الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
كلية طب الأسنان
قسم تعويضات الأسنان الثابتة

تأثير زمن تخزين نماذج الشمع والراتنج المركب وطريقة تخزينهما في الانطباق الحفافي لنموذج التيجان الكاملة (دراسة مخبرية)

The Effect of Storage Time and Condition on The Marginal Fit Accuracy of Full Crown Wax and Resin Patterns

(In vitro study)

أطروحة قدمت إلى جامعة دمشق لنيل درجة الماجستير في علوم طب الأسنان في اختصاص تعويضات الأسنان الثابتة

إعداد الباحث: أمير محي الدين دمشقية

إشراف الأستاذ الدكتورة: ميرزا علاَّف

1435هـ/ 2014م

تصريح

« لا يوجد أي جزء من هذه الأطروحة تم أخذه بالكامل من عمل آخر أو أنجز للحصول على شهادة أخرى في هذه الجامعة أو في أية جامعة أخرى أو أي معهد تعليمي »

الإهداء

إلى من منحتني الحب والحنان والدفئ والعاطفة،

إلى من أنسى همومي على صدرها،

إلى من بدعائها تتيسر أموري، إلى مربيتي وصديقة دربي،

أمي الحبيبة أمد الله بعمرك

إلى مثلي الأعلى، ومن ضحى لسعادتنا،

إلى عنوان الصبر والصدق والتفاني،

إلى معلمي ومنارة دربي،

أبي الغالي أمد الله بعمرك

إلى من شاركني طفولتي وأيام عمري وأشتاق لهم دائماً

إخوتي هلا ورضا

إلى أساتذتي وكل من كان له يد الخير والفضل خلال مرحلة دراستي وخلال انجاز هذا البحث العلمي أقدم خالص شكري ومحبتي.

كلمة شكر وتقدير

بعد أن أحمد الله وأشكره على توفيقه لإنجاز هذا البحث، لا يسعني إلاّ أن أتقدم بالشكر والامتنان إلى صاحبة القلب الكبير الأستاذ الدكتورة ميرزا علاَّف رئيسة قسم التعويضات الثابتة بجامعة دمشق لتفضلها بالإشراف على البحث، ولما قدمته لي من الوقت والجهد والاهتمام طيلة مراحل البحث، ولم تبخل بعون أو نصح لإرشادي للنهج الصحيح لإخراج هذا البحث بأفضل وجه ممكن فقد كانت نعم المعلمة والمرشدة، فلها مني كل الاحترام والتقدير.

كما أتقدم بالشكر إلى الأستاذ الدكتور إياد الشعراني نائب عميد الكلية للشؤون العلمية في كلية طب الأسنان والأستاذ في قسم تعويضات الأسنان المتحركة بجامعة دمشق، الذي تميز بمتابعته الحثيثة للعلم للنهوض بسوية الأبحاث العلمية والارتقاء بكلية طب الأسنان وله بصمة واضحه في ذلك، والذي شرفني بتحكيم هذه الأطروحة، فله مني كل التقدير والامتنان.

والشكر موصول للأستاذ الدكتور إياد سويد الأستاذ في قسم التعويضات الثابتة بجامعة دمشق الذي كان نعم الأستاذ والأخ الناصح الذي لم يتوانى في توفير احتياجاتنا في القسم، والذي كان دائماً عوناً ومرشداً، فلم يبخل بالمساعدة والنصح طيلة فترة دراستي ولن يبخل بعدها، شرفني بتكرمه بتحكيم هذه الأطروحة، فله مني كل الشكر والتقدير.

كما أوجه شكري الجزيل إلى السادة الأساتذة أعضاء الهيئة التدريسية في قسم التعويضات الثابتة بجامعة دمشق لما لهم من الفضل الكبير عليّ، وأخص بالذكر الأستاذ الدكتور فندي الشعراني الذي كان نعم المعلم والناصح خلال فترة دراستي فله مني كل العرفان والتقدير.

وأشكر المدرس الدكتور عصام جاموس الذي كان نعم الأستاذ والأخ والذي شرفني تدريسه لي خلال فترة الماجستير فله مني كل التقدير والإحترام.

وكل الشكر والتقدير إلى إدارة كلية طب الأسنان ممثلة بالأستاذ الدكتورة رزان خطاب عميد كلية طب الأسنان, والأستاذ الدكتور إياد الشعراني نائب عميد الكلية للشؤون العلمية، والأستاذ الدكتور ياسر المدلل نائب عميد الكلية للشؤون الإدارية، وذلك للجهود الكبيرة المبذولة من قبلهم لإنجاح مسيرة البحث العلمي في الكلية.

والشكر الكبير لجامعة دمشق ووزارة التعليم العالي لما تقدمه من إمكانيات كبيرة في سبيل تطوير البحث العلمي في بلدنا الحبيب سورية.

والشكر الجزيل لمدققة اللغة العربية د. إزدهار اسمندر لما تبذله من جهد كبير في تدقيق رسائل الماجستير والدكتورة في كلية طب الأسنان.

وأتقدم بالشكر لجميع زملائي وزميلاتي من طلاب الدراسات العليا في قسم التعويضات الثابتة وأخص بالذكر هبة الحلو وفرح الملاح ، ولكثير من الموظفين في كلية طب الأسنان لمساعدتهم في إنجاز هذا البحث.

وخالص الشكر والعرفان لعائلتي الغالية الحاضرة في قلبي التي آزرتني ودعمتني وإليها يعود الفضل فيما أنا عليه الآن.

وأخيراً كل المودة والوفاء لمن ساندني ودعمني لإتمام هذا البحث.

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ وعلمك ما لم تكن تعلم وكان فضل الله عليك عظيماً ﴾

صدق الله العظيم

سورة النساء الآية 113

1- قائمة المحتويات

المقدمة 14

الهدف من البحث 17

الباب الأول- المراجعة النظرية 19

1-1.الفصل الأول: الانطباق الحفافي. 20

1-1-1. تعريف الانطباق والمصطلحات المرتبطة به 20

1-1-2. أهمية الانطباق الحفافي 25

1-1-3. تقييم دقة الانطباق الحفافي 26

1-1-4. العوامل المؤثرة في الانطباق الحفافي 27

1-1-4-1. شكل التحضير العنقي (شكل خط الإنهاء) 28

1-1-4-2. مكان التحضير العنقي 29

1-1-4-3. زاوية التحضير (تقارب الجدران المُحضرة) 29

1-1-4-4. ارتفاع الدعامة المُحضرة 30

1-1-4-5. خشونة السطوح المُحضرة 30

1-1-4-6. نوع مادة الطبع ونوع المادة المستخدمة لصب الطبعة 30

1-1-4-7. ثخانة المادة الفاصلة 31

1-1-4-8. نوع أسمنت الإلصاق المستخدم 32

1-1-4-9. الضغط المطبق على التعويض أثناء تثبيته 33

1-1-4-10. نوع مادة نموذج التعويض 33

1-1-4-11. طريقة بناء النموذج..... 33
1-1-4-12. زمن تخزين النموذج قبل صبه (تأخير الكسو) 34
1-1-4-13. نوع التعويض بحد ذاته 34
1-2. الفصل الثاني: الشموع السنية 42
1-2-1. خواص الشموع السنية 42
1-2-1-1. الخواص الحرارية 42
1-2-1-2. الخواص الميكانيكية..... 44
1-2-2. تركيب الشموع السنية..... 46
1-2-2-1. الشموع ذات المنشأ المعدني 46
1-2-2-2. الشموع ذات المنشأ الحيواني..... 47
1-2-2-3.الشموع ذات المنشأ النباتي 47
1-2-3. تصنيف الشموع السنية 48
1-2-3-1. شمع النماذج (Pattern Wax)..... 48
1-2-3-2. شمع التصنيع (Processing Wax) 51
1-2-3-3. شمع الطبع (Impression wax) 52
1-2-4. طرائق تليين الشمع..... 52
1-3. الفصل الثالث: الراتنجات 53
1-3-1. مقدمة عن الراتنجات 53
1-3-2. أنواع التماثر 54

1-3-2-1. التماثر الإضافي (Addition Polymerization) 54
1-3-2-2. التماثر التكثيفي (Condensation polymerization) 55
1-3-3. الراتنج ذاتي التماثر (Auto-polymerized pattern resin)..... 56
1-3-3-1. تركيب الراتنج ذاتي التماثر 56
1-3-3-2. آلية تماثر الراتنج الذاتي..... 58
1-3-3-3. ميزات الراتنج ذاتي التماثر 58
1-3-3-4. استخدامات الراتنج ذاتي التماثر 59
1-3-4. الراتنج ضوئي التماثر (Light cure acrylic resin) 62
1-3-4-1. تركيب الراتنج ضوئي التماثر 62
1-3-4-2. آلية تماثر الراتنج الضوئي..... 63
1-3-4-3. ميزات الراتنج ضوئي التماثر 63
1-3-4-4. استخدامات الراتنج ضوئي التماثر 64
1-3-5. التقلص التماثري 64
1-3-5-1. التقلص التماثري للراتنج ذاتي التماثر 66
1-3-5-2. التقلص التماثري للراتنج ضوئي التماثر 68
1-4. الفصل الرابع: الدراسات السابقة 70
الباب الثاني- مواد البحث وطرائقه..... 73
2-2. المواد المستخدمة في البحث 76
2-3. أدوات البحث وأجهزته 78

2-4. طريقة العمل 83
2-4-1. تحضير العينة 83
2-4-2. الدليل المطاطي 84
2-4-3. بناء النموذج لشمعي 84
2-4-4. بناء نموذج الراتنج ذاتي التماثر 87
2-4-5. بناء نموذج الراتنج ضوئي التماثر 88
2-5. تحديد نقاط دراسة الانطباق الحفافي 90
2-6. قياس الانطباق الحفافي 90
2-7. تخزين النماذج 91
الباب الثالث- النتائج 95
3-1. وصف العينة 96
3-2. الدراسة الإحصائية التحليلية 98
3-2-1. دراسة مقدار الفرجة الحفافية 99
3-2-2. دراسة مقدار التغير في الفرجة الحفافية 110
3-2-3. دراسة نسبة التغير في مقدار الفرجة الحفافية 114
الباب الرابع- المناقشة 118
4-1. مناقشة فكرة البحث 119
4-2. مناقشة مواد البحث وطرائقه 120
4-2-1. مناقشة طريقة تحضير العينة 120

4-2-2. مناقشة طريقة تحديد نقاط قياس الفرجة الحفافية 122
4-2-3. مناقشة طريقة قياس الانطباق الحفافي..... 122
4-3. مناقشة النتائج..... 123
4-3-1. تأثير نوع النموذج في مقدار الفرجة الحفافية لنماذج التيجان الكاملة 124
4-3-2. تأثير زمن التخزين (المرحلة المدروسة) في مقدار الفرجة الحفافية لنماذج التيجان الكاملة..... 127
4-3-3. تأثير وسط التخزين في مقدار الفرجة الحفافية لنماذج التيجان الكاملة..... 128
4-3-4. تأثير نوع النموذج في مقدار التغير في الفرجة الحفافية لنماذج التيجان الكاملة129
الباب الخامس- الاستنتاجات..... 132
الباب السادس- المقترحات والتوصيات 135
6-1. التوصيات..... 136
6-2. المقترحات..... 137
الباب السابع- المراجع 138

2- قائمة الأشكال

الشكل(1-1) التعاريف المختلفة لسوء الانطباق بناءً على موقع النقاط المدروسة بين التعويض وسطح الدعامة.....23

الشكل (1-2) مظاهر سوء الانطباق.....24

شكل(1-3) أ) شمع الصب بعد ثنيه مباشرةً.....

ب) شمع الصب بعد 24 ساعة من تركه في الماء.....45

الشكل(1-4) أ) بناء نموذج القلب والوتد سريرياً.....

ب) النموذج الراتنجي.....

ج) القلب والوتدالمصبوب.....

د) القلب والوتد المعدني بعد الإلصاق.....60

للشكل(1-5): أ) دعامة محضرة لاستقبال تاج خزفي/معدني.....

ب) النموذج الراتنجي ذاتي التماثر.....

ج) تجربة النوذج الراتنجي سريرياً.....

د) التعويض النهائي.....61

الشكل(2-1) الدعامة المعدنية المحضرة.....74

الشكل (2-2) المجموعة الأولى: شمع البناء.....75

الشكل (2-3) المجموعة الثانية: الراتنج الأكريلي ذاتي التماثر.....75

الشكل(2-4) المجموعة الثالثة: الراتنج ضوئي التماثر.....75

الشكل (2-5) شمع البناء.....77

الشكل (2-6) الراتنج ذاتي التماثر.....77

الشكل (2-7) الراتنج ضوئي التماثر.....77
الشكل (2-8) المادة العازلة الخاصة بالشمع.....78
الشكل (2-9) مطاط إضافي قاس.....78
الشكل (2-10) المجهر الضوئي.....80
الشكل (2-11) حهاز التصليب الضوئي وجهاز قياس شدة الضوء.....80
الشكل (2-12) جهاز صناعي وقبضة مستقيمة.....81
الشكل (2-13) سنبلة إنهاء أكريلية.....81
الشكل (2-14) جهاز التسوية.....81
الشكل (2-15) قرص فاصل.....82
الشكل (2-16) أداة توماس ومنحتتا شمع.....82
الشكل (2-17) قنديل.....82
الشكل (2-18) الدعامة المحضرة والأسطوانة المفرغة.....
الشكل (2-19) الأسطوانة النحاسية لتوحيد ثخانة النماذج.....83
الشكل (2-20) الدليل المطاطي.....
الشكل(2-21) ارتفاع الأسطوانة 1ملم.....84
الشكل(2-22) التأكد من عدم التصاق الشمع.....
الشكل(2-23)الدعامةوالأسطوانة على الدعامة في الدليل المطاطي.....85
الشكل (2-24) سكب الشمع في القالب.....
الشكل(2-25) سحب الأسطوانة.....85
الشكل (2-26) النموذج بعد سحب الأسطوانة مباشرةً.....86

الشكل (2–27) قصرت الحواف 2 ملم.....86
الشكل (2–28) بناء الحواف بطريقة الإضافة.....86
الشكل (2–29) سحب أول طبقة قبل التصلب وإعادتها.....
الشكل (2–30) الدعامة والأسطوانة في الدليل المطاطي.....87
الشكل(2–31) سكب الراتنج في القالب.....
الشكل(2–32) بعد سحب الأسطوانة.....88
الشكل(2–33) تقصير الحواف 2 ملم .....
الشكل(2–34) إعادة بناء الحواف طريقة الإضافة.....88
الشكل(2–35) النموذج الراتنجي بعد التصليب.....
الشكل(2–36) وضع الأسطوانة بالدليل المطاطي.....89
الشكل(2–37) التصليب من الأعلى لكل طبقة بعد تطبيقها.....
الشكل(2–38) قياس شدة الضوء.....89
الشكل(2–39) تقصير الحواف بمقدار 2ملم.....
الشكل(2–40) إعادة بناء الحواف.....90
الشكل(2–41) أ) الدليل المطاطي.....
ب) نموذج الشمع في الدليل المطاطي.....
ج) نموذج الراتنج ضوئي التماثر في الدليل المطاطي 91
الشكل(2–42) العينة في الدليل المطاطي تحت المجهر.....91
الشكل(2–41) 10 عينات من الشمع تم تخزينها في الهواء.....92
الشكل(2–44) 10 عينات من الراتنج كيميائي التماثر تم تخزينها في الهواء.....92
الشكل(2–42) 10 عينات من الراتنج ضوئي التماثر تم تخزينها في الهواء.....93

الشكل(2-46) 10 عينات من الشمع تم تخزينها في الماء المقطر.....93
الشكل(2-47) 10 عينات من الراتنج ذاتي التماثر تم تخزينها في الماء المقطر.....94
الشكل(2-48) 10 عينات من الراتنج ضوئي التماثر تم تخزينها في الماء المقطر.....94
الشكل (3-1) الفرجة الحفافية للنموذج الراتنجي ذاتي التماثر.....
الشكل(3-2) الفرجة الحفافية للنموذج الراتنجي ضوئي التماثر.....107

3- قائمة الجداول

جدول (3-1) يبين توزع عينة البحث وفقاً لنوع النموذج المدروس..... 96

جدول (3-2) يبين توزع عينة البحث وفقاً لوسط التخزين المدروس ونوع النموذج المدروس. 97

جدول (3-3) يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لمقدار الفرجة الحفافية في عينة البحث وفقاً لنوع النموذج المدروس والمرحلة المدروسة ووسط التخزين المدروس 99

جدول (3-4) يبين نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار الفرجة الحفافية بين مجموعات نوع النموذج المدروس في عينة البحث وفقاً للمرحلة المدروسة ووسط التخزين المدروس. 100

جدول (3-5) يبين نتائج المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط مقدار الفرجة الحفافية بين مجموعات نوع النموذج المدروس في كل من المجموعات الفرعية للمرحلة المدروسة ووسط التخزين المدروس ذات الفروق الدالة بين مجموعات نوع النموذج المدروس. 101

جدول (3-6) يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري لمقدار الفرجة الحفافية في عينة البحث وفقاً للمرحلة المدروسة ونوع النموذج المدروس ووسط التخزين المدروس. 103

جدول (3-7) يبين نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المترابطة لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار الفرجة الحفافية بين المرحلتين المدروستين (بعد البناء مباشرةً، بعد ثلاثة أيام من التخزين) في عينة البحث، وذلك وفقاً لنوع النموذج المدروس. 105

جدول (3–8) يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري لمقدار الفرجة الحفافية في عينة البحث وفقاً لوسط التخزين المدروس والمرحلة المدروسة ونوع النموذج المدروس. 107

جدول (3–9) يبين نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار الفرجة الحفافية بين مجموعة التخزين في الهواء ومجموعة التخزين في الماء في عينة البحث، وذلك وفقاً لنوع النموذج المدروس والمرحلة المدروسة. 108

جدول (3–10) يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لمقدار التغير في الفرجة الحفافية في عينة البحث وفقاً لنوع النموذج المدروس ووسط التخزين المدروس. 110

جدول (3–11) يبين نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار التغير في الفرجة الحفافية بين مجموعات نوع النموذج المدروس في عينة البحث وفقاً لوسط التخزين المدروس. 111

جدول (3–12) يبين نتائج المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط مقدار التغير في الفرجة الحفافية بين مجموعات نوع النموذج المدروس وفقاً لوسط التخزين المدروس في عينة البحث. 112

جدول (3–13) يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لنسبة التغير في مقدار الفرجة الحفافية في عينة البحث وفقاً لنوع النموذج المدروس ووسط التخزين المدروس..... 114

جدول (3–14) يبين نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط نسبة التغير في مقدار الفرجة الحفافية بين مجموعات نوع النموذج المدروس في عينة البحث وفقاً لوسط التخزين المدروس..... 115

جدول (3-15) يبين نتائج المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط نسبة التغير في مقدار الفرجة الحفافية بين مجموعات نوع النموذج المدروس وفقاً لوسط التخزين المدروس عينة البحث. 116

4- قائمة المخططات.

مخطط (3-1) يمثل النسبة المئوية لتوزع عينة البحث وفقاً لنوع النموذج المدروس. 96

مخطط (3-2) يمثل النسبة المئوية لتوزع عينة البحث وفقاً لوسط التخزين المدروس ونوع النموذج المدروس. 97

مخطط (3-3) يمثل المتوسط الحسابي لمقدار الفرجة الحفافية في عينة البحث وفقاً لنوع النموذج المدروس والمرحلة المدروسة ووسط التخزين المدروس..... 100

مخطط (3-4) يمثل المتوسط الحسابي لمقدار الفرجة الحفافية في مجموعة التخزين في الهواء من عينة البحث وفقاً للمرحلة المدروسة ونوع النموذج المدروس. 104

مخطط (3-5) يمثل المتوسط الحسابي لمقدار الفرجة الحفافية في مجموعة التخزين في الماء من عينة البحث وفقاً للمرحلة المدروسة ونوع النموذج المدروس. 104

مخطط (3-6) يمثل المتوسط الحسابي لمقدار الفرجة الحفافية في عينة البحث وفقاً لوسط التخزين المدروس والمرحلة المدروسة ونوع النموذج المدروس. 108

مخطط (3-7) يمثل المتوسط الحسابي لمقدار التغير في مقدار الفرجة الحفافية في عينة البحث وفقاً لنوع النموذج المدروس ووسط التخزين المدروس. 111

مخطط (3-8) يمثل المتوسط الحسابي لنسبة التغير في مقدار الفرجة الحفافية في عينة البحث وفقاً لنوع النموذج المدروس ووسط التخزين المدروس. 115

المقدمة

Introduction

المقدمة Introduction:

يتطلب عمل التعويضات الثابتة عدة إجراءات دقيقة وحساسة لصنع تعويض ذي انطباق جيد ويعتبر الانطباق الحفافي عاملاً رئيسياً في تقييم نجاح التعويض. إذ يؤدي الانطباق الحفافي السيىء إلى انحلال أسمنت الإلصاق، وحدوث النخور الثانوية، والتهاب النسج اللثوية نتيجة تجمع فضلات الطعام واللويحة الجرثومية، التي تؤي لاحقاً إلى إلحاق الضرر بالدعامة السنية بحد ذاتها وبالنسج الداعمة لها.

درست العديد من العوامل التي تؤثر في دقة انطباق التعويضات الثابتة بهدف تحسينها أو تقليل السيىء منها من أجل الحصول على تعويض نهائي جيد، ذي ديمومة على المدى الطويل. وتعد مرحلة بناء النموذج (pattern) أحد العوامل المهمة للحصول على تعويض نهائي مقبول سريرياً، إذ يسبب عدم تحري الدقة في هذه المرحلة خللاً لاحقاً في التعويض النهائي.

يستخدم الشمع لبناء نماذج التيجان الكاملة بشكل شائع، ويتصف الشمع بأن له معامل التمدد الحراري الأعلى في المواد السنية ويتعرض للتشوه وتغير الأبعاد بشكل كبير في حال تأخير الكسو. وقد أدت هذه السيئات عند استخدام النموذج الشمعي إلى البحث عن مواد بديلة عنه، فتم بدايةً استخدام الراتنج ذاتي التماثر وبعد ذلك الراتنج ضوئي التماثر لما له من ميزات تتضمن سهولة الاستخدام، وإمكانية فحص انطباق النموذج وتصحيحه داخل الفم على الدعامة المحضرة بعد بنائه، وإجراء التعديلات اللازمة من إضافة أو تشذيب قبل صنع التعويض النهائي.

وتتطلب هذه المراحل من بناء النموذج ثم تجربته داخل الفم وتعديله وبعد ذلك إعادته إلى المخبر من أجل صبه من الزمن مايقارب يومين إلى ثلاثة أيام، الأمر الذي يستدعي إجراء دراسة لتقييم انطباقه بعد أكثر من 24 ساعة ومدى تأثر انطباقه بذلك.

ومن هنا برزت أهمية تقييم دقة الانطباق وثبات الأبعاد للنماذج الشمعية والراتنجية ذاتية التماثر وضوئية التماثر المستخدمة في صنع نماذج التيجان الكاملة، وتأثرها بزمن التخزين ووسطه نظراً لأهمية تلك المرحلة وتأثيرها في الانطباق النهائي للتعويض النهائي لاحقاً لاسيما أن نتائج الدراسات السابقة كانت متضاربة، إضافةً إلى عدم وجود دراسات سابقة قيمت تأثير زمن التخزين (ثلاثة أيام) في الانطباق الحفافي لنماذج التيجان الكاملة وطريقة تخزينها.

الـهدف من البحث

Aim of the Study

يهدف هذا البحث إلى:

1. دراسة تأثير نوع مادة النموذج (شمع، راتنج ذاتي التماثر، راتنج ضوئي التماثر) في الانطباق الحفافي لنماذج التيجان الكاملة.
2. دراسة تأثير زمن التخزين (بعد ثلاثة أيام) ووسط التخزين (هواء ، ماء) في الانطباق الحفافي لنماذج التيجان الكاملة المبنية من ثلاث مواد مختلفة هي (الشمع، والراتنج ضوئي التماثر، والراتنج ذاتي التماثر).

الباب الأول

المراجعة النظرية

Literature Review

1-1.الفصل الأول: الانطباق الحفافي.

1-1-1. تعريف الانطباق والمصطلحات المرتبطة به :

قام الباحثون بدراسة الانطباق في العديد من الدراسات السابقة، وذلك بالاعتماد على نقاط مرجعية مختلفة بين دراسة وأخرى. عادةً مايُستخدم المصطلح نفسه لقياسات مختلفة أو مصطلحات مختلفة للقياسات نفسها، ولذلك غالباً ما يُعَّرف الباحث الانطباق ثم يضع الاستنتاجات بناءً على التعريف الذي وضعه الأمر الذي يشكل صعوبة في مقارنة الدراسات السابقة المتعلقة بالانطباق (Holmes et al., 1989).

عرف Holmes انطباق التعويض بالاستعانة بمصطلح سوء الانطباق المقيس عند عدة نقاط مختلفة بين سطح التعويض وسطح الدعامة، واقترح عدة مصطلحات لتوضيح المظاهر المختلفة لسوء الانطباق بناءً على موقع النقاط المدروسة بين التعويض وسطح الدعامة، كمافي الشكل(1-1). كما ذكر المظاهر المحتملة لسوء الانطباق في حال حدوثه ووضخها بالشكل (1-2)، وأن كل مظهر من المظاهر الستة لسوء الانطباق (Holmes et al., 1989) يمكن أن يعرف بالمصطلحات المقترحة لاحقاً.

1. **الفرجة الداخلية (Internal gap):**

هي القياس العمودي من السطح الداخلي للتعويض للسطح المحوري للدعامة، النقطة (a).

2. **الفرجة الحفافية (Marginal gap):**

هي الفرجة الداخلية نفسها ولكن النقاط المدروسة تتوضع عند الحواف أي القياس العمودي من حافة التعويض(نقطة التقاء السطح الداخلي مع الخارجي) إلى سطح الدعامة المقابل له النقطة (b).

3. **التباين الحفافي العمودي (Vertical marginal discrepancy):**

هو المسافة المقيسة من حافة التعويض الموازية لمحور الرسم حتى التقائها بالمسقط العمودي عليها من حافة الدعامة، النقطة (e).

4. **التباين الحفافي الأفقي (Horizontal marginal discrepancy):**

هي المسافة المقيسة من حافة الدعامة والعمودية على محور الرسم حتى التقائها بالمسقط العمودي عليها من حافة التعويض، النقطة (f).

5. **حواف زائدة للتعويض (Overextended margins):**

هي المسافة العمودية من الفرجة الحفافية لحافة التعويض، النقطة (c).

6. **حواف ناقصة للتعويض (Underextended margin):**

هي المسافة العمودية من الفرجة الحفافية حتى حافة الدعامة، النقطة (d)

7. **التباين الحفافي المطلق (Absolute marginal discrepancy):**

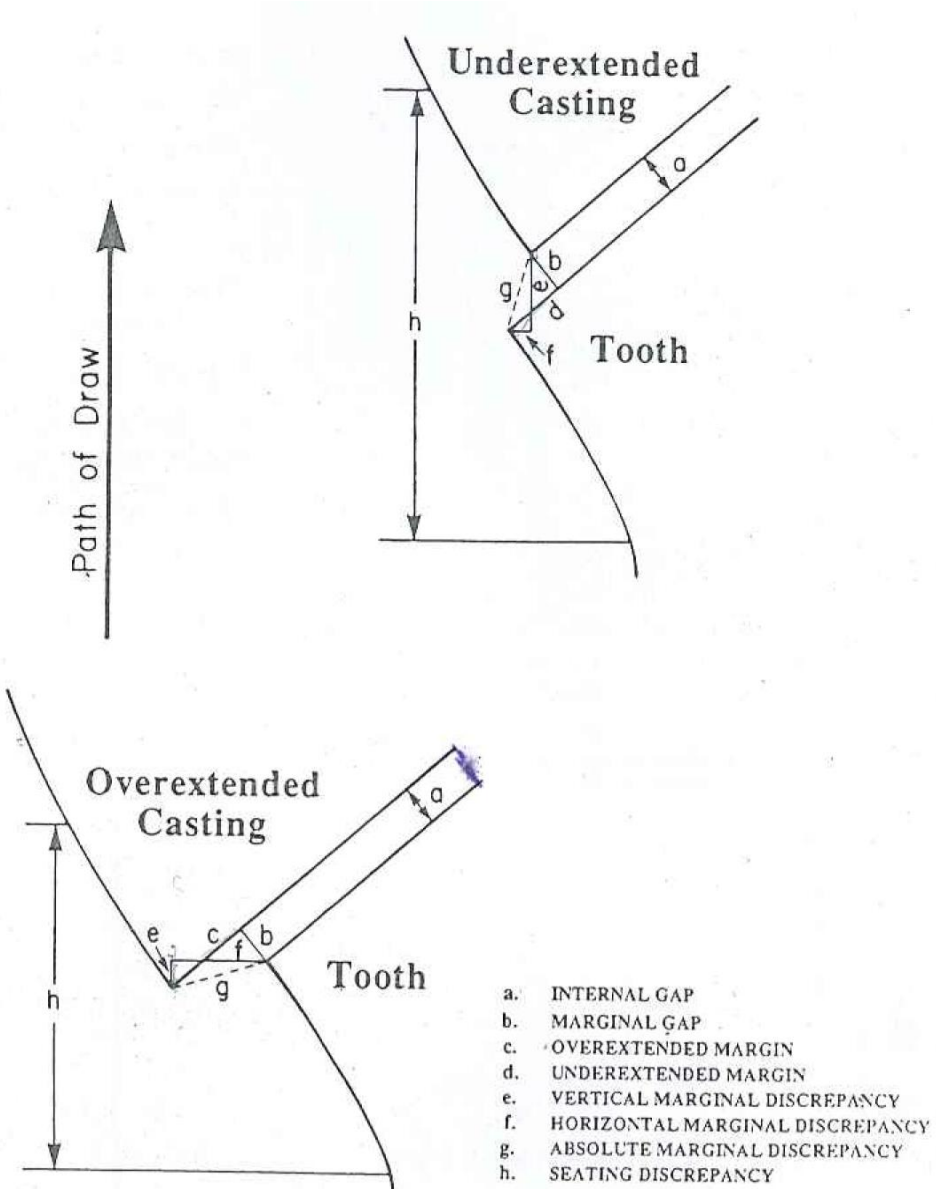
هو وتر المثلث القائم الذي تتشكل أضلاعه من الحواف الزائدة أو الناقصة والفرجة الحفافية، وفي حال عدم وجود حواف زائدة أو ناقصة للتعويض فإن التباين الحفافي المطلق هو نفسه الفرجة الحفافية، وفي حال عدم وجود فرجة حفافية فإن التباين الحفافي المطلق هو نفسه الحواف الزائدة أو الناقصة.

أيضاً يمكن تعريفه بأنه وتر المثلث القائم الذي تتشكل أضلاعه من التباين الحفافي العمودي والتباين الحفافي الأفقي أي أنه الوتر نفسه لمثلث آخر.

