| **XPF** | مبرد **XP-endo Finisher** | **XP-endo Finisher** |

## الملخص

**خلفيّة البحث، وهدفه:** يُعَدُّ الإنتان الجرثومي القنوي العامل المسبِّب الأساسي لأمراض اللب والنسج حول الذرويَّة؛ لذلك فإنّ إرواء المنظومة القنويَّة الجذريَّة يعتبر من المراحل الهامة في المعالجة القنوية الجذريَّة نظراً لدوره الأساسيّ في القضاء على الجراثيم وذيفاناتها وبالتالي تحقيق ديمومة نجاح المعالجة اللبيَّة. يهدف هذا البحث إلى المقارنة بين ثلاثة بروتوكول إرواء نهائي، وهي: محلول هيبوكلوريت الصوديوم 5.25%، ومحلول هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% مع الكلورهيكسيدين 2%، ومحلول هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% مع مادة QMIX، وفي كل بروتوكول تمت المقارنة بين تأثير استعمال مبرد XP-endo Finisher (XPF) أو عدم استعماله.

**أدوات البحث، ومنهجيته:** أجريت دراسة سريريَّة ومخبريَّة جرثوميّة، حيث ضمّت الدراسة السريريَّة 60 سناً وحيد الجذر والقناة، وضمّت الدِّراسة المخبريَّة أيضاً 60 سناً مقلوعاً حديثاً وحيدة الجذر والقناة. قُسِمت عيّنة البحث (سواء كانت سريرية أو مخبريّة) إلى ست مجموعات، وهي: المجموعتين الأولى والثانية، طُبِّق فيهما الإرواء باستعمال محلول هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% مع استعمال مبرد XP-endo Finisher أو عدم استعماله على الترتيب، وفي المجموعتين الثالثة والرابعة، طُبِّق فيهما الإرواء باستعمال محلول هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% مع الكلورهيكسيدين 2% وذلك مع استعمال مبرد XP-endo Finisher أو عدم استعماله على الترتيب، وفي المجموعتين الخامسة والسادسة، طُبِّق فيهما الإرواء باستعمال محلول هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% مع مادة كيوميكس وذلك مع استعمال مبرد XP-endo Finisher أو عدم استعماله على الترتيب. في الدراسة المخبريّة أُجري تحضير معلق جرثومي لجراثيم المكورات المعويّة البرازية، أُجري تلويث العيّنات المخبرية بهذه الجراثيم. أجري الزرع الجرثومي من خلال أخذ عيّنات من الحالات السريرية والمخبريّة ودراسة عدد الوحدات المُشكِّلة للمستعمرات.

**النتائج:** أظهرت نتائج هذه الدراسة أنّ قيم تعداد المستعمرات الجرثومية كان أكبر عند الإرواء بهيبوكلوريت الصوديوم لوحده، ولم تكن الفروق دالة عند المشاركة بينه وبين كل من الكلورهيكسيدين ومادة QMIX عند

## الملخص

تطبيق مبرد (XPF) أو عدم تطبيقه في العيّنة السريرية، ولم تكن الفروق دالة إحصائياً عند تطبيق مبرد (XPF) أو عدم تطبيقه في كل مجموعة على حدى في العيّنة السريريَّة. كما أظهرت نتائج هذه الدِّراسة أنّه لم يكن هناك فروق دالة إحصائياً عند تطبيق مبرد (XPF) أو عدم تطبيقه في جميع بروتوكولات الإرواء النهائي في عيّنة الدراسة المخبريَّة، كما لم يكن هناك فروق بين بروتوكولات الإرواء النهائي في الحالة التي طبق فيها مبرد (XPF) لعيّنة الدراسة المخبريَّة، أما عند عدم تطبيق المبرد، فقد كان التعداد الجرثومي أقل عند تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% مع كلورهيكسيدين 2% أو مع QMIX. كما كان هناك تناقص جوهري للتعداد الجرثومي ضمن كل مجموعة مهما كان بروتوكول الإرواء أو استعمال مبرد (XPF) عند الانتقال من مرحلة لأخرى في العينة المخبرية أو السريرية.

**الاستنتاجات:** ضمن حدود هذه الدِّراسة يمكن استنتاج أنّ تطبيق بروتوكول الإرواء باستعمال هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% بالمشاركة مع الكلورهيكسيدين أو مادة QMIX أدّى إلى تناقص التعداد الجرثومي، كما يمكن أن تتحسّن النتائج بصورة أفضل في الحالات التي يترافق ذلك مع تطبيق مبرد (XPF).


**الكلمات المفتاحيَّة:** الإنتان القنوي – الإرواء النهائي – المكورات المعوية البرازية – هيبوكلوريت الصوديوم – كيوميكس – كلورهيكسدين.

# التمهيد

# (Preface)

## التمهيد

تهدف المعالجة القنويَّة الجذريَّة ((Root Canal Treatment (RCT) الى التخلص من الأمراض اللبيَّة، وأمراض النسج حول الذرويَّة. يُعتبر الإنتان القنوي (Canal Infection) العامل المسبِّب الرئيس لأمراض اللب والنسج حول الذرويَّة، حيث يحدث ضمن عمليّة الإنتان القنوي انتقال الجراثيم إلى داخل المنظومة القنويّة الجذريَّة، وحدوث اصطفائيّة لهذه الجراثيم بما يتناسب مع البيئة الجديدة داخل القنويَّة؛ الأمر الذي يمكن أن يؤدي لتطور أو بقاء جراثيم مهيمنة تستطيع تحمل أقسى الشروط البيئيَّة داخل القناة؛ لذلك ينبغي الإزالة الكاملة لهذه الجراثيم وذيفاناتها لضمان نجاح المعالجات اللبيَّة طويلة الأمد، ومنع حدوث نكس أو فشل للمعالجة اللبيّة السابقة.

تُعَدُّ جراثيم المكورات المعوية البرازية (Enterococcus Faecalis) من أكثر الجراثيم المتورِّطة بإحداث حالات فشل المعالجة القنويَّة الجذريَّة، لِما لهذه الجراثيم من قدرة ومقاومة كبيرتين في تحمل الظروف القاسية داخل الأقنية الجذريَّة، ومنها تحملها للعيش ضمن بيئات منخفضة أو منعدمة الأكسجين، وكذلك مقاومتها لمختلف الصادات الحيوية المطبقة ضمن الأقنية الجذريَّة، وسوائل الإرواء المختلفة؛ إلا أنّ الإزالة الكاملة لهذه الجراثيم تكون في أغلب الحالات صعبة وتشكل تحدياً للطبيب بسبب وجود التعقيدات التشريحيَّة ضمن المنظومة القنوية الجذريَّة، وإمكانية بقاء هذه الجراثيم ضمن مناطق تشريحيَّة يصعب الوصول إليها بأدوات المعالجة اللبيَّة أو الأدوات المستعملة في إيصال سوائل الإرواء.

أثبتت الدراسات السابقة أنّه حتّى في حال تمت عمليتي التنظيف والتشكيل القنوي بأفضل صورة باستعمال أدوات المعالجة اللبية الآلية المصنوعة من النيكل تيتانيوم، وتطبيق سوائل الإرواء المختلفة وأهمها هيبوكلوريت الصوديوم وإيصاله بالمحاقن، ستبقى نسبة معتبرة من الجدران اللبيَّة غير ملموسة بأي أداة من الأدوات السابقة، وبالتالي فهذا يعزز نمو جراثيم المكورات المعوية البرازية وتكاثرها وبقاؤها ضمن الأقنية الجذريَّة. وبما أنّ المحاقن التقليديَّة المستعملة في إيصال سوائل الإرواء المختلفة لا تخرج سوائل الإرواء لأكثر من 1 ملم أبعد من رأس الإبرة، فظهرت الحاجة لتنشيط الإرواء (Irrigation Activation) لضمان إيصال سائل الإرواء لمناطق أبعد من رأس إبرة المحقنة.

## التمهيد

بناءً على ما سبق، تظهر أهميّة عملية الإرواء (Irrigation) كجزء هام وأساسي في المعالجة القنويَّة الجذريَّة وتطهيرها، إلا أنّ عمليّة الإرواء التقليديَّة لا تكفي لوحدها، بل لابدّ من تطبيق محاليل إرواء لها فعاليّة مضادة للجراثيم، ولها نشاط مستمر حتى بعد انتهاء المعالجة، وكذلك تبرز أهميّة إيصال هذه السوائل إلى المناطق التشريحيَّة صعبة الوصول من خلال استعمال أدوات مرنة تستطيع الوصول لهذه المناطق وتنشِّط سوائل الإرواء ضمنها.

# التمهيد

## 1- إشكالية البحث (Research Problem):

تأتي أهميّة هذا البحث من كونه تناول موضوعاً هامّاً في مجال المداواة اللبيَّة، وهو أهميّة تطهير المنظومة القنويَّة الجذريَّة، وتغيير البيئة الجرثوميَّة المختلفة؛ إذ تتضمن عمليّة تطهير الأقنية الجذريَّة استعمال سوائل الإرواء المختلفة، وإيصالها إلى كافة أجزاء المنظومة القنويَّة الجذرية باختلاف تعقيداتها التشريحيَّة. ينبغي على سائل الإرواء أي يتمتع بصفات متعددة، أهمها قدرته على إزالة النسج اللبيَّة الحية والمتموتة كون هذه النسج تشكل بيئة مثالية للاستعمار الجرثوميّ، وكذلك ينبغي أن يقوم بخلب الأملاح المعدنيّة، وأن يكون له تأثير مضاد للجراثيم والعضويات الدقيقة الأخرى لضمان تعطيل عمل هذه المستعمرات الجرثوميّة، والقضاء عليها بصورة تامّة من خلال التأثير المديد للفعل المضاد للجراثيم، كما ينبغي تنشيط هذه السوائل عبر إيصالها إلى مختلف أجزاء القناة الجذريَّة والذي يمكن تحقيقه عبر أدوات مرنة جداً تستطيع الولوج ضمن هذه الانحناءات والتفرعات القنويّة بقمعيّة منخفضة للغاية (أقرب إلى الصفر). من هنا جاءت مشكلة هذا البحث، وهي الحاجة لاختبار بروتوكول الإرواء الأمثل الذي يحقق أعلى نسبة من التطهير ويضمن تحسين نتائج المعالجات اللبية في عياداتنا، والذي ما زال موضوع جدل ويحتاج إلى دراسات كثيرة داعمة.

## 2- تساؤلات البحث (Research Questions):

في ضوء مشكلة البحث سابقة الذكر، يمكن طرح الأسئلة البحثية الآتية حول تطبيق مادة QMIX كسائل إرواء نهائي بعد التحضير القنوي وكذلك دور مبرد XP-endo Finisher في هذه العمليّة:

1. هل يمكن أن يكون هناك اختلاف في التعداد الجرثوميّ والتأثير على جراثيم المكورات المعوية البرازية بعد الغسل القنوي باستعمال محلول هيبوكلوريت الصوديوم دون استعمال مبرد XP-endo Finisher؟

2. هل يمكن أن يكون هناك اختلاف في التعداد الجرثوميّ والتأثير على جراثيم المكورات المعوية البرازية بعد الغسل القنوي باستعمال محلول هيبوكلوريت الصوديوم مع استعمال مبرد XP-endo Finisher؟

3. هل يمكن أن يكون هناك اختلاف في التعداد الجرثوميّ والتأثير على جراثيم المكورات البرازية بعد الغسل القنوي باستعمال محلول هيبوكلوريت الصوديوم مع مادة QMIX دون استعمال مبرد XP-endo Finisher؟

4. هل يمكن أن يكون هناك اختلاف في التعداد الجرثوميّ والتأثير على جراثيم المكورات البرازية بعد الغسل القنوي باستعمال محلول هيبوكلوريت الصوديوم مع مادة QMIX مع استعمال مبرد XP-endo Finisher؟

5. هل يمكن أن يكون هناك اختلاف في التعداد الجرثوميّ والتأثير على جراثيم المكورات البرازية بعد الغسل القنوي باستعمال محلول هيبوكلوريت الصوديوم مع الكلورهيكسيدين دون استعمال مبرد XP-endo Finisher؟

6. هل يمكن أن يكون هناك اختلاف في التعداد الجرثوميّ والتأثير على جراثيم المكورات البرازية بعد الغسل القنوي باستعمال محلول هيبوكلوريت الصوديوم مع الكلورهيكسيدين مع استعمال مبرد XP-endo Finisher؟

## 3- أهميّة موضوع البحث (Important of The Research):

يُعَّد إرواء المنظومة القنويَّة الجذريَّة من أكثر المواضيع التي تتناول منحى هام ضمن مجال المداواة اللبيَّة، لِما لهذه العمليّة من تأثير هام وقوي على نجاح المعالجة القنوية الجذرية طويل الأمد، ومنع حدوث نكس المعالجة، وبما أنّ بروتوكول الإرواء التقليديّ المتّبع والمتضمن تطبيق الكلورهيكسيدين كمادة مضادة للجراثيم، وكذلك بإيصاله بالمحاقن فقط دون تنشيطه لا يستطيع في بعض الحالات الإزالة الكاملة للمستعمرات الجرثوميَّة؛ لذلك فإنّ من الأهمية بمكان إجراء هذا الموضوع البحثي والذي ينبع من كونه سيخلص في النهاية إلى اختبار كل من مادة QMIX كسائل إرواء نهائي، وكذلك مبرد XP-endo Finisher وتأثيره في عمليّة الإرواء.

## 4- أهداف البحث (Objective of The Research):

يهدف هذا البحث إلى المقارنة بين ثلاثة بروتوكولات إرواء نهائية وهي:

- ✓ محلول هيبوكلوريت الصوديوم لوحده.
- ✓ محلول هيبوكلوريت الصوديوم مع الكلورهيكسيدين
- ✓ محلول هيبوكلوريت الصوديوم مع مادة QMIX.

وذلك مع مبرد XP–endo Finisher أو دونه في كل بروتوكول إرواء على حِدة، من حيث:

**1. سريرياً:** مقارنة وتقييم التعداد الجرثوميّ قبل تحضير الأقنية الجذريَّة، وبعده.

**2. مخبرياً:** التأثير على جرثومة المكورة المعوية البرازية (E. Faecalis) داخل الأقنية الجذرية المُخمجة بها.

## 5- مسوِّغات البحث (Research Rationale):

إنّ المسوِّغ الرئيس لإجراء هذا البحث هو الحاجة لاختبار فعالية مبرد XP–endo Finisher كمنشِّط لسوائل الإرواء بالمشاركة مع بروتوكولات إرواء نهائية مختلفة في تطهير المنظومة القنوية الجذرية، وذلك عبر تأثيرهما في الجراثيم الأكثر مقاومة ضمن الأقنية الجذرية وهي المكورات المعوية البرازية، كون ذلك سيعود بنجاح كبير على المعالجات القنوية الجذرية المختلفة، وكذلك من مسوِّغات هذا البحث هو عدم وجود أبحاث سريرية ومخبرية كافية تختبر فعالية المواد والأدوات سابقة الذكر.

## 6- محدوديات البحث (Research Limitations):

ضمن سياق إجراء هذا البحث، والهدف المرجو منه، فهو لا يتضمن اختبار محاليل إرواء أخرى، أو تقنيات أخرى لتنشيط الإرواء، وكذلك لما يقارن بين سلالات جرثومية أخرى.

# 1. المُراجعة النـظريـَّة

# (Literature Review)

# المراجعة النظريَّة

## 1. المراجعة النظريَّة (Literature Review):

### 1.1. مدخل إلى إرواء المنظومة القنويَّة الجذريَّة ( Introduction to Root Canal System Irrigation):

تُعنى مداواة الأسنان اللبيَّة (Endodontic) بتشخيص أمراض اللب السني (Dental Pulp) وعلاجها في الأسنان المُصابة بإنتان ناجم عن النخر أو إصابات رضيّة أو إصابات علاجيّة المنشأ. وتشمل المعالجة القنويَّة الجذريَّة ((Root Canal Treatment (RCT) تنظيف وتشكيل (Cleaning and Shaping) المنظومة القنوية الجذريَّة؛ ثم حشو هذه المنظومة بصورة كتيمة ثلاثيَّة الأبعاد، وذلك بهدف الحفاظ على الأسنان، ومنع انتشار الإنتان إلى الأنسجة حول الذرويَّة المحيطة بالسن المُصابة ((V. Carrotte, 2021.

تهدف المعالجة القنويَّة الجذريَّة بصورة رئيسة إلى تحقيق كل مما يلي ( Shenoy, 2016; Torabinejad & Walton, 2009):

1. الاستئصال اللبيّ للأسنان المُصابة بأذيّات لبيَّة: إنّ الهدف الأوليّ للمعالجة اللبيَّة هو إزالة النسج اللبيَّة المتأثرة والمصابة بإنتان جرثوميّ من داخل المنظومة القنويَّة الجذريَّة.
2. تنظيف وتطهير المنظومة القنويَّة الجذريَّة: بعد إجراء الاستئصال اللبيّ، يتم تنظيف الأقنية الجذريَّة من النسج المتموتة، والجراثيم، وأي بقايا خلويّة أو أجسام أجنبيَّة لضمان التطهير الكامل للأقنية الجذريَّة ومنع عودة الإنتان مجدداً، ويتم ذلك باستعمال الأدوات الميكانيكيَّة وتقنيات الإرواء المختلفة.
3. إعادة تشكيل المنظومة القنويَّة الجذريَّة: بعد إجراء تنظيف وتطهير المنظومة القنويَّة الجذريَّة، يتم إعادة تشكيلها وتحضير الأقنية الجذريَّة لتكون ملائمة لاستقبال مواد الحشو، وضمان الإغلاق الكتيم للأقنية الجذريَّة، ومنع أي تسرُّب جرثوميّ سواء تاجي، أو ذروي، أو جانبي. ومن الجدير بالذكر أنّ عمليتي تنظيف وتشكيل الأقنية الجذرية يتم إجراؤهما بصورة متزامنة مع بعضهما البعض.

4. الحفاظ على السن بصورته الوظيفيَّة: وهو من الأهداف الأساسية للمعالجة القنويَّة الجذريَّة؛ إذ إنّ إجراء المعالجة اللبيَّة يكون بهدف الحفاظ على الأسنان لأطول فترة ممكنة بعد التداخل العلاجيّ.
5. منع حدوث المضاعفات المستقبليَّة: إنّ المعالجة القنويَّة الجذريَّة تسمح بمنع حدوث التسرب الجرثومي خارج الثقبة الذروية والوصول إلى النسج حول الذرويَّة، وبالتالي تمنع حدوث الخراجات حول الذروية أو التهاب النسج حول الذرويَّة.
6. تقليل الألم والانزعاج: إنّ حدوث الإصابة اللبيَّة يرافقه حدوث ألم عفوي مستمر لا يستجيب للمسكنات، وبالتالي فإنّ المعالجة القنوية الجذريَّة تهدف إلى تخفيف الألم من خلال إزالة العامل المُسبِّب وهو النسيج اللبي الملتهب.

وفي ضوء ذلك، لابد من التطرق إلى تشريح المنظومة القنوية الجذرية والتعقيدات التشريحية وتأثيرها في عمليتي التنظيف والتشكيل القنوي.

### 1.1.1. تشريح المنظومة القنويَّة الجذريَّة (Anatomy of Root Canal System):

تتضمن الأقنية الجذريَّة النسج اللبيَّة، وتتصل في الناحية التاجية مع الحجرة اللبيَّة (Pulp Cavity)، واللب هو نسيج رخو يتكون من أوعية دموية وأعصاب ضمن الأقنية الجذريَّة، حيث تكون هذه الأقنية موزعة كما يأتي (H. M. Ahmed, Keleş, Martins, & Dummer, 2022; H. Ahmed, Versiani, De-Deus, & Dummer, 2017; Versiani, Martins, & Ordinola- Zapata, 2023):

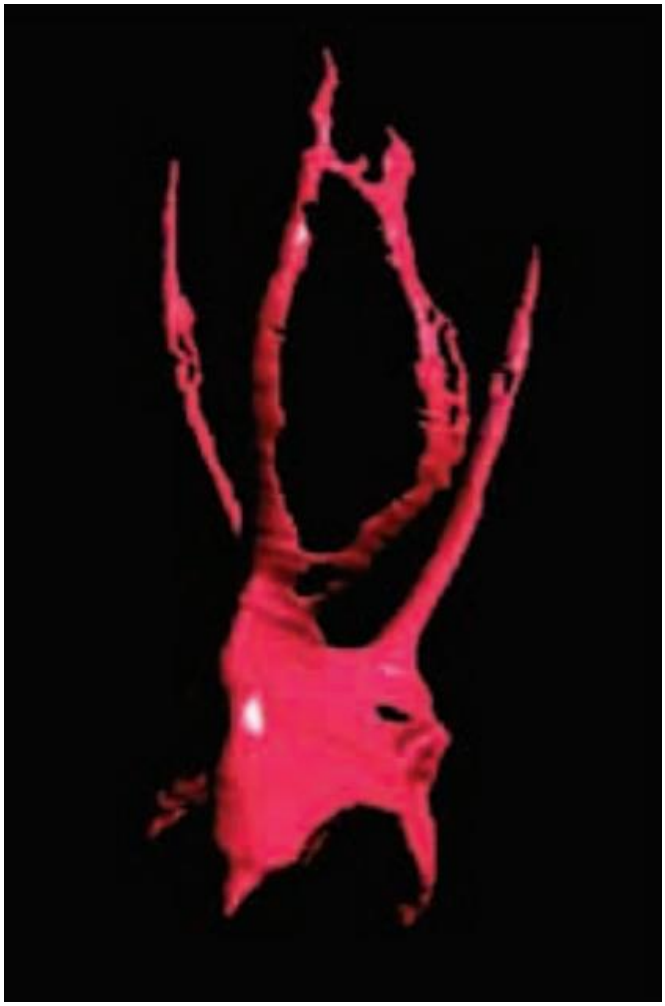
- القناة الجذرية الأساسية (Main Root Canal): هي القناة الأكبر، والأكثر وضوحاً في كل جذر من جذور الأسنان، وتمتد من الحجرة اللبية إلى ذروة الجذر.
- الأقنية الجانبية (Lateral Canals): هي الأقنية الصغيرة التي يمكن أن تتواجد في الجذر، وتكثر عند مناطق مفترق الجذور، ويمكن أن تحتوي على بقايا لبية أو جراثيم؛ مما يتطلب الوصول إلى هذه الأقنية وتنظيفها.

- الأقنية الإضافية (Accessory Canals): هي قنوات تتفرع عن القناة الجذرية الأساسية، وتنتشر في مختلف أجزاء الجذر، وتكثر في الثلث الذروي منه، وغالباً تكون صعوبة الوصول أثناء المعالجة، ولكنها تحتوي على أنسجة لبية وجراثيم يمكن أن تؤثر في نتائج المعالجة ما لم يتم تنظيفها بصورة كاملة وفعّالة.

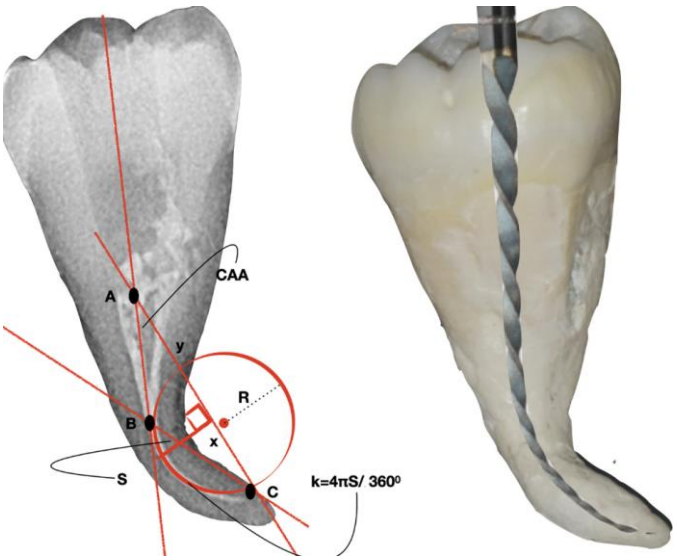
إلّا أنّ تشريح المنظومة القنوية الجذرية ليس بالأمر البسيط، حيث إنّ هناك تعقيدات تشريحية ضمن جذرية تعتبر من التحديات الكبيرة في المعالجة اللبيَّة، حيث تختلف التضاريس التشريحية بشكل كبير من سن لآخر، وأحياناً من جذر لآخر ضمن السن الواحدة، يوضح الشكل (1) تعقيد المنظومة القنوية الجذرية بشكل ثلاثي الأبعاد. وتشمل هذه التعقيدات التشريحية ما يأتي (H. M. Ahmed et al., 2022; H. Ahmed et al., 2017; Versiani et al., 2023):

- الانحناءات (Curvature):

تُعَدُّ الانحناءات من أكثر الصعوبات التي تواجه أطباء الأسنان أثناء المعالجة القنوية الجذريَّة (الشكل 2). حيث تزيد هذه الانحناءات من صعوبة تنظيف القناة بشكل كامل وتوسيعها. وعندما توجد هذه الانحناءات ضمن الجذور فإنّها تؤدي إلى صعوبة الوصول إليها؛ مما يزيد من احتمال بقاء النسج اللبية المتموتة والجراثيم ضمنها، كما يمكن أن تزيد من خطورة حدوث كسر الأدوات المستخدمة في عملية التنظيف والتشكيل القنوي، وكذلك تزيد من تعب هذه الأدوات ((N. Zhou et al., 2022؛ لذا من الأهمية بمكان أن تُعار هذه الانحناءات أهمية في أثناء عمليتي التنظيف والتشكيل القنوي من خلال استعمال الأدوات المرنة مثل النيكل تيتانيوم (NiTi)، وتقنيات الإرواء المتقدمة.



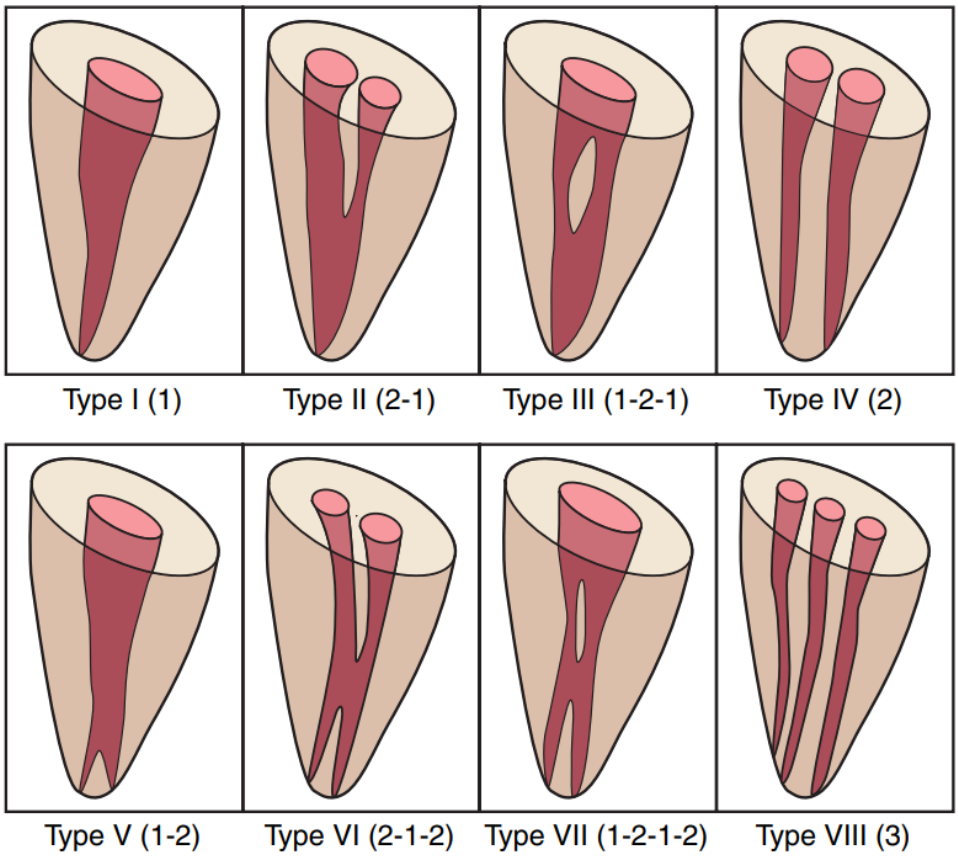
الشكل (1): تعقيد المنظومة القنوية الجذرية للرحى الأولى العلوية ( Cleghorn, Goodacre, & Christie, 2008).




الشكل (2): الانحناء الجذري ((Chaniotis & Ordinola- Zapata, 2022.

- التفرعات (Branches):

تشير التفرعات داخل القناة الجذرية إلى الأماكن التي تنقسم فيها القناة إلى فراغين أو أكثر كما هي موضحة في الشكل (3) لتصنيف الباحث (Vertucci) ((Karobari et al., 2021، وقد تكون هذه التفرعات صغيرة جداً، وصعبة الوصول ا؛ مما يعقد من عملية التنظيف، ويزيد احتمالية بقاء بعض النسج المتموتة أو الجراثيم في هذه المناطق؛ والذي قد يسبِّب نكس للمعالجة القنوية الجذرية.




**الشكل (3): تصنيف الباحث (Vertucci) لتفرعات المنظومة القنوية الجذرية ( Cleghorn et al., 2008).**

- البنى الجذرية المعقدة (Complex Root Structure):

وهي تشير إلى البنى الداخلية التي يمكن أن تتواجد ضمن الأقنية الجذرية مثل الأقنية المنحنية، أو التفرعات الضيّقة التي يصعب تنظيفها بالطرق التقليدية.

- المناطق صعبة الوصول (Difficult-to-Reach Areas):

وهي المناطق التي تكون في الثلث الذروي الأخير القريب من الذروة، حيث يمكن أن تكون أكثر الأجزاء تضيقاً، أو يمكن أن تحتوي على تكلسات تعقد إجراءات التنظيف والتطهير القنوي.

### 2.1.1. أهمية تنظيف وتطهير الأقنية الجذريَّة ( The Important of Cleaning and Disinfected of Root Canals):

يُعَدُّ تنظيف وتطهير الأقنية الجذرية أمراً غاية في الأهمية لنجاح المعالجة القنوية الجذريَّة، حيث يهدف إلى إزالة النسج اللبية المتموتة، والجراثيم، والبقايا العضوية من الأقنية الجذريَّة، حيث أنه في حال لم يتم تنظيف القناة الجذرية بشكل جيّد، فسيؤدي ذلك إلى نكس المعالجة، أو انتشار الإنتان إلى النسج حول الذروية. وتبرز أهمية تنظيف وتطهير المنظومة القنوية الجذريَّة من خلال ما يأتي (Bonsor, 2021; Peters & Peters, 2020; Timponi Goes Cruz et al., 2024):

1. منع حدوث الإنتان: تُعَدُّ القناة الجذرية بيئة مثالية لنمو الجراثيم وتكاثرها؛ لذلك ينبغي التأكيد على إزالة كافة الجراثيم من داخل الأقنية الجذريَّة، كي لا تسبِّب مضاعفات مستقبلية.
2. ضمان النجاح طويل الأمد: إنّ التنظيف الفعّال للأقنية الجذريَّة يُسهم في تحقيق معدلات نجاح عالية للمعالجة القنوية الجذريَّة من خلال منع حدوث نكس في المعالجة بعد الإزالة التامة للجراثيم.
3. حماية النسج حول الذروية من الإنتان الجرثومي الذي يمكن أن يحصل نتيجة التسرب الجرثومي من الذروة ما لم يتم تنظيف هذه المناطق بشكل كامل وفعّال.
4. إزالة النسج اللبية المتموتة.
5. تحسين فعالية الحشو الكتيم للمنظومة القنوية الجذرية، إذ تعتمد عملية الحشو بشكل كبير على تنظيف الأقنية الجذرية بشكل جيد، حيث إنّ تطبيق مواد الحشو ضمن بيئة تحتوي على جراثيم أو بقايا متموتة سيقلل من فعاليتها، ويزيد من خطورة حدوث التسريب الجرثومي.

# المراجعة النظريَّة

## 2.1. البيئة الجرثومية داخل القنوية (Intra-canal Microbial Environment):

تُعَدُّ السيطرة على البيئة الجرثومية داخل الأقنية الجذرية من أكثر العوامل المؤثرة في نجاح المعالجة القنوية الجذريَّة؛ إذ تُعتبر القناة الجذرية بيئة مثالية لنمو الجراثيم وتكاثرها، حيث إنّ اللب هو نسيج ضام رخو يحوي أوعية دمويّة وأعصاب، لذلك فإن الاستعمار الجرثومي للأقنية الجذرية سيؤدي إلى حدوث التهاب في الحزمة الوعائية العصبية الداخلة إلى القناة الجذرية عبر الثقبة الذروية، ومن ثم حدوث تموت لهذه الحزمة، وانتقال البيئة الجرثومية لخارج القناة الجذريّة، والتسبب في حدوث التهاب في النسج حول الذرويَّة (Godoi-Jr et al., 2023; Wong, Manoil, Näsman, Belibasakis, & Neelakantan, 2021)؛ ومن هنا تبرز أهميّة التخلص من هذه البيئة الجرثومية في سياق المعالجة القنوية الجذريّة، ولفهم ذلك لابدّ من التطرق إلى الأسباب المؤدية لحدوث تلوث جرثومي داخل الأقنية الجذريَّة، وتأثيرها على نتائج المعالجة القنوية الجذريَّة.

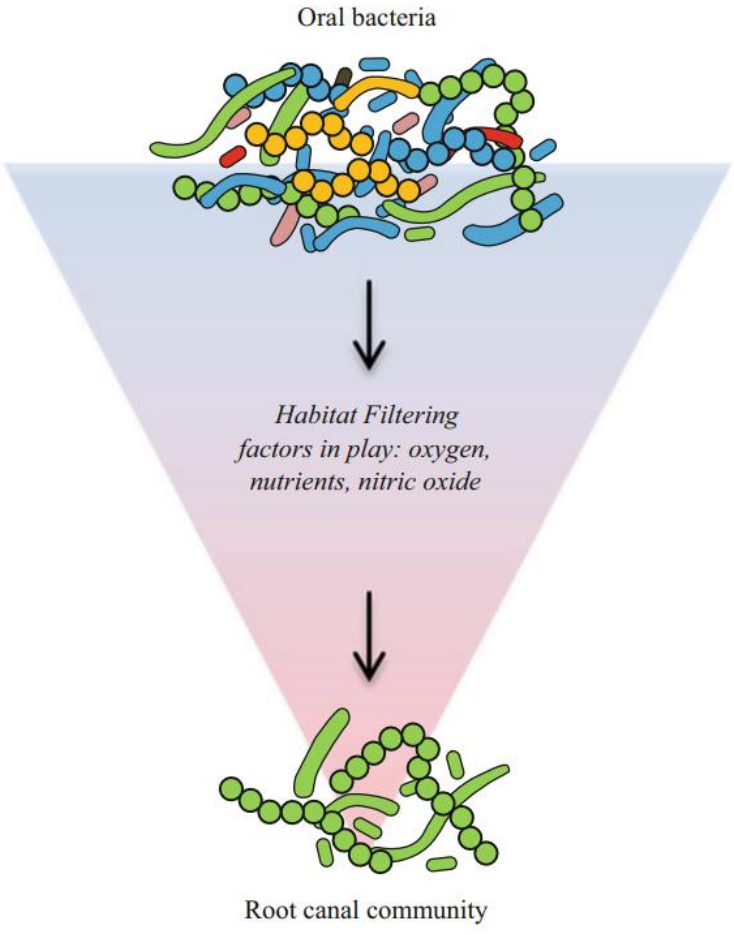
### 1.2.1. أسباب الإنتان الجرثومي داخل الأقنية الجذريَّة ( Intra-canal Bacterial Infection Etiology):

يُعَدُّ التلوث الجرثومي داخل القناة الجذريَّة العامل المسبب الرئيسي لفشل المعالجة القنوية الجذريَّة، حيث تشير الأبحاث إلى أنّ بقاء الجراثيم في القناة الجذرية بعد المعالجة هو السبب في حدوث 50 – 70% من حالات نكس المعالجة القنوية الجذريَّة ((Gulabivala & Ng, 2023، وتشمل أسباب التلوث الجرثومي ما يلي:

- الجراثيم الفمويَّة: يبدأ عادةً الإنتان القنوي نتيجة انتقال الجراثيم من الحفرة الفموية عن طريق النخور المتقدمة، أو نتيجة الرضوض التي تؤدي لحدوث تموت لبي، أو نتيجة الأمراض حول السنيَّة، حيث يحصل ترشيح انتقائي لهذه الجراثيم التي تستطيع أن تتعايش ضمن الأقنية الجذريَّة، ويحكم هذا الترشيح عوامل مختلفة أهمها تواجد الأكسجين ((Siqueira Jr & Rôças, 2022، كما في الشكل (4).
- التسرب أثناء المعالجة: في حال لم يتم تنظيف القناة الجذرية بصورة كاملة، أو عدم كفاية محاليل الإرواء، أو أنه لم يتم ختم القناة بشكل محكم بعد العلاج، فإنّ ذلك سيسمح للجراثيم بالتسرب مجدداً إلى

القناة الجذريّة، وبالتالي عودة الإنتان ونكس المعالجة (Peciuliene, Maneliene, Balcikonyte, Drukteinis, & Rutkunas, 2008).

- التعقيدات التشريحية: كما ذكرنا سابقاً، فإنّ القنوات الجذرية يمكن أن تضم انحناءات، وتفرعات، وأماكن ضيّقة تجعل من إمكانية وصول الأدوات التقليدية ومحاليل الإرواء محدودة؛ لذلك من الأهمية بمكان التعرّف إلى التشريح القنوي قبل البدء بالمعالجة ومحاولة الوصول إلى هذه الأماكن قدر الإمكان في أثناء المعالجة لمنع استمرار تكاثر الجراثيم في هذه الأماكن (Siqueira Junior, Rôças, Marceliano-Alves, Pérez, & Ricucci, 2018).




**الشكل (4): شكل ترسيمي يُظهر الترشيح الانتقائي للجراثيم من الحفرة الفموية نحو الأقنية الجذريَّة (Chávez de Paz & Marsh, 2015).**

### 2.2.1. تأثير الإنتان الجرثومي على المعالجة ( The Effect of Bacterial Infection on Treatment):

إنّ تأثير بقاء الإنتان الجرثومي ضمن القناة الجذريّة بعد المعالجة له تأثيرين أساسيين في نتائج المعالجة، وهما ((Sakko, Tjäderhane, & Rautemaa-Richardson, 2016; Siqueira Jr, 2005:

- نكس المعالجة: يمكن أن يؤدي بقاء الجراثيم داخل الأقنية الجذريَّة إلى عودة الإنتان و نكس في المعالجة، وبالتالي ظهور الأعراض مجدداً (كالألم، والتوزم)، والحاجة لإعادة المعالجة اللبية (Retreatment).
- التهاب النسج حول الذرويَّة: إنّ التطهير القنوي غير الكافي من البيئة الجرثومية سيؤدي إلى انتشار الجراثيم خارج القناة الجذريَّة، والتسبب بحدوث التهابات وخراجات للنسج حول الذروية.

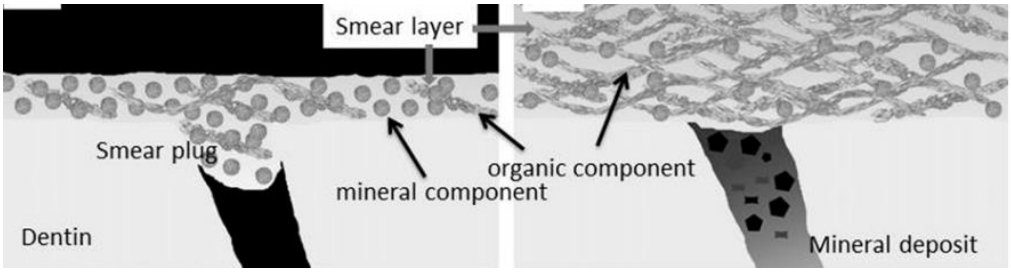
## 3.1. إرواء المنظومة القنوية الجذريَّة (Root Canal System Irrigation):

### 1.3.1. أهداف إرواء المنظومة القنوية الجذريَّة ( The Aims of Root Canal System Irrigation):

كما ذُكِر سابقاً أن الهدف الأساسي من المعالجة القنوية الجذرية هو الوقاية أو معالجة التهاب النسج حول الذروية (Apical Periodontitis)، ولتحقيق هذا الهدف لابدّ من إزالة كافة النسج اللبية المتموتة أو الحية والعضويات الدقيقة (Microorganism) وذيفاناتها من المنظومة القنوية الجذريَّة. بيّنت الدراسات أنّ 50% من الأقنية الجذرية تبقى غير ملموسة (Untouched) بعد التحضير، ومن هنا يبرز دور الإرواء الذي يلعب دوراً أساسياً في تقليل الحمل الجرثومي (Bacterial Load) إلى المستويات تحت الحرجة (Subcritical Levels) (Akçay, Gorduysus, Gorduysus, Annamma, & Müftüoglu, 2024; Ali et al., 2022; Kandaswamy & Venkateshbabu, 2010).

يُعرَّف الإرواء (Irrigation) أنه عملية غسل القناة الجذريَّة باستعمال سوائل ومحاليل معيّنة، ويشمل الإرواء إجراءين، وهما: تطبيق هذه السوائل والمحاليل عبر آليات توصيل مختلفة، ثمّ تنشيط (Activation) هذه السوائل ضمن القناة الجذريَّة، ويمكن تلخيص الهدف من هذه العمليّة بما يأتي ( Nidambur Vasudev Ballal, Gandhi, Shenoy, & Dummer, 2020; Pereira et al., 2021; Swimberghe, Buyse, Meire, & De Moor, 2021):

1. إزالة النسج اللبيَّة المتموتة والحية: تُعَد هذه النسج من أحد المكونات الرئيسة التي تؤدي إلى نمو الجراثيم وتكاثرها ضمن القناة الجذريَّة، لذلك لابدّ من تطبيق المواد التي تَحِل هذه النسج المتموتة.
2. التخلص من البيئة الجرثوميَّة: لابدّ من تطبيق المواد التي لها تأثير قاتل للجراثيم داخل القناة الجذريَّة، وموجه لجميع السلالات الجرثومية التي يمكن أن تستعمر القناة الجذريَّة.
3. إزالة طبقة اللطاخة (Smear Layer): لابدّ من تطبيق المواد التي تمتاز بقدرتها على إزالة طبقة اللطاخة بمكوناتها العضويَّة والمعدنية (الشكل 5)، والبرادة العاجيّة، وتخلب الأملاح المعدنيَّة.
4. تسهيل عمليّة التشكيل القنوي: إنّ إزالة المعيقات السابقة (النسج العضوية واللاعضوية) يُسهِّل عمليّة التشكيل القنوي ودخول الأدوات الميكانيكيَّة (اليدوية، والآلية).
5. إحداث ممر زلق ضمن القناة الجذرية: إنّ إحداث ممر زلق يسهل دخول الأدوات الميكانيكيَّة لداخل القناة الجذرية، ويقلِّل من احتكاكها مع جدران القناة، وبالتالي يقلِّل من فرص حدوث تعب هذه الأدوات وانكسارها.




**الشكل (5): شكل ترسيمي يُظهر طبقة اللطاخة بمكوناتها العضوية والمعدنية ( Nakajima, Kunawarote, Prasansuttiporn, & Tagami, 2011)**

### 2.3.1. تصنيف محاليل الإرواء (Classification of Irrigation Agents):

تم تصنيف محاليل الإرواء اعتماداً على معايير عِدةّ مثل، التركيب الكيميائي، أو الخصائص البيولوجيَّة لمحلول الإرواء، ويمكن الجمع في تصنيفها على النحو الآتي (Kandaswamy & Venkateshbabu, 2010; Kaur, 2020; Tonini et al., 2022):

1. العوامل الكيميائيَّة (Chemical Agents):
   - المحاليل الحالّة للنسج العضويَّة: مثل هيبوكلوريت الصوديوم (NaOCl).
   - المحاليل الخالبة: مثل تيترا حمض الخل ثنائي أمين الإيثيلين (Ethylene Diamine Tetra acetic Acid (EDTA)) – حمض الليمون (Citric Acid).
   - العوامل المضادة للجراثيم: مثل هيبوكلورايد الصوديوم – الكلورهيكسيدين – بيروكسيد الهيدروجين ($H_2O2$) – غلوكوز أوكسيداز (Glucose Oxidase).
   - المحاليل المركّبة: مثل مادة QMIX، وMTAD الذي يعد من المحاليل الموقفة لنمو الجراثيم.
2. العوامل الطبيعيَّة (Natural Agents): مثل مادة (Triphala) والشاي الأخضر (Green Tea).

### 3.3.1. صفات محلول الإرواء المثالي (Characteristic of Optimal Irrigation Agent):

ينبغي أن يتمتع سائل الإرواء المثالي بمجموعة من الخصائص التي تضمن فعاليته في تنظيف الأقنية الجذريَّة، ومن هذه الصفات:

1. الفعالية المضادة للجراثيم: يجب أن يكون السائل قادراً على قتل الجراثيم أو إيقاف نموها داخل القناة الجذريَّة ((Solutions, 2017.
2. حل النسج العضوية المتموتة: ينبغي أن يكون سائل الإرواء فعّالاً في إزالة النسج العضوية اللبيَّة المتموتة والنخرية والبرادة العاجيّة من داخل القناة الجذريَّة (Arias-Moliz, Ruiz-Linares, & Ferrer-Luque, 2019).

