الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
كلية طب الأسنان
قسم التعويضات الثابتة

تأثير درجة ميلان الجدران المحضرة على انطباق قلنسوات تيجان الزركون المصنعة بتقنية CAD/CAM

(دراسة مخبرية)

Influence of preparation taper on the fit of CAD/CAM fabricated zirconia crown copings

(In-vitro study)

أطروحة قدمت إلى جامعة دمشق لنيل درجة الماجستير

في اختصاص تعويضات الأسنان الثابتة

إعداد

مصعب ناصر الدين

إشراف الأستاذ الدكتور

فندي الشعراني

1434 هـ/2012م

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"

قال تعالى :"وما أوتيتم من العلم إلا قليلاً"

الإسراء 85

الإهداء

إلى نبع العطاء والحنان....

إلى من تعجز الكلمات عن شكرهما، وينبض القلب بحبّهما

والدتي ووالدي

إلى من كان سنداً قوياً لي....

إلى من وقف بجانبي في رحلة عمري

إخوتي

إلى من أنار دربي بالعلم ومهّد الطريق إليه....

إلى بستان المعرفة المزهر

أساتذتي

إلى من أشدّ بهم عضدي

أصدقائي

كلمة شكر

بعد الحمد والشكر لله تعالى، لا يسعني إلّا أن أتقدم بفائق الشّكر والامتنان لأساتذتي الأفاضل الّذين قدّموا الكثير في سبيل الارتقاء بالعلم والعمل، وأبدأ بأستاذي المشرف الأب والمعلم الأستاذ الدكتور **فندي الشعراني** الأستاذ في قسم تعويضات الأسنان الثابتة في كلّيّة طب الأسنان بجامعة دمشق؛ الّذي ساعدني على إنجاز هذا البحث و تجاوز كلّ العقبات، فله مني كل الشكر و الاحترام والتقدير، كما أتوجه بالشكر إلى الدّكتور **محمد فيصل السبيعي**، المدرس في قسم تّعويضات الأسنان الثّابتة على الجهد الذي بذله خلال فترة إنجاز هذا البحث بما قدمه من نصائح وإرشادات.

وأتقدم بالشّكر إلى عضو لجنة الحكم الدّكتور **جهاد أبو نصار** الأستاذ المساعد في قسم التّيجان والجسور في كلّيّة طب الأسنان بجامعة دمشق، والذي يُشرّفني بالمشاركة في تقييم وتقويم هذا العمل، والذي أعطاني من وقته وعلمه ونصائحه الكثير.

كما أشكر عضو لجنة الحكم الدّكتور **عصام جاموس** المدرس في قسم التّعويضات الثّابتة في كلّيّة طبّ الأسنان بجامعة دمشق؛ والذي كان على الدّوام الأخ الّذي ألجأ إليه وأطلب من علمه ومن نصائحه القيِّمة، فله منّي كلّ شكرٍ وتقدير.

وكل الشكر والامتنان للأستاذ المساعد الدكتور **إياد سويد** على ما قدمه لي من عون ومساعدة ووقوفه إلى جانبي في كل الأوقات وما قدمه لي من نصائح وإرشادات.

وأتوجه بالشّكر والاحترام والتّقدير للأستاذ المساعد الدكتور **نبيل الحوري**، رئيس قسم التّعويضات الثّابتة في كلّيّة طبّ الأسنان بجامعة دمشق، و لجميع الأساتذة في قسم تعويضات الأسنان الثابتة.

و أشكر إدارة الكلية ممثلة بالأستاذة الدكتورة **رزان خطاب** عميدة كلية طب الأسنان، و الأستاذ الدكتور **إياد الشعراني** نائب عميد كلية طب الأسنان للشؤون العلمية، و الأستاذ الدكتور **ياسر مدلل** نائب عميد كلية طب الأسنان للشؤون الإدارية لما أبدوه من تفهم ومساعدة في دفع عجلة البحث العلمي للأمام

ولا أنسى أن أشكر الدكتور **خليل عزيمة** لمساعدته في إتمام القياسات المجهرية في كلية الهندسة الميكانيكية.

و لا يسعني إلا أن أشكر زملائي الدكتور وائل جبري و الدكتور أنس الهندي و الدكتور منصور أبو القصب لمساعدتهم لي في إتمام النواحي العملية في البحث.

1- قائمة المحتويات

الصفحة

قائمة الأشكال.....	5
قائمة الجداول.....	7
قائمة المخططات.....	8
المقدمة.....	9
هدف البحث.....	12
الباب الأول:المراجعة النظرية	13
1-1 الانطباق الحفافي.....	14
1-1-1مصطلحات الانطباق الحفافي.....	14
1-1-2 العوامل المؤثرة في تقييم الانطباق الحفافي.....	16
1-1-3 طرق قياس الانطباق الحفافي.....	17
1-1-3-1 طريقة الرؤية المباشرة.....	17
1-1-3-2 طريقة المقاطع الطوليّة.....	18
1-1-3-3 تقنية النسخة المطابقة للاسمنت.....	19
1-1-3-4 استخدام المسبر والفحص بالنظر.....	19
1-1-3-5 التصوير الشعاعي.....	20

1-1-3-6 جهاز البروفيلوميتر profilometer.....	20
1-1-4 القياس المقبول سريرياً للانطباق الحفافي.....	20
1-2 الانطباق الداخلي.....	22
1-3 الزيركونيا	24
1-3-1 مقدمة.....	24
1-3-2 الخواص البنيوية.....	25
1-3-3 استطبابات استخدام الزيركونيا في المعالجات السنية	26
1-4 الـCAD/CAM	28
1-4-1 تعريف المصطلح.....	28
1-4-2 تطور أنظمة الـ CAD/CAM.....	28
1-4-3 استعراض لأنظمة الـ CAD/CAM المعروفة.....	30
1-4-4 مواد الترميم في (CAD/CAM).....	31
1-4-5 المرقمات والماسحات.....	33
1-5 الدراسات السابقة.....	35
الباب الثاني: مواد و طرائق البحث	40
2-1 العينة.....	41
2-2 مواد البحث.....	42

2-3 أجهزة البحث.....	44
2-4 طريقة تحضير العينة.....	47
2-5 قياس الانطباق الداخلي.....	50
2-6 قياس الانطباق الحفافي.....	55
الباب الثالث : النتائج	59
3-1 وصف العينة.....	60
3-2 الدراسة الإحصائية التحليلية.....	61
3-2-1 دراسة المسافة الداخلية.....	61
3-2-1-1 دراسة تأثير درجة ميلان الجدران على مقدار المسافة الداخلية (بالميكرون) وفقاً للمنطقة المدروسة.....	62
3-2-1-2 نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA	62
3-2-1-3 دراسة اختلاف مقدار المسافة الداخلية (بالميكرون) في المناطق المدروسة للسطح الداخلي وفقاً لدرجة ميلان الجدران	64
3-2-1-4 نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA	65
3-2-1-5 نتائج المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni للانطباق الداخلي.....	66
3-2-2 دراسة الانفتاح الحفافي.....	68
3-2-2-1 دراسة تأثير المجموعة المدروسة على مقدار الانفتاح الحفافي	68
3-2-2-2 اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA للانطباق الحفافي	69

3-2-2-3 نتائج المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط مقدار الانفتاح الحفافي.....	69
3-3 دراسة تأثير العلاقة بين مقدار الانفتاح الحفافي ومقدار المسافة الداخلية في عينة البحث وفقاً للمجموعة المدروسة والمنطقة المدروسة....	71
الباب الرابع : المناقشة	74
4-1 مناقشة مواد و طرائق البحث.....	75
4-2 مناقشة اختبارات قياس دقة الانطباق.....	76
4-3 مناقشة نتائج البحث.....	77
4-4 العوامل المؤثرة في الاختلاف والتوافق مع الدراسات الأخرى	81
الباب الخامس: الاستنتاجات	82
الباب السادس: التوصيات و المقترحات	84
الباب السابع: المراجع	87
الملخص بالعربية	102
الملخص بالانكليزية	105
الملحق	

2- قائمة الأشكال:

	الصفحة
شكل (1-1): شكل ترسيمي يوضح الفجوة الحفافية و المسافة الداخلية	15
شكل (1-2):شكل ترسيمي يوضح التباين الحفافي المطلق.	15
شكل (1-3):شكل يوضح التباين الحفافي المطلق في حال وجود حواف زائدة أو ناقصة	16
شكل (1-4):شكل يوضح التباين الحفافي المطلق في حال عدم وجود امتداد زائد أو ناقص للحواف مع انفتاح حفافي	16
شكل(1-4) الشكل بلورات الزيركونيا عند مختلف درجات الحرارة	26
شكل (2-1):شكل ترسيمي للدعامات المعدنية يوضح أبعاد الدعامات و درجات ميلان الجدران المستخدمة	42
شكل (2-2): صورة لقوالب الزيركونيا المستخدمة.	43
شكل (2-3):صورة لبخاخ الـScan Marker من شركة Amanngirbach	43
شكل (2-4):صورة لنوعي المطاط التي استخدمت في قياس الانطباق الداخلي	44
شكل (2-5): صورة للاسمنت المستخدم في عمليات الإلصاق.	44
شكل (2-6): صورة للمخرطة الصناعية التي استخدمت في تصنيع الدعامات المعدنية	45
شكل (2-7):صورة لجهاز النحت الآلي Ceramill-motion	46
شكل (2-8): فرن التلبيد من شركة Amanngirbach.	46
شكل (2-9): المجهر الضوئي OLYMPUS BX41	47
شكل (2-10):مدفع مطاط رخو	47
شكل (2-11):جهاز تطبيق قوى الضغط	48

شكل (2-12):صورة لإحدى الدعامات المعدنية بزاوية تحضير 10°	48
شكل (2-13):صورة لإحدى الدعامات المعدنية بزاوية تحضير 10°بعد إجراء حفرة عليها	49
شكل (2-14): صورة للمجموعة A	50
شكل (2-15): صورة للمجموعة A بعد وضع القلنسوات عليها.	50
شكل (2-16): صورة للمجموعة B	50
شكل (2-17): صورة للمجموعة B بعد وضع القلنسوات عليها	51
شكل (2-18): صورة للمجموعة C	51
شكل (2-19): صورة للمجموعة C بعد وضع القلنسوات عليها	51
شكل (2-20): مراحل العمل لتحضير العينات من أجل قياس الانطباق الداخلي	51
شكل (2-21): شكل ترسيمي يوضح النقاط التي تم قياس المسافة الداخلية عندها	54
شكل (2-22):صورة لقياس المسافة الداخلية عند الزاوية الداخلية للكتف	55
شكل (2-23):صورة لقياس المسافة الداخلية في منطقة السطح الإطباقي	55
شكل (2-24): صورة لقياس المسافة الداخلية في منطقة الجدران المحورية.	56
شكل (2-25): مراحل إلصاق العينات بالاسمنت الزجاجي الشاردي	57
شكل (2-26): صورة تظهر الانفتاح الحفافي لإحدى العينات	58
شكل (2-27): صورة تظهر الانفتاح الحفافي لإحدى العينات	58
شكل (2-28):صورة لقياس الانفتاح الحفافي للإحدى العينات و يظهر الاسمنت بوضوح بعد تلوينه	59
شكل (2-29):صورة تظهر تشوش الرؤية في التفريق بين الزيركونيا و الاسمنت قبل تلوين الاسمنت	59

3- قائمة الجداول:

الصفحة

جدول (1-1): محاسن ومساوئ طريقتي الرؤية المباشرة والمقاطع الطوليّة	19
جدول (1-2): بعض أنظمة الـCAD/CAM وتاريخ إصدارها و آلية عملها	31
جدول (1-3): جدول يوضح المواد المستخدمة في أنظمة الـ CAD/CAM	32
جدول (3-1) يبين توزع عينة البحث وفقاً للمجموعة المدروسة	61
جدول (3-2) يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري لمقدار المسافة الداخلية (بالميكرون) في عينة البحث وفقاً للمجموعة المدروسة والمنطقة المدروسة.	62
جدول (3-3) يبين نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار المسافة الداخلية (بالميكرون) بين المجموعات المدروسة في عينة البحث وفقاً للمنطقة المدروسة.	64
جدول (3-4) يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري لمقدار المسافة الداخلية (بالميكرون) في عينة البحث وفقاً للمنطقة المدروسة والمجموعة المدروسة.	65
جدول (3-5) يبين نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار المسافة الداخلية (بالميكرون) بين مجموعات المنطقة المدروسة في عينة البحث وفقاً للمجموعة المدروسة	66
جدول (3-6) يبين نتائج المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط مقدار المسافة الداخلية بين مجموعات المنطقة المدروسة في عينة البحث	67
جدول (3-7) يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري لمقدار الانفتاح الحفافي (بالميكرون) في عينة البحث وفقاً للمجموعة المدروسة	69
جدول (3-8) يبين نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار الانفتاح الحفافي (بالميكرون) بين المجموعات المدروسة في عينة البحث	70
جدول (3-9) يبين نتائج المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط مقدار الانفتاح الحفافي بين المجموعات المدروسة في عينة البحث	70
جدول (3-10) يبين نتائج حساب قيم معاملات الارتباط بيرسون لدراسة طبيعة العلاقة بين مقدار الانفتاح الحفافي ومقدار المسافة الداخلية في عينة البحث، وذلك وفقاً للمجموعة المدروسة والمنطقة المدروسة	72

4- قائمة المخططات:

	الصفحة
مخطط (3-1) يمثل النسبة المئوية لتوزع عينة البحث وفقاً للمجموعة المدروسة	61
مخطط (3-2) يمثل المتوسط الحسابي لمقدار المسافة الداخلية (بالميكرون) في عينة البحث وفقاً للمجموعة المدروسة والمنطقة المدروسة	64
مخطط (3-3) يمثل المتوسط الحسابي لمقدار المسافة بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية (بالميكرون) في عينة البحث وفقاً للمنطقة المدروسة والمجموعة المدروسة	66
مخطط (3-4) يمثل المتوسط الحسابي لمقدار الانفتاح الحفافي (بالميكرون) في عينة البحث وفقاً للمجموعة المدروسة	69

المقدمة

Introduction

ازداد الطلب خلال العقد الأخير على التعويضات السنية الخزفية الخالية من المعدن، والمتوافقة حيوياً، والتي تتصف بالمقاومة العالية، والمظهر الطبيعي، والانطباق الجيد. لأن المرضى أصبحوا أكثر وعياً، وأشد إلحاحاً في الحصول على تعويضات تعطي نتائج تجميلية أفضل.

إن ضعف النواحي التجميلية الناجم عن استخدام الترميمات الخزفية المعدنية أدى إلى البحث عن موادٍ ترميميةٍ جديدةٍ، لها خصائص فيزيائيةٌ عاليةٌ، إضافةً إلى صفاتها التجميلية. وهذا ما جعل الشركات تطرح أنظمة عديدة للتعويضات الخزفية الخالية من المعدن. إن استخدام مثل هذه المواد كان محصوراً في المنطقة الأمامية نظراً لمحدودية إمكانياتها الميكانيكية، وكان التحدي الأكبر هو إنجاز جسرٍ خلفي دون دعمٍ معدني. يتميز بالاستقرار الكيميائي، و التلاؤم الحيوي، و الخصائص البصرية المشابهة للأسنان، كما يؤمن الدعم الأساسي للخزف المغطي للجسر، وهنا برز دور الزيركونيا الهام في مثل هذه التعويضات.

إن نجاح هذه التعويضات يتعلق بشكل أساسي بمدى ديمومتها في خدمة المريض، وهذا الأمر مرتبط بعدد من العوامل منها دقة الحواف، وذلك لأن الانطباق الحفافي السيّء يسمح بالتسرب تحت الجسر، وبالتالي يؤدي لنخر الدعامة و إصابة النسج الداعمة (Lang *et al.*,1983).

تتأثر دقة حواف الترميم بـ :

1- شكل التحضير (Lin *et al.*, 1998).

2- خط الإنهاء: شكلاً و حجماً و موقعاً (Cho *et al.*, 2004).

3- المادة المرممة (Sulaiman *et al.*, 1997).

4- الإجراءات المتبعة سريرياً و مخبرياً (Balkaya *et al*., 2005).

أما فيما يتعلق بالانطباق الداخليّ؛ فإن ضعفه يؤدي إنقاص مقاومة الكسر، و نقص الثبات. وتعتبر مسافة 50-100 ميكرون مقبولة فيما يتعلق بالخصائص الفيزيائية و السريرية للاسمنتات الراتنجية (Molin *et al*., 1996).

تعتبر الترميمات ناجحةً، إذا كانت الفجوة الحفافية وسماكة الاسمنت أقل من 120 µm (Mormann *et al*., 1998). و تنشأ الفجوة الحفافية أو الداخلية إما خلال مرحلة التصميم Computer-aided design (CAD)، أو مرحلة التصنيع computer aided manufacturing (CAM)(Person *et al*., 2006).

يرى Chan أن الزوايا الأقل في التحضير ربما لا تتناسب مع السماكة المثالية للاسمنت؛ وهذا ينجم عنه انفتاح حفافي (Chan *et al*., 2005).

إن عملية المسح وشكل التحضير يمكن أن تلعب دوراً هاماً في النجاح السريري للتعويض، وبالتالي يمكن أن تؤثر زوايا التحضير في تقييم دقة أنظمة الـ CAD/CAM.

الهدف من البحث

Aim of study

يهدف هذا البحث إلى إجراء دراسةٍ مخبريةٍ لمقارنة تأثير اختلاف درجة ميلان جدران الأسنان المحضرة (10°،14°،20°) على الانطباق الحفافي و الداخلي لقلنسوات الزيركونيا المصنعة بتقنية الـ CAD/CAM.

الباب الأول

المراجعة النظرية

Literature Review

1-1 الانطباق الحفافي

Marginal fit

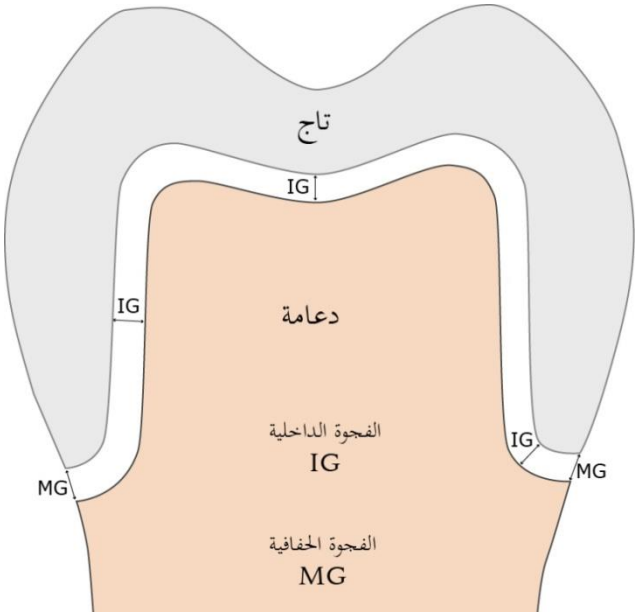
يعد الانطباق الحفافي من أهم عوامل نجاح أي تعويضٍ ثابت، إذ أن سوء الانطباق الحفافي يسمح بتراكمٍ متزايدٍ للويحة الجرثومية عند الحواف، مما يؤدي إلى نخورٍ، و التهاباتٍ لثويةٍ؛ ومن ثمَّ انحسارٍ لثويٍ وأمراض نسج داعمة (Grasso *et al*., 1985, Bader *et al*., 1991).كما أن النقص في امتداد الحواف يمكن أن يسبب نخوراً عند حواف التيجان (Felton *et al*.,1991).اعتبر Hung أن الانطباق الحفافي هو أهم معيارٍ يمكن أن يتخذه أطباء الأسنان لقبول ترميم الأسنان سريرياً (Hung *et al*., 1990).

اقترح Holmes عام 1989 بعض المصطلحات لتحديد الانطباق منها:

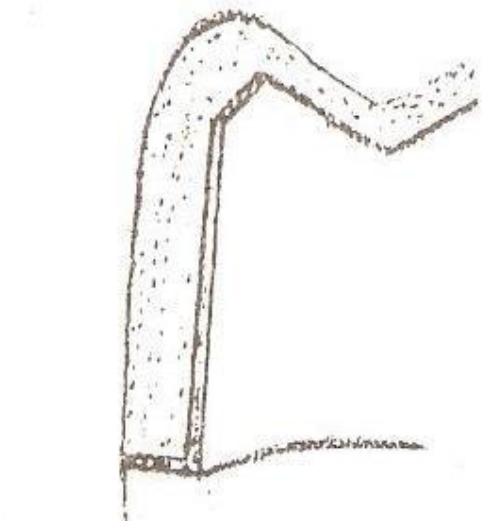
المسافة الداخلية internal gap: وهي المسافة العمودية بين السطح الداخلي للمرممة والجدار المحوري للسن شكل (1-1).

الفرجة الحفافية (marginal gap): وهي المسافة العمودية بين نهاية السطح الداخلي للمرمّمة وحافّة السن شكل (1-1).

وقد عبر (الشعراني،2012) عن الانطباق الحفافي **بالارتاج** و عرفه بالمسافة التي تفصل السطح الداخلي للتاج عن السطح الخارجي للتحضير شريطة تأمين الاستمرارية بين الجزء أو السطح غير المحضر من السن و التاج أو الترميم شكل (1-2).



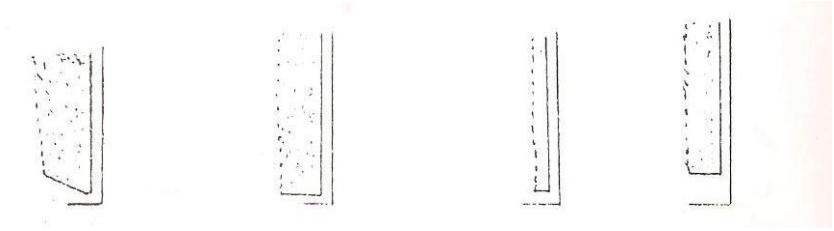
شكل (1-1): شكل ترسيمي يوضح الفجوة الحفافية و المسافة الداخلية



شكل (1-2): شكل ترسيمي للشكل الصحيح لمنطقة اتصال التاج مع السن (الشعراني،1994)

بين Groten صعوبة وصف فراغٍ معيّن بتعريفٍ وحيدٍ نتيجة الاختلافات الشكليّة (morphologic differences)، وتدوُّر الحواف أو عدمه، أو وجود بعض العيوب

(defects)، وهذا هو أحد الأسباب الجوهرية للتنوّع الكبير في نتائج الباحثين (Groten *et al.*, 1997).



شكل (1-3): الأشكال الخطأ لمنطقة اتصال التاج مع السن عند الحدود العنقية (الشعراني،1994)

كما وضّح Groten أهمية تحديد عدد النقاط التي سيتم قياسها عند حواف التاج لتحديد مقدار الفرجة الحفافية بين التاج والسن، واقترح اتخاذ 50 نقطة قياسٍ على كامل محيط السن، للحصول على معلوماتٍ ذات فائدةٍ سريريةٍ عند قياس الفرجة الحفافية (Groten *et al.*, 2000).

1-1-2 العوامل المؤثرة في تقييم الانطباق الحفافي:

يعتمد تقييم الانطباق الحفافي للتيجان بشكلٍ عامٍ على عدّة عوامل(Beschnidt *et al.*, 1999):

1. هل ستلصق التيجان بالإسمنت أم لا.
2. مكان ومدّة حفظ العيّنة في حال تثبيتها بالإسمنت.
3. نوع الدعامات التي سيجرى عليها القياس.
4. نوع المجهر المستخدم ودرجة التكبير.
5. موقع وعدد نقاط القياس لكل تاج.

تراوحت البيانات المنشورة حول مقدار الفرجة الحفافية المقبولة سريرياً ما بين 30-200 ميكرون (Dedmon., 1982, Boeckler *et al*., 2005).

1-1-3 طرائق قياس الانطباق الحفافي method used to measure marginal fit:

1-1-3-1 طريقة الرؤية المباشرة Direct view:

وهي طريقةٌ سهلةٌ ومناسبةٌ، لا تُخرَّب فيها العينة، وتعتمد على قياس الفرجة الحفافية عند نقاط محدّدة مسبقاً باستخدام المجهر الضوئي (light microscope)، أو المجهر المجسِّم (stereomicroscope)، أو المجهر الالكتروني الماسح (scanning electron microscope).

لم يجد Groten فرقاً جوهرياً بين النتائج التي حصل عليها باستخدام المجهر الضوئي والمجهر الكتروني الماسح SEM (Groten *et al*., 1997).

استخدم van Rensburg هذه الطريقة 1986 لتقييم انطباق حواف الجسور الخزفية المعدنية، كما استخدمت في عدة دراسات لتقييم الانطباق الحفافي لأنظمة مختلفة من التيجان (Golden et al., 2005,Quintas et al., 2004,Yeo et al., 2003, Morris et al.,1992, Hung et al., 1990).

كما استخدمها (Ehrenberg et al., 2006)، و (Nejatidanesh et al., 2006) لفحص الانطباق الحفافي للتيجان المؤقّتة.

1-1-3-2 طريقة المقاطع الطوليّة Cross sections :

في هذه الطريقة تُثبَّت التيجان على التوأم أو السن الطبيعي المقلوع ، ثم تُغمَس في الراتنج (الإكريل أو الإيبوكسي)، وبعدها تُقَص للحصول على مقاطع طوليّة ، يمكن من خلالها دراسة الانطباق الحفافي أو الانطباق الداخلي للتاج.

