



كلية طب الأسنان

جامعة دمشق

كلية طب الأسنان

قسم التعويضات الثابتة

**تأثير اختلاف تصميم القلنسوة الزيركونية المصنعة بطريقة
CAD/CAM وتقنية تطبيق الخزف المغطي على مقاومة
انكسار التيجان الخزفية الكاملة (دراسة مخبرية)**

**Effect of different core design made of
CAD/CAM system and veneering technique
on fracture resistance of all-ceramic crowns
(In-vitro study)**

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

اخصاص تعويضات الأسنان الثابتة

إعداد الباحثة

آلاء محمد بريجاي

إشراف المدرس الدكتور محمد لؤي مراد

2013م/1434هـ

قرار مجلس البحث العلمي والدراسات العليا رقم ١٧٩٥/ المتخذ

بالجلسة رقم ١٣/ تاريخ ٢٠١٣/٣/١٨

اطلع مجلس البحث العلمي والدراسات العليا على قرار مجلس كلية طب الأسنان رقم ٢٨٤/ تاريخ

٢٠١٣/٢/٢٤

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

قرار مجلس جامعة دمشق رقم ١٣٨٢/ص تاريخ ٢٠١٢/٢/٢ بشأن الموافقة على تسجيل رسالة

الطالبة

وبنتيجة المذاكرة قرر مجلس البحث العلمي والدراسات العليا :

الموافقة على تأليف لجنة الحكم على رسالة الماجستير في قسم تعويضات الأسنان الثابتة التي أعدها
الطالبة آلاء بريجاوي بعنوان : ((تأثير اختلاف تصميم القلنسوة الزيركونية المصنعة بطريقة
CAD-CAM وتقنية تطبيق الخزف المغطي على مقاومة انكسار التيجان الخزفية الكاملة -
دراسة مخبرية)) بكلية طب الأسنان من السادة الأساتذة :

د. ميرزا علاف	الأستاذة في قسم تعويضات الأسنان الثابتة	كلية طب الأسنان
جامعة دمشق	الاختصاص: تعويضات الأسنان الثابتة	عضواً
د. سعاد عبود	الأستاذة المساعدة في قسم مداواة الأسنان	كلية طب الأسنان
جامعة دمشق	الاختصاص: مداواة الأسنان	عضواً
د. محمد لؤي مراد	المدرس في قسم تعويضات الأسنان الثابتة	كلية طب الأسنان
جامعة دمشق	الاختصاص: تعويضات الأسنان الثابتة	عضواً مشرفاً

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

ملاحظة: يرجى إرسال نسخة عن الإعلان الخاص بتحديد موعد المناقشة فور صدوره إلى مكتب

نائب رئيس الجامعة لشؤون البحث العلمي والدراسات العليا.

تصريح

"لا يوجد أيّ جزءٍ من هذه الأطروحة تمّ أخذه بالكامل من عملٍ آخر أو أنجز للحصول على شهادةٍ أخرى في هذه الجامعة أو في أيّة جامعةٍ أخرى أو أيّ معهدٍ تعليمي"

إهداء

إلى من ضحوا بأرواحهم حتى نحيا نحن

شهداء الوطن

إلى من أفنوا عمرهم من أجلي

والدي

إلى عوني و سندي في الحياة

أخوتي

إلى رفيق دربي

زوجي

خاتمة شكر

بعد الحمد والشكر لله العلي العظيم الذي وفقني لأتم هذا العمل، أبدأ بجزيل الشكر والاحترام والتقدير لأستاذي المشرف المدرس الدكتور محمد لؤي مراد الذي لم يبخل علي بوقته وعلمه، وكان لي نعم المرشد والأستاذ المتميز بأخلاقه الحميدة ومعاملته الحسنة ومواقفه النبيلة، قدم لي ولجميع زملائي من طلاب الدراسات العليا في قسم تعويضات الأسنان الثابتة الكثير، ولن نوفي بكلماتنا هذه إلا القليل.

والشكر العظيم والامتنان للسادة أعضاء لجنة الحكم لتفضلهم بقبول المشاركة في تحكيم هذه الأطروحة وأخص بالذكر الأستاذة الدكتورة ميرزا علاف الأستاذة في قسم تعويضات الأسنان الثابتة في جامعة دمشق والمدرسة الدكتورة سعاد عبود المدرسة في قسم مداواة الأسنان في جامعة دمشق.

كذلك الشكر الجزيل للأستاذ المساعد الدكتور نبيل الحوري رئيس قسم تعويضات الأسنان الثابتة ولجميع أساتذة القسم الكرام لتشجيعهم المستمر للعلم والبحث العلمي.

ومن دواعي فخري أن أتقدم بعظيم الشكر لإدارة كلية طب الأسنان ممثلة بالأستاذة الدكتورة رزان خطاب عميد الكلية، والأستاذ الدكتور إياد الشعراني وكيل الكلية للشؤون العلمية، والأستاذ المساعد الدكتور ياسر المدلل وكيل الكلية للشؤون الإدارية.

كما أشكر كل من مدرسة اللغة العربية عزيزة عبارة لقيامها مشكورة بالتدقيق اللغوي للأطروحة، التقني وائل كركوتلي لمساعدتي في تحضير عينات البحث، والزميلة الدكتورة نور الجزار لقيامها مشكورة بالدراسة الإحصائية لهذا البحث.

والشكر لجميع الأيادي البيضاء التي ساهمت في إنجاز هذا البحث.... وسامحوني إذا نسيت ذكر بعض الأسماء.. سهواً مني لا تجاهلاً لفضلهم.. لكم جميعاً كل الامتنان والتقدير.

قائمة المحتويات:

10	الهدف من البحث.....
13	الباب الأول - المراجعة النظرية.....
14	1-1- مقدمة.....
14	1-2- تعاريف ومصطلحات أساسية.....
14	1-2-1- الخواص الميكانيكية.....
14	1-2-2- الإجهاد.....
15	1-2-3- مقاومة الانكسار.....
15	1-3- بعض المصطلحات العلمية الخاصة بالبحث.....
15	1-3-1- القلنسوة.....
15	1-3-2- الخزف المغطى.....
15	1-3-3- نظام الـ CAD/CAM.....
15	1-3-4- عملية التلييد.....
15	1-3-5- عملية التفريز.....
15	1-4- الخزف السني.....
15	1-4-1- تركيب الخزف السني.....
17	1-4-2- الخزف الكامل والأنظمة الخزفية الكاملة.....
22	1-5- الزيركونيا.....

23	1-5-1 الخصائص البنيوية للزيركونيا.....
24	1-5-2 متانة التحول.....
25	1-5-3 أنواع الزيركونيا المستخدمة في طب الأسنان.....
26	1-5-4 مكونات التيجان الخزفية الكاملة.....
27	1-5-5 طرق صنع قلنسوات وهياكل الزيركون.....
28	1-6-1 نظام الـ CAD/CAM.....
28	1-6-1 تعريف نظام الـ CAD/CAM.....
28	1-6-2 ملخص عن تاريخ نظام الـ CAD/CAM.....
30	1-6-3 أنواع المواد الخزفية المصنعة بطريقة الـ CAD/CAM.....
32	1-6-4 وسائل المسح لأنظمة مختلفة.....
33	1-6-5 برمجيات التصميم.....
33	1-6-6 أجهزة التصنيع.....
34	1-6-7 محاسن استخدام نظام الـ CAD/CAM.....
35	1-7-1 تصميم القلنسوات الزيركونية.....
36	1-8-1 الخزف المغطي.....
37	1-8-1 تقنيات تطبيق الخزف المغطي.....
40	1-9-1 الأداء السريري لتعويضات الزيركون.....
40	1-9-1 انكسار القلنسوة.....

41	انكسار الخزف المغطي	1-9-2
43	الدراسات السابقة المتعلقة بموضوع البحث	1-10-1
43	الدراسات السابقة حول تعديل تصميم القلنسوة الزيركونية	1-10-1-1
47	الدراسات السابقة حول تقنية تطبيق الخزف المغطي	1-10-2-2
51	الباب الثاني - مواد البحث وطرائقه	
52	تحديد حجم عينة البحث	1-2-1
53	عينة البحث	1-2-1-1
54	مواد البحث	2-2-2
57	أجهزة البحث	2-2-2-2
60	طريقة العمل	3-2-3
60	تجهيز العينة	1-3-2-1
61	صنع القنسوات الزيركونية	2-3-2-2
65	ترقيم العينة	3-3-2-3
66	صنع الخزف المغطي	4-3-2-4
68	إصاق التيجان المصنعة على الدعامات	5-3-2-5
68	إجراء الاختبار الميكانيكي	6-3-2-6
69	المشاهدة العيانية	7-3-2-7
70	التحليل الإحصائية	4-2-4

71	الباب الثالث - النتائج
72	1-3- وصف العينة
73	2-3- الدراسة الإحصائية التحليلية
86	الباب الرابع - المناقشة
87	1-4- مناقشة المواد والطرق
89	2-4- مناقشة النتائج
89	1-2-4- مناقشة نتائج الدراسة الميكانيكية
93	2-2-4- مناقشة أنماط الفشل
95	الباب الخامس - الاستنتاجات
97	الباب السادس - المقترحات والتوصيات
98	1-6- المقترحات
99	2-6- التوصيات
100	الباب السابع - المراجع
101	1-7- المراجع الأجنبية
107	2-7- المراجع العربية

قائمة الأشكال:

- شكل رقم(1): السيراميك الزجاجي.
- شكل رقم(2): السيراميك المشرب بالزجاج.
- شكل رقم(3): السيراميك الأوكسيدي.
- شكل رقم(4): الأشكال البلورية للزيركونيا.
- شكل رقم(5): آلية متانة التحول.
- شكل رقم(6): أشكال تصاميم القلنسوات الزيركونية المستخدمة في البحث.
- شكل رقم(7): التصاميم المختلفة لعينة الدراسة.
- شكل رقم(8): التصميم التقليدي للقلنسوة الزيركونية.
- شكل رقم(9): التصميم المعدل للقلنسوة الزيركونية.
- شكل رقم(10): السن الإكريلي.
- شكل رقم(11): قوالب الزيركونيا نوع ZirkoDenta.
- شكل رقم(12): خزف مغطي نوع ceram.
- شكل رقم(13): خزف مغطي نوع Zirpress.
- شكل رقم(14): مادة رابطة بين الخزف المغطي والزيركونيا.
- شكل رقم(15): مطاط سيليكوني تكثيفي قاسي و رخو القوام.
- شكل رقم(16): الإسمنت اللاصق.
- شكل رقم(17): الصفائح البلاستيكية الطرية المستخدمة في البحث.

