



الْجُمْهُورِيَّةُ الْعَرَبِيَّةُ السُّورِيَّةُ

جَامِعَةُ دِمَشْقَ

كَلِيَّةُ طَبِّ الْأَسْنَانِ

قِسْمُ تَعْوِيضَاتِ الْأَسْنَانِ الْمُتَحَرِّكَةِ

مُقَارَنَةُ الْقُوَّةِ التَّثْبِيثِيَّةِ لِلوَصَلَاتِ الْكُرْوِيَّةِ النَّقْلِيَّةِ وَالْمَصْنُوعَةِ مِنْ مَادَّةِ الْبُولِي إِيثِر

كَيْتُونِ الْمَنْحُوَّةِ بِطَرِيقَةِ الـ CAD/CAM بِاسْتِخْدَامِ نَوْعَيْنِ مِنَ الْأَعْطِيَةِ الْمُثَبَّتَةِ

(دِرَاسَةٌ مَخْبَرِيَّةٌ)

رِسَالَةٌ أُعِدَّتْ لِنَيْلِ دَرَجَةِ الْمَاجِسْتِيرِ فِي عُلُومِ طَبِّ الْأَسْنَانِ اخْتِصَاصِ تَعْوِيضَاتِ الْأَسْنَانِ الْمُتَحَرِّكَةِ

إِعْدَادُ الْبَاحِثَةِ:

سَنَا مُحَمَّدٌ سَامِرٌ لَالَا

إِشْرَافُ:

الْأَسْتَاذُ الْمُسَاعِدُ الدُّكْتُورُ عَمَّارُ الْمَصْطَفَى

2025 م – 1447 هـ

الجزء التمهيدى

Introduction Part

المقدمة Introduction:

تتمتع الأجهزة السنّية الفوقية بمعدّلات نجاح عالية، لأنّها توفرّ زيادة في الثّبات والاستقرار والرّاحة بالإضافة إلى المحافظة على العظم السنخي وزيادة رضى المرضى (Hakeem AA et al., 2021). توفرّ الأجهزة السنّية الفوقية المدعومة بالغرسات خياراً جيّداً لزيادة ثبات العوّض، حيث تُعتبر الخيار المثاليّ للتعوّض عن الفك السفليّ الأدرد (Buttel et al., 2012).

الوصلة Attachment عبارة عن أداة ميكانيكيّة تُستخدم لزيادة ثبات واستقرار الجهاز السنّي الفوقيّ، تتألّف من جزأين: جزء أنثوي وجزء ذكري (Salehi et al., 2019 / Abdelaziz et al., 2023). يعتمد الاختيار المناسب للوصلات على العديد من العوامل مثل المسافة بين الفكّين، ومقدار قوّة التثبيت المطلوبة، ونوع العوّض، وعدد الغرسات، والقدرة الماديّة للمريض (Nassar et al., 2022 / Abdelaziz et al., 2024). هناك عدّة أنواع للوصلات منها الوصلات الكرويّة والعارضة المعدنيّة والوصلات المغناطيسيّة والوصلات التلسكوبيّة (Abdelaziz et al., 2024). تُستخدم الوصلات الكرويّة على نطاق واسع في الأجهزة السنّية الفوقية المدعومة بالغرسات، التّعويضات المتحرّكة الجزئيّة، والتّعويضات الفكّيّة الوجهيّة (Matthys et al., 2019).

تتطلّب المكونات المرنة للوصلة عادةً استبدال بشكل متكرّر، حيث تكون عرضة للتشوّه والانفكاك عن قاعدة الجهاز السنّي الفوقيّ بالإضافة إلى فقدانها التدريجيّ لمقدار قوّتها التثبيتيّة، هذه المشاكل هي أسباب شائعة لشكاوى المرضى (Abdulla Mardan et al., 2013). تتطلّب الوصلة الكرويّة مساحة أصغر ضمن العوّض، سهولة التّظيف، اقتصاديّة نسبياً (El-Anwar et al., 2017).

البولي إيثر إيثر كيتون Polyether ether ketone عبارة عن بوليمير لدن بالحرارة العالية مع نقطة انصهار تبلغ حوالي 343 درجة سيلسيوز (Brizuela et al., 2019)، وكثافة تتراوح من 1.3 إلى 1.5 جم / سم³، ومعامل مرونة بين 3 غيغا باسكال و4 غيغا باسكال (Parate et al., 2023). يكون تشكّل اللّويحة على سطح البولي إيثر إيثر كيتون أقل من تشكّلها على سطوح الموادّ التّعويضيّة السنّية الأخرى مثل التيتانيوم (Hahnel et al., 2015). تمّ

استخدامه كغرسات سنّية بعد معالجة سطحه، دعامات مؤقتة، وهياكل التعويضات المتحركة الكاملة والجزئية (Bayer et al., 2012). يمكن تشكيل البولي إيثر إيثر كيتون من خلال النحت Milling أو الطباعة Printing باستخدام

التصميم والتصنيع المحوسب

(Stawarczyk et al., 2015) CAD-CAM (Computer Aided Design- Computer Aided Manufacturing).

في التعويضات المتحركة، يمكن استخدام بولي إيثر إيثر كيتون لصنع الأذرع المثبتة والأذرع المكافئة وهياكل الأجهزة السنّية المتحركة الجزئية وقواعد الأجهزة السنّية المتحركة الكاملة بسبب وزنها المنخفض وخصائصها البيولوجية والتجميلية والميكانيكية العالية. كما يمكن استخدامه في سدّادات القسم الحنكي للفك العلوي نظرًا لتوافقه البيولوجي، متانته ومرونته المشابهة لمرونة العظم (Skirbutis et al., 2017)، وقد أدّى استخدامه إلى الحصول على عوّض خفيف الوزن ذو ثبات جيّد ومظهر تجميلي (Costa-Palau et al., 2014).

مشكلة البحث Statement of the Problem:

أثبتت الدراسات أنّ فقدان ثبات الأجهزة المتحركة الفوقية المثبتة بالوصلات الكروية مع مرور الوقت كانت الشكوى الرئيسية للعديد من المرضى، حيث أنّ الزيارات المتكررة لاستبدال الجزء المرن من الغطاء المثبت كانت ضرورية للحفاظ على ثبات الجهاز. وهذا ما دفعنا في هذا البحث لاختبار مادّة جديدة ومعاصرة وهي مادّة البولي إيثر إيثر كيتون للتحقق من خصائصها الميكانيكية وللتأكد من إمكانية استخدامها كمادّة بديلة عن الوصلة الكروية المعدنية وكبديل عن الغطاء المثبت المرن.

هدف البحث Objective of this Research:

تقييم ومقارنة مقدار القوة التثبيتيّة بين وصلات كرويّة مصنوعة من مادّتين مختلفتين مع نوعين مختلفين من الأغشية المُنْتَبَة:

- وصلة كرويّة معدنيّة MBA مع غطاء مُثَبَّت مرّن ضمن مسكن معدنيّ NC.
- وصلة كرويّة معدنيّة MBA مع غطاء مُثَبَّت منحوت من مادّة البولي إيثير إيثير كيتون PC.
- وصلة كرويّة منحوتة من مادّة البولي إيثير إيثير كيتون PBA مع غطاء مُثَبَّت مرّن ضمن مسكن معدنيّ NC.
- وصلة كرويّة منحوتة من مادّة البولي إيثير إيثير كيتون PBA مع غطاء مُثَبَّت منحوت من مادّة البولي إيثير إيثير كيتون PC. وذلك من حيث الثّبات الأوليّ والثّبات بعد إجراء عدّة دورات فك وتركيب (2160 دورة من الفكّ والتركيب).

أهميّة البحث Significance of this Research:

دراسة الخصائص الميكانيكيّة لمادّة البولي إيثير إيثير كيتون وهي مادّة جديدة استُخدِمت في مجالات متعدّدة في طبّ الأسنان وقد أثبتت فاعليّتها في مجالات سنّيّة متعدّدة، كما أنّها أظهرت تقبّلاً حيويّاً جيّداً. حيث دُرِسَ وقُيِّمَ مقدار قوّة تثبيّتها عند استخدامها كوصلة كرويّة وكغطاء مُثَبَّت فوق الوصلة الكرويّة وتمّ مقارنتها مع الوصلة الكرويّة المعدنيّة مع الغطاء المُثَبَّت المرّن ضمن مسكن معدنيّ.

محدوديّات البحث Limitation of this Research:

- رغم أنّ هذا البحث أُجْريَ بطريقة مخبريّة تُحاكي البيئة الفمويّة إلّا أنّه مختلف عن الفم وذلك لاختلاف:
- قوى المضغ المُطبّقة من شخص لآخر.
 - الدّورات الحراريّة الموجودة ضمن الفم.
 - القوّة المُطبّقة عند إزالة الجهاز السنّيّ الفوقيّ وطريقة تطبيقها.

- عدد مرّات إزالة الجهاز السّنيّ الفوقيّ من الفم خلال اليوم الواحد.

تساؤلات البحث :Research Questions

1. هل مقدار القوّة التّثبيتيّة للوصلات الكرويّة المنحوتة من مادّة البولي إيثر إيثر كيتون مع غطاء مُثَبَّت منحوت

من مادّة البولي إيثر إيثر كيتون أفضل: - من: مقدار القوّة التّثبيتيّة للوصلات الكرويّة المنحوتة من مادّة البولي

إيثر إيثر كيتون مع غطاء مُثَبَّت مرن ضمن مسكن معدنيّ

- ومن: مقدار القوّة التّثبيتيّة للوصلات الكرويّة المعدنيّة مع غطاء مُثَبَّت منحوت من مادّة البولي إيثر إيثر كيتون

- ومن: مقدار القوّة التّثبيتيّة للوصلات الكرويّة المعدنيّة مع غطاء مُثَبَّت مرن ضمن مسكن معدنيّ

عند إجراء عدّة دورات فك وتركيب أم العكس؟

2. هل مقدار القوّة التّثبيتيّة للوصلات الكرويّة المنحوتة من مادّة البولي إيثر إيثر كيتون مع غطاء مُثَبَّت مرن ضمن

مسكن معدنيّ أفضل:

- من: مقدار القوّة التّثبيتيّة للوصلات الكرويّة المعدنيّة مع غطاء مُثَبَّت منحوت من مادّة البولي إيثر إيثر كيتون

- ومن: مقدار القوّة التّثبيتيّة للوصلات الكرويّة المعدنيّة مع غطاء مُثَبَّت مرن ضمن مسكن معدنيّ

عند إجراء عدّة دورات فك وتركيب أم العكس؟

3. هل مقدار القوّة التّثبيتيّة للوصلات الكرويّة المعدنيّة مع غطاء مُثَبَّت منحوت من مادّة البولي إيثر إيثر كيتون

أفضل من مقدار القوّة التّثبيتيّة للوصلات الكرويّة المعدنيّة مع غطاء مُثَبَّت مرن ضمن مسكن معدنيّ عند إجراء

عدّة دورات فك وتركيب أم العكس؟

4. هل سيتأثّر مقدار القوّة التّثبيتيّة في عدد دورات الفكّ والتركيب وفقاً لنوع الوصلة الكرويّة ونوع الغطاء المُثَبَّت

المدرّسين؟

5. ماهو مقدار تغيّر ونسبة تغيّر مقدار القوّة التّثبيتيّة للوصلة الكرويّة المنحوتة من مادّة البولي إيثر كيتون مع غطاء مُثبت منحوت من مادّة البولي إيثر إيثر كيتون و للوصلة الكرويّة المنحوتة من مادّة البولي إيثر كيتون مع غطاء مُثبت مرن ضمن مسكن معدنيّ وللوصلة الكرويّة المعدنيّة مع غطاء مُثبت منحوت من مادّة البولي إيثر إيثر كيتون وللوصلة الكرويّة المعدنيّة مع غطاء مُثبت مرن ضمن مسكن معدنيّ بعد إجراء عدّة دورات فكّ وتركيب؟

فرضيات البحث :Research Hypothesis:

تمّ اعتماد فرضيّة العدم (Null Hypothesis):

1. لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في مقدار القوّة التّثبيتيّة بين الوصلات الكرويّة المنحوتة من مادّة البولي إيثر إيثر كيتون مع غطاء مُثبت منحوت من مادّة البولي إيثر إيثر كيتون وبين: الوصلات الكرويّة المنحوتة من مادّة البولي إيثر كيتون مع غطاء مُثبت مرن ضمن مسكن معدنيّ، والوصلات الكرويّة المعدنيّة مع غطاء مُثبت منحوت من مادّة البولي إيثر إيثر كيتون، والوصلات الكرويّة المعدنيّة مع غطاء مُثبت مرن ضمن مسكن معدنيّ عند إجراء عدّة دورات فكّ وتركيب.

2. لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في مقدار القوّة التّثبيتيّة بين الوصلات الكرويّة المنحوتة من مادّة البولي إيثر إيثر كيتون مع غطاء مُثبت مرن ضمن مسكن معدنيّ وبين: الوصلات الكرويّة المعدنيّة مع غطاء مُثبت منحوت من مادّة البولي إيثر كيتون، والوصلات الكرويّة المعدنيّة مع غطاء مُثبت مرن ضمن مسكن معدنيّ عند إجراء عدّة دورات فكّ وتركيب.

3. لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في مقدار القوة التثبيتيّة بين الوصلات الكرويّة المعدنيّة مع غطاء مُثبّت

منحوت من مادّة البولي إيثر إيثر كيتون وبين الوصلات الكرويّة المعدنيّة مع غطاء مُثبّت مرن ضمن مسكن

معدنيّ عند إجراء عدّة دورات فك وتركيب.

4. لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية لتناقص مقدار القوة التثبيتيّة نتيجةً لتأثيرها بعدد دورات الفك والتركيب وفقاً

لنوع الوصلة الكرويّة ونوع الغطاء المُثبّت المدروسين.

5. لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في مقدار تغيّر ونسبة تغيّر مقدار القوة التثبيتيّة للوصلة الكرويّة المنحوتة

من مادّة البولي إيثر إيثر كيتون مع غطاء مُثبّت منحوت من مادّة البولي إيثر إيثر كيتون وللوصلة الكرويّة

المنحوتة من مادّة البولي إيثر إيثر كيتون مع غطاء مُثبّت مرن ضمن مسكن معدنيّ وللوصلة الكرويّة المعدنيّة

مع غطاء مُثبّت منحوت من مادّة البولي إيثر إيثر كيتون وللوصلة الكرويّة المعدنيّة مع غطاء مُثبّت مرن

ضمن مسكن معدنيّ بعد إجراء عدّة دورات فك وتركيب.

الفرضيّة البديلة (Alternative Hypothesis):

1. توجد فروق ذات دلالة إحصائية في مقدار القوة التثبيتيّة بين الوصلات الكرويّة المنحوتة من مادّة البولي إيثر

إيثر كيتون مع غطاء مُثبّت منحوت من مادّة البولي إيثر إيثر كيتون وبين: الوصلات الكرويّة المنحوتة من

مادّة البولي إيثر إيثر كيتون مع غطاء مُثبّت مرن ضمن مسكن معدنيّ، والوصلات الكرويّة المعدنيّة مع

غطاء مُثبّت منحوت من مادّة البولي إيثر إيثر كيتون، والوصلات الكرويّة المعدنيّة مع غطاء مُثبّت مرن

ضمن مسكن معدنيّ عند إجراء عدّة دورات فك وتركيب.

2. توجد فروق ذات دلالة إحصائية في مقدار القوة التثبيتيّة بين الوصلات الكرويّة المنحوتة من مادّة البولي إيثر

إيثر كيتون مع غطاء مُثبّت مرن ضمن مسكن معدنيّ وبين: الوصلات الكرويّة المعدنيّة مع غطاء مُثبّت

منحوت من مادّة البولي إيثير إيثير كيتون، والوصلات الكروية المعدنية مع غطاء مُثَبَّت مرن ضمن مسكن معدنيّ عند إجراء عدّة دورات فك وتركيب.

3. توجد فروق ذات دلالة إحصائية في مقدار القوة التثبيتية بين الوصلات الكروية المعدنية مع غطاء مُثَبَّت منحوت من مادّة البولي إيثير إيثير كيتون وبين الوصلات الكروية المعدنية مع غطاء مُثَبَّت مرن ضمن مسكن معدنيّ عند إجراء عدّة دورات فك وتركيب.

4. توجد فروق ذات دلالة إحصائية لتناقص مقدار القوة التثبيتية نتيجةً لتأثيرها بعدد دورات الفك والتركيب وفقاً لنوع الوصلة الكروية ونوع الغطاء المُثَبَّت المدروسين.

5. توجد فروق ذات دلالة إحصائية في مقدار تغيّر ونسبة تغيّر مقدار القوة التثبيتية للوصلة الكروية المنحوتة من مادّة البولي إيثير إيثير كيتون مع غطاء مُثَبَّت منحوت من مادّة البولي إيثير إيثير كيتون وللوصلة الكروية المنحوتة من مادّة البولي إيثير إيثير كيتون مع غطاء مُثَبَّت مرن ضمن مسكن معدنيّ وللوصلة الكروية المعدنية مع غطاء مُثَبَّت منحوت من مادّة البولي إيثير إيثير كيتون وللوصلة الكروية المعدنية مع غطاء مُثَبَّت مرن ضمن مسكن معدنيّ بعد إجراء عدّة دورات فك وتركيب.

فهرس المحتويات

List of Contents

1.....	Abstract الملخص
3.....	Introduction Part التمهيدى
11.....	Literature Review المراجعة النظرية
12.....	1-1 الأجهزة السنّية الفوقيّة
12.....	1-1-1 تعريف الأجهزة السنّية الفوقيّة
12.....	1-1-2 أنواع الأجهزة السنّية الفوقيّة
14.....	1-1-3 الأجهزة السنّية الفوقيّة المُثبّنة بالوصلات
17.....	2-1 الوصلات الكرويّة
17.....	1-2-1 تعريف الوصلات الكرويّة ومكوّناتها
17.....	2-2-1 مقدار القوّة التثبيتيّة للوصلات الكرويّة
18.....	3-2-1 ميّزات ومساوئ الوصلات الكرويّة
20.....	3-1 البولي إيثر إيثر كيتون
20.....	1-3-1 تعريف البولي إيثر إيثر كيتون
23.....	2-3-1 بنية وخصائص البولي إيثر إيثر كيتون
24.....	3-3-1 ميّزات ومساوئ البولي إيثر إيثر كيتون
26.....	4-3-1 استخدامات البولي إيثر إيثر كيتون في طبّ الأسنان
28.....	5-3-1 مقارنة البولي إيثر إيثر كيتون بالمواد الأخرى
30.....	4-1 التّصميم والتّصنيع المحوسب CAM-CAD
31.....	1-4-1 أنظمة الـ CAM-CAD المستخدمة حالياً في طبّ الأسنان

33.....	1-4-2- المواد التي يمكن تصنيعها بواسطة الـ CAM-CAD
33.....	1-4-3- مميزات ومساوئ التصميم والتصنيع المحوسب
36.....	1-5- الدراسات السابقة Previous Studies
41.....	الفصل الثاني: المواد والطرائق Materials and Methods
24.....	2-1- المواد المستخدمة Materials
44.....	2-2- الأجهزة المستخدمة
48.....	2-3- طرائق البحث Methods
45.....	2-3-1- حجم وتوزع عينة البحث
51.....	2-3-2- تصميم الدراسة
51.....	2-3-3- طريقة تحضير العينات
51.....	2-3-3-1- تحضير الوصلات الكروية
53.....	2-3-3-2- تحضير الأغشية المثبتة
60.....	2-3-3-3- تحضير اللعاب الصناعي
64.....	2-3-3-4- طريقة قياس مقدار القوة التثبيتية
67.....	الفصل الثالث: النتائج والتحليل الإحصائية Results And Statistical Study
68.....	3-1- وصف العينة
69.....	3-2- البيانات الوصفية
70.....	3-3- الدراسة الإحصائية التحليلية
70.....	3-3-1- اختبار معامل الثبات Cronbach's Alpha
71.....	3-3-2- اختبار Kolmogorov-Smirnov
72.....	3-3-3- التحليل الإحصائي لمقدار القوى التثبيتية
89.....	الفصل الرابع: المناقشة Discussion

90.....	1-4 - مناقشة فكرة البحث.
91.....	2-4 - مناقشة محدوديات البحث.
92.....	3-4 - مناقشة تصميم البحث وتحضير العينات.
95.....	4-4 - مناقشة نتائج البحث
99.....	5-4 - مناقشة الإسقاطات السّريريّة للبحث
100.....	الفصل الخامس: الاستنتاجات Conclusions
102.....	الفصل السادس: المقترحات والتّوصيات Suggestions and Recommendations
103.....	1-6 - المقترحات
103.....	2-6 - التّوصيات
104.....	الفصل السّابع: المراجع References
116.....	Abstract

قائمة الجداول

List of tables

رقم الصفحة	اسم الجدول	رقم الجدول
19	ميّزات ومساوئ الوصلة الكروية.....	1
25	ميّزات ومساوئ البولي إيثر إيثر كيتون.....	2
27	استخدامات البولي إيثر إيثر كيتون في طبّ الأسنان.....	3
29	مقارنة البولي إيثر إيثر كيتون مع المواد الأخرى.....	4
35	ميّزات ومساوئ الـ CAD-CAM.....	5
40	الدّراسات السابقة.....	6
68	توزيع عينة البحث وفقاً لنوع الوصلة الكروية ونوع الغطاء المثبت المدروسين.....	7
69	البيانات الوصفية للنتائج.....	8
70	اختبار معامل الثبات Cronbach's Alpha.....	9
71	اختبار Kolmogorov-Smirnov.....	10
	الإحصاءات الوصفية ونتائج اختبار One-Way ANOVA لدراسة دلالة الفروق في	11
72	مقدار القوة التّنبئية بين المجموعات الأربع وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.....	
	نتائج اختبار Bonferroni لدراسة دلالة الفروق في مقدار القوة التّنبئية بين المجموعات	12
74	الأربع وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.....	
	نتائج اختبار T Student للعينات المترابطة لدراسة دلالة الفروق الثنائية في مقدار القوة	13
77	التّنبئية بين الفترات الزمنية الخمس وفقاً لنوع الوصلة ونوع الغطاء المثبت المدروسين.....	
	نتائج اختبار One-Way ANOVA لدراسة دلالة الفروق في مقدار التّغير في مقدار القوة	14
80	التّنبئية بين المجموعات الأربع وفقاً للفترة الزمنية المدروسة...	
	نتائج اختبار Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية في مقدار التّغير في مقدار القوة	15
82	التّنبئية بين المجموعات الأربع وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.....	
	الإحصاءات الوصفية ونتائج اختبار One-Way ANOVA لدراسة دلالة الفروق في	16
85	نسبة التّغير في مقدار القوة التّنبئية بين المجموعات الأربع وفقاً للفترة الزمنية المدروسة...	
	نتائج اختبار Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية في نسبة التّغير في مقدار القوة	17
87	التّنبئية بين المجموعات الأربع وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.....	

قائمة الأشكال التوضيحية

List of Figure

رقم الصفحة	اسم الشكل التوضيحي	رقم الشكل
20	الصيغة الكيميائية لمادة البولي إيثير إيثير كيتون	1.
	الغطاء المثبت المطبوعة من مادة الـ PMMA ضمن غطاء منحوتة من مادة	2.
36	الـ PEEK في دراسة El Charkawi et al., 2023	
	الأغطية المثبتة المنحوتة من مادة الـ PEEK في دراسة Sharaf et	3.
37	 al.,2022	
42	قرص من مادة البولي إيثير إيثير كيتون	4.
42	الوصلة الكروية	5.
43	الأغطية المثبتة للوصلات الكروية	6.
43	أكريل ذاتي التماس (بودرة + سائل)	7.
44	آلة النحت	8.
44	الماسح داخل الفموي	9.
45	طابعة المعدن	10.
45	جهاز اختبار قوى الشد	11.
46	المخطط	12.
46	ميزان Sartorius	13.
47	جهاز AREC Heating Magnetic Stirrer	14.
47	جهاز FAPAN	15.
49	حساب حجم العينة باستخدام برنامج G*Power	16.
52	الوصلة الكروية مسحت بالماسح داخل الفموي	17.
52	الوصلات الكروية قبل الطباعة المعدنية	18.
52	الوصلات الكروية المعدنية	19.
54	مقدار نزول الغطاء المثبت	20.
54	تصميم الغطاء المثبت	21.
55	تصميم الشكل الخارجي للغطاء (منظر أمامي وسفلي)	22.
55	الشكل النهائي لتصميم الوصلة الكروية والغطاء المثبت	23.
56	وضع الوصلة الكروية بشكل عمودي بواسطة المخطط	24.

25.	الوصلات الكروية ضمن المكعب الأكريلي	56
26.	إغلاق مناطق التثبيت على الوصلة الكروية	57
27.	إغلاق مناطق التثبيت على الوصلات الكروية لكامل العينة	58
28.	تثبيت الأغشية المثبتة على الوصلات الكروية	58
29.	وضع الغطاء ضمن الأكريل	59
30.	تقسيم العينات	60
31.	المغناطيس ضمن البيشر	61
32.	مزج مكونات اللعاب الصناعي باستخدام جهاز AREC Heating	
62	Magnetic Stirrer	
33.	وصول درجة حرارة المزيج إلى 37 ± 1 درجة مئوية قبل إضافة الألبومين	62
34.	إتمام مزج مكونات اللعاب الصناعي بالأمواج فوق الصوتية	63
35.	اللعاب الصناعي	63
36.	وضع العينة ضمن جهاز قياس قوة الشد	64
37.	تثبيت سرعة الرأس المتحرك 50 ملم/الدقيقة	65
38.	نتائج اختبار الشد لإحدى العينات كما تظهر على شاشة الجهاز	66

قائمة المخططات

List of Charts

رقم المخطّط	اسم المخطّط	رقم الصّفحة
1	توزيع العيّنة	52
2	النسبة المئوية لتوزع عيّات البحث وفقاً لنوع الوصلة الكروية ونوع الغطاء المثبت المدروسين ..	68
3	المتوسط الحسابي لقيم مقدار القوة التثبيتيّة في عيّنة البحث وفقاً لنوع الوصلة الكروية ونوع الغطاء المثبت المدروسين والفترة الزمنية المدروسة.....	72
4	المتوسط الحسابي لمقدار التغيّر في مقدار القوة التثبيتيّة في عيّنة البحث وفقاً لنوع الوصلة الكروية ونوع الغطاء المثبت المدروسين والفترة الزمنية المدروسة	81
5	المتوسط الحسابي لنسبة التغيّر في مقدار القوة التثبيتيّة في عيّنة البحث وفقاً لنوع الوصلة الكروية ونوع الغطاء المثبت المدروسين والفترة الزمنية المدروسة	86

قائمة الاختصارات

List of Abbreviations

الاختصارات	
PEEK	البولي إيثر إيثر كيتون
PAEK	بولي أريل إيثر كيتون
CAD- CAM	التصميم والتصنيع المحوسب
PMMA	بولي ميثيل ميثا أكريلات
STL	Standard Template Library مكتبة القوالب القياسية
GPa	جيجا باسكال
PBA	PEEL Ball Attachment وصلة كروية من مادة البولي إيثر إيثر كيتون
MBA	Metal Ball Attachment وصلة كروية معدنية
PC	PEEK Cap غطاء من مادة البولي إيثر إيثر كيتون
NC	Nylon Cap غطاء مرن

الفصل الأول

المراجعة النظرية

Literature Review

1-1- الأجهزة السنّية الفوقيّة Overdentures:

1-1-1- تعريف الأجهزة السنّية الفوقيّة:

تُعرّف الأجهزة السنّية الفوقيّة Overdentures على أنّها " أيّ تعويض سنّي متحرك يُغطّي أو يستند على واحد أو أكثر من الأسنان الطّبيعيّة المتبقّية و/أو جذور الأسنان الطّبيعيّة و/أو الغرسات السنّية" (المعجم الشّارح لمصطلحات التّعويضات السنّية، النّسخة التّاسعة).

1-1-2- أنواع الأجهزة السنّية الفوقيّة:

1. الأجهزة السنّية الفوقيّة المدعومة بالأسنان Tooth-Supported overdentures :

تُعتبر الأجهزة السنّية الفوقيّة المدعومة بالأسنان بسيطة، تنقّادى من خلالها الإجراءات الجراحية، تكلفتها الماديّة منخفضة، تُحافظ على الحساسيّة اللّمسية نتيجةً لبقاء المستقبلات الحسيّة الموجودة في الأربطة حول السنّية (Ettinger et al., 2022).

