الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
كلية طب الأسنان
قسم التعويضات المتحركة

مقارنة قوة ارتباط الراتنج الأكريلي المتماثر بالحرارة مع نوعين من الخلائط المعدنية المستخدمة في الأجهزة السنية الجزئية المتحركة

A Comparative Study Of Bond Strength Of Heat - Polymerized Acrylic Resin To Two Types Of Metal Alloys Used In Removable Partial Dentures

(In Vitro Study)

أُطروحة قُدمت إلى جامعة دمشق لنيل درجة الماجستير في علوم طب الأسنان
اختصاص تعويضات الأسنان المتحركة

إعداد الباحثة
علا محمد نصوح الخيمي

إشراف
الأستاذ الدكتور إياد الشعراني
أستاذ في قسم التعويضات المتحركة-كلية طب الأسنان-جامعة دمشق

١٤٣٩هـ/٢٠١٧ م

تصريح

"لا يوجد أي جزء من هذه الأطروحة تمَّ أخذُه بالكامل من عملٍ آخر أو أُنجِز للحصول على شهادة أخرى في هذه الجامعة أو في أية جامعةٍ أخرى أو أي معهدٍ تعليمي."

إهداء

إلى من افتخر عندما اتبع اسمي باسمه ...

إلى من استنير بأحلامه ونصائحه ... ربيع أيامي أبي

إلى من كانت شمعةً تنير دربي وروحاً تسكن جسدي ... إلى جنتي ... إليكِ أمي

إلى صدى روحي ... وشريك أيامي وأحلامي ... مسك حياتي يحيى

إلى من كانوا ليَ الحب والدعم والأمان ... عبق هذه الحياة

أمل أيامي أنس ...

نجمة حياتي سهى ...

توأم روحي رولا ...

إلى من كانوا لي حضناً ودفئاً وأهلاً وغمروني بحبهم ودعواتهم

عمو سالم وماما ميسون

إلى شركاء الرحلة الطويلة رفاق الدرب...

أصدقائي

وأخيراَ ... إلى فرحة عمري ... ولؤلؤة قلبي ...

ملاكي أيلا

كلمة شكر

في البداية أحمد الله تعالى الذي وفقني وأعانني على إنجاز هذا البحث .

وأتقدم بجزيل شكري وعظيم امتناني إلى أستاذي الفاضل **الأستاذ الدكتور إياد الشعراني** لتفضله بقبول الإشراف على هذه الرسالة والذي كان خير عون لي ولم يبخل عليّ بجهده ووقته ورعايته وكان لي الأستاذ والأب والمرشد، أستاذي لك مني كل الاحترام والتقدير .

كما أتقدم بالشكر الجزيل إلى **الأستاذ الدكتور غسان الوزير** لتفضله بقبول المشاركة في تحكيم هذه الأطروحة وإغنائها بملحوظاته وتوجيهاته القيمة والذي كان الأستاذ الفاضل والقلب الكبير طوال سنين الدراسة في كلية طب الأسنان .

كما أتوجه بالشكر والامتنان إلى **الأستاذ الدكتور المهلب داوود** لتفضله مشكوراً بقبول المشاركة في تحكيم هذه الرسالة وإثرائها بملحوظاته ونصائحه وتوجيهاته التي سترقى بالبحث وتغنيه والذي ما توانى يوماً عن مد يد المساعدة لي وكان له عظيم الفضل والامتنان .

وأتقدم بالشكر إلى السادة الأساتذة أعضاء قسم تعويضات الأسنان المتحركة على رعايتهم وتشجيعهم، وأخصُ بالشكر **أ. د. مهند السعدي وأ. د. علاء سلوم وأ. د. عمار مصطفى** ، لما بذلوا من عطاء خلال سنين دراستي **والرحمة لروح المدرس الدكتور جوزيف عساف** .

وأتوجه بالشكر إلى إدارة كلية طب الأسنان ممثلة **بالأستاذ الدكتور محمد سالم ركاب** عميد الكلية ، **والأستاذة الدكتورة رانيا حداد** نائب عميد الكلية للشؤون العلمية ، **والأستاذ الدكتور أسامة الجبان** نائب عميد الكلية للشؤون الإدارية وذلك للجهود الكبيرة التي يبذلونها لإنجاح مسيرة البحث العلمي في الكلية .

كما أتقدم بعظيم الامتنان وبالشكر الجزيل لكلِ من : د. هبة الحلو ، د. مازن ادلبي ، د. محمد أنس الخيمي د. أيمن عقاد ، د. نيري ميسريان ، د. خليل حربا ، د. غزوان ماردیني ، د. غالية شبيب ، أ. مؤنس الخطيب ، والتقدير الكبير لأخوتي : د. صالح الكردي و د. فرح الجوني .

وفي الختام أتقدم بخالص شكري وتقديري لكل من ساهم أو نصح وأرشد من أجل إخراج هذه الدراسة إلى النور .

قائمة المحتويات

جدول المحتويات

المقدمة..... ١٠

أهداف البحث ١٢

الباب الأول: المراجعة النظرية ١٣

١- مقدمة في الأجهزة الجزئية المتحركة..... ١٤

١.١. لمحة تاريخيَة عن تطور مواد قواعد الأجهزة السنيَة ١٥

١.٢. المتطلبات الواجب توافرها في مواد التعويضات المتحركة ١٦

٢ _ الراتنج الأكريلي ١٦

٣_ الخلائط المعدنية ١٧

٣.١. الخصائص المثالية للخلائط المعدنية..... ١٧

٣.٢. المتطلبات العامة الواجب توافرها في الخلائط المعدنية ١٨

٣.٣. تصنيف خلائط الصب السنية..... ١٨

٤_ خلائط الأجهزة الجزئية المتحركة ٢٠

٤.١. خلائط الكروم كوبالت ٢٠

٤.٢. خلائط التيتانيوم النقي التجاري..... ٢٢

٥ _ الخواص الميكانيكية للمعادن والخلائط المعدنية واختباراتها 27

الدراسات السابقة ٣١

الباب الثاني: المواد والطرق..... ٣٨

العينات المعدنية..... ٣٩

العينات الأكريلية ٤٠

المواد المستخدمة في البحث..... ٤٠

الأدوات والأجهزة المستخدمة في البحث ٤١

طريقة العمل المخبري ٥١

طرق الدراسة الإحصائية..... ٨٣

الباب الثالث: النتائج والدراسة الإحصائية..... ٨٤

الباب الرابع: المناقشة ٩٥

الباب الخامس: الاستنتاجات ١٠٣

الباب السادس: المقترحات والتوصيات..... ١٠٥

الباب السابع : المراجع..... ١٠٨

الملخص باللغة العربية ١٢١

الملخص باللغة الإنكليزية..... ١٢٣

قائمة الجداول

رقم الجدول	الوصف	رقم الصفحة
(الجدول رقم ١)	توزُع عينة البحث وفقاً لنوع الخليطة المستخدم وحسب طريقة معالجة سطح الخليطة المعدنية	٨٥
(الجدول رقم ٢)	جدول توصيف المجموعات (يوضح الاختصارات)	٨٦
(الجدول رقم ٣)	جدول يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لقوة الارتباط في عينة البحث وفقا لنوع الخليطة المستخدم وطريقة معالجة سطح تلك الخليطة	٨٧
(الجدول رقم ٤)	اختبار (Kolmogorov–Smirnov)	٨٩
(الجدول رقم ٥)	نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لمجموعة الكروم كوبالت	٨٩
(الجدول رقم ٦)	الموضح لنتائج المقارنة الثنائيَة لمتوسط قوة الارتباط بين المجموعات حسب طريقة معالجة سطح خليطة الكروم كوبالت	٩٠
(الجدول رقم ٧)	نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب لمجموعة التيتانيوم ANOVA	٩١
(الجدول رقم 8)	نتائج المقارنة الثنائيَة لمتوسط قوة الارتباط بين المجموعات حسب طريقة معالجة سطح خليطة التيتانيوم	٩٢
(الجدول رقم 9)	نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA ما بين مجموعات الكروم كوبالت ومجموعات التيتانيوم	٩٣
(الجدول رقم 10)	اختبار فيشر (LSD)	٩٣–٩٤

قائمة المخططات البيانية

رقم المخطط	الوصف	رقم الصفحة
مخطط رقم ١	يوضح المتوسط الحسابي لقوة الارتباط	٨٨
مخطط رقم ٢	مخطط يبيِن المتوسط الحسابي والحد الأدنى والحد الأعلى لقوة الارتباط عند مستوى الثقة ٩٥% لمجموعات الكروم كوبالت .	٩٠
مخطط رقم ٣	مخطط يبيِن المتوسط الحسابي والحد الأدنى والحد الأعلى لقوة الارتباط عند مستوى الثقة ٩٥% لمجموعات التيتانيوم النقي .	٩٢

قائمة الأشكال التوضيحية

رقم الشكل	الوصف	رقم الصفحة
(الشكل ١)	الراتنج الأكريلي حراري التماثر	٤١
(الشكل ٢)	خليطة الكروم كوبالت التجارية	٤٢
(الشكل ٣)	المسحوق الكاسي الخاص بخليطة الكروم كوبالت	٤٢
(الشكل ٤)	خليطة التيتانيوم النقي التجاري	٤٣
(الشكل ٥)	المسحوق الكاسي الخاص بخليطة التيتانيوم النقي التجاري	٤٣
(الشكل ٦)	النماذج المعدنية التي جرى نسخها	٤٤
(الشكل ٧)	أدوات تحضير النماذج الشمعية	٤٤
(الشكل ٨)	المادة الرابطة METAL PRIMER LIQUID 5ml	٤٥
(الشكل ٩)	جهاز التصليب الحراري للراتنج الأكريلي	٤٦
(الشكل ١٠)	جهاز الصب الخاص بخليطة الكروم كوبالت	٤٦
(الشكل ١١)	جهاز الصب الخاص بخليطة التيتانيوم النقي التجاري	٤٧
(الشكل ١٢)	جهاز الترميل الهوائي	٤٨

(الشكل ١٣)	جهاز التشريد الكهربائي الخاص بعينات خليطة الكروم كوبالت	٤٨
(الشكل ١٤)	جهاز الاختبارات الميكانيكية (قياس قوى القص)	٤٩
(الشكل ١٥)	المحم المائي المستخدم لغمر العينات بدرجة حرارة ٣٧ درجة مئوية	٥٠
(الشكل ١٦)	جهاز التنظيف بالأمواج فوق صوتية (ULTRASONIC CLEANER)	٥٠
(الشكل ١٧)	النماذج الشمعية المحضرة (٦٠ أسطوانة) والمراد صبها بخليطتي الكروم كوبالت والتيتانيوم النقي التجاري	٥٤
(الشكل ١٨)	وصل النماذج الشمعية بأوتاد الشمع من أجل إجراء عملية الصب	٥٤
(الشكل ١٩)	ربط الأسطوانات الشمعية الموصولة بالأوتاد بالقاعدة الشمعية ووضعها ضمن بوتقة الصب ومزج المسحوق الكاسي الخاص بخليطة الكروم كوبالت	٥٥
(الشكل ٢٠)	سكب المسحوق الكاسي ضمن بوتقة الصب ومن ثم الحصول على الأسطوانات المعدنية المصبوبة بخليطة الكروم كوبالت	٥٥
(الشكل ٢١)	العينات المعدنية موصولة بأوتاد الصب بعد الصب والفصل ولازالت بقابا الكاسي عليها	٥٦

(الشكل ٢٢)	العينات المعدنية المصبوبة بخليطة الكروم كوبالت بعد الإنهاء	٥٦
(الشكل ٢٣)	ربط الأسطوانات الشمعية المراد تحويلها إلى الراتنج الأكريلي حراري التصلب بالأسطوانات المعدنية المصبوبة بخليطة الكروم كوبالت	٥٧
(الشكل ٢٤)	مراحل صب أسطوانات خليطة الكروم كوبالت	٥٨
(الشكل ٢٥)	نصفي البوتقة بعد إذابة الشمع	٥٩
(الشكل ٢٦)	ترميل سطوح الارتباط بواسطة جزيئات أوكسيد الألمينيوم	٦٠
(الشكل ٢٧)	ترميل سطوح الارتباط بواسطة جزيئات أوكسيد الألمينيوم	٦١
(الشكل ٢٨)	تطبيق الراتنج الأكريلي حراري التصلب	٦٢
(الشكل ٢٩)	الشكل لنهائي لعينات خليطة الكروم كوبالت	٦٣
(الشكل ٣٠)	العينات النهائية لخليطة الكروم كوبالت	٦٤
(الشكل ٣١)	ربط الأسطوانات الشمعية الموصولة بالأوتاد الشمعية ضمن شمع بوتقة الصب ومن ثم وضع المسحوق الكاسي الخاص بصب خلطة التيتانيوم ضمن البوتقة	٦٥

(الشكل ٣٢)	الحصول على عينات التيتانيوم المعدنية بعد الانتهاء من عملية الصب وفصل الأسطوانات المعدنية عن أوتاد الصب من أجل تجهيزها للدراسة	٦٥
(الشكل ٣٣)	مراحل صب أسطوانات التيتانيوم	٦٦
(الشكل ٣٤)	أسطوانات التيتانيوم	٦٦
(الشكل ٣٥)	ربط العينات الشمعية بالأسطوانات المعدنية	٦٨
(الشكل ٣٦)	وضع العينات ضمن البواتق حيث تم وضع كل مجموعة من المجموعات الست على حدى وتمت إذابة الشمع وبعدها أجريت معالجة السطوح قبل ربط المعدن بالأكريل الحراري	٦٩
(الشكل ٣٧)	وضع البوتقة الحاملة للعينات المعدنية بعد إذابة الشمع ضمن جهاز التنظيف بالأمواج الفوق صوتية (ultrasonic cleaner)	٧٠
(الشكل ٣٨)	ترميل بوتقتين (عشرين أسطوانة) وتطبيق ال Bondعلى بوتقتين (عشرين أسطوانة)	٧١
(الشكل ٣٩)	تطبيق الراتنج الأكريلي حراري التصلُب مكان الشمع المُذاب	٧٢
(الشكل ٤٠)	شكل ترسيمي يوضّح طريقة تحضير السطح وطريقة إجراء الاختبار الميكانيكي	٧٣
(الشكل ٤١)	شكل النموذج الأكريلي قبل إجراء الاختبار الميكانيكي	٧٤

(الشكل ٤٢)	يظهر الشكل العينات الستين مرقمة من ١ إلى ٦٠ حسب نوع الخليطة ومعالجة السطح	٧٥
(الشكل ٤٣)	وضع العينات ضمن المحم المائي بدرجة حرارة ٣٧ درجة مئوية لمدة ٢٤ ساعة	٧٦
(الشكل ٤٤)	جهاز الاختبار الميكانيكي(جهاز الشد العمومي)	٧٧
(الشكل ٤٥)	اختبار القص المجرى حتى حصول الانفصال الكامل بين الأسطوانتين	٧٩
(الشكل ٤٦)	شكل العينة بعد حدوث الانفصال الكامل بين أسطوانتي المعدن والراتنج الأكريلي حراري التصلُب	٨٣
(الشكل ٤٧)	شكل ترسيمي يوضّح الاختبار الميكانيكي المُجرى	٨٤

المقدمة Introduction :

تصنع الأجهزة السنية الجزئية المتحركة بشكل شائع من الراتنج الأكريلي والمعدن، وتستخدم خلائط الكروم كوبالت وخلائط التيتانيوم النقي التجاري بشكل شائع للقواعد المعدنية للأجهزة الهيكلية الجزئية متضمنة الهيكل المعدني، والعوارض والضامات، وتعتبر بعض المعادن مناسبة جداً لهذه الهياكل وذلك بسبب خواصها الميكانيكية، تقبلها الحيوي ومقاومتها للأكسدة . (Kawaguchi 2011)

استخدم الراتنج الأكريلي حراري التماثر بشكل عام كبوليمير للقواعد السنية للأجهزة السنية المتحركة (Kawaguchi.2011)، حيث تُغطى القواعد المعدنية للتعويضات السنية بالراتنج الأكريلي حيث يعطي الشكل الطبيعي ولون التعويض، ويستعمل الراتنج الأكريلي بشكل واسع لأنه اقتصادي وإجراءات تصنيعه المخبرية سريعة وبسيطة، إلا أنّ أهم مساوئ استعماله هي الفجوات الحفافية التي تظهر بين سطح المعدن والراتنج الأكريلي، وتسبَب هذه الفجوات ضعف قوة الارتباط بين المادتين وتغير اللون الذي يؤثر بشكل سيّء في الناحية التجميلية . (Pesun and Mazurat.1998)

تعتبر قوى الارتباط الميكانيكية والكيميائية الضعيفة في سطح الارتباط بين الهيكل المعدني وقاعدة الجهاز السني الجزئي الأكريليَة المسؤولة عن فشل العديد من الأجهزة السنية الجزئية المتحركة . (Lee.G.et.al.2010)

يلعب الارتباط بين تراكيب المعدن وقاعدة الجهاز الأكريلية دوراً هاماً في ديمومة التعويض . (Jacobson.1989)

جُربت العديد من الطرق لتحفيز وزيادة الارتباط بين الراتنج والمعدن، كمثال عليها التغطية بالسيليكا، التخريش الكيميائي، التشريد الكهربائي والتصفيح (Kawaguchi.2011) الترميل وتطبيق المواد الرابطة (Podder S.et.al.2013) . ويعتبر غياب (انعدام) الارتباط الكيميائي بين قاعدة الجهاز السني الأكريلية (البولي ميثيل ميتاكريلات) والهيكل المعدني المكون من خليطة الكروم كوبالت مشكلة سريرية ملحوظة في التعويضات المتحركة الجزئية تقود إلى فشل الارتباط وحدوث التسرب المجهري، لذا يعتبر تحسين قوة الارتباط بين الراتنج الأكريلي والهيكل المعدني أساسيّاً لنجاح التعويضات . (Sanohkan et al . 2012)

هذا ويعد الارتباط الكيميائي مرغوباً أكثر من التثبيت الميكانيكي عندما يكون المعدن مصمت . (Kawaguchi 2011)

وبسبب هذه المساوئ للارتباط الميكانيكي ما بين المعدن والراتنج الأكريلي كان لابد من إيجاد طرق ووسائل أخرى لتحسين نوعية الارتباط ما بين المعدن والراتنج الأكريلي .

وقد صنّفت معالجة السطح وفقاً للعوامل التي تتحكم بالارتباط بين الخلائط المعدنية والراتنج الأكريلي كما يلي :

- الارتباط الميكانيكي المعتمد على المعالجة الميكانيكية الكبيرة أو المجهرية .
- الارتباط الكيميائي .
- الارتباط الميكانيكي الكيميائي . (Farhan and Al-Ameer, 2009)

يمكن أن يؤدي ضعف الارتباط بين المعدن والراتنج الأكريلي إلى تغير اللون أو فشل الارتباط وتكوين مستودع للفضلات الفموية والعضويات الدقيقة، ومن الممكن أيضاً حدوث كسور جزئية أو انفصال كامل للراتنج الأكريلي، ولذلك فإن الانطباق التقليدي بين المعدن والراتنج الأكريلي قد لا يكون كافياً (Al-Harbi and Saber, 2012) .

ويؤثر تقلص الراتنج الأكريلي بعد الطبخ في فشل السطح البيني (معدن – راتنج) وتسرب السوائل في هذه المنطقة وفشل الاتصال بين الخلائط المعدنية والراتنج الإكريلي
. (Sharp et al., 2000) .

وتفشل حوالي ٣٨% من الأجهزة السنية الجزئية المتحركة وذلك بسبب كسر في السطح البيني الواقع بين الراتنج الإكريلي والمعدن . (Banerjee S.et al.2009)

وممَا سبق تتبين أهمية سطح الارتباط بين المعدن والراتنج الأكريلي في ديمومة ونجاح الأجهزة المتحركة الجزئية حيث تحسن معالجة هذا السطح البيني قوة الارتباط في منطقة خط الإنهاء، وهذا ماسنقوم بدراسته في بحثنا المخبري .

أهداف البحث Aims of Research :

يهدف بحثنا المخبري إلى :

١. مقارنة قوة الارتباط للسطح البيني الواقع بين الراتنج الأكريلي ومعدن الخليطة (خليطة الكروم كوبالت أو خليطة التيتانيوم النقي التجاري) وذلك بعد تحضير سطح الخليطة بثلاثة نماذج من سطوح الارتباط :

١- ترميل سطح الارتباط باستعمال جهاز الترميل (بواسطة جزيئات أوكسيد الألمينيوم) .

٢- استعمال البادئ METAL PRIMER π LIQUID كمادة رابطة .

٣- تحضير السطح بكلتا الطريقتين السابقتين معاً (تطبيق البادئ والترميل معاً) .

٢. تحديد الطريقة الأفضل للارتباط ونوع الخليطة الأنسب .

الباب الأول

المراجعة النظرية

Literature Review

١ . مقدمة في الأجهزة الجزئية المتحركة :

الجهاز السني الجزئي : هو جهاز صناعي يعوّض الفقد الجزئي للأسنان ضمن القوس السنية والنسج الرخوة المحيطة بهذه الأسنان . يقوم الجهاز كذلك بإعادة وظائف المضغ والكلام ويصلح التشوه أو النقص الجمالي الذي سبَبه الفقد مُعيداً للمريض توازنه النفسي من خلال رضاه عن منظره الخارجي الجمالي .

للأجهزة المتحركة الجزئية نوعان: مدرسي (أكريلي) أو هيكلي (معدني) .

وتمتاز الأجهزة الهيكلية بميزات كثيرة تجعلها مُعتمدة كناقليتها للحرارة وعدم امتصاصها لسوائل الوسط الفموي وسهولة تنظيفها وصغر حجمها وراحتها للمريض.

يتكون الجهاز الهيكلي من: الوصلة الرئيسية، وصلات صغرى، مثبتات مباشرة، مثبتات غير مباشرة والسرج المعدني الذي قد يكون مصمت أو شبكي وتثبت فوقه الأسنان الاصطناعية عن طريق المادة الأكريلية التي تربط هذه الأسنان مع السرج الشبكي وتقوم بالتعويض عن النسج المفقودة وتدعى بالسرج الأكريلي (saddle plastic) ويسمى المكان الذي يحدد التقاء الأكريل بالمعدن بخط الإنهاء (Finishing line) وهو الكتف الموجود في الجهاز الهيكلي الذي يحدد التقاؤه بالأكريل ويجب أن يكون بسماكة كافية لمنع تقشر الأكريل (الحكيم . م ع، الوزير .غ ٢٠٠٧) ، حيث تلتقي الوصلة الكبرى مع السرج الأكريلي بدرجة وليس التقاءً متمادياً لئلا يتقشر الأكريل عندما يتمادى بشكل متدرج فوق الأكريل ويدعى هذا الالتقاء في باطن الجهاز خط إنهاء داخلي (هو درجة في باطن الهيكل المعدني زاويتها ٩٠ درجة) ويدعى الالتقاء الموجود على السطح الخارجي للجهاز باسم خط الإنهاء الخارجي (هو درجة زاويتها أقل من ٩٠ درجة على السطح الظاهر للهيكل المعدني) (السعدي.م، سلوم.ع، مصطفى.ع ٢٠١٣) .

يرتبط الراتنج الأكريلي مع الهيكل المعدني عادة بواسطة التثبيت الميكانيكي متعدد الأشكال . (Brown DT.et.al.1987)

إلا أنَ لهذا الارتباط الميكانيكي مشاكل أهمها التسرب المجهري الحاصل عند التقاء المعدن بالأكريل والذي يُسبِب تسرب السوائل الفموية وانحباس بقايا الطعام والعضويات الدقيقة وحدوث

تلون لاحق ورائحة كريهة وفساد الجزء الراتنجي من التعويض .
(Mc Giveny Gp.et.al 1989)

١.١. لمحة تاريخية عن تطور مواد قواعد الأجهزة السنية :

مرَت صناعة الأجهزة المتحركة بمراحل عديدة عبر التاريخ حيث استخدم الإنسان من خلالها المواد المتوفرة في الطبيعة من أجل التعويض عن الأسنان المفقودة حيث بدأ باستخدام الخشب والعظم وأسنان الحيوانات والعاج وأسنان مقلوعة والمعادن الرخيصة والثمينة والخزف والكاوتشوك والأكريل . وذلك كله من أجل التعويض عن الوظائف الأساسية التي تقوم بها الأسنان وهي المضغ واللفظ وتأمين النواحي التجميلية والمحافظة على الناحية النفسية بحالة جيدة .
(الشعراني إ. والوزير غ . ٢٠٠٦)

يعود استعمال المتماثرات (Polymers) إلى تشارلز غودير (Charles Goodyear) مكتشف مادة المطاط المقسى (vulcanized rubber) وتمَ انتاج البوليمرات Poly (PMMA) Methyl Methacrylate كمادة لصنع قواعد الأجهزة التعويضية منذ أكثر من ستة عقود وقبل ذلك كانت تستخدم مواد أخرى لصنع قواعد الأجهزة التعويضية مثل ,vulcanite nitrocellulose, phenol formaldehyde vinyl plastics, porcelain وتعتبر مادة PMMA المادة الأكثر شيوعاً في صنع قواعد الأجهزة ففي عام 1946 كانت نسبة ٩٨% من قواعد الأجهزة التعويضية مصنوعة من بوليمرات أو كوبوليمرات COPOLYMER ، لقد تمَ تطوير العديد من البوليمرات منذ ذلك التاريخ مثل ,vinyl styrene, nylon, epoxy polystyrene, vinyl acrylic, polyurethane, polysulfide-unsaturated polyester, polycarbonate-light activated وفي هذه الأيام تعتبر نسبة ٩٥% من الأجهزة مصنوعة من البولي ميثيل ميثاكريلات (PMMA) . (Phoenix RD.2003)

لقد اكتسب الراتنج الأكريلي شعبية كبيرة في طب الأسنان بسبب :

- إمكانية التصليب بسهولة باستخدام تقنيات بسيطة نسبياً .
- مقبول من الناحية التجميلية .
- ذو تكلفة اقتصادية قليلة .