- شكل رقم(18): جهاز المسح.
- شكل رقم(19): جهاز التصميم.
- شكل رقم(20): جهاز التفريز.
- شكل رقم(21): فرن الحقن.
- شكل رقم(22): جهاز الاختبارات الميكانيكية العام.
- شكل رقم(23): أدوات إجراء الاختبار.
- شكل رقم(24): السن الإكريلي المحضر.
- شكل رقم(25): السن الإكريلي المحضر (منظر إطباقى).
- شكل رقم(26): طبعة مطاطية للسن الإكريلي المحضر.
- شكل رقم(27): تحديد محور الإدخال.
- شكل رقم(28): تحديد الحواف.:
- شكل رقم(29): القلنسوة الزيركونية ذات التصميم التقليدي.
- شكل رقم(30): القلنسوة الزيركونية ورسم الحلقة الزيركونية.
- شكل رقم(31): القلنسوة الزيركونية بعد الانتهاء من رسم الحلقة الزيركونية.
- شكل رقم(32): تحديد الموقع على القلب الزيركوني.
- شكل رقم(33): وضع الأوتاد.
- شكل رقم(34): مجموعتي القلنسوات الزيركونية.
- شكل رقم(35): عمل الدليل بواسطة جهاز التخلية.

شكل رقم(36): قص وإنهاء الدليل.

شكل رقم(37): عزل الدليل.

شكل رقم(38): تطبيق مزيج خزف الطبقات.

شكل رقم(39): تطبيق الدليل فوق المزيج.

شكل رقم(40): إزالة الزوائد من مزيج الخزف.

شكل رقم(41): غمس القلنسوة الزيركونية في الشمع المذاب.

شكل رقم(42): إزالة الزوائد الشمعية.

شكل رقم(43): صنع القواعد الإكريلية.

شكل رقم(44): عينات البحث الأربعة قبل إجراء الاختبار.

شكل رقم(45): أكياس نايلونية مرقمة.

شكل رقم(46): الاختبار الميكانيكي.

شكل رقم(47): النمط الأول لحدوث الكسر.

شكل رقم(48): النمط الثاني لحدوث الكسر.

شكل رقم(49): النمط الثالث لحدوث الكسر.

شكل رقم(50): النمط الرابع لحدوث الكسر.

قائمة الجداول:

جدول رقم(1): يبين توزيع عينة البحث لمجموعات الدراسة.

جدول رقم(2): يبين نتائج اختبار تحليل التجانس.

جدول رقم(3): يوضح المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لقيم مقاومة الكسر بـ(النيوتن) لكل مجموعة من مجموعات الدراسة في عينة البحث.

جدول رقم(4): يبين نتائج اختبار Tow - way ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط قيم مقاومة الانكسار.

جدول رقم(5): يبين توصيف أنماط الفشل.

جدول رقم(6): يبين نتائج التكرارات والنسب المئوية لأنماط الفشل بين مجموعات عينة الدراسة.

جدول رقم(7): يبين نتائج اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات أنماط الفشل بين مجموعات عينة البحث.

جدول رقم(8): يبين نتائج اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات نمط الفشل الأول بين مجموعات عينة البحث.

جدول رقم(9): يبين نتائج اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات نمط الفشل الثاني بين مجموعات عينة البحث.

جدول رقم(10): يبين نتائج اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات نمط الفشل الثالث بين مجموعات عينة البحث.

جدول رقم(11): يبين نتائج اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات نمط الفشل الرابع بين مجموعات عينة البحث.

جدول رقم(12): يبين قيم متوسطات قوى الكسر .

قائمة المخططات:

مخطط رقم(1): يمثل النسبة المئوية لتوزع عينة البحث وفقاً لمجموعات الدراسة.

مخطط رقم(2): يمثل المتوسط الحسابي لقيم مقاومة الانكسار بالنيوتن وفقاً لتصميم القلنسوة وطريقة تطبيق الخزف المغطي.

مخطط رقم(3): يوضح المتوسط الحسابي لمقاومة الانكسار وفقاً لتصميم القلنسوة عند إهمال طريقة تطبيق الخزف المغطي.

مخطط رقم(4): يوضح المتوسط الحسابي لمقاومة الانكسار وفقاً لطريقة تطبيق الخزف المغطي عند إهمال تصميم القلنسوة.

مخطط رقم(5): يبين النسبة المئوية لأنماط الفشل بين مجموعات عينة الدراسة تأثير المجموعة المدروسة على تكرارات أنماط الفشل الحاصلة.

مخطط رقم(6): يبين النسبة المئوية لنمط الفشل الأول بين مجموعات عينة الدراسة.

مخطط رقم(7): يبين النسبة المئوية لنمط الفشل الثاني بين مجموعات عينة الدراسة.

مخطط رقم(8): يبين النسبة المئوية لنمط الفشل الثالث بين مجموعات عينة الدراسة.

مخطط رقم(9): يبين النسبة المئوية لنمط الفشل الرابع بين مجموعات عينة الدراسة.

إِلَهُكَ مِنْ بَيْنِ
الْأَلْهَةِ

AIM OF STUDY

مقدمة:

أجبرت المتطلبات الجمالية العالية والحاجة إلى مواد أكثر توافقاً مع هذه المتطلبات أطباء الأسنان و الفنيين في السنوات الأخيرة، أن يبحثوا عن تعويضات خالية من المعدن التي تعطي ذلك القدر من الجمال بالإضافة إلى قساوتها المعتبرة.

تتألف التيجان الخزفية الكاملة المقواة من قلنسوة من الخزف عالي المقاومة بدلاً من المعدن وتغطي بالخزف المغطي. طرحت العديد من مواد القلنسوات الخزفية لتأمين المقاومة الكافية و تعتبر مادة الزيركونيا المادة الأكثر حداثة لما تتمتع به من مقاومة ميكانيكية جيدة.

يؤمن خزف الزيركونيا (Y-TZP) قوة ميكانيكية مناسبة لاستخدامه كهيكل للتعويضات الخزفية الكاملة. وللحصول على نتائج تجميلية جيدة، يجب أن تغطي هذه الهياكل بخزفٍ مغطٍ مناسب. ولكن على الرغم من خواصه الميكانيكية الجيدة، سجلت العديد من الدراسات السريرية حالات تشظٍ في الخزف المغطي وحالات قليلة من كسر الهيكل الزيركوني وخاصة في منطقة الأرخاء. وقد وصف التشظي بأنه السبب الأكثر تكراراً للفشل بمعدل فشل 15.2% بعد خدمة سريرية لمدة 18.3 ± 35.1 شهراً.

(Fischer J *et al.*, 2008; Sailer I *et al.*, 2007)

و ربما يوجد العديد من الأسباب التي تؤدي لهذا الفشل ومنها، مقاومة الانثناء للخزف المغطي، قوة الارتباط بين القلنسوة والخزف المغطي، الحمل الزائد، المسامية وشروط سطح الخزف، الجهد الحراري خلال خبز الخزف، التصميم غير المناسب للقلنسوة الزيركونية، ثخانة القلنسوة، التصميم الحفافي وتطبيق مواد الإلصاق. (Yuji K *et al.*, 2011)

وبناءً على ما سبق:

جاءت فكرة البحث وهي معرفة تأثير طريقة تطبيق الخزف المغطي وتصميم القلنسوة الزيركونية على مقاومة الانكسار لتيجان الخزف الكامل ذات القاعدة الزيركونية.

الهدف من البحث AIM OF STUDY

يهدف هذا البحث إلى:

1- تحري تأثير اختلاف طريقة تطبيق الخزف المغطي (pressing and layering techniques) على مقاومة الكسر لتيجان الخزف الكامل ذات القلنسوة الزيركونية المصنعة بطريقة الـ CAD/CAM.

2- تحري تأثير اختلاف تصميم القلنسوة الزيركونية (التصميم التقليدي، التصميم المزود بحلقة زيركونية عند خط التحضير بسماكة 1 ملم) على مقاومة الكسر لتيجان الخزف الكامل ذات القلنسوة الزيركونية المصنعة بطريقة الـ CAD/CAM.

المجلة العلمية
الخطية

Litreture review

1-1- مقدمة:

أصبحت رغبة المريض مع تقدم العلم وتزايد الوعي هي الحصول على تعويض سني يحقق النواحي الجمالية ويحاكي لون السن الطبيعي إضافة إلى المتانة والقوة، وبالمقابل كان لابد أن تكون المواد التي يصنع منها هذا التعويض مقبولة حيويًا ومقاومة للشروط الفموية. تعتبر التعويضات الخزفية الكاملة أفضل التعويضات من الناحية الجمالية في الوقت الراهن فهي تصنع بحيث تطابق البنية الطبيعية للسن من حيث اللون والشكل والشفافية.

(Irfan A, 2006)

1-2- تعاريف و مصطلحات أساسية:

1-2-1- الخواص الميكانيكية Mechanical properties:

هي تلك التغيرات التي تبديها المادة بتأثير القوى المؤثرة عليها أثناء التشكيل أو التشغيل أو التحميل بأحمال مختلفة. (السائيس، 2003)

نقدم فيما يلي بعض التعاريف لبعض الخواص الميكانيكية المستخدمة في البحث:

1-2-2- الإجهاد Stress:

وهو حاصل قسمة القوة المطبقة على السطح الخاضع للقوة

وله أنواع عديدة تحدث حسب طبيعة القوة المطبقة وحسب شكل الجسم منها:

- إجهاد الشد Tensile stress: هو الإجهاد الذي يسبب استطالة المادة.
- إجهاد الضغط Compressive stress: هو الإجهاد الذي يؤدي إما إلى تقلص حجم المادة أو نقص طول المادة.
- إجهاد القص Shear stress: هو الإجهاد الذي يسبب إنزلاق أجزاء من المادة على أجزاء أخرى.