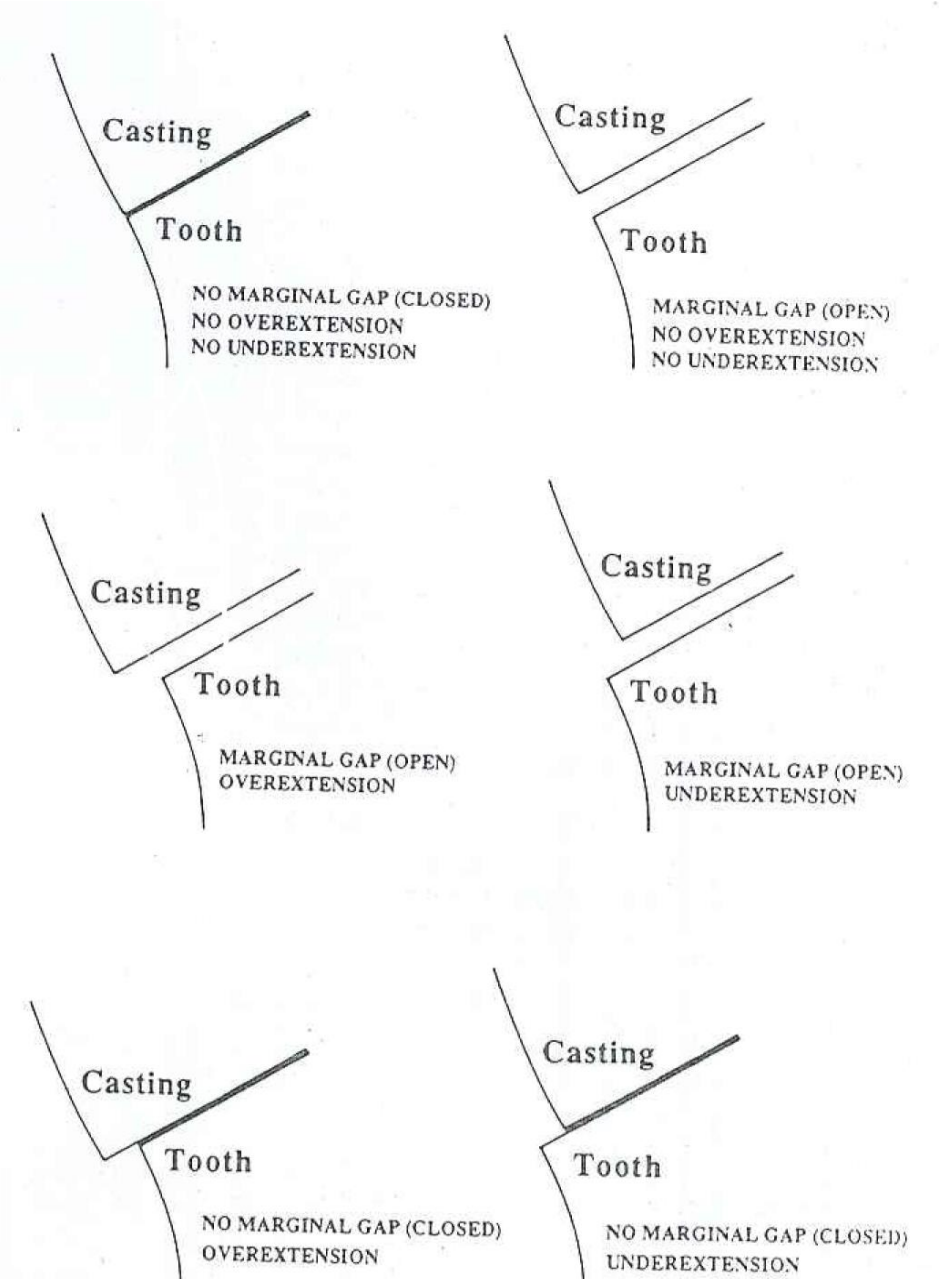
يقاس التباين الحفافي المطلق من حافة التعويض إلى حافة التحضير، النقطة (g)

8. **التباين التوضعي (Seating discrepancy):**

هو المسافة المقيسة بين أي نقطة عشوائية على السطح الخارجي للتعويض والسطح الخارجي للسن، النقطة (h).



الشكل(1-1): التعاريف المختلفة لسوء الانطباق بناءً على موقع النقاط المدروسة بين التعويض وسطح الدعامة (Holmes et al., 1989)



الشكل (1-2): مظاهر سوء الانطباق بحسب (Holmes et al., 1989)

1-1-2. أهمية الانطباق الحفافي:

تبين من دراسة (Lang et al., 1983) أن الفلورا البكتيرية المتشكلة عند الحواف الزائدة للحشوات المغطية للحدبات onlay مشابهة للفلورا المسببة لالتهاب النسج الداعمة المزمن، بينما كانت الفلورا المتشكلة عند الحواف المنطبقة للحشوات نفسها Onlay هي الفلورا نفسها الموجودة في سائل الميزاب اللثوي للثة السليمة. وخلصت دراسة (Felton et al., 1991) إلى وجود علاقة مباشرة بين سوء الانطباق والتهاب النسج الداعمة باستخدام مشعر التهاب اللثة وكمية سائل الميزاب اللثوي وعمق الجيب. واتفق معه (Knoernschild and Campbell, 2000) بأن هناك علاقة بين سوء الانطباق وزيادة تشكل اللويحة والتهاب النسج اللثوية باستخدام مشعر التهاب اللثة؛ لأن سوء الانطباق الحفافي ووجود فرجة حفافية كبيرة يتسبب في حدوث تسرب حفافي مجهري للتعويض وانحلال أسمنت الإلصاق ممايؤدي إلى التهابات لثوية مزمنة ونخور ثانوية يعود سببها إلى تجمع البكتيريا واللويحة في أماكن يصعب الوصول إليها وإزالتها(Piwowarczyk et al., 2005).

لذلك فإن تحقيق الانطباق الحفافي المثالي، والحد الأدنى للفرجة الحفافية من شأنه أن يساعد على تقليل انحلال أسمنت الإلصاق وتراكم اللويحة والتهابات النسج حول السنية وفشل التعويض لاحقاً (Tanoue et al., 2003) (Goldin et al., 2005)، وبالتالي دقة الانطباق الحفافي للتعويض يعد أمراً حاسماً لنجاح التعويض وديمومته (Utz et al., 1989) (Rosenstiel et al., 2006) (Bottino et al., 2007) (Farid et al., 2012b).

أشارت نتائج الدراسة السريرية لـ (McLean, 1971) إلى أن قيمة الفرجة الحفافية التي تؤدي إلى تعويض ناجح يجب أن تكون أقل من 120 ميكروناً. واتفقت معه نتائج دراسات (Holmes et al., 1992) (Goldin et al., 2005) التي أظهرت أن قيمة الفرجة الحفافية المقبولة سريرياً للتعويضات مابين 40 – 120 ميكروناً.

1-1-3. تقييم دقة الانطباق الحفافي:

يعد التحليل الدقيق للانطباق الحفافي للتعويضات الثابتة على دعاماتها المستقبلة سريرياً أمراً صعباً جداً، نظراً لصعوبة الرؤية المباشرة والدقيقة في كثير من الأحيان، لذلك فمن الضروري استقبال التعويض من المخبر بالحد الأدنى من التشوه لضمان انطباق سريري أفضل (Bottino et al., 2007).

❖ **تتضمن طرائق قياس دقة الانطباق الحفافي:**

1- طريقة المعاينة المباشرة Direct View.

2- طريقة القياس بإجراء مقاطع عرضية Cross-Sectional.

3- القياس باستخدام المجهر الضوئي أو الإلكتروني.

4- طريقة الطبعة المماثلة impression replica (Sorensen, 1990).

5- الفحص بالمسبر Explorer Examination.

6- الفحص بالأشعة Radiographic Examination (Assif et al., 1985) (Bottino et al., 2007).

7- القياس باستخدام جهاز profile projector (Quintas et al., 2004).

1-1-4. العوامل المؤثرة في الانطباق الحفافي:

1) عوامل سريرية:

ومنها شكل التحضير العنقي، مكان التحضير العنقي، زاوية التحضير، ارتفاع الدعامة المحضرة، خشونة السطوح المحضرة، نوع مادة الطبع، الضغط المطبق على التعويض أثناء إلصاقه، نوع أسمنت الإلصاق المستخدم، خبرة ومهارة الطبيب والتزامه بتعليمات الشركة المصنعة لإسمنت الإلصاق كزمن المزج، وقوامه، ونسبة البودرة للسائل.

2) عوامل مخبرية:

ومنها ثخانة المادة الفاصلة، نوع مادة نموذج التعويض، طريقة بناء النموذج، زمن تخزين النموذج (تأخير الكسو).

وهناك عوامل مخبرية متعلقة بنوع التعويض بحد ذاته:

a) التعويضات المعدنية الكاملة: تقنية التصنيع، إجراءات الكسو والصب، نوع الخليطة المعدنية.

b) التعويضات الخزفية الكاملة: عدم التطابق الحراري بين القلنسوة وطبقات الخزف المغطي، نوع الخزف وتقنية التصنيع، مراحل التصنيع.

c) التعويضات الخزفية المعدنية: طريقة صنع القلنسوة وثخانتها، مراحل خبز الخزف، نوع الخليطة المعدنية المستخدمة لصنع القلنسوة.

1-1-4-1. شكل التحضير العنقي (شكل خط الإنهاء):

إن للتصاميم المختلفة لخطوط الإنهاء تأثيراً مهماً في الانطباق الحفافي للتعويضات، وقد تم اختبار العديد من التعديلات على أنواع خطوط الإنهاء بغرض تحقيق أفضل انطباق حفافي للتعويضات الثابتة (Gavelis et al., 1981).

وفي هذا السياق أظهرت دراسة (Hunter and Hunter, 1990) أن نوع خط الإنهاء العنقي للأسنان المحضرة يؤثر في الانطباق الحفافي للتعويض، وفي كثير من الأحيان تعطي خطوط الإنهاء بشكل شبه الكتف والكتف انطباقاً حفافياً أفضل. واتفقت هذه النتيجة مع نتيجة دراسة (Bottino et al., 2007) التي أظهرت أن أكبر قدر من التباين الحفافي لوحظ مع خط الإنهاء بشكل الكتف ثم الكتف المدور، بينما أظهر خط الإنهاء بشكل شبه كتف انطباقاً حفافياً أفضل، وأيضاً دراسة (Han et al., 2011) التي وجد من خلالها أن خطوط الإنهاء بشكل شبه الكتف والكتف تُعطي تبايناً حفافياً أقل مقارنةً مع خط الإنهاء البسيط.

بينما أظهرت نتائج دراسات متعددة أن التحضير بخط إنهاء بشكل كتف مشطوب كان قادراً على إغلاق الفرجات الحفافية بشكل جيد، على الرغم من أنه قد يؤثر في انسياب أسمنت الإلصاق (Gavelis et al., 1981) (Wang et al., 1992) (Pera et al., 1994).

وتبين من دراسة (Cogolludo et al., 2010) ودراسة (Subasi et al., 2012) أنه لا يوجد فرق جوهري بين خط الإنهاء بشكل الكتف المدور وشبه الكتف عند دراسة تأثير ذلك في الانطباق الحفافي للتيجان الخزفية.

1-1-4-2. مكان التحضير العنقي:

لمكان التحضير العنقي أهمية في وضوح ساحة العمل أثناء مراحل تحضير التعويض وتجربته وإلصاقه. وقد وضح (Gardner, 1982) من خلال دراسته أن مقدار الفرجة الحفافية للحواف فوق اللثوية كانت أصغر منها بالنسبة للحواف تحت اللثوية، وعزا ذلك إلى كون طبيب الأسنان قادراً على تمييز دقة التحضير وختم الحواف عندما تكون فوق اللثة، بينما لا يستطيع تقييم ذلك عندما تكون الحواف تحت اللثة.

1-1-4-3. زاوية التحضير (تقارب الجدران المُحضرة):

تؤثر زاوية التقارب لجدران السن المحضر في الانطباق، فقد بينت دراسة (Eames et al., 1978) أن التقارب بزاوية 20 درجة يسمح بانطباق حفافي أفضل من التقارب بزاوية 10 درجات للتيجان المصبوبة. كما بينت أيضاً كل من نتائج دراسة (Beuer et al., 2009) ودراسة (ناصر الدين والشعراني، 2012) أن زيادة زاوية التقارب لجدران السن المحضر تُحسن الانطباق الحفافي لتيجان الزركونيوم. بينما لم تتفق نتيجة دراسة (Cho et al., 2002) مع ماسبق، حيث لم تؤد زيادة زاوية التحضير إلى تحسُن الانطباق الحفافي لتيجان

الكمبوزيت المقوى بالألياف عند المقارنة بين زاوية التحضير بمقدار 6 درجات وبين 10درجات و15 درجة.

1-1-4-4. ارتفاع الدعامة المُحضرة:

وُجد من خلال دراسة (Moore et al., 1985) أنه إذا كبرت زاوية التحضير لدعامة طويلة فإن هذا سيؤدي إلى إنقاص الفرجة الحفافية، وعلى العكس فإذا نقصت زاوية التحضير لدعامة طويلة سيؤدي ذلك إلى زيادة الفرجة الحفافية للتعويض فوقها.

1-1-4-5. خشونة السطوح المُحضرة:

بينت دراسة (Ayad, 2009) أن الأسنان التي تم إنهاء تحضير سطوحها باستخدام سنبلة إنهاء كارباید Carbide finishing bur أظهرت انطباقاً حفافياً أفضل بالمقارنة مع تلك التي تم تحضير سطوحها باستخدام سنبلة ماسيّة أو سنبلة كرباید Crosscut carbide bur.

1-1-4-6. نوع مادة الطبع ونوع المادة المستخدمة لصب الطبعة:

قارنت دراسة لـ (Plekavich and Joncas, 1983) بين أنواع مختلفة لمواد الطبع ومواد صب الأمثلة من ناحية التأثير في الانطباق الحفافي للتيجان المصنوعة من الذهب ، فوُجد أن أفضل انطباق حفافي كان للتيجان المصنعة على الأمثلة المطلية بمعدن الفضة باستخدام متعدد الكبريت كمادة طابعة تبعتها المصبوبة من الجبس الحجري المُحسن.

1-1-4-7. ثخانة المادة الفاصلة Die spacer thickness:

يتم تأمين مسافة للأسمنت بين التعويض والدعامة المحضرة بتطبيق طلاء المادة الفاصلة paint-on spacer على الدعامة خلال الإجراءات المخبرية قبل بناء النموذج الشمعي أو الراتنجي للتعويض فوق حدود التحضير العنقية بـ 1 ملم (Passon et al., 1992) (Carter and Wilson, 1997).

يقدر متوسط الثخانة المثالية للمادة الفاصلة بحوالي 25 ميكروناً (Bottino et al., 2007).

كما ذكرت دراسة لـ (Soriani et al., 2007) أن لتطبيق المادة الفاصلة تأثيراً في الانطباق الحفافي للتيجان المصنعة بتقنية الشمع الضائع، فقد وُجد من خلال تلك الدراسة أن متوسط قيمة الفرجة الحفافية عند تطبيق طبقتين من المادة الفاصلة بلغ (96.67) ميكروناً، ومع تطبيق طبقة واحدة (131.07) ميكروناً، وبدون تطبيقها (162) ميكروناً. واتفقت نتيجة تلك الدراسة مع دراسة (Bottino et al., 2007) التي توضح أهمية تطبيق المادة الفاصلة لضمان تقليل التباين الحفافي للتعويضات.

ويعود التأثير الإيجابي لتطبيق المادة الفاصلة للتيجان الكاملة المُلصقة بزيادة انطباقها إلى انخفاض قوى الضغط الهيدروليكي (hydrostatic forces) في طبقة أسمنت الإلصاق (Passon et al., 1992)، وإلى تحسين انسيابية "تدفق" الأسمنت وتقليل الاتصال بين السطح الداخلي للتاج والسن المحضر (Grajower et al., 1985).

1-1-4-8. نوع أسمنت الإلصاق المستخدم:

يمكن أن يؤثر مقدار ثخانة مواد الإلصاق المستخدمة وانسيابيتها ولزوجتها في الانطباق الحفافي. فقد أظهرت دراسة (White and Kipnis, 1993) أن قيم الفرجة الحفافية كانت أقل مع استخدام الأسمنت الراتنجي ثم أسمنت متعدد الكربوكسولات ثم أسمنت الزجاجي الشاردي وأخيراً أسمنت فوسفات الزنك على الترتيب. واتفقت معه نتائج دراسة (عجيب والشعراني، 1999) وعُزيَ السبب لحجم الذرات الصغير للأسمنت الراتنجي.

أظهرت نتائج دراسة (Bottino et al., 2007) أنه بغض النظر عن نوع خط الإنهاء فإن قيم الفرجة الحفافية للتيجان الكاملة كانت أكبر عند استخدام الأسمنت الراتنجي مقارنة مع أسمنت فوسفات الزنك والأسمنت الزجاجي الشاردي، وقد عُزي ذلك إلى التغير الحاصل في لزوجة الأسمنت الراتنجي خلال تصلبه، على الرغم من أن وضع التيجان على دعاماتها المستقبلة قد استغرق أقل من 10 ثوان بعد المزج، فقد لوحظت درجة من تغير اللزوجة خلال العمل، بينما تبقى لزوجة أسمنت الزجاجي الشاردي ثابتة قبل تصلبه (Wang et al., 1992)، كما أنه يوفر طبقة أقل ثخانة من الأنواع الأخرى من أسمنتات الإلصاق(Strutz et al., 1994). إذ إنه كلما زادت لزوجة الأسمنت زادت ثخانة طبقته ممايؤدي إلى زيادة في الفرجة الحفافية (McLean and von Fraunhofer, 1971).

بينما أظهرت نتائج دراسة(Hooshmand et al., 2011) أنه لا يوجد فروق دالة إحصائياً عند مقارنة الانطباق الحفافي لتيجان مصبوبة أُلصقت بخمسة أنواع مختلفة من الأسمنتات.

1-1-4-9. الضغط المطبق على التعويض أثناء تثبيته:

أوضحت دراسة (Piemjai, 2001) أن زيادة القوة المطبقة أثناء الإلصاق تُحسن من الانطباق الحفافي للتيجان المعدنية، وذلك عند مقارنة مقادير قوى مختلفة 25 و 100 و300 نيوتن. ولذلك ذكر (Zortuk et al., 2010) أنه ينبغي تحديد الضغط الأمثل بالضبط. ويمكن لتحقيق ذلك استخدام جهاز أو أدوات خاصة لتطبيق ذلك الضغط.

1-1-4-10. نوع مادة نموذج التعويض:

أظهرت دراسة لـ (Iglesias et al., 1996) لتقييم الانطباق الحفافي لنماذج التيجان الكاملة ونماذج الحشوات الضمنية المبنية من الشمع والراتنج ذاتي التماثر والراتنج ضوئي التماثر، أن الراتنج ضوئي التماثر كان أكثر دقةً مقارنةً مع المادتين الأخرَيين، واتفقت بذلك مع نتيجة دراسة لاحقة قام بها (Rajagopal et al., 2012).

بينما بينت نتيجة دراسة (Abdullah and Al Jabab, 2005) تفوق الراتنج ذاتي التماثر على الراتنج ضوئي التماثر وعلى الشمع من ناحية دقة انطباق النماذج المصنوعة منها.

1-1-4-11. طريقة بناء النموذج:

بينت دراسة (Grajower and Lewinstein, 1985) التي تَم فيها تحري تأثير الطرائق المختلفة لتشكيل النماذج الشمعية في انطباقها الحفافي، أن أصغر قيمة للفرجة الحفافية كانت باستخدام طريقة نحت النموذج وإعادة ختم الحواف دون إزالته عن النموذج، أما أكبر

قيمة للفرجة الحفافية فكانت باستخدام طريقة نحت النموذج وإزالته عن الدعامة ثم إعادته إليها بتطبيق ضغط 500mg لمدة 60 ثانية.

وبينت دراسة (Iglesias et al., 1996) أن طريقة البناء على طبقات كانت أكثر دقة من البناء الحجمي لنماذج التيجان الكاملة، بينما لم يكن لطريقة البناء تأثير في الانطباق الحفافي لنماذج الحشوات الضمنية (Inlays).

قارنت دراسة (أبوعلي ومراد، 2013) بين الطريقة التقليدية WAX/CAST والطريقة الآلية WAX/CAD-CAM لبناء النماذج الشمعية من حيث التأثير على مقدار الفرجة الحفافية. أظهرت النتائج أنه لايوجد فروق ذات دلالة إحصائية للفرجة الحفافية بين الطريقتين.

1-1-4-12. زمن تخزين النموذج قبل صبه (تأخير الكسو):

بينت نتائج دراسة (Abdullah and Al Jabab, 2005) و(Rajagopal et al., 2012) تأثر الانطباق الحفافي لنماذج التيجان بزمن التخزين بشكل ملحوظ إذ أظهرت جميع النماذج فرجة حفافية أصغر عند الساعة الأولى منها بعد 24 ساعة.

وبشكل مخالف أظهرت دراسة (Iglesias et al., 1996) أن انطباق نموذج التاج الكامل المبني من الراتنج ضوئي التماثر لم يتأثر بزمن التخزين.

1-1-4-13. نوع التعويض بحد ذاته:

1) التعويضات المعدنية الكاملة:

يتأثر الانطباق الحفافي للتيجان المعدنية الكاملة بعوامل متعددة تتعلق بـ :

a) تقنية التصنيع:

قارن (Leong et al., 1993) في دراسته بين التقنية التقليدية WAX/CAST والتقنية الآلية CAD/CAM لتصنيع تيجان التيتانيوم من ناحية التأثير في الانطباق الحفافي لها، ووجد أنه لايوجد فرق بين تقنيتي التصنيع. واختلفت معه نتائج دراسة (Han et al., 2011) التي بينت أن تقنية WAX/CAST لتصنيع تيجان التيتانيوم أعطت انطباقاً حفافياً أفضل من تقنية CAD/CAM.

بينت دراسة (Tan et al., 2008) التي استخدم فيها تقنيتي الـ CAD/CAM، والـ WAX/CAM لتصنيع تيجان التيتانيوم، أنه لايوجد فرق بين التقنيتين من ناحية دقة الانطباق الحفافي.

إن التيتانيوم في درجة حرارة الصب يقلل من الأكاسيد داخل مادة الكسو مع تحرير ذرات الأكسجين، مما يسهل تشكيل طبقة سطحية صلبة معروفة باسم طبقة alpha–case على سطح المرممة (Witkowski et al., 2006)، تقلل هذه الطبقة السطحية الغنية بالأكسجين مقدار اللدونة ومقاومة التعب وارتباط معدن التيتانيوم مع الخزف، ولتجنب تشكل هذه الطبقة استُعمل نظام الـ CAD/CAM لصنع التعويضات مباشرة من كتل التيتانيوم الجاهزة (Shokry et al., 2010).

b) إجراءات الكسو والصب :

نُشرت دراسات عديدة بحثت في تأثير إجراءات الكسو والصب وفق التقنية التقليدية باستخدام الشمع الضائع، كدراسة (Leal et al., 2006) التي هدفت إلى تقييم تأثير نوع المسحوق الكاسي وعدد أوتاد الصب في دقة الانطباق الحفافي لتيجان التيتانيوم، بينت النتائج أن الانطباق الحفافي الأفضل اقترن مع استعمال المسحوق الكاسي من نوع أكسيد المغنزيوم، ومع استعمال وتدين بدلاً من استعمال وتد واحد.

كما قارن (Reddy et al., 2013) بين التقنية التقليدية للصب (conventional casting technique) وتقنية الصب السريع (accelerated casting technique) من ناحية التأثير في الانطباق الحفافي لتيجان مصنوعة من النيكل كروم، أظهرت نتائجه أن مقدار الفرجة الحفافية وفق التقنية التقليدية كانت أصغر منها وفق تقنية الصب السريع، وكانت جميع القيم ضمن الحدود المقبولة سريرياً.

c) نوع الخليطة المعدنية المستعملة :

بينت دراسة (Leong et al., 1993) أن الفرجة الحفافية للتيجان المصنوعة من التيتانيوم كانت أكبر منها للتيجان التي صُبت من خلائط المعادن الثمينة (الذهب – البلاديوم – البلاتينيوم). واتفقت معه نتائج دراسات (Harris and Wickens, 1993) و(Valderrama et al., 1994) و(Tan et al., 2008).

2) التعويضات الخزفية:

يتأثر الانطباق الحفافي للتيجان الخزفية الكاملة بعوامل متعددة تتعلق بـ :

a) ثخانة القلنسوة الخزفية (core thickness):

وضح (Farid et al., 2012) أن زيادة ثخانة قلنسوة التعويضات الخزفية الكاملة المصنعة من IPS e.max Press، لاتؤثر في الانطباق الحفافي لتلك التيجان، وبينت نتائجه أنه لايوجد فرق ذو دلالة في متوسط قيمة الفرجة الحفافية لمجموعة التيجان بثخانة قلنسوة 0.8 ملم ومجموعة التيجان ذات قلنسوة بثخانة 1 ملم.

b) عدم التطابق الحراري بين القلنسوة (core) وطبقات الخزف المغطي:

يمكن أن يؤدي عدم التوافق الحراري بين القلنسوة الخزفية والخزف المغطي لها إلى انكسار التعويض الخزفي أو تشوهه بسبب الإجهادات الناتجة عن ذلك، فقد وضح (Isgrò et al., 2005) أنه في التقنيات التي يتم فيها كسو القلنسوة الخزفية بطبقة من الخزف، فإن عدم التطابق الحراري بين القلنسوة والطبقة المُغطية يمكن أن يسبب حدوث خلل أو تشوه خلال عملية التصنيع.

c) نوع الخزف وتقنية التصنيع:

وُجدت العديد من المشاكل المرتبطة بحواف التعويضات المصنوعة من الخزف بطريقة التلبيد sintering كتقلص الطبقات الملبدة للخزف وتكورها خلال مرحلة الخبز التي يمكن تجنبها باستخدام أنواع الخزف المحقون pressed ceramics التي تُصنع بتقنية الشمع الضائع. تعد هذه التقنية أسهل وأسرع من تطبيق الخرف على طبقات (التلبيد)

كما أنها تُحقق انطباقاً حفافياً أفضل (Lang and Starr, 1992) (Craig and Powers, 1993) (Sulaiman et al., 1997).

درس (المقداد والعادل، 2010) تأثير تقنية تصنيع تيجان الزركونيوم في الانطباق الحفافي، فأظهرت نتائج الدراسة أن الانطباق الحفافي للتيجان المصنعة بالطريقة الآلية CAD\CAM كان أفضل من تلك المصنعة بطريقة الخراطة اليدوية manual milling.

وأظهرت نتائج دراسة (طامزوق وعلّاف، 2013) التي قارن فيها الانطباق الحفافي لأنماط ترميمات خزفية مختلفة (تيجان، وجوه، حشوات) مصنعة بتقنية الحقن (Emax pressed) والخراطة الآلية (Emax CAD\CAM) أن الانطباق الحفافي لحشوات (Emax CAD\CAM) أفضل من حشوات (Emax pressed). ولم يكن هناك فروق جوهرية في مجموعتي التيجان والوجوه الخزفية.

d) مراحل التصنيع:

أظهرت دراسة (Balkaya et al., 2005) أن دورة خبز الخرف المغطي تؤثر في دقة الانطباق الحفافي للتيجان الخزفية. ومع ذلك لم تؤثر دورة التزجيج بشكل جوهري في الانطباق.

ذكر (Balkaya et al., 2005) أن إضافة الخزف إلى القلنسوات تتسبب في تغير كبير في الانطباق الحفافي للتيجان المصنوعة من In-Ceram التقليدي و-copy

milled In-Ceram و copy-milled feldspathic ووجد أن التباين الحفافي في السطحين الدهليزي واللساني كان أكبر منه في السطحين الأنسي والوحشي، وعُزي ذلك إلى أن الحجم الأكبر من الخزف كان السبب المُحمتل للتباين الحفافي الأكبر في هذه السطوح.

كما وضح (Farid et al., 2012) أن الفرجة الحفافية للتيجان الخزفية الكاملة (IPS E.max press) تزداد بعد مرحلة خبر طبقة الخرف المغطي (firing veneering layer) ولم تؤثر دورة التزجيج في الانطباق الحفافي. ولم تتوافق مع نتيجة دراسة (Sulaiman et al., 1997) التي أظهرت عدم وجود فروق ذات دلالة في الانطباق الحفافي بين مراحل التصنيع المختلفة لأنظمة مختلفة من التيجان الخزفية الكاملة. ويمكن أن يعود سبب الاختلاف إلى التقلص الضئيل للقلنسوات المضغوطة حرارياً (heat pressed)، ويُفسر ذلك بأن الخزف المضغوط حرارياً الذي يُصنع بتقنية الشمع الضائع يتعرض النموذج الشمعي فيه لتقلص بنسبة 0.4%، وبنسبة 0.2% قلنسوة الخزفية، يُعاوَض بالتمدد التصلبي بنسبة 0.3% وبالتمدد الحراري بنسبة 0.2% لمادة الكسو (Sulaiman et al., 1997).

3) التعويضات المعدنية الخزفية (porcelain-fused-to-metal (PFM :

تشمل العوامل التي تؤثر في الانطباق الحفافي للتعويضات المعدنية الخزفية:

a) طريقة صنع القلنسوة المعدنية وثخانتها:

بينت نتائج دراسة (Shokry et al., 2010) أن صنع القلنسوة المعدنية بطريقة الـ CAD/CAM أدت إلى انطباق حفافي أفضل من صنعها بطريقة الصب بالشمع الضائع.

b) مراحل خبز الخزف :

يؤثر إجراء خبز الخزف في الانطباق الحفافي للتعويضات المعدنية الخزفية (Fonseca et al., 2003) (أبو سمرة والشعراني، 2009) (Shokry et al., 2010).

تبين نتائج كل من (Fonseca et al., 2003) (Shokry et al., 2010) أن دورة خبز الطبقة الظليلة للخزف Opaque layer زادت من الفرجة الحفافية للتعويضات المعدنية الخزفية، بينما لم تؤثر دورة خبز طبقة العاج dentin بشكل جوهري في الانطباق الحفافي لتلك التعويضات. كما بين (Shokry et al., 2010) أن الفرق الحاصل في التقلص الحراري بين المعدن والخزف بعد دورة خبز الخزف يؤدي إلى حدوث شيء من التباين الحفافي للتعويض المعدني الخزفي. أوضحت نتيجة (أبوسمرة والشعراني، 2009) أن الانطباق الحفافي أفضل لتيجان الثنايا العلوية التي لم تتعرض لمرحلة الأكسدة مقارنةً بالتي عرضت لها.

c) نوع الخليطة المعدنية المستخدمة لصنع القلنسوة المعدنية :

كما وضح (Shokry et al., 2010) من خلال دراسته تأثير الخليطة المعدنية في الانطباق الحفافي للتعويضات المعدنية الخزفية النهائية، فقد خلُصت نتائجه إلى أن

أكبر مقدار الفرجة الحفافية لوحظ مع استخدام خليطة النيكل كروم (Ni–Cr) مقارنةً مع استخدام التيتانيوم النقي التجاري (CP Ti) titanium وخليطة التيتانيوم titanium مع الألمنيوم (Al) aluminum والنيوبيوم (Nb) niobium (Ti–6Al–7Nb).

1-2. الفصل الثاني: الشموع السنية.

إن الشمع مادة لدنة حرارياً (Thermoplastic)، أي أنه ينصهر بالحرارة ليصبح في الحالة السائلة دون تفكك مركباته ويتصلب بدرجة حرارة الغرفة.

يستخدم الشمع في طب الأسنان بعد تعديله من أجل صنع نماذج الترميمات والتعويضات قبل صبها، إذ يحدد النموذج الشمعي شكل التعويض النهائي الناتج عن تقنية الشمع الضائع وحجمه.

وتتألف الشموع المستخدمة في طب الأسنان من مكونين أو أكثر من الشموع الطبيعية والصناعية مضافاً إليها كميات محدودة من المواد الراتنجية والزيوت والدهون والملونات.

يتم المزج بين المكونات لإنتاج شموع سنية ذات خواص ميكانيكية وحرارية محددة حسب الغاية وطريقة الاستخدام (Craig et al., 1965) (McCabe and Walls, 2009).