ويطلق اسم البولميرات على القسم الاكبر من المواد اللدنة البلاستيكية والتي تستخدم في التعويضات السنية . وكأمثلة الأكريل وهو الأكثر شيوعا وقبولا والبوليميرات الأكريلية المقوَاة بالمطاط . (Craig GR.1993)

٢ . ١ . المتطلبات الواجب توافرها في مواد التعويضات المتحركة :

على مواد التعويضات المتحركة المختلفة أن تحقِق المتطلبات التالية للحصول على أجهزة مثالية : (السايس س، البني ص. ٢٠١٢ م)

١. **التقبل الحيوي** : أي ألّا تسبِب المادة أي سميَة أو حساسيَة أو تسرطُن للنسج المخاطية الفموية .
٢. **متطلبات مرتبطة بشعور وإحساس المريض** : على مواد التعويضات أن تكون : ذات رائحة مقبولة وعديمة الطعم وخفيفة الوزن وبلون مشابه للون النسج السنية والمخاطية .
٣. **متطلبات صحية** : إمكانية التطهير، ثبات اللون، خالية من المسام، سهلة التنظيف، امتصاص محدود للماء، العمر السريري طويل نسبياً .
٤. **متطلبات آلية** : صلابة كافية عند تطبيق الضغوط الإطباقية، صلابة كافية ضد قوى السحل، ثبات في الأبعاد عند مضغ المأكولات الساخنة، إمكانية إصلاحها دون التأثير على انطباق وصلابة الجهاز، ارتباط جيَد بين الأسنان الاصطناعية وقاعدة الجهاز المتحرك .
٥. **شروط عمل مقبولة** : سهلة الصقل والتلميع، سهلة الإصلاح، سهلة التبطين .
٦. **متطلبات اقتصادية** : رخيصة الثمن، ألا يحتاج تصنيعها لأجهزة غالية الثمن، إمكانية تخزين المواد دون أن تتعرض للتلف بسرعة .

(السايس س، البني ص.٢٠١٢ م)

٢. الراتنج الأكريلي Acrylic resins :

- **راتنج بولي ميتيل ميتاكريلات Poly (Methel Methacrylate) Resins**

له استخدام واسع في طب الأسنان، وأحد أهم أسباب استخدامه هو سهولة تصنيعه .

الأنماط Types : صنّفت ISO (رقم١٥٦٧) المتماثرات المستخدمة في صنع قواعد الأجهزة إلى خمسة أنماط بناءً على الطريقة المستخدمة في تحفيز المادة إلى :

نمط I راتنج محفَز حرارياً Heat activated resins

نمط II راتنج محفَز كيميائياً Chemically activated resins

نمط III صفائح أو مسحوق لدن حرارياً Thermoplastic blank or powder

نمط IV راتنج محفَز ضوئياً Light activated resins

نمط V مادة تتصلَب بالأمواج الكهرومغناطيسية القصيرة Microwave-cured material

يعتبر النمطين الأول والثاني من أكثر المواد استخداماً في صنع قواعد الأجهزة المتحركة .

(السايس س.البني ص ٢٠١٢)

٣. الخلائط المعدنية :

الخليطة المعدنية : هي عبارة عن محتوى يتألف من عنصرين أو أكثر أحدها على الأقل يكون معدنياً، وكل العناصر تشترك في كونها قابلة للذوبان عندما تكون في حالة الانصهار . (Manappallil 2003)

3.1. الخصائص المثالية للخلائط المعدنية :

يجب أن تتمتع الخليطة المعدنية بعدة مواصفات ومنها :

١- يجب ألَا تسبِب البنية الكيميائية للخليطة أي تأثيرات سميّة أو تحسسيَة ضارة للمريض أو للأشخاص المتعاملين مع الخليطة .

٢- يجب أن تكون الخصائص الفيزيائية والميكانيكية للخلائط، كدرجة الانصهار والمتانة ومعامل التمدد الحراري ملائمة للاستخدامات المختلفة لهذه الخلائط .

٣- يجب أن تتمتع الخليطة بمواصفات كيميائية تعطيها مقاومة للتآكل والتغيرات الفيزيائية عند وضع الترميم في الحفرة الفموية وتعرضه للسوائل الفموية .

٤_ يجب أن تكون الخبرة التقنية اللازمة لتصنيع واستخدام هذه الخلائط ملائمة لطبيب الأسنان وفني الأسنان .

٥_ يجب أن تكون هذه الخلائط متوفرة بسهولة وبسعر معقول . (O'Brien 2002)

٣.٢. المتطلبات العامة الواجب توافرها في الخلائط المعدنية :

١- أن تملك ثباتاً كيميائياً في الوسط الفموي .
٢- أن تكون قوية وصلبة لتقوم بالواجبات التي صنعت من أجلها .
٣- ذات تقبل حيوي جيد .
٤- سهلة الانصهار والصب والقطع والتشذيب والصقل .
٥- ذات سيولة كافية لتعكس التفاصيل خلال عملية الصب .
٦- أن تملك تقلصاً أصغرياً عند التبريد بعد الصب .
٧- أن تكون سهلة اللحام . (Manappallil 2003)

3.٣. تصنيف خلائط الصب السنية :

في العام ١٩٨٤، قدَمت الجمعية الأمريكية لطب الأسنان (ADA) The American Dental Association، تصنيفاً مبسطاً لخلائط الصب السنية يعتمد على محتوى الخليطة من المعادن النبيلة Noble Metals (Anusavice et al. 2013) .

تتضمن المعادن النبيلة ٧ عناصر معدنية نبيلة هي : الذهب Gold والبلاديوم Palladium والبلاتين Platinum والروديوم Rhodium والروثينيوم Ruthenium والإيريديوم Iridium والأوسيميوم Osmium وتتميز بمقاومة التآكل والتغير اللوني في الوسط الفموي .

يعد الذهب والبلاديوم والبلاتين حالياً الأكثر أهمية من هذه المعادن النبيلة في خلائط الصب السنية، وذلك لأنها تتمتع بدرجة انصهار منخفضة (Anusavice et al. 2013) .

١ - الخلائط المعدنية الثمينة :

- خلائط ذات محتوى عالٍ من الذهب (ذهب – بلاتين – بلاديوم)
- خلائط ذات محتوى منخفض من الذهب (ذهب – بلاديوم – فضة)
- خلائط خالية من الذهب (بلاديوم – فضة)

٢- الخلائط المعدنية غير الثمينة :

- خلائط النيكل كروم
- خلائط الكوبالت كروم
- التيتانيوم النقي وخلائطه . (Anusavice ٢٠٠٣)

تصنيف الجمعية الأمريكية لطب الأسنان American Dental Association (ADA) وهو من أكثر التصانيف شيوعاً، حيث يقسم هذا التصنيف الخلائط حسب تركيبها إلى :

١- **الخلائط الثمينة جداً:** تحتوي في تركيبها على معادن ثمينة كالذهب والبلاتين والبلاديوم بنسبة لاتقل عن ٦٠% من وزن الخليطة، كما تحتوي على ذهب بنسبة لا تقل عن ٤٠% من وزن الخليطة .

٢- **الخلائط الثمينة** : تحتوي في تركيبها على معادن ثمينة بنسبة لاتقل عن ٢٥% من وزن الخليطة وليس من الضروري أن تحتوي على الذهب .

٣- **الخلائط القاعدية** (يغلب على تركيبها المعادن القاعدية) : ويمكن أن تحتوي على معادن ثمينة ولكن بنسبة تقل عن ٢٥% من وزن الخليطة . (Rosenstiel et al.2006)

حدث خلال العقود الماضية تطور كبير في الخلائط المعدنية (ذات الأساس المعدني) Base Metal Alloys، وامتلكت مواصفات تتفوق على الخلائط النبيلة، مثل رخص ثمنها وكثافتها المنخفضة وقساوتها وصلابتها العالية ومقاومتها للتآكل (Gebelein et al. 2003) . مما استدعى ظهور المزيد من التصنيفات فصنِفت الخلائط حسب خواصها الميكانيكية، أو حسب

المكونات الرئيسيَة فيها، أو حسب التطبيقات السنية التي يمكن استعمالها فيه .
(Anusavice et al. 2013)

فقسّمت حسب التطبيقات التعويضية السنية إلى ثلاثة تصنيفات رئيسيَة :

خلائط التعويضات الثابتة المعدنية بالكامل All-metal fixed prostheses alloys .

خلائط التعويضات المعدنية الخزفية Metal-ceramic prostheses alloys .

خلائط الأجهزة الجزئية المتحركة Removable partial dentures alloys .

(Anusavice et al. 2013)

4. خلائط الأجهزة الجزئية المتحركة Dentures Alloys for Removable Partial :

يشير معظم المؤلفين إلى أنَ أشهر الخلائط المستخدمة في صنع الهياكل المعدنية للأجهزة الجزئية المتحركة هي : الكروم كوبالت، والنيكل كروم، والتيتانيوم النقي التجاري، وخلائط التيتانيوم . (Anusavice et al.2013)

وقد أظهرت نتائج دراسة (الجمَال.ع ٢٠١٣) أفضلية خلائط التيتانيوم من حيث دقة الانطباق على المثال الجبسي الرئيسي وضمن فم المريض والمحافظة على سلامة مظهر وتقرن الغشاء المخاطي لذلك تعتبر خلائط التيتانيوم بديل أفضل عن الخلائط السنية التقليدية المستخدمة في صنع الأجهزة الجزئية المتحركة نظراً لخواصها الحيوية والفيزيائية والميكانيكية المميزة . (الجمَال.ع ٢٠١٣)

4.١. خلائط الكروم كوبالت (Cobalt _ chromium Co_Cr) :

تتكون خلائط الكروم كوبالت بشكل أساسي من ٦٠% كوبالت و٣٠% كروم ومن الممكن أن تحتوي هذه الخلائط على الألمينيوم والحديد والكوبر والتنغستن والكربون والسيليكون والبلاتين والبريليوم والموليبدنيوم والمنغنيز وذلك بنسب قليلة (Anusavice et al. 2013)، يتم ملاحظة ردود فعل تحسسية لخلائط الكروم كوبالت لاسيما الحاوية على البريليوم (Sakaguchi and Powers 2012)، وتشير الدراسات الحالية إلى أن ١٥% من عموم الناس يتحسسون من

النيكل و٨% من الكوبالت و٨% من الكروم (Schmalz and Arenholt-Bindslev 2009) .

تعد خلائط الكروم كوبالت من أشهر الخلائط المعدنية استعمالاً في صناعة الأجهزة الجزئية المتحركة حتى أيامنا هذه . بسبب صلابتها العالية وكثافتها المنخفضة ومقاومتها الممتازة للتآكل وانخفاض ثمنها بالمقارنة مع خلائط الذهب .

(Cheng et al.2010;Davenport et al.2001)

إنَ درجة انصهار خلائط الكروم كوبالت أعلى من خلائط الذهب، حيث تتراوح بين ١٣٩٩ إلى ١٤٥٤ درجة مئوية في الغالب (O'Brien 2002) ، وتساعد إضافة البريليوم إلى الخليط على إنقاص درجة حرارة الصهر (Sakaguchi and Powers 2012) .

تبلغ كثافة خلائط الكروم كوبالت حوالي ٨ – ٩ غ/سم^{٣}، تفيد الكثافة المنخفضة لخلائط الكروم كوبالت بإنتاج أجهزة خفيفة وأكثر قبولاً من قبل المريض، وبشكل خاص في صنع الأجهزة المتحركة العلوية ذات الحجم الكبير (O'Brien 2002; Bonsor and Pearson 2012) .

الأجهزة الجزئية المتحركة المصنوعة من خلائط الكروم كوبالت أقسى بحوالي ٣٠% (قياسياً ٣٧٠ حسب مقياس فيكرز Vickers) من خلائط الذهب من النمط الرابع، تتطلب الأجهزة المصنوعة بمثل هذه القساوة جهداً ومعدات خاصة لتشذيبها وتلميعها . بالإضافة لذلك تسبِب القساوة العالية اهتراءً مفرطاً في الترميمات والأسنان الطبيعية التي تكون بتماس مع الهيكل المعدني (O'Brien 2002) .

توصف خلائط الكروم كوبالت بأنها قصفة تماماً، وغير قابلة للسحب Ductility نسبياً وصعبة الصب، ويرجع هذا الأمر إلى مُعامل مرونتها العالي (مرونة قليلة) والذي يبلغ ضعف معامل مرونة خلائط الذهب . على الرغم من أنَ معامل المرونة العالي يجعل الخليط قوياً وصلباً، إلا أنَ تأثيراته السلبية تنعكس بشكل واضح على ضامات الأجهزة الجزئية المتحركة، حيث ينبغي تعديل الضامة بعناية لأنها يمكن أن تنكسر، وقد تنكسر الضامة خلال فترة قصيرة من الخدمة السريرية نتيجة الإجهاد، يضاف إلى ذلك احتمال حدوث تشوه دائم في الضامة عند إدخال وإخراج الجهاز

(O'Brien 2002; Kim et al. 2004; Mahmoud et al. 2007 Bonsor and Pearson 2012).

يتم ملاحظة ردود الفعل التحسسية لمكونات خلائط الكروم كوبالت بين الحين والآخر، ولا سيّما الخلائط الحاوية على البريليوم، حيث أوصت الجمعية الأمريكية لطب الأسنان ADA بعدم استعمال الخلائط الحاوية على البريليوم في التعويضات السنية إذا كان ذلك ممكناً، وفي حال استعمالها يتوجب اتباع الكتيبات الإرشادية الصادرة عن إدارة السلامة والصحة المهنية OSHA(Occupational Safety and Health Administration)
(O'Brien 2002; Sakaguchi and Powers 2012) .

تشير الدراسات الحالية إلى أن ١٥% من عموم الناس يتحسسون من النيكل و٨% من الكوبالت و٨% من الكروم (Schmalz and Arenholt-Bindslev 2009) .

كما يشير بعض المؤلفين إلى أنَ معظم ردود الفعل النسيجية المشاهدة عند استعمال التعويضات المتحركة ذات الأساس المعدني، في حال غياب العوامل المحسسَة، تعود إلى التصميم غير المناسب أو الانطباق السيء (O'Brien 2002) .

٤.٢. خلائط التيتانيوم النقي التجاري

(Commercial Pure Titanium CP Ti) :

يعد التيتانيوم رابع أكثر المعادن وفرة في بنية القشرة الأرضية بعد الألمينيوم والحديد والمغنيزيوم وقد تمَ اكتشاف التيتانيوم في عام ١٧٩١م من قبل العالم Gregor .

من الصعب استخراج التيتانيوم النقي التجاري من التيتانيوم الخام أو من ثاني أكسيد التيتانيوم والذي يعتبر أكثر صيغ أكاسيد التيتانيوم استقراراً .

ابتكر الدكتور Wilhelm Kroll طريقة فعَالة لإنتاج التيتانيوم التجاري تدعى بعملية كرول حيث نجح في تحويل التيتانيوم إلى تترا كلوريد التيتانيوم والذي يمكن استخراجه على شكل اسفنجات بواسطة تفاعل تحريضي بوجود الصوديوم والمغنيزيوم (Hruska 1987;Wang and Fenton 1996,Council 2003 ;Rodrigues et al.2009)

التيتانيوم النقي التجاري لا يعني أنَه مصنوع من التيتانيوم بشكل كلي 100 % ولكن يدخل في تركيبه وبنسب صغيرة كل من الأوكسيجين والحديد وبشكل أقل النتروجين والهيدروجين والكربون وتلك العناصر تتدخل في التيتانيوم أثناء إجراءات التنقية وتختلف الخصائص الميكانيكية له تبعاً لنسب المواد المندخلة فيه . (Rodrigues et al.2009 , O'Brien.2002)

حيث يوجد خمس درجات للتيتانيوم النقي (Commercially pure Titanium Cp Ti) حسب تصانيف الجمعية الامريكية للاختبارات والمواد American Society for Testing and Materials وهي الدرجة من ١-٤ والدرجة 7 وتعتمد على :

_ تركيز الاكسجين (0,18 % من الوزن إلى 0,40 % من الوزن)

_ تركيز الحديد (0,2 % من الوزن إلى 0,5 % من الوزن)

أما الشوائب الأخرى تتضمن :

_ النيتروجين (0,03 % إلى 0,05 % من الوزن)

_ الكربون (0,1 % من الوزن)

_ الهيدروجين (0,015 % من الوزن) . (Eliades 2003)

تعتبر الدرجة الأولى من التيتانيوم CP الشكل الأنقى والذي يملك مقاومة شد معتدلة وكثافة منخفضة ومعامل تمدد حروري منخفض . وبشكل عام كلما ازدادت نسبة الحديد والأوكسجين المندخلة كلما ازدادت الصلابة ونقصت المرونة، ويتدرج التصنيف من المرن (Grade I) إلى المتوسط (Grade II) إلى الصلب (Grade III) فالصلب جداً (Grade IV) . إنَ استخدام التيتانيوم النقي وخلائطه قد تزايد بشكل ملحوظ خلال العقدين الأخيرين من القرن العشرين، ومن الأسباب التي أدَت إلى تبنيه بقوة تقبله الحيوي الممتاز وخفة وزنه، فكثرت بذلك استخداماته وتطبيقاته حتى في مجال الرعاية الطبية حيث اقتُرح استخدامه مؤخراً لما يتميَز به من صفات . (Mitsuo.2003)

- **استخداماته :** **في مجال الجراحة :** ١- جبائر عظمية ٢- مفاصل الورك الصناعية ٣- صمامات القلب الصناعية ٤- الناظمات القلبية ٥- الأدوات والمعدات الجراحية (Manappallil ٢٠٠٣)

في مجال طب الأسنان ١- التعويضات الخزفية المعدنية في التيجان والجسور .

٢- التعويضات المتحركة الجزئية . ٣- هيكل التعويضات الكاملة ٤- وصلات الإحكام ٥- في مجال تقويم الأسنان ٦- أوتاد جذرية وبراغي ٧- زراعة الأسنان .

يستخدم التيتانيوم حالياً في الزرعات السنية كونه خفيف الوزن ويملك الخصائص والميزات الأفضل للمتانة والمرونة أكثر من أي مادة زرع سنية متوفرة . (Hatrick.2003)

تدفع خاصية التوافق الحيوي للتيتانيوم إلى المزيد من الجهود لتطوير تقنية بسيطة ورخيصة الثمن تسمح بصنع تعويضات سنية من التيتانيوم وخلائطه في أي مخبر سني .

يُعد معدن التيتانيوم النقي تجارياً CpTi وخليطة تيتانيوم-٦ ألمنيوم-٤ فانديوم Ti6Al4V الأكثر استخداماً في طب الأسنان، إلَا أنَ هذه الخليطة تملك متانة أعلى من التيتانيوم النقي . (Lijima 2003)

الفرق الجوهري بين خلائط الكروم كوبالت والتيتانيوم وخلائطه من الناحية الميكانيكية في اختلاف معامل المرونة فمعادل مرونتها المنخفض (حوالي ١١٧ GPa)، الذي يعادل نصف معامل مرونة خلائط الكروم كوبالت (حوالي ٢١٨ GPa)، ومساوياً تقريباً لمعامل مرونة خلائط الذهب من النمط الثالث والرابع (حوالي ١٠٠ GPa) . (Sakaguchi O'Brien. 2002 , and Powers.2012 , Anusavice et al.2013)

- **صفات التيتانيوم النقي :**

- ذو لون أبيض .

- يعد المعدن ذو التقبل الحيوي الأعلى، حيث لا وجود لردود الفعل التحسسية تجاهه .

(Ohkubo ٢٠٠٨)

- ذو كثافة منخفضة حوالي ٤.١ غ/سم^{٣} بالمقارنة مع خليطة النيكل كروم التي تكون حوالي ٨ غ/سم^{٣} وخلائط الذهب ١٥ غ/سم^{٣} وهذا يفسر الوزن الخفيف للتيتانيوم . (Manappallil 2003)

– درجة الانصهار ١٦٦٨ Cْ وهو يحتاج إلى آلة صب خاصة مع وجود تخلية هوائية، ويستخدم غاز الأرغون لضمان عملية صب ناجحة . (Rosenstiel .2006)

– معامل المرونة مماثل لميناء الأسنان والمعادن الثمينة، لكنَه أقل من معامل مرونة الخلائط القاعدية الأخرى ويعد هذا مناسب في معظم الاستخدامات السنية .

(Manappallil 2003)

– ذو مقاومة عالية للتآكل والكمود، وهذه المقاومة تعود إلى الطبقة الرقيقة السلبية التي تتشكل على سطحه والتي تحميه من التاكل وتبلغ ثخانتها ١٠ نانومتر (Anusavice.2003) .

إنَ هذه الطبقة من الأكسيد ليست واقية في درجات الحرارة العالية لأنها تصبح سميكة وغير ملتصقة (Kimura.1990) .

– قابلية الصب مقبولة نسبياً ومشابه لقابلية الصب في خلائط النيكل كروم Cr Ni – . (Paulino.2007)

– **سيئات استخدام التيتانيوم :** يتطلب تقنيات صب خاصة بوجود غاز الأرغون أو الهيليوم، حيث أنَ نوع الغاز المستخدم يؤثر على المسامية والخواص الميكانيكية لمصبوبات التيتانيوم . (Zinelis ٢٠٠٠)

– وعلى الرغم من ميزات التيتانيوم فإنَ درجة انصهاره العالية بالإضافة إلى طبيعته التفاعلية الكيميائية في درجات الحرارة المرتفعة جعلت من الإجراءات المخبرية أمراً صعباً، ففي درجات الحرارة العالية يملك التيتانيوم انجذاباً قوياً للعناصر المحيطة ويميل لأن يتأكسد ويذيب بعض العناصر مثل الأكسجين والنتروجين، لذلك فإنَ نمط الغاز المستخدم خلال صهر وصب التيتانيوم يؤثر بشكل مهم على خواص المعدن المصبوب، كما أنَ المهارة المخبرية وأخذ الحذر في طريقة العمل مهم لضمان النجاح السريري . (Eichmiller.2003)

الخواص الحيوية والفيزيائية والميكانيكية للتيتانيوم النقي التجاري :

يُعتبر التوافق الحيوي الرائع للتيتانيوم Biocompatibility من أهم المزايا التي تدفع المرضى الذين يعانون من الحساسيّة تجاه المعادن الأخرى أو المواد الراتنجية المستعملة في صنع الأجهزة الجزئية المتحركة إلى استعمال أجهزة جزئية متحركة مصنوعة من التيتانيوم النقي التجاري . حيثُ يُعتبر التيتانيوم من أفضل المواد التعويضية السنية من ناحية التقبُل الحيوي (Hruska 1987; Ohkubo et al. 2006; Anusavice et al. 2013) . سمحت الكثافة المنخفضة للتيتانيوم النقي التجاري (حوالي ٤.٢ غ/سم^{٣})، التي تُعادل نصف كثافة خلائط الكروم كوبالت، بإنتاج هياكل معدنية للأجهزة الجزئية المتحركة أرق وأخف وزناً من هياكل الكروم كوبالت، مع الإبقاء على الخصائص الميكانيكية المقاومة . وبالتالي فإن نسبة الصلابة إلى الوزن، تسمح باستعمال أقل للمعدن بالمقارنة مع الأجهزة المصنوعة من معادن أخرى . (Hruska 1987; Wang and Boyle 1993; Sakaguchi and Powers 2012; Anusavice et al. 2013).

أيضاً سمحت الكثافة المنخفضة للتيتانيوم النقي التجاري، بالكشف عن المسامية وعيوب الصب من خلال التصوير الشعاعي، هذا الأمر لم يكن ممكناً مع الهياكل المعدنية المصنوعة من خلائط الكروم كوبالت (Rodrigues et al. 2010) .

يكمن الفرق الجوهري بين خلائط الكروم كوبالت والتيتانيوم وخلائطه من الناحية الميكانيكية، في اختلاف معامل المرونة Modulus of Elastic . فمعامل مرونتها المنخفض (حوالي ١١٧ GPa)، الذي يُعادل نصف معامل مرونة خلائط الكروم كوبالت (حوالي ٢١٨GPa)، ومساوياً تقريباً لمعامل مرونة خلائط الذهب من النمط الثالث والرابع (حوالي ١٠٠GPa)، يسمح باستعمال ضامات بمناطق تثبيت أعمق من تلك الموصى بها في خلائط الكروم كوبالت، دون حدوث تشوه دائم بالضامة أو أثر رضي على الدعامات السنية . هذه الخاصيَة قد تكون ذات أهمية بالغة عندما تكون الأولوية للاعتبارات التجميلية وسلامة الأنسجة الداعمة حول الدعامات السنية . لذلك كان معامل المرونة المنخفض للتيتانيوم من أهم العوامل التي سبَبت ازدياد الاهتمام به في صناعة الأجهزة الجزئية المتحركة (O'Brien 2000; Sakaguchi and Powers 2012;Anusavice et al.2013).

يتشكَل على سطح التيتانيوم وخلائطه طبقة أكاسيد Oxide film ثابتة وملتصقة بشدة ورقيقة (حوالي ١٠ نانومتر) ، تتمتع بخواص حماية عالية مكافحة للجراثيم، وتلعب هذه الطبقة دوراً رئيسيَاً في المقاومة البيئية للتيتانيوم . إذا تعرضت هذه الطبقة للتأذي أو التخريش، فإنَها ترمم نفسها فورياً بوجود الماء أو الهواء . تقدم هذه الطبقة سطحاً ذا توافقٍ حيويٍ كبير ومقاوماً للتآكل بشكل مشابه للمعادن النبيلة . بالإضافة لذلك، تسمح الطبقة المؤكسدة بعمليات الربط بالمواد الأخرى مثل البوليمرات والخزف ١٩٩٦ Hruska 1987; Wang and Fenton) Anusavice et al. 2013; Rodrigues et al. 2009; Sakaguchi and Powers 2012)

يتمتع التيتانيوم بناقلية حرارية Thermal conductivity منخفضة ($22\ W/m^2$) ومعدل امتصاص كبير لشعاع الليزر، هذه الخصائص تجعل من لحام الليزر قابلاً للتطبيق في تصنيع وإصلاح الهياكل المعدنية المصنوعة من التيتانيوم دون أيَة مشاكل، لأنَ التسخين يتمركز في مساحة صغيرة فقط . لذا أصبح لحام الليزر الخيار الأول لإصلاح الهياكل بسبب التحسينات التي طرأت على هذه التقنية (Ohkubo et al. 2008; Rodrigues et al. 2009) .

يعتبر تلميع الأجهزة الجزئية المتحركة المصنوعة من التيتانيوم النقي التجاري أمراً صعباً، بسبب طبقة الأكسيد المتفاعلة المتلوثة على سطحه . يمكن عادةً إزالة طبقة التفاعل من سطح الهيكل المصبوب باستعمال المعالجة الكيميائية باستعمال حمض الهيدروفلوسيليكيك Hydrofluosilicic والترميل Sandblasting باستعمال بودرة Al_2O_3 التي تكون فعَالة لإزالة طبقة التفاعل من السطوح الداخلية (Ohkubo et al. 2008; Shimpo 2008) .