واحدة الإجهاد هي نيوتن/ملم مربع ولكن الواحدة الأكثر استخداماً هي الميغاباسكال.

1-2-3- مقاومة الانكسار Fracture strength: مقدار القوة التي تسبب بانكسار المادة وتقاس بالنيوتن.

1-3- بعض المصطلحات العلمية الخاصة بالبحث: (The glossary, 2005)

1-3-1- الفلنسة The core: هو البنية التحتية للتاج والتي تقدم له الدعم.

1-3-2- الخزف المغطي The veneer: وهو طبقة رقيقة من مادة ما عادة تستخدم كطبقة سطحية، أو كوجهٍ مغطٍ تجميلي.

1-3-3- نظام الـ CAD/CAM: وهو اختصار لجملة Computer aided Design/Computer aided Manufacturing. أما الـ CAD فتعني التصميم بواسطة الحاسب الآلي، والـ CAM فتعني التصنيع بواسطة الحاسب الآلي.

1-3-4- عملية التليد Sintering: وهي عملية لجعل المادة متماسكة بواسطة رفع درجة حرارتها إلى درجات حرارة معينة بدون حدوث ذوبان للمادة.

1-3-5- عملية التفريز Milling: طريقة لصنع الأشكال من قوالب مقررة مسبقاً من أجل مثبتات التعويضات الجزئية المتحركة أو التعويضات الثابتة.

1-4- الخزف السني:

إن استخدام الخزف قديم وواسع في مجال طب الأسنان ويعود ذلك لتقبله الحيوي ولخواصه التجميلية التي تماثل إلى حد كبير ما هي عليه في الأسنان الطبيعية. (السايس، 2003)

1-4-1- تركيب الخزف السني:

يتشابه الخزف السني مع الخزف المستخدم في صنع الأواني المنزلية في التركيب. ولكن في خزف الأواني المنزلية، تكون نسبة الصلصال عالية على حين تكون نسبة الفلدسبار في الخزف السني هي الأعلى والصلصال أقل.

يتم إنتاج الخزف السني على شكل مسحوق وسائل، يتكون المسحوق من:

- **مادة الكاولين (الصلصال):** بنسب تتراوح ما بين 1-10% في الخزف السني. كيميائياً هي عبارة عن سيليكات الألمنيوم $AL_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$. الصلصال النقي لونه أبيض، يعطي الخزف السني ظلالته وعند مزجه بالماء نحصل على عجينة متماسكة قابلة للتشكيل. يتكثف عند خبزه بدرجة (1600م).

- **الفلدسبار Feldspar:** وهو المكون الأساسي للخزف السني (70-80%). يستخدم الفلدسبار البوتاسي وهو عبارة عن سيليكات الألومين البوتاسي $K_2O \cdot AL_2O_3 \cdot 6SiO_2$. يبدأ الفلدسبار في الانصهار عند حرارة 1150م متحولاً إلى بلورات اللوسيت. تنصهر بلورات اللوسيت $K_2O \cdot AL_2O_3 \cdot 4SiO_2$ بشكل كامل متحولة إلى سائل بدرجة حرارة 1520م.

- **الكوارتز SiO_2 :** (أكسيد السيليسيوم) يشكل 10-20% من تركيب مسحوق الخزف السني ويبقى ثابتاً خلال الخبز ويشكل طبقة بلورية تساعد في إعطاء الخزف خواصه البصرية. مدى انصهاره 1400-1600م.

- **مسيلات:** تتراوح نسبتها ما بين 10-20% حسب درجة الانصهار المطلوبة للخزف النهائي. تضاف المسيلات لخفض درجة الانصهار مثل فوسفات البوتاسيوم K_3PO_4 ، كربونات البوتاسيوم K_2CO_3 ، كربونات الصوديوم Na_2CO_3 .

للوصول إلى تجانس هذه المكونات وتحديد مدى الانصهار وتأمين الشفافية والقيم الميكانيكية، يتم مزجها مع بعضها ثم صهرها جميعاً في درجة حرارة 1300م، تبرد الكتلة الناتجة في الماء البارد فجأة للإقلال ما أمكن من بلورات الفلدسبار، ولتشكل شبكة من أكسيد السيليسيوم ولتصبح الكتلة ذات بنية زجاجية غير منتظمة عالية الشفافية تدعى frit، ويسحق بعد ذلك frit للحصول على حبيبات ناعمة تشكل حبيبات مسحوق الخزف. يضاف بعد ذلك إلى هذا المسحوق الملونات لإعطاء التعويض الخزفي النهائي لوناً مشابهاً لألوان الأسنان الطبيعية.

- **الملونات:** هي غالباً أنواع مختلفة من الأكاسيد المعدنية يعطي كل واحد منها لوناً خاصاً للخزف، منها أكسيد الفضة وأكسيد الكروم وأكسيد النيكل.

أما السائل فهو عبارة عن ماء مقطر. يتشكل عند مزج المسحوق مع السائل مزيج رملي القوام يصعب التعامل معه، لذلك يضاف قليل من المواد العضوية مثل النشاء أو الغليسرين إلى السائل ليسهل ارتباط مزيج الخزف، ويسهل تشكيله. تحترق المواد العضوية بالكامل دون أن تترك بقايا عند خبز الخزف.

سنحدث فيما يلي بشيء من التفصيل عن الخزف الخالي من المعدن والأنظمة الخزفية الكاملة نظراً لاعتمادنا الزيركونيا في بحثنا.

1-4-2- الخزف الكامل والأنظمة الخزفية الكاملة:

يتألف الخزف التقليدي من طور زجاجي وطور بلوري. يختلف الخزف الحديث عن التقليدي بأنه يحتوي نسبة أكبر من البلورات مما يؤدي إلى زيادة ملحوظة في القوة ولكن يزداد الكمود اللوني أيضاً، لذلك يستخدم هذا الخزف في بناء الهيكل الأساسي في التعويضات السيراميكية الكاملة ثم تغطي فيما بعد بخزف شفاف. (Christoph A et al., 2008)

كلما كان حجم الطور البلوري أكبر كلما حصلنا على :

a. زيادة في الكثافة.

b. زيادة في التجانس.

c. زيادة قوة الربط بين البلورات و الطور الزجاجي.

d. قساوة أكبر للسيراميك.

ولكن تتخفض جمالية التعويض.

يمكننا تقسيم الخزف السني الحديث اعتماداً على الطور الزجاجي إلى:

السيراميك الزجاجي Glass-ceramics

يتألف من الطور الزجاجي للسيراميك الفلدسباري و محاط بالطور البلوري الذي يتألف من بلورات اللوسيت أو الليثيوم دي سيليكات. وهو يملك بنية مجهرية متعددة الأطوار.

يستخدم هذا النوع من السيراميك في صنع الوجوه التجميلية و الحشوات الضمنية والمغطية (onlay،inlay) والتيجان المفردة الأمامية. كمثال عليه Impres-1 و Impress-2.

السيراميك المشرب بالزجاج Glass-infiltrated ceramics

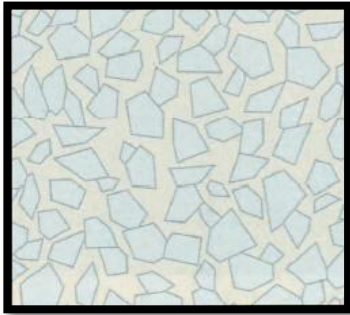
يمتلك السيراميك المشرب بالزجاج هيكلاً ألومينياً مسامياً و الذي يقوى بزجاج اللانثانيوم (سائل). كما يمتلك بنية مجهرية متعددة الأطوار ويستخدم كهيكل للتيجان المفردة الأمامية والخلفية. مثل Inceram alumina و Inceram zirconia.

السيراميك الأوكسيدي Oxide ceramics

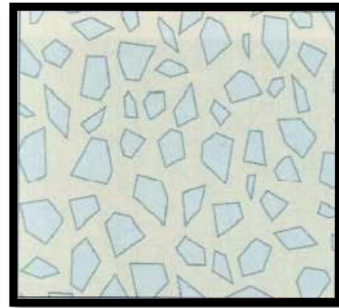
وهو لا يحتوي على طور زجاجي، حيث يمتلك قالباً بلورياً من الزيركونيا أو الألومينا النقية. كما يمتلك بنية مجهرية وحيدة الطور. مثل الزيركونيا التي تستخدم كهيكل للتيجان المفردة والجسور الأمامية و الخلفية.

والأشكال (1،2،3) توضح البنية المجهرية لأنواع السيراميك الثلاثة:

(Christoph A et al., 2008)



شكل(2): السيراميك المشرب بالزجاج



شكل(1): السيراميك الزجاجي



شكل (3): السيراميك الأوكسيدي

1-3-2- يقسم الخزف السني بشكلٍ عام إلى ثلاث فئات (Irfan A, 2006):

- أ- خزف معتمد على السيليكا
- ب- خزف معتمد على الألومينا
- ت- خزف معتمد على الزركونيا
- أ- الخزف المعتمد على السيليكا

الخزف الفلدسباري (الخزف تقليدي)

طور Land عام 1903 طريقة خبز الخزف على الرقاقة البلاستينية على شكل طبقات مختلفة الشفافية، حيث تزال الرقاقة بعد الانتهاء من الخبز ويوضع التاج على الدعامة.

وتبلغ نسبة محتواه من اللوسيت (leucite is 45-50%).

تعتبر المشكلة الرئيسية في خزف Feldspathic هي مقاومة الانثناء الضعيفة (95 MPa) بحسب ISO 6872 مما يجعله عرضة للانكسار مع عمر قليل نسبياً ومع ذلك لازال يستخدم في التعويضات السنية الحديثة بما فيها الحشوات السنية المصبوبة.

وعلى أية حال يعتبر استخدام مواد الربط سيلانية والمواد الراتنجية في عملية الإلصاق ضرورياً للحصول على الدعم من بنية السن التحتية.