يمكن تحضير الأسنان المتبقّية عندما تكون في توضع غير مُفضّل ليتمّ استخدامها كدعامة لدعم الجهاز السنّي الفوقيّ (Leong et al 2024).

تُستطب الأجهزة السنّية الفوقيّة المدعومة بالأسنان عند المرضى الذين تبقى لديهم عدد قليل من الأسنان الطّبيعيّة ذات النّسج حول السنّية السّليمة أو مع وجود أمراض حول سنّية ردودة (Leong et al 2024). تُستطب أيضاً عند المرضى الذين لديهم حالات فمويّة خاصّة مثل جفاف الفم، امتصاص في العظم السنخي، قبة حنك محرابيّة، توضع غير مُفضّل للسان أو للارتباطات العضليّة التي يمكن أن تؤثر سلباً على ثبات واستقرار العوض السنّي (Ettinger et al., 2022).

بالرغم من مميزات الأجهزة السنّية الفوقيّة المدعومة بالأسنان، إلّا أنّ بعض العوامل العامّة قد تُشكّل مضاد استطباب لها مثل توقّعات المريض، سوء العناية الفمويّة، سوء الصّحة العامّة، المحدوديّات الماديّة، مستوى الاعتماد على الذات، والقدرة على معالجة الأسنان المتبقّية (Leong et al 2024). بالإضافة للعوامل الموضعيّة التي تتضمّن نقص في المسافة بين الفكّين خصوصاً في المناطق التي تتطلّب مسافة بين فكّيّة كبيرة كمناطق وجود الدّعامات أو مناطق وضع أنظمة التّثبيت، عندها تكون ثخانة قاعدة الجهاز السنّي الفوقيّ قليلة واحتماليّة انكسارها كبيرة (Prosthodontic Treatment for Edentulous Patients - Elsevier eBook, 13th Edition).

2. الأجهزة السنّية الفوقيّة المُثبّنة بالتّيجان التّلسكوبيّة Double Crown -Retained Overdentures:

تُشير الأجهزة السنّية الفوقيّة المُثبّنة بالتّيجان التّلسكوبيّة إلى نوع من التّعويضات السنّية المتحرّكة التي تُستخدَم تاجين كعناصر تثبيت، يمكن أن يكونا بالشكل الأسطواني أو المخروطي (Seo et al., 2020). تحتوي هذه المُثبّتات على تاج أولي يُلصق على الدّعامة السنّية وتاج ثانوي يتوضّع ضمن العوّض السنّي (Seo et al., 2020). يُجنّب هذا النّوع من الأجهزة السنّية الفوقيّة الشّكل غير الجمالي للأذرع المُثبّنة للأجهزة السنّية الجزئيّة خاصّة عند المرضى المهتمّين بالنّاحية الجماليّة (Berger et al., 2020). ومن ناحية أخرى، يتوجّب تحضير الدّعامات بشكل أكبر لتأمين المسافة الإطباقيّة المطلوبة لوضع تاجين مع احتماليّة الحاجة لمعالجة الدّعامات لبيّاً (Leong et al., 2024). على الرغم من ازدياد ثبات الجهاز السنّي الفوقيّ بشكل ملحوظ إلّا أنّ مقدار هذه القوّة التّثبيتيّة تتناقص مع مرور الوقت نتيجةً لتناقص الاحتكاك بين التّاج الأولي والثّانوي. كان تناقص مقدار القوّة التّثبيتيّة أقلّ في الأجهزة التي احتوت على عناصر مُثبّنة إضافيّة (Arnold et al., 2018).

3. الأجهزة السنّية الفوقيّة المدعومة بالغرّسات :Implant-Supported Overdentures

تُعتبر الأجهزة السنّية الفوقيّة المدعومة بالغرّسات مُفضّلة على الأجهزة السنّية التّقليديّة لتحسينها استقرار وثبات الجهاز، النّاحية الجماليّة، الرّاحة والحالة النّفسيّة للمريض (Krishna et al., 2022).

يتمّ تقسيم أنواع الوصلات المستخدمة في الأجهزة السنّية الفوقيّة المدعومة بالغرّسات إلى أنظمة مُجبرّة للغرّسات وغير مُجبرّة للغرّسات. يُعتبر استخدام نظام الوصلات المُجبرّ للغرّسات أكثر فائدة لتوزيع الجهود الإطباقية بالمقارنة مع نظام الوصلات غير المُجبرّ للغرّسات (Chrcanovic et al., 2020).

3-1-1 - الأجهزة السنّية الفوقيّة المُثبتة بالوصلات Attachment-Retained

:Overdentures

عادة ما يتمّ تثبيت الأجهزة السنّية الفوقيّة باستخدام الوصلات Attachments. الوصلة هي أداة ميكانيكيّة لزيادة ثبات واستقرار العوّض، تتكوّن من وعاء معدنيّ وجزء منطبق عليه بإحكام، يتوضع الجزء الأوّل عادة ضمن الدّعامة ويُدعى بالجزء الأنثوي، ويُربط الجزء الثاني مع هيكل الجهاز السنّي ويُدعى بالجزء الذّكري (المعجم الشّارح لمصطلحات النّعويضات السنّية، ط:1، 2010، ص 20). يُمكن أن يلحم الجزء الأنثوي بقلنسوة الدّعامة أو يُلصق بشكل مباشر ضمن القناة الجذريّة للدّعامة (Stalder et al., 2021). يتكوّن الجزء الذّكري من مادّة مرنة (غطاء /مشبك) ذو قوى تثبيتيّة مختلفة مُحدّدة مسبقاً تختلف حسب نوع المادّة المصنوعة منها ونظام التّثبيت. تتعرّض هذه المادّة المُثبتة المرنة للتآكل والاهتراء وتتطلّب الاستبدال عند تراجع مقدار قوتها التّثبيتيّة (Stalder et al., 2021).

الوصلات الأكثر استخداماً في الأجهزة السنّية الفوقيّة هي الوصلات الكرويّة، العارضة المعدنيّة والوصلات المغناطيسيّة (Yalamolu et al., 2023).

- الوصلات الكروية Ball Attachments:

تُعدّ الوصلات الكروية الأكثر استخداماً بين الأطباء الممارسين (El Charkawi et al., 2023). عادة ما ترتبط الكرة (الجزء الأنثوي) بالغرسة أو بالقلنسوة المعدنية الملتحمة مع وتد القناة الجذرية، في حين يرتبط الغطاء المعدني (الجزء الذكري) في قاعدة الجهاز السنّي الفوقي (Leong et al., 2024). تتوفر هذه الوصلات بعدة أشكال، إما المصنّعة مسبقاً والتي يُمكن أن تُلحم بشكل مباشر مع القلنسوة المعدنية أو النموذج الشمعي للكرة الذي يُثبت على القلنسوة المشمّعة على الدّعامات ثم يُصَبّأ معاً (Berger et al., 2020).

- العارضة المعدنية Bar Attachment:

تتكوّن العارضة المعدنية من قطعة واحدة معدنية تُربط بين غرستين أو قلنسوتين مثبتتين على دعامتين مع وتدّين يندخلان ضمن جذري دعامتين معالجّتين لبيّاً واللّتين عادةً ما تكونا النّابين. تُوفّر العارضة المعدنية الثّبات والاستقرار الأفقيّ للأجهزة السنّية الفوقيّة من خلال الرّبط بين اثنتين أو أكثر من الدّعامات. يُثبت المشبك ضمن قاعدة الجهاز السنّي الفوقي (Leong et al., 2024). يجب توفير مسافة عموديّة كافية عند اختيار العارضة المعدنية كوصلة (Leong et al., 2024).

بالرّغم من فعاليتها إلّا أنّها تتطلّب عناية فمويّة جيّدة لاحتماليّة تراكم اللّويحة الجرثوميّة تحتها ممّا قد يؤدي إلى خسارة الدّعامات لاحقاً (Samantaray et al., 2020).

- الوصلات المغناطيسيّة Magnetic Attachments:

يتألّف نظام الوصلات المغناطيسيّة من: - جزء حافظ للمغناطيس Keeper (وهو مادّة قابلة للمغنطة) (يُغطي جذر السن)، - جزء مغناطيسيّ مُثبت يرتبط بقاعدة الجهاز السنّي الفوقي (Yalamolu et al., 2023).

يتكوّن المغناطيس المُثَبَّت من عناصر أرضيّة نادرة كمغناطيس كوبالت- سماريوم (SmCo) أو مغناطيس نيوديم- حديد- بورون (NdFeB) (Yalamolu et al., 2023). تُعدّ الوصلات المغناطيسيّة الأقلّ تطلُّباً للعمل المخبري بالمقارنة مع الوصلات الأخرى، كما أنّها مناسبة للمرضى كبار السن ذوي المهارات اليدويّة المنخفضة حيث سينجذب العوّض للمغناطيس خلال الإدخال وينفصل عنه بسهولة خلال الإخراج (Yalamolu et al., 2023). تتضمّن إيجابيّات الوصلات المغناطيسيّة قوتها التثبيتيّة البدنيّة العالية مقارنةً مع حجمها الصغير، الارتباط التلقائيّ للمغناطيس المُثَبَّت الموجود ضمن قاعدة الجهاز السنّيّ الفوقيّ مع حافظ المغناطيس Keeper المغطّي لجذر السنّ، أقلّ تأثراً بتوازي الدعامات وسهولة العناية المنزليّة، بالمقابل فإنّ مقدار القوّة التثبيتيّة للوصلة المغناطيسيّة تتناقص مع الوقت (Yalamolu et al., 2023).

وفي النّهاية، يعتمد نجاح الجهاز السنّيّ الفوقيّ المُثَبَّت بالوصلات على الاختيار الصحيح للوصلة حسب الحالة السريريّة الموجودة، حيث يتمّ الاختيار حسب التّشخيص الصّحيح للبنى داخل الفمويّة وللعوامل المختلفة مثل المسافة بين الفكّين، التّكلفة الماديّة، قوّة الثّبات المطلوبة، مستوى عناية المريض الفمويّة، توقّعات المريض، العلاقة بين الفك العلوي والسّفلي، المسافة بين الغرسات وحالة الفكّ المقابل (Chaware et al., 2020).

1-2-1- الوصلات الكروية Ball Attachment

1-2-1- الوصلات الكروية ومكوناتها

يتكوّن الجزء الذكري (Patric) من كرة بقطر 2- 2.5 مم تقريباً مصنوعة من التيتانيوم. بالمقابل، يتكوّن الجزء الأنثوي (Matrix) من مسكن مكوّن من خليطة التيتانيوم أو الفولاذ المقاوم للصدأ يحوي ضمنه على مُثبتة مرنة (Wakam et al., 2022). يتضمن نظام الوصلات الكروية أنواع مختلفة من العناصر المثبتة منها القابل للتنشيط مثل الأغشية المصنوعة من الخلائط الذهبية التي يتم تنشيطها باستخدام مفكّ خاص وتُستبدل عند اهترائها أو تراجع مقدار التثبيت المطلوب، وعناصر مُثبتة أخرى غير قابلة للتنشيط ولكن قابلة للاستبدال مثل حلقة O- ring أو أغشية التثبيت المرنة الملونة (Wakam et al., 2022). استُخدمت الوصلات الكروية بداية فوق الدعامات السنّية ثم أصبحت تُستخدم فوق الغرسات (Wakam et al., 2022).

1-2-2- مقدار القوة التثبيتية للوصلات الكروية

يتراوح مقدار القوة التثبيتية بين 3 و 15 نيوتن حسب نظام الوصلة الكروية المستخدم. بالرغم من أنّ مقدار الثّبات الأولي ضروري للحصول على النتيجة المتوقعة من المريض بشكل فوريّ، إلّا أنّ ثبات مقدار القوة التثبيتية مع مرور الوقت ضروري لتجنّب الزيارات الدورية للمرضى لاستبدال المكونات المثبتة (Wakam et al., 2022).

حيث أنّ الحد الأدنى المقبول لمقدار القوة التثبيتية لمختلف أنظمة الوصلات الكروية المستخدمة في الأجهزة السنّية الفوقية يتراوح بين 3 و 8 نيوتن (El Sharkawi et al., 2023).

1-2-3- مميزات ومساوئ الوصلات الكروية

- ميزات الوصلات الكروية: (الجدول رقم (1)):

1. يمكن استخدام الوصلات الكروية عندما تكون الغرسات متوازية أو غير متوازية، حيث صُمِّمَت لتُناسب الميلان في زاوية الغرسات حتى 12، 15، 20، أو 30 درجة (Sultana et al., 2017)، ولكن يجب أن تبقى العناصر المثبتة في قاعدة الجهاز السنّي الفوقي متوازية مع مسار الإدخال والإخراج العمودي للجهاز السنّي (Wakam et al., 2022).
2. تُعدّ الوصلات الكروية الأكثر استخداماً لسهولة التعامل معها سريريّاً ولكونها اقتصادية نسبياً (Payne et al., 2018).
3. أظهرت الأجهزة السنّية الفوقية المثبتة بالوصلات الكروية معدّلات نجاح عالية للغرسات وللجهاز السنّي الفوقي، قليل من المشاكل الميكانيكية والبيولوجية، رضى عالي للمريض (Ortensi et al., 2019).

- مساوئ الوصلات الكروية: (الجدول رقم (1)):

1. تطبيقها السريري يحتاج إلى بُعد عمودي كافٍ ومسافة دهليزية لسانية كافية، بحيث لا تتجاوز المساحة المخصصة للسان، خاصة في الأقواس المستدقة (Ortensi et al., 2019).
2. يؤدي اختلاف مقدار واتّجاه القوة المطبّقة أثناء فك وتركيب الجهاز السنّي الفوقي إلى تراجع مقدار القوة التثبيتيّة مع مرور الوقت والحاجة إلى استبدال المكونات المثبتة المرنة بشكل متكرّر، خاصة عند استخدامها مع الغرسات غير المتوازية (de Campos et al., 2023).
3. تؤدّي الغرسات الموضوعة في مواقع غير مفضّلة إلى حدوث قوى جانبية يمكن أن تؤدّي -في حالة زيادتها- إلى فشل مُبكر في الغرسات، تآكل وكسر في مكونات الجهاز السنّي الفوقي (de Campos et al., 2023).

4. يمكن لعوامل أخرى أن تؤثر على اهتراء وتشوّه الوصلات مثل عدم استقرار الجهاز السنّي الفوقي، قوّة العضلات، والإجهادات الكبيرة على الوصلة الكروية. هذا الجهد يمكن أن يزيد من سرعة تآكل المكونات المرنة للأغشية المُثَبِّتَة وبالتالي تراجع مقدار الثّبات بشكل تدريجيّ (El-Zawahry MM et al., 2018).

مساوئ الوصلة الكروية	مميزات الوصلة الكروية
تراجع مقدار القوّة التثبيتيّة مع مرور الوقت والحاجة إلى استبدال المكونات المُثَبِّتَة المرنة بشكل متكرّر.	تُستخدم عندما تكون الغرسات متوازية أو غير متوازية، صُمِّمَت لثّبات الميلان في زاوية الغرسات حتّى 30 درجة.
تحتاج إلى بُعد عمودي كافٍ ومسافة دهليزيّة لسانيّة كافية.	الأكثر استخداماً لسهولة التّعامل معها سريريّاً.
الجهد يمكن أن يزيد من سرعة تآكل المكونات المرنة للأغشية المُثَبِّتَة وبالتالي تراجع مقدار الثّبات بشكل تدريجيّ.	اقتصاديّة نسبياً.
فشل الزّرع وتحدوث تآكل وكسر مكونات الجهاز الفوقي في حال زيادة القوى الجانبية المطبّقة على الغرسات الموضوعة بتزوي غير مُفضّل.	معدّلات نجاح عالية للغرسات وللجهاز السنّي الفوقي، قليل من المشاكل الميكانيكيّة والبيولوجيّة، رضى عالي للمريض.

الجدول رقم (1): مميزات ومساوئ الوصلة الكروية.

3-1- البولي إيثر إيثر كيتون PEEK

1-3-1- تعريف البولي إيثر إيثر كيتون

يعتبر البولي إيثر إيثر كيتون (PEEK) عضوًا في عائلة البولي أريل إيثر كيتون (PAEK) (Nizam N, et al., 2014). تؤدي المشاركة بين ثلاث مجموعات وظيفية إلى تكوين PEEK (Nizam N, et al., 2014):

1. مجموعة الإيثر تُوفّر المرونة.

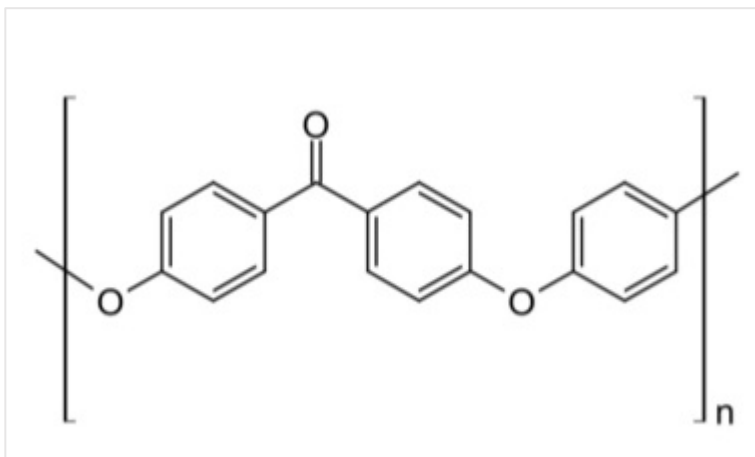
2. مجموعة الكيتون تُوفّر الصلابة.

3. حلقات الفينيلين العطرية الغير قابلة لإعادة التنشيط (الشكل رقم (1)).

يعتبر البولي إيثر إيثر كيتون واحدًا من المواد البديلة الخالية من المعادن التي يُمكن استخدامها في طبّ الأسنان

(et al., 2014).

(Nizam N,



الشكل رقم (1): الصيغة الكيميائية لمادة البولي إيثر إيثر كيتون (Ortega-Martínez et al., 2017)

يتواجد البولي إيثر إيثر كيتون على شكل حبيبات (Granules) أو مسحوق (Powder) أو مسحوق فائق النعومة (Ultra-fine powder)، اعتمادًا على تقنية القولبة المستخدمة (Blanch-Martinez et al., 2021):

أ. القولبة بالحقن (Injection molding): يتم حقن البوليمر وهو في حالة انصهار من خلال ثقب صغير يسمى البوابة ضمن قالب مغلق مع ضغط وحرارة منخفضة، ويتم ملئ كامل المساحة ويأخذ شكل الجزء المطلوب، يوصى باستخدام الحبيبات في هذه التقنية (Blanch-Martinez et al., 2021).

ب. القولبة بالإخراج (الدفع للخارج) (Extrusion molding): يتم نقل البوليمر باستخدام ناقل لولبي حلزوني عبر غرفة التسخين إلى منطقة الخروج، يوصى باستخدام المسحوق في هذه التقنية (Blanch-Martinez et al., 2021).

ج. القولبة بالضغط (Compression molding): يتم إدخال البوليمر في قالب مفتوح يتم تطبيق الضغط والحرارة عليه بعد ذلك بحيث يأخذ شكل القالب، يوصى باستخدام مسحوق فائق النعومة في هذه التقنية (Blanch-Martinez et al., 2021).

هناك طريقتان لتشكيل البولي إيثر إيثر كيتون عند استخدامه في الأجهزة السنّية التعويضية:

القولبة بالحقن Injection Molding أو استخدام تقنية التصميم والتصنيع المحوسب CAD-CAM التي تنقسم إلى قسمين:

- الطرح Subtractive من خلال النحت Milling.
- الإضافة Additive من خلال الطباعة ثلاثية الأبعاد 3D Printing (Porojan et al., 2021) (Carneiro et al., 2021).

حاليًا، يتم استخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد لتصنيع الأجهزة السنّية المتحرّكة من مادّة البولي إيثر إيثر كيتون. تُعطى الطباعة أجهزة أكثر دقّة وتوفّر إمكانية تصنيع تصاميم معقّدة (Punia et al., 2022).

- يوجد حاليًا عدّة أنواع من البولي إيثر إيثر كيتون في سوق طب الأسنان:

1. Natur Peek: منتجه هو Juvora، من Invibio®. يكون بألوان رماديّة وبنية (Jovanović et al., 2021).

2. Peek الملوّن: منتجه هو Evonik. يحتوي على أكسيد الألمنيوم aluminum oxide وأصباغ ملوّنة. لونه أبيض أو بني فاتح (Jovanović et al., 2021).

3. BioHPP: عبارة عن بولي إيثر إيثر كيتون مع جزيئات خزفيّة ceramic molecules (أكسيد الألمنيوم aluminium oxide وأكسيد الزركونيوم zirconium oxide (Bredent®)). يتمّ تقوية البولي إيثر إيثر كيتون بالخزف ceramic، ممّا يؤدي إلى تحسين خصائصه (Jovanović et al., 2021).

4. CFR-PEEK (Carbon fiber reinforced polyether ether keton): البولي إيثر إيثر كيتون المقوّى بألياف الكربون (Parate et al., 2023).

5. GFR- PEEK (Glass-fiber reinforced polyether ether keton): البولي إيثر إيثر كيتون المقوّى بألياف الزجاج (Parate et al., 2023).

1. ينتمّي البولّي إيثر إيثر كيتون إلى عائلة PAEK للبوليمرات ذات الأداء العالي. وهو بوليمر حراري، أحادي اللون وشبه بلّوري. يُعتبر العضو الأكثر أهميّة في عائلة PAEK (Eschbach L et al., 2000). يتكوّن البولّي إيثر إيثر كيتون من حلقات الفينيل العطريّة مع مجموعات وظيفيّة من الكيتون والإيثر (Stawarczyk et al., 2015).

وهو بوليمر أحادي homopolymer مُكوّن من نوع واحد فقط من المونوميرات monomer ، يتميّز بخصائص كيميائيّة وميكانيكيّة متفوّقة بحيث يمكنه تحمّل درجات حرارة عالية ومقاومة للتآكل خلال دورات التّعقيم وبالتالي يمكن تعقيمه باستخدام دورات التّعقيم الحراريّة (Parate et al., 2023)، حيث تبلغ نقطة انصهاره حوال 343 درجة سيلسيوز (Brizuela et al., 2019).

2. يُعتبر البولّي إيثر إيثر كيتون مادّة خفيفة الوزن ومنخفضة الكثافة حيث تتراوح كثافته بين 1.3 و 1.5 غ/سم³، ولديه معامل مرونة منخفض يتراوح بين 3-4 جيجا باسكال (Parate et al., 2023)، مقارنة بالتيتانيوم الذي يبلغ 113 جيجا باسكال والزيركونيا التي تبلغ 204 جيجا باسكال (Brizuela et al., 2019).

إنّ معامل مرونة البولّي إيثر إيثر كيتون المقوّى بألياف الكربون (18 GPa) ومعامل مرونة البولّي إيثر إيثر كيتون المقوّى بالألياف الزجاجيّة (12 GPa) قريب من معامل مرونة العظم القشريّ (14 GPa)، وبالتالي يؤدّي إلى توزّع متجانس للضغط على النّسج المحيطة (Bathala et al., 2016).

3. يتمتّع البولّي إيثر إيثر كيتون بمقاومة للاهتراء wear resistance بشكل مشابه للخلائط المعدنيّة (Parate et al., 2023).

4. بالإضافة إلى عدم احتوائه على لون معدنيّ وبالتالي لديه خصائص تجمليّة عالية (Parate et al., 2023).

1-3-3- مميزات ومساوئ البولّي إيثر إيثر كيتون

- مميزات البولّي إيثر إيثر كيتون: (الجدول رقم (2))

1. يوفر صوراً شائعة على الأشعة السينية ومتوافق مع مختلف تقنيات التصوير مثل الأشعة السينية والتصوير بالرنين المغناطيسي والتصوير الطبقي المحوسب (Bathala et al., 2016).
2. يمكن تحسين خصائصه الميكانيكية من خلال تقويته بألياف الكربون أو الزجاج أو إضافة المواد النانوية (Azizi B et al., 2018).
3. يُوزع القوى الإطباقية بشكل مماثل للأسنان الطبيعية من خلال امتصاصه للقوى shock-absorbing action المطبقة أثناء العض (Azizi B et al., 2018).
4. أقل تشكلاً للطبقة البيولوجية biofilm على سطحه ويمكن استخدامه كغرسات سنّية بعد معالجة سطحه (Azizi B et al., 2018).
5. مادة متوافقة حيويًا وبالتالي يمكن استخدامه عند المرضى الذين لديهم حساسية من المعدن (Bathala et al., 2016).
6. سمحت التعديلات المُجرّاة على سطح مادة البولي إيثير إيثر كيتون بالالتصاق مع مواد الإلصاق المختلفة، ومن هذه التعديلات: الترميل sanding، التخرّيش الحمضي acid roughening، رش البلازما plasma spray، وتخشين السطح بالليزر laser roughening (Parate et al., 2023).
7. كاره للماء hydrophobic وغير قابل للانحلال في أي مذيب ماعدا حمض الكبريت sulfuric acid بتركيز مرتفعة (Bathala et al., 2016).

- مساوي البولي إيثير إيثر كيتون: (الجدول رقم (2))

1. يتطلب درجة حرارة معالجة عالية (Parate et al., 2023).
2. مكلف للغاية (Parate et al., 2023).
3. له طاقة سطحية منخفضة يُسبب انخفاض التصاق الخلايا (Akkan CK et al., 2014).
4. صعوبة في التصنيع (Parate et al., 2023).

5. ضعيف الالتصاق بالاسمنت الراتنجي (Parate et al., 2023).

الجدول رقم (2): مميزات ومساوئ البولي إيثر إيثر كيتون.

مميزات البولي إيثر إيثر كيتون	مساوئ البولي إيثر إيثر كيتون
صوره شاقّة على الأشعة السينيّة ومتوافق مع مختلف تقنيّات التصوير.	يتطلّب درجة حرارة معالجة عالية.
يمكن تحسين خصائصه الميكانيكيّة من خلال إضافة ألياف الكربون أو الرّجاج أو استخدام المواد النّانوية.	مكلف للغاية.
يوزّع القوى الإطباقيّة بشكل مماثل للأسنان الطبيعيّة من خلال امتصاصه للقوى المطبّقة أثناء العض.	له طاقة سطحيّة منخفضة يُسبّب انخفاض التصاق الخلايا.
أقل تشكّياً للطبقة البيولوجيّة على سطحه ومتوافق حيويّاً.	صعوبة في التّصنيع.
يلتصق مع مواد الإلصاق المختلفة بعد معالجة سطحه.	ضعيف الالتصاق بالاسمنت الراتنجي.
كاره للماء وغير قابل للانحلال في أي مذيب ماعدا حمض الكبريت بتركيز مرتفعة.	

1- استخدام البولي إيثر إيثر كيتون في التعويضات المتحركة:

يمكن استخدام البولي إيثر إيثر كيتون لصنع الأذرع المثبتة والأذرع المكافئة وهياكل الأجهزة السنّية المتحركة الجزئية وقواعد الأجهزة السنّية المتحركة الكاملة (Shirakawa et al., 2018)، بالإضافة إلى الجزء الحنكي من سدادات الفك العلوي نظراً لوزنه الخفيف وخصائصه البيولوجية والتجميلية والميكانيكية العالية (Parate et al., 2023). كما يمكن استخدام البولي إيثر إيثر كيتون كعارضة معدنية تصل بين الغرسات (Najeeb et al., 2016).

2- استخدام البولي إيثر إيثر كيتون في التعويضات الثابتة:

يستخدم في صنع التيجان المفردة والجسور والوجوه السنّية، ولكون المادة خاملة كيميائياً فقد تمّ إيجاد عدّة تقنيات لتحقيق الارتباط بين البولي إيثر إيثر كيتون والمادة المغطّية له من خلال معالجة سطحه بالترميل أو التّخريش بحمض الكبريت. كما يتمّ معالجة سطح البولي إيثر إيثر كيتون ليرتبط مع مواد الإلصاق المختلفة (Kern et al., 2012). كما يمكن استخدام البولي إيثر إيثر كيتون كدعامات مؤقتة فوق الغرسات فهو يقلّل من الجهود المنقولة إلى الغرسات (Santing et al., 2012). كما يمكن استخدامه كترميمات endocrown حيث أبدى تحمل أعلى بكثير للقوى من القوى الفيزيولوجية المطبقة داخل الفم بالإضافة إلى كون أنماط الفشل فيه مفضلة أكثر من أنماط الفشل في الخزف الزجاجي أو في الراتنج المركب (حيث كانت أنماط الفشل فيهم غير قابل للإصلاح) (ياسمين، 2020).