٥. الخواص الميكانيكية للمعادن والخلائط المعدنية واختباراتها :

إنَ الخواص الميكانيكية هي تلك التغيُرات التي تُبديها المادة بتأثير القوى المؤثرة فيها أثناء التشكيل أو التشغيل أو التحميل بأحمال مختلفة . واختبارات الخواص الميكانيكية يمكن تصنيفها بصورة عامة في فئتين : (أبو جهجاه ج، سلامة م ع، ضحيَة ف . ٢٠١٠)

الفئة الأولى : هي تلك الاختبارات التي نحصل منها على وحدات قياسية تميز المادة المختبرة ويمكن في أغلب الأحيان الاستفادة من هذه الوحدات في الحسابات التصميميَة .

الفئة الثانية : هي تلك الاختبارات التي غالباً ما تكون الوحدات المستنتجة منها غير صالحة للاستعمال في الحسابات التصميمية وإنَما تقتصر فائدتها على تصنيف المادة من حيث قابليتها أو عدم قابليتها للاستجابة لعملية تكنولوجية ما، وتسمى اختبارات الفئة الثانية الاختبارات التكنولوجية ومنها اختبار قابلية المعدن للسحب وقابليته للسكب وقابليته للثني وغيرها وتدَرس هذه الاختبارات عادةً مع دراسة العمليات التكنولوجية المتعلقة بها .

إنَ اختبارات الفئة الأولى تُقسم بدورها إلى ثلاث فئات أو مجموعات وذلك حسب طبيعة القِوى أو الأحمال المطبقة على عينات الاختبار من جهة وحسب ظروف التحميل من جهة أخرى وذلك على النحو التالي :

١- الاختبارات الستاتيكيَة (الساكنة) : وتكون القِوى المؤثرة المستعملة في هذه الاختبارات إمَا ثابتة أو متغيِرة ببطء شديد .

٢- الاختبارات الديناميكية (الحركية) : وتكون القِوى المؤثرة في عينات الاختبار في هذه المجموعة هي قوى متغيِرة باستمرار أو أنَ تطبيق القوة يتم بسرعة كبيرة .

٣- الاختبارات في ظروف مغايرة للظروف الطبيعية (العادية) : وتتم هذه الاختبارات في درجات حرارة مرتفعة أو في درجات حرارة منخفضة . أمَا القِوى المؤثرة فيمكن أن تكون ذات طبيعة استاتيكية أو ديناميكية .

الاختبارات الستاتيكية : وأهم هذه الاختبارات : الشد، الضغط، الانحناء، الفتل، القص وقياس القساوة (الصلاحيَة السطحيَة) .

اختبار الشد : يُعرف بأنَه إخضاع عينة ذات أبعاد معروفة إلى حمل شد ستاتيكي أحادي المحور مع مراقبة سلوك العينة من لحظة بدء تطبيق الحمل وحتى الانكسار . تُستخدم لاختبارات الشد عينات نظامية اتُفق على شكلها وأبعادها دولياً ذلك لأنَ الدقة في اختيار عينة الشد وإعدادها بشكل صحيح يؤثران وبشكلٍ واضح في دقة النتائج التي نحصل عليها من هذا الاختبار .

اختبار الضغط : من النادر استخدام هذا الاختبار بالرغم من بساطته، إنَ المواد التي تُختبر على الضغط هي بصفة عامة مواد هشة وهي عادةً تُقاوم الضغط أكثر من الشد، يتحدَد شكل عينة الضغط وأبعادها تِبعاً لنوع المادة المُراد اختبارها واستطاعة الآلية بالإضافة إلى الهدف من إجراء الاختبار . ويُفضَل أن تكون العينة ذات شكل أسطواني وذلك لتأمين انطباق محورها على محور التحميل ولتنظيم توزع الإجهادات في مقاطع معينة قدر الإمكان أثناء التحميل، أمَا ارتفاع العينة فيجب أن تقع قيمه ضمن مجالٍ معين ومحدود وذلك لأسبابٍ ميكانيكية .

اختبار الانحناء : لا يعني اختبار الانحناء الستاتيكي دراسة إجهادات الشد والضغط المؤثرة معاً في المقاطع العرضية لعنصر ما من إنشاء فقط، وإنَما هناك مجموعة من الأسباب التي تدعو لإجراء اختبار الانحناء أهمها أنَ الانفعال الذي يُحدثه الانحناء في عينة الاختبار يكون كبير بالمقارنة مع الانفعال الذي يُحدثه الشد أو الضغط لهذا يُعد هذا الاختبار من أفضل الاختبارات في تحديد خواص المرونة بسهولة ودقة أكبر من اختبار الشد أو الضغط، إنَ أغلب العناصر لا تتعرض إلى إجهادات شد أو ضغط أو قص بمفردِها وإنَما يمكن أن تتعرض إلى مجموعة مركبة من هذه الإجهادات .

إنَ اختبار الانحناء حتى الكسر يتم فقط على المواد الهشة، أمَا المواد اللدنة فمن الصعب كسرها بهذه الطريقة وتُختبر غالباً ضمن مجال المرونة .

اختبار الفتل : هناك كثير من عناصر الآلات وبخاصة العناصر التي تقوم بنقل عزوم الدوران تتعرض لعزوم فتل لهذا تُجرى اختبارات الفتل بغية معرفة مدى مقاومة عزوم الفتل عند المواد التي تُصنع منها هذه العناصر من جهة واستنتاج بعض الخواص الميكانيكية التي تلزم في الحسابات التصميمية للعناصر التي تتعرض لمثل هذه العزوم . و يجب أن نعلم أنَ الانفعال الناتج من الفتل سببُه توفر أزواج من الإجهادات التي يتعامد مستوي تأثيرها مع محور عينة الاختبار وكما تُظهر التجارب فإنَ المقاطع العرضية عند الفتل تدور بالنسبة لبعضها بعضاً حول محور العينة، لهذا فإنَ طول العينة المُختبرة يبقى ثابتاً .

لا تخضع عينات اختبار الفتل الستاتيكي لمواصفات محددة وإنما يتم اختيار العينة طبقاً للهدف المطلوب من إجراء هذا الاختبار .

اختبار القساوة : تُعرَف القساوة بصفة عامة على أنَها مقاومة سطح جسم لجسم آخر أقسى منه . وتعني مقاومة الجسم الأول للثاني هنا بالمقاومة ضد الخدش أو الاختراق أو التغلغل أو الصدم .

اختبار القص : يختلف اختبار القص الستاتيكي عن الاختبارات الستاتيكية آنفة الذكر بأنَ الإجهاد المؤثر في عينة الاختبار أثناء القص يكون موازياً لمستوي مقطعها في حين كان الإجهاد المؤثر في عينات الاختبار على الشد أو الضغط أو الانحناء عمودياً على مستوي مقطع هذه العينات .

إنَ تأمين إجهاد القص الصافي يتطلب التأثير في عينة الاختبار عرضياً بقوتين متقابلتين ومؤثرتين في مستوٍ واحد وتحقيق ذلك يتطلب استعمال عُدد ذات سماكة متناهية في الصغر وهذا عملياً غير ممكن إذ أنَ سماكة رؤوس القص يجب أَلَا تقل عن حدود معينة يحددها قطر عينة الاختبار وذلك بحيث تستطيع هذه الرؤوس تحمُل القِوى التي يجب تطبيقها لهذا فإن تأثير القوتين سيكون في مستويين مختلفين.

وتتنوع في الوقت الحاضر طُرق اختبار القص ولكن أكثرها شيوعاً واستخداماً هو القص المزدوج (أي تحديد جهد القص الأعظمي لعينة أسطوانية مُماثلة لمسمار البرشام) وقص الثقب (أي تحديد جهد القص الأعظمي لصفيحة معدنية عند إحداث ثقب فيها بواسطة رأس ثاقب) .

ويتم الاختبار الأول (أي اختبار القص المزدوج) على آلة الشد العامة حيث يثبت الرأس الحامل للقطعتين المتوازيتين على الرأس الثابت لآلة الشد، أما اللسان المنزلق فتثبت نهايته على الرأس المتحرك للآلة، ثم توضع عينة الاختبار في الثقب الذي يمتد عبر قطع رأس القص الثلاثة والذي يتناسب قطره مع قطر العينة وبالتأثير في اللسان المنزلق بقوة شد أو ضغط تقص العينة عند مقطعين مختلفين أي عند السطحين الفاصلين بين اللسان المنزلق والقطعتين الجانبيتين . وتُقاس خلال هذا الاختبار القوة فقط وتحسب مقاومة القص (أي الاجهاد الأعظمي للقص) بتقسيم أكبر قيمة للقوة يصل إليها التحميل على ضعف مساحة مقطع العينة ، أي أنَ :

$$T = F \setminus 2A$$ (حيث A – مساحة المقطع العرضي لعينة الاختبار) .

وسيكون الاختبار المجرى في هذا البحث هو :

اختبار مقاومة القص (Shear bond testing) : حيث سيتم تحديد اختبار القص على العينات وذلك لتحديد قوة الارتباط باستعمال جهاز الشد العمومي الميكانيكي من نوع (Test) وذلك بسرعة رأس الصدم 5 مم/د . سيتم تحديد قوة الارتباط للعينات وذلك بخضوعها ذاتياً لإزالة الارتباط وحساب القوى بالنيوتن ومن ثمَ تقسيم القوة على مساحة سطح الارتباط للحصول على مقاومة إجهاد القص مقدرةً بالميغاباسكال .

الدراسات السابقة Previous studies :

١. في الدراسة التي أجراها Al-Harbi وSaber عام ٢٠١٢ على قوة الارتباط بين قواعد الأجهزة المصنوعة من البولي ميتيل ميتاكريلات (الراتنج الأكريلي حراري التصلُب) وتصاميم مختلفة من الهياكل المعدنية المصبوبة من خلائط الكروم كوبالت والتيتانيوم التجاري النقي، قُسمَت عينات كل خليطة إلى أربع مجموعات وفق شكل الصفيحة المعدنية (صفيحة ملساء، مع شبكة مفتوحة بشكل عوارض، مع شبكة جاهزة، مع كريات تثبيت) : ثمَ تمَ ترميل جميع العينات باستعمال جزيئات أوكسيد الألمنيوم (50 um) لمدة ٦٠ ثانية . قُسمَت بعدها كل مجموعة حسب طريقة معالجة سطح الخليطة المعدنية إلى مجموعتين فرعيتين : المجموعة الأولى عولجت بالترميل فقط والمجموعة الثانية عولجت بالترميل المرفق مع المادة الرابطة (Rocatec bond)، وقد أظهرت النتائج أنَ قيم قوة الارتباط مع صفائح التيتانيوم النقي الملساء المرملة والمطبَق عليها المادة الرابطة كانت الأعلى تتبعها تصاميم كريات التثبيت، العوارض والشبكات الجاهزة أما بالنسبة لقوة الارتباط لمختلف تصاميم خلائط الكروم كوبالت مع أو بدون بادئ كانت القيمة الأعلى لشكل التثبيت بكريات التثبيت تليها تصاميم الصفيحة الملساء والعوارض . وأظهرت هذه الدراسة أن تطبيق المادة الرابطة حسّن وبشكل ملحوظ قوة الارتباط بين الراتنج الأكريلي حراري التماثر وخليطتي التيتانيوم التجاري النقي والكروم كوبالت . (Al-Harbi.F and Saber.M. 2012)

٢. ودرس Ali عام ٢٠١١ تأثير المواد الرابطة في مقاومة قوى القص بين نوعين من أنواع الراتنج الأكريلي (حراري التماثر وذاتي التماثر) وخلائط الكروم كوبالت، حيث تمَت

معالجة السطح للعينات المدروسة (أسطوانات بأبعاد ٤×٥) لكلا نوعي الأكريل المستخدم وللخليطة المدروسة بالترميل وبتطبيق المادة الرابطة ماعدا المجموعة الشاهدة من العينة، وبالمقارنة بين أربعة أنواع من المواد الرابطة ونوعين من أنواع الراتنج الأكريلي حراري التماثر وذاتي التماثر، تبيَن أن العينات التي طبقت عليها المواد الرابطة أظهرت مقاومة أعلى لقوى القص مقارنة بعينات المجموعة الشاهدة ويعتبر الراتنج الأكريلي حراري التماثر أفضل من ناحية الارتباط عن ذاتي التماثر وقد أكدَت هذه الدراسة أن استعمال البادئات قد حسَن وبشكلٍ واضح من قوة الارتباط بين خليطة الكروم كوبالت والراتنج الأكريلي بنوعيه وبالتالي حسَن من ديمومتها . (Ali.M.2011)

٣. درس Banerje وزملاؤه عام ٢٠٠٩ دراسة مخبرية لمقاومة قوة الشد لراتنج الإصلاح الأكريلي ذاتي التصلُب مع خلائط القاعدة المعدنية (الكروم الكوبالت والنيكل كروم) المطبق عليها ثلاثة أنواع من البادئات (UB,AP,MRB) وذلك باستعمال تقنيتي تصليب مختلفة وقد تم تقسيم العينات لعينة شاهدة غير معالجة السطح وعينة طُبق عليها إحدى البادئات الثلاث بالتساوي وقسمت العينات حسب طريقة التصليب لمجموعتيين : حيث تمَ تصليب النصف الأول تقليدياً وتمَ تصليب النصف الثاني بوعاء الضغط، وقد لُوحظ وجود اختلافات في قوة الارتباط بين البادئات المستعملة وطرق التصليب والخلائط على اختلافها . وقد أظهرت العينات المرملة والمطبق عليها البادئ والمصلبة بتقنية الضغط قوة ارتباط أعلى عن تلك المرملة والمطبق عليها البادئ والمصلبة بالتقنية التقليدية، حيث لوحظ تأثيراً إيجابياً واضحاً لتقنية التصليب بالضغط عن مثيلاتها لكل العينات المدروسة ماعدا خليطة الكروم كوبالت المطبق عليها البادئ UB حيث أظهرت قوة الارتباط الأدنى لكلتا طريقتي التصليب . (Banerjee.S.et.al.2009)

٤. درس Bulbul و Kesim عام ٢٠١٠ تأثير بادآت المعدن على مقاومة قوى القص للراتنج الأكريلي على ثلاثة أنواع مختلفة من المعادن . حيث استخدم خليطة التيتانيوم، خليطة الكروم كوبالت، وخليطة المعدن النبيلة وكانت النتيجة وجود زيادة في قوة

الارتباط بين الراتنج وخلائط المعدن وهذه الزيادة مرتبطة بوجود البادآت، وكانت مقاومة قوى القص بين الراتنج الأكريلي وخليطة الكروم كوبالت أعلى منها بين الراتنج وخليطة التيتانيوم والمعادن النبيلة . (Bulbul.M and Kesim.B.2010)

٥. درس Kalra وزملاؤه عام ٢٠١٥ دراسة مقارنة قيَم فيها مقاومة قوى القص بين الراتنج الأكريلي حراري التماثر لقاعدة الجهاز التعويضي المتحرك وخليطة الكروم كوبالت بعد تحضير سطح الارتباط بأكثر من طريقة، حيث قُسمَت مجموعة الدراسة إلى ٤٠ أسطوانة تمَ تقسيمها إلى أربع مجموعات كل مجموعة مكونة من عشرة أسطوانات، المجموعة الأولى بقيت كعينة شاهدة من دون إجراء معالجة أو تحضير للسطح، المجموعة الثانية تمَت معالجة السطح عن طريق ترميل سطح الارتباط أما المجموعة الثالثة فتمَت معالجة السطح عن طريق تطبيق البادئ فقط على سطح الارتباط وأخيراً المجموعة الرابعة تمَ تطبيق البادئ بعد ترميل سطح الارتباط أي كلا نوعي المعالجة أُجريت للسطح المختبر . وبعد إجراء الاختبارات الميكانيكية والإحصائية أظهرت النتائج أنَ مقاومة قوى القص الأعلى كانت مسجلَة لكلا نوعي المعالجة (الترميل وتطبيق البادئ معاً) عندما قورنت بالعينات الغير معالجة وخلُص الباحث إلى أنَه يمكن تحسين قوة الارتباط عن طريق استخدام نوعي المعالجة السابقين الذكر لسطح الارتباط بين الراتنج والمعدن المستعمل في الدراسة . (Kalra.S.et.al.2016)

٦. درس Kawaguchi وزملاؤه عام ٢٠١١ تأثير تحضير السطح على قوة الارتباط بين الراتنج الأكريلي المتماثر حرارياً وخلائط التيتانيوم النقي التجاري وخلائط الكروم كوبالت وذلك بعد أن تمَ تقسيم العينة لخمس مجموعات : مجموعة الترميل بالألومينا، نظام ريكوتا للطلاء بالسيليكا، الترميل مع ثلاثة أنواع من المواد الرابطة وقد أظهرت النتيجة أنَ المشاركة بين الترميل و البادئ (Alloy primer) أنتجت قوة ارتباط أعلى من باقي المجموعات . (Kawaguchi.T.et.al.2011)

٧. وفي الدراسة التي قام بها Khursheed وزملاؤه عام ٢٠١٢ على تأثير معالجات سطح المعدن المختلفة والدورات الحرارية في مقاومة قوى القص على السطح البيني بين الراتنج الأكريلي حراري التماثر أو ضوئي التماثر وخلائط الكروم الكوبالت أو النيكل كروم، تمَ تقسيم عينات كل خليطة معدنية إلى مجموعتين حسب نوع الراتنج الأكريلي المستعمل (حراري التماثر، ضوئي التماثر) ثمَ قسمت كل مجموعة من هذه المجموعات إلى ثلاث مجموعات فرعية حسب طريقة معالجة سطح الخليطة المعدنية المتبعة (مجموعة شاهدة، مجموعة طبقت عليها المادة الرابطة فقط ، مجموعة طبق عليها الترميل والمادة الرابطة معاً)، ووجد الباحثون أن المجموعة التي طُبق عليها الترميل والمادة الرابطة معاً أظهرت قيماً أعلى لمقاومة قوى القص مقارنة بالمجموعة التي طُبقت عليها المادة الرابطة فقط ، ولكنها أقل من قيم مقاومة قوى القص مقارنة بالمجموعة الشاهدة . كما أظهرت المجموعة التي طُبقت عليها المادة الرابطة فقط قيماً أقل لمقاومة قوى القص مقارنة بالمجموعة الشاهدة . (Khursheed.A.M.andMohammed.S.A. 2012)

٨. وفي الدراسة التي أجراها Kim وزملاؤه عام ٢٠٠٩ على تأثير المواد الرابطة في قوة ارتباط راتنج قواعد الأجهزة السنية حراري التماثر مع خلائط الكروم كوبالت وخلائط التيتانيوم، حيث حُضِرت العينات من خلائط الكروم كوبالت وخلائط التيتانيوم وخلائط التيتانيوم النقي ثمَ تمَ تقسيم عينات كل خليطة إلى ثلاث مجموعات : مجموعتان طُبِق على كل واحدة منهما واحدة من إحدى مواد الربط والمجموعة الثالثة اعتُبِرت مجموعة شاهدة، وقد وجد الباحثون أنَ تطبيق أي من المواد الرابطة حسَن مقاومة قوى القص بالنسبة لكل من الخلائط المعدنية السابقة، ولا يوجد فرق بين المادتين الرابطتين من ناحية التأثير في قوة الارتباط بين الراتنج الأكريلي وخلائط الكروم كوبالت . (Kim.Su.et al.2009)

٩. درس Kumar وزملاؤه عام ٢٠١٤ دراسة تضمنت بحثاً في دراسات سابقة حول موضوع الارتباط بين الراتنج الأكريلي حراري التماثر وخلائط الكروم كوبالت وقد وجدوا أنَه حتى وقت الدراسة لا توجد أي دراسة شرحت بشكل دقيق الارتباط وديمومته في

التعويضات وهذا ما يثبت الحاجة في الوقت الحالي إلى إجراء دراسات طويلة الأمد والتي يمكن أن تشرح بدقة دور معالجات السطح المختلفة وتقنيات الارتباط لبناء فهم أكثر شمولا لهذا الموضوع . (Kumar.A.et.al.2014)

١٠. وقام Lee وزملاؤه عام ٢٠٠٨ بإجراء دراسة على القوى اللازمة لفصل الراتنج الأكريلي عن تصاميم مختلفة للهيكل المعدني مع مادة رابطة أو بدونها، قسِمت إلى أربع مجموعات وفق شكل التصميم إلى (صفيحة ملساء Smooth metal plate Metal، صفيحة مع كريات plate with bead retention، مع مثبتات شبكية Meshretention، مع مثبتات شعرية Lattic retention) ثم قُسمَت كل مجموعة من هذه المجموعات إلى مجموعتين: مجموعة طُبِقت عليها المادة الرابطة ومجموعة شاهدة، فوجدوا أنَ هناك زيادة في القوة اللازمة لفصل الراتنج الأكريلي عن الخليطة المعدنية في المجموعة التي طُبقت عليها المادة الرابطة مقارنة بالمجموعة الشاهدة بالنسبة للتصميم نفسه . (Lee.G. et al. 2010)

١١. وقام Matsuda وزملاؤه عام ٢٠١٠ بدراسة قوة ارتباط مادة قواعد الأجهزة السنية من البولي ميتيل ميتاكريلات مع خلائط التيتانيوم والكروم كوبالت، تمَ تقسيم العينات إلى خمس مجموعات حسب طريقة معالجة سطح الخليطة المعدنية (الترميل لوحده، والترميل بالمشاركة مع أربعة أنواع من أنواع المواد الرابطة)، ووجدوا أنَ الترميل الهوائي المتبوع بالمواد الرابطة الحاوية على المونومير (hydrophobic phosphate monomer) حسَن وبشكل فعَال من قوة ارتباط مواد قواعد الأجهزة السنيَة مع كلتا الخليطتين . (Matsuda.Y.et al.2010)

١٢. درس Podder وزملاؤه عام ٢٠١٣ دراسة مخبرية تحرَى فيها تأثير بادئات المعدن على قوة الارتباط بين الراتنج الأكريلي حراري التماثر ومعدن التيتانيوم وقد أُجري اختبار القص على ٨٠ أسطوانة من التيتانيوم النقي التجاري والراتنج الأكريلي حراري التماثر بطرق معالجة مختلفة لسطح الارتباط حيث قُسمَت العينة لأربع مجموعات

الأولى لم تكن معالجة السطوح والثانية تعرضت للترميل والثالثة تمَت معالجتها بالمادة الرابطة والأخيرة تمَت معالجتها بالترميل والمادة الرابطة معاً وقد أظهرت النتائج أنَ العينات ذات السطوح المعالجة بالترميل والمادة الرابطة (البادئ) معاً أظهرت قوة الارتباط الأعلى قبل وبعد إجراء التدوير الحراري وأظهرت قيم قوة الارتباط تناقصاً في القيم وفي الأهمية حسب ترتيب المجموعات الأربع ٤ ، ٣ ، ٢ ، ١ وقد أظهرت هذه الدراسة أهمية معالجة سطح الارتباط بين التيتانيوم والراتنج الحراري والتي تضمنَت الترميل ثمَ التنظيف بالأمواج فوق الصوتية لمدة ١٠ د ثمَ التنشيف متبوعة بتطبيق البادئ (المادة الرابطة) على سطوح التيتانيوم قبل ربطه مع الراتنج الأكريلي لتحقيق أقصى قوة ارتباط ممكنة . (Podder.S et.al.2013)

١٣. درس Sanohkan وزملاؤه عام ٢٠١٢ قوى الارتباط والقص بين خليطة الكروم كوبالت والراتنج الأكريلي ذاتي التماثر باستعمال خمسة أنواع بادئات مختلفة (بادئ ML، بادئ ALLOY، بادئ ميتال/ زيركونيا ، بادئ Monobond S، بادئ Monobond plus) وقد تكونت العينة المدروسة من ٦٠ خليطة تمَ ترميلها ومعالجتها بكل بادئ على حدة قبل ربطها مع الراتنج الأكريلي على حين أن العينة الشاهدة لم تتم معالجتها بالبادئ، اختبرت قوى الارتباط والقص وقورنت إحصائياً في كامل المجموعات، وقد كانت النتيجة زيادة قوى مقاومة القص للراتنج الأكريلي مع خليطة الكروم كوبالت مع كل البادئات المستخدمة زيادة ملحوظة وقد أبدت العينة المعالجة مع البادئ (Alloy Primer) القيمة الأعلى لزيادة قوى القص بين كل المجموعات وكل ذلك على اعتبار ($p>0,05$) . (Sanohkan.S et.al .2012)

١٤. وقد أجرى الباحثان Shimizu و Takahashi عام ٢٠١٢ مراجعة حول تقنيات الإلصاق المستعملة مع عملي التعويضات المتحركة، اختُبِرت الدراسات السابقة التحضيرات المُجراة على سطوح قواعد الجهاز السني حيث تمَ وصف معالجات السطح المجراة على قاعدة الجهاز السني الكامل الراتنجية وكذلك تمَ وصف معالجات السطح المجراة على عناصر الجهاز السني الجزئي المتحرك والتي حسَنت قوة

الارتباط بين راتنج قواعد الأجهزة السنية وراتنج الإصلاح الذاتي المُستعمل في إصلاح كسور الأجهزة السنية المتحركة الكاملة وقد خلصوا إلى أهمية قوة الارتباط بين راتنج قواعد الأجهزة السنية وعناصر الجهاز الجزئي المعدنية في ديمومة التعويض المتحرك، كذلك ذكرت أهمية الدمج بين الترميل واستعمال بادئات المعدن عند صنع وإصلاح الأجهزة السنية المتحركة . (Shimizu.H and Takahashi.Y.2012)

١٥. وفي الدراسة التي قام بها Suzuki وزملاؤه عام ٢٠٠٥ على خصائص ارتباط راتنج قواعد الأجهزة السنية حراري التماثر مع خلائط التيتانيوم والكروم كوبالت، صُنعت العينات من خلائط الكروم كوبالت والتيتانيوم وقُسِمت عينات كل خليطة إلى أربع مجموعات ثمَ طبق على كل مجموعة نوع من أنواع المواد الرابطة طُبق بعدها الراتنج الأكريلي حراري التماثر ثمَ غُمرت العينات في المادة الصباغية، فوجد الباحثون أن تطبيق أي من المواد الرابطة حسّن وبشكل فعَال من قوة الارتباط ومنع تسرُب الصباغ بالنسبة للخليطتين . (Suzuki.T.et al.2005)

١٦. درست سقا أميني ف، عام ٢٠١٤ تأثير طريقة معالجة سطح خليطة الكروم كوبالت في التسرب المجهري بين المعدن والراتنج الأكريلي وذلك عندما يكون سطح الخليطة المعدنية بدون معالجة، ومعالجاً بالترميل فقط، ومعالجاً بالمادة الرابطة فقط، ومعالجا بالترميل والمادة الرابطة معاً وكانت النتيجة أنَ استعمال أياً من طرق المعالجة لسطح الخليطة حسَنت وبشكل فعَال قوة ارتباط الراتنج الأكريلي مع خلائط الكروم كوبالت، ويعتبر الترميل بالمشاركة مع المادة الرابطة الطريقة الأفضل من ناحية تقليل التسرب المجهري بين الخليطة المعدنية والراتنج الأكريلي . (سقا أميني. ف. 2014)

من عرض ماتقدم من دراسات سابقة نرى أهمية قوة الارتباط بين سطح المعدن والراتنج المستخدم في صناعة الأجهزة المتحركة الجزئية ومن هنا أتى بحثنا ليضيف نتيجة قد تتوافق أو تختلف مع غيرها من الدراسات في معرفة قوة الارتباط بين نوعين من الخلائط المعدنية الأكثر استخداماً وبين الراتنج الأكريلي .