استُخدمت هذه الطريقة لدراسة الانطباق الحفافي للتيجان الملصقة (Oruc *et al*., 2000, Holmes *et al*., 1996, Boyle *et al*., 1993, Vahidi *et al*., 1991, Strating *et al*., 1981) ولدراسة تأثير خطوط الإنهاء المختلفة على الانطباق الحفافي (Gavelis *et al*., 1981, Suárez *et al*., 2003, Jalalian *et al*., 2008).

يبيّن جدول (1-1) مقارنةً بين محاسن ومساوئ كلٍّ طريقةٍ من الطريقتين السابقتين (Sorensen., 1990).

جدول (1-1): محاسن ومساوئ طريقتي الرؤية المباشرة والمقاطع الطوليّة

الطريقة	المحاسن	المساوئ
الرؤية المباشرة	1. سهلة وسريعة التنفيذ. 2. لا تحتاج لخطوات إضافية. 3. تسمح بإجراء القياسات بعد كل مرحلة من مراحل صناعة التاج. 4. إجراء عدد أكبر من القياسات على التاج الواحد.	1. صعوبة تحديد وتكرار نقطة القياس عندما تكون الحافّة مدوّرة. 2. أقل دقّة نتيجة صعوبة إعادة كل التيجان بالوضعية نفسها على التوأم الرئيسي master die. 3. صعوبة تحديد الامتداد الزائد للحافّة. 4. احتمال أذيّة أو اهتراء حواف التوأم الرئيسي نتيجة الاستعمال المتكرّر.
المقاطع الطوليّة	1. إمكانية تحديد وتكرار نقاط القياس بدقّة أكبر حتّى عند تدوّر الحافّة. 2. إمكانية تحديد الامتداد الزائد للحافّة.	1. تستهلك وقت عمل إضافي. 2. العيّنة تُخَرَّب بسبب القص؛ لهذا لا يمكن قياس الانطباق الحفافي إلا في أماكن محددة.

		3. الحواف معرّضة للتشوّه أثناء القص. 4. عدد القياسات محدود ضمن أماكن محدودة للتاج الواحد.

1-1-3-3 تقنية النسخة المطابقة للاسمنت cement replica technique:

يتم حقن المطاط السيليكوني الرخو على السطح الداخلي الترميم، ويعاد التعويض إلى التوأم المطابق له. وبعد تصلب المطاط السيلكوني الرخو، يزال التعويض مع المطاط من التوأم، وتثبت الطبقة الرقيقة من المطاط السيليكوني الرخو بحقن مطاط سيليكوني رخو آخر و بلون مغاير، يتم بعدها إزالة كتلة المطاط من التعويض ومن الممكن غمرها بالراتنج، و تقص بعدها للحصول على مقاطع طولية، يمكن من خلالها دراسة الانطباق الحفافي أو الداخلي باستخدام المجهر الضوئي أو الالكتروني.(Grenade *et al*., 2011; Iwai *et al*., 2008; Coli&Karlsson, 2004)

1-1-3-4 استخدام المسبر والفحص بالنظر Visual examination :

يعتمد تقييم طبيب الأسنان للانطباق الحفافي سريرياً عادة على فحص الحواف بالنظر وباستخدام المسبر؛ حيث يمرّر مسبر حاد بين حافة التاج وحافّة السن لتحرّي وجود فراغ حفافي (منطقة عدم اتّصال) ، وتعتمد هذه الطريقة بشكل كبير على حدّة رأس المسبر ومهارة الطبيب (Assif *et al*., 1985, Buso *et al*., 2004, Morris *et al*., 1992).

لا يمكن للمسبر السنّي تحديد الفرجة الحفافية بشكلٍ دقيقٍ عندما تكون أقلَّ من 95 ميكرون (Dedmon *et al*., 1982)، كما أنّ الاستخدام المتكرّر للمسبر يقلّل من حدّة رأسه؛ مما يؤثّر سلباً على دقّة نتائج هذا النوع من الاختبارات (Morris *et al*., 1992).

1-1-3-5 التصوير الشعاعي:

يُلاحَظ بواسطته سوء الانطباق الحفافي في المناطق الملاصقة فقط (Weyns *et al*., 1984, Gustavsen *et al*., 1985, Assif *et al*., 1985). و لكنها غير دقيقة ويصعب فيها تحري الفرجة الحفافية إذا كانت أقل من 80 ميكرون (Schwartz, 1986).

1-1-3-6 جهاز Profilometer:

استخدم بعض الباحثين جهاز Profilometer لقياس الانطباق الحفافي (Mitchell *et al*., 2001, Limkangwalmongkol *et al*., 2007)، حيث يُستخدم رأس إبرة دقيق يتحرّك باتجاه عمودي للأعلى والأسفل ليرسم الفراغ ويُسَجَّل هذا التخطيط ليعطي فكرة عن مقدار الفرجة الحفافية، بينما اعتمد آخرون على جهاز إسقاط الصورة الجانبية (profile projector) لدراسة الانطباق الحفافي (Balkaya *et al*., 2005, Quintas *et al*., 2004).

1-1-4 القياس المقبول سريرياً للفرجة الحفافية:

تراوحت القياسات حول مقدار الفرجة الحفافية المقبولة سريرياً بين 30-200 ميكرون حسب العديد من الدراسات ولكن بدون أدلة علمية (Boeckler *et al*., 2005, Dedmon., 1982).

ويرى Leinfelder أن التباين الحفافي الذي يزيد عن 100 ميكرون يؤدي إلى ضياعٍ كبيرٍ في عامل الإلصاق (Leinfelder *et al*.,1989).

أما O'Neal فيذكر أن الأذية في عامل الإلصاق تحدث نتيجة تماس جزيئات الطعام مع اسمنت التثبيت عندما يكون مقدار الفرجة الحفافية أكبر من 100 ميكرون (O'Neal *et al*., 1993).

يتفق Hunter و Sorensen على أن الفرجة الحفافية يجب أن لا تزيد عن 50 إلى 100 ميكرون (Sorensen *et al*., 1992, Hunter *et al*., 1990).

كما اقترح Mclean أن الفجوة الحفافية للتعويضات الملصقة يجب أن تتراوح بين (25-40) ميكرون، و لكن تأمين فجوةٍ حفافيةٍ بهذا المقدار نادراً ما يتم تحقيقه سريرياً. و توصل McLean بعد دراسةٍ سريريةٍ لأكثر من 1000 تاج خلال خمس سنوات إلى أن الفرجة الحفافية التي لا تزيد عن 120 ميكرون مقبولةٌ سريرياً (McLean., 1971,1972).

تظهر بيانات الدراسات الحالية أنّ معظم أنظمة الـ CAD/CAM السنية قادرةٌ على إنتاج ترميمٍ بانطباقٍ حفافيٍ مقبولٍ أقلّ من 100 ميكرون (Ellingsen *et al*., 2002, Hertlein *et al*., 2003, Ariko *et al*., 2003)

1-2 الانطباق الداخلي

Internal fit

يعرف الانطباق الداخلي بأنه عرض مسافة الاسمنت بين السن والسطح الداخلي للترميم. ويعرفه آخرون بأنه مقدار الفجوة في السطح البيني (سن- ترميم) في الجدران المحورية. شكل (1-1)

و يعتبر انطباق الترميمات على الدعامات السنية واحداً من أهم العوامل المؤثرة على إنذار الترميمات (Walton *et al*., 1986, Silness *et al*., 1970).

تلعب المادة اللاصقة دوراً هاماً في ملء الحيز المجهري أو الفراغ الموجود بين التعويض والسن المحضر أو بين التعويض و دعامة الزرعة (Hill., 2007).

يؤدي ضعف الانطباق الداخلي للترميم إلى زيادة سماكة اسمنت التثبيت المستخدم؛ أي إضعاف الثبات الميكانيكي للترميم (Rekow *et al*., 2006).

حددت الجمعية الأمريكية لطب الأسنان ADA أن سماكة اسمنت الإلصاق للتيجان يجب أن لا تتجاوز 25 ميكرون عند استعمال اسمنتات Type I (fine particle size)، و لا تزيد عن 40 ميكرون عند استعمال اسمنتات Type II(medium particle size) (American Dental Association. ANSI/ADA Specification No. 8 for zinc phosphate cement., 1970).

توسع الاهتمام بالانطباق الداخلي منذ أن أصبح السطح الداخلي للتاج يتم الحصول عليه بالتصوير الثلاثي الأبعاد للسن المحضرة، و دقة التصوير لا تكون دائماً مقبولة (Hembree *et al*., 1995, Hickel *et al*., 1997).

يرى Leinfelder أن الفجوة البينية للاسمنتات الراتنجية يجب أن لا تتجاوز 100 ميكرون حيث أن الترميمات سيئة الانطباق تدعم بشكل أساسي باسمنت الإلصاق و بذلك تصبح ديمومتها أقل (Sjogren., 1995).

كما أن زيادة سماكة طبقة الاسمنت تحت التعويضات الخزفية ربما تنقص من دعم السن للترميم و هذا يزيد من خطر انكسار الخزف (Moline *et al*., 1986).

و على النقيض من ذلك فإن رقة سماكة طبقة الاسمنت تؤثر بشكل سلبي على ديمومة التعويضات (Rees&Jacobsen., 1992).

إن الإجهاد التقلصي الناتج عن تماثر الاسمنتات يكون تأثيره أوضح في حالة سماكة طبقة الاسمنت الرقيقة، و إذا وصل هذا الإجهاد إلى حدٍ معينٍ يمكن حصول فك التصاق مبكر(Feilzer *et al*., 1989, Rees., 1992).

و أجرى Tuntiprawn و Wilson دراسةً لتأثير سماكة طبقة الاسمنت على مقاومة الكسر، و أظهرت الدراسة أن مقاومة الكسر انخفضت عندما ازداد متوسط سماكة طبقة الاسمنت من 73 ميكرون إلى 122 ميكرون (Tuntiprawn& Wilson., 2004).

1-3 الزيركونيا Zirconia

1-3-1 مقدمة

إن كلمة زيركونيوم قد تكون مشتقة من الكلمة الفارسية (zargun) زاركون، والتي تعني ذهبي اللون ويعرف حاليا باسم (Hyacinth) وهو عبارةٌ عن حجرٍ كريمٍ برتقالي اللون محمرٍ.

اكتشف ثنائي أوكسيد الزيركون (الزيركونيا) من قبل كيميائي ألماني اسمه Martin Heinrich Klaproth عام 1789 مصادفة عندما كان يقوم ببعض الإجراءات التي تتضمن تسخين بعض الأحجار الكريمة (Piconic *et al.*, 1999).

استخدم الزيركونيا لأول مرة كمادة حيويةٌ خزفيةٌ كرأس كرةٍ في عمليات الاستبدال الكلي لمفصل الورك (Liu *et al.*, 1993).

و في تقييمٍ مخبريٍّ للقدرة المسرطنة لخزف الزيركويوم شديد النقاوة ، أثبت أنه لا يسبب أي تأثيراتٍ على الخلايا (Covacci *et al.*, 1999).

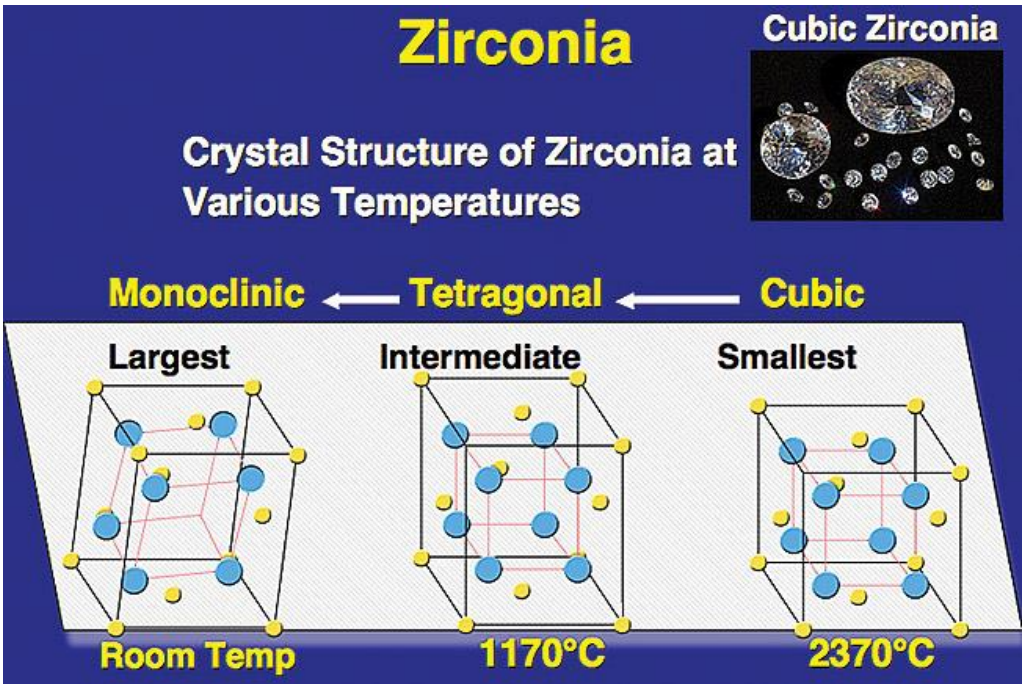
استخدمت مادة الزيركونيا كأوتادٍ جذريةٍ، و دعائم زرعٍ في تسعينيات القرن الماضي (Koutayas *et al.*, 1999).

استخدم الزيركونيا كهيكلٍ داعمٍ للترميمات والتعويضات الخالية من المعدن نظراً لخواصه الفيزيائية الممتازة، ولونه الأبيض، وتفوقه في التقبل الحيوي (Conrad *et al.*, 2007).

1-3-2 الخواص البنيوية :

يوجد الزيركونيا في الطبيعة في ثلاثة أشكال بدون أن تتغير بنيته الكيميائية :

الشكل الأحادي monoclinic (M)، و الشكل المكعبي cubic (C)، و الشكل الرباعي tetragonal(T).الزيركونيا النقي في حرارة الغرفة يكون أحادي الطور و مستقراً حتى درجة الحرارة 1170° م و بينما يكون في الشكل الرباعي T في درجة حرارة مابين 1170°م – 2370°م وبعد ذلك يتحول إلى الشكل المكعبي عند الدرجة 2370° م حتى درجة الانصهار 2680°م .وإن التحول من الطور الرباعي إلى الطور الأحادي الانحراف عند التبريد باعتدالٍ يكون مصحوباً بازدياد ملحوظ في الحجم (~4.5 %) ، ويبدأ هذا التحول العكوس عند درجة حرارة 950° م (Thompson *et al.*,2011).



شكل(1-5) الشكل بلورات الزيركونيا عند مختلف درجات الحرارة (Thompson *et al.*,2011)

إن إضافة أكاسيد مثبتة مثل (Cao–Mgo–Ceo2–Y2o3) إلى الزيركونيوم النقي يسمح بتثبيت الشكل الرباعي في درجة حرارة الغرفة، وبالتالي يسمح بالسيطرة على الضغط المحدث بالتحول من T إلى M ويكبح انتشار الصدع بفعالية ويقود إلى قساوة عالية وهذا ما يعرف باسم الزيركونيا المستقر جزئياً (PSZ) (Gravie&Nicholson., 1972, Heuer *et al*., 1986).

و أثبتت الدراسات أن الزيركونيا المعالج بأوكسيد اليتيريوم يمتلك خصائص ميكانيكية أعلى من الأنواع الأخرى ، و على الرغم من أن تلبيد هذا النوع صعب لكنه أكثر الأنواع استخداماً في المجالات الطبية (Manicone *et al*., 2007).

تسبب إجهادات الشد المتشكلة عند منطقة التصدعات تحولاً في بنية الزيركونيا من الشكل الرباعي الشكل الأحادي و يترافق ذلك مع زيادة في حجم البلورات بنسبة 3–5% مما يولد إجهادات ضغط حول منطقة التصدع تمنع الصدع من الامتداد مما يعطي الترميم ثباتاً ومقاومة كبيرة للتصدعات في الحفرة الفموية. وصلت مقاومة الكسر في إحدى الدراسات إلى 2000 نيوتن حيث تم في هذه الدراسة تطبيق ضغط مستمر على جسور من ثلاث وحدات (Tinschert *et al*., 2001)،كما سجلت دراسات أخرى مقاومة التواء 900-1200 MPa (Guazzato *et al*., 2004, Brochu *et al*., 2002).

1–3–3 استطبابات استخدام الزيركونيا في المعالجات السنية:

– التيجان المفردة الأمامية والخلفية (Potiket *et al*., 2004).

– الجسور الأمامية والخلفية (Vult Von *et al*., 2006).

- القلوب و الأوتاد الجذرية (Koutayas *et al*., 1999, Meyenberg *et al*., 1995).

- الدعامات الخزفية فوق الزرعات السنية (Boudrias *et al*., 2001).

فيما يتعلق بتحضير الأسنان لاستقبال تيجان الزيركونيا فإن الكتف مدور الزاوية بعرض 1مم يستخدم من أجل التوزيع الأمثل للقوى الإطباقية على الأسنان الداعمة خلال الوظيفة (Vult Von *et al*.,2005).

يجب أن لا تقل كمية التحضير عن 1.2-1.5 ملم على كامل محيط السن، كما أن خط الإنهاء يجب أن يكون إما كتفاً، أو شبه كتفٍ عميق، ويشكل زاوية قائمة مع المحور الطولي للسن المحضرة. لا ينصح بتحضير خط الإنهاء على شكل حد السكين في الترميمات الخزفية الخالية من المعدن؛ لأن الإجهادات تتركز في المناطق ذات السماكات الرقيقة من الترميم، و التي تنتج عن التحضير غير الكافي، وخصوصاً في منطقة الحواف (Lin *et al*., 1998, Comlekoglu *et al*., 2009).

أكد كل من Mclaren و Hyo عام 2006 بأن سماكة التحضير من الناحية الدهليزية للسن يجب أن لا تقل عن 1.5 ملم في ترميمات الزيركونيا، وذلك للوصول إلى ناحية تجميلية جيدة من جهة، وللحصول على قلنسوة زيركونية لا تقل سماكتها عن 0.3 ملم، كما بينا أن تخفيض الحد القاطع بمقدار 2 ملم يعطي نواحي تجميلية أفضل، إن تحضير السطوح المحورية والسطح اللساني بمقدار 1 ملم كاف للحصول على ترميم جيد (McLaren & Hyo., 2006).

CAD/CAM 4-1

Computer-aided design and computer aided manufacturing

1-4-1 تعريف المصطلح:

Computer-Aided Design (CAD) التصميم بمساعدة الحاسب

Computer Aided Manufacturing (CAM) التصنيع بمساعدة الحاسب.

مقدمة:

مما لا شك فيه أن تقنيات المعالجة والمواد المستخدمة في صناعة الأسنان قد شهدت تطوراً بشكل مستمر خلال السنين الخمسين الماضية ، وخاصة في مجال طب الأسنان الترميمي والتعويضات السنية.ونظراً لأن هذه المواد قد طورت بشكل غير متلائم مع تقنية المعالجة السنية التقليدية فقد تم إدخال أنظمة المعالجة المتطورة وتقنياتها إلى الصناعة.ومن الحلول لذلك إدخال تقنية الـ CAD/CAM إذ تواصلت البحوث وعمليات التطوير في أنظمة الـCAD/CAM السنية بشكل واسع منذ عام 1980 (Hikita *et al*., 1989, Mormann *et al*., 1989).

2-4-1 تطور أنظمة الـ CAD/CAM:

إن التطور الأكبر في مجال أنظمة الـ CAD/CAM فيما يتعلق بطب الأسنان حدث في عام 1980. إذ كان هناك ثلاث رواد ساهموا في تطوير أنظمة CAD/CAM السنية الحالية.

كان الباحث Duret الأول في مجال تطوير أنظمة CAD/CAM السنية. ففي عام 1971 بدأ بتصنيع التيجان بشكل وظيفي مع سطح إطباقي باستخدام سلسلة من الأنظمة بدأت بأخذ طبعة للسن الدعامة في الفم تلاها تصميم التاج. آخذاً بعين الاعتبار الحركة الوظيفية ، ثم بعد ذلك قام بنحت التاج باستخدام آلة نحت مضبوطة رقمياً. ثم قام فيما بعد بتطوير نظام SOPHA (Sopha Bioconcept System) الذي كان له تأثير ملحوظ في التطورات اللاحقة في أنظمة الـ CAD/CAM في العالم (Duret., 1991).

أما Mormann فقد قام بتطوير نظام CEREC عام 1989، إذ حاول استخدام تقنية جديدة في المراكز السنية يمكن تطبيقها بشكل سريري على كرسي الاسنان chair-side. وقام بإجراء قياس مباشر داخل التجويف الفموي باستخدام كاميرا داخل فموية، ثم تلا ذلك إجراء التصميم المناسب ثم نحت الحشوة المصبوبة inlay من قالب خزفي باستخدام آلة مدمجة موضوعة في ال chair-side (Mormann *et al*., 1989).

وأما الثالث في هذا المجال فهو الباحث Anderson المطور لنظام Procera عام 1993، و الذي اعتمد على مجس يستند على سطح السن المحضر لنقل أبعاده و نحت قالب خزفي أو معدني يحاكي تلك السطوح السنية (Andersson *et al*., 1993).

في بداية الثمانينات استخدمت خلائط النيكل كروم بديلاً عن خلائط الذهب ، وذلك بسبب الزيادة الكبير في أسعار الذهب في ذلك الوقت. ولكن ظهرت مشكلة التحسس تجاه المواد المعدنية و أصبح الهدف هو التحول إلى مواد لا تسبب التحسس (كالتيتانيوم أو الخزف الكامل). و نظراً لأن السبك الدقيق للتيتانيوم كان أمراً صعباً في ذلك الوقت، فقد سعى

الدكتور Anderson إلى تصنيع قلنسوات التيتانيوم باستخدام الـ CAD/CAM (Andersson *et al*., 1996).

1-4-3 استعراض لأنظمة الـ CAD/CAM المعروفة:

جدول (1-2): بعض أنظمة الـCAD/CAM وتاريخ إصداها و آلية عملها (Liu., 2005)

النظام	سنة الإصدار	مركز العمليات	آلية المسح	برنامج التصميم	عملية التصنيع
Cerec 3	2000	العيادة	ضوئي	نعم،تصميم وقاعدة بيانات	أوتوماتيكي بالكامل
Cerec inLab	2001	مخبر سني	ليزري	نعم،تصميم وقاعدة بيانات	أوتوماتيكي بالكامل
DCS precident	1989	مخبر سني	ضوئي	نعم،تصميم وقاعدة بيانات	أوتوماتيكي بالكامل
Procera	1993	السويد	يدوي	نعم،تصميم وقاعدة بيانات	أوتوماتيكي بالكامل
Lava	2002	مخبر سني	ضوئي	نعم،تصميم وقاعدة بيانات	أوتوماتيكي بالكامل
Everest	2002	مخبر سني	ضوئي	نعم،تصميم وقاعدة بيانات	أوتوماتيكي بالكامل
Cercon	2001	مخبر سني	ليزري	لا	أوتوماتيكي بالكامل
Amanngirrbach	2006	مخبر سني	ليزري	نعم،تصميم وقاعدة بيانات	أوتوماتيكي بالكامل

1-4-4 مواد الترميم في (CAD/CAM):

جدول (1-3): جدول يوضح المواد المستخدمة في أنظمة الـ CAD/CAM (Liu.,2005)

مادة الترميم	نظام CAD/CAM	الاستطبابات	اسمنت راتنجي	إلصاق اعتيادي	مقاومة الثني
Dicor MCG	Cerec	Inlay,onlay وجوه خزفية	نعم-ثنائية التصلب	لا	<100 MPa
Vita Mark II	Cerec	Inlay,onlay وجوه خزفية، تيجان أمامية	نعم-ثنائية التصلب	لا	150 MPa
بروكاد لوسيت مقوى	Cerec	Inlay,onlay وجوه خزفية،تيجان أمامية	نعم-ثنائية التصلب	لا	150 MPa
In-Ceram Spinell أوكسيد المغنزيوم	Cerec 3D Cerec inlab	تيجان أمامية	نعم-كيميائي	نعم	350 MPa
In-Ceram Alumina أوكسيد الألمنيوم	Cerec 3D,Cerec inlab,DCS Precident	تيجان وجسور أمامية	نعم- كيميائي	نعم	500 MPa
ألومينا أوكسيد الألمنيوم	Procera	تيجان و جسور	نعم-كيميائي	نعم	600 MPa
In-Ceram zirconia أوكسيد الزيركونيوم	Cerec 3D Cerec inlab DCS Precident	تيجان وجسور	نعم-كيميائي	نعم	750 MPa
الزيركونيا جزئية التلبيد أوكسيد الزيركونيوم	DCS Precident Lava Procera Everest Cercon	تيجان وجسور	نعم-كيميائي	نعم	>1000 MPa
الزيركونيا كاملة التلبيد أوكسيد الزيركونيوم	DCS Precident, Everest	تيجان وجسور	نعم- كيميائي	نعم	>1000 MPa

إن المواد الخزفية المألوفة التي استخدمت في بداية عمليات الترميم السني بالـ (CAD/CAM) مثل: Dicor أو Vita Mark II، على الرغم من أنها أحادية اللون فإنها توفر جمالية، و تقبلاً حيوياً ممتازاً، و استقراراً لونياً رائعاً (McLean *et al*., 1984).