3- استخدام البولي إيثر إيثر كيتون كغرسات سنّية:

البولي إيثر إيثر كيتون مادة غير نشطة بيولوجياً bio-inactive ، ذات خصائص بيولوجية محدودة مثل الاندماج العظمي المحدود، لذا يمكن زيادة نشاطها البيولوجي عن طريق ملامسة سطحها ببعض الأدوية أو المواد كالبلازما التي تؤدي إلى تمايز الخلايا العظمية وتكاثرها والتصاقها على سطح مادة البولي إيثر إيثر كيتون (Meenan et al.,

(2000). كما تم إجراء بعض المعالجات الكيميائية مثل طلي سطح غرسة البولي إيثر إيثر كيتون بمادة السلفات والذهب، وأجريت دراسات على طلي سطح غرسة البولي إيثر إيثر كيتون بمادة الهيدروكسي أباتيت (HA)، لتعزيز ارتباط الخلايا على سطح الغرسة وتم الحصول على نتائج ممتازة للغرسات المطلية بالهيدروكسي أباتيت مقارنة بالغرسات غير المطلية (Rabiei et al., 2013).

من خلال التحاليل النسيجية حول مواد الغرسات المختلفة، تم اكتشاف نشاط نسيجي مختلف من حيث وجود السيبتوكينات المسببة للالتهاب IL-1 و IL-6 و IL-8، التي تشكل نسيج ليفية حول غرسات البولي إيثر إيثر كيتون الغير معالجة السطح بدلاً من حدوث الاندماج العظمي. بالمقابل، إن التيتانيوم يؤدي إلى ظهور مستويات أعلى من السيبتوكين المضاد للالتهابات IL-10. في حين تكون مستويات الفوسفاتاز القلوي والأوستيوكالسين أعلى بالقرب من خلائ التيتانيوم والألمنيوم والفانديوم ولكنها أقل وضوحاً في المنطقة المحيطة بغرسات البولي إيثر إيثر كيتون. كما توفر أسطح خلائ التيتانيوم بيئة ملائمة للنشاط العظمي بشكل أكبر (Parate et al., 2023).

4- استخدام البولي إيثر إيثر كيتون في التقويم:

في تقويم الأسنان، يُستخدم البولي إيثر إيثر كيتون كبديل عن الأسلاك التقويمية المعدنية نظراً لقوته الكبيرة وناحيته الجمالية أو في حال الحساسية تجاه المعادن والناقلية الحرارية للمعادن (Parate et al., 2023). كما يمكن استخدامه في صناعة الحاصرات التقويمية وحافظات المسافة (Rahmitasari et al., 2017).

استخدامات البولي إيثر إيثر كيتون في طب الأسنان:	
التعويضات المتحركة:	الأذرع المثبتة والمكافئة - هيكل الأجهزة السنّية المتحركة الجزئية - الجزء الحنكي من سدادات الفك العلوي - عارضة معدنية - قاعدة الأجهزة السنّية الكاملة.
التعويضات الثابتة:	التيجان المفردة - الجسور - الوجوه السنّية - دعائم مؤقتة فوق الغرسات.
الغرسات السنّية:	يمكن استخدامه كغرسة سنّية بعد معالجة سطحه.
التقويم:	أسلاك تقويمية - حاصرات تقويمية - حافظات مسافة.

الجدول رقم (3): استخدامات البولي إيثر إيثر كيتون في طب الأسنان.

(4)

1. مقارنة البولي إيثر إيثر كيتون مع التيتانيوم:

1. تتمتع مادة البولي إيثر إيثر كيتون بصفات بيولوجية فريدة فهي مادة متوافقة حيويًا، وبالتالي يمكن استخدامها

عند المرضى الذين لديهم حساسية من المكونات المعدنية (Bathala et al., 2016).

2. لا يمكن استخدام التيتانيوم في المناطق ذات الأهمية التجميلية بسبب لونه المعدني (Bathala et al.,

2016). في حين يمكن الحصول على صفات جمالية في البولي إيثر إيثر كيتون أكثر من التيتانيوم

(Bathala et al., 2016).

3. مادة البولي إيثر إيثر كيتون شافة شعاعياً بينما التيتانيوم ظليل شعاعياً (Bathala et al., 2016).

4. مادة البولي إيثر إيثر كيتون ذات وزن أقل من التيتانيوم، مما يجعل الترميمات أخف وزناً (Parate et al.,

2023).

5. يُعطي عند استخدامه كدعامة مؤقتة مظهر انبثاق emergence profile مناسب ودعمًا للحليمة اللثوية، كما

يعطي نتيجة جمالية مؤقتة جيدة بسبب لونه. بينما دعائم التيتانيوم يُنصح بها كدعائم دائمة. كما أظهرت

دعائم البولي إيثر إيثر كيتون المؤقتة مقاومة أقل للانكسار من دعائم التيتانيوم (Parate et al., 2023).

2. مقارنة البولي إيثر إيثر كيتون مع المواد الخزفية:

تُظهر مادة البولي إيثر إيثر كيتون قسافة منخفضة وقدرة أعلى على امتصاص الضغوط بالمقارنة مع المواد الخزفية

(Emera RM et al., 2019).

3. مقارنة البولي إيثر إيثر كيتون مع الزيركون:

في بعض الدّراسات تمّت مقارنة دعامة الزّيركون ودعامة البولي إيثر إيثر كيتون، ولم يلاحظ أي كسر في كلا المادتين ولكن لوحظ تشوّه في دعامة البولي إيثر إيثر كيتون (Parate et al., 2023).

كما قام (Kaleli N. et al., 2018) بدراسة مخبريّة (تحليل عناصر منتهية finite element analysis) أظهرت نتائجها وجود إجهاد أكبر على الغرسات عند استخدام دعامات الزّيركون بالمقارنة مع دعامات البولي إيثر إيثر كيتون.

4. مقارنة البولي إيثر إيثر كيتون مع الأسلاك التّقويّة:

يعتبر البولي إيثر إيثر كيتون سلكاً قوسياً تقويمياً غير معدنيّ وتجميليّ نظراً لقدرته العالية على الإنثناء، قواه التّقويّة مماثلة لسلك Ni-Ti و امتصاصه للماء منخفض. وبالتالي يمكن استبدال أسلاك Ni-Ti بأسلاك البولي إيثر إيثر كيتون في بعض المعالجات التّقويّة (Parate et al., 2023).

المادّة المُقارن بها	خصائص المادّة المُقارن بها	خصائص مادّة البولي إيثر إيثر كيتون
التّيتانيوم	حساسيّة محتملة	متوافقة حيويّاً
	غير تجميلي	يمكن الحصول على صفات جماليّة
	ظليل شعاعيّاً	شاقّة شعاعيّاً
	ذو وزن أكثر	ذات وزن أقل
	يُستخدم كدعامة دائمة	يُستخدم كدعامة مؤقتة
المواد الخزفيّة	أكثر قساوة	أقل قساوة
	أقل قدرة على امتصاص الضّغوط	أعلى قدرة على امتصاص الضّغوط
الزّيركون	لم يلاحظ أي كسر في كلا المادتين لوحظ التّشوّه في دعامة البولي إيثر إيثر كيتون	
الأسلاك التّقويّة	غير تجميلي	تجميليّ
		قواه التّقويّة مماثلة لسلك Ni-Ti و امتصاصه للماء منخفض.

الجدول رقم (4): مقارنة البولي إيثر إيثر كيتون مع المواد الأخرى.

1-4 - التصميم والتصنيع المحوسب CAD-CAM

Computer Aided Design – Computer Aided Manufacture

التصميم والتصنيع المحوسب: يُستخدم هذا المصطلح في مختلف فروع الهندسة والعلوم وحتى الفنون كطريقة سريعة للنمذجة الأولية لتسريع عملية التصميم وتسهيل انتقالها إلى التصنيع. يُستخدم في طب الأسنان بشكل متزايد في تصنيع التعويضات السنية. (Skorulska et al., 2021).

تم اختراع الإصدارات الأولى من نظام الـ CAD-CAM في ثمانينيات القرن الماضي (Skorulska et al., 2021). حيث طوّرت فكرة صنع التعويضات بمساعدة رقمية وطُرحت لأول مرة نتيجة تعاون ثلاثة مراكز بحثية (Skorulska et al., 2021):

- الأول أنشأته جامعة زيورخ وشركة Brains and Brandestini Instruments السويسرية.

- والثاني أنشأته شركة Hennson International الفرنسية.

- والثالث أنشأته جامعة مينيسوتا.

كان الهدف هو تزويد المريض بتعويض سريع دون أخذ طبعة تقليدية والحصول على ترميمات وتعويضات سنية خلفية متينة بلون طبيعي (Skorulska et al., 2021).

أظهرت السنوات الأخيرة أنها طريقة مبتكرة ومتطورة لتصميم وتصنيع التعويضات السنية (Skorulska et al., 2021). أصبح تأثير طب الأسنان الرقمي على تجربة المرضى وقدرات طبيب الأسنان ملحوظاً. أصبح التصميم والتصنيع المحوسب CAD-CAM جزءاً من ممارسة طب الأسنان الروتينية (Cevik P et al., 2022).

يمكن اعتبار CAD-CAM مصطلحاً شاملاً يشمل التصنيع عن طريق الطّرح subtractive أو الإضافة additive (Cevik P et al., 2022).

في التصنيع الطّرحي subtractive، تُستخدم أنظمة الـ CAD-CAM تقنيات النّحت milling التي تعتمد على إزالة أو قطع المواد من كتلة صلبة. بينما في التصنيع الإضافي additive، تعمل أنظمة الـ CAD-CAM من خلال إضافة مواد على طبقات كما في الطباعة ثلاثية الأبعاد 3D printing (Cevik P et al., 2022).

يُستخدم الـ CAD-CAM في أغلب معالجات الأسنان الترميمية والتعويضية مثل ترميمات الـ Inlay / overlay، تقويم الأسنان الشّفاف، القشور الخزفية، التيجان المفردة، الجسور، والتعويضات المتحركة الجزئية والكاملة (Ahmad N et al., 2021).

1-4-1- أنظمة الـ CAD-CAM المستخدمة حالياً في طب الأسنان

يمكن تصنيف أنظمة التصميم والتصنيع المحوسب CAM-CAD إلى أنظمة تُستخدم ضمن العيادة in-office أو ضمن المخبر laboratory (Skorulska et al., 2021).

يُعدّ نظاماً: 1 - CEREC من شركة Dentsply Sirona (يورك، بنسلفانيا، الولايات المتحدة الأمريكية)،

2- Planmeca من شركة Planmeca Oy (هلسنكي، فنلندا)

الأكثر شيوعاً في السّوق حالياً (Blatz, et al., 2019).

ومن بين أنظمة التصميم المحوسب CAD-CAM الشّاملة الأخرى المُعترف بها والمُستخدمة (Blatz, et al., 2019):

1. Carestream Dental (أتلانتا، جورجيا، الولايات المتحدة الأمريكية)
2. DentalWings (مونتريال، كيبك، كندا)
3. Zfx. (داخاو، ألمانيا)

يَعْتَمَد اختيار النّظام المناسب على خبرة المخبريين والمُعَوِّضين بالإضافة إلى المُعدّات الموجودة ضمن العيادة السّنّيّة (Skorulska et al., 2021).

تتوفّر العديد من برامج التّصميم المختلفة مثل (Zaruba et al., 2017):

- CS Restore وهو برنامج مخصص لنظام
- DWOS Chairside (DentalWings)
- Cerec SW 4.5
- Cerec Premium SW 4.5 (Dentsplay Sirona)
- Zfx CAD (Zfx)
- Planmeca PlanCAD Easy
- MyCrown Design (Fona Dental).

كما يمكن تقسيم الماسحات الضوئيّة المستخدمة في أنظمة الـ CAD-CAM إلى مجموعتين:

مجموعة تتطلّب مسحوقاً powder ومجموعة لا تتطلّب مسحوق powder-free، يكون المسحوق powder عاتم، مثل مسحوق ثاني أكسيد التيتانيوم titanium dioxide powder، يُتمّ وضعه على الأسنان قبل المسح الضوئي لإزالة الانعكاس reflection. من ناحية أخرى، قد يقلّل هذا المسحوق من دقّة المسح والانطباق الحفافيّ للتعويض النهائي (Hategan, et al., 2018).

في الوقت الحاضر، تُستخدم الماسحات الضوئيّة الخالية من المسحوق في الغالب، مثل CS 3600 من Carestream Dental (أتلانتا، جورجيا، الولايات المتّحدة الأمريكيّة)، في هذه المجموعة من الماسحات الضوئيّة، لا يوجد خطر من اختلاط السوائل الفمويّة مع المسحوق بالإضافة إلى كونها أدقّ (Zaruba et al., 2017).

1-4-2- المواد التي يمكن تصنيعها بواسطة الـ CAD-CAM

من المواد التي يُمكن تصنيعها باستخدام الـ CAD-CAM (Skorulska et al., 2021):

- البوليمرات: مثل البولي ميثيل ميثا أكريلات (PMMA) والبولي إيثر إيثر كيتون PEEK. - الرّيزين.
- الخزف.
- الزّركون.
- الرّاتنجات المركّبة.
- المعدن.

1-4-3- مميزات ومساوئ التصميم والتصنيع المحوسب

مميزات التصميم والتصنيع المحوسب: (الجدول رقم (5))

1- دقة انطباق حواف التعويضات تكون مساوية أو أعلى من دقة التعويضات التقليدية (Skorulska et al., 2021).

2- يقلل من وقت المراحل التعويضية (المخبرية والسريّة) (Skorulska et al., 2021).

3- يُتيح إمكانية استخدام مواد جديدة وتجميلية (Skorulska et al., 2021).

4- جاذبية التكنولوجيا لتعزيز الأعمال التجارية (Barenghi et al., 2019).

5- سرعة وقصر وقت العلاج بالتعويضات (Skorulska et al., 2021).

6- زيادة رضى المرضى (Skorulska et al., 2021).

مساوئ التصميم والتصنيع المحوسب: (الجدول رقم (5))

1- باهظة الثمن، على الرغم من تطوير أنظمة جديدة وزيادة المنافسة في السوق، إلا أن الأسعار لا تزال مرتفعة (Skorulska et al., 2021).

2- تشمل عملية إنشاء العوض باستخدام CAD-CAM على العديد من الخطوات، مثل مسح الفم بواسطة ماسح ضوئي داخل فموي، والتصميم على الحاسب باستخدام برامج محدّدة ونمذجة العوض إما من كتلة صلبة من المواد الترميمية أو باستخدام تقنية الإضافة (Skorulska et al., 2021).

3- لا يستطيع نظام الـ CAD-CAM الحصول على علاقة إطباقية صحيحة عند المرضى الذين يعانون من مشاكل إطباقية (Skorulska et al., 2021).

4- يختلف معدل بقاء تعويضات الـ CAD-CAM باختلاف نوع المادة المصنوعة منها. تمّ تقييمه في الغالب في الدراسات قصيرة ومتوسطة المدى، مما يزيد من صعوبة تقييمه ومقارنته بالتّرميمات التّعويضية التّقليدية على المدى الطّويل (Skorulska et al., 2021).

5- تختلف الجوانب الميكانيكية مثل مقدار قوّة الانثناء أو متوسط معامل المرونة باختلاف أنواع المواد المستخدمة، لذلك ليست جميع أنواع المواد مناسبة لجميع التّطبيقات السّريّة (Skorulska et al., 2021).

مميزات الـ CAD-CAM	مساوئ الـ CAD-CAM
جاذبية التكنولوجيا لتعزيز الأعمال التجارية.	باهظة الثمن.
يقلل من وقت المراحل التعويضية (المخبرية والسريية).	تشمل على العديد من الخطوات.
يُتيح إمكانية استخدام مواد جديدة وتجميلية.	اختلف معدل بقاء التعويضات باختلاف نوع المادة المصنوعة منها.
دقة التعويضية تكون مساوية أو أعلى من التعويضات التقليدية.	لا يمكن الحصول على علاقة إطباقية صحيحة عند المرضى الذين يعانون من مشاكل إطباقية.
سرعة وقصر وقت العلاج بالتعويضات.	تختلف الجوانب الميكانيكية باختلاف أنواع المواد المستخدمة، لذلك ليست جميع أنواع المواد مناسبة لجميع التطبيقات السريية.
زيادة رضى المرضى.	

الجدول رقم (5): مميزات ومساوئ الـ CAD-CAM.

يعتمد نجاح العلاج التعويضي باستخدام تقنية الـ CAD-CAM على اختيار المواد وعلى جميع خطوات العلاج:

بدءاً من التشخيص الصحيح للحالة، التحضير الصحيح، المسح الدقيق، التخطيط والتصميم، حتى التصنيع والإصاق الترميم. إلى جانب الخصائص المرغوبة للمواد المستخدمة في عمليات الترميم ضمن العيادة، تكمن الكفاءة في إمكانية النحت أو الطباعة بسرعة عالية ووقت قصير لتحضير العوض (Shorulska et al., 2021).

1- قام Branchi R وآخرون بدراسة مخبرية عام 2010 لتقييم مقدار القوة التثبيتية ومقاومة الاهتراء بعد عدة دورات

من الفك والتركيب لأربع أنواع من الأغشية المثبتة للوصلات الكروية المستخدمة في الأجهزة السنّية الفوقية

المدعومة بالغرسات.

كانت الأغشية المثبتة مصنوعة من أربع مواد مختلفة: مادة التفلون المرنة Teflon ضمن مسكن معدني، غطاء

مصنوع من التيتانيوم، غطاء مصنوع من خليطة الذهب، وغطاء O-ring حيث تم اختيار حلقة حمراء اللون ذات قوة

تثبيتية متوسطة. وتم قياس التغير في أبعاد الوصلة الكروية باستخدام مقياس profilometer.

تم قياس مقدار القوة التثبيتية بعد 5500 دورة من الفك والتركيب. أظهرت النتائج زيادة في مقدار القوة التثبيتية للوصلة

الكروية مع غطاء من مادة التفلون Teflon المدعوم بمسكن معدني بمقدار 27% بعد 5500 دورة من الفك والتركيب،

و أظهر الغطاء المصنوع من خليطة الذهب زيادة في مقدار القوة التثبيتية بمقدار 50 % بعد أول 500 دورة من

الفك والتركيب وبقيت مستقرة نسبياً حتى 5500 دورة من الفك والتركيب. بينما أظهرت أغشية التثبيت المصنوعة من

مادة التيتانيوم انخفاضاً في مقدار القوة التثبيتية بمقدار 68% بعد 5500 دورة من الفك والتركيب و أظهرت أغشية

التثبيت O-ring انخفاضاً في مقدار القوة التثبيتية بمقدار 75% بعد 5500 دورة من الفك والتركيب.

وأظهر قياس التغير في أبعاد الوصلة الكروية باستخدام مقياس profilometer تأكلاً كبيراً في الوصلة الكروية عند

استخدام الغطاء المصنوع من التيتانيوم.

2- قام da Fontoura Frasca LC وآخرون بدراسة عام 2014 لمقارنة مقدار القوة التثبيتية لثلاثة أنواع من أنظمة

تثبيت الأجهزة السنّية الفوقية عند استخدام مكونات معدنية ومرنة. صنع نموذج لفك سفلي أورد من مادة الأكريل

ذاتي التماثر وتم وضع غرسين متوازيين مكان الأنياب وتم التأكد من التوازي باستخدام جهاز المخطّط.

وُزِّعت العيّنات كالتّالي:

1- مجموعة الوصلة الكرويّة، مُكوّنة من: دعامتين كُرويّتين معدنيّتين + غطاءين مصنوعين من الذهب تمّ تنشيطهم

باستخدام مفتاح خاص (دورة كاملة واحدة).

3- مجموعة O-ring، مُكوّنة من: دعامتين كُرويّتين معدنيّتين + غطاءين مصنوعين من حلقة مرنة سوداء اللّون.

4- مجموعة ERA، مُكوّنة من: دعامتين كُرويّتين + غطاءين مرّنين بلون أبيض.

تمّ تثبيت العناصر المُثبتة ضمن أكريل الجهاز السّنيّ الفوقيّ باستخدام الأكريل ذاتيّ التّماثر. من أجل اختبار مقدار

القوّة التّثبيتيّة، تمّ استخدام جهاز Universal Testing Machine، حيث تمّ إجراء 3240 دورة من الفكّ والتّركيب

بما يُعادل إزالة الجهاز السّنيّ الفوقيّ لثلاث مرّات يومياً لمُدّة ثلاث سنوات من الاستخدام السّريّري. أُجري الاختبار

تحت التّربيط المستمرّ باللّعاب الصّناعي.

أظهرت نتائج مجموعة الوصلة الكرويّة مع غطاء مصنوع من الذهب مقدار قوّة تثبيتيّة أعلى من باقي المجموعات،

بينما أظهرت نتائج مجموعة ERA مقدار قوّة تثبيتيّة متوسّطة، بينما كانت نتائج مجموعة O-ring الأقل.

3- قام Shastry وآخرون بدراسة مخبريّة عام 2016 لمقارنة التّغير في القوّة التّثبيتيّة لثلاث أنظمة تثبيت مختلفة

مُستخدَمة في الأجهزة الفوقيّة المدعومة بالغرسات بعد عدّة دورات من الفكّ والتّركيب.

جُهرّ نموذج لفك سفلي أدرّد صُنِعَ من مادّة الرّيزين متعدد الميثيل الميثاً أكريلات ووُضعت غرستان في المنطقة بين

التّقبّتين الدّقنيتين وصُنعت أجهزة سنّية متحرّكة فوقيّة سفليّة جُهرّت لاستقبال ثلاث أنظمة تثبيتيّة مختلفة وهي الوصلة

الكرويّة المُصنّعة مسبقاً مع غطاء O-ring، عارضة hader bar مع مشبك ووصلة locater، خضعت جميع

العيّنات لـ 5000 دورة حراريّة، تضمّنت كلّ دورة 30 ثانية ضمن درجة حرارة 55±1 درجة مئويّة (مايعادل 6 أشهر

داخل الفم)، وتمّ إجراء 100 دورة من الفكّ والتّركيب لكل نوع من أنظمة التّثبيت باستخدام جهاز Universal Testing

Machine وتمّ تسجيل مقدار القوّة لإجراء الاختبارات الإحصائيّة.

أظهرت النتائج تراجع في مقدار القوة التثبيتية بشكل دال إحصائياً بعد الدورات الحرارية ووجود فرق دال إحصائياً عند استخدام الوصلة الكروية المصنعة مسبقاً مع غطاء o-ring والعارضة hader bar مع المشبك حيث كان مقدار القوة التثبيتية لهم أعلى بالمقارنة مع وصلة locater.

4- قام Sharaf و آخرون بدراسة عام 2022 م لمقارنة مقدار القوة التثبيتية ورضى المرضى عند استخدام الأغشية التثبيتية المعدنية والأغشية التثبيتية المنحوتة من مادة البولي إيثر إيثرون (الشكل رقم (3)) فوق الغرسات في الأجهزة المتحركة الفوقية في الفك السفلي. انقسمت العينة إلى مجموعتين:

المجموعة الأولى: تضمنت مرضى لديهم جهاز سنّي متحرك فوق مدعوم بالغرسات في الفك السفلي مع وصلات كروية وغطاء مثبت مرّن ضمن مسكن معدني.

المجموعة الثانية: تضمنت مرضى لديهم جهاز سنّي متحرك فوق مدعوم بالغرسات في الفك السفلي مع وصلات كروية وغطاء مثبت منحوت من مادة البولي إيثر إيثرون، حيث تمّ تصميمه ونحته باستخدام CAD-CAM.



الشكل رقم (3): الأغشية المثبتة المنحوتة من مادة الـ PEEK في دراسة Sharaf et al., 2022.

تمّ تقييم مقدار القوة التثبيتية للمجموعتين من خلال قوة سحب تدريجية بواسطة مقياس القوة وتمّ تسجيل رضى المرضى باستخدام مقياس التناظر البصري VAS (Visual Analog Scale) عند أول دورة تركيب للعوض وبعد 3 و 6 و 12 شهر. أظهرت النتائج فرق إحصائي هام في مجموعة الأغشية المثبتة المنحوتة من مادة البولي إيثر إيثرون،

حيث كان مقدار القوة التثبيتية أعلى في هذه المجموعة عند أول تركيب وبعد 3 و 6 و 12 شهر، كما كان رضى المرضى أكبر في هذه المجموعة.

5- قام El Charkawi وآخرون بدراسة عام 2023 م لتقييم مقدار القوة التثبيتية بين مجموعتين من الأغشية المثبتة: الأغشية المثبتة المرنة ضمن مسكن معدني والأغشية المثبتة المطبوعة من مادة متعدد الميثيل ميثا أكريلات PMMA ضمن أغشية منحوتة من مادة البولي إيثر إيثر كيتون فوق وصلات كروية معدنية لمدة سنتين من الاستخدام. صُمم الغطاء المثبت بشكل رقمي باستخدام التصميم المحوسب CAD وطُبعت مادة الـ PMMA ونُحِتت مادة الـ PEEK باستخدام التصنيع المحوسب CAM (الشكل رقم (2))، كان السطح الداخلي المثبت للغطاء المطبوع من مادة الـ PMMA عبارة عن نسخة سلبية للشكل الخارجي للوصلة الكروية. وُضعت الأغشية المثبتة والغرسات ضمن كتل إكريلية.



الشكل رقم (2): الغطاء المثبت المطبوعة من مادة الـ PMMA ضمن غطاء منحوتة من مادة الـ PEEK في

دراسة El Charkawi et al., 2023.

استُخدم جهاز The Instron Universal Testing Machine لقياس القوة التثبيتية لكل عينة، تم تثبيت سرعة الرأس المتحرك 50 ملم/ الدقيقة، وسُجلت القيم البدئية وبعد سنة وستين من الاستخدام بما يُعادل 1000 دورة فك وتركيب أي ثلاث دورات فك وتركيب في اليوم الواحد.

أظهرت النتائج مقدار قوة تثبيتية أعلى للأغطية المطبوعة من الـ PMMA ضمن الأغطية المنحوتة من البولي إيثر إيثر كيتون ب 5-6 أضاف من الأغطية التقليدية. ولوحظ انخفاض في القوة التثبيتية للمجموعتين بعد دورات الفك والتركيب لمدة سنة وستين.

ونتيجة لندرة الأبحاث التي درست مادة البولي إيثر إيثر كيتون قمنا باختبارها كوصلة كروية و كغطاء مثبت ومقارنتها مع الوصلة الكروية المعدنية مع الغطاء المثبت المرن.

الجدول رقم (6): الدراسات السابقة.

المؤلفون / السنة	نوع الوصلة والغطاء المثبت المدروس	أهم النتائج
El Charkawi et al., 2023	الوصلة الكروية: معدنية. الغطاء المثبت: 1- PMMA ضمن PEEK. 2- غطاء مرن ضمن مسكن معدني.	قوة تثبيتية أعلى لأغطية الـ PMMA ضمن الـ PEEK بالمقارنة مع الأغطية المثبتة المرنة ضمن مسكن معدني.
Sharaf et al., 2022	الوصلة الكروية: معدنية فوق غرسات. الغطاء المثبت: 1- PEEK. 2- غطاء مرن ضمن مسكن معدني.	قوة تثبيتية أعلى لأغطية الـ PEEK بالمقارنة مع الأغطية المرنة ضمن مسكن معدني.
Shastri et al., 2016	1- وصلة كروية مُصنَّعة مسبقاً مع غطاء O-ring 2- header bar مع مشبك. 3- وصلة Locater مع غطاء مُثبت مرن.	مقدار قوة تثبيتية أعلى للوصلة الكروية المُصنَّعة مسبقاً مع غطاء O-ring و header bar مع مشبك بالمقارنة مع وصلات locater.
da Fontoura Frasca et al., 2014	الوصلة الكروية: معدنية فوق غرسات. الأغطية المثبتة: 1- مصنوعة من الذهب. 2- O-ring. 3- ERA (غطاء مرن).	مقدار قوة تثبيتية أعلى لمجموعة أغطية الذهب تلتها مجموعة ERA وأخيراً مجموعة O-ring.
Branchi et al., 2010	الوصلة الكروية: معدنية. الأغطية المثبتة: 1- Teflon 2- الذهب 3- تيتانيوم 4- O-ring	- زيادة في مقدار القوة التثبيتية لمجموعة أغطية الـ Teflon والذهب. - تناقص في مقدار القوة التثبيتية لأغطية الـ O-ring بشكل أكبر من أغطية التيتانيوم.