الباب الثانـي

المواد والطرق

Materials & Methods

العينات Samples :

١. العينات المعدنية Metal samples :

تألفّت عينة البحث من ٦٠ أسطوانة شمعية (دائرية المقطع) بأبعاد ١٠ مم قطراً و٣ مم ارتفاعاً . حُضرت العينات من الشمع الأحمر عن طريق نسخ أسطوانات محددة الأبعاد مصنوعة من الكروم بمادة نسخ سيليكونية خاصة ومن ثمَ جرى تحويل هذه النماذج الشمعية إلى عينات معدنية حيث تمَ تقسيم هذه العينات إلى قسمين من حيث نوع الخليطة المستعمل في الصب حيث صُنعت ثلاثين عينة من خليطة الكروم كوبالت وذلك باستعمال جهاز الصب النابذ حسب تعليمات الشركة المصنعة وصُبت الثلاثين الباقية بخليطة التيتانيوم النقي التجاري بواسطة جهاز الصب الخاص بخليطة التيتانيوم النقي التجاري، وتمَ توزيع العينة على الشكل التالي :

قُسمَت الأسطوانات إلى قسمين متساويين حيث سيكون لدينا ٣٠ أسطوانة من خليطة الكروم كوبالت و ٣٠ أسطوانة من خليطة التيتانيوم النقي التجاري ووزِّعت العينات وفق طريقة معالجة سطح المعدن ونوع الخليطة المستخدم إلى المجموعات التالية :

المجموعة الأولى C1 : ١٠ أسطوانات مصبوبة بخليطة الكروم كوبالت جرت فيها معالجة السطح بالترميل بجزيئات أوكسيد الألمينيوم (AL2O3) بحجم جزيئات ٢٥٠ ميكرون قطراً .

المجموعة الثانية C2 : ١٠ أسطوانات مصبوبة بخليطة الكروم كوبالت جرت فيها معالجة السطح باستعمال كلتا الطريقتين الترميل بجزيئات أوكسيد الألمينيوم ومن ثمَ تطبيق المادة الرابطة METAL PRIMER π LIQUID .

المجموعة الثالثة C3 : ١٠ أسطوانات مصبوبة بخليطة الكروم كوبالت جرت فيها معالجة السطح بالمادة الرابطة METAL PRIMER π LIQUID .

المجموعة الرابعة T1 : ١٠ أسطوانات مصبوبة بخليطة التيتانيوم التجاري النقي جرت فيها معالجة السطح بالترميل بجزيئات أوكسيد الألمينيوم (AL2O3) بحجم جزيئات ٢٥٠ ميكرون قطراً .

المجموعة الخامسة T2 : ١٠ أسطوانات مصبوبة بخليطة التيتانيوم التجاري النقي جرت فيها معالجة السطح باستعمال كلتا الطريقتين الترميل بجزيئات أوكسيد الألمينيوم ومن ثم تطبيق المادة الرابطة METAL PRIMER π LIQUID .

المجموعة السادسة T3 : ١٠ أسطوانات مصبوبة بخليطة التيتانيوم التجاري النقي جرت فيها معالجة السطح بالمادة الرابطة METAL PRIMER π LIQUID .

٢. العينات الأكريلية Acrylic samples :

تمَت تغطية الأسطوانات المعدنية جزئياً بأسطوانات شمعية بأبعاد (٣ × ٦) مم من الراتنج الأكريلي المتماثر بالحرارة .

٣. المواد المستخدمة في البحث :

١. الراتنج الأكريلي حراري التماثر (الشكل ١) .

٢. خليطة الكروم كوبالت التجارية (الشكل ٢) .

٣. المسحوق الكاسي الخاص بخليطة الكروم كوبالت (الشكل ٣) .

٤. خليطة التيتانيوم النقي التجاري (الشكل ٤) .

٥. المسحوق الكاسي الخاص بخليطة التيتانيوم النقي التجاري (الشكل ٥) .

٦. النماذج المعدنية التي جرى نسخها (الشكل ٦) .

٧. شمع أحمر (الشكل ٧) .

8. المادة الرابطة METAL PRIMER π LIQUID (الشكل ٨) .

٤. الأدوات والأجهزة المستخدمة في البحث :

١. أدوات مزج وتطبيق الراتنج الأكريلي حراري التماثر .

٢. أدوات تطبيق المادة الرابطة .

٣. جهاز التصليب الحراري للراتنج الأكريلي (الشكل ٩) .

٤. جهاز الصب الخاص بخليطة الكروم كوبالت (الشكل ١٠) .

٥. جهاز الصب الخاص بخليطة التيتانيوم النقي التجاري (الشكل ١١) .

٦. جهاز الترميل الهوائي (الشكل ١٢) .

٧. جهاز التشريد الكهربائي الخاص بعينات خليطة الكروم كوبالت (الشكل ١٣) .

٨. جهاز الاختبارات الميكانيكية (قياس قوى القص) (الشكل ١٤) .

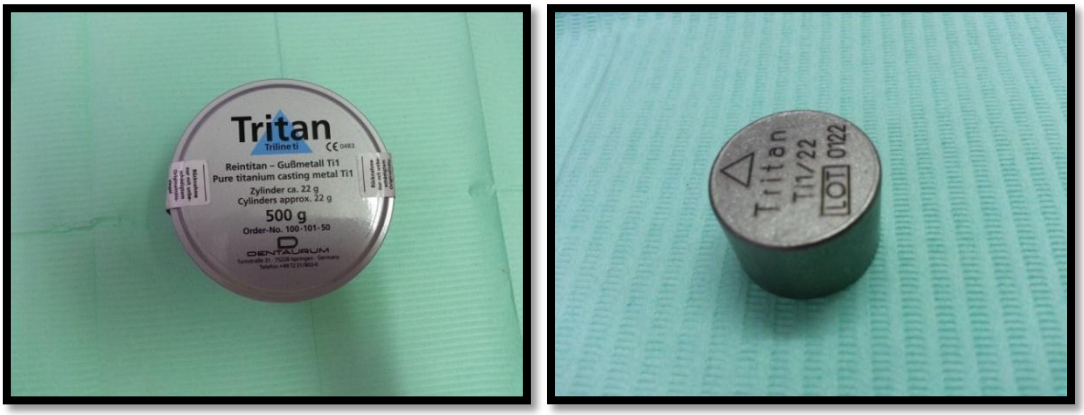
٩. المحم المائي المستخدم لغمر العينات بدرجة حرارة ٣٧ درجة مئوية (الشكل ١٥) .

١٠. جهاز التنظيف بالأمواج فوق الصوتية (ULTRASONIC CLEANER) (الشكل ١٦)

(الشكل ١) الراتنج الأكريلي حراري التماثر

(الشكل ٢) خليطة الكروم كوبالت

(الشكل ٣) المسحوق الكاسي الخاص بخليطة الكروم كوبالت



(الشكل ٤) خليطة التيتانيوم النقي التجاري

(الشكل ٥) المسحوق الكاسي الخاص بخليطة التيتانيوم النقي التجاري

(الشكل ٦) النماذج المعدنية التي جرى نسخها

(الشكل ٧) أدوات تحضير النماذج الشمعية .

(الشكل ٨)

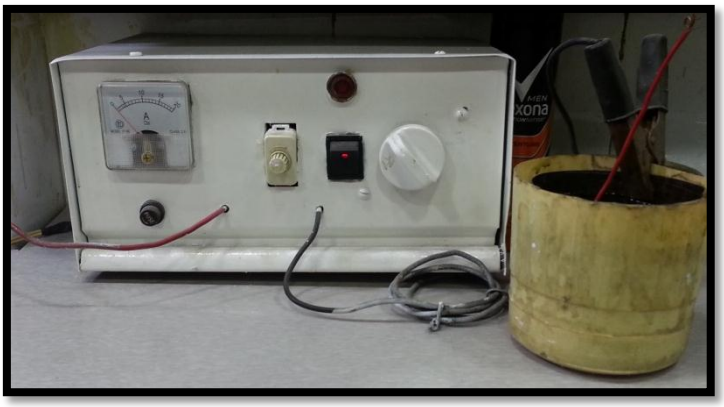
المادة الرابطة (METALPRIMER LIQUID 5ml) والفرشاة الخاصة بتطبيقها .

جهاز التصليب الحراري للراتنج الأكريلي (الشكل ٩)

جهاز الصب الخاص بخليطة الكروم كوبالت (الشكل ١٠)

جهاز الصب الخاص بخليطة التيتانيوم النقي التجاري (الشكل ١١)

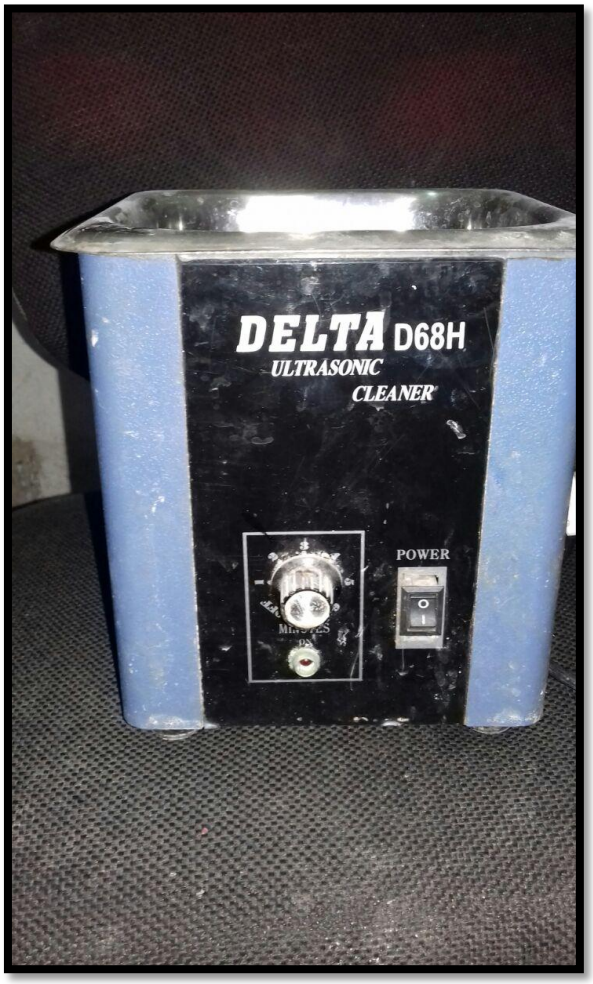
جهاز الترميل الهوائي (الشكل ١٢)



جهاز التشريد الكهربائي الخاص بعينات خليطة الكروم كوبالت (الشكل ١٣)

جهاز الاختبارات الميكانيكية (جهاز الشد العمومي) (الشكل ١٤)

المحم المائي المستخدم لغمر العينات بالماء المقطَر (الشكل ١٥)



جهاز التنظيف بالأمواج فوق الصوتية (Ultrasonic cleaner) (الشكل ١٦)

٥. طريقة العمل المخبري :

تمَ تقسيم العينات حسب نوع الخليطة المستخدم إلى قسمين رئيسين حيث سيكون لدينا (٣٠) أسطوانة لخليطة التيتانيوم النقي التجاري و(٣٠) أسطوانة لخليطة الكروم كوبالت، حيث تمَ تقسيم الأسطوانات من كل خليطة إلى ثلاث مجموعات (كل مجموعة بعشرة أسطوانات) .

المجموعة الأولى C1 : عشرة أسطوانات لخليطة التيتانيوم النقي التجاري عولج فيها سطح الارتباط بالترميل بجزيئات أوكسيد الألمينيوم (AL_2O_3) (حجم الجزيئات ٢٥٠ ميكرون قطراً) فقط وربطت بالراتنج الأكريلي حراري التصلب .

المجموعة الثانية C2 : عشرة أسطوانات لخليطة التيتانيوم النقي التجاري عولج فيها سطح الارتباط بالترميل بجزيئات أوكسيد الألمينيوم وبتطبيق المادة الرابطة METAL PRIMER LIQUID معاً وربطت بالراتنج الأكريلي حراري التصلب .

المجموعة الثالثة C3 : عشرة أسطوانات لخليطة التيتانيوم النقي التجاري عولج فيها سطح الارتباط بتطبيق المادة الرابطة METAL PRIMER LIQUID فقط وتمَ ربطها بالراتنج الأكريلي حراري التصلب .

المجموعة الرابعة T1 : عشرة أسطوانات لخليطة الكروم كوبالت عولج فيها سطح الارتباط بالترميل بجزيئات أوكسيد الألمينيوم (AL_2O_3) (حجم الجزيئات ٢٥٠ ميكرون قطراً) فقط وربطت بالراتنج الأكريلي حراري التصلب .

المجموعة الخامسة T2 : عشرة أسطوانات لخليطة الكروم كوبالت عولج فيها سطح الارتباط بالترميل بجزيئات أوكسيد الألمينيوم وبتطبيق المادة الرابطة METALPRIMER LIQUID معاً وربطت بالراتنج الأكريلي حراري التصلب .

المجموعة السادسة T3 : عشرة أسطوانات لخليطة الكروم كوبالت عولج فيها سطح الارتباط بتطبيق المادة الرابطة METAL PRIMER LIQUID فقط وربطت بالراتنج الأكريلي حراري التصلب .

مُزج الجبس وفق تعليمات الشركة المصنعة وصُب في القسم السفلي من البوتقة، ثم وضعت العينات ضمن الجبس دون غمر السطح العلوي منها، بعد تصلب الجبس دهنت بعازل ثم وضع القسم العلوي من البوتقة في مكانه وملئ بالجبس . بعد تصلب الجبس تمَت إزالة الشمع عن

طريق وضع البوتقة في الماء المغلي لمدة عشر دقائق ثم رفعت من الماء وفتحت وأزيل الشمع المتبقي بغسل القالب بالماء المغلي، ثم استعملت مادة عازلة لتغطية القالب .

أجري ترميل السطح بواسطة جزيئات أوكسيد الألمينيوم (AL2O3) المولدة بالهواء (250 ميكرون قطراً) وذلك للأسطوانات العشرين المراد ترميلها من كل خليطة (أي تم ترميل عشرين أسطوانة لخليطة التيتانيوم النقي التجاري وعشرين أسطوانة لخليطة الكروم كوبالت) .

نُظِفت الأسطوانات المصبوبة الخاضعة للترميل بأنظمة ضغط غير زيتية وذلك لإزالة جزيئات المسحوق الزائدة كما تمَ تنظيف السطح بواسطة جهاز الأمواج فوق الصوتية تمَت عملية الترميل باستخدام تيار هوائي من جزيئات أوكسيد الألمنيوم بقطر ٢٥٠ ميكرون وتحت ضغط ٠.٢٥ ميغاباسكال ولمدة عشر ثوان على عينات المجموعات C1 وC2 وT1 وT2 . وللتأكد من الحصول على سطح نظيف وضعت عينات خليطة الكروم كوبالت في جهاز التشريد الكهربائي وخضعت بعدها جميع العينات للتنظيف بالأمواج فوق الصوتية في ماء مقطر لمدة دقيقة ثم تركت لتجف في الهواء . بعدها تمَ تطبيق المادة الرابطة على عينات المجموعات C2 و C3 وT2 وT3 .

حضر الراتنج الأكريلي بمزج السائل والمسحوق حسب تعليمات الشركة المصنعة ثم ترك حتى يصل للمرحلة العجينية وعندها نقل إلى القالب وغطي برقاقة من البولي ايتلين ثم جمع جزأا البوتقة معاً ووضعت البوتقة في مكبس هيدروليكي وطُبق الضغط تدريجياً ليسمح للأكريل الزائد بالتدفق خارج القالب، ثم فتحت البوتقة وأُزيل الأكريل الزائد ورقاقة البولي ايتلين ثم أغلقت البوتقة مجدداً بتماس معدن – معدن ، ونُقلت إلى جهاز التصليب الحراري حيث جرى رفع درجة الحرارة تدريجياً إلى ٧٠ درجة مئوية وبقيت درجة الحرارة كذلك مدة ٦٠ دقيقة ثم رفعت درجة الحرارة إلى ١٠٠ درجة مئوية وبقيت كذلك مدة ٣٠ دقيقة تركت البوتقة ليلة كاملة ثم فتحت البوتقة وأخرجت العينات وجرى تشذيبها وتنعيمها .

ثمَ تمَ صنع قوالب خاصة حاملة للعينات تناسب جهاز اختبار قوى القص من أجل إجراء الاختبار المرغوب وتمَ ترقيم العينات من ١ إلى ٦٠ حسب نمط المعالجة المُجرى .

غُمِرت كل العينات بماء مقطَر درجة حرارته ٣٧ درجة مئوية ولمدة ٢٤ ساعة (الدورات الحرارية هنا صفر) ضمن محم مائي موجود في قسم علوم الحياة بكلية طب الأسنان بجامعة دمشق

(الشكل ١٥) وذلك قبل إجراء الاختبارات الميكانيكية على العينات بواسطة جهاز قياس قوى القص الإلكتروني (جهاز الشد العمومي) من نوع Test المتواجد في كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية بجامعة دمشق (الشكل ١٤) .

اختبار القص :

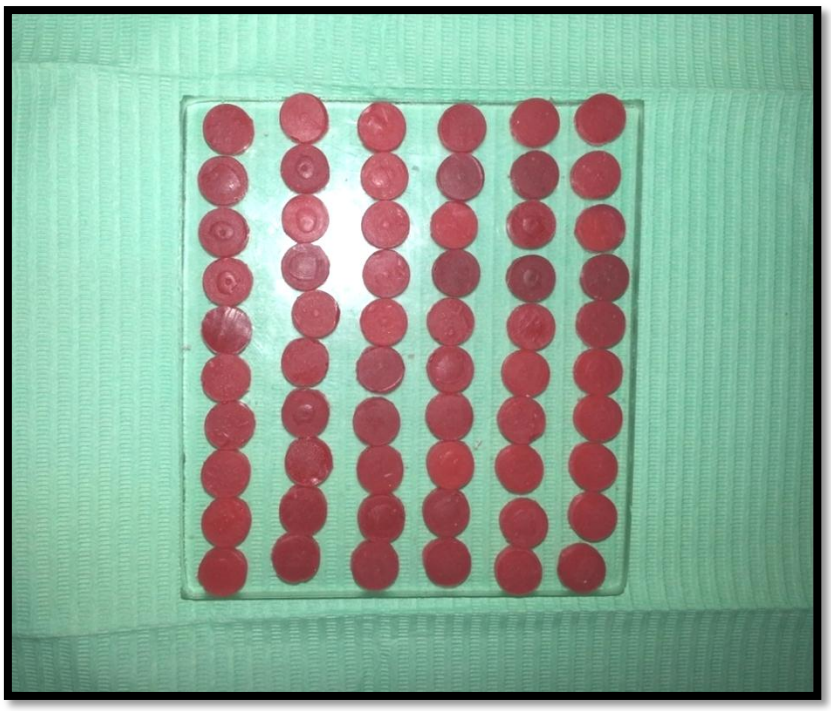
تم قياس إجهاد القص بواسطة جهاز الاختبارات الميكانيكية الإلكتروني ألماني الصنع (جهاز الشَد العمومي) الموجود في كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية (الشكل ١٤) في مخبر مقاومة المواد والبلاستيك وكانت سرعة القص ٥ ملم/الدقيقة حيث تمَ تسجيل القوة (Force) بالنيوتن مباشرةً ومن ثم قسمت على مساحة السطح (Surface area) والتي كانت (٢٨,٢٦ مم^{٢}) وسجلت القيم الرقمية لمقاومة إجهاد القص بالميغاباسكال وفقاً للعلاقة التالية: SBS=F/SA

حيث F : القوة المطبقة بالنيوتن .

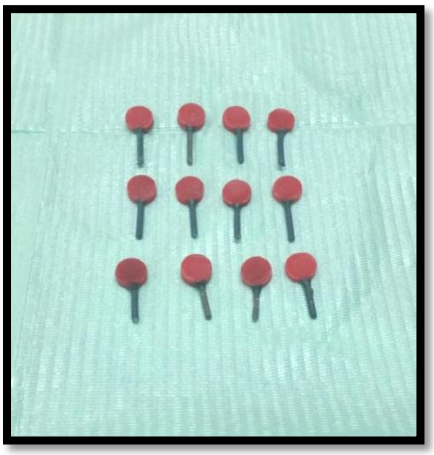
SA mm^2 : مساحة سطح الارتباط .

SBS(Mpa) : مقاومة إجهاد القص بالميغاباسكال .

وضعت القطع المختبرة في مستوٍ أفقي وطبقت قوى القص من خلال سكين معدنية ذات رأس حاد بشكل عمودي تماماً على القطع، وذلك على السطح الفاصل بين الراتنج الأكريلي ومعدن الخليطة المختبرة حتى إنفصالهما الكامل والشكل الترسيمي رقم (٤٦) يوضِح ذلك .



النماذج الشمعية المحضرة (٦٠ أسطوانة) والمراد صبها بخليطتي الكروم كوبالت والتيتانيوم النقي التجاري (٣٠ أسطوانة بخليطة الكروم كوبالت و ٣٠ أسطوانة بخليطة التيتانيوم النقي التجاري) (الشكل ١٧) .



وصل النماذج الشمعية بأوتاد الصب من أجل إجراء عملية الصب ومن ثم ربطها بالقاعدة الشمعية ووضعها ضمن بوتقة الصب (الشكل ١٨) .

ربط الأسطوانات الشمعية الموصولة بالأوتاد بالقاعدة الشمعية ووضعها ضمن بوتقة الصب ومزج المسحوق الكاسي الخاص بخليطة الكروم كوبالت المستعملة حسب تعليمات الشركة المصنّعة باستخدام الكجة المطاطية والملوقة (الشكل ١٩).

سكب المسحوق الكاسي ضمن بوتقة الصب ومن ثم الحصول على الأسطوانات المعدنية المصبوبة بخليطة الكروم كوبالت (الشكل ٢٠) .

العينات المعدنية موصولة بأوتاد الصب بعد الصب والفصل ولازالت بقايا المسحوق الكاسي عليها (الشكل ٢١) .

العينات المعدنية المصبوبة بخليطة الكروم كوبالت بعد الإنهاء (الشكل ٢٢) .

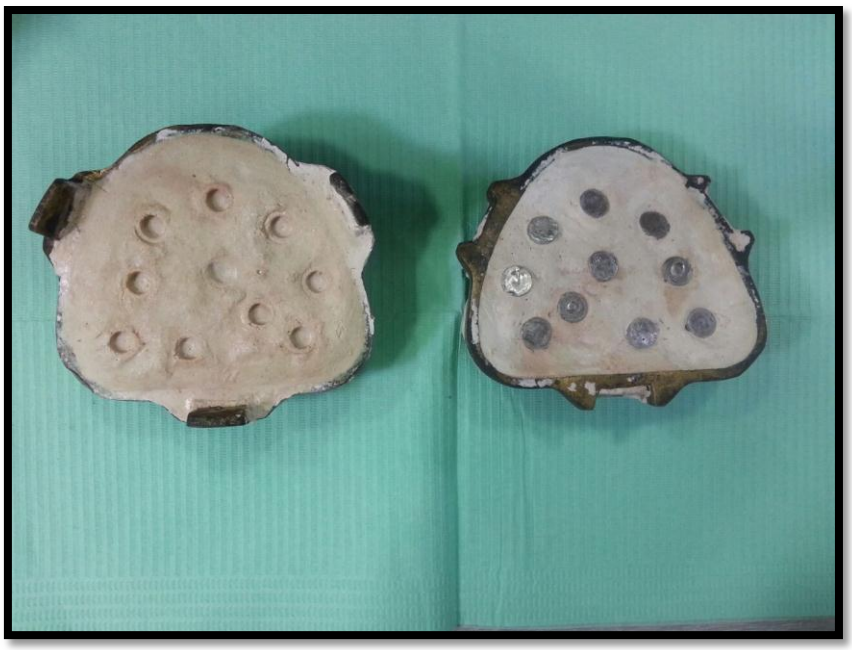
العينات الشمعية المحضرة بأبعاد (٦×٣)مم المراد ربطها بالمعدن وتحويلها إلى الراتنج الأكريلي حراري التصلب والأسطوانات المعدنية المصبوبة بخليطة الكروم كوبالت والمنهاة من أجل الدراسة .

ربط الأسطوانات الشمعية المراد تحويلها إلى الراتنج الأكريلي حراري التصلب بالأسطوانات المعدنية المصبوبة بخليطة الكروم كوبالت من أجل إنزالها في البواتق وإتمام الدراسة (الشكل ٢٣) .