كما يجب الانتباه إلى ضرورة العناية بالتحضير بحيث يؤمن سماكة متجانسة للخزف، كما يجب ألا تقل سماكة الخزف في الحشوات المصبوبة عن 2 ملم.

القلب الخزفي الزجاجي المقوى ببلورات اللوسيت المضغوطة ISP – Empress1

(leucite-reinforced glass ceramic)

تم طرح ISP – Empress في جامعة زوريخ في سويسرا في عام 1983، وتم تسويقه تجارياً من قبل Ivoclar vivadent في عام 1990.

تتألف هذه المادة من أساس خزفي من خزف Feldspathic قوامه السيليكا بنسبة 63% وأوكسيد الألمنيوم بنسبة 19% مع إضافة بلورات leucite لتشكل خزفاً زجاجياً قابلاً للصب مقوى بـ Leucite. يخلق اتحاد بلورات leucite حواجز أمام نمو الصدوع مما يمنع الصدوع المجهرية ويحسن مقاومة الانثناء ومقاومة الانكسار عن طريق تشتيت القوة.

يعتبر IPS-Empress نوعاً من السيراميك الزجاجي المقوى بواسطة اللوسيت والذي يمكن أن يتحول إلى شكل بلاستيكي عند رفع درجة الحرارة ما بين 1000-1200 درجة مئوية أي حين وصول السيراميك إلى القوام اللزج المائع وبذلك يمكن حقه ضمن بواتق وضمن فرن خاص بهذا الغرض.

وقد كان مبرر تطوير هذه المادة هو الحد من المسامات المجهرية الناشئة أثناء عملية تليبيد (Sintering) المواد الخزفية بالكامل. حيث أن هذه المسامات تمهد لحدوث الانكسار وبالتالي يؤدي نمو الانكسارات إلى فشل المادة أخيراً.

إضافة لذلك فإن عملية الصب بالحقن تحت الحرارة والضغط تقلل من النقص وتعزز المقاومة الانثنائية. وتتراوح مقاومة الانثناء من 95 - 180 Mpa، أما مقاومة الكسر فهي تبلغ تقريباً $1.3 \text{ MPa m}^{1/2}$.

القلب الخزفي الزجاجي المقوى ببلورات الليثيوم IPS-Empress 2 (lithium disilicate glass ceramic)

تم إطلاق Empress-2 في عام 1998 والذي يملك خواص ميكانيكية ممتازة بالمقارنة مع Empress-1 حيث تم تطوير هذا النظام بهدف زيادة مقاومة الانثناء إلى 350 Mpa ومقاومة للكسر 2-3.3 MPa m^{1/2} تقريباً لصنع جسور خزفية بثلاث وحدات.

وقد تمت زيادة القوة السيراميكية بزيادة نسبة المحتوى البلوري حيث أن المحتوى البلوري للتركيب الجديد (الليثيوم ثنائي السيليكات) أصبح 60% بعد أن كان حوالي 30-40% في نظام IPS-1.

تضغط المادة عند درجة حرارة 920 مئوية، وتوضع على شكل طبقة مع زجاج يحتوي على بعض بلورات فلور الأباتيت المبعثر، وعند التسخين ترتبط بلورات الأباتيت بالقلب الخزفي، مما يزيد من التقبل الحيوي ويحسن الخواص التجميلية.

طريقة صنعه مشابهة لطريقة صنع Impress-1 لكن يختلف عنه ببورسلان التغطية الذي يكون بورسلاناً زجاجياً غنياً ببلورات فلور الأباتيت. وعند التسخين ترتبط بلورات الأباتيت بالقلب الخزفي وهذا يزيد التقبل الحيوي و يحسن من الخواص التجميلية. تبلغ حرارة الصهر 920 درجة مئوية.

ب- الخزف المعتمد على الألومينا:

(glass-infiltrated alumina) In-Ceram Alumina

In – Ceram Alumina (vita) تتكون المادة المكونة للقلب من مسحوق أوكسيد الألومنيوم ذي الحبيبات الناعمة 2- 5 ميكرون، والذي فيما بعد يرتشح بالزجاج المصهور.

تتراوح قوة الانثناء بين 352-600 MPa وهي أعلى منها في نوعي ال Impress. وتعتبر الألومينا أكثف من زجاج اللوسيت لكنها تبدي نتائج جمالية جيدة. يتم تصنيعها بإحدى الطريقتين التاليتين slip cast , CAD/CAM.

In-Ceram Spinell (glass-infiltrated magnesium alumina)

يتواجد حجر spinell ($MgAl_2O_4$) في الطبيعة مع حجر الكلس وحجر الدولميت. وهو حامل كيميائياً ويملك ناقلية حرارية وكيميائية ضعيفة ولكن الخاصية الأبرز هي خواصه البصرية الفريدة.

(Rosenblum MA et al., 1997; Arvind Shenoy et al., 2010)

تعتبر شفافية In – Ceram Spinell (vita) ضعفي شفافية In – Ceram Alumina. وبسبب مقاومتها الميكانيكية المنخفضة فإنها غير مناسبة للتيجان الخلفية لكنها تقدم ميزات جمالية عالية بالنسبة للتيجان الأمامية المفردة ولحشوات الـ inlay والـ onlay الغير مباشرة. تبلغ مقاومة الانثناء هذا النظام 238-377 Mpa لذلك يقتصر استعماله على الحشوات و التيجان المفردة.

ت - الخزف المعتمد على الزيركونيا Zirconium Dioxide

سنولي الزيركونيا جزء أكبر من الحديث كوننا قمنا باستخدامها في بحثنا.

1-5- الزيركونيا Zirconia:

أتى اسم الزيركونيا من الكلمة العربية زاركون والتي تعني اللون الذهبي. اكتشف أكسيد الزيركونيا بواسطة العالم الألماني Martin Klaproth في عام 1789 بينما كان يعمل في تسخين بعض الأحجار الكريمة.

(Boudrias P et al., 2001; Pilathadka S et al., 2007)

استخدم أكسيد الزيركونيا غير النقي كصباغ قديماً، وفي السبعينات تمت تنقية الزيركونيا وكان أول استخدام لها بشكل رأس كروي لاستبدال المفصل الوركي.

(Covacci V et al., 1999)

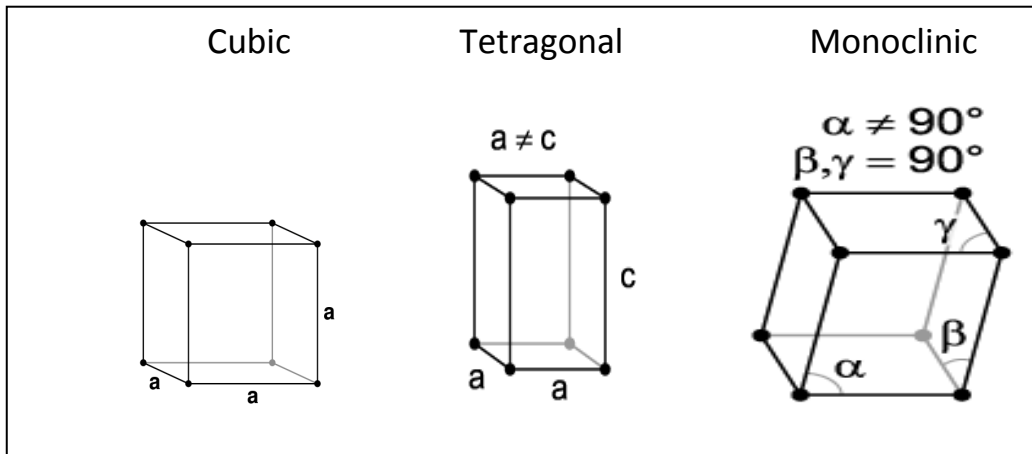
في عام 1990 استخدم الزيركونيا في صناعة القلوب داخل القنوية ودعامات الزرعات السنية و الحاصرات التقويمية (Rella P et al., 2010)، ونتيجة لخواصها الفيزيائية الممتازة، لونها الأبيض، مقاومتها الميكانيكية العالية فقد تم الاعتماد عليها كمادة هامة في صناعة هياكل التعويضات السنية الخزفية الكاملة و التعويضات الجزئية الثابتة.

(Brodbeck U et al., 2003; Lohbauer U et al., 2010)

1-5-1- الخصائص البنيوية للزيركونيا:

الزيركونيوم هو سيراميك متعدد البلورات بدون طور زجاجي وله ثلاثة أشكال:

أحادي الميلان Monoclinic، رباعي الأضلاع tetragonal، مكعبي Cubic



شكل(4): الأشكال البلورية للزيركونيا.

تكون الزيركونيا النقية أحادية الميلان بدرجة حرارة الغرفة ومستقرة حتى درجة الحرارة 1170 درجة مئوية، وتتحول إلى رباعية الأضلاع فوق درجة الحرارة هذه ومن ثم تتحول للشكل المكعبي بدرجة الحرارة 2370 درجة مئوية فما فوق.

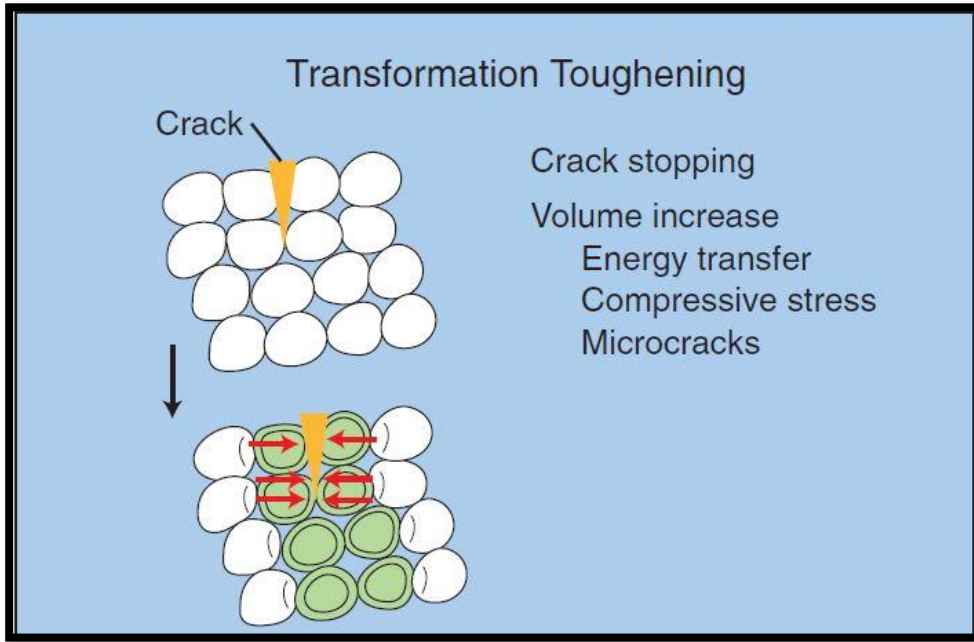
تترافق مرحلة التحول التي تحدث خلال التبريد مع زيادة في الحجم بما يقارب 3-5%.