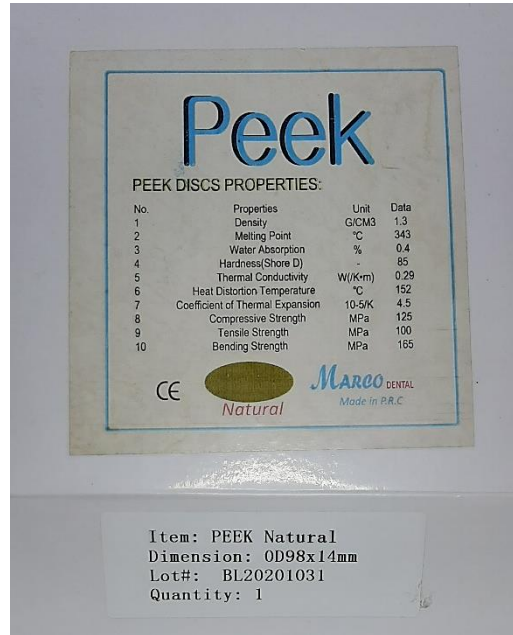
الفصل الثّاني

المواد والطّرائق

Materials and Methods

1-2- المواد المستخدمة: Materials:

1- قرص من مادة البولي إيثر إيثر كيتون P.R.C, Marco dental, Peek Discs :



الشكل رقم (4): قرص من مادة البولي إيثر إيثر كيتون.

2- وصلة كروية Ball Abutment, J Dental Care, Italy :



الشكل رقم (5): الوصلة الكروية.

3- أغطية مُثبتة مرنة ضمن مسكن معدنيّ :Elastic Retention Cap, J Dental Care, Italy



الشّكل رقم (6): الأغطية المُثبتة للوصلات الكرويّة.

4- أكريل ذاتي التماس (بودرة + سائل) Denture base polymer Type II: self-curing (Made in

.China)



الشّكل رقم (7): أكريل ذاتي التماس (بودرة + سائل).

2-2- الأجهزة المستخدمة :

1- آلة النّحت (DOF Milling Machine, SHARP2-5X, Korea):



الشّكل رقم (8): آلة النّحت.

2- الماسح داخل الفموي (Intra-Oral Scanner, MEDIT, i500, Korea):



الشّكل رقم (9): الماسح داخل الفموي.

3- طابعة المعدن (Riton D 100 DMLs 3D Printing Machine Dental Laboratory Fit Metal :Printer, Guangdong, China)



الشّكل رقم (10): طابعة المعدن.

4- جهاز اختبار قوى الشّدّ :Testometric, Rochdale, England



الشّكل رقم (11): جهاز اختبار قوى الشّدّ.

5- المخطّط Surveyor:



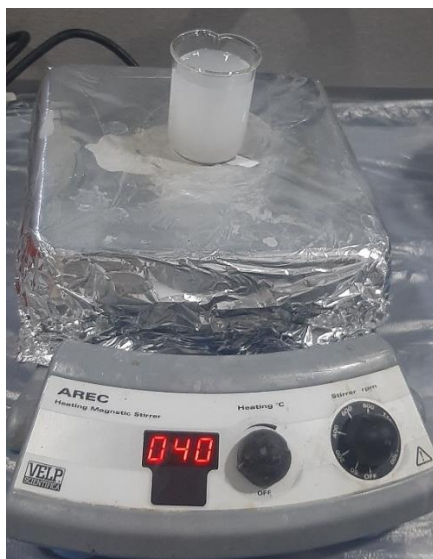
الشّكل رقم (12): المخطّط.

6- ميزان Sartorius, Netherlands:



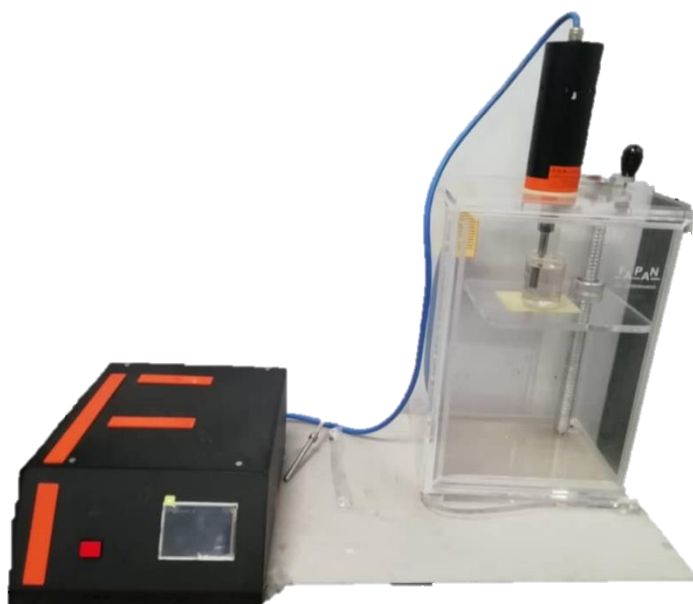
الشّكل رقم (13): ميزان Sartorius.

7- جهاز AREC Heating Magnetic Stirrer, VELP Scientific, Inc, U.S.



الشّكل رقم (14): جهاز AREC Heating Magnetic Stirrer.

8- جهاز مزج بالأمواج فوق الصّوتيّة (FAPAN ، شركة دانش بنيان، إيران):



الشّكل رقم (15): جهاز FAPAN مزج بالأمواج فوق الصّوتيّة.

2-3- طرائق البحث:

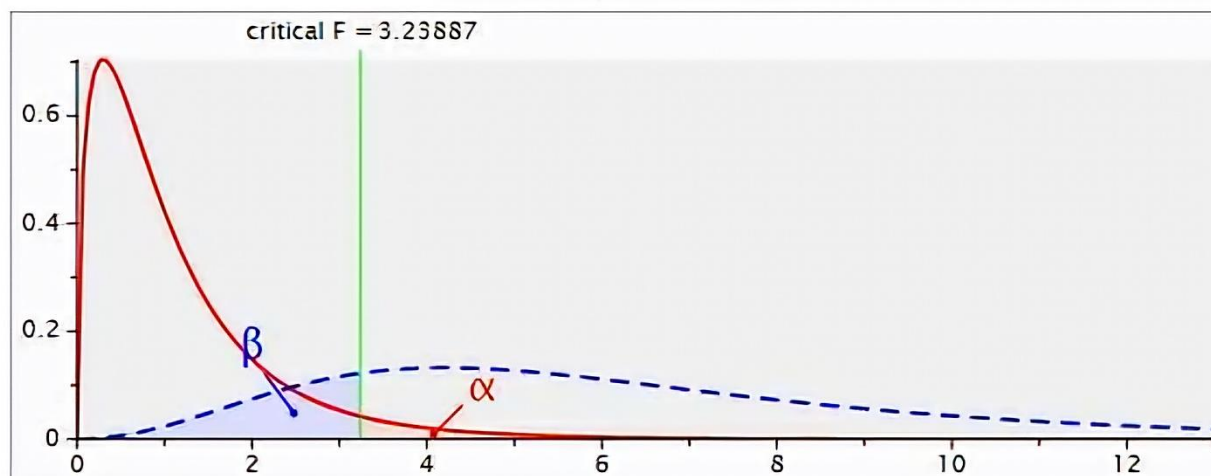
2-3-1- حجم و توزّع عيّنة الدّراسة Study Sample:

تمّ اختيار حجم العيّنة 20 عيّنة بناءً على دراسات سابقة (Varshney N, et al., 2018)، (Deshpande S, et al., 2022)، (Mínguez-Tomás N, et al., 2018)، كما تمّ إجراء تحليل القوّة power analysis باستخدام برنامج G*Power إصدار 3.1 (الشّكل رقم 16)، حيث أُدخِلَت المعلومات الثّالية في البرنامج:

- نوع الاختبار: F-tests, ANOVA fixed effects, omnibus, one-way
 - احتماليّة الخطأ ألفا: 0.05
 - القوّة $(1-\beta)$: 0.80
 - عدد المجموعات: 4
 - حجم الثّأثير Effect size: 0.85 (تمّ أخذه من دراسة مشابهة (Mínguez-Tomás N, et al., 2018)).
- باستخدام هذه المعلومات، قدّر G*Power حجم العيّنة المطلوبة 5 عيّينات لكلّ مجموعة. يضمن حجم العيّنة هذه قوّة كافية (80%) للكشف عن فرق ذي دلالة إحصائيّة بين المجموعات عند مستوى الدّلالة 5%.

Central and noncentral distributions

Protocol of power analyses



Test family

F tests

Statistical test

ANOVA: Fixed effects, omnibus, one-way

Type of power analysis

A priori: Compute required sample size – given α , power, and effect size

Input Parameters

Determine =>

Effect size f 0.85

 α err prob 0.05Power ($1 - \beta$ err prob) 0.80

Number of groups 4

Output Parameters

Noncentrality parameter λ 14.4500000

Critical F 3.2388715

Numerator df 3

Denominator df 16

Total sample size 20

Actual power 0.8149150

الشكل رقم (16): حساب حجم العينة باستخدام برنامج G*Power.

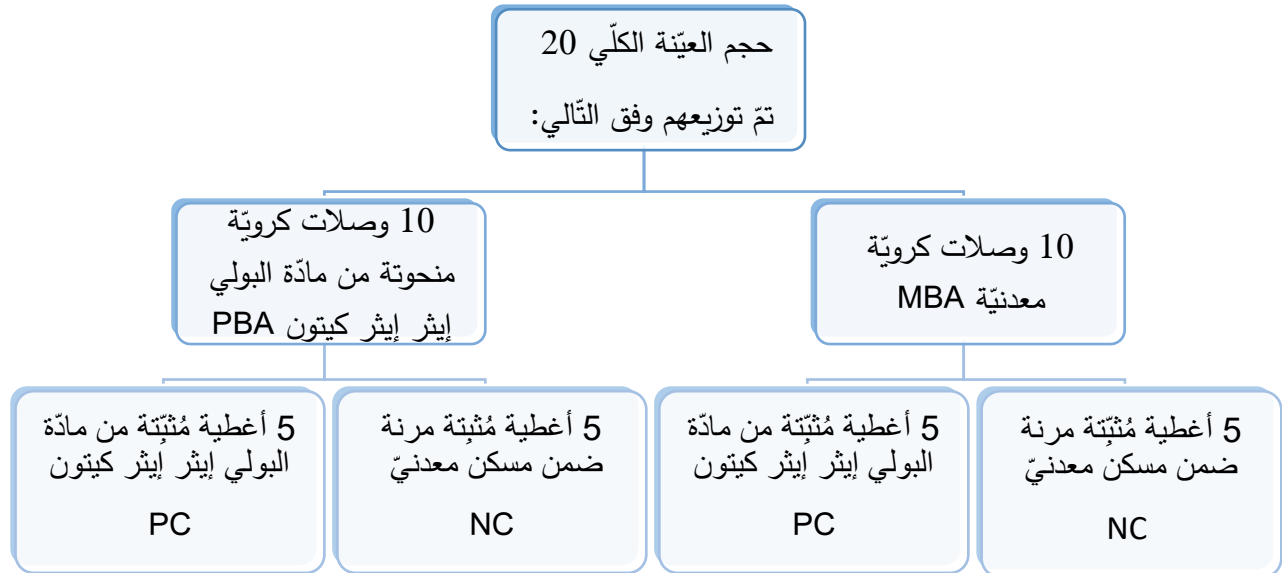
انقسمت العيّنة إلى 4 مجموعات:

المجموعة الأولى (MBA – NC): 5 وصلات كروية معدنية (MBA Metal Ball Attachments) مع 5 أغطية مُثبتة مرنة ضمن مسكن معدنيّ (NC Nylon Caps) (المجموعة الشاهدة).

المجموعة الثّانية (MBA – PC): 5 وصلات كروية معدنية (MBA Metal Ball Attachments) مع 5 أغطية مُثبتة منحوتة من مادّة البولي إيثر إيثر كيتون (PC PEEK Caps).

المجموعة الثّالثة (PBA – Nc): 5 وصلات كروية منحوتة من مادّة البولي إيثر إيثر كيتون (PBA PEEK Ball Attachments) مع 5 أغطية مُثبتة مرنة ضمن مسكن معدنيّ (NC Nylon Caps).

المجموعة الرّابعة (PBA – PC): 5 وصلات كروية منحوتة من مادّة البولي إيثر إيثر كيتون (PBA PEEK Ball Attachments) مع 5 أغطية مُثبتة منحوتة من مادّة البولي إيثر إيثر كيتون (PC PEEK Caps).



مخطّط رقم (1): توزّع العيّنة.

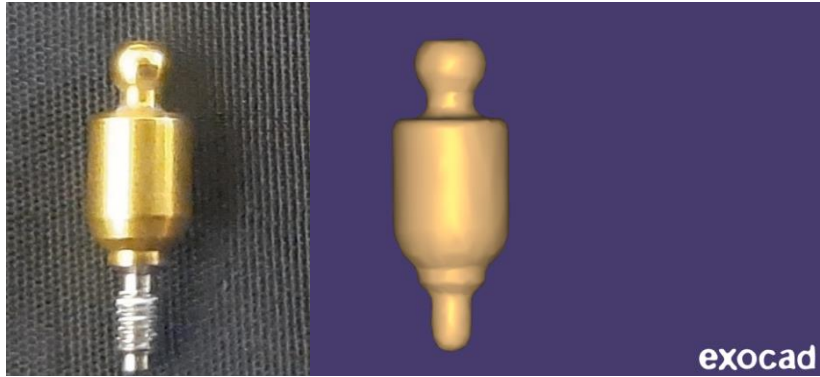
2-3-2 - تصميم الدّراسة Study Design:

دراسة مخبريّة مقارنة مضبوطة تجريبية لمقارنة القوّة التّثبيتيّة لنوعين من الوصلات الكرويّة (المعدنيّة MBA والمنحوتة من مادّة البولي إيثر إيثر كيتون PBA) مع نوعين من الأغشية التّثبيتيّة (الغطاء المُثبّت المرن ضمن مسكن معدنيّ NC والغطاء المنحوت من مادّة البولي إيثر إيثر كيتون PC) بعد عدّة دورات من الفكّ والتّركيب (2160 دورة).

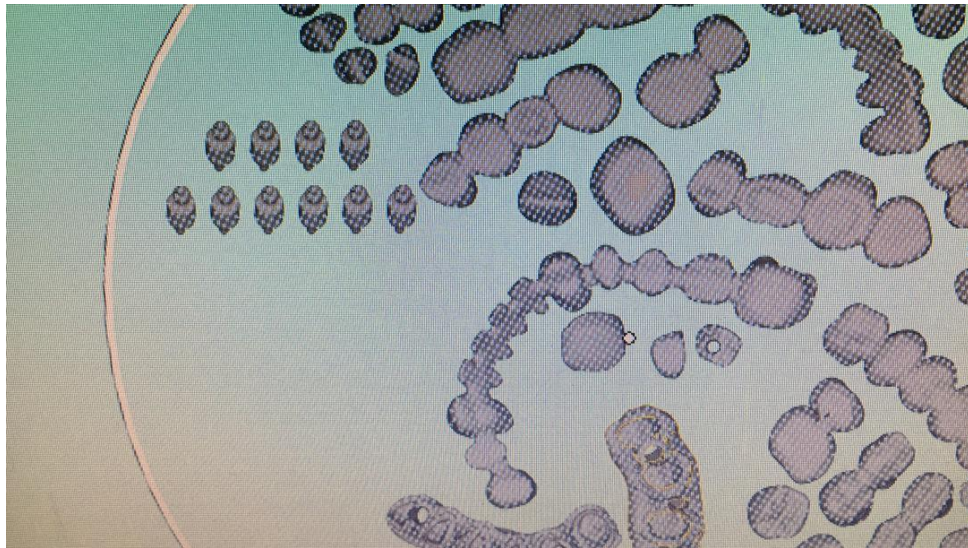
2-3-3 - طريقة تحضير العينات:

2-3-3-1 - تحضير الوصلات الكرويّة:

مُبيّحت scan الوصلة الكرويّة (Ball Abutment, J Dental Care, Italy) (الشّكل رقم (5)) المعدنيّة بوساطة ماسح داخل فموي (Intraoral Scanner, MEDIT, i500, Korea) (الشّكل رقم (9)+(17))، طُبعت 10 وصلات كرويّة معدنيّة مماثلة للوصلة الممسوحة (الشّكل رقم (18) + (19)) من المعدن (realloy-N+, Nickel-based alloy Powder for SLM applications, realloy e.k, Krefeld, Germany) - الذي يتكوّن من مايلي: Ni 62.4%, Cr 25.0%, Mo 11.0%, Si 1.6%, Nb,Mn,Fe <1% ، بحجم ذرّات 10-30 ميكرومتر - بواسطة طابعة المعدن (Riton D 100 DMLs 3D Printing Machine Dental Laboratory Fit Metal Printer, Guangdong, China) (الشّكل رقم (10)).



الشّكل رقم (17): الوصلة الكرويّة التي مُسِحت بالماسح داخل الفموي.



الشّكل رقم (18): الوصلات الكرويّة قبل الطّباعة المعدنيّة .



الشّكل رقم (19): الوصلات الكرويّة المعدنيّة .

2-3-3-2- تحضير الأغشية المُثبتة:

- الأغشية المرنة ضمن المسكن المعدني:

تمّ استخدام الأغشية المُثبتة المرنة ضمن مسكن معدني (Elastic Retention Cap, J Dental Care, Italy)

(الشّكل رقم (6)) الموافقة للوصلة الكروية المُستخدمة (Ball Abutment, J Dental Care, Italy) (الشّكل رقم

((5)).

- الأغشية المُثبتة المنحوتة من مادّة البولي إيثير إيثر كيتون:

صُممَ الغطاء المُثَبَّت المنحوت من مادّة البولي إيثير إيثر كيتون باستخدام البرنامجين التّاليين: Meshmixer

و Autodesk Exocad (DentalDB, 3.1 Rijeka).

- كان السّطح الدّاخل للغطاء عبارة عن نسخة سلبية للسّطح الخارجيّ للوصلة الكرويّة.

- تمّ اختيار مقدار نزول الغطاء تحت المحيط الكبير للوصلة الكرويّة بناءً على التّجربة، نُحتت عدّة أغشية بمقدار تثبيت

مختلف، واعتُمدَ الغطاء الذي يُغطّي الكرة بمقدار 1.5 ملمتر أي أنّه يغطي ثلاثة أرباع الكرة (قطر الكرة 2 ملمتر)

(الشّكل رقم (20)).

- يوجد فراغ بمقدار نصف ملمتر على محيط السّطح الخارجيّ للكرة، ماعدا الحافة السّفليّة العنقيّة للغطاء فهي منطبقة

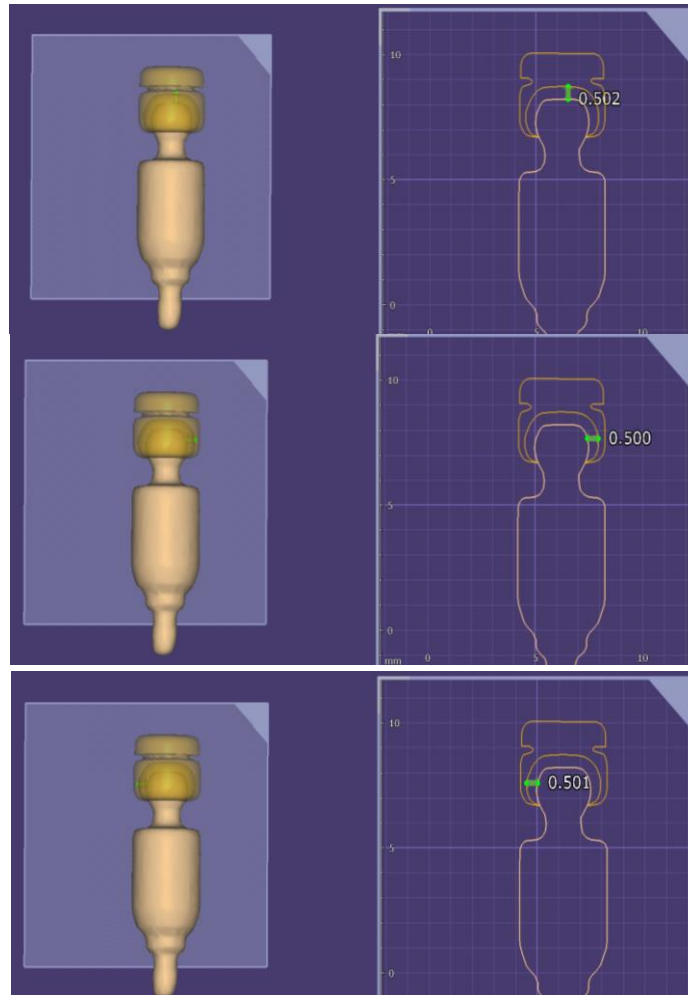
بشكل تام على الكرة (الشّكل رقم (21)).

- لا توجد مادة وسيطة بين الغطاء والكرة (أي دون وجود مادّة مرنة ضمن الغطاء).

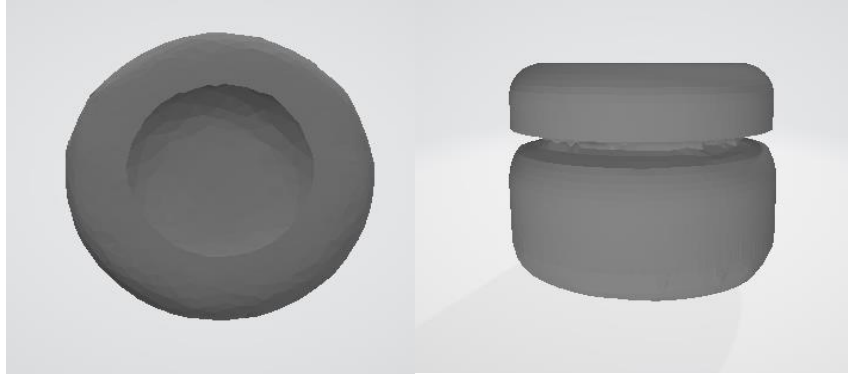
وكان السّطح الخارجيّ للغطاء يحوي على ميزاب. (الشّكل رقم (22) + (23)).



الشكل رقم (20): مقدار نزول الغطاء المثبت.



الشكل رقم (21): تصميم الغطاء المثبت.



الشّكل رقم (22): تصميم الشّكل الخارجيّ الغطاء (منظر أمامي وسفلي).



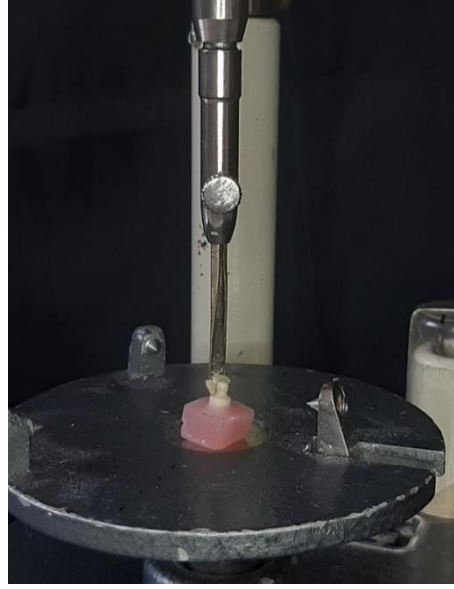
الشّكل رقم (23): الشّكل النّهائيّ لتصميم الوصلة الكرويّة والغطاء المُثَبَّت.

تمّ إرسال التّصميم كمف STL إلى نظام الـ CAM ليتمّ نحت الوصلات الكرويّة والأغطية المُثَبَّتة من قرص البولي إيثر

إيثر كيتون (Peek Discs, Marco dental, P.R.C) (الشّكل رقم (4)) بواسطة آلة النّحت

(DOF Milling Machine, SHARP2-5X, Korea) (الشّكل رقم (8)).

وُضِعَت كل وصلة ضمن مكعب من مادّة الراتنج الأكريلي (النمط الثّاني ذاتيّ التماسك) (الشّكل رقم (7)) بأبعاد 1 سم X 1 سم بشكل عمودي بواسطة المخطّط (الشّكل رقم (12) + (24))، وكان كتف الوصلة الكرويّة أعلى من سطح الأكريل ب 2 ملم (الشّكل رقم (25)).



الشّكل رقم (24): وضع الوصلة الكرويّة بشكل عمودي بواسطة المخطّط.



الشّكل رقم (25): الوصلات الكرويّة ضمن المكعب الأكريلي.

أُغْلِقَتْ مناطق التّثبيت باستخدام الشّمع الأحمر ومطّاط الحاجز المطّاطي (الشّكل رقم (26) + (27)) كما في طريقة التّثبيت المباشر ضمن الفم.

تُثَبِّت الأغطية المُثَبَّتة (كلّ غطاء بشكل منفصل) (الشّكل رقم (6)) على الوصلات الكرويّة (الشّكل رقم (28))، حيث تُثَبِّت:

- 5 أغطية مُثَبَّتة مرنة ضمن مسكن معدنيّ NC على 5 وصلات كرويّة معدنيّة MBA .
- 5 أغطية مُثَبَّتة مرنة ضمن مسكن معدنيّ NC على 5 وصلات كرويّة منحوتة من مادّة البولي إيثير إيثرون PBA.
- 5 أغطية مُثَبَّتة منحوتة من مادّة البولي إيثير إيثرون PC على 5 وصلات كرويّة معدنيّة MBA.
- 5 أغطية مُثَبَّتة منحوتة من مادّة البولي إيثير إيثرون PC على 5 وصلة كرويّة منحوتة من مادّة البولي إيثير إيثرون PBA.

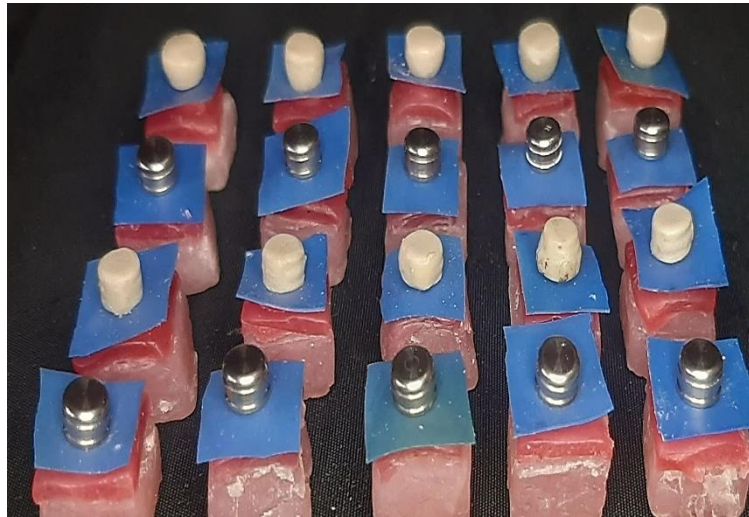
ووضعت الأغطية ضمن مكعب من الرّاتنج الأكريلي ذاتيّ التّماثر بأبعاد 1 سم X 1 سم X 1 سم، بحيث يكون السّطح السفلي للغطاء على مستوى سطح الأكريل (الشّكل رقم (29)).



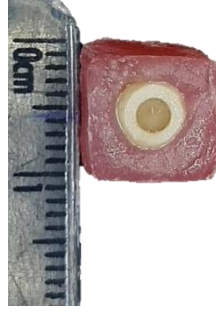
الشّكل رقم (26): إغلاق مناطق التّثبيت على الوصلة الكرويّة.



الشّكل رقم (27): إغلاق مناطق التثبيت على الوصلات الكرويّة لكامل العينة.



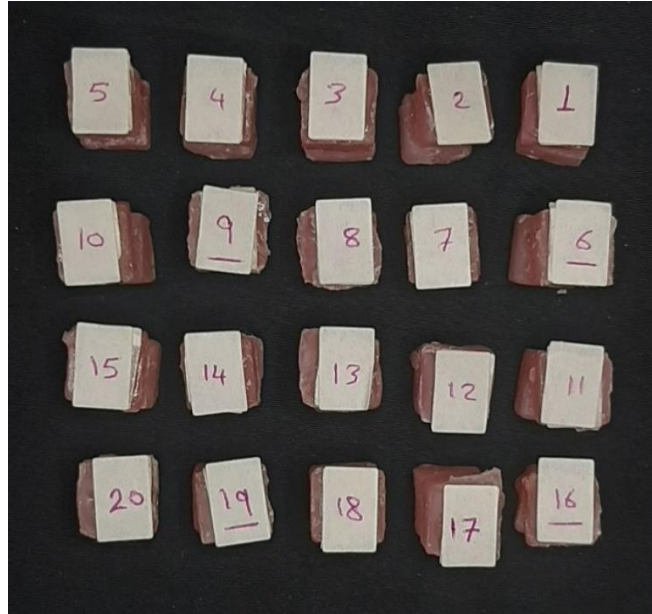
الشّكل رقم (28): تثبيت الأغشية المثبتة على الوصلات الكرويّة.