3. إزالة الرواسب المعدنيَّة: ينبغي أن يكون محلول الإرواء قادراً إزالة الترسبات المعدنيَّة؛ لتسهيل الوصول إلى الأجزاء المختلفة من القناة الجذرية ((Nidambur Vasudev Ballal et al., 2023.
4. سهولة الاستعمال: ينبغي أن يكون سائل الإرواء سهل الاستعمال في البيئة السريرية، ويسمح بتطبيقه بشكل دقيق ((Mohammadi et al., 2021.
5. عدم السمية: ينبغي ألا يكون محلول الإرواء سام للنسج الجذرية وحول الجذريَّة عند استعماله بالشكل المناسب، وألا يولد رد فعل مناعي أو مولد للضد أو أن يكون له تأثير مسرطن للخلايا ( B. Basrani & Haapasalo, 2012).
6. انخفاض التوتر السطحي: ينبغي أن يكون سائل الإرواء منخفض التوتر السطحي للسماح بانسيابه لكامل المنظومة القنوية الجذريَّة ((La Rosa et al., 2021.
7. ألا يتداخل مع مواد الحشو الأخرى ((Arias-Moliz et al., 2019.
8. قابلية المشاركة مع السوائل الأخرى: ينبغي أن يسمح تطبيق سائل إرواء معيّن، بتطبيق سائل إرواء آخر دون حدوث تفاعل سلبي داخل القناة الجذريَّة ((Arias-Moliz et al., 2019.
9. ألا يكون له تأثيرات سلبية على النواحي الفيزيائية والميكانيكيَّة للعاج أو أدوات المعالجة اللبيَّة ( Dotto, Onofre, Bacchi, & Pereira, 2020).

### 4.3.1. المحاليل المستعملة في الإرواء (Agents Utilizing in Irrigation):

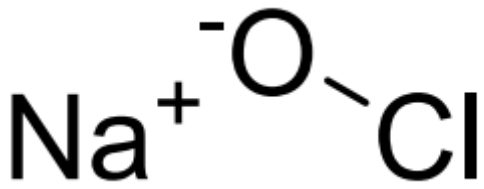
#### 1.4.3.1. المصل الفيزيولوجي (Saline):

خلال القرن التاسع عشر، أصبح هناك اهتمام متزايد في أهمية تنظيف الأقنية الجذرية وتطهيرها، وقد أصبح المصل الفيزيولوجي في الستينات والسبعينات من القرن الماضي شائع الاستعمال كمحلول إرواء للأقنية الجذرية في الممارسات السنيَّة. يُعَدُّ المصل الفيزيولوجي محلول مائي يحتوي على 0.9% من كلوريد الصوديوم (NaCl) حيث يحتوي 0.9 غرام من NaCl لكل 100 مل من الماء المقطر ولا يحتوي على أي مواد إضافية أو حافظة تؤثر في النسج القنوية ((Al-Qathami & Al-Madi, 2003. يتمتع المصل الفيزيولوجي بخصائص

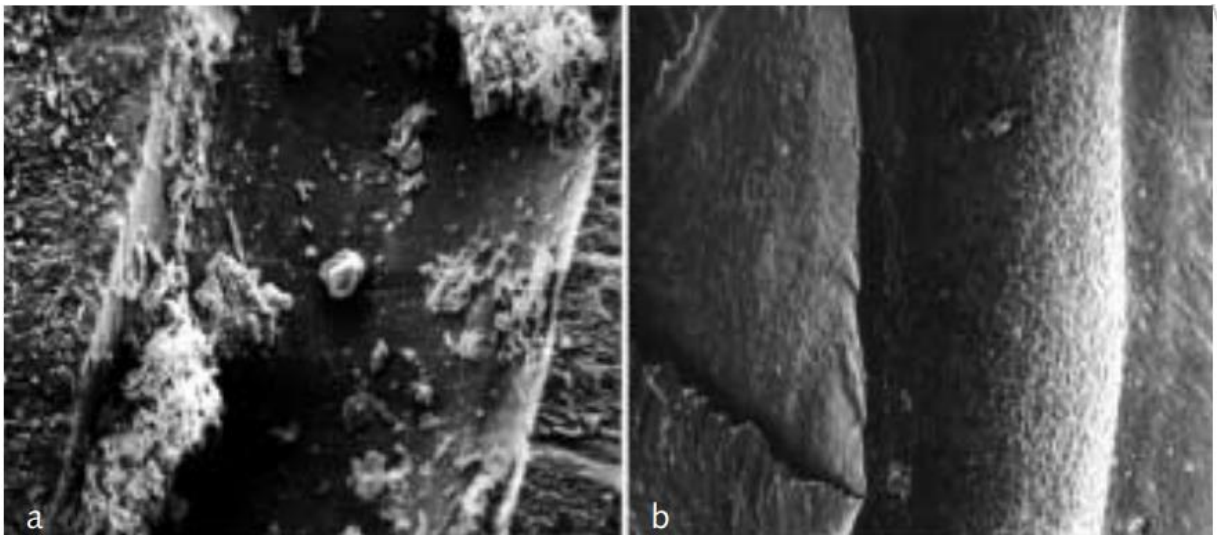
عِدَّة مثل القدرة على تطهير القناة الجذرية، وأمان الاستعمال حيث لا يسبب أي تفاعلات كيميائية أو رد فعل مناعي اتجاهه، إلا أنّه لا يتمتع بالخصائص الهامّة لمحلول الإرواء المثالي بسبب فعاليته المضادة للجراثيم المحدودة، حيث يُعتبر المصل الفيزيولوجي سائل الإرواء الأقل قوة في قتل الجراثيم مقارنة بسوائل الإرواء الأخرى مثل هيبوكلوريت الصوديوم أو بيروكسيد الهيدروجين، لذلك لا يمكن أن يكون كافياً في سياق المعالجة القنوية الجذريَّة، وكذلك عدم القدرة على حل النسج العضوية (النسج اللبية المتموتة) أو خلب الأملاح المعدنيَّة. يُستعمل المصل الفيزيولوجي حالياً في المعالجة القنوية الجذرية كسائل فاصل بين محاليل الإرواء المختلفة لمنع تداخل هذه المحاليل وتفاعلها مع بعضها ((Shingare & Chaugule, 2011.

### 2.4.3.1. هيبوكلوريت الصوديوم ((Sodium Hypochlorite (NaOCl)):

يُعَدُّ هيبوكلوريت الصوديوم (الشكل 6) من أكثر محاليل الإرواء استخداماً في سياق إرواء المنظومة القنوية الجذرية، حيث يعتبر المعيار الذهبي (Golden Standard) لسوائل الإرواء المختلفة، وذلك بفضل خصائصه المضادة للجراثيم، والقدرة على حل النسج العضوية كما في الشكل (7)، حيث يُستعمل بتركيز يتراوح بين 1–5.25% ويمكن أن يصل حتى 8.25%، ويُعد التركيز 5.25% الأكثر شيوعاً في الاستعمال السريري .(Drews, Nguyen, Diederich, & Gernhardt, 2023; Mukundan et al., 2024)




**الشكل (6): الصيغة البنيوية لهيبوكلوريت الصوديوم ((Drews et al., 2023**




**الشكل (7): القناة الجذرية بعد التحضير القنوي باستعمال أدوات النيكل تيتانيوم والإرواء بمحلول هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ((Schäfer, 2007.**

لهيبوكلوريت الصوديوم خصائص عِدّة تشمل ( Rôças & Siqueira Jr, 2011; Walia, Goswami, Mishra, Walia, & Sahay, 2019):

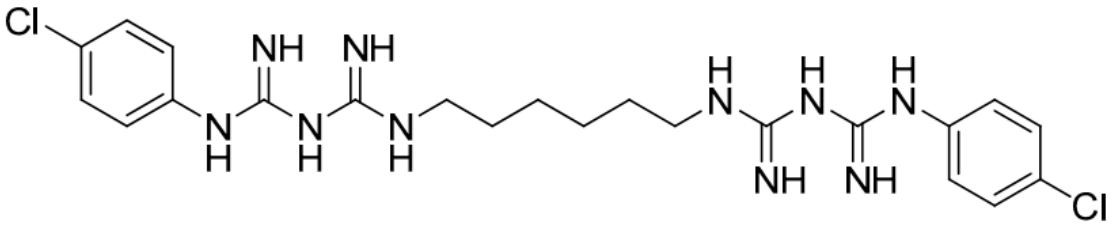
- الخصائص البيولوجية: يُعَدُّ هيبوكلوريت الصوديوم فعّالاً اتجاه الجراثيم والعضويات الدقيقة التي يمكن أن تستعمر الأقنية الجذرية.
- الخصائص الميكانيكية: يُسهم هيبوكلوريت الصوديوم بحل البروتينات، وإزالة النسج اللبية المتموتة، والبرادة العاجية، وبالتالي فهو يُزيل الجزء العضوي من طبقة اللطاخة المتشكلة في أثناء التحضير القنوي، وذلك عبر فك الروابط الموجودة بين الجزيئات الببتيدية للمركبات البروتينية.

إلا أنّ هناك بعض التأثيرات السلبية (Adverse Effects) لهيبوكلوريت الصوديوم أهمها إمكانية حدوث تسرُّب لهذا السائل لخارج الثقبة الذروية وتسببه بحدوث تهيج في النسج المحيطة ((Mohammadi, 2008، وبالتالي حدوث ما يُسمى بحادثة هيبوكلوريت الصوديوم (Sodium Hypochlorite Accident) ( Guivarc'h et al., 2017)، كما في الشكل (8)، وكذلك لهذا السائل العديد من المحدوديات والمساوئ على رأسها عدم قدرته على حل الجزء اللاعضوي من طبقة اللطاخة، وطعمه ورائحته غير المستساغة من المرضى ( Spencer, Ike, & Brennan, 2007).

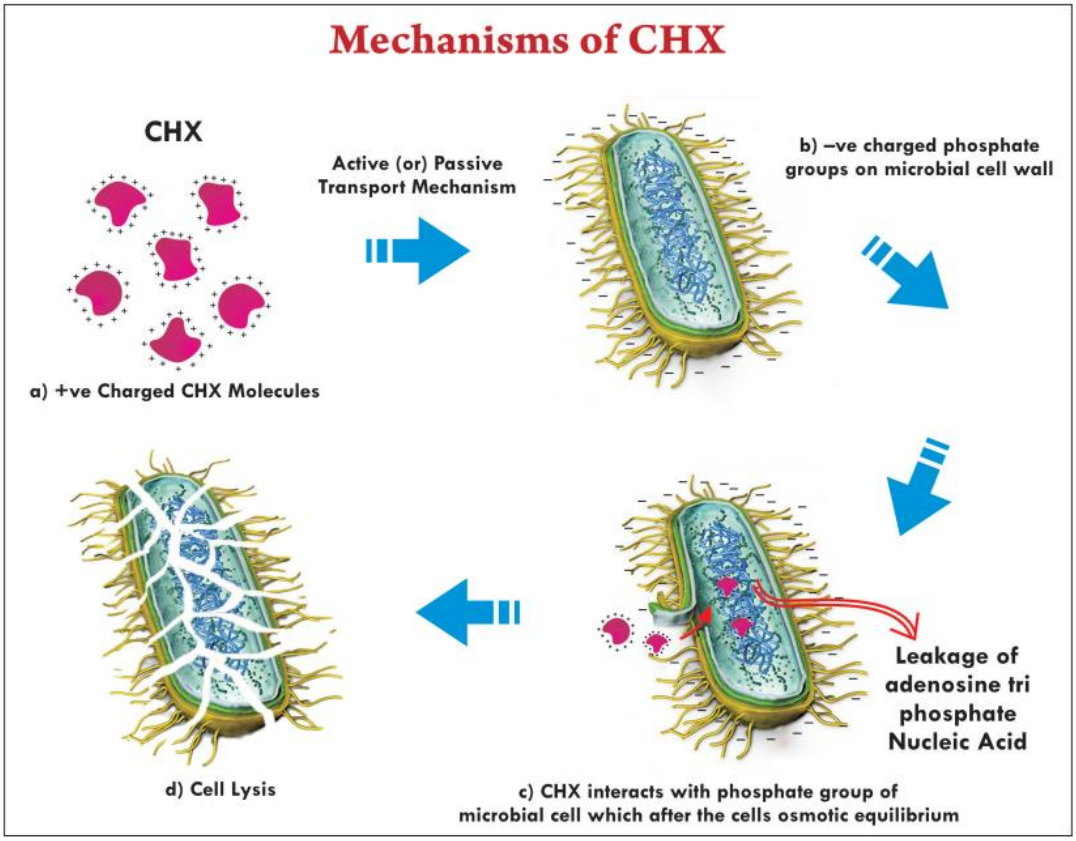
**الشكل (8): حادثة هيبوكلوريت الصوديوم ((Schäfer, 2007.**

### 3.4.3.1. الكلورهيكسيدين ((Chlorhexidine (CHX):

يُعَدُّ الكلورهيكسيدين (الشكل 9) مطهر ذو تأثير مضاد للجراثيم، ويعتبر من البدائل الأكثر استعمالاً لهيبوكلوريت الصوديوم في بعض بروتوكولات الإرواء حيث يعمل على الالتصاق بأغشية الخلايا الجرثوميَّة؛ مما يعيق من قدرة هذه الجراثيم على القيام بالوظائف الحيوية وقتلها، وبالتالي يُعتبر قاتل للجراثيم وذلك عند استعماله بتراكيز عالية، ويمكن عند استعماله بتراكيز منخفضة أن يسبب اختلال في الاصطفائية الانتقائية لحركة مرور الشوار عبر الأغشية الخلوية للجراثيم، حيث يسبب زيادة تدفق شوارد البوتاسيوم والفوسفور لداخل الخلية؛ مما يعطل نمو الجراثيم وتكاثرها، وبالتالي يكون موقفاً لنمو الجراثيم بشكل غير ردود، كما يمنع الجراثيم من الالتصاق بالجدران القنوية (الشكل 10). يُستعمل سائل الكلورهيكسيدين في حالات التموت اللبي بصورة شائعة، ويبلغ التركيز الأكثر استعمالاً له في مجال المداواة اللبية نحو 2% وهو التركيز المفضل لتوجيهه نحو جراثيم المكورات المعوية البرازية (Enterococcus Faecalis) (B. P. Gomes et al., 2013; Mohammadi & Abbott, 2009).




**الشكل (9): الصيغة البنيوية للكلورهيكسيدين ((Drews et al., 2023.**




**الشكل (10): آلية عمل الكلورهيكسيدين ((Kandaswamy & Venkateshbabu, 2010.**

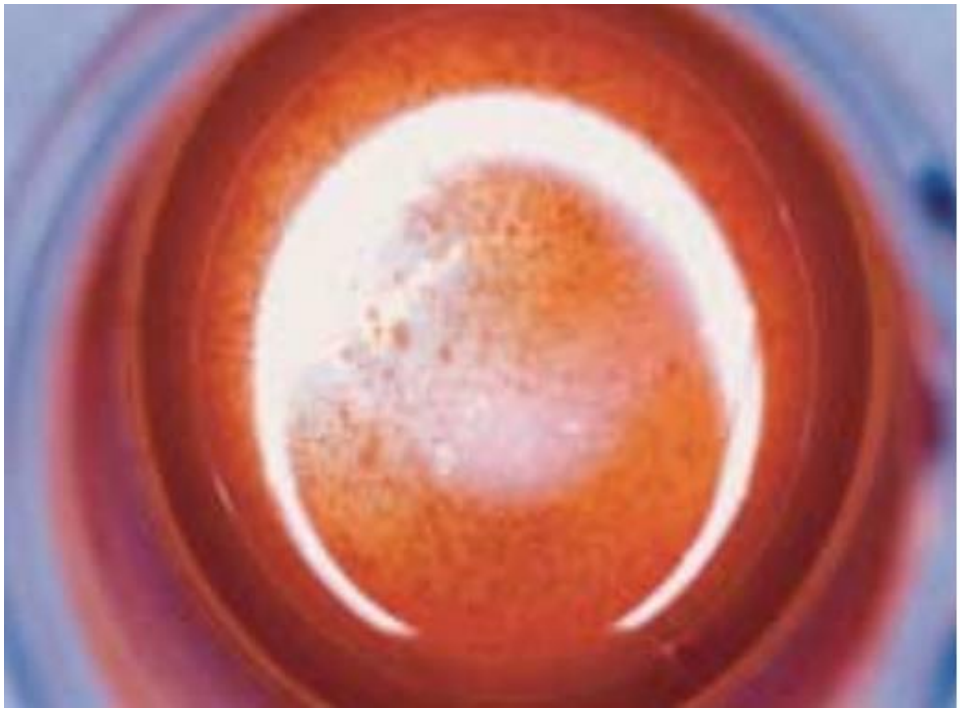
تشمل خصائص الكلورهيكسيدين ما يلي:

- الخصائص البيولوجية: يُعَدُّ الكلورهيكسيدين فعّالاً تجاه طيف واسع من العضويات الدقيقة مثل الجراثيم إيجابية وسلبية الغرام، والفطور، وبعض الفيروسات، وبالنسبة لاستمرار فعاليته المضادة للجراثيم، فقد بيّنت الدِّراسات أنّ هذا الأمر يتعلق بتركيز مادة الكلورهيكسيدين المستعمل في الإرواء القنويّ، حيث

استمرّت الفعاليّة المضادّة للجراثيم نحو 72 ساعة بعد تطبيق محلول الكلورهيكسيدين 2%، بالمقابل فإنها بقيت فقط لمدة 6–24 ساعة في المحلول ذي التركيز 0.12% (B. P. Gomes et al., 2013; White, Hays, & Janer, 1997).

- الخصائص الميكانيكيَّة: يُسهم الكلورهيكسيدين في حل النسج اللبية المتموتة وتليينها ولكن بفعالية أقل بكثير مقارنة بهيبوكلوريت الصوديوم (Gonçalves, Rodrigues, Junior, Soares, & Vettore, 2016; Ruksakiet et al., 2020).

وبسبب عدم قدرته الكبيرة على حل النسج اللبية المتموتة، لا يمكن اعتباره مثالياً كمحلول إرواء وحيد في أثناء المعالجة القنوية الجذرية، ولا يجوز الخلط بين محلول هيبوكلوريت الصوديوم ومحلول الكلورهيكسيدين لأنه قد ينتج عنه مادة تسمى (Para Chloroanaline) وهي راسب برتقالي اللون كما في الشكل (11)، قد يكون لها خواص مسرطنة ((Mohammadi, Shalavi, Moeintaghavi, & Jafarzadeh, 2017.



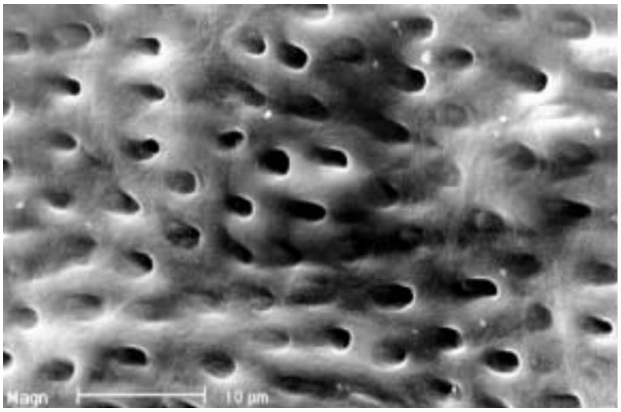
**الشكل (11): الراسب الناتج عن تفاعل هيبوكلوريت الصوديوم مع الكلورهيسكيدين ((Schäfer, 2007.**

### 4.4.3.1. مادة الـ(EDTA):

تُستعمل مادة الـ(EDTA) عادةً لتنظيف الأقنية الجذرية بعد هيبوكلوريت الصوديوم، حيث يعمل كمادة خالبة للأملاح المعدنيةً (خالبة للكالسيوم)، ويُستعمل بصورةٍ شائعة في الممارسة السريرية بتركيز 17% بشكل سائل أو هلام ((Şen, Ertürk, & Pişkin, 2009; Tavares et al., 2021.

تشمل خصائص مادة الـ(EDTA) ما يأتي:

- الخصائص البيولوجية: تُعَدُّ مادة الـ(EDTA) مادة آمنة غير سامّة، ولكنّها غير فعّالة بصورة قوية كتأثير مضاد للجراثيم مقارنة بمحلول هيبوكلوريت الصوديوم ( N Vasudev Ballal, Kundabala, Bhat, Rao, & Rao, 2009).
- الخصائص الميكانيكيَّة: تُسهم مادة الـ(EDTA) في خلب الأملاح المعدنيَّة وفتح القنيات العاجية (Dentinal Tubules) كما في الشكل (12)، بالتالي فهي تؤدي لإزالة الجزء اللاعضوي من طبقة اللطاخة، كما تعمل هذه المادة كمادة مزلقة ضمن القناة الجذريَّة ((Dotto et al., 2020، وقد قارنت إحدى الدِّراسات بين مادة الـEDTA 17% ومادة الكيوميكس (QMIX) في إزالة طبقة اللطاخة مع الإرواء المنشط فوق صوتياً المنفعل، وبيّنت أنّ مادة QMIX تفوّقت على EDTA في هذا السياق ((Matos et al., 2020.



**الشكل (12): القنيات العاجية المفتوحة في العاج الجذري الناتجة عن تطبيق الـ(EDTA) ( Schäfer, 2007).**

وكما هو الحال مع مادة الكلورهيكسيدين، فإنّ مادة الـ(EDTA) لا يمكن استعمالها بصورة مفردة أثناء عملية الإرواء، حيث تستعمل عادةً مع هيبوكلوريت الصوديوم في بروتوكولات الإرواء، كما لا يمتلك خصائص مضادة للجراثيم أو حالّة للنسج العضوية، أيضاً يمكن لمادة الـ(EDTA) أن تُضعِف تأثير محلول هيبوكلوريت الصوديوم في حال اختلط معه، وتؤدي لإنتاج راسب أبيض غائم (Orhan, Irmak, Taşal, & Tanışlı, 2022).

### 5.4.3.1. بيروكسيد الهيدروجين ($H_2O_2$):

يُعَدُّ بيروكسيد الهيدروجين أو الماء الأكسجيني مادة مضادة للجراثيم، يمكن استعمالها في سياق الإرواء القنوي، حيث يُعتبر مؤكسداً قوياً، ويُعزز عملية تنظيف المنظومة القنوية الجذريَّة (Noor et al., 2022). يعمل بيروكسيد الهيدروجين عن طريق إنتاج الأكسجين النشط الذي يساعد في تخريب الجراثيم والنسج المتموتة داخل القناة، إلا أنّه يمكن أن يتسبب بحدوث تفاعل مع النسج الحية إذا استعمل بصورة مفرطة، مما يسبِّب تهيجاً في النسج المحيطة (Gulabivala, Patel, Evans, & Ng, 2005).

### 6.4.3.1. غلوكوز أوكسيداز (Glucose Oxidase (GOX)):

تُعَدُّ مادة الغلوكوز أوكسيداز إنزيم يستعمل لتحفيز تفاعل الأكسجين النشط ضمن القناة الجذريَّة، ويعمل أيضاً، كما بيروكسيد الهيدروجين، عن طريق إنتاج الأكسجين النشاط من خلال تفاعل كيميائي مع الغلوكوز في القناة؛ مما يساعد على قتل الجراثيم (Capuano et al., 2023).

### 7.4.3.1. محلول كيوميكس (QMIX):

هو مادة مركبة مبتكرة في عام 2011 تستعمل في إرواء المنظومة القنوية الجذرية، وتتركب من مزيج من الـEDTA 17%؛ فضلاً عن وجود محلول الكلورهيكسيدين 2% ومواد أخرى (مثل المصل الفيزلوجي، وعامل الترطيب السطحي Surfactant). قبل تطوير هذه المادة، كان بروتوكول الإرواء التقليدي المعتمد في مجال المداواة اللبية يعتمد بشكل أساسيّ على هيبوكلوريت الصوديوم والـ(EDTA) بصورة منفصلة (من خلال استعمال

المصل الفيزيولوجي بين السائلين)، إلا أنّ لكل من هذه المواد عيوب ومحدوديات تحد من استعماله لوحده في إرواء المنظومة القنوية الجذريَّة. وخلال السنوات الأخيرة تم تطوير مادة كيوميكس لحل المشاكل السابقة من خلال دمج محلولي الإرواء (EDTA)، و(CHX) ضمن صيغة واحدة بهدف جمع أفضل خصائص هذه المواد في منتج واحد ((Liu et al., 2015; Shalavi & Mohammadi, 2021، حيث دخلت مؤخراً تقنية الإرواء النهائي لتعزيز التنظيف القنوي من خلال تأمين الفعالية المضادة للجراثيم ليس فقط أثناء تطبيقها، بل استمرار هذه الفعالية حتّى بعد المعالجة؛ لذا فقد طُرح محلول الـ(QMIX) لاستعماله كمحلول إرواء نهائي بعد تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم ((Sapmaz Ucan, Dumani, Unal, Yilmaz, & Yoldas, 2023.

يتميّز محلول الـQMIX بكل مما يأتي (Chia, Parolia, Lim, Jayaraman, & de Moraes Porto, 2020; Lim, Parolia, Chia, Jayaraman, & Nagendrababu, 2020):

1. الإزالة الفعّالة للأملاح المعدنية وخلب الكالسيوم (مثل مادة الـEDTA).
2. قتل الجراثيم وإيقاف نموها (إيجابية وسلبية الغرام) وكذلك الفطور، وبعض أنواع الفيروسات (مثل الكلورهيكسيدين).
3. تعزيز عملية التطهير القنوي داخل القناة الجذرية؛ مما يجعله فعّالاً اتجاه الجراثيم التي قد تكون مقاومة لبعض محاليل الإرواء الأخرى.
4. امتلاكه فعالية مضادة للجراثيم لتطهير بلورات هيدروكسي الأباتيت المُخمجة بالمكورات المعوية البرازية.

❖ **الخصائص الفيزيائية لمادة كيوميكس:**

تتميّز مادة الكيوميكس بالخصائص الفيزيائية الآتية (Afkhami, Sadegh, Sooratgar, & Amirmoezi, 2022; Kara Tuncer, Tuncer, & Siso, 2015; Kolosowski, 2014):

1. اللون: عادة ما يكون لون مادة كيوميكس شفافاً أو ذو لون مائل إلى الأصفر.

2. التركيب: يكون محلول كيوميكس سائل خفيف القوام، سهل التعامل معه، ولا يسبب أي تكتل ضمن القناة الجذرية.
3. الاستقرار: يتمتع محلول كيوميكس بقدرته على الاستقرار الكيميائي والفيزيائي عند درجات الحرارة المختلفة.
4. بيّنت الدراسات أنّ استعمال الكيوميكس في إرواء المسافة المُحضرة لاستقبال الوتد الليفي ( Fiber Post) لا يؤثر في قوة ارتباط الوتد مع العاج القنوي، ويمكن استعماله كمحلول إرواء أخير في هذا التحضير.

❖ **الخصائص الكيميائيَّة لمادة كيوميكس:**

تتميّز مادة الكيوميكس بالخصائص الكيميائية الآتية ((Alshawkani, 2023; Chia et al., 2020:

1. يُعتبر محلول كيوميكس مزيج من المواد الفعّالة:
   - EDTA: يساعد على إزالة الترسبات المعدنية؛ مما يسهل تنظيف الأجزاء العميقة والمعقدة من القناة الجذريّة.
   - الكلورهيسكيدين: يعمل على إيقاف نمو الجراثيم من خلال تخريب الأغشية الخلوية خاصتها.
2. تفاعل المواد: يُعتبر تفاعل الكلورهيكسيدين مع EDTA في محلول كيوميكس من التفاعلات المرغوبة التي تجمع خصائص المواد سابقة الذكر.

❖ **الخصائص الحيوية لمادة كيوميكس:**

تتميّز أيضاً مادة الكيوميكس بالخصائص الحيوية الآتية ( Gründling, Melo, Montagner, Scarparo, & Vier-Pelisser, 2015; Lim et al., 2020):

1. الفعالية المضادة للجراثيم إيجابية وسلبية العرام.
2. الخواص المُزيلة لطبقة اللطاخة.
3. يحوي على منظف ينقص التوتر السطحي ويزيد قابلية الترطيب.

4. أظهرت الدراسات الحديثة فعالية المادة اتجاه المكورات المعوية البرازية.
5. بيّنت الدراسات المخبريّة أنّ هذه المادة تقلل من مستويات الذيفان الداخلي عديد السكاريد الشحمي (Lipopolysaccharide (LPS)) مقارنةً بسوائل الإرواء الأخرى.

❖ **مزايا مادة كيوميكس:**

تمتاز مادة الكيوميكس بكل ما يأتي ((Mirza et al., 2024:

1. التنظيف الشامل للمنظومة القنوية الجذرية من الجراثيم والترسبات المعدنية.
2. سلامة وأمان كبيران: حيث يكون أكثر أماناً على النسج المحيطة مقارنة بمحلول هيبوكلوريت الصوديوم.
3. سهولة الاستعمال: لا يتطلب استعمال كيوميكس استعمال سوائل أخرى بشكل منفصل، مما ينقص من زمن المعالجة.

❖ **مساوئ مادة كيوميكس:**

لمادة كيوميكس بعض العيوب والمساوئ، وهي ((Afkhami et al., 2022:

1. التكلفة: قد تكون مادة كيوميكس أكثر تكلفة مقارنة بالمواد التقليدية مثل هيبوكلوريت الصوديوم.
2. الإعداد: لا تزال هذه المادة في مراحل تطور، وتحتاج بعض الوقت لتطبيقها الفعّال في بروتوكولات المعالجة المختلفة (حالات اللب الحي أو المتموت).

❖ **مقارنة مادة كيوميكس مع محاليل الإرواء الأخرى:**

أجريت دراسات عِدَّة قارنت بين فعاليّة محاليل إرواء مختلفة ، كما يأتي ((Mirza et al., 2024:

1. مقارنتها مع الكلورهيسكيدين:

⊙ تتفوق مادة كيوميكس على الكلورهيكسيدين في إزالة النسج اللبية المتموتة كما ذكر سابقاً بسبب دمج محاليل عدة تقوم بالوظيفة ذاتها.

⊙ أشارت بعض الدراسات أنّ الكلورهيكسيدين كان له تأثير مطول كمضاد للجراثيم مقارنة بمادة كيوميكس.

2. مقارنتها مع الـ(EDTA):

- إنّ مادة الـEDTA فعالة فقط في حل النسج المتمعدنة، بالتالي تتفوق مادة كيوميكس على الـEDTA بشموليتها لأكثر من خاصية.

3. مقارنتها مع الأمواج فوق الصوتية أو الليزر:

- تعتمد الأمواج فوق الصوتية والليزر على آليات فيزيائية (الحركة أو الحرارة)؛ بينما تعتمد مادة كيوميكس على الخصائص الكيميائية لتطهير الأقنية الجذرية، وبالتالي فإنّ دمج هذه الآليات مع بعضها يمكن أن يُحسِّن من فعالية المعالجة.

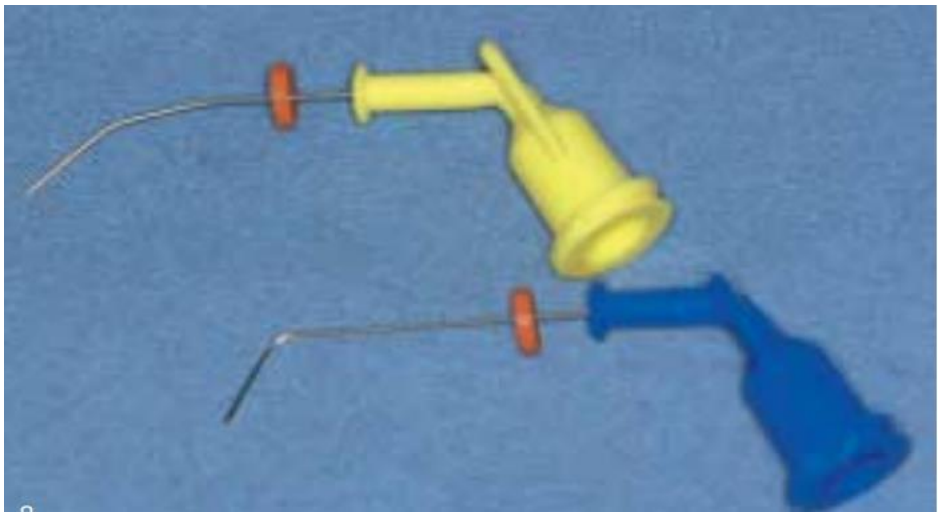
### 5.3.1. التحديات في الإرواء (Challenges in Irrigation):

1. الوصول إلى الزوايا الضيّقة: يعد الوصول إلى الأماكن الضيّقة أو المعقدة داخل الأقنية الجذريَّة أحد التحديات الرئيسية،حيث أنه وبالرغم من استعمال تقنيات إرواء حديثة مثل الليزر أو الأمواج فوق الصوتية، يمكن أن تبقى هناك صعوبة في الوصول إلى هذه المناطق ( de Paz & Ordinola Zapata, 2019).
2. التفاعل بين المواد الكيميائية: يمكن أن تؤثر بعض المواد ببعضها البعض، مما قد يؤدي إلى تقليل فعالية إحدى المواد، أو التأثير في الجدران العاجية للقناة الجذرية ( de Paz & Ordinola Zapata, 2019).
3. المقاومة الجرثوميَّة: تعتبر جراثيم المكورات المعوية البرازية من الجراثيم المقاومة لفعل سوائل الإرواء (de Paz & Ordinola Zapata, 2019).

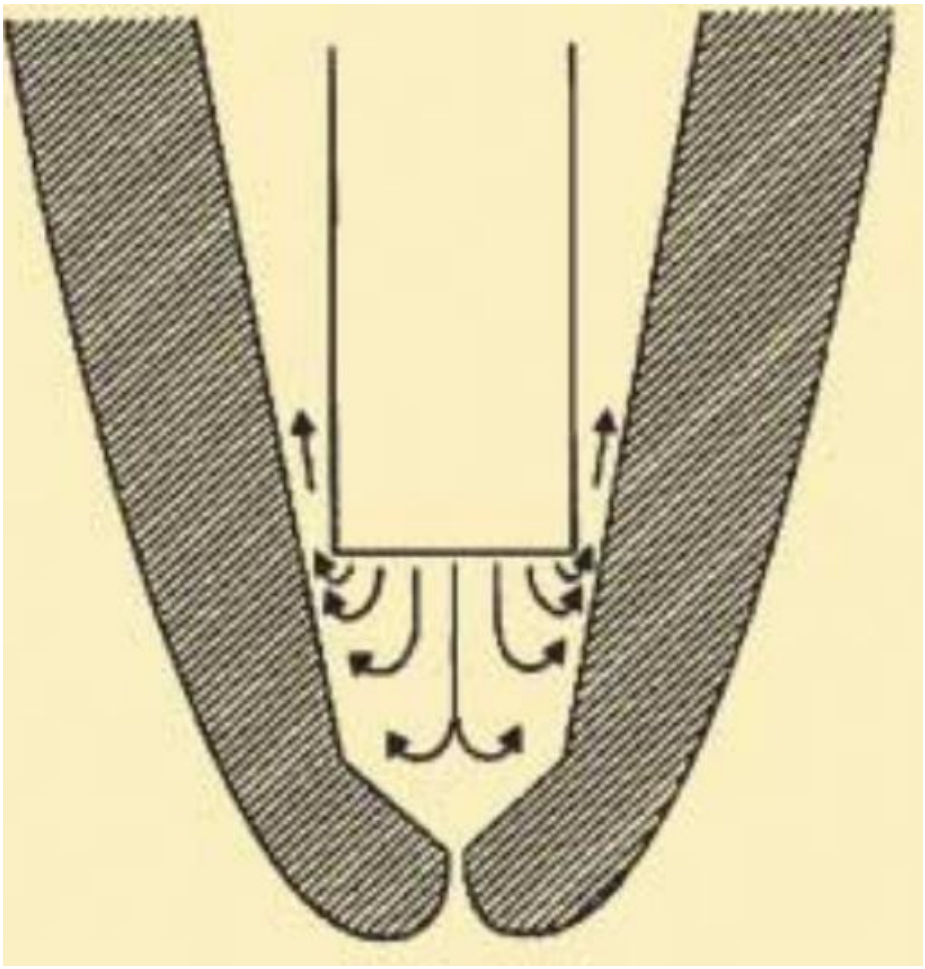
### 6.3.1. تنشيط الإرواء (Irrigation Activation):

ظهرت في السنوات الأخيرة تقنيات مختلفة تهدف إلى تحسين عملية تنظيف المنظومة القنوية الجذرية، وتطهيرها، وزيادة فعالية سوائل الإرواء داخل القناة الجذريَّة، وهذا ما يسمى بعملية تنشيط الإرواء أو تفعيله. حيث

يُعرَّف تنشيط الإرواء (Irrigation Activation) أنّه عملية تحسين فعالية سوائل الإرواء ضمن المنظومة القنوية الجذرية أثناء المعالجة القنوية الجذرية بغرض تحسين الوصول والتفاعل بين سوائل الإرواء وكل من النسج اللبية المتموتة والجراثيم والتي لا تكون فيها التقنيات التقليدية في الإرواء (باستعمال المحاقن) كافية للوصول إلى الأماكن المعقدة؛ إذ إنّ الإرواء التقليدي اليدوي بالإبر لا يقوم بإيصال محلول الإرواء لأكثر من 0–1.1 ملم ذروي رأس إبرة الإرواء، وهذا يعتمد على عوامل عِدَّة، مثل: تدفق المحلول، وحجم التحضير الذروي، والقمعيّة؛ فضلاً عن تصميم رأس الإبرة مثل رؤوس (NaviTip) الموضحة في الشكل (13)؛ كما ينبغي أن يكون هناك مسافة كافية بين رأس الإرواء وجدران القناة الجذرية للسماح لسائل الإرواء بالتدفق لخارج القناة الجذريَّة، كما في الشكل (14) ((Hoedke et al., 2021; Susila & Minu, 2019. لذلك فإنّ الإزالة الكاملة للبقايا وطبقة اللطاخة من المنظومة القنويّة الجذريَّة لا يمكن أن يتحقق باستعمال التقنيات اليدوية فقط؛ ولتجاوز هذه المشاكل اقترحت العديد من التقنيات في تنشيط الإرواء والتي تعتمد بشكل رئيسي على تطبيق حركات ميكانيكيَّة أو طاقة بديلة لتعزيز تأثير السوائل في الأقنية الجذريَّة ((Hoedke et al., 2021.



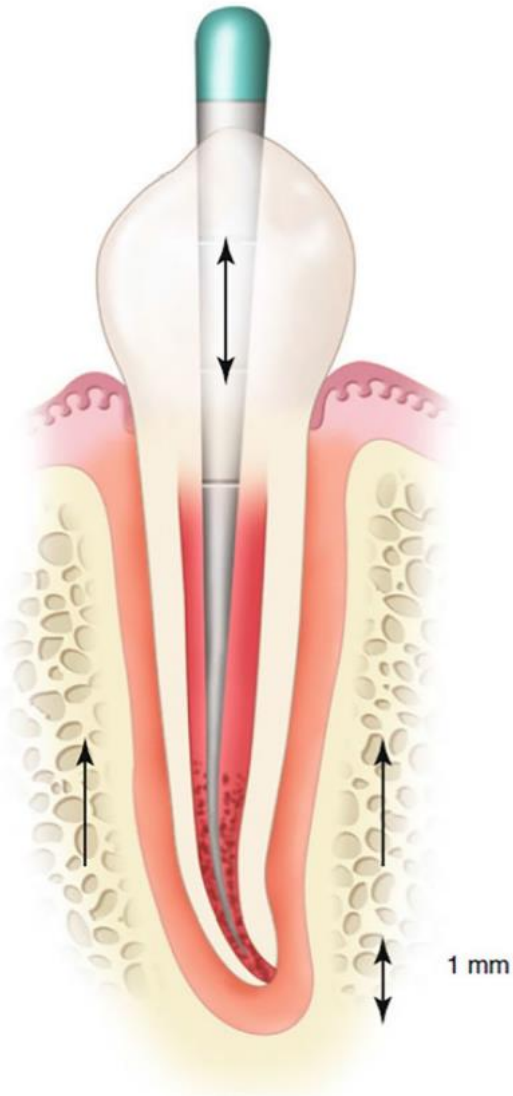
**الشكل (13): رؤوس الإرواء (NaviTip) ((Schäfer, 2007.**



**الشكل (14): وجود مسافة بين جدران القناة ورأس الإرواء يسمح بخروج السائل من القناة الجذريَّة (Schäfer, 2007).**

### 1.6.3.1. التنشيط الحركي اليدوي (Manual Dynamic Activation (MDA)):

يتم التنشيط الحركي اليدوي باستعمال قمع كوتابيركا (الشكل 15) من خلال تحريكه بمعدل 2–3 ملم داخل القناة التي تم تحضيرها، وأدخل محلول الإرواء ضمنها، ويعتقد أنّ هذه العملية تحسِّن من حركية السائل، وتزيد تجدده، وفعاليته، وتماسه مع الجدران القنوية والمناطق صعبة الوصول. إلا أن تحريك قمع الكوتابيركا بحركات إدخال وإخراج (Push and Pull Motion) يخلق تغييرات سريعة للضغط الحلولي للسائل ضمن القنوي؛ مما يزيد من خطورة حدوث دفع السائل خارج الثقبة الذرويَّة (P. Machtou, 2015).




**الشكل (15): التنشيط الحركي اليدوي لمحلول الإرواء ((P. P. Machtou, 2018.**

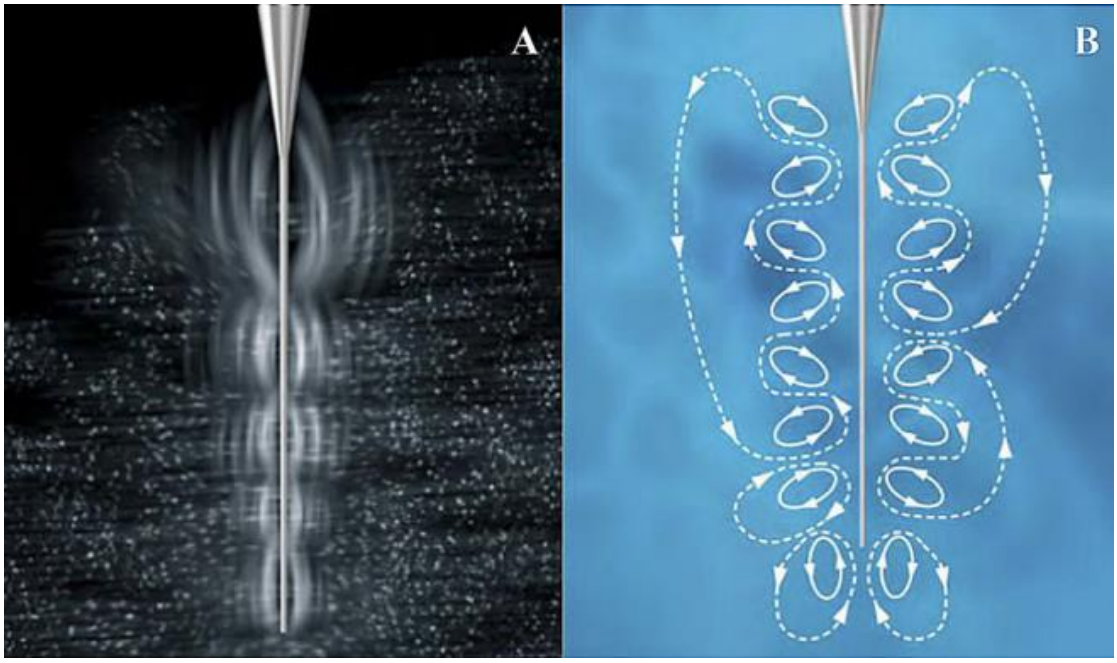
### 2.6.3.1. الإرواء المُنشَّط صوتيّاً (Sonic Activated Irrigation):

يُعَدُّ الباحث (Tronstad) أول من استعمل الأمواج الصوتيَّة (Sound Waves) في مجال مداواة الأسنان اللبيَّة، وتختلف هذه الأمواج عن الأمواج فوق الصوتية بصورة أساسيَّة من خلال كون الاهتزازات الصوتية تكون منخفضة التواتر (بمقدار 1–5 كيلوهرتز)، كما ينتج عن طاقة الأمواج الصوتية سعة أعظم (أي مقدار الحركة الأهليليجية الأمامية الخلفية لرأس الأداة أكبر)، كما تكون قوى القص الناتجة عن الأمواج فوق الصوتية أكبر منه من الأمواج الصوتية. أثبت جهاز التنشيط الصوتي ذو الرأس البلاستيكي الذي يدخل ضمن المنظومة القنوية الجذرية فعاليته في تحسين حركة السوائل ضمن الأقنية الجذرية، وكذلك اختراقيته لمناطق

مختلفة من القناة الجذرية وتحسين وصول سائل الإرواء إليها ( Jiang, Verhaagen, Versluis, & van der Sluis, 2010; Nusstein, 2015).