وقد تم استخدامها بشكل ناجح في الحشوات داخل التاجية و المغطية و الوجوه الخزفية و التيجان (Posselt *et al*., 2003, Sjogren *et al*., 2004, Bindl *et al*., 2004). على الرغم من ذلك فإن Dicor و Vita Mark II ليستا قويتين بما يكفي لتحمل الإطباق عندما يستخدمان في التيجان الخلفية و لهذا السبب فإن مواد الألومينا أصبحت مستخدمة بشكل واسع على أنها مواد ترميم سنية (Lampe *et al*., 1996).

وإن هذه المواد الخزفية قد لا تكون فعالة دون مساعدة تقنية الـ CAD/CAM. فمثلاً In-Ceram التي طورها في البداية Sadoun و Degrange ، أظهرت أن لها قوة جيدة و أداءً سريرياً جيداً (Scotti *et al*., 1995, Probster *et al*., 1996)، ولكن تحتاج صناعة In-Ceram بالطريقة المعتادة إلى 14 ساعة، بينما Cerec inLab تقلل زمن التصنيع بنسبة 90% (Hickel *et al*., 1997).

كما يمكن تطبيق أنظمة الـCAD/CAM على الترميمات الخزفية المعدنية، فمثلاً نظام DCS يستطيع صناعة قلنسوات من خليط التيتانيوم بدقة ممتازة(Besimo *et al*., 1997).

وثقت العديد من الدراسات توسع تقنية الـ CAD/CAM إلى صناعة تعويضات فكية وجهية مثل الأذن الصناعية (Carpentieri., 2004, Yeo *et al*., 2003).

كما استخدمت تقنية الـ CAD/CAM في التعويضات فوق الزرعات لإعادة تأهيل الفم وفي تصنيع الدعامات الزيركونية (Rieger *et al*., 2008).

1-4-5 المرقمات والماسحات:

إن معظم أنظمة الـ CAD/CAM التجارية الحالية تستخدم مثالاً جبسياً نقطة للبدء ؛ إذ يتم قياس سطح النموذج الحجري باستخدام العديد من أدوات القياس و ذلك بهدف الحصول على بيانات رقمية توضح شكل السن المحضر. تدعى أدوات القياس هذه بالمرقمات و الماسحات. و الطرائق المتوفرة حالياً للاستخدام العملي هي (Persson *et al*., 1995) :

- المسبار التماسي contact probe.
- مقياس الانزياح الليزري.

عندما يستخدم مسبار ذو نهاية دقيقة، حتى لو كان متقناً بشدة، فإنه يأخذ وقتاً لمسح السطح. إن مقياس الانزياح الليزري غير مرتفع الثمن نسبياً و يمكن من خلاله إجراء القياسات بوقت أقل مما هو عليه عند استخدام المسبار التماسي و لكن عند استخدام حزمة الليزر المنبعثة فإن الدقة تقل لأن الضوء المنعكس يؤثر على الحساس (Kobayashi *et al*., 1999, Kobayashi *et al*., 2000).

أظهرت الدراسات أن أنظمة الـ .CAD/CAM التي تستخدم المسبار التماسي أو الليزر لتسجيل تفاصيل النموذج السني و نقله كانا متشابهين من حيث الدقة مع تفوق المسبار التماسي تقريباً بنسبة 10 ميكرون (Persson *et al*.,2006).

هناك نوعين من قوالب اوكسيد الزيركونيوم المتاحة حالياً في تطبيقات الـ CAD/CAM :

- القوالب الكثيفة الملبدة بشكل كامل.
- القوالب الملبدة جزئياً.

القوالب الملبدة بشكل كامل تملك أفضلية فيما يتعلق بالانطباق الحفافي نظراً لعدم وجود انكماش فيها أثناء التصنيع. ولكن مساوئ استخدام القوالب الملبدة بشكل كامل هي صعوبة التفريز، إذ تحتاج قطعة واحدة إلى 3 ساعات علاوة على استهلاك سنابل التحضير. بالإضافة لذلك فإن حدوث شقوق مجهرية في المادة أثناء إجراء النحت قد يقلل من متانة المادة وقدرتها على التحمل. أما نحت الزيركونيا الملبدة جزئياً أسهل ويحتاج وقتاً أقل. وبسبب الانكماش خلال مرحلة التصنيع فإن قياس الهيكل ينبغي أن يتم تعويضه من خلال تعديل الأبعاد باستخدام الـ CAD وذلك للحصول على انطباق جيد والتعويض عن أي انكماش متوقع أثناء عملية التلبيد النهائي بدرجة حرارة 1350–1400 درجة مئوية (Hertlein *et al*.,2001, Ariko *et al*.,2003).

1-5 الدراسات السابقة

قام Mou و زملاؤه عام 2002 بدراسة تأثير زاوية التقاء الجدران المحورية وارتفاع السن المحضرة (المسافة من الحدود العنقية إلى السطح الإطباقي للدعامة) على الانطباق الداخلي للتيجان المصنعة وفق نظام Cerec.

تتألف عينة الدراسة من 4 مجموعات:

المجموعة الأولى: زاوية الالتقاء 12°، و ارتفاع الدعامة 4 ملم.

المجموعة الثانية: زاوية الالتقاء 12°، و ارتفاع الدعامة 6 ملم.

المجموعة الثالثة: زاوية الالتقاء 20°، و ارتفاع الدعامة 4 ملم.

المجموعة الرابعة: زاوية الالتقاء 20°، و ارتفاع الدعامة 6 ملم.

ووجد أن الانطباق الداخلي في التيجان المحضرة بزاوية التقاء 12 درجة لديها انطباق داخلي أفضل ولم يجد تأثيراً لطول السن المحضرة على الانطباق الداخلي (Mou *et al.*, 2002).

وأجرى Chan وزملاؤه عام 2005 عن تأثير تغيير زاوية التحضير على الثبات و التباين في توضع التيجان على الدعامات قبل و بعد الإلصاق. وتألفت عينة البحث من 45. مثالاً معدنياً محضراً بزوايا مختلفة بين 0° و 70°، وبعد تحضير الأمثلة صنعت تيجان معدنية عليها. وتم قياس التباين في توضع التيجان بعد الإلصاق وذلك بقياس تغير المسافة بين

نقاط ثابتة محددة مسبقاً على التاج و الدعامة قبل وبعد الإلصاق. و خلصت الدراسة إلى أن العلاقة بين زوايا التحضير و التباين في توضع التيجان بعد الإلصاق علاقة إيجابية والعلاقة بين ثبات التيجان و زوايا التحضير علاقة عكسية، وأن الثبات الأفضل و التباين الأقل في توضع التيجان يمكن تحقيقه بزوايا تحضير بين 2° و 20°(Chan *et al.*, 2005).

أما Beuer وزملاؤه فدرسوا في عام 2008 تأثير درجة ميلان الجدران المحضرة على انطباق قلنسوات تيجان الزركونيا حيث درس ثلاث زوايا للجدران المحضرة 4°، 8°، 12° على أرحاء علوية ووجد أن ميلان الجدران بمقدار 12 درجة هي الأمثل لتأمين أفضل انطباق حفافي وكانت الفرجة الحفافية أقل من 50 ميكرون (Beuer *et al.*, 2008).

وفي دراسة أجراها Iwai و زملاؤه عام 2008 حول تأثير مقدار زاوية ميلان الجدران و مسافة الاسمنت على الانطباق الداخلي و الحفافي على تيجان الزركونيا الخلفية وتألفت العينة من 72 تاجاً مقسمة على 9 مجموعات (ثلاث زوايا التقاء 6 درجات ، 12 درجة ،20 درجة وثلاث سماكات افتراضية للاسمنت 10ميكرون ، 30 ميكرون ، 60 ميكرون) ، وتم تقييم الانطباق الحفافي بقياس الانفتاح العمودي بين القلنسوة والدعامة بالرؤية المباشرة تحت المجهر أما الانطباق الداخلي فتم قياسه باستخدام تقنية (cement replica technique) ووجد بأن انطباق مجموعة 20 درجة أفضل من مجموعة 6 درجات مهما كان الفراغ المخصص للاسمنت (Iwai *et al.*, 2008).

قيم Rahme في دراسة عام 2008 تقنية النسخ (cement replica technigue) المستخدمة في دراسة التيجان وذلك بمقارنة سماكة المطاط المستخدم في هذه الطريقة مع سماكة اسمنت الإلصاق بعد إلصاق التيجان بالاسمنت الزجاجي الشاردي ، و أجري البحث على تيجان Procera . واستنتجت الدراسة بأن هذه التقنية دقيقة و موثوقة وتعبر عن مدى انطباق الترميمات بشكل دقيق (Rahme *et al*., 2008).

ثم أجرى Beuer و زملاؤه في عام 2009 دراسة أخرى لمقارنة لتأثير ميلان الجدران المحضرة وإجراءات تحسين الانطباق على أرحاء أولى علوية يمنى حضرت بزوايا مختلفة (4,8,12) ، وقسم العينة إلى مجموعتين:

المجموعة الأولى : قام بإجراءات تحسين الانطباق فوضع طلاءً كاشفاً على الدعامات الجبسية وتم إزالة النقاط التي تظهر على السطح الداخلي للقلنسوة قبل الإلصاق.

المجموعة الثانية : تم إلصاق القلنسوات بدون تحسين الانطباق.

ووجد أن الانطباق الحفافي في حالات الزاوية 12 درجة، هو الأفضل كما أن إجراءات تحسين الانطباق في هذه المجموعة لم تحسن من الانطباق ويمكن اعتبارها غير ضرورية (Beuer *et al*., 2009).

أجرى Beure في 2009 دراسة لمقارنة الانطباق الحفافي و الداخلي للجسور الخلفية المصنعة بثلاث أنظمة مختلفة هي Etkon و Cerec inlab (CAD/CAM) وcercon (هو نظام CAM فقط). و بعد تصنيع الجسور و إلصاقها غمست الجسور بالراتنج، وأجريت مقاطع دهليزية لسانية وأنسية وحشية في الدعامات. وبعدها تم قياس الانطباق في

ثلاث مناطق:الحفاف، و السطح الإطباقي، و السطوح المحورية. وكانت النتائج التي حصلوا عليها (Beure *et al*., 2009):

الدعامة	ضاحك			رحى		
مكان القياس	الجدران المحورية	السطح الإطباقي	الانفتاح الحفافي	الجدران المحورية	السطح الإطباقي	الانفتاح الحفافي
النظام	Etkon	Etkon	Etkon	Etkon	Etkon	Etkon
المتوسط	52.3	68.8	21	60.7	81.5	37.2
النظام	Cerec inlab	Cerec inlab	Cerec inlab	Cerec inlab	Cerec inlab	Cerec inlab
المتوسط	64.7	82.9	46.7	67.8	93.2	66.4
	Cercon	Cercon	Cercon	Cercon	Cercon	Cercon
المتوسط	106.3	155.6	82.4	96.2	154.7	80.4

وفي دراسة لتقيم انطباق الجسور الزيركونية الخلفية المصنعة بطرق مسح و زوايا تحضير مختلفة ؛ أجرى Oyague و زملاؤه دراسة على 30 جسراً زيركونياً خلفياً مقسمة إلى 3 مجموعات حسب درجة ميلان الجدران (زوايا الالتقاء) 10°، 15°، 20°، نصفها مصنع بال CAD/CAM. بإجراء المسح على الدعامات مباشرة ، والنصف الآخر صنعت بتشميع الجسر وإجراء المسح على النموذج الشمعي ثم التصنيع بالـ CAD/CAM. بعد تجهيز الجسور الزيركونية ألصقت على الدعامات المعدنية باسمنت فوسفات الزنك. و تم قياس الانطباق الحفافي بالمجهر الالكتروني الماسح SEM . وأظهرت النتائج عدم وجود تأثير لزوايا التحضير على الانطباق الحفافي للجسور الخلفية حيث كان الانفتاح الحفافي في مجموعة الـ wax-up digitiz :107.5 ميكرون في مجموعة الزاوية 10 درجات، و 98.5 ميكرون في مجموعة الزاوية 15 درجة، و 110 ميكرون في مجموعة الزاوية 20 درجة. (76،74،76) ميكرون أما في مجموعة المسح المباشر كان الانفتاح الحفافي في مجموعة الزاوية 10 درجات 76 ميكرون، و في مجموعة الزاوية 15 درجة 74 ميكرون، و في مجموعة الزاوية 20 درجة 76 ميكرون. كما أظهرت الدراسة أن المسح المباشر للدعامات

أكثر دقة من إجراء المسح للنموذج الشمعي (wax-up digitize) (Oyague *et al*., 2010).

كما أجرى Beure في 2010 دراسة لمقارنة انطباق هيكل الزيركونيا للجسور الخلفية المصنعة وفق نظامي Cercon Brain و Compartice وذلك بعد إلصاقها و غمسها بالراتنج وإجراء مقاطع دهليزية لسانية وأنسية وحشية في الدعامات. وكان متوسط الانطباق الحفافي في نظامي Brain و Compartise هو 56 ميكرون، 51.7 ميكرون على الترتيب. أما متوسط الانطباق الداخلي في النظامين بحسب المنطقة المدروسة (بالميكرون) (Beure *et al*., 2010):

	Brain	Compartise
CA شبه الكتف	100.3	99.7
AW الجدران المحورية	67.3	62.8
OA السطح الإطباقي	161.2	164.6

وفي 2011 قام Kokubo و زملاؤه بدراسة سريرية للانطباق الحفافي و الداخلي لـ 91 تاجاً مصنعة وفق نظام Procera باستخدام تقنية النسخة المطابقة. وكانت النتائج التي حصل عليها كما يلي: متوسط الانفتاح الحفافي 44.2 ميكرون، المسافة الداخلية عند الكتف 203.2 ميكرون، المسافة الداخلية عند الجدران المحورية 84 ميكرون، و المسافة الداخلية عند السطح الإطباقي أو الحد القاطع 167.5 ميكرون (Kokubo *et al*., 2011).

الباب الثاني

مواد وطرائق البحث

Material & Methods

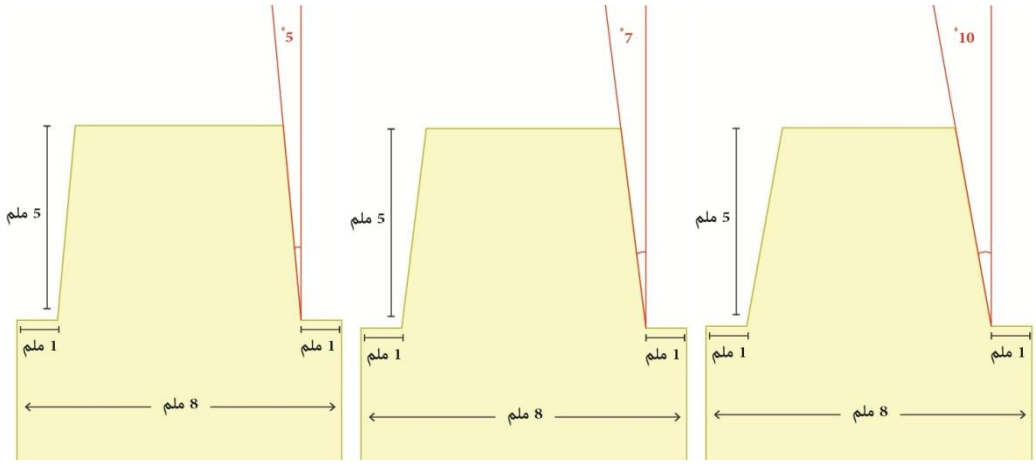
2-1 عينة البحث:Sample

- تألفت عينة البحث من 45 مثالاً معدنياً نحاسياً صنع بواسطة مخرطة صناعية مزودة بمنقلة بحيث يحاكي شكل الأسنان المحضرة لاستقبال تيجان خزفية كاملة، وذلك لضبط زوايا التحضير بدقة وإلغاء كافة المتغيرات الأخرى التي من الممكن أن نجدها في حال استخدام الأسنان الطبيعية مثل أبعاد الدعامات و عرض الكتف، وكانت أبعاد الأمثلة كما يلي: – قطر الأسطوانة عند الحدود العنقية 8 ملم.

–ارتفاع الجزء المحضر(طول الدعامة) 5 ملم.

–خط الإنهاء كتف مدور الزاوية ، عرض الكتف 1ملم.

–حضرت الجدران بزوايا التقاء 10°،14°،20° (15 أسطوانة لكل زاوية).



شكل (2-1):شكل ترسيمي للدعامات المعدنية يوضح أبعاد الدعامات و درجات ميلان الجدران المستخدمة

قسمت العينة إلى 3 مجموعات:

المجموعة الأولى: تضم 15 قلنسوة من الزيركونيا دعاماتها ذات زاوية التقاء 10° و أعطيت الرمز A .

المجموعة الثانية: تضم 15 قلنسوة من الزيركونيا دعاماتها ذات زاوية التقاء 14° و أعطيت الرمز B.

المجموعة الثالثة: تضم 15 قلنسوة من الزيركونيا دعاماتها ذات زاوية التقاء 20° و أعطيت الرمز C .

2-2 مواد البحث:

- قوالب الزيركونيا للنحت الآلي (Ceramill zi 71 L,AMANNGIRBACH).



شكل (2-2): صورة لقوالب الزيركون المستخدمة.

- بخاخ Scan Marker من شركة AMANNGIRBACH تستخدم لتحسين دقة المسح الليزري ويتم رشها على الدعامة قبل إجراء المسح.



شكل(2-3):صورة لبخاخ الـScan Marker من شركة Amanngirbach

- سنبلة ماسية كروية قطرها 1 ملم (Komet,GEBR,BRASSELER,Germany).
- مطاط سيلكوني إضافي : elite HD+ من شركة Zhermack منخفض اللزوجة

(light , super light)



شكل(2-4):صورة لنوعي المطاط اللذان استخدما في قياس الانطباق الداخلي

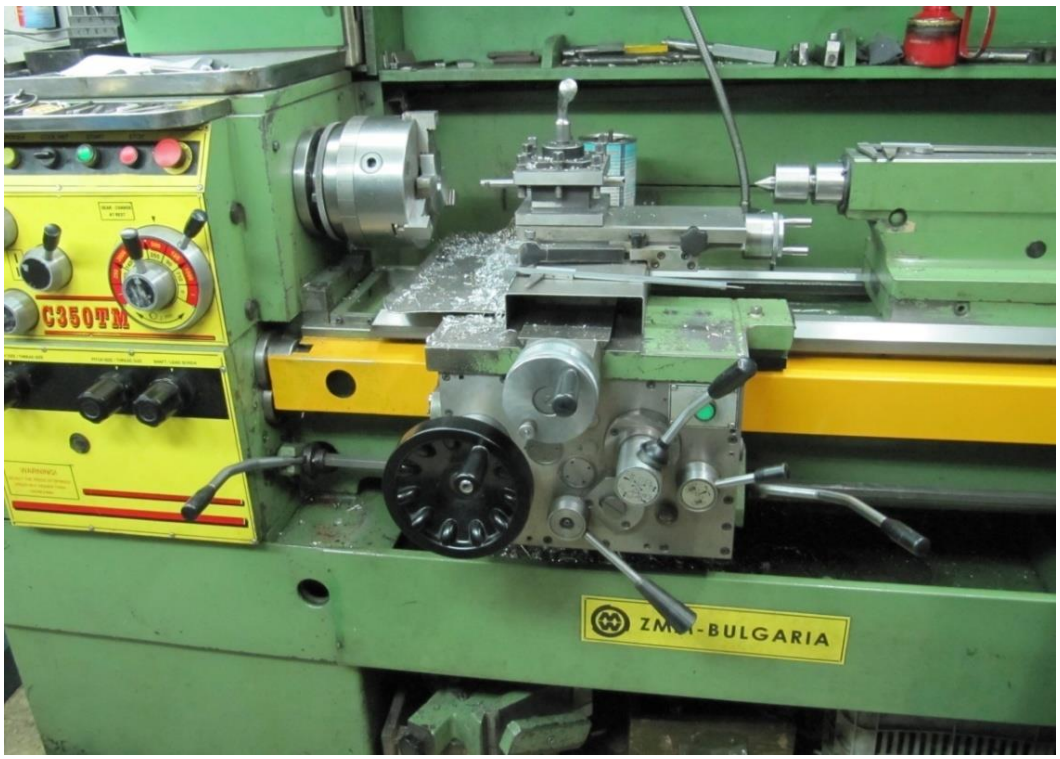
- شمع صف أحمر.
- حامل مشرط مع شفرات.
- اسمنت زجاجي شاردي للإلصاق (Riva luting, SDI, Austria).



شكل (2-5): صورة للاسمنت المستخدم في عمليات الإلصاق.

2-3 أدوات و أجهزة البحث:

- مخرطة صناعية مزودة بمنقلة لتحديد زاوية التحضير (C350TM,ZMM,Bulgaria).



شكل (2-6) : صورة للمخرطة الصناعية التي استخدمت في تصنيع الدعامات المعدنية

- قبضة توربين NSK .
- جهاز مسح يعمل بالليزر لشركة AMANNGIRBACH .
- جهاز كومبيوتر مع برنامج خاص بالتصميم ثلاثي الأبعاد مع برنامج نظام AMANNGIRBACH.
- جهاز النحت الآلي Ceramell-motion من شركة AMANNGIRBACH أوتوماتيكي بالكامل.



شكل (2-7):صورة لجهاز النحت الآلي Ceramill-motion

- فرن التلبيد الخاص بشركة AMANNGIRBACH .



شكل (2-8): فرن التلبيد من شركة Amanngirrbach.

- مجهر ضوئي مزود بمسطرة مجهرية بدقة 10 ميكرون موجود في كلية الهندسة الميكانيكية في جامعة دمشق (OLYMPUS OPTICAL CO. LTD, Japan).



شكل (2-9): المجهر الضوئي OLYMPUS BX41

- مدفع مطاط رخو.



شكل (2-10):مدفع مطاط رخو

- جهاز تطبيق قوى على العينات مع ثقل 5 كغ من تصميم أ.د.فندي الشعراني.



شكل (2-11):جهاز تطبيق قوى الضغط

2-4 طريقة تحضير العينة:

- تحضير الأمثلة النحاسية.



شكل (2-12):صورة لإحدى الدعامات المعدنية بزاوية تحضير 10°

وبعد ذلك استخدمت سنبلة كروية لصنع حفرة (notch) بشكل ربع كرة في منطقة ما من الحافة الخارجية لخط الإنهاء وذلك لتأمين خط إدخال وحيد للقلنسوة و منع دوران القلنسوة على الدعامة.



شكل (2-13):صورة لإحدى الدعامات المعدنية بزاوية تحضير 10°بعد إجراء حفرة عليها

- صنعت قلنسوات الزيركونيا وفق نظام Amanngirbach كما يلي:
  - رشت الأمثلة النحاسية بمادة Scan Marker spray .
  - وضعت الأمثلة النحاسية في جهاز المسح الليزري (كل مثال على حدة).
  - حددت الثخانة الافتراضية للاسمنت بـ 30 ميكرون مع الابتعاد 1ملم عن حواف التحضير.
  - صممت القلنسوات بسماكة 0.5 ملم.

أعطيت كل مجموعة رمزاً خاصاً بها :

- المجموعة التي ميلان جدرانها10° أعطيت الرمز **A**.

- المجموعة التي ميلان جدرانها 14° أعطيت الرمز **B**.
- المجموعة التي ميلان جدرانها 20° أعطيت الرمز **C**.
- رقمت الأمثلة النحاسية ضمن المجموعة الواحدة من 1- 15 .



شكل (2-14): صورة للمجموعة A



شكل (2-15): صورة للمجموعة A بعد وضع القلنسوات عليها.



شكل (2-16): صورة للمجموعة B



شكل (2-17): صورة للمجموعة B بعد وضع القلنسوات عليها.