(الشكل ٢٤)

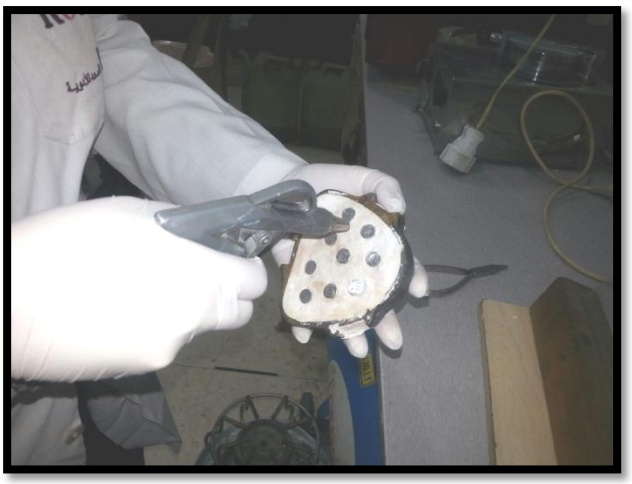
مراحل صب أسطوانات خليطة الكروم كوبالت

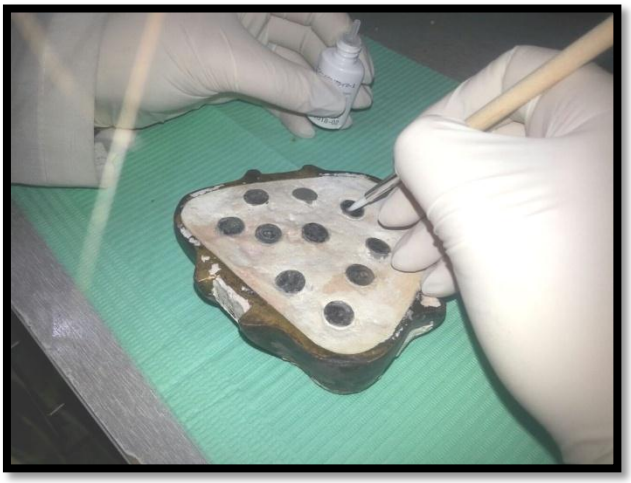
وضع الأسطوانات المعدنية ضمن البواتق (حيث وُضِعت كل عشرة أسطوانات ضمن بوتقة واحدة) وإذابة الشمع ومن ثم تحضير سطح الارتباط قبل وضع الراتنج الأكريلي حراري التصلب .



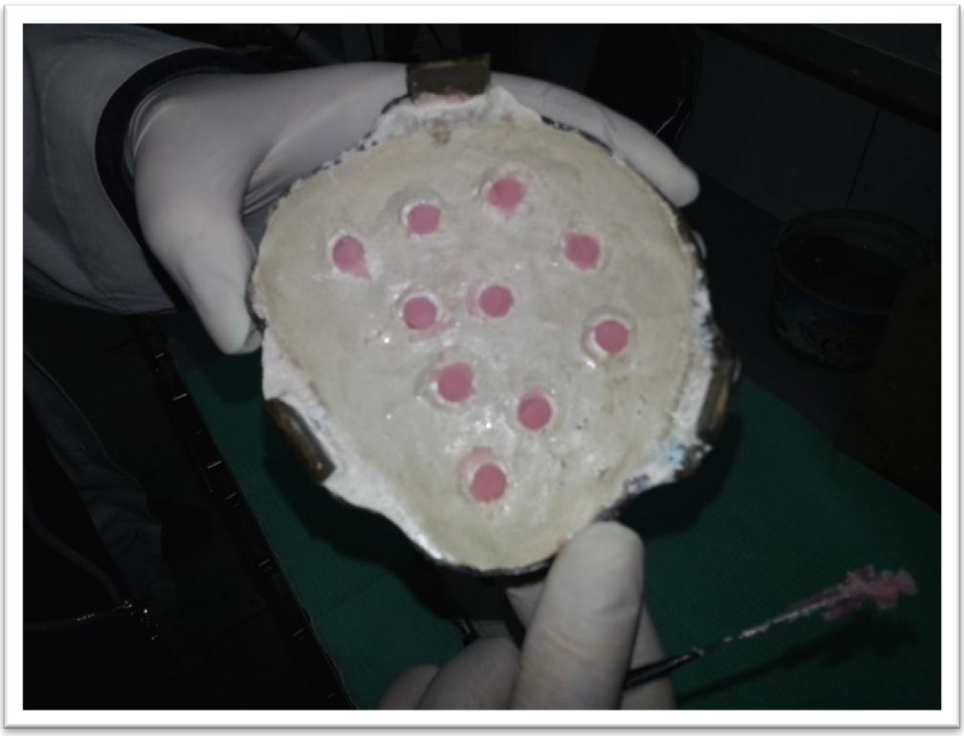
نصفي البوتقة بعد إذابة الشمع (الشكل ٢٥) .

ترميل سطوح الارتباط بواسطة جزيئات أوكسيد الألمينيوم بحجم جزيئات ٢٥٠ ميكرون قطراً ولمدة عشر ثوانٍ (الشكل ٢٦) .



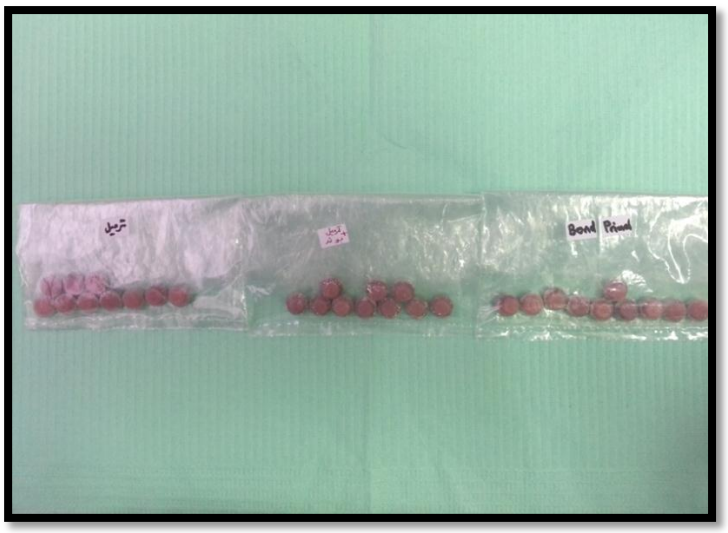


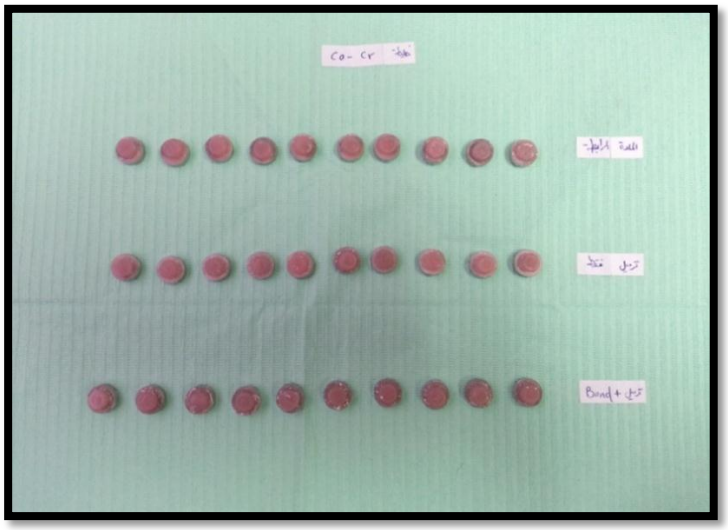
تطبيق المادة الرابطة باستعمال الفرشاة الخاصة على العينات بعد إذابة الشمع وقبل تطبيق الراتنج الأكريلي حراري التصلب (الشكل٢٧) .



تطبيق الراتنج الأكريلي حراري التصلب

بعد إذابة الشمع ومعالجة السطح (الشكل ٢٨) .

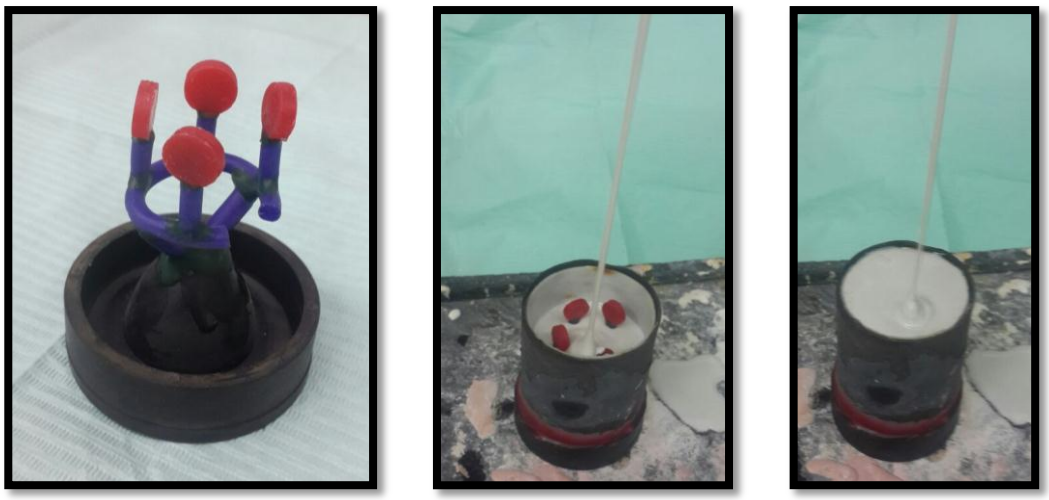




الشكل لنهائي لعينات خليطة الكروم كوبالت (أسطوانتي المعدن والراتنج الأكريلي حراري التصلب بعد تحضير السطح والربط بينهما) (الشكل٢٩) .

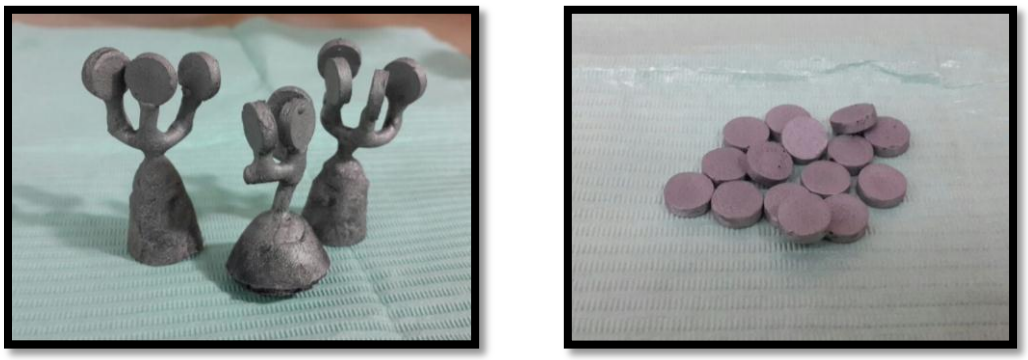
النماذج الشمعية الخاصة بالراتنج الإكريلي
حراري التصلب
الأسطوانات المعدنية المصبوبة
بخليطة الكروم كوبالت
ربط النماذج الشمعية
بالأسطوانات المعدنية
أسطوانة الراتنج الاكريلي
حراري التصلب
مع أسطوانة خليطة
الكروم كوبالت المعدنية
العينات النهائية

(الشكل ٣٠)



ربط الأسطوانات الشمعية الموصولة بأوتاد الصب ضمن شمع بوتقة الصب ومن ثم وضع المسحوق الكاسي الخاص بصب خليطة التيتانيوم ضمن البوتقة

(الشكل ٣١) .



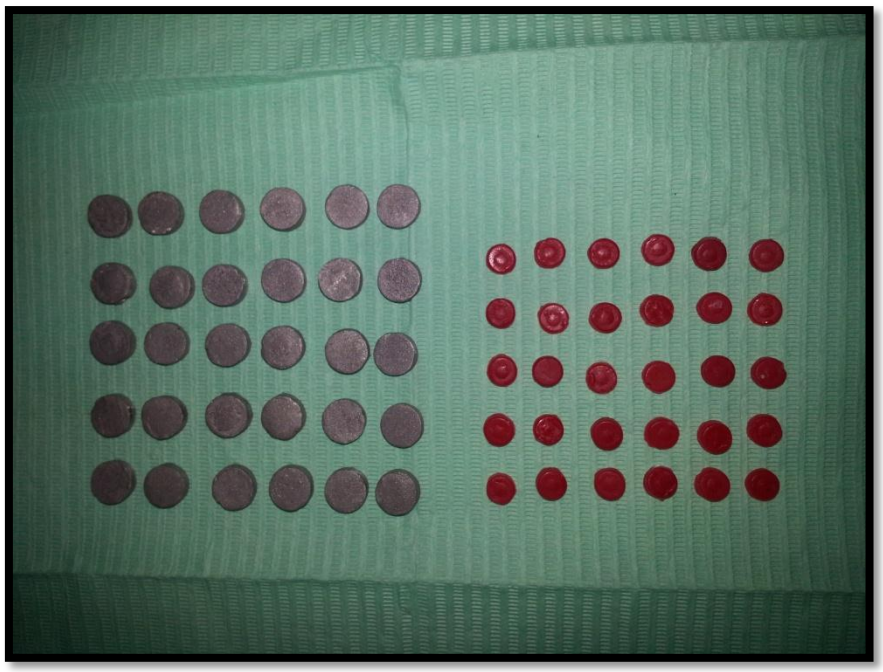
الحصول على عينات التيتانيوم المعدنية بعد الانتهاء من عملية الصب وفصل الأسطوانات المعدنية عن أوتاد الصب من أجل تجهيزها للدراسة

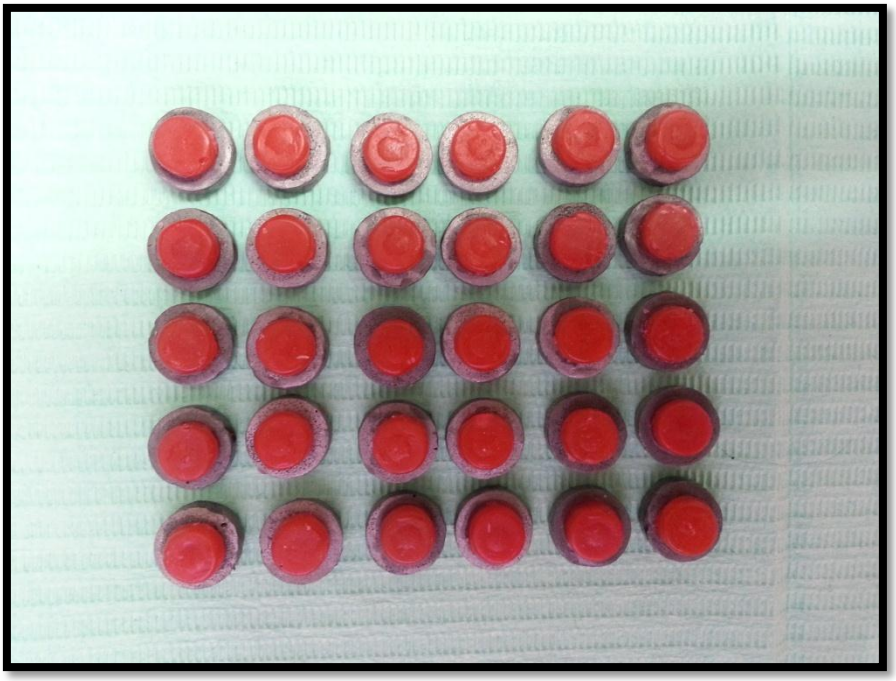
(الشكل ٣٢) .

(الشكل ٣٣)

(الشكل ٣٤)

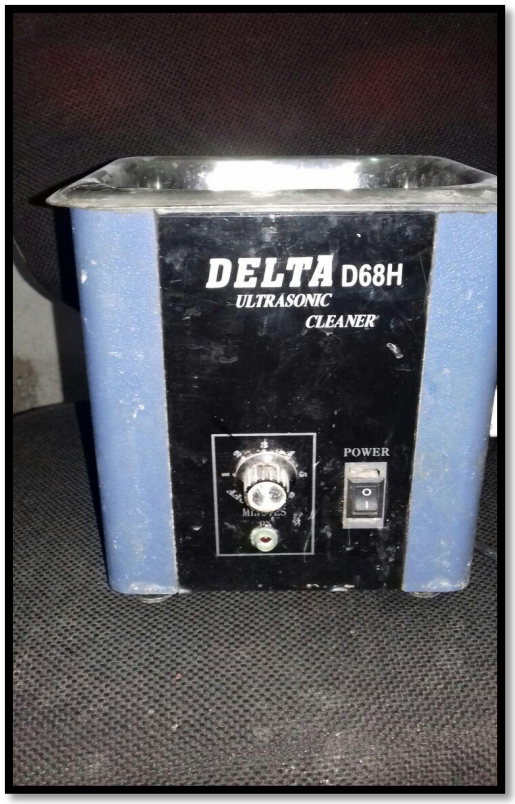
العينات المصبوبة بخليطة التيتانيوم النقي التجاري .





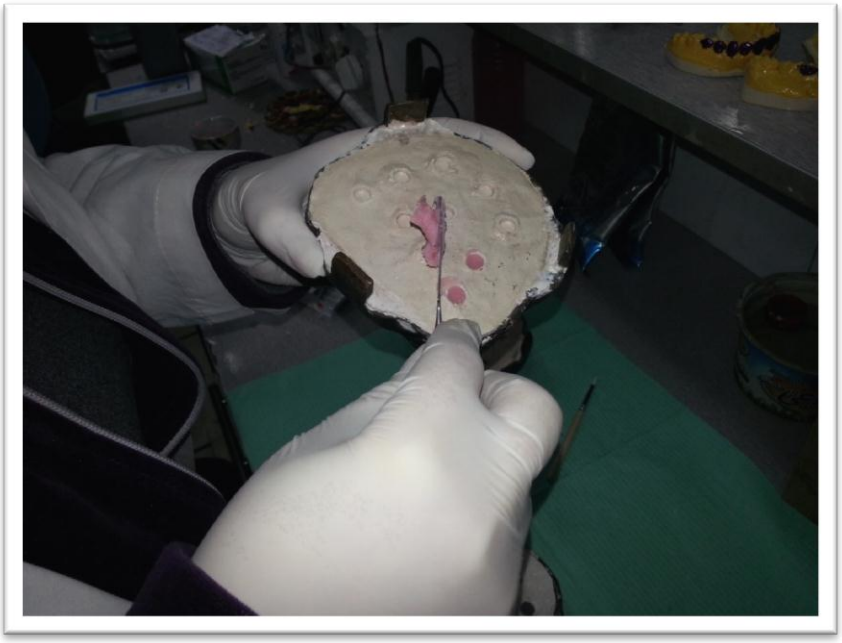
ربط العينات الشمعية بالأسطوانات المعدنية (الشكل ٣٥) .

وضع العينات ضمن البواتق حيث تمّ وضع كل مجموعة من المجموعات الست على حدى وتمت إذابة الشمع وبعدها أجريت معالجة السطوح قبل ربط المعدن بالأكريل الحراري (الشكل ٣٦) .

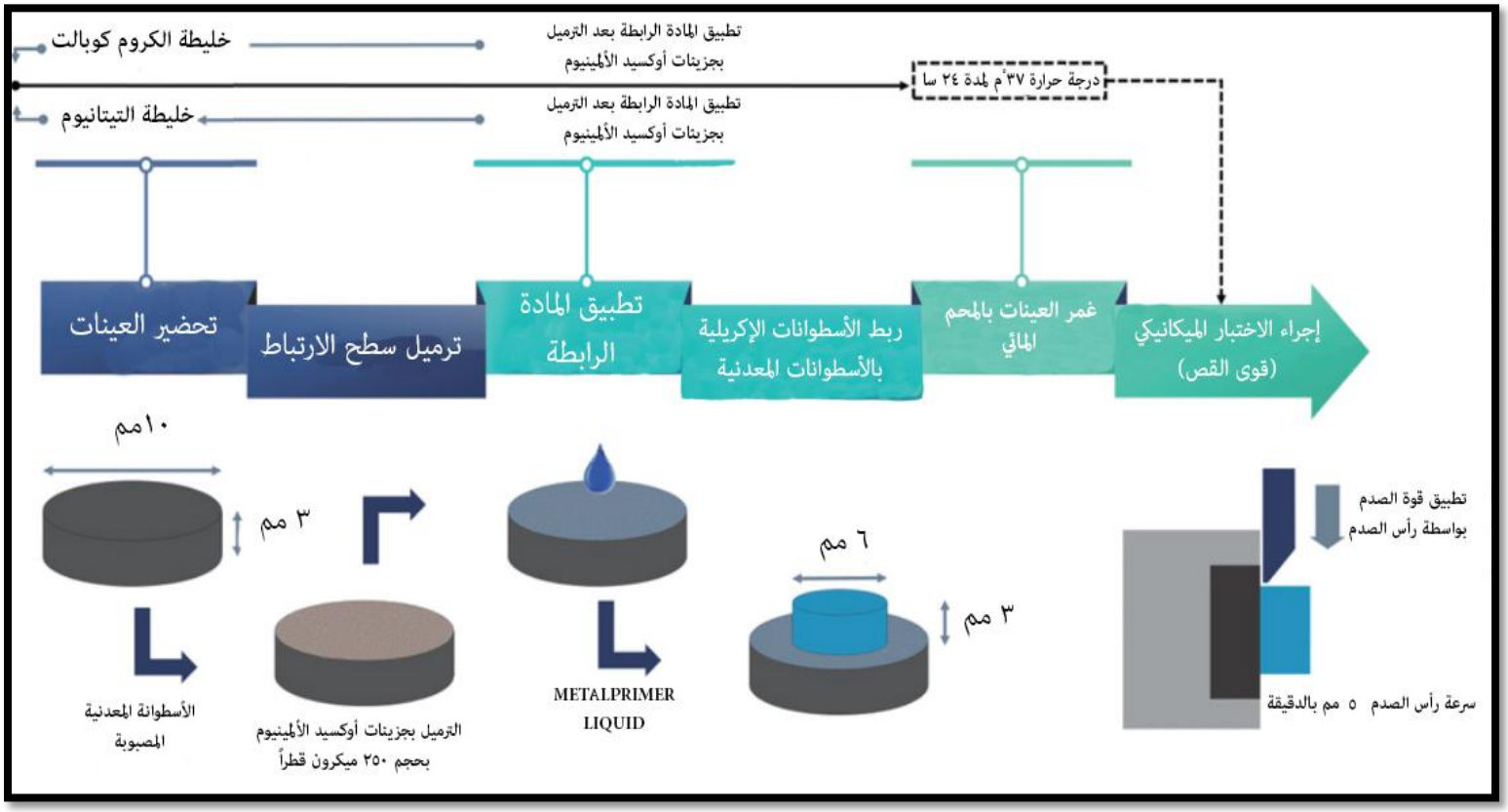


وضع البوتقة الحاملة للعينات المعدنية بعد إذابة الشمع ضمن جهاز التنظيف بالأمواج الفوق صوتية (ultrasonic cleaner) (الشكل ٣٧) .

أجريت معالجة السطح تماماً كما في عينات الكروم كوبالت حيث تمَ ترميل بوتقتين (عشرين أسطوانة) وتطبيق المادة الرابطة على بوتقتين (عشرين أسطوانة) لنحصل على عشرة أسطوانات ذات سطح مرمَل فقط وعشرة أسطوانات مطبَق عليها المادة الرابطة فقط وعشرة أسطوانات مطبَق عليها الترميل ثمَ المادة الرابطة معاً (الشكل٣٨) .

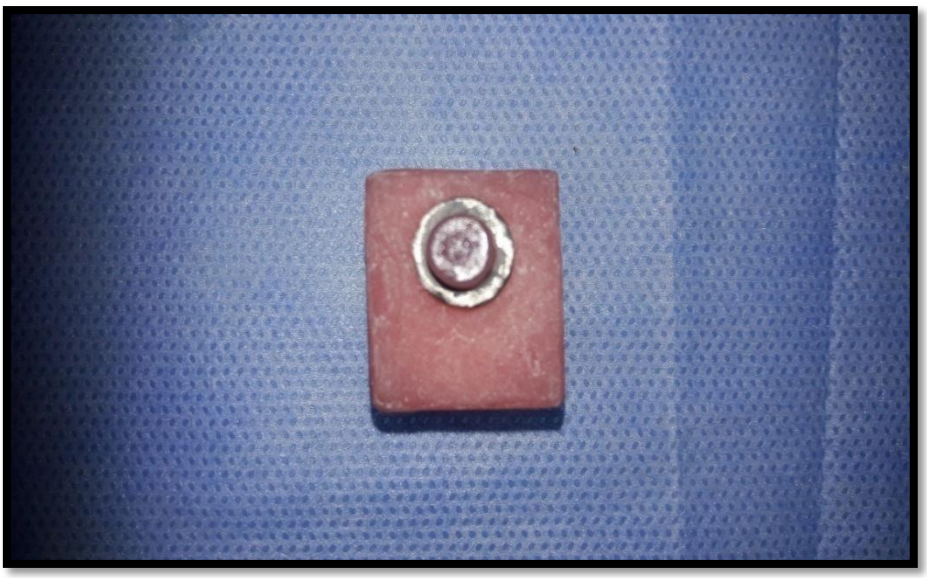


تطبيق الراتنج الأكريلي حراري التصلُب مكان الشمع المُذاب (الشكل ٣٩) .