1-2-1. خواص الشموع السنية:

1-2-1-1. الخواص الحرارية:

a) درجة الانصهار (Melting point):

ليس للشموع السنية درجة حرارة انصهار موحدة كونها تتركب من مزيج من الشموع (Manappallil, 2010).

b) درجة التليين (Softening temperature):

يتصف الشمع بأن له ذروة درجة حرارة داخلية (Endothermic peak) فأثناء تسخينه عند درجة حرارة أقل من درجة انصهاره يحدث تغير في البنية البلورية للشمع ويترافق ذلك مع تغير في الصفات الميكانيكية فيصبح ليناً قابلاً للتكيف والتشكيل (Moulding) بعد أن كان قاسياً قصفاً، تسمى هذه الصفة درجة حرارة التليين (McCabe and Walls, 2009).

c) التوصيل الحراري (Thermal conductivity):

الشمع موصل غير جيد للحرارة لذلك قبل تشكيل الشمع وتكييفه يجب أن يوضع في درجة حرارة التليين لفترة كافية ليصبح ليناً بشكل كامل قبل البدء بالتشكيل. (McCabe and Walls, 2009) (Anusavice et al., 2012).

d) معامل التمدد الحراري (The coefficient of thermal expansion):

إن للشمع معامل التمدد الحراري الأعلى بين المواد المستخدمة في طب الأسنان($350\times10^{-6}/C°$) (Grajower and Lewinstein, 1985). يحدث التقلص التصلبي نتيجة معامل التمدد الحراري إذ يصل التقلص التصلبي من درجة حرارة التليين لدرجة حرارة الغرفة إلى 0.9% (Fusayama, 1959). كما يتمدد الشمع بنسبة تصل إلى 0.6% عند تسخينه من 25^0-37^0 C (Diwan et al., 1997). وتلاحظ هذه الصفة سريرياً وذلك عند استخدام الشمع بالتقنية المباشرة إذ يتم بناء النموذج الشمعي داخل الفم

عند درجة حرارة C°37 وبعد إخراجه يتم تعرضه لدرجة حرارة الغرفة مما يؤدي إلى تقلصه وبالتالي تأثر انطباق التعويض النهائي (Anusavice et al., 2012).

1-2-1-2. الخواص الميكانيكية:

a) السيولة (Flow):

تؤثر السيولة بشكل أساسي في تشكيل الشمع وثبات أبعاده. يجب أن يكون الشمع المثالي ذا سيولة كبيرة في درجة حرارة التليين وأثناء تشكيله كما يجب ألا يكون له سيولة في درجة حرارة الفم أو الغرفة كي لايتشوه بسهولة (McCabe and Walls, 2009). تزداد السيولة بزدياد درجة الحرارة والإجهادات(Diwan et al., 1997).

أجرى (Ito et al., 1996) دراسة حول تأثير سيولة الشمع في التقلص التصلبي للتعويض المصبوب المصنوع من كوبالت كروم فوجدوا أن التقلص التصلبي يقل عند ازدياد سيولة الشمع، وتزداد السيولة بازدياد درجة حرارة المادة الكاسية ذات الرابطة الفوسفاتية أثناء التصلب والمعتمدة على حجم البوتقة، لذلك أوصوا باستخدام بوتقة ذات قطر 50ملم عوضاً عن قطر 30ملم في حال استخدام نموذج شمعي ذي سيولة منخفضة ودرجة حرارة تليين عالية. تقاس سيولة الشمع بتطبيق ضغط لفترة زمنية محددة على عينة أسطوانية من الشمع ويتم بعد ذلك حساب مقدار الانضغاط الذي حصل في المادة.

b) القصافة (Brittleness):

صفة مهمة في الشموع يمكن للمُصَنِّع التحكم بها إلى حد معين. على سبيل المثال تتطلب الشموع المستخدمة في الأجهزة المتحركة متانة لدرجة يمكن معها أن تزال قاعدة الجهاز الشمعية من منطقة ذات تثبيت بسيط دون أن ينكسر الشمع، ومن ناحية أخرى تعد القصافة مفضلة في شموع الحشوات الضمنية والصب إذ ينكسر الشمع في حال وجو منطقة تثبيت في التحضير أو الحفرة مما يشير للطبيب بلزوم تعديل الحفرة أو التحضير (McCabe and Walls, 2009).

c) الذاكرة المرنة (Elastic memory):

هي محاولة الشمع العودة إلى شكله الأصلي بعد تخزينه بدرجة حرارة الغرفة. فبعد تليين شمع الصب وثنيه على شكل نعل فرس وتخزينه في الماء بدرجة حرارة الغرفة لعدة ساعات فإن الشمع يبدأ بالعودة إلى شكله الأصلي قبل الثني كما في الشكل(1-3)، (Anusavice et al., 2012).

شكل(1-3) أ) شمع الصب بعد ثنيه مباشرةً ب) شمع الصب بعد 24 ساعة من تركه في الماء

(Anusavice et al., 2012)

1-2-2. تركيب الشموع السنية:

تتركب الشموع السنية من خليط من المواد اللدنة حرارياً (Thermoplastic)، وتكون المكونات الأساسية من منشأ حيواني أو نباتي أو معدني.

1-2-2-1. الشموع ذات المنشأ المعدني: (Craig et al., 1965) (McCabe and Manappallil, 2010) (Walls, 2009)

- **شمع البارافين:**

يستخرج من البقايا البترولية بعد تقطيرها، ويتركب من سلسلة بسيطة ومشبعة من الهيدروكربون. يتلين بدرجة حرارة 37-55°C. وينصهر عند درجة حرارة 48-70°C. كما أنه قصف (Brittle) في درجة حرارة الغرفة. تم إضافة الشمع البلوري لشمع البارافين لتحسين خواصه فترتفع درجة حرارة انصهاره وتنخفض درجة حرارة تليينه ويصبح البارافين أقل قصافة.

- **شمع لايتين (Litene):**

هو شمع بلوري يستخرج أيضاً من البقايا البترولية بعد التقطير، ويتركب من سلسلة من الهيدروكربون أكثر تعقيداً منها في شمع البارافين، درجة انصهاره 65-90 °C.

- **شمع الكيرزين (Ceresin):**

هو شمع ينتج بعد تقطير المعادن كالبترول وتنقية الفحم. ويتكون من سلاسل مستقيمة ومتفرعة من الهيدروكربون ذات الوزن الجزيئي العالي وهو أكثر الشموع الهيدروكربونية صلابة.

1-2-2-2. الشموع ذات المنشأ الحيواني:

- **شمع النحل (Beeswax):**

يستخرج من خلية النحل، ويتألف من مزيج معقد من الإسترات والهيدروكربونات المشبعة وغير المشبعة والأحماض العضوية. يضاف شمع النحل إلى شمع البارافين لتحسين خواص شمع البارافين، فيقلل من قصافته، كما يقلل من سيولته الناتجة عن الإجهادات التي تحدث عند درجة حرارة أقل من درجة انصهاره (Craig et al., 1965) (Manappallil, 2010).

1-2-2-3.الشموع ذات المنشأ النباتي: (Craig et al., 1965) (McCabe and Manappallil, 2010) (Walls, 2009)

- **كارنوبا (Carnuba):**

يتكون من مسحوق ناعم لأوراق شجر النخيل الاستوائية، يتكون من مزيج من سلاسل من الإسترات والكحول والأحماض والهيدروكربونات ويتصف بالقصافة والصلابة العالية ودرجة الانصهار العالية 84-90C^{o}.

- **كاندليلا (Candelilla):**

تستخلص هذه الشموع من الأشجار والنباتات. درجة انصهارها 68-75C^0. تضاف إلى شمع البارافين للتحكم في درجة تليينه وتحسين صفاته.

1-2-3. تصنيف الشموع السنية:

1-2-3-1. شمع النماذج (Pattern Wax):

ويشمل:

I. شمع الحشوات الضمنية (Inlay wax):

يستخدم لعمل نماذج الحشوات المصبوبة، والقلوب والأوتاد، ونماذج التيجان والجسور. وله نوعان: (تصنيف ADA specification NO 4.)

a) النوع الأول (I): شمع متوسط الصلابة يستخدم في التطبيقات المباشرة.

b) النوع الثاني (II): شمع لين يستخدم في التطبيقات غير المباشرة (Anusavice et al., 2012).

يتركب شمع الحشوات من عدة أنواع من الشموع الطبيعية والصناعية فهو يتكون من شمع البارافين بشكل رئيسي وشمع كيريزين وشمع كرنوبا وشمع كانديليا وراتنج طبيعي وملونات (Koudi and Patil, 2007).

لاتزيد سيولة الشمع نوع (I) عند درجة حرارة $C37^0$ أكثر من 1%، وعند درجة حرارة $C30^0$ لاتزيد سيولة الشمع نوع (II) أكثر من 1%، وعند درجة حرارة $C45^0$ تتراوح سيولة النوعين من 70-90%. مما يوضح أن بعد تليين الشمع عند درجة حرارة $C45^0$ وهي مقبولة للمريض يتصلب شمع النوع (I) بدرجة حرارة الفم مما يسمح بتشكيله في الفم بينما يتصلب شمع النوع (II) عند درجة حرارة الغرفة لذلك فهو مناسب للعمل المخبري، ويبقى ليناً في حال استخدامه في الفم (McCabe and Walls, 2009) (Anusavice et al., 2012).

الصفات التي يجب توفرها في الشمع المستخدم لبناء النماذج:(Anusavice et al., 2012)

1. ثبات أبعاد الشمع بمجرد الانتهاء من بنائه.
2. عدم ترك أي بقايا عند حرقه عند $C500^0$.
3. عدم تفتته عند نحته وتكسره.
4. أن يكون ذا لون مميز لتقييم الحواف.

- يطلق اسم شمع الصب على شمع الحشوات الضمنية ، وتتدرج بعض الأنواع الأخرى من النماذج الشمعية ضمن فئته (Rosenstiel et al., 2006) (Anusavice et al., 2012) .

❖ بعد معرفة خواص الشمع وتركيبه يمكن تفسير عدم ثبات أبعاده وأسباب تولد الإجهادات الداخلية التي تؤدي إلى تشوهه لاحقاً. ويمكن ذكر بعض الأسباب المؤدية للإجهادات الداخلية:

بما أن الشمع موصل غير جيد للحرارة تتصلب طبقاته الخارجية أولاً وتتقلص بحرية وبعد ذلك يبدأ تصلب الطبقات الداخلية التي لاتستطيع أن تتقلص بسب صلابة الطبقة الخارجية فتنتج إجهادات داخلية وحرارية (Koudi and Patil, 2007) وتنتج أيضاً الإجهادات الداخلية عندما لايتم تليين الشمع جيداً قبل تشكيله.(McCabe and Walls, 2009)، ويتعرض الشمع لقوى ضاغطة، وقوى قص، وشد أثناء النحت(Smyd, 1955)، وتتأثر كمية الإجهادات الداخلية بحجم النموذج وزمن التخزين ودرجة الحرارة أثناء التخزين (Diwan et al., 1997) .

ويزداد التشوه بازدياد زمن التخزين خصوصاً عند إزالة النموذج عن الدعامة إذ تقلل جدران الدعامة تقلص الشمع إلى حد معين في حال تخزينه على الدعامة (Fusayama, 1959) (JÖRGENSEN and ONO, 1984) (Anusavice et al., 2012).

أوضحت دراسة (Zeltser et al., 1985) أن الانطباق الحفافي للنماذج الشمعية التي بقيت على الدعامة كان أفضل من الانطباق الحفافي للنماذج الشمعية التي سحبت عنها لمدة عشر دقائق ثم أُعيدت إليها، وعزيَ السبب إلى تحرر الإجهادات الداخلية بعد إزالة النموذج عن الدعامة وتأثر النموذج الشمعي بالقوة المطبقة عليه لإزالته والتي تؤدي إلى

تشوهه لاحقاً، واتفقت نتيجة هذه الدراسة مع دراسة (Grajower and Lewinstein, 1985) التي بينت أن الفرجة الحفافية للنموذج الشمعي تزداد بإزالة النموذج عن الدعامة. وأن إعادة ختم الحواف بعرض mm2 بعد إزالة النموذج يقلل من التقلص التصلبي للشمع عند الحواف وبالتالي يحسن الانطباق الحفافي للنموذج.

II. شمع الصب (Casting wax):

يستخدم في عمل نماذج الأجهزة الجزئية المتحركة. (Koudi and Patil, 2007)

III. شمع الصفائح القاعدية (Base plate wax):

يستخدم في عمل الارتفاعات الشمعية. (Koudi and Patil, 2007)

1-2-3-2. شمع التصنيع (Processing Wax): (Koudi and Patil, 2007)

(Anusavice et al., 2012). ويشمل:

I. شمع التعليب (Boxing wax)

يستخدم في إحاطة الطبعة للحصول على قاعدة للمثال بالشكل والحجم المطلوبين كما يحافظ على ثخانة حواف الطبعة وامتدادها.

II. شمع التكييف (Utility wax):

يستخدم في تعديل حواف الطابع.

III. شمع الإلصاق (Sticky wax):

يستخدم في وصل أجزاء المعدن قبل لحمها، ووصل الأجزاء المكسورة للجهاز المتحرك قبل إصلاحه.

1-2-3-3. شمع الطبع (Impression wax): (Koudi and Patil, 2007) (Anusavice et al., 2012)

ويشمل:

I. شمع التصحيح (Corrective wax):

يستخدم في تسجيل طبعة الدرد الحر والسد الخلفي posterior palatal seal

II. شمع تسجيل العضة (Bite registration wax):

لتسجيل العلاقة الفكية.

1-2-4. طرائق تليين الشمع: (McCabe and Walls, 2009)

1. بالماء الساخن (Water bath).
2. باستخدام لمبة أشعة تحت حمراء (Infra-red lamp).
3. بالقنديل (Bunsen burner).
4. بمحَّم ذي حرارة ثابتة (Annealer).

1-3. الفصل الثالث: الراتنجات.

1-3-1. مقدمة عن الراتنجات:

استخدم راتنج البولي ميتيل ميتاكريلات (Polymethyl methacrylate) بدايةً في صناعة قواعد الأجهزة المتحركة في أواخر عام 1930(Craig and Powers, 1993)، وفي مواد ترميم الأسنان قبل تطور الراتنج المركب ذي الأساس الراتنجي (Bis-GMA) المُكون من مونمير ثنائي الميتاكريلات (dimethacrylate). والآن يستخدم بشكل واسع في بناء النماذج، وصنع التيجان المؤقتة والطوابع، والصفائح القاعدية، ووصل نواقل الزرعات، وفي جراحة العظام كأسمنت عظمي (Bartoloni et al., 2000) (Sideridou et al., 2006) (Kwon et al., 2012)، كما يستخدم أيضاً لبناء القلوب والأوتاد بالتقنية المباشرة، وتسجيل العلاقة الفكية، وكدليل وصل لأجزاء الجسر(Mojon et al., 1990).

يتكون الراتنج من سلسلة من عديدات التماثر (البوليمير) وهي جزيئات كبيرة تتألف عادةً من عناصر لامعدنية كالكربون والأوكسجين والنيتروجين والهيدروجين وترتبط كيميائياً بواسطة روابط تكافؤية. تتشكل سلسلة البوليمر من اتحاد وحدات أصغر ومتكررة من الذرات تدعى وحيدات التماثر(المونومير) بعملية تدعى التماثر أو التصلب.(Anusavice et al., 2012)

إن بوليمير (Polymer) كلمة يونانية Poly: تعني عديد، و mers: تعني وحدات.

1-3-2. أنواع التماثر:

1. التماثر الإضافي أو التسلسلي (Addition or Chain growth polymerization).
2. التماثر التكثيفي أو المرحلي (Condensation or Step-wise polymerization).

1-3-2-1. التماثر الإضافي (Addition Polymerization):

هو اتحاد جزيئين من وحيد التماثر ليتشكل جزيء ثالث أكبر له القدرة على التفاعل خلال كل مرحلة من مراحل التماثر لينتج سلسلة طويلة من عديد التماثر كما في المعادلة التالية:

$$R^x + M \rightarrow R-M^x$$

$$R-M^x + M \rightarrow R-M-M^x$$

$$R-M-M^x + M \rightarrow R-M-M-M^x \ldots \text{ etc}$$

التماثر الإضافي ذو الجذور الحرة هو الأكثر استخداماً في صناعة عديد التماثر (البوليمير) بشكل عام وفي المواد السنية بشكل خاص. إذ إنه بمجرد بدء التماثر تتطور سلسلة عديدات التماثر بشكل سريع ويزداد وزنها الجزيئي (McCabe and Walls, 2009).

مراحل التماثر الإضافي: (Moad and Solomon, 2005) (Odian, 2004)

a) التفعيل ، التنشيط (Activation):

يتم فيه تشكيل الجذور الحرة عن طريق تفكيك المبدئ (Initiator) ذي الرابطة الضعيفة بواسطة الحرارة (تنشيط حراري) أو بالتفاعل الكيميائي (تنشيط كيميائي) أو بالضوئي (تنشيط ضوئي).

b) البدء (Initiation):

يبدأ تماثر الراتنج عندما تتحد الجذور الحرة الحاوية على الكترونات حرة غير متزاوجة قادرة على التفاعل مع الرابطة الكربونية المضاعفة الموجودة على وحيد التماثر فيتشكل بالتالي زوج إلكتروني مع أحد الإلكترونات الخاصة بالرابطة المضاعفة وتتحول هذه الرابطة إلى جذر حر قادر على التفاعل مع مونومير آخر.

c) التطور – التوالد (Propagation):

تتم في هذه المرحلة الإضافة المستمرة لوحيدات التماثر وتفاعلها مع الجذور الحرة.

d) الانتهاء (Termination):

هي توقف تطور التماثر والتفاعل عند نفاذ جزيئات وحيدات التماثر أو عندما يحدث تفاعل ينتج عنه إنهاء سلسلة عديدات التماثر أي سلسلة بوليمير ليس لها القدرة على التفاعل الإضافي. يكون ذلك عن طريق الاقتران المباشر بين جذرين حرين أو انتقال الهيدروجين من جذر تطوري إلى آخر.

1-3-2-2. التماثر التكثيفي (Condensation polymerization):

هو تفاعل جزيئين لينتج عنهما جزيء ثالث أكبر بالإضافة إلى ناتج ثانوي ذي جزيء أصغر مثل الماء أو الكحول. ينتج البوليمير في هذا النوع من التماثر بشكل بطيء فهو يتطور من وحيد التماثر(monomer) إلى ثنائي التماثر (dimer) إلى ثلاثي التماثر (timer) حتى تتشكل

في النهاية جزيئات البوليمير التي تحتوي على العديد من المونوميرات (McCabe and Walls, 2009) (Anusavice et al., 2012).

1-3-3. الراتنج ذاتي التماثر (Auto-polymerized pattern resin):

يطلق عليه الراتنج البارد أو الراتنج كيميائي التماثر(Kwon et al., 2012).

1-3-3-1. تركيب الراتنج ذاتي التماثر:

تختلف الراتنجات بين بعضها بالتركيب الذي يحدد الصفات الميكانيكية ودرجة التحول Degree of conversion (التماثر) والتطبيق السريري لهذه الراتنجات، ويمكن تقسيمها إلى أربع مجموعات بناءً على التركيب(Kwon et al., 2012) :

Monomethacrylate monomer
من مونومير وحيد الميتاكريلات

1. Polymethyl methacrylate (PMMA)
2. Polyethyl or butyl methacrylate

Dimethacrylate monomer
من مونومير ثنائي الميتاكريلات

3. Bisphenol A-glycidyl dimethacrylate (Bis-GMA)
4. Urthane dimethacrylate (UDMA)

يتركب الراتنج الأكريلي ذاتي التماثر (Duralay) من: (Oliveira et al., 2010) (Kwon et al., 2014)

البودرة:

بوليمير (polymer)	Prepolymerized PolyMethyl Methacrylate
مبدئ (initiator)	benzoyl peroxide
ملدنات (plasticizer)	dialkyl phthalate
وملونات (pigments)	mercuric sulfide

السائل:

مونومير (monomer)	methyl methacrylate
مبدئ آخر (co-initiator)	aromatic tertiary amine
مثبط (inhibitor)	hydroquinone

الأمين الرباعي العطري (N,N-dimethyl-p-toluidine) (DMPT) يطلق عليه المسرع (accelerator) المنشط (activator) ولكن الأصح المبدئ الآخر (co-initiator)، لأن المسرع تطلق على المادة التي تزيد من معدل التفاعل ولكن لايتغير تركيبها في نهاية التفاعل(Kerby et al., 1999) (Watts and Silikas, 2005).

يختلف الراتنج الأكريلي البارد المستخدم في صناعة الطوابع الإفرادية عن المستخدم في بناء النماذج بأنه يحتوي على نسبة كبيرة من المواد المالئة غير العضوية (Craig and Powers, 1993)

1-3-3-2. آلية تماثر الراتنج الذاتي:

عند مزج المسحوق والسائل فإن المونومير (MMA) ينتشر داخل ذرات (PMMA) وحولها ليحرر سلاسل البوليمر مسبقة التماثر (prepolymerized) من سطح هذه الذرات. كما يبدأ التفاعل بين البنزول بيروكسايد (BPO) والأمين الرباعي العطري (DMPT) لينتج جذوراً حرة benzoyloxy وجذوراً أمينية تعمل على بدء التماثر في زمن قصير وبدرجة حرارة الغرفة (Achilias and Sideridou, 2002) (Kwon et al., 2012)، كما يتم انتهاء تطور البوليمير عند نقطة معينة عن طريق اقتران جذرين، أو عن طريق انتقال B-hydrogen بيتا-هيدروجين من جذر تطوري إلى آخر(Kwon et al., 2012).

1-3-3-3. ميزات الراتنج ذاتي التماثر:

يتميز الراتنج ذاتي التماثر بعدة أمور منها: (Mojon et al., 1990)

1. يمكن التحكم بلزوجة المادة بتغيير نسبة السائل إلى البودرة.
2. انسيابية المادة الممزوجة لتسجيل التفاصيل الدقيقة.
3. إمكانية الاستخدام داخل الفموي (التقبل الحيوي).

4. الصلابة.

5. ثبات الأبعاد في حال تأخير الكسو.

6. سهولة التشذيب والإنهاء بالسنابل دون تشويه النموذج (Shillingburg Jr et al., 1970) (Rajagopal et al., 2012).

7. الاحتراق التام دون ترك بقايا (Shillingburg Jr et al., 1970) (Shillingburg et al., 2012).

1-3-3-4. استخدامات الراتنج ذاتي التماثر:

1. بناء القلوب والأوتاد بالتقنية المباشرة (Shillingburg Jr et al., 1970) (Ghanbarzadeh et al., 2007)،الشكل(1-4).

2. صنع التيجان المؤقتة (Oliveira et al., 2010).

3. بناء نماذج التيجان الكاملة (Iglesias et al., 1996) (Abdullah and Al Jabab, 2005) (Rajagopal et al., 2012)، الشكل(1-5).

4. وصل نواقل الزرعات(Cerqueira et al., 2012) (الملاح ومراد.، 2014).

5. بناء نماذج الجسور اللصاقة (Simonsen et al., 1993).

6. تسجيل العلاقة الفكية (Mojon et al., 1990).

7. دليل وصل لأجزاء الجسور(Mojon et al., 1990).

8. تصحيح البعد العمودي للأجهزة المتحركة.(Basker et al., 2011)

الشكل(1–4) أ) بناء نموذج القلب والوتد سريرياً ب) النموذج الراتنجي ج) القلب والوتدالمصبوب

د) القلب والوتد المعدني بعد الإلصاق

أيضاً فيمايلي حالة سريرية تم بناء النموذج الراتنجي مخبرياً على المثال ثم تمت تجربة النموذج سريرياً وبعد ذلك صنع التعويض النهائي،الشكل(1-5).

للشكل(1-5): أ) دعامة محضرة لاستقبال تاج خزفي/معدني

ب) النموذج الراتنجي ذاتي التماثر

ج) تجربة النوذج الراتنجي سريرياً

د) التعويض النهائي

1-3-4. الراتنج ضوئي التماثر (Light cure acrylic resin):

1-3-4-1. تركيب الراتنج ضوئي التماثر:

يختلف تركيب المادة وشكلها تبعاً للشركة المصنعة فقد تكون عبارة عن عبوتين (بودرة وسائل)، ويتركب القالب الراتنجي من Polymethyl methacrylate (MMA)، تتصلب بتسليط الضوء بعد المزج مثل (GC unifast light cured resin)، (Waldmeier and Grasso, 1992). أو تكون المادة ضمن محقنة وهو الشكل الأكثر شيوعاً ويتركب القالب الراتنجي من urethane dimethacrylate (UDMA) مع مواد مالئة عضوية غير زجاجية (PMMA fillers) وفي بعض الأحيان وبنسب قليلة تكون مواد مالئة غير عضوية، كما تحتوي على المبدئ الضوئي الكامفركينون (camphoroquinone) الذي يمتص الضوء في المجال الطيفي 360-520 نانو متر (Whitworth et al., 1999) (Manappallil, 2010).

إن هذه المادة ليست مصممة للارتباط بالنسج السنية أو بمواد الأمثلة، ولكن يجب أن يكون لها انطباق دقيق وتغير أبعاد قليل خلال عملية التصليب (Whitworth et al., 1999).

يختلف الكمبوزيت السيال عنها بالتركيب من ناحية أن القالب الراتنجي غالباً مايكون Bis-GMA وUDMA معاً. كما يحتوي الكمبوزيت على مواد مالئة غير عضوية مثل الزجاج أو الكوارتز وأوكسود الزركونيوم وأوكسود الألمنيوم، وتُعامل هذه المواد المالئة بعنصر مزاوجة سيلاني Silane Coupling Agent لتحسين ارتباطها مع القالب الراتنجي (Summitt and dos Santos, 2006).

أمّا الراتنج ضوئي التماثر المستخدم في صناعة قواعد الأجهزة فله القالب الراتنجي نفسه مضافاً إليه السيليكا الناعمة (microfine silica)، كما يكون على شكل صفائح ذات قوام عجيني تكيَّف على الأمثلة ويتم تصليبها ضمن حجرة ضوئية بطول موجة 400-500 نانومتر (Craig and Powers, 1993).

1-3-4-2. آلية تماثر الراتنج الضوئي:

تتماثر نماذج الراتنج ضوئي التماثر المستخدمة في بناء النماذج بطريقة مماثلة للكمبوزيت ضوئي التماثر، كما أنها تبنى بطبقات كما في الكمبوزيت ضوئي التماثر (Whitworth et al., 1999).

عند تعرض مبدئ التماثر (كمفوركينون والأمين العضوي) إلى طول موجة مناسب 470nm فإنه يولد جذوراً حرة تحتوي على إلكترونات حرة غير متزاوجة تعمل على بدء التماثر ثم تطور سلاسل البوليمير وصولاً إلى مرحلة الانتهاء (Sokucu et al., 2010).

1-3-4-3. ميزات الراتنج ضوئي التماثر: (Iglesias et al., 1996)

1. سرعة العمل والتصلب التام.
2. سهولة الاستخدام.
3. مسامية قليلة بسبب عدم الحاجة إلى المزج (Whitworth et al., 1999).
4. إمكانية التشذيب دون حدوث تشوه.

5. الحرق التام دون ترك بقايا.

وبحسب (Manappallil, 2010) يتطلب الحرق التام له درجة حرارة تتراوح بين 670-690 C^{o} لمدة 45 دقيقة.

1-3-4-4. استخدامات الراتنج ضوئي التماثر:

1. الطبعة المباشرة للقلوب والأوتاد (Cohen et al., 1991) (Schneider, 1994) (Waldmeier and Grasso, 1992) (Doukoudakis, 1996).
2. وصل الزرعات (Gibbs et al., 2014).
3. بناء نماذج التيجان الكاملة (Iglesias et al., 1996) (Abdullah and Al Jabab, 2005) (Rajagopal et al., 2012).
4. صنع التيجان المؤقتة. (Koumjian and Holmes, 1990) (Tjan et al., 1997).
5. تسجيل العلاقة الفكية (Waldmeier and Grasso, 1992) .
6. صنع الصفائح القاعدية والطوابع الإفرادية (عيد والشعراني، 2003)

1-3-5. التقلص التماثري:

يحدث التقلص التماثري في أثناء عملية التماثر عندما تتحول وحيدات التماثر Monomers إلى عديدات التماثر Polymers تصبح وحيدات التماثر أكثر قرباً وتتصل ببعضها مشكلة سلاسل عديدات التماثر (Braga and Ferracane, 2004).

وبحسب(Tjan et al., 1997) فإن هذا التقلص التماثري يؤثر في الانطباق الحفافي للنموذج الراتنجي.

يعبر التقلص الحجمي عن مدى التماثر وذلك لأن هناك علاقة مباشرة بين التقلص الحجمي للراتنج ومقدار تحوّل المونومير(Braga and Ferracane, 2002)، ففي حال لم يتم تصلب الراتنج بشكل تام فإن التقلص الحجمي يقل وذلك يؤثر في الصفات الميكانيكية للراتنج (Kwon et al., 2014).

يتأثر التقلص التماثري للراتنجات بشكل عام بنوع القالب الراتنجي، كمية المونومير، وكمية المادة المالئة، ودرجة التحوّل (Braga et al., 2005).

تعرف درجة التحوّل بأنها النسبة المئوية لتحول وحيدات التماثر (المونومير) إلى عديدات التماثر (بوليمير) خلال عملية التصلب (Ferracane, 1994).

إن التقلص التماثري للراتنج (MMA) الصرف يصل إلى 21%، بينما يكون أقل في الراتنج (MMA) المستخدم في طب الأسنان وذلك لأن جزءاً من المادة يكون مسبق التماثر (PMMA) (Mojon et al., 1990) (Silikas et al., 2005) (Kwon et al., 2012).

إن المادة ذات القالب الراتنجي UDMA لها تقلص تماثري أقل من المادة ذات القالب الراتنجي MMA وذلك بسبب الوزن الجزيئي الكبير وحجم المونومير الكبير فكلما كبر حجم المونومير

قلت نسبة المونومير الداخل في التفاعل بالنسبة للحجم، كما أنه كلما زاد مستوى تجزؤ المادة المالئة قلَّ التقلص (Kim and Watts, 2004).

1-3-5-1. التقلص التماثري للراتنج ذاتي التماثر:

تمَّ في دراسة (Mojon et al., 1990) تقييم التقلص الحجمي لمنتجين من مادة الراتنج ذاتي التماثر هما (Duralay, Palvit G) إذ تأثر التقلص بقوام المزج. فخلصت الدراسة إلى أن التقلص الحجمي بعد 24 ساعة للراتنج الممزوج بالقوام المعياري (1.0gm/0.8ml) تراوح بين 6.5% و 7.9% وحدث 80% من التقلص قبل الدقيقة 17 و 95% قبل الساعة الثالثة من بدء المزج، كما أن زيادة نسبة السائل للمسحوق تزيد من التقلص الحجمي. كما اتفق Silikas ورفاقه عام 2005 على تأثير نسبة السائل للمسحوق في التقلص الحجمي. إن تطبيق الراتنج بطريقة الفرشاة (باستخدام فرشاة التطبيق الخاصة) Bead brush يقلل من التماثر التقلصي إذ تدخل بهذه الطريقة أقل كمية من المونومير في التفاعل (Cerqueira et al., 2012).

أظهرت نتائج دراسة (Kwon et al., 2014) أنه ليس بالضرورة أن يكون التقلص الحجمي أقل في الراتنج ذاتي التماثر PMMA\MMA المستخدم في بناء النماذج من التقلص الحجمي للراتنج ذاتي التماثر PMMA\MMA المستخدم في بناء التيجان المؤقتة عند توحيد المزج (نسبة المسحوق للسائل) فقد كان التقلص الحجمي للراتنج (Jet Tooth shade) 6.15% وكان التقلص 6.22% (Duralay) و8.09% (GC pattern) ونسب اختلاف التقلص بين المواد لاختلاف تركيز المبدئ والمبدئ الآخر بين المواد مما يؤثر في معدل التماثر.