شكل (2-18): صورة للمجموعة C



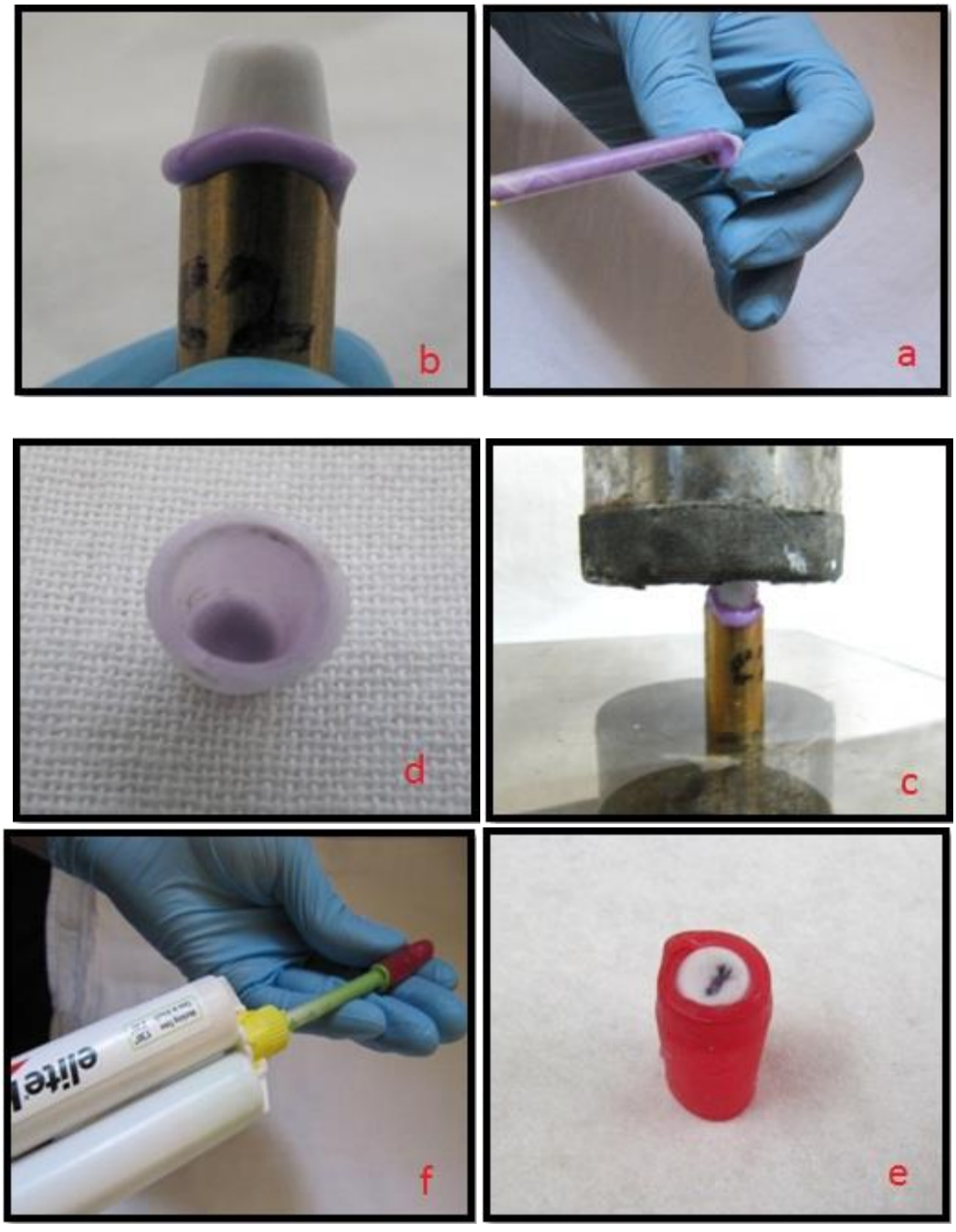
شكل (2-19): صورة للمجموعة C بعد وضع القلنسوات عليها.

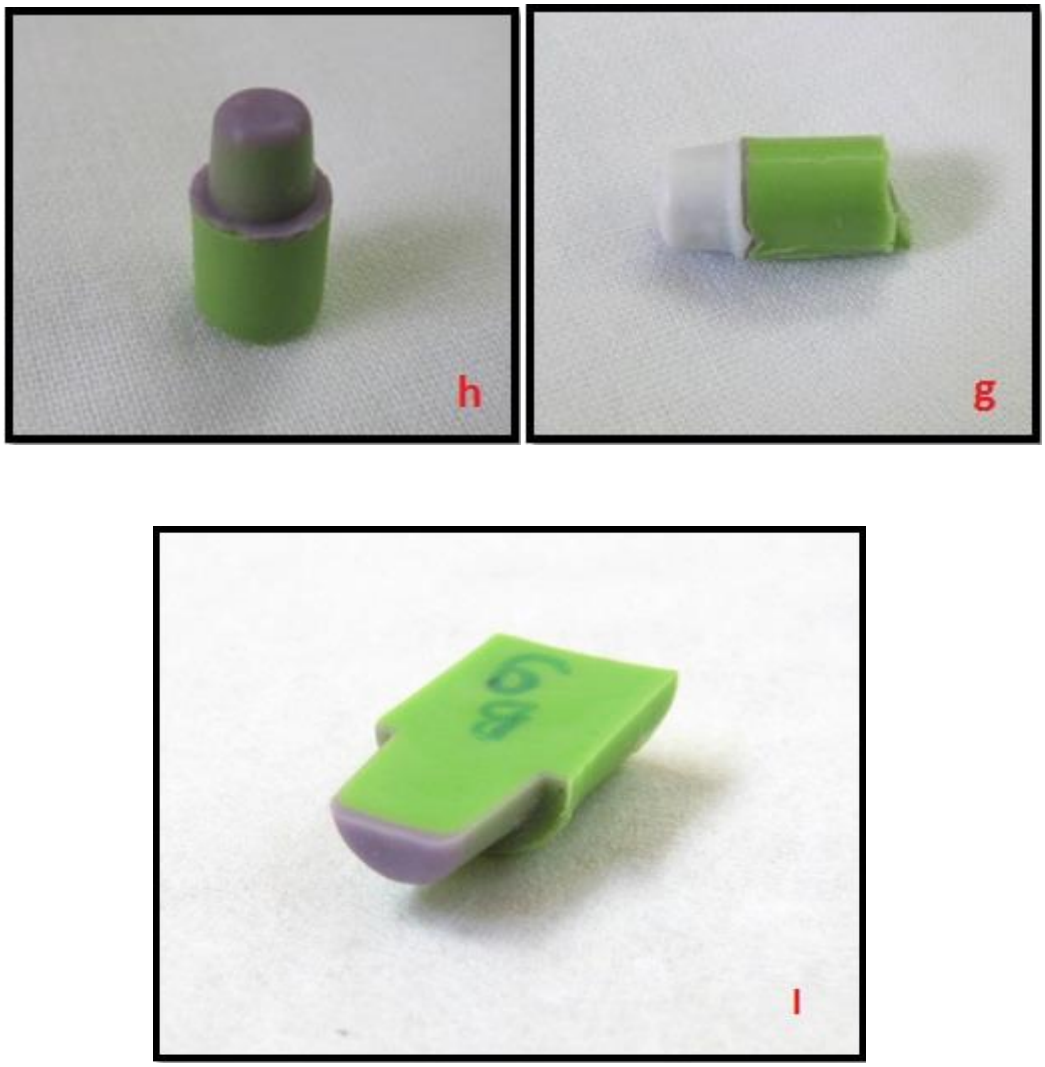
2-5 قياس الانطباق الداخلي:

أجري القياس باستخدام طريقة النسخة المطابقة cement replica technique حيث استخدم المطاط السيليكوني الرخو super light لتسجيل مسافة الاسمنت بين السطح الداخلي للقبعة و الدعامة المعدنية حسب الترتيب التالي:

حقن المطاط الرخو ذو اللون البنفسجي super light على السطح الداخلي للقلنسوة، وأعيدت إلى الدعامة النحاسية الموافقة لها .وطبق عليها ضغط بمقدار 5 كغ حتى تمام تصلب المطاط ، وبعدها نزعت القلنسوة عن الدعامة المعدنية وبقيت طبقة المطاط الرقيقة ملتصقة على الوجه الداخلي لها. علبت القلنسوة باستخدام الشمع الأحمر، و حقن المطاط الرخو ذو اللون الأخضر light ضمن التاج ، وذلك لدعم الطبقة الرقيقة من المطاط بحيث ارتبطت معها وأصبحا كقطعة واحدة . وبعد تصلب المطاط ينزع من التاج وبذلك تتشكل دعامة من المطاط light مماثلة للدعامة المعدنية بلون أخضر وقد التصق بها الطبقة الرقيقة

من المطاط البنفسجي super light والتي تمثل مسافة الاسمنت. بعد ذلك قطعت الدعامة المطاطية بشفرة جراحية قياس(11) بشكل عمودي.الشكل(2-20)





شكل رقم (2-20): مراحل العمل لتحضير العينات من أجل قياس الانطباق الداخلي: a-حقن المطاط الرخوضمن القلنسوة، b-وضع القلنسوة على الدعامة،c-تطبيق ضغط على القلنسوة حتى تصلب المطاط،d- نزع القلنسوة عن الدعامة،e-تعليب القلنسوة و بداخلها طبقة المطاط الرخو الرقيقة، f-حقن المطاط الرخو،g,h-نزع المطاط من القلنسوة بعد تصلبه،l-مقطع طولي في المطاط لإحدى العينات.

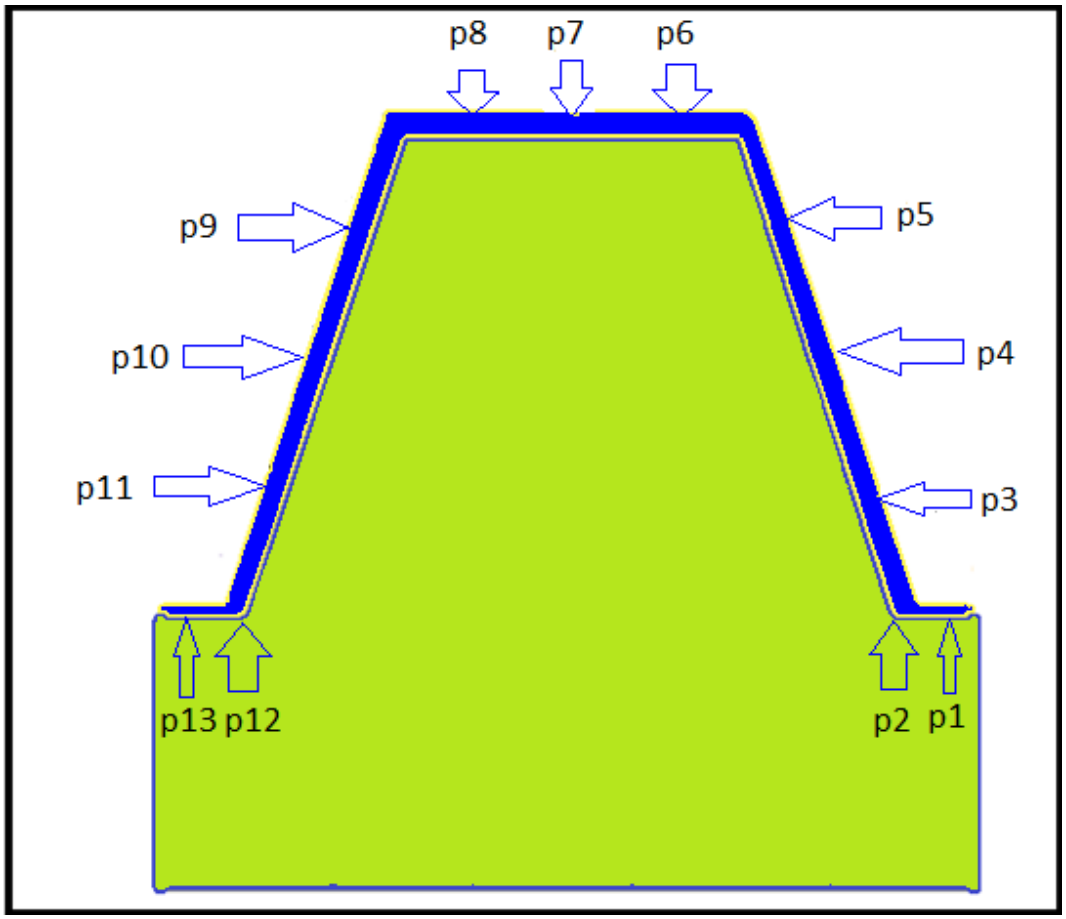
أجري قياس الانطباق الداخلي بمجهر ضوئي مزود بمسطرة مجهرية بدقة 10 ميكرون وبتكبير 100 مرة.

عدد نقاط القياس 13 نقطة على كامل السطح الذي يمثل الدعامة موزعة كما يلي الشكل(2-21):

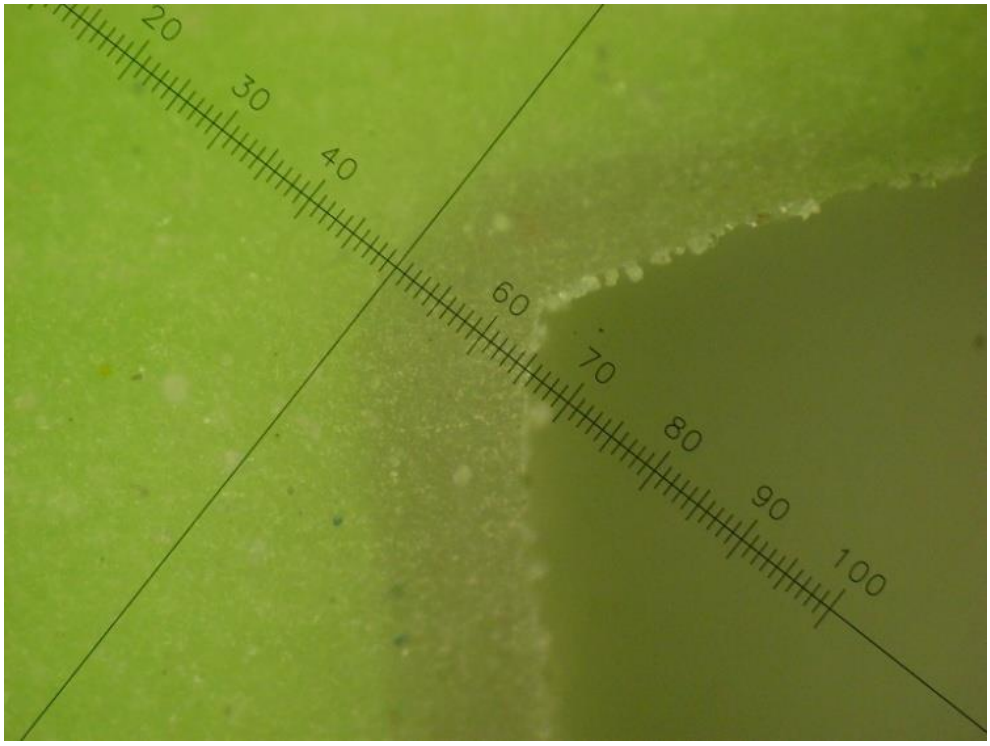
- نقطتين على الكتف (نقطة في كل جهة).

- نقطتين عند الزاوية الداخلية للكتف (نقطة في كل جهة).
- 6 نقاط على كل من الجدارين المحوريين (3 نقاط على كل جدار).
- 3 نقاط على السطح الإطباقي.

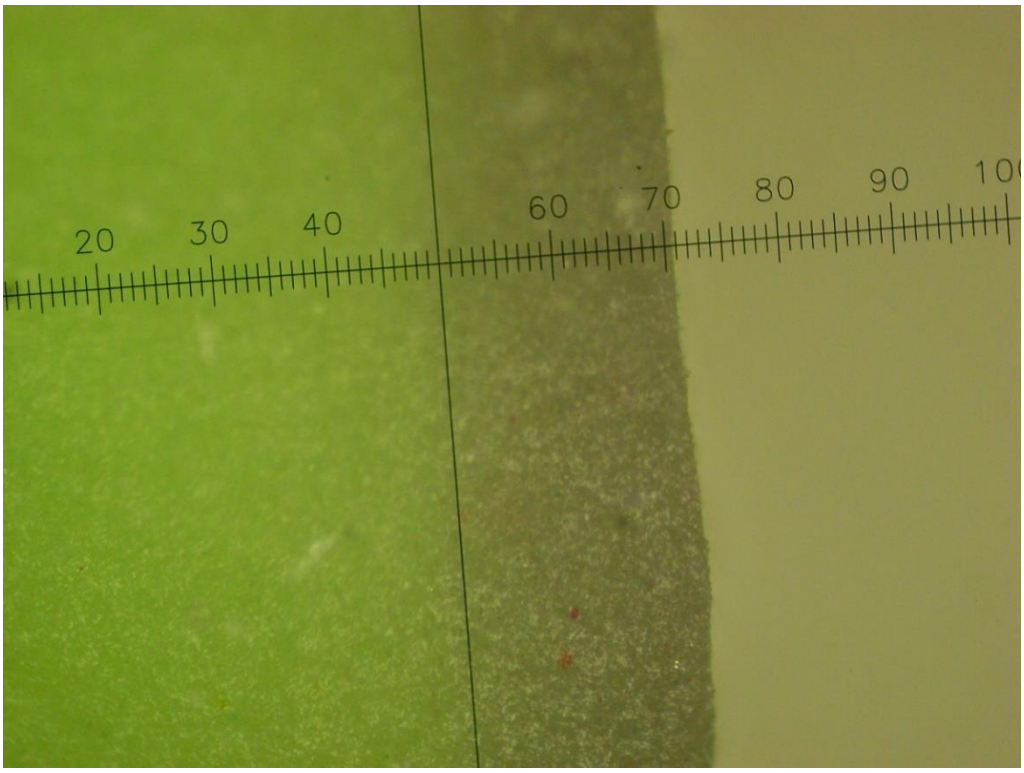
أدرجت النتائج في الجداول المخصصة.



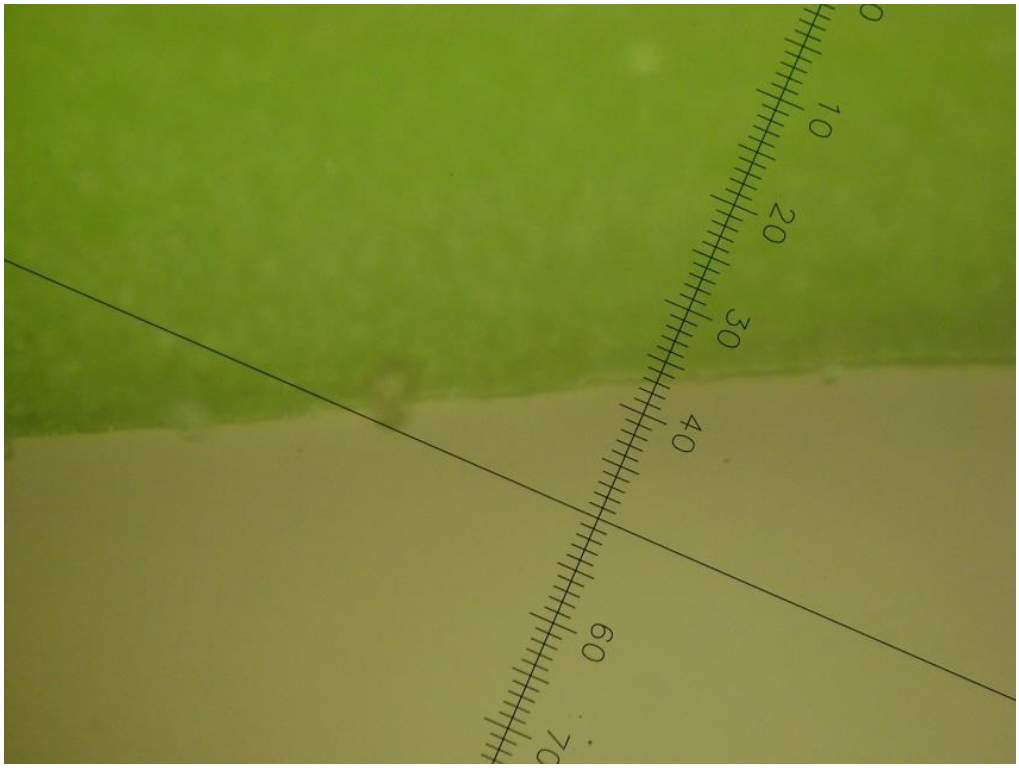
شكل (2-21): شكل ترسيمي يوضح النقاط التي تم قياس المسافة الداخلية عندها



شكل (2-22):صورة لقياس المسافة الداخلية عند الزاوية الداخلية للكتف.



شكل (2-23):صورة لقياس المسافة الداخلية في منطقة السطح الإطباقي



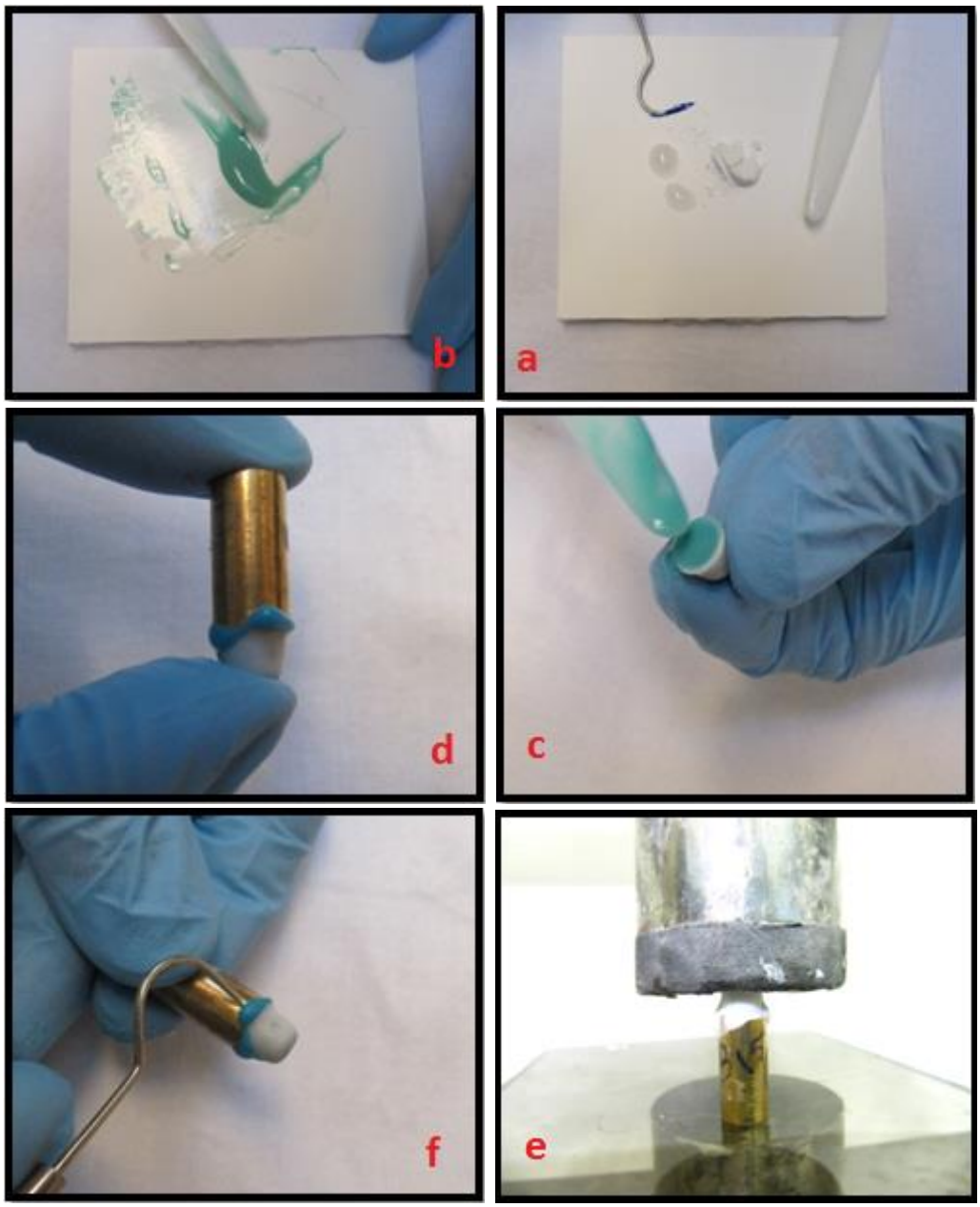
شكل رقم (2-24): صورة لقياس المسافة الداخلية في منطقة الجدران المحورية.

2-6 قياس الانطباق الحفافي:

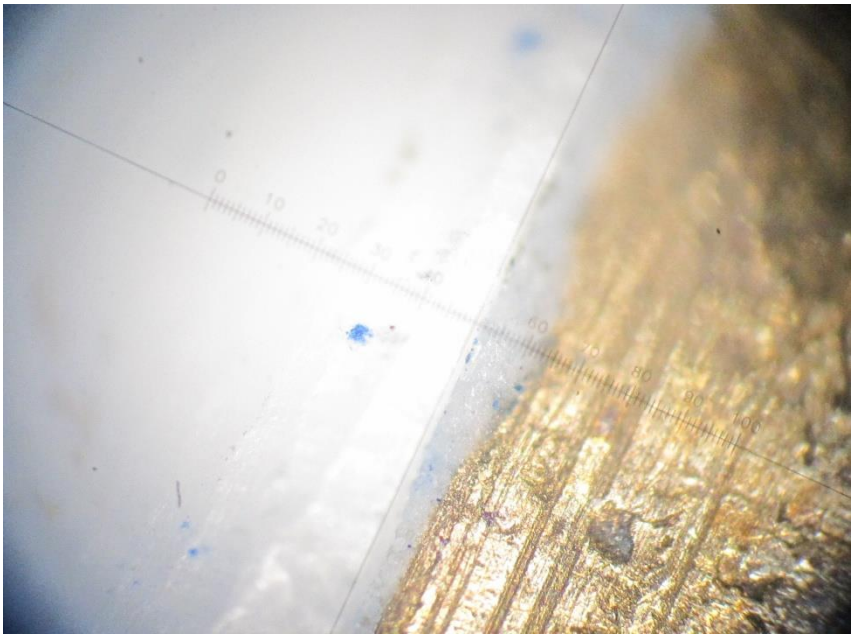
بعد الانتهاء من إجراءات قياس الانطباق الداخلي ألصقت القبعات على الدعامات المعدنية باستخدام الاسمنت الزجاجي الشاردي (Riva, SDI, Austria)، مزج الاسمنت وفق تعليمات الشركة المنتجة حيث أضيف المسحوق إلى السائل بمعدل مكيال من المسحوق إلى نقطتين من السائل، أجري المزج وبعد ذلك ملئ باطن القلنسوة بالاسمنت وضعت القلنسوة على الدعامة وطبق عليه ضغط بمقدار 5 كغ حتى تمام التصلب ثم أزيلت الزوائد.