الشّكل رقم (29): وضع الغطاء المُثَبَّت ضمن الأكْرِيل.

تُثَبَّت الأغْطِية المُثَبَّتة فوق الوصلات الكرويّة، رُقِّمت العيّنات من الرّقم 1 إلى الرّقم 20 (الشّكل رقم (30)) وفق النّقسيم التّالي:

- من الرّقم 1 إلى الرّقم 5 تحوي على وصلات كرويّة معدنيّة مع أغْطِية مُثَبَّتة مرنة ضمن مسكن معدنيّ (MBA-NC).
- من الرّقم 6 إلى الرّقم 10 تحوي على وصلات كرويّة معدنيّة مع أغْطِية مُثَبَّتة منحوتة من مادّة البولي إيثّر إيثّر كيتون (MBA - PC).
- من الرّقم 11 إلى الرّقم 15 تحوي على وصلات كرويّة منحوتة من مادّة البولي إيثّر إيثّر كيتون مع أغْطِية مُثَبَّتة مرنة ضمن مسكن معدنيّ (PBA- NC).
- من الرّقم 16 إلى الرّقم 20 تحوي على وصلات كرويّة منحوتة من مادّة البولي إيثّر إيثّر كيتون مع أغْطِية مُثَبَّتة منحوتة من مادّة البولي إيثّر إيثّر كيتون (PBA- PC).



الشّكل رقم (30): تقسيم العيّّنات.

2-3-3-تحضير اللّعاب الصّناعي:

صنّع اللّعاب الصّناعي باستخدام المكوّنات التّالية:

- 0.045 غ من كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4 .
- 0.12 غ من كلور البوتاسيوم KCl .
- 0.03 غ من فوسفات الكالسيوم Ca_3PO_4 .
- 0.07 غ من الفوسفات أحاديّة البوتاسيوم ثنائيّة الهيدروجين KH_2PO_4 .
- 0.04 غ من فوسفات الصّوديوم Na_3PO_4 .
- 0.25 غ من الألبومين.

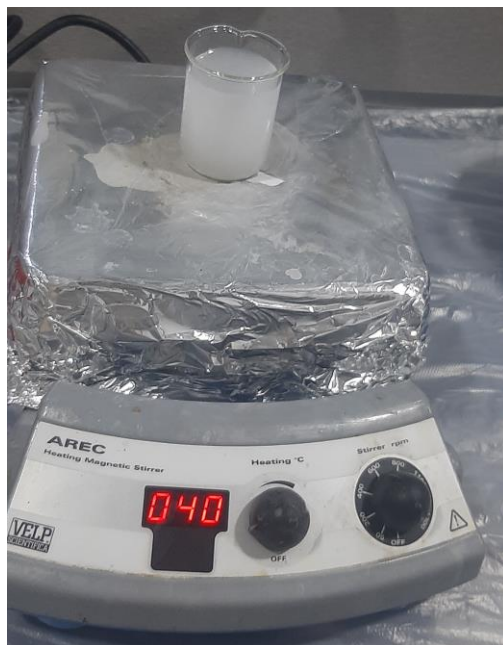
- 50 مل من الماء المقطّر.

وفقاً لدراسة (J Pytko-Polonczyk et al 2017).

قيست أوزان مكونات اللّعاب الصّناعي باستخدام ميزان Sartorius (الشّكل رقم (13))، مُزِجَت المكونات -باستثناء مادّة الألبومين- من خلال جهاز (AREC Heating Magnetic Stirrer, VELP Scientific, Inc, U.S.) (الشّكل (14)) الذي يعمل على مزج المكونات باستخدام المغناطيس الموضوع ضمن البيشر (الشّكل رقم (31)+(32)) مع رفع درجة حرارة المزيج، أُضيفت مادّة الألبومين عند وصول درجة حرارة المزيج إلى 37 ± 1 درجة مئويّة ووُضِعَ البيشر ضمن محمّ مائيّ للحفاظ على درجة الحرارة (الشّكل رقم (33))، وبعد امتزاج المكونات نُقِلَ المزيج إلى جهاز للمزج بالأموّاج فوق الصّوتيّة (الشّكل رقم (15)) لإتّمام عملية المزج (الشّكل رقم (34))، وتمّ ذلك في كليّة العلوم، جامعة دمشق. غُمِرَت العيّنة باللّعاب الصّناعي (الشّكل رقم (35)) خلال دورات الفك والتركيب التي أُجريت بشكل يدويّ.



الشّكل رقم (31): المغناطيس ضمن البيشر.



الشكل رقم (32): مزج مكونات اللّعب الصّناعي باستخدام جهاز AREC Heating Magnetic Stirrer.



الشكل رقم (33): وصول درجة حرارة المزيج إلى 37 ± 1 درجة مئوية قبل إضافة الألبومين.



الشكل رقم (34): إتمام مزج مكونات اللّعب الصّناعي بالأمواج فوق الصوتيّة.

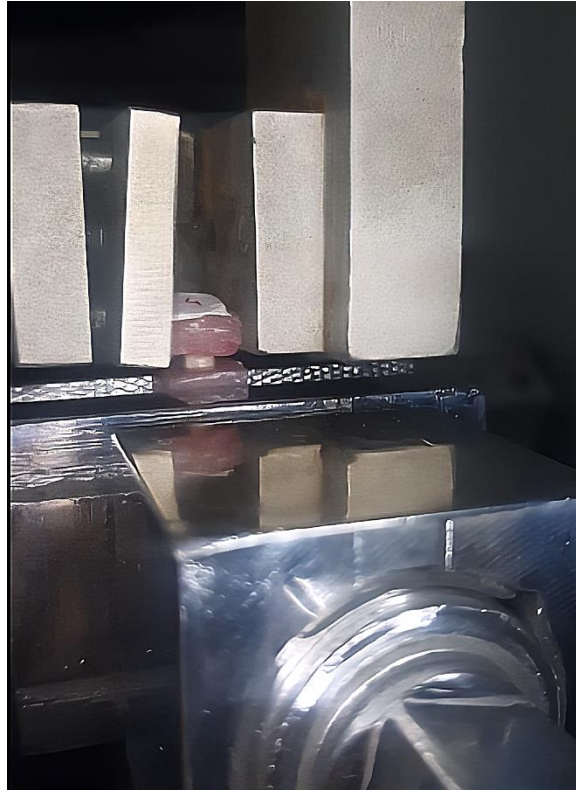


الشكل رقم (35): اللّعب الصّناعي.

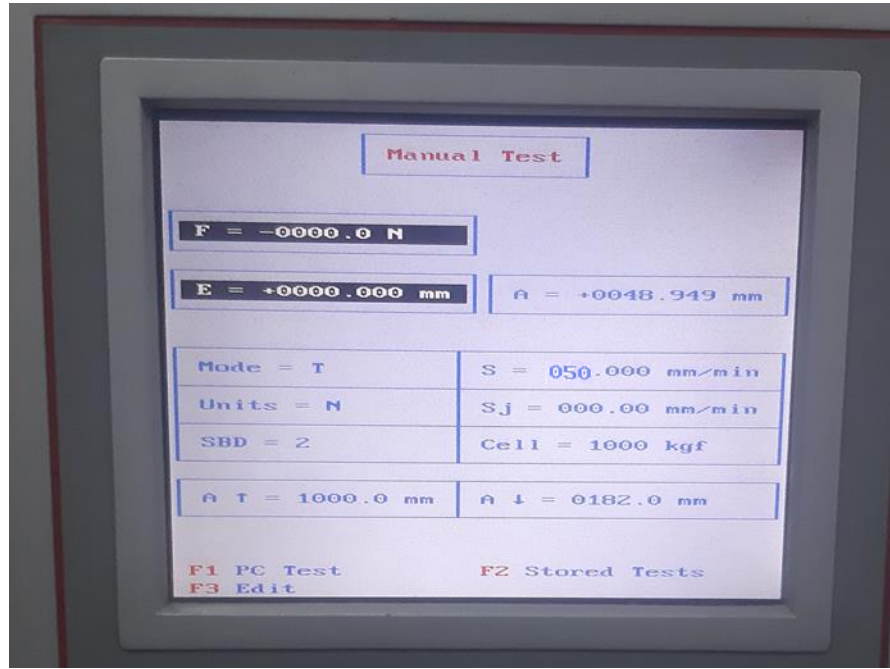
2-3-3-4- طريقة قياس مقدار القوّة الثّبتيّة للعَيّنات:

وُضعت العَيّنات ضمن جهاز قياس قوّة الشّد Testometric, Rochdale, England (الشّكل رقم (11)) الموجود ضمن مركز الدّراسات والأبحاث العلميّة التّابع لوزارة الصّناعة في الجمهوريّة العربيّة السّوريّة، تُبِتّ الجزء الحاوي على الوصلة الكرويّة ضمن الرّأس السّفلي للجهاز والجزء الحاوي على الغطاء المُنْبِتّ ضمن الرّأس العلوي المتحرّك للجهاز (الشّكل رقم (36))، تُبِتّ سرعة الرّأس المتحرّك 50 ملم / الدّقيقة (الشّكل رقم (37)).

طُبِقت قوّة الشّد باتّجاه الأعلى وفق المحور الطّولي للوصلة الكرويّة.



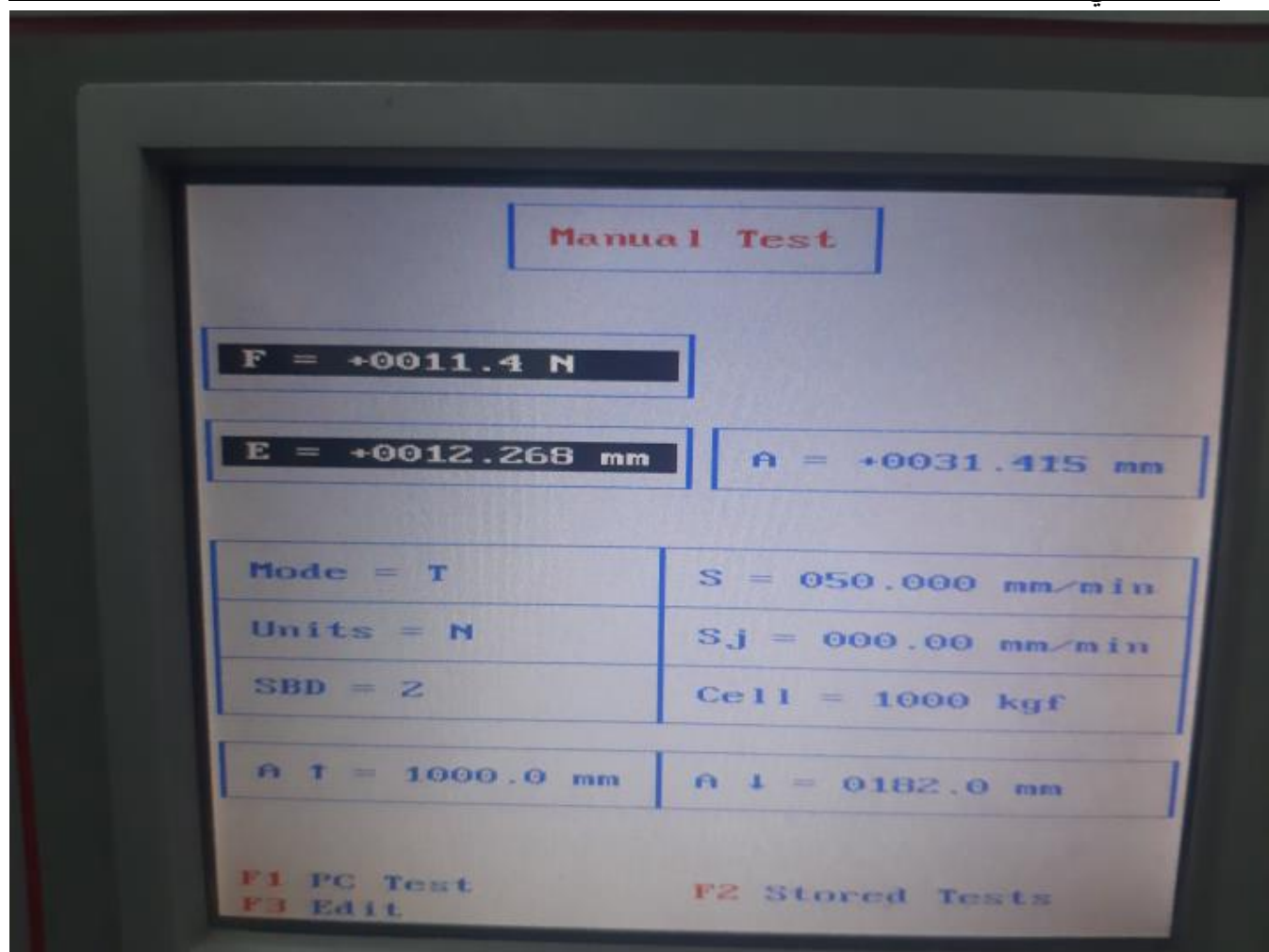
الشّكل رقم (36): وضع العَيّنة ضمن جهاز قياس قوّة الشّد.



الشكل رقم (37): تثبيت سرعة الرأس المتحرك 50 ملم / الدقيقة.

تم تسجيل مقدار القوة التثبيتية التي ظهرت على شاشة الجهاز (الشكل رقم (38)):

- عند فك الغطاء المثبت عن الوصلة الكروية للمرة الأولى.
- بعد 90 دورة من الفك والتثبيت (أي ما يعادل نزع الجهاز لثلاث مرّات في اليوم لمدة شهر).
- بعد 540 دورة من الفك والتثبيت (أي ما يعادل نزع الجهاز لثلاث مرّات في اليوم لمدة ستة أشهر).
- بعد 1080 دورة من الفك والتثبيت (أي ما يعادل نزع الجهاز لثلاث مرّات في اليوم لمدة سنة).
- بعد 2160 دورة من الفك والتثبيت (أي ما يعادل نزع الجهاز لثلاث مرّات في اليوم لمدة سنتين).



الشكل رقم (38): نتائج اختبار الشد لإحدى العينات كما تظهر على شاشة الجهاز.

سُجِّل مقدار القوة التثبيتية لكل عينة من المجموعات في كل اختبار وذلك بوحدة النيوتن N وجُدولت في برنامج excel

وخللت إحصائياً بواسطة برنامج SPSS إصدار 13.0 وأُجريت الاختبارات التالية: اختبار معامل الثبات

Cronbach's Alpha، اختبار Kolmogorov-Smirnov، اختبار T-Student للعينات المترابطة، اختبار

One-Way ANOVA واختبار المقارنة الثنائية للنتائج بطريقة Bonferroni.

الفصل الثالث

النتائج والتحليل الإحصائي

Results & Statistical Analysis

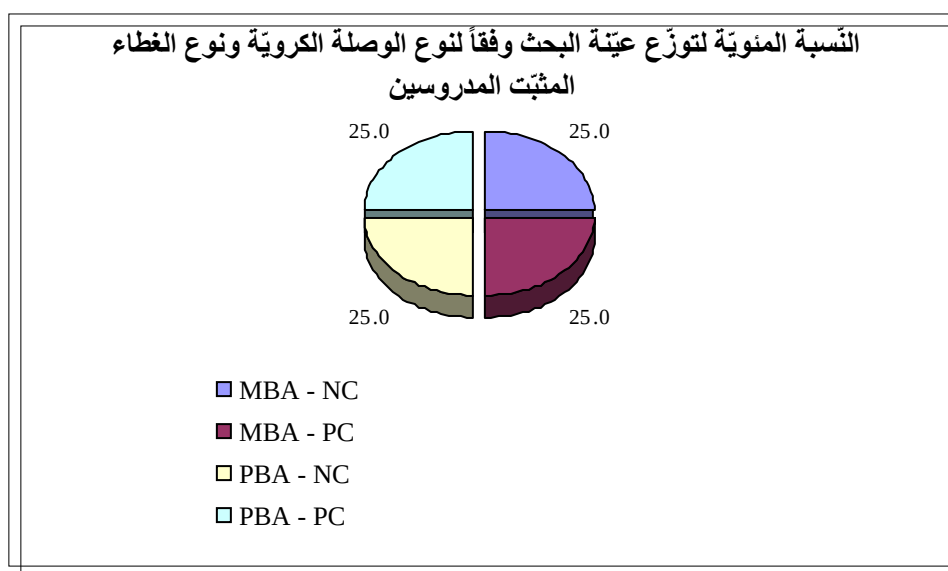
3-1- وصف العينة:

تألّفت عينة البحث من 20 عينة (وصلة كروية مع غطاء مُثَبَّت) كانت مُقسَّمةً إلى أربع مجموعات متساوية وفقاً لنوع

الوصلة الكروية ونوع الغطاء المُثَبَّت المدروسين. وقد كان توزع العينة كما يلي (الجدول رقم (7) + المخطط رقم (2)):

رقم المجموعة	نوع الوصلة الكروية ونوع الغطاء المُثَبَّت المدروسين	عدد الوحدات	النسبة المئوية
الأولى	وصلة كروية معدنية وغطاء مُثَبَّت مرن ضمن مسكن معدني (MBA-NC)	5	25.0
الثانية	وصلة كروية معدنية وغطاء مُثَبَّت منحوت من مادة الـ PEEK (MBA-PC)	5	25.0
الثالثة	وصلة كروية منحوتة من مادة الـ PEEK وغطاء مُثَبَّت مرن ضمن مسكن معدني (PBA-NC)	5	25.0
الرابعة	وصلة كروية منحوتة من مادة الـ PEEK وغطاء مُثَبَّت منحوت من مادة الـ PEEK (PBA-PC)	5	25.0
	المجموع	20	100

الجدول رقم (7): توزع عينة البحث وفقاً لنوع الوصلة الكروية ونوع الغطاء المُثَبَّت المدروسين.



مخطط رقم (2): النسبة المئوية لتوزع عينة البحث وفقاً لنوع الوصلة الكروية ونوع الغطاء المُثَبَّت المدروسين.

3-2- البيانات الوصفية:

يُظهر الجدول التالي البيانات الوصفية للمجموعات الأربعة في الفترات الزمنية المدروسة (الجدول رقم (8)):

الحد الأعلى	الحد الأدنى	المتوسط	العدد	المجموعة	
19.5	17.5	18.44	5	الأولى MBA-NC	أول دورة فك وتركيب
45.7	31	37.32	5	الثانية MBA-PC	
18.7	16	17.00	5	الثالثة PBA-NC	
45	26.3	34.30	5	الرابعة PBA-PC	
19.1	15	16.44	5	الأولى MBA-NC	بعد شهر من دورات الفك والتركيب
36	27.8	33.06	5	الثانية MBA-PC	
15.1	12.9	14.32	5	الثالثة PBA-NC	
43.2	25.5	31.68	5	الرابعة PBA-PC	
15.6	11.4	13.02	5	الأولى MBA-NC	بعد 6 أشهر من دورات الفك والتركيب
30	19.8	25.38	5	الثانية MBA-PC	
14.5	11.9	13.16	5	الثالثة PBA-NC	
37.9	21	27.62	5	الرابعة PBA-PC	
11.9	9.8	10.42	5	الأولى MBA-NC	بعد سنة من دورات الفك والتركيب
26.4	13.8	20.10	5	الثانية MBA-PC	
11.3	10	10.62	5	الثالثة PBA-NC	
34	18.8	24.38	5	الرابعة PBA-PC	
9.9	7.8	8.94	5	الأولى MBA-NC	بعد سنتين من دورات الفك والتركيب
19	10.8	14.76	5	الثانية MBA-PC	
9.5	7	8.40	5	الثالثة PBA-NC	
29	14	19.36	5	الرابعة PBA-PC	

الجدول رقم (8): البيانات الوصفية للنتائج.

3-3 - الدراسة الإحصائية التحليلية:

3-3-1 - اختبار معامل الثبات Cronbach's Alpha:

أُجري اختبار معامل الثبات Cronbach's Alpha (الجدول رقم (9)) للتأكد من موثوقية البحث وإمكانية الاعتماد على النتائج وتعميمها:

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.975	5

الجدول رقم (9): اختبار معامل الثبات Cronbach's Alpha.

أظهرت النتائج نسبة مرتفعة لمعامل الثبات Cronbach's Alpha : 975. مما يدل على إمكانية الاعتماد على نتائج البحث وتعميمها.

3-2-2- اختبار Kolmogorov-Smirnov:

أُجري اختبار Kolmogorov-Smirnov (الجدول رقم (10)) للتأكد من التوزيع الطبيعي للنتائج:

Tests of Normality							
	المجموعة	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
فك اول	I	.174	5	.200*	.988	5	.972
	II	.244	5	.200*	.945	5	.701
	III	.282	5	.200*	.882	5	.318
	IV	.229	5	.200*	.917	5	.512
شهر بعد	I	.261	5	.200*	.877	5	.295
	II	.266	5	.200*	.882	5	.320
	III	.205	5	.200*	.883	5	.321
	IV	.197	5	.200*	.883	5	.325
اشهر 6 بعد	I	.284	5	.200*	.898	5	.397
	II	.276	5	.200*	.857	5	.219
	III	.248	5	.200*	.877	5	.296
	IV	.247	5	.200*	.878	5	.299
سنة بعد	I	.309	5	.133	.761	5	.037
	II	.141	5	.200*	.990	5	.981
	III	.239	5	.200*	.849	5	.191
	IV	.289	5	.200*	.871	5	.269
سنتين بعد	I	.290	5	.197	.871	5	.269
	II	.248	5	.200*	.830	5	.139
	III	.211	5	.200*	.934	5	.620
	IV	.193	5	.200*	.894	5	.380

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

الجدول رقم (10): اختبار Kolmogorov-Smirnov.

تُظهر نتائج الاختبار أنَّ مستوى الدلالة أكبر من 0.05 وبالتالي فإنَّ النتائج تخضع للتوزيع الطبيعي.

3-3-3- التحليل الإحصائي لمقدار القوى التثبيتية:

تمت دراسة تأثير نوع الوصلة الكروية ونوع الغطاء المثبت المدروسين والفترة الزمنية المدروسة في قيم كل من المتغيرات المقاسة والمحسوبة في عينة البحث، وكانت نتائج التحليل كما يلي:

1. دراسة مقدار القوة التثبيتية في عينة البحث:

➤ دراسة تأثير نوع الوصلة الكروية ونوع الغطاء المثبت المدروسين في مقدار القوة التثبيتية وفقاً

لعدد دورات الفك والتركيب المدروسة:

تم إجراء اختبار تحليل التباين أحادي الجانب One-Way ANOVA (الجدول رقم (11)) لدراسة دلالة الفروق في مقدار القوة التثبيتية (باليوتن) بين المجموعات الأربع، وذلك وفقاً للفترة الزمنية المدروسة كما يلي:

- نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA:

المتغير المدروس = مقدار القوة التثبيتية (باليوتن)									
الفترة الزمنية	المجموعة المدروسة	رقب أحادي	المتوسط	الانحراف معياري	الانحراف معياري	المتوسط	الانحراف معياري	المحسوبة قيمة f	الدالة مستوى الفروق
عند أول دورة فك وتركيب	PBA-PC	5	34.30	7.90	26.3	45	23.356	0.000	توجد فروق دالة
	PBA-NC	5	17.00	1.06	16	18.7			
	MBA-PC	5	37.32	5.56	31	45.7			
	MBA- NC	5	18.44	0.75	17.5	19.5			
بعد شهر واحد من دورات الفك و التركيب	PBA-PC	5	31.68	7.25	25.5	43.2	28.918	0.000	توجد فروق دالة
	PBA-NC	5	14.32	0.91	12.9	15.1			
	MBA-PC	5	33.06	3.36	27.8	36			
	MBA- NC	5	16.44	1.62	15	19.1			
بعد ستة أشهر من دورات الفك والتركيب	PBA-PC	5	27.62	7.46	21	37.9	14.897	0.000	توجد فروق دالة
	PBA-NC	5	13.16	1.15	11.9	14.5			
	MBA-PC	5	25.38	4.65	19.8	30			
	MBA- NC	5	13.02	1.72	11.4	15.6			
	PBA-PC	5	24.38	6.46	18.8	34	14.610	0.000	

<u>توجد فروق دالة</u>			11.3	10	0.63	10.62	5	PBA-NC	بعد سنة واحدة من دورات الفك والتّركيب
			26.4	13.8	4.90	20.10	5	MBA-PC	
			11.9	9.8	0.86	10.42	5	MBA- NC	
<u>توجد فروق دالة</u>	0.001	9.860	29	14	6.06	19.36	5	PBA-PC	بعد سنتين اثنتين من دورات الفك والتّركيب
			9.5	7	1.02	8.40	5	PBA-NC	
			19	10.8	4.02	14.76	5	MBA-PC	
			9.9	7.8	0.93	8.94	5	MBA- NC	

الجدول رقم (11): الإحصاءات الوصفية ونتائج اختبار One-Way ANOVA لدراسة دلالة الفروق في مقدار القوة

التّثبيتيّة (بالنيوتن) بين المجموعات الأربع وفقاً للفترة الزّمنية المدروسة.

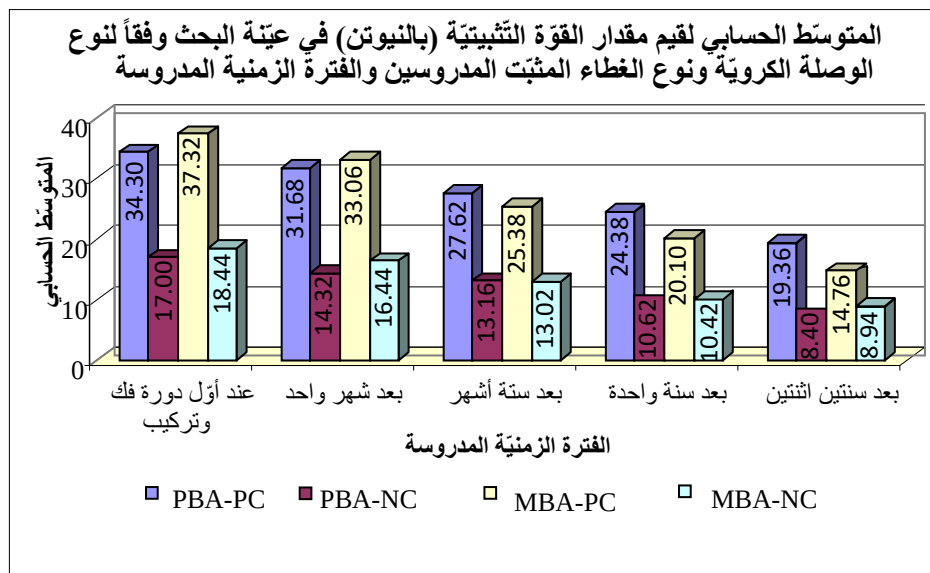
يُبين الجدول أعلاه أنّ قيمة مستوى الدّلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 مهما كانت الفترة الزّمنية المدروسة، أي أنّه

عند مستوى الثّقة 95% توجد فروق دالة إحصائية في قيم مقدار القوة التّثبيتيّة (بالنيوتن) بين اثنتين على الأقل من

المجموعات الأربع المدروسة مهما كانت الفترة الزّمنية المدروسة في عيّنة البحث.

يُبين المخطّط التّالي (المخطّط رقم (3)) المتوسط الحسابي لقيم مقدار القوة التّثبيتيّة في عيّنة البحث وفقاً لنوع الوصلة

الكروية ونوع الغطاء المثبت المدروسين والفترة الزّمنية المدروسة:



المخطّط رقم (3): المتوسط الحسابي لقيم مقدار القوة التّثبيتيّة في عيّنة البحث وفقاً لنوع الوصلة الكروية ونوع الغطاء

المُثبت المدروسين والفترة الزّمنية المدروسة.