### 3.6.3.1. الإرواء المُنشَّط فوق صوتيّاً (Ultrasonically Activated Irrigation):

في عام 1957 أُدخِلت الأجهزة فوق الصوتية إلى مجال المداواة اللبيَّة، حيث استعمل بداية المبرد المُفعَّل صوتياً لتحضير القناة، وتنضيرها ميكانيكيّاً، إذ يعمل هذا المبرد ضمن اهتزاز فوق صوتي يُقدَّر بـ( 25 – 30) كيلوهرتز ( Nagendrababu, Jayaraman, Suresh, Kalyanasundaram, & Neelakantan, 2018). في عام 1980 وصف الباحث Weller الإرواء فوق الصوتي المنفعل ((Passive Ultrasonic Irrigation (PUI) وهو يشير إلى فعالية الإرواء دون أن يكون المبرد قاطعاً للجدران العاجيّة الجذريَّة حيث يعتمد على انتقال الطاقة فوق الصوتية من المبرد (أو السلك) إلى سائل الإرواء الموجود في القناة الجذرية المُحضَّرة مسبقاً، وتنتقل الطاقة بشكل أمواج فوق صوتية تُحدث أثر التجوف ( Cavitation Effect) ضمن سائل الإرواء من خلال تشكل فقاعات ضمن الوسط السائل، ثم انفجار هذه الفقاعات وتحرير الطاقة الكامنة داخلها؛ مما يزيد من معدل حركية سائل الإرواء ضمن القناة الجذرية ( Van der Sluis, Versluis, Wu, & Wesselink, 2007) (الشكل 16). تعتبر تقنية الـ(PUI) فعّالة في كل من تطهير الأقنية الجذرية، وإزالة طبقة اللطاخة حيث يمكن استعمال الإرواء المُفعل فوق صوتياً بطريقتين، إما بإيصال محلول الإرواء لداخل القناة الجذرية عبر المحقنة والإبرة، ثم تفعيل السائل فوق صوتياً، ثم تجديده بصورة مستمرة وهو يسمى طريقة الإرواء المتقطع (Intermittent Method)، أو من خلال إيصال سائل الإرواء إلى الحجرة اللبيَّة ثم تطبيق رأس الجهاز فوق الصوتي الذي يسمح بانتقال السائل من الحجرة اللبية إلى الجزء الذروي للقناة الجذرية عبر الطاقة فوق الصوتية، وهي طريقة الإرواء المتواصل (Continuous Method)، ويعد جهاز (EndoActivator) من الأجهزة المستخدمة في توليد الأمواج فوق الصوتية لتنشيط سوائل الإرواء ( Retsas & Boutsioukis, 2019).



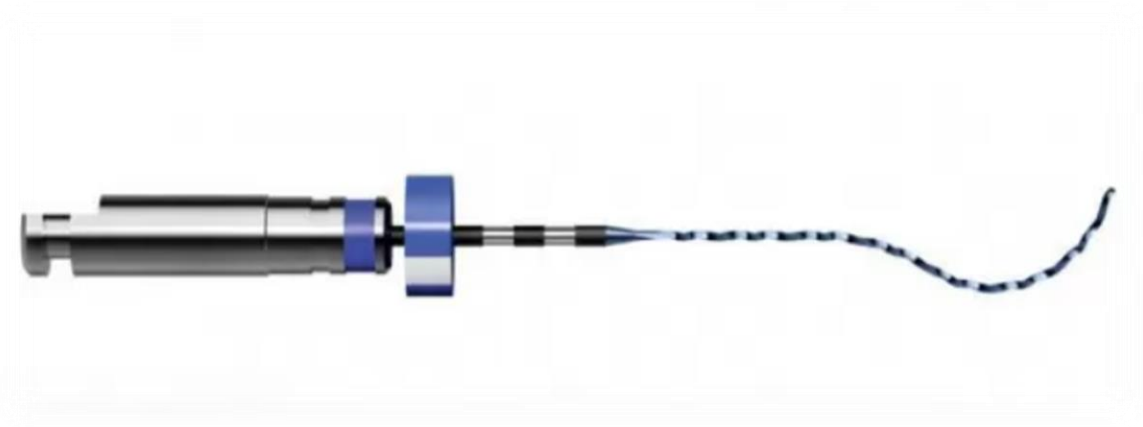

**الشكل (16): الإرواء المُنشَّط فوق صوتياً ((Gyulbenkiyan & Gusiyska, 2023.**

### 4.6.3.1. الإرواء المُنشَّط بالليزر (Laser Activated Irrigation):

استعمل الليزر في طب الأسنان في اختصاصات عِدّة، كما استعمل في مجال مداواة الأسنان اللبيَّة ضمن حالات عِدة مثل المعالجات اللبية الحيويَّة، كما اقترح استعمال الليزر في تطهير القناة الجذرية، وتعزيز نفوذية سائل الإرواء ضمن القناة، ومن الليزرات المستعملة في هذا الغرض ليزر (Er:YAG) الذي يُعَد شعاعاً ليزرياً ممتصاً بشكل جيد من الماء، مما يؤدي لإحداث أمواج ضمن سائل الإرواء. وقد أثبتت دراسات عِدة أنّ الإرواء المنشط بالليزر أكثر فعالية من الإرواء المنشط صوتياً أو فوق صوتي ((Meire & De Moor, 2024.

### 5.6.3.1. الإرواء المُنشط بمبرد (XP-endo Finisher):

طُرِح مؤخراً مبرد ((XP-endo Finisher (XPF) كنهج مساعد لتحسين فعالية الإرواء في المعالجة اللبيَّة. يُعَدُّ مبرد (XPF) أداة مرنة للغاية، مُصنَّعة من مواد تسمح لها بالتكيف مع شكل القناة الجذرية بصورة مرنة (الشكل 17)، حيث تتميز هذه المواد بقدرتها على العودة إلى الشكل الأولي بعد التواء المبرد داخل القناة الجذريَّة، وذلك بفضل ذاكرتها الشكليَّة؛ وبالتالي فإنّ هذا يُسهم في تحسين الوصول إلى الأماكن التي لا تستطيع الأدوات الآلية الدوَّارة أن تصل إليها ((Bao, Shen, Lin, & Haapasalo, 2017.



**الشكل (17): مبرد (XPF) ((Silva et al., 2024.**

❖ **تصميم مبرد (XP-endo Finisher):**

قدّمت شركة (FKG) السويسريَّة مبرد (XP-endo Finisher) بالتصميم الآتي (Lauritano et al., 2019):

1. يتسم المبرد بحجم صغير ومرن للغاية، حيث يتميّز بقطر صغر جداً واستدقاق يصل إلى 0 (ISO 25/00) مقارنة بالمبارد الأخرى المستعملة في تنظيف الأقنية الجذريَّة، كما أنّ له طول مناسب يسمح له بالوصول إلى المناطق العميقة والضيّقة داخل القناة الجذريَّة.

2. تم تصميم المبرد ليكون مرناً للغاية حيث تم تصنيعه بتقنية (X-P) التي تسمح له بالتكيف مع مختلف التعقيدات والتغيرات التشريحيَّة داخل القناة الجذريَّة، وبفضل هذه المرونة، يمكن للمبرد التحرُّك بحريّة داخل القناة للوصول إلى الأماكن الضيّقة التي يصعب الوصول إليها بالأدوات الأخرى.
3. تم تصنيع المبرد من نوع خاص من الخلائط وهي خليطة النيكل تيتانيوم ماكس واير (NiTi MaxWire) حيث تتميّز هذه الخلائط بخصائص مرونة عالية، وتحتوي على نسبة أعلى من النيكل مقارنة بالأدوات الأخرى، وهو العنصر الذي يضيف القدرة على التفاعل مع الشكل المتغيّر للأقنية الجذريَّة، وبالتالي فإنّ الأداة يمكن أن تنحني وتستعيد شكلها بعد الانحناء.
4. يتميّز المبرد أيضاً بوزنه الخفيف، وحجمه الصغير؛ مما يسهل استعماله والتحكم فيه أثناء المعالجة، وبالتالي فإنّ هذا يجعل الأداة سهلة التعامل في جميع أنواع الأقنية الجذريَّة.
5. بفضل استعمال خليطة النيكل تيتانيوم في تصنيع المبرد، فإنّه يتميّز بمقاومة عالية للتآكل؛ مما يضمن ديمومة استعمال المبرد لفترات أطول ، حيث تُحسِّن مقاومة التآكل العالية ضمان أداء المبرد السريري مع الوقت.

❖ **حركة المبرد (File Motion):**

يعمل مبرد (XP-end Finisher) من خلال الحركة الدورانيَّة (Rotation Motion) التي تولِّد تأثيراً تنظيفياً دقيقاً داخل القناة الجذريَّة، حيث تُساعد هذه الحركة على إحداث تأثير ميكانيكيّ يقلِّل من تراكم البقايا والترسبات داخل القناة، ويُعزِّز تأثير سوائل الإرواء؛ مما يُسهِم في تطهير القناة الجذريَّة بشكل أفضل (Vaz-Garcia et al., 2018).

❖ **تطبيقات المبرد (File Applications):**

يُستطب تطبيق مبرد (XP-endo Finisher) بصورةٍ أساسيَّة في جانبين رئيسين، وهما (Lauritano et al., 2019):

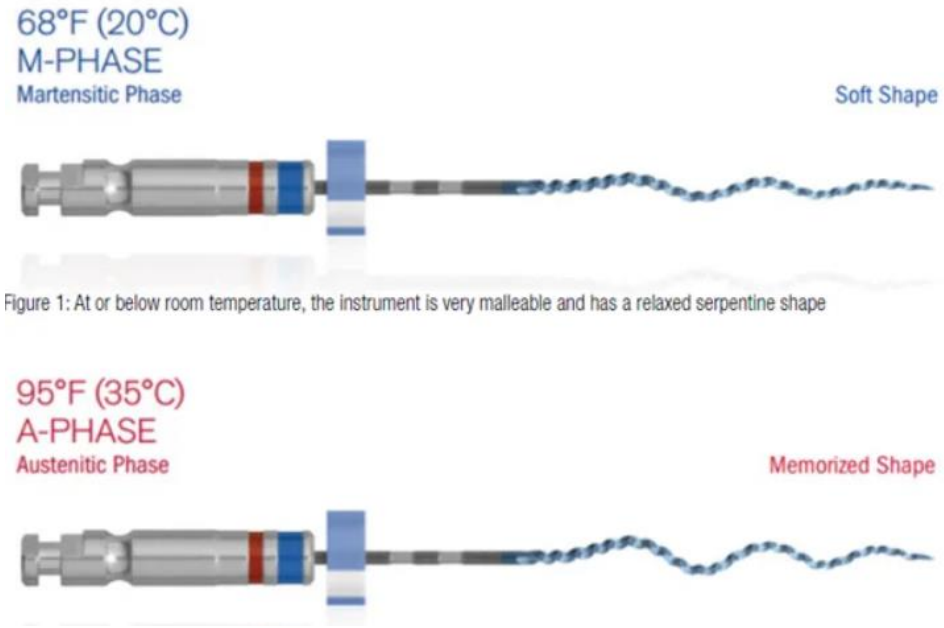
1. التنظيف القنوي: تُساعد حركة المبرد على الوصول إلى المناطق التي يصعب وصول الأدوات الأخرى إليها، بالتالي فهي تؤدي لتنظيف البقايا القنوية من نسج لبيّة متموتة وجراثيم.
2. تنشيط الإرواء: يمكن استعمال مبرد (XP-endo Finisher) جنباً إلى جنب مع سوائل الإرواء مثل هيبوكلوريت الصوديوم أو الكلورهيسكيدين؛ وذلك بهدف تحقيق تأثير تآزري بين الأدوات الكيميائية والميكانيكية الآلية، حيث تزيد فعالية السوائل وتأثيرها في إزالة النسج اللبية المتموتة والجراثيم.

❖ **الخصائص الفريدة لمبرد (XP-endo Finisher):**

يتمتّع مبرد (XP-endo Finisher) بالخصائص الآتية (Lauritano et al., 2019; Oh, Jeon, & Chang, 2022):

1. المرونة الاستثنائية الفائقة للمبرد والتكيف مع شكل القناة بوجود الاختلافات التشريحيَّة المتنوعة، حيث وُجِد أنّ المبرد يُغيّر شكله تبعاً لدرجة الحرارة، ففي الدرجة $20^{o}$ يكون المبرد مستقيم في الطور M (Martensitic Phase)، وعند درجة حرارة الجسم أي الدرجة $35^{o}$ يكون المبرد منحنٍ في الطور A (Austenitic Phase) الشكل (18)، وقد اقترح استعماله بسرعة 800 دورة بالدقيقة، مع محلول الإرواء بعد تحضير القناة الجذرية بمبرد قياس (25# أو أكبر).
2. المقاومة العالية للتعب الدّوري (Cyclic Fatigue).
3. الدقة في التنظيف وذلك بفضل الحركات التبادلية والدورانية.

4. تحسين فعالية الإرواء، وتعزيز قدرة سوائل الإرواء على القضاء على الجراثيم وإزالة النسج اللبية المتموتة، حيث بيّنت الدراسات تفوق المبرد على الأجهزة فوق الصوتية في تحسين انتشار سائل الإرواء في الثلث الذروي.
5. سهولة الاستعمال: حيث يمكن أن تستعمل الأداة مع الأجهزة الآلية أو اليدوية؛ مما يجعلها إضافة مثاليّة لأي بروتوكول علاجيّ.
6. الخصائص الحيويّة: بيّنت الدِّراسات قدرة المبرد على تحسين اختراق سائل الإرواء للقنيات العاجية المكشوفة، وقدرته العالية على القضاء على جراثيم المكورة المعوية البرازية، وكذلك تحسين اختراق معجون الحشو (Sealer) للقنيات العاجية.




**الشكل (18): الطورين الشكليين لمبرد (XPF) وفقاً لدرجة الحرارة ((Silva et al., 2024.**

# المراجعة النظريَّة

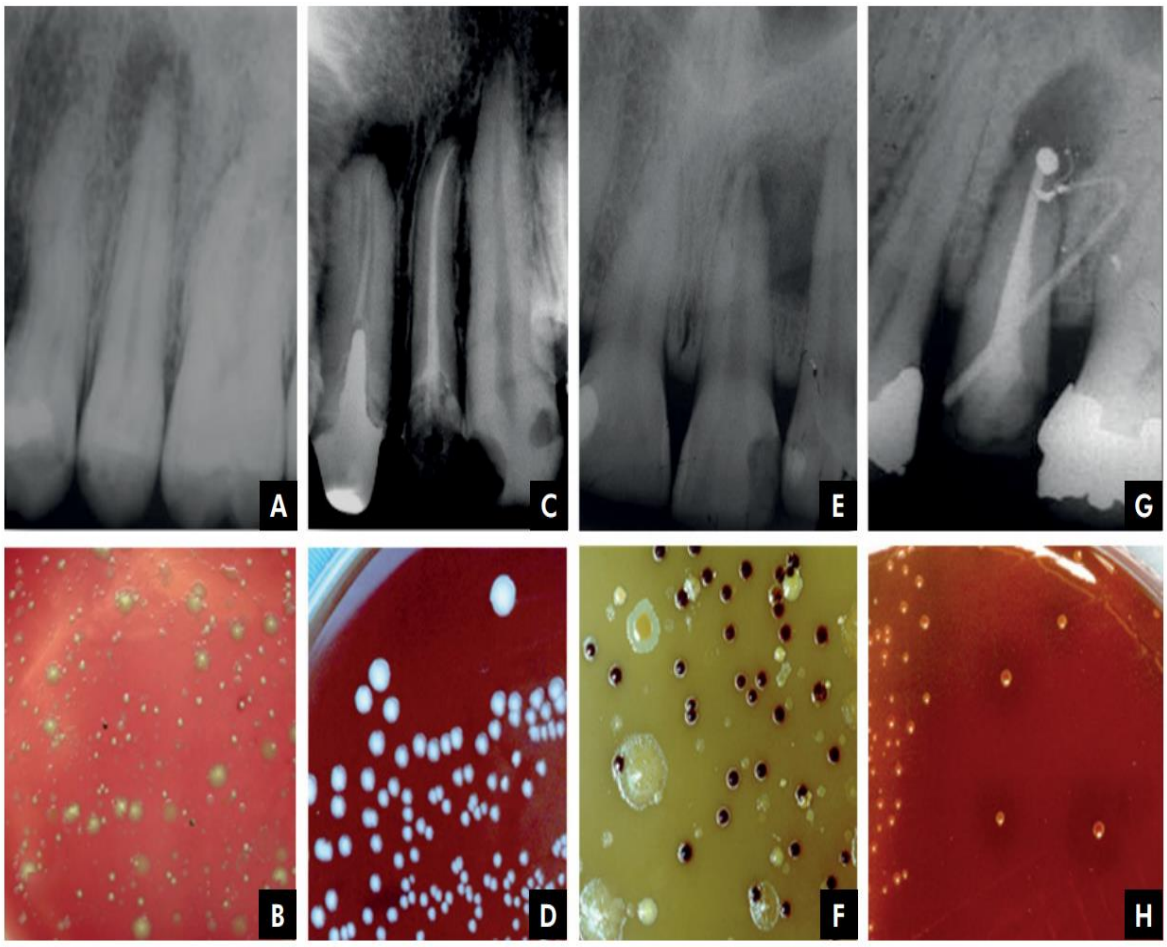
## 4.1. إنتان الأقنية الجذريَّة (Root Canal Infection) وآلية تأثير بروتوكولات الإرواء في تغيير البيئة الجرثوميَّة:

يُعَدُّ إنتان الأقنية الجذريَّة أحد الأسباب الرئيسة التي تؤدي إلى حدوث الأمراض اللبية والنسج حول الذرويَّة، وكذلك إحداث فشل المعالجة القنويّة الجذريَّة، حيث ينتج إنتان الأقنية الجذرية نتيجة تسرب الجراثيم لداخل القناة الجذريَّة تبعاً لآليات مختلفة مثل دخول الجراثيم عبر النخور السنيَّة، أو التسرب الحفافي المجهري تحت الترميمات، وهذا يتيح الفرصة للجراثيم بالدخول إلى الأقنية الجذريَّة، وإحداث التهاب وتموت في الأنسجة اللبيَّة، مما يؤمِّن لها بيئة خصبة للنمو والتكاثر السريع داخل الأقنية الجذريَّة؛ إذ تؤمِّن الأقنية الجذرية بيئة مثالية لنمو الجراثيم نتيجة وجود النسج اللبية المتموتة والسائل الخلالي الذي يؤمِّن الغذاء والظروف الملائمة للنمو، ومن هنا يصبح إزالة الإنتان الجرثومي، وتحقيق بيئة عقيمة ضمن القناة الجذريَّة جزءاً أساسياً من المعالجة. يُظهر الشكل (19) البيئات الجرثوميَّة المختلفة ضمن الأقنية الجذريَّة وعزلها في حالات الإنتان الأولي، أو الثانوي (الناكس) أو الخراجات أو الآفات حول الذرويَّة ((Sobieszczański et al., 2023.

تتميّز الأقنية الجذريَّة بخصائص تسهم في تكاثر الجراثيم والعوامل الممرضة، مثل ( Sakko et al., 2016):

1. الأوساط المغذية: تحوي الأقنية الجذرية على أنسجة لبية متموتة، وخلايا متنخرة، وبقايا جرثوميَّة؛ مما يوفِّر بيئة غنية بالمغذيات للجراثيم.
2. الرطوبة: توجد رطوبة داخل الأقنية الجذرية تسهم في نمو الجراثيم، حيث من الصعب الحصول على بيئة جافة في هذه المساحة المغلقة.

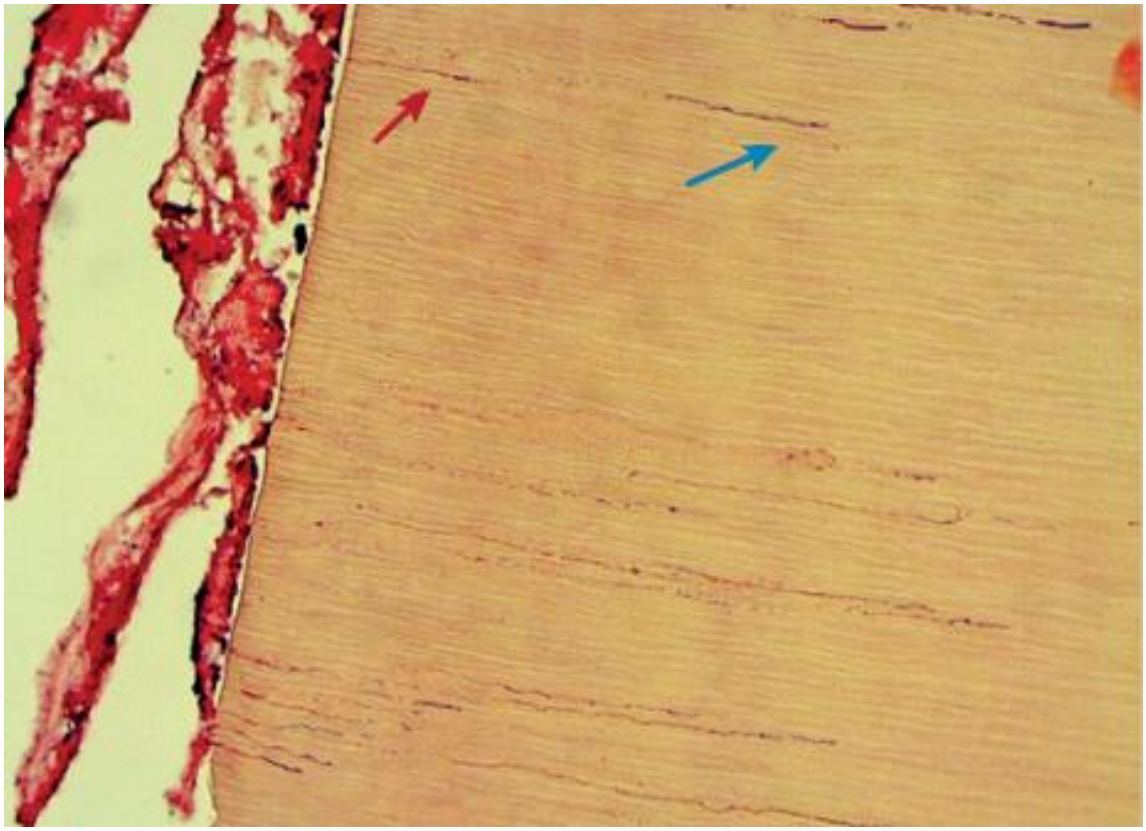
3. التعقيد التشريحيّ: غالباً ما تحتوي الأقنية الجذرية على تعقيدات تشريحيَّة، تصبح عمليّة تنظيف القناة الجذريَّة صعبة للغاية؛ مما يجعل من الصعب القضاء على الجراثيم المتواجدة في المناطق التي يصعب الوصول إليها.




**الشكل (19): العزل الجرثومي لحالات الإنتان المختلفة من الأقنية الجذرية ( B. P. F. d. A. Gomes & Herrera, 2018).**

### 1.4.1. أنواع الجراثيم التي تستعمر الأقنية الجذريَّة:

تستعمر الأقنية الجذريَّة أنواع عِدة من الجراثيم (إيجابية أو سلبية الغرام، الهوائية أو اللاهوائية) الممرضة، كما يمكن أن تستعمر أيضاً القنيات العاجيَّة كما في الشكل (20)، وقد أثبت أنّ الجراثيم اللاهوائية سلبية الغرام هي التي تلعب الدور الأساسي في إنتان الأقنية الجذريَّة ((Peciuliene et al., 2008.



**الشكل (20): اختراق الجراثيم للقنيات العاجيّة ((B. P. F. d. A. Gomes & Herrera, 2018.**

❖ **الجراثيم اللاهوائيَّة المجبرة:** هي التي تشكل غالبية التعداد الجرثومي ضمن الأقنية الجذريَّة، وهي لا تعتمد على الأكسجين للبقاء على قيد الحياة، حيث تستطيع أن تعيش وتقوم بوظائفها الحيوية في بيئات منخفضة الأكسجين أو معدومة أحياناً، ومنها ((Peciuliene et al., 2008:

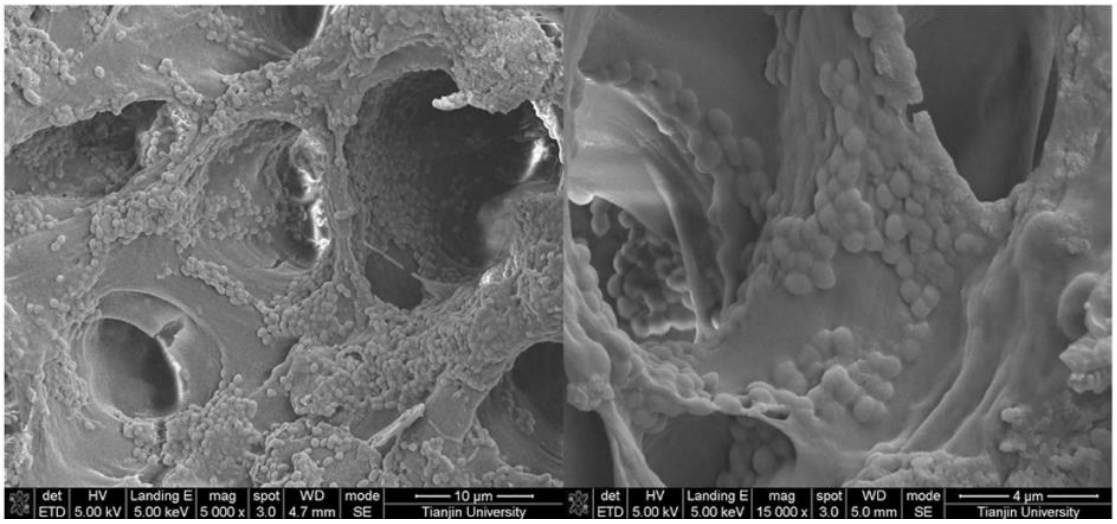
1. Prophyromonas Endodontalis.
2. Provotella spp.
3. Fusobacterium Nucleatum.
4. Peptostreptococcus spp.

❖ **الجراثيم اللاهوائية المخيّرة:** تشمل بعض أنواع الجراثيم الهوائية ما يأتي:

1. المكورات العنقودية المذهبة (Staphylococcus Aureus): تكون هذه الجراثيم موجودة في حالات نادرة، لكنها خطيرة، ويمكن أن تُسبِّب إنتانات شديدة ((Zan et al., 2015.

2. المكورات المعوية البرازية (Enterococcus Faecalis): وهي من أكثر الجراثيم التي تصادف في الأقنية الجذرية الملوثة (الشكل 21)، والمعزولة من 24–77% من الأسنان المُعالجة لبياً والمصحوبة بمرض حول ذروي. تُعَدُّ هذه الجراثيم مقاومة للصادات الحيوية، وتتحمل الظروف القاسية داخل الأقنية الجذريَّة مثل التكاثر في بيئات منخفضة أو منعدمة الأكسجين، وتعد قادرة على تشكيل عوامل فوعة مختلفة مثل تشكيل أغشية حيوية تحميها من تأثير الضمادات وسوائل الإرواء المختلفة؛ مما يجعل من الصعب القضاء عليها بهذه المواد، وتعد من أكثر الجراثيم المتورطة في إحداث نكس للمعالجة اللبيَّة، تدخل هذه الجراثيم الأقنية الجذرية بسبب النخور المتقدمة أو الخمج الحاصل أثناء المعالجة القنويَّة الجذريَّة ((Alghamdi & Shakir, 2020. يعتبر ترك نسج لبية متموتة الوسيلة الأساسية لبقاء هذه الجراثيم على قيد الحياة ضمن المنظومة القنويّة الجذريَّة؛ لذا فإنّ الإزالة الكاملة لهذه الجراثيم من المنظومة القنوية الجذرية يعتبر أمراً صعباً بسبب قدرتها على الاندخال ضمن القنيات العاجيّة ومقاومتها للعوامل البيئية الصعبة كما ذكر سابقاً (كالأكسجين، والتراكيز العالية من الأملاح، والأوساط شديدة القلوية (PH = 9.6)، والعوامل المضادة للجراثيم) وقد بيّنت الدِّراسات أنّها يمكن أن تقاوم تأثير هيبوكلوريت الصوديوم أو الكلورهيكسيدين؛

لذا فإنّ هذا يستدعي تنشيط هذه السوائل في النسج الذروية والعميقة عموماً ضمن الأقنية الجذريَّة ( Cîmpean et al., 2022).




**الشكل (21): صورة بالمجهر الإلكتروني الماسح (SEM) لاستعمار الأقنية الجذريَّة بالجراثيم المكورة المعوية ((Liu et al., 2015.**

### 2.4.1. تأثير البروتوكولات المختلفة في تغيير البيئة الجرثوميَّة:

إنّ تغيير البيئة الجرثوميَّة، والتعامل مع إنتان الأقنية الجذريَّة يعتمد على فعالية البروتوكولات المتّبعة أثناء مرحلة التحضير الميكانيكي للأقنية الجذريَّة، والذي يتضمن التشكيل القنوي بالأدوات اليدوية والآلية، فضلاً عن التنظيف القنوي بسوائل الإرواء. تشمل البروتوكولات ما يأتي:

أ- البروتوكولات التقليديَّة:

يشمل تطبيق البروتوكولات التقليديَّة استعمال الأدوات اليدويَّة مثل المبارد اليدوية (Manual Files) كمبارد (K-File) أو (H-File) لتحضير المنظومة القنوية الجذريَّة حيث تتميّز هذه الأدوات بتكلفتها المنخفضة، ولكنها تتطلب جهد ووقت أكبر، بالإضافة إلى استعمال المواد الكيميائية مثل هيبوكلوريت الصوديوم والكلورهيكسيدين المعروفة بخصائصها المضادة للجراثيم، بما في ذلك الجراثيم المكورة البرازية. على الرغم

من فعاليتها في معظم الحالات، إلا أنّ هذه البروتوكولات يمكن ألا تكون فعّالة في التخلص من الإنتان الجرثومي ضمن المناطق التشريحيَّة المعقّدة داخل المنظومة، وكذلك في حالات الإنتان المعنّد والناكس (Wong et al., 2021).

ب- البروتوكولات الحديثة:

يشمل تطبيق البروتوكولات الحديثة استعمال الأدوات الآلية مثل المبارد الدوَّارة (Rotary Files) المصنوعة من النيكل تيتانيوم (NiTi)؛ إذ تتميّز هذه الأدوات بسرعتها وكفاءتها والوصول إلى أماكن أعمق من المناطق التي يمكن أن تصل إليها الأدوات اليدوية، ولكنها تكون أكثر تكلفة من الأدوات اليدوية، وكذلك استعمال الأدوات الصوتية وفوق الصوتية، واستعمال أشعة الليزر التي من شأنها أن تحسِّن فعالية الإرواء القنوي، وتعزز من تطهير القناة من الجراثيم، حيث تساعد في الوصول إلى المناطق العميقة من القناة الجذريَّة، وتنضيرها بصورة كاملة وفعّالة؛ فضلاً عن التخلص من كافة أشكال الإنتان الجرثوميّ المعند أو الناكس بما في ذلك الجراثيم المكورة المعوية (Wong et al., 2021).

تشير الدراسات إلى أنّ الجمع بين التقنيات اليدوية والآلية، وسوائل الإرواء المختلفة يسهم بصورة كبيرة في تحقيق بيئة خالية من الإنتان الجرثوميّ ((Wong et al., 2021.

### 3.4.1. تأثير مبرد (XP-endo Finisher) في الحد من الإنتان الجرثومي في الأقنية الجذريَّة:

يؤدي مبرد (XP-endo Finisher) دوراً هامّاً في تحسين نظافة الأقنية الجرثوميَّة، وتقليل الإنتان الجرثومي بشكلٍ ملحوظ. يمكن تلخيص تأثيره في هذا الغرض في الجوانب الآتية:

1. تأثير مبرد (XP-endo Finisher) في تنظيف الأجزاء المعقدة للقناة الجذريَّة:

يتميّز المبرد بمرونة عالية للغاية؛ مما يتيح له الوصول إلى المناطق المعقدة في القناة الجذريَّة التي يصعب الوصول إليها باستعمال الأدوات التقليديَّة، مثل الأقنية الجانبية أو الانحناءات الشديدة. تجعل هذه المرونة الأداة أكثر قدرة على تنظيف القناة من الجراثيم والنسج اللبية المتموتة وطبقة اللطاخة المتراكمة في هذه الأماكن (Alakshar, Saleh, & Gorduysus, 2020).

2. تأثير مبرد (XP-endo Finisher) في تغيير البيئة الجرثومية للقناة الجذريَّة:

أظهرت دراسات عِدَّة أن المبرد يسهم بصورة كبيرة في تقليل التعداد الجرثومي داخل القنوي، حيث يؤدي هذا المبرد جنباً إلى جنب مع سوائل الإرواء (مثل هيبوكلوريت الصوديوم) تطهيراً كامل أكثر فاعلية للقناة الجذريَّة بسبب تنشيطه لسوائل الإرواء على كامل المنظومة القنوية الجذريَّة، والمساهمة في تحسين انتشار السوائل داخل القناة.

3. تقليل تأثير الأغشية الحيوية الجرثوميَّة:

أثبتت الدراسات أنّ هذا المبرد يعمل على إزالة الأغشية الحيوية الجرثومية التي قد تكون مقاومة لسوائل الإرواء وحدها. تُعَدُّ الأغشية الحيوية (Biofilm) تجمعات جرثوميَّة تحتوي على عوامل فوعة للجراثيم تتركب من طبقة مخاطية صلبة مقاومة للصادات الحيوية والمواد الكيميائية المختلفة المطبقة في سياق المعالجة القنوية الجذريَّة، حيث إنّ الحركة الدورانية والتبادلية للمبرد تسهم في تحطيم الأغشية الحيوية، وبالتالي تعمل سوائل الإرواء حينها بفعالية أعلى لتعطيل الجراثيم وقتلها.

### 5.1. الدِّراسات السابقة (Previous Studies):

قارنت دراسة الباحث (GRÜNDLING) وزملائه بين فعالية مادة QMIX وثلاثة محاليل إرواء للقناة الجذريَّة، وهي مادة الـEDTA، والكلورهيكسيدين، وهيبوكلوريت الصوديوم، في تقليل معدلات الذيفانات الداخليَّة أو عديدات السكاريد الشحمي (LPS) وتعداد الجراثيم المكورة المعوية البرازية، حيث أجريت هذه الدراسة على 50 سناً بشرية مقلوعة وحيدة الجذر (Single-rooted Teeth)، بعد أن قُسِمت إلى أربعة مجموعات؛ وفقاً لمحلول الإرواء المُستخدم. أظهرت نتائج هذه الدِّراسة أنّ مادة QMIX أبدت الفعالية الأعلى بالمقارنة مع سوائل الإرواء الأخرى، حيث أنقصت من معدلات الذيفان الداخلي والتعداد الجرثومي مقارنةً بالمحاليل الأخرى، بينما أظهرت المجموعات التي أُجري الإرواء فيها باستعمال هيبوكلوريت الصوديوم والكلورهيكسيدين نتائج متشابهة، بالمقابل فقد أظهرت المجموعة التي أُجري الإرواء فيها باستعمال الـEDTA المستويات الأعلى مقارنةً ببقية المجموعات (Gründling et al., 2015).

قارنت دراسة الباحث (Wang) وزملائه التأثير المضاد لجراثيم المكورة المعوية البرازية (E. Faecalis) لمختلف المحاليل المطهرة، وهي مادة QMIX، وهيبوكلوريت الصوديوم، والكلورهيكسيدين، حيث أجريت الدراسة على 20 سن بشرية وحيدة الجذر خالية من النخور مقلوعة لأسباب تقويميَّة؛ وقد قُسِمت عيّنة البحث عشوائياً إلى ثلاث مجموعات؛ وفقاً لمحلول الإرواء المستعمل بالإضافة إلى مجموعة شاهدة أُجري الإرواء فيها باستعمال الماء المقطر (Sterile Water)، ودُرِس معدل الجراثيم الحية والمتموتة عند تعرضها لمحلول الإرواء لمدة دقيقة (بعد يوم وثلاثة أسابيع)، ولمدة ثلاث دقائق (بعد يوم وثلاثة أسابيع). أظهرت نتائج هذه الدِّراسة أنّ مادة QMIX ومادة هيبوكلوريت الصوديوم أبديتا فعالية متشابهة في إنقاص معدل التعداد الجرثومي العام سواء عند التعرض لدقيقة أو لثلاث دقائق مهما كانت المدة الزمنية المدروسة مقارنةً مع الكلورهيكسيدين والماء المقطر؛ بالمقابل فقد أظهرت مجموعة

الكلورهيكسيدين إنقاصاً أقل للتعداد الجرثومي مقارنة بمجموعة الماء المقطر (Wang, Shen, & Haapasalo, 2012).

هدفت دراسة الباحث (Elakanti) وزملائه إلى مقارنة الفعالية المضادة للجراثيم لمادة QMIX وهيبوكلوريت الصوديوم والكلورهيكسيدين اتجاه كل من الجراثيم المكورة المعوية البرازية (E. Faecalis) والمبيضات البيض (Candida Albicans). أجريت الدراسة على 80 سن مقلوعة حديثاً، بشريّة، وحيدة الجذر، في الفك السفليّ. قُسِمت عيّنة البحث إلى مجموعتين أساسيتين متساويتين: المجموعة الأولى (40 سن) تضمنت دراسة تأثير محاليل الإرواء على المكورات المعوية البرازية، والثانية (40 سن) تضمنت دراسة فعالية محاليل الإرواء في المبيضات البيض. وقد قُسِمت كل مجموعة أساسية إلى أربع مجموعات فرعيّة، وهي: الإرواء بمادة QMIX، والإرواء بمادة هيبوكلوريت الصوديوم، والإرواء بمادة الكلورهيكسيدين، وأخيراً الإرواء بالمصل الفيزيولوجي العقيم (Saline) كمجموعة شاهدة. وقد حُسب عدد الوحدات المشكلة للمستعمرات (CFU) لكل مجموعة. أظهرت نتائج هذه الدِّراسة أنّ التأثير المضاد للجراثيم كان أعلى في المجموعات التي استخدم فيها مادة QMIX، ولم تكن هناك فروق دالة إحصائياً بين المجموعات التي استخدم فيها هيبوكلوريت الصوديوم والكلورهيكسيدين سواء اتجاه الجراثيم المكورة المعوية البرازية أو مبيضات البيض ((Elakanti et al., 2015.

تناولت دراسة الباحث (Yousefi) وزملائه دراسة تأثير مبرد (XP-endo Finisher) وهيبوكلوريت الصوديوم 5.25% والمصل الفيزيولوجي العقيم في عدد الوحدات المشكلة للمستعمرات (CFU) لجراثيم المكورات المعوية البرازية. أظهرت نتائج هذه الدِّراسة أنّ معدل التعداد الجرثومي قبل العمل في مجموعة تطبيق مبرد (XPF)، ومجموعة هيبوكلوريت الصوديوم، ومجموعة المصل الفيزلوجي العقيم كان 104×169.7 و104×193.2 و 104×215.9(CFU/Ml) على الترتيب، ولم تكن الفروق دالة إحصائياً بين المجموعات. بعد تطبيق مبرد (XPF) كان معدل التعداد الجرثومي $0.71 \times 10^4$ (CFU/Ml)، وفي مجموعة هيبوكلوريت الصوديوم كان $0.14 \times 10^4$

(CFU/Ml)، وفي مجموعة المصل الفيزيولوجي العقيم كان 123.7 × $10^4$ (CFU/Ml) مما يشير إلى فعالية تطهير تام بلغت 99.7% و99.9%، و42.9% لمجموعة مبرد XPF وهيبوكلوريت الصوديوم والمصل الفيزيولوجي العقيم على الترتيب، وهذا يدل على وجود فروق دالة إحصائياً بين المجموعات المدروسة، حيث أبدت كل من مجموعة مبرد XPF ومجموعة هيبوكلوريت الصوديوم تعداداً جرثومياً أقل (مع عدم وجود فروق بين المجموعتين) مقارنة بالمجموعة الثالثة (تطبيق المصل الفيزيولوجي العقيم) ((Yousefi, Fattahi, & Darmiani, 2021.

أجرى الباحث (Robert Amato) بإشراف الدكتورة (Elinor) بحثاً لنيل درجة الدكتوراه في مداواة الأسنان في جامعة (Tufts)، حيث هدفت هذه الدِّراسة إلى تقييم فعالية مبرد (XP–endo Finisher) بالإضافة إلى التأثير المضاف لسوائل الإرواء هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% والكلورهيكسيدين 2% في تقليل الحمل الجرثومي داخل المنظومة القنوية الجذرية لجراثيم المكورات المعوية البرازية (E. Faecalis). أُجري البحث على 24 سناً بشريةً وحيدة الجذر، ومغلقة الذرى، حيث أُجري تلويث العيّنة المخبرية بالمكورات المعوية البرازية لمدة 21 يوم، وبعدها أُجري خلق الممر الزلق باستعمال أدوات (K–File) اليدوية حتى الطول العامل، وبعدها أخذت العيّنة الأولى (S1)، ثم أُجري تطبيق مبرد XPF بالمشاركة مع تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم، وأخذت العيّنة الثانية (S2)، ثم أجري الإرواء باستعمال الماء المقطر، ثم جففت الأقنية، وأخيراً تم الإرواء بـ6 ملل من الكلورهيكسيدين 2%، ثم جمعت العيّنة الثالثة (S3)، وأجري الزرع الجرثومي، وحُدِّد النمو الجرثومي من خلال عدد الوحدات المشكّلة للمستعمرات (CFU). أظهرت نتائج هذا البحث وجود فروق ذات دلالة إحصائيَّة في تناقص الحمل الجرثومي بين العيّنات الثلاث؛ إذ تم التوصل إلى أنّ استعمال مبرد XPF بالمشاركة مع هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% أدّى إلى تناقص واضح وجوهري لجراثيم المكورات المعوية البرازية، كما أنّ الإرواء النهائي باستعمال محلول الكلورهيكسيدين أدّى إلى تناقص إضافي للحمل الجرثومي ((Alotaibi, 2022.

قيّمت دراسة الباحث (Arias–Moliz) وزملائه الفعالية المضادة للجراثيم لمحلول هيبوكلوريت الصوديوم لوحده، وبالمشاركة مع محلول الكلورهيكسيدين، واستعمل الماء المقطر (Distilled Water) كعيّنة شاهدة، وذلك اتجاه الأغشية الحيوية لجراثيم المكورات المعوية البرازية (E. Faecalis). تم تقييم الحجم الحيوي الإجمالي، ونسبة الخلايا الميتة للأسنان التي تم تلويثها. أظهرت نتائج هذه الدِّراسة أنّ محلول هيبوكلوريت الصوديوم أبدا نسبة أكبر بصورة جوهريَّة للخلايا الميّتة ($P<0.05$)، ولم تُلاحظ هناك فروق دالة إحصائياً للفعالية المضادة للجراثيم لمحلول الكلورهيكسيدين مقارنةً مع العيّنة الشاهدة. تناقص الحجم الحيوي الإجمالي لجراثيم المكورات المعوية البرازية جوهرياً في مجموعة هيبوكلوريت الصوديوم مقارنةً مع كل من الكلورهيكسيدين والعيّنة الشاهدة (Arias- Moliz et al., 2015).

هدفت دراسة الباحثة (Jinglei Ma) وزملائها إلى تقييم تأثير محلول هيبوكلوريت الصوديوم 5.25%، ومحلول الكلورهيكسيدين 2% على الفعالية المضادة للجراثيم اتّجاه جراثيم المكورات المعوية البرازية. حيث أجري بروتوكول التعرُّف على الجراثيم، وتلويث العيّنات كما في بروتوكول دراستنا تماماً. أظهرت نتائج هذه الدِّراسة أن محلول الكلورهيكسيدين كان أكثر فعالية في تحسين الفعالية المضادة للجراثيم اتجاه الجراثيم المكورة المعوية البرازية مقارنة بمحلول هيبوكلوريت الصوديوم في أثناء إجراءات المعالجة القنوية الجذرية الروتينية (Ma, Tong, Ling, Liu, & Wei, 2015).

هدفت دراسة الباحثة (Vianna) وزملائها إلى تقييم فعالية محلول هيبوكلوريت الصوديوم بالمشاركة مع محلول الكلورهيكسيدين اتجاه الجراثيم المكورة المعوية البرازية (E. Faecalis) مخبرياً، حيث أجريت هذه الدِّراسة على الأسنان البشرية المقلوعة حديثاً وحيدة الجذر، وتم المقارنة بين استعمال محلول هيبوكلوريت الصوديوم لوحده

وبين مشاركته مع محلول الكلورهيكسيدين. أظهرت نتائج هذه الدِّراسة أنّه تم الحصول على أقل نمو جرثومي (أي تعداد جرثومي أقل) في المجموعة التي تمت فيها المشاركة بين هيبوكلوريت الصوديوم مع الكلورهيكسيدين، ولوحظ فرق جوهري دال إحصائي في معدل التعداد الجرثومي في هذه المجموعة مقارنة بمجموعة هيبوكلوريت الصوديوم لوحده لصالح مجموعة هيبوكلوريت الصوديوم مع الكلورهيكسيدين ((Vianna & Gomes, 2009.