أضيف إلى نقطتي السائل عند المزج مقدار رأس المسبر من الحبر الأزرق لتأمين تباين واضح تحت المجهر بين الزيركونيا و الاسمنت.

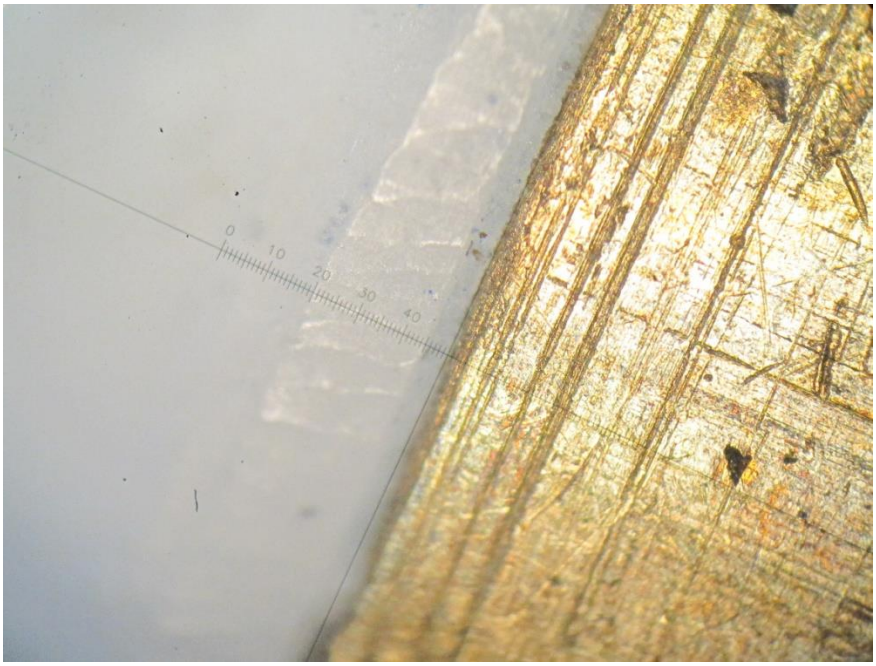
قيس الانطباق الحفافي بمجهر ضوئي مزود بمسطرة مجهرية بدقة 10 ميكرون و بتكبير 100 مرة. أجري لكل سن 50 قياس.



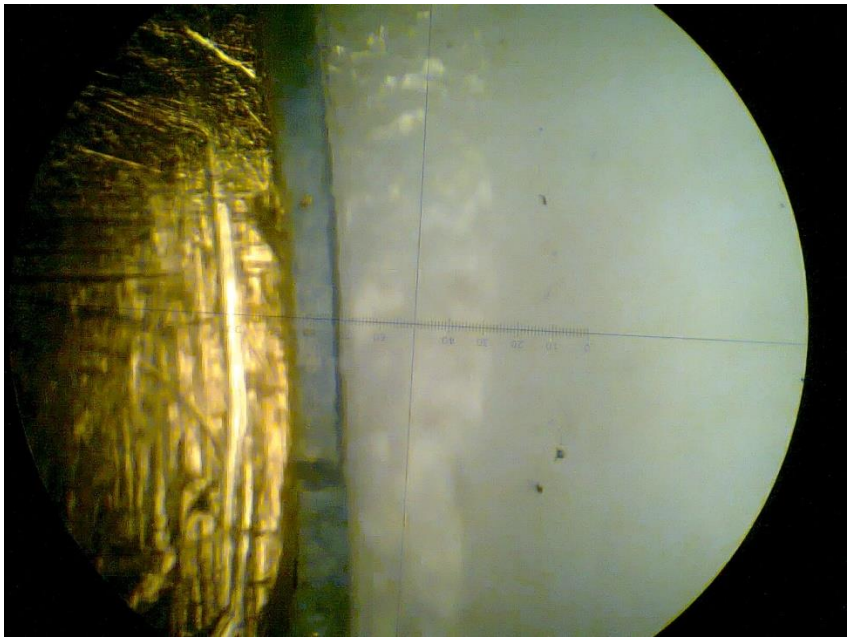
شكل (2-25): مراحل إلصاق العينات بالاسمنت الزجاجي الشاردي: a-وضع البودرة و السائل على ورق المزج وفقاً لمقادير الشركة ووضع نقطة من الحبر باستخدام رأس المسبر،b-مزج الاسمنت،c-ملء باطن القلنسوة بالاسمنت،d,e-وضع القلنسوة على الدعامة وتطبيق ثقل 5 كغ عليها،f-إزالة الزوائد.



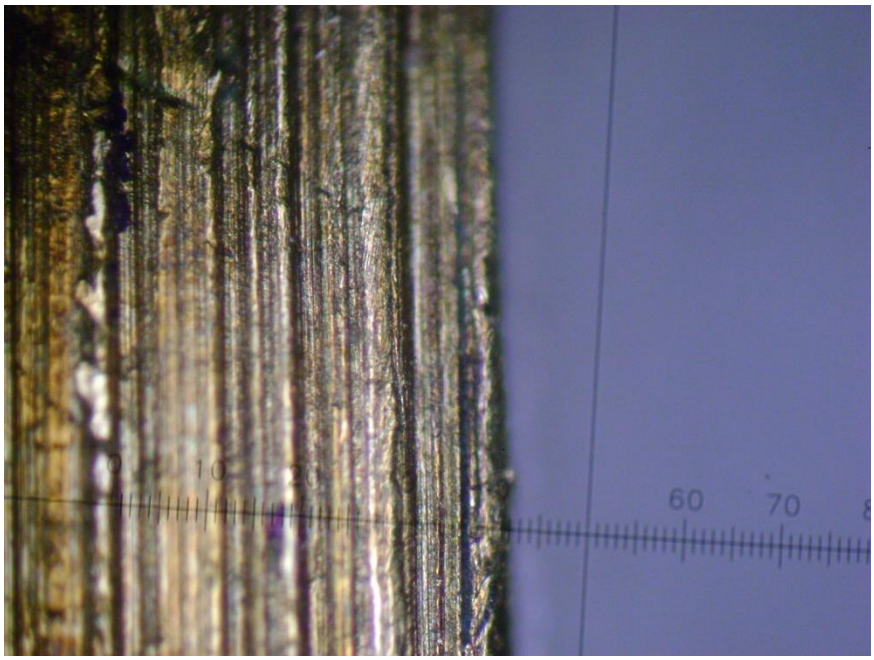
شكل (2-26): صورة تظهر الانفتاح الحفافي لإحدى العينات



شكل (2-27): صورة تظهر الانفتاح الحفافي لإحدى العينات



شكل (2-28):صورة لقياس الانفتاح الحفافي لإحدى العينات و يظهر الاسمنت بوضوح بعد تلوينه.



شكل (2-29):صورة تظهر تشوش الرؤية في التفريق بين الزيركون و الاسمنت قبل تلوين الاسمنت.

الباب الثالث

النتائج و الدراسة الإحصائية

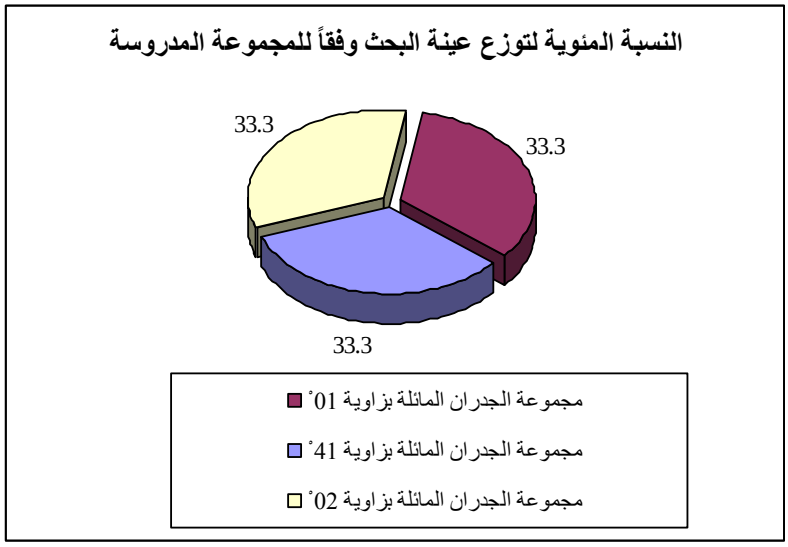
3-1 وصف العينة:

تألفت عينة البحث من قلنسوات من الزيركونيا مصنعة وفق نظام CAD/CAM لـ 45 مثالاً معدنياً مصنوعاً من النحاس ، مقسمة إلى ثلاث مجموعات رئيسة متساوية وفقاً لزاوية ميلان الجدران (مجموعة الجدران المائلة بزاوية10°، مجموعة الجدران المائلة بزاوية 14°، مجموعة الجدران المائلة بزاوية20°)، وقد كان توزع التيجان المدروسة في عينة البحث وفقاً للمجموعة المدروسة كما يلي:

– توزع عينة البحث وفقاً للمجموعة المدروسة:

جدول رقم (3-1) يبين توزع عينة البحث وفقاً للمجموعة المدروسة.

المجموعة المدروسة	عدد التيجان	النسبة المئوية
مجموعة الجدران المائلة بزاوية 10° A	15	33.3
مجموعة الجدران المائلة بزاوية 14° B	15	33.3
مجموعة الجدران المائلة بزاوية 20° C	15	33.3
المجموع	45	100



مخطط (3-1) يمثل النسبة المئوية لتوزع عينة البحث وفقاً للمجموعة المدروسة.

3-2 الدراسة الإحصائية التحليلية:

أجري قياس المسافة بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية (بالميكرون) في 13 نقطة قياس مختلفة. وتم قياس مقدار الانفتاح الحفافي (بالميكرون) في 50 نقطة قياس مختلفة. ثم حسب مقدار المسافة بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية في كل من المناطق (عند الكتف وعند الزاوية الداخلية للكتف وفي خط الإنهاء عموماً وعند السطوح المحورية وعند السطح الإطباقي وفي جميع المناطق المدروسة عموماً)، كما حسب مقدار الانفتاح الحفافي عموماً لكل تاج من التيجان المدروسة في عينة البحث وفقاً لما يلي:

مقدار المسافة بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية عند الكتف لكل تاج = (المتوسط الحسابي لمقدار المسافة بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية في نقطتي القياس 1 و13) للتاج نفسه

مقدار المسافة بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية عند الزاوية الداخلية للكتف لكل تاج = (المتوسط الحسابي لمقدار المسافة بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية في نقطتي القياس 2 و12) للتاج نفسه

مقدار المسافة بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية في خط الإنهاء عموماً لكل تاج = (المتوسط الحسابي لمقدار المسافة بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية في نقاط القياس الأربع المحددة في خط الإنهاء عموماً (نقاط القياس 1 و2 و12 و13) للتاج نفسه

مقدار المسافة بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية عند السطوح المحورية لكل تاج = (المتوسط الحسابي لمقدار المسافة بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية في نقاط القياس الست المحددة في السطوح المحورية (نقاط القياس 3 و4 و5 و9 و10 و11) للتاج نفسه

مقدار المسافة بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية عند السطح الإطباقي لكل تاج = (المتوسط الحسابي لمقدار المسافة بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية في نقاط القياس الثلاث المحددة في السطح الإطباقي (نقاط القياس 6 و7 و8) للتاج نفسه

مقدار المسافة بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية في جميع المناطق المدروسة عموماً لكل تاج = (المتوسط الحسابي لمقدار المسافة بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية في النقاط الثلاثة عشر في جميع المناطق المدروسة) للتاج نفسه

مقدار الانفتاح الحفافي لكل تاج = (المتوسط الحسابي لمقدار الانفتاح الحفافي في جميع النقاط الخمسين المدروسة) للتاج نفسه

ثم تمت دراسة تأثير المجموعة (أي درجة ميلان الجدران) والمنطقة المدروستين على قيم المسافة بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية و على قيم الانفتاح الحفافي. وتمت دراسة العلاقة بين قيم الانفتاح الحفافي وقيم المسافة بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية.

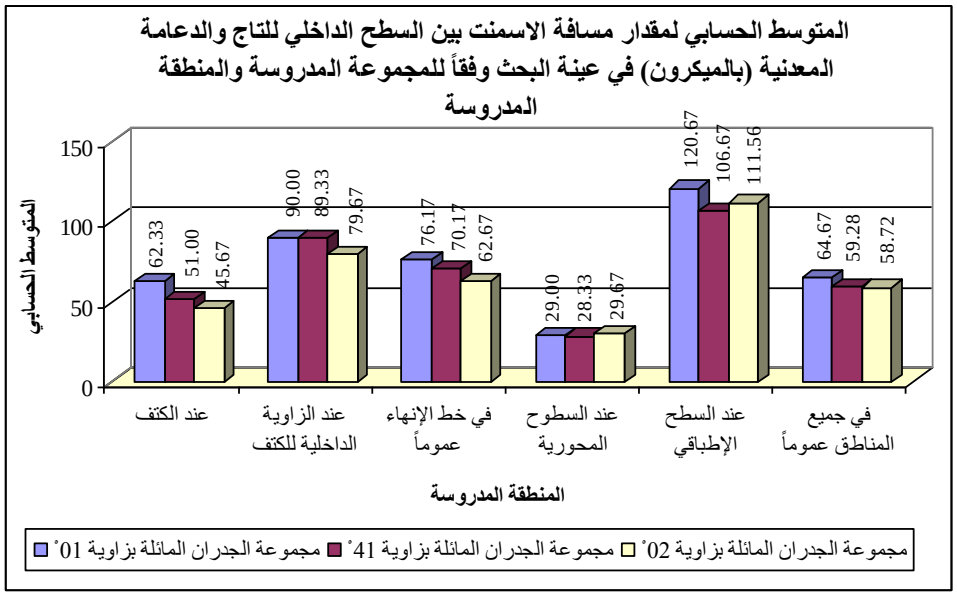
3-2-1 دراسة المسافة الداخلية بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية:

3-2-1-1 دراسة تأثير درجة ميلان الجدران على مقدار المسافة الداخلية (بالميكرون) وفقاً للمنطقة المدروسة:

أجري اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار المسافة الداخلية (بالميكرون) بين مجموعة الجدران المائلة بزاوية10° ومجموعة الجدران المائلة بزاوية 14° ومجموعة الجدران المائلة بزاوية 20° في عينة البحث، وذلك وفقاً للمنطقة المدروسة كما يلي:

جدول (3-2) يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري لمقدار المسافة الداخلية (بالميكرون) في عينة البحث وفقاً لدرجة الميلان والمنطقة المدروسة.

المتغير المدروس	المنطقة المدروسة	المجموعة المدروسة	عدد التيجان	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى
مقدار المسافة بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية (بالميكرون) **(المسافة الداخلية)**	عند الكتف P1 و P13	مجموعة الجدران المائلة بزاوية 10°	15	62.33	23.44	6.05	15	95
		مجموعة الجدران المائلة بزاوية 14°	15	51.00	27.40	7.07	10	90
		مجموعة الجدران المائلة بزاوية 20°	15	45.67	16.02	4.14	25	80
	عند الزاوية الداخلية للكتف P13.P2	مجموعة الجدران المائلة بزاوية 10°	15	90.00	24.93	6.44	45	135
		مجموعة الجدران المائلة بزاوية 14°	15	89.33	16.24	4.19	70	120
		مجموعة الجدران المائلة بزاوية 20°	15	79.67	17.27	4.46	45	105
	في خط الإنهاء عموماً P1,P2,P12.P13	مجموعة الجدران المائلة بزاوية 10°	15	76.17	21.69	5.60	42.5	112.5
		مجموعة الجدران المائلة بزاوية 14°	15	70.17	19.92	5.14	42.5	105
		مجموعة الجدران المائلة بزاوية 20°	15	62.67	14.31	3.70	45	92.5
	عند السطوح المحورية P3,P4.P5,P9,P10, P11	مجموعة الجدران المائلة بزاوية 10°	15	29.00	13.43	3.47	11.67	63.33
		مجموعة الجدران المائلة بزاوية 14°	15	28.33	14.21	3.67	1.67	55.00
		مجموعة الجدران المائلة بزاوية 20°	15	29.67	10.18	2.63	6.67	48.33
	عند السطح الإطباقي P6,P7,P8	مجموعة الجدران المائلة بزاوية 10°	15	120.67	12.98	3.35	96.67	146.67
		مجموعة الجدران المائلة بزاوية 14°	15	106.67	24.36	6.29	70.00	143.33
		مجموعة الجدران المائلة بزاوية 20°	15	111.56	16.27	4.20	83.33	140.00
	في جميع المناطق المدروسة عموماً	مجموعة الجدران المائلة بزاوية 10°	15	64.67	9.17	2.37	46.92	76.92
		مجموعة الجدران المائلة بزاوية 14°	15	59.28	11.80	3.05	43.85	84.62
		مجموعة الجدران المائلة بزاوية 20°	15	58.72	7.06	1.82	40.77	69.23



مخطط (3-2) يمثل المتوسط الحسابي لمقدار المسافة الداخلية (بالميكرون) في عينة البحث وفقاً للمجموعة المدروسة والمنطقة المدروسة.

3-2-1-2 نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA:

جدول (3-3) يبين نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار المسافة الداخلية (بالميكرون) بين مجموعات درجات الميلان المختلفة في عينة البحث وفقاً للمنطقة المدروسة.

المتغير المدروس	المنطقة المدروسة		مجموع المربعات	درجات الحرية	تقدير التباين	قيمة F المحسوبة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
مقدار المسافة بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية (بالميكرون) **(المسافة الداخلية)**	عند الكتف	بين المجموعات	2173.33	2	1086.67	2.094	0.136	لا توجد فروق دالة
		داخل المجموعات	21796.67	42	518.97			
		المجموع	23970.00	44				
	عند الزاوية الداخلية للكتف	بين المجموعات	1003.33	2	501.67	1.272	0.291	لا توجد فروق دالة
		داخل المجموعات	16566.67	42	394.44			
		المجموع	17570.00	44				
	في خط الإنهاء عموماً	بين المجموعات	1372.50	2	686.25	1.920	0.159	لا توجد فروق دالة
		داخل المجموعات	15010.00	42	357.38			
		المجموع	16382.50	44				
	عند السطوح المحورية	بين المجموعات	13.33	2	6.67	0.041	0.960	لا توجد فروق دالة
		داخل المجموعات	6805.56	42	162.04			
		المجموع	6818.89	44				
	عند السطح الإطباقي	بين المجموعات	1514.57	2	757.28	2.212	0.122	لا توجد فروق دالة
		داخل المجموعات	14379.26	42	342.36			
		المجموع	15893.83	44				
	في جميع المناطق المدروسة عموماً	بين المجموعات	323.50	2	161.75	1.776	0.182	لا توجد فروق دالة
		داخل المجموعات	3824.38	42	91.06			
		المجموع	4147.88	44				

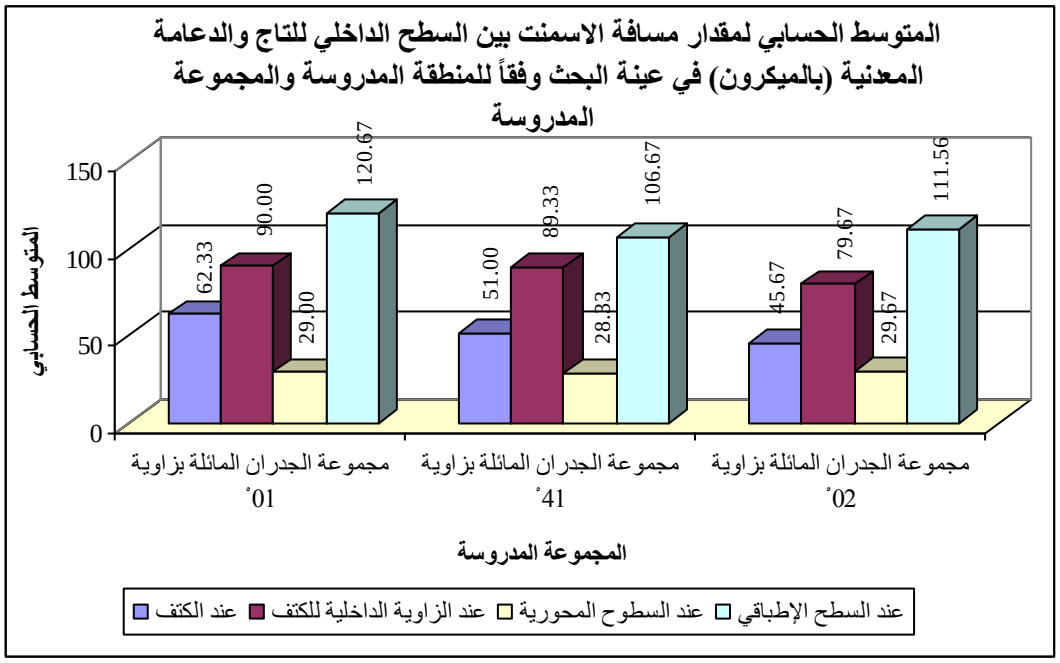
يبين الجدول السابق أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 مهما كانت المنطقة المدروسة، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق دالة إحصائياً في متوسط مقدار المسافة الداخلية بين المجموعات الثلاثة في جميع المناطق المدروسة.

3-2-1-3 دراسة دور المنطقة المدروسة على مقدار المسافة الداخلية وفقاً لدرجة ميلان الجدران:

أجري اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار المسافة الداخلية (بالميكرون) بين مجموعات المنطقة المدروسة (عند الكتف، عند الزاوية الداخلية للكتف، عند السطوح المحورية، عند السطح الإطباقي) في عينة البحث، وذلك في كل مجموعة من المجموعات كما يلي:

جدول رقم (3-4) يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري لمقدار المسافة الداخلية (بالميكرون) في عينة البحث وفقاً للمنطقة المدروسة والمجموعة المدروسة.

المتغير المدروس	المجموعة المدروسة	المنطقة المدروسة	عدد التيجان	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى
مقدار المسافة بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية (بالميكرون) **(المسافة الداخلية)**	مجموعة الجدران المائلة بزاوية 10°	عند الكتف	15	62.33	23.44	6.05	15	95
		عند الزاوية الداخلية للكتف	15	90.00	24.93	6.44	45	135
		عند السطوح المحورية	15	29.00	13.43	3.47	11.67	63.33
		عند السطح الإطباقي	15	120.67	12.98	3.35	96.67	146.67
	مجموعة الجدران المائلة بزاوية 14°	عند الكتف	15	51.00	27.40	7.07	10	90
		عند الزاوية الداخلية للكتف	15	89.33	16.24	4.19	70	120
		عند السطوح المحورية	15	28.33	14.21	3.67	1.67	55
		عند السطح الإطباقي	15	106.67	24.36	6.29	70	143.33
	مجموعة الجدران المائلة بزاوية 20°	عند الكتف	15	45.67	16.02	4.14	25	80
		عند الزاوية الداخلية للكتف	15	79.67	17.27	4.46	45	105
		عند السطوح المحورية	15	29.67	10.18	2.63	6.67	48.33
		عند السطح الإطباقي	15	111.56	16.27	4.20	83.33	140



مخطط (3-3) يمثل المتوسط الحسابي لمقدار المسافة بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية (بالميكرون) في عينة البحث وفقاً للمنطقة المدروسة والمجموعة المدروسة.

3-2-1-4 نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA:

جدول (4-5) يبين نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار المسافة الداخلية (بالميكرون) بين مجموعات المنطقة المدروسة في عينة البحث وفقاً للمجموعة المدروسة.

المتغير المدروس	المجموعة المدروسة		مجموع المربعات	درجات الحرية	تقدير التباين	قيمة F المحسوبة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
مقدار المسافة الداخلية (بالميكرون)	مجموعة الجدران المائلة بزاوية 10°	بين المجموعات	68788.33	3	22929.44	60.341	0.000	**توجد فروق دالة**
		داخل المجموعات	21280.00	56	380.00			
		المجموع	90068.33	59				
	مجموعة الجدران المائلة بزاوية 14°	بين المجموعات	57148.33	3	19049.44	42.095	0.000	**توجد فروق دالة**
		داخل المجموعات	25342.22	56	452.54			
		المجموع	82490.56	59				
	مجموعة الجدران المائلة بزاوية 20°	بين المجموعات	59910.14	3	19970.05	86.518	0.000	**توجد فروق دالة**
		داخل المجموعات	12925.93	56	230.82			
		المجموع	72836.06	59				

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 مهما كانت المجموعة المدروسة، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق دالة إحصائياً في متوسط

مقدار المسافة الداخلية بين اثنتين على الأقل من مجموعات المنطقة المدروسة مهما كانت المجموعة المدروسة في عينة البحث، ولمعرفة أي مجموعات المنطقة المدروسة تختلف عن الأخرى جوهرياً في متوسط المسافة بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية.

أجريت المقارنة الثنائية بين المجموعات وفقاً لطريقة Bonferroni كما يلي:

3-2-1-5 نتائج المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni:

جدول (3-6) يبين نتائج المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط مقدار المسافة الداخلية بين مجموعات المنطقة المدروسة في عينة البحث.