لمعرفة أي من المجموعات تختلف اختلافاً جوهرياً عن الأخريات في قيم مقدار القوة التثبيتية (بالنيوتن) أُجري اختبار

Bonferroni (الجدول رقم 12)) للمقارنة الثنائية في مقدار القوة التثبيتية (بالنيوتن) بين المجموعات في عينة البحث

وفقاً للفترة الزمنية المدروسة كما يلي:

- نتائج اختبار Bonferroni:

المتغير المدروس = مقدار القوة التثبيتية (بالنيوتن)						
الفترة الزمنية	المجموعة المدروسة (أ)	المجموعة المدروسة (ب)	المتوسطين (أ-ب)	الفرق المعياري الخطأ	الذالة قيمة مستوى	دلالة الفروق
عند أول دورة فك وتركيب	المجموعة الرابعة PBA-PC	المجموعة الثالثة PBA-NC	17.30	3.08	0.000	توجد فروق دالة
		المجموعة الثانية MBA-PC	-3.02	3.08	1.000	لا توجد فروق دالة
		المجموعة الأولى MBA-NC	15.86	3.08	0.001	توجد فروق دالة
	المجموعة الثالثة PBA-NC	المجموعة الثانية MBA-PC	-20.32	3.08	0.000	توجد فروق دالة
		المجموعة الأولى MBA-NC	-1.44	3.08	1.000	لا توجد فروق دالة
	المجموعة الثانية MBA-PC	المجموعة الأولى MBA-NC	18.88	3.08	0.000	توجد فروق دالة
بعد شهر واحد من دورات الفك والتركيب	المجموعة الرابعة PBA-PC	المجموعة الثالثة PBA-NC	17.36	2.59	0.000	توجد فروق دالة
		المجموعة الثانية MBA-PC	-1.38	2.59	1.000	لا توجد فروق دالة
		المجموعة الأولى MBA-NC	15.24	2.59	0.000	توجد فروق دالة
	المجموعة الثالثة PBA-NC	المجموعة الثانية MBA-PC	-18.74	2.59	0.000	توجد فروق دالة
		المجموعة الأولى MBA-NC	-2.12	2.59	1.000	لا توجد فروق دالة
	المجموعة الثانية MBA-PC	المجموعة الأولى MBA-NC	16.62	2.59	0.000	توجد فروق دالة
بعد ستة أشهر من دورات الفك والتركيب	المجموعة الرابعة PBA-PC	المجموعة الثالثة PBA-NC	14.46	2.86	0.001	توجد فروق دالة
		المجموعة الثانية MBA-PC	2.24	2.86	1.000	لا توجد فروق دالة
		المجموعة الأولى MBA-NC	14.60	2.86	0.001	توجد فروق دالة
	المجموعة الثالثة PBA-NC	المجموعة الثانية MBA-PC	-12.22	2.86	0.003	توجد فروق دالة
		المجموعة الأولى MBA-NC	0.14	2.86	1.000	لا توجد فروق دالة
	المجموعة الثانية MBA-PC	المجموعة الأولى MBA-NC	12.36	2.86	0.003	توجد فروق دالة

المتغير المدروس = مقدار القوة التثبيتيّة (بالنيوتن)						
الفترة الزمنية	المجموعة المدروسة (أ)	المجموعة المدروسة (ب)	(I-J) الفرق المتوسّطين	الفرق المعياري	الخطأ	القيمة مستوى دلالة الفروق
بعد سنة واحدة من دورات الفك والتّركيب	المجموعة الرّابعة PBA-PC	المجموعة الثّالثة PBA-NC	13.76	2.59	0.000	توجد فروق دالّة
		المجموعة الثّانية MBA-PC	4.28	2.59	0.704	لا توجد فروق دالّة
		المجموعة الأولى MBA-NC	13.96	2.59	0.000	توجد فروق دالّة
	المجموعة الثّالثة MBA-PC	المجموعة الثّانية MBA-PC	-9.48	2.59	0.013	توجد فروق دالّة
		المجموعة الأولى MBA-NC	0.20	2.59	1.000	لا توجد فروق دالّة
	المجموعة الثّانية MBA-PC	المجموعة الأولى MBA-NC	9.68	2.59	0.011	توجد فروق دالّة
بعد سنتين اثنتين من دورات الفك والتّركيب	المجموعة الرّابعة PBA-PC	المجموعة الثّالثة PBA-NC	10.96	2.34	0.002	توجد فروق دالّة
		المجموعة الثّانية MBA-PC	4.60	2.34	0.403	لا توجد فروق دالّة
		المجموعة الأولى MBA-NC	10.42	2.34	0.002	توجد فروق دالّة
	المجموعة الثّالثة MBA-PC	المجموعة الثّانية MBA-PC	-6.36	2.34	0.092	لا توجد فروق دالّة
		المجموعة الأولى MBA-NC	-0.54	2.34	1.000	لا توجد فروق دالّة
	المجموعة الثّانية MBA-PC	المجموعة الأولى MBA-NC	5.82	2.34	0.146	لا توجد فروق دالّة

الجدول رقم (12): نتائج اختبار Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثّائفة في مقدار القوّة التثبيتيّة بين المجموعات

الأربع المدروسة وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.

يُبيّن الجدول أعلاه أنّ قيمة مستوى الدّلالة أصغر من القيمة 0.05 عند مقارنة مقدار القوّة التثبيتيّة (بالنيوتن) بين:

- المجموعة الرّابعة PBA-PC وكلّ من:

- المجموعة الثّالثة PBA-NC - والمجموعة الأولى MBA-NC على حدّی مهما كانت الفترة الزمنية

المدروسة.

وبدراسة الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات نستنتج أن القوة التثبيتية أعلى لصالح المجموعة الرابعة PBA-PC
مهما كانت الفترة الزمنية المدروسة.

وكذلك عند مقارنة مقدار القوة التثبيتية (باليوتن) عند أول دورة فك وتركيب وبعد شهر واحد وبعد ستة أشهر وبعد سنة واحدة من دورات الفك والتّركيب بين: - المجموعة الثانية MBA-PC وكلّ من:

- المجموعة الثالثة PBA-NC - والمجموعة الأولى MBA-NC على حدى.

وبدراسة الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات نستنتج أن مقدار القوة التثبيتية أعلى لصالح المجموعة الثانية MBA-PC
عند أول دورة فك وتركيب وبعد شهر واحد وبعد ستة أشهر وبعد سنة واحدة من دورات الفك والتّركيب.

أما بالنسبة لباقي المقارنات الثنائية المدروسة فيلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أكبر من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في قيم مقدار القوة التثبيتية (باليوتن) بين باقي المجموعات.

➤ دراسة تأثير عدد دورات الفك والتّركيب في قيم مقدار القوة التثبيتية وفقاً لنوع الوصلة الكروية

ونوع الغطاء المثبت المدروسين في عينة البحث:

أجري اختبار T Student (الجدول رقم (13)) للعينات المترابطة لدراسة دلالة الفروق الثنائية في قيم مقدار القوة التثبيتية (باليوتن) بين الفترات الزمنية الخمس المدروسة (عند أول دورة فك وتركيب، بعد شهر واحد، بعد ستة أشهر، بعد سنة واحدة، بعد سنتين اثنتين من دورات الفك والتّركيب) في عينة البحث، وذلك وفقاً لنوع الوصلة ونوع الغطاء المثبت المدروسين كما يلي:

- نتائج اختبار T Student للعينات المترابطة:

المتغير المدروس = مقدار القوة التثبيتية (بالنيوتن)

المجموعة المدروسة	المقارنة بين الفترتين:	الفرق بين المتوسطين	قيمة t المحسوبة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
المجموعة الرابعة PBA-PC	بعد شهر واحد - عند أول دورة فك وتركيب	-2.62	-2.735	0.052	لا توجد فروق دالة
	بعد ستة أشهر - عند أول دورة فك وتركيب	-6.68	-6.391	0.003	توجد فروق دالة
	بعد سنة واحدة - عند أول دورة فك وتركيب	-9.92	-7.556	0.002	توجد فروق دالة
	بعد سنتين اثنتين - عند أول دورة فك وتركيب	-14.94	-12.851	0.000	توجد فروق دالة
	بعد ستة أشهر - بعد شهر واحد	-4.06	-4.793	0.009	توجد فروق دالة
	بعد سنة واحدة - بعد شهر واحد	-7.30	-9.703	0.001	توجد فروق دالة
	بعد سنتين اثنتين - بعد شهر واحد	-12.32	-21.597	0.000	توجد فروق دالة
	بعد سنة واحدة - بعد ستة أشهر	-3.24	-5.441	0.006	توجد فروق دالة
	بعد سنتين اثنتين - بعد ستة أشهر	-8.26	-8.299	0.001	توجد فروق دالة
	بعد سنتين اثنتين - بعد سنة واحدة	-5.02	-8.316	0.001	توجد فروق دالة
المجموعة الثالثة PBA - NC	بعد شهر واحد - عند أول دورة فك وتركيب	-2.68	-3.256	0.031	توجد فروق دالة
	بعد ستة أشهر - عند أول دورة فك وتركيب	-3.84	-4.614	0.0099	توجد فروق دالة
	بعد سنة واحدة - عند أول دورة فك وتركيب	-6.38	-9.923	0.001	توجد فروق دالة
	بعد سنتين اثنتين - عند أول دورة فك وتركيب	-8.60	-17.132	0.000	توجد فروق دالة
	بعد ستة أشهر - بعد شهر واحد	-1.16	-4.429	0.011	توجد فروق دالة
	بعد سنة واحدة - بعد شهر واحد	-3.70	-14.981	0.000	توجد فروق دالة
	بعد سنتين اثنتين - بعد شهر واحد	-5.92	-8.568	0.001	توجد فروق دالة
	بعد سنة واحدة - بعد ستة أشهر	-2.54	-6.280	0.003	توجد فروق دالة
	بعد سنتين اثنتين - بعد ستة أشهر	-4.76	-6.152	0.004	توجد فروق دالة
	بعد سنتين اثنتين - بعد سنة واحدة	-2.22	-4.635	0.0098	توجد فروق دالة
المجموعة الثانية MBA-PC	بعد شهر واحد - عند أول دورة فك وتركيب	-4.26	-2.729	0.052	لا توجد فروق دالة
	بعد ستة أشهر - عند أول دورة فك وتركيب	-11.94	-5.310	0.006	توجد فروق دالة
	بعد سنة واحدة - عند أول دورة فك وتركيب	-17.22	-7.851	0.001	توجد فروق دالة
	بعد سنتين اثنتين - عند أول دورة فك وتركيب	-22.56	-12.812	0.000	توجد فروق دالة
	بعد ستة أشهر - بعد شهر واحد	-7.68	-3.917	0.017	توجد فروق دالة

المتغير المدروس = مقدار القوة التثبيتيّة (بالنيوتن)					
المجموعة المدروسة	المقارنة بين الفترتين:	الفرق بين المتوسطين	قيمة t المحسوبة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
	بعد سنة واحدة - بعد شهر واحد	-12.96	-7.202	0.002	توجد فروق دالة
	بعد سنتين اثنتين - بعد شهر واحد	-18.30	-10.850	0.000	توجد فروق دالة
	بعد سنة واحدة - بعد ستة أشهر	-5.28	-8.355	0.001	توجد فروق دالة
	بعد سنتين اثنتين - بعد ستة أشهر	-10.62	-13.323	0.000	توجد فروق دالة
	بعد سنتين اثنتين - بعد سنة واحدة	-5.34	-6.222	0.003	توجد فروق دالة
المجموعة الأولى MBA-NC	بعد شهر واحد - عند أول دورة فك وتركيب	-2.00	-3.158	0.034	توجد فروق دالة
	بعد ستة أشهر - عند أول دورة فك وتركيب	-5.42	-8.619	0.001	توجد فروق دالة
	بعد سنة واحدة - عند أول دورة فك وتركيب	-8.02	-14.465	0.000	توجد فروق دالة
	بعد سنتين اثنتين - عند أول دورة فك وتركيب	-9.50	-23.041	0.000	توجد فروق دالة
	بعد ستة أشهر - بعد شهر واحد	-3.42	-9.435	0.001	توجد فروق دالة
	بعد سنة واحدة - بعد شهر واحد	-6.02	-6.936	0.002	توجد فروق دالة
	بعد سنتين اثنتين - بعد شهر واحد	-7.50	-12.199	0.000	توجد فروق دالة
	بعد سنة واحدة - بعد ستة أشهر	-2.60	-3.426	0.027	توجد فروق دالة
	بعد سنتين اثنتين - بعد ستة أشهر	-4.08	-5.402	0.006	توجد فروق دالة
	بعد سنتين اثنتين - بعد سنة واحدة	-1.48	-2.092	0.105	لا توجد فروق دالة

الجدول رقم (13): نتائج اختبار T Student للعينات المترابطة لدراسة دلالة الفروق الثنائية في مقدار القوة التثبيتيّة

بين الفترات الزمنية الخمس وفقاً لنوع الوصلة الكروية ونوع الغطاء المثبت المدروسين.

يبين الجدول أعلاه أنّ قيمة مستوى الدلالة أكبر من القيمة 0.05 عند المقارنة في قيم مقدار القوة التثبيتيّة (بالنيوتن)

بين الفترتين الزمنيّتين:

- عند أول دورة فك وتركيب، بعد شهر واحد من دورات الفك والتركيب: في كلّ من:

- المجموعة الرابعة PBA-PC.

- المجموعة الثانية MBA-PC على حدة.

- بعد سنة واحدة من دورات الفك والتركيب، بعد سنتين اثنتين من دورات الفك والتركيب:

- في المجموعة الأولى MBA- NC,

أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في قيم مقدار القوة التثبيتية (بالنيوتن) بين الفترات الزمنية المذكورة في عينة البحث.

أما بالنسبة لباقي المقارنات الثنائية المدروسة فيلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في قيم مقدار القوة التثبيتية (بالنيوتن) بين الفترات الزمنية في عينة البحث، وبما أن الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات سالبة نستنتج أن قيم مقدار القوة التثبيتية (بالنيوتن) تناقصت بزيادة الفترة الزمنية المدروسة، وذلك مهما كان نوع الوصلة الكروية ونوع الغطاء المثبت المدروسين في عينة البحث.

2. دراسة مقدار التغير في مقدار القوة التثبيتية في عينة البحث:

حسب مقدار التغير في مقدار القوة التثبيتية (بالنيوتن) بعد عدد من دورات الفك والتركيب تُعادل شهر واحد، سنة أشهر، سنة واحدة، سنتين اثنتين من دورات الفك والتركيب لكل عينة وفقاً للمعادلة التالية:

مقدار التغير في مقدار القوة التثبيتية (بالنيوتن) في كل فترة من دورات الفك والتركيب لكل عينة = مقدار القوة التثبيتية (بالنيوتن) في الفترة الزمنية نفسها - مقدار القوة التثبيتية (بالنيوتن) عند أول دورة فك وتركيب للعينة نفسها

أُجريت اختبار تحليل التباين أحادي الجانب One-Way ANOVA (الجدول رقم (14)) لدراسة دلالة الفروق في مقدار التغير في القوة التثبيتية (بالنيوتن) بين مجموعات الأربع المدروسة في عينة البحث، وذلك وفقاً لعدد دورات الفك

والتركيب المدروسة كما يلي: -نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب One-Way ANOVA

المتغير المدروس = مقدار التغير في القوة التثبيتية (بالنيوتن)									
الفترة الزمنية	المجموعة المدروسة	رقب	المتوسط	الانحراف المعياري	المتوسط	الانحراف المعياري	المتوسط	الانحراف المعياري	دلالة الفروق
بعد شهر واحد	PBA-PC	5	-2.62	2.14	-5.4	-0.3	0.838	0.493	لا توجد فروق دالة
	PBA-NC	5	-2.68	1.84	-5.8	-0.9			
	MBA-PC	5	-4.26	3.49	-10.4	-2.1			
	MBA- NC	5	-2.00	1.42	-3.8	-0.4			
بعد ستة أشهر	PBA-PC	5	-6.68	2.34	-10.6	-5.1	6.814	0.004	توجد فروق دالة
	PBA-NC	5	-3.84	1.86	-6.8	-2.2			
	MBA-PC	5	-11.94	5.03	-17.1	-6.3			
	MBA- NC	5	-5.42	1.41	-6.9	-3.9			
بعد سنة واحدة	PBA-PC	5	-9.92	2.94	-14.2	-6.9	12.602	0.000	توجد فروق دالة
	PBA-NC	5	-6.38	1.44	-8.7	-4.8			
	MBA-PC	5	-17.22	4.90	-23	-11.6			
	MBA- NC	5	-8.02	1.24	-9.5	-6.2			
بعد سنتين اثنتين	PBA-PC	5	-14.94	2.60	-17.4	-12	33.791	0.000	توجد فروق دالة
	PBA-NC	5	-8.60	1.12	-9.5	-6.7			
	MBA-PC	5	-22.56	3.94	-27	-19.1			
	MBA- NC	5	-9.50	0.92	-10.3	-8			

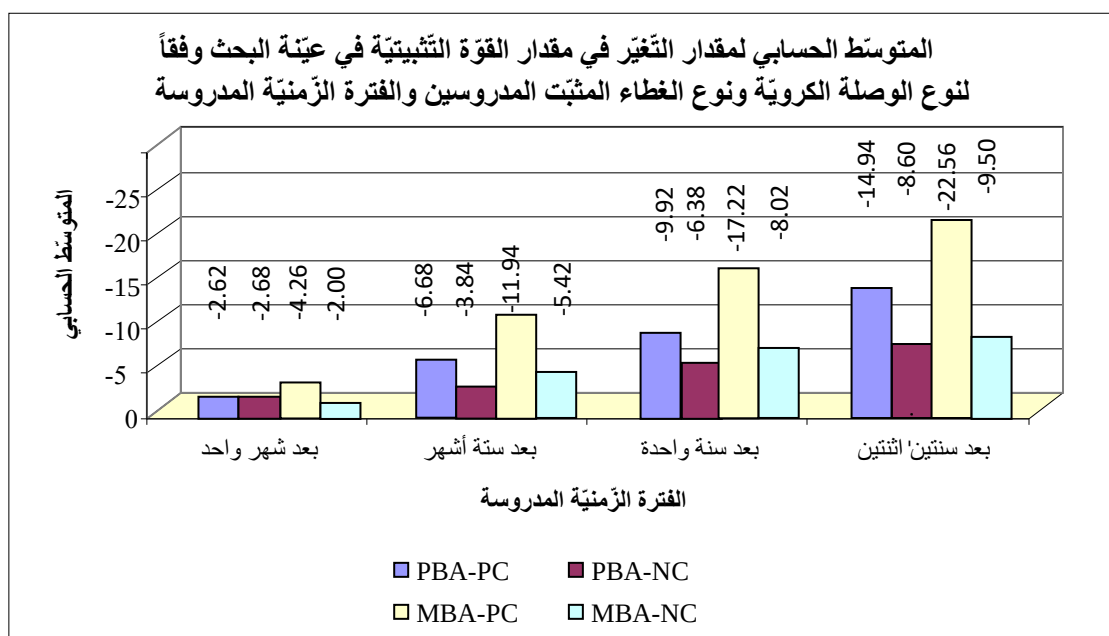
الجدول رقم (14): الإحصاءات الوصفية ونتائج اختبار One - Way ANOVA لدراسة دلالة الفروق في مقدار

التغير في مقدار القوة التثبيتية بين المجموعات الأربع وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.

بيّن الجدول أعلاه أنّ قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 بعد شهر واحد من دورات الفك والتّركيب، أي أنّه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق دالة إحصائية في قيم مقدار التّغير في مقدار القوّة التّثبيتيّة (بالنيوتن) بعد شهر واحد من دورات الفك والتّركيب بين المجموعات الأربع المدروسة في عيّنة البحث.

أمّا بعد ستّة أشهر وبعد سنة واحدة وبعد سنتين اثنتين من دورات الفك والتّركيب فيلاحظ أنّ قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05، أي أنّه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق دالة إحصائية في قيم مقدار التّغير في مقدار القوّة التّثبيتيّة (بالنيوتن) بين اثنتين على الأقل من المجموعات الأربع المدروسة في عيّنة البحث.

يُبيّن المخطّط التّالي (المخطّط رقم (4)) المتوسّط الحسابي لمقدار التّغير في مقدار القوّة التّثبيتيّة في عيّنة البحث وفقاً لنوع الوصلة الكرويّة ونوع الغطاء المثبت المدروسين والفترة الزّمنيّة المدروسة:



المخطّط رقم (4): المتوسّط الحسابي لمقدار التّغير في مقدار القوّة التّثبيتيّة في عيّنة البحث وفقاً لنوع الوصلة الكرويّة ونوع الغطاء المثبت المدروسين والفترة الزّمنيّة المدروسة.

ولمعرفة أي من المجموعات تختلف اختلافاً جوهرياً عن الأخريات أُجري اختبار Bonferroni (الجدول رقم (15))

للمقارنة الثنائية في مقدار التغير في مقدار القوة التثبيتيّة (بالنيوتن) بعد ستة أشهر وبعد سنة واحدة وبعد سنتين اثنتين

من دورات الفك والتّركيب بين المجموعات المدروسة في عينة البحث كما يلي:

-نتائج اختبار Bonferroni:

المتغير المدروس = مقدار التغير في القوة التثبيتيّة (بالنيوتن)						
الفترة الزمنية	المجموعة المدروسة (أ)	المجموعة المدروسة (ب)	المتوسط بين الفرق	الخطأ المعياري للفرق	القيمة الدلالة	دلالة الفروق
بعد ستة أشهر من دورات الفك والتّركيب	المجموعة الرابعة PBA-PC	المجموعة الثالثة PBA-NC	-2.84	1.90	0.929	لا توجد فروق دالة
		المجموعة الثانية MBA-PC	5.26	1.90	0.083	لا توجد فروق دالة
		المجموعة الأولى MBA-NC	-1.26	1.90	1.000	لا توجد فروق دالة
	المجموعة الثالثة PBA-NC	المجموعة الثانية MBA-PC	8.10	1.90	0.004	توجد فروق دالة
		المجموعة الأولى MBA-NC	1.58	1.90	1.000	لا توجد فروق دالة
		المجموعة الثانية MBA-PC	-6.52	1.90	0.021	توجد فروق دالة
بعد سنة واحدة من دورات الفك والتّركيب	المجموعة الرابعة PBA-PC	المجموعة الثالثة PBA-NC	-3.54	1.90	0.489	لا توجد فروق دالة
		المجموعة الثانية MBA-PC	7.30	1.90	0.009	توجد فروق دالة
		المجموعة الأولى MBA-NC	-1.90	1.90	1.000	لا توجد فروق دالة
	المجموعة الثالثة PBA-NC	المجموعة الثانية MBA-PC	10.84	1.90	0.000	توجد فروق دالة
		المجموعة الأولى MBA-NC	1.64	1.90	1.000	لا توجد فروق دالة
		المجموعة الثانية MBA-PC	-9.20	1.90	0.001	توجد فروق دالة
بعد سنتين اثنتين من دورات الفك والتّركيب	المجموعة الرابعة PBA-PC	المجموعة الثالثة PBA-NC	-6.34	1.56	0.005	توجد فروق دالة
		المجموعة الثانية MBA-PC	7.62	1.56	0.001	توجد فروق دالة
		المجموعة الأولى MBA-NC	-5.44	1.56	0.018	توجد فروق دالة
	المجموعة الثالثة PBA-NC	المجموعة الثانية MBA-PC	13.96	1.56	0.000	توجد فروق دالة
		المجموعة الأولى MBA-NC	0.90	1.56	1.000	لا توجد فروق دالة
		المجموعة الثانية MBA-PC	-13.06	1.56	0.000	توجد فروق دالة

الجدول رقم (15): نتائج اختبار Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية في مقدار التغير في القوة التثبيته وفقاً للفترة الزمنية المدروسة بين المجموعات الأربع.

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05 عند المقارنة في قيم مقدار التغير في القوة التثبيته (بالنيوتن):

- بعد ستة أشهر وبعد سنة واحدة وبعد سنتين اثنتين من دورات الفك والتركيب بين:

- المجموعة الثانية MBA-PC وكل من: - المجموعة الثالثة PBA-NC. - والمجموعة الأولى MBA-NC على حدة.

أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في قيم مقدار التغير في القوة التثبيته (بالنيوتن) بين هذه المجموعات، وبدراسة الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات نستنتج أن مقدار التغير (بالقيم المطلقة) في القوة التثبيته (بالنيوتن) كان أعلى في المجموعة الثانية بعد ستة أشهر وبعد سنة واحدة وبعد سنتين اثنتين من دورات الفك والتركيب.

- بعد سنة واحدة وبعد سنتين اثنتين من دورات الفك والتركيب بين:

المجموعة الرابعة PBA-PC والمجموعة الثانية MBA-PC.

أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في قيم مقدار التغير في القوة التثبيته (بالنيوتن) بين هاتين المجموعتين، وبدراسة الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات نستنتج أن مقدار التغير (بالقيم المطلقة) في مقدار القوة التثبيته (بالنيوتن) كان أصغر في المجموعة الرابعة PBA-PC منه في المجموعة الثانية MBA-PC بعد سنة واحدة وبعد سنتين اثنتين من دورات الفك والتركيب.

- بعد سنتين اثنتين من دورات الفك والتركيب بين:

- المجموعة الرابعة PBA-PC وكل من: - المجموعة الثالثة PBA-NC والمجموعة الأولى MBA-NC على حدة.

أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في قيم مقدار التغير في القوة التثبيتيّة (بالنيوتن) بين هاتين المجموعتين، وبدراسة الإشارة الجبريّة للفروق بين المتوسطات نستنتج أنّ مقدار التغير (بالقيم المطلقة) في القوة التثبيتيّة (بالنيوتن) كان أصغر في المجموعة الرابعة PBA-PC منه في المجموعة الثالثة PBA-NC والأولى MBA-NC بعد سنتين اثنتين من دورات الفك والتركيب.

أمّا بالنسبة لباقي المقارنات الثنائية المدروسة فيلاحظ أنّ قيمة مستوى الدلالة أكبر من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في مقدار التغير في مقدار القوة التثبيتيّة (بالنيوتن) بين المجموعات المدروسة في عينة البحث.