هدفت دراسة الباحث (Vasudev Ballal) وزملائه إلى المقارنة بين تنشيط الإرواء باستعمال مبرد (XP-endo Finisher) مقارنةً بالطريقة التقليدية في الإرواء بالإبر (Needle Irrigation)، حيث أجريت الدِّراسة على مرضى لديهم التهاب نسج حول ذروية لا عرضيّ، وبعد تحضير حفرة المدخل، أجري أخذ العيّنة الأولى (S1)، وبعدها أُجري التحضير القنوي الميكانيكيّ، وأخذت العيّنة الثانية (S2) بعد التحضير، وبعدها طُبِّق الإرواء باستعمال محلول هيبوكلوريت الصوديوم، وأجري تنشيط الإرواء باستعمال مبرد (XPF) أو بالإبرة التقليديَّة، وأخذت العيّنة الثالثة (S3). تم تحديد عدد الوحدات المُشكِّلة للمستعمرات (CFU) للجراثيم داخل القناة الجذريَّة. أظهرت نتائج هذه الدِّراسة أنّه مهما كانت الطريقة المتّبعة في تنشيط الإرواء، فإنّ التعداد الجرثومي انخفض من العيّنة الأولى إلى الثانية، ومن الثانية إلى الثالثة، كما أظهرت هذه النتائج أنّ تنشيط الإرواء باستعمال (XPF) كان مصحوباً مع تناقص واضح وجوهري في التعداد الجرثوميّ مقارنة مع الإرواء التقليدي بالإبر ( Nidambur Vasudev Ballal et al., 2020).

هدفت دراسة الباحث (Cîmpean) وزملائه إلى تقييم الفعالية المضادة للجراثيم لبروتوكولات الإرواء النهائي، ومقارنة فعاليتها في إزالة طبقة اللطاخة. أجريت هذه الدراسة على 63 سناً بشرية وحيدة الجذر لوِّثت بالجراثيم المكورة المعوية البرازية (Enterococcus Faecalis). قُسِمت الأسنان إلى ثلاثة مجموعات أساسية، وهي: الإرواء النهائي باستعمال المصل الفيزيولوجي العقيم (المجموعة الشاهدة)، ومجموعة الإرواء النهائي باستعمال هيبوكلوريت الصوديوم 5.25%، ومجموعة الإرواء النهائي باستعمال مادة (QMIX). قُيِّم الحمل الجرثومي من خلال

تقييم عدد الوحدات المُشكِّلة للمستعمرات، كما شُطِرت الأسنان طولياً وفُحِصت باستعمال المجهر الإلكتروني الماسح لتحري وجود طبقة اللطاخة. أظهرت نتائج هذه الدراسة أنّ الإرواء النهائي باستعمال هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% أظهر فعالية عالية في تقليل الحمل الجرثومي داخل الأقنية الجذرية المخموجة بالمكورات المعوية البرازية مقارنة بالمجموعات الأخرى، ولم يكن هناك فروق دالة إحصائياً بين المجموعات في إزالة طبقة اللطاخة (Cîmpean et al., 2022).

قيَّمت دراسة الباحث (Abidal) وزملائه الفعالية المضادة للجراثيم لمحلول الإرواء القنوي (QMIX) اتجاه الجراثيم المكورة المعوية البرازية (E. Faecalis)، ومقارنتها مع محلول الـEDTA 17%، ومحلول الكلورهيكسيدين غلوكونات 2%. حيث عُزِلت المكورات المعوية البرازية من الأسنان المصابة بالتهاب النسج حول الذروية. أظهرت نتائج هذه الدِّراسة أنّ مادة (QMIX) أبدت أفضل أداء بوصفها محلول الإرواء الوحيد الذي كان له القدرة على قتل جميع الخلايا الجرثومية المكورة المعوية، حيث تبيّن أنّ كان له تأثير قاتل للجراثيم بنسبة 95% لجميع الجراثيم خلال الثواني الخمسة الأولى من التعرُّض له، ثم يليه محلول الكلورهيكسيدين غلوكونات 2% ((Abidal et al., 2013.

# 2. أدوات البحث ومنهجيته

# (Materials and Methods)

## 2. أدوات البحث، ومنهجيته (Materials and Methods):

### 1.2. تصميم الدِّراسة (Study Design):

أُجريت دراسة سريريَّة مضبوطة ((Controlled Clinical Trial (CCT) على 60 سناً وحيدة الجذر والقناة، مستطبة لإجراء معالجة قنوية جذريَّة (Root Canal Treatment)، وذلك على البالغين الأصحاء المُراجعين لقسم مداواة الأسنان، في كليّة طب الأسنان، في جامعة دمشق.

كما أُجريت دراسة مخبريّة (An In Vitro Study) على 60 سناً مقلوعة حديثاً وحيدة الجذر والقناة، وأُجريت لها معالجة قنويّة جذريَّة، ثم أجري فيما بعد تلويث العيّنات بجراثيم المكورات المعوية البرازيّة.

### 2.2. مكان إجراء البحث (Study Setting):

أجريت المعالجة السريريَّة للأسنان المصابة، والمستطبة للمعالجة القنوية الجذرية، وكذلك المراحل المخبرية للمعالجة القنوية للأسنان المُحضَّرة في عيادات مداواة الأسنان التابعة لقسم مداواة الأسنان في كلية طب الأسنان، في جامعة دمشق.

كما أجري تحضير المعلق الجرثوميّ للعينات المخبريَّة والدراسة الجرثومية في المعهد التقاني في كلية الطب البشري، في جامعة دمشق.

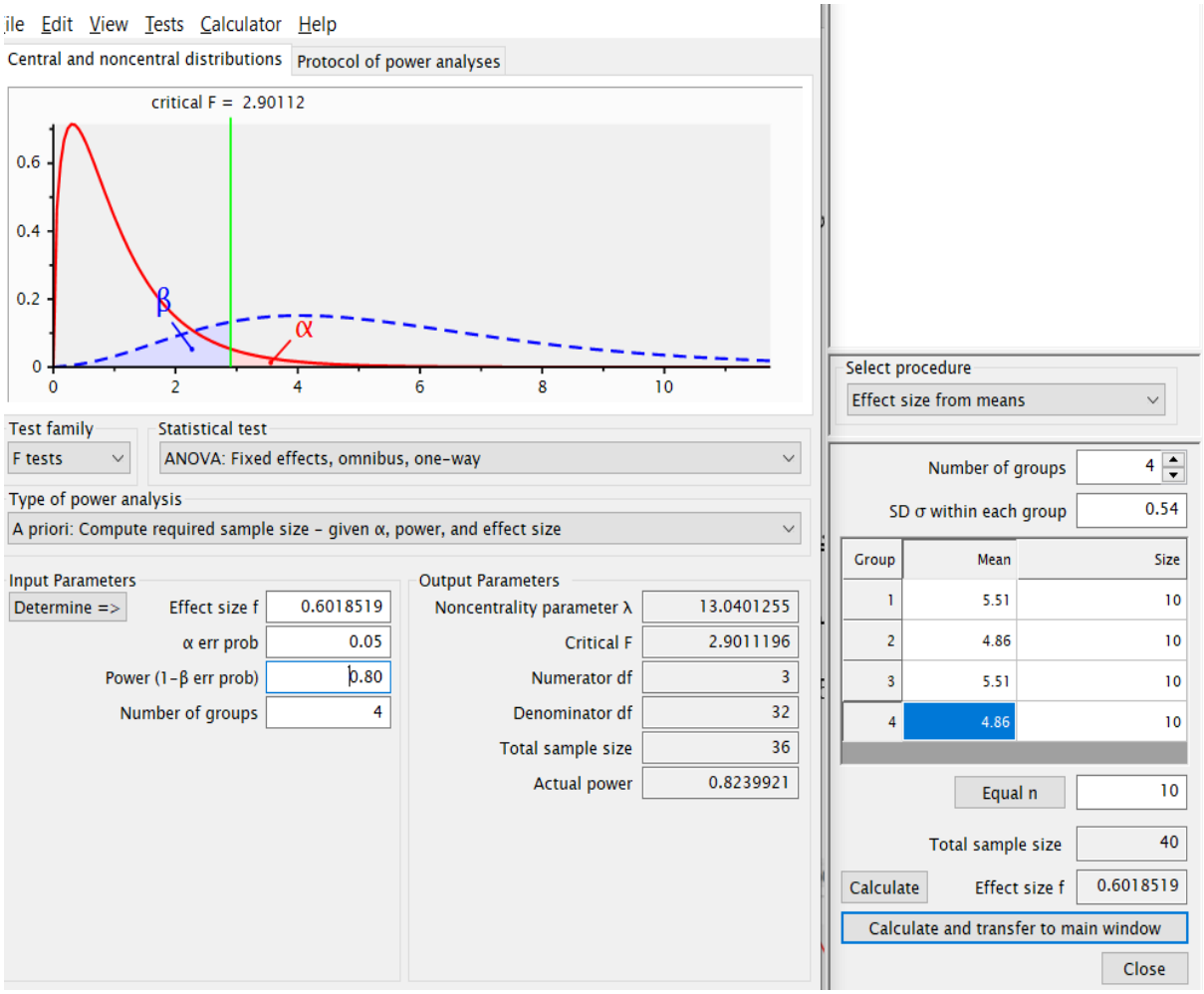
## 3.2. عيّنة البحث (Study Sample):

### 1.3.2. تقدير حجم العيّنة (Estimation of Sample Size):

أُجري تقدير حجم العيّنة بناءً على إحدى الدِّراسات السريريَّة المُشابهة ( Fath-Allah, Kamel, & Nour El Din, 2020)، حيث أجريت هذه الدِّراسة السريرية على 40 مريض، بهدف دراسة تأثير مبرد ( XP-endo Finisher) على البيئة الجرثومية داخل الأقنية الجذريَّة وذلك بعد استعمال المبارد الآلية الدوَّارة الوحيدة والمتعددة، حيث قُسِمت عيّنة البحث إلى مجموعتين متساويتين، وفقاً لنوع نظام التحضير الآلي المتّبع (نظام ProTaper، ونظام OneShape)، وقسمت كل مجموعة أساسية إلى مجموعتين فرعيتين مجموعة استعمل فيها مبرد XP-endo Finisher، ومجموعة لم يستعمل فيها هذا المبرد، وأجري الإرواء في أثناء التحضير القنوي باستعمال المصل الفيزيولوجي العقيم، وقد أخذت ثلاث عيّنات جرثومية من الأقنية الجذريّة، العيّنة الأولى أخذت قبل التحضير، والثانية بعد التحضير الميكانيكيّ، والأخيرة بعد 7 أيام من التحضير قبل الحشو، وحُسب التعداد الجرثومي في كل عيّنة، حيث بلغ متوسط تناقص التعداد الجرثوميّ بين العيّنتين الأولى والثانية كما يأتي:

- نظام (ProTaper):
  - مع استعمال مبرد (XPF): 5.51 ± 0.53.
  - دون استعمال مبرد (XPF): 4.86 ± 0.27.
- نظام (OneShape):
  - مع استعمال مبرد (XPF): 5.51 ± 0.54.
  - دون استعمال مبرد (XPF): 4.86 ± 0.27.

وبإدخال النتائج على برنامج الـ(G–power[1]) حيث اختير اختبار (F–test) ، وأدخل متوسطات التعداد الجرثومي في كل مجموعة من المجموعات الأربع واختير أعلى انحراف معياري لحساب حجم الأثر (Effect Size) والذي ظهر بقيمة 0.601، وضمن قوّة الدِّراسة 80%، ومستوى الخطأ $\alpha = 0.05$ تبيّن أنّ حجم العيّنة الأصغري الكلي هو (36) سناً كما يُظهِر الشكل الآتي:




**الشكل (22): حساب حجم العيِّنة بناءً على برنامج (G–Power).**

[1] G Power version 3.1.9.7 (Franz Faul, University of Kiel, Germany).

### 2.3.2. وصف عيّنة البحث (Characteristics of Study Sample):

#### 1.2.3.2. العيّنة السريريَّة:

زِيْدَ حجم العيّنة الكلي إلى 60 سناً وحيدة الجذر والقناة مستطبة لإجراء معالجة قنويّة جذريَّة، ووزِّعت الأسنان في عيّنة البحث بصورةٍ عشوائيَّة إلى ثلاث مجموعات متساوية (20 سناً في كل مجموعة)؛ وفقاً للبروتوكول المتّبع في الإرواء النهائي، وقد قسمت كل مجموعة أساسية إلى مجموعتين فرعيتين وفقاً لاستعمال أو عدم استعمال مبرد (XP-endo Fisher) فيها، وبالتالي فقد توزعت عيّنة البحث على ست مجموعات، وهي:

**أ- المجموعة الأولى:**

تألفت هذه المجموعة من 10 أسنان وحيدة الجذر والقناة، أجريت لها معالجة قنويّة جذريَّة، واستعمل فيها محلول هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% في الإرواء، وقد استعمل فيها مبرد (XP-endo Finisher).

**ب- المجموعة الثانية:**

تألفت هذه المجموعة من 10 أسنان وحيدة الجذر والقناة، أجريت لها معالجة قنويّة جذريَّة، واستعمل فيها محلول هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% في الإرواء، ولم يُستعمل فيها مبرد (XP-endo Finisher).

**ج- المجموعة الثالثة:**

تألفت هذه المجموعة من 10 أسنان وحيدة الجذر والقناة، أجريت لها معالجة قنويّة جذريَّة، واستعمل فيها محلول هيبوكلوريت الصوديوم 5.25%، ثم محلول الكلورهيكسيدين 2% في الإرواء، وقد استعمل فيها مبرد (XP-endo Finisher).

**د- المجموعة الرابعة:**

تألفت هذه المجموعة من 10 أسنان وحيدة الجذر والقناة، أجريت لها معالجة قنويّة جذريَّة، واستعمل فيها محلول هيبوكلوريت الصوديوم 5.25%، ثم محلول الكلورهيكسيدين 2% في الإرواء، ولم يُستعمل فيها مبرد (XP-endo Finisher).

**هـ- المجموعة الخامسة:**

تألفت هذه المجموعة من 10 أسنان وحيدة الجذر والقناة، أجريت لها معالجة قنويّة جذريَّة، واستعمل فيها محلول هيبوكلوريت الصوديوم 5.25%، مع مادة كيوميكس (QMIX) في الإرواء، وقد استعمل فيها مبرد (XP-endo Finisher).

**و- المجموعة السادسة:**

تألفت هذه المجموعة من 10 أسنان وحيدة الجذر والقناة، أجريت لها معالجة قنويّة جذريَّة، واستعمل فيها محلول هيبوكلوريت الصوديوم 5.25%، مع مادة كيوميكس (QMIX) في الإرواء، ولم يُستعمل فيها مبرد (XP-endo Finisher).

### 2.2.3.2. العيّنة المخبريَّة:

قُدِّر حجم العينة المخبريَّة؛ وفقاً لما قُدِّرت فيه العيّنة السريريَّة، بالتالي فقد بلغ حجم العيّنة المخبريّة 60 سناً مقلوعة حديثاً، وحيدة الجذر والقناة، وقد قُسِمت عيّنة البحث المخبريَّة بصورةٍ عشوائيَّة إلى ثلاث مجموعات متساوية (20 سناً في كل مجموعة)؛ وفقاً للبروتوكول المتّبع في الإرواء النهائي، كما قسمت كل مجموعة أساسية إلى مجموعتين فرعيتين وفقاً لاستعمال أو عدم استعمال مبرد (XP-endo Fisher) فيها، وبالتالي فقد توزعت عيّنة البحث المخبريَّة على ست مجموعات، وهي:

**أ- المجموعة الأولى:**

تألفت هذه المجموعة من 10 أسنان وحيدة الجذر والقناة مقلوعة حديثاً، أجريت لها معالجة قنويّة جذريَّة، واستعمل فيها محلول هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% في الإرواء، وقد استعمل فيها مبرد ( XP-endo Finisher).

**ب- المجموعة الثانية:**

تألفت هذه المجموعة من 10 أسنان وحيدة الجذر والقناة مقلوعة حديثاً، أجريت لها معالجة قنويّة جذريَّة، واستعمل فيها محلول هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% في الإرواء، ولم يُستعمل فيها مبرد ( XP-endo Finisher).

**ج- المجموعة الثالثة:**

تألفت هذه المجموعة من 10 أسنان وحيدة الجذر والقناة مقلوعة حديثاً، أجريت لها معالجة قنويّة جذريَّة، واستعمل فيها محلول هيبوكلوريت الصوديوم 5.25%، ثم محلول الكلورهيكسيدين 2% في الإرواء، وقد استعمل فيها مبرد (XP-endo Finisher).

**د- المجموعة الرابعة:**

تألفت هذه المجموعة من 10 أسنان وحيدة الجذر والقناة مقلوعة حديثاً، أجريت لها معالجة قنويّة جذريَّة، واستعمل فيها محلول هيبوكلوريت الصوديوم 5.25%، ثم محلول الكلورهيكسيدين 2% في الإرواء، ولم يُستعمل فيها مبرد (XP-endo Finisher).

**هـ- المجموعة الخامسة:**

تألفت هذه المجموعة من 10 أسنان وحيدة الجذر والقناة مقلوعة حديثاً، أجريت لها معالجة قنويّة جذريَّة، واستعمل فيها محلول هيبوكلوريت الصوديوم 5.25%، مع مادة كيوميكس (QMIX) في الإرواء، وقد استعمل فيها مبرد (XP-endo Finisher).

**و- المجموعة السادسة:**

تألفت هذه المجموعة من 10 أسنان وحيدة الجذر والقناة مقلوعة حديثاً، أجريت لها معالجة قنويّة جذريَّة، واستعمل فيها محلول هيبوكلوريت الصوديوم 5.25%، مع مادة كيوميكس (QMIX) في الإرواء، ولم يُستعمل فيها مبرد (XP-endo Finisher).

* **التوزيع العشوائيّ:** اعتمدت طريقة التوزيع العشوائي اعتماداً على الجداول الحاسوبيَّة على موقع WWW.randomization.com، حيث أُجري التوزيع العشوائي لعيّنة البحث السريريَّة والمخبريَّة، حيث أجري التوزيع العشوائي بعد الانتهاء من التحضير الميكانيكيّ.

### 3.3.2. معايير اختيار العيّنة (Selection Criteria of Sample):

❖ **العيّنة السريريَّة:**

#### 1.3.3.2. معايير تضمين أفراد العينة السريرية (Inclusion Criteria):

ضُمِّن المرضى في عيّنة البحث الذين توافرت فيهم المعايير والشروط الآتية:

1. المرضى الذين لديهم سن وحيد الجذر والقناة باستطباب معالجة لبية.
2. أن تكون المعالجة لبيّة مستطبة بسبب لب متموت (حالة عفنة).
3. وجود شفوفية شعاعية ذروية يتراوح قطرها بين 1 – 5 ملم.
4. عمر المريض بين 20 – 40 سنة.
5. غياب الألم قبل المعالجة.
6. أن يكون الدعم العظميّ للسن كافياً.

### 2.3.3.2. معايير استبعاد أفراد العيّنة السريرية (Exclusion Criteria):

استُبعِد من عيّنة البحث المرضى الذين كانت فيها المعايير الآتية:

1. المرضى الذين لديهم التهاب لب غير ردود عرضي.
2. المرضى الذين لديهم أسنان دائمة فتية ذات ذرى مفتوحة.
3. الأسنان غير القابلة للترميم.
4. الأسنان المصابة بامتصاصات داخلية أو خارجية أو انثقابات أو أي اختلاطات سابقة.
5. المرضى الذين يعانون من أي مرض جهازي.
6. المرضى الذين تناولوا أي نوع من الصادات الحيوية خلال الأشهر الثلاثة السابقة.
7. الحوامل والمرضعات.

❖ **العيّنة المخبريَّة:**

### 3.3.3.2. معايير تضمين أسنان العينة المخبرية (Inclusion Criteria):

ضُمِّنت الأسنان في عيّنة البحث التي توافرت فيها المعايير والشروط الآتية:

- أسنان وحيدة الجذر والقناة مقلوعة حديثاً.
- الأسنان متقاربة في الأطوال.
- الأسنان غير المعالجة لبياً.
- السن خالية من النخور والتصدعات.
- الأسنان مقلوعة لأسباب حول سنيَّة.
- ألا تبدي الأسنان اختلافاً أكثر من 20% عن المتوسط العام (عند قياس قطر الجذر في الاتجاه الأنسي الوحشي، والدهليزي اللساني لتوحيد المعايير بين العيّنات ما أمكن).

### 4.3.3.2. معايير استبعاد أسنان العيّنة المخبرية (Exclusion Criteria):

استُبعِدت من عيّنة البحث الأسنان التي كانت فيها المعايير الآتية:

- الأسنان وحيدة الجذر التي تضم أكثر من قناة جذرية واحدة.
- الأسنان مفتوحة الذرا.
- الأسنان ذات الجذور الملتحمة.
- السن الحاوية على الترميمات.
- الأسنان وحيدة الجذر والقناة التي تبدي شذوذات تشريحية داخل قنويّة.

## 4.2. مواد البحث (Research Materials):

### 1.4.2. المواد المستعملة في الدِّراسة السريريَّة (Materials Using in Clinical Study):

- **أدوات التخدير:**

1. محقنة.
2. رأس إبرة قياس 27 Gauge.
3. أمبولات التخدير الموضعي الحاوية على الليدوكائين 2% مع الإبينفرين 1:80.000 من شركة (Kwang Myung Pharm, Korea).

- **أدوات العمل السريريَّ:**

1. أدوات التشخيص:
   - المرآة الفموية.
   - السابر السني.
   - الملقط التشريحي.

2. مجموعة أدوات الحاجز المطاطيّ من شركة (Hufriedy, USA)، وهي (الشكل 23):

- المشبك.
- حامل المشبك.
- المثقب.
- القوس الوجهيّة.
- الرقاقة المطاطية من شركة (Sanctuary, Malesia).

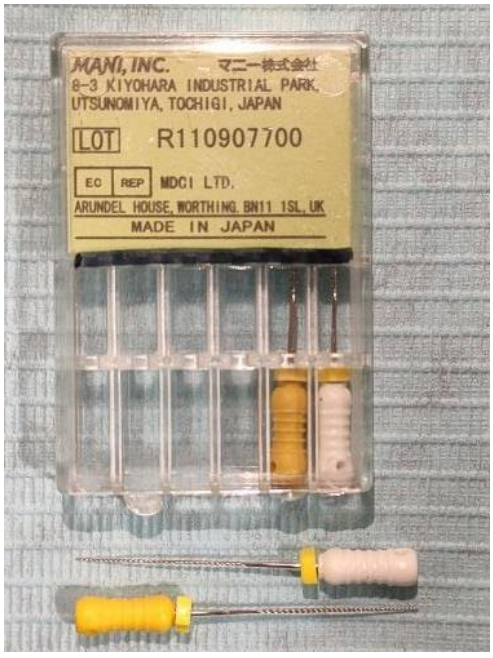
**الشكل (23): مجموعة أدوات الحاجز المطاطي.**

3. الأدوات والأجهزة المستعملة في التحضير القنويّ:

- قبضة توربين من شركة (NSK, Japan) كما في الشكل (24).
- قبضة ميكروتور بطيئة السرعة من شركة (NSK, Japan) كما في الشكل (24).
- سنابل ماسية من شركة (Jota, Switzerland) بقطر 1 ملم.
- مبارد تحضير يدويّة (K-File) قياس 15# و20# من شركة (Mani, INC, Japan) كما في الشكل (25).

- جهاز التحضير الآلي من شركة (EndoRadar, Woodpecker, Switzerland) كما في الشكل (26).
- مبارد التحضير الآلية (AF F One) من شركة (FANTA, China) كما في الشكل (27).

**الشكل (24): قبضة التوربين وقبضة الميكروتور.**




**الشكل (25): مبارد التحضير اليدوية.**

**الشكل (26): جهاز التحضير الآلي.**

**الشكل (27): مبارد التحضير الآلي.**

- جهاز تحديد الذروة الإلكتروني (EndoRadar, Woodpecker, Switzerland) كما في الشكل (28).
- سنابل غيتس–غليدن (GG) من شركة (Thomas, France).
- جهاز التصوير الشعاعي والحسّاس (Sensor) من شركة (Eighteeth, China) كما في الشكل (29).

**الشكل (28): جهاز تحديد الذروة الإلكتروني.**

**الشكل (29): جهاز التصوير الشعاعي والحسّاس.**

4. أدوات الإرواء القنوي:

- محاقن ورؤوس إرواء ذات فتحة جانبية (الشكل 30).
- محلول هيبوكلوريت الصوديوم بتركيز 5.25% (Endoleem) (الشكل 31).
- محلول الكلورهيسكيدين 2% (الشكل 32).
- محلول QMIX من شركة (DENTSPLY) (الشكل 33).

**الشكل (30): المحاقن ورؤوس الإرواء.**

**الشكل (31): محلول (هيبوكلوريت الصوديوم) المستعمل في البحث.**

**الشكل (32): محلول (الكلورهيكسيدين) المستعمل في البحث.**

**الشكل (33): محلول (QMIX) المستعمل في البحث.**

- المصل الفيزيولوجي العقيم 0.9% من كلوريد الصوديوم (الشكل 34).
- مبرد XP-endo Finisher من شركة (FKG, Switzerland) (الشكل 35).

**الشكل (34): المصل الفيزيولوجي العقيم المستعمل في البحث.**

**الشكل (35): مبرد (XPF) المستعمل في البحث.**

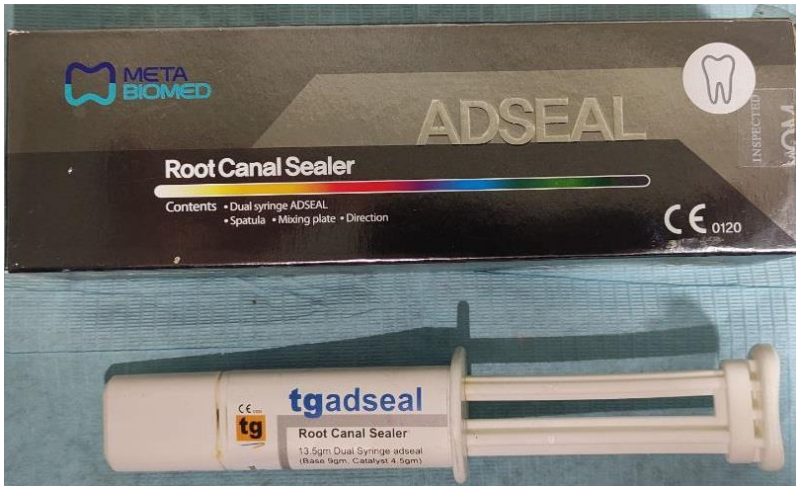
5. أدوات الحشو القنوي:

- الأقماع الورقية المستعملة في تجفيف الأقنية الجذرية من شركتي (BMC, Poland) و( Meta Biomed, Korea) كما في الشكل (36).
- أقماع الكوتابيركا المستعملة في حشو الأقنية الجذرية من شركة (Meta Biomed, Korea).
- معجون الحشو (ADSEAL) من شركة (Meta Biomed, Korea) كما في الشكل (37).

6. المواد والأجهزة المستعملة في الترميم:

- مادة الترميم المؤقت (Cavit TM, 3M ESPE, USA).
- حمض الفوسفور بتركيز 37% (Finetch, Syria) كما في الشكل (38).
- فراشي البوند.
- المادة الرابطة (Bond) لشركة (Tetric, Switzerland) كما في الشكل (38).
- مادة الترميم الدائم من الراتنج المركب (3M ESPE, USA) كما في الشكل (38).
- جهاز التصليب الضوئي من نوع (LED.H) من شركة (Eighteeth, China) كما في الشكل (39).

**الشكل (36): الأقماع الورقيّة المستعمل في البحث.**




**الشكل (37): معجون الحشو المستعمل في البحث.**

**الشكل (38): الراتنج المركب، والمادة الرابطة، والمخرِّش.**

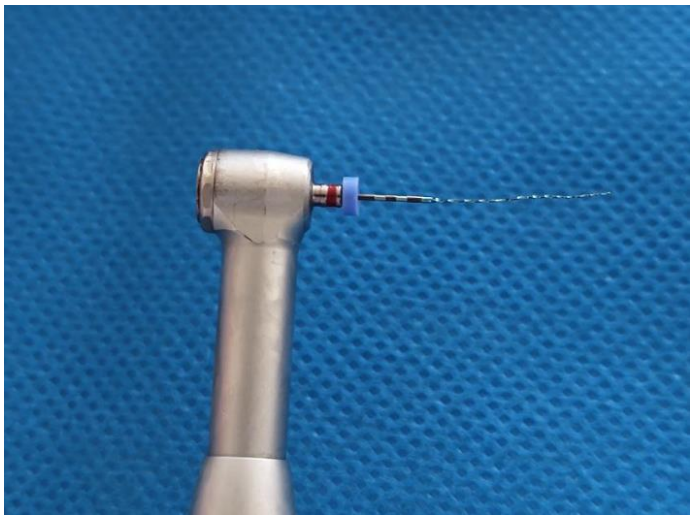
**الشكل (39): جهاز التصليب الضوئي.**

### 2.4.2. المواد المستعملة في الدِّراسة المخبريّة (Materials Using in Vitro Study):

1. الأسنان المقلوعة (الشكل (40)).
2. أداة التقليح اليدوية U15 من شركة (JK, Pakistan).
3. أقراص ماسية.
4. الأدوات المستعملة في المداواة اللبيَّة:

- مبارد يدوية (K-File) بقياس 15# و20#.
- المصل الفيزيولوجي العقيم.
- محلول هيبوكلوريت الصوديوم 5.25%.
- محلول الـ13% EDTA.
- محلول الكلورهيكسيدين 2%.
- محلول الـQMIX.
- مبرد XP-endo Finisher (الشكل (41)).
- أقماع التجفيف الورقية.
- حمض الفسفور بتركيز 37%.
- المادة الرابطة مع الفراشي.
- الراتنج المركب.
- جهاز التصليب الضوئي.

**الشكل (40): عيّنة البحث المخبريّة.**



**الشكل (41): مبرد (XP-endo Finisher) المستعمل في البحث.**

- طلاء الأظافر.
- مادة الترميم المؤقت.
- الأكريل البارد.
- أكياس تعقيم الحرارة الرطبة.
- الصاد الموصد (Autoclave) من شركة (MAMMOOTH, Italy).
- محلول الأوكزالات.
- محلول اليود اليودي.

- أحمر الفوكسين.
- الماء الأكسجيني.

### 2.4.3. المواد المستعملة في الزرع الجرثومي (Materials Using in Bacterial Culture):

- المجهر الضوئي.
- ماصة (Micropipette) وحيدة القناة من شركة (Human) الشكل (42).

**الشكل (42): ماصّة (Micropipette).**

- أنابيب إيبندورف (Eppendorfs): أنابيب مخروطية صغيرة شفافة سعتها 2 ملل الشكل (43).
- أنابيب زجاجية معقمة.
- بيشر زجاجي معقم.
- الحاضنة (Incubator) : تؤمن الدرجة اللازمة لنمو الجراثيم من شركة (Heraeus).
- أطباق البتري (Patri Dishes): وهي أطباق مدورة شفافة عقيمة عمقها قليل، قطرها 60 ملم تستخدم لصب الوسط الذي ستنمو عليه المستعمرات الجرثومية.
- الدوامة (Vortex): جهاز كهربائي يعطي حركات اهتزازية.

- غانة معدنية قابلة للتعقيم باللهب: من أجل فرش العينة على أطباق بتري عند الزرع.

**الشكل (43): أنابيب إيبندورف.**

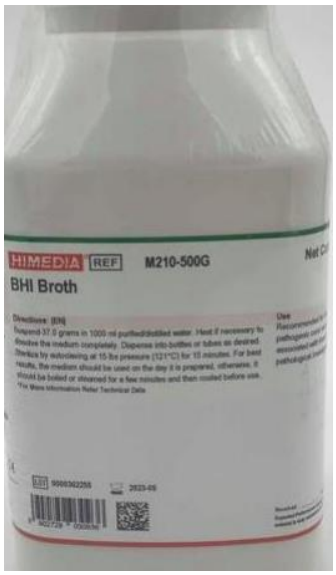
- الأوساط المغذية:

1- المرق المغذي (Brain Heart) لشركة (HIMEDIA, India): وهو يستعمل لتكاثر الجراثيم في العينات المأخوذة، حيث وزع على الأنابيب الزجاجية بحجوم مناسبة، وعقمت هذه الأنابيب بالصاد الموصد بدرجة $121^{o}$ لمدة 15 دقيقة، ثم حُضنت الأنابيب بدرجة $37^{o}$ لمدة 24 ساعة، وحفظت الأنابيب العقيمة بالبراد بدرجة $4^{o}$ لحين الاستعمال، كما في الشكل (44).

2- الآغار المغذي (Nutrient Agar) لشركة (ABTEK, England): وهو وسط مغذٍ عام، عُقِّم بالصاد الموصد بدرجة $121^{o}$ لمدة 15 دقيقة، ثم وزِّع على أطباق البتري العقيمة عندما وصلت درجة حرارته إلى $55-60^{o}$، وبعد تجمد الآغار وضعت الأطباق في الحاضنة بدرجة $37^{o}$ لمدة 24 ساعة، ثم جمعت الأطباق العقيمة بأكياس محكمة الإغلاق للحفاظ على رطوبتها، وحفظت بالبراد بدرجة $4^{o}$ لحين الاستعمال.

3- الآغار الدموي (Blood Agar) لشركة (ABTEK, England): وهو وسط مغذٍ عام، استعمل لتمييز قدرة الجراثيم على حل كريات الدم (5% منه كريات دم حمراء)، عُقِّم بالصاد الموصد بدرجة $121^{o}$ لمدة

15 دقيقة، أضيف 5% دم بشري مأخوذ على أنبوب حاوٍ السيترات كمضاد تخثر والمعطي سلبي O عندما وصلت درجة حرارته إلى $47^{o}$، وبعد تجمد الآغار وضعت الأطباق في الحاضنة بدرجة $37^{o}$ لمدة 24 ساعة، ثم جمعت الأطباق العقيمة بأكياس محكمة الإغلاق للحفاظ على رطوبتها، وحفظت بالبراد بدرجة $4^{o}$ لحين الاستعمال، كما في الشكل (45).




**الشكل (44): المرق المغذي.**

**الشكل (45): وسط الآغار الدموي.**

4- أغار (Bile Esculin) من شركة (Sifin, Germany): هو وسط انتقائي للمكورات المعوية البرازية، يتكون من:

- 17g/l من Casein Peptone.
- 3 g/l من Peptone.
- 5 g/l من Yeast Extract.
- 10 g/l من Oxide-desiccated.
- 5 g/l من Sodium Chloride.
- 1 g/l من Esculin.
- 0.5 g/l من Ammonium Iron.
- 0.15 g/l من Sodium Azide.

عُقِّم بالصاد الموصد بدرجة $121^{o}$ لمدة 15 دقيقة، ثم وزِّع على أطباق البتري العقيمة عندما وصلت درجة حرارته إلى $55-60^{o}$، وبعد تجمد الآغار وضعت الأطباق في الحاضنة بدرجة $37^{o}$ لمدة 24 ساعة، ثم جمعت الأطباق العقيمة بأكياس محكمة الإغلاق للحفاظ على رطوبتها، وحفظت بالبراد بدرجة $4^{o}$ لحين الاستعمال.

4- آغار موللر هينتون (Muller Hinton Agar): يحوي خلاصة لحم البقر مع مواد بروتينية ونشوية أخرى تعطي الوسط القدرة المنمية الجيدة، عُقِّم بالصاد الموصد بدرجة $121^{o}$ لمدة 15 دقيقة، ثم وزِّع على أطباق البتري العقيمة.

## 5.2. منهجيّة البحث (Research Method):

### 1.5.2. منهجيّة العمل السريريّ (Clinical Procedure Method):

أُجريت الدِّراسة السريريّة على عيّنة البحث؛ وفقاً للمراحل الآتية:

- **المرحلة قبل العلاجيّة:**

1. قُبول المرضى المراجعين لعيادات الدراسات العليا في قسم مداواة الأسنان، في كليّة طب الأسنان، في جامعة دمشق باستطباب معالجة لبية عفنة لسن وحيد الجذر والقناة.
2. أخذ التاريخ الطبي، والسني للمريض، وأُجري الفحص السريري.
3. أُخِذ رقم السن، ونوعها، وجهتها لتكون مطابقة لشروط التضمين المذكورة في العيّنة.
4. أخذت صورة شعاعية تشخيصيَّة (الشكل 46) لتقييم السن قبل المعالجة والتأكد من مطابقته لمعايير التضمين.
5. بعد جمع المعلومات السريرية والشعاعية السابقة، يتم تضمين المرضى ضمن عيّنة البحث، وتؤخذ منهم الموافقة المستنيرة Informed Consent للمشاركة في البحث.

سُجلت المعلومات السريرية التشخيصيَّة والموافقة المستنيرة في بطاقات المرضى الموضحة في الملحق رقم (1) و(2).

**الشكل (46): صورة تشخيصية قبل المعالجة.**

- **المرحلة العلاجيَّة:**

1. أُجري تطهير الفم باستعمال محلول الكلورهيكسيدين غلوكونات 0.12% لتطهير الفم قبل العلاج، ثم عُزلت منطقة العمل، والمريض باستخدام الشانات العقيمة.
2. أُجري تخدير منطقة العمل موضعياً في المنطقتين الدهليزيّة واللسانية.
3. عُزِلت السن المُعالجة باستعمال الحاجز المطاطي.
4. تنظيف ساحة العمل وسطح السن بالماء الأوكسجيني 30% ومن ثم تطهيرها باليود 10% لمدة دقيقة.
5. تجريف النخر والبدء بتحضير مدخل الحجرة اللبية المناسب ومن ثم اعادة تطهير ساحة العمل.
6. سبر القناة الجذريَّة باستعمال المبارد اليدوية (الشكل 47).
7. تحديد الطول العامل باستعمال مُحدِّد الذروة الإلكتروني.
8. ملء القناة بمحلول السالين ثم اجراء برد محيطي باستخدام مبرد هيدستروم بحركات إدخال وإخراج على كامل الطول العامل بهدف إدخال المحلول ضمن القناة، ثم نقلت البرادة العاجية العالقة على المبرد الى أنبوب ابندروف الحاوي على محلول السالين العقيم الذي يحتوي كلوريد الصوديوم 0.9% كوسط ناقل للعينة الجرثومية.

9. أدخل القمع الورقي المناسب الى أبعد ما يمكنه الوصول إليه وترك في القناة لمدة دقيقة واحدة. كررت هذه العملية باستخدام قمعين إضافيين لامتصاص أكبر كمية ممكنة من المحتويات القنوية وسميت هذه العينة بالعينة الأولية (S1).

10. التحضير الميكانيكي: حضرت القناة ميكانيكيا بنظام التحضير الآلي (AF F ONE) المؤلف من مبرد واحد بقياس (25/0.6) الذي يعمل بحركة دورانية بسرعة 500 دورة/دقيقة كما في الشكل (48). المتزامن مع الإرواء بمحلول المصل الفيزيولوجي العقيم.

**الشكل (47): سبر القناة الجذريَّة.**

**الشكل (48): التحضير الميكانيكيّ.**

11.أخذت العينة من القناة الجذرية لإجراء الزرع الجرثومي بعد التحضير الميكانيكي بنفس الطريقة سابقة الذكر ( برد محيطي بواسطة مبرد هيدستروم وثلاث أقماع ورقية مناسبة) وسميت هذه العينة (S2).

12.تم بعدها العمل وفقاً لكل مجموعة من مجموعات البحث كما يلي:

❖ العمل في المجموعة الأولى:

- تم تطبيق 3 مل من محلول هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% الشكل (49)، وتفعيل الارواء باستخدام مبرد (XP-endo Finisher) لمدة 30 ثانية، الشكل (50).
- تم ارواء القناة ب 4 مل من محلول Sodium thiosulfate بتركيز 5% لتعديل تركيز هيبوكلوريت الصوديوم ، ثم تم غسل القناة ب 10 مل من الماء المقطر لازالة آثار سائل الارواء وملء القناة بمحلول السالين لأخذ العينة الجرثومية بعد تطبيق بروتوكول الإرواء بنفس الطريقة سابقة الذكر ( برد محيطي بواسطة مبرد H-file وثلاث أقماع ورقية مناسبة) وسميت هذه العينة (S3).

**الشكل (49): الإرواء بمحلول هيبوكلوريت الصوديوم**

**الشكل (50): تفعيل الإرواء باستخدام مبرد (XPF)**

- العمل في المجموعة الثانية:
  - تم تطبيق 3 مل من هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% لمدة 30 ثانية.
  - تم ارواء القناة ب 4 مل من محلول Sodium thiosulfate بتركيز 5% لتعديل تركيز هيبوكلوريت الصوديوم ، ثم تم غسل القناة ب 10 مل من الماء المقطر لازالة آثار سائل الارواء وملء القناة بمحلول السالين لأخذ العينة الجرثومية بعد تطبيق بروتوكول الإرواء (S3).
- العمل في المجموعة الثالثة:
  - تم تطبيق 3 مل من محلول هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% وتفعيل الارواء باستخدام مبرد (XP-endo Finisher) لمدة 30 ثانية.
  - تم ارواء القناة ب 4 مل من محلول Sodium thiosulfate بتركيز 5% لتعديل تركيز هيبوكلوريت الصوديوم ، ثم تم غسل القناة ب 10 مل من الماء المقطر لازالة آثار سائل الارواء.

- تم تطبيق 2 مل من الكلورهيكسيدين 2% وتفعيل الارواء باستخدام مبرد (XP-endo Finisher) لمدة دقيقة.
- تم غسل القناة ب 10 مل من الماء المقطر لازالة آثار سائل الارواء وملء القناة بمحلول السالين لأخذ العينة الجرثومية بعد تطبيق بروتوكول الإرواء (S3).

❖ العمل في المجموعة الرابعة:

- تم تطبيق 3 ملل من هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% لمدة 30 ثانية.
- تم ارواء القناة ب 4 مل من محلول Sodium thiosulfate بتركيز 5% لتعديل تركيز هيبوكلوريت الصوديوم ، ثم تم غسل القناة ب 10 مل من الماء المقطر لازالة آثار سائل الارواء.
- تم تطبيق 2 مل من الكلورهيكسيدين 2% لمدة دقيقة.
- تم غسل القناة ب 10 مل من الماء المقطر لازالة آثار سائل الارواء وملء القناة بمحلول السالين لأخذ العينة الجرثومية بعد تطبيق بروتوكول الإرواء (S3).

❖ العمل في المجموعة الخامسة:

- تم تطبيق 3 مل من محلول هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% وتفعيل الارواء باستخدام مبرد (XP-endo Finisher) لمدة 30 ثانية.
- تم ارواء القناة ب 4 مل من محلول Sodium thiosulfate بتركيز 5% لتعديل تركيز هيبوكلوريت الصوديوم ، ثم تم غسل القناة ب 10 مل من الماء المقطر لازالة آثار سائل الارواء.
- تم تطبيق 2 ملل من محلول QMIX وتفعيل الارواء باستخدام مبرد (XP-endo Finisher) لمدة دقيقة.
- تم غسل القناة ب 10 مل من الماء المقطر لازالة آثار سائل الارواء وملء القناة بمحلول السالين لأخذ العينة الجرثومية بعد تطبيق بروتوكول الإرواء (S3).

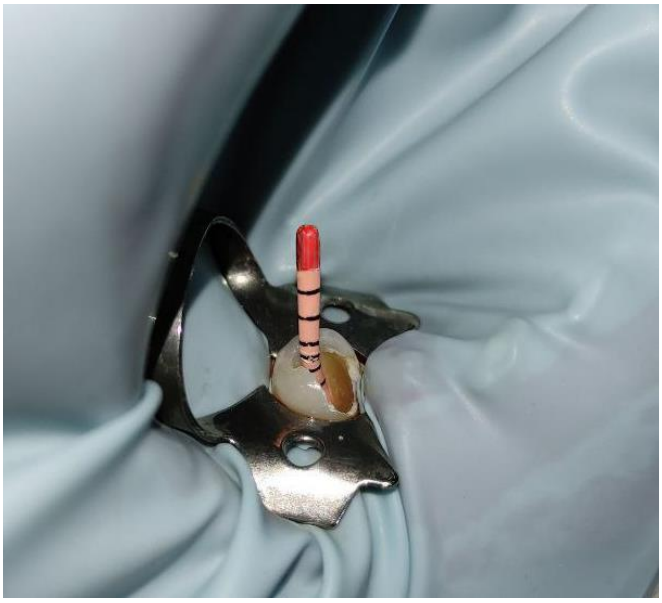
❖ العمل في المجموعة السادسة:

- تم تطبيق 3مل من محلول هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% لمدة 30 ثانية.
- تم ارواء القناة ب 4 مل من محلول Sodium thiosulfate بتركيز 5% لتعديل تركيز هيبوكلوريت الصوديوم ، ثم تم غسل القناة ب 10 مل من الماء المقطر لازالة آثار سائل الارواء.
- تم تطبيق 2 مل من محلول QMIX لمدة دقيقة.
- تم غسل القناة ب 10 مل من الماء المقطر لازالة آثار سائل الارواء وملء القناة بمحلول السالين لأخذ العينة الجرثومية بعد تطبيق بروتوكول الإرواء (S3).

13.بعدها تم تطبيق ضماد ماءات الكالسيوم وضعت مادة الترميم المؤقت فوق السن لمدة أسبوع.