المتغير المدروس	المجموعة المدروسة	المنطقة (I)	المنطقة (J)	الفرق بين المتوسطين (I-J)	الخطأ المعياري	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
مقدار المسافة بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية (بالميكرون)	مجموعة الجدران المائلة بزاوية 10°	عند الكتف	عند الزاوية الداخلية للكتف	-27.67	7.12	0.002	**توجد فروق دالة**
			عند السطوح المحورية	33.33	7.12	0.000	**توجد فروق دالة**
			عند السطح الإطباقي	-58.33	7.12	0.000	**توجد فروق دالة**
		عند الزاوية الداخلية للكتف	عند السطوح المحورية	61.00	7.12	0.000	**توجد فروق دالة**
			عند السطح الإطباقي	-30.67	7.12	0.000	**توجد فروق دالة**
		عند السطوح المحورية	عند السطح الإطباقي	-91.67	7.12	0.000	**توجد فروق دالة**
	مجموعة الجدران المائلة بزاوية 14°	عند الكتف	عند الزاوية الداخلية للكتف	-38.33	7.77	0.000	**توجد فروق دالة**
			عند السطوح المحورية	22.67	7.77	0.030	**توجد فروق دالة**
			عند السطح الإطباقي	-55.67	7.77	0.000	**توجد فروق دالة**
		عند الزاوية الداخلية للكتف	عند السطوح المحورية	61.00	7.77	0.000	**توجد فروق دالة**
			عند السطح الإطباقي	-17.33	7.77	0.178	لا توجد فروق دالة
		عند السطوح المحورية	عند السطح الإطباقي	-78.33	7.77	0.000	**توجد فروق دالة**
	مجموعة الجدران المائلة بزاوية 20°	عند الكتف	عند الزاوية الداخلية للكتف	-34.00	5.55	0.000	**توجد فروق دالة**
			عند السطوح المحورية	16.00	5.55	0.033	**توجد فروق دالة**
			عند السطح الإطباقي	-65.89	5.55	0.000	**توجد فروق دالة**
		عند الزاوية الداخلية للكتف	عند السطوح المحورية	50.00	5.55	0.000	**توجد فروق دالة**
			عند السطح الإطباقي	-31.89	5.55	0.000	**توجد فروق دالة**
		عند السطوح المحورية	عند السطح الإطباقي	-81.89	5.55	0.000	**توجد فروق دالة**

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 عند المقارنة في متوسط مقدار المسافة الداخلية بين مجموعة القياسات المُجراة عند الزاوية الداخلية للكتف ومجموعة القياسات المُجراة عند السطح الإطباقي في مجموعة الجدران المائلة بزاوية 14° أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في متوسط مقدار

المسافة الداخلية بين مجموعة القياسات المُجراة عند الزاوية الداخلية للكتف ومجموعة القياسات المُجراة عند السطح الإطباقي في مجموعة الجدران المائلة بزاوية 14° من عينة البحث.

أما بالنسبة لباقي المقارنات الثنائية المدروسة فيُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في متوسط مقدار المسافة الداخلية بين مجموعات المنطقة المدروسة المعنية في عينة البحث، وبدراسة الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات يلاحظ بأن قيم مقدار المسافة الداخلية (بالميكرون) في مجموعة القياسات المُجراة عند السطوح المحورية كانت أصغر منها في كل من مجموعة القياسات المُجراة عند الكتف ومجموعة القياسات المُجراة عند الزاوية الداخلية للكتف ومجموعة القياسات المُجراة عند السطح الإطباقي، كما يلاحظ أن قيم مقدار المسافة الداخلية (بالميكرون) في مجموعة القياسات المُجراة عند الكتف كانت أصغر منها في كل من مجموعة القياسات المُجراة عند الزاوية الداخلية للكتف ومجموعة القياسات المُجراة عند السطح الإطباقي، وذلك مهما كانت المجموعة المدروسة (مجموعة الجدران المائلة بزاوية 10°، مجموعة الجدران المائلة بزاوية 14°، مجموعة الجدران المائلة بزاوية 20°) في عينة البحث، وكذلك يلاحظ أن قيم مقدار المسافة الداخلية (بالميكرون) في مجموعة القياسات المُجراة عند الزاوية الداخلية للكتف كانت أصغر منها في مجموعة القياسات المُجراة عند السطح الإطباقي في كل من مجموعة الجدران المائلة بزاوية 10° ومجموعة الجدران المائلة بزاوية 20° كل على حدة في عينة البحث.

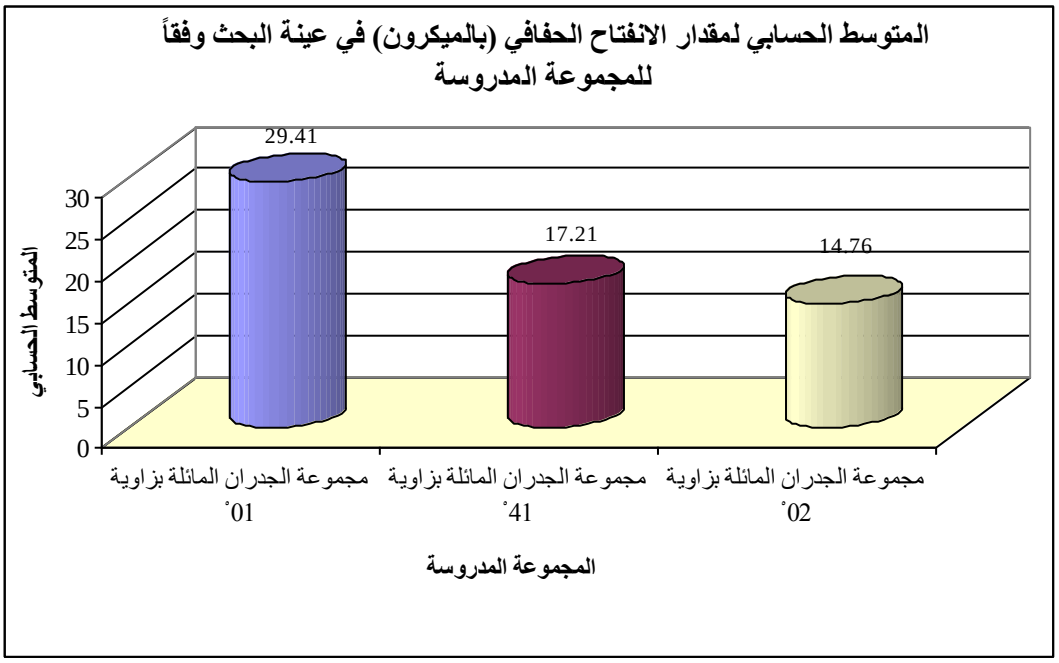
3-2-2 دراسة الانفتاح الحفافي:

3-2-2-1 دراسة تأثير درجة ميلان الجدران على الانفتاح الحفافي:

أجري اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار الانفتاح الحفافي (بالميكرون) بين مجموعة الجدران المائلة بزاوية 10° ومجموعة الجدران المائلة بزاوية 14° ومجموعة الجدران المائلة بزاوية 20° في عينة البحث كما يلي:

جدول (3-7) يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري لمقدار الانفتاح الحفافي (بالميكرون) في عينة البحث وفقاً لدرجة ميلان الجدران.

المتغير المدروس	المجموعة المدروسة	عدد التيجان	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	الحد الأدنى	الحد الأعلى
مقدار الانفتاح الحفافي (بالميكرون)	مجموعة الجدران المائلة بزاوية 10°	15	29.41	13.40	3.46	10.40	48.00
	مجموعة الجدران المائلة بزاوية 14°	15	17.21	6.56	1.69	9.80	30.20
	مجموعة الجدران المائلة بزاوية 20°	15	14.76	5.64	1.46	8.20	28.80



مخطط (3-4) يمثل المتوسط الحسابي لمقدار الانفتاح الحفافي (بالميكرون) في عينة البحث وفقاً لدرجة ميلان الجدران.

3-2-2-2 نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA:

جدول (3-8) يبين نتائج اختبار تحليل التباين أحادي الجانب ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط مقدار الانفتاح الحفافي (بالميكرون) بين المجموعات المدروسة في عينة البحث.

المتغير المدروس		مجموع المربعات	درجات الحرية	تقدير التباين	قيمة F المحسوبة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
مقدار الانفتاح الحفافي (بالميكرون)	بين المجموعات	1847.90	2	923.95	10.898	0.000	**توجد فروق دالة**
	داخل المجموعات	3560.81	42	84.78			
	المجموع	5408.71	44				

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 الانفتاح الحفافي بين اثنتين على الأقل من المجموعات المدروسة في عينة البحث، ولمعرفة أي المجموعات تختلف عن الأخرى جوهرياً في متوسط مقدار الانفتاح الحفافي تم إجراء المقارنة الثنائية بين المجموعات وفقاً لطريقة Bonferroni كما يلي:

3-2-2-3 نتائج المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni:

جدول (3-9) يبين نتائج المقارنة الثنائية بطريقة Bonferroni لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسط مقدار الانفتاح الحفافي بين المجموعات المدروسة في عينة البحث.

المتغير المدروس	المجموعة (I)	المجموعة (J)	الفرق بين المتوسطين (I-J)	الخطأ المعياري	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
مقدار الانفتاح الحفافي (بالميكرون)	الجدران المائلة بزاوية 10°	الجدران المائلة بزاوية 14°	12.20	3.36	0.002	**توجد فروق دالة**
		الجدران المائلة بزاوية 20°	14.65	3.36	0.000	**توجد فروق دالة**
	الجدران المائلة بزاوية 14°	الجدران المائلة بزاوية 20°	2.45	3.36	1.000	لا توجد فروق دالة

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 عند المقارنة في متوسط مقدار الانفتاح الحفافي بين مجموعة الجدران المائلة بزاوية 10° وكل من مجموعة الجدران المائلة بزاوية 14° ومجموعة الجدران المائلة بزاوية 20° على حدة، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في متوسط مقدار الانفتاح الحفافي

(بالميكرون) بين مجموعة الجدران المائلة بزاوية 10° وكل من مجموعة الجدران المائلة بزاوية 14° ومجموعة الجدران المائلة بزاوية 20° على حدة في عينة البحث، وبما أن الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات موجبة يلاحظ أن مقدار الانفتاح الحفافي (بالميكرون) في مجموعة الجدران المائلة بزاوية 10° كانت أكبر منها في كل من مجموعة الجدران المائلة بزاوية 14° ومجموعة الجدران المائلة بزاوية 20° على حدة في عينة البحث. أما عند المقارنة بين مجموعة الجدران المائلة بزاوية 14° ومجموعة الجدران المائلة بزاوية 20° فيُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في متوسط مقدار الانفتاح الحفافي (بالميكرون) بين مجموعة الجدران المائلة بزاوية 14° ومجموعة الجدران المائلة بزاوية 20° في عينة البحث.

3-3 دراسة طبيعة العلاقة بين مقدار الانفتاح الحفافي ومقدار المسافة الداخلية في عينة البحث وفقاً للمجموعة المدروسة والمنطقة المدروسة:

حسبت قيم معاملات الارتباط بيرسون لدراسة طبيعة العلاقة بين مقدار الانفتاح الحفافي ومقدار المسافة بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية في عينة البحث، وذلك وفقاً للمجموعة المدروسة والمنطقة المدروسة كما يلي:

- نتائج حساب قيم معاملات الارتباط بيرسون:

جدول (3-10) يبين نتائج حساب قيم معاملات الارتباط بيرسون لدراسة طبيعة العلاقة بين مقدار الانفتاح الحفافي ومقدار المسافة بين الداخلية وذلك وفقاً للمجموعة المدروسة والمنطقة المدروسة.

المتغير الثاني	المنطقة المدروسة	المجموعة المدروسة	المتغير الأول = مقدار الانفتاح الحفافي			دلالة وجود العلاقة	جهة العلاقة	شدة العلاقة
			قيمة معامل الارتباط	عدد التيجان	قيمة مستوى الدلالة			
مقدار المسافة بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية (بالميكرون)	عند الكتف	مجموعة الجدران المائلة بزاوية 10°	0.642	15	0.0099	**توجد علاقة دالة**	طردية	متوسطة
		مجموعة الجدران المائلة بزاوية 14°	-0.120	15	0.670	لا توجد علاقة دالة	-	-
		مجموعة الجدران المائلة بزاوية 20°	0.212	15	0.448	لا توجد علاقة دالة	-	-
		عينة البحث كاملةً	0.419	45	0.004	**توجد علاقة دالة**	طردية	ضعيفة
	عند الزاوية الداخلية للكتف	مجموعة الجدران المائلة بزاوية 10°	0.636	15	0.011	**توجد علاقة دالة**	طردية	متوسطة
		مجموعة الجدران المائلة بزاوية 14°	-0.007	15	0.979	لا توجد علاقة دالة	-	-
		مجموعة الجدران المائلة بزاوية 20°	-0.380	15	0.162	لا توجد علاقة دالة	-	-
		عينة البحث كاملةً	0.345	45	0.020	**توجد علاقة دالة**	طردية	ضعيفة
	في خط الإنهاء عموماً	مجموعة الجدران المائلة بزاوية 10°	0.712	15	0.003	**توجد علاقة دالة**	طردية	قوية
		مجموعة الجدران المائلة بزاوية 14°	-0.085	15	0.762	لا توجد علاقة دالة	-	-
		مجموعة الجدران المائلة بزاوية 20°	-0.111	15	0.695	لا توجد علاقة دالة	-	-
		عينة البحث كاملةً	0.432	45	0.003	**توجد علاقة دالة**	طردية	ضعيفة
	عند السطوح المحورية	مجموعة الجدران المائلة بزاوية 10°	-0.181	15	0.519	لا توجد علاقة دالة	-	-
		مجموعة الجدران المائلة بزاوية 14°	-0.054	15	0.850	لا توجد علاقة دالة	-	-
		مجموعة الجدران المائلة بزاوية 20°	-0.506	15	0.055	لا توجد علاقة دالة	-	-
		عينة البحث كاملةً	-0.157	45	0.302	لا توجد علاقة دالة	-	-
	عند السطح الإطباقي	مجموعة الجدران المائلة بزاوية 10°	0.470	15	0.077	لا توجد علاقة دالة	-	-
		مجموعة الجدران المائلة بزاوية 14°	0.036	15	0.898	لا توجد علاقة دالة	-	-
		مجموعة الجدران المائلة بزاوية 20°	-0.346	15	0.206	لا توجد علاقة دالة	-	-
		عينة البحث كاملةً	0.242	45	0.110	لا توجد علاقة دالة	-	-
	في جميع المناطق المدروسة عموماً	مجموعة الجدران المائلة بزاوية 10°	0.550	15	0.034	**توجد علاقة دالة**	طردية	متوسطة
		مجموعة الجدران المائلة بزاوية 14°	-0.057	15	0.840	لا توجد علاقة دالة	-	-
		مجموعة الجدران المائلة بزاوية 20°	-0.590	15	0.021	**توجد علاقة دالة**	عكسية	متوسطة
		عينة البحث كاملةً	0.280	45	0.062	لا توجد علاقة دالة	-	-

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05 بالنسبة لمعاملات الارتباط الموافقة مجموعة الجدران المائلة بزاوية 10° ولعينة البحث كاملةً في كل من

المناطق (عند الكتف، عند الزاوية الداخلية للكتف، في خط الإنهاء عموماً)، وكذلك بالنسبة لمعاملي الارتباط الموافقين لمجموعة الجدران المائلة بزاوية 10° ومجموعة الجدران المائلة بزاوية 20° في جميع المناطق عموماً، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد علاقة ارتباط خطية دالة إحصائياً بين مقدار الانفتاح الحفافي ومقدار المسافة بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية في كل من المجموعات الفرعية المذكورة في عينة البحث، وبما أن الإشارة الجبرية لمعامل الارتباط الموافق لمجموعة الجدران المائلة بزاوية 20° في جميع المناطق عموماً كانت سالبة نستنتج أن العلاقة الموافقة كانت عكسية (ارتفاع قيم المسافة بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية يوافقه انخفاض في قيم الانفتاح الحفافي)، وبما أن الإشارة الجبرية لباقي معاملات الارتباط المذكورة كانت موجبة نستنتج أن كلاً من العلاقات الموافقة كانت طردية (ارتفاع قيم المسافة بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية يوافقه ارتفاع في قيم الانفتاح الحفافي)، وبما أن القيمة المطلقة لمعامل الارتباط الموافق لمجموعة الجدران المائلة بزاوية 10° في خط الإنهاء عموماً كانت قريبة من القيمة 0.7 نستنتج أن العلاقة الموافقة كانت قوية الشدة، وبما أن القيم المطلقة لمعاملات الارتباط الموافقة لعينة البحث كاملةً كانت قريبة من القيمة 0.4 أو أقل نستنتج أن كلاً من العلاقات الموافقة كانت ضعيفة الشدة ويمكن إهمالها، وبما أن القيم المطلقة لباقي معاملات الارتباط المذكورة كانت قريبة من القيمتين 0.5 و0.6 نستنتج أن كلاً من العلاقات الموافقة كانت متوسطة الشدة في عينة البحث.

أما بالنسبة لباقي معاملات الارتباط المدروسة فيُلاحظ أن قيمة مستوى الدلالة أكبر من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا توجد علاقة ارتباط خطية دالة إحصائياً

بين مقدار الانفتاح الحفافي ومقدار المسافة بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية، وذلك في كل من المجموعات الفرعية للمجموعة المدروسة والمنطقة المدروسة في عينة البحث.

الباب الرابع

المـنـاقـشـة

Discussion

4-1 مناقشة مواد و طرائق البحث:

درس هذا البحث تأثير درجة ميلان الجدران المحضرة على الانطباق الحفافي و الداخلي لقلنسوات الزيركونيا المصنعة بتقنية الـ CAD\CAM .

أجري البحث على دعاماتٍ معدنيةٍ محضرة، صنعت بواسطة مخرطة صناعية ، و ذلك بهدف توحيد طول الدعامة، وعرض الكتف، و ضبط درجة ميلان الجدران بدقة، حيث أن المخرطة الصناعية التي استخدمت مزودة بمنقلة، و بذلك ألغيت مشكلة اختلاف الأبعاد و تم تثبيت زاوية التحضير لتكون نفسها لكل عناصر المجموعة، و استخدمت طريقة الدعامات المعدنية المحضرة بواسطة مخرطةٍ صناعيةٍ في عدة دراسات منها: الدراسة التي أجراها Oyague عن تأثير اختلاف زوايا التحضير و طريقة المسح على انطباق جسور الزيركونيا الخلفية (Oyague *et al.*, 2010). وكذلك الأمر في دراسة Iwai عن تأثير زاوية الالتقاء و مسافة الاسمنت على انطباق قلنسوات الزيركون (Iwai *et al.*, 2008).

كما استخدم Kunii دعامات معدنية لدراسة تأثير التلبيد على الانطباق الحفافي والداخلي لهيكل الزيركونيا للجسور (Kunii *et al.*, 2007)، وكذلك في دراسة Komine عن الانطباق الحفافي و الداخلي لقلنسوات وتيجان الزيركونيا مع تصاميم مختلفة لخط الإنهاء (Komine *et al.*, 2007).

أما اختيار زوايا التحضير فكان ضمن درجات الميلان المقبولة سريرياً، حيث أنَّ الممارسين السريريين يميلون لتحضير الأسنان بزوايا التقاء (10°-25°) (Nordlander *et al.*, 1988).

تعتبر زاوية الالتقاء 10° جيدة للحصول على الثبات و المحافظة على قوة الخزف في التيجان الخزفية مع الحفاظ على النسج السنية، ولكن تعتبر زاوية الالتقاء 20° مقبولة (Dodge *et al.*, 1985) (Doyle *et al.*, 1990).

صنعت حفرة (notch) بشكل ربع كرة على الحافة الخارجية للكتف باستخدام سنبلة كروية (KOMET) قطرها 1ملم ، و هذه الحفرة تهدف إلى تأمين الاستقرار ، و التوضع الصحيح للقلنسوة على الدعامة، و استخدمت هذه الطريقة في بحث Iwai.

أجري المسح على الدعامات المعدنية مباشرةً، بعد استخدام بخاخ لتحسين دقة المسح دون اللجوء إلى أخذ طبعاتٍ للدعامات كما في دراسة (Oyague *et al.*, 2010) ، وذلك لزيادة الدقة حيث تمَّ التخلص من تغير أبعاد المطاط ، و التقلص التصلبي للجبس.

4-2 مناقشة اختبارات قياس دقة الانطباق:

استخدمت تقنية النسخة المطابقة (cement replica teqnique) لقياس الانطباق الداخلي بدلاً من قص العينات بعد الإلصاق، و ذلك لصعوبة قص العينة، و ما يسببه القص من تشوه. كما أن دقة القياس في هذه الطريقة تماثل دقة القياس للعينات بعد قصها.

قيم Rahme في دراسة عام 2008 تقنية النسخ (cement replica technigue) المستخدمة في دراسة التيجان وذلك بمقارنة سماكة المطاط المستخدم في هذه الطريقة مع سماكة اسمنت التثبيت بعد إلصاق التيجان بالاسمنت الزجاجي الشاردي ، و أجري البحث على تيجان Procera . واستنتجت الدراسة بأن هذه التقنية دقيقة و موثوقة وتعبر عن مدى انطباق الترميمات بشكل دقيق (Rahme *et al.*, 2008).

بعد الانتهاء من قياس الانطباق الداخلي ألصقت العينات بالاسمنت الزجاجي الشاردي (Riva). إن إلصاق العينات يجعلها أقرب إلى الواقع السريري، كما أن ميلان الجدران له تأثير في الانطباق الحفافي بعد الإلصاق بسبب العلاقة بين ميلان الجدران و خروج الاسمنت الزائد.

لُوِّن الاسمنت باستخدام الحبر. وذلك بسبب تشوش الرؤية تحت المجهر عند استخدام الاسمنت بدون تلوين.

استخدم المجهر الضوئي بمعدل تكبير وقدره 100x لدراسة الانطباق الحفافي والداخلي، واستخدم هذا التكبير في عدة دراسات (مناديلي، 2009)(المقداد، 2010)(السماوي، 2010).

تم اختيار 13 نقطة قياس للانطباق الدخلي منها: أربع نقاط ثابتة (على الكتف و الزاوية الداخلية للكتف) ، و 9 نقاط موزعة على 3 سطوح (3 نقاط على كل سطح).

أما في الانطباق الحفافي، تم قياس 50 نقطةً موزعةً على كامل حواف القلنسوة، و تم البدء من القياس من يمين الحفرة التي صنعت على الدعامة. ولم يجد Groten فارقاً في نتائج الانطباق الحفافي عند اختيار نقاط القياس عشوائياً أو عند تباعدها بمسافات متساوية (Groten *et al.*, 2000). ولم تجر قياسات في مكان الحفرة التي صنعت على الكتف.

4-3 مناقشة نتائج البحث:

4-3-1 الانطباق الداخلي:

أظهرت الدراسة الإحصائية بأن الفروق التي ظهرت بين المجموعات الثلاثة غير دالة إحصائياً حيث كانت المسافة الداخلية في مجموعة الجدران المائلة 20 درجة C (58,72) ميكرون

و(59.28) ميكرون في مجموعة الجدران المائلة 14 درجة B و (64,67) ميكرون في مجموعة الجدران المائلة 10 درجات A. وعند تقسيم دراسة الانطباق الداخلي إلى مناطق لوحظ أن المسافة الداخلية في منطقة السطح الإطباقي في المجموعات الثلاثة أكبر من المناطق الأخرى في المجموعة نفسها دون وجود فروق دالة إحصائية بين المجموعات الثلاثة، كانت المسافة في المجموعة **C** (111,56) ميكرون، وفي المجموعة **B** (106,67) ميكرون، أما المجموعة **A** فكانت المسافة الداخلية الإطباقية (120,67) ميكرون.

كذلك الأمر عند الزاوية الداخلية للكتف فكانت جميع الاختلافات التي ظهرت بين المجموعات الثلاث غير دالة إحصائياً،برغم ملاحظة أن المجموعتين **A** و **B** متقاربتان (90) ميكرون (89,33) ميكرون على الترتيب، أما انطباق هذه المنطقة في المجموعة **C** فكان (79,67) ميكرون.

تتفق نتيجة هذه الدراسة مع الدراسة التي أجراها (Mou *et al*., 2002) حيث خلصت دراسته إلى أن زيادة زاوية الالتقاء من 12° إلى 20° لم تؤد إلى تحسين الانطباق الداخلي. ولكن لجأ Mou في دراسته للانطباق الداخلي إلى إجراء مقاطع عرضية في الدعامة، أي أنه درس الانطباق فقط على السطوح المحورية ولم تشمل دراسته خط الإنهاء أو السطح الإطباقي. و هذا يتوافق مع النتائج التي تم الحصول عليها من قياس الانطباق الداخلي على السطوح المحورية، نتائج المجموعات الثلاث **A**، **B** ، **C** هي (29) ميكرون،(28.33) ميكرون،(29.67) ميكرون على الترتيب، ويلاحظ من هذه النتائج أن الفروق بين هذه المجموعات تكاد تكون معدومة.