قيَّم (Koumjian and Holmes, 1990) دقة الانطباق الحفافي للتيجان المؤقتة المبنية من الراتنجات المختلفة. فقد أظهرت مادة الراتنج ذاتي التماثر PMMA (Duralay) أفضل انطباقٍ حفافي بين الراتنجات الأخرى. كما وجد أن حفظ التيجان في الماء لمدة أسبوع عوّض التقلص التصلبي مما قلل من قيمة الفرجة الحفافية وذلك بسبب امتصاص الراتنج للماء. بينما زادت الفرجة الحفافية خلال فترة الحفظ في الهواء.

أظهرت دراسة (Ghanbarzadeh et al., 2007) أن الماء بدرجة حرارة $25C^{o}$ هو أفضل وسط لتخزين نماذج القلوب والأوتاد فقد كان ثبات أبعاد النماذج أكبر خلال فترة تخزين 48 ساعة مقارنة مع التخزين في الماء بدرجة حرارة $4C^{o}$ أو بالتخزين في الهواء بدرجة حرارة $25C^{o}$ وعُزي ذلك إلى امتصاص الراتنج للماء الذي عوض جزءاً من التقلص. وبحسب (Kim and Watts, 2004) فإن التقلص الحجمي للراتنج عند درجة حرارة 37 يكون أكبر منه عند درجة حرارة $25C^{0}$.

<u>العوامل المؤثرة في التقلص التماثري للراتنج الأكريلي ذاتي التماثر:</u>

1) نسبة تركيز المبدئ في البودرة والمبدئ الآخر في السائل (Kwon et al., 2014) (Silikas et al., 2005) (Feng and Suh, 2006).
2) نسبة السائل للمسحوق (Silikas et al., 2005).
3) نوع القالب الراتنجي (Kim and Watts, 2004).
4) وسط التخزين (هواء، ماء) (Ghanbarzadeh et al., 2007).

5) درجة الحرارة (Kim and Watts, 2004).

1-3-5-2. التقلص التماثري للراتنج ضوئي التماثر:

تعتمد درجة التحوّل في الرتنجات ضوئية التماثر على زمن التصليب وشدة الضوء إذ تحسب الطاقة الإجمالية المكتسبة (j/cm^2) من قبل الراتنج بحاصل ضرب الشدة الضوئية لجهاز التصليب بزمن التصليب الضوئي (Albers, 2002). تقدر الطاقة الإجمالية اللازمة لتصليب عينات بثخانة 2 ملم من الراتنج المركب، حسب زمن التصليب الضوئي المقترح من قبل الشركات المنتجة بين 12- 24 جول/ سم^2 (Albers, 2002) (Price et al., 2003).

وبحسب (Whitworth et al., 1999) تتماثر نماذج الراتنج ضوئي التماثر المستخدمة في بناء النماذج بطريقة مماثلة للكمبوزيت ضوئي التماثر كما أنها تبنى بطبقات كما في الكمبوزيت ضوئي التماثر، فقد قيم التقلص التماثري لثلاثة منتجات من راتنج النماذج ضوئي التماثر عند تصليبها لمدة 30ثانية فترواح التقلص التماثري بين 0.45%-1.89% وعُزي ذلك إلى طبيعة المادة المالئة ومقدار التحوَّل.

وفي دراسة (Koumjian and Holmes, 1990) تأثر الانطباق الحفافي للتاج المؤقت المصنوع من الراتنج ضوئي التماثر Triad (UDMA) بالتخزين، كان متوسط الفرجة الحفافية بعد البناء 93 ميكروناً و110 ميكرونات بعد التخزين في الهواء لمدة أسبوع وعُزي ذلك إلى

التقلص التماثري، و80 ميكروناً بعد التخزين في الماء لمدة أسبوع وذلك لامتصاص الراتنج الماء.

أظهرت نتائج دراسة (Gibbs et al., 2014) أن التقلص التماثري للراتنج ضوئي التماثر ذي القوام الهلامي (primopattern Gel) هو 5.72% بينما كان التقلص التماثري للراتنج ضوئي التماثر ذي القوام العجيني (primopattern paste) هو 7.432% وفُسر ذلك باختلاف تركيب الراتنج ذي القوام العجيني.

1-4. الفصل الرابع: الدراسات السابقة Literature Review .

1. في دراسة (Iglesias et al., 1996) قُيم الانطباق الحفافي لنماذج التيجان الكاملة ونماذج الحشوات الضمنية المبنية من الشمع والراتنج ذاتي التماثر ومادتين من الراتنج ضوئي التماثر، وتأثير زمن التخزين وطريقة البناء(طبقات، الحجم) في الانطباق الحفافي. فقد تم قياس الفرجة الحفافية باستخدام المجهر الضوئي (Travelling microscope). كان العامل الأكثر تأثيراً بالنسبة للحشوات الضمنية هو زمن التخزين ثم مادة النموذج ولم يكن لطريقة البناء تأثير في الانطباق الحفافي. ولم تكن هناك فروق مهمة بالنسبة للراتنج ضوئي التماثر وذاتي التماثر، إذ كانت قيمة الفرجة الحفافية في الساعة الأولى للراتنج ذاتي التماثر(Duralay) 7 ميكرونات وللراتنج ضوئي التماثر (Triad) 9 ميكرونات و(Palavit) 8 ميكرونات. وأصبحت بعد 24ساعة 8 ميكرونات و 10 ميكرونات و 9ميكرونات للمواد السابقة على التتالي. أما بالنسبة للشمع فكانت الفرجة الحفافية أكبر من بقية المواد (15 ميكروناً) كما كان التغير في الفرجة الحفافية أكبر بعد 24 ساعة (19ميكروناً) .

بالنسبة لنماذج التيجان الكاملة كان العامل الأكثر تأثيراً الزمن يليه طريقة البناء ثم المادة المصنوع منها النموذج. وقد أظهرت جميع النماذج فرجة حفافية أصغر عند الساعة الأولى منها بعد 24 ساعة، وكان البناء بطريقة الطبقات أكثر دقة من البناء الحجمي للنماذج كما أظهر الراتنج ضوئي التماثر تفوقاً على الشمع في الساعة الأولى وأتى بعد ذلك الراتنج

ذاتي التماثر. وكان الراتنج ضوئي التماثر أكثر دقة وثباتاً بعد 24 ساعة ثم الراتنج ذاتي التماثر وبعد ذلك الشمع وعُزي ذلك إلى تحرر الإجهادات الداخلية للنماذج الشمعية. وخلصت الدراسة إلى أن الراتنج ضوئي التماثر كان أكثر دقةً وأقل تأثراً بزمن التخزين وطريقة البناء مقارنةً بالشمع والراتنج ذاتي التماثر، وتراوحت الفرجة الحفافية لجميع النماذج بين 7–46 ميكروناً وهي ضمن الحدود المقبولة سريرياً.

2. أيضاً في دراسة (Abdullah and Al Jabab, 2005) تمت مقارنة الانطباق الحفافي لنماذج التيجان الكاملة المصنوعة من الشمع والراتنج ضوئي التماثر وذاتي التماثر عند الساعة الأولى وبعد 24ساعة من التخزين في الهواء بدرجة حرارة الغرفة. تم قياس الفرجة الحفافية بالمجهر الضوئي (Travelling microscope). بينت النتائج أن النماذج الشمعية أظهرت أكبر قيمة في الفرجة الحفافية عند الساعة الأولى (17.5 ميكروناً) وبعد 24 ساعة (22.77 ميكرناً) وتأثرت بشكل ملحوظ بزمن التخزين وذلك للتغيرات الحرارية وتحرر الإجهادات الداخلية. وكان الراتنج ذاتي التماثر أكثر انطباقاً في جميع مراحل التخزين إذ كانت الفرجة الحفافية عند الساعة الأولى (8.13 ميكرون) وبعد 24 ساعة (9.53 ميكرون) يليه الراتنج ضوئي التماثر إذ كانت الفرجة الحفافية عند الساعة الأولى (10.83 ميكرون) وبعد 24ساعة (11.87 ميكروناً). وأوضح أن التماثر المستمر للراتنج أدى لازدياد الفرجة الحفافية خلال فترة التخزين. وكانت جميع القيم ضمن الحدود المقبولة سريرياً بالنسبة للفرجة الحفافية.

3. وفي دراسة (Rajagopal et al., 2012) تمت مقارنة دقة الانطباق الحفافي لنماذج التيجان الكاملة المصنوعة من شمع الصب والراتنج ضوئي التماثر وذاتي التماثر. تم تقييم الفرجة الحفافية باستخدام المجهر الضوئي (stereomicroscope) بعد ساعة و 12 ساعة و24 ساعة من تخزين النموذج خارج الدعامة في الهواء. أظهر الراتنج ضوئي التماثر أصغر قيمة فرجة حفافية خلال جميع فترات التخزين، فقد كانت بعد ساعة من التخزين (10.34 ميكرون) وبعد 12 ساعة (10.69 ميكرون) وبعد 24ساعة (11.01 ميكروناً). وأظهر الشمع قيمة أصغر للفرجة الحفافية من الراتنج ذاتي التماثر بعد ساعة من التخزين (12.09 ميكروناً) للشمع بينما كانت (13.26 ميكروناً) للراتنج ذاتي التماثر. أظهر الشمع تأثراً ملحوظاً خلال فترات التخزين إذ أصبحت الفرجة الحفافية بعد 12 ساعة (18.94 ميكروناً) وبعد 24ساعة (21.92 ميكروناً). أما بالنسبة للراتنج ذاتي التماثر فأصبحت الفرجة الحفافية بعد 12 ساعة (14.81 ميكروناً) وبعد 24 ساعة (16.01 ميكروناً). وخلصت الدراسة إلى أن الراتنج ضوئي التماثر هو الأكثر ثباتاً بالأبعاد خلال فترة التخزين تلاه الراتنج ذاتي التماثر ثم الشمع. وأوصت الدراسة باستخدام النماذج الراتنجية عند الحاجة إلى تأخير الكسو لأكثر من ساعة.

بعد عرض الدراسات السابقة نستنتج قلة الدراسات التي تناولت الانطباق الحفافي لنماذج التعويضات الثابتة وعدم وجود أي دراسة تم فيها تقييم الانطباق الحفافي للنماذج بعد أكثر من 24 ساعة من التخزين.

الباب الثانـي

مواد البحث وطرائقه

Materials & Methods

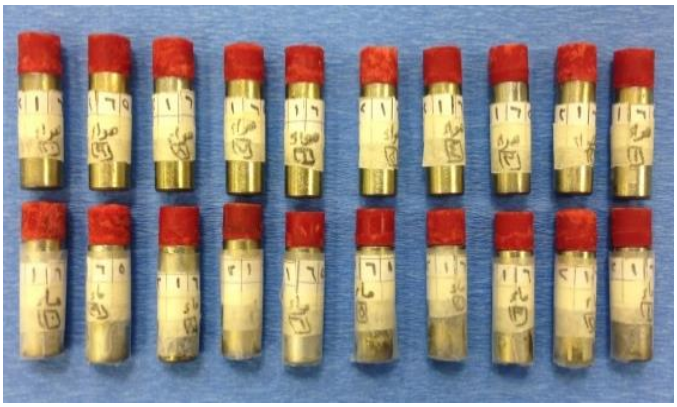
2-1. عينة البحث:

تألفت عينة البحث من 60 دعامة معدنية محضرة لتاج كامل طول الجدران المحورية المحضرة 6 ملم و كتف 1 ملم وميلان الجدران 6^0 الشكل (2-1). تم بناء النماذج الشمعية والراتنجية التي تمثل التيجان الكاملة عليها وقسمت إلى ثلاث مجموعات بناءً على المواد المستخدمة :

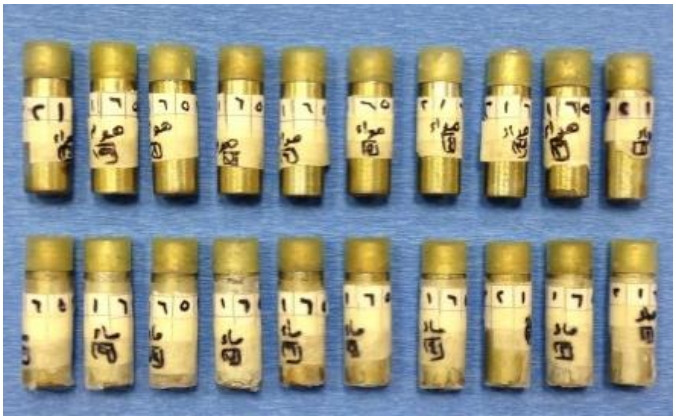
- **المجموعة الأولى:** 20 نموذجاً من شمع البناء (الشكل 2-2).
- **المجموعة الثانية:** 20 نموذجاً من الراتنج المركب كيميائي التماثر (الشكل 2-3).
- **المجموعة الثالثة:** 20 نموذجاً من الراتنج المركب ضوئي التماثر (الشكل 2-4).

الشكل(2-1) الدعامة المعدنية المحضرة

الشكل (2-2) المجموعة الأولى: شمع البناء



الشكل (2-3) المجموعة الثانية: الراتنج الأكريلي ذاتي التماثر



الشكل(2-4) المجموعة الثالثة: الراتنج ضوئي التماثر

وقسمت كل مجموعة إلى قسمين تبعاً لطريقة التخزين:

- **في الهواء بدرجة حرارة الغرفة:** 10 نماذج لمدة 3 أيام.
- **في الماء المقطر بدرجة حرارة الغرفة:** 10 نماذج لمدة 3 أيام.

2-2. المواد المستخدمة في البحث:

- شمع البناء (Modelling Wax, DFS-Diamon GmbH, Riedeburg, Germany). (الشكل 2-5)
- الراتنج ذاتي التماثر (Reliance Dental Mfg CO.,Worth, USA). (الشكل 2-6)
- الراتنج ضوئي التماثر (Liwa flow, Willman & Pein GmbH Barmstedt, Germany). (الشكل 2-7)
- مادة عازلة للشمع (Waxsep, Kuraray Dental Inc, Okayama, Japan). (الشكل 2-8)
- مادة عازلة للراتنج المركب (Reliance Dental Mfg CO.,Worth, USA).
- مطاط إضافي قاس من (PVS Express STD, 3M ESPE, Saint Paul, MN, USA). (الشكل 2-9)
- ماء مقطر.

الشكل (2-5) شمع البناء

الشكل (2-6) الراتنج ذاتي التماثر

الشكل (2-7) الراتنج ضوئي التماثر

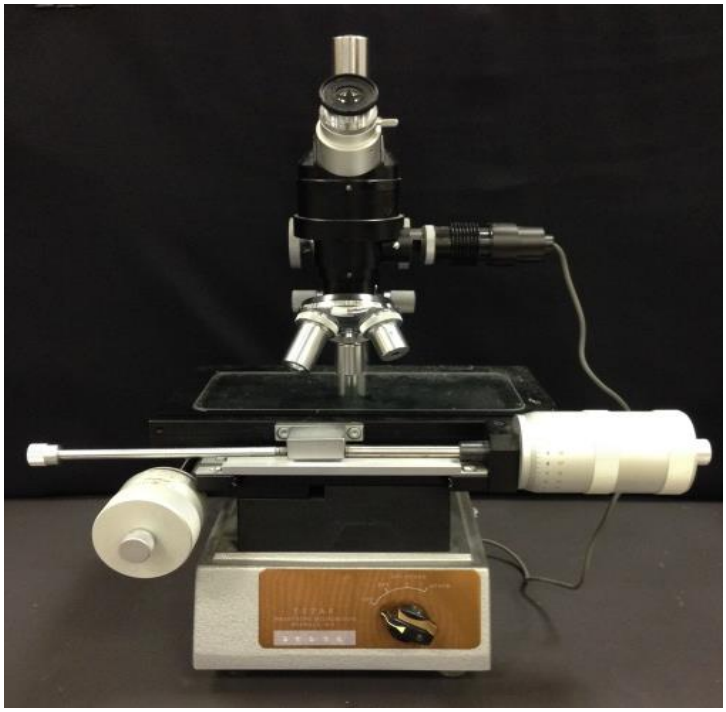
الشكل (2–8) المادة العازلة الخاصة بالشمع

الشكل (2–9) مطاط إضافي قاس

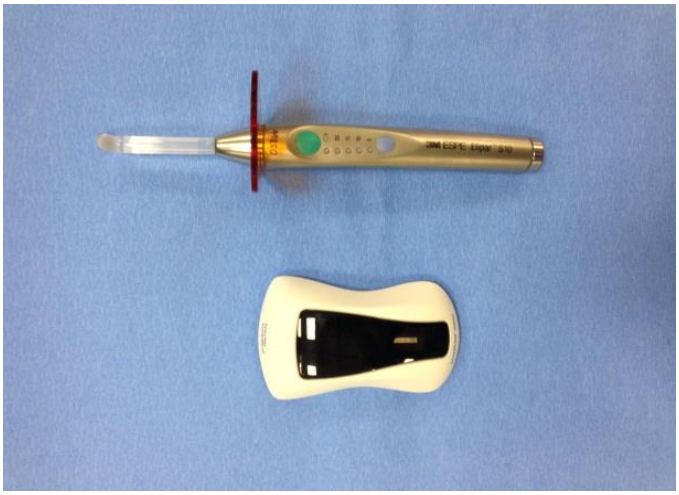
2–3. أدوات البحث وأجهزته:

- مجهر ضوئي (TM-10, Titan, Buffalo, NY, USA). (الشكل 2–10)
- جهاز تصليب ضوئي(Elipar S10, 3M ESPE, Saint Paul, MN,USA)، وجهاز قياس شدة ضوء التصليب Bluephase meter (Bluephase meter, ivoclar vivadent AG, shaan, Liechtenstein, Germany). (الشكل 2–11)

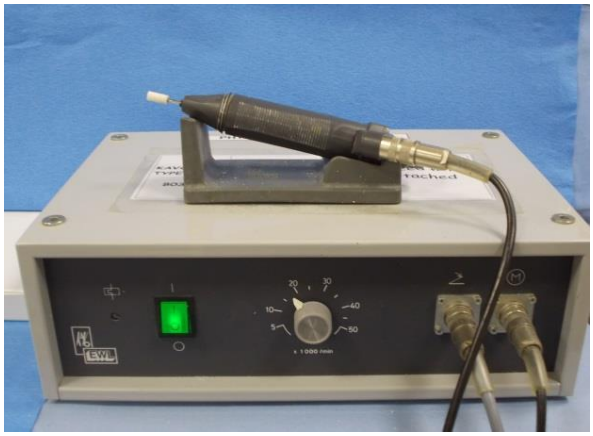
- جهاز صناعي وقبضة مستقيمة (Kavo EWL 4415,Kavo Dental GmbH,biberach,Riss).(الشكل 2–12)
- سنابل إنهاء أكريلية (white stone no.0515-00, Howmedica Inc., Chicago, Ill, USA). (الشكل 2–13)
- مخرطة صناعية لتحضير الدعامات من قضيب نحاسي قطره 10 سم وتحضير أسطوانه نحاسيه مفرغة من الداخل.
- قرص التسوية (Automata, Jean Wirtz, Dusheldory W, Germany). (الشكل 2–14)
- قرص فاصل من الكاربوراندوم لعمل ميزاب على الزاوية الخطية للسطح الطاحن مع السطح المحوري للدعامة (separating disck, moyco Inc., NY,USA). (الشكل 2–15)
- أداة توماس #2 لتطبيق الشمع ومنحتتا شمع (Elite, Sialkot, Pun, Pakistan). (الشكل رقم 2–16)
- أوعية بلاستيكية لحفظ العينات.
- قنديل (Torch Pt no.1755216, Hanau Eng.Co., Buffalo, NY, USA). (الشكل 2–17)



الشكل (2-10) المجهر الضوئي



الشكل (2-11) جهاز التصليب الضوئي وجهاز قياس شدة الضوء



الشكل (2-12) جهاز صناعي و قبضة مستقيمة

الشكل (2-13) سنبلة إنهاء أكريلية

الشكل (2-14) جهاز التسوية

الشكل (2-15) قرص فاصل

الشكل (2-16) أداة توماس #2 و منحتتا شمع

الشكل (2-17) قنديل

2-4. طريقة العمل:

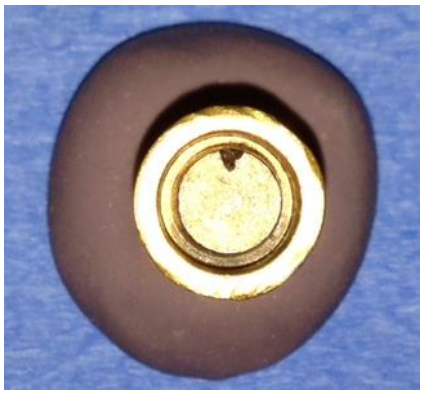
2-4-1. تحضير العينة:

تم تحضير قضيب نحاسي قطره 10 ملم بواسطة مخرطة صناعية لينتج 60 دعامة وفق المعايير التالية: (الشكل 2-18)

- خط الإنهاء: كتف 1 ملم
- طول الدعامة المحضرة: 6 ملم
- ميلان الجدران: 6^0
- ميزاب على شكل **V** على الزاوية الخطية للسطح الطاحن مع السطح المحوري تم تحضيره بواسطة القرص الفاصل.

تم تصنيع أسطوانة نحاسية مفرغة من الداخل لتحيط بالدعامات فتوحد ثخانة النماذج الشمعية والراتنجية، كما في الشكل (2-18)، والشكل (2-19).

الشكل (2-18) الدعامة المحضرة والأسطوانة المفرغة



الشكل (2-19) الأسطوانة النحاسية لتوحيد ثخانة النماذج

2-4-2. الدليل المطاطي:

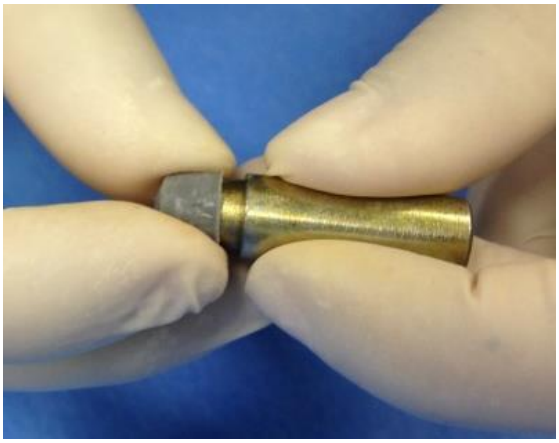
تم عمل قاعدة من المطاط القاسي لتشكل دليلاً مطاطياً إذ توضع الدعامة والأسطوانة المفرغة بشكل عمودي في الدليل ليحدد بذلك ارتفاع الأسطوانة عن السطح الطاحن في جميع العينات 1ملم، كما في الشكل (2-20) ، والشكل (2-21).

الشكل (2-20) الدليل المطاطي

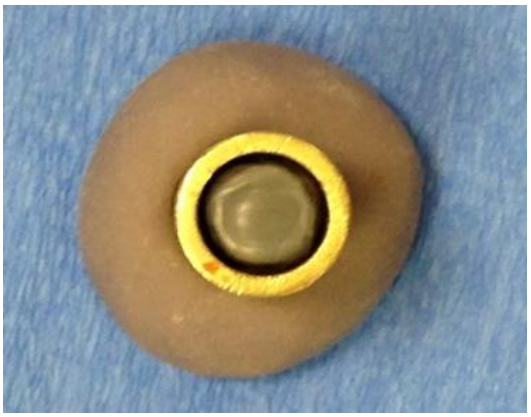
الشكل(2-21) ارتفاع الأسطوانة 1ملم

2-4-3. بناء النموذج لشمعي:

تم تطبيق المادة العازلة الخاصة بالشمع على الدعامات المحضرة وداخل الأسطوانة النحاسية ثم تم بناء أول طبقة من الشمع على كامل السطوح المحضرة بطريقة الإضافة وبعد تصلب الشمع تم سحبه وإعادته إلى مكانه للتأكد من عدم التصاقه على الدعامة كما في الشكل (2-22)، ثم تم وضع الدعامة والأسطوانة المفرغة في الدليل المطاطي القاعدي لتشكيل قالب وبالتالي الحصول على ثخانة موحدة لجميع النماذج كما في الشكل (2-23).

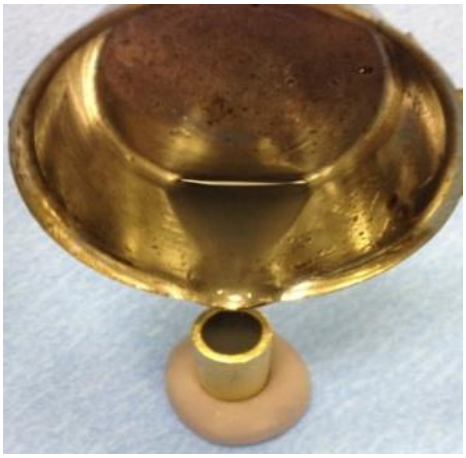


الشكل(2-22) التأكد من عدم التصاق الشمع على الدعامة



الشكل (2-23) الدعامة والأسطوانة في الدليل المطاطي

بعد ذلك تم تسخين كمية من الشمع في وعاء معدني ثم سُكب في القالب كما في الشكل (2-24)، وبعد التصلب تم سحب الأسطوانة، الشكلين (2-25) (2-26)، ثم قصرت الحواف 2 ملم بأداة نحت الشمع، كما في الشكل(2-27).



الشكل (2-24) سكب الشمع في القالب

الشكل(2-25) سحب الأسطوانة

الشكل (2-26) النموذج بعد سحب الأسطوانة مباشرةً

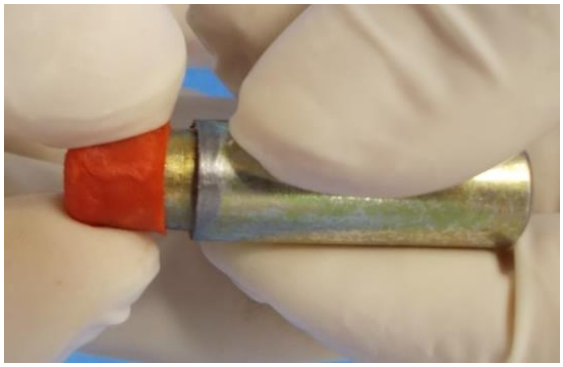
الشكل (2-27) قصرت الحواف 2 ملم

تم إعادة بناء الحواف بطريقة الإضافة كما في الشكل (2-28)، ثم إنهاء النموذج الشمعي وفحصه عيانياً وتحت المجهر بتكبير X10 للتأكد من وضوح حوافه وانطباقها ثم إجراء القياس مباشرةً.

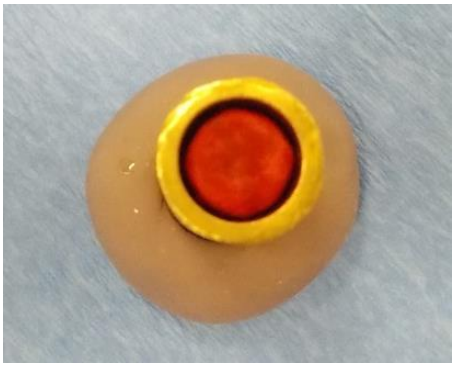
الشكل (2-28) بناء الحواف بطريقة الإضافة

2-4-4. بناء نموذج الراتنج ذاتي التماثر :

تم تطبيق المادة العازلة الخاصة بالراتنج على الدعامة المحضرة والسطح الداخلي للأسطوانة النحاسية المفرغة، ثم تم بناء أول طبقة من الراتنج على كامل السطوح المحضرة بطريقة الإضافة وقبل تصلب الراتنج بشكل كامل تم سحبها وإعادتها إلى مكانها عدة مرات كما في الشكل (2-29)، وبعد ذلك تم وضع الدعامة والأسطوانة في الدليل المطاطي لتشكيل قالب للحصول على ثخانة موحدة للجميع النماذج كما في الشكل (2-30).

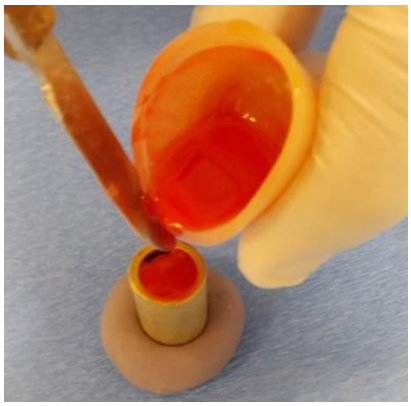


الشكل (2-29) سحب أول طبقة قبل التصلب وإعادتها



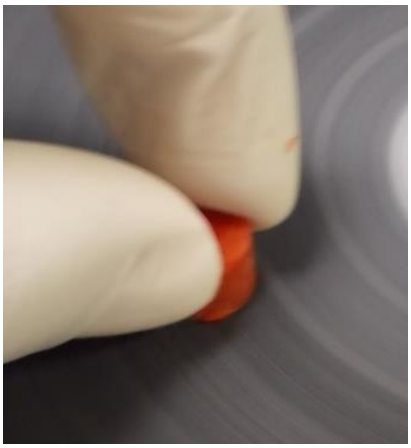
الشكل (2-30) الدعامة والأسطوانة في الدليل المطاطي

تم مزج كمية من الراتنج بقوام متوسط وسكب في القالب كما في الشكل (2-31) وبعد تصلبه تم سحب الأسطوانة الشكل (2-32)، ثم قُصرت الحواف 2ملم بقرص التسوية (Automata)، الشكل(2-33) . لتتم إعادة بنائها بطريقة الإضافة باستخدام فرشاة التطبيق الخاصة (Bead brush) كما في الشكل (2-34)، وبعد ذلك تم إنهاء النموذج الراتنجي وفحصه عيانياً وبالمجهر بتكبير X10 للتأكد من وضوح حوافه وانطباقها ثم إجراء القياس مباشرةً.

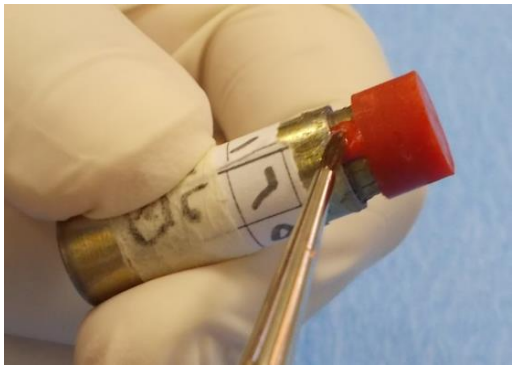


الشكل(2-31) سكب الراتنج في القالب

الشكل(2-32) بعد سحب الأسطوانة



الشكل(2-33) تقصير الحواف 2 ملم



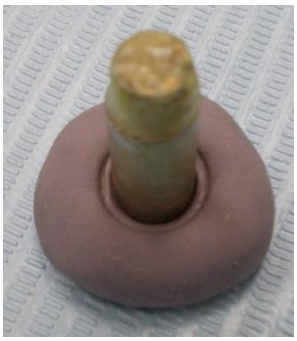
الشكل(2-34) إعادة بناء الحواف طريقة الإضافة

2-4-5. بناء نموذج الراتنج ضوئي التماثر:

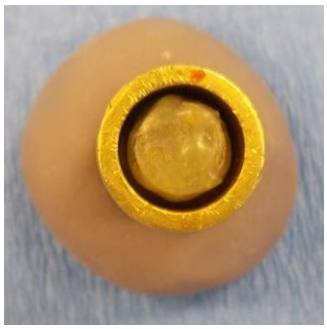
بعد تطبيق المادة العازلة على الدعامة المحضرة والسطح الداخلي للأسطوانة تم تطبيق الراتنج ضوئي التماثر على الدعامة المحضرة بطريقة الطبقات ليتم عمل نموذج لتاج كامل أقل ثخانة من النموذج النهائي، كما في الشكل(2-35). بعد ذلك تم تطبيق الراتنج مرة أخرى بطبقات

لاتزيد ثخانتها عن 2 ملم ثم وضع الأسطوانة المحيطة في الدليل المطاطي ثم التصليب من الأعلى، وتم تكرار ذلك على كل طبقة حتى بناء كامل النموذج، الشكل(2–36) / (2–37).