(Boudrias P et al., 2001)

1-5-2- متانة التحول Transformation toughening:

أو يطلق عليها Stress-induced transformation وهذه الخاصية الفيزيائية يتمتع بها خزف الزيركونيا، حيث أن تعرضه للجهد يؤدي إلى تحريض التحول من الطور t إلى الطور m مما يؤدي إلى زيادة موضعية في الحجم. ينتج عن هذه الزيادة تولد جهود ضاغطة متموضعة تبدأ عند وحول قمة الصدع ونتيجة لذلك يحدث إيقاف للصدع.

(Thaleia V et al., 2009)



شكل (5): يبين آلية متانة التحول. (Edward A et al., 2005)

تعاني الزيركونيا والذي يحتاج لدى تشكيلها كغيرها من الخزف إلى معالجة حرارية بدرجة حرارة حوالي 1500 درجة مئوية، من تحول في بنيته من الطور رباعي الوجوه إلى الطور أحادي الميلان لدى تبريدها. تؤدي الزيادة الحاصلة في الحجم إلى تصدع الزيركونيا وتفتتها لدى وصولها إلى درجة حرارة الوسط. إن إضافة أحد الأكاسيد التالية (MgO ، CaO ، Y_2O_3 ، TiO_2 ، GeO_2) يعيق تلك التحولات البنيوية، ويصل بالزيركونيا إلى درجة حرارة الوسط المحيط بشكل كتلة سليمة ذات ذرات مرصوفة في بنية بلورية رباعية الوجوه، وقد درس العالم Riff إمكانية إضافة هذه الأكاسيد في أواخر عام 1929.

تدعى الزيركونيا الناتجة بالزيركونيا المثبتة جزئياً *partially stabilized zirconia* ويعتبر أكسيد اليتيريوم الأكثر استخداماً ويطلق على الزيركونيا الناتجة الزيركونيا المستقرة باليتيريا رباعية البلورات Y-TZP (*Yttria-stabilized-tetragonal-polycrystals*).

(السايس، 2011؛ White SN *et al.*, 1994; White SN *et al.*, 2005)

تحتوي أنظمة الزيركونيا المستخدمة حالياً في طب الأسنان أكثر من 90% أكسيد الزيركونيا Y-TZP و النسبة الباقية 10% زيركونيا مستقرة جزئياً والتي تحوي مواد خزفية مرتشحة بالزجاج بنسبة 35%. يتراوح تطبيق الزيركونيا السريري بين تاج مفرد أو دعامة لزرعة سنية إلى تعويضات جزئية ثابتة تتضمن العديد من الوحدات.

(Ernst CP *et al.*, 2005; Derand T *et al.*, 2005)

1-5-3- أنواع الزيركونيا المستخدمة في طب الأسنان:

يوجد فقط ثلاثة أنواع من الزيركونيا لا تزال تستخدم في طب الأسنان حتى أيامنا هذه وهي:

1- 3Y-TZP : *Yttria stabilized tetragonal polycrystals*

يتألف التركيب المجهرى لـ 3Y-TZP المستخدم في التطبيقات السنية من جزيئات صغيرة متساوية يتراوح حجمها بين 2,0 - 5,0 ميكرون. (Guazzato M *et al.*, 2004)
تفوق الخواص الميكانيكية لـ 3Y-TZP كل المواد الخزفية السنية الكاملة الموجودة، إذ تتراوح مقاومتها للانكسار بين 800 - 1000 ميغاباسكال. (Kosmac T *et al.*, 1999)

2- ZTA : *Zirconia toughened alumina*

يمكن الاستفادة من خاصية التحول المحرض بالجهد للزيركونيا بإضافة الألومينا، مما يؤدي لتشكيل زيركونيا مقوى بالألومينا.

Inceram Zirconia: يمكن أن يعالج بطريقة *slip casting* أو بطريقة آلية *soft machining*. تتميز الطريقة الأولى بأن التقلص محدود جداً لكن المسامية أكبر من 3Y-

TZP المسنطرة ويشكل 8-11% وهذا يفسر الخواص الميكانيكية الأقل للإنسيرام زيركونيا بالمقارنة مع 3Y-TZP ولكنه في المقابل يبدي ثباتاً حرارياً ومقاومة لدرجات الحرارة المنخفضة أفضل تحت شروط متشابهة من الدورات الحرارية.

(Guazzato M *et al.*, 2003)

Magnesium partially stabilized zirconia :Mg-PSZ -3

أجريت العديد من الأبحاث عن الزيركونيا المثبتة جزئياً المدعمة بالمغنزيوم من أجل استخدامها في التطبيقات السنية، لم يستخدم هذا النوع وذلك لسبب رئيس وهو المسامية المرتفعة مع الحجم الكبير للجزيئات (30-60) ميكرون والتي تسبب الاهتراء.

(Denry I *et al.*, 2008)

1-5-4- مكونات التيجان الخزفية الكاملة:

تبنى التيجان الخزفية الكاملة الحديثة بنظام الخزف ثنائي الطبقة وهو يعني دعم طبقة الخزف الأضعف ببنية تحتية أقوى حيث يمكن استخدام الخزف عالي المقاومة مثل الألومينا و الزيركونيا كبداية للبنية المعدنية.

(Rosenstiel SF *et al.*, 2006; Christoph A *et al.*, 2008)

إذاً تتكون التيجان الخزفية الكاملة من طبقتين أساسيتين:

- 1-** القلنسوة The core: وتكون غالباً من الخزف عالي المقاومة كالألومينا والزيركونيا ذات المقاومة الميكانيكية العالية.
- 2-** الخزف المغطي The veneer: و هو خزف أقل مقاومة ولكن ذو جمالية أعلى.

(Rosenstiel SF *et al.*, 2006)

1-5-5- طرق صنع قلنسوات وهياكل الزيركون:

يوجد ثلاثة أنواع أساسية لوسائل تصنيع قلنسوات وهياكل الزيركونيا متوفرة هذه الأيام:

i. طريقة التصنيع اليدوي MAD/MAM Manually controlled system:

وهو اختصار لجملة Manual-aided Design ,Manual-aided Manufacturing أي إنجاز التصميم و التصنيع يدوياً، حيث بدايةً يصنع الهيكل أو القلنسوة من الشمع أو الكمبيوتر ثم يوضع النموذج في الآلة. يلامس ذراع النسخ الخاص بالآلة الشمع أو الكمبيوتر بينما يقوم ذراع القطع (التفريز)، الذي يملك رأساً قاطعاً من الكاربيد، بتفريز قالب الزيركونيا غير كاملة التلييد. يكون الشكل النهائي أكبر بـ 20-25% من الحجم النهائي وذلك لمعاوضة التقلص الحاصل خلال عملية التلييد.

بالإضافة إلى التكلفة القليلة لهذه الوسائل في التصنيع، فإنها تسمح للتقني بأن يصحح أية أخطاء في تحضير الأسنان من خلال عمل معاوضة في تصميم النموذج الشمعي.

(Gregg A et al., 2008)

ii. طريقة التصميم والتصنيع بالحاسب الآلي (الكومبيوتر) CAD/CAM:

تعتمد هذه الطريقة على عمل تصميم ثلاثي الأبعاد على شاشة الكومبيوتر ثم تتبع بإنتاج آلي بوساطة آلة تفريز مرتبطة بالكومبيوتر توجد ثلاثة مكونات لنظام الـ CAD/CAM : مسح، تصميم، تفريز. كل هذه المكونات توجد في المخبر. (Gregg A et al., 2008)

iii. طريقة التصنيع ذات النظام المغلق Manufacturer-specific Closed System:

يقوم هذا النمط المستخدم من قبل المخابر السنية بمسح نسخة السن المحضر ثم عمل تصميم (قلنسوة أو هيكل) باستخدام البرمجيات الخاصة بالشركة المصنعة، ثم ترسل هذه

المعلومات إلكترونياً إلى مركز الشركة. يسمى هذا بالنظام المغلق لأن بيانات المسح والتصميم ممكن أن تستعمل فقط في مركز التفريز الخاص بالمصنع.

(Tinschert J *et al.*, 2004)

سنتكلم عن نظام الـ CAD/CAM بشيء من التفصيل لاستخدامه في بحثنا:

1-6-1- نظام الـ CAD/CAM:

1-6-1- تعريف نظام الـ CAD/CAM:

إن مبدأ هذا النظام يعتمد على نحت قطع خزفية بأقراص و رؤوس ماسية وغيرها، بالأبعاد التي تم نسخها إلكترونياً للسطوح السنية المحضرة، يتم كل ذلك بواسطة أجهزة كمبيوترية مبرمجة آلياً. وهو اختصار لجملة Computer-aided Design أي التصميم بواسطة الحاسب الآلي و Computer-aided Manufacturing أي التصنيع بواسطة الحاسب الآلي. (السائيس، 2011)

1-6-2- ملخص عن تاريخ نظام الـ CAD/CAM:

بالارتباط مع التطور السريع الذي حصل في تقنيات الإنتاج المعتمدة على الكمبيوتر في كافة المجالات الصناعية منذ عام 1970م، تطور نظام الـ CAD/CAM أيضاً منذ عام 1980م وخاصة في الأكاديميات اليابانية. (Takashi M *et al.*, 2009)

وبداعي تزايد اعتبارات الأمان والنواحي التجميلية للمواد السنية، فقد تطورت حديثاً المواد السيراميكية ذات القوة العالية كمواضع للتطبيقات السنية وبما أن هذه المواد طورت لتكون منافسة لعمليات التصنيع التقليدية فقد دخلت تقنيات وأنظمة تصنيع إلى طب الأسنان ومنها نظام الـ CAD/CAM.