14.بعد أسبوع من المعالجة تم إجراء الحشو القنوي بعد تجربة القمع (الشكلين 51، 52) ومن ثم تم إجراء صورة شعاعية بعد الحشو (الشكل 53)، ثم ترميم السن بصورة نهائية.

**الشكل (51): تجربة القمع.**



**الشكل (52): الحشو القنوي.**

**الشكل (53): صورة شعاعية توضّح الحشو القنوي.**

### 2.5.2. منهجيّة العمل المخبريّ (An In Vitro Procedure Method):

أجريت الدِّراسة المخبريّة في عيّنة البحث؛ وفقاً للمراحل الآتية:

1. أُجري التأكد من السن المقلوعة لتكون محققة لمعايير تضمين الدراسة المخبريَّة.
2. أجريت صورة شعاعية للسن؛ لمعرفة التشريح القنوي.

3. أُجري تنضير سطوح الجذور باستعمال أداة التقليح اليدوية (U15)؛ بهدف إزالة البقايا الرباطية والنسيجيَّة فوق سطح الجذور.
4. غُمرت بعدها الأسنان بمحلول هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% لمدة ساعة، ثم غُمرت في المصل الفيزيولوجي العقيم حتى التحضير.
5. بعدها أُجري قص التيجان باستعمال أقراص ماسيّة؛ بهدف توحيد طول جذور الأسنان حتى 17 ملم (الشكل 54).

**الشكل (54): قص تيجان الأسنان، وتوحيد الطول العامل.**

6. أجري بعدها توسيع الأقنية الجذريَّة باستعمال مبارد (K-File) قياس 15#، و20# مع الإرواء بالمصل الفيزيولوجي العقيم حتى تصبح ذروة الأداة مرئية عند الثقبة الذرويَّة؛ وذلك لضبط الطول العامل أثناء التحضير الميكانيكيّ .

7. بعد انتهاء التحضير، تم إرواء الأقنية الجذرية بمحلول هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% بالتناوب مع محلول EDTA 13%؛ وذلك لإزالة طبقة اللطاخة المتشكلة على جدران الأقنية في أثناء التحضير، بحيث يكون مجمل زمن الإرواء لكل عيّنة 10 دقائق.
8. أُجري فيما بعد تجفيف الجذور، وتطبيق التخريش بحمض الفوسفور 37%، ثم تطبيق البوند والتصليب لمدة 20 ثانية، ثم تطبيق الكمبوزيت لختم ذروة جذور الأسنان (الشكل 55).
9. ثم تمّ طلي الجذور لطبقتين من طلاء الأظافر؛ لمنع التسرب الجرثوميّ.
10. ثم وضعت كرية قطنيّة فوق فوهة كل جذر، ثم خُتمت بترميم مؤقت.

**الشكل (55): العينة بعد ختم الذروة.**

11. وضعت بعدها الجذور ضمن قوالب من الأكريل الشكل (56).

**الشكل (56): العينة بعد وضعها في الأكريل.**

12.بعد اكتمال تصلب الأكريل، أُزيل الترميم المؤقت والكرية القطنيَّة، ثم أدخلت العيّنات إفرادياً إلى أكياس التعقيم الخاصة بالتعقيم بالحرارة الرطبة، وأُجري تعقيمها لمدة 15 دقيقة بدرجة $121^{o}$ (الشكل (57)).

**الشكل (57): العيّنة المخبريّة بعد التعقيم.**

13.بعد الانتهاء من التعقيم، أخذت 5 عيّنات عشوائياً من مجمل العيّنة، وأخذت مسحات جرثومية منها؛ بهدف التأكد من عقامة العيّنات، والتأكد من أنّ زرعها سلبيّ.

14.ثم أُجري تحضير المعلَّق الجرثومي كما الآتي:

- ✓ عُزِلت جراثيم المكورات المعوية البرازية سريرياً حيث أخذت عينات من أقنية جذرية مصابة بخراجات مزمنة وأدخل قمعان ورقيان كل على حدى لمدة 60 ثانية لكل قمع، ثم وضعت هذه الأقماع في أنبوب يحتوي على مرق مغذي (Brain Heart) ثم وضع المرق المغذي مباشرة في الحاضنة لمدة 24 ساعة بوسط هوائي وبدرجة حرارة 37 c.
- ✓ أجريت اختبارات التعرُّف الجرثومي (Bacterial Identification) كما يأتي:

- **تلوين الغرام (Gram Staining):** أخذ عدد من المستعمرات الجرثومية، ولونت بطريقة غرام وفق التعليمات المرافقة:

1. حُضِّرت لطاخة من الجراثيم على صفيحة زجاجية.
2. ثم ثبتت بتمرير الصفيحة فوق اللهب.
3. ثم غمرت الصفيحة بالأوكزالات البنفسجية المتبلورة لمدة دقيقة.
4. ثم غسلت بعدها الصفيحة تحت الماء الجاري لإزالة الزائد من المحلول.
5. ثم غمرت الصفيحة بمحلول اليود اليودي لمدة دقيقة لتثبيت اللون.
6. ثم غسلت الصفيحة تحت الماء الجاري لإزالة الزائد من المحلول.
7. أضيف بعدها محلول أحمر الفوكسين الممدد لمدة دقيقة.
8. ثم غسلت الصفيحة، وانتظر حتى جفت اللطاخة.
9. فحصت اللطاخة بالمجهر الضوئي باستعمال العدسة الغاطسة بعد إضافة قطر من زيت الأرز لتمييز نوعية الجراثيم (سلبية أو إيجابية الغرام)، وأخذت فقط الجراثيم مكورة الشكل إيجابية الغرام، واختبرت فيما إذا كانت المعوية البرازية باختبار الكاتلاز:

- **اختبار الكاتلاز (Catalase Test):** يستعمل هذا الاختبار للكشف عن الجراثيم التي تُنتج إنزيم الكاتلاز، فهو يميّز بين العنقوديات إيجابية الكاتلاز والعقديات سلبية الكاتلاز كما يأتي:

1. وضعت قطرة من الماء الأكسجيني على صفيحة زجاجيَّة.
2. ثم أضيفت مستعمرة جرثومية بواسطة قضيب زجاجي.
3. ويُفكِّك هذا الإنزيم في حال وجوده الماء الأكسجيني إلى ماء وأكسجين ينطلق بشكل فقاعات.

يجب أن تكون المستعمرات المأخوذة بعمر من 18 – 24 ساعة لأن قدرة الجرثوم على اصطناع الإنزيم تقل مع الزمن، وبالتالي فإنّ هذا يمكن أن يعطي نتائج سلبية كاذبة.

– خضعت المكورات إيجابية الغرام إلى اختبار الكاتلاز كما يأتي:

1. في حال كان هذا الاختبار إيجابي فهذا يدل على أنّ الجراثيم مكورات عنقودية Staphylococcus SPP.
2. في حال كان هذا الاختبار سلبيّ فهذا يدل على إمّا جراثيم مكورات عقدية Streptococcus SPP أو مكورات داخلية (Enterococcus SPP)، وللتحقق أي الجراثيم هي، أجري النمو على وسط ( Bile Esculin)، ثم أجريت الاختبارات الآتية:
   - ✓ اختبار حلمهة الأرجنين: سلبي فهذا يدل على Streptococcus group D، أو إيجابي فيدل على المكورات المعوية البرازية (E.Faecalis).
   - ✓ اختبار PYR: سلبي فهذا يدل على Streptococcus group D، أو إيجابي فيدل على المكورات المعوية البرازية (E.Faecalis).
   - ✓ اختبار تحمُّل الملوحة 6.5% (NaCl): سلبي فهذا يدل على Streptococcus group D، أو إيجابي فيدل على المكورات المعوية البرازية (E.Faecalis).

- **النمو على الآغار الدموي (Blood Agra):**

يُعَدُّ الآغار الدمويّ وسطاً مغذياً، يُستعمل لتمييز قدرة الجرثوم على حل الكريات الحمر التي تشكِّل 5% من تركيبه. يمكن أن تسبِّب بعض الجراثيم انحلالاً دموياً جزئياً يتميّز بلون أخضر حول المستعمرات فتسمى الحالة

للدم ألفا، أو تسبِّب انحلالاً دموياً كاملاً يتميز بزوال كامل الدم من محيط المستعمرات الجرثوميّة فتسمّى الحالّة للدم بيتا؛ في حين أنّ الجراثيم غير القادرة على حل الدم تسمى الحالّة للدم غاما.

- **النمو على آغار الإسكولين (Bile Esculin Agar):**

نُقِلت العيّنات التي وافقت الاختبارات السابقة إلى آغار الإسكولين، وهو وسط مناعي للمكورات المعوية البرازية والمكورات العقدية المجموعة D. حُضِنت العيّنات بوسطٍ هوائيّ بدرجة حرارة $37^{o}$ لمدة 24 ساعة، ثم قورنت النتائج، وأبدت العيّنات الإيجابية نمواً بشكل مستعمرات دائرية مع تلون الوسط باللون البني المسود الناتج عن حلمهة الجراثيم للأملاح الصفراوية الموجودة في الوسط التي تؤدي إلى تشكيل الغلوكوز ومركب يدعى (Esculetin) يتفاعل مع شوارد الحديد التي مصدرها سيترات الحديد المشكلة لجزءً من المكونات اللاعضوية للوسط، لتشكل بالنهاية معقداً أسوداً منتشر.

- **حلمهة الأرجينين (Arginine Hydrolysis):**

استعمل هذا الاختبار للتشخيص التفريقي بين المعوية البرازية التي يكون فيها هذا الاختبار إيجابي، والعقديات من المجموعة D التي يكون فيها هذا الاختبار سلبيّ. تحوي بعض الجراثيم إنزيم لحلمهة الأرجينين يؤدي إلى تغيُّرات في (PH) الوسط، وتسبِّب تغيرات لونية فيه. أجري العمل على معلق جرثومي في وسط مرق (Todd Hewitt) عمره 24 ساعة كما يأتي:

1. يُضاف 1 – 2 نقطة أو نقطتان من المعلق الجرثومي إلى أنبوب مرق ( Moeller's Decarboxylase) الحاوي على الأرجينين.
2. يُغطى مباشرةً بـ1–2 ملل من زيت البارافين.
3. يُحضن الوسط بدرجة $35^{o}$ لمدة 7 أيّام.

في حال تحوَّل لون المرق إلى الأرجواني الغامق قليلاً يدل ذلك على تفاعل قلوي حيث يتحرّر $NH_3$ فتكون النتيجة إيجابيّة، وفي حال تحوَّل إلى الأصفر أو لم يتغير لونه فهو يدل على نتيجة سلبية.

- **اختبار تحمُّل الملوحة (Salt Tolerance Test):**

استعمل هذا الاختبار للتمييز بين المكورات المعوية والمكورات العقدية المجموعة D، إذ تستطيع المكورات المعوية النمو بهذا الوسط في حين تموت العقديات المجموعة D. أخذت مستعمرتان أو ثلاث مستعمرات فتية، وأضيفت لأنبوب المرق المغذي الحاوي على 6.5% من كلوريد الصوديوم، ثم حضنت بوسط هوائيّ لمدة 24 ساعة بدرجة حرارة $37^{o}$، والعينات التي لم تبدو نمواً استمرّ حضنها مدة 48 ساعة إضافية، وعُدّت النتيجة إيجابية في حال ظهور عكر في المرق المغذي.

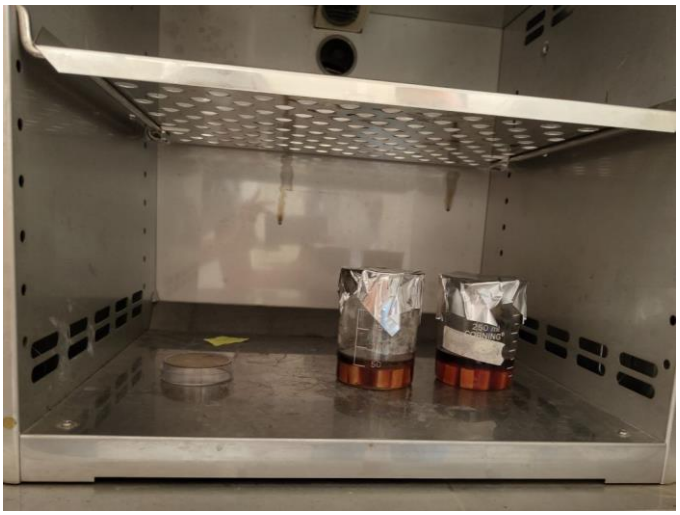
- ✓ تم بعدها إجراء زروع فردية من هذه الجراثيم، وزرعت على أطباق البتري الحاوية على آغار موللر هينتون، ثم حُضِنت لمدة 24 ساعة بدرجة حرارة $37^{o}$؛ بهدف الحصول على جراثيم طازجة.
- ✓ ثم حُضِّر المعلق الجرثومي المستعمل في البحث من هذه الجراثيم، بحيث تكون كثافة المعلق الجرثومي $10^{8}$ الوحدات المشكلة للمستعمرات (CFU/مل باستعمال جدول (McFarland) (الشكل (58) )

**الشكل (58): المعلق الجرثومي الناتج.**

15.فيما بعد تمّ إجراء تلويث العيّنات (الشكل 59) كما الآتي:

- ✓ حُقِنت كل قناة من الأقنية الجذرية المُحضَّرة بـ50 ميكروناً من المعلق الجرثومي المُحضَّر سابقاً باستعمال ماصة (Micropipette).
- ✓ وزعت العينة ضمن بيشرين معقمين وغمرت جميعها بالمرق المغذي برين–هارت "BHI" المعقم بعد إضافة كمية من معلق جراثيم المكورات المعوية البرازية ضمن المرق ، ثم غلف كل من البيشرين بورق القصدير، ووضعت في الحاضنة ضمن وسط هوائي بدرجة حرارة 37 درجة مئوية لمدة أسبوع.الشكل (60)

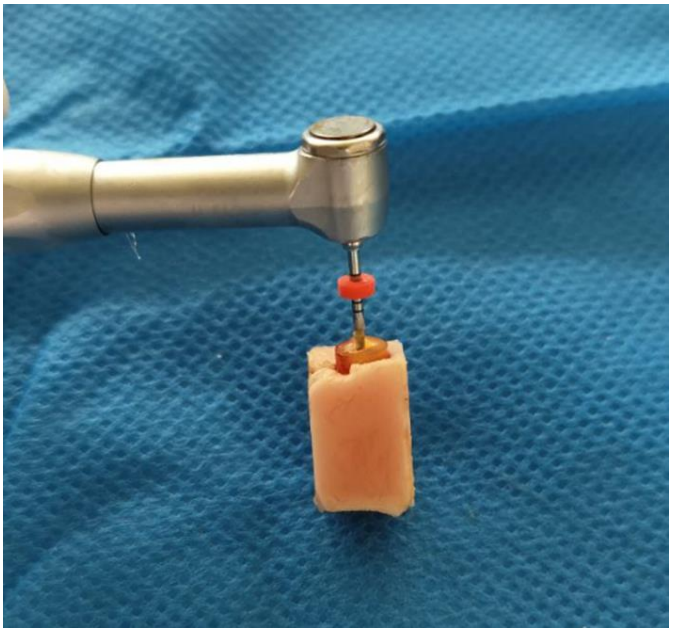
**الشكل (59): تلويث العيّنة.**



**الشكل (60): العيّنة المخبريّة داخل الحاضنة.**

16.بعدها جُهزت طاولة العمل المخبري (الشكل61)، وأجري التحضير الميكانيكي لجميع أسنان العينة باستخدام نظام التحضير الآلي (AF F ONE) مع الإرواء بالمصل الفزيولوجي (الشكل 62 ) وقُسِمت العيّنات عشوائياً كما في الدراسة السريرية إلى 6 مجموعاتً بحسب بروتوكول الإرواء النهائي المستخدم.

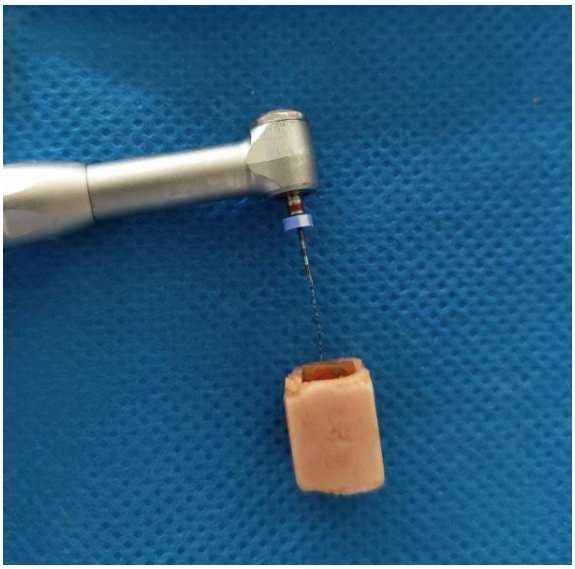
**الشكل (61): طاولة العمل المخبري.**



**الشكل (62): التحضير الميكانيكي للقناة بمبرد (AF F ONE)**

❖ **العمل في المجموعة الأولى:**

- تم تطبيق 3 مل من محلول هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ، وتفعيل الارواء باستخدام مبرد (XP-endo Finisher) لمدة 30 ثانية، الشكل (63)
- تم ارواء القناة ب 4 مل من محلول Sodium thiosulfate بتركيز 5% لتعديل تركيز هيبوكلوريت الصوديوم ، ثم تم غسل القناة ب 10 مل من الماء المقطر لازالة آثار سائل الارواء .



**الشكل (63): تطبيق مبرد (XPF).**

❖ **العمل في المجموعة الثانية:**

- تم تطبيق 3 مل من هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% لمدة 30 ثانية.
- تم ارواء القناة ب 4 مل من محلول Sodium thiosulfate بتركيز 5% لتعديل تركيز هيبوكلوريت الصوديوم ، ثم تم غسل القناة ب 10 مل من الماء المقطر لازالة آثار سائل الارواء .

❖ **العمل في المجموعة الثالثة:**

- تم تطبيق 3 مل من محلول هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% وتفعيل الارواء باستخدام مبرد (XP-endo Finisher) لمدة 30 ثانية.

- تم ارواء القناة ب 4 مل من محلول Sodium thiosulfate بتركيز 5% لتعديل تركيز هيبوكلوريت الصوديوم ، ثم تم غسل القناة ب 10 مل من الماء المقطر لازالة آثار سائل الارواء.
- تم تطبيق 2 مل من الكلورهيكسيدين 2% وتفعيل الارواء باستخدام مبرد (XP-endo Finisher) لمدة دقيقة.
- تم غسل القناة ب 10 مل من الماء المقطر لازالة آثار سائل الارواء .

❖ **العمل في المجموعة الرابعة:**

- تم تطبيق 3 ملل من هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% لمدة 30 ثانية.
- تم ارواء القناة ب 4 مل من محلول Sodium thiosulfate بتركيز 5% لتعديل تركيز هيبوكلوريت الصوديوم ، ثم تم غسل القناة ب 10 مل من الماء المقطر لازالة آثار سائل الارواء.
- تم تطبيق 2 مل من الكلورهيكسيدين 2% لمدة دقيقة.
- تم غسل القناة ب 10 مل من الماء المقطر لازالة آثار سائل الارواء.

❖ **العمل في المجموعة الخامسة:**

- تم تطبيق 3 مل من محلول هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% وتفعيل الارواء باستخدام مبرد (XP-endo Finisher) لمدة 30 ثانية.
- تم ارواء القناة ب 4 مل من محلول Sodium thiosulfate بتركيز 5% لتعديل تركيز هيبوكلوريت الصوديوم ، ثم تم غسل القناة ب 10 مل من الماء المقطر لازالة آثار سائل الارواء.
- تم تطبيق 2 ملل من محلول QMIX وتفعيل الارواء باستخدام مبرد (XP-endo Finisher) لمدة دقيقة.
- تم غسل القناة ب 10 مل من الماء المقطر لازالة آثار سائل الارواء .

❖ **العمل في المجموعة السادسة:**

- تم تطبيق 3مل من محلول هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% لمدة 30 ثانية.
- تم ارواء القناة ب 4 مل من محلول Sodium thiosulfate بتركيز 5% لتعديل تركيز هيبوكلوريت الصوديوم ، ثم تم غسل القناة ب 10 مل من الماء المقطر لازالة آثار سائل الارواء.
- تم تطبيق 2 مل من محلول QMIX لمدة دقيقة.

- تم غسل القناة ب 10 مل من الماء المقطر لازالة آثار سائل الارواء.

**تم أخذ العينات الجرثومية من الأسنان كما في الدراسة السريرية في الأزمنة التالية:**

1. العيّنة الأولى (S1): قبل التحضير، أخذت العيّنة الأولية من القناة الجذريَّة بعد سبرها بمبرد #20 لتكون بمثابة الأساس المعياري، وذلك من خلال ملء القناة بمحلول السالين ووضع قمع ورقي قياس #20 في القناة ليصل إلى ما قبل الثقبة الذروية بـ1 ملم، وتركه في القناة لمدة دقيقة (الشكل 64). تم تكرار هذه العملية مع قمعين ورقيين إضافيين.

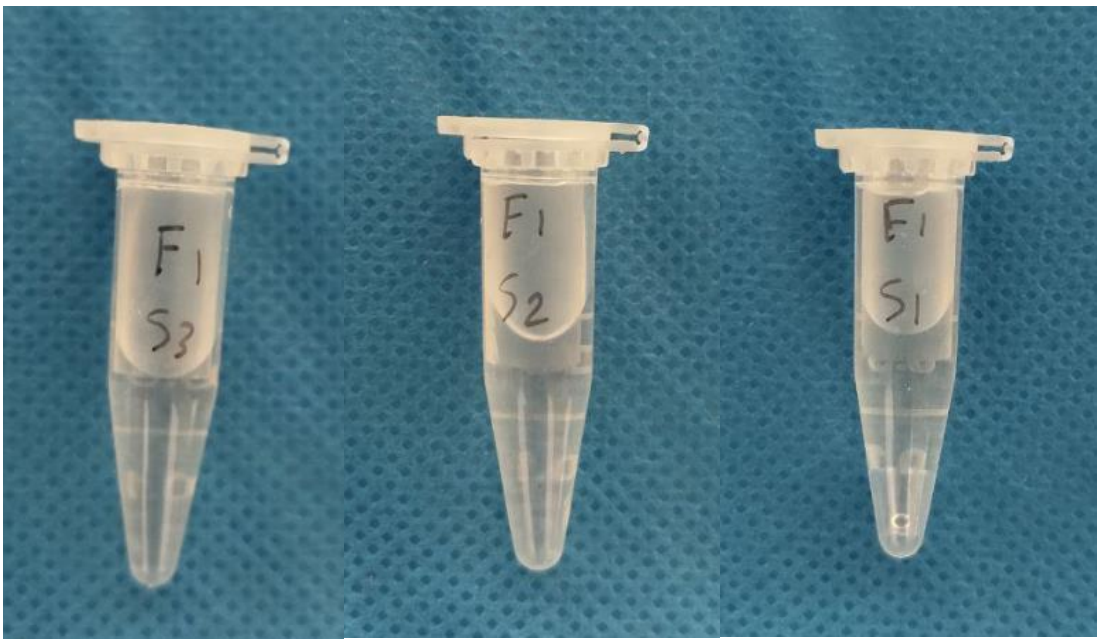
**الشكل (64): أخذ العيّنة (S1).**

2. العيّنة الثانية (S2): أخذت العيّنة الثانية بعد التحضير الميكانيكيّ بنظام التحضير الآلي (AF F ONE)، وذلك باستعمال قمع ورقي عقيم قياس #25، وتركه في القناة لمدة 60 ثانية بعد ملئها بمحلول السالين. أيضاً كررت هذه العملية باستخدام قمعين ورقيين اضافيين.

3. العيّنة الثالثة (S3): أخذت العيّنة الثالثة بعد الإرواء في كل مجموعة من مجموعات البحث بنفس الطريقة التي أخذت بها العينة (S2) (الشكل 65).

**الشكل (65): أخذ العيّنة (S3).**

تم حفظ جميع العيّنات المأخوذة في أنبوب أبندروف معقم يحتوي على 1 مل من محلول المصل الفيزيولوجي العقيم كوسط ناقل للعينة الجرثومية. (الأشكال 66، و67، و68).




**الشكل (66): أنابيب إيبندورف لحفظ العيّنات.**

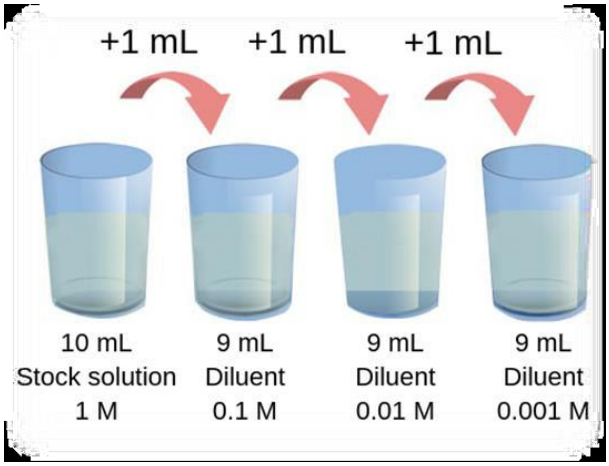
**الشكل (67): حفظ العيّنة (S1) في أنابيب إيبندورف.**

**الشكل (68): حفظ العيّنة (S3) في أنابيب إيبندورف.**

❖ **الزرع الجرثوميّ:**

1. أُخذت عينة بمقدار 50 مايكرون من أنابيب أبندورف بواسطة الماصة الدقيقة، ثم أُجريت سلسلة تمديدات عشرية للمعلق الجرثومي حسب الشكل رقم(69).

- التمديد الأول: أُضيف 1 مل المعلق الجرثومي المحضر إلى أنابيب زجاجية عقيمة تحوي على 9 مل من المصل الفيزيولوجي المعقم ليصبح عامل التمديد 1 / 10 ، ورجت الأنابيب لمدة 20 ثانية الشكل (70). بعدها أخذت عينة بمقدار 50 مايكرون بواسطة الماصة الدقيقة وفرشت على أطباق بتري الحاوية على وسط الزرع شابمان MSA.
- التمديد الثاني: أُخذت كمية مقدارها 1 مل من أنابيب التمديد الأول، وأضيفت إلى أنابيب زجاجية عقيمة تحوي على 9 مل من المصل الفيزيولوجي العقيم ليصبح عامل التمديد 1 / 100 ، ورجت الأنابيب لمدة 20 ثانية بعدها أخذت عينة بمقدار 50 مايكرون بواسطة الماصة الدقيقة وفرشت على أطباق بتري الحاوية على وسط الزرع شابمان MSA.




**الشكل (69): شكل ترسيمي يوضح التمديدات العشرية ضمن الأنابيب الزجاجية.**

2. وضعت أطباق البتري بعد الزرع الجرثومي في الحاضنة (وسط هوائي – درجة حرارة 37 درجة مئوية) لمدة 24ساعة .

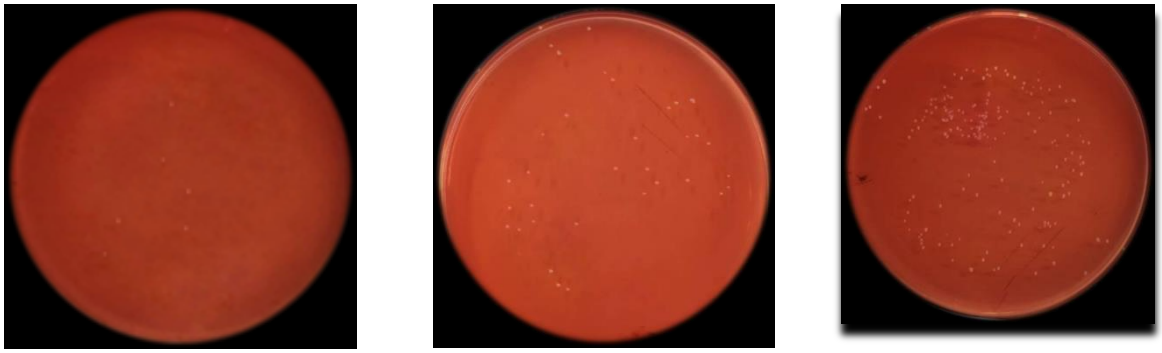
3. ثم تمّ حساب عدد الوحدات المشكلة للمستعمرات Number of Colony Forming Units (CFUs) باستخدام برنامج APD Colony Counter عن طريق المعادلة التالية:

عدد الجراثيم / مل = عدد الجراثيم المعدودة × مقلوب عامل التمديد × 20

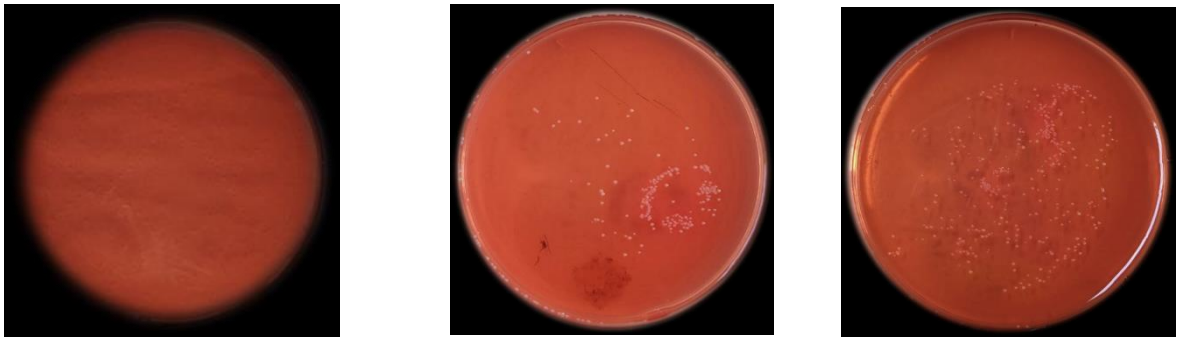
**الشكل (70): وضع الأنابيب على الدوَّامة للسماح بتحرر الجراثيم.**

4. في كلا العينات المخبرية والسريرية أُجري الزرع الجرثومي، حيث تم إجراء عد الجراثيم المكورة المعوية البرازية فقط في العينة المخبرية (كونها هي الجراثيم المعزولة فقط)، وعد كامل المستعمرات الجرثومية في العينات السريريَّة، كما في الشكل (71).

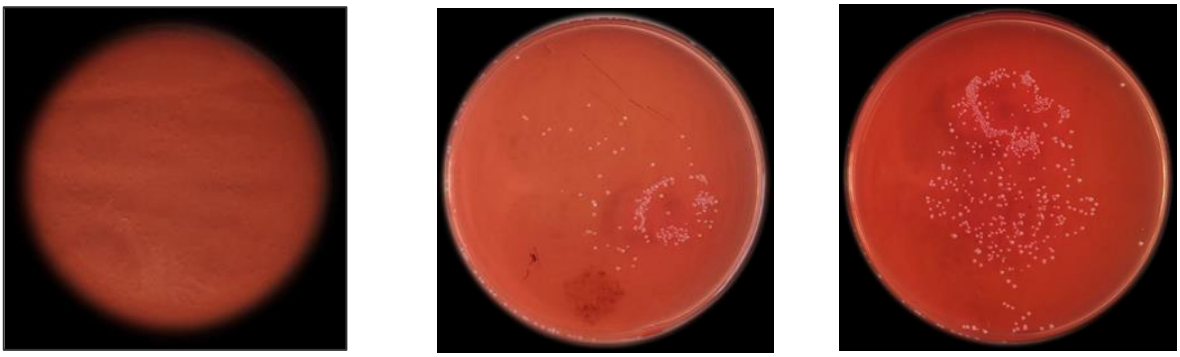
**الشكل (71): يوضح العد الجرثوميّ على برنامج APD Colony Counter.**



**الشكل (72) : توضح الأشكال التالية بعض الأطباق المزروعة بالمستعمرات الجرثومية المتشكلة من العينات المأخوذة من مجموعة هيبوكلوريت الصوديوم(من اليمين S1 ، S2 ، S3)**



**الشكل (73) : توضح الأشكال التالية بعض الأطباق المزروعة بالمستعمرات الجرثومية المتشكلة من العينات المأخوذة من مجموعة هيبوكلوريت الصوديوم والكلورهيكسيدين (من اليمين S1 , S2 , S3)**



**الشكل (74) : توضح الأشكال التالية بعض الأطباق المزروعة بالمستعمرات الجرثومية المتشكلة من العينات المأخوذة من مجموعة هيبوكلوريت الصوديوم و QMIX (من اليمين S1 , S2 , S3)**

## 7.2. الدِّراسة الإحصائيَّة (Statistical Study):

### 17.2. فرضيات البحث (Hypothesis of the Research):

عند مستوى الثقة 95% (أو عند مستوى الدلالة 0.05):

- ❖ فرضية العدم الأولى (H0) μ: لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسط كل المتغيرات البارامترية المقاسة (التعداد الجرثوميّ) بين المجموعات المدروسة في عينة البحث السريريَّة والمخبريّة.
- ❖ الفرضية البديلة الأولى (H1) μ: توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسط كل المتغيرات البارامترية المقاسة (التعداد الجرثوميّ) بين المجموعات المدروسة في عينة البحث السريرية والمخبريّة.

### 2.7.2. التحليل الإحصائيّ (Statistical Analysis):

بعد جمع البيانات وترتيبها ضمن جداول، تم استخدام البرنامج الإحصائي SPSS الإصدارة 24 أو الإصدارة 25 لإجراء الاختبارات التالية:

أُجري اختبار (**Kolmogorov–Smirnov**) لدراسة التوزع الطبيعي لقيم كل من المتغيرات البارامترية المقاسة (التعداد الجرثوميّ)، فإذا كانت النتيجة أن توزع القيم كان طبيعياً فتم إجراء اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة للمقارنة بين المجموعات المدروسة.

أما إذا كان توزع القيم غير طبيعي فسيستخدم اختبار Mann–Whitney U للمقارنة بين المجموعات المدروسة وتم استخدام اختبار Wilcoxon للرتب ذات الإشارة الجبرية للمقارنة الثنائية بين المجموعات المدروسة.

# 3– النتائج، والتحاليل الإحصائيَّة

# (Results and Statistical Analysis)

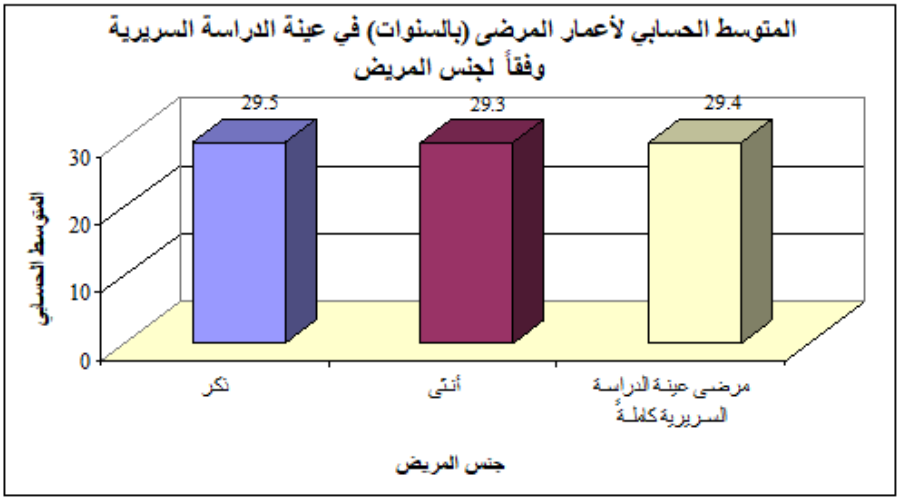
## 3. النتائج، والتحاليل الإحصائيَّة (Results and Statistical Analysis):

### 1.3. الدِّراسة السريريَّة:

تألفت عيّنة الدراسة السريرية من 60 سناً بشريّةً لدى 54 مريضاً ومريضةً من الجنسين تراوحت أعمارهم بين 20 و40 عاماً، وكانت الأسنان في عينة الدراسة السريرية مقسمةً إلى ثلاث مجموعات رئيسة متساوية وفقاً لبروتوكول الإرواء النهائي المستخدم (تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25%، تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم كلورهيكسيدين 2%، تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم QMIX) وكانت كل من المجموعات الرئيسة مقسمةً إلى مجموعتين فرعيتين اثنتين متساويتين وفقاً لاستخدام مبرد XP-endo Finisher (التحضير مع استخدام مبرد XP-endo Finisher، التحضير دون استخدام مبرد XP-endo Finisher).

❖ **توزع المرضى في عيّنة الدراسة السريريَّة وفقاً لجنس المرضى وأعمارهم:**

بلغ عدد الذكور في عيّنة الدراسة السريريَّة 32 ذكراً (بنسبة 59.3% من توزع العيّنة)، و22 أنثى (بنسبة 40.7% من توزع العيّنة). كان متوسط أعمار المرضى في عيّنة الدراسة 29.4 ± 6.1 سنة، وهو مشابه لمتوسط أعمار المرضى الذكور (29.5 ± 6.4 سنة) ومتوسط أعمار المرضى الإناث (29.3 ± 6.1 سنة) كما في المخطط (1).




**المخطط (1): المتوسط الحسابي لأعمار المرضى في عيّنة الدراسة السريريَّة.**

## النتائج، والتحاليل الإحصائيَّة

### 11..3. دراسة تعداد المستعمرات الجرثوميَّة في عيّنة البحث السريريَّة:

- **دراسة تأثير بروتوكول الإرواء النهائي المستخدم في تعداد المستعمرات الجرثومية في عينة الدراسة السريرية وفقاً لاستخدام مبرد XP-endo Finisher والمرحلة المدروسة:**

- تم إجراء اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في قيم تعداد المستعمرات الجرثومية بين مجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ومجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم كلورهيكسيدين 2% ومجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم QMIX في عينة الدراسة السريرية، وذلك وفقاً لاستخدام مبرد XP-endo Finisher والمرحلة المدروسة كما هي موضحة في الجدول الآتي والمخطّط (2):

**الجدول (1): نتائج اختبار تحليل (ANOVA) لدراسة دلالة الفروق في قيم تعداد المستعمرات الجرثومية في عينة الدراسة السريرية**

| المرحلة | استخدام المبرد | البروتوكول المستخدم | عدد الأسنان | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري | الحد الأدنى | الحد الأعلى | قيمة f المحسوبة | قيمة مستوى الدلالة | دلالة الفروق |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| قبل التحضير | مع استخدام المبرد | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% | 10 | 267100.00 | 10268.07 | 250000 | 283000 | 0.018 | 0.982 | لا توجد فروق دالة |
| | | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم كلورهيكسيدين 2% | 10 | 267600.00 | 9868.02 | 251000 | 281000 | | | |
| | | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم QMIX | 10 | 266800.00 | 8283.85 | 255000 | 280000 | | | |
| | دون استخدام المبرد | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% | 10 | 266800.00 | 9531.24 | 250000 | 280000 | 0.002 | 0.998 | لا توجد فروق دالة |
| | | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم كلورهيكسيدين 2% | 10 | 267000.00 | 9775.25 | 251000 | 281000 | | | |
| | | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم QMIX | 10 | 267100.00 | 10311.27 | 254000 | 283000 | | | |
| بعد التحضير | مع استخدام المبرد | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% | 10 | 139500.00 | 11578.24 | 120000 | 157000 | 0.147 | 0.864 | لا توجد فروق دالة |
| | | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم كلورهيكسيدين 2% | 10 | 137200.00 | 9003.70 | 128000 | 153000 | | | |
| | | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم QMIX | 10 | 138200.00 | 7480.34 | 130000 | 151000 | | | |

| الجدول (1): نتائج اختبار تحليل (ANOVA) لدراسة دلالة الفروق في قيم تعداد المستعمرات الجرثومية في عينة الدراسة السريرية | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| المرحلة | استخدام المبرد | البروتوكول المستخدم | عدد الأسنان | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري | الحد الأدنى | الحد الأعلى | قيمة f المحسوبة | قيمة مستوى الدلالة | دلالة الفروق |
| | دون استخدام المبرد | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% | 10 | 137400.00 | 10936.18 | 125000 | 154000 | 0.148 | 0.863 | لا توجد فروق دالة |
| | | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم كلورهيكسيدين 2% | 10 | 139200.00 | 9319.04 | 120000 | 152000 | | | |
| | | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم QMIX | 10 | 136900.00 | 9480.39 | 127000 | 152000 | | | |
| بعد الإرواء | مع استخدام المبرد | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% | 10 | 98.00 | 88.17 | 0 | 280 | 9.371 | 0.001 | **توجد فروق دالة** |
| | | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم كلورهيكسيدين 2% | 10 | 10.00 | 14.14 | 0 | 40 | | | |
| | | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم QMIX | 10 | 12.00 | 10.33 | 0 | 20 | | | |
| | دون استخدام المبرد | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% | 10 | 106.00 | 113.55 | 0 | 340 | 6.564 | 0.005 | **توجد فروق دالة** |
| | | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم كلورهيكسيدين 2% | 10 | 12.00 | 16.87 | 0 | 40 | | | |
| | | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم QMIX | 10 | 12.00 | 16.87 | 0 | 40 | | | |

يُلاحظ في الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 قبل التحضير وبعد التحضير مهما كان استخدام مبرد XP-endo Finisher، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في قيم تعداد المستعمرات الجرثومية قبل التحضير وبعد التحضير بين مجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ومجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم كلورهيكسيدين 2% ومجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم QMIX، وذلك مهما كان استخدام مبرد XP-endo Finisher في عينة الدراسة السريرية.

أما بعد الإرواء مهما كان استخدام مبرد XP-endo Finisher فيُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في قيم تعداد المستعمرات الجرثومية بعد الإرواء بين اثنتين على الأقل من مجموعات بروتوكول الإرواء النهائي المستخدم (مجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ومجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم كلورهيكسيدين 2% ومجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم QMIX)، وذلك مهما كان استخدام مبرد XP-endo Finisher. ولمعرفة أي من مجموعات بروتوكول الإرواء النهائي المستخدم تختلف عن

الأخريات في قيم تعداد المستعمرات الجرثومية بعد الإرواء تم إجراء المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni للمقارنة الثنائية في قيم تعداد المستعمرات الجرثومية بعد الإرواء بين مجموعات بروتوكول الإرواء النهائي المستخدم الثلاث المدروسة، وذلك وفقاً لاستخدام مبرد XP-endo Finisher كما في الجدول الآتي:

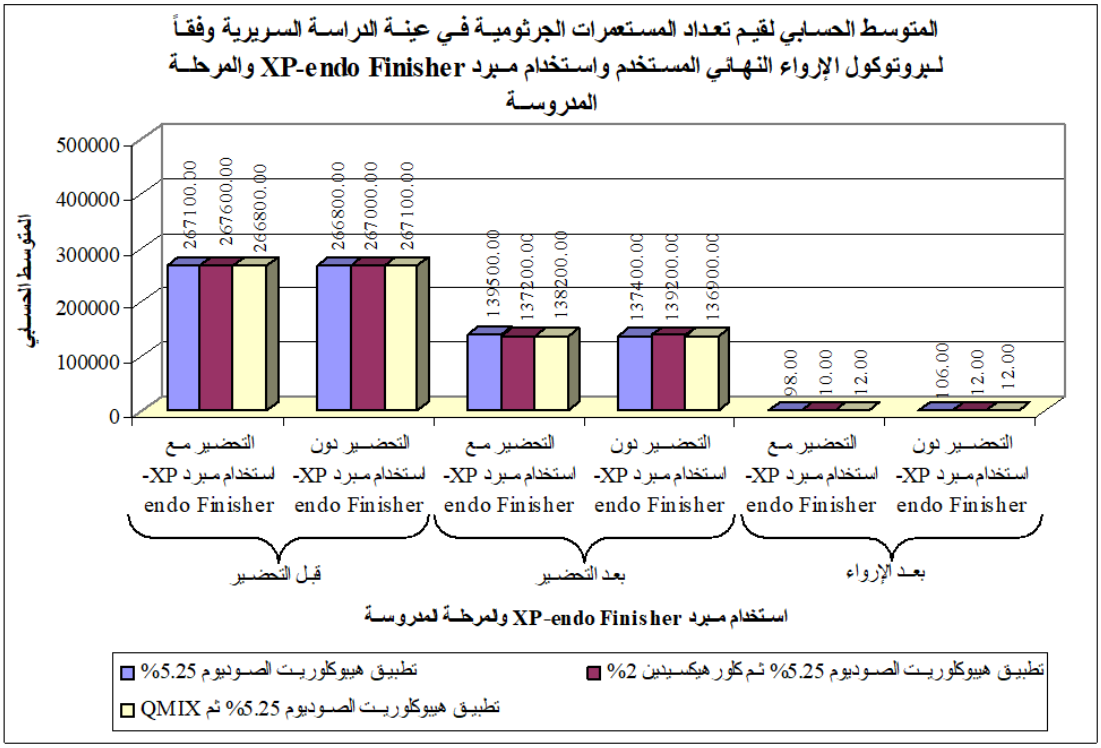
**الجدول (2): نتائج مقارنة (Bonferroni) لدراسة دلالة الفروق الثنائية في قيم تعداد المستعمرات الجرثومية بعد الإرواء في عينة الدراسة السريرية**

| المرحلة المدروسة | استخدام المبرد | بروتوكول الإرواء (أ) | بروتوكول الإرواء (ب) | الفرق بين المتوسطين | الخطأ المعياري للفرق | قيمة مستوى الدلالة | دلالة الفروق |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| بعد الإرواء | التحضير مع استخدام المبرد | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم كلورهيكسيدين 2% | 88.00 | 23.21 | 0.002 | **توجد فروق دالة** |
| | | | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم QMIX | 86.00 | 23.21 | 0.003 | **توجد فروق دالة** |
| | | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم كلورهيكسيدين 2% | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم QMIX | -2.00 | 23.21 | 1.000 | لا توجد فروق دالة |
| | التحضير دون استخدام المبرد | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم كلورهيكسيدين 2% | 94.00 | 29.96 | 0.012 | **توجد فروق دالة** |
| | | | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم QMIX | 94.00 | 29.96 | 0.012 | **توجد فروق دالة** |
| | | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم كلورهيكسيدين 2% | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم QMIX | 0 | 29.96 | 1.000 | لا توجد فروق دالة |

يُلاحظ في الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05 عند المقارنة في قيم تعداد المستعمرات الجرثومية بعد الإرواء بين مجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% وكل من مجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم كلورهيكسيدين 2% ومجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم QMIX على حدة مهما كان استخدام مبرد XP-endo Finisher، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ثنائية ذات دلالة إحصائية في قيم تعداد المستعمرات الجرثومية بين مجموعات بروتوكول الإرواء النهائي المستخدم المذكورة في عينة الدراسة السريرية، وبما أن الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات موجبة نستنتج أن قيم تعداد المستعمرات الجرثومية بعد الإرواء في مجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% كانت أكبر منها في كل من مجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم كلورهيكسيدين 2% ومجموعة تطبيق

هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم QMIX على حدة مهما كان استخدام مبرد XP-endo Finisher في عينة الدراسة السريرية.