تم التصليب باستخدم جهاز التصليب الضوئي (3m,Elipar) نوع LED لمدة 20 ثانية بطول موجة تتراوح بين 430–480nm وبشدة $1030\ mw/cm^2$، الشكل (2–38).

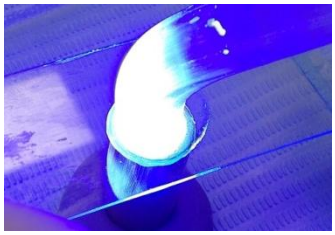


الشكل(2–35) النموذج الراتنجي بعد التصليب



الشكل(2–36) وضع الأسطوانة بالدليل المطاطي

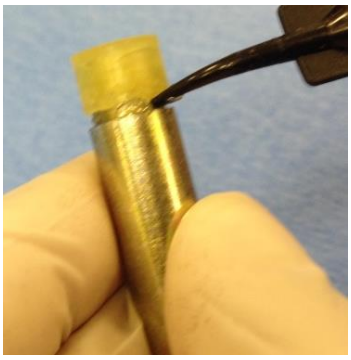
بعد ذلك قصرت الحواف 2 ملم بجهاز التسوية Automata ،الشكل (2–39) ليتم إعادة بنائها على الدعامة بطبقات لاتزيد ثخانتها عن 2 ملم وتصليب كل طبقة على حدة كما في الشكل (2–40). بعد ذلك تم إنهاء النموذج وفحصه عيانياً وبالمجهر بتكبير X10 للتأكد من وضوح حوافه وانطباقها ثم إجراء القياس مباشرةً.



الشكل(2–37) التصليب من الأعلى لكل طبقة بعد تطبيقها

الشكل(2–38) قياس شدة الضوء

الشكل(2–39) تقصير الحواف بمقدار 2ملم



الشكل(2–40) إعادة بناء الحواف

2–5. تحديد نقاط دراسة الانطباق الحفافي:

تم لف شريط ورقي مقسم الى 6 أقسام متساوية وترقيمها من 1–6 وتمت قراءة 8 نقاط في الأقسام من 1–5 و 10 نقاط في القسم 6 بذلك يكون مجموع النقاط المدروسة على الحواف 50 نقطة. تم ترقيم العينات على الشريط نفسه (1–10 هواء)، (1–10 ماء).

2–6. قياس الانطباق الحفافي:

تم قياس الفرجة الحفافية بالاتجاه الشاقولي بين خط الإنهاء وحافة النموذج بعد الانتهاء مباشرةً من البناء وبعد ثلاثة أيام من التخزين باستخدام المجهر الضوئي Travelling microscope بقوة تكبير 40X.

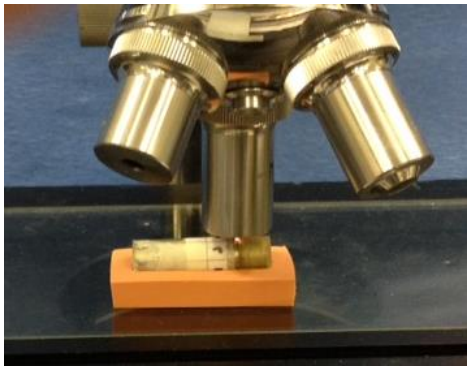
تم عمل دليل مطاطي من المطاط القاسي ليشكل قاعدة استقرار للعينات ويثبت العلاقة بين النماذج والدعامات المحضرة كما في الشكل (2–41) / (2–42).

أ) الدليل المطاطي

ب) نموذج الشمع في الدليل المطاطي

ج) نموذج الراتنج ضوئي التماثر في الدليل المطاطي

الشكل(2-41)



الشكل(2-42) العينة في الدليل المطاطي تحت المجهر

جميع القراءات تم تحويلها من إنش Inch إلى ميكرون Micron باستخدام المعادلة التالية:

المسافة (إنش) × 2,45 × 10000 = المسافة (ميكرون)

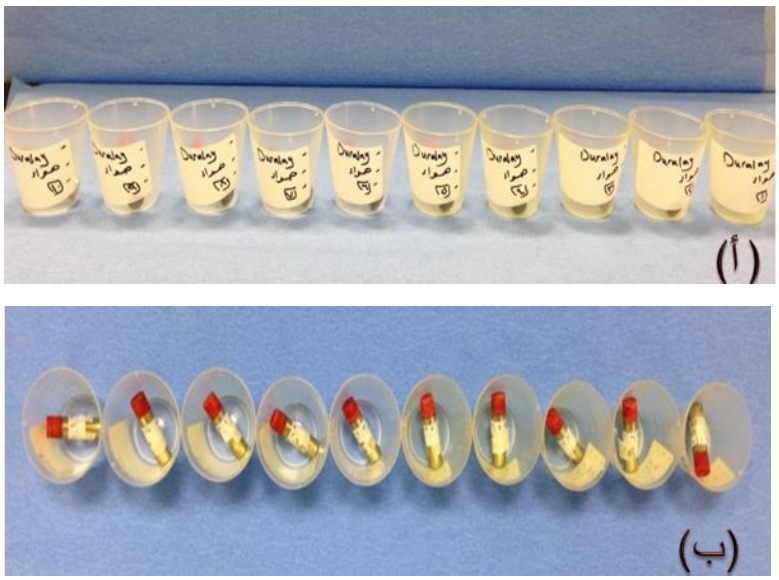
2-7. تخزين النماذج:

بعد إجراء القياس الأولي(بعد البناء مباشرةً) تم تخزين كل عينة في الوعاء والوسط المحدد لها:

- **هواء:** 10 عينات من كل مادة تم تخزينها بدرجة حرارة الغرفة في عشرة أوعية مرقمة ولمدة 3 أيام وبعد ذلك تم إجراء القياس مرة أخرى الشكل (2-43)/(2-44)/(2-45).

الشكل(2-41) 10 عينات من الشمع تم تخزينها في الهواء

(أ) صورة أمامية (ب) صورة علوية



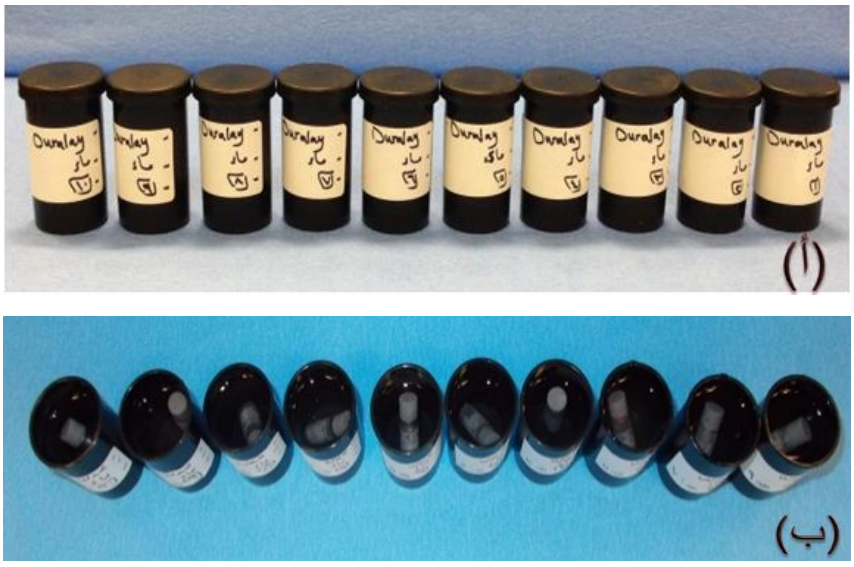
الشكل(2-44) 10 عينات من الراتنج كيميائي التماثر تم تخزينها في الهواء

(أ) صورة أمامية (ب) صورة علوية

الشكل(2-42) 10 عينات من الراتنج ضوئي التماثر تم تخزينها في الهواء

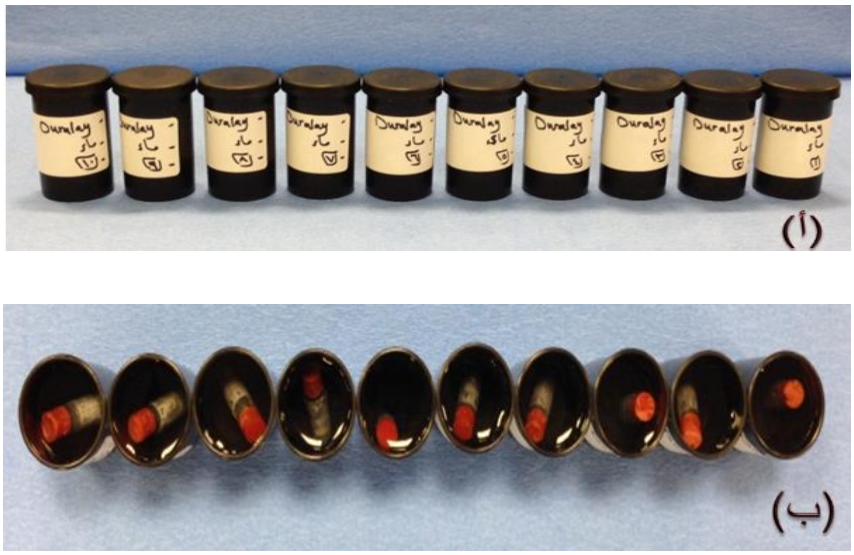
(أ) صورة أمامية (ب) صورة علوية

- **ماء مقطر**: 10 عينات من كل مادة تم تخزينها في ماء مقطر بدرجة حرارة الغرفة في عشرة أوعية مرقمة لمدة ثلاثة أيام وبعد ذلك تم إجراء القياس مرة أخرى ، الشكل(2-46) / (2-47) / (2-48).



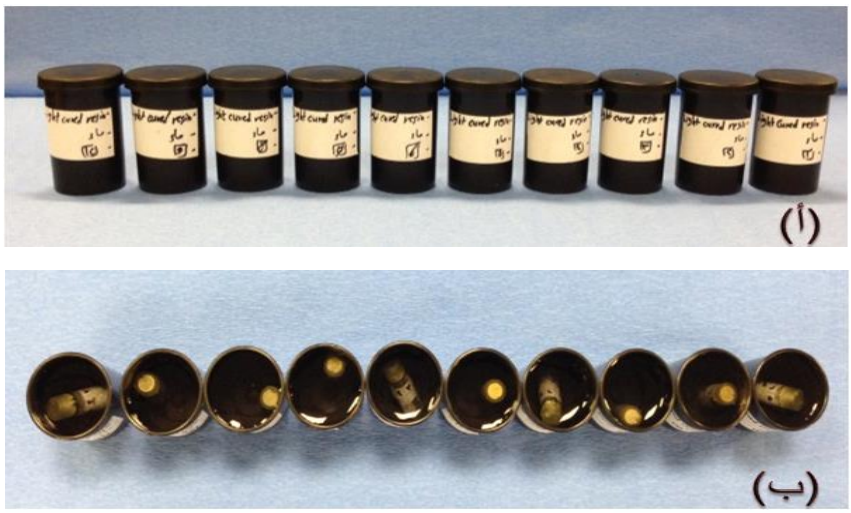
الشكل(2-46) 10 عينات من الشمع تم تخزينها في الماء المقطر

(أ) صورة أمامية (ب) صورة علوية



الشكل(2-47) 10 عينات من الراتنج ذاتي التماثر تم تخزينها في الماء المقطر

(أ) صورة أمامية (ب) صورة علوية



الشكل(2-48) 10 عينات من الراتنج ضوئي التماثر تم تخزينها في الماء المقطر

(أ) صورة أمامية (ب) صورة علوية

الباب الثالث

النتائج

Results

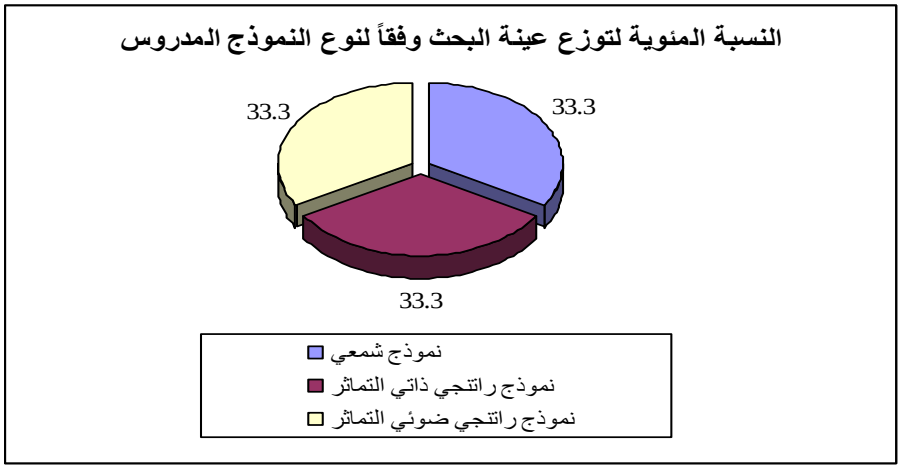
3-1. وصف العينة:

تألفت عينة البحث من 60 نموذج تاج كامل تم تقسيمها إلى ثلاث مجموعات رئيسة مختلفة متساوية وفقاً لنوع النموذج المدروس (نموذج شمعي، نموذج راتنجي ذاتي التماثر، نموذج راتنجي ضوئي التماثر)، وكانت كل من المجموعات الرئيسة مقسمةً إلى مجموعتين فرعيتين اثنتين وفقاً لوسط التخزين المدروس (مجموعة التخزين في الهواء، مجموعة التخزين في الماء)، وكان توزع النماذج في عينة البحث وفقاً لنوع النموذج المدروس ووسط التخزين المدروس كما يلي:

1 – توزع النماذج في عينة البحث وفقاً لنوع النموذج المدروس:

جدول (3-1) يبين توزع عينة البحث وفقاً لنوع النموذج المدروس.

نوع النموذج المدروس	عدد النماذج	النسبة المئوية
نموذج شمعي	20	33.3
نموذج راتنجي ذاتي التماثر	20	33.3
نموذج راتنجي ضوئي التماثر	20	33.3
المجموع	60	100

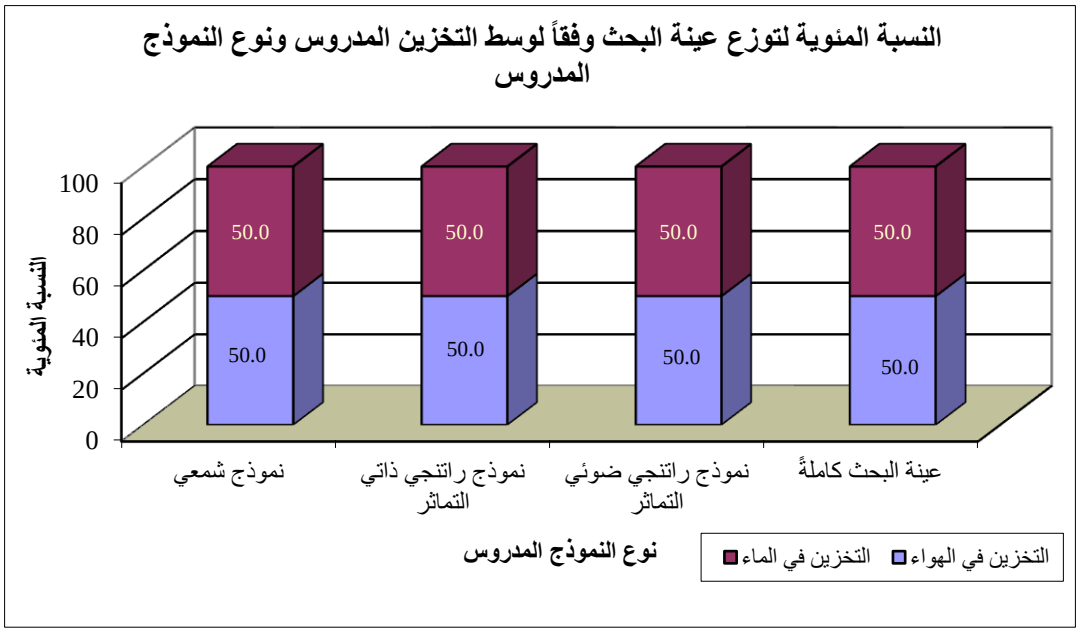


مخطط (3-1) يمثل النسبة المئوية لتوزع عينة البحث وفقاً لنوع النموذج المدروس.

2- توزع النماذج في عينة البحث وفقاً لوسط التخزين المدروس ونوع النموذج المدروس:

جدول (3-2) يبين توزع عينة البحث وفقاً لوسط التخزين المدروس ونوع النموذج المدروس.

نوع النموذج المدروس	عدد النماذج			النسبة المئوية		
	التخزين في الهواء	التخزين في الماء	المجموع	التخزين في الهواء	التخزين في الماء	المجموع
نموذج شمعي	10	10	20	50.0	50.0	100
نموذج راتنجي ذاتي التماثر	10	10	20	50.0	50.0	100
نموذج راتنجي ضوئي التماثر	10	10	20	50.0	50.0	100
عينة البحث كاملةً	30	30	60	50.0	50.0	100



مخطط (3-2) يمثل النسبة المئوية لتوزع عينة البحث وفقاً لوسط التخزين المدروس ونوع النموذج المدروس.

3-2. الدراسة الإحصائية التحليلية:

تم قياس مقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون) في مرحلتين اثنتين مختلفتين (بعد البناء مباشرةً، بعد ثلاثة أيام من التخزين) في خمسين نقطة قياس مختلفة لكل نموذج من النماذج المدروسة في عينة البحث. وقد تم اعتماد قيمة المتوسط الحسابي لمقدار الفرجة الحفافية المقيسة في النقاط الخمسين في كل نموذج وفي كل مرحلة لتعبر عن مقدار الفرجة الحفافية في النموذج نفسه في المرحلة نفسها، ثم تم حساب مقدار التغير في مقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون) في عينة البحث لكل نموذج من النماذج المدروسة في عينة البحث وفقاً للمعادلة التالية:

مقدار التغير في مقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون) لكل نموذج = مقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون) بعد ثلاثة أيام من التخزين – مقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون) بعد البناء مباشرةً للنموذج نفسه

كما تم حساب نسبة التغير في مقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون) في عينة البحث لكل نموذج من النماذج المدروسة في عينة البحث وفقاً للمعادلة التالية:

نسبة التغير في مقدار الفرجة الحفافية لكل نموذج = (مقدار التغير في مقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون) ÷ مقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون) بعد البناء مباشرةً) × 100 للنموذج نفسه

ثم تمت دراسة تأثير نوع النموذج المدروس ووسط التخزين المدروس في كل من المتغيرات المقيسة والمحسوبة في عينة البحث وكانت نتائج التحليل كما يلي:

3-2-1. دراسة مقدار الفرجة الحفافية:

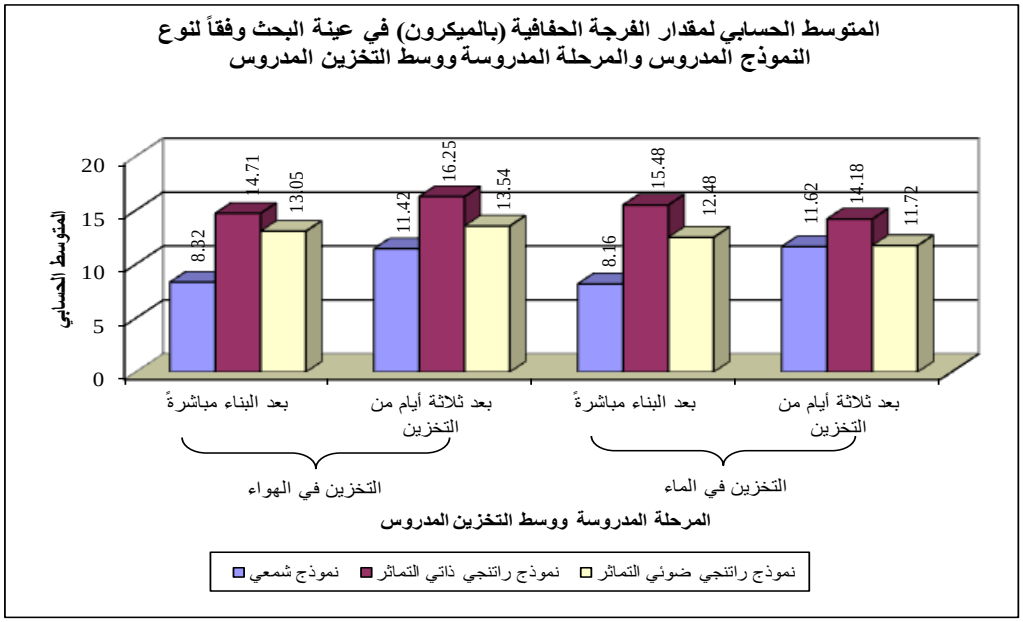
➢ دراسة تأثير نوع النموذج المدروس في مقدار الفرجة الحفافية وفقاً للمرحلة المدروسة ووسط التخزين المدروس:

تم إجراء اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون) بين مجموعة النماذج الشمعية ومجموعة النماذج الراتنجية ذاتية التماثر ومجموعة النماذج الراتنجية ضوئية التماثر في عينة البحث، وذلك وفقاً للمرحلة المدروسة ووسط التخزين المدروس كما يلي:

- إحصاءات وصفية:

جدول (3-3) يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لمقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون) في عينة البحث وفقاً لنوع النموذج المدروس والمرحلة المدروسة ووسط التخزين المدروس.

المتغير المدروس = مقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون)								
وسط التخزين	المرحلة المدروسة	نوع النموذج المدروس	عدد النماذج	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى
التخزين في الهواء	بعد البناء مباشرةً	نموذج شمعي	10	8.32	1.03	0.33	6.34	9.35
		نموذج راتنجي ذاتي التماثر	10	14.71	1.10	0.35	13.10	16.65
		نموذج راتنجي ضوئي التماثر	10	13.05	1.16	0.37	10.87	14.18
	بعد ثلاثة أيام من التخزين	نموذج شمعي	10	11.42	1.01	0.32	8.81	12.33
		نموذج راتنجي ذاتي التماثر	10	16.25	1.21	0.38	14.64	18.55
		نموذج راتنجي ضوئي التماثر	10	13.54	1.25	0.40	10.95	15.00
التخزين في الماء	بعد البناء مباشرةً	نموذج شمعي	10	8.16	1.04	0.33	6.82	10.50
		نموذج راتنجي ذاتي التماثر	10	15.48	1.99	0.63	13.68	19.17
		نموذج راتنجي ضوئي التماثر	10	12.48	1.44	0.45	10.14	14.19
	بعد ثلاثة أيام من التخزين	نموذج شمعي	10	11.62	0.93	0.30	10.23	13.68
		نموذج راتنجي ذاتي التماثر	10	14.18	2.04	0.65	11.90	17.66
		نموذج راتنجي ضوئي التماثر	10	11.72	1.31	0.41	9.53	13.59



مخطط (3-3) يمثل المتوسط الحسابي لمقدار الفرجة الحفافية في عينة البحث وفقاً لنوع النموذج المدروس والمرحلة المدروسة ووسط التخزين المدروس.

- نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA:

جدول (3-4) يبين نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار الفرجة الحفافية بين مجموعات نوع النموذج المدروس في عينة البحث وفقاً للمرحلة المدروسة ووسط التخزين المدروس.

المتغير المدروس	وسط التخزين المدروس	المرحلة المدروسة	قيمة F المحسوبة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
مقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون)	التخزين في الهواء	بعد البناء مباشرةً	90.936	00.00	**توجد فروق دالة**
		بعد ثلاثة أيام من التخزين	43.305	0.000	**توجد فروق دالة**
	التخزين في الماء	بعد البناء مباشرةً	57.178	0.000	**توجد فروق دالة**
		بعد ثلاثة أيام من التخزين	9.362	0.001	**توجد فروق دالة**

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة0.05 مهما كانت المرحلة المدروسة ومهما كان وسط التخزين المدروس، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق دالة إحصائياً في متوسط مقدار الفرجة الحفافية بين اثنتين على الأقل من مجموعات نوع النموذج المدروس (نموذج شمعي، نموذج راتنجي ذاتي التماثر، نموذج راتنجي ضوئي التماثر)، وذلك

مهما كانت المرحلة المدروسة ومهما كان وسط التخزين المدروس في عينة البحث، ولمعرفة أي المجموعات تختلف جوهرياً في مقدار الفرجة الحفافية تم إجراء المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni بين كل زوج من مجموعات نوع النموذج المدروس على حدة في عينة البحث كما يلي:

- نتائج المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni:

جدول (3-5) يبين نتائج المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط مقدار الفرجة الحفافية بين مجموعات نوع النموذج المدروس في كل من المجموعات الفرعية للمرحلة المدروسة ووسط التخزين المدروس ذات الفروق الدالة بين مجموعات نوع النموذج المدروس.

المتغير المدروس = مقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون)							
وسط التخزين	المرحلة المدروسة	نوع النموذج (I)	نوع النموذج (J)	الفرق بين المتوسطين (I-J)	الخطأ المعياري للفرق	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
التخزين في الهواء	بعد البناء مباشرةً	نموذج شمعي	نموذج راتنجي ذاتي التماثر	-6.39	0.49	0.000	**توجد فروق دالة**
			نموذج راتنجي ضوئي التماثر	-4.73	0.49	0.000	**توجد فروق دالة**
		نموذج راتنجي ذاتي التماثر	نموذج راتنجي ضوئي التماثر	1.66	0.49	0.007	**توجد فروق دالة**
	بعد ثلاثة أيام من التخزين	نموذج شمعي	نموذج راتنجي ذاتي التماثر	-4.84	0.52	0.000	**توجد فروق دالة**
			نموذج راتنجي ضوئي التماثر	-2.12	0.52	0.001	**توجد فروق دالة**
		نموذج راتنجي ذاتي التماثر	نموذج راتنجي ضوئي التماثر	2.72	0.52	0.000	**توجد فروق دالة**
التخزين في الماء	بعد البناء مباشرةً	نموذج شمعي	نموذج راتنجي ذاتي التماثر	-7.32	0.69	0.000	**توجد فروق دالة**
			نموذج راتنجي ضوئي التماثر	-4.32	0.69	0.000	**توجد فروق دالة**
		نموذج راتنجي ذاتي التماثر	نموذج راتنجي ضوئي التماثر	3.00	0.69	0.001	**توجد فروق دالة**
	بعد ثلاثة أيام من التخزين	نموذج شمعي	نموذج راتنجي ذاتي التماثر	-2.56	0.67	0.002	**توجد فروق دالة**
			نموذج راتنجي ضوئي التماثر	-0.10	0.67	1.000	لا توجد فروق دالة
		نموذج راتنجي ذاتي التماثر	نموذج راتنجي ضوئي التماثر	2.46	0.67	0.003	**توجد فروق دالة**

يبين الجدول السابق أن قيمة مستوى الدلالة أكبر من القيمة 0.05 عند المقارنة في مقدار الفرجة الحفافية بعد ثلاثة أيام من التخزين بين مجموعة النماذج الشمعية ومجموعة النماذج الراتنجية ضوئية التماثر في مجموعة التخزين في الماء، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في متوسط مقدار الفرجة الحفافية بعد ثلاثة أيام من التخزين بين مجموعة النماذج الشمعية ومجموعة النماذج الراتنجية ضوئية التماثر في مجموعة التخزين في الماء، أي أنه لم يوجد فرق دال إحصائياً بين انطباق كل من مجموعة النماذج الشمعية ومجموعة النماذج الراتنجية ضوئية التماثر بعد ثلاثة أيام من التخزين في الماء.

أما بالنسبة لباقي المقارنات الثنائية المدروسة فيُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في متوسط مقدار الفرجة الحفافية بين مجموعات نوع النموذج المعنية في عينة البحث، وبدراسة الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات نستنتج أن قيم مقدار الفرجة الحفافية في مجموعة النماذج ذاتية التماثر كانت أكبر منها في كل من مجموعة النماذج الشمعية ومجموعة النماذج ضوئية التماثر مهما كانت المرحلة المدروسة ومهما كان وسط التخزين المدروس، ونستنتج أن قيم مقدار الفرجة الحفافية في مجموعة النماذج الشمعية كانت أصغر منها في مجموعة النماذج ضوئية التماثر، وذلك بعد البناء مباشرةً وبعد ثلاثة أيام من التخزين في الهواء. أي أن انطباق مجموعة النماذج ذاتية التماثر كان أقل من انطباق مجموعتي النماذج الشمعية والنماذج ضوئية التماثر بدلالة إحصائية مهما كانت المرحلة المدروسة ومهما كان وسط التخزين المدروس، أيضاً تبين أن

مجموعة النماذج الشمعية أظهرت انطباقاً أفضل من مجموعة النماذج ضوئية التماثر بدلالة إحصائية بعد البناء مباشرة وبعد ثلاثة أيام من التخزين في الهواء.

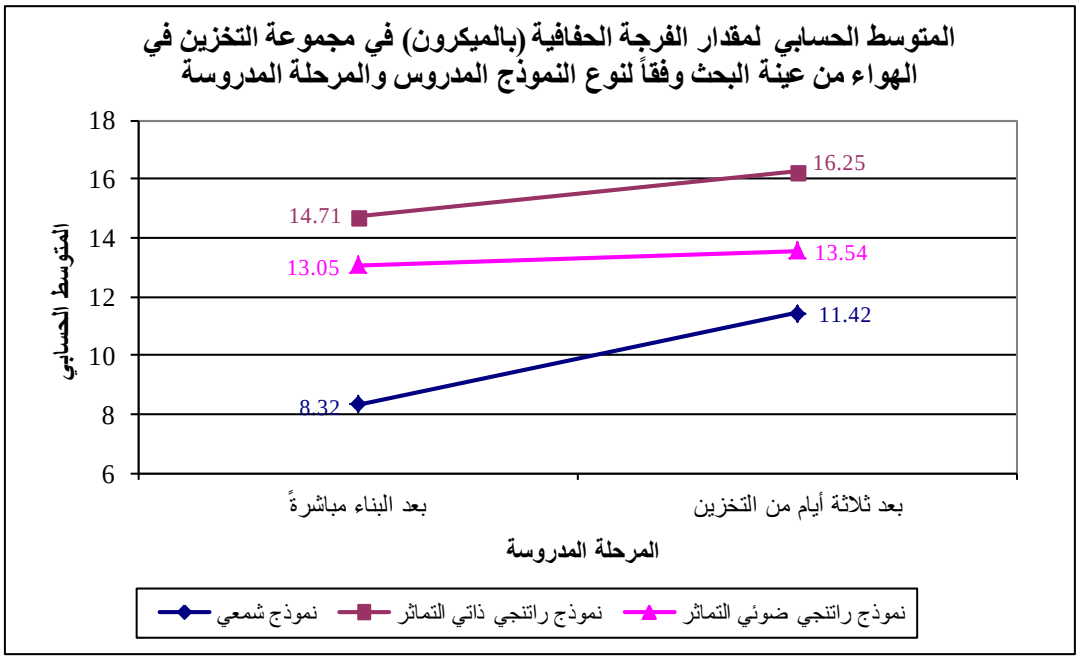
- **دراسة تأثير المرحلة المدروسة في مقدار الفرجة الحفافية وفقاً لنوع النموذج المدروس ووسط التخزين المدروس:**

تم إجراء اختبار T ستيودنت للعينات المترابطة لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون) بين المرحلتين المدروستين (بعد البناء مباشرةً، بعد ثلاثة أيام من التخزين) في عينة البحث، وذلك وفقاً لنوع النموذج المدروس ووسط التخزين المدروس كما يلي:

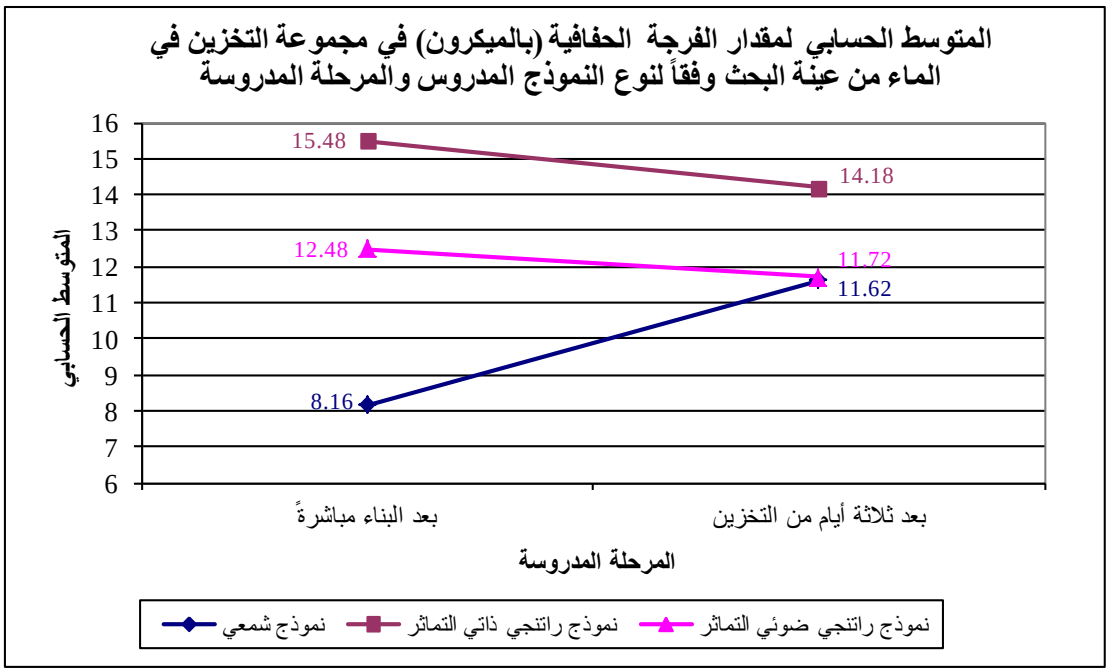
- إحصاءات وصفية:

جدول (3-6) يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري لمقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون) في عينة البحث وفقاً للمرحلة المدروسة ونوع النموذج المدروس ووسط التخزين المدروس.