واختلفت نتيجة هذه الدراسة مع دراسة Iwai التي درس فيها تأثير اختلاف زوايا التحضير والسماكة الافتراضية للاسمنت على الانطباق الحفافي و الداخلي لتيجان الزيركون ، إذ كان الانطباق الداخلي في مجموعة الـ 20° أفضل من مجموعة الـ 6° مهما كانت السماكة الافتراضية للاسمنت، و كان متوسط الانطباق الداخلي للزوايا الثلاثة 6° ، 12° ، 20° هي (62.3) ميكرون، (59.9) ميكرون، (54.0) ميكرون على الترتيب عندما كانت السماكة الافتراضية للاسمنت 30 ميكرون ، وعزا Iwai هذا الفرق في هذه المنطقة إلى أن دقة المسح ربما تتعزز مع زوايا التقاء أكبر (Iwai *et al.*, 2008). بمقارنة نتائج دراسة Iwai مع نتائج هذه الدرسة يلاحظ أن النتائج متقاربة جداً و قد يكون سبب الاختلاف إلى اعتماد مستوى دلالة 0.01 في دراسة Iwai.

كما اختلفت الدراسة مع (Beuer *et al.*, 2008) التي درس فيها 3 زوايا هي : 4° ، 8° ، 12° . و وجد أن زيادة زاوية التحضير تؤدي إلى زيادة الانطباق الداخلي، ولكن اتفقت مع ما توصل إليه Beure من أن أكبر مسافة داخلية كانت على السطح الإطباقي.

وكانت النتائج التي حصل عليها في المجموعات الثلاث 4° ، 8° ، 12° على الترتيب:

الزاوية الداخلية للكتف: (80.1)،(69.9)،(62.1) ميكرون.

السطوح المحورية: (74.7)،(60.3)،(49.3) ميكرون.

السطح الإطباقي: (92.0)،(106.7)،(73.6) ميكرون.

كما تختلف مع الدراسة الأخرى التي أجراها (Beuer *et al.*, 2009) والتي درس فيها تأثير إجراءات تحسين الانطباق بالإضافة إلى تأثير زوايا التحضير، وكانت الزوايا التي اختارها: 4° ،

8° ، 12° . وخلصت الدراسة إلى أن أعلى انفتاح حفافي كان في مجموعة الـ 4° ثم مجموعة الـ 8°.كما أوضح أن إجراءات تحسين الانطباق لم تؤد إلى زيادة في انطباق مجموعة الـ 12°.

4-3-2 الانطباق الحفافي:

أظهرت النتائج أن المجموعتان **C** و B أظهرتا أفضل انطباق حفافي حيث كان متوسط الانفتاح الحفافي في المجموعة C (14.76) ميكرون. وفي المجموعة B (17.21) ميكرون. أما أكبر انفتاح حفافي فكان في المجموعة **A** (29.41) ميكرون. وقد يعود ذلك إلى الضغط الهيدروليكي المتشكل من الاسمنت المحصور بين السطح الداخلي للتاج و الدعامة وصعوبة خروج الاسمنت الزائد.حيث أن الضغط الهيدروليكي يزداد كلما نقصت زوايا التحضير. و هذا يوافق ما توصل إليه Chan من أن الزوايا الأقل في التحضير ربما لا تتناسب مع السماكة المثالية للاسمنت؛ وهذا ينجم عنه انفتاح حفافي (Chan *et al.*,2005).

تختلف نتيجة هذه الدراسة مع دراسة (Oyague *et al.*, 2010) التي استنتج فيها الباحث أن زاوية التحضير لم تؤثر على انطباق الجسور الخلفية المصنعة بالـ CAD/CAM.حيث كان متوسط الانفتاح الحفافي على الجسور الخلفية: (76) ، (74) ، (76) ميكرون في حالة زوايا تحضير 10° ، 15° ، 20° على الترتيب. ربما يعود سبب الاختلاف إلى أن التحضير في دراسة Oyague كان شبه كتف بينما التحضير في الدراسة الحالية كتف مدور الزاوية. إضافة إلى الاختلاف في نظام الـ CAD/CAM المستخدم. و قد يكون لاستخدام اسمنت فوسفات الزنك بدلاً من الاسمنت الزجاجي الشاردي دور في هذا الاختلاف في النتيجة، إضافةً إلى أن هذه الدراسة تمت على جسور خلفية بخلاف الدراسة الحالية التي تمت على تيجان مفردة.

تتفق نتيجة هذه الدراسة مع دراسة (Iwai *et al*., 2008) حيث وجد الباحث اختلافاً في الانطباق الحفافي نتيجة لاختلاف زوايا التحضير بين المجموعات الثلاثة: مجموعة الـ6°،مجموعة الـ 12° ، و مجموعة الـ 20° . وكانت جميع النتائج ضمن الحدود المقبولة سريرياً. و قد يعود هذا التوافق إلى استخدام أمثلة معدنية بدلاً من الأسنان المحضرة.

كذلك اتفقت النتائج مع (Beure *et al*., 2008, 2009) حيث قيم الباحث الانطباق الحفافي ل 3 زوايا تحضير هي: 4° ، 8° ، 12° ، و وجد الباحث أن زيادة زاوية التحضير تؤدي إلى نقص الانفتاح الحفافي، و أن الانطباق الحفافي في مجموعة الـ 12° هو الأفضل وكان الانفتاح الحفافي في هذه المجموعة أقل من 50 ميكرون، و إن إجراءات تحسين الانطباق لم تنقص الانفتاح الحفافي في مجموعة الـ 12°.

4-4 العوامل المؤثرة في الاختلاف والتوافق مع الدراسات الأخرى:

- نظام الـ CAD/CAM المستخدم.
- الثخانة الافتراضية للاسمنت.
- اسمنت الإلصاق المستخدم.
- نوع الدعامات : أسنان طبيعية ،اكريلية، أمثلة معدنية محضرة بمخرطة صناعية.
- طريقة قياس الانطباق الحفافي: مقاطع طولية أو رؤية مباشرة.
- القيام / عدم القيام بإجراءات تحسين الانطباق التي تجرى على المرممة.

الباب الخامس

الاستنتاجات

Conclusion

من خلال نتائج هذا البحث، و ضمن حدود التجربة و ظروفها يمكن استنتاج النقاط التالية:

- زيادة زاوية التحضير تحسن من دقة مسح الـ CAD/CAM ، و تسهل خروج الاسمنت الزائد عند إلصاق التيجان.
- لم يتأثر الانطباق الداخلي بزيادة زاوية التحضير.
- العلاقة بين الانطباق الحفافي و زاوية التحضير علاقة إيجابية، ولكن ليست خطية، لأن الزيادة في انطباق الحواف عند زيادة زاوية التحضير من 10° إلى 14° كبيرة. أما عند زيادة الزاوية من 14° إلى 20° نقص الانفتاح الحفافي 3 ميكرونات فقط وهذه القيمة ليس لها مدلولات سريرية.

الباب السادس

المقترحات و التوصيات

مقترحات لأبحاث مستقبلية:

- إجراء دراسة لتأثير ميلان الجدران على مقاومة الكسر في تيجان الزيركون.
- إجراء دراسة لتأثير نوع خط الإنهاء و اختلاف زوايا التحضير على انطباق تيجان الزيركون المصنعة بالـ CAD/CAM.

التوصيات:

إن التحضير بزاوية 14 درجة يؤدي إلى زيادة في الانطباق الحفافي عن التحضير بزاوية 10 درجات، و زيادة ميلان الجدران المحضرة إلى 20 درجة لم تترافق مع زيادة في الانطباق الحفافي، وبما أن زاوية التحضير 10 درجات هي الحد الأدنى الذي يمكن الحصول عليه سريرياً؛ يفضل زيادة زاوية التحضير قليلاً لتحسين الانطباق الحفافي. مع العلم بأن نتائج المجموعات الثلاثة في هذه الدراسة ضمن الحدود المقبولة سريرياً.

المراجع

- American Dental Association. ANSI/ADA Specification No. 8 for zinc phosphate cement. In:Guide to dental material and devices,5th ed, American Dental Association, Chicago, 1970-71.
- Andersson M, Oden A. A new all-ceramic crown: a dense-sintered, high purity alumina coping with porcelain. Acta Odontol Scand 1993; 51: 59-64.
- Andersson M, Carlsson L, Persson M, Bergmann B. Accuracy of machine milling and spark erosion with a CAD/CAM system. J Prosthet Dent 1996; 76: 187-93.
- Ariko K. Evaluation of the marginal fitness of tetragonal zirconia polycrystal all ceramic restorations. Kokubyo Gakkai Zasshi 2003;70:114-23.
- Assif D, Antopolski B, Helft M, Kaffe I. Comparison of methods of clinical evaluation of marginal fit of complete cast crowns. J Prosthet Dent 1985;54:20-4.
- Balkaya MC, Cinar A, Pamuk S. Influence of firing cycles on the margin distortion of 3 all-ceramic crown systems. J Prosthet Dent 2005;93:346-55.
- Bader J, Rozier R, McFall W, et al. Effect of crown margins on periodontal conditions in regulary attending patients. J Prosthet Dent 1991;65:75-9.
- Beschnidt SM, Strub JR. Evaluation of the marginal accuracy of different all-ceramic crown systems after simulation in the artificial mouth. J Oral Rehabil 1999;26:582-93.
- Besimo C, Jeger C, Guggenheim R. Marginal adaptation of titanium frameworks produced by CAD/CAM techniques. Int J Prosthodont 1997;10:541-6.

- Beuer F, Edelhoff D, Gernet W And Naumann M. Effect of preparation angles on the precision of zirconia crown copings fabricated by CAD/CAM system. Dental Materials Journal 2008; 27: 814－20.
- Beuer F, Richter J,Gernet W. influence of preparation angle on marginal and internal fit of CAD/CAM-fabricated zirconia crown coping. Quintessence Int 2009;40:243-50.
- Beuer F, Aggstaller H, Edelhoff D, Gernet W, Sorensen J. Marginal and internal fits of fixed dental prostheses zirconia retainers. Dent Mater. 2009;25:94-102.
- Beure,F, et al (2010). Marginal and internal fit of zirconia based fixed dental prostheses fabricated with different concepts. [Website].Available from www.dovepress.com/marginal-and-internal-fit-of-zirconia-based-fixed-dental-prostheses-fa-peer-reviewed-article-CCIDEN-commendation1:[Accessed:24 February 2010].
- Bindle A, Windisch S, Mörmann WH. Full-ceramic CAD/CIM anterior crowns and copings. Int J Computer Dent 1999;2:97-111.
- Bindle A, Mormann WH. Survival rate of mono-ceramic and ceramic-core CAD/CAM generated anterior crowns over 2-5 years. Eur J Oral Sci 2004;112:197-204.
- Brochu JF, El-Mowafy O. Longevity and clinical performance of IPS-Empress ceramic restorations–a literature review. J Can Dent Assoc 2002;68:233-7.
- Boeckler AF, Stadler A, Setz JM.The significance of marginal gap and overextension measurement in the evaluation of the fit of complete crowns. J Contemp Dent Pract 2005;6:26-37.

- Boudrias P., Shoghikian E., Morin E., Hutnik P.Esthetic option for the Implant supported single-tooth restoration –Treatment sequence with a ceramic abutment. J Can Dent Assoc 2001 ;67: 508–14.
- Boyle JJ, Naylor WP, Blackman RB. Marginal accuracy of metal-ceramic restorations with porcelain facial margins. J Prosthet Dent 1993;69:19-27.
- Buso L, Hilgert E, Neisser MP, Bottino MA. Marginal fit of electroformed copings before and after the coction of the porcelain. Braz J Oral Sci 2004;3:409-13.
- Carpentieri JR. Clinical protocol for an overdenture bar prosthesis fabricated with CAD/CAM technology. Pract Procedures Aesthet Dent 2004;16:755-7.
- Chan DC, Wilson AH Jr, Barbe P, Cronin RJ Jr, Chung C, Chung K. Effect of preparation convergence on retention and seating discrepancy of complete veneer crowns. J Oral Rehabit 2005;32:58-64.
- Cho L, Choi J, Yi YJ, Park CJ. Effect of finish line variants on marginal accuracy and fracture strength of ceramic optimized polymer/fiber-reinforced composite crowns. J Prosthet Dent 2004;91:554-60.
- Coli A, Karlsson S. precision of CAD/CAM technique for the production of zirconium dioxide copings. Int J Prosthodont 2004;17:577-80.
- Comlekoglu M, Dundar M, Ozcan M, Gungor M, Gokce B and Artunc C. Influence of cervical finish line type on the marginal

adaptation of zirconia ceramic crowns. Oper Dent 2009;34:586-92.

- Conrad HJ, Seong W, Pseun IJ. Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: A systematic review. J Prosthet Dent 2007; 98: 389-404.
- Covacci V., Bruzzese N., Maccauro G., Andreassi C., Ricci G. A., Marmo E. In vitro evaluation of mutogenic and carcinogenic power of high purity zirconia ceramic. Biomaterials 1999;20:371-6.
- Dedmon H. W. Disparity in expert opinions on size of acceptable margin openings. Oper Dent 1982; 7: 97-101.
- Dodge WW, Weed RM, Baez RJ, Buchanan RN. The effect of convergence angle on retention and resistance form. Quintessence Int 1985;16:191-4.
- Doyle MG, Goodacre CJ, Munoz CA, Andres CJ. The effect of tooth preparation design on the breaking strength of Dicor crowns: 3.Int J Prosthodont 1990;3:327-40.
- Duret F. Preston JD. CAD/CAM imaging in dentistry. Curr Opin Dent 1991; 1: 150-154.
- Ehrenberg D, Weiner GI, Weiner S. Long-term effects of storage and thermal cycling on the marginal adaptation of provisional resin crowns: A pilot study. J Prosthet Dent 2006;95:230-236.
- Ellingsen LA, Fasbinder DJ. In vitro evaluation of CAD/CAM ceramic crowns. J Dent Res 2002;81:331.
- Felton D, Kenoy B, Bayne S, et al. Effect of in vivo crown margin discrepancies on periodontal health. J Prosthet Dent 1991;65:357-364.

- Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL. Increased wall-to-wall curing contraction in thin bonded resin layers. J Dent Res 1989;68:48-50.
- Fusayama T, Ide K , Hosada H. Relief of resistance of cement of full cast crowns. J Prosthet Dent 1964 ;14:95-106.
- Gavelis JR, Morency JD, Riley ED, Sozio RB. The effect of various finish line preparations on the marginal seal and occlusal seat of full crown preparations. J Prosthet Dent 1981;45:136-145.
- Garvie RC, Nicholson PS. Phase analysis in zirconia systems. J Am Ceram Soc 1972;55:303–5.
- Grasso J, Nalbandian J, Sanford C, et al. Effect of restoration quality on periodontal health. J Prosthet Dent 1985;53:15.
- Groten M, Girthofer S, Probster L. Marginal fit consistency of copy-milled all-ceramic crowns during fabrication by light and scanning electron microscopic analysis in vitro. J Oral Rehabil 1997;24:871-881.
- Groten M, Axmann D, Probster L, Weber H. Determination of the minimum number of marginal gap measurements required for practical in-vitro testing. J Prosthet Dent 2000;83:40-49.
- Goldin EB, Biyd NW, Goldstein GR, Hittelman EL, Thompson VP. Marginal fit of lucite-glass pressable ceramic restorations and ceramic-pressed-to-metal restorarions. J Prosthet Dent 2005;93:143-147.
- Guazzato M, Albakry M, Swain MV. Mechanical Properties of In-Ceram Alumina and In-Ceram Zirconia. International Journal of Prosthodontics 2002;15:339-346.

- Hertlein G, Kraemer M, Sprengart T, et al. Milling time vs marginal fit of CAD/CAM manufactured zirconia restorations. J Dent Res. 2003;82:194.
- Hertlein G., Hoscheler S., Frank S., *et al*. Marginal fit of CAD/CAM manufactured all ceramic zirconia prosthesis. J Dent Res 2001; 80: 42.
- Heuer AH, Lange FF, Swain MV, Evans AG.Transformation toughening: an overview. J Am Ceram Soc 1986;69:i–iv.
- Hikita K, Uchiyama Y. Studies on three dimensional measurement and restoration of tooth crown form by CAD/CAM. J Jpn Prosthondont Soc1989; 33: 142.
- Hickel R, Dasch W, Mehl A, et al. CAD/CAM--Fillings of the future?. Int Dent J 1997;47:247-58.
- Hill, E. E. 2007. Dental Cements For Definitive Luting: A Review And Practical Clinical Considerations. Dent Clin North Am; 51: 643-58.
- Holmes JR, Pilcher ES, Rivers J**,** Stewart M .Marginal Fit of Electroforrned Ceramometal Crowns. J Prosthodont 1996;5:111-4.
- Hotta Y, Miyazaki T, Lee G, Kobayashi Y. Accuracy of the ceramic crown fabricated by the newly developed CAD/CAM system. J Showa Univ Dent Soc1996; 16: 230-4.
- Hung SH, Hung KS, Eick JD, Chappel BP. Marginal fit of porcelain fused-to-metal and two types of ceramic crown. J Prosthet Dent 1990;63:26-31.
- Hunter AJ, Hunter AR. Gingival crown margin configurations: a review and discussion. Part 1: terminology and widths. J Prosthet Dent 1990;64:548-52.

- Iwai T, Komine F, Kobayashi K, Saito A, Matsumura H. Influence of convergence angle and cement space on adaptation of zirconium dioxide ceramic copings. Acta Odontol Scand 2008;66:214-8.
- Jalalian E, Jannati H, Mirzaei M. Evaluating the effect of a sloping shoulder and a shoulder bevel on the marginal integrity of porcelain-fused-to-metal (PFM) veneer crowns. J Contemp Dent Pract 2008;9:17-24.
- Kobayashi Y, Lee G, Hotta Y, Fujiwara N, Miyazaki T. Measuring accuracy of the shoulder of the crown abutment by using the experimentally developed laser digitizer, J Showa Univ Dent Soc 1999; 19:158-62.
- Kobayashi Y, Lee G, Hotta Y, Fujiwara N, Miyazaki T. The effect of proximal teeth on the digitizing accuracy of the shoulder margin of the crown abutment by a laser digitizer equipped in an experimentally developed CAD/CAM device. J Showa Univ Dent Soc 2000; 20: 158-64.
- Kokubo Y, Tsumita M, Kano T, Sakurai S, Fukushima S. Clinical marginal and internal gaps of zirconia all-ceramic crowns. J Prosthodont Res. 2011;55:40-3.
- Komine F, Iwai T, Kobayashi K, Matsumura H. Marginal and internal adaptation of zirconium dioxide ceramic copings and crowns with different finish line designs. Dent Mater J 2007;26:659-64.
- Koutayas O. S., Kern M.: All-ceramic posts and cores: The state of the art. Quintessence Int 1999; 30: 383–92.
- Kunii J, Hotta Y, Tamaki Y, Ozawa A, Kobayashi Y, Fujishima A, Miyazaki T, Fujiwara T. Effect of sintering on the marginal and

internal fit of CAD/CAM-fabricated zirconia frameworks. Dent Mater J 2007;26(6):820-6.

- Lampe K, Luthy H, M.rmann WH. Fracture load of all ceramic computer crowns. In: M.rmann WH, ed. CAD/CAM in Aesthetic Dentistry, Cerec 10 Year Anniversary Symposium. Chicago, Il: Quintessence; 1996:463-82.
- Leinfelder KF, Isenberge BP, Essig ME. A new method for generating ceramic restorations: CAD/CAM system. J Am Dent Assoc 1989;118,703-7.
- Limkangwalmongkol P, Chiche GJ, Blatz MB. Precision of fit of two margin designs for metal-ceramic crowns.J Prosthodont 2007;16:233-7.
- Lin MT, Sy Munoz J, Munoz CA, Goodacre CJ, Naylor WP. The effect of tooth preparation form on the fit of procera copings. Int J Prosthodont 1998; 11.:580-90.
- Liu PR. A panorama of dental CAD/CAM restorative systems. Compend Contin Educ Dent 2005;26(7):507-8.
- Liu PR, Isenberg BP, Leinfelder KF. Evaluating CAD/CAM generated ceramic veneers. J Am Dent Assoc 1993;124:59-63.
- Martignoni M, SchÖnenberger A. Precision Fixed Prosthodontics: Clinical and Laboratory Aspects. Quintessence Publishing. Chicago (1990). 458-9.
- Manicone PF, Rossi Iommetti P, Raffaelli L. An overview of zirconia ceramics: basic properties and clinical applications. J Dent 2007;35:819-26.
- McLaren EA, Hyo L. CAD/CAM update*:* Technologies and materials and clinical perspectives. Inside Dentistry 2006;2:98-103.

- McLean JW. Polycarboxylate cements. Five years' experience in general practice. Br Dent J 1972;4: 49-15.
- McLean JW, von Fraunhofer JA.The estimation of cement film thickness by an in vivo technique. Br Dent J 1971 ;3:107-11.
- Mitchell CA, Pintado MR, Douglas WH. Nondestructive, in vitro quantification of crown margins. J Prosthet Dent 2001;85:575-84.
- Miyazaki T, Hotta Y, Kobayashi Y, Lee G, Furuya A, Kawawa T. Characteristics of dental CAD/CAM system "Decsy" and clinical application. QDT 2000; 25: 34-41.
- Molin MK, Karlsson SL, Kristiansen MS. Influence of film thickness on joint bend strength of a ceramic/resin composite joint. Dent Mater 1996;12:245-9.
- Mormann WH, Brandestini M, Lutz F, Barbakow F. Chair side computer-aided direct ceramic inlays. Quintessence Int 1989; 20: 329-39.
- Morris HF. Quantitative and qualitative evaluation of the marginal fit of cast ceramic, porcelain shoulder, and cast metal full crown margins. J Prosthet Dent 1992;67:198-203.
- Mou S, Chai T, Wang J and Shiau Y. Influence of different convergence angles and tooth preparation heights on the internal adaptation of Cerec crowns. J Prosthet Dent 2002;87:248-55.
- Nejatidanesh F, Lotfi HR, Savabi O. Marginal accuracy of interim restorations fabricated from four interim autopolymerizing resins. J Prosthet Dent 2006;95:364-7
- .Nordlander J, Weir D, Stoffer W, Ochi S. The taper of clinical preparations for fixed prosthodontics. J Prosthet Dent 1988;60:148-51.

- O'Neal SJ, Miracle RL, Leinfelder KF. Evaluating interfacial gaps for esthetics inlays. J Am Dent Assoc 1993;124:48-54.
- Oruc S, Tulunoglu Y. Fit of titanium and a base metal alloy metal-ceramic crown. J Prosthet Dent 2000;83:314-8.
- Persson M, Andersson M, Bergman B. The accuracy of a high-precision digitizer for CAD/CAM crowns. J Prosthet Dent 1995; 74: 223-9.
- Persson A., Andersson M., Oden A., Englund G. S. Athree-dimensional evaluation of a scanner and touch-probe scanner.J Prosthodont 2006 ;95: 194–200.
- Piconi C, Maccauro G. Zirconia as a ceramic biomaterial. Biomaterials 1999;20:1-25.
- Posselt A, Kerschbaum T. Longevity of 2328 chairside Cerec inlays and onlays. Int J Comput Dent 2003;6(3):231-48.
- Potiket N, Chiche G, Finger IM. In vitro fracture strength of teeth restored with different all-ceramic crown systems. J Prosthet Dent 2004;92:491-5.
- Probster L. Four year clinical study of glass infiltrated, sintered alumina crowns. J Oral Rehabil 1996;23:147-151.
- Quintas AF, Oliveira F, Bottino MA. Vertical marginal discrepancy of ceramic copings with different ceramic materials, finish lines, and luting agents: An in vitro evaluation. J Prosthet Dent 2004;92:250-7.
- Rahme HY, Tehini GE, Adib SM, Ardo AS, Rifai KT. In vitro evaluation of the "replica technique" in the measurement of the fit of Procera crowns. J Contemp Dent Pract 2008; 2:25-32.

- Rees JS, Jacobsen PH. Stresses generated by luting resins during cementation of composite and ceramic inlays. J Oral Rehabil. 1992;19:115-22.
- Rekow ED, Harsono M,Janal M,et al. Factorial analysis of variables influencing stress in all-ceramic crowns. Dent Mater 2006,22:125-132.
- Rosentritt M, Behr M, Kolbeck C, Handel G. Marginal integrity of CAD/CAM fixed partial dentures. Eur J Dent 2007;1:25-30.
- Sadoun M, Degrange M, Heim N. Dental ceramics. Part 2: the new ceramics. Journal de Biomateriaux Dentaires 1987;3:61-69.
- Scotti R, Catapano S, D'Elia A. A clinical examination of In-Ceram crowns. Int J Prosthodont 1995;8:320-3.
- Silness J, Hegdahl T. Area of the exposed zinc phosphate cement surface in fixed restorations. Scand J Dent Res 1970; 78:163-177.
- Sjogren G, Molin M, van Kijken JW. A 10-year prospective evaluation of CAD/CAM-manufactured (Cerec) ceramic inlays cemented with a chemically cured or dual-cured resin composite. Int J Prosthodont 2004; 17:241-6.
- Strating H, Pameijer CH, Gildenhuys RR. Evaluation of the marginal integrity of ceramometal restorations. Part I. J Prosthet Dent 1981;46:59-65.
- Sorensen JA. A standardized method for determination of crown margin fidelity. J Prosthet Dent 1990;64:18-24.
- Sorensen JA, Okamoto SK, Seghi RR, et al. Marginal fidelity of four methods of swaged metal matrix crown fabrication. J Prosthet Dent 1992;67:162-173.