أما عند المقارنة بين مجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم كلورهيكسيدين 2% ومجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم QMIX مهما كان استخدام مبرد XP-endo Finisher فيُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في قيم تعداد المستعمرات الجرثومية بعد الإرواء بين مجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم كلورهيكسيدين 2% ومجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم QMIX مهما كان استخدام مبرد XP-endo Finisher في عينة الدراسة السريرية.




**المخطط (2): المتوسط الحسابي لقيم تعداد المستعمرات الجرثومية في عيّنة الدراسة السريرية وفقاً لبروتوكول الإرواء النهائي.**

- **دراسة تأثير استخدام مبرد XP-endo Finisher في تعداد المستعمرات الجرثومية في عينة الدراسة السريرية وفقاً لبروتوكول الإرواء النهائي المستخدم والمرحلة المدروسة:**

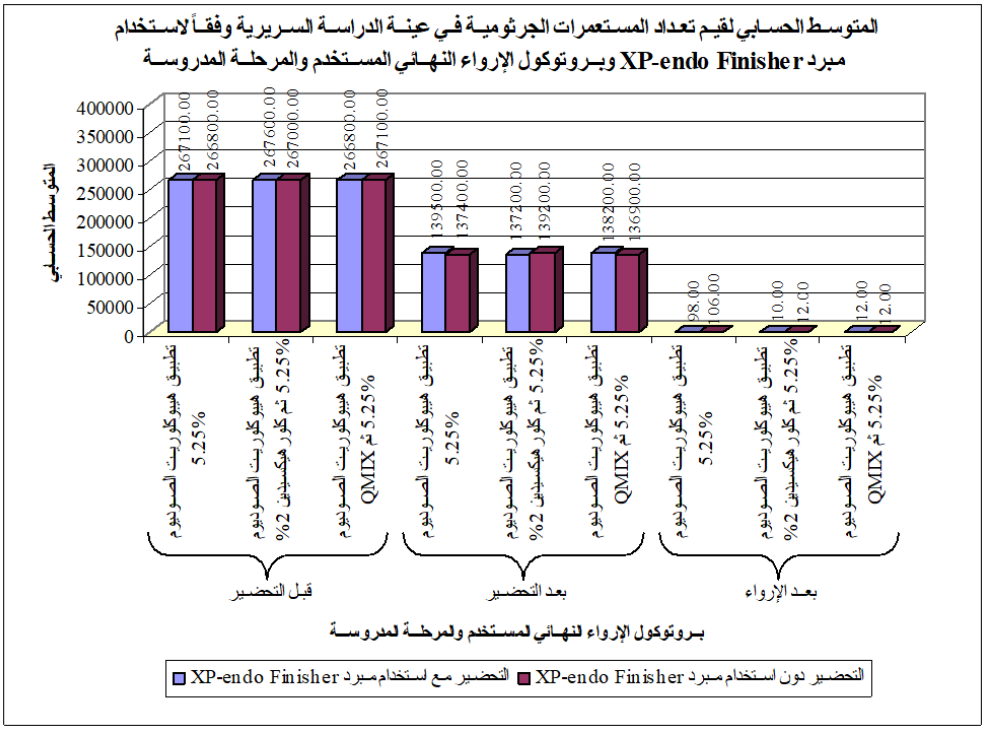
- تم إجراء اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في قيم تعداد المستعمرات الجرثومية بين مجموعة التحضير مع استخدام مبرد XP-endo Finisher ومجموعة التحضير دون استخدام مبرد XP-endo Finisher في عينة الدراسة السريرية، وذلك وفقاً لبروتوكول الإرواء النهائي المستخدم والمرحلة المدروسة كما هي موضحة في الجدول الآتي والمخطط (3):

**الجدول (3): الإحصاءات الوصفية ونتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في قيم تعداد المستعمرات الجرثومية في عينة الدراسة السريرية**

| المرحلة | بروتوكول الإرواء النهائي المستخدم | استخدام المبرد | عدد الأسنان | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري | الحد الأدنى | الحد الأعلى | الفرق بين المتوسطين | قيمة t المحسوبة | قيمة مستوى الدلالة | دلالة الفروق |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| قبل التحضير | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% | مع استخدام المبرد | 10 | 267100.00 | 10268.07 | 250000 | 283000 | 300.00 | 0.068 | 0.947 | لا توجد فروق دالة |
| | | دون استخدام المبرد | 10 | 266800.00 | 9531.24 | 250000 | 280000 | | | | |
| | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم كلورهيكسيدين 2% | مع استخدام المبرد | 10 | 267600.00 | 9868.02 | 251000 | 281000 | 600.00 | 0.137 | 0.893 | لا توجد فروق دالة |
| | | دون استخدام المبرد | 10 | 267000.00 | 9775.25 | 251000 | 281000 | | | | |
| | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم QMIX | مع استخدام المبرد | 10 | 266800.00 | 8283.85 | 255000 | 280000 | -300.00 | -0.072 | 0.944 | لا توجد فروق دالة |
| | | دون استخدام المبرد | 10 | 267100.00 | 10311.27 | 254000 | 283000 | | | | |
| بعد التحضير | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% | مع استخدام المبرد | 10 | 139500.00 | 11578.24 | 120000 | 157000 | 2100.00 | 0.417 | 0.682 | لا توجد فروق دالة |
| | | دون استخدام المبرد | 10 | 137400.00 | 10936.18 | 125000 | 154000 | | | | |
| | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم | مع استخدام المبرد | 10 | 137200.00 | 9003.70 | 128000 | 153000 | -2000. | -0.488 | 0.631 | لا توجد فروق دالة |

| الجدول (3): الإحصاءات الوصفية ونتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في قيم تعداد المستعمرات الجرثومية في عينة الدراسة السريرية | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| المرحلة | بروتوكول الإرواء النهائي المستخدم | استخدام المبرد | عدد الأسنان | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري | الحد الأدنى | الحد الأعلى | الفرق بين المتوسطين | قيمة t المحسوبة | قيمة مستوى الدلالة | دلالة الفروق |
| | كلورهيكسيدين 2% | دون استخدام المبرد | 10 | 139200.00 | 9319.04 | 120000 | 152000 | 00 | | | |
| | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم QMIX | مع استخدام المبرد | 10 | 138200.00 | 7480.34 | 130000 | 151000 | 1300.00 | 0.340 | 0.737 | لا توجد فروق دالة |
| | | دون استخدام المبرد | 10 | 136900.00 | 9480.39 | 127000 | 152000 | | | | |
| بعد الإرواء | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% | مع استخدام المبرد | 10 | 98.00 | 88.17 | 0 | 280 | -8.00 | -0.176 | 0.862 | لا توجد فروق دالة |
| | | دون استخدام المبرد | 10 | 106.00 | 113.55 | 0 | 340 | | | | |
| | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم كلورهيكسيدين 2% | مع استخدام المبرد | 10 | 10.00 | 14.14 | 0 | 40 | -2.00 | -0.287 | 0.777 | لا توجد فروق دالة |
| | | دون استخدام المبرد | 10 | 12.00 | 16.87 | 0 | 40 | | | | |
| | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم QMIX | مع استخدام المبرد | 10 | 12.00 | 10.33 | 0 | 20 | 0 | 0 | 1.000 | لا توجد فروق دالة |
| | | دون استخدام المبرد | 10 | 12.00 | 16.87 | 0 | 40 | | | | |

يُلاحظ في الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 مهما كان بروتوكول الإرواء النهائي المستخدم ومهما كانت المرحلة المدروسة، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في قيم تعداد المستعمرات الجرثومية بين مجموعة التحضير مع استخدام مبرد XP-endo Finisher ومجموعة التحضير دون استخدام مبرد XP-endo Finisher، وذلك مهما كان بروتوكول الإرواء النهائي المستخدم ومهما كانت المرحلة المدروسة في عينة الدراسة السريرية.




**المخطط (3): المتوسط الحسابي لقيم تعداد المستعمرات الجرثومية في عيّنة الدراسة السريرية وفقاً لاستخدام مبرد XPF.**

- **دراسة تأثير المرحلة المدروسة في تعداد المستعمرات الجرثومية في عينة الدراسة السريرية وفقاً لبروتوكول الإرواء النهائي المستخدم واستخدام مبرد XP-endo Finisher:**

- تم إجراء اختبار T ستيودنت للعينات المترابطة لدراسة دلالة الفروق الثنائية في قيم تعداد المستعمرات الجرثومية بين المراحل الثلاث المدروسة (قبل التحضير، بعد التحضير، بعد الإرواء) في عينة الدراسة السريرية، وذلك وفقاً لبروتوكول الإرواء النهائي المستخدم واستخدام مبرد XP-endo Finisher كما يلي:

**الجدول (4): نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المترابطة لدراسة دلالة الفروق الثنائية في قيم تعداد المستعمرات الجرثومية بين المراحل الثلاث المدروسة**

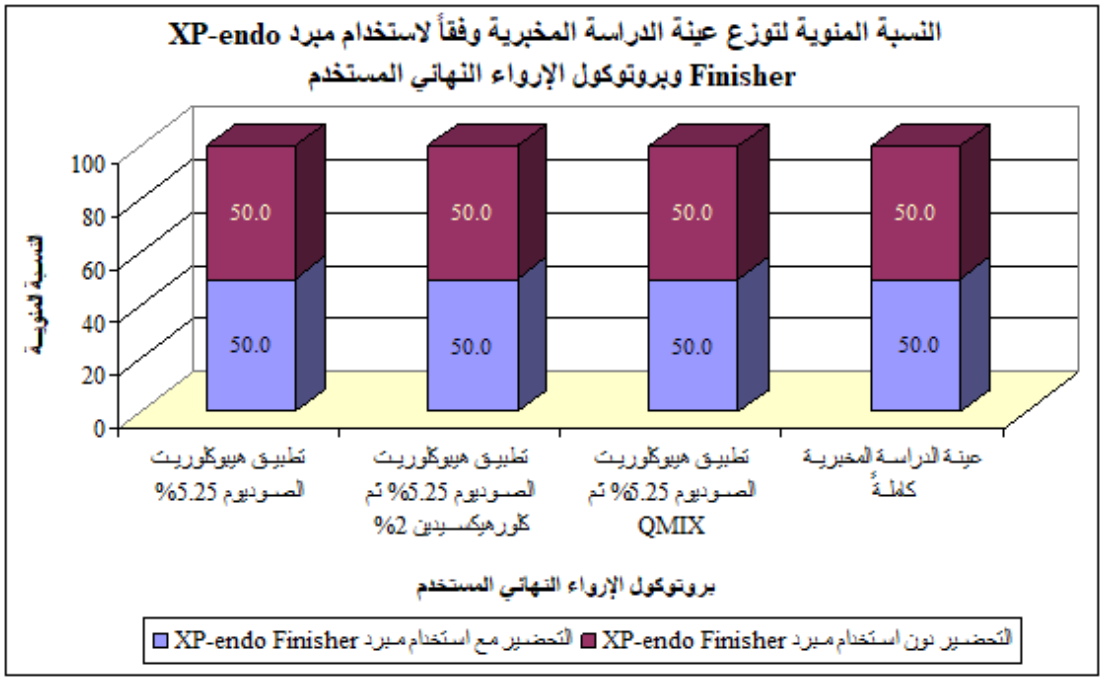
| استخدام مبرد XP–endo Finisher | بروتوكول الإرواء النهائي المستخدم | المقارنة بين المرحلتين: | الفرق بين المتوسطين | قيمة t المحسوبة | قيمة مستوى الدلالة | دلالة الفروق |
|---|---|---|---|---|---|---|
| التحضير مع استخدام مبرد XP–endo Finisher | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% | بعد التحضير – قبل التحضير | -127600.00 | -105.203 | 0.000 | توجد فروق دالة |
| | | بعد الإرواء – قبل التحضير | -267002.00 | -81.902 | 0.000 | توجد فروق دالة |
| | | بعد الإرواء – بعد التحضير | -139402.00 | -37.967 | 0.000 | توجد فروق دالة |
| | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم كلورهيكسيدين 2% | بعد التحضير – قبل التحضير | -130400.00 | -80.459 | 0.000 | توجد فروق دالة |
| | | بعد الإرواء – قبل التحضير | -267590.00 | -85.829 | 0.000 | توجد فروق دالة |
| | | بعد الإرواء – بعد التحضير | -137190.00 | -48.213 | 0.000 | توجد فروق دالة |
| | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم QMIX | بعد التحضير – قبل التحضير | -128600.00 | -88.884 | 0.000 | توجد فروق دالة |
| | | بعد الإرواء – قبل التحضير | -266788.00 | -101.821 | 0.000 | توجد فروق دالة |
| | | بعد الإرواء – بعد التحضير | -138188.00 | -58.422 | 0.000 | توجد فروق دالة |
| التحضير دون استخدام مبرد XP–endo Finisher | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% | بعد التحضير – قبل التحضير | -129400.00 | -87.153 | 0.000 | توجد فروق دالة |
| | | بعد الإرواء – قبل التحضير | -266694.00 | -87.837 | 0.000 | توجد فروق دالة |
| | | بعد الإرواء – بعد التحضير | -137294.00 | -39.466 | 0.000 | توجد فروق دالة |
| | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم كلورهيكسيدين 2% | بعد التحضير – قبل التحضير | -127800.00 | -98.470 | 0.000 | توجد فروق دالة |
| | | بعد الإرواء – قبل التحضير | -266988.00 | -86.354 | 0.000 | توجد فروق دالة |
| | | بعد الإرواء – بعد التحضير | -139188.00 | -47.206 | 0.000 | توجد فروق دالة |
| | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% | بعد التحضير – قبل التحضير | -130200.00 | -110.214 | 0.000 | توجد فروق دالة |

| الجدول (4): نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المترابطة لدراسة دلالة الفروق الثنائية في قيم تعداد المستعمرات الجرثومية بين المراحل الثلاث المدروسة | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| استخدام مبرد XP–endo Finisher | بروتوكول الإرواء النهائي المستخدم | المقارنة بين المرحلتين: | الفرق بين المتوسطين | قيمة t المحسوبة | قيمة مستوى الدلالة | دلالة الفروق |
| | ثم QMIX | بعد الإرواء – قبل التحضير | −267088.00 | −81.840 | 0.000 | **توجد فروق دالة** |
| | | بعد الإرواء – بعد التحضير | −136888.00 | −45.633 | 0.000 | **توجد فروق دالة** |

يُلاحظ في الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 بالنسبة لجميع المقارنات الثنائية المدروسة، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ثنائية ذات دلالة إحصائية في قيم تعداد المستعمرات الجرثومية بين المراحل الثلاث المدروسة مهما كان بروتوكول الإرواء النهائي المستخدم ومهما كان استخدام مبرد XP–endo Finisher في عينة الدراسة السريرية. وبما أن الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات سالبة نستنتج أن قيم تعداد المستعمرات الجرثومية بعد التحضير وبعد الإرواء كانت أصغر منها قبل التحضير، وأن قيم تعداد المستعمرات الجرثومية بعد الإرواء كانت أصغر منها بعد التحضير، وذلك مهما كان بروتوكول الإرواء النهائي المستخدم ومهما كان استخدام مبرد XP–endo Finisher في عينة الدراسة السريرية.

## 2.3. الدِّراسة المخبريَّة:

تألفت عينة الدراسة المخبرية من 60 سناً بشرياً كانوا مقسمين إلى ثلاث مجموعات رئيسة متساوية وفقاً لبروتوكول الإرواء النهائي المستخدم (تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25%، تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم كلورهيكسيدين 2%، تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم QMIX) وكانت كل من المجموعات الرئيسة مقسمةً إلى مجموعتين فرعيتين اثنتين متساويتين وفقاً لاستخدام مبرد XP-endo Finisher (التحضير مع استخدام مبرد XP-endo Finisher، التحضير دون استخدام مبرد XP-endo Finisher). يوضِّح المخطط (4) توزع عيّنة البحث المخبريَّة.




**المخطط (4): توزع عيّنة البحث المخبريَّة.**

## النتائج، والتحاليل الإحصائيَّة

### 1.2.3. دراسة تعداد المستعمرات الجرثوميَّة في عيّنة البحث المخبريَّة:

- **دراسة تأثير بروتوكول الإرواء النهائي المستعمل في تعداد المستعمرات الجرثوميَّة وفقاً لاستعمال مبرد (XP-endo Finisher) والمرحلة المدروسة:**

أُجري اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في قيم تعداد المستعمرات الجرثومية بين مجموعات البحث الثلاثة في عينة الدراسة المخبرية، وذلك وفقاً لاستخدام مبرد XP-endo Finisher والمرحلة المدروسة، وكانت نتائج هذا الاختبار كما في الجدول الآتي والمخطط (5):

**الجدول (5): نتائج اختبار ANOVA لدراسة دلالة الفروق في قيم تعداد المستعمرات الجرثومية وفقاً لمبرد XP-endo Finisher والمرحلة المدروسة**

| المرحلة | استخدام المبرد | البروتوكول المستخدم | عدد الأسنان | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري | الحد الأدنى | الحد الأعلى | قيمة f المحسوبة | قيمة مستوى الدلالة | دلالة الفروق |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| قبل التحضير | مع استخدام المبرد | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% | 10 | 704.30 | 106.92 | 570 | 892 | 1.001 | 0.381 | لا توجد فروق دالة |
| | | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم كلورهيكسيدين 2% | 10 | 679.30 | 85.53 | 543 | 817 | | | |
| | | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم QMIX | 10 | 648.70 | 66.99 | 540 | 753 | | | |
| | دون استخدام المبرد | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% | 10 | 666.20 | 81.86 | 549 | 780 | 1.262 | 0.303 | لا توجد فروق دالة |
| | | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم كلورهيكسيدين 2% | 10 | 819.50 | 168.54 | 652 | 1182 | | | |
| | | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم QMIX | 10 | 636.20 | 69.49 | 558 | 772 | | | |
| بعد التحضير | مع استخدام المبرد | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% | 10 | 421.70 | 90.04 | 297 | 582 | 1.794 | 0.185 | لا توجد فروق دالة |
| | | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم كلورهيكسيدين 2% | 10 | 407.40 | 69.45 | 290 | 520 | | | |
| | | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم QMIX | 10 | 353.80 | 92.15 | 239 | 493 | | | |
| | دون استخدام المبرد | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% | 10 | 408.00 | 89.05 | 268 | 523 | 1.744 | 0.117 | لا توجد فروق دالة |
| | | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم كلورهيكسيدين 2% | 10 | 486.60 | 122.06 | 314 | 732 | | | |
| | | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم QMIX | 10 | 357.70 | 62.12 | 274 | 466 | | | |
| بعد الإرواء | مع استخدام المبرد | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% | 10 | 1.10 | 1.37 | 0 | 4 | 2.397 | 0.110 | لا توجد فروق دالة |
| | | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم كلورهيكسيدين 2% | 10 | 0.40 | 0.52 | 0 | 1 | | | |
| | | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم QMIX | 10 | 0.30 | 0.48 | 0 | 1 | | | |
| | دون استخدام المبرد | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% | 10 | 1.60 | 1.17 | 0 | 4 | 7.535 | 0.003 | **توجد فروق دالة** |
| | | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم كلورهيكسيدين 2% | 10 | 0.40 | 0.52 | 0 | 1 | | | |
| | | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم QMIX | 10 | 0.40 | 0.52 | 0 | 1 | | | |

يُلاحظ في الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 في مجموعة التحضير مع استخدام مبرد XP-endo Finisher مهما كانت المرحلة المدروسة، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في قيم تعداد المستعمرات الجرثومية بين مجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم

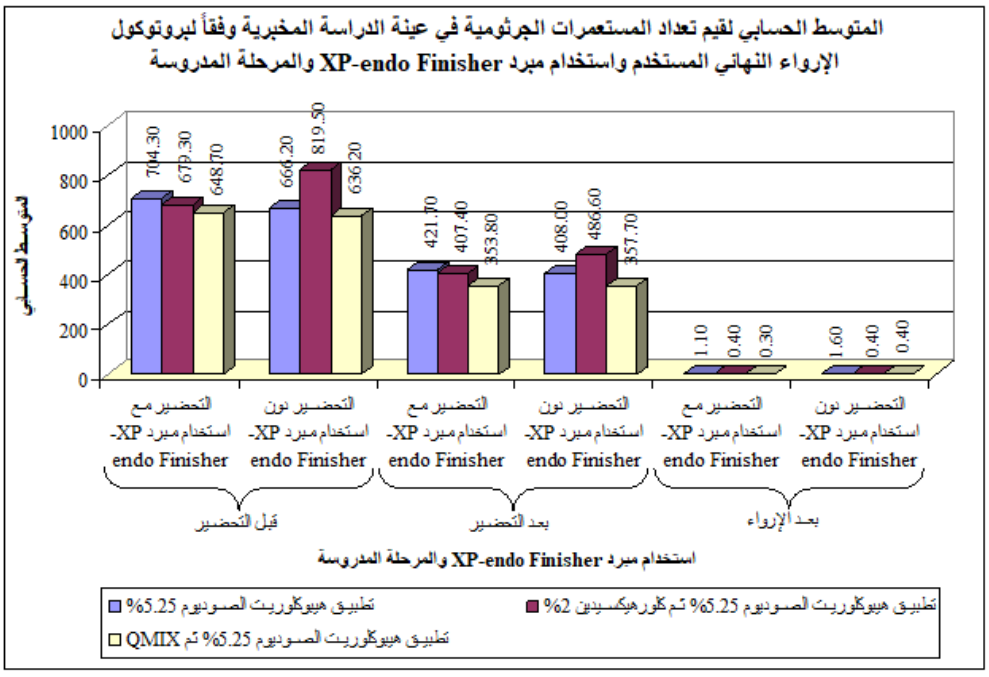
5.25% ومجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم كلورهيكسيدين 2% ومجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم QMIX، وذلك في مجموعة التحضير مع استخدام مبرد XP-endo Finisher مهما كانت المرحلة المدروسة في عينة الدراسة المخبرية.

أما بالنسبة لمجموعة التحضير دون استخدام مبرد XP-endo Finisher وتحديداً في مرحلة بعد الإرواء فيُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في قيم تعداد المستعمرات الجرثومية بين اثنتين على الأقل من مجموعات بروتوكول الإرواء النهائي المستخدم (مجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ومجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم كلورهيكسيدين 2% ومجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم QMIX)، وذلك في مجموعة التحضير دون استخدام مبرد XP-endo Finisher في مرحلة بعد الإرواء. ولمعرفة أي من مجموعات بروتوكول الإرواء النهائي المستخدم تختلف عن الأخريات في قيم تعداد المستعمرات الجرثومية بعد الإرواء تم إجراء المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni للمقارنة الثنائية في قيم تعداد المستعمرات الجرثومية بين مجموعات بروتوكول الإرواء النهائي المستخدم الثلاث المدروسة، وذلك في مجموعة التحضير دون استخدام مبرد XP-endo Finisher كما يأتي:

**الجدول (6): نتائج Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية في تعداد المستعمرات الجرثوميَّة دون استعمال مبرد XP-endo Finisher وفقاً للمرحلة المدروسة**

| استخدام المبرد | المرحلة المدروسة | بروتوكول الإرواء (أ) | بروتوكول الإرواء (ب) | الفرق بين المتوسطين | الخطأ المعياري للفرق | قيمة مستوى الدلالة | دلالة الفروق |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | بعد الإرواء | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم كلورهيكسيدين 2% | 1.20 | 0.36 | 0.007 | **توجد فروق دالة** |
| | | | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم QMIX | 1.20 | 0.36 | 0.007 | **توجد فروق دالة** |
| | | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم كلورهيكسيدين 2% | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم QMIX | 0 | 0.36 | 1.000 | لا توجد فروق دالة |

يُلاحظ في الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05 عند المقارنة في قيم تعداد المستعمرات الجرثومية بعد الإرواء بين مجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% وكل من مجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم كلورهيكسيدين 2% ومجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم QMIX على حدة، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ثنائية ذات دلالة إحصائية في قيم تعداد المستعمرات الجرثومية بين مجموعات بروتوكول الإرواء النهائي المستخدم المذكورة في مجموعة التحضير دون استخدام مبرد XP-endo Finisher من عينة الدراسة المخبرية، وبدراسة الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات نستنتج أن قيم تعداد المستعمرات الجرثومية بعد الإرواء في مجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% كانت أكبر منها في كل من مجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم كلورهيكسيدين 2% ومجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم QMIX على حدة في مجموعة التحضير دون استخدام مبرد XP-endo Finisher من عينة الدراسة المخبرية.




**المخطط (5): المتوسط الحسابي لقيم تعداد المستعمرات الجرثومية في عيّنة الدراسة المخبرية وفقاً لاستعمال مبرد XP-endo Finisher والمرحلة المدروسة.**

## النتائج، والتحاليل الإحصائيَّة

- **دراسة تأثير استعمال مبرد (XP-endo Finisher) في تعداد المستعمرات الجرثوميَّة في عيّنة الدراسة المخبريَّة وفقاً لبروتوكول الإرواء النهائي المستعمل والمرحلة المدروسة:**

أُجري اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في قيم تعداد المستعمرات الجرثومية بين مجموعة التحضير مع استخدام مبرد XP-endo Finisher ومجموعة التحضير دون استخدام مبرد XP-endo Finisher في عينة الدراسة المخبرية، وذلك وفقاً لبروتوكول الإرواء النهائي المستخدم والمرحلة المدروسة، وكانت نتائجه كما في الجدول الآتي:

**الجدول (7): نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في قيم تعداد المستعمرات الجرثومية وفقاً لبروتوكول الإرواء النهائي والمرحلة المدروسة**

| المرحلة | بروتوكول الإرواء النهائي المستخدم | استخدام المبرد | عدد الأسنان | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري | الحد الأدنى | الحد الأعلى | الفرق بين المتوسطين | قيمة t المحسوبة | قيمة مستوى الدلالة | دلالة الفروق |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| قبل التحضير | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% | مع استخدام المبرد | 10 | 704.30 | 106.92 | 570 | 892 | 38.10 | 0.895 | 0.383 | لا توجد فروق دالة |
| | | دون استخدام المبرد | 10 | 666.20 | 81.86 | 549 | 780 | | | | |
| | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم كلورهيكسيدين 2% | مع استخدام المبرد | 10 | 679.30 | 85.53 | 543 | 817 | 40.54 | 0.545 | 0.431 | لا توجد فروق دالة |
| | | دون استخدام المبرد | 10 | 819.50 | 168.54 | 652 | 1182 | | | | |
| | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم QMIX | مع استخدام المبرد | 10 | 648.70 | 66.99 | 540 | 753 | 12.50 | 0.410 | 0.687 | لا توجد فروق دالة |
| | | دون استخدام المبرد | 10 | 636.20 | 69.49 | 558 | 772 | | | | |
| بعد التحضير | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% | مع استخدام المبرد | 10 | 421.70 | 90.04 | 297 | 582 | 13.70 | 0.342 | 0.736 | لا توجد فروق دالة |
| | | دون استخدام المبرد | 10 | 408.00 | 89.05 | 268 | 523 | | | | |
| | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم كلورهيكسيدين 2% | مع استخدام المبرد | 10 | 407.40 | 69.45 | 290 | 520 | -79.20 | -1.783 | 0.091 | لا توجد فروق دالة |
| | | دون استخدام المبرد | 10 | 486.60 | 122.06 | 314 | 732 | | | | |
| | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم QMIX | مع استخدام المبرد | 10 | 353.80 | 92.15 | 239 | 493 | -3.90 | -0.111 | 0.913 | لا توجد فروق دالة |
| | | دون استخدام المبرد | 10 | 357.70 | 62.12 | 274 | 466 | | | | |
| بعد الإرواء | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% | مع استخدام المبرد | 10 | 1.10 | 1.37 | 0 | 4 | -0.50 | -0.876 | 0.392 | لا توجد فروق دالة |
| | | دون استخدام المبرد | 10 | 1.60 | 1.17 | 0 | 4 | | | | |
| | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم كلورهيكسيدين 2% | مع استخدام المبرد | 10 | 0.40 | 0.52 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1.000 | لا توجد فروق دالة |
| | | دون استخدام المبرد | 10 | 0.40 | 0.52 | 0 | 1 | | | | |
| | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم QMIX | مع استخدام المبرد | 10 | 0.30 | 0.48 | 0 | 1 | -0.10 | -0.447 | 0.660 | لا توجد فروق دالة |
| | | دون استخدام المبرد | 10 | 0.40 | 0.52 | 0 | 1 | | | | |

يُلاحظ في الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أكبر من القيمة 0.05 قبل التحضير وبعد التحضير وبعد الإرواء في جميع مجموعات الدراسة، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في قيم تعداد المستعمرات الجرثومية بين بروتوكولات الإرواء الهائي المستخدم سواء كانت مجموعة التحضير مع استخدام مبرد XP-endo Finisher أو دون استخدام مبرد XP-endo Finisher من عينة الدراسة المخبرية.

- **دراسة تأثير المرحلة المدروسة في تعداد المستعمرات الجرثومية في عيّنة الدراسة المخبريَّة وفقاً لبروتوكول الإرواء النهائي المستعمل واستعمال مبرد (XP-endo Finisher):**

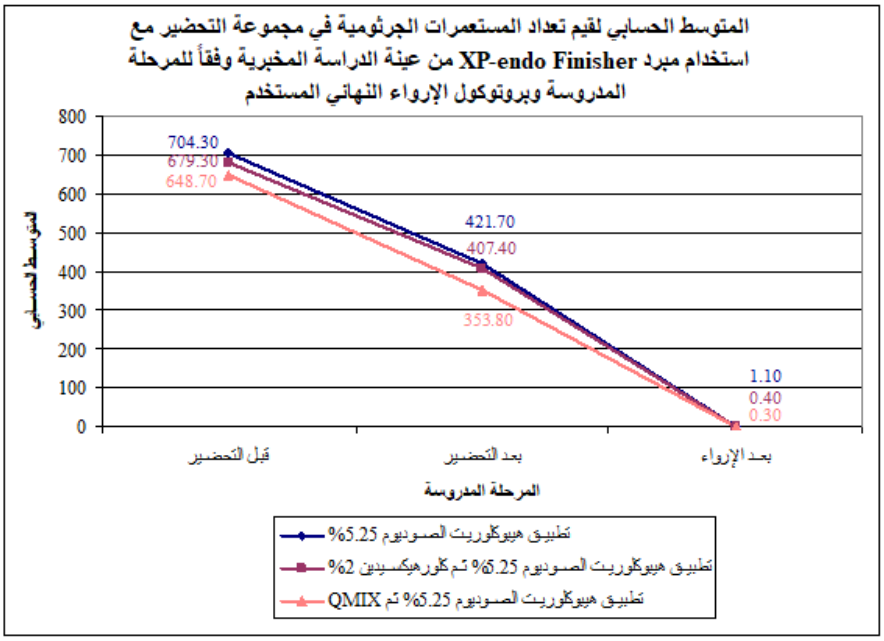
أُجري اختبار T ستيودنت للعينات المترابطة لدراسة دلالة الفروق الثنائية في قيم تعداد المستعمرات الجرثومية بين المراحل الثلاث المدروسة (قبل التحضير، بعد التحضير، بعد الإرواء) في عينة الدراسة المخبرية، وذلك وفقاً لبروتوكول الإرواء النهائي المستخدم واستخدام مبرد XP-endo Finisher وكانت نتائجه كما في الجدول الآتي والمخططين (6) و(7):

**الجدول (8): نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المترابطة لدراسة تعداد المستعمرات الجرثومية وفقاً لبروتوكول الإرواء النهائي واستعمال مبرد XP-endo Finisher**

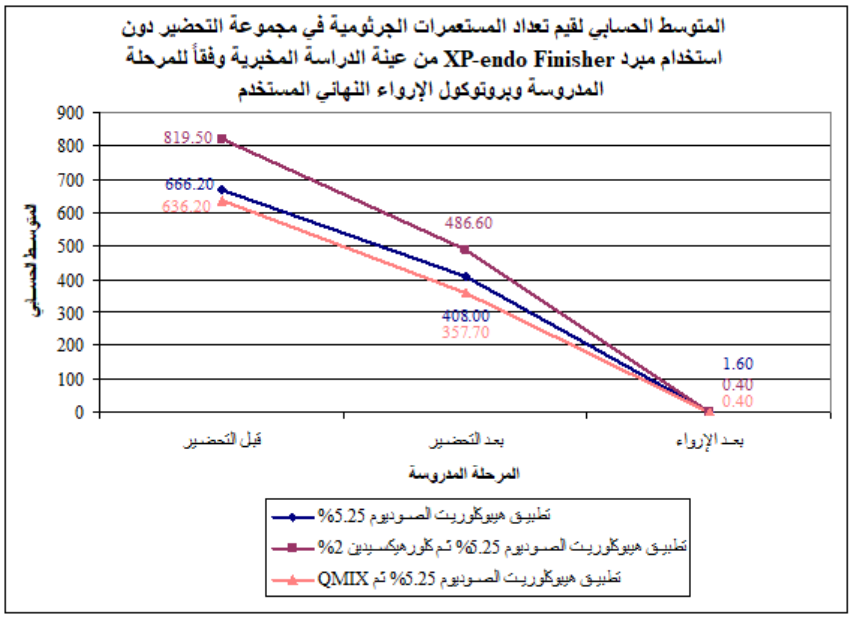
| استخدام مبرد XP-endo Finisher | بروتوكول الإرواء النهائي المستخدم | المقارنة بين المرحلتين: | الفرق بين المتوسطين | قيمة t المحسوبة | قيمة مستوى الدلالة | دلالة الفروق |
|---|---|---|---|---|---|---|
| التحضير مع استخدام مبرد XP-endo Finisher | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% | بعد التحضير – قبل التحضير | -282.60 | -23.840 | 0.000 | توجد فروق دالة |
| | | بعد الإرواء – قبل التحضير | -703.20 | -20.684 | 0.000 | توجد فروق دالة |
| | | بعد الإرواء – بعد التحضير | -420.60 | -14.659 | 0.000 | توجد فروق دالة |
| | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم كلورهيكسيدين 2% | بعد التحضير – قبل التحضير | -271.90 | -22.144 | 0.000 | توجد فروق دالة |
| | | بعد الإرواء – قبل التحضير | -678.90 | -25.120 | 0.000 | توجد فروق دالة |
| | | بعد الإرواء – بعد التحضير | -407.00 | -18.524 | 0.000 | توجد فروق دالة |
| | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم QMIX | بعد التحضير – قبل التحضير | -294.90 | -18.029 | 0.000 | توجد فروق دالة |
| | | بعد الإرواء – قبل التحضير | -648.40 | -30.648 | 0.000 | توجد فروق دالة |
| | | بعد الإرواء – بعد التحضير | -353.50 | -12.153 | 0.000 | توجد فروق دالة |
| التحضير دون استخدام مبرد XP-endo Finisher | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% | بعد التحضير – قبل التحضير | -258.20 | -24.193 | 0.000 | توجد فروق دالة |
| | | بعد الإرواء – قبل التحضير | -664.60 | -25.596 | 0.000 | توجد فروق دالة |

| الجدول (8): نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المترابطة لدراسة تعداد المستعمرات الجرثومية وفقاً لبروتوكول الإرواء النهائي واستعمال مبرد XP-endo Finisher | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| استخدام مبرد XP-endo Finisher | بروتوكول الإرواء النهائي المستخدم | المقارنة بين المرحلتين: | الفرق بين المتوسطين | قيمة t المحسوبة | قيمة مستوى الدلالة | دلالة الفروق |
| | | بعد الإرواء – بعد التحضير | -406.40 | -14.384 | 0.000 | **توجد فروق دالة** |
| | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم كلورهيكسيدين 2% | بعد التحضير – قبل التحضير | -332.90 | -17.459 | 0.000 | **توجد فروق دالة** |
| | | بعد الإرواء – قبل التحضير | -819.10 | -15.343 | 0.000 | **توجد فروق دالة** |
| | | بعد الإرواء – بعد التحضير | -486.20 | -12.566 | 0.000 | **توجد فروق دالة** |
| | تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم QMIX | بعد التحضير – قبل التحضير | -278.50 | -9.546 | 0.000 | **توجد فروق دالة** |
| | | بعد الإرواء – قبل التحضير | -635.80 | -28.835 | 0.000 | **توجد فروق دالة** |
| | | بعد الإرواء – بعد التحضير | -357.30 | -18.200 | 0.000 | **توجد فروق دالة** |

يُلاحظ في الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 بالنسبة لجميع المقارنات الثنائية المدروسة، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ثنائية ذات دلالة إحصائية في قيم تعداد المستعمرات الجرثومية بين المراحل الثلاث المدروسة مهما كان بروتوكول الإرواء النهائي المستخدم ومهما كان استخدام مبرد XP-endo Finisher في عينة الدراسة المخبرية. وبما أن الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات سالبة نستنتج أن قيم تعداد المستعمرات الجرثومية بعد التحضير وبعد الإرواء كانت أصغر منها قبل التحضير، وأن قيم تعداد المستعمرات الجرثومية بعد الإرواء كانت أصغر منها بعد التحضير، وذلك مهما كان بروتوكول الإرواء النهائي المستخدم ومهما كان استخدام مبرد XP-endo Finisher في عينة الدراسة المخبرية.




**المخطط (6): المتوسط الحسابي لقيم تعداد المستعمرات الجرثومية في عيّنة الدراسة المخبرية مع استعمال مبرد (XP-endo Finisher) وفقاً للمرحلة المدروسة وبروتوكول الإرواء النهائي.**




**المخطط (7): المتوسط الحسابي لقيم تعداد المستعمرات الجرثومية في عيّنة الدراسة المخبرية دون استعمال مبرد (XP-endo Finisher) وفقاً للمرحلة المدروسة وبروتوكول الإرواء النهائي.**

# 4- المناقشة

# (Discussion)

## 4. المناقشة (Discussion):

تألفت عيّنة الدراسة السريريَّة من 60 سناً وحيد الجذر والقناة، مستطبة لإجراء المعالجة القنوية الجذريَّة، كما تألفت عيّنة الدِّراسة المخبريَّة من 60 سناً بشرياً مقلوع حديثاً، وحيد الجذر والقناة. وقد قُسِمت عيّنة الدراسة السريرية والمخبرية إلى ثلاث مجموعات أساسية متساوية؛ وفقاً لبروتوكول الإرواء النهائي المتبع، وهي: الإرواء بمحلول هيبوكلوريت الصوديوم 5.25%، والإرواء بمحلول هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% مع الكلورهيكسيدين 2%، والإرواء بمحلول هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% مع مادة QMIX. وقُسِمت كل مجموعة رئيسية إلى مجموعتين فرعيتين، إحداهما تم استعمال مبرد XP-endo Finisher في الإرواء، والأخرى لم يستعمل فيها هذا المبرد، وذلك بهدف تحري تأثير هذه البروتوكولات المتبعة في تغيير البيئة الجرثومية داخل الأقنية الجذريَّة، وتأثيرها في تعداد المستعمرات الجرثومية لجراثيم المكورات المعوية البرازية.

### 1.4. مناقشة البروتوكول المُتّبع في البحث:

#### 1.1.4. مناقشة فكرة البحث، وهدفه:

من المعروف أنّ المعالجة القنوية الجذريَّة تتألف من: التحضير القنوي الجذري، والتطهير القنوي، والحشو القنويّ ((Öter, Topcuoglu, Tank, & Cehreli, 2018. يُعَدُّ تطهير الأقنية الجذرية ( Root Canal Disinfection) واحد من أكثر الخطوات الأساسية في المعالجة القنوية الجذريَّة. يمكن تحقيق التطهير الكامل باستعمال المحاليل المضادة للجراثيم. وبالمشاركة مع التحضير الميكانيكيّ، فإنّ التطهير الكيميائي يمكن أن يُزيل البقايا العاجية المُصابة بالإنتان ((Gazzaneo et al., 2019. وإنّ هذه الإجراءات هامّة أيضاً لتقليل الاختلاطات التالية للمعالجة اللبية مثل الألم، والسماح بالشفاء طويل الأمد ( Singh, Khatter, Bal, & Bal, 2013).

يُعَدُّ التنظيف والتطهير (Cleaning and Disinfection) الكامل للمنظومة القنوية الجذرية أمراً غاية في الأهميَّة لتحقيق النجاح طويل الأمد للمعالجة القنوية الجذريَّة ((Kojima et al., 2004. وعلى الرغم من

ذلك، وحتى بعد إنجاز التنظيف الميكانيكيّ للأقنية الجذرية، يبقى هناك نسج لبية متبقية، وجراثيم، وبرادة عاجية ضمن المنظومة القنوية الجذريَّة ((Drews et al., 2023؛ لذلك فإنّ هذا يستدعي استعمال محاليل إرواء متنوعة بالمشاركة مع العملية الميكانيكيَّة، ومن هذه المحاليل: محلول هيبوكلوريت الصوديوم (NaOCl)، ومحلول كلورهيكسيدين غلوكونات (CHX)، ومحلول الـEDTA والمحاليل المركبة مثل مادة الـMTAD وغيرها ((B. P. Gomes et al., 2013. إنّ الأهداف الرئيسة للإرواء القنوي هي: استبعاد وجود العضويات الدقيقة من القناة الجذريّة، وإزالة البقايا العاجيّة، وتزليق أدوات المعالجة اللبيَّة، وحل البقايا العضويَّة؛ لذلك ينبغي على محلول الإرواء أن يكون له فعالية تطهيرية وحالّة للنسج العضويَّة، وألا يتسبَّب بأي تخريش للنسج حول الذرويَّة ((Endodontology, 2006؛ لذلك يمكن اعتبار محلول هيبوكلوريت الصوديوم وكذلك محلول الكلورهيكسيدين ومحلول الـEDTA هي من محاليل الإرواء الموصى به بشكل واسع في المعالجة اللبيَّة ( Boutsioukis & Arias- Moliz, 2022). ولسوء الحظ، فإنّه يمكن أن تتفاعل محاليل الإرواء مع بعضها كيميائياً، ويمكن أن تشكل منتجات غير مرغوبة يمكن أن يكون لها تأثيرات سميّة أو ردود فعل تحسسية. يعتبر محلول هيبوكلوريت الصوديوم والكلورهيكسيدين من محاليل الإرواء المستعملة بصورة واسعة في إزالة البقايا الجرثوميَّة خلال عملية التحضير الميكانيكيّ الكيميائيّ ((Drews et al., 2023.

إنّ الهدف الأولي للمعالجة القنوية الجذريَّة هو تقليل وجود الجراثيم ضمن المنظومة القنوية الجذريَّة عبر التحضير الميكانيكيّ الكيميائي (Chemical-Mechanical Preparation) ( Lucisano et al., 2021; Prada et al., 2019). تتضمن هذه العملية القيام بكل من التنظيف الميكانيكيّ واستعمال محاليل الإرواء بسبب النواحي الفيزيولوجية والتشريحية المعقدة للأقنية الجذريَّة ( Ruksakiet et al., 2020; Siqueira Junior et al., 2018). إلا أنّ التنظيف الفعّال للمنظومة القنوية الجذريَّة يُعَدُّ تحدٍّ بسبب سماتها المعقدة والتي تتضمن: البرازخ (Isthmuses)، والانحناءات (Curvature)، والاتصالات بين القنوية ( Intercanal Communications)، والأقنية بيضوية الشكل (Oval-shaped Canals) ( Afhkami, Ahmadi, Chiniforush, & Sooratgar, 2021; Galván-Pacheco et al., 2020).