(Raigrodski AJ *et al.*, 2001; Raigrodski AJ. *et al.*, 2004)

لم يكن استخدام نظام الـ CAD/CAM في طب الأسنان في البداية أسهل وأقل تعقيداً عنه في باقي المنتجات الصناعية، وذلك للأسباب الآتية:

- 1- التكلفة الإجمالية العالية و الوقت الذي يحتاجه الإنتاج.
- 2- صعوبة نقل كل مناطق السن التشريحية مع الأسنان المجاورة والمقابلة وصعوبة مسح الحواف المحضرة باستخدام المرقمات digitizers المتوفرة آنذاك.
- 3- شكل التيجان والتعويضات الثابتة كان معقداً بالمقارنة مع المنتجات الصناعية النموذجية آنذاك، بالإضافة إلى كون التعويضات السنية يجب أن تتوافق مع السن المحضر والأسنان المجاورة والمقابلة مما يعقد عملية الإنتاج.
- 4- عملية تصنيع التيجان والتعويضات السنية ذات الزوايا الحادة كان صعباً بعض الشيء باستخدام بعض المواد الخزفية الهشة.
- 5- يجب أن يكون حجم الآلة المستخدمة مناسباً للوضع في المكاتب والعيادات السنية.

(Takashi M et al., 2009)

حدث تطور لأنظمة الـ CAD/CAM المستخدمة في طب الأسنان في الثمانينات. وهناك ثلاثة رواد ساهموا في تطوير أنظمة الـ CAD/CAM الحالية وهم:

- DR.Duret والذي كان الأول في مجال تطوير الـ CAD/CAM .

بدأ منذ عام 1971 بصنع تيجان ذات شكل وظيفي للسطح الإطباق باستخدام سلسلة من الأنظمة تبدأ بأخذ صورة بصرية للسن المحضرة في الفم، ثم تتبع بتصميم تاج مثالي مع الأخذ بعين الاعتبار الحركة الوظيفية، ثم تفريز التاج باستخدام آلة تفريز رقمية. ثم طور فيما بعد نظام الـ sophia الذي كان له تأثير فيما بعد بتطوير نظام الـ CAD/CAM في

العالم. (Duret F et al., 1991)

DR.Moremann وهو مطور نظام الـ Cerec. والذي حاول استخدام تقنية جديدة داخل العيادة السنية وهي إحداث تماس بشكل مباشر للحفرة المحضرة بكاميرا داخل فموية ثم تتبع ذلك عملية التصميم وتفريز الحشوة Inlay بجهاز مدمج مع الكرسي السني. اعتبر ذلك

إبداعاً لأنه يقدم تعويضات سيراميكية بنفس اليوم للمريض. وعندما أعلن عن هذا النظام، انتشر بسرعة عند الاختصاصيين السنيين. (Mormann WH et al., 1989)

• DR.Andersson وهو مطور نظام الـ Procera.

في بداية الثمانينات استخدمت خلائط النيكل كروم بدلاً من خلائط الذهب بسبب سعرها المرتفع، ولكنها سببت الحساسية وخاصة في شمال أوروبا فتم الانتقال إلى خلائط التيتانيوم التي لا تسبب الحساسية. طرح أندرسون صنع التعويضات من التيتانيوم باستخدام الـ CAD/CAM. ثم طور هذا النظام ليصبح مركزاً لصناعة التعويضات الخزفية الكاملة يمكن الاتصال به عبر الإنترنت من جميع أنحاء العالم. وخلال ذلك بدأت العديد من الجامعات اليابانية بتطوير أنظمة الـ CAD/CAM وطرح العديد منها في الأسواق اليابانية.

(Andersson M et al., 1993)

1-6-3- أنواع المواد الخزفية المصنعة بطريقة الـ CAD/CAM:

تتواجد المواد الخزفية المصنعة بطريقة الـ CAD/CAM بشكلين:

ناقصة التلبيد presintered أو كاملة التلبيد densely sintered ceramics

1- المعاملة الآلية للقوالب ناقصة التلبيد Soft machining of pre-sintered blanks:

أصبحت المعاملة الآلية المباشرة لسيراميك 3Y-TZP غير كاملة التلبيد منتشرة في طب الأسنان منذ تطويرها في عام 2001م، وأصبحت الآن تنتج من قبل العديد من المصنعين.

تكون هذه قوالب من السيراميك مسامية لكي تسهل عملية التفريز من دون كسر كتلة السيراميك. كذلك فإن برمجيات النظام تقوم بتعويض التقلص الحاصل خلال عملية التلبيد بإجراء تضخيم للتعويض المصمم بواسطة الـ CAD مما يساعد في تحقيق انطباق حفاقي دقيق للتعويض.

بعض الأنظمة المتوفرة التي تستخدم هذه القوالب :

Procera(Nobel ، Lava(3M ESPE ، Cercon(Dentsply Internatinal)
. IPS e.max® ZirCAD (Ivoclar Vivadent).Biocare)

(Besimo CE *et al.*, 2001)

2- المعاملة الآلية للقوالب كاملة التلييد Hard machining of 3Y-TZP:

يوجد نظامان وهما DC-Zirconia (DCS Dental ، Denzir (Cadesthetics AB)
.AG)

تتوافر الأخزاف كاملة التلييد بشكل قوالب غير مسامية وكاملة السنترية مما يجعلها أصعب للتقريب. تجهز قوالب 3Y-TZP بإجراء عملية تلييد لدرجة حرارة 1500 درجة مئوية لتصل إلى كثافة 95%، ثم تعالج بتقنية الضغط المتساوي الحار hot Isostatic pressing بدرجة حرارة بين 1400-1500 درجة مئوية تحت ضغط عالٍ مما يؤدي إلى تكثيف عالٍ للقوالب بنسبة تتجاوز 99%. ثم تعالج القوالب آلياً باستخدام نظام تقريب خاص. باستخدام هذا النوع من القوالب تكون دقة التعويض أكبر لأنه لا يوجد تقلص خلال العملية ولكن هناك سلبية لاستخدام هذه القوالب وهي اهتراء الأدوات المستخدمة في العمل بالإضافة إلى حصول صدوع مجهرية للمادة خلال عملية التقريب مما يقلل من المتانة الميكانيكية.

(Takashi M *et al.*, 2009)

تتضمن أغلب أنظمة الـ CAD/CAM ثلاث مراحل: مرحلة المسح لجمع المعلومات من البيئة الفموية (السن المحضر، الأسنان المجاورة)، مرحلة الـ CAD لتصميم التعويض، ومرحلة الـ CAM لصنع التعويض. (Joerg R *et al.*, 2006)

1-6-4- وسائل المسح لأنظمة مختلفة Scanning Methods of Different Systems:

تأتي المعلومات التي تصل إلى مرحلة الـ CAM إما من مسح مباشر للسن المحضر كما في نظام Cerec أو من مسح المثال الجبسي للسن المحضر أو النموذج الشمعي/الكومبوزيت كنظام Cercon.

تستخدم العديد من الأنظمة وسائل مختلفة للمسح، تتضمن:

- كاميرات بصرية.
- مرقمات digitizers تعمل بالتماس (ماسحات ميكانيكية).
- مصدراً ليزرياً أو ضوءاً ملوناً أو أبيض.
- يستعمل نظام (Cerec 3D, Sirona, Charlotte, NC) داخل العيادة السنية كاميرا بصرية داخل فموية للحصول على صورة رقمية للسن المحضر والأسنان المجاورة.
- يستعمل نظام (Everset, Kavo Dental GmbH, Biberach, Germany) كاميرا Charged-couple device CCD للحصول على صورة ثلاثية الأبعاد، حيث يقوم الحاسب بدمج نقاط المسح الملتقطة بواسطة الكاميرا لأكثر من 15 زاوية ومكان.

(Lui PR, 2005)

- يعتمد نظام Procera على قراءة سطح المثال الجبسي للسن المحضر باستعمال جسم كروي أو قلم ذي نهاية مستدقة يكون على تماس مع سطح الجبس. ثم ترسل هذه المعلومات إلى أحد مركزي التفريز لصنع القلنسوات أو الهياكل.

- يستخدم نظام Lava ليزراً بصرياً ليمسح النموذج الرئيسي للسن المحضر ومناطق الدرد

بين الدعامات. (Witkowski S, 2005)

1-6-5- برمجيات التصميم CAD Software

تسمح برمجيات الـ CAD بتصميم ثلاثي الأبعاد للتعويض السني المناسب خطوة بخطوة. حيث يقلد برنامج الـ CAD نفس الخطوات التي يتبعها التقني لصناعة قلنسوة أو هيكل لتعويض سني ثابت وهي:

تحديد الحواف للدعامة المحضرة، سد مناطق التثبيت، وضع مادة تؤمن سماكة لإسمنت الإلصاق، تحديد خط إدخال التعويض (تاج أم جسر). بعد ذلك يتم إرسال البيانات إلكترونياً إلى مركز التفريز الموافق.

في البداية، كانت أغلب أنظمة الـ CAD/CAM مغلقة. أي أن برمجيات الـ CAD وبياناته تكون محددة ومرتبطة بوحدة الـ CAM الخاصة بها والتي تقدمها نفس الشركة المصنعة. على أية حال، أصبحت العديد من الشركات اليوم مفتوحة، أي أنها يمكن أن تقوم بعملية تصنيع لأي تصميم لشركة أخرى يصل عبر الإنترنت. (Riquier R. 2007)

1-6-6- أجهزة التصنيع CAM Hardware :

يتم استكمال صناعة القلنسوات وهياكل التعويضات الجزئية الثابتة في المختبر السني أو في مكان مركز التفريز الموافق.