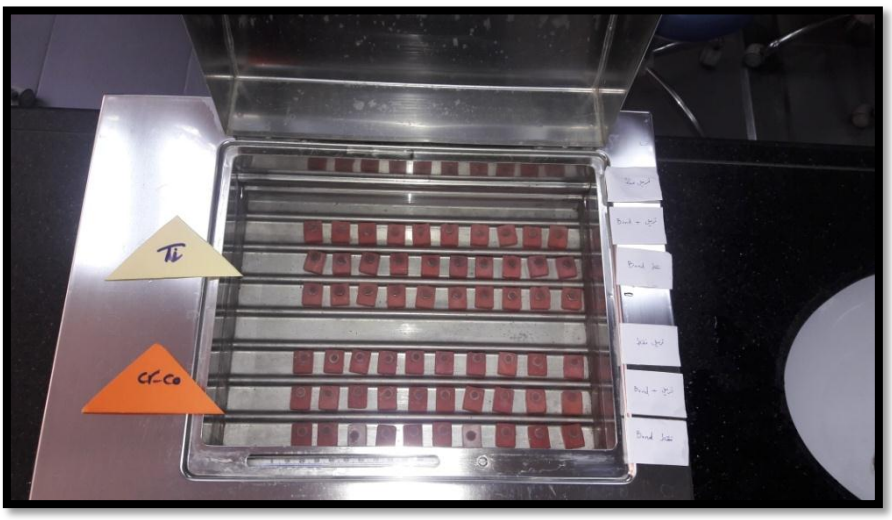
شكل ترسيمي يوضّح طريقة تحضير السطح وطريقة إجراء الاختبار الميكانيكي

(الشكل ٤٠)



(الشكل ٤١) شكل النموذج الأكريلي ذاتي التصلب قبل إجراء الاختبار الميكانيكي

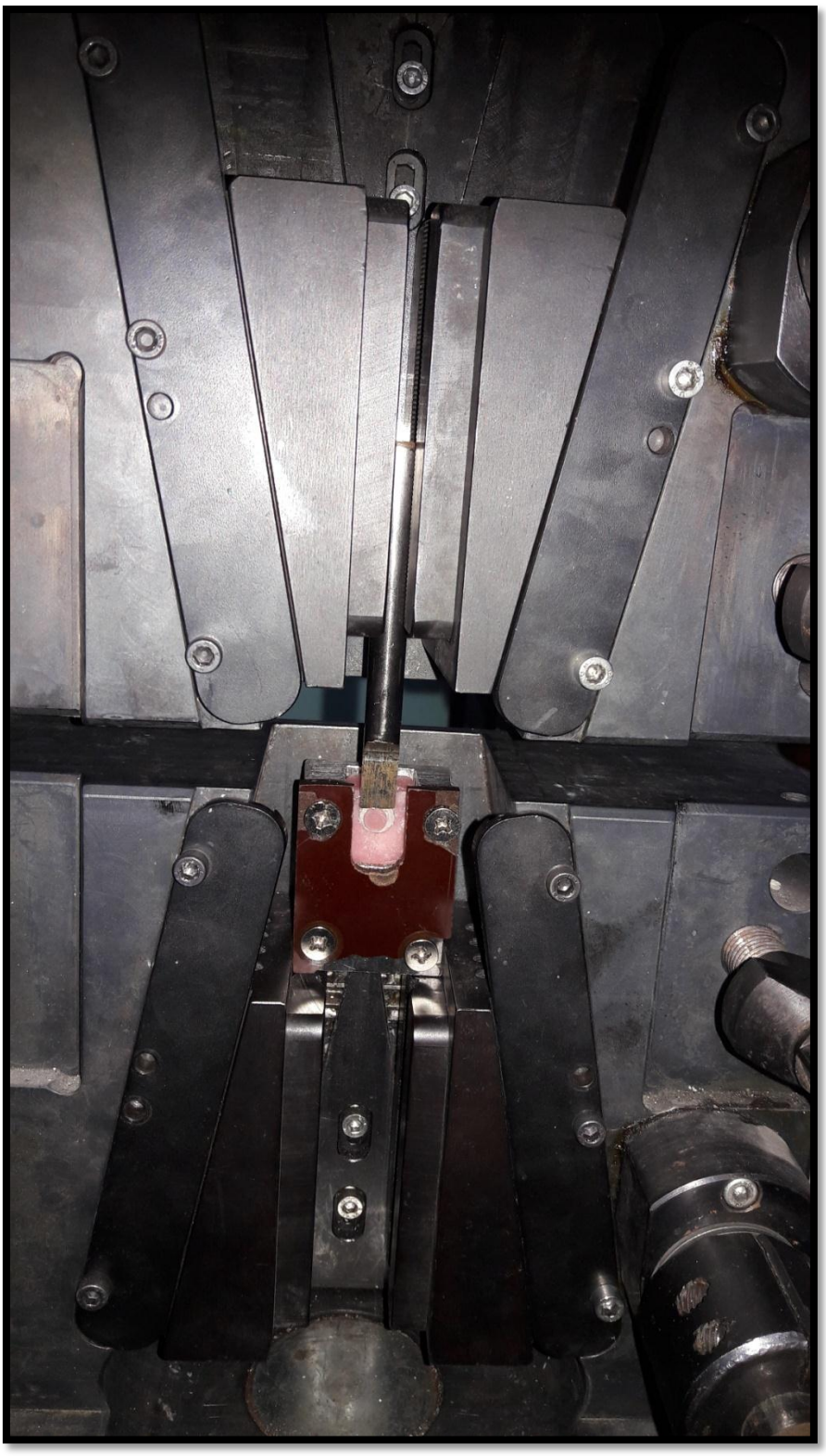
يظهر الشكل العينات الستين مرقمة من ١ إلى ٦٠ حسب نوع الخليطة ومعالجة السطح (الشكل ٤٢) .



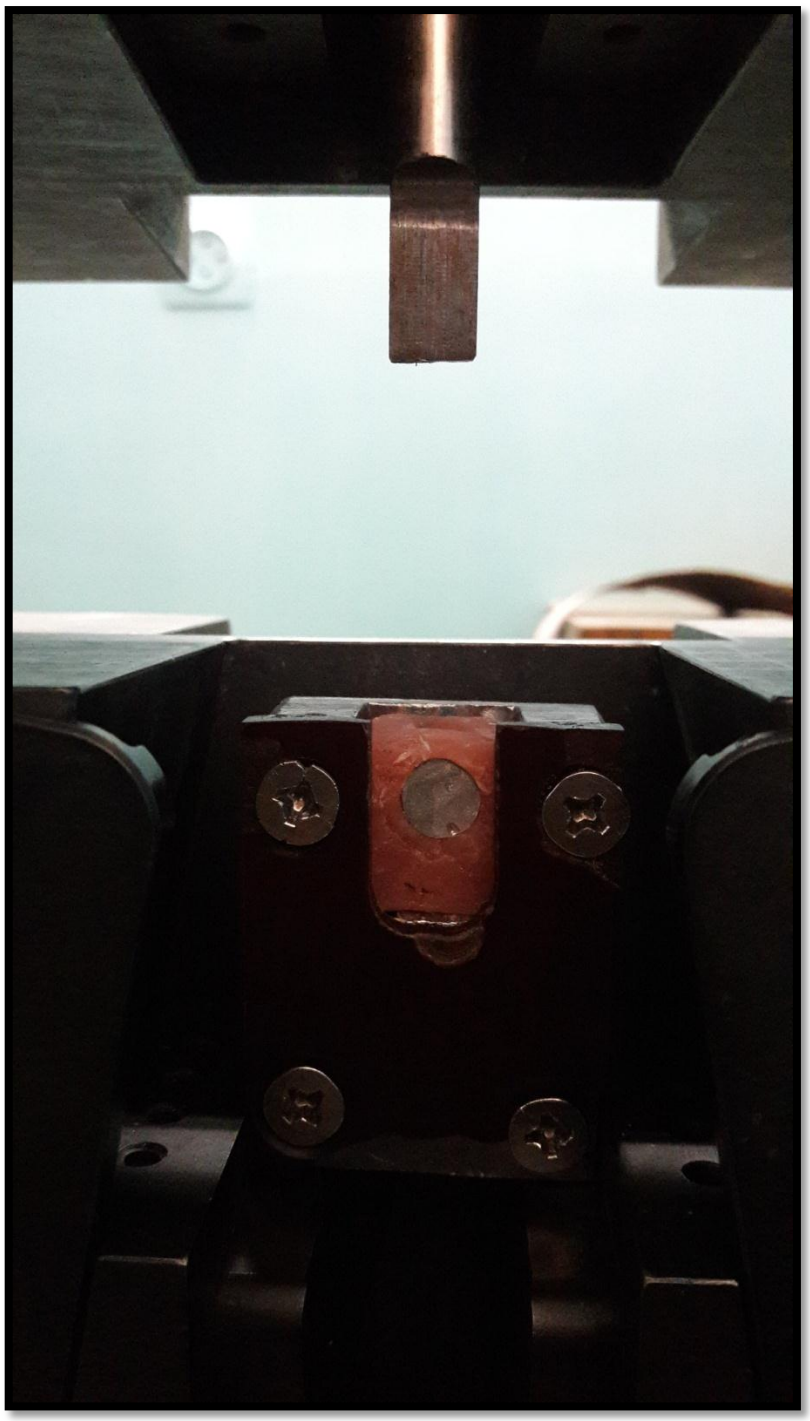
وضع العينات ضمن المحم المائي بماء المقطر بدرجة حرارة ٣٧ درجة مئوية لمدة ٢٤ ساعة (الشكل ٤٣) .

جهاز الاختبار الميكانيكي (جهاز الشد العمومي) Test (الشكل ٤٤) .

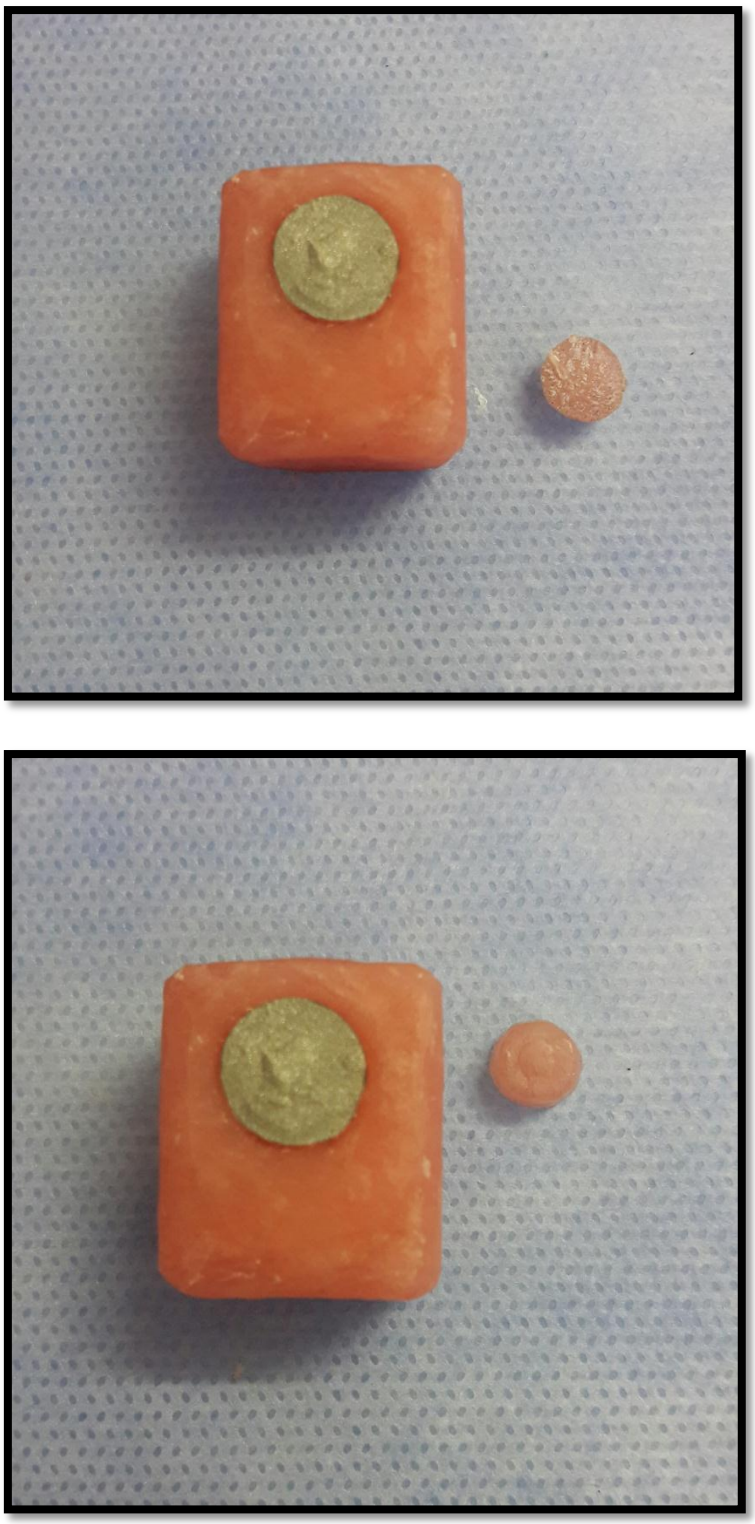
الشكل يوضِح العينة ضمن الملزمة موضوعة ضمن جهاز الاختبار وشفرة القص



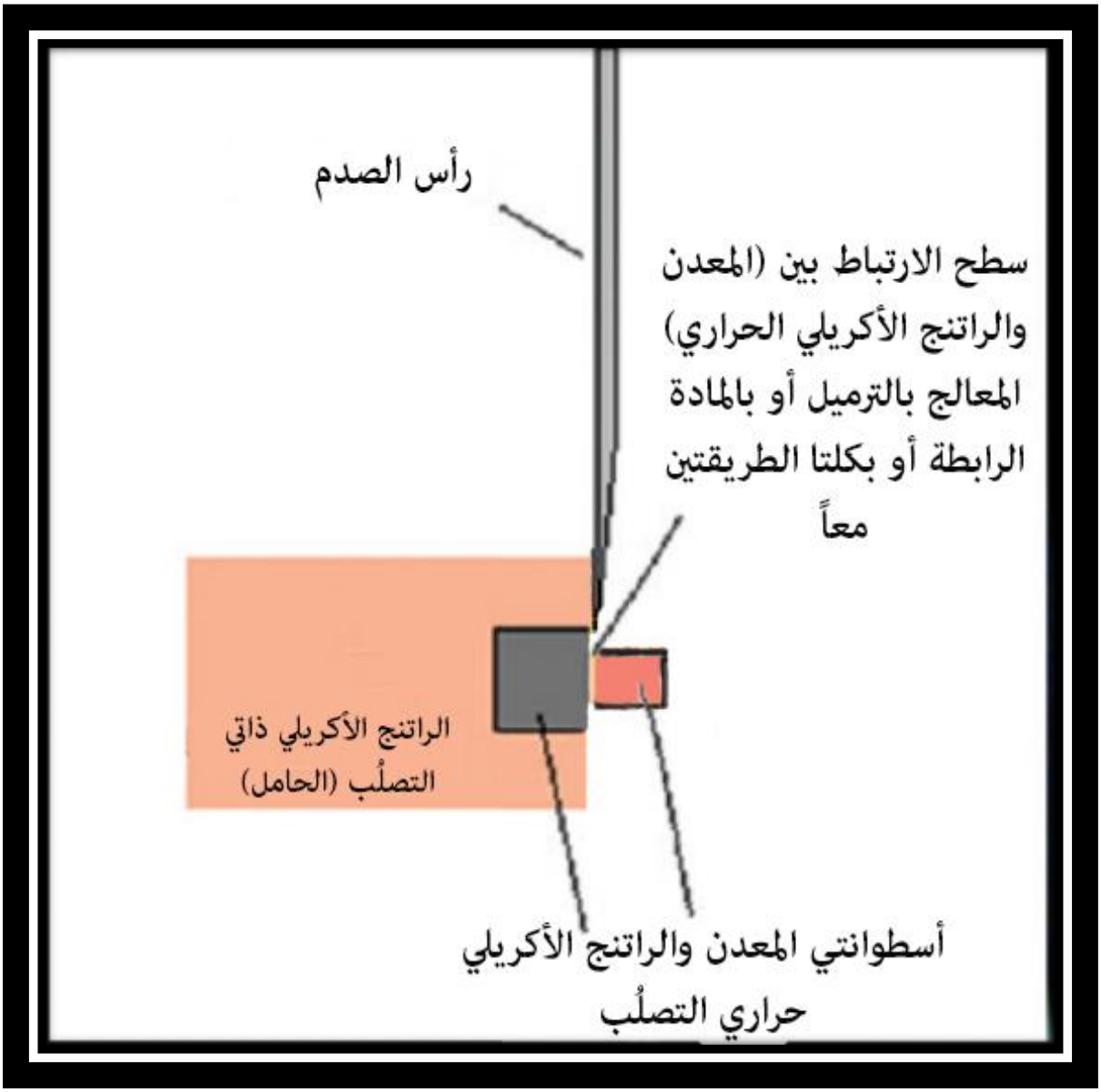
اختبار القص المجرى حتى حصول الانفصال الكامل بين الأسطوانتين (الشكل ٤٥)



حدوث الانفصال الكامل بين الأسطوانتين وتسجيل القيمة الأعلى لقوة القص



شكل العينة بعد حدوث الانفصال الكامل بين أسطوانتي المعدن والراتنج الأكريلي حراري التصلُب (الشكل ٤٦)



شكل ترسيمي يوضّح الاختبار الميكانيكي المُجرى (الشكل ٤٧) .

٦. طرق الدراسة الإحصائية :

تمَ احتساب حجم العينة باستخدام برنامج (G* Power 3.1.7 software)
(Effect size f=0.634/ α err prob=0.05/ Power (1−β err prob) =0.95)
فبلغ حجم العينة ٦٠ أسطوانة معدنية وزِعت على ست مجموعات (١٠ أسطوانات في كل مجموعة حسب طريقة معالجة السطح) حيث شملت العينة ٣٠ أسطوانة لخليطة الكروم كوبالت و ٣٠ أسطوانة لخليطة التيتانيوم النقي التجاري .

وتمَ إجراء الدراسة الإحصائية باستخدام برنامج (SPSS Statistics 17.0) لتحليل البيانات عند مجال الثقة ٩٥%.

أظهر اختبار Kolmogorov−Smirnov أن توزع بيانات المجموعتين طبيعي مما يسمح بتحليل التباين One−Way ANOVA (اختبار إحصائي يستخدم لدراسة الفروق بين متوسطات عدة عينات مستقلة ، أي مقارنة معيار معين بين عدة مجموعات منفصلة حيث تحسب قيمة المعنوية (P−value) من إحصاء الاختبار (F) ثم نقارنها بالقيمة (α=0.05) ، فإذا كانت (P−value < 0.05) فإن الاختبار معنوي و نقبل الفرضية البديلة H1 بثقة 95 % ثم اختبارات ما بعد المغالطة المنطقية Post Hoc فِشر للفرق المعتد الأدنى LSD (لإجراء المقارنة الثنائيّة بين متوسطات المتغيرات المدروسة)

ويمكن صياغة الفرضيات التي يختبرها بالشكل التالي :

فرضية العدم H0 : العينات المدروسة تعود إلى المجتمع نفسه ، أي لا يوجد فرق دال إحصائياً بين العينات أو لا توجد فروق دالة إحصائياً بين متوسطات المجموعات .

الفرضية البديلة H1 : العينات المدروسة تعود إلى مجتمعات مختلفة ، أي يوجد فرق دال إحصائياً بين العينات أو توجد فروق دالة إحصائياً بين متوسطات المجموعات .

الباب الثالث

النتائج

Results

أولاً : وصف العينة :

تألفت عينة البحث من ٦٠ أسطوانة معدنية بأبعاد (١٠×٣) مم ، قسمت إلى مجموعتين رئيسيتين وفقاً لنوع المعدن المستخدم ٣٠ أسطوانة مصبوبة بخليطة الكروم كوبالت و ٣٠ أسطوانة مصبوبة بخليطة التيتانيوم النقي التجاري طبق فوق الأسطوانات المعدنية أسطوانات بأبعاد (٦×٣) مم من الراتنج الأكريلي حراري التصلُب وقد قسِمت كل من المجموعات الرئيسة إلى ثلاث مجموعات متساوية حسب طريقة معالجة سطح الخليطة المعدنية : { معالجة بالترميل فقط (١) ، معالجة بالترميل والمادة الرابطة معاً (٢) ، معالجة بالمادة الرابطة فقط (٣) } وذلك لكل معدن على حدا، وقد كان توزع النماذج المدروسة في عينة البحث وفقاً لطريقة معالجة سطح المعدن المتبعة كما يلي:

توزُع عينة البحث وفقاً لنوع الخليطة المستخدم وحسب طريقة معالجة سطح الخليطة المعدنية (الجدول رقم ١) :

طريقة معالجة سطح الخليطتين المعدنيتين المستخدمتين	عدد الأسطوانات	النسبة المئوية
كروم كوبالت معالجة بالترميل فقط	١٠	١٦,٦٦٦٦
كروم كوبالت معالجة بالترميل والمادة الرابطة معاً	١٠	١٦,٦٦٦٦
كروم كوبالت معالجة بالمادة الرابطة فقط	١٠	١٦,٦٦٦٦
تيتانيوم معالجة بالترميل فقط	١٠	١٦,٦٦٦٦
تيتانيوم معالجة بالترميل والمادة الرابطة معاً	١٠	١٦,٦٦٦٦
تيتانيوم معالجة بالمادة الرابطة فقط	١٠	١٦,٦٦٦٦
المجموع	٦٠	١٠٠

جدول توصيف المجموعات (يوضح الاختصارات) (الجدول رقم ٢) :

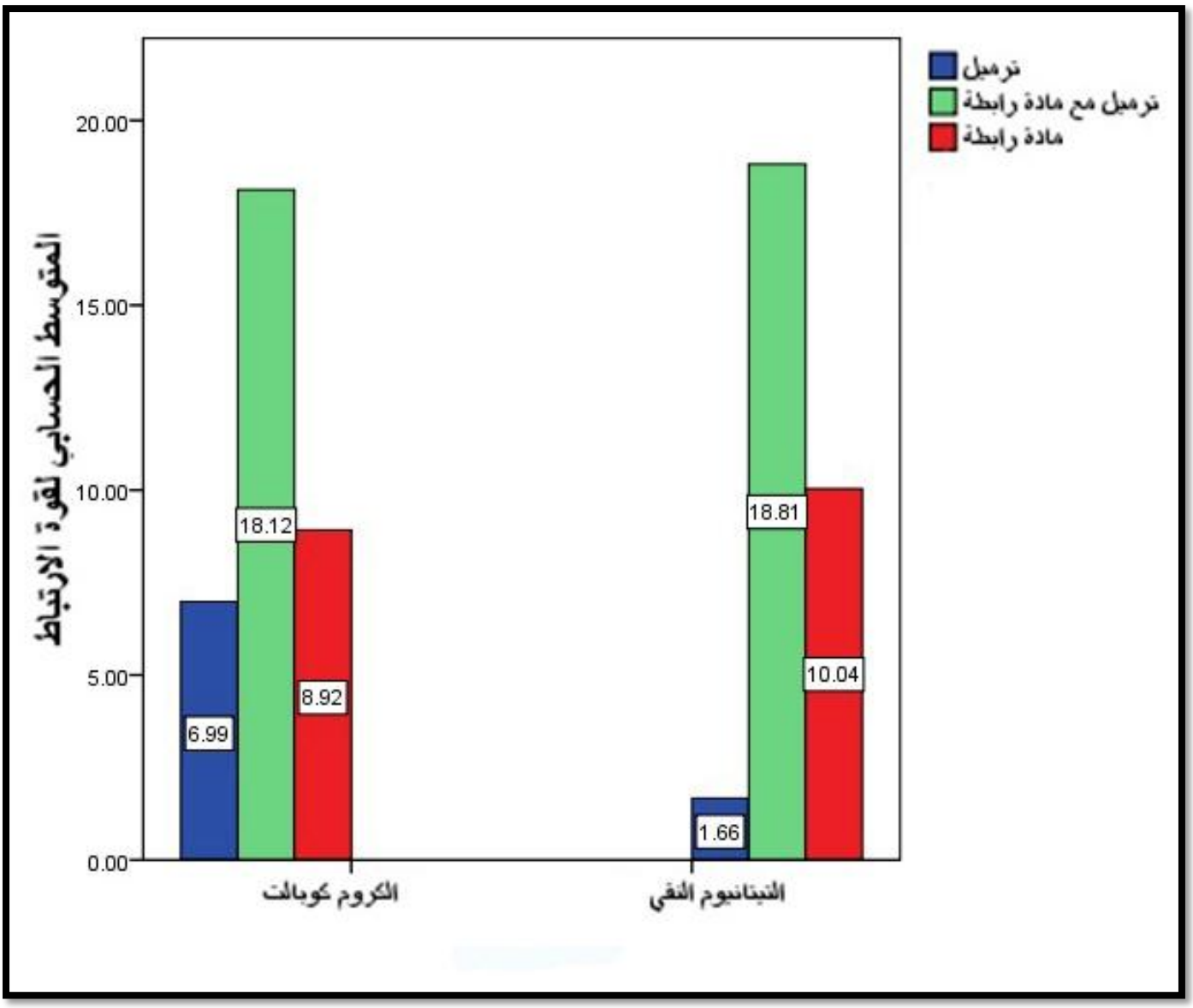
المجموعات	الرمز
C1	مجموعة الكروم كوبالت (ترميل)
C2	مجموعة الكروم كوبالت (ترميل+ مادة رابطة)
C3	مجموعة الكروم كوبالت (المادة الرابطة)
T1	مجموعة التيتانيوم (الترميل)
T2	مجموعة التيتانيوم (ترميل+ مادة رابطة)
T3	مجموعة التيتانيوم (المادة الرابطة)

ثانياً : الدراسة الإحصائية التحليليَة :

تمَ حساب قوة الارتباط بالميغاباسكال من خلال دراسة قوة إجهاد القص بجهاز اختبار الشد العمومي (Test) الموجود في كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية وذلك للمجموعات الست (C1,C2,C3.T1,T2,T3) ثمَ تلخيص الإحصاء الوصفي لقوة الارتباط في الجدول التالي :

جدول يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لقوة الارتباط في عينة البحث وفقا لنوع الخليطة المستخدم وطريقة معالجة سطح تلك الخليطة (الجدول رقم ٣) :

المجموعة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	مستوى الثقة للمتوسط 95%	
			أدنى قيمة	أعلى قيمة
C1	6.9851	1.81817	5.6845	8.2858
C2	18.1210	1.90641	16.7573	19.4848
C3	8.9207	3.46428	6.4425	11.3989
T1	1.6631	0.77275	1.1103	2.2159
T2	18.8146	5.14321	15.1353	22.4938
T3	10.0354	3.58483	7.4710	12.599



(مخطط رقم ١)

يوضِح المتوسط الحسابي لقوة الارتباط

أجرينا اختبار (Kolmogorov–Smirnov) للتوزع فكان توزع كل المجموعات طبيعياً حيث كانت قيمة مستوى الدلالة ال (P value >0.05) أي التوَزع طبيعي وهذا يمكننا من إجراء اختبارات معلمية .

		Kolmogorov–Smirnov[a]		
		Statistic	Df	Sig.
قوة الارتباط	C1	0.157	10	0.200
	C2	0.219	10	0.191
	C3	0.174	10	0.200
	T1	0.130	10	0.200
	T2	0.147	10	0.200
	T3	0.184	10	0.200

(الجدول رقم ٤) .