- Sulaiman F, Chai J, Jameson LM, Wozniak WT. A comparison of the marginal fit of In-Ceram, IPS Empress, and Procera crowns. Int J Prosthodont 1997;10(5):478-84.
- Suárez, MJ, Villaumbrosia PG, Pradíes G, Lozano JF. Comparison of the marginal fit of procera allCeram crowns with two finish lines. Int J Prosthodont 2003;16:229–232.
- Tomita S, Shinya A, Gomi H, Matsuda T, Katagiri S, Sakamoto Y. Machining accuracy of CAD/CAM ceramic crowns fabricated with Repeated machining using the same diamond bur. DMJ 2005; 24: 123-133.
- Thompson JY, Stoner BR, Piascik JR, Smith R. Adhesion/cementation to zirconia and other non-silicate ceramics: where are we now?. Dent Mater 2011;27:71-82.
- Tomita S, Shinya A, Gomi H, Matsuda T, Katagiri S, Sakamoto Y. Machining accuracy of CAD/CAM ceramic crowns fabricated with Repeated machining using the same diamond bur. DMJ 2005; 24: 123-33.
- Van Rensburg F, Strating H. Evaluation of the marginal integrity of ceramometal restorations. Part II. J Prosthet Dent 1984;52:210-4.
- Vahidi F, Egloff ET, Panno FV. Evaluation of marginal adaptation of all - ceramic crowns and metal ceramic crowns. J prosthet Dent 1991;66:426-431.
- Vult von Steyern P. All-ceramic fixed partial dentures. Studies on aluminum oxide- and zirconium dioxide-based ceramic systems. Swed Dent J Suppl. 2005; 173:1-69.

- Walton JN, Gardiner FM, Agar JR. A survay of crown and fixed partial denture failures; length of service and reasons for replacment. J Prosthet Dent 1986; 56: 416-420.
- Weyns W, De Boever J. Radiographic assessment of the marginal fit of cast restorations. J Prosthet Dent 1984;51:485-9.
- Wolfart S, Wegner SM, Al-Halabi A, Kern M. Clinical evaluation of marginal fit of a new experimental all-Ceramic system before and after cementation. Int J Prosthodont 2003;16:587–592.
- Yeo IS, Yang JH, Lee JB. In vitro marginal fit of three all-ceramic crown systems. J Prosthet Dent 2003;90:459-464.

المراجع العربية

- السماوي، نشوان. دراسة مخبرية مقارنة لدقة انطباق الأوتاد والقلوب المصبوبة والمصنعة بطرق مختلفة. (ماجستير)،إشراف أ. م.د نبيل الحوري، سورية، جامعة دمشق، 2010.
- الشعراني، فندي. التيجان و الجسور. منشورات جامعة دمشق، كلية طب الأسنان،1995: 65-66.
- الشعراني، فندي. التيجان والجسور. منشورات جامعة دمشق،كلية طب الأسنان،السنة الثانية،2012 :65
- المقداد، أحمد. مقارنة الانطباق الحفافي لتيجان الزركونيوم المصنعة بواسطة الكمبيوتر CAD/CAM و المصنعة بآلية النسخ اليدوي (دراسة مخبرية). (ماجستير)،إشراف أ.د عمر العادل، سورية ، جامعة دمشق، 2010، ص 28-51.
- مناديلي، نشأت. مقارنة الانطباق الحفافي لأنواع مختلفة من الخزف الكتفي في الترميمات الخزفية المعدنية (دراسة مخبرية).(ماجستير)، إشراف أ.د فندي الشعراني ، سورية، جامعة دمشق، 2009، ص 44.

ملخص البحث

Abstract

هدف البحث:

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم أثر ميلان جدران الأسنان المحضرة على الانطباق الحفافي والداخلي لقلنسوات الزيركونيا المصنعة بالـ CAD/CAM .

المواد طرائق البحث:

صنع 45 مثالاً معدنياً محضراً بزوايا 10°،14°،20° مقسمة إلى 3 مجموعات:15 مثال لكل مجموعة.

صنعت قلنسوات زيركونيا Amanngirbach لكل الأمثلة في المجموعات الثلاثة. تم قياس الانطباق الداخلي باستخدام تقنية النسخة المطابقة و قياسها تحت المجهر الضوئي. بعد ذلك ألصقت القلنسوات على الأمثلة المعدنية بالاسمنت الزجاجي الشاردي، و قُيِّمَ الانطباق الحفافي بقياس المسافة العمودية بين القلنسوة و المثال المعدني باستخدام المجهر الضوئي.

النتائج:

أظهرت مجموعة الجدران المائلة 10° انفتاحاً حفافياً مقداره (29.41) ميكرون ومسافة داخلية (64.67) ميكرون، أما مجموعة الجدران المائلة 14°فكان الانفتاح الحفافي فيها (17.21) ميكرون و المسافة الداخلية (59.28) ميكرون، بينما كان الانفتاح الحفافي في مجموعة الـ20°(14.76) ميكرون والمسافة الداخلية فيها(58.72) ميكرون. توجد فروق ثنائية دالة إحصائياً في متوسط مقدار الانفتاح الحفافي (بالميكرون) بين مجموعة الجدران المائلة بزاوية 10° وكل من مجموعة الجدران المائلة بزاوية 14°، ومجموعة الجدران المائلة بزاوية 20°. أما في الانطباق الداخلي لم توجد فروق دالة إحصائياً بين المجموعات الثلاثة.

الخلاصة:

ضمن حدود هذه الدراسة ينقص الانفتاح الحفافي مع ازدياد درجة ميلان الجدران بينما لم يتأثر الانطباق الداخلي مع زيادة درجة ميلان الجدران المحضرة. مع الملاحظة بأن جميع النتائج التي تم الحصول عليها مقبولة سريرياً.

Abstract

Objective:

The purpose of the study was to evaluate the influence of preparation taper on internal and marginal adaptation of zirconia ceramic copings.

Material and methods:

Fourty five metalic models were machined with1 mm shoulder and preparation angles of 10,14,and 20 degrees- 15 model per group-.

15 Amanngirbach copings were fabricated for each group. Internal adaptation was evaluated using the cement replica technique with optical microscope.

Then all copings were cemented with glass ionomer on the metallic models.

Marginal adaptation was assessed to measure vertical discrepancy between the coping and metalic model by directing viewing under optical microscope.

A one-way analysis of variance (ANOVA) and Bonferroni.

Results:

The 10-degree copings showed a mean marginal gap of (29.41)±(13.40) and internal gap of (64.67)±(9.71)µm;the 14-degree group exhibited a mean marginal gap (17.21)±(6.56) µm and internal gap (59.28)±(11.80)

µm; the 20-degree group showed (14.76)±(5.64) µm marginal gap and (58.72)±(7.06) µm internal gap.

The highest marginal gaps were found in the 10-degree group.Preparation angle exhibited satistically significant influence on the marginal fit between 14,20 degree groups and 10-degree group.on the other hand, no statically significant influence was detected between the preparation angel and the internal fit.

Conclusion:

Within the limitation of the present study, The marginal discrepancy of zirconia ceramic coping may decrease as the convergence angle of abutments increase. Internal fit did not improve when the convergence angles increase.

The internal and marginal adaptation of zirconia ceramic copings obtained was within the range of clinical acceptance.

Keywords:

Zirconia,convergence angle,internal fit,marginal fit.

الملحق

البيانات التفصيلية لعينة البحث

رقم التاج	المجموعة المدروسة	رمز التاج	رقم التاج ضمن المجموعة المدروسة	مسافة الاسمنت بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية (بالميكرون) عند نقطة القياس ١	مسافة الاسمنت بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية (بالميكرون) عند نقطة القياس ٢	مسافة الاسمنت بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية (بالميكرون) عند نقطة القياس ٣	مسافة الاسمنت بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية (بالميكرون) عند نقطة القياس ٤	مسافة الاسمنت بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية (بالميكرون) عند نقطة القياس ٥	مسافة الاسمنت بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية (بالميكرون) عند نقطة القياس ٦	مسافة الاسمنت بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية (بالميكرون) عند نقطة القياس ٧	مسافة الاسمنت بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية (بالميكرون) عند نقطة القياس ٨	مسافة الاسمنت بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية (بالميكرون) عند نقطة القياس ٩	مسافة الاسمنت بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية (بالميكرون) عند نقطة القياس ١٠	مسافة الاسمنت بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية (بالميكرون) عند نقطة القياس ١١	مسافة الاسمنت بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية (بالميكرون) عند نقطة القياس ١٢	مسافة الاسمنت بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية (بالميكرون) عند نقطة القياس ١٣	مسافة الاسمنت بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية (بالميكرون) عند الكتف	مسافة الاسمنت بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية (بالميكرون) عند نقطة القياس ١	مسافة الاسمنت بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية (بالميكرون) في كامل التاج عموماً	مسافة الاسمنت بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية (بالميكرون) عند السطح الإطباقي	مسافة الاسمنت بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية (بالميكرون) عند المسطوح المحورية	مسافة الاسمنت بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية (بالميكرون) في خط الإنهاء عموماً	مسافة الاسمنت بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية (بالميكرون) عند الزاوية الداخلية للكتف	مسافة الاسمنت بين السطح الداخلي للتاج والدعامة المعدنية (بالميكرون) عند نقطة القياس ١	مسافة الانفتاح الحفافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ١	مسافة الانفتاح الحفافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ٢	مسافة الانفتاح الحفافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ٣	مسافة الانفتاح الحفافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ٤	مسافة الانفتاح الحفافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ٥	مسافة الانفتاح الحفافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ٦	مسافة الانفتاح الحفافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ٧	مسافة الانفتاح الحفافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ٨	مسافة الانفتاح الحفافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ٩	مسافة الانفتاح الحفافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ١٠	مسافة الانفتاح الحفافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ١١	مسافة الانفتاح الحفافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ١٢	مسافة الانفتاح الحفافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ١٣	مسافة الانفتاح الحفافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ١٤	مسافة الانفتاح الحفافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ١٥	مسافة الانفتاح الحفافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ١٦	مسافة الانفتاح الحفافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ١٧
1	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٠°	A1	1	40	90	20	50	20	120	110	110	0	30	80	100	70	55.00	95.00	75.00	64.62	113.33	33.33	75.00	0	0	0	0	0	0	0	50	50	50	50	50	50	50	50
2	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٠°	A2	2	70	110	70	80	20	110	120	110	60	20	20	100	60	65.00	105.00	85.00	73.08	113.33	45.00	85.00	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	20	0
3	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٠°	A3	3	70	20	0	30	30	120	120	130	20	40	40	70	80	75.00	45.00	60.00	59.23	123.33	26.67	60.00	50	60	60	60	60	60	60	0	0	0	0	0	0	0	0
4	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٠°	A4	4	60	70	40	50	20	120	100	110	0	30	10	100	80	70.00	85.00	77.50	60.77	110.00	25.00	77.50	50	50	50	50	50	50	50	40	40	40	40	40	40	0	0
5	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٠°	A5	5	30	50	20	20	20	110	110	100	120	110	90	110	0	15.00	80.00	47.50	68.46	106.67	63.33	47.50	20	20	20	20	20	10	10	10	20	20	20	20	5	5	5
6	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٠°	A6	6	40	100	20	20	20	120	110	120	0	0	10	70	80	60.00	85.00	72.50	54.62	116.67	11.67	72.50	40	40	40	40	40	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0
7	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٠°	A7	7	70	110	80	40	20	120	120	130	20	30	0	60	40	55.00	85.00	70.00	65.38	123.33	33.33	70.00	50	50	50	50	40	30	30	40	40	40	20	20	50	50	40
8	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٠°	A8	8	80	100	0	0	20	130	120	130	20	30	10	130	70	75.00	115.00	95.00	64.62	126.67	13.33	95.00	70	70	70	70	60	60	60	60	60	60	60	70	70	70	50
9	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٠°	A9	9	90	120	60	10	10	140	140	140	10	20	10	120	80	85.00	120.00	102.50	73.08	140.00	20.00	102.50	70	70	70	70	60	60	60	60	60	60	60	90	90	90	90
10	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٠°	A10	10	80	130	60	60	60	130	140	130	60	10	0	130	90	95.00	110.00	102.50	76.92	133.33	31.67	102.50	80	80	70	70	60	60	60	60	60	60	60	60	0	0	0
11	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٠°	A11	11	90	160	50	30	0	140	120	120	10	0	0	120	90	90.00	135.00	112.50	70.77	126.67	15.00	112.50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	60	60	100	100
12	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٠°	A12	12	20	30	10	10	10	110	120	110	10	30	30	90	40	30.00	60.00	45.00	49.23	113.33	20.00	45.00	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
13	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٠°	A13	13	80	100	60	0	10	150	140	150	10	50	40	100	70	75.00	100.00	87.50	76.15	146.67	33.33	87.50	90	90	90	90	60	20	20	60	60	60	60	0	0	0	0
14	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٠°	A14	14	50	90	10	10	0	110	90	90	20	60	50	30	0	25.00	60.00	42.50	46.92	96.67	25.00	42.50	50	50	50	50	30	30	30	30	30	30	30	30	30	0	0
15	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٠°	A15	15	60	70	90	70	70	120	130	110	0	0	0	110	70	65.00	70.00	67.50	66.15	120.00	38.33	67.50	10	10	20	20	30	30	30	40	40	40	40	20	20	20	60
16	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٤°	B1	1	90	80	50	30	20	130	120	120	10	0	10	120	60	75.00	80.00	77.50	61.54	123.33	20.00	77.50	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	10	10
17	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٤°	B2	2	0	90	10	0	0	110	90	70	60	60	40	70	20	10.00	75.00	42.50	46.92	90.00	28.33	42.50	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	60	10
18	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٤°	B3	3	30	80	70	60	70	190	100	100	70	20	10	60	60	45.00	70.00	57.50	66.15	130.00	40.00	57.50	10	10	10	10	10	10	10	0	0	0	0	0	0	50	50
19	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٤°	B4	4	20	100	30	20	20	80	70	70	20	30	20	70	20	20.00	85.00	52.50	43.85	73.33	23.33	52.50	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	40	40	40	10
20	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٤°	B5	5	50	70	20	20	0	90	80	90	0	20	40	50	90	25.00	70.00	47.50	45.38	86.67	23.33	47.50	30	30	30	30	20	20	20	10	10	10	10	30	30	30	50
21	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٤°	B6	6	30	70	30	10	10	90	80	90	10	40	60	70	80	25.00	75.00	50.00	46.15	80.00	26.67	50.00	20	20	20	20	40	40	40	40	40	40	40	20	20	20	0
22	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٤°	B7	7	80	110	50	10	10	140	150	140	10	10	0	140	70	75.00	105.00	90.00	67.69	143.33	15.00	90.00	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	0	0	0	0
23	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٤°	B8	8	70	100	40	10	10	150	130	130	10	30	30	130	70	70.00	105.00	87.50	69.23	136.67	23.33	87.50	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	0	0	0	0
24	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٤°	B9	9	80	130	60	30	30	140	130	130	80	70	90	130	80	75.00	110.00	92.50	84.62	133.33	55.00	92.50	30	30	30	30	30	30	30	0	0	0	0	30	30	30	20
25	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٤°	B10	10	50	70	60	50	50	110	90	90	20	10	10	90	30	40.00	80.00	60.00	56.15	96.67	33.33	60.00	60	60	60	60	60	60	60	50	50	50	50	50	50	0	0
26	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٤°	B11	11	90	60	0	0	0	110	120	110	0	0	0	110	60	75.00	75.00	75.00	50.00	113.33	1.67	75.00	40	40	30	30	30	10	10	10	10	10	10	10	10	10	0
27	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٤°	B12	12	90	120	10	10	10	70	90	50	30	10	30	120	90	90.00	120.00	105.00	56.15	70.00	16.67	105.00	20	20	20	20	20	20	20	0	0	0	0	0	0	20	40
28	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٤°	B13	13	30	100	60	50	50	100	100	100	50	10	20	100	0	15.00	90.00	52.50	56.15	100.00	36.67	52.50	20	20	20	20	20	20	20	10	10	10	10	0	0	0	20
29	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٤°	B14	14	60	110	90	90	30	100	90	100	100	20	30	100	30	45.00	70.00	57.50	69.23	96.67	55.00	70.00	30	30	30	30	30	30	30	0	0	0	0	0	0	0	30
30	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٤°	B15	15	80	100	30	20	0	130	130	130	0	20	30	120	80	80.00	105.00	92.50	70.00	126.67	26.67	92.50	60	60	60	60	60	60	60	40	40	40	40	40	40	40	30
31	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ٢٠°	C1	1	60	100	30	30	40	130	120	120	20	30	30	120	60	40.00	80.00	60.00	60.77	123.33	30.00	60.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50
32	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ٢٠°	C2	2	50	60	30	20	30	120	110	110	30	30	30	110	20	35.00	80.00	57.50	56.92	113.33	28.33	57.50	20	20	20	20	40	40	40	20	20	20	20	20	20	10	10
33	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ٢٠°	C3	3	50	70	50	30	30	110	100	110	30	40	40	50	110	25.00	65.00	45.00	56.92	106.67	40.00	45.00	0	0	0	0	50	50	50	10	10	10	10	50	50	50	30
34	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ٢٠°	C4	4	60	80	60	60	50	100	90	90	20	20	20	90	20	40.00	70.00	55.00	56.15	93.33	38.33	55.00	20	20	20	20	50	50	50	40	40	40	40	40	40	0	0
35	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ٢٠°	C5	5	20	50	50	20	50	100	90	90	10	20	0	80	70	45.00	65.00	55.00	52.31	93.33	30.00	55.00	30	30	30	30	30	30	30	0	0	0	0	0	0	40	40
36	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ٢٠°	C6	6	30	100	50	40	20	80	100	110	40	40	30	70	20	25.00	100.00	62.50	55.38	83.33	36.67	62.50	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	0	0	0	20
37	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ٢٠°	C7	7	20	30	60	50	50	130	140	110	50	50	50	110	30	30.00	70.00	50.00	66.92	126.67	48.33	50.00	20	20	20	20	30	30	30	0	0	0	0	0	0	10	10
38	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ٢٠°	C8	8	60	110	40	40	30	90	110	100	30	30	30	100	30	65.00	105.00	85.00	64.62	100.00	33.33	85.00	40	40	40	40	40	40	40	30	30	30	30	30	30	0	0
39	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ٢٠°	C9	9	90	20	10	10	10	110	90	110	10	10	10	110	0	45.00	45.00	45.00	40.77	103.33	6.67	45.00	30	30	30	30	10	10	10	10	10	10	10	20	20	20	20
40	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ٢٠°	C10	10	10	60	30	30	20	140	130	140	20	30	10	140	30	35.00	85.00	60.00	60.00	136.67	21.67	60.00	10	10	10	10	30	30	30	0	0	0	0	0	0	20	20
41	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ٢٠°	C11	11	70	90	30	20	10	130	120	130	10	20	30	120	50	70.00	100.00	85.00	69.23	123.33	31.67	85.00	40	40	40	40	50	50	50	20	20	20	20	50	50	40	0
42	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ٢٠°	C12	12	70	110	20	0	0	140	150	130	30	20	20	130	90	80.00	105.00	92.50	67.69	140.00	15.00	92.50	30	30	30	30	10	10	10	10	10	10	10	20	20	20	30
43	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ٢٠°	C13	13	60	80	0	0	0	130	110	100	50	60	50	100	50	50.00	70.00	60.00	56.92	113.33	26.67	60.00	50	50	50	50	40	40	40	40	40	40	40	20	20	20	20
44	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ٢٠°	C14	14	50	100	50	30	30	110	100	100	10	10	20	100	50	50.00	85.00	67.50	56.15	103.33	25.00	67.50	0	0	0	0	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
45	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ٢٠°	C15	15	70	70	50	50	60	120	110	110	20	10	10	110	30	50.00	70.00	60.00	60.00	113.33	33.33	60.00	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	20	20	20	0

البيانات التفصيلية لعينة البحث

رقم التاج	المجموعة المدروسة	رمز التاج	رقم التاج ضمن المجموعة المدروسة	مقدار الانفتاح الحافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ١٨	مقدار الانفتاح الحافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ١٩	مقدار الانفتاح الحافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ٢٠	مقدار الانفتاح الحافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ٢١	مقدار الانفتاح الحافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ٢٢	مقدار الانفتاح الحافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ٢٣	مقدار الانفتاح الحافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ٢٤	مقدار الانفتاح الحافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ٢٥	مقدار الانفتاح الحافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ٢٦	مقدار الانفتاح الحافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ٢٧	مقدار الانفتاح الحافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ٢٨	مقدار الانفتاح الحافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ٢٩	مقدار الانفتاح الحافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ٣٠	مقدار الانفتاح الحافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ٣١	مقدار الانفتاح الحافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ٣٢	مقدار الانفتاح الحافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ٣٣	مقدار الانفتاح الحافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ٣٤	مقدار الانفتاح الحافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ٣٥	مقدار الانفتاح الحافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ٣٦	مقدار الانفتاح الحافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ٣٧	مقدار الانفتاح الحافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ٣٨	مقدار الانفتاح الحافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ٣٩	مقدار الانفتاح الحافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ٤٠	مقدار الانفتاح الحافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ٤١	مقدار الانفتاح الحافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ٤٢	مقدار الانفتاح الحافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ٤٣	مقدار الانفتاح الحافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ٤٤	مقدار الانفتاح الحافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ٤٥	مقدار الانفتاح الحافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ٤٦	مقدار الانفتاح الحافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ٤٧	مقدار الانفتاح الحافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ٤٨	مقدار الانفتاح الحافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ٤٩	مقدار الانفتاح الحافي (بالميكرون) عند نقطة القياس ٥٠	مقدار الانفتاح الحافي (بالميكرون) في التاج عموماً
1	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٠°	A1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	40	40	40	40	40	40	18.6
2	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٠°	A2	2	0	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	60	60	60	60	60	60	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	60	60	70	70	45.4
3	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٠°	A3	3	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	50	50	50	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	20	20	20	15.2
4	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٠°	A4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	30	40	40	17.2
5	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٠°	A5	5	5	5	5	5	5	5	5	10	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	20	20	20	10.4
6	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٠°	A6	6	90	100	50	40	40	30	30	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
7	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٠°	A7	7	30	30	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	40	40	40	33.2
8	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٠°	A8	8	50	50	50	50	50	50	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36.8
9	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٠°	A9	9	90	90	90	100	100	100	100	70	70	20	20	20	20	20	20	20	20	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	0	0	0	0	48
10	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٠°	A10	10	70	60	60	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
11	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٠°	A11	11	90	90	90	110	60	60	60	60	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42.4
12	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٠°	A12	12	20	20	20	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	20	20	20	20	12.2
13	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٠°	A13	13	20	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	20	20	20	20	20	20	20	20	20	0	0	0	0	24.2
14	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٠°	A14	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	60	60	60	20.2
15	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٠°	A15	15	60	100	100	50	50	50	30	120	120	110	100	100	80	80	40	40	40	30	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	40	40	40	40	47.4
1	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٤°	B1	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	5	10	10	10	10	20	20	20	10	10	10	10	10	10	20	20	20	20	10.4
2	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٤°	B2	2	10	10	10	40	40	40	40	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	30.2
3	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٤°	B3	3	50	50	50	0	0	0	0	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	10	10	10	10	10	10	10	10	10	0	0	0	0	13.4
4	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٤°	B4	4	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.2
5	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٤°	B5	5	20	20	20	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	0	0	0	0	25.4
6	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٤°	B6	6	0	0	0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	0	0	0	0	11.4
7	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٤°	B7	7	0	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	0	0	0	0	17.4
8	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٤°	B8	8	0	0	0	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	0	0	0	0	28.4
9	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٤°	B9	9	20	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	20	20	20	11.8
10	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٤°	B10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
11	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٤°	B11	11	0	0	0	30	30	30	30	30	30	30	30	30	20	20	20	20	20	20	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15.4
12	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٤°	B12	12	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	30	30	30	14.8
13	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٤°	B13	13	20	30	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	30	30	30	9.8
14	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٤°	B14	14	30	30	30	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	30	30	30	21.8
15	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ١٤°	B15	15	30	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19.8
1	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ٢٠°	C1	1	50	30	30	0	0	0	0	10	10	10	10	20	20	20	20	20	20	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	30	30	30	13.4
2	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ٢٠°	C2	2	10	10	10	10	10	10	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	20	20	20	9.8
3	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ٢٠°	C3	3	30	20	20	20	20	20	20	0	0	0	0	0	0	0	40	40	0	0	0	0	20	20	20	20	20	20	20	20	20	30	30	30	30	18
4	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ٢٠°	C4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14.8
5	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ٢٠°	C5	5	60	50	50	30	30	30	30	30	30	30	30	30	40	40	40	40	40	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	20	20	20	20	19.6
6	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ٢٠°	C6	6	20	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	20	20	20	11.2
7	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ٢٠°	C7	7	10	10	10	10	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10	8.2
8	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ٢٠°	C8	8	0	0	0	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	20	20	20	21.6
9	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ٢٠°	C9	9	20	20	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	50	50	50	50	28.8
10	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ٢٠°	C10	10	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.6
11	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ٢٠°	C11	11	0	0	0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	20	20	20	20	20	20	20	20	20	0	0	0	0	10.4
12	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ٢٠°	C12	12	30	30	40	40	40	40	40	50	50	50	40	40	40	40	40	40	40	50	50	50	40	40	40	40	40	40	40	40	40	0	0	0	0	16.2
13	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ٢٠°	C13	13	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	0	0	0	0	17.6
14	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ٢٠°	C14	14	20	20	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	0	0	0	0	12.2
15	مجموعة الجدران المائلة بزاوية ٢٠°	C15	15	0	0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	0	0	0	0	10