وسط التخزين	نوع النموذج المدروس	المرحلة المدروسة	عدد النماذج	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى
التخزين في الهواء	نموذج شمعي	بعد البناء مباشرةً	10	8.32	1.03	0.33	6.34	9.35
		بعد ثلاثة أيام من التخزين	10	11.42	1.01	0.32	8.81	12.33
	نموذج راتنجي ذاتي التماثر	بعد البناء مباشرةً	10	14.71	1.10	0.35	13.10	16.65
		بعد ثلاثة أيام من التخزين	10	16.25	1.21	0.38	14.64	18.55
	نموذج راتنجي ضوئي التماثر	بعد البناء مباشرةً	10	13.05	1.16	0.37	10.87	14.18
		بعد ثلاثة أيام من التخزين	10	13.54	1.25	0.40	10.95	15.00
التخزين في الماء	نموذج شمعي	بعد البناء مباشرةً	10	8.16	1.04	0.33	6.82	10.50
		بعد ثلاثة أيام من التخزين	10	11.62	0.93	0.30	10.23	13.68
	نموذج راتنجي ذاتي التماثر	بعد البناء مباشرةً	10	15.48	1.99	0.63	13.68	19.17
		بعد ثلاثة أيام من التخزين	10	14.18	2.04	0.65	11.90	17.66
	نموذج راتنجي ضوئي التماثر	بعد البناء مباشرةً	10	12.48	1.44	0.45	10.14	14.19
		بعد ثلاثة أيام من التخزين	10	11.72	1.31	0.41	9.53	13.59



مخطط (3-4) يمثل المتوسط الحسابي لمقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون) في مجموعة التخزين في الهواء من عينة البحث وفقاً للمرحلة المدروسة ونوع النموذج المدروس.



مخطط (3-5) يمثل المتوسط الحسابي لمقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون) في مجموعة التخزين في الماء من عينة البحث وفقاً للمرحلة المدروسة ونوع النموذج المدروس.

- نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المترابطة:

جدول (3-7) يبين نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المترابطة لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون) بين المرحلتين المدروستين (بعد البناء مباشرةً، بعد ثلاثة أيام من التخزين) في عينة البحث، وذلك وفقاً لنوع النموذج المدروس.

المقارنة في مقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون) بين المرحلتين: بعد ثلاثة أيام من التخزين – بعد البناء مباشرةً						
وسط التخزين المدروس	نوع النموذج المدروس	الفرق بين المتوسطين	قيمة t المحسوبة	درجات الحرية	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
التخزين في الهواء	نموذج شمعي	3.10	20.266	9	0.000	**توجد فروق دالة**
	نموذج راتنجي ذاتي التماثر	1.54	13.163	9	0.000	**توجد فروق دالة**
	نموذج راتنجي ضوئي التماثر	0.49	4.294	9	0.002	**توجد فروق دالة**
التخزين في الماء	نموذج شمعي	3.46	16.955	9	0.000	**توجد فروق دالة**
	نموذج راتنجي ذاتي التماثر	-1.30	-6.728	9	0.000	**توجد فروق دالة**
	نموذج راتنجي ضوئي التماثر	-0.76	-5.536	9	0.000	**توجد فروق دالة**

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق دالة إحصائياً في متوسط مقدار الفرجة الحفافية بين المرحلتين المدروستين (بعد البناء مباشرةً، بعد ثلاثة أيام من التخزين) في كل من المجموعات الفرعية المعنية لنوع النموذج المدروس ووسط التخزين المدروس في عينة البحث كل على حدة، وبدراسة الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات نستنتج أن مقدار الفرجة الحفافية بعد ثلاثة أيام من التخزين كانت أصغر منها بعد البناء مباشرةً في كل من مجموعة النماذج ذاتية التماثر ومجموعة النماذج ضوئية التماثر كل على حدة في مجموعة التخزين في الماء من عينة البحث، ونستنتج أن مقدار الفرجة الحفافية بعد ثلاثة أيام من التخزين كانت أكبر منها بعد البناء مباشرةً في مجموعة النماذج الشمعية ومهما كان وسط التخزين المدروس، وكذلك في كل من مجموعة

النماذج ذاتية التماثر ومجموعة النماذج ضوئية التماثر كل على حدة في مجموعة التخزين في الهواء من عينة البحث.

أي أن زمن التخزين (المرحلة المدروسة) أثر في الانطباق الحفافي للنماذج المدروسة في عينة البحث، فقد تبين أن الانطباق الحفافي لمجموعتي النماذج ذاتية التماثر وضوئية التماثر تحسن (ازداد) بعد ثلاثة أيام من التخزين في الماء، بينما قل الانطباق الحفافي لتلك المجموعتين بعد ثلاثة أيام من التخزين في الهواء. أما بالنسبة لمجموعة النماذج الشمعية فإن انطباقها قد قلّ بدلالة إحصائية بعد ثلاثة أيام من التخزين سواء في الماء أم في الهواء.

- **دراسة تأثير وسط التخزين المدروس في مقدار الفرجة الحفافية وفقاً للمرحلة المدروسة ونوع النموذج المدروس:**

تم إجراء اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون) بين مجموعة التخزين في الهواء ومجموعة التخزين في الماء في عينة البحث، وذلك وفقاً للمرحلة المدروسة ونوع النموذج المدروس كما يلي:

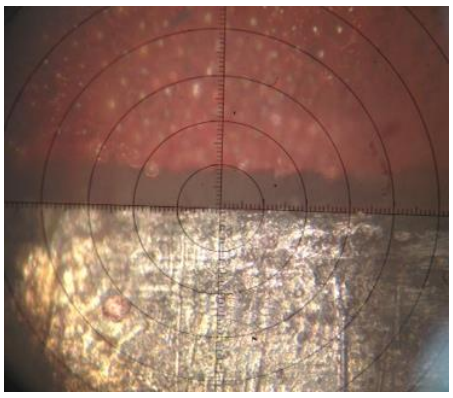
- إحصاءات وصفية:

جدول (3-8) يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري لمقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون) في عينة البحث وفقاً لوسط التخزين المدروس والمرحلة المدروسة ونوع النموذج المدروس.

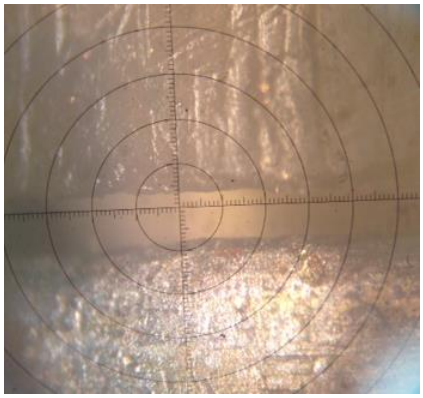
المتغير المدروس = مقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون)								
نوع النموذج المدروس	المرحلة المدروسة	وسط التخزين	عدد النماذج	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى
نموذج شمعي	بعد البناء مباشرةً	التخزين في الهواء	10	8.32	1.03	0.33	6.34	9.35
		التخزين في الماء	10	8.16	1.04	0.33	6.82	10.50
	بعد ثلاثة أيام من التخزين	التخزين في الهواء	10	11.42	1.01	0.32	8.81	12.33
		التخزين في الماء	10	11.62	0.93	0.30	10.23	13.68
نموذج راتنجي ذاتي التماثر	بعد البناء مباشرةً	التخزين في الهواء	10	14.71	1.10	0.35	13.10	16.65
		التخزين في الماء	10	15.48	1.99	0.63	13.68	19.17
	بعد ثلاثة أيام من التخزين	التخزين في الهواء	10	16.25	1.21	0.38	14.64	18.55
		التخزين في الماء	10	14.18	2.04	0.65	11.90	17.66
نموذج راتنجي ضوئي التماثر	بعد البناء مباشرةً	التخزين في الهواء	10	13.05	1.16	0.37	10.87	14.18
		التخزين في الماء	10	12.48	1.44	0.45	10.14	14.19
	بعد ثلاثة أيام من التخزين	التخزين في الهواء	10	13.54	1.25	0.40	10.95	15.00
		التخزين في الماء	10	11.72	1.31	0.41	9.53	13.59

في الشكل (3-1) صورة للفرجة الحفافية للنموذج الراتنجي ذاتي التماثر (11.938ميكروناً)

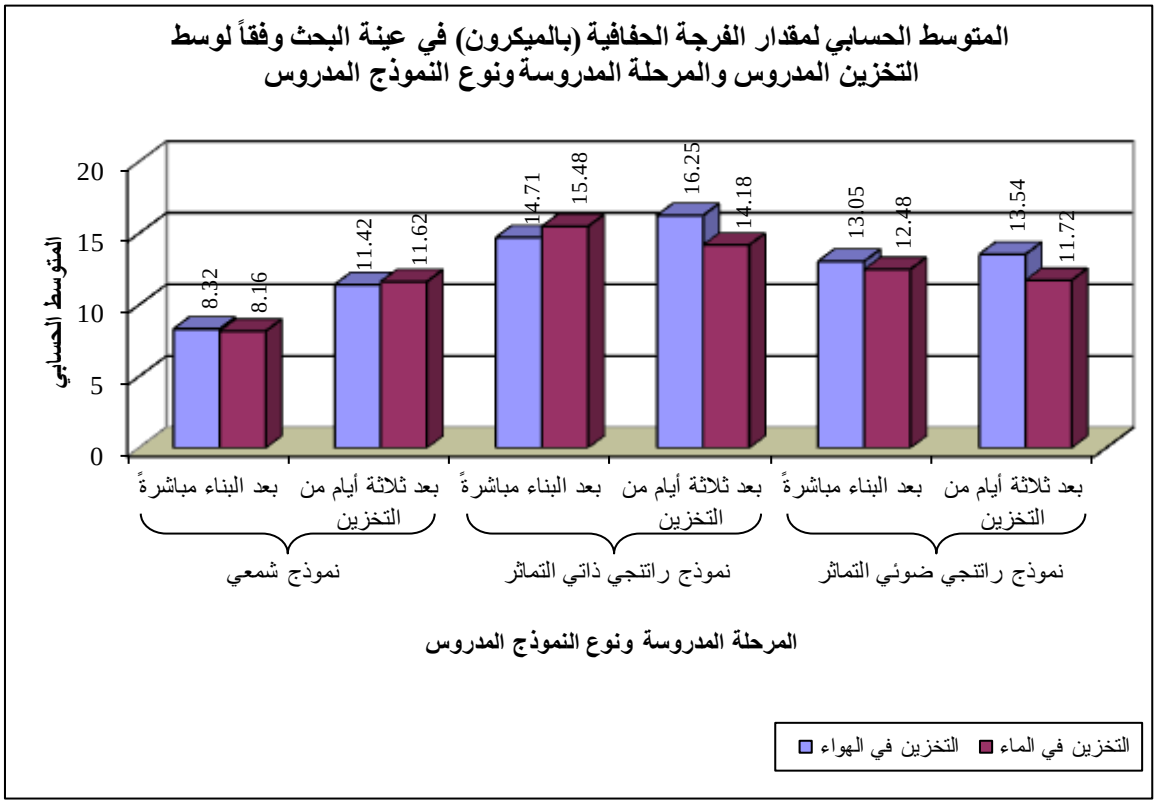
في الشكل (3-2) صورة للفرجة الحفافية للنموذج الراتنجي ضوئي التماثر (13.716ميكروناً)



الشكل (3-1) الفرجة الحفافية للنموذج الراتنجي ذاتي التماثر



الشكل(3-2) الفرجة الحفافية للنموذج الراتنجي ضوئي التماثر



مخطط (3-6) يمثل المتوسط الحسابي لمقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون) في عينة البحث وفقاً لوسط التخزين المدروس والمرحلة المدروسة ونوع النموذج المدروس.

- نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة:

جدول (3-9) يبين نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون) بين مجموعة التخزين في الهواء ومجموعة التخزين في الماء في عينة البحث، وذلك وفقاً لنوع النموذج المدروس والمرحلة المدروسة.

المتغير المدروس = مقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون)							
نوع النموذج المدروس	المرحلة المدروسة	قيمةt المحسوبة	درجات الحرية	الفرق بين المتوسطين	الخطأ المعياري للفرق	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
نموذج شمعي	بعد البناء مباشرةً	0.340	18	0.16	0.46	0.737	لا توجد فروق دالة
	بعد ثلاثة أيام من التخزين	-0.469	18	-0.20	0.44	0.645	لا توجد فروق دالة
نموذج راتنجي ذاتي التماثر	بعد البناء مباشرةً	-1.079	18	-0.78	0.72	0.295	لا توجد فروق دالة
	بعد ثلاثة أيام من التخزين	2.758	18	2.07	0.75	0.013	**توجد فروق دالة**
نموذج راتنجي ضوئي التماثر	بعد البناء مباشرةً	0.968	18	0.57	0.58	0.346	لا توجد فروق دالة
	بعد ثلاثة أيام من التخزين	3.174	18	1.82	0.57	0.005	**توجد فروق دالة**

يبين الجدول السابق أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05 بعد ثلاثة أيام من التخزين في كل من مجموعة النماذج ذاتية التماثر ومجموعة النماذج ضوئية التماثر كل على حدة، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق دالة إحصائياً في متوسط مقدار الفرجة الحفافية بعد ثلاثة أيام من التخزين بين مجموعة التخزين في الهواء ومجموعة التخزين في الماء في كل من مجموعة النماذج ذاتية التماثر ومجموعة النماذج ضوئية التماثر كل على حدة في عينة البحث، وبما أن الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات موجبة نستنتج أن قيم مقدار الفرجة الحفافية بعد ثلاثة أيام من التخزين في مجموعة التخزين في الهواء كانت أكبر منها في مجموعة التخزين في الماء، وذلك في كل من مجموعة النماذج ذاتية التماثر ومجموعة النماذج ضوئية التماثر كل على حدة في عينة البحث.

أما بالنسبة لباقي المجموعات الفرعية للمرحلة المدروسة ونوع النموذج المدروس فيُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق دالة إحصائياً في متوسط مقدار الفرجة الحفافية بين مجموعة التخزين في الهواء ومجموعة التخزين في الماء في كل من المجموعات الفرعية المعنية في عينة البحث.

أي أن الانطباق الحفافي لمجموعتي النماذج ذاتية التماثر والنماذج ضوئية التماثر بعد التخزين في الماء كان أفضل بدلالة إحصائية من الانطباق الحفافي لتلك المجموعتين بعد التخزين في الماء وذلك بعد ثلاثة أيام من التخزين، أما بالنسبة لمجموعة النماذج الشمعية فلم يوجد تأثير ذو دلالة لوسط التخزين في انطباقها الحفافي.

3-2-2. دراسة مقدار التغير في الفرجة الحفافية:

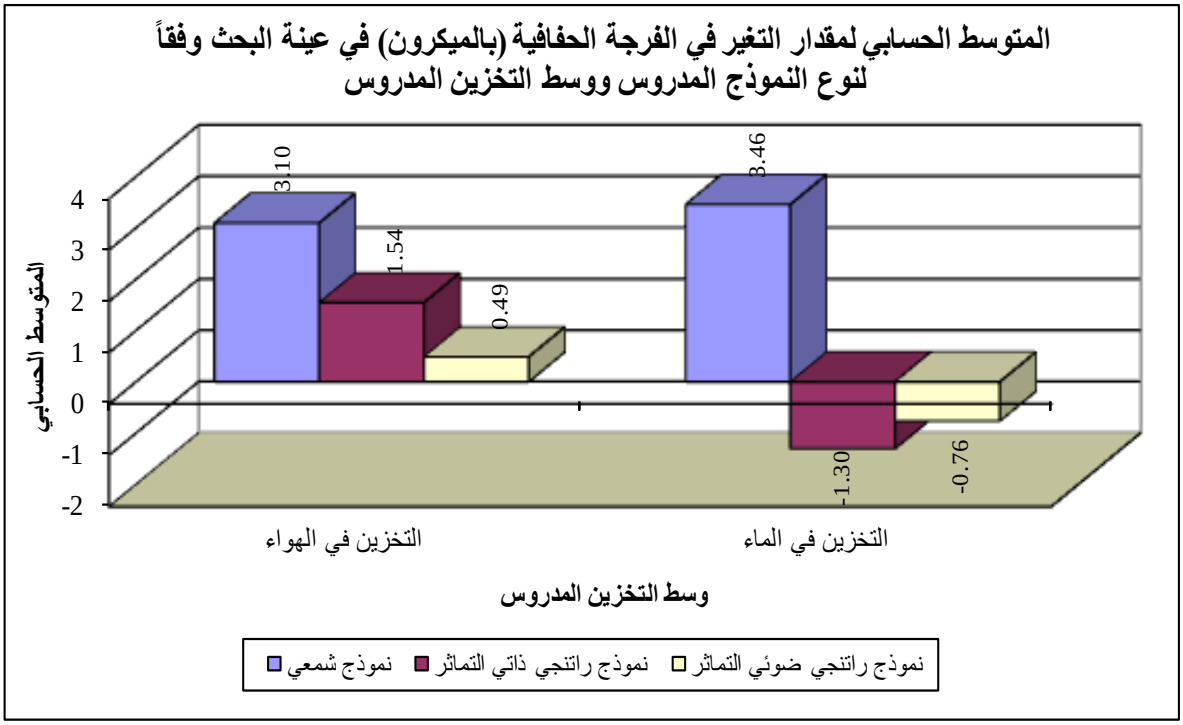
➢ دراسة تأثير نوع النموذج المدروس في مقدار التغير في الفرجة الحفافية وفقاً لوسط التخزين المدروس:

تم إجراء اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار التغير في الفرجة الحفافية (بالميكرون) بين مجموعة النماذج الشمعية ومجموعة النماذج الراتنجية ذاتية التماثر ومجموعة النماذج الراتنجية ضوئية التماثر في عينة البحث، وذلك وفقاً لوسط التخزين المدروس كما يلي:

- إحصاءات وصفية:

جدول (3-10) يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لمقدار التغير في الفرجة الحفافية (بالميكرون) في عينة البحث وفقاً لنوع النموذج المدروس ووسط التخزين المدروس.

المتغير المدروس = مقدار التغير في الفرجة الحفافية (بالميكرون)							
وسط التخزين	نوع النموذج المدروس	عدد النماذج	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى
التخزين في الهواء	نموذج شمعي	10	3.10	0.48	0.15	2.47	4.10
	نموذج راتنجي ذاتي التماثر	10	1.54	0.37	0.12	0.95	2.01
	نموذج راتنجي ضوئي التماثر	10	0.49	0.36	0.11	0.03	1.02
التخزين في الماء	نموذج شمعي	10	3.46	0.64	0.20	2.61	4.81
	نموذج راتنجي ذاتي التماثر	10	-1.30	0.61	0.19	-2.14	-0.18
	نموذج راتنجي ضوئي التماثر	10	-0.76	0.44	0.14	-1.51	-0.13



مخطط (3-7) يمثل المتوسط الحسابي لمقدار التغير في مقدار الفرجة الحفافية (بالميكرون) في عينة البحث وفقاً لنوع النموذج المدروس ووسط التخزين المدروس.

- نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA:

جدول (3-11) يبين نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار التغير في الفرجة الحفافية (بالميكرون) بين مجموعات نوع النموذج المدروس في عينة البحث وفقاً لوسط التخزين المدروس.

المتغير المدروس	وسط التخزين المدروس	قيمة F المحسوبة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
مقدار التغير في الفرجة الحفافية (بالميكرون)	التخزين في الهواء	103.383	0.000	**توجد فروق دالة**
	التخزين في الماء	207.764	0.000	**توجد فروق دالة**

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 مهما كان وسط التخزين المدروس، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق دالة إحصائياً في متوسط مقدار

التغير في الفرجة الحفافية بين اثنتين على الأقل من مجموعات نوع النموذج المدروس (نموذج شمعي، نموذج راتنجي ذاتي التماثر، نموذج راتنجي ضوئي التماثر)، وذلك مهما كان وسط التخزين المدروس، ولمعرفة أي المجموعات تختلف جوهرياً في مقدار التغير في مقدار الفرجة الحفافية تم إجراء المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni بين كل زوج من مجموعات نوع النموذج المدروس على حدة في عينة البحث كما يلي:

- نتائج المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni:

جدول (3-12) يبين نتائج المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط مقدار التغير في الفرجة الحفافية (بالميكرون) بين مجموعات نوع النموذج المدروس وفقاً لوسط التخزين المدروس في عينة البحث.

المتغير المدروس = مقدار التغير في الفرجة الحفافية (بالميكرون)						
وسط التخزين	نوع النموذج (I)	نوع النموذج (J)	الفرق بين المتوسطين (J-I)	الخطأ المعياري للفرق	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
التخزين في الهواء	نموذج شمعي	نموذج راتنجي ذاتي التماثر	1.55	0.18	0.000	**توجد فروق دالة**
		نموذج راتنجي ضوئي التماثر	2.61	0.18	0.000	**توجد فروق دالة**
	نموذج راتنجي ذاتي التماثر	نموذج راتنجي ضوئي التماثر	1.06	0.18	0.000	**توجد فروق دالة**
التخزين في الماء	نموذج شمعي	نموذج راتنجي ذاتي التماثر	4.76	0.26	0.000	**توجد فروق دالة**
		نموذج راتنجي ضوئي التماثر	4.22	0.26	0.000	**توجد فروق دالة**
	نموذج راتنجي ذاتي التماثر	نموذج راتنجي ضوئي التماثر	-0.54	0.26	0.135	لا توجد فروق دالة

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 عند المقارنة في مقدار التغير في الفرجة الحفافية بين مجموعة النماذج الراتنجية ذاتية التماثر ومجموعة النماذج الراتنجية ضوئية التماثر في مجموعة التخزين في الماء، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في متوسط مقدار التغير في الفرجة الحفافية بين مجموعة النماذج

الراتنجية ذاتية التماثر ومجموعة النماذج الراتنجية ضوئية التماثر في مجموعة التخزين في الماء.

أما بالنسبة لباقي المقارنات الثنائية المدروسة فيُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في متوسط مقدار التغير في الفرجة الحفافية بين مجموعات نوع النموذج المدروس المعنية في عينة البحث، وبما أن الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات موجبة نستنتج أن مقدار التغير في الفرجة الحفافية في مجموعة النماذج الشمعية كان أكبر منه في كل من مجموعة النماذج ذاتية التماثر ومجموعة النماذج الراتنجية ضوئية التماثر كل على حدة مهما كان وسط التخزين المدروس، ونستنتج أن مقدار التغير في الفرجة الحفافية في مجموعة النماذج ذاتية التماثر كان أكبر منه في مجموعة النماذج الراتنجية ضوئية التماثر في مجموعة التخزين في الهواء من عينة البحث.

أي أن مجموعة النماذج الشمعية أبدت تغيراً (تشوهاً) في مقدار الفرجة الحفافية وبالتالي في الانطباق الحفافي بشكل أكبر من مجموعتي النماذج الراتنجية ذاتية وضوئية التماثر بدلالة إحصائية مهما كان وسط التخزين. كما أبدت مجموعة النماذج الراتنجية ذاتية التماثر تغيراً في انطباقها الحفافي بشكل أكبر من النماذج الراتنجية ضوئية التماثر بدلالة إحصائية وذلك عند تخزينها في الهواء، أما عند التخزين في الماء فلم توجد فروق ذات دلالة بين كل من المجموعتين المذكورتين.

3-2-3. دراسة نسبة التغير في مقدار الفرجة الحفافية:

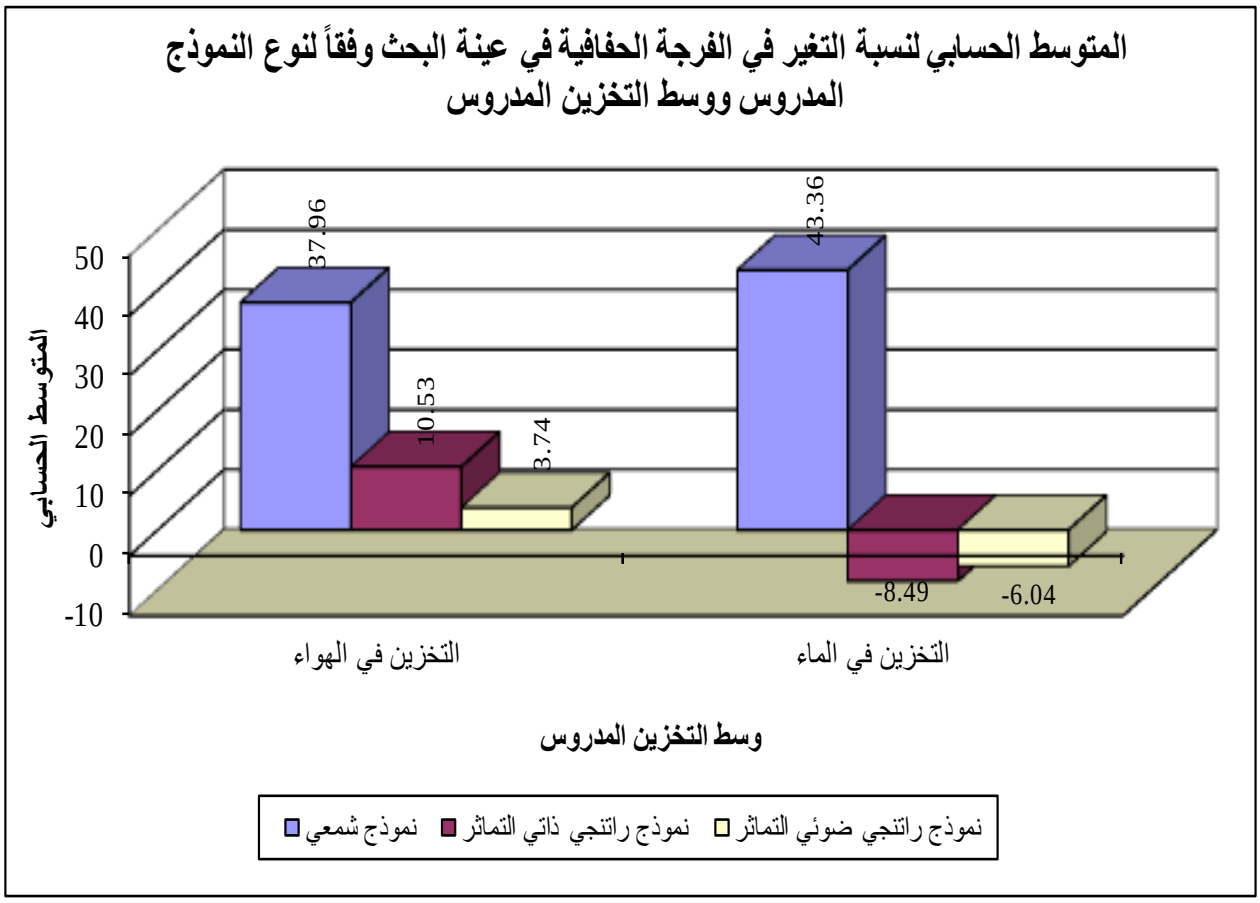
➢ دراسة تأثير نوع النموذج المدروس في نسبة التغير في مقدار الفرجة الحفافية وفقاً لوسط التخزين المدروس:

تم إجراء اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط نسبة التغير في مقدار الفرجة الحفافية بين مجموعة النماذج الشمعية ومجموعة النماذج الراتنجية ذاتية التماثر ومجموعة النماذج الراتنجية ضوئية التماثر في عينة البحث، وذلك وفقاً لوسط التخزين المدروس كما يلي:

- إحصاءات وصفية:

جدول (3-13) يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لنسبة التغير في مقدار الفرجة الحفافية في عينة البحث وفقاً لنوع النموذج المدروس ووسط التخزين المدروس.

المتغير المدروس = نسبة التغير في مقدار الفرجة الحفافية							
وسط التخزين	نوع النموذج المدروس	عدد النماذج	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى
التخزين في الهواء	نموذج شمعي	10	37.96	9.27	2.93	28.50	60.14
	نموذج راتنجي ذاتي التماثر	10	10.53	2.54	0.80	6.27	14.69
	نموذج راتنجي ضوئي التماثر	10	3.74	2.87	0.91	0.20	9.04
التخزين في الماء	نموذج شمعي	10	43.36	11.96	3.78	30.24	70.50
	نموذج راتنجي ذاتي التماثر	10	-8.49	4.36	1.38	-15.14	-1.28
	نموذج راتنجي ضوئي التماثر	10	-6.04	3.05	0.97	-11.23	-1.03



مخطط (3-8) يمثل المتوسط الحسابي لنسبة التغير في مقدار الفرجة الحفافية في عينة البحث وفقاً لنوع النموذج المدروس ووسط التخزين المدروس.

- نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA:

جدول (3-14) يبين نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط نسبة التغير في مقدار الفرجة الحفافية بين مجموعات نوع النموذج المدروس في عينة البحث وفقاً لوسط التخزين المدروس.

المتغير المدروس	وسط التخزين المدروس	قيمة F المحسوبة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
نسبة التغير في مقدار الفرجة الحفافية	التخزين في الهواء	97.769	0.000	**توجد فروق دالة**
	التخزين في الماء	149.745	0.000	**توجد فروق دالة**

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 مهما كان وسط التخزين المدروس، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق دالة إحصائياً في متوسط نسبة التغير في مقدار الفرجة الحفافية بين اثنتين على الأقل من مجموعات نوع النموذج المدروس (نموذج شمعي، نموذج راتنجي ذاتي التماثر، نموذج راتنجي ضوئي التماثر)، وذلك في كل من مجموعة التخزين في الهواء ومجموعة التخزين في الماء، ولمعرفة أي المجموعات تختلف جوهرياً في نسبة التغير في مقدار الفرجة الحفافية تم إجراء المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni بين كل زوج من مجموعات نوع النموذج المدروس على حدة وفقاً لوسط التخزين المدروس في عينة البحث كما يلي:

- نتائج المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni:

جدول (3-15) يبين نتائج المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط نسبة التغير في مقدار الفرجة الحفافية بين مجموعات نوع النموذج المدروس وفقاً لوسط التخزين المدروس عينة البحث.