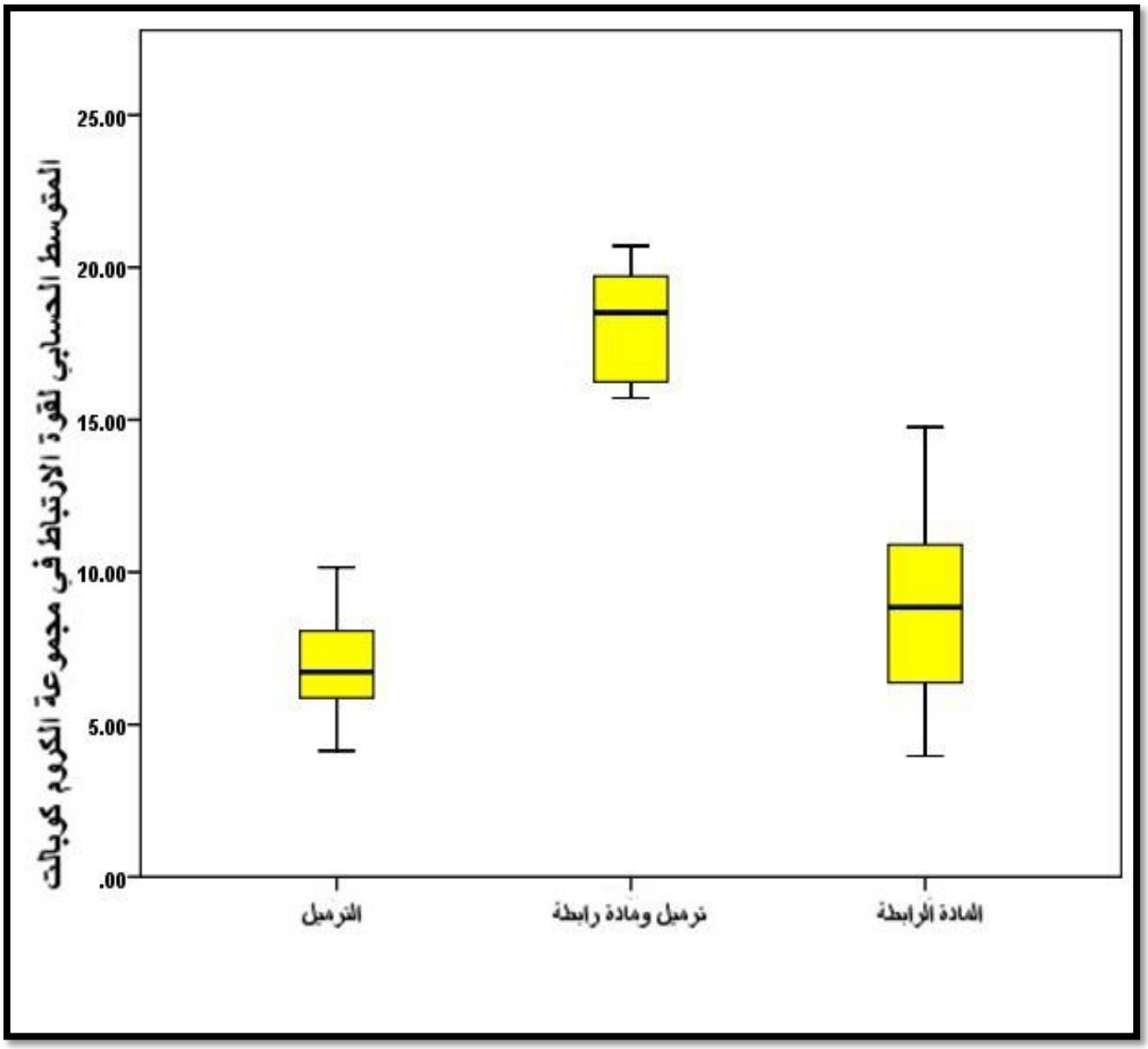
نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لمجموعة الكروم كوبالت :

جدول يبين نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسطات قوة الارتباط بين المجموعات الثلاث حسب طريقة معالجة سطح خليطة الكروم كوبالت المدروسة في عينة البحث **(الجدول رقم ٥)** .

إحصاء الاختبار F	مستوى الدلالة P.value	الاستنتاج
56.068	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً

يبيَن الجدول وجود فروق دالة إحصائياً في متوسط قوة الارتباط بين المجموعات المختلفة للكروم كوبالت حسب طريقة المعالجة (P< 0.05) .

(مخطط رقم ٢) يبيِن المتوسط الحسابي والحد الأدنى والحد الأعلى لقوة الارتباط عند مستوى الثقة ٩٥% لمجموعات الكروم كوبالت .



لإجراء المقارنة الثنائية بين المجموعات أُجري اختبار فيشر LSD **(الجدول رقم ٦)** :

المجموعتان المقارنتان		متوسط الفرق	مستوى الدلالة P.value	الاستنتاج
C1	C2	11.1358	0.000	توجد فروق دالة
C1	C3	1.9356	0.096	لا توجد فروق دالة
C2	C3	9.2002	0.000	توجد فروق دالة

متوسط الفرق المشار إليه عند مستوى الدلالة 0.05

يلاحظ من **(الجدول رقم ٦)** الموضح لنتائج المقارنة الثنائيَة لمتوسط قوة الارتباط بين المجموعات حسب طريقة معالجة سطح خليطة الكروم كوبالت ما يلي :

يوجد فرق جوهري بين المجموعتين C1 وC2 (المعالجة بالترميل فقط والمعالجة بالترميل والمادة الرابطة معاً) والمجموعتين C2 وC3 (المعالجة بالترميل والمادة الرابطة معاً والمعالجة بالمادة الرابطة فقط) ($P<0.05$) . ولا يوجد فرق دال إحصائياً مابين المجموعتين C1 وC3 (المعالجة بالترميل فقط والمعالجة بالمادة الرابطة فقط) ($P>0.05$) .

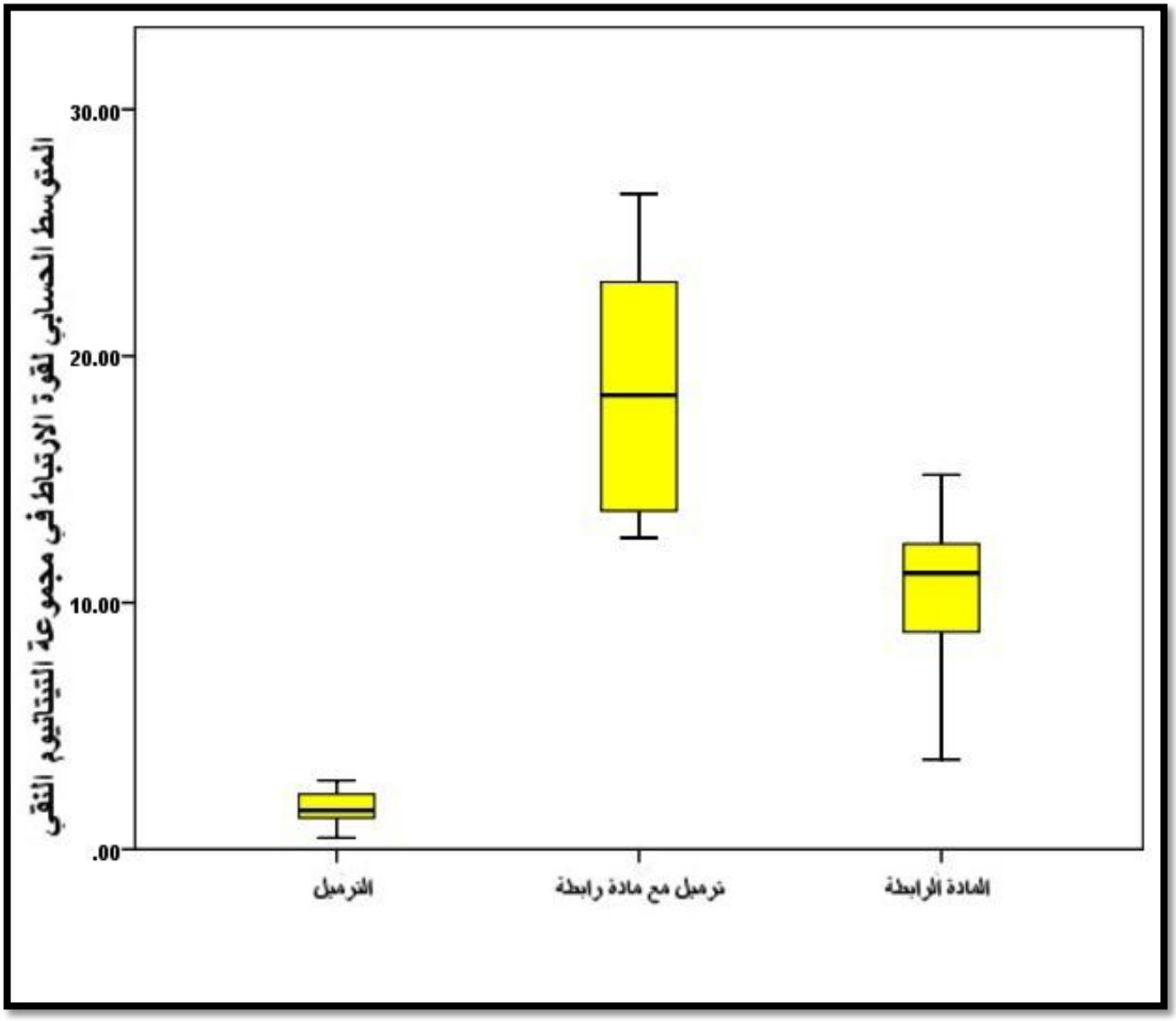
نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لمجموعة التيتانيوم :

جدول يبين نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسطات قوة الارتباط بين المجموعات الثلاث حسب طريقة معالجة سطح خليطة التيتانيوم النقي التجاري المدروسة في عينة البحث **(الجدول رقم ٧)**

إحصاء الاختبار F	مستوى الدلالة P.value	الاستنتاج
55.305	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً

يبين الجدول وجود فروق دالة إحصائياً في متوسط قوة الارتباط بين المجموعات المختلفة للتيتانيوم حسب طريقة المعالجة ($P< 0.05$) .

(مخطط رقم ٣) يبيِن المتوسط الحسابي والحد الأدنى والحد الأعلى لقوة الارتباط عند مستوى الثقة ٩٥% لمجموعات التيتانيوم النقي .



لإجراء المقارنة الثنائية بين المجموعات أُجري اختبار فيشر LSD :

المجموعتان المقارنتان		متوسط الفرق	مستوى الدلالة P.value	الاستنتاج
T1	T2	17.1514	0.000	توجد فروق دالة
T1	T3	8.3722	0.000	توجد فروق دالة
T2	T3	8.7791	0.000	توجد فروق دالة

متوسط الفرق المشار إليه عند مستوى الدلالة 0.05 (**الجدول رقم ٨**) .

يلاحظ من الجدول (رقم ٨) الموضح لنتائج المقارنة الثنائيَة لمتوسط قوة الارتباط بين المجموعات حسب طريقة معالجة سطح خليطة التيتانيوم ما يلي :

يوجد فرق جوهري بين المجموعتين T1 وT2 (المعالجة بالترميل فقط والمعالجة بالترميل والمادة الرابطة معاً) والمجموعتين T1 وT3 (المعالجة بالترميل فقط والمعالجة بالمادة الرابطة فقط) والمجموعتين T2 وT3 (المعالجة بالترميل والمادة الرابطة معاً والمعالجة بالمادة الرابطة فقط) حيث (P<0.05) .

نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA ما بين مجموعات الكروم كوبالت ومجموعات التيتانيوم (الجدول رقم ٩) :

إحصاء الاختبار F	مستوى الدلالة P.value	الاستنتاج
44.860	0.000	توجد فروق دالة إحصائياً

يبين الجدول وجود فروق دالة إحصائياً في متوسط قوة الارتباط بين المجموعات المختلفة للكروم كوبالت والتيتانيوم حسب طريقة المعالجة (P< 0.05) .

لإجراء المقارنة الثنائية بين المجموعات أُجري اختبار فيشر LSD **(الجدول رقم ١٠)** :

المجموعتان المقارنتان		متوسط الفرق	مستوى الدلالة P.value	الاستنتاج
C1	**C2**	11.13588	0.000	توجد فروق دالة
	C3	1.93560	0.173	لا توجد فروق دالة
	T1	5.32201	0.000	توجد فروق دالة
	T2	11.82944	0.000	توجد فروق دالة
	T3	3.0502	0.034	توجد فروق دالة
C2	**C3**	9.2002	0.000	توجد فروق دالة
	T1	16.4578	0.000	توجد فروق دالة
	T2	0.6935	0.622	لا توجد فروق دالة
	T3	8.0856	0.000	توجد فروق دالة
C3	**T1**	7.2576	0.000	توجد فروق دالة
	T2	9.8938	0.000	توجد فروق دالة
	T3	1.1146	0.430	لا توجد فروق دالة
T1	**T2**	17.1514	0.000	توجد فروق دالة
	T3	8.3722	0.000	توجد فروق دالة
T2	**T3**	8.7791	0.000	توجد فروق دالة

متوسط الفرق المشار إليه عند مستوى الدلالة 0.05 .

يبيِن الجدول **(رقم ١٠)** نتائج المقارنة الثنائيَة لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط قوة الارتباط بين المجموعات الست على اختلاف طريقة معالجة سطح الخليطة المدروسة في عينة البحث .

توجد فروق دالة إحصائياً بين جميع المجموعات ماعدا المجموعات (C1 و C3) (C2 و T2) (C3 و T3) أي مابين المجموعات (مجموعة الكروم كوبالت المعالجة بالترميل فقط ومجموعة الكروم كوبالت المعالجة بالمادة الرابطة فقط، ومجموعة الكروم كوبالت المعالجة بالترميل والمادة الرباطة معاً ومجموعة التيتانيوم المعالجة بالترميل والمادة الرابطة معاً، ومجموعة الكروم كوبالت المعالجة بالمادة الرابطة فقط ومجموعة التيتانيوم المعالجة بالمادة الرابطة فقط) حيث ($P>0.05$) .

الباب الرابع

المناقشة

Discussion

تحوي الأجهزة الجزئية المتحركة مشاركة بين المعدن المصبوب والراتنج الأكريلي . وتتضمن هذه الأجهزة قاعدة معدنية مصبوبة بشكل ملائم للحواف السنخية المتبقية، وراتنجاً أكريلياً مرتبطاً مع المعدن لتعزيز الناحية التجميلية وتعويض الحواف النسيجية المفقودة وتثبيت الأسنان الصناعية .

يمكن أن يقود نقص الارتباط على السطح البيني معدن– راتنج إلى فشل سريري وانفصال أجزاء من الراتنج الأكريلي عن الهيكل المعدني أو التلون على الحواف بين الهيكل المعدني والراتنج الأكريلي، كما يلعب الارتباط بين المكونات المعدنية وقاعدة التعويض الراتنجية دوراً هاماً في إطالة عمر التعويض (Kawaguchi et al., 2011) .

لذا أجريت هذه الدراسة لتقيّيم تأثير معالجة سطح الخليطة المعدنية على قوة الارتباط بين الراتنج الأكريلي المتماثر حرارياً والمستخدم في صناعة قواعد الأجهزة التعويضية المتحركة مع خليطة الكروم كوبالت وخليطة التيتانيوم النقي التجاري المستخدمة في صناعة الهياكل المعدنية للأجهزة التعويضية المتحركة .

وقد ربطنا بين نتائجنا وقوة الارتباط لما لذلك من تأثير كبير على السطح البيني بين المعدن المستخدم والراتنج الأكريلي المتماثر حرارياً والمضاعفات الناتجة عن ذلك .

قيّمت قوة الارتباط على السطح البيني بين الراتنج الأكريلي والكروم كوبالت وبين الراتنج الأكريلي والتيتانيوم النقي التجاري بعد صنع العينات أسطوانية الشكل لكلا الخليطتين المعدنيَتين وفرزها في البواتق ومن ثمَ صنع أسطوانات الراتنج الأكريلي حراري التماثر وقياس قوة الارتباط باستخدام جهاز الشد العمومي الميكانيكي لتقييم قوى القص فبعد معالجة سطح الخليطة المعدنية بإحدى طرق معالجة سطح الخليطة المعدنية المتبعة في هذه الدراسة أجري اختبار القص وتقييم قوة اجهاد القص بالميغاباسكال ولقد تم اعتماد هذه الطريقة من قبل Kim وزملاؤه عام ٢٠٠٩ (Kim.Su.et al.2009) .

لقد أظهرت العديد من الدراسات السابقة أنَ هناك زيادة في قوة الارتباط بين الخليطة المعدنية المستخدمة والراتنج الأكريلي وذلك عند معالجة سطح الخليطة المعدنية بأشكال مختلفة من أشكال معالجة السطح وذكرت الدراسات أن الترميل الهوائي يحسِن قوة ارتباط الراتنج الأكريلي بالخليطة المعدنية ويعزى هذا إلى أن الترميل الهوائي ينظف سطح الخليطة من الأكاسيد المعدنية والمواد الأخرى مما يؤدي إلى زيادة سطح الخليطة أو تشكيل مثبتات ميكانيكية مجهرية (Bulbul and Kesim, 2010) . كما ذكرت الدراسات بأن تطبيق المادة الرابطة يساهم في زيادة قوة الارتباط

بين الراتنج الأكريلي والخليطة المعدنية بسبب قدرته على تشكيل رابطة كيميائية بين الراتنج الأكريلي والخليطة المعدنية (Khursheed and Mohammed, 2012)

مناقشة تأثير طريقة معالجة سطح الخليطة المعدنية المتبعة في تحسُن قوة الارتباط :

تبين نتيجة الدراسة الإحصائية :

أنَ متوسط قوة الارتباط لمجموعات الكروم كوبالت كان كما يلي :

C1 6.99 و C2 18.12 و C3 8.92

ولمجموعات التيتانيوم النقي التجاري كان T1 1.66 و T2 18.81 وT3 10.04 .

عند مقارنة جميع المجموعات وجدنا فرق جوهري بين المجموعات (C1 وC2، C1 وT1، C1 وT2، C1 وT3_ C2 وC3، C2 وT1، C2 وT3 _C3 وT1 ،C3وT1_T2 و T2، T1 و T3 _ T2 وT3) ممَا يعني أنَ هناك فرق بين مجموعة الكروم كوبالت المعالجة بالترميل فقط ومجموعة الكروم كوبالت المعالجة بالترميل والمادة الرابطة معاً ، وكذلك بين مجموعة الكروم كوبالت المعالجة بالترميل فقط ومجموعة التيتانيوم المعالجة بالترميل فقط ، وأيضاً مجموعة الكروم كوبالت المعالجة بالترميل فقط ومجموعة التيتانيوم المعالجة بالترميل والمادة الرابطة معاً ، وأخيراً مجموعة الكروم كوبالت المعالجة بالترميل فقط ومجموعة التيتانيوم المعالجة بالمادة الرابطة فقط _ وهناك فرق بين مجموعة الكروم كوبالت المعالجة بالترميل والمادة الرابطة معاً ومجموعة الكروم كوبالت المعالجة بالمادة الرابطة فقط وكذلك فرق بينها وبين مجموعات التيتانيوم المعالجة بالترميل فقط والمعالجة بالمادة الرابطة فقط _ وهناك فرق بين مجموعة الكروم كوبالت المعالجة بالمادة الرابطة فقط ومجموعة التيتانيوم المعالجة بالترميل فقط وكذلك بينها وبين مجموعة التيتانيوم المعالجة بالترميل والمادة الرابطة معاً _ وهناك فرق بين مجموعة التيتانيوم المعالجة بالترميل فقط ومجموعتي التيتانيوم المعالجتين بالمادة الرابطة فقط وبالترميل والمادة الرابطة معاً_ وأخيراً بين مجموعتي التيتانيوم المعالجتين بالترميل والمادة لرابطة معاً والمعالجة بالمادة الرابطة فقط .

١ـ مناقشة نتائج خليطة الكروم كوبالت :

ـ لوحظ وجود فرق دال إحصائياً بين مجموعة الكروم كوبالت المعالجة بالترميل فقط ومجموعة الكروم كوبالت المعالجة بالترميل والمادة الرابطة معاً حيث كانت قوة الارتباط أعلى عند إجراء الترميل متبوعاً بتطبيق المادة الرابطة، وقد اتفقنا في هذه النتيجة مع دراسات عديدة منها:

Kawaguchi وزملاؤه عام ٢٠١١ حيث وجدوا أنَ المشاركة بين الترميل والمادة الرابطة أظهرت مقاومة قوى قص أعلى مقارنةً بطرق المعالجة الأخرى المتبعة .

Kalra وزملاؤه عام ٢٠١٥ حيث وجدوا أنَ المشاركة بين الترميل وتطبيق المادة الرابطة معاً قد حسنَت قوة الارتباط بين الراتنج الأكريلي وخليطة الكروم كوبالت .

ـ لوحظ وجود فرق دال إحصائياً بين مجموعة الكروم كوبالت المعالجة بالمادة الرابطة فقط ومجموعة الكروم كوبالت المعالجة بالترميل والمادة الرابطة معاً حيث كانت قوة الارتباط أعلى عند إجراء الترميل متبوعاً بتطبيق المادة الرابطة .

اتفقنا في هذه النتيجة مع دراسة Khursheed وزملاؤه عام ٢٠١٢ حيث وجدوا أنَ المجموعة التي طبِق عليها الترميل والمادة الرابطة معاً أظهرت قيماً أعلى لقوى القص مقارنة بالمجموعة التي طبقت عليها المادة الرابطة فقط، يمكن أن يفسَر ذلك بأنَ استخدام المعالجة الميكانيكية والكيميائية لسطح المعدن قد حسَن قوة الارتباط بين المعدن والأكريل ممَا لو استخدمت المعالجة الميكانيكية أو المعالجة الكيميائية لوحدها .

ـ لوحظ عدم وجود فرق دال إحصائياً بين مجموعة الكروم كوبالت المعالجة بالترميل فقط ومجموعة الكروم كوبالت المعالجة بالمادة الرابطة فقط، يمكن أن نفسَر ذلك بأنَ استخدام المعالجة الميكانيكية بالترميل أو الكيميائية باستخدام المادة الرابطة لسطح المعدن بشكلٍ مستقل لم يعطِ فرق أو تميز لطريقة على الأخرى وقد اختلفنا في هذه النتيجة مع دراسة Kalra وزملاؤه عام ٢٠١٥ حيث وجدوا أنَ قوة الارتباط كانت أعلى في المجموعة المعالجة بالمادة الرابطة عن المجموعة المعالجة بالترميل فقط (حيث هناك فرق دال إحصائياً) واستنتجوا من دراستهم أنَ تطبيق المواد الرابطة على سطح المعدن تؤمن قوة ارتباط أعلى مع الراتنج الأكريلي حراري التصلُب بالمقارنة مع الترميل فقط .

٢ـ مناقشة نتائج خليطة التيتانيوم :

ـ لوحظ وجود فرق دال إحصائياً بين مجموعة التيتانيوم المعالجة بالترميل فقط ومجموعة التيتانيوم المعالجة بالمادة الرابطة فقط حيث لوحظ تزايد لقوة الارتباط في مجموعة المادة الرابطة عنها في مجموعة الترميل ويمكن أن يعزى ذلك إلى طبيعة سطح التيتانيوم حيث يغطيه طبقة أوكسيد التيتانيوم حيث تتحد مع المادة الرابطة مما يزيد قوة الارتباط بين التيتانيوم والأكريل، وقد اتفقنا في ذلك مع الدراسة التي قام بها Suzuki وزملاؤه عام ٢٠٠٥ على خصائص ارتباط راتنج قواعد الأجهزة السنية حراري التماثر مع خلائط التيتانيوم والكروم كوبالت فوجد الباحثون أن تطبيق أي من المواد الرابطة حسّن وبشكل فعّال من قوة الارتباط وكذلك اتفقنا مع دراسة Podder وزملاؤه عام ٢٠١٣ الذين أظهروا في دراستهم المخبرية تأثير بادئات المعدن على قوة الارتباط بين الراتنج الأكريلي حراري التماثر ومعدن التيتانيوم وأظهرت قيم قوة الارتباط تناقصاً في القيم وفي الأهمية حسب ترتيب المجموعات الأربع ٤ ، ٣ ، ٢ ، ١ (الأولى لم تكن معالجة السطوح والثانية تعرضت للترميل والثالثة تمَت معالجتها بالمادة الرابطة والأخيرة تمَت معالجتها بالترميل والمادة الرابطة معاً) .

ـ لوحظ وجود فرق دال إحصائياً بين مجموعة التيتانيوم المعالجة بالترميل فقط ومجموعة التيتانيوم المعالجة بالترميل والمادة الرابطة معاً حيث أظهرت المشاركة بين طريقتي المعالجة قوة الارتباط العظمى مقارنة بكل على حدة وقد اتفقنا في هذه النتيجة مع دراسة Podder وزملاؤه عام ٢٠١٤ والتي وضّحت أنَ المشاركة بين المعالجة الكيميائية للعينات (تطبيق المواد الرابطة) مع ترميل السطح أظهرت قوة القص العظمى مقارنة بباقي المجموعات المدروسة ونتفق في ذلك مع دراسة كلاً من Takahashi & Shimizu عام ٢٠١٢ التي وضحَت أهمية الدمج بين الترميل واستعمال بادئات المعدن عند صنع وإصلاح الأجهزة السنية المتحركة .

ـ لوحظ وجود فرق دال إحصائياً بين مجموعة التيتانيوم المعالجة بالمادة الرابطة فقط ومجموعة التيتانيوم المعالجة بالترميل والمادة الرابطة معاً حيث أظهرت المشاركة بين طريقتي المعالجة قوة الارتباط العظمى مقارنة بكل على حدة وقد بينت دراسة Podder وزملاؤه عام ٢٠١٤ أنَ

أفضل قوة ارتباط للتيتانيوم هي المشاركة بين الترميل متبوعاً بتطبيق المادة الرابطة واتفقنا مع دراسة Kawaguchi وزملاؤه عام ٢٠١١ الذين وجدوا أنَ المشاركة بين الترميل والمادة الرابطة أظهرت مقاومة لقوة القص أعلى مقارنةً بطرق المعالجة الأخرى المتبعة ضمن الدراسة .

٣ً_ مناقشة نتائج المقارنة بين الخليطتين معاً :

_ لوحظ وجود فرق دال إحصائياً بين مجموعة الكروم كوبالت المعالجة بالترميل فقط ومجموعة التيتانيوم المعالجة بالترميل فقط حيث كانت قوة الارتباط أعلى في مجموعة الكروم كوبالت مقارنةً بمجموعة التيتانيوم وقد اتفقنا في هذه النتيجة مع دراسة Bulbul & Kesim عام ٢٠١٠ حيث أظهرت دراستهم أنَ مقاومة قوى القص بين الراتنج الأكريلي وخليطة الكروم كوبالت كانت أعلى منها بين الراتنج الأكريلي وخليطة التيتانيوم والمعادن النبيلة الأخرى ، يمكن أن نفسِر ذلك بأنَ خليطة الكروم كوبالت أكثر خشونة من خليطة التيتانيوم النقي ممَا يزيد من قوة ارتباطها مع الأكريل .