3. دراسة نسبة التغير في مقدار القوة التثبيتيّة في عينة البحث:

حُسِبَت نسبة التغير في مقدار القوة التثبيتيّة (بالنيوتن) بعد شهر واحد، سنة أشهر، سنة واحدة، وسنتين اثنتين من دورات الفك والتركيب لكل عينة وفقاً للمعادلة التالية:

$$\text{نسبة التغير في القوة التثبيتيّة (بالنيوتن) في كل فترة من دورات الفك والتركيب لكل عينة} = \frac{\text{القوة التثبيتيّة (بالنيوتن) في الفترة الزمنية نفسها}}{\text{مقدار القوة التثبيتيّة (بالنيوتن) عند أول دورة فك وتركيب}} \times 100$$

أُجِرِي اختبار تحليل التباين أحادي الجانب One -Way ANOVA (الجدول رقم (16)) لدراسة دلالة الفروق في نسبة التغير في مقدار القوة التثبيتيّة بين المجموعات المدروسة في عينة البحث، وذلك وفقاً لعدد دورات الفك والتركيب المدروسة كما يلي:

المتغير المدروس = نسبة التغير في مقدار القوة التثبيتية									
الفترة الزمنية	المجموعة المدروسة	العدد	الحسابي المتوسط	المعياري الانحراف	المتوسط	القيمة المحسوبة f	الدالة مستوى قيمة	دلالة الفروق	
بعد شهر واحد من دورات الفك والتكريب	PBA-PC	5	-7.31	5.79	-15.3	-1.1	0.442	لا توجد فروق دالة	0.946
	PBA-NC	5	-15.33	9.41	-31.0	-5.6			
	MBA-PC	5	-10.80	6.98	-22.8	-5.5			
	MBA- NC	5	-10.86	7.56	-20.2	-2.1			
بعد ستة أشهر من دورات الفك والتكريب	PBA-PC	5	-19.81	6.32	-29.9	-13.4	0.152	لا توجد فروق دالة	2.020
	PBA-NC	5	-22.23	9.42	-36.4	-13.8			
	MBA-PC	5	-31.62	11.29	-44.9	-18.6			
	MBA- NC	5	-29.47	7.78	-37.7	-20.0			
بعد سنة واحدة من دورات الفك والتكريب	PBA-PC	5	-29.03	6.37	-40.1	-24.4	0.012	توجد فروق دالة	5.003
	PBA-NC	5	-37.27	6.16	-46.5	-30.0			
	MBA-PC	5	-46.15	11.00	-55.5	-30.5			
	MBA- NC	5	-43.39	5.55	-48.7	-34.3			
بعد سنتين اثنتين من دورات الفك والتكريب	PBA-PC	5	-44.20	5.16	-49.2	-35.6	0.004	توجد فروق دالة	6.474
	PBA-NC	5	-50.55	5.74	-57.6	-41.9			
	MBA-PC	5	-60.66	7.78	-70.9	-50.3			
	MBA- NC	5	-51.52	4.69	-56.9	-45.7			

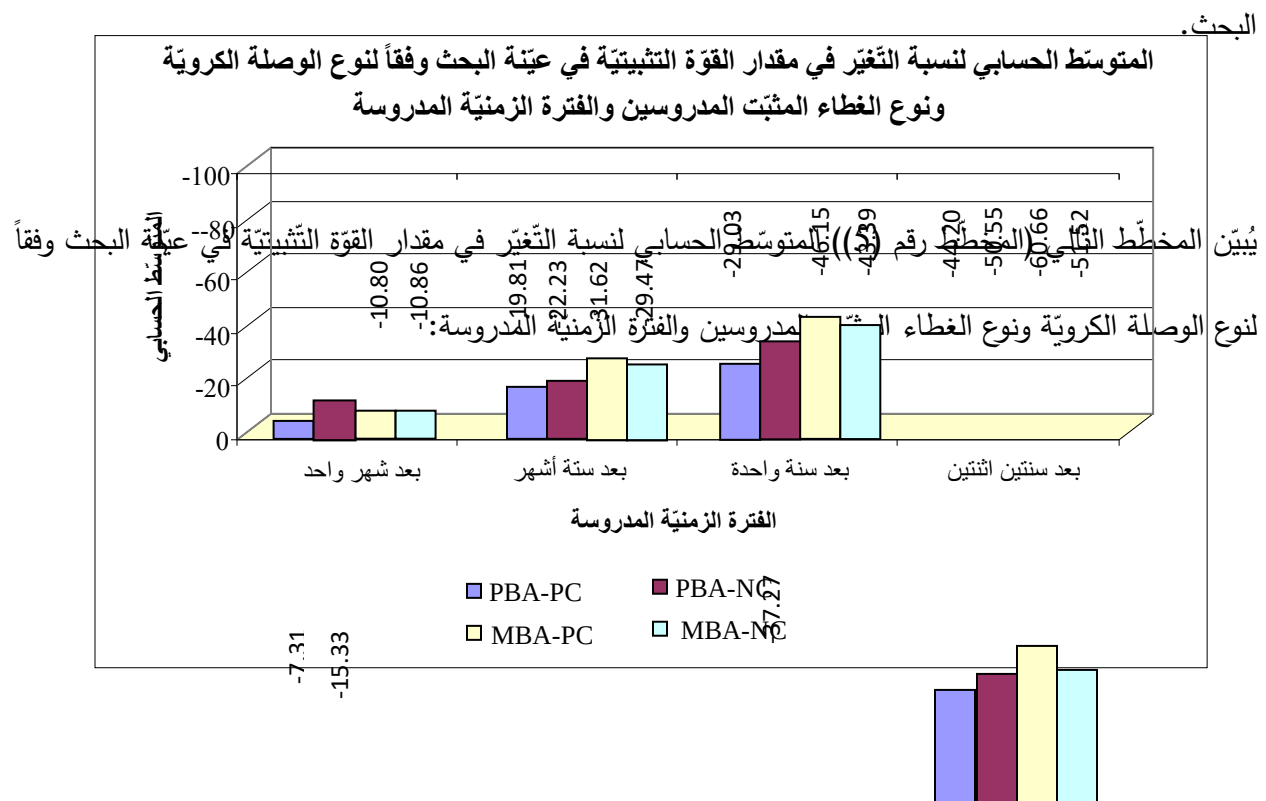
- نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب One -Way ANOVA

الجدول رقم (16): الإحصاءات الوصفية ونتائج اختبار One -Way ANOVA لدراسة دلالة الفروق في نسبة

التغير في مقدار القوة التثبيتية بين المجموعات الأربع وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.

بيّن الجدول أعلاه أنّ قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 بعد شهر واحد وبعد ستّة أشهر من دورات الفك والتّركيب، أي أنّه عند مستوى الثّقة 95% لا توجد فروق دالّة إحصائيّاً في نسبة التّغيّر في مقدار القوّة التّثبيتيّة بعد شهر واحد وبعد ستّة أشهر من دورات الفك والتّركيب بين المجموعات الأربع المدروسة في عيّنة البحث.

أمّا بعد سنة واحدة وبعد سنتين اثنتين من دورات الفك والتّركيب فيلاحظ أنّ قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05، أي أنّه عند مستوى الثّقة 95% توجد فروق دالّة إحصائيّاً في نسبة التّغيّر في مقدار القوّة التّثبيتيّة بعد سنة واحدة وبعد سنتين اثنتين من دورات الفك والتّركيب بين اثنتين على الأقل من المجموعات الأربع المدروسة في عيّنة البحث.



مخطط رقم (5): المتوسط الحسابي لنسبة التغير في مقدار القوة التثبيتية في عينة البحث وفقاً لنوع الوصلة الكروية

ونوع الغطاء المثبت المدروسين والفترة الزمنية المدروسة

لمعرفة أي من المجموعات المدروسة تختلف اختلافاً جوهرياً عن الأخريات في نسبة التغير في مقدار القوة التثبيتية

بعد سنة واحدة وبعد سنتين اثنتين من دورات الفك والتراكيب أُجري اختبار Bonferroni (الجدول رقم (17)) للمقارنة

الثنائية في نسبة التغير في مقدار القوة التثبيتية بعد سنة واحدة وبعد سنتين اثنتين من دورات الفك والتراكيب بين

المجموعات المدروسة في عينة البحث كما يلي:

- نتائج اختبار Bonferroni:

المتغير المدروس = نسبة التغير في مقدار القوة التثبيتية						
الفترة الزمنية	المجموعة المدروسة (أ)	المجموعة المدروسة (ب)	($\frac{1}{n}$) المتوسط بين الفروق المعياري الخطأ	القيمة دلالة مسنوى	دلالة الفروق	
بعد سنة واحدة من دورات الفك والتراكيب	المجموعة الرابعة PBA-PC	المجموعة الثالثة PBA-NC	8.24	4.80	0.631	لا توجد فروق دالة
		المجموعة الثانية MBA-PC	17.13	4.80	0.015	توجد فروق دالة
		المجموعة الأولى MBA-NC	14.36	4.80	0.052	لا توجد فروق دالة
	المجموعة الثالثة PBA-NC	المجموعة الثانية MBA-PC	8.88	4.80	0.497	لا توجد فروق دالة
		المجموعة الأولى MBA-NC	6.12	4.80	1.000	لا توجد فروق دالة
	المجموعة الثانية MBA-PC	المجموعة الأولى MBA-NC	-2.76	4.80	1.000	لا توجد فروق دالة
بعد سنتين اثنتين من دورات الفك والتراكيب	المجموعة الرابعة PBA-PC	المجموعة الثالثة PBA-NC	6.36	3.77	0.667	لا توجد فروق دالة
		المجموعة الثانية MBA-PC	16.46	3.77	0.003	توجد فروق دالة
		المجموعة الأولى MBA-NC	7.32	3.77	0.419	لا توجد فروق دالة
	المجموعة الثالثة PBA-NC	المجموعة الثانية MBA-PC	10.11	3.77	0.098	لا توجد فروق دالة
		المجموعة الأولى MBA-NC	0.96	3.77	1.000	لا توجد فروق دالة
	المجموعة الثانية MBA-PC	المجموعة الأولى MBA-NC	-9.14	3.77	0.165	لا توجد فروق دالة

جدول رقم (17): اختبار Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية في نسبة التغير في مقدار القوة التثبيتية بين المجموعات الأربع وفقاً للفترة الزمنية المدروسة.

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05 عند مقارنة نسبة التغير في مقدار القوة التثبيتية بعد سنة واحدة وبعد سنتين اثنتين من دورات الفك والتركيب بين: المجموعة الرابعة PBA-PC والمجموعة الثانية MBA-PC.

أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في نسبة التغير في مقدار القوة التثبيتية بعد سنة واحدة وبعد سنتين اثنتين من دورات الفك والتركيب بين المجموعتين الرابعة PBA-PC والثانية MBA-PC في عينة البحث. وبما أن الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات موجبة نستنتج أن نسبة التغير (بالقيم المطلقة) في مقدار القوة التثبيتية بعد سنة واحدة وبعد سنتين اثنتين من دورات الفك والتركيب في المجموعة الرابعة PBA-PC كانت أصغر منها في المجموعة الثانية MBA-PC في عينة البحث.

أما بالنسبة لباقي المقارنات الثنائية المدروسة فيلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أكبر من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في نسبة التغير في القوة التثبيتية بين المجموعات المتبقية المدروسة في عينة البحث.

الفصل الرابع

المناقشة

Discussion

4-1 - مناقشة فكرة البحث:

يتضمن مصطلح الجهاز السنّي الفوقي وصلات ميكانيكية مرتبطة بالسنّ أو الجذر أو الغرسات السنّية (Schwartz-Arad D et al., 2005). الهدف الأساسي في تطبيق الوصلات في الأجهزة السنّية الفوقيّة للفك السفلي الأدرد هو زيادة ثبات واستقرار الجهاز السنّي وبالتالي تحسين الفعاليّة الماضغة بالإضافة إلى زيادة راحة ورضى المريض (Cune M, et al., 2005) .

أكّدت الدّراسات السابقة المتعلّقة بالوصلات وجود حاجة إلى زيارات دوريّة للمرضى المرتدين للأجهزة السنّية الفوقيّة بهدف استبدال المكونات المرنة المثبتة بسبب تراجع مقدار قوّتها التّثبيتيّة مع مرور الوقت (Evtimovska et al., 2009 /Ettinger et al., 2018). وقد نُسب هذا التّراجع في مقدار القوّة التّثبيتيّة لاهتراء وتآكل المكونات المرنة للغطاء المثبت نتيجة لدورات فك وتركيب الجهاز السنّي الفوقي (Alsabeeha et al., 2009) .

أُدخلت مادّة البولي إيثر إيثر كيتون في طبّ الأسنان كمادّة جديدة متقبّلة حيويّاً، ثابتة ميكانيكاً، خاملة كيميائيّاً وذات لون موافق للنواحي التّجميليّة.

دُرِسَت هذه المادّة في طبّ الأسنان كأذرع مثبتّة وأذرع مكافئة وقواعد للأجهزة السنّية المتحرّكة وكتيجان تلسكوبيّة، ودُرِسَت كغطاء مُثبت للوصلات الكرويّة المعدنيّة في دراسة واحدة فقط (Sharaf et al., 2022).

لا يزال استخدامها كغطاء مُثبت ووصلات كرويّة تحت النّجربة لعدم وجود دراسات سابقة تختبر استخدام مادّة البولي إيثر إيثر كيتون كغطاء مُثبت لوصلة كرويّة منحوتة أيضاً من هذه المادّة ومقارنتها مع الوصلات الكرويّة المعدنيّة ذات الغطاء المثبت المرن ضمن المسكن المعدنيّ.

فيما يتعلّق باستخدام مادّة البولي إيثر إيثر كيتون كوصلة كروية فإن الخواص الميكانيكية العالية لهذه المادّة تمكّنا من استخدامها كدعامة ومادّة تعويضية (Santing HJ et al., 2012) لامتلاكها مقاومة واضحة للتلف والانسحال ولكونها ماصّة للصدمات (Tannous F et al., 2012).

4-2- مناقشة محدوديات البحث:

أولاً: لم تتضمّن الاختبارات المخبرية دورات من التّحميل الإطباقيّ أو قوى جانبية (مائلة) أو دورات حرارية، وهي عوامل فموية مهمّة تؤثر على اهتراء مكّونات الوصلة الكروية على المدى الطّويل، حيث تؤدي التّغيرات الحرارية المتكرّرة والقوى الجانبية داخل الفم إلى تسريع تآكل مكّونات الوصلة الكروية والغطاء المثبّت وحدوث تشوّهات مجهرية. لم تتضمّن هذه الدّراسة دورات حرارية أو تحميل إطباقيّ لكون الهدف هو اختبار مقدار القوّة التّثبيتيّة ومقدار تناقصها لمادّة البولي إيثر إيثر كيتون بعدّ ذاتها واختبار التّصميم المبتكر الجديد للغطاء ومقارنتهم مع الوصلة الكروية المعدنية والأغطية المثبّبة المرنة التّقليدية بعد 2160 دورة من الفك والتّركيب. والآن بعد معرفة مقدار التّناقص في قيم مقدار القوّة التّثبيتيّة لمادّة البولي إيثر إيثر كيتون عند استخدامها كوصلة كروية وغطاء مثبّت ولتصميم الغطاء المثبّت المذكور، نترك المجال للأبحاث القادمة لإجراء الدّورات الحرارية والتّحميل الإطباقيّ مع تطبيق قوى جانبية (مائلة) ليتم اختبار المادّة بشكل مماثل للبيئة داخل الفموية بعد معرفة مقدار تناقص القوّة التّثبيتيّة للمادّة البولي إيثر إيثر كيتون ولتصميم الغطاء المبتكر.

ثانياً: على الرّغم من عدم ملاحظة أي تشوّهات أو كسور مجهرية أو فشل مرئي في الوصلات الكروية أو الأغطية المنحوتين من مادّة البولي إيثر إيثر كيتون بعد 2160 دورة من الفك والتّركيب، إلّا أنّه لا يمكن استبعاد حدوث تغيّرات مجهرية دون إجراء صور مجهرية إضافية باستخدام المجهر الالكتروني.

على الرّغم من أنّ الدّراسات المخبريّة تمتاز بتوحيد المعايير والسّيطرة على المتغيّرات (درجة PH ودرجة حرارة اللّعاب الصّناعي، عدد دورات الفكّ والتّركيب، اتجاه قوّة الفكّ المطبّقة)، إلّا أنّ اختلاف الظروف الدّاخل فمويّة بين المرضى تُشكّل تحدّيّاً لهذه الدّراسات، حيث تختلف القوى المضغّيّة المطبّقة أثناء المضغ من شخص لآخر ومقدار القوّة المطبّقة عند إزالة الجهاز السّنّيّ الفوقيّ وطريقة واتجاه تطبيقها بالإضافة إلى اختلاف عدد مرّات إزالة الجهاز السّنّيّ الفوقي من الفمّ خلال اليوم الواحد، مما يستدعي إجراء دراسة سريريّة تؤكّد هذه النّتائج.

4-3- مناقشة تصميم البحث وتحضير العينات:

قمنا في هذه الدّراسة المخبريّة المُقارنة المضبوطة التجريبيّة بمقارنة مقدار القوّة التّثبيتيّة لنوعين من الوصلات الكرويّة (المعدنيّة MBA والمنحوتة من مادّة البولي إيثر إيثر كيتون PBA) مع نوعين من الأغشية المُثَبّتة (الغطاء المُثَبّت المرن ضمن مسكن معدنيّ NC والغطاء المنحوت من مادّة البولي إيثر إيثر كيتون PC) بعد 2160 دورة من الفكّ والتّركيب (أي مايعادل فك وتركيب الجهاز السّنّيّ الفوقيّ ثلاث مرّات يوميّاً لمدة سنتين).

وُزّعت المجموعات بحيث يتمّ اختبار نوعي الأغشية المُثَبّتة مع نوعي الوصلات الكرويّة ومقارنتهم وفق التّوزيع التّالي:

وصلات كرويّة معدنيّة مع غطاء مُثَبّت مرن ضمن مسكن معدنيّ MBA-NC (المجموعة الأولى)

وصلات كرويّة معدنيّة مع غطاء مُثَبّت منحوت من مادّة البولي إيثر إيثر كيتون MBA-PC (المجموعة الثّانية)

وصلات كرويّة منحوتة من مادّة البولي إيثر إيثر كيتون مع غطاء مُثَبّت مرن ضمن مسكن معدنيّ PBA-NC

(المجموعة الثّالثة)

وصلات كرويّة منحوتة من مادّة البولي إيثر إيثر كيتون مع غطاء مُثَبّت منحوت من مادّة البولي إيثر إيثر كيتون

PBA-PC (المجموعة الرّابعة).

مُسحت وصلة كروية (Ball Abutment, J Dental Care, Italy) بواسطة ماسح داخل فموي (Intraoral scanner, MEDIT, i500, Korea) – وهو مماثل لنوع الماسح الذي تم استخدامه في دراسة (El Charkawi et al., 2023) – للحصول على تطابق شكلي وحجمي تام بين الوصلات الكروية التي نُحِتَت من مادّة البولي إيثر إيثر كيتون والوصلات الكروية المعدنية التي طُبِعَت وذلك لضمان دخول وانطباق الغطاء المُثَبَّت المرن ضمن المسكن المعدني (Elastic Retention Cap, J Dental Care, Italy) – المتناسب مع الوصلة الكروية (Ball Abutment, J Dental Care, Italy) – على الوصلات الكروية المعدنية المطبوعة والوصلات الكروية المنحوتة من مادّة البولي إيثر إيثر كيتون.

صُمِمَ الغطاء المُثَبَّت الذي نُحِتَ من مادّة البولي إيثر إيثر كيتون بحيث يحوي على فراغ بمقدار نصف ملمتر على محيط السطح الخارجي للكرة عدا الحافة السفلية العنقية للغطاء فهي منطبقة بشكل تام أعلى عنق الوصلة الكروية بمقدار نصف ملمتر. يسمح هذا التصميم بالحصول على مرونة وإمكانية حركة عمودية ودورانية بسيطة غير احتكاكية للغطاء ضمن الوصلة الكروية، وبالتالي الحفاظ على مقدار القوة التثبيتية لفترة أطول، تكون نهاية الغطاء بمستوى أعلى من عنق الوصلة الكروية بمقدار نصف ملمتر مما يؤمّن حرية حركة الغطاء بمقدار نصف ملمتر نحو الأسفل عبر عنق الوصلة الكروية دون إلحاق الأذى بالنسج اللثوية المجاورة والوصول لمنطقة تثبيت أعلى.

كما لم يتم وضع مادّة وسيطة مرنة بين الغطاء المُثَبَّت والوصلة الكروية لضمان عدم تراجع مقدار القوة التثبيتية نتيجة لاهتراء أو تشوّه المادّة المرنة. نُحِتَ ميزاب على السطح الخارجي للغطاء المُثَبَّت بهدف اندخال أكريل قاعدة الجهاز السنّي الفوقي ضمنه وتثبيته.

وُضِعَت العينات ضمن مكعبات من الأكريل الزائجي بأبعاد 1 سم x 1 سم x 1 سم، تم اختيار الأبعاد لتتناسب مع حجم رأس جهاز قياس قوّة الشّد، وُضِعَت الوصلات الكروية بشكل عمودي بواسطة المخطّط لضمان عدم وجود تزوي أو ميلان للوصلة الكروية ضمن الأكريل الزائجي ولتحقيق التّوازي بين المحور الطّولي للوصلة الكروية ومحور الفكّ

والتركيب العمودي، وبالتالي تجنّب النتائج الخاطئة الناتجة عن سوء توضع المكونات المثبتة، ممّا يؤدي إلى تسريع عملية تآكل المكونات المرنة.

كان كتف الوصلة أعلى ب 2 ملم من سطح الأكريل وذلك لإيشابه توضع الوصلات الكروية داخل الفم، والتي يكون كتفها أعلى من مستوى اللثة ب 2 ملم. كما أغلقت مناطق التثبيت قبل وضع الغطاء المثبت ضمن الأكريل بشكل مشابه لطريقة التثبيت المباشر ضمن الفم منعاً لاندخال الأكريل ضمن مناطق التثبيت (عنق الوصلة الكروية).

غُمرت العينات أثناء دورات الفك والتركيب باللعب الصناعي (الذي تمّ صنعه حسب دراسة J Pytko-Polonczyk et al 2017) لمحاكاة البيئة داخل الفموية وبشكل مماثل لدراسة (El Charkawi et al., 2023 / da Fontoura et al 2017) (Frasca LC et al., 2014) و بشكل مشابه للدراسات المُجرّاة بشكل سريري.

أُجري اختبار الشدّ باتجاه عمودي للأعلى باستخدام جهاز Testometric, Rochdale, England وهي طريقة صحيحة مسندة بالأدلة استخدمتها العديد من الدراسات السابقة لقياس مقدار القوة التثبيتية لوصلات مختلفة (Nassar et al., 2022 / Abdelaziz MS et al., 2024/ Atashrazm P et al., 2014/ Ramadan RE et al., 2020)

تُبنت سرعة الرأس المتحرك 50 ملم / الدقيقة بشكل مماثل للدراسات التالية: (El Charkawi et al., 2023)، (Türk PE et al., 2014)، (Evtimovska et al., 2009).

سُجّل مقدار القوة التثبيتية عند فك الغطاء المثبت عن الوصلة الكروية للمرّة الأولى وبعد 90، 540، 1080 و 2160 دورة من الفك والتركيب أي ما يعادل نزع الجهاز السنّي الفوقي لثلاث مرّات في اليوم لمدة شهر، ستّة أشهر، سنة وسنتين.

في حين كان عدد دورات الفك والتركيب في بحث (Shastri T et al., 2016) 100 دورة، وفي بحث (Sharaf (da Fontoura 1080 MY, et al., 2022) دورة، وفي بحث (Epstein et al., 1999) 2000 دورة، وفي بحث (Agrawal N, et al., 2018) 4320 دورة. (El Charkawi et al., 2023)

سُجِلَت قيم مقدار القوة التثبيتية بوحدة النيوتن N وُحِلَّت إحصائياً باستخدام برنامج الـ SPSS إصدار 13.0 وقمنا باختبار:

- مقدار القوة التثبيتية.
 - تأثير نوع الوصلة الكروية ونوع الغطاء المُثَبَّت في مقدار القوة التثبيتية وفقاً لعدد دورات الفك والتركيب.
 - تأثير عدد دورات الفك والتركيب في القوة التثبيتية وفقاً لنوع الوصلة الكروية والغطاء المُثَبَّت المدروسين.
 - مقدار ونسبة التغير في مقدار القوة التثبيتية وفقاً لعدد دورات الفك والتركيب.
- بحيث اشتملت الاختبارات جميع الاحتمالات الممكنة لتأثر مقدار القوة التثبيتية بنوع الوصلة الكروية ونوع الغطاء المُثَبَّت وبعدد دورات الفك والتركيب.

4-4 - مناقشة نتائج البحث:

أظهرت نتائج الدراسة الإحصائية لتأثير نوع الوصلة الكروية ونوع الغطاء المُثَبَّت في مقدار القوة التثبيتية وفقاً لعدد دورات الفك والتركيب بأن القوة التثبيتية للمجموعة الزابعة PBA-PC أعلى من المجموعة الأولى MBA-NC والمجموعة الثالثة PBA-NC بجميع الفترات الزمنية المدروسة.

كما أظهرت أنّ مقدار القوّة التّثبيتيّة للمجموعة الثّانية MBA-PC أعلى من المجموعة الأولى MBA-NC والمجموعة الثّالثة PBA-NC عند أوّل دورة فكّ وتركيب وبعد ستّ أشهر وسنة من دورات الفكّ والتركيب.

أي ارتفاع مقدار القوّة التّثبيتيّة في المجموعات الّتي تحوي على غطاء مُثبت منحوت من مادّة البولي إيثير كيتون على المجموعات الّتي تحوي على أغطية مُثبتة مرنة ضمن مسكن معدنيّ، ويُعزى ذلك إلى خصائص المادّة المُصنّع منها الغطاء المُثبت.

إنّ الأغطية المُثبتة المُكوّنة من مواد مرنة مثل النّايلون يحدث فيها انضغاط في جدار الغطاء أثناء الفكّ والتركيب ثمّ يعود إلى شكله الأصليّ (El Charkawi et al., 2023) ومع تكرار عملية الإدخال والإخراج يحدث اهتراء wear وتشوّه deformation وإجهاد fatigue في المكوّنات المرنة للغطاء المُثبت نتيجة للاحتكاك المتكرّر مما يُسبّب تراجع مقدار القوّة التّثبيتيّة مع مرور الوقت (Alsabeeha et al., 2009 / Sharaf MY., et al., 2022)،

بينما في الأغطية المصنوعة من مواد صلبة مثل البولي إيثير كيتون، يكون هناك انحناء لجدار الغطاء باتجاه الخارج (El Charkawi et al., 2023) وبالتالي لا يحدث تشوّه في شكل السّطح الدّخلي للغطاء المنحوت من مادّة البولي إيثير كيتون لأن المادّة تقوم بتوزيع الضّغط بشكل متجانس باتجاه المحيط (Bathala et al., 2016)، بالإضافة لامتلاك البولي إيثير كيتون لأعلى قوّة انحناء flexural strength بين المواد اللّدنة الأخرى (Parate et al., 2023).

أظهرت نتائج الدّراسة الإحصائيّة أنّ مقدار تغيّر ونسبة تناقص مقدار القوّة التّثبيتيّة في المجموعة الرّابعة PBA-PC بعد سنتين من دورات الفكّ والتركيب كان أقلّ من مقدار تغيّر ونسبة تناقص مقدار القوّة التّثبيتيّة في باقي المجموعات وبالتالي حافظت المجموعة الرّابعة PBA-PC على مقدار قوّتها التّثبيتيّة بشكل أفضل من باقي المجموعات لمُدّة سنتين ويعود ذلك إلى:

- تصميم الغطاء المُثَبَّت المستخدم في هذا البحث، حيث أعطى الفراغ الموجود -بمقدار نصف ملمتر ضمن الغطاء على محيط الكرة - مرونة إضافية وإمكانية حركة عمودية وأفقية بسيطة غير احتكاكية للكرة ضمن الغطاء المُثَبَّت.
 - غياب المادة المرنة ضمن الغطاء المُثَبَّت وبالتالي عدم تناقص مقدار القوة التثبيتية نتيجة لاهتراءها أو تشوهها (كما في المجموعة الأولى MBA-NC والثالثة PBA-NC).
 - تمتع مادة البولي إيثير إيثير كيتون بمرونة منخفضة بالمقارنة مع المواد المرنة مما يحقق قوة تثبيتية أكبر (Sharaf MY et al., 2022).
 - حدوث انسحال في المنطقة العنقية للغطاء المُثَبَّت ناتج عن الاحتكاك مع المحيط الكبير للوصلة الكروية المعدنية أثناء فك وتركيب الغطاء المُثَبَّت (في المجموعة الثانية MBA-PC) نتيجة لاختلاف معامل المرونة بين المادتين (المعدن والبولي إيثير إيثير كيتون).
- أظهرت نتائج الدراسة الإحصائية لتأثير عدد دورات الفك والتركيب في مقدار القوة التثبيتية وفقاً لنوع الوصلة الكروية ونوع الغطاء المُثَبَّت المدروسين مايلي:
- 1- عدم وجود فروق دالة إحصائية في كلٍ من المجموعة الثانية MBA-PC والرابعة PBA-PC عند أول دورة فك وتركيب وبعد شهر من دورات الفك والتركيب وذلك يعني بقاء قيمة مقدار القوة التثبيتية مرتفعة وعدم تناقصها نتيجة لعدم وجود مواد مرنة مُعرَّضة للاهتراء ضمن الغطاء المُثَبَّت بالإضافة إلى الفراغ الذي يعطي حركة بسيطة غير احتكاكية للغطاء المُثَبَّت ضمن الوصلة الكروية بغض النظر عن نوع الوصلة الكروية.

2- أظهرت باقي المقارنات تناقص مقدار القوة التثبيتية بزيادة عدد دورات الفك والتركيب مهما كان نوع الوصلة الكروية ونوع الغطاء المثبت.

قد يعود ذلك في المجموعتين الأولى MBA-NC والثالثة PBA-NC إلى اهتراء وتشوه المكونات المرنة للغطاء المثبت، وفي المجموعة الثانية MBA-PC والمجموعة الرابعة PBA-PC إلى حدوث انسحال في الوصلة الكروية أو في الغطاء المنحوت من مادة البولي إيثير إيثير كيتون نتيجة لاحتكاكه مع الوصلة الكروية أثناء دورات الفك والتركيب.

كان التناقص في المجموعة الثانية MBA-PC أكبر من المجموعة الرابعة PBA-PC لأن الانسحال الحاصل عند ازدياد عدد دورات الفك والتركيب بين الغطاء المثبت والوصلة الكروية المعدنية أكبر من الانسحال الحاصل بين الغطاء المثبت والوصلة الكروية المنحوتين من نفس المادة نتيجة لاختلاف معامل المرونة بين المادتين (البولي إيثير إيثير كيتون والمعدن).