المتغير المدروس = نسبة التغير في مقدار الفرجة الحفافية						
وسط التخزين	**نوع النموذج (I)**	**نوع النموذج (J)**	**الفرق بين المتوسطين (J-I)**	**الخطأ المعياري للفرق**	**قيمة مستوى الدلالة**	**دلالة الفروق**
التخزين في الهواء	نموذج شمعي	نموذج راتنجي ذاتي التماثر	27.42	2.59	0.000	**توجد فروق دالة**
		نموذج راتنجي ضوئي التماثر	34.22	2.59	0.000	**توجد فروق دالة**
	نموذج راتنجي ذاتي التماثر	نموذج راتنجي ضوئي التماثر	6.80	2.59	0.042	**توجد فروق دالة**
التخزين في الماء	نموذج شمعي	نموذج راتنجي ذاتي التماثر	51.85	3.38	0.000	**توجد فروق دالة**
		نموذج راتنجي ضوئي التماثر	49.39	3.38	0.000	**توجد فروق دالة**
	نموذج راتنجي ذاتي التماثر	نموذج راتنجي ضوئي التماثر	-2.45	3.38	1.000	لا توجد فروق دالة

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 عند المقارنة في نسبة التغير في مقدار الفرجة الحفافية بين مجموعة النماذج الراتنجية ذاتية التماثر ومجموعة النماذج الراتنجية ضوئية التماثر في مجموعة التخزين في الماء، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في متوسط نسبة التغير في مقدار الفرجة الحفافية بين مجموعة النماذج الراتنجية ذاتية التماثر ومجموعة النماذج الراتنجية ضوئية التماثر في مجموعة التخزين في الماء.

أما بالنسبة لباقي المقارنات الثنائية المدروسة فيُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في متوسط نسبة التغير في مقدار الفرجة الحفافية بين مجموعات نوع النموذج المدروس المعنية في عينة البحث، وبما أن الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات موجبة نستنتج أن نسبة التغير في مقدار الفرجة الحفافية في مجموعة النماذج الشمعية كان أكبر منه في كل من مجموعة النماذج ذاتية التماثر ومجموعة النماذج الراتنجية ضوئية التماثر كل على حدة مهما كان وسط التخزين المدروس، ونستنتج أن نسبة التغير في مقدار الفرجة الحفافية في مجموعة النماذج ذاتية التماثر كان أكبر منه في مجموعة النماذج الراتنجية ضوئية التماثر في مجموعة التخزين في الهواء من عينة البحث.

الباب الرابع

المناقشة

Discussion

4-1. مناقشة فكرة البحث:

يعد الانطباق الحفافي أحد أهم العوامل التي تؤثر في ديمومة التعويض ونجاحه (Rosenstiel et al., 2006). إذ يؤدي الانطباق الحفافي السيئ إلى انحلال أسمنت الإلصاق كما يزيد من تجمع فضلات الطعام ممايسبب اللويحة الجرثومية وحدوث النخور والتهابات النسج اللثوية، الأمر الذي يلحق الضرر بالدعامة السنية وبالنسج الداعمة لها (Bader et al., 1991) (Knoernschild and Campbell, 2000) (Shokry et al., 2010).

يعتبر الإلمام بخواص المواد المستخدمة لبناء نموذج التعويض واستطباباتها أحد العوامل المهمة والمؤثرة في دقة التعويض النهائي.

يلاحظ في مرحلة التجربة السريرية للتعويض أو القلنسوة المعدنية أو الخزفية خلل في انطباقه أو استقراره على الدعامات المحضرة مما يستدعي التعديل أو الإعادة للحصول على انطباق أو استقرار جيد، الأمر الذي يتطلب وقتاً وجهداً وتكلفة مادية في حال كان التعديل على مادة التعويض بحد ذاتها.

إن صنع نموذج التعويض من مادة ذات دقة عالية ثابتة الأبعاد وسهلة الاستخدام تتيح إمكانية تجربته داخل الفم وفحص انطباقه واستقراره وإجراء التعديلات اللازمة من إضافة أو تشذيب قبل صنع التعويض النهائي. ولكن هذه المراحل من بناء النموذج ثم تجربته وتعديله وبعد ذلك إعادته إلى المخبر من أجل صبه تتطلب زمناً يقارب 2-3 أيام، مما يستدعي إجراء دراسة لمعرفة تأثير

زمن التخزين ووسطه في الانطباق الحفافي لنماذج التيجان الكاملة (الشمع، الراتنج ذاتي التماثر، الراتنج ضوئي التماثر).

4-2. مناقشة مواد البحث وطرائقه:

4-2-1. مناقشة طريقة تحضير العينة:

تم تحضير 60 دعامة نحاسية بكتف 1ملم وطول جدران محورية 6 ملم وميلانها 6^{o}. تم عمل ميزاب على شكل V على الزاوية الخطية للسطح الطاحن مع السطح المحوري لمنع دوران النموذج وتحديد تموضعه (Koumjian and Holmes, 1990) (Farid et al., 2012). تم صنع أسطوانة نحاسية مفرغة من الداخل لتحيط بالدعامة فتوحد ثخانة النماذج في جميع العينات (Abdullah and Al Jabab, 2005) (Shokry et al., 2010) (Rajagopal et al., 2012).

تم عمل الدليل المطاطي القاعدي ليشكل قاعدة توضع عليها الدعامة والأسطوانة المحيطة بشكل عمودي لتحدد ارتفاع الأسطوانة عن السطح الطاحن للدعامة بـ1ملم، وبذلك نحصل على نماذج موحدة الثخانة على جميع السطوح في جميع العينات.

تتميز الدعامة النحاسية بأنها ثابتة الأبعاد ولاتتعرض للاهتراء أثناء صنع النماذج، وإجراء القياسات (Shokry et al., 2010) (Farid et al., 2012).

تم تطبيق المادة العازلة قبل بناء النماذج ولم يتم تطبيق المادة الفاصلة Die spacer لعدم الحاجة لتأمين ثخانة لأسمنت الإلصاق لأن النماذج لن تصب ولن تلصق (McLean, 1971).

تم في جميع العينات بناء كامل النموذج ثم قصرت الحواف 2ملم وبعد ذلك بُنيت الحواف ثانيةً قبل القياس مباشرةً بالطريقة التقليدية والمتبعة في البناء. ففي النماذج الشمعية تم بناء الحواف بطريقة الإضافة وختمها (Shillingburg et al., 2012)، وفي نماذج الراتنج ذاتي التماثر تم بناء الحواف بالإضافة باستخدام الفرشاة (Bead brush). (Iglesias et al., 1996) (Abdullah and Al Jabab, 2005) (Rajagopal et al., 2012). كما تم بناء حواف النموذج الراتنجي ضوئي التماثر بطريقة الطبقات بشكل لاتزيد ثخانتها عن 2ملم وتصلب كل طبقة على حدة (Whitworth et al., 1999). أفادت تعليمات الشركة المصنعة للراتنج ضوئي التماثر أنه يتم تصليب المادة بالطريقة نفسها والمدة نفسها المتبعة للكمبوزيت، وبحسب (Price et al., 2003) تقدر الطاقة الإجمالية اللازمة لتصليب عينات بثخانة 2ملم من الكمبوزيت وحسب زمن التصليب الضوئي المقترح من قبل الشركة المنتجة بين 12-24 جول/سم^2. وعلى سبيل المثال فإن الكمبوزيت المصلب بشدة ضوء 400 ميلي واط/سم^2 لمدة 40 ثانية يكون قد تلقى طاقة إجمالية تقدر بـ 400×40= 16جول/سم^2. شدة ضوء جهاز التصليب المستخدم في هذا البحث 1030ميلي واط/سم^2 لذلك تم اعتماد 20 ثانية لتصليب كل

طبقة من الراتنج ضوئي التماثر وبذلك تكون الطاقة الإجمالية المكتسبة لكل طبقة 20.600 جول/سم^2.

4-2-2. مناقشة طريقة تحديد نقاط قياس الفرجة الحفافية:

تم قياس 50 نقطة مقسمة على 6 مناطق محددة ومتساوية وتم قراءة 8 نقاط في كل منطقة بالإضافة إلى نقطتين إضافيتين في المنطقة الأخيرة ليكون مجموع النقاط المدروسة 50 نقطة وذلك استناداً إلى دراسة (Groten et al., 2000) التي خلصت إلى أن تقييم الانطباق الحفافي للتعويض يتطلب قياس الفرجة الحفافية عند 50 نقطة على الأقل عشوائية أو منتظمة على كامل محيط التاج.

4-2-3. مناقشة طريقة قياس الانطباق الحفافي:

تم قياس الفرجة الحفافية من قبل القارئ نفسه لجميع العينات باستخدام المجهر الضوئي Travelling microscope بتكبير X40.

إن توحيد طريقة القياس عامل مهم لتقييم الانطباق الحفافي (Shokry et al., 2010) فقد تم وضع العينات في الدليل المطاطي أثناء القياس ليشكل قاعدة استقرار ويثبت العلاقة بين النموذج والدعامة، كما أن استخدام الأسطوانة المفرغة في بناء النماذج يجعل السطح الخارجي للنموذج على مستوى السطح الخارجي غير المحضر للدعامة نفسه أي لايوجد حواف زائدة أو ناقصة، وتم التأكد من ذلك عيانياً وبمشاهدة الحواف قبل إجراء القياس بالمجهر بتكبير X10

(Tan et al., 2008)، وفي هذه الحالة وبحسب (Holmes et al., 1989) فإن الفرجة الحفافية هي التباين الحفافي المطلق نفسه وهي المسافة العمودية من حافة التعويض(نقطة التقاء السطح الداخلي مع الخارجي) إلى حافة الدعامة (نقطة التقاء السطح المحضر مع السطح غير المحضر)، وهذا ماتم قياسه في هذا البحث إذ إن استخدام تعريف محدد وواضح يساعد في إجراء قياسات متكررة ومتماثلة وبالتالي إمكانية المقارنة بين المجموعات والمقارنة مع الدراسات الأخرى المشابهة. كما أن كون السطح الخارجي للنموذج على مستوى السطح الخارجي للجزء غير المحضر من الدعامة نفسه يعني أن مشاهدة حافتي (النموذج والدعامة) تحت المجهر بتركيز واحد (Focus) وعلى العكس من ذلك عندما لايكون النموذج والدعامة على المستوى نفسه تشاهد حافة الدعامة بتركيز وحافة النموذج بتركيز آخر وتظهر ظلالية تُصَعب قياس الفرجة الحفافية وتشوهها.

بعد إجراء القياس الأولي (بعد البناء مباشرةً) تم تخزين النماذج على دعاماتها (Grajower and Lewinstein, 1985) وفي الوسط المحدد لها لمدة ثلاثة أيام وبعد ذلك تم إعادة القياس لكل دعامة بالطريقة نفسها.

4-3. مناقشة النتائج :

بينت دراسة (McLean, 1971) أن مقدار الفرجة الحفافية المقبول سريرياً أقل من 120 ميكروناً.

أظهرت نتائج هذه الدراسة أن قيم الفرجة الحفافية لنماذج التيجان الكاملة كانت ضمن الحدود المقبولة سريرياً إذ تراوح متوسط مقدار الفرجة الحفافية في هذه الدراسة بين 8.16-16.25 ميكروناً. وتوافقت في هذه الناحية مع نتائج دراسات كل من (Iglesias et al., 1996) التي تراوحت قيم الفرجة الحفافية فيها بين 7-46 ميكروناً و(Abdullah and Al Jabab, 2005) التي تراوحت قيم الفرجة الحفافية فيها بين 8.13-22.77 ميكروناً وكذلك (Rajagopal et al., 2012) التي بينت نتائجه أن مقدار الفرجة الحفافية يتراوح بين 10.09-21.92 ميكروناً.

4-3-1. تأثير نوع النموذج في مقدار الفرجة الحفافية لنماذج التيجان الكاملة :

أظهرت نتائج هذه الدراسة أن لنوع مادة النموذج تأثيراً ذا دلالة في الانطباق الحفافي للنموذج المصنوع، إذ وُجد أن انطباق مجموعة النماذج الراتنجية ذاتية التماثر كان أقل من انطباق مجموعتي النماذج الشمعية والنماذج الراتنجية ضوئية التماثر بدلالة إحصائية مهما كانت المرحلة المدروسة ومهما كان وسط التخزين المدروس. واتفقت نتيجة هذه الدراسة مع نتيجة دراسة (Iglesias et al., 1996). ويمكن أن يُعزى سبب ذلك إلى التقلص التماثري للراتنج ذاتي التماثر وهو العامل الرئيسي المؤثر في الانطباق الحفافي (Koumjian and Holmes, 1990) (Dhillon and D'Souza, 2011) وقد ذكر (Mojon et al., 1990) و(Kwon et al., 2012) أن التقلص التماثري للراتنج ذاتي التماثر(Duralay) يتراوح بين6.22-7.9%.

واختلفت نتيجة دراستنا هذه مع نتيجة دراسة (Abdullah and Al Jabab, 2005) وقد يُعزى السبب إلى طريقة البناء باستخدام فرشاة التطبيق الخاصة بالراتنج (Bead brush) إذ إن استخدام هذه الطريقة في البناء قد تختلف فيها نسبة المونومير إلى البوليمر من شخص إلى آخر وبالتالي يختلف التقلص التماثري من شخص إلى آخر ومن دراسة إلى أخرى.

كما أظهرت مجموعة النماذج الشمعية انطباقاً أفضل من مجموعة النماذج ضوئية التماثر بدلالة إحصائية بعد البناء مباشرةً وبعد ثلاثة أيام من التخزين في الهواء ويعود ذلك إلى أن التقلص التصلبي للشمع من درجة حرارة التليين إلى درجة حرارة الغرفة يصل إلى 0.9% (Fusayama, 1959)، في حين أن نسبة التقلص التماثري للراتنج ضوئي التماثر أكبر منه، فبحسب دراسة (Whitworth et al., 1999) يصل التقلص التماثري للراتنج ضوئي التماثر إلى 1.98%، أما دراسة (Gibbs et al., 2014) فأظهرت أن التقلص التماثري للراتنج ضوئي التماثر 5.72%.

اختلفت نتيجة دراستنا هذه مع نتيجة دراسة (Iglesias et al., 1996) و(Abdullah and Al Jabab, 2005) وقد يرجع السبب إلى أنه قد تم في الدراستين السابقتين أخذ طبعة للدعامة الأصلية وصبها في الجبس ثم بناء النماذج على الدعامة الجبسية ثم إعادتها على الدعامة الأصلية لإجراء القياس، إن بناء النماذج الشمعية على الدعامة الجبسية ثم إزالتها ووضعها على الدعامة الأصلية لإجراء القياس يؤثر في الانطباق الحفافي للشمع وذلك لتأثر الشمع بالضغط المطبق عليه أثناء إزالته ووضعه (Zeltser et al., 1985)، كما أنه لم يتم إعادة ختم الحواف قبل إجراء القياس كما في دراستنا والذي من شأنه تحسين الانطباق بحسب (Grajower and

(Lewinstein, 1985) (Shillingburg et al., 2012). كما اختلفت نتيجة دراستنا هذه مع نتيجة دراسة (Rajagopal et al., 2012) وقد يُعزى السبب إلى أنه قد تم في دراسته حفظ النموذج الشمعي لمدة ساعة خارج الدعامة قبل إجراء القياس الأولي الأمر الذي أدى إلى تحرر الإجهادات الداخلية (والحرارية) التي تشكلت أثناء انخفاض درجة حرارة الشمع من درجة حرارة التليين إلى درجة حرارة الغرفة والتي بدورها تؤثر في انطباق الشمع وثبات أبعاده (Fusayama, 1959) (JÖRGENSEN and ONO, 1984) (Zeltser et al., 1985) (Anusavice and Phillips, 2003).

كما أظهرت نتائجنا أنه لا يوجد فرق دال إحصائياً بين انطباق كل من مجموعة النماذج الشمعية ومجموعة النماذج الراتنجية ضوئية التماثر بعد ثلاثة أيام من التخزين في الماء. ويعود ذلك إلى أنه قد تم حفظ النماذج الشمعية على دعامتها خلال فترة التخزين الأمر الذي يؤدي إلى تقليل نسبة التشوه وذلك لأن جدران الدعامة تقلل تحرر الإجهادات الداخلية والحرارية المسببة لتشوه الشمع (Fusayama, 1959) (JÖRGENSEN and ONO, 1984) (Anusavice et al., 2012)، أما بالنسبة للنماذج الراتنجية ضوئية التماثر فقد تحسن انطباقها بسبب امتصاص الراتنج للماء ودخول جزيئات الماء داخل سلاسل البوليمير ممايؤدي إلى تمدد الراتنج وتقليص الفرجة الحفافية وبالتالي تحسن انطباقه (Ghanbarzadeh et al., 2007) (Oliveira et al., 2010).

4-3-2. تأثير زمن التخزين (المرحلة المدروسة) في مقدار الفرجة الحفافية لنماذج التيجان الكاملة :

أظهرت نتائج هذه الدراسة أن لزمن التخزين تأثيراً في الانطباق الحفافي لنماذج التيجان الكاملة. فقد تبين أن الانطباق الحفافي لمجموعة النماذج الشمعية قد تأثر سلباً (زادت الفرجة الحفافية) بدلالة إحصائية بعد ثلاثة أيام من التخزين سواءً في الماء أم في الهواء. واتفقت نتيجتنا هذه مع نتائج دراسات (Iglesias et al., 1996) و(Abdullah and Al Jabab, 2005) و(Rajagopal et al., 2012) ويمكن تفسير هذه النتيجة بأن تخزين النموذج الشمعي وتأخير الكسو يؤدي إلى تحرر الإجهادات الداخلية للشمع ممايؤدي إلى تشوهه وبالتالي تأثر الانطباق الحفافي للنموذج الشمعي بهذا التشوه (Fusayama, 1959) (JÖRGENSEN and Anusavice and Phillips, 2003) (ONO, 1984).

كما بينت نتيجة هذه الدراسة أن الانطباق الحفافي لمجموعتي النماذج ذاتية التماثر وضوئية التماثر تحسن (صغرت الفرجة الحفافية) بعد ثلاثة أيام من التخزين في الماء. اتفقت هذه النتيجة مع نتيجة دراسة (Koumjian and Holmes, 1990) ويمكن أن يعود تفسير هذه النتيجة إلى امتصاص الراتنج للماء ودخول جزيئاته إلى سلاسل البوليمير ممايؤدي إلى تمدد النموذج الراتنجي (Ghanbarzadeh et al., 2007) (Oliveira et al., 2010)، في حين قل الانطباق الحفافي في هاتين المجموعتين بعد ثلاثة أيام من التخزين في الهواء (زادت الفرجة الحفافية). اتفقت نتيجتنا هذه مع نتيجة دراستي (Abdullah and Al Jabab, 2005)

و(Rajagopal et al., 2012) ويمكن أن يُعزى السبب إلى التقلص التماثري للراتنج وتطاير المونومير الذي يؤدي إلى سوء الانطباق (زيادة الفرجة الحفافية) (Koumjian and Holmes, 1990) (Dhillon and D'Souza, 2011)، واختلفت نتيجة دراستنا مع نتيجة (Iglesias et al., 1996) التي أظهرت عدم تأثر انطباق نموذج التاج الكامل المبني من الراتنج ضوئي التماثر بزمن التخزين، وقد يعود سبب الاختلاف إلى اختلاف تركيب المادة والشركة المصنعة لها (Ogawa et al., 1999).

4-3-3. تأثير وسط التخزين في مقدار الفرجة الحفافية لنماذج التيجان الكاملة:

أظهرت نتائج دراستنا أن الانطباق الحفافي لمجموعتي النماذج ذاتية التماثر والنماذج ضوئية التماثر بعد التخزين في الماء كان أفضل (صغرت الفرجة) بدلالة إحصائية من الانطباق الحفافي لتلك المجموعتين بعد التخزين في الهواء وذلك بعد ثلاثة أيام من التخزين (زادت الفرجة). اتفقت نتيجتنا هذه مع نتيجة دراسة (Koumjian and Holmes, 1990) ويعود السبب في ذلك لامتصاص الراتنج الماء ودخول جزيئات الماء إلى سلاسل البوليمير ممايؤدي إلى تمدد الراتنج (Ghanbarzadeh et al., 2007) (Oliveira et al., 2010).

أما بالنسبة لمجموعة النماذج الشمعية فلم يوجد تأثير ذو دلالة لوسط التخزين في انطباقها الحفافي، وقد يعود السبب إلى أن الشمع يتأثر بشكل كبير بتغير درجات الحرارة (Diwan et al., 1997) (Anusavice and Phillips, 2003)، وبما أن درجة حرارة وسط التخزين في

دراستنا كانت موحدة في الوسطين (هواء– ماء) وهي درجة حرارة الغرفة نفسها 25±2 C° فإن الشمع لم يتأثر بشكل جوهري بوسط التخزين مادامت درجة الحرارة لم تتغير بشكل ملحوظ.

4-3-4. تأثير نوع النموذج في مقدار التغير في الفرجة الحفافية لنماذج التيجان الكاملة:

تبين من خلال نتائج هذه الدراسة أن مقدار التغير ونسبة التغير في الفرجة الحفافية لمجموعة النماذج الشمعية كان أكبر منه في كل من مجموعة النماذج الراتنجية ذاتية التماثر ومجموعة النماذج الراتنجية ضوئية التماثر مهما كان وسط التخزين. اتفقت هذه النتيجة مع نتيجة دراسة (Abdullah and Al Jabab, 2005) (Rajagopal et al., 2012)، ويمكن تفسير هذه النتيجة بأنه خلال فترة التخزين تتحرر الإجهادات الداخلية للشمع مسببةً التشوه (Anusavice et al., 2012) واختلفت نتيجتنا هذه مع نتيجة دراسة (Iglesias et al., 1996) التي أوضحت أن مقدار التغير في الفرجة الحفافية لنماذج التيجان الكاملة المبنية من الشمع والراتنج ذاتي التماثر متساو،وقد يكون ذلك بسبب الطريقة المستخدمة لبناء نماذج الراتنج bead brush والتي قد تؤدي إلى اختلاف نسبة السائل للمسحوق من شخص لآخر ومن دراسة إلى أخرى وبالتالي اختلاف التقلص التصلبي للراتنج ذاتي التماثر من دراسة إلى أخرى.

كما بينت نتائج دراستنا أن مجموعة النماذج الراتنجية ذاتية التماثر أبدت تغيراً في انطباقها الحفافي بشكل أكبر من النماذج الراتنجية ضوئية التماثر بدلالة إحصائية عند تخزينها في الهواء، اتفقت هذه النتيجة مع نتائج دراسات (Iglesias et al., 1996) و(Abdullah and Al Jabab, 2005) و(Rajagopal et al., 2012)، ويمكن تفسير هذه النتيجة بأن التقلص

التصلبي للراتنج ذاتي التماثر أكبر من التقلص التصلبي للراتنج ضوئي التماثر ويعود ذلك إلى اختلاف القالب الراتنجي بين الراتنج ذاتي التماثر(MMA) وضوئي التماثر(UDMA) إذ إن المادة ذات القالب الراتنجي UDMA لها تقلص تماثري أقل من المادة ذات القالب الراتنجي MMA وذلك بسبب الوزن الجزيئي وحجم جزيئات المونومير الكبيرة إذ كلما كبر حجم المونومير قلت نسبة المونومير الداخل في التفاعل بالنسبة للحجم (Kim and Watts, 2004). واختلفت نتيجتنا هذه مع نتيجة دراسة (Koumjian and Holmes, 1990) التي أظهرت أن مقدار التغير في الفرجة الحفافية للراتنج ضوئي التماثر كان أكبر من الراتنج ذاتي التماثر وقد يكون ذلك بسبب اختلاف طريقة البناء فقد تم البناء في دراسته بطريقة البناء الحجمي وتطبيق ضغط 30 psi على المواد أثناء التصلب.

أما في دراستنا فإنه عند تخزين النماذج الراتنجية ذاتية التماثر وضوئية التماثر في الماء لم توجد فروق ذات دلالة في مقدار التغير في الفرجة الحفافية بين كلتا المجموعتين المذكورتين، واختلفت هذه النتيجة مع نتيجة دراسة (Koumjian and Holmes, 1990) و يعود سبب الاختلاف إلى اختلاف زمن التخزين بين الدراستين.

إسقاط النتائج سريرياً:

بالنظر إلى نتائج البحث نجد أن أكبر قيمة للفرجة الحفافية للنماذج المدروسة(16.25 ميكروناً)، وهي تعتبر مقبولة من الناحية السريرية بناءً على دراسة (McLean, 1971) التي بين الباحث أن أكبر قيمة للفرجة الحفافية المقبولة سريرياً 120 ميكروناً.

أيضاً بينت النتائج أن الشمع أظهر الانطباق الحفافي الأفضل رغم تأثره الأكبر بزمن التخزين. تتيح الصفات التي يتمتع بها الراتنج ذاتي التماثر وضوئي التماثر من الصلابة وإمكانية التشذيب دون حدوث تشوه (Mojon et al., 1990) (Iglesias et al., 1996) إضافةً إلى الانطباق الحفافي المقبول سريرياً، إمكانية تجربة النموذج الراتنجي المصنوع مخبرياً داخل الفم وإجراء التعديلات عليه من إضافة أو إزالة ثم إعادته إلى المخبر لصنع التعويض النهائي، الأمر الذي يصعب إجراؤه في النماذج الشمعية وذلك لما يتصف به الشمع من معامل تمدد حراري عال $350\times10^{-6}/C°$ يؤدي إلى تغير أبعاد الشمع وتأثر انطباقه في حال تغير درجة حرارة الوسط كإدخاله إلى الفم 37°C ثم إخراجه إلى درجة حرارة الغرفة (Anusavice et al., 2012) إضافةً إلى قصافة الشمع التي قد تؤدي إلى انكسار النموذج أثناء تجربته (McCabe and Walls, 2009).

الباب الخامس

الاستنتاجات

Conclusions

بعد دراسة نتائج البحث ومناقشتها، وضمن معطيات هذه الدراسة، نستنتج ما يلي:

- أظهرت جميع المجموعات قيماً مقبولة سريرياً.
- تؤثر العوامل الثلاث (نوع المادة – زمن التخزين – وسط التخزين) في الانطباق الحفافي لنماذج التيجان الكاملة.
- أظهرت مجموعة النماذج الشمعية انطباقاً حفافياً أفضل بعد البناء مباشرةً وبعد ثلاثة أيام من التخزين في الهواء. كما أبدت النماذج الشمعية أكبر مقدار ونسبة تغير في الفرجة الحفافية مهما كان وسط التخزين.
- أظهرت مجموعة النماذج الراتنجية ضوئية التماثر انطباقاً حفافياً أفضل من مجموعة النماذج الراتنجية ذاتية التماثر بعد البناء مباشرةً وبعد ثلاثة أيام من التخزين مهما كان وسط التخزين.
- تأثرت النماذج الراتنجية بوسط التخزين فزادت الفرجة الحفافية للنماذج في مجموعة التخزين في الهواء، وقلت الفرجة الحفافية للنماذج (تحسن الانطباق) في مجموعة التخزين في الماء.
- أظهرت النماذج الراتنجية ذاتية التماثر مقدار تغير أكبر في الفرجة الحفافية من النماذج الراتنجية ضوئية التماثر في مجموعة التخزين في الهواء. ولم توجد فروق في مقدار التغير في الفرجة الحفافية في مجموعة التخزين في الماء.

- أبدت النماذج الراتنجية ضوئية التماثر وذاتية التماثر ثباتاً في الأبعاد أفضل خلال فترة التخزين مقارنةً بالنماذج الشمعية.

الباب السادس

المقترحات والتوصيات

Suggestion &

Recommendation

6-1. التوصيات:

- تعطي مواد الشمع والراتنج ضوئي وذاتي التماثر انطباقاً حفافياً مقبولاً سريرياً.
- نوصي في حال تأخير كسو النموذج الشمعي تخزينه على دعامته في الهواء وإعادة ختم الحواف قبل الكسو مباشرةً.
- نوصي باستخدام الراتنج ضوئي التماثر أو ذاتي التماثر في حال الرغبة في تجربة النموذج داخل الفم وتخزينه في الماء خلال هذه الفترة.

6-2. المقترحات:

- إجراء دراسة يتم فيها تقييم تأثير الصب في الانطباق الحفافي للتعويضات المصنوعة من المواد المختلفة لبناء النماذج (شمع – راتنج ذاتي التماثر – راتنج ضوئي التماثر).
- إجراء دراسة لتقييم الانطباق الحفافي للتعويضات الخزفية المصنوعة بطريقة الحقن (Press) التي تم بناء نماذجها من مواد مختلفة (الشمع – الراتنج ضوئي التماثر – الراتنج ذاتي التماثر).
- إجراء دراسة مشابهة للدراسة الحالية يتم فيها تقييم الانطباق الداخلي للنماذج.
- إجراء دراسة مشابهة للدراسة الحالية يتم فيها تقييم الانطباق الحفافي لنماذج الجسور.
- إجراء دراسة مشابهة للدراسة الحالية يتم فيها تقييم الانطباق الحفافي للتحضيرات الجزئية كنماذج الوجوه.
- إجراء دراسة لتقييم تأثير درجات الحرارة المختلفة في الانطباق الحفافي لنماذج التيجان.

الباب السابع

المراجع

References

References:

1) ABDULLAH, M. A. & AL JABAB, A. S. 2005. Storage time effect on marginal fit of full crown patterns made of wax, autopolymerized and light polymerized resin materials. *Saudi Dental Journal,* 17, 146-153.

2) ACHILIAS, D. S. & SIDERIDOU, I. 2002. Study of the effect of two BPO/amine initiation systems on the free-radical polymerization of MMA used in dental resins and bone cements. *Journal of Macromolecular Science, Part A,* 39, 1435-1450.

3) ALBERS, H. F. 2002. *Tooth-colored restoratives: principles and techniques*, PMPH-USA.

4) ANUSAVICE, K. J. & PHILLIPS, R. W. 2003. *Phillips' science of dental materials,* St. Louis, Mo., Saunders.

5) ANUSAVICE, K. J., PHILLIPS, R. W., SHEN, C. & RAWLS, H. R. 2012. *Phillips' science of dental materials,* St. Louis, Mosby, Elsevier Health Sciences.

6) ASSIF, D., ANTOPOLSKI, B., HELFT, M. & KAFFE, I. 1985. Comparison of methods of clinical evaluation of the marginal fit of complete cast gold crowns. *J Prosthet Dent,* 54, 20-4.

7) AYAD, M. F. 2009. Effects of tooth preparation burs and luting cement types on the marginal fit of extracoronal restorations. *Journal of Prosthodontics,* 18, 145-151.

8) BADER, J. D., ROZIER, R. G., MCFALL JR, W. T. & RAMSEY, D. L. 1991. Effect of crown margins on periodontal conditions in regularly attending patients. *The Journal of prosthetic dentistry,* 65, 75-79.

9) BALKAYA, M. C., CINAR, A. & PAMUK, S. 2005. Influence of firing cycles on the margin distortion of 3 all-ceramic crown systems. *J Prosthet Dent,* 93, 346-55.

10) BARTOLONI, J., MURCHISON, D., WOFFORD, D. & SARKAR, N. 2000. Degree of conversion in denture base materials for varied polymerization techniques 1. *Journal of oral rehabilitation,* 27, 488-493.