_ لوحظ وجود فرق دال إحصائياً بين مجموعة الكروم كوبالت المعالجة بالترميل فقط ومجموعة التيتانيوم المعالجة بالترميل والمادة الرابطة معاً حيث كانت قوة الارتباط أعلى في مجموعة التيتانيوم مقارنةً بمجموعة الكروم كوبالت وقد اتفقنا في هذه النتيجة مع دراسة Al Harbi & Saber عام ٢٠١٢ حيث أظهرت دراستهم أنَ تطبيق المادة الرابطة حسَن وبشكل ملحوظ قوة الارتباط بين الراتنج الأكريلي حراري التماثر وخليطتي التيتانيوم التجاري النقي وخليطة الكروم كوبالت .

_ لوحظ وجود فرق دال إحصائياً بين مجموعة الكروم كوبالت المعالجة بالترميل فقط ومجموعة التيتانيوم المعالجة بالمادة الرابطة فقط حيث كانت قوة الارتباط أعلى في مجموعة التيتانيوم مما يظهر أهمية استعمال المواد الرابطة مقارنةً بباقي طرق المعالجة وقد وافقنا في ذلك العالم Podder وزملاؤه عام ٢٠١٣ في نتائج دراستهم على خليطة التيتانيوم ووافقنا دراسة Matsuda وزملاؤه عام ٢٠١٠ على كلتا الخليطتين واختلفنا في هذه النتيجة مع الدراسة التي قام بها

Khursheed وزملاؤه عام ٢٠١٢ حيث أظهرت المجموعة التي طُبقت عليها المادة الرابطة فقط قيماً أقل لمقاومة قوى القص مقارنة بالمجموعة الشاهدة (التي لم يطبق عليها معالجة) .

_ لوحظ وجود فرق دال إحصائياً بين مجموعة الكروم كوبالت المعالجة بالترميل والمادة الرابطة معاً ومجموعة التيتانيوم المعالجة بالترميل فقط حيث كانت قوة الارتباط أعلى في مجموعة الكروم كوبالت المعالجة بالترميل والمادة الرابطة، وقد اتفقنا في هذه النتيجة مع دراسة Matsuda وزملاؤه عام ٢٠١٠ حيث وجدوا أن الترميل الهوائي المتبوع بالمواد الرابطة الحاوية على المونومير الوظيفي أظهر قوة الارتباط الأعلى مع مواد قواعد الأجهزة السنية لكلتا الخليطتين (الكروم كوبالت والتيتانيوم) .

_ لوحظ عدم وجود فرق دال إحصائياً بين مجموعة الكروم كوبالت المعالجة بالترميل والمادة الرابطة معاً ومجموعة التيتانيوم المعالجة بالترميل والمادة الرابطة معاً ، وقد اختلفنا في هذه النتيجة مع دراسة Kesim و Bulbul عام ٢٠١٠ حيث وجدوا أن مقاومة قوى القص بين الراتنج الأكريلي وخليطة الكروم كوبالت أعلى منها بين الراتنج وخليطة التيتانيوم .

_ لوحظ وجود فرق دال إحصائياً بين مجموعة الكروم كوبالت المعالجة بالترميل والمادة الرابطة معاً ومجموعة التيتانيوم المعالجة بالمادة الرابطة فقط حيث كانت قوة الارتباط أعلى في مجموعة الكروم كوبالت وقد اتفقنا في هذه النتيجة مع دراسة Matsuda وزملاؤه عام ٢٠١٠ الذين وجدوا أنّ الترميل الهوائي المتبوع بالمواد الرابطة الحاوية على المونومير الوظيفي حسَن وبشكل فعَال من قوة ارتباط مواد قواعد الأجهزة السنية مع كلتا الخليطتين .

_ لوحظ وجود فرق دال إحصائياً بين مجموعة الكروم كوبالت المعالجة بالمادة الرابطة فقط ومجموعة التيتانيوم المعالجة بالترميل فقط حيث كانت قوة الارتباط أعلى في مجموعة الكروم كوبالت وقد اتفقنا في هذه النتيجة مع دراسة Lee وزملاؤه عام ٢٠٠٨ التي أظهرت أن المادة الرابطة بين الراتنج والخليطة المعدنية حسّنت قوة الارتباط حيثُ زادت القوة اللازمة لفصل الراتنج عن الخليطة .

_ لوحظ وجود فرق دال إحصائياً بين مجموعة الكروم كوبالت المعالجة بالمادة الرابطة فقط ومجموعة التيتانيوم المعالجة بالمادة الرابطة والترميل معاً حيث زادت قوة الارتباط عند المشاركة بين الطريقتين معاً أي زادت في مجموعة التيتانيوم وقد اتفقنا في تلك النتيجة مع دراسة Matsuda وزملاؤه عام ٢٠١٠ حيث وجدوا أن الترميل الهوائي المتبوع بالمواد الرابطة الحاوية على المونومير الوظيفي حسَن وبشكل فعَال من قوة ارتباط مواد قواعد الأجهزة السنية مع كلتا الخليطتين .

_ لوحظ عدم وجود فرق دال إحصائياً بين مجموعة الكروم كوبالت المعالجة بالمادة الرابطة فقط ومجموعة التيتانيوم المعالجة بالمادة الرابطة فقط وقد اتفقنا في هذه النتيجة مع دراسة Suzuki وزملاؤه عام ٢٠٠٥ ومع دراسة Kim وزملاؤه عام ٢٠٠٩ حيث وجد الباحثون أنَ تطبيق أي من المواد الرابطة حسَن وبشكلٍ فعَال قوة الارتباط بالنسبة للخليطتين (خلائط الكروم كوبالت وخلائط التيتانيوم) .

الباب الخامس

الاستنتاجات

Conclusion

ضمن محدودية هذا البحث يمكن استنتاج ما يلي:

تُعتبر الطريقة المثلى لمعالجة معدن الكروم كوبالت هي معالجة السطح بالطريقتين معاً (الترميل والمادة الرابطة معاً) وتُعتبر الطريقة المثلى لمعالجة معدن التيتانيوم هي المشاركة بين الطريقتين الترميل والمادة الرابطة معاً تليها طريقة المعالجة بالمادة الرابطة فقط ولا يفضَل معالجة التيتانيوم بالترميل فقط بالمقارنة مع خليطة الكروم كوبالت حيثُ يعتبر الترميل أنسب لخليطة الكروم كوبالت عنها في خليطة التيتانيوم وتعتبر طريقة المعالجة بالمادة الرابطة فقط مناسبة لكلا المعدنيين المستخدمين .

الباب السادس

المقترحات والتوصيات

Suggestions & Recommendations

المقترحات Suggestions :

نقترح إجراء دراسة مقارنة طويلة الأمد بين طرق معالجة سطح الخليطة المعدنية باستعمال مواد رابطة مختلفة وأنواع مختلفة من الراتنج الأكريلي والخلائط المعدنية .

التوصيات Recommendations :

ضمن محدودية هذا البحث نوصي ب :

المشاركة بين طريقتي المعالجة لسطح الارتباط (الترميل والمادة الرابطة معاً) للربط بين الراتنج الأكريلي حراري التماثر والخليطة المعدنية المستخدمة في الهيكل المعدني للجهاز الجزئي المتحرك .

الباب السابع

المراجع

References

المراجع References :

1- AL Harbi & Saber M , 2012. Bond strength of poly (methyl methacrylate) denture base to cast titanium and cobalt – chromium frameworks of different designs . Life Science Journal . 610-616 .

2- Ali M , 2011. Effect of primers on the shear bond strength of two types of acrylic resin to Co-Cr partial denture alloy. Pakistan Oral & Dental Journal, 31, 464-469.

3- Anusavice K J. Phillips' Science of Dental Materials. 11th ed, Saunders, St, Louis, Missouri. 2003;486-487.

4- Anusavice KJ , Phillips RW , Shen C & Rawls HR . 2013. Phillips' science of dental materials. (12th ed) . St .Louis , mo , Elsevier . 50-71, 368-411 .

5- Banerjee S , Engelmeier R. L., O'Keefe, K. L. & Powers, J. M. 2009. In vitro tensile bond strength of denture repair acrylic resins to primed base metal alloys using two different processing techniques. Journal of Prosthodontics, 18, 676-683.

6- Bonsor SJ and Pearson GJ. A Clinical Guide to Applied Dental Materials. Elsevier (2012).34,37.٣٧٣-٢

7- Brown DT , Desjardins RP , Chaco EY . Fatigue failure in acrylic resin retaining minor connectors . J Prosthet Dent 1987; 58: 329-350

8- Bulbul M , Kesim B . 2010 , The effect of primers on shear bond strength of acrylic resins to different types of metals . Journal Prosthetics Dental ; 303- 308

9- Cheng H , XU M , Zhang H , WU W , Zheng M & LI X .2010, Cyclic fatigue properties of cobalt – chromium alloy clasps for partial removable dental prostheses . J Prosthet Dent ; 104(6): 389-396

10- Council on Scientific Affairs. Titanium applications in dentistry. J Am Dent Assoc. 2003;134(3):٣٤٩-٣٤٧.

11- Craig GR. Restorative Dental Materials. 9th ed, Mosby, ST. Louis, 1993: 12, 54-68,١٠١-105, 112-114, 415-427, 488-514

12- Davenport, J., Basker, R., Ralph, J., Glantz, P. & Hammond, P. 2001. clasp design. *British Dental Journal,* 190(2), 71-81.

13- Eichmiller FC, Gaithersburg MD. Titanium applications in dentistry , JADA.2003 ;134: 347-349.

14- Eliades G [etal]. Dental material in vivo, Aging of casting alloys used in prosthodontics and restorative dentistry. Quintessence publishing .2003;2: 23- 32

15- Farhan, F. A. & AL-Ameer, S. S. 2009 . Effect of different metal surface treatments on microleakage of the two types of acrylic resin: Heat cure and light cure at Co/Cr interface. J Bagh Coll Dentistry 21, 31-36 .

16- Gebelein M, Richter G, Range U and Reitemeier B. Dimensional changes of one-piece frameworks cast from titanium, base metal, or noble metal alloys and supported on telescopic crowns. J Prosthet Dent. 2003;89(2): 193-200.

17- Hatrick Cd, Eakle WS, Bird WF. Dental Materials. 1th ed. Philadelphia: WB Saunders Company. 2003: 249-257

18- Hruska AR. Intraoral welding of pure titanium. Quintessence Int. 1987;18(10): 6.٦٨٨-٨٣

19- Jacobson TE. 1989 , The significance of adhesive denture base resin. Int J Prosthodont ;2: 163-172 .

20- Kalra S ,Kharsan V, Kalra N,M. 2016 .Comparative evaluation of effect of metal primer and sandblasting on the shear bond strength between heat cured acrylic denture base resin and cobalt-chromium alloy: An in vitro study. Contemporary Clinical Dentistry; 130.180.139.237

21- Kawaguchi T , Shimizu H , Lassila L.V , Vallittu P.K & Takahasl Y. Effect of surface preparation on the bond strength of heat – polymerized denture base resin to commercially pure titanium and cobalt chromium alloy . Dental Materials Journal 2011;30(2) : 143-150

22- Khursheed A . M. & Mohammed S. A . 2012. Effect of different metal surface treatments and thermocycling on shear bond strength of heat cure and light cure at Co/Cr and Ni/Cr interface. J Bagh Coll Dentistry 24, 1-5.

23- Kim, S, Vang, M.-S., Yang, H, Park, S.W. & Lim, H. 2009. Effect of adhesive primers on bonding strength of heat cure denture base resin to cast titanium and cobalt-chromium alloy. The journal of advanced prosthodontics, 1, 41-46.

24- Kim, D, Park, C, YI, Y. & Cho, L. 2004. Comparison of cast Ti-Ni alloy clasp retention with conventional removable partial denture clasps. *The Journal of prosthetic dentistry,* 91, 374-82.

25- Kimura H, Horng CJ, Okazaki M. Oxidation effects on porcelain-titanium interface reactions and bond strength, Dent Mater. 1990 ;9:91-9.

26- Kumar A , Singh K , Sarin A , Sachdeva S & Singh S .Evaluation and assessment of bonding of heat cure acrylic resin to cobalt-chromium alloy: Old ideas employing newer concepts. European Journal of Prosthodontics 2014;2,1-6.

27- Lee G , Engelmeier R.L , Gonzalez M , Powers J.M , Perezous L. F. & O'keefe K. L . 2010. Force needed to separate acrylic resin from primed and unprimed frameworksof different designs. Journal of Prosthodontics, 19, 14-19.

28- Mahmoud, A , Wakabayashi, N. & Takahashi, H. 2007 .Prediction of permanent deformation in cast clasps for denture prostheses using a validated nonlinear finite element model. Dent Mater, 23, 317-24.

29- Manappallil JJ. Basic Dental Materials. 3th ed. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers, 2003: ٩٨-130.

30- Matsuda Y , Yanagida H , Ide T, Matsumura H & Tanoye N . 2010. Bond strength of poly(methyl methacrylate) denture base material to cast titanium and cobalt-chromium alloy. J Adhes Dent, 12, 223-9

31- MC Giveny GP , Castleberry DJ , MC Crachen 'S . Removable partial prosthodontics . (8th ed) . St Louis CV . 1989 . 142 .

32- Mitsuo N. Recent research and development in titanium alloys for biomedical applications and healthcare goods. Science and Technology of Advanced Materials. 2003;4:445-454.

33- O'brien W , Dental Materials and Their Selection .(3rd ed) Chicago, Quintessence Pub.co.2002; 21,225-239.

34- Ohkubo Ch , Hanatani S , Hosoi T , 2008, Present status of titanium removable dentures – a review of the literature .J Oral Rehabil ;35:706-714.

35- Ohkubo C, Hosoi T, Ford JP and Watanabe I. Effect of surface reaction layer on grindability of cast titanium alloys. Dent Mater. 2006;22(3): 268-274.

36- Paulino SM, Leal MB, Pagnano VO, Bezzon OL The castability of pure titanium compared with Ni-Cr and Ni-Cr-Be alloys. J Prosthet Dent. 2007 ;98:445-54.

37- Pesun S & Mazurat R. D.1998. Bond strength of acrylic resin to cobalt-chromium alloy treated with the Silicoater MD and

Kevlocsystems. Journal of Canadian Dental Association, 64, 798-802.

38- Phoenix RD. Denture Base resins. Anusavice KJ. Phillips' Science of Dental Materials. Vol 11. Philadelphia: WB Saunder: Company. 2003; 721-758

39- Podder S, Goel P, Kar S, and Bhattacharyya J .2013. Investigation into the Effect of Use of metal primer on adhesion of heat cure acrylic resin to cast titanium:an in vitro study.J Indian Prosthodont Soc;14(3):262-272.

40- Rodrigues RC , Faria AC , Orsi IA , Mattos G , Macedo AP & Riberrorf. Comparative study of two commercially pure titanium casting methods . J Appl Oral Sci . 2010;18(5): 487-492.

41- Rodrigues S , Shenoy V , Shetty T & Jain N . The dental applications of titanium and its alloys : A review . J.Nepal Dent . Assoc.2009;10(2): 151-157 .

42- Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J. Contemporary Fixed Prosthodontics. 4th ed, Mosby Elsevier, St. Louis, Missouri, 2006;336-378.

43- Sakaguchi RL & Powers JM . Craig's Restorative Dental Materials . (13th ed) , Elsevier (2012). 35-49 , 224-233 .

44- Sanohkan S , Urapepon S , Harnirayyisai CH , Sirisinha CH & Sunintaboon P. Shear bond strength between autopolymerizing acrylic resin and co-cr alloy using different primers . Dental Materials Journal 2012;31(5): 765-771.

45- Schmalz G & Arenholt Bindslev D . Biocompatibility of dental materials . Springer (2009). 241 .

46- Sharp B, Morton D. & Clark A. E. 2000. Effectiveness of metal surface treatments in controlling microleakage of the acrylic resin-metal framework interface. The Journal of prosthetic dentistry, 84, 617-622.

47- Shimizu H & Takahashi Y, Review of adhesive techniques used in removable prosthodontic practice .Journal of Oral Science, 2012 .205-211.

48- Shimpo H. Effect of arm design and chemical polishing on retentive force of cast titanium alloy clasps. J Prosthodont. 2008;17(4): 300-307.

49- Suzuki T, Takahashi H , Arksornnukit M , ODA , N. & Hirano S. 2005. Bonding properties of heat-polymerized denture base resin to Ti-6Al-7Nb alloy. Dent Mater J, 24, 530-5.

50- Wang RR ، Fenton A. Titanium for prosthodontic applications: A review of the literature, Quintessence Int.1996;27:401-8.

51- Wang RR and Boyle AM. A simple method for inspection of porosity in titanium castings. J ProsthetDent. 1993;70(3): 275-276.

52- Zinelis, S. Effect of pressure of helium, argon, krypton, and xenon on the porosity, microstructure, and mechanical properties of commercially pure titanium castings. J Prosthet Dent. 2000; 84:575-8.

المراجع العربية :

١- أبو جهجاه ج ، سلامة م ع ، ضحيَة ف . ٢٠١٠ . علم المواد خواصها واختباراتها . كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية ، منشورات جامعة دمشق . ٢٢٠ – ٢٢٣ ، ٢٦١ – ٢٦٦ .

٢- الجمَال ، ع . ٢٠١٣ . دراسة سريرية ومخبرية مقارنة بين الأجهزة الجزئية المتحركة المصنوعة من خلائط التيتانيوم والأجهزة الجزئية المتحركة المصنوعة من خلائط الكروم كوبالت . كلية طب الأسنان ، جامعة دمشق ، رسالة دكتوراه بإشراف أ.د.إياد الشعراني ، ٢١٧-٢١٨ .

٣- الحكيم ، م ع . و الوزير ، غ . ٢٠٠٧ . التعويضات السنية المتحركة الجزئية (الأجهزة الهيكلية) . كلية طب الأسنان ، منشورات جامعة دمشق . ٨-١٠ ، ٦٠-١١٤ .

٤- السايس س ، البني ص ، ٢٠١٢ . المرجع في المواد السنية ، منشورات جامعة دمشق . ٦٤٠-٦٤٣ ، ٦٥٩-٦٦٣ .

٥- السعدي م ، سلوم ع ، مصطفى ع ، ٢٠١٣ . التعويضات السنية المتحركة [1] ، كلية طب الأسنان ، منشورات جامعة دمشق .٣٩-٤١ .

٦- الشعراني ، إ والوزير ، غ . ٢٠٠٦ . التعويضات المتحركة الكاملة والتعويضات الفكية الوجهية (٢) . منشورات جامعة دمشق . ١٦-١٨ .

٧- سقاامیني ، ف . ٢٠١٤ . تأثير طريقة معالجة سطح خليطة الكروم كوبالت في التسرب الدقيق بين المعدن والراتنج الإكريلي . كلية طب الأسنان ، جامعة دمشق ، رسالة ماجستير بإشراف أ.د. مهند السعدي ، ٨٣-٨٤ .

الملخص باللغة العربية

المقدمة : تستخدم خلائط الكروم كوبالت وخلائط التيتانيوم النقي التجاري بشكل شائع للقواعد المعدنية للأجهزة الهيكلية الجزئية وتُغطَى هذه القواعد بالراتنج الأكريلي الذي يستعمل لإعطاء التعويض شكله ولونه إلا أنَ للراتنج مساوئ أهمها هي الفجوات الحفافية التي تظهر بين سطح المعدن والراتنج الأكريلي التي تسبب فشل السطح البيني (معدن – راتنج) وتسرب السوائل وفشل الاتصال بين الخلائط المعدنية والراتنج الأكريلي وتُعتبر قوى الارتباط الميكانيكية والكيميائية الضعيفة في سطح الارتباط هي المسؤولة عن فشل العديد من الأجهزة السنية الجزئية المتحركة حيث يلعب هذا الارتباط دوراً هاماً في ديمومة التعويض ويؤثر ضعفه بشكل سيَء في الناحية التجميلية .

الهدف من البحث : يهدف بحثنا المخبري إلى : مقارنة قوة الارتباط للسطح البيني الواقع بين الراتنج الأكريلي ومعدن الخليطة لنوعي الخليطة (خليطة الكروم كوبالت وخليطة التيتانيوم النقي التجاري) المستخدمة وذلك بعد تحضير السطح بثلاثة نماذج من سطوح الارتباط: (ترميل سطح الارتباط بجزيئات أوكسيد الألمينيوم، استعمال البادئ METAL PRIMER LIQUID كمادة رابطة، كلتا الطريقتين السابقتين معاً) .

المواد والطرق : تألفت عينة البحث من ٦٠ أسطوانة معدنية بأبعاد (١٠×٣) مم، وزِّعت العينات وفق طريقة معالجة سطح المعدن ونوع الخليطة المستخدم إلى المجموعات التالية: ١ً) ١٠ أسطوانات مصبوبة بخليطة الكروم كوبالت معالجة السطح بالترميل بجزيئات أوكسيد الألمينيوم (AL2O3) فقط، ٢ً) ١٠ أسطوانات مصبوبة بخليطة الكروم كوبالت معالجة السطح بالترميل وبتطبيق المادة الرابطة معاً ٣ً) ١٠أسطوانات مصبوبة بخليطة الكروم كوبالت معالجة السطح بالمادة الرابطة METALPRIMER LIQUID 5ml فقط . ٤ً) ١٠ أسطوانات مصبوبة بخليطة التيتانيوم التجاري النقي جرت فيها معالجة السطح بالترميل فقط . ٥ً) ١٠ أسطوانات مصبوبة بخليطة التيتانيوم التجاري النقي معالجة السطح بالترميل ومن ثم تطبيق المادة الرابطة معاً . ٦ً) ١٠ أسطوانات مصبوبة بخليطة التيتانيوم التجاري النقي جرت فيها معالجة السطح بالمادة الرابطة METALPRIMER LIQUID 5ml فقط . تمت تغطية الأسطوانات المعدنية جزئياً بأسطوانات بأبعاد (٣ × ٦) مم من الراتنج الأكريلي المتماثر بالحرارة

وبعد تصليب العينات جرى تشذيبها وتلميعها، وتمَ وضعها بالحمام المائي بدرجة ٣٧° م لمدة ٢٤ سا، ثم أجريَ اختبار القص لقياس قوة الارتباط بواسطة جهاز الاختبار الميكانيكي (Test) بسرعة رأس صدم ٥ مم/د وتقديرها بالميغاباسكال .

النتائج : أظهرت الدراسة فروقاً دالة إحصائياً بين جميع المجموعات ماعدا المجموعات (C1 و C3 ، و C2 و T2، و C3 و T3) أي مابين المجموعات (مجموعة الكروم كوبالت المعالجة بالترميل فقط ومجموعة الكروم كوبالت المعالجة بالمادة الرابطة فقط، ومجموعة الكروم كوبالت المعالجة بالترميل والمادة الرباطة معاً ومجموعة التيتانيوم المعالجة بالترميل والمادة الرابطة معاً، ومجموعة الكروم كوبالت المعالجة بالمادة الرابطة فقط ومجموعة التيتانيوم المعالجة بالمادة الرابطة فقط) حيث($P>0.05$)

الاستنتاجات : ضمن محدودية هذا البحث تعتبر الطريقة المثلى لمعالجة المعدنيين الكروم كوبالت ومعدن التيتانيوم النقي هي معالجة السطح بالطريقتين معاً (الترميل والمادة الرابطة معاً)، ولا يفضَل معالجة التيتانيوم بالترميل فقط بالمقارنة مع خليطة الكروم كوبالت حيثُ يعتبر الترميل أنسب لخليطة الكروم كوبالت عنها في خليطة التيتانيوم وتعتبر طريقة المعالجة بالمادة الرابطة فقط مناسبة لكلا المعدنيين المستخدمين .

الكلمات المفتاحية : خلائط الكروم كوبالت، خلائط التيتانيوم النقي التجاري، الراتنج الأكريلي حراري التماثر، معالجة سطح المعدن، قوة الارتباط .

الملخص باللغة الإنكليزية

Abstract

Introduction : The chrome cobalt alloys and commercially pure titanium alloys are commonly used for metal bases of removable partial dentures . These bases can be covered with acrylic resin, which is used to give dentures shape and color, but the resin has the disadvantages of contraction after the hardening resulting in the failure of the metal-resin interface, Poor mechanical and chemical bonding of acrylic resins to metal alloys can result in failure of many RPDs . This shear bond strength affects in the durability of prosthesis and its weakness affects esthetic appearance .

Purpose of Study : This research aims to study the effect of Co-Cr alloy and CP ti alloy surface treatments on shear bond strength between acrylic resin and metal surface when the alloy metal surface was : (Received air abrasion only, Received bond only, Received both air abrasion and bond) .

Materials and Methods : sixty disc-shaped of Co/Cr alloy and CP ti alloy samples (10mm×3mm) were prepared then divided to 6 groups according to metal surface treatments:

1- 10 samples of Co-Cr alloy received air abrasion only
2- 10 samples of Co-Cr alloy received both air abrasion and bond
3- 10 samples of Co-Cr alloy received bond only
4- 10 samples of Cp ti alloy received air abrasion only ..
5- 10 samples of Cp ti alloy received air abrasion and bond .
6- 10 samples of Cp ti alloy received bond only .

Then the heat cure resin was applied (6mm×3mm) after casting the disc surfaces were finished and polished, they immersed in water at 37 ْ C for 24 hours . The shear bond strengths were measured using a testing machine at a crosshead speed of 5mm/min and record in Mpa.

Results : this study showed significant difference in average of shear bond strength between all groups exept (group C1 and C3, C2 and T2 , C3 and T3) (P>0.05) .

Conclusions : within the limitation of this study, it can be concluded that the application of both air abrasion and bond on metal surface treatment for both alloys significantly improved the shear bond strength between acrylic resin and Co/Cr, CP ti alloys, And the results of this study indicate that air abrasion for Co-Cr alloys can be recommended but not with Ti alloys. The use of metal primer can be recommended for bonding acrylic resine with the two types of alloys .

Key words : Co/Cr alloys, CP Ti alloys, heat cure resin, metal surface treatments, shear bond strength .