تتضمن هذه التقنية، قطع النسخة أو الهيكل من قوالب صلبة باستخدام آلة التفريز و نوع الأداة المستخدمة فيها يعتمد على نوع قالب الزيركونيا المستخدم فيما إذا كان ناقص التليد أو مكتمل التليد.

كما يعتمد حجم النسخة أو الهيكل المفروز على كمية التقلص الحاصل خلال التليد. حيث تعتبر عملية التليد ضرورية لإعطاء القوة اللازمة للقوالب الطرية و ناقصة التليد. يتم التليد بدرجة حرارة 1550 درجة مئوية. (Gregg A, 2008)

1-6-7- محاسن استخدام نظام الـ CAD/CAM:

- 1- من الصعب التعامل مع المواد السنية الجديدة كالسيراميك عالي المتانة بالطرق التقليدية، لذلك فإن الـ CAD/CAM يتيح استخدام المواد السنية الحديثة في التطبيقات السنية. (Takashi M et al., 2009; Arvind S et al., 2010)
- 2- إن الوقت الذي يحتاجه نظام الـ CAD/CAM أقصر من الوقت الذي تتطلبه التقنيات التقليدية في تصنيع التعويضات السنية وخاصة أن العديد من المراحل تقوم بها الآلة ولا تتدخل اليد البشرية بها.
- 3- غالباً لا يوجد عيوب في المنتجات المفزة من قوالب السيراميك الملبدة مسبقاً، بينما في الطريقة التقليدية (عملية بناء بودرة البورسلان) فإن الخزف المخبوز يحتوي على مسامات داخلية في أغلب الأحيان.
- 4- يسمح استخدام نظام الـ CAD/CAM بضبط عالي الدقة والنوعية للوسائل السنية من خلال تصميم أشكال مناسبة ومثالية من المادة باستخدام الـ CAD مما يمنع انخفاض النوعية وتشكل جهود متبقية بسبب تأثير العمليات المستخدمة يدوياً. (Luthy H et al., 2005)
- 5- يمكن حفظ البيانات المستخدمة ومتابعتها خلال مراحل العمل، وخاصة إذا حصل أي حادث يتطلب معرفة التشخيص الصحيح للترميم خلال أدائه الوظيفي. هذه البيانات لا يمكن استرجاعها بنظام التصنيع التقليدي. (Takashi M et al., 2009)

1-7- تصميم القلنسوات الزيركونية Zircon cores Design:

يعتبر التشطي السبب السريري الأكبر للاختلالات السريرية في التعويضات المدعومة بالزيركونيا في المنطقة الخلفية. بينما يعتبر اجتماع كسر الخزف المغطي و القلنسوة معاً نادراً. تركزت الجهود لإنقاذ التشطي ونالت اهتماماً كبيراً في تعويضات الزيركونيا.

هناك العديد من العوامل التي تؤثر في التعويض و دوامه مثل تصميم التعويض ومتانة المادة. (Silva N *et al.*, 2011)

على أية حال لم يقيم تأثير التغيرات في التصميم بشكل واسع. حيث جرب إحداث تبدلات في أبعاد وسماكات تيجان التعويضات ولكنها لم تقيم بانتظام في الدراسات السريرية والمخبرية.

كانت القلنسوات الزيركونية في بداية طرح المواد السيراميكية تصمم بشكل موحد الثخانة فوق السن المحضر ثم يتم خبز الخزف المغطي فوقها. في هذه الحالة، يصبح الخزف المغطي ثخيناً في منطقة الحدبات. وبما أن الخزف المغطي يتصف بالقصافة فسوف يتعرض للكسر أو التشطي نتيجةً للقوى الجانبية على الحدبات، إذ أنه مادة ضعيفة في مواجهة القوى الجانبية. (Silva N *et al.*, 2011)

ذكر Marchack بأنه يجب تصميم القلنسوات الزيركونية بسماكة ملائمة للقلنسوة و ثخانة ملائمة للخزف المغطي وبحيث نؤمن ارتباطاً صميماً بين القلنسوة والخزف المغطي.

(Marchack BW *et al.*, 2008)

يؤمن التصميم المعدل للقلنسوات سماكة متساوية للخزف المغطي أو يدعم القوى الإطباقية والجانبية كقوى ضاغطة يمكن أن تجنبنا حدوث الكسر في الخزف.

(Martin R *et al.*, 2009)

أضاف Molin بأن تصميم الهيكل بحيث يحاذي بشكل دقيق الشكل التشريحي للسن المحضرة يمكن أن يزيد من الأداء السريري لأنه يدعم الخزف المغطي.

كما صرح Martin بأن التغيير في تصميم القلنسوة ينقص التشظي بشكل فاعل. ورأى Mori من خلال دراسة سريرية بأن تصميم هياكل الزيركونيا Y-TZP بنموذج داعم ضروري من أجل التعويضات الخزفية الكاملة .

(Yuji K et al., 2011; Martin et al., 2009)

حيث يمكن لتصميم القلنسوة الداعم للخزف المغطي أن يحسن من متانة التعويض. كما أن تأمين سماكة متساوية للخزف المغطي ضرورية لتأمين توزيع متساو للجهد.

(Lawn BR et al., 2002) حيث أثبتت العديد من الدراسات بأن قوة التعويضات ثنائية الطبقة مرتبطة بقوة الخزف المغطي. وتأتي قوة هذه التعويضات من التوزيع الجيد لقوى الشد. فإذا لم تؤخذ قوى الشد بعين الاعتبار عند تصميم الهياكل الأساسية يمكن أن يحدث الفشل تحت جهود منخفضة. ومن ناحية أخرى يجب أن يعنى تصميم تعويضات الخزف الكامل بتوفير الناحية الجمالية للترميم.

(Moustafa N et al., 2006)

1-8- الخزف المغطي The veneer:

يؤمن الزيركونيا قوة ميكانيكية مناسبة لاستخدامها كهيكل للتعويضات الخزفية الكاملة. حيث يجب أن تغطي هذه التعويضات بخزف مغطٍ مناسب للحصول على نتائج تجميلية جيدة ولكن أثبتت الدراسات السريرية بأن الخزف المغطي هو الأضعف في مثل هذه التعويضات.

(Yoshitaka S et al., 2009; Fischer J et al., 2008)

سجلت بعض الدراسات بأن عمر وطور الانتقال (التحول) في تعويضات الزيركونيا يتعرض للضرر إذا لم تغط بطبقات من الخزف المغطي.(Bogna S et al., 2011)

تعتبر تغطية الزيركونيا ضرورية من أجل تأمين الحماية وأداء الوظيفة وتوفير الناحية الجمالية ويتم ذلك باستخدام أخزاف زجاجية أضعف ذات أطوار بلورية. يتوافر لعملية

التغطية طيف واسع من المنتجات التي تستخدم إما بطريقة الطبقات أو بطريقة الحقن البديلة أو بالجمع بين الطريقتين.

تتراوح مقاومة الانكسار للخزف المغطي بين 70-100 ميغاباسكال حسب تعليمات المصنع.

هناك العديد من العوامل التي تسبب الفشل في الخزف المغطي (التشطي وهو الفشل الأكثر تكراراً) منها قوة الارتباط غير المناسبة مع القلنسوة، قوى الشد الزائدة والعائدة لعدم توافق معامل التمدد الحراري بين الخزف المغطي والقلنسوة أو الحمل الزائد العائد لنقاط تماس مبكرة مثلاً. (Fischer J et al., 2008)

تتم معاوضة الجهود الزائدة في أنظمة خزف- معدن بخاصية التمدد الحراري للخلائط وخاصة في الخلائط عالية المحتوى من الذهب (Fischer J et al., 2008). أما في أنظمة الخزف الكامل فإن هياكل السيراميك تعتبر صلبة ولا تتمتع بهذه الخاصية، وبالتالي لا تستطيع امتصاص الطاقة المرنة لذلك يكون خطر تشكل الجهد الهادم في طبقة الخزف المغطي في التعويضات الخزفية الكاملة أعلى. إذاً تعتبر مقاومة الخزف المغطي مؤشر هام في النجاح السريري طويل الأمد لتعويضات الخزف الكامل. (Moustafa N et al., 2006)

1-8-1- تقنيات تطبيق الخزف المغطي:

أولاً- تقنية الطبقات Layering technique:

كقاعدة عامة، يغطي هيكل الزيركونيا باستخدام طريقة الطبقات التي تتطلب عملاً مخبرياً دقيقاً وخبرة من المخبري. (Florin B et al., 2009)

تعتمد هذه الطريقة على تطبيق بودرة البورسلان الرطبة باستخدام فرشاة البناء ثم تزال الرطوبة الزائدة لتكثيف حبيبات البودرة. (Antonson SA et al., 2001) وبشكل عام، تتطلب هذه الطريقة ثلاث دورات من الإحماء، العاج، الميناء ثم مرحلة التلميع.

يلعب قوام مزيج الخزف المغطي سائل - بودة دوراً كبيراً في عملية البناء حيث يجب على المخبري أن يأخذ بعين الاعتبار مستوى تقلص الخزف الحاصل وبالتالي يجب أن يبينه بحجم أكبر من الحجم النهائي.

يتسبب عامل المخبري (العمل اليدوي) في هذه الطريقة في احتمال حدوث عدم تجانس في كتلة الخزف والذي ينتج عنه بدء حدوث الكسر وبالتالي التسبب في انتشاره سريراً. كما يمكن للتلوث الحادث في كتلة الخزف المتمثل في اللاتجانس الحاصل في كتلة المزيج أو المسام أن يسبب فشلاً كبيراً في البيئة الفموية، كمثال عنها الصدوع.

(Bogna S et al., 2011; Jason A, 2007)

الحسنة الأهم لهذه التقنية هو إنتاج سيراميك ذي شفافية عالية قياساً بما ينتج في الطرق الأخرى، لذلك تستخدم هذه التقنية للمواد التي تستعمل كطبقة مغطية ذات جمالية عالية فوق الفلنسوات والهياكل القوية كالزيركونيا.