## المناقشة

تنتج الإنتانات اللبيَّة (Endodontic Infections) بسبب طيف واسع من العضويات الدقيقة، مع هيمنة العضويات اللاهوائيَّة مثل المكورات مثل المكورات الداخلية (Enterococci) والمكورات العقدية (Streptococci) والتي تعتبر المُسبِّب الأساسيّ لفشل المعالجة اللبيَّة ((Kairey et al., 2023؛ إذ عندما يتم تدمير الحاجز العاجي عن طريق الجراثيم، والرضوض وغيرها، فتستطيع كل من الجراثيم الانتهازية والممرضة من الدخول للحجرة اللبية والمنظومة القنوية الجذرية ((Sobieszczański et al., 2023. يمكن أن تصل الجراثيم هذه الجراثيم لداخل المنظومة القناة الجذرية عبر طرق مختلفة مثل: النخور، والآفات حول السنيَّة، والتصدعات والرضوض السنيَّة. في حين أنّ الإنتان الأولي للأقنية الجذرية يحدث بسبب العضويات الدقيقة التي تغزو وتستعمر الأقنية الجذرية الحاوية على النسج اللبية المتموتة، فإنّ الإنتان الثانوي والمعند يمكن أن يحدث بسبب دخول العضويات الدقيقة الأقنية الجذرية عبر التداخلات الإجرائية أو التي تنجو من التنضير الميكانيكيّ الكيميائي، وتستطيع العيش في البيئة الجديدة للقناة الجذرية ( Gaeta et al., 2023; Wong et al., 2021). تُعَدُّ المكورات المعوية البرازية (E. Faecalis) جراثيم إيجابية الغرام لا هوائيّة مخيّرة، والتي تُعزل من الإنتانات اللبية الثانوية أو المُعنِّدة ((Bouillaguet et al., 2018. إنّ إسهام هذه الجراثيم في فشل المعالجة اللبية يُعزى إلى قدرتها على تحمل قلة العناصر الغذائية في الأسنان محشوة الجذور، ومقاومتها للمحاليل المضادة للجراثيم المطبقة في أثناء المعالجة اللبيَّة. إنّ قدرة هذه الجراثيم على تشكيل أغشية حيوية كثيفة على جدران الأقنية الجذريَّة عبر البروتينات الرابطة للكولاجين (Collagen-binding Proteins)، والأهداب المُساعدة للأغشية الحيوية (Biofilm-associated Pili) تجعل هذه العضويات الدقيقة قادرة على غزو القنيات العاجيَّة والمعقدات التشريحية القنوية، مقاومة المطهرات اللبية والضمادات داخل الأقنية الجذريَّة ( Hahn & Hanford, 2021; Momenijavid et al., 2022). كما أنّ هناك عوامل فوعة وعوامل مؤهبة أخرى لمقاومة بعض الصادات تسهم في نجو هذه الجراثيم وتعنيدها على المعالجة وإحداث فشل للمعالجة اللبيَّة ( Gaeta et al., 2023; Wong et al., 2021).

تميل الجراثيم للنمو ضمن الأغشية الحيوية (Biofilms)، حيث تتم حماية الجراثيم ضمن الأغشية الحيوية من التنظيف الميكانيكي والكيميائي عن طريق المادة المتماثرة خارج الخلوية ( Extracellular Polymeric Substance). تُعَدُّ الأقنية الجذرية سطوح تلتصق عليها الجراثيم، يمكن أن تتطور الأغشية الحيوية عندما يحدث إنتان المنظومة القنوية الجذرية ( Flemming, Neu, & Wozniak, 2007; Pereira et al., 2021). وعند حدوث إنتان القناة الجذرية الأساسيَّة، فمن المرجح أن تظهر الأغشية الحيوية أيضاً في التشعبات الفرعية مثل الأقنية الجانبية والملحقة، والبرازخ، والقنيات العاجية؛ وبالتالي يمكن ألا تطال هذه التشعبات الفرعية في أثناء التحضير القنوي، وهذا ما يرجح إمكانية بقاء الأغشية الحيوية بعد التحضير الكيميائي الميكانيكيّ؛ لذلك فإنّ الهدف من إرواء المنظومة القنوية الجذرية هو الحل الكيميائي والاستئصال الميكانيكيّ للنسج اللبيَّة، والبرادة العاجية، وطبقة اللطاخة، والعضويات الدقيقة سواء المفردة أو الموجودة ضمن الأغشية الحيوية ومنتجاتها من جدران الأقنية الجذرية، واستخراجها لخارج المنظومة القنوية الجذريَّة ( Pereira et al., 2021). لذلك فقد كان الهدف من هذا البحث بقسميه السريري والمخبريّ هو مقارنة تأثير محاليل الإرواء المختلفة في الإرواء النهائي للمنظومة القنوية الجذرية، مع أو بدون استعمال مبرد (XPF)، في تغيير البيئة داخل الأقنية الجذرية، والتعداد الجرثومي للجراثيم المكورات المعوية البرازية.

### 2.1.4. مناقشة أدوات البحث، ومنهجيته:

استعمل في هذا البحث ثلاث مواد أساسية، وهي: محلول هيبوكلوريت الصوديوم، ومحلول الكلورهيكسيدين، ومادة QMIX. يُعَدُّ هيبوكلوريت الصوديوم ((Sodium Hypochlorite (NaOCl) أكثر محاليل الإرواء استعمالاً في إرواء المنظومة القنوية الجذريَّة بسبب آليته التي تسبب تبدلات في التخليق الحيوي في الاستقلاب الخلوي وتدير الشحوم الفوسفورية للأغشية الخلوية، وإنتاج الكلورامين الذي يتداخل مع الاستقلاب الخلويّ، والفعل المؤكسد مع التعطيل غير الردود للإنزيمات داخل الخلايا الجرثوميَّة، وتحطم الشحوم والحموض الدهنية، ويُستعمل هيبوكلوريت الصوديوم بتراكيز تتراوح بين 0.5 ويمكن أن تصل إلى 8.25% وفقاً لبعض الدراسات ( Cullen, Wealleans, Kirkpatrick, & Yaccino, 2015; Karkare, Ahire, & Khedkar,

(2015. يُعَدُّ محلول هيبوكلوريت الصوديوم حال للنسج المتموتة بصورة فعّالة، وإزالة المكونات العضوية لطبقة اللطاخة؛ فضلاً عن فعاليته المضادة للجراثيم ومقدرته على تعطيل السموم الداخلية (Endotoxins) أو عديدات السكاكر الشحمية ((Lipopolysaccharides (LPSs). ((Nascimento et al., 2021 تعود قدرته القاتلة للجراثيم إلى تشكيل حمض الهيبوكلوروس (HOCl) عندما يكون بتماس مع النسج العضوية. في التراكيز العالية، يعتبر محلول هيبوكلوريت الصوديوم ساماً ويسبب التهاب في النسج حول الذرويَّة، بينما في التراكيز المنخفضة، فيكون غير فعّالاً اتجاه بعض العضويات الدقيقة ( Gernhardt, Eppendorf, Kozlowski, & Brandt, 2004) يمكن أن يكون طعمه ورائحته غير المستساغة، وتغييره للون الأدوات الجراحية وتآكله، وعدم قدرته على إزالة المكونات اللاعضوية، من المحدوديات التي يمكن أن تحد من استعماله ( B. R. Basrani, Manek, Sodhi, Fillery, & Manzur, 2007).

يُعَدُّ محلول الكلورهيكسيدين ((Chlorhexidine Digluconate (CHX) من المحاليل المضادة للجراثيم، وهو مركّب ثنائي الغوانيد، يستعمل كمادة مطهرة ومضادة للجراثيم الموضعية. طُرح الكلورهيكسيدين كمادة فعّالة جداً في إرواء الأقنية الجذريَّة بسبب فعاليته القوية المضادة للجراثيم اتجاه مجموعة واسعة من العضويات الدقيقة، وقدرته على الارتباط بالعاج. تتضمن آلية عمله اختراقه للأغشية الحيوية الجرثوميَّة، وتدميره الغشاء الخلوي (Cell Membrane) للجراثيم؛ الأمر الذي يؤدي إلى موت الخلايا ((Mathur et al., 2018. بيّنت بعض الدِّراسات أن الفعالية المضادة للجراثيم لمادة الكلورهيكسيدين يمكن أن تبقى لفترة تصل حتى 12 أسبوعاً. يساعد التركيب الجزيئي للكلورهيكسيدين على اختراق الأغشية الحيوية؛ مما يتيح لها الوصول إلى القالب المحيط بالعضويات الدقيقة المحمية بالأغشية الحيويَّة، ومن ثم تمارس المادة تأثيرها المُدمِّر للغشاء الخلوي عن طريق إحداث تغييرات هيكليّة، وإضعاف استمرارية الغشاء الخلوي. وبسبب القدرة على الارتباط بالمكونات الشحمية للغشاء الخلوي، فيمكن لمادة الكلورهيكسيدين أن تسمح بمرور المواد لداخل الخلايا، والتأثير على الوظائف الخلوية الأساسيَّة؛ والذي يؤدي في نهاية المطاف إلى موت الخلية الجرثوميَّة ( Punathil et al., 2020). ومن الجدير بالذكر أنّ الفعالية المضادة للجراثيم للكلورهيكسيدين شجعت على استعماله في الإرواء،

حيث يلتصق بالجدران العاجيَّة للأقنية الجذريَّة؛ مما يؤمِّن حماية طويلة الأمد اتجاه إعادة الاستعمار الجرثوميّ ((Afkhami, Forghan, Gutmann, & Kishen, 2023، بالإضافة إلى طيفه الواسع الذي يشمل مجموعات من العضويات الدقيقة، بما في ذلك الجراثيم أحادية أو ثنائية الجدار، وإيجابية أو سلبية الغرام، وبالإضافة إلى الخمائر ((Palipana, Kalubowila, & Gamage, 2023. ويمكن أن يستعمل محلول الكلورهيكسيدين كمادة متممة لزيادة الفعالية المضادة للجراثيم لمحلول هيبوكلوريت الصوديوم، ولكنه مقارنة بمحلول هيبوكلوريت الصوديوم، فهو لا يمتلك القدرة على حل النسج الحية والمتموتة ( Drews et al., 2023; Rôças & Siqueira Jr, 2011).

لا يمكن استعمال هيبوكلوريت الصوديوم لوحده بسبب عدم قدرته على إزالة النسج اللاعضوية من طبقة اللطاخة، كما لا يمكن استعمال محلول الـEDTA لوحده بسبب افتقاره للخواص المضادة للجراثيم، وعدم قدرته على إزالة النسج العضوية، كما لا يمكن استعمال محلول الكلورهيكسيدين بسبب عدم قدرته على حل النسج الحية والمتموتة؛ وبالتالي لا محلول إرواء وحيدة يمكن أن يحقق كافة أهداف إرواء المنظومة القنوية الجذريَّة ( Jose et al., 2016; Siqueira Jr & Rôças, 2011). طُرِحت مادة كيوميكس QMIX الأمريكيّة كمحلول إرواء مفرد يمكن أن يزيل طبقة اللطاخة، ويملك خواص مضادة للجراثيم عالية. يتألف من خليط من المحلول المضاد للجراثيم ثنائي الغوانيد (الكلورهيكسيدين 2%)، والمحلول الخالب للكالسيوم (EDTA 17%)، والمصل الفيزيولوجي؛ فضلً عن وجود العامل المرطب السطحي (Surfactant) ( Lim et al., 2020; Stojicic, Shen, Qian, Johnson, & Haapasalo, 2012). أظهرت مادة QMIX خواص كبيرة مضادة للجراثيم مقارنة بمحلول الكلورهيكسيدين في تقليل معدلات المكورات المعوية البرازية، ومقدرته المُزيلة لطبقة اللطاخة المشابهة لمادة الـEDTA، وبسبب هذه الخواص، فإنّ تطبيق هذه المادة يتطلب وقتاً أقل لتطهير المنظومة القنوية الجذرية بصورةٍ كاملة ((Lim et al., 2020.

كما استعمل في هذا البحث مبرد (XPF)؛ إذ تشير الأبحاث إلى أنّ هناك نسبة جوهرية من جدران الأقنية الجذرية تبقى غير مُنظفة حتى بعد التحضير ، فضلاً عن الإرواء بالمحاقن التقليديَّة يمكن أن يفشل في

الوصول إلى المناطق الضيّقة؛ الأمر الذي يؤدي إلى فشل المعالجة القنوية الجذريَّة (Fedorowicz et al., 2012; Pacheco-Yanes et al., 2020). لتجاوز هذه المشاكل، فقد طُرحت أنظمة تنشيط الإرواء لتعزيز انتشار محاليل الإرواء، وتحسين التطهير القنوي خصوصاً في النواحي المعقدة تشريحياً والتي تضم تراكمات من النسج اللبية الحية والمتموتة والجراثيم (De-Deus et al., 2019). واحدة من هذه الأنظمة مبرد (XP-endo Finisher) الذي طوّرته شركة (FKG) السويسريَّة، والذي تم تحري فعاليته في دراسات مخبرية (Carvalho et al., 2019) وسريرية (Nidambur Vasudev Ballal et al., 2020). عِدّة. يتميّز هذا المبرد، ذي القمعية 0 (Non-tapered)، والحجم 25، والمصنوع من نوع خاص من خلائط النيكل تيتانيوم والتي تدعى (MaxWire)، بتوسع قطره مع زيادة درجة الحرارة، حيث يكون مستقيماً في طور (Martensitic) والتي تتحقق بدرجة حرارة أقل من 30 درجة، وعندما يوضع في القناة الجذريَّة، أي بدرجة حرارة الجسم، يتغيّر إلى طور (Austenitic) آخذاً شكلاً ملعقياً (Spoon Shape) في الـ10 ملم الأخيرة منه علاوةً على ذلك، يؤمّن مبرد (XPF) تحسين المقدرة التنظيفيَّة مع تقليل الضرر على جدران الأقنية الجذريَّة. كما أشارت بعض الأبحاث السابقة أنّ هناك تقليل واضح للتراكمات اللبية المتموتة عند استعمال هذا المبرد كأداة داعمة للتحضير القنوي (Leoni et al., 2017; Poly, Marques, Lee, Setzer, & Karabucak, 2023). على الرغم من أنّ هناك دليل يدعم قدرة المبرد على تقليل الوجود الجرثومي داخل الأقنية الجذريَّة، ولكن يبقى من الصعوبة بمكان تحديد المستوى المطلوب للتناقص الجرثومي بدقة والذي يعكس نتائج سريرية ناجحة كنجاح المعالجة اللبية، وشفاء الآفات حول الذرويّة (de Jesus Oliveira, de Bragança, Sarkis-Onofre, & Faria-e-Silva, 2021; J. Zhou, Liu, & Guo, 2021).

## 2.4. مناقشة نتائج البحث:

أظهرت نتائج هذه الدِّراسة أنّه سواء استعمل مبرد (XPF) أو لم يُستعمل، فتعداد المستعمرات الجرثومية في مجموعة الإرواء بهيبوكلوريت الصوديوم 5.25% أكبر من مجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم كلورهيكسيدين 2% ومجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم QMIX على حدة، ولم تكن هناك فروق دالة إحصائياً بين مجموعة الإرواء بهيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم كلورهيكسيدين 2% ومجموعة الإرواء بهيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم QMIX في عيّنة الدراسة السريرية.

وعند المقارنة ضمن كل مجموعة بروتوكول إرواء، فمهما كانت المرحلة المدروسة، لم تكن هناك فروق دالة إحصائياً بين مجموعة الإرواء الفرعية المترافق مع تطبيق مبرد (XPF) ومجموعة الإرواء الفرعية التي لم يطبق فيها مبرد (XPF) في عيّنة الدراسة السريريَّة.

وكذلك عند الانتقال من المرحلة قبل التحضير إلى المرحلة بعد التحضير لوحظ انخفاض تعداد المستعمرات الجرثومية، وكذلك تناقص التعداد عند الانتقال من المرحلة بعد التحضير إلى المرحلة بعد الإرواء، وذلك مهما كان بروتوكول الإرواء المتبع، وفي حال استعمل مبرد (XPF) أو لم يُستعمل في عيّنة الدراسة السريريَّة.

وبالنسبة لحدوث التطهير التام في عيّنة الدراسة السريرية، فلم تلاحظ فروق دالة إحصائياً بين بروتوكولات الإرواء الثلاث عند تطبيق مبرد (XPF)، ولكن عند عدم تطبيقه، فكان تحقيق التطهير التام أقل في مجموعة الإرواء بهيبوكلوريت الصوديوم 5.25% مقارنة بباقي المجموعات.

وأظهرت نتائج هذه الدِّراسة أنّ قيم تعداد المستعمرات الجرثوميَّة في عيّنة الدِّراسة المخبريَّة قبل التحضير لم تختلف عند تطبيق مبرد (XPF) أو عدم تطبيقه في مجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ومجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% مع مادة QMIX، بينما كان هناك فروق دالّة في مجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% مع الكلورهيكسيدين 2%، حيث كان التعداد أقل عند تطبيق المبرد. أمّا

## المناقشة

بعد التحضير فلم يكن هناك فروق دالة إحصائياً عند تطبيق مبرد (XPF) أو عدم تطبيقه في جميع بروتوكولات الإرواء النهائي المدروسة في البحث. أخيراً بعد الإرواء، كذلك لم تكن هناك فروق دالة إحصائياً عند تطبيق مبرد (XPF) أو عدم تطبيقه في جميع بروتوكولات الإرواء النهائي المدروسة في البحث

عند المقارنة بين المجموعات، لوحظ في الحالة التي طُبِّق فيها مبرد (XPF) فلم تكن الفروق دالة إحصائياً مهما كان بروتوكول الإرواء النهائي المُطبَّق، أمّا في الحالة التي لم يتم فيها تطبيق مبرد (XPF)، فقد كان التعداد الجرثومي أعلى في المرحلة قبل التحضير في مجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% مع الكلورهيكسيدين 2% مقارنةً بمجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% أو تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% مع QMIX (لم يكن بينهما فروق دالة)، وفي المرحلة بعد التحضير، كان التعداد الجرثومي الأقل في مجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% مع QMIX مقارنة بمجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% أو تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% مع الكلورهيكسيدين 2%، وأخيراً بعد الإرواء كان التعداد الجرثومي الأعلى في مجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25%، ولم يكن هناك أي فروق بين المجموعتين المتبقيتين.

كما بيّنت نتائج هذه الدِّراسة أنّه مهما كان بروتوكول الإرواء النهائي المتّبع، وسواء استعمل مبرد (XPF) أو لم يُستعمل، فقد كان هناك تناقص جوهري للتعداد الجرثوميّ من المرحلة قبل التحضير إلى المرحلة بعد التحضير، ومن المرحلة بعد التحضير إلى المرحلة بعد الإرواء.

وعند مقارنة نتائج الدراسة المخبرية بنتائج الدراسة السريرية، تبيّن أنّ قيم تعداد المستعمرات الجرثومية كان أقل في عينة الدراسة السريرية وذلك مهما كان بروتوكول الإرواء المتبع، ومهما كانت المرحلة المدروسة، ومهما كان استعمال مبرد (XPF)؛ بينما لم تلاحظ فروق دالة إحصائياً بين العينة السريرية والمخبرية فيما يتعلق بحدوث التطهير التام.

## المناقشة

يمكن أن تُعزى النتائج السابقة والتي أظهرت تناقص التعداد الجرثومي في الحالة التي تم المشاركة فيها بين هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% مع الكلورهيكسيدين أو QMIX مقارنة بتطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% لوحده فضلاً عن تطبيق مبرد (XPF) إلى الفعالية المضادة للجراثيم لمادة QMIX، حيث لهذه المادة فعالية قويّة في تقليل معدلات المكورات المعوية البرازية وذلك لاحتوائها ضمن تركيبها على الكلورهيكسيدين 2%، وكذلك قدرتها على الانسياب ضمن المنظومة القنوية الجذرية بسبب احتوائها على عامل الترطيب السطحي ((Lim et al., 2020، وكذلك إلى قدرة مبرد (XPF) إلى التقليل الواضح للتراكمات اللبية المتموتة والجراثيم عند استعمال هذا المبرد كأداة داعمة للتحضير القنوي ((Leoni et al., 2017; Poly et al., 2023، وأخيراً إلى الفعالية المضادة للجراثيم العالية للكلورهيكسيدين والتي يمكن أن تبقى لفترة تصل حتى 12 أسبوعاً؛ حيث يلتصق بالجدران العاجيَّة للأقنية الجذريَّة؛ مما يؤمِّن حماية طويلة الأمد اتجاه إعادة الاستعمار الجرثوميّ ((Afkhami et al., 2023، بالإضافة إلى طيفه الواسع الذي يشمل مجموعات من العضويات الدقيقة، بما في ذلك الجراثيم أحادية أو ثنائية الجدار، وإيجابية أو سلبية الغرام، وبالإضافة إلى الخمائر ( Palipana et al., 2023).

قارنت دراسة الباحث (GRÜNDLING) وزملائه بين فعالية مادة QMIX وثلاثة محاليل إرواء للقناة الجذريَّة، وهي مادة الـEDTA، والكلورهيكسيدين، وهيبوكلوريت الصوديوم، في تقليل معدلات الذيفانات الداخليَّة أو عديدات السكاريد الشحمي (LPS) وتعداد الجراثيم المكورة المعوية البرازية، حيث أجريت هذه الدراسة على 50 بشرية مقلوعة وحيدة الجذر (Single-rooted Teeth)، حيث قُسِمت إلى أربعة مجموعات؛ وفقاً لمحلول الإرواء المُستعمل. أظهرت نتائج هذه الدِّراسة أنّ مادة QMIX أبدت الفعالية الأعلى بين مواد الإرواء الأخرى، حيث أنقصت من معدلات الذيفان الداخلي والتعداد الجرثومي مقارنةً بالمحاليل الأخرى، بينما أظهرت المجموعات التي أُجري الإرواء فيها باستعمال هيبوكلوريت الصوديوم والكلورهيكسيدين نتائج متشابهة، بالمقابل فقد أظهرت المجموعة التي أُجري الإرواء فيها باستعمال الـEDTA المستويات الأعلى مقارنةً ببقية المجموعات ((Gründling et al., 2015.

قارنت دراسة الباحث (Wang) وزملائه التأثير المضاد للجراثيم المكورة المعوية البرازية ( E. Faecalis) لمختلف المحاليل المطهرة، وهي مادة QMIX، وهيبوكلوريت الصوديوم، والكلورهيكسيدين، حيث أجريت الدراسة على 20 سن بشرية وحيدة الجذر خالية من النخور مقلوعة لأسباب تقويميَّة؛ وقد قُسِمت عيّنة البحث عشوائياً إلى ثلاث مجموعات؛ وفقاً لمحلول الإرواء المستعمل بالإضافة إلى مجموعة شاهدة أُجري الإرواء فيها باستعمال الماء المقطر (Sterile Water)، ودُرِس معدل الجراثيم الحية والمتموتة عند تعرضها لمحلول الإرواء لمدة دقيقة (بعد يوم وثلاثة أسابيع)، ولمدة ثلاث دقائق (بعد يوم وثلاثة أسابيع). أظهرت نتائج هذه الدِّراسة أنّ مادة QMIX ومادة هيبوكلوريت الصوديوم أبديتا فعالية متشابهة في إنقاص معدل التعداد الجرثومي العام سواء عند التعرض لدقيقة أو لثلاث دقائق مهما كانت المدة الزمنية المدروسة مقارنةً مع الكلورهيكسيدين والماء المقطر؛ بالمقابل فقد أظهرت مجموعة الكلورهيكسيدين إنقاصاً أقل للتعداد الجرثومي مقارنة بمجموعة الماء المقطر ((Wang et al., 2012.

هدفت دراسة الباحث (Elakanti) وزملائه إلى مقارنة الفعالية المضادة للجراثيم لمادة QMIX وهيبوكلوريت الصوديوم والكلورهيكسيدين اتجاه كل من الجراثيم المكورة المعوية البرازية (E. Faecalis) والمبيضات البيض (Candida Albicans). أجريت الدراسة على 80 سن مقلوعة حديثاً، بشريّة، وحيدة الجذر، في الفك السفليّ. قُسِمت عيّنة البحث إلى مجموعتين أساسيتين متساويتين: المجموعة الأولى (40 سن) تضمنت دراسة فعالية محاليل الإرواء في المكورات المعوية البرازية، والثانية (40 سن) تضمنت دراسة فعالية محاليل الإرواء في المبيضات البيض. وقد قُسِمت كل مجموعة أساسية إلى أربع مجموعات فرعيّة، وهي: الإرواء بمادة QMIX، والإرواء بمادة هيبوكلوريت الصوديوم، والإرواء بمادة الكلورهيكسيدين، وأخيراً الإرواء بالمصل الفيزيولوجي العقيم (Saline) كمجموعة شاهدة. وقد حُسب عدد الوحدات المشكلة للمستعمرات (CFU) لكل مجموعة. أظهرت نتائج هذه الدِّراسة أنّ التأثيرات المضادة للجراثيم كانت أعلى في المجموعات التي عولجت باستعمال مادة QMIX، ولم تكن هناك فروق دالة إحصائياً بين المجموعات التي عولجت باستعمال هيبوكلوريت

الصوديوم والكلورهيكسيدين سواء اتجاه الجراثيم المكورة المعوية البرازية أو مبيضات البيض ( Elakanti et al., 2015).

تناولت دراسة الباحث (Yousefi) وزملائه دراسة تأثير مبرد (XP-endo Finisher) وهيبوكلوريت الصوديوم 5.25% والمصل الفيزيولوجي العقيم في عدد الوحدات المشكلة للمستعمرات (CFU) لجراثيم المكورات المعوية البرازية. أظهرت نتائج هذه الدِّراسة أنّ معدل التعداد الجرثومي قبل العمل في مجموعة تطبيق مبرد (XPF)، ومجموعة هيبوكلوريت الصوديوم، ومجموعة المصل الفيزلوجي العقيم كان 104×169.7 و104×193.2 و104×215.9 (CFU/Ml) على الترتيب، ولم تكن الفروق دالة إحصائياً بين المجموعات. بعد تطبيق مبرد (XPF) كان معدل التعداد الجرثومي $0.71 \times 10^4$ (CFU/Ml)، وفي مجموعة هيبوكلوريت الصوديوم كان $0.14 \times 10^4$ (CFU/Ml)، وفي مجموعة المصل الفيزيولوجي العقيم كان $123.7 \times 10^4$ (CFU/Ml) مما يشير إلى فعالية تطهير تام بلغت 99.7% و99.9%، و42.9% لمجموعة مبرد XPF وهيبوكلوريت الصوديوم والمصل الفيزيولوجي العقيم على الترتيب، وهذا يدل على وجود فروق دالة إحصائياً بين المجموعات المدروسة، حيث أبدت كل من مجموعة مبرد XPF ومجموعة هيبوكلوريت الصوديوم تعداداً جرثومياً أقل (مع عدم وجود فروق بين المجموعتين) مقارنة بالمجموعة الثالثة (تطبيق المصل الفيزيولوجي العقيم) (Yousefi et al., 2021).

أجرى الباحث (Robert Amato) بإشراف الدكتورة (Elinor) بحثاً لنيل درجة الدكتوراه في مداواة الأسنان في جامعة (Tufts)، حيث هدفت هذه الدِّراسة إلى تقييم فعالية مبرد (XP-endo Finisher) بالإضافة إلى التأثير المضاف لسوائل الإرواء هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% والكلورهيكسيدين 2% في تقليل الحمل الجرثومي داخل المنظومة القنوية الجذرية لجراثيم المكورات المعوية البرازية (E. Faecalis). أُجري البحث على 24 سناً بشريةً وحيدة الجذر، ومغلقة الذرى، حيث أُجري تلويث العيّنة المخبرية بالمكورات المعوية البرازية لمدة 21 يوم، وبعدها أُجري خلق الممر الزلق باستعمال أدوات (K-File) اليدوية حتى الطول العامل، وبعدها أخذت العيّنة الأولى (S1)، ثم أُجري تطبيق مبرد XPF بالمشاركة مع تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم، وأخذت العيّنة

الثانية (S2)، ثم أجري الإرواء باستعمال الماء المقطر، ثم جففت الأقنية، وأخيراً تم الإرواء بـ6 ملل من الكلورهيكسيدين 2%، ثم جمعت العيّنة الثالثة (S3)، وأجري الزرع الجرثومي، وحُدِّد النمو الجرثومي من خلال عدد الوحدات المشكّلة للمستعمرات (CFU). أظهرت نتائج هذا البحث وجود فروق ذات دلالة إحصائيَّة في تناقص الحمل الجرثومي بين العيّنات الثلاث؛ إذ تم التوصل إلى أنّ استعمال مبرد XPF بالمشاركة مع هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% أدّى إلى تناقص واضح وجوهري لجراثيم المكورات المعوية البرازية، كما أنّ الإرواء النهائي باستعمال محلول الكلورهيكسيدين أدّى إلى تناقص إضافي للحمل الجرثومي ((Alotaibi, 2022.

قيّمت دراسة الباحث (Arias–Moliz) وزملائه الفعالية المضادة للجراثيم لمحلول هيبوكلوريت الصوديوم لوحده، وبالمشاركة مع محلول الكلورهيكسيدين، واستعمل الماء المقطر (Distilled Water) كعيّنة شاهدة، وذلك اتجاه الأغشية الحيوية لجراثيم المكورات المعوية البرازية (E. Faecalis). تم تقييم الحجم الحيوي الإجمالي، ونسبة الخلايا الميتة للأسنان التي تم تلويثها. أظهرت نتائج هذه الدِّراسة أنّ محلول هيبوكلوريت الصوديوم أبدى نسبة أكبر بصورة جوهريَّة للخلايا الميّتة ($P<0.05$)، ولم تُلاحظ هناك فروق دالة إحصائياً للفعالية المضادة للجراثيم لمحلول الكلورهيكسيدين مقارنةً مع العيّنة الشاهدة. تناقص الحجم الحيوي الإجمالي لجراثيم المكورات المعوية البرازية جوهرياً في مجموعة هيبوكلوريت الصوديوم مقارنةً مع كل من الكلورهيكسيدين والعيّنة الشاهدة ((Arias- Moliz et al., 2015.

هدفت دراسة الباحثة (Jinglei Ma) وزملائها إلى تقييم تأثير محلول هيبوكلوريت الصوديوم 5.25%، ومحلول الكلورهيكسيدين 2% على الفعالية المضادة للجراثيم اتّجاه جراثيم المكورات المعوية البرازية. حيث أجري بروتوكول التعرُّف على الجراثيم، وتلويث العيّنات كما في بروتوكول دراستنا تماماً. أظهرت نتائج هذه الدِّراسة أن محلول الكلورهيكسيدين كان أكثر فعالية في تحسين الفعالية المضادة للجراثيم اتجاه الجراثيم المكورة المعوية البرازية مقارنة بمحلول هيبوكلوريت الصوديوم في أثناء إجراءات المعالجة القنوية الجذرية الروتينية ( Ma et al., 2015).

## المناقشة

هدفت دراسة الباحثة (Vianna) وزملائها إلى تقييم فعالية محلول هيبوكلوريت الصوديوم بالمشاركة مع محلول الكلورهيكسيدين اتجاه الجراثيم المكورة المعوية البرازية (E. Faecalis) مخبرياً، حيث أجريت هذه الدِّراسة على الأسنان البشرية المقلوعة حديثاً وحيدة الجذر، وتم المقارنة بين استعمال محلول هيبوكلوريت الصوديوم لوحده وبين مشاركته مع محلول الكلورهيكسيدين. أظهرت نتائج هذه الدِّراسة أنّه تم الحصول على أقل نمو جرثومي (أي تعداد جرثومي أقل) في المجموعة التي تمت فيها المشاركة بين هيبوكلوريت الصوديوم مع الكلورهيكسيدين، ولوحظ فرق جوهري دال إحصائي في معدل التعداد الجرثومي في هذه المجموعة مقارنة بمجموعة هيبوكلوريت الصوديوم لوحده لصالح مجموعة هيبوكلوريت الصوديوم مع الكلورهيكسيدين ( Vianna & Gomes, 2009).

هدفت دراسة الباحث (Vasudev Ballal) وزملائه إلى المقارنة بين تنشيط الإرواء باستعمال مبرد (XP-endo Finisher) مقارنةً بالطريقة التقليدية في الإرواء بالإبر (Needle Irrigation)، حيث أجريت الدِّراسة على مرضى لديهم التهاب نسج حول ذروية لا عرضيّ، وبعد تحضير حفرة المدخل، أجري أخذ العيّنة الأولى (S1)، وبعدها أُجري التحضير القنوي الميكانيكيّ، وأخذت العيّنة الثانية (S2) بعد التحضير، وبعدها طُبِّق الإرواء باستعمال محلول هيبوكلوريت الصوديوم، وأجري تنشيط الإرواء باستعمال مبرد (XPF) أو بالإبرة التقليديَّة، وأخذت العيّنة الثالثة (S3). تم تحديد عدد الوحدات المُشكِّلة للمستعمرات (CFU) للجراثيم داخل القناة الجذريَّة. أظهرت نتائج هذه الدِّراسة أنّه مهما كانت الطريقة المتّبعة في تنشيط الإرواء، فإنّ التعداد الجرثومي انخفض من العيّنة الأولى إلى الثانية، ومن الثانية إلى الثالثة، كما أظهرت هذه النتائج أنّ تنشيط الإرواء باستعمال (XPF) كان مصحوباً مع تناقص واضح وجوهري في التعداد الجرثوميّ مقارنة مع الإرواء التقليدي بالإبر ((Nidambur Vasudev Ballal et al., 2020.

## المناقشة

هدفت دراسة الباحث (Cîmpean) وزملائه إلى تقييم الفعالية المضادة للجراثيم لبروتوكولات الإرواء النهائي، ومقارنة فعاليتها في إزالة طبقة اللطاخة. أجريت هذه الدراسة على 63 سناً بشرية وحيدة الجذر لوِّثت بالجراثيم المكورة المعوية البرازية (Enterococcus Faecalis). قُسِمت الأسنان إلى ثلاثة مجموعات أساسية، وهي: الإرواء النهائي باستعمال المصل الفيزيولوجي العقيم (المجموعة الشاهدة)، ومجموعة الإرواء النهائي باستعمال هيبوكلوريت الصوديوم 5.25%، ومجموعة الإرواء النهائي باستعمال مادة (QMIX). قُيِّم الحمل الجرثومي من خلال تقييم عدد الوحدات المُشكِّلة للمستعمرات، كما شُطِرت الأسنان طولياً وفُحِصت باستعمال المجهر الإلكتروني الماسح لتحري وجود طبقة اللطاخة. أظهرت نتائج هذه الدراسة أنّ الإرواء النهائي باستعمال هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% أظهر فعالية عالية في تقليل الحمل الجرثومي داخل الأقنية الجذرية المخموجة بالمكورات المعوية البرازية مقارنة بالمجموعات الأخرى، ولم يكن هناك فروق دالة إحصائياً بين المجموعات في إزالة طبقة اللطاخة ((Cîmpean et al., 2022.

قيَّمت دراسة الباحث (Abidal) وزملائه الفعالية المضادة للجراثيم لمحلول الإرواء القنوي (QMIX) اتجاه الجراثيم المكورة المعوية البرازية (E. Faecalis)، ومقارنتها مع محلول الـ17% EDTA، ومحلول الكلورهيكسيدين غلوكونات 2%. حيث عُزِلت المكورات المعوية البرازية من الأسنان المصابة بالتهاب النسج حول الذروية. أظهرت نتائج هذه الدِّراسة أنّ مادة (QMIX) أبدت أفضل أداء بوصفها محلول الإرواء الوحيد الذي كان له القدرة على قتل جميع الخلايا الجرثومية المكورة المعوية، حيث تبيّن أنّ كان له تأثير قاتل للجراثيم بنسبة 95% لجميع الجراثيم خلال الثواني الخمسة الأولى من التعرُّض له، ثم يليه محلول الكلورهيكسيدين غلوكونات 2% ((Abidal et al., 2013.

# 5- الاستنتاجات

# (Conclusions)

## 5. الاستنتاجات (Conclusions):

ضمن حدود هذه الدِّراسة، يمكن استنتاج ما يأتي:

1. إن قيم تعداد المستعمرات الجرثومية بعد الإرواء في مجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% كانت أكبر منها في كل من مجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم كلورهيكسيدين 2% ومجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم QMIX على حدة مهما كان استخدام مبرد XP-endo Finisher في عينة الدراسة السريرية.
2. لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في قيم تعداد المستعمرات الجرثومية بعد الإرواء بين مجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم كلورهيكسيدين 2% ومجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم QMIX مهما كان استخدام مبرد XP-endo Finisher في عينة الدراسة السريرية.
3. لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في قيم تعداد المستعمرات الجرثومية بين مجموعة التحضير مع استخدام مبرد XP-endo Finisher ومجموعة التحضير دون استخدام مبرد XP-endo Finisher، وذلك مهما كان بروتوكول الإرواء النهائي المستخدم ومهما كانت المرحلة المدروسة في عينة الدراسة السريرية.
4. إن قيم تعداد المستعمرات الجرثومية بعد التحضير وبعد الإرواء كانت أصغر منها قبل التحضير، وأن قيم تعداد المستعمرات الجرثومية بعد الإرواء كانت أصغر منها بعد التحضير، وذلك مهما كان بروتوكول الإرواء النهائي المستخدم ومهما كان استخدام مبرد XP-endo Finisher في عينة الدراسة السريرية.

5. لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في قيم تعداد المستعمرات الجرثومية مخبرياً بين مجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ومجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم كلورهيكسيدين 2% ومجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم QMIX، وذلك في مجموعة التحضير مع استخدام مبرد XP-endo Finisher مهما كانت المرحلة المدروسة في عينة الدراسة المخبرية.

## الاستنتاجات

6. إنّ قيم تعداد المستعمرات الجرثومية مخبرياً بعد الإرواء في مجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% كانت أكبر منها في كل من مجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم كلورهيكسيدين 2% ومجموعة تطبيق هيبوكلوريت الصوديوم 5.25% ثم QMIX على حدة في مجموعة التحضير وذلك دون استخدام مبرد (XPF) من عينة الدراسة المخبرية.
7. إن قيم تعداد المستعمرات الجرثومية بعد التحضير وبعد الإرواء كانت أصغر منها قبل التحضير، وإن قيم تعداد المستعمرات الجرثومية بعد الإرواء كانت أصغر منها بعد التحضير، وذلك مهما كان بروتوكول الإرواء النهائي المستخدم ومهما كان استخدام مبرد XP-endo Finisher في عينة الدراسة المخبرية.

# 6- التوصيات والمقترحات

# (Recommendations and Suggestions)

# 6. التوصيات والمقترحات (Recommendations and Suggestions):

## 1.6. التوصيات (Recommendations):

ضمن حدود هذه الدِّراسة، يمكن التوصية بما يأتي:

1. استعمال مادة QMIX في الإرواء القنوي النهائي في سياق المعالجة القنوية الجذريّة غير الحيّة بالمشاركة مع هيبوكلوريت الصوديوم.
2. استعمال مادة هيبوكلوريت الصوديوم مع الكلورهيكسيدين في الإرواء النهائي.
3. عدم استعمال مادة هيبوكلوريت الصوديوم كسائل ارواء نهائي بمفردها في سياق المعالجة القنوية الجذرية

# التوصيات والمقترحات

## 2.6. المقترحات (Suggestions):

ضمن حدود هذه الدِّراسة، يمكن اقتراح ما يأتي:

1. إجراء دراسة مخبريَّة لتقييم تأثير باستعمال مبرد (XP–endo Finisher) لوحده في تقليل التعداد الجرثومي داخل الأقنية الجذريَّة.
2. إجراء دراسة مخبريّة مقارنة بين مادة QMIX وسوائل الإرواء الأخرى في الإرواء القنوي النهائي وتقليل التعداد الجرثومي داخل الأقنية الجذريَّة.
3. إجراء دراسة سريرية لتقييم فعالية مبرد (XP–endo Finisher)، مع طرق أخرى لتنشيط الإرواء القنوي، وتأثيرها على التعداد الجرثومي داخل الأقنية الجذريَّة.

# 7. المراجع

# (References)

# 7. المراجع:

(A)

Abidal, A. K. A.-S., Abdul-Rahman, G., & Tawfeeq, A. (2013). The antibacterial effect of QMix, a novel root canal irrigant (ex vivo study). **Al-Rafidain Dental Journal,** *13*(3), 537-546.

Afhkami, Farzaneh, Ahmadi, Paniz, Chiniforush, Nasim, & Sooratgar, Aidin. (2021). Effect of different activations of silver nanoparticle irrigants on the elimination of Enterococcus faecalis. **Clinical Oral Investigations**, *25(3)*, 6893-6899.

Afkhami, Farzaneh ،Forghan, Parisa, Gutmann, James L, & Kishen, Anil. (2023). Silver nanoparticles and their therapeutic applications in endodontics: A narrative review. **Pharmaceutics**, *15*(3), 715.

Afkhami, Farzaneh, Sadegh, Mona, Sooratgar, Aidin, & Amirmoezi, Maryam. (2 .(022 Comparison of the effect of QMix and conventional root canal irrigants on push- out bond strength of fiber post to root dentin. **Clinical and Experimental Dental Research**, *8*(1), 464-469.

Ahmed, Hany MA, Keleş, Ali, Martins, Jorge NR, & Dummer, Paul MH. (2022). Tooth, root, and canal anatomy. *E***ndodontic Advances and Evidence- Based Clinical Guidelines**, *9*(2) 1-50.

Ahmed, HMA, Versiani, MA, De- Deus, G, & Dummer, PMH. (2017). A new system for classifying root and root canal morphology. **International endodontic journal**, *50*(8), 761-770.

Akçay, Alper, Gorduysus, Melahat, Gorduysus, Mehmet Omer, Annamma, Lovely M, & Müftüoglu, Sevda. (2024). A comparative evaluation of the cleaning efficacy of five different root canal irrigation devices: a histological study. **European journal of dentistry**, *18*(03), 827-833.

Al-Qathami, Hind, & Al-Madi, Ebtissam. (2003). Comparison of sodium hypochlorite, propolis and saline as root canal irrigants: A pilot study. **Saudi Dent J**, *15*(2), 100-103.

Alakshar, Asmaa, Saleh, Abdul Rahman Mohammed, & Gorduysus, Mehmet Omer. (2020). Debris and smear layer removal from oval root canals comparing XP-Endo Finisher, EndoActivator, and manual irrigation: A SEM evaluation. **European journal of dentistry**, *14*(04), 626-633.

Alghamdi, Faisal, & Shakir, Marwa. (2020). The influence of Enterococcus faecalis as a dental root canal pathogen on endodontic treatment: A systematic review. **Cureus**, *12*(3), 423-433.

# المراجع

Ali, Azhar, Bhosale, Anuradha, Pawar, Swapnil, Kakti, Ateet, Bichpuriya, Anjali, & Agwan, Muhammad A. .(2022) Current trends in root canal irrigation. **Cureus**, *14*(5), 173-181.

Alotaibi, Samaher Khalid Mohamed. (2022). Effectiveness of XP-3D Finisher and Irrigants Solutions in Decreasing the Bacterial Load of Intracanal E. faecalis Growth. **Journal of Endodontic**, *11*(4) 93-104.

Alshawkani, Hamed A. (2023). Effects of Combining Sodium or Calcium Hypochlorite with Other Root Canal Irrigants-A Systematic Review. **Journal of International Dental and Medical Research**, *16*(3), 1327-1335.

Arias-Moliz, María Teresa, Ruiz-Linares, Matilde, & Ferrer-Luque, Carmen María. (2019). Irrigating solutions in root canal treatment. **Endodontic Practice Today**, *13*(2), 53-61.

Arias- Moliz, MT, Ordinola- Zapata, R, Baca, P, Ruiz- Linares, M, García García, E, Hungaro Duarte, MA, . . . Ferrer□Luque, CM. (2015). Antimicrobial activity of chlorhexidine, peracetic acid and sodium hypochlorite/etidronate irrigant solutions against Enterococcus faecalis biofilms. **International Endodontic Journal**, *48*(12), 1188-1193.

(B)

Ballal, N Vasudev, Kundabala, M ،Bhat, Seetharama, Rao, Nageshwar, & Rao, BS Satish. (2009). A comparative in vitro evaluation of cytotoxic effects of EDTA and maleic acid: root canal irrigants. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, *108*(4), 633-639.

Ballal, Nidambur Vasudev, Gandhi, Poornika, Shenoy, Padmaja A, & Dummer, Paul MH. (2020). Evaluation of various irrigation activation systems to eliminate bacteria from the root canal system: a randomized controlled single blinded trial. **Journal of Dentistry**, *99*(5), 103-115.

Ballal, Nidambur Vasudev, Narkedamalli, Rajkumar, Gandhi, Poornika, Arias-Moliz, Maria Teresa, Baca, Pilar, Das, Shubhankar, . . . Frazier, Joshua. (2023). Biological and chemical properties of 2-in-1 calcium-chelating and antibacterial root canal irrigants. **Journal of Dentistry**, *134*(3), 104-114.

Bao, Pingping, Shen, Ya, Lin, James, & Haapasalo, Markus. (2017). In vitro efficacy of XP-endo Finisher with 2 different protocols on biofilm removal from apical root canals. **Journal of endodontics**, *43*(2), 321-325.

Basrani, Bettina, & Haapasalo, Markus. (2012). Update on endodontic irrigating solutions. **Endodontic topics**, *27*(1), 74-102.