اتفقت هذه النتائج مع نتائج دراسة (El Charkawi et al., 2023) حيث ذكر تناقص مقدار القوة التثبيتية للأغطية المثبتة المرنة ضمن مسكن معدني بعد سنة وستين من دورات الفك والتركيب بالإضافة لتناقص القوة التثبيتية للغطاء المكون من مادة البولي ميثيل ميثا أكريلات ضمن غطاء البولي إيثير إيثير كيتون بعد سنة وستين من دورات الفك والتركيب ولكن كان التناقص أكبر في الأغشية الحاوية على مواد مرنة.

كما اتفقت نتائج دراستنا مع نتائج دراسة (Sharaf MY, et al., 2022) حيث ذكر أيضاً تناقص مقدار القوة التثبيتية في الأغشية المثبتة المرنة ضمن المسكن المعدني وفي الأغشية المثبتة المنحوتة من مادة البولي إيثر إيثر كيتون بعد سنة وستين من دورات الفك والتركيب مع بقاء مقدار القوة التثبيتية أكبر في الأغشية المنحوتة من مادة البولي إيثر إيثر كيتون، مع اختلاف نسبة تناقص مقدار القوة التثبيتية لكل مجموعة بين البحثين مع بقاء مقدار القوة التثبيتية لأغشية البولي إيثر إيثر كيتون أعلى من مقدار القوة التثبيتية للأغشية التقليدية في كلا البحثين.

واتفقت نتيجة دراستنا مع نتائج دراسة سابقة أجراها (Nassar HI et al., 2022) الذي قارن بين مقدار القوة التثبيتية لمشابك البولي إيثر إيثر كيتون ومشابك النايلون المثبتتين على العارضة المعدنية وأشارت نتائجهم إلى أن مشابك البولي إيثر إيثر كيتون له ثبات مماثل أو حتى أفضل مقارنة بمشابك النايلون بسبب مقاومته العالية للتغيير السطحي والتآكل.

4-5- مناقشة الإسقاطات السريرية للبحث:

1- على الرغم من كون هذا البحث مخبري، إلا أن له إسقاطات سريرية، حيث تدل قيم مقدار القوة التثبيتية المرتفعة بعد سنتين من دورات الفك والتركيب على إمكانية استخدام مادة البولي إيثر إيثر كيتون كوصلة كروية وكغطاء مثبت للأجهزة السنّية الفوقية لفترة طويلة داخل الفم (سنتين تقريباً) دون الحاجة لزيارات المريض المتكررة كما في الأغشية المثبتة المرنة ضمن المسكن المعدني التي تحتاج لاستبدال بشكل دوري عند اهتراء المكونات المرنة.

2- إن القوة التثبيتية لأغشية البولي إيثر إيثر كيتون أعلى من الأغشية المثبتة المرنة، ولكن التعامل مع قرص البولي إيثر إيثر كيتون أصعب مخبرياً ويحتاج إلى سنايل خاصة لنحته بالإضافة إلى غلاء ثمنه بالمقارنة مع الغطاء المثبت المرن.

الفصل السادس

المقترحات والتوصيات

Suggestions and Recommendations

6-1- المقترحات:

بعد إجراء هذه الدراسة ومراجعة الدراسات السابقة نقترح إجراء المزيد من الأبحاث لاختبار مايلي:

1 . تأثير العمر في مختلف سائل التعقيم على تغير مقدار القوة التثبيتية للأغطية المثبتة المنحوتة من مادة البولي إيثر إيثر كيتون.

2. تأثير الدورات الحرارية على مقدار القوة التثبيتية للأغطية المثبتة المنحوتة من مادة البولي إيثر إيثر كيتون.

3. تأثير التحميل الإطبقي والقوى الجانبية المائلة على مقدار القوة التثبيتية للأغطية المثبتة المنحوتة من مادة البولي إيثر إيثر كيتون.

6-2- التوصيات:

1. يُفضّل استخدام الأغطية التثبيتية المنحوتة من مادة البولي إيثر إيثر كيتون فوق الوصلات الكروية المعدنية نظراً لتفوقها على الأغطية المرنة ضمن مسكن معدني من حيث ثبات الجهاز السنّي الفوقي وديمومة هذا الثبات لفترة أطول.

الفصل السابع

المراجع

References

(A)

1. Abdelaziz, M. S., Tella E. A. E. S. Abd El.M. (2024). "Digital fabrication of polyetheretherketone retentive bar attachment inserts as overdenture maintenance: a dental technique." **The Journal of Prosthetic Dentistry**. 131(6):1034-1037.
2. Abdelaziz, M. S., Fawzy, A. M., Ghali, R. M. and Nassar, H. I.(2023). "Retention of different attachment systems for digitally designed mandibular implant overdenture." **Journal of Prosthodontics**. 32(2): 162-169.
3. Abdulla Mardan, N., Teodora, P.C., Imre, M., Maria, T.A., Preoteasa, E. (2013) "Self-reported denture satisfaction in completely edentulous patients," **Romanian Journal of Oral Rehabilitation**. 5:88–95.
4. Agrawal, N., Jain, S., and Agrawal, D. (2018). "A comparative evaluation of fatigue resistance of two different implant overdenture stud attachments with two different denture base materials: An: in vitro: study." **The Journal of Indian Prosthodontic Society**. 18(1): 10-18.
5. Ahmed, N., Abbasi, M. S., Haider, S., Ahmed, N., Habib, S. R., Altamash, S., Zafar, M. S. and Alam, M. K. (2021). "Fit accuracy of removable partial denture frameworks fabricated with CAD/CAM, rapid prototyping, and conventional techniques: A systematic review." **BioMed Research International**. (1): 3194433.
6. Akkan, C. K., Hammadeh, M. E., May, A., Park, H. W., Abdul-Khaliq, H., Strunskus, T., Aktas, O. C. (2014) Surface topography and wetting modifications of PEEK for implant applications. **Lasers Medical Science**. 29:1633-9
7. Alsabeeha, N. H., Payne, A. G., and Swain, M. V. (2009) "Attachment systems for mandibular two-implant overdentures: a review of in vitro investigations on retention and wear features," **International Journal of Prosthodontics**. 22(5):429–440
8. Arnold, C., Hey, J., Setz, J. M., Boeckler, A. F., and Schweyen, R. (2018). "Retention force of removable partial dentures with different double crowns." **Clinical Oral Investigation**. 22:1641-1649.

9. Atashrazm, P., Dashti, M. H., Alavijeh, L. Z., Azarmaeh, S. M. S.(2014) The influences of implant angulations in one and two directions on the retentive properties of overdenture attachments: an in vitro study. **The Journal of Indian Prosthodontic Society**. 14:72–7.
10. Azizi, B., Budimir, A., Bago, I., Mehmeti, B., Jakovljević, S., Kelmendi, J., Stanko, A. P., and Gabrić, D. (2018). "Antimicrobial efficacy of photodynamic therapy and light-activated disinfection on contaminated zirconia implants: An in vitro study." **Photodiagnosis and Photodynamic Therapy**. 21: 328-333.

(B)

11. Barengi, L., Barengi, A., Cadeo, C., and Di Blasio, A. (2019). "Innovation by computer-aided design/computer-aided manufacturing technology: A look at infection prevention in dental settings." **BioMed Research International**. 2019(1): 6092018.
12. Bathala, L., Majeti, V., Rachuri, N., Singh, N., and Gedela, S. (2016). "The role of polyether ether ketone (PEEK) in dentistry—a review." **Journal of Medicine and Life**. 12(1): 5.
13. Bayer, S., Komor, N., Kramer, A., Albrecht, D., Mericske-Stern, R., and Enkling, N. (2012). "Retention force of plastic clips on implant bars: a randomized controlled trial." **Clinical Oral implants Research**. 23(12): 1377-1384.
14. Berger, C. H., Arnold, C., Stalder, A. K., Weber, A., Abou-Ayash, S., and Schimmel, M.(2020). "Root-retained overdentures: Survival of abutment teeth with precision attachments on root caps depends on overdenture design." **Journal of Oral Rehabilitation**. 47(10): 1254-1263.
15. Blanch-Martínez, N., Arias-Herrera, S., Martínez-González, A.(2021) Behavior of polyether-ether-ketone (PEEK) in prostheses on dental implants. A review. **Journal of Clinical and Experimental Dentistry**. 1;13(5):520-526.
16. Blatz, M. B., Conejo, J. (2019) The Current State of Chairside Digital Dentistry and Materials. **Dental Clinic of North America**. 63(2):175–197.

17. Branchi, R., Vangi, D., Virga, A., Guertin, G., Fazi, G. (2010) Resistance to wear of four matrices with ball attachments for implant overdentures: a fatigue study. **Journal of Prosthodontics**. 19(8):614-9.
18. Brizuela, A., Herrero-Climent, M., Rios-Carrasco, E., Rios-Santos, J. V., Pérez, R. A., Manero, J. M., and Gil Mur, J. (2019). "Influence of the elastic modulus on the osseointegration of dental implants." **Materials**. 12(6): 980.
19. Büttel, A. E., Lüthy, H., Sendi, P., and Marinello, C. P. (2012). "Wear of ceramic and titanium ball attachments in subjects with an implant-retained overdenture: a controlled clinical trial." **The Journal of Prosthetic Dentistry**. 107(2): 109-113.

(C)

20. Carneiro Pereira, A. L., Bezerra de Medeiros, A. K., de Sousa Santos, K., Oliveira de Almeida, É., Seabra Barbosa, G. A., da Fonte Porto Carreiro, A. (2021) Accuracy of CAD-CAM Systems for Removable Partial Denture Framework Fabrication: A Systematic Review. **Journal of Prosthetic Dentistry**. 125(2):241–248.
21. Cevik, P., Schimmel, M., and Yilmaz, B. (2022). "New generation CAD-CAM materials for implant-supported definitive frameworks fabricated by using subtractive technologies." **BioMed Research International**. (1): 3074182.
22. Chaware, S. H., and Thakkar, S. T. (2020). "A systematic review and meta-analysis of the attachments used in implant-supported overdentures." **The Journal of Indian Prosthodontic Society**. 20(3): 255-268.
23. Chrcanovic, B. R., Ghiasi, P., Kisch, J., Lindh, L., and Larsson, C. (2020). "Retrospective study comparing the clinical outcomes of bar-clip and ball attachment implant-supported overdentures." **Journal of Oral Science**. 62(4): 397-401.
24. Costa-Palau, S., Torrents-Nicolas, J., Brufau-de Barberà, M., and Cabratosa-Termes, J. (2014). "Use of polyetheretherketone in the fabrication of a maxillary obturator prosthesis: a clinical report." **The Journal of Prosthetic Dentistry**. 112(3): 680-682.
25. Cune, M., van Kampen, F., van der Bilt, A., Bosman, F. (2005) Patient satisfaction and preference with magnet, bar-clip, and ball-socket retained mandibular implant

overdentures: A cross-over clinical trial. **The International Journal of Prosthodontic.** 18(2):99-105.

(D)

26. da Fontoura Frasca, L. C., Castro Mattia, P. R., Botega, D. M., Rivaldo, E. G. (2014) Evaluation of retention forces and resistance to fatigue of attachment systems for overdentures: plastic and metal components. **Implant Dentistry.** 23(4):451-5.

27. de Campos, M. R., Botelho, A. L., and Dos Reis, A. C." (2023) Reasons for the fatigue of ball attachments and their O-rings: A systematic review." **Dental and Medical Problems.** 60(1): 167-176.

28. Deshpande S, Chandak A, Radke U, Mahalle H, Patil PG.(2022) Effect of Ball and Bar Attachment Type on Patient Satisfaction Using Two-Implant-Retained Mandibular Overdenture: A Crossover Randomized Clinical Trial. **Journal of Maxillofacial and Oral Surgery.** 2022 Dec;21(4):1175-1179.

(E)

29. El-Anwar, M. I., El-Taftazany, E. A., Hamed, H. A., and Abd ElHay, M. A. (2017). "Influence of number of implants and attachment type on stress distribution in mandibular implant-retained overdentures: Finite element analysis." **Open Access Macedonian Journal of Medical Science.** 5(2): 244.

30. El-Zawahry, M. M., Ibraheem, E. M., Nassani, M. Z., Ghorab, S. A., and El-Anwar, M. I. (2018). "Stress analysis of mandibular implant overdentures retained with one, two, or four ball attachments: A finite element study." **Dental Research Journal.** 15(6): 437-443.

31. El Charkawi, H. G., and Abdelaziz, M. S. (2023). "Novel CAD–CAM fabrication of a custom-made ball attachment retentive housing: an in-vitro study." **European Journal of Medical Research.** 28(1): 520.

32. Emera, R. M., Altonbary, G. Y. (2019) Retention force of zirconia bar retained implant overdenture: clinical comparative study between PEEK and plastic clips. **International Dental Research.** 9(3):92-98.

33. Epstein, D. D., Epstein, P. L., Cohen, B. I., Pagnillo, M. K. (1999) Comparison of the retentive properties of six prefabricated post overdenture attachment systems. **The Journal of Prosthetic Dentistry**. 82(5):579-584.
34. Eschbach, L. (2000) Nonresorbable polymers in bone surgery. **Injury**. 4:22-7.
35. Ettinger, R. L., Marchini, L., and Childs, C. A. (2022). "Are Root-Supported Overdentures Still an Alternative to Implant-Supported Overdentures? A Scoping Review." **Journal of Prosthodontics**. 31(8): 655-662.
36. Ettinger, R. L., and Qian, F. (2018) "Longitudinal assessment of denture maintenance needs in an overdenture population," **Journal of Prosthodontics**. 28(1):22-29.
37. Evtimovska, E., Masri, R., Driscoll, C.F., and Romberg, E. (2009) "The change in retentive values of locator attachments and hader clips over time," **Journal of Prosthodontics**. 18(6):479–483.

(H)

38. Hakeem, A. A., Shah, A. S., Shazana, Q. N., Bali, K. S. (2021) Evaluation of patient satisfaction in precision attachment-supported overdentures and conventional overdentures through verbal rating system. **International Journal of Advanced Research**. 9(5):963–967.
39. Hategan, S. I., Ionel, T. F., Goguta, L., Gavrilovici, A., Negrutiu, M. L., and Jivanescu, A. (2018) Powder and Powder-Free Intra-Oral Scanners: Digital Impression Accuracy. **Primary Dental Journal**. 7(2):40–43.
40. Hahnel, S., Wieser, A., Lang, R., and Rosentritt, M. (2015). "Biofilm formation on the surface of modern implant abutment materials." **Clinical Oral Implants Research**. 26(11): 1297-1301.

(J)

41. J Pytko-Polonczyk, J., Jakubik, A., Przeklasa-Bierowiec, A., and Muszynska, B. (2017) Artificial saliva and its use in biological experiments. **Journal of Physiology and Pharmacology**. 68(6):807-813.

42. Jovanovic, M., Živic, M., and Milosavljevic, M. (2021) A Potential Application of Materials Based on a Polymer and CAD/CAM Composite Resins in Prosthetic Dentistry. **Journal of Prosthodontic Research**. 65(2):137–147.

(K)

43. Kaleli, N., Sarac, D., Külünk, S., and Öztürk, Ö. (2018) Effect of different restorative crown and customized abutment materials on stress distribution in single implants and peripheral bone: A three-dimensional finite element analysis study. **The Journal of Prosthetic Dentistry**. 119:437-445.

44. Kern, M., and Lehmann, F. (2012) Influence of surface conditioning on bonding to polyetheretherketon (PEEK) . **Dental Materials**. 28(12):1280-3.

45. Krishna, S., Kumar, R., and Sailasri, K. (2022). "Implant-Supported Overdenture using ball attachments in maxilla and mandible: A case report." **Cureus**. 14(3):e23264.

(L)

46. Leong, J. Z., Beh, Y. H., and Ho, T. K. (2024). "Tooth-Supported Overdentures Revisited." **Cureus**. 16(1):e53184.

(M)

47. Matthys, C., Vervaeke, S., Besseler, J., Doornewaard, R., Dierens, M., and De Bruyn, H. (2019). "Five years follow-up of mandibular 2-implant overdentures on locator or ball abutments: Implant results, patient-related outcome, and prosthetic aftercare." **Clinical Implant Dentistry and Related Research**. 21(5): 835-844.

48. Meenan, B. J., McClorey, C., and Akay, M. (2000) Thermal analysis studies of poly(etheretherketone)/hydroxyapatite biocomposite mixtures. **Journal of Material Sciencs. Material Medicine**. 11(8):481-489.

49. Mínguez-Tomás N, Alonso-Pérez-Barquero J, Fernández-Estevan L, Vicente-Escuder Á, Selva-Otaolaurruchi EJ. (2018) In vitro retention capacity of two overdenture attachment systems: Locator® and Equator®. **Journal of Clinical and Experimental Dentistry**. 10(7):e681-e686.

(N)

50. Najeeb, S., Zafar, M. S., Khurshid, Z., and Siddiqui, F.(2016) Applications of polyetheretherketone (PEEK) in oral implantology and prosthodontics. **Journal of Prosthodontic Research**. 60(1):12-9.
51. Nassar, H. I., and Abdelaziz, M. S.(2022) Retention of bar clip attachment for mandibular implant overdenture. **BMC Oral Health**. 22(1):227.
52. Nizam, N., Gürlek, Ö., and Akcalı, A. (2014) Implant site preparation with hard and soft tissue augmentation in esthetic zone: a case report. **International Archives of Dental Sciences**. 35(2):41-46.

(O)

53. Ortensi, L., Martinolli, M., Borromeo, C., Ceruso, F. M., Gargari, M., Xhanari, E., and Tallarico, M. (2019). "Effectiveness of ball attachment systems in implant retained-and supported-overdentures: A three-to five-year retrospective examination." **Dentistry Journal**. 7(3): 84.
54. Ortega-Martínez, J., Farré-Lladós, M., Cano-Batalla, J., and Cabratosa-Termes, J. (2017). Polyetheretherketone (PEEK) as a medical and dental material. A literature review. **Medical Research Archives**. 5(4).

(P)

55. Parate, K. P., Naranje, N., Vishnani, R., and Paul, P. (2023). "Polyetheretherketone Material in Dentistry." **Cureus**. 15(10):e46485.
56. Payne, A. G., Alsabeeha, N. H., Atieh, M. A., Esposito, M., Ma, S., and El-Wegoud, M. A. (2018). "Interventions for replacing missing teeth: attachment systems for implant

overdentures in edentulous jaws "**Cochrane Database of Systematic Reviews**. 10(10):CD008001.

57. Porojan, L., Toma, F. R., Vasiliu, R. D., Topala, F. I., Porojan, S. D., and Matichescu, A. (2021) Optical Properties and Color Stability of Dental PEEK Related to Artificial Ageing and Staining. **Polymers**. 13(23):4102.

58. Punia, U., Kaushik, A., Garg, R. K., Chhabra, D., Sharma, A. (2022) 3D Printable Biomaterials for Dental Restoration: A Systematic Review. **Materials Today. Proceedings**. 63(1):566–572.

(R)

59. Rabiei, A., and Sandukas, S. (2013) Processing and evaluation of bioactive coatings on polymeric implants. **Journal of Biomedical Materials Research. Part A**. 101(9):2621-9.

60. Rahmitasari, F., Ishida, Y., Kurahashi, K., Matsuda, T., Watanabe, M., and Ichikawa, T. (2017) PEEK with reinforced materials and modifications for dental implant applications. **Dentistry Journal**. 5(4):35.

61. Ramadan, R. E., and Mohamed, F. S.(2020) Retention of mandibular implant-retained overdentures with two different attachment designs: an in vitro study. **The Journal of Prosthetic Dentistry**. 123(5):738.e1- 738.e6.

(S)

62. Salehi, R., Shayegh, S. S., Johnston, W. M., and Hakimaneh, S. M. R. (2019). "Effects of interimplant distance and cyclic dislodgement on retention of LOCATOR and ball attachments: an in vitro study." **The Journal of Prosthetic Dentistry**. 122(6): 550-556.

63. Samantaray, R. K., Nanda, K., and Sahoo, D. (2020). "Over-Dentures and Attachments: A Review of Literature." **Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology**. 14(4).

64. Santing, H. J., Meijer, H. J., Raghoobar, G. M., and Özcan, M. (2012) Fracture strength and failure mode of maxillary implantsupported provisional single crowns: a comparison of composite resin crowns fabricated directly over PEEK abutments and solid titanium abutments. **Clinical Implant Dental Related Research**. 14(6):882-9.

65. Schwartz-Arad, D., Kidron, N., and Dolev, E. (2005) A long-term study of implants supporting overdentures as a model for implant success. **Journal of Periodontology**. 76(9):1431-5.
66. Seo, J. G., and Cho, J. H. (2020) Clinical outcomes of rigid and non-rigid telescopic double-crown-retained removable dental prostheses: An analytical review. **The Journal of Advanced Prosthodontics**. 12(1):38-48.
67. Sharaf, M., Eskander, A., and Afify, M. (2022). "Novel PEEK retentive elements versus conventional retentive elements in mandibular overdentures: a randomized controlled trial." **International Journal of Dentistry**. (1): 6947756.
68. Sharaf, M. Y., Bakry, A. I. E. I., and Abdall, M. F.(2020) A Comparison of the Retentive Force of Ball and Socket Attachment versus Magnet Attachment in Mandibular Overdentures: A Randomized Control Trial. **Journal of International Oral Health**.12(5): 420–426.
69. Shastri, T., Anupama, N. M., Shetty, S., and Nalinakshamma, M. (2016) An in vitro comparative study to evaluate the retention of different attachment systems used in implant-retained overdentures. **Journal of Indian Prosthodontic Society**. 16(2):159-66.
70. Shirakawa, N., Iwata, T., Miyake, S., Otuka, T., Koizumi, S., and Kawata, T. (2018) Mechanical properties of orthodontic wires covered with a polyether ether ketone tube. **The Angle Orthodontist**. 88(4):442-449.
71. Skirbutis, G., Dzingutė, A., Masiliūnaitė, V., Šulcaitė, G., and Žilinskas, J. (2017) "A review of PEEK polymer's properties and its use in prosthodontics." **Stomatologija**. 19(1):19-23.
72. Skorulska, A., Piszko, P., Rybak, Z., Szymonowicz, M., and Dobrzyński, M. (2021). "Review on polymer, ceramic and composite materials for cad/cam indirect restorations in dentistry—Application, mechanical characteristics and comparison." **Materials**. 14(7): 1592.
73. Stalder, A., Berger, C. H., Buser, R., Wittneben, J., Schimmel, M., and Abou-Ayash, S.(2021). Biological and technical complications in root cap-retained overdentures after 3-

15 years in situ: a retrospective clinical study. **Clinical Oral Investigation**. 25(4):2325–2333.

74. Stawarczyk, B., Eichberger, M., Uhrenbacher, J., Wimmer, T., Edelhoff, D., and Schmidlin, R. M. (2015). "Three-unit reinforced polyetheretherketone composite FDPs: influence of fabrication method on load-bearing capacity and failure types." **Dental Materials Journal**. 34(1): 7-12.

75. Sultana, N., Bartlett, D. W., and Suleiman, M. (2017). "Retention of implant-supported overdentures at different implant angulations: Comparing Locator and ball attachments." **Clinical Oral Implants Research**. 28(11): 1406-1410.

(T)

76. Tannous, F., Steiner, M., Shahin, R., and Kern, M. (2012) "Retentive forces and fatigue resistance of thermoplastic resin clasps. **Dental Material**. 28(3):273-8.

77. Türk, P. E., Geckili, O., Türk, Y., Günay, V., and Bilgin, T. (2014) In vitro comparison of the retentive properties of ball and locator attachments for implant overdentures. **The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**. 29(5):1106-13.

(v)

78. Varshney N, Aggarwal S, Kumar S, Singh SP. (2019) Retention and patient satisfaction with bar-clip, ball and socket and kerator attachments in mandibular implant overdenture treatment: An *in vivo* study. **Journal of Indian Prosthodontic Society**. 19(1):49-57.

(w)

79. Wakam, R., Benoit, A., Mawussi, K.B., and Gorin, C. (2022). "Evaluation of retention, wear, and maintenance of attachment systems for single-or two-implant-retained mandibular overdentures: a systematic review." **Materials**. 15(5): 1933

(Y)

80. Yalamolu, S. S. S., Bathala, L. R., Tammineedi, S., Pragallapati, S. H. L. P., and Vadlamudi, C. (2023). "Prosthetic journey of magnets: a review." **Journal of Medicine and Life**. 16(4): 501.

(Z)

81. Zaruba, M., Mehl, A. (2017) Chairside systems: A current review Chairside-Systeme: Eine aktuelle Übersicht. **International Journal of Computerized Dentistry**. 20(2):123–149.

المراجع العربية:

1. السّعدى، مهّند. (2010). المعجم الشّارح لمصطلحات التّعويضات السّنّيّة. الطّبعة الأولى. دمشق:الجمهورية

العربيّة السّوريّة. دار القدس للعلوم. ص:20.

2. غلاونجي، ياسمين.، جاموس، عصام. دراسة مخبريّة مقارنة لمقاومة الكسر وأنماط الفشل للأرجاء المعالجة لبياً والمرممة بالتاج المندخل ضمن الحجرة اللبية والمصنوع من ثلاث مواد مختلفة. (ماجستير) سوريا، جامعة دمشق، 2020.

المُلخَص

الهدف من الدراسة: تُقارن هذه الدراسة مقدار القوة التثبيتية بين وصلات كروية مصنوعة من مادتين مختلفتين (المعدنية والمنحوتة من مادة البولي إيثر إيثر كيتون) مع نوعين مختلفين من الأغشية المثبتة (غطاء مثبت مرن ضمن مسكن معدني وغطاء مثبت منحوت من مادة البولي إيثر إيثر كيتون) بعد 2160 دورة من الفك والتركيب.

المواد والطرائق: تكونت عينة البحث من 20 عينة، قُسمت بشكل متساوٍ إلى 4 مجموعات، صُمم الغطاء المثبت حاسوبياً ونُحِتَت 10 أغشية مثبتة من قرص البولي إيثر إيثر كيتون ((PEEK Caps (PC بواسطة الـ CAD- CAM كما استُخدمت 10 أغشية مثبتة مرنة ضمن مسكن معدني ((Nylon Caps (NC (مسبقي الصنع). مُسِحت وصلة كروية معدنية بماسح داخل فموي ونُحِتَت 10 وصلات كروية من مادة البولي إيثر إيثر كيتون (Peek Ball Attachments (PBA وطُبِعَت 10 وصلات كروية معدنية ((Metal Ball Attachments (MBA ووُضِعَت كل وصلة كروية ضمن مكعب من مادة الراتنج الأكريلي ذاتي التآثر بشكل متوازٍ مع محور الفك والتركيب بواسطة المخطط ثم ثُبِتَت الأغشية المثبتة على الوصلات الكروية على النحو التالي: 5MBA-NC, 5MBA-PC, 5PBA-NC, 5PBA-PC). غُمِرَت العينات باللعب الصناعي خلال دورات الفك والتركيب واختُبرَت القوة التثبيتية عند أول دورة فك وتركيب وبعد 90 و 540 و 1080 و 2160 دورة من الفك والتركيب وسُجِلَت النتائج وحُلِلَت إحصائياً بواسطة برنامج الـ SPSS.

النتائج: أظهرت النتائج أن مقدار القوة التثبيتية للمجموعات التي تحوي على غطاء مثبت منحوت من مادة البولي إيثر إيثر كيتون كانت أعلى من المجموعات التي تحوي أغشية مثبتة مرنة ضمن مسكن معدني عند أول دورة فك

وتركيب وحتّى سنتين من دورات الفكّ والتّركيب، وأنّ مقدار ونسبة تراجع القوّة التّثبيتيّة كانت أقلّ في المجموعة الرّابعة (وصلة كرويّة وغطاء مُثبّت منحوتين من مادّة البولي إيثر إيثر كيتون) بالمقارنة مع باقي المجموعات.

الاستنتاجات: كان مقدار القوّة التّثبيتيّة للوصلات الكرويّة مع غطاء مُثبّت منحوتين من مادّة البولي إيثر إيثر كيتون أعلى من مقدار القوّة التّثبيتيّة للوصلات الكرويّة المعدنيّة مع الغطاء المُثبّت المرن ضمن مسكن معدنيّ، بالإضافة لعدم وجود فرق في مقدار القوّة التّثبيتيّة بين الوصلة الكرويّة المعدنيّة والوصلة الكرويّة المنحوتة من مادّة البولي إيثر إيثر كيتون عند استخدام الغطاء المُثبّت المرن ضمن المسكن المعدنيّ.

الكلمات المفتاحيّة: وصلة كرويّة، أغطية مُثبّطة، بولي إيثر إيثر كيتون، قوّة تثبيتيّة.