تحصل قوى الشد في هذه العملية خلال مرحلة التبريد بعد الانتهاء من الإحماء بسبب التقلص الحاصل في طبقات الخزف. كما يتم ضبط معامل التمدد الحراري بحيث يؤمن انضغاط بسيط للخزف الغطي خلال مرحلة التبريد مما يزيد من قوة الخزف المغطي.

(Fischer J et al., 2008)

ثانياً- تقنية الحقن **pressing technique**:

تسمح هذه التقنية بإنتاج سريع وسهل بالمقارنة مع طريقة الطبقات، إضافة إلى ذلك يمكن أن نتخلص من مشكلة التقلص الناتج عن عملية التلييد Sintering.

على الرغم من أن الخزف المغطي المحقون يبدى تركيباً كيميائياً مشابهاً لذلك المستخدم في طريقة الطبقات، إلا أننا في هذه التقنية نلغي عامل المخبري أو التقني. من هنا يمكننا الافتراض بأن الخزف المغطي المحقون مشابه أو أفضل من حيث تحمل قوى الكسر مقارنة

مع طريقة الطبقات.(Bogna S et al., 2011)

يتشكل الخزف المغطي في هذه التقنية من تطبيق الشمع على الهيكل والذي يغطي بمادة إكساء خاصة. ثم تستخدم طريقة الشمع الضائع لخلق فراغ من أجل الخزف. تستخدم هذه الطريقة قوالب خزفية مسبقة الصنع من جزيئات بلورية موزعة في مادة زجاجية بتركيب مشابه لذلك في بودرة الطبقات. ثم يحقن بعد ذلك المكان الناتج عن تبخر الشمع بسيراميك زجاجي في فرن خاص بالحقن وفق شروط خاصة بالتلبيد حسب تعليمات المصنع.

يتم الحصول على التعويض النهائي المحقون بعد عملية التبريد ثم يتم ترميله باستخدام حبيبات الألومينا. (Aboushelib MN *et al.*, 2005; Fischer J *et al.*, 2010)

يطبق خزف الحقن بدرجة حرارة أعلى بـ 90 درجة مئوية للإحماء بالإضافة لوجود الضغط بالمقارنة مع خزف الطبقات، بالتالي يسمح ذلك بتحسين إحاطة الخزف المغطي للقلنسوة مما يحسن من الانطباق ما بينهما.

وأكثر من ذلك، يمكن لمعدل التبريد البطيء المسبب بعملية الإحماء أن يمنع اختلاف الحرارة الكبير بين القلنسوة والخزف المغطي وبالتالي تكون النتيجة بتشكيل جهد أقل نتيجة الاختلاف في معامل التمدد الحراري بين الخزف المغطي والقلنسوة الزيركونية.

(Sundh A *et al.*, 2004)

على الرغم من أن عملية الحقن أقل حساسية كطريقة من طريقة التكتيف اليدوي للبودرة إلا أن التحضير المناسب لمادة الإكساء الملائمة وعملية الحرق وضغط الهواء تعتبر ذات أهمية للحصول على عملية حقن ناجحة.

يجب أن تكون سماكة الهياكل الأساسية للتعويضات دقيقة لمنع حدوث التصدع تحت الضغط الحاصل في فرن الحقن، كما أن تركيبها يجب أن يكون متناسقاً مع طبقة الخزف المغطي. وأكثر من ذلك فإن سماكة الطبقة المغطية يجب ألا تتجاوز سماكة قلنسوتها.

(Filser F *et al.*, 2003)

ثالثاً: تقنية (CAD/CAM framework, CAD/CAM veneering):

يتم في هذه التقنية تصميم القلنسوات والخزف المغطي آلياً بواسطة برمجيات نظام الـ CAD/CAM. تم جمعها في بداية استخدامها مع طريقة الحقن حيث يتم تقريز الخزف المغطي من مادة الراتنج بشكل آلي، ثم بعد ذلك يتم إكساؤها و إحمائها وحقنها بخزف زجاجي.

طورت هذه التقنية فيما بعد ليتم تقريز الخزف المغطي مباشرة من مادة خزفية زجاجية غنية بثنائي سيليكات الليثيوم. يتم فيما بعد ربط القلنسوة والخزف المغطي إما بخزف منخفض اللزوجة أو بواسطة إسمنت لاصق. (Chaar M *et al.*, 2013)

1-9- الأداء السريري لتعويضات الزيركونيا:

حتى عام 2010 كانت هناك 14 دراسة حول الأداء السريري لتعويضات الزيركونيا الجزئية الثابتة الأمامية والخلفية، حيث تراوح معدل البقاء بين 73,9% - 100% بعد 2-5 سنوات. وكانت أسباب الفشل كسر الخزف المغطي، انكسار القلنسوة الزيركونية، انكسار الدعامة السنية، نخور ثانوية وانعدام الانطباق الحفافي.

بالاعتماد على الأسباب السابقة والتي سببت الفشل فإن عوامل الفشل المتعلقة بالمادة الموجودة في تعويضات الخزف الكامل المصنعة من الزيركونيا هي انكسار القلنسوة وانكسار الخزف المغطي والارتباط بين القلنسوة والخزف المغطي وعدم الانطباق الحفافي للتعويضات. (Premwara T *et al.*, 2012)

1-9-1- انكسار القلنسوة Core Fracture:

يعتبر الخزف مادة قصيفة لذلك من الممكن أن تتعرض للكسر عند خضوعها لقوى شد كبيرة. تتراوح مقاومة الانكسار لتعويضات الخزف الكامل ذات الأساس الزيركوني بين 5,5 - 7,4 Mpa.m^{1/2} والتي تعد أعلى منها لباقي التعويضات الخزفية الكاملة ذات الأساس غير الزيركوني.

يعتبر الكسر في القلنسوة نادراً بسبب مقاومة الانكسار العالية للزيركونيا والعائدة لطريقة التقسية بالتحول والتي تسبب زيادة في حجم الزيركونيا عند تعرضها للجهد وبالتالي تولد جهداً ضغطاً حول ذروة الصدع مما يمنع من نموه. وقد كان الكسر الحادث في الدراسات بسبب الرض لإطباقي والإطباقي اللاوظيفي. (Premwara T *et al.*, 2012)

على أية حال تعتبر ثخانة القلنسوة عاملاً يؤثر في نجاح التعويض لذلك يجب أن تصمم بطريقة مناسبة واتباع تعليمات المصنع.

على كل، يمكن أن تزيد احتمالية حدوث الكسر في بعض مواد الزيركونيا ذات الاستعداد لنمو الصدع بعد فترة طويلة في الشروط الفموية. (Tinschert J *et al.*, 2007)

1-9-2- انكسار الخزف المغطي Veneer Fracture

يعتبر انكسار أو تشطي الخزف المغطي المشكلة الكبرى الحاصلة في تعويضات الخزف الكامل ذات الأساس الزيركوني.

يمكن أن يقسم انكسار المواد الخزفية المغطية إلى قسمين:

1- انكسار الخزف بحد ذاته.

2- انكسار حادث في السطوح البينية بين القلنسوة والخزف المغطي.

تمتلك أغلبية المواد الخزفية السنية والمواد الخزفية المغطية مقاومة انكسار k_{Ic} منخفضة تتراوح بين $0,7 - 0,9 \text{ Mpa.m}^{1/2}$ والتي تعتبر أخفض بـ 8 مرات من قلنسوات الزيركونيا وذلك لأن التركيب الأساسي لها يعتمد على المحتوى الزجاجي. لكنها تستخدم في التطبيقات السنية بسبب خواصها التجميلية العالية. (Wang H *et al.*, 2007)

تمت إضافة بعض الأطوار البلورية مثل كريستالات اللوسيت لزيادة مقاومة الانكسار في بعض المواد الخزفية المغطية، وكانت كمية بلورات اللوسيت المضافة أقل من 22% من الحجم لأن الزيادة في حجم البلورات يمكن أن ينقص شفافية المادة.

يمكن أن تساهم عملية التكتيف التقليدي والتلييد المستخدمة في تطبيق الخزف المغطي في تخفيض مقاومة انكسار الخزف المغطي لأنها تتسبب بحدوث عدد كبير من المسامات التي تتسبب بحدوث صدوع. كما يمكن للجهد المسبب بعملية المضغ أن يسبب حدوث صدوع في منطقة التماس بجزيئات الطعام أو السن المقابل. (Premwara T *et al.*, 2012)

تسبب قوى الشد المتبقية من عملية التبريد البطيء انخفاضاً في مقاومة انكسار الخزف المغطي خصوصاً عندما تتجمع مع قوى الشد المتبقية المسببة بالتماس. لذلك يجب أن يكون التبريد سريعاً لأنه يولد جهداً ضاعطاً متبقياً في طبقة الخزف المغطي مما يؤمن عامل تقوية للخزف المغطي. (Taskonak B *et al.*, 2008)

يمكن أن تتطور جهود الشد المتبقية بسبب اختلاف معامل التمدد الحراري بين القلنسوة والخزف المغطي خلال عملية التلييد. تنقص هذه الجهود من مقاومة الانكسار لمادة الخزف المغطي. ينتج عن استخدام معامل تمدد حراري غير متوافق لمنظومة قلنسوة - خزف مغطي إضعاف لطبقة الخزف المغطي. وبشكل عام أنتجت مجموعة من المواد الخزفية المغطية ذات توافق بين معامل التمدد الحراري لكل من الخزف المغطي والقلنسوة.

(Georgius S *et al.*, 2011)

أما بالنسبة للانكسار الحاصل في السطوح البينية بين القلنسوة والخزف المغطي فهناك العديد من العوامل التي تؤثر في قوة الارتباط بين القلنسوة والخزف المغطي للتعويضات المعتمدة على الزيركون فتؤدي إلى حدوث انكسار في هذه السطوح مثل سطح إنهاء القلنسوة، تطبيق مادة liner، طريقة تطبيق الخزف المغطي. (Premwara T *et al.*, 2012) و الترطيب غير المناسب للقلنسوة بالخزف المغطي، التقلص الحاصل للخزف المغطي خلال عملية الإحماء والتحول الحاصل لبلورات الزيركونيا في السطح البيني قلنسوة- خزف مغطي بسبب التأثيرات الحرارية أو الجهد.

(