# المراجع

Basrani, Bettina R, Manek, Sheela, Sodhi, Rana NS, Fillery, Edward, & Manzur, Aldo. (2007). Interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate. **Journal of Endodontics**, *33*(8), 966-969.

Bonsor, Stephen J. (2021). Disinfection of the root canal system: what should the protocol be? **Dental Update**, *48*(10), 836-844.

Bouillaguet, Serge, Manoil, Daniel, Girard, Myriam, Louis, Justine, Gaïa, Nadia, Leo, Stefano, . . . Lazarevic, Vladimir. (2018). Root microbiota in primary and secondary apical periodontitis. **Frontiers in microbiology**, *9*(9), 23-74.

Boutsioukis, Christos, & Arias- Moliz, Maria Teresa. (2 .(022Present status and future directions–irrigants and irrigation methods. **International endodontic journal**, *55*(7), 588-612.

(C)

Capuano, Nicoletta, Amato, Alessandra, Dell'Annunziata, Federica, Giordano, Francesco, Folliero, Veronica, Di Spirito, Federica, . . . Amato, Massimo. (2023). Nanoparticles and Their Antibacterial Application in Endodontics. Antibiotics, *12*(12), 16-50.

Carvalho, Maria Cristina, Zuolo, Mario Luis, Arruda-Vasconcelos, Rodrigo, Marinho, Ariane Cássia Salustiano, Louzada, Lidiane Mendes ،Francisco, Priscila Amanda, . . . Gomes, Brenda Paula Figueiredo de Almeida. (2019). Effectiveness of XP-Endo Finisher in the reduction of bacterial load in oval-shaped root canals. **Brazilian oral research**, *33*(10), 21-29.

Chaniotis, Antonis, & Ordinola- Zapata, Ronald. (2022). Present status and future directions: Management of curved and calcified root canals. **International endodontic journal**, *55*(9), 656-684.

Chávez de Paz, Luis E, & Marsh, Philip D. (2015). Ecology and physiology of root canal microbial biofilm communities. **Journal of Endodontic**, *42*(12), 424-431.

Chia, Margaret Soo Yee, Parolia, Abhishek, Lim, Benjamin Syek Hur, Jayaraman, Jayakumar, & de Moraes Porto, Isabel Cristina Celerino. (2020). Effect of QMix irrigant in removal of smear layer in root canal system: a systematic review of in vitro studies. **Restorative Dentistry & Endodontics**, *45*(3), 125-150.

Cîmpean, Sanda Ileana, Pop-Ciutrila, Ioana-Sofia, Matei, Sebastian-Roberto, Colosi, Ioana Alina, Costache, Carmen, Nicula, Gheorghe Zsolt, . . . Colceriu Burtea, Loredana. (2022). Effectiveness of different final irrigation procedures on Enterococcus faecalis infected root canals: An in vitro evaluation. **Journal of Dental Materila**, *15*(19), 66-88.

# المراجع

Cleghorn, Blaine M, Goodacre, Charles J, & Christie, William H. (2008). Morphology of teeth and their root canal systems. **Endodontics**, *6(4)*, 151-210.

Cullen, James KT, Wealleans, James A, Kirkpatrick, Timothy C, & Yaccino, John M. (2015). The effect of 8.25% sodium hypochlorite on dental pulp dissolution and dentin flexural strength and modulus. **Journal of Endodontics**, *41*(6), 920-924.

(D)

De-Deus, Gustavo, Belladonna, Felipe Gonçalves, de Siqueira Zuolo, Arthur, Perez, Renata, Carvalho, Marco Simões, Souza, Erick Miranda, . . . Silva, Emmanuel João Nogueira Leal. (2019). Micro-CT comparison of XP-endo Finisher and passive ultrasonic irrigation as final irrigation protocols on the removal of accumulated hard-tissue debris from oval shaped-canals. **Clinical oral investigations**, *23*(5), 3087-3093.

de Jesus Oliveira, Ludmila Smith, de Bragança, Rafaella Mariana Fontes, Sarkis-Onofre, Rafael, & Faria-e-Silva, André Luis. (2021). The effectiveness of the supplementary use of the XP-endo Finisher on bacteria content reduction: a systematic review and meta-analysis. **Restorative Dentistry &Endodontics**, *46*(3), 86-93.

de Paz, Luis E Chávez, & Ordinola Zapata, Ronald. (2019). Challenges for root canal irrigation: microbial biofilms and root canal anatomy. **Endodontic Practice Today**, *13*(2), 234-.

Dotto, Lara, Onofre, Rafael Sarkis, Bacchi, Ataís, & Pereira, Gabriel Kalil Rocha. (2020). Effect of root canal irrigants on the mechanical properties of endodontically treated teeth: a scoping review. **Journal of endodontics**, *46*(5), 596-604.

Drews, Dirk-Joachim, Nguyen, Anh Duc, Diederich, Antje, & Gernhardt, Christian Ralf. (2023). The interaction of two widely used endodontic irrigants, chlorhexidine and sodium hypochlorite, and its impact on the disinfection protocol during root canal treatment. **Antibiotics**, *12*(3), 589-592.

(E)

Elakanti, Soujanya, Cherukuri, Gayathri, Rao, Venkateswara G, Chandrasekhar, Veeramachaneni, Rao, Anitha S, & Tummala, Muralidhar. (2015). Comparative evaluation of antimicrobial efficacy of QMix™ 2 in 1, sodium hypochlorite, and chlorhexidine against Enterococcus faecalis and Candida albicans. **Journal of Conservative Dentistry and Endodontics**, *18*(2), 128-131.

Endodontology, European Society of. (2006). Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology. **International endodontic journal**, *39*(12), 921-930.

(F)

Fath-Allah, HebatAllah, Kamel, Wael, & Nour El Din, Mohsen. (2020). Effect of XP-endo Finisher on Microbial Root Canal Flora After Using Single-File or Multiple-File Rotary Systems. **Al-Azhar Journal of Dentistry**, *7*(4), 3-11.

Fedorowicz, Zbys, Nasser, Mona, Sequeira- Byron, Patrick, de Souza, Raphael Freitas, Carter, Ben, & Heft, Marc. (2012). Irrigants for non- surgical root canal treatment in mature permanent teeth. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, *12*(9), 643-654.

Flemming, Hans-Curt, Neu, Thomas R, & Wozniak, Daniel J. (2007). The EPS matrix: the "house of biofilm cells". **Journal of bacteriology**, *189*(22), 7945-7947.

(G)

Gaeta, Carlo, Marruganti, Crystal, Ali, Islam AA, Fabbro, Andrea, Pinzauti, David, Santoro, Francesco, . . . Grandini, Simone. (2023). The presence of Enterococcus faecalis in saliva as a risk factor for endodontic infection. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, *13*, 1061645.

Galván-Pacheco, Jennifer, Vitales-Noyola, Marlen, González-Amaro, Ana M, Bujanda-Wong, Heriberto, Aragón-Piña, Antonio, Méndez-González, Verónica, & Pozos-Guillén, Amaury. (2020). Evaluation of in vitro biofilm elimination of Enterococcus faecalis using a continuous ultrasonic irrigation device. **Journal of oral science**, *62*(4), 415-419.

Gazzaneo, Isbelia, Vieira, Gaya CS, Pérez, Alejandro R, Alves, Flávio RF, Gonçalves, Lucio S, Mdala, Ibrahimu, . . . Rôças, Isabela N. (2019). Root canal disinfection by single-and multiple-instrument systems: effects of sodium hypochlorite volume, concentration, and retention time. **Journal of endodontics**, *45*(6), 736-741.

Gernhardt, CR, Eppendorf, K, Kozlowski, A, & Brandt, M. (2004). Toxicity of concentrated sodium hypochlorite used as an endodontic irrigant. **International endodontic journal**, *37*(4), 272-280 .

Godoi-Jr, Ederaldo P, Bronzato, Juliana D, Francisco, Priscila A, Bícego-Pereira, Eloá C, Lopes, Erica M, Passini, Maicon RZ, . . . Ferraz, Caio CR. (2023). Microbiological profile of root canals indicated for endodontic retreatment due

to secondary endodontic infections or for prosthetic reasons. **Clinical oral investigations**, *27*(5), 2049-2064.

Gomes, Brenda Paula Figueiredo de Almeida, & Herrera, Daniel Rodrigo. (2018). Etiologic role of root canal infection in apical periodontitis and its relationship with clinical symptomatology. **Brazilian oral research**, *32*(1), 69-74.

Gomes, Brenda PFA, Vianna, Morgana E, Zaia, Alexandre A, Almeida, José Flávio A, Souza-Filho, Francisco J, & Ferraz, Caio CR. (2013). Chlorhexidine in endodontics. **Brazilian dental journal**, *24*(2), 89-102.

Gonçalves, Lucio Souza, Rodrigues, Renata Costa Val, Junior, Carlos Vieira Andrade, Soares, Renata G, & Vettore, Mario Vianna. (2016). The effect of sodium hypochlorite and chlorhexidine as irrigant solutions for root canal disinfection: a systematic review of clinical trials. **Journal of endodontics**, *42*(4), 527-532.

Gründling, Grasiela Longhi, Melo, Tiago André Fontoura de, Montagner, Francisco, Scarparo, Roberta Kochenborger, & Vier-Pelisser, Fabiana Vieira. (2015). QMix® irrigant reduces lipopolysacharide (LPS) levels in an in vitro model. **Journal of Applied Oral Science**, *23*(4), 431-435.

Guivarc'h, Maud, Ordioni, Ugo, Ahmed, Hany Mohamed Aly, Cohen, Stephen, Catherine, Jean-Hugues, & Bukiet, Frédéric. (2017). Sodium hypochlorite accident: a systematic review. **Journal of endodontics**, *43*(1), 16-24.

Gulabivala, Kishor, & Ng, Yuan Ling. (2023). Factors that affect the outcomes of root canal treatment and retreatment—A reframing of the principles. **International Endodontic Journal**, *56*(9), 82-115.

Gulabivala, Kishor, Patel, Bina, Evans, Glynis, & Ng, Yuan- Ling. (2005). Effects of mechanical and chemical procedures on root canal surfaces. **Endodontic topics**, *10*(1), 103-122.

Gyulbenkiyan, Elvira, & Gusiyska, Angela. (2023). Impact of the passive/active ultrasonic activation on the endodontic irrigants effectiveness-a review. **Journal of IMAB–Annual Proceeding Scientific Papers**, *29*(1), 4826-4831.

(H)

Hahn, Chin-Lo, & Hanford, Kathryn. (2021). An in Vitro Model to study the colonization and Tubular Invasion of Enterococcus faecalis. **Journal of Endodontics**, *47*(3), 451-457.

Hoedke, Daniela, Kaulika, Namira, Dommisch, Henrik, Schlafer, Sebastian, Shemesh, Hagay, & Bitter, Kerstin. (2021). Reduction of dual- species biofilm after sonic- or ultrasonic- activated irrigation protocols: A laboratory study. **International endodontic journal**, *54*(12), 2219-2228.

(J)

# المراجع

Jiang, Lei-Meng, Verhaagen, Bram, Versluis, Michel, & van der Sluis, Lucas WM. (2010). Evaluation of a sonic device designed to activate irrigant in the root canal. **Journal of endodontics**, *36*(1), 143-146.

Jose, Jerin, Krishnamma, Shoba, Peedikayil, Faizal, Aman, Shibu, Tomy, Nithya, & Mariodan, Jithin Pulickal. (2016). Comparative evaluation of antimicrobial activity of QMIX, 2.5% sodium hypochlorite, 2% chlorhexidine, guava leaf extract and aloevera extract against Enterococcus faecalis and Candida albicans–An in-vitro study. **Journal of clinical and diagnostic research**, *10*(5), 23-28.

(K)

Kairey, Lana, Agnew, Tamara, Bowles, Esther Joy, Barkla, Bronwyn J, Wardle, Jon, & Lauche, Romy. (2023). Efficacy and safety of Melaleuca alternifolia (tea tree) oil for human health—A systematic review of randomized controlled trials. **Frontiers in pharmacology**, *14*, 1116077.

Kandaswamy, Deivanayagam, & Venkateshbabu, Nagendrababu. (2010). Root canal irrigants. **Journal of Conservative Dentistry and Endodontics**, *13*(4), 256-264.

Kara Tuncer, A, Tuncer, S, & Siso, SH. (2015). Effect of QM ix irrigant on the microhardness of root canal dentine. **Australian dental journal**, *60*(2), 163-168.

Karkare, Swati Ramesh, Ahire, Nivedita Pramod, & Khedkar, Smita Uday. (2015). Comparative evaluation of antimicrobial activity of hydroalcoholic extract of Aloe vera, garlic, and 5% sodium hypochlorite as root canal irrigants against Enterococcus faecalis: An: in vitro: study. **Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry**, *33*(4), 274-278.

Karobari, Mohmed Isaqali, Parveen, Ayesha, Mirza, Mubashir Baig, Makandar, Saleem D, Nik Abdul Ghani, Nik Rozainah, Noorani, Tahir Yusuf, & Marya, Anand. (2021). Root and root canal morphology classification systems. **International journal of dentistry**, *2021*(1), 6682189.

Kaur, Prabjot. (2020). Role of irrigants in endodontics. **Journal of Dental Problems and Solutions**, *7*(9), 14-21.

Kojima, Koko, Inamoto, Kyoko, Nagamatsu, Kumiko, Hara, Akiko, Nakata, Kazuhiko, Morita, Ichizo, . . . Nakamura, Hiroshi. (2004). Success rate of endodontic treatment of teeth with vital and nonvital pulps. A meta-analysis. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, *97*(1), 95-99.

(L)

# المراجع

La Rosa, Giusy Rita Maria, Scolaro, Cristina, Leanza, Giuseppe, Rapisarda, Silvia, Isola, Gaetano, Cutroneo, Maria, . . . Pedullà, Eugenio. (2021). Surface tension and wetting ability comparison of sodium hypochlorite and ethylenediaminetetraacetic acid with and without surfactants. *Giornale* **Italiano di Endodonzia**, *35*(1), 74-83.

Lauritano, Dorina, Moreo, Giulia, Carinci, Francesco, Della Vella, Fedora, Di Spirito, Federica, Sbordone, Ludovico, & Petruzzi, Massimo. (2019). Cleaning efficacy of the XP-Endo® Finisher instrument compared to other irrigation activation procedures: a systematic review. **Applied Sciences**, *9*(23), 50-61.

Leoni, Graziela Bianchi, Versiani, Marco Aurélio, Silva- Sousa, YT, Bruniera, João Felipe Bonatto, Pécora, Jesus Djalma, & Sousa- Neto, Manoel Damião de. (2017). Ex vivo evaluation of four final irrigation protocols on the removal of hard- tissue debris from the mesial root canal system of mandibular first molars. **International endodontic journal**, *50*(4), 398-406.

Lim, Benjamin Syek Hur, Parolia, Abhishek, Chia, Margaret Soo Yee, Jayaraman, Jayakumar, & Nagendrababu, Venkateshbabu. (2020). Antimicrobial efficacy of QMix on Enterococcus faecalis infected root canals: a systematic review of in vitro studies. **Restorative Dentistry & Endodontics**, *45*(2), 63-71.

Liu, Ying, Guo, Lili, Li, Yuqin, Guo, Xiangjun, Wang, Bin, & Wu, Ligeng. (2015). In vitro comparison of antimicrobial effectiveness of QMix and other final irrigants in human root canals. **Scientific reports**, *5*(1), 28-31.

Lucisano, Marília Pacífico, da Silva, Raquel Assed Bezerra, de Sousa Pereira, Ana Patrícia, Romualdo, Priscilla Coutinho, Feres, Magda, de Queiroz, Alexandra Mussolino, . . . da Silva, Lea Assed Bezerra. (2021). Alteration of the oral microbiota may be a responsible factor, along with estrogen deficiency, by the development of larger periapical lesions. **Clinical Oral Investigations**, *25*(5), 3651-3662.

(M)

Ma, Jinglei, Tong, Zhongchun, Ling, Junqi, Liu, Hongyan, & Wei, Xi. (2015). The effects of sodium hypochlorite and chlorhexidine irrigants on the antibacterial activities of alkaline media against Enterococcus faecalis. **Archives of oral biology**, *60*(7), 1075-1081.

Machtou, Pierre. (2015). Manual dynamic activation (MDA) technique. *Endodontic Irrigation: Chemical disinfection of the root canal system*. **International edndodontic journal**, *7*(4), 149-155.

Machtou, Pr Pierre. (2018). Manual dynamic activation technique. **Clinical Dentistry Reviewed**, *2*(8), 1-5.

# المراجع

Mathur, Ankita, Gopalakrishnan, D, Mehta, Vini, Rizwan, SA, Shetiya, Sahana Hegde, & Bagwe, Shreya. (2018). Efficacy of green tea-based mouthwashes on dental plaque and gingival inflammation: A systematic review and meta-analysis. **Indian Journal of Dental Research**, *29*(2), 225-232.

Matos, Felipe de Souza, da Silva, Fabrício Rutz, Paranhos, Luiz Renato, Moura, Camilla Christian Gomes, Bresciani, Eduardo, & Valera, Marcia Carneiro. (2020). The effect of 17% EDTA and QMiX ultrasonic activation on smear layer removal and sealer penetration: Ex vivo study. **Scientific Reports**, *10*(1), 103-111.

Meire, Maarten, & De Moor, Roeland JG. (2024). Principle and antimicrobial efficacy of laser- activated irrigation: A narrative review. **International Endodontic Journal**,12(5),202-215.

Mirza, Mubashir Baig, Sharma, Kirti, Shetty, Chitharanjan, Gupta, Jayantika, Padariya, Kinjal, Chohan, Hitesh, & Pius, Alen. (2024). Comparative Analysis of Various Irrigation Solutions in Root Canal Treatment. **Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences**, *16*(Suppl 3), S2740-S2742.

Mohammadi, Zahed. (2008). Sodium hypochlorite in endodontics: an update review. **International dental journal**, *58*(6), 329-341.

Mohammadi, Zahed, & Abbott, PV. (2009). The properties and applications of chlorhexidine in endodontics. **International endodontic journal**, *42*(4), 288-302.

Mohammadi, Zahed, Shalavi, Sousan, Kinoshita, Jun-Ichiro, Giardino, Luciano, Gutmann, James L, Rad, SeyedAhmad Banihashem, . . . Jafarzadeh, Hamid. (2021). A Review on Root Canal Irrigation Solutions in Endodontics. **Journal of Dental Materials & Techniques**, *10*(3), 320-350.

Mohammadi, Zahed, Shalavi, Sousan, Moeintaghavi, Amir, & Jafarzadeh, Hamid. (2017). A review over benefits and drawbacks of combining sodium hypochlorite with other endodontic materials. **The open dentistry journal**, *11*(5), 66-88.

Momenijavid, Mahere, Salimizand, Himen, Korani, Aazam, Dianat ،Omid, Nouri, Bijan, Ramazanzadeh, Rashid, . . . Khosravi, Mohammad Rastegar. (2022). Effect of calcium hydroxide on morphology and physicochemical properties of Enterococcus faecalis biofilm. **Scientific reports**, *12*(1), 75-95.

Mukundan, Divya, Jeevanandan, Ganesh, Vishwanathaiah, Satish, Panda, Suman, Dawood, Tazeen, Abutaleb, Aseel, & Maganur, Prabhadevi C. (2024). Comparative evaluation of the efficacy of 1% and 3% Sodium hypochlorite in reducing the microbial counts in primary teeth root canals using Bioluminometer–A randomized clinical trial. The Saudi Dental Journal, *36*(8), 1123-1127.

(N)

Nagendrababu, Venkateshbabu, Jayaraman, Jayakumar, Suresh, Anand, Kalyanasundaram, Senthilnayagam, & Neelakantan, Prasanna. (2018). Effectiveness of ultrasonically activated irrigation on root canal disinfection: a systematic review of in vitro studies. **Clinical oral investigations**, *22*(7), 655-670.

Nakajima, Masatoshi, Kunawarote, Sitthikorn, Prasansuttiporn, Taweesak, & Tagami, Junji. (2011). Bonding to caries-affected dentin. **Japanese Dental Science Review**, *47*(2), 102-114.

Nascimento, Gustavo G, Rabello, Diego GD, Corazza, Bruna JM, Gomes, Ana PM, Silva, Eduardo G, & Martinho, Frederico C. (2021). Comparison of the effectiveness of single-and multiple-sessions disinfection protocols against endotoxins in root canal infections: systematic review and meta-analysis. **Scientific reports**, *11*(1), 1226.

Noor, Nouman, Mujtaba, Hasan, Humayoun, Sadaf, Umer, Muhammad Farooq, Javaid, Muhammad Mohsin, & Rehman, Arfa. (2022). Comparison of endodontic pain observed with sodium Hypochloride, hydrogen peroxide and Norman saline based root canal irrigants. **Intrnational Journal of Endodontic**, *18*(1), 3-8.

Nusstein, John M. (2015). Sonic and ultrasonic irrigation. *Endodontic Irrigation: Chemical disinfection of the root canal system*. **Journal of Endodontic**, *32*(12), 173-197.

(O)

Oh, Soram, Jeon, Bong-Ki, & Chang, Seok Woo. (2022). Mechanical properties and torque/force generation of XP-Endo Shaper, Trunatomy, Spring Endo File, and Spring Endo heated finish file, part 1. **Applied Sciences**, *12*(20), 119-193.

Orhan, Ekim Onur, Irmak, Özgür, Taşal, Erol, & Tanışlı, Murat. (2022). Molecular Interactions on Ethylenediaminetetraacetic Acid After Mixing With Sodium Hypochlorite. *IEEE Transactions on Plasma Science, 50*(6), 1859-1866.

Öter, Banu, Topcuoglu, Nursen, Tank, Mehmet K, & Cehreli, Sevi Burcak. (2018). Evaluation of antibacterial efficiency of different root canal disinfection techniques in primary teeth. **Photomedicine and laser surgery**, *36*(4),179-184.

(P)

Pacheco-Yanes, Juan, Provenzano, José C, Marceliano-Alves, Marília F, Gazzaneo, Isbelia, Pérez, Alejandro R, Gonçalves, Lúcio S, & Siqueira, José F. (2020). Distribution of sodium hypochlorite throughout the mesial root canal system of

mandibular molars after adjunctive irrigant activation procedures: a micro-computed tomographic study. **Clinical oral investigations**, *24(5)*, 907-914.

Palipana, Priyake D, Kalubowila, SS, & Gamage, IP. (2023). Triple Antibiotic Paste and Alternative Medicaments in Endodontics: A Literature Review. **Int Res J Pharm Med Sci**, *6*(3), 65-69.

Peciuliene, Vytaute, Maneliene, Rasmute, Balcikonyte, Estera, Drukteinis, Saulius, & Rutkunas, Vygandas. (2008). Microorganisms in root canal infections: a review. **Stomatologija**, *10*(1), 94-109 .

Pereira, TC, Dijkstra, RJB, Petridis, X, Sharma, PK, Van De Meer, WJ, Van Der Sluis, LWM, & De Andrade, FB. (2021). Chemical and mechanical influence of root canal irrigation on biofilm removal from lateral morphological features of simulated root canals, dentine discs and dentinal tubules. **International endodontic journal**, *54*(1), 112-129.

Peters, Ove A, & Peters, Christine I. (2020). Cleaning and shaping of the root canal system. **Cohen's Pathway of the Pulp ed**, *12*(3), 236-303.

Poly, Ane, Marques, Fernando, Lee, Josh, Setzer, Frank C, & Karabucak, Bekir. (2023). XP- endo Finisher effectively reduces hard- tissue debris accumulated in root canals with isthmus after preparation with a reciprocating file system. **Australian Endodontic Journal**, *49*(2), 279-286

Prada, Ilaria, Micó-Muñoz, Pedro, Giner-Lluesma, Teresa, Micó-Martínez, Pablo, Collado-Castellano, Nicolás, & Manzano-Saiz, Alberto. (2019). Influence of microbiology on endodontic failure. Literature review. *Medicina oral, **patologia oral y cirugia bucal***, *24*(3), 36-59.

Punathil, Sameer, Moyin, Shabna, Bhat, Sham S, Hedge, Sundeep, Pai, Archana, & James, Jeswin. (2020). Comparison of Antibacterial Effect of Calcium Hydroxide Combined With Chlorhexidine and Povidone-Iodine Against Enterococcus faecalis in Dentinal Tubules of Human Incisors: An: In Vitro: Comparative Study. **Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences**, *12*(1), 448-452.

(R)

Retsas, Anastasios, & Boutsioukis, Christos. (2019). An update on ultrasonic irrigant activation. **Endodontic Practice Today**, *13*(2), 312-325.

Rôças, Isabela N, & Siqueira Jr, José F. (2011). Comparison of the in vivo antimicrobial effectiveness of sodium hypochlorite and chlorhexidine used as root canal irrigants: a molecular microbiology study. **Journal of endodontics**, *37*(2), 143-155.

# المراجع

Ruksakiet, Kasidid, Hanák, Lilla, Farkas, Nelli, Hegyi, Péter, Sadaeng, Wuttapon, Czumbel, László Márk, . . . Varga, Gábor. (2020). Antimicrobial efficacy of chlorhexidine and sodium hypochlorite in root canal disinfection: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Journal of endodontics**, *46*(8), 1032-1041.

(S)

Sakko, Marjut, Tjäderhane, Leo, & Rautemaa-Richardson, Riina. (2016). Microbiology of root canal infections. **Primary dental journal**, *5*(2), 84-89.

Sapmaz Ucan, Cemre, Dumani, Aysin, Unal, Ilker, Yilmaz, Sehnaz, & Yoldas, Oguz. (2023). Effect of QMix as final irrigation protocol on periapical healing after single- visit root canal treatment: A randomised controlled clinical trial. **Australian Endodontic Journal**, *49*(4), 113-121.

Schäfer, Edgar. (2007). Irrigation of the root canal. **Endodontic Practice Today**, *1*(1), 111-120.

Şen, Bilge Hakan, Ertürk, Özlem, & Pişkin, Beyser. (2009). The effect of different concentrations of EDTA on instrumented root canal walls. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, *108*(4), 622-627.

Shalavi, Sousan, & Mohammadi, Zahed. (2021). An overview on a promising root canal irrigation solution: QMix. **Iranian Endodontic Journal**, *16*(2), 71.

Shingare, Poonam, & Chaugule, Vishwas. (2011). Comparative evaluation of antimicrobial activity of miswak, propolis, sodium hypochlorite and saline as root canal irrigants by microbial culturing and quantification in chronically exposed primary teeth. **Journal of Endodontic**, *1*(1), 12-17.

Silva, Fernanda de Melo, Macedo, Isabella Figueiredo Assis, Resende, Pedro Damas, Tavares, Warley Luciano Fonseca, Buono, Vicente Tadeu Lopes, Santos, Leandro de Arruda, . . . Viana, Ana Cecília Diniz. (2024). XP- Endo Finisher behaviour and irrigant temperature in intracanal environment: Clinical measurements. **International Endodontic Journal**, *9*(7), 18-23.

Singh, Ripu Daman, Khatter, Ramneek, Bal, Rupam Kaur, & Bal, CS. (2013). Intracanal medications versus placebo in reducing postoperative endodontic pain–a double–blind randomized clinical trial. **Brazilian dental journal**, *24*(1), 25-29.

Siqueira Jr, José F. (2005). Reaction of periradicular tissues to root canal treatment: benefits and drawbacks. **Endodontic Topics**, *10*(1), 123-147.

Siqueira Jr, José F, & Rôças, Isabela N. (2011). Optimising single- visit disinfection with supplementary approaches: a quest for predictability. **Australian Endodontic Journal**, *37*(3), 92-98.

Siqueira Junior, José Freitas, Rôças, Isabela das Neves, Marceliano-Alves, Marília Fagury, Pérez, Alejandro Ron, & Ricucci, Domenico. (2018). Unprepared root canal surface areas: causes, clinical implications, and therapeutic strategies. **Brazilian oral research**, *32*(8), 65-73.

Sobieszczański, Jarosław, Mertowski, Sebastian, Sarna-Boś, Katarzyna, Stachurski, Piotr, Grywalska, Ewelina, & Chałas, Renata. .(2023)Root canal infection and its impact on the oral cavity microenvironment in the context of immune system disorders in selected diseases: a narrative review. **Journal of Clinical Medicine**, *12*(12), 41-49.

Solutions, URCI. (2017). Unusual root canal irrigation solutions. **J Contemp Dent Prac**, *18*(7), 415-420.

Spencer, HR, Ike, V, & Brennan, PA. (2007). the use of sodium hypochlorite in endodontics—potential complications and their management. **British dental journal**, *202*(9), 555-559.

Stojicic, S, Shen, Y, Qian, W, Johnson, B, & Haapasalo, M. (2012). Antibacterial and smear layer removal ability of a novel irrigant, QMiX. **International endodontic journal**, *45*(4), 363-371.

Susila, Anand, & Minu, Joseph. (2019). Activated irrigation vs. conventional non-activated irrigation in endodontics–A systematic review. **European endodontic journal**, *4*(3), 96-105.

Swimberghe, Rosalie CD, Buyse, Ruth, Meire, Maarten A, & De Moor, Roeland JG. (2021). Efficacy of different irrigation technique in simulated curved root canals. **Lasers in medical science**, *36*(6), 1317-1322.

(T)

Tavares, Sandro, Pintor, Andrea, Mourão, Carlos Fernando de Almeida Barros, Magno, Marcela, Montemezzi, Pietro, Sacco, Roberto, . . . Scelza, Miriam Zaccaro. (2021). Effect of different root canal irrigant solutions on the release of dentin-growth factors: A systematic review and meta-analysis. **Journal of Endodontic**, *14*(19), 58-64.

Timponi Goes Cruz, Alessandra, Antoniw Klemz, Adriane, Ribeiro Rosa, Edvaldo Antônio, Soares Grecca, Fabiana, Mattos, Bianca, Piasecki, Lucila, . . . da Silva Neto, Ulisses Xavier. (2024). Cleaning and disinfection of the root canal

system provided by four active supplementary irrigation methods. **Scientific Reports**, *14*(1), 37-42.

Tonini, Riccardo, Salvadori, Matteo, Audino, Elisabetta, Sauro, Salvatore, Garo, Maria Luisa, & Salgarello, Stefano. (2022). Irrigating solutions and activation methods used in clinical endodontics: a systematic review. **Frontiers in oral health**, *3*(5), 853-862.

Torabinejad, Mahmoud, & Walton, Richard E. (2009). **Endodontics: principles and practice**: Elsevier Health Sciences.

(V)

Van der Sluis, LWM, Versluis, Michel, Wu, MK, & Wesselink, PR. (2007). Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. **International endodontic journal**, *40*(6), 415-426.

Vaz-Garcia, Eduarda Santiago, Vieira, Victor Talarico Leal, Petitet, Natasha Pereira da Silva Ferreira, Moreira, Edson Jorge Lima, Lopes, Hélio Pereira, Elias, Carlos Nelson, . . .Antunes, Henrique dos Santos. (2018). Mechanical properties of anatomic finishing files: XP-Endo Finisher and XP-Clean. **Brazilian dental journal**, *29*(2), 208-213.

Versiani, MA, Martins, JNR, & Ordinola- Zapata, R. (2023). Anatomical complexities affecting root canal preparation: a narrative review. **Australian dental journal**, *68*(9), S5-S23.

Vianna, Morgana E, & Gomes, Brenda PFA. (2009). Efficacy of sodium hypochlorite combined with chlorhexidine against Enterococcus faecalis in vitro. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, *107*(4), 585-589.

(W)

Walia, Vidhi, Goswami, Mousumi, Mishra, Shivesh, Walia, Nidhi, & Sahay, Divya. (2019). Comparative evaluation of the efficacy of chlorhexidine, sodium hypochlorite, the diode laser and saline in reducing the microbial count in primary teeth root canals–An in vivo study. **Journal of lasers in medical sciences**, *10*(4), 268-279.

Wang, Zhejun, Shen, Ya, & Haapasalo, Markus. (2012). Effectiveness of endodontic disinfecting solutions against young and old Enterococcus faecalis biofilms in dentin canals. **Journal of endodontics**, *38*(10), 1376-1379.

White, RR, Hays, GL, & Janer, LR. (1997). Residual antimicrobial activity after canal irrigation with chlorhexidine. **Journal of endodontics**, *3*(4), 229-231.

Wong, Jasmine, Manoil, Daniel, Näsman, Peggy, Belibasakis, Georgios N, & Neelakantan, Prasanna. (2021). Microbiological aspects of root canal infections and disinfection strategies: an update review on the current knowledge and challenges. **Frontiers in Oral Health**, *2*(4), 53-65.

(Y)

Yousefi, Masoud, Fattahi, Seyyed Ali, & Darmiani, Soheila. (2021). Comparison of Antibacterial Effects of Three Different Methods on Enterococcus Faecalis in the Root Canal System: An in vitro study. **Journal of Mashhad Dental School**, *45*(1), 104-112.

(Z)

Zan, Recai, Kutlu, Gizem, Hubbezoglu, Ihsan, Sumer, Zeynep, Tunc, Tutku, & Mutlu, Zuhal. (2015). Bactericidal effects of various irrigation solutions against staphylococcus aureus in human root canal. **Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry**, *49*(1), 19-26.

Zhou, Jiani, Liu, Tingjun, & Guo, Lihong. (2021). Effectiveness of XP-Endo Finisher and passive ultrasonic irrigation on intracanal medicament removal from root canals: a systematic review and meta-analysis .**BMC oral health**, *21*(1), 294-306.

Zhou, Na, Huang, Zhengqiu, Yu, Mingzhou, Deng, Shuli, Fu, Baiping, & Jin, Hanhui. (2022). Influence of needle working length and root canal curvature on irrigation: a computational fluid dynamics analysis based on a real tooth. **BMC Oral Health**, *22*(1), 179-183.

# المراجع

# 8. الملاحق

# (Appendixes)

# الملاحق

**الملحق (1): استمارة استجواب المريض في البحث السريري.**

SYRIAN ARAB REPUBLIC
Damascus University
School of Dentistry

الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
كلية طب الأسنان
قسم مداواة الأسنان

**عنوان بحث الدكتوراه "دراسة مقارنة بين عدة بروتوكولات إرواء نهائية واستخدام XP-endo finisher في تغيير البيئة الجرثومية للقناة الجذرية (دراسة سريرية مخبرية)"**

اسم المريض: ..... العمر: ..... الجنس: ..... المهنة: .....

السكن: ..... رقم الهاتف: ..... التدخين: .....

الأمراض الجهازية العامة:.....

.....

الأدوية المتناولة: .....

.....

التشخيص الاولي: .....

.....

الشخيص النهائي وخطة العلاج: .....

.....

ملاحظات: .....

.....

| توقيع المريض | توقيع الطبيب المنجز للبحث | توقيع الأستاذ المشرف |
|---|---|---|
| | د. فرح اسطفان | أ.د. كيندا ليوس |

# الملاحق

**الملحق (2): الموافقة المستنيرة.**

SYRIAN ARAB REPUBLIC
Damascus University
School of Dentistry

الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
كلية طب الاسنان
قسم مداواة الأسنان

## تصريح خطي لموافقة المريض للدخول بالبحث

**البحث بعنوان: "دراسة مقارنة بين عدة بروتوكولات إرواء نهائية واستخدام XP-endo finisher في تغيير البيئة الجرثومية للقناة الجذرية (دراسة سريرية مخبرية)"**

يتضمن معالجة قنوية جذريَّة لسن مصابة بالتهاب نسج حول ذروية مع تطبيق مواد مختلفة في الإرواء:

- إن مشاركك في هذا البحث العلمي هي مشاركة طوعية بالكامل وهذا التصريح بمثابة موافقتك على الدخول ضمن عينة البحث ولك كامل الحق بالانسحاب حالما تشاء دون أن تذكر الأسباب.
- قبل أن تقرر المشاركة لك الحق الكامل في أن تسأل عن سبب المشاركة ونوع الإجراء المتبع والمدة الزمنية المقررة لذلك.
- في حال وجود أي تساؤل أو استفسار عن أي من مراحل العمل أو الحاجة للتوضيح وطلب معلومات إضافية يرجى السؤال قبل الموافقة والبدء بالعمل.
- أنا الموقع ادناه ..... العمر .....

وبعد اطلاعي على خطة العمل ومراحل البحث العملية والزمنية وإدراكي لمضمونها فإني أقر بما يلي:

1- موافقتي على المشاركة في هذا البحث العلمي بشكل طوعي وأملك الحق الكامل بالانسحاب.

2- اتفهم أن المعلومات الطبية الخاصة بي قد يتم الاطلاع عليها من قبل الأطباء المعنيين بالبحث في كلية طب الاسنان – جامعة دمشق. وعليه أوقع

اسم المريض وتوقيعه

.....

توقيع الطبيب الباحث

د. فرح اسطفان

.....

**الملحق (3): استمارة متابعة المرضى في عيّنة البحث السريريّ.**

SYRIAN ARAB REPUBLIC
Damascus University
School of Dentistry

الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
كلية طب الأسنان
قسم مداواة الأسنان

**الدِّراسة السريريَّة لحالات عيّنات بحث الدكتوراه:**

**رقم الحالة:** .....

***المعلومات الشخصيَّة للمريض:**

اسم المريض: ..... العمر: ..... الجنس: .....

المهنة: ..... رقم الهاتف: ..... السكن: .....

***المعلومات السريريَّة والشعاعية لحالة البحث:**

رقم السن المصابة: ..... تشخيص الحالة: .....

تاريخ إجراء المعالجة: ..... المجموعة التي ينتمي إليها المريض: .....

***الدراسة الجرثوميَّة:**

| العيّنة | عدد الوحدات المشكلة للمستعمرات (CFU) |
|---|---|
| S1 | |
| S2 | |
| S3 | |

**الملحق (4): استمارة الدِّراسة المخبريّة.**

SYRIAN ARAB REPUBLIC
Damascus University
School of Dentistry

الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
كلية طب الأسنان
قسم مداواة الأسنان

**الدِّراسة المخبريّة لحالات عيّنات بحث الدكتوراه:**

**رقم الحالة المخبريَّة:** ..... **رقم السن:** .....

**المجموعة التي ينتمي إليها السن:** .....

***الدراسة الجرثوميَّة:**

| العيّنة | عدد الوحدات المشكلة للمستعمرات (CFU) |
|---|---|
| S1 | |
| S2 | |
| S3 | |

**الملحق (5): موافقة النشر الداخلي الأول في مجلة العلوم الطبية –جامعة دمشق**

Syrian Arab Republic
Damascus University
Damascus University Journal

الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
مديرية مجلات جامعة دمشق

## موافقة نشر
## research approval

Damascus: 30/01/2025

No. : 1355

ود/15598

Dear

Dr. Farah Monzer Estefan

Dr. Kinda Jamil Layous

We are pleased to inform you that your research entitled:

" A Comparative Study of Different Irrigation Solutions in Decreasing the Count of Enterococcus Faecalis Within Root Canals with the XP-endo Finisher File Application: An in Vitro Study"

submitted to us on 15/01/2025 has been accepted by Damascus University Journal for Health Sciences.

On 30/01/2025

Best regards,

Editor in chief for Health Sciences

Prof. Marwan Jamil Alhalabi

Director of journal

Prof. Ahed Elias Abou younes

ISSN 2072-2265

دمشق:2025/01/30

رقم البحث: 1355

ود/15598

السادة

د. فرح منذر اسطفان

د. كيندا جميل ليوس

يسرنا إعلامكم أن بحثكم المعنون:

" مقارنة سوائل إرواء مختلفة في إنقاص عدد جراثيم المعوية البرازية داخل الأقنية الجذرية مع تطبيق مبرد (XP-endo Finisher):
دراسة مخبريّة"

المرسل إلينا بتاريخ 2025/01/15 قد قبل للنشر في مجلة جامعة دمشق للعلوم الطبية

بتاريخ 30 / 01 /2025.

مع فائق الاحترام

رئيس التحرير مجلة العلوم الطبية

أ.د. مروان جميل الحلبي

مدير المجلات

أ. د. عهد إلياس أبو يونس

ISSN:2789-6889(online)

Syrian - Damascus University - Damascus University Journal

سورية - جامعة دمشق - مديرية المجلات

Journals.dpt@damascusuniversity.edu.sy

**الملحق (6): موافقة النشر الداخلي الثاني في مجلة العلوم الطبية –جامعة دمشق**

Syrian Arab Republic
Damascus University
Damascus University Journal

الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
مديرية مجلات جامعة دمشق

## موافقة نشر
## research approval

Damascus: 24/02/2025

No. : 1356

15599/ود

Dear

Dr. Farah Monzer Estefan

Dr. Kinda Jamil Layous

We are pleased to inform you that your research entitled:

" A Comparative Evaluation of Different Irrigation Solutions in Decreasing the Count of Enterococcus Faecalis Within Root Canals: An in Vitro Study "

submitted to us on 15/01/2025 has been accepted by Damascus University Journal for Health Sciences.
On 24/02/2025 .

Best regards.

Editor in chief for Health Sciences

Prof. Marwan Jamil Alhalabi

Director of journal

Prof. Ahed Elias Abou younes

ISSN 2072-2265

دمشق:2025/02/24

رقم البحث: 1356

15599/ود

السادة

د. فرح منذر اسطفان

د. كيندا جميل ليوس

يسرنا إعلامكم أن بحثكم المعنون:

" مقارنة فعالية سوائل إرواء مختلفة في إنقاص تعداد المكورات المعوية البرازية داخل الأقنية الجذرية: دراسة مخبرية "

المرسل إلينا بتاريخ 2025/01/15
قد قبل للنشر في مجلة جامعة دمشق للعلوم الطبية
بتاريخ 2025 /02/24.
مع فائق الاحترام

رئيس التحرير مجلة العلوم الطبية

أ. د. مروان جميل الحلبي

مدير المجلات

أ. د. عهد إلياس أبو يونس

ISSN:2789-6889(online)

Syrian - Damascus University - Damascus University Journal

سورية - جامعة دمشق - مديرية المجلات

Journals.dpt@damascusuniversity.edu.sy

# الملاحق

Additionally, no statistically significant differences were found between the use and non-use of the XP-endo Finisher within each group in the clinical sample.

The results also indicated no statistically significant differences in bacterial reduction between the XP-endo Finisher-treated and untreated groups in all final irrigation protocols in the laboratory sample. Furthermore, no differences were found among final irrigation protocols when the XP-endo Finisher was used in the laboratory sample. However, when the XP-endo Finisher was not used, bacterial counts were lower in the groups where sodium hypochlorite was combined with either 2% chlorhexidine or QMIX. A significant reduction in bacterial counts was observed within each group, regardless of the irrigation protocol or the use of the XP-endo Finisher, as the study progressed from one stage to another in both the laboratory and clinical samples.

**Conclusions:** Within the limitations of this study, it can be concluded that the final irrigation protocol using 5.25% sodium hypochlorite in combination with either chlorhexidine or QMIX resulted in a reduction of bacterial counts. Moreover, the results may improve further when these protocols are combined with the XP-endo Finisher.

**Keywords:** Canal infection – Final irrigation – *Enterococcus Faecalis* – Sodium hypochlorite – QMIX – Chlorhexidine.

**Abstract:**

**Background and Objective:** Bacterial canal infection is the primary causative factor of pulp and periapical diseases. Therefore, irrigation of the root canal system is a crucial step in root canal treatment due to its essential role in eliminating bacteria and their toxins, ultimately ensuring the long-term success of endodontic therapy. This study aims to compare three final irrigation protocols: 5.25% sodium hypochlorite (NaOCl) alone, 5.25% sodium hypochlorite combined with 2% chlorhexidine (CHX), and 5.25% sodium hypochlorite combined with QMIX. Additionally, for each protocol, the effect of using or not using the XP-endo Finisher (XPF) file was evaluated.

**Materials and Methods:** A clinical and laboratory bacterial study was conducted. The clinical study included 60 single-rooted and single-canaled teeth, while the laboratory study involved 60 freshly extracted single-rooted and single-canaled teeth. The study samples (both clinical and laboratory) were divided into six groups: Groups 1 and 2: Irrigation was performed using 5.25% sodium hypochlorite with and without the XP-endo Finisher, respectively. Groups 3 and 4: Irrigation was performed using 5.25% sodium hypochlorite with 2% chlorhexidine, with and without the XP-endo Finisher, respectively. Groups 5 and 6: Irrigation was performed using 5.25% sodium hypochlorite with QMIX, with and without the XP-endo Finisher, respectively.

In the laboratory study, a bacterial suspension of *Enterococcus Faecalis* was prepared, and the laboratory samples were contaminated with this bacterium. Bacterial cultures were performed by collecting samples from both clinical and laboratory cases and analyzing the number of colony-forming units (CFUs).

**Results:** The results showed that bacterial colony counts were highest when using sodium hypochlorite alone. No statistically significant differences were observed between the combination of sodium hypochlorite with either chlorhexidine or QMIX, regardless of whether the XP-endo Finisher was applied in the clinical samples.

**Syrian Arab Republic**

**Damascus University**

**Faculty of Dental Medicine**

**Department of Operative and Endodontic Dentistry**

# A Comparative Study of Several Final Irrigation Protocol and the Use of XP-endo Finisher in Changing of the Microbial Root Canal Flora

A Research Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of PHD in Operative and Endodontic Dentistry

By:

Farah Monzer Estefan

Supervisor:

Prof. Dr. Kinda Jamil Layous

Professor at the Department of Operative and Endodontic Dentistry – Damascus University

2025