11) Basker, M., Davenport j. C., Thomason, J. M. 2011. Prosthetic treatment of the edentulous patient. John Wiley & Sons.95-96

12) BEUER, F., AGGSTALLER, H., EDELHOFF, D., GERNET, W. & SORENSEN, J. 2009. Marginal and internal fits of fixed dental prostheses zirconia retainers. *Dent Mater,* 25, 94-102.

13) BOTTINO, M. A., VALANDRO, L. F., BUSO, L. & OZCAN, M. 2007. The influence of cervical finish line, internal relief, and cement type on the cervical adaptation of metal crowns. *Quintessence Int,* 38, e425-32.

14) BRAGA, R. & FERRACANE, J. 2002. Contraction stress related to degree of conversion and reaction kinetics. *Journal of Dental Research,* 81, 114-118.

15) BRAGA, R. R., BALLESTER, R. Y. & FERRACANE, J. L. 2005. Factors involved in the development of polymerization shrinkage stress in resin-composites: a systematic review. *Dental Materials,* 21, 962-970.

16) BRAGA, R. R. & FERRACANE, J. L. 2004. Alternatives in polymerization contraction stress management. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine,* 15, 176-184.

17) CARTER, S. M. & WILSON, P. R. 1997. The effects of die-spacing on post-cementation crown elevation and retention. *Aust Dent J,* 42, 192-8.

18) CERQUEIRA, N. M., ÖZCAN, M., GONCALVES, M., ROCHA, D. M. D., VASCONCELLOS, D. K., BOTTINO, M. A. & YENER-SALIHOĞLU, E. 2012. A strain gauge analysis of microstrain induced by various splinting methods and acrylic resin types for implant impressions. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants,* 27.

19) CHO, L., SONG, H., KOAK, J. & HEO, S. 2002. Marginal accuracy and fracture strength of ceromer/fiber-reinforced composite crowns: effect of variations in preparation design. *The Journal of prosthetic dentistry,* 88, 388-395.

20) COGOLLUDO, P. G., SUAREZ, M. J., PELAEZ, J. & LOZANO, J. F. 2010. Influence of melting and casting methods and finish line design on the marginal discrepancy of nickel-chromium-titanium alloy crowns. *Int J Prosthodont,* 23, 443-5.

21) COHEN, S., VAIDYANATHAN, J. & HAEBERLE, R. 1991. Direct post and core pattern made with light-curing composite resin. *The Journal of prosthetic dentistry,* 65, 854-856.

22) CRAIG, R., EICK, J. & PEYTON, F. 1965. Properties of natural waxes used in dentistry. *Journal of Dental Research,* 44, 1308-1316.

23) CRAIG, R. G. & POWERS, J. M. 1993. *Restorative dental materials*, Mosby St. Louis.

24) DHILLON, N. & D'SOUZA, D. 2011. Effect of water temperature and duration of immersion on the marginal accuracy of provisional crowns. *Medical Journal Armed Forces India,* 67, 237-240.

25) DIWAN, R., TALIC, Y., OMAR, N. & SADIQ, W. 1997. The effect of storage time of removable partial denture wax pattern on the accuracy of fit of the cast framework. *The Journal of prosthetic dentistry,* 77, 375-381.

26) DOUKOUDAKIS, S. 1996. A technique for fabrication of a cast post and core. *Operative dentistry,* 22, 89-91.

27) EAMES, W. B., O'NEAL, S. J., MONTEIRO, J., MILLER, C., ROAN, J. D., JR. & COHEN, K. S. 1978. Techniques to improve the seating of castings. *J Am Dent Assoc,* 96, 432-7.

28) FARID, F., HAJIMIRAGHA, H., JELODAR, R., MOSTAFAVI, A. & NOKHBATOLFOGHAHAIE, H. 2012a. In Vitro Evaluation of the Effect of Core Thickness and Fabrication Stages on the Marginal Accuracy of an All-Ceramic System. *Journal of dentistry (Tehran, Iran),* 9, 188.

29) FELTON, D., KANOY, B., BAYNE, S. A. & WIRTHMAN, G. 1991. Effect of in vivo crown margin discrepancies on periodontal health. *The Journal of prosthetic dentistry,* 65, 357-364.

30) FENG, L. & SUH, B. 2006. The effect of curing modes on polymerization contraction stress of a dual cured composite. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials,* 76, 196-202.

31) FERRACANE, J. 1994. Elution of leachable components from composites. *Journal of oral rehabilitation,* 21, 441-452.

32) FONSECA, J. C., HENRIQUES, G. E., SOBRINHO, L. C. & DE GOES, M. F. 2003. Stress-relieving and porcelain firing cycle influence on marginal fit of commercially pure titanium and titanium-aluminum-vanadium copings. *Dent Mater,* 19, 686-91.

33) FUSAYAMA, T. 1959. Factors and technique of precision casting Part I. *The Journal of Prosthetic Dentistry,* 9, 468-485.

34) GARDNER, F. M. 1982. Margins of complete crowns—literature review. *The Journal of prosthetic dentistry,* 48, 396-400.

35) GAVELIS, J. R., MORENCY, J. D., RILEY, E. D. & SOZIO, R. B. 1981. The effect of various finish line preparations on the marginal seal and occlusal seat of full crown preparations. *J Prosthet Dent,* 45, 138-45.

36) GHANBARZADEH, J., SABOONI, M. & ROSHAN-NEJAD, R. 2007. The Effect of Storage Conditions on Dimensional Changes of Acrylic Post-Core Patterns. *Journal of Dentistry of Tehran University of Medical Sciences.* 4,27-31

37) GIBBS, S. B., VERSLUIS, A., TANTBIROJN, D. & AHUJA, S. 2014. Comparison of polymerization shrinkage of pattern resins. *The Journal of prosthetic dentistry.*112,293-8

38) GOLDIN, E. B., BOYD, N. W., 3RD, GOLDSTEIN, G. R., HITTELMAN, E. L. & THOMPSON, V. P. 2005. Marginal fit of leucite-glass pressable ceramic restorations and ceramic-pressed-to-metal restorations. *J Prosthet Dent,* 93, 143-7.

39) GRAJOWER, R. & LEWINSTEIN, I. 1985. Effect of manipulative variables on the accuracy of crown wax patterns. *The Journal of prosthetic dentistry,* 53, 168-72.

40) GRAJOWER, R., LEWINSTEIN, I. & ZELTSER, C. 1985. The effective minimum cement thickness of zinc phosphate cement for luted non-precious crowns. *J Oral Rehabil,* 12, 235-45.

41) GROTEN, M., AXMANN, D., PRöBSTER, L. & WEBER, H. 2000. Determination of the minimum number of marginal gap measurements required for practical in vitro testing. *The Journal of prosthetic dentistry,* 83, 40-49.

42) HAN, H. S., YANG, H. S., LIM, H. P. & PARK, Y. J. 2011. Marginal accuracy and internal fit of machine-milled and cast titanium crowns. *J Prosthet Dent,* 106, 191-7.

43) HARRIS, I. R. & WICKENS, J. L. 1993. A comparison of the fit of spark-eroded titanium copings and cast gold alloy copings. *The International journal of prosthodontics,* 7, 348-355.

44) HOLMES, J. R., BAYNE, S. C., HOLLAND, G. A. & SULIK, W. D. 1989. Considerations in measurement of marginal fit. *The Journal of prosthetic dentistry,* 62, 405-408.

45) HOLMES, J. R., SULIK, W. D., HOLLAND, G. A. & BAYNE, S. C. 1992. Marginal fit of castable ceramic crowns. *J Prosthet Dent,* 67, 594-9.

46) HOOSHMAND, T., MOHAJERFAR, M., KESHVAD, A. & MOTAHHARY, P. 2011. Microleakage and marginal gap of adhesive cements for noble alloy full cast crowns. *Operative dentistry,* 36, 258-265.

47) HUNTER, A. J. & HUNTER, A. R. 1990. Gingival crown margin configurations: a review and discussion. Part I: Terminology and widths. *J Prosthet Dent,* 64, 548-52.

48) IGLESIAS, A., POWERS, J. M. & PIERPONT, H. P. 1996. Accuracy of wax, autopolymerized, and light-polymerized resin pattern materials. *J Prosthodont,* 5, 201-5.

49) ISGRò, G., WANG, H., KLEVERLAAN, C. J. & FEILZER, A. J. 2005. The effects of thermal mismatch and fabrication procedures on the deflection of layered all-ceramic discs. *Dental materials,* 21, 649-655.

50) ITO, M., YAMAGISHI, T., OSHIDA, Y. & MUNOZ, C. A. 1996. Effect of selected physical properties of waxes on investments and casting shrinkage. *J Prosthet Dent,* 75, 211-6.

51) JÖRGENSEN, K. D. & ONO, T. 1984. Distortion of wax crowns. *European Journal of Oral Sciences,* 92, 253-256.

52) KERBY, R., TIBA, A., CULBERTSON, B., SCHRICKER, S. & KNOBLOCH, L. 1999. Evaluation of tertiary amine co-intiators using differential scanning photocalorimetry.

53) KIM, S. & WATTS, D. 2004. Polymerization shrinkage-strain kinetics of temporary crown and bridge materials. *Dental Materials,* 20, 88-95.

54) KNOERNSCHILD, K. L. & CAMPBELL, S. D. 2000. Periodontal tissue responses after insertion of artificial crowns and fixed partial dentures. *The Journal of prosthetic dentistry,* 84, 492-498.

55) KOUDI, M. & PATIL, S. 2007. *Dental materials: Prep manual for undergradute* Elsevier.

56) KOUMJIAN, J. H. & HOLMES, J. B. 1990. Marginal accuracy of provisional restorative materials. *The Journal of prosthetic dentistry,* 63, 639-642.

57) KWON, T.-Y., HA, J.-Y., CHUN, J.-N., SON, J. S. & KIM, K.-H. 2014. Effects of Prepolymerized Particle Size and Polymerization Kinetics on Volumetric Shrinkage of Dental Modeling Resins. *BioMed research international,* 2014, 1-6.

58) KWON, T. Y., BAGHERI, R., KIM, Y. K., KIM, K. H. & BURROW, M. F. 2012. Cure mechanisms in materials for use in esthetic dentistry. *Journal of investigative and clinical dentistry,* 3, 3-16.

59) LANG, N. P., KIEL, R. A. & ANDERHALDEN, K. 1983. Clinical and microbiological effects of subgingival restorations with overhanging or clinically perfect margins. *Journal of clinical periodontology,* 10, 563-578.

60) LANG, S. A. & STARR, C. B. 1992. Castable glass ceramics for veneer restorations. *J Prosthet Dent,* 67, 590-4.

61) LEAL, M. B., PAULINO, S. M., PAGNANO, V. O. & BEZZON, O. L. 2006. Influence of investment type and sprue number on the casting accuracy of titanium crown margins. *J Prosthet Dent,* 95, 42-9.

62) LEONG, D., CHAI, J., LAUTENSCHLAGER, E. & GILBERT, J. 1993. Marginal fit of machine-milled titanium and cast titanium single crowns. *The International journal of prosthodontics,* 7, 440-447.

63) MANAPPALLIL, J. J. 2010. *Basic dental materials*, Jaypee Bros. Medical Publishers.

64) MCCABE, J. F. & WALLS, A. 2009. *Applied dental materials*, John Wiley & Sons.

65) MCLEAN, J. 1971. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. *British dental journal,* 131, 107-111.

66) MCLEAN, J. W. & VON FRAUNHOFER, J. A. 1971. The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. *Br Dent J,* 131, 107-11.

67) MOAD, G. & SOLOMON, D. H. 2005. *The chemistry of radical polymerization*, Elsevier.

68) MOJON, P., OBERHOLZER, J.-P., MEYER, J.-M. & BELSER, U. C. 1990. Polymerization shrinkage of index and pattern acrylic resins. *The Journal of prosthetic dentistry,* 64, 684-688.

69) MOORE, J., BARGHI, N., BRUKL, C. & KAISER, D. 1985. Marginal distortion of cast restorations induced by cementation. *The Journal of prosthetic dentistry,* 54, 336-340.

70) ODIAN, G. 2004. Radical chain polymerization. *Principles of Polymerization, Fourth Edition*, 198-349.

71) OGAWA, T., AIZAWA, S., TANAKA, M., MATSUYA, S., HASEGAWA, A. & KOYANO, K. 1999. Effect of water temperature on the fit of provisional crown margins during polymerization. *The Journal of prosthetic dentistry,* 82, 658-661.

72) OLIVEIRA, J. C. D., AIELLO, G., MENDES, B., URBAN, V. M., CAMPANHA, N. H. & JORGE, J. H. 2010. Effect of storage in water and thermocycling on hardness and roughness of resin

materials for temporary restorations. *Materials Research,* 13, 355-359.

73) PASSON, C., LAMBERT, R. H., LAMBERT, R. L. & NEWMAN, S. 1992. The effect of multiple layers of die-spacer on crown retention. *Oper Dent,* 17, 42-9.

74) PERA, P., GILODI, S., BASSI, F. & CAROSSA, S. 1994. In vitro marginal adaptation of alumina porcelain ceramic crowns. *J Prosthet Dent,* 72, 585-90.

75) PIEMJAI, M. 2001. Effect of seating force, margin design, and cement on marginal seal and retention of complete metal crowns. *Int J Prosthodont,* 14, 412-6.

76) PIWOWARCZYK, A., LAUER, H. C. & SORENSEN, J. A. 2005. Microleakage of various cementing agents for full cast crowns. *Dent Mater,* 21, 445-53.

77) PLEKAVICH, E. J. & JONCAS, J. M. 1983. The effect of impression-die systems on crown margins. *J Prosthet Dent,* 49, 772-6.

78) PRICE, R. B., EHRNFORD, L., ANDREOU, P. & FELIX, C. A. 2003. Comparison of quartz-tungsten-halogen, light-emitting diode, and plasma arc curing lights. *Journal of Adhesive Dentistry,* 5.

79) QUINTAS, A. F., OLIVEIRA, F. & BOTTINO, M. A. 2004. Vertical marginal discrepancy of ceramic copings with different ceramic materials, finish lines, and luting agents: an in vitro evaluation. *J Prosthet Dent,* 92, 250-7.

80) RAJAGOPAL, P., CHITRE, V. & ARAS, M. A. 2012. A comparison of the accuracy of patterns processed from an inlay casting wax, an auto-polymerized resin and a light-cured resin pattern material. *Indian J Dent Res,* 23, 152-6.

81) REDDY, S. S., REVATHI, K. & REDDY, S. K. 2013. Comparison of marginal accuracy of castings fabricated by conventional casting technique and accelerated casting technique: An in vitro study. *Indian Journal of Dental Research,* 24, 446.

82) ROSENSTIEL, S. F., LAND, M. F. & FUJIMOTO, J. 2006. *Contemporary fixed prosthodontics*, Elsevier Health Sciences.

83) SCHNEIDER, R. L. 1994. A one-appointment procedure for cast post and core restorations. *The Journal of prosthetic dentistry,* 71, 420-422.

84) SHILLINGBURG, H. T., SATHER, D. A. & STONE, S. E. 2012. *Fundamentals of fixed prosthodontics*, Quintessence Pub.

85) SHILLINGBURG JR, H. T., FISHER, D. W. & DEWHIRST, R. B. 1970. Restoration of endodontically treated posterior teeth. *The Journal of prosthetic dentistry,* 24, 401-409.

86) SHOKRY, T. E., ATTIA, M., MOSLEH, I., ELHOSARY, M., HAMZA, T. & SHEN, C. 2010. Effect of metal selection and porcelain firing on the marginal accuracy of titanium-based metal ceramic restorations. *J Prosthet Dent,* 103, 45-52.

87) SIDERIDOU, I. D., ACHILIAS, D. S. & KARAVA, O. 2006. Reactivity of benzoyl peroxide/amine system as an initiator for the free radical polymerization of dental and orthopaedic

dimethacrylate monomers: effect of the amine and monomer chemical structure. *Macromolecules,* 39, 2072-2080.

88) SILIKAS, N., AL-KHERAIF, A. & WATTS, D. C. 2005. Influence of P/L ratio and peroxide/amine concentrations on shrinkage-strain kinetics during setting of PMMA/MMA biomaterial formulations. *Biomaterials,* 26, 197-204.

89) SIMONSEN, R., THOMPSON, V. & BARRACK, G. 1993. The etched cast restoration-clinical techniques and long-term results. *Quintessence Int,* 24, 116-19.

90) SMYD, E. S. 1955. Wax, refractory investments and related subjects in dental technology. *The Journal of Prosthetic Dentistry,* 5, 514-526.

91) SOKUCU, O., SISO, S. H., OZTURK, F. & NALCACI, R. 2010. Shear bond strength of orthodontic brackets cured with different light sources under thermocycling. *European journal of dentistry,* 4, 257.

92) SORENSEN, J. A. 1990. A standardized method for determination of crown margin fidelity. *J Prosthet Dent,* 64, 18-24.

93) SORIANI, N. C., LEAL, M. B., PAULINO, S. M., PAGNANO, V. O. & BEZZON, O. L. 2007. Effect of the use of die spacer on the marginal fit of copings cast in NiCr, NiCrBe and commercially pure titanium. *Brazilian dental journal,* 18, 225-230.

94) STRUTZ, J. M., WHITE, S. N., YU, Z. & KANE, C. L. 1994. Luting cement-metal surface physicochemical interactions on film thickness. *J Prosthet Dent,* 72, 128-32.

95) SUBASI, G., OZTURK, N., INAN, O. & BOZOGULLARI, N. 2012. Evaluation of marginal fit of two all-ceramic copings with two finish lines. *Eur J Dent,* 6, 163-8.

96) SULAIMAN, F., CHAI, J., JAMESON, L. M. & WOZNIAK, W. T. 1997. A comparison of the marginal fit of In-Ceram, IPS Empress, and Procera crowns. *Int J Prosthodont,* 10, 478-84.

97) SUMMITT, J. B. & DOS SANTOS, J. 2006. *Fundamentals of operative dentistry: a contemporary approach*, Quintessence Pub.

98) TAN, P. L., GRATTON, D. G., DIAZ-ARNOLD, A. M. & HOLMES, D. C. 2008. An in vitro comparison of vertical marginal gaps of CAD/CAM titanium and conventional cast restorations. *J Prosthodont,* 17, 378-83.

99) TANOUE, N., KOISHI, Y., ATSUTA, M. & MATSUMURA, H. 2003. Properties of dual-curable luting composites polymerized with single and dual curing modes. *J Oral Rehabil,* 30, 1015-21.

100) TJAN, A. H., CASTELNUOVO, J. & SHIOTSU, G. 1997. Marginal fidelity of crowns fabricated from six proprietary provisional materials. *The Journal of prosthetic dentistry,* 77, 482-485.

101) UTZ, K. H., GRUNER, M. & VOTHKNECHT, R. 1989. [Cervical discrepancies and closeness of marginal fit of full cast crowns in correlation with the luting agent used]. *Dtsch Zahnarztl Z,* 44, 901-4.

102) VALDERRAMA, S., VAN ROEKEL, N., ANDERSSON, M., GOODACRE, C. J. & MUNOZ, C. A. 1994. A comparison of the marginal and internal adaptation of titanium and gold-platinum-

palladium metal ceramic crowns. *The International journal of prosthodontics,* 8, 29-37.

103) WALDMEIER, M. & GRASSO, J. 1992. Light-cured resin for post patterns. *The Journal of prosthetic dentistry,* 68, 412-415.

104) WANG, C. J., MILLSTEIN, P. L. & NATHANSON, D. 1992. Effects of cement, cement space, marginal design, seating aid materials, and seating force on crown cementation. *J Prosthet Dent,* 67, 786-90.

105) WATTS, D. & SILIKAS, N. 2005. In situ photo-polymerisation and polymerisation-shrinkage phenomena. *Dental Hard Tissues and Bonding.* Springer.

106) WHITE, S. N. & KIPNIS, V. 1993. Effect of adhesive luting agents on the marginal seating of cast restorations. *J Prosthet Dent,* 69, 28-31.

107) WHITWORTH, J., MAKHANI, S. & MCCABE, J. 1999. Cure behaviour of visible light-activated pattern materials. *International endodontic journal,* 32, 191-196.

108) WITKOWSKI, S., KOMINE, F. & GERDS, T. 2006. Marginal accuracy of titanium copings fabricated by casting and CAD/CAM techniques. *J Prosthet Dent,* 96, 47-52.

109) ZELTSER, C., LEWINSTEIN, I. & GRAJOWER, R. 1985. Fit of crown wax patterns after removal from the die. *The Journal of prosthetic dentistry,* 53, 344-346.

110) ZORTUK, M., BOLPACA, P., KILIC, K., OZDEMIR, E. & AGULOGLU, S. 2010. Effects of Finger Pressure Applied By

Dentists during Cementation of All-Ceramic Crowns. *Eur J Dent,* 4, 383-8.

111) أبوسمرة، ل. الشعراني، ف. 2009. دراسة تأثير خبز الخزف في الانطباق الحفافي في التيجان الخزفية – المعدنية (دراسة مخبرية). رسالة ماجستيرفي قسم التعويضات الثابتة– كلية طب الأسنان – جامعة دمشق.

112) أبوعلي، ي. مراد، ل. 2013. مقارنة الانطباق الحفافي والداخلي لكل من القلنسوات الشمعية والمعدنية المصنعة بتقنيتي WAX/CAD-CAM, WAX/CAST (دراسة مخبرية). رسالة ماجستيرفي قسم التعويضات الثابتة– كلية طب الأسنان – جامعة دمشق.

113) طمزوق، ر. علاَّف، م. 2013. تأثير طريقة التصنيع في الانطباق الحفافي في الترميمات الخزفية الخالية من المعدن (دراسة مخبرية). رسالة ماجستير في قسم التعويضات الثابتة– كلية طب الأسنان – جامعة دمشق.

114) عجيب، غ. الشعراني، ف. 1999. تأثير الأنواع المختلفة لأسمنت الإلصاق في الانطباق الحفافي للترميمات المصبوبة. رسالة ماجستير في قسم التعويضات الثابتة– كلية طب الأسنان – جامعة دمشق.

115) عيد، ع. الشعراني، إ. 2003. دراسة مقارنة بين الصفائح القاعدية المصنوعة من الأكريل ذاتي التصلب وصفائح الأكريل المصلبة ضوئياً وصفائح PMMA الجاهزة. رسالة ماجستير في قسم التعويضات المتحركة – كلية طب الأسنان – جامعة دمشق.

116) المقداد، أ. العادل، ع. 2010. مقارنة الانطباق الحفافي لتيجان الزركونيوم المصنعة بواسطة الكمبيوتر CAD/CAM والمصنعة بآلية النسخ اليدوي (دراسة مخبرية). رسالة ماجستيرفي قسم التعويضات الثابتة– كلية طب الأسنان – جامعة دمشق.

117) الملاح، ف. مراد، ل. 2014. تأثير ربط نواقل الزرعات وتقانة تسجيل الطبعة ونوع المادة الطابعة في دقة الأمثلة النهائية للتعويضات فوق الزرع (دراسة مخبرية). رسالة ماجستيرفي قسم التعويضات الثابتة– كلية طب الأسنان – جامعة دمشق.

118) ناصر الدين، م. الشعراني، ف. 2012. تأثير درجة ميلان الجدران المحضرة على انطباق قلنسوات تيجان الزركون المصنعة بتقنية CAD/CAM (دراسة مخبرية). رسالة ماجستيرفي قسم التعويضات الثابتة– كلية طب الأسنان – جامعة دمشق.

الملخص :

المقدمة: يعتبر الانطباق الحفافي عاملاً رئيسياً في تقييم نجاح التعويض. هناك العديد من العوامل المؤثرة على دقة الانطباق الحفافي للتعويض، وتعد مرحلة بناء النموذج ودقة المواد المستخدمة في هذه المرحلة أحد العوامل المهمة للحصول على تعويض نهائي مقبول سريرياً.

الهدف من البحث: تهدف هذه الدراسة إلى تقييم دقة الانطباق الحفافي لنماذج التيجان الكاملة والمصنوعة من الشمع والراتنج ذاتي التماثر والراتنج ضوئي التماثر بعد البناء مباشرةً وبعد ثلاثة أيام، وتأثر انطباق هذه المواد بوسط التخزين (ماء ، هواء) بعد ثلاثة أيام.

المواد والطرائق: تم تحضير قضيب نحاسي قطره 10 ملم بواسطة مخرطة صناعية لينتج 60 دعامة محضرة بكتف 1ملم وميلان جدران 6^0 وارتفاع 6 ملم. تم بناء 20 نموذج من الشمع و 20 نموذج من الراتنج ذاتي التماثر و 20 نموذج من الراتنج ضوئي التماثر، وتم تقسيم كل مجموعة من المواد إلى قسمين متساويين بناءً على وسط التخزين (ماء، هواء)، ثم قيست الفرجة الحفافية لكل عينة عند 50 نقطة بعد البناء مباشرةً وبعد ثلاثة أيام من التخزين في الوسط المحدد لكل عينة. استخدم المجهر الضوئي (travelling microscope) بقوة تكبير 40X لقياس الفرجة الحفافية. تم إجراء اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار الفرجة الحفافية، ومقدار ونسبة التغير في الفرجة الحفافية بين مجموعة النماذج الشمعية ومجموعة النماذج الراتنجية ذاتية التماثر ومجموعة النماذج الراتنجية ضوئية التماثر عند مستوى الثقة 95% متبوعاً باختبار Bonferroni، كما تم إجراء اختبار T ستيودنت

للعينات المترابطة والمستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار الفرجة الحفافية بين مرحلتي ووسطي التخزين.

النتائج: أشارت التحاليل الإحصائية إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية بمتوسط الفرجة الحفافية بين مجموعات النماذج المدروسة (النماذج الشمعية والراتنجية ضوئية التماثر والراتنجية ذاتية التماثر) عند مستوى الثقة 95% ($P< 0.05$).

كما وُجدت فروق دالة إحصائياً في متوسط مقدار الفرجة الحفافية بين المرحلتين المدروستين (بعد البناء مباشرة وبعد ثلاثة أيام من التخزين)، وبين الوسطين المدروسين (هواء، ماء). حيث زادت الفرجة الحفافية لجميع النماذج بعد التخزين في الهواء لمدة ثلاثة أيام فقد كانت قيمة المتوسط الحسابي للفرجة الحفافية لمجموعة النماذج الشمعية 8.32 ميكروناً بعد البناء مباشرةً وزادت بدلالة إحصائية لتصبح 11.42 ميكروناً بعد التخزين في الهواء لمدة ثلاثة أيام، وبالنسبة لمجموعة النماذج الراتنجية ذاتية التماثر كانت قيمة المتوسط الحسابي للفرجة الحفافية 14.71 ميكروناً بعد البناء مباشرةً وزادت بدلالة إحصائية لتصبح 16.52 ميكروناً بعد التخزين في الهواء لمدة ثلاثة أيام، أيضاً بالنسبة لمجموعة النماذج الراتنجية ضوئية التماثر كانت قيمة المتوسط الحسابي للفرجة الحفافية 13.05 ميكروناً بعد البناء مباشرةً وزادت الفرجة الحفافية بدلالة إحصائية لتصبح 13.45 ميكروناً بعد التخزين في الهواء لمدة ثلاثة أيام.

أما بعد التخزين في الماء زادت الفرجة الحفافية للنماذج الشمعية، بينما قلت الفرجة الحفافية للنماذج الراتنجية ذاتية وضوئية التماثر فقد كانت قيمة المتوسط الحسابي للفرجة الحفافية

لمجموعة النماذج الشمعية التي خزنت لاحقاً بالماء 8.16 ميكروناً بعد البناء مباشرةً وزادت بدلالة إحصائية لتصبح 11.62 ميكروناً، وكانت قيمة المتوسط الحسابي للفرجة الحفافية لمجموعة النماذج الراتنجية ذاتية التماثر 15.48 ميكروناً بعد البناء مباشرةً وقلت الفرجة الحفافية بدلالة إحصائية لتصبح 14.18 ميكروناً بعد التخزين في الماء لمدة ثلاثة أيام، أيضاً كانت قيمة المتوسط المتوسط الحسابي للفرجة الحفافية لمجموعة النماذج الراتنجية ضوئية التماثر التي خزنت لاحقاَ في الماء 12.84 ميكروناً بعد البناء مباشرةً وقلت بدلالة إحصائية لتصبح 11.72 ميكروناً بعد التخزين في الماء لمدة ثلاثة أيام.

الاستنتاجات: أظهرت جميع المجموعات قيماً مقبولة سريرياً. وأظهرت مجموعة النماذج الشمعية انطباقاً حفافياً أفضل بعد البناء مباشرةً وبعد ثلاثة أيام من التخزين في الهواء تلتها مجموعة النما ذج الراتنجية ضوئية التماثر وأخيراً مجموعة النماذج الراتنجية ذاتية التماثر. بالرغم من أن مجموعة النماذج الشمعية أبدت أكبر نسبة تغير في مقدار الفرجة الحفافية في وسطي التخزين (ماء، هواء). بينما أبدت النماذج الراتنجية ثباتاً في الأبعاد أفضل خلال فترة التخزين مقارنةً بالنماذج الشمعية.

الكلمات المفتاحية: انطباق حفافي، شمع النماذج، راتنج ذاتي التماثر، راتنج ضوئي التماثر.

Abstract:

Introduction: Marginal adaptation is a major factor in determining the success of the prosthesis. There are many factors the affecting the marginal adaptation of the prosthesis, crown pattern fabrication and the accuracy of the pattern materials used are important factors that can affect the marginal fit of the final prosthesis.

Aim of the study: Compare the marginal fit of the patterns fabricated from wax, autopolymerized acrylic resin and light polymerized acrylic resin pattern immediately after the fabrication and after three days storage in air and water.

Materials and methods: Copper rod (10 mm diameter) were prepared by milling machine to produce 60 prepared abutment with 1mm shoulder, 6^0 walls taper and 6mm walls height. 20 patterns were fabricated from each material (wax, autopolymerized and light cured acrylic resin materials) and the each group of the materials was divided in to two subgroup according to the storage medium (air, water). The marginal gap of each pattern was measured in 50 locations using

travelling microscope(40X) immediately and after three days of storage. Data were analyzed with a one – way analysis of variance (ANOVA) at a confidence level 95%, followed by Bonferroni. T student test also was utilized.

Results: A statistically significant difference was found in the mean of marginal gap between the patterns (wax, autopolymerized and light polymerized acrylic resin materials). Also there was statistically significant difference between the periods of the measurements (immediately, after 3 days) and between the storage mediums (air, water). The marginal gap increased statistically after the storage in air for 3 days, as the mean of the marginal gap of the wax patterns immediately after fabrication was 8.32 micron and increased statistically after storage in air to become 11.42 micron, and the mean of marginal gap of the autopolymerized acrylic resin patterns immediately after fabrication was 14.71 micron and increased statistically after storage in air to become 16.52 micron, while the mean of marginal gap of light

polymerized acrylic resin immediately after fabrication was 13.05 micron and increased statistically after storage in air to become 13.45 micron.

The mean of the marginal gap of the patterns that stored in water for 3 days statistically decreased with the exception of the wax patterns, as the mean of the marginal gap of wax patterns immediately after fabrication was 8.16 micron and increased statistically after storage in water to become 11.62 micron, and the mean of the marginal gap of autopolymerized acrylic resin immediately after fabrication was 15.48 micron and decreased statistically after storage in water to become 14.18 micron, while the mean of the marginal gap of the light cured acrylic resin immediately after fabrication was 12.84 micron and decreased statistically after storage in water to become 11.72 micrn.

Conclusions: All the groups in this study revealed clinically acceptable values, and the wax patterns group showed the greatest marginal fit immediately after fabrication and after 3 days of storage in air followed by light polymerized acrylic resin then the autopolymerized acrylic resin.

The wax patterns group showed the greatest percentage of change in the marginal gap during storage time, while the resin patterns are less affected by storage time.

Keywords: Marginal fit, Pattern wax, Auto-polymerized resin, Light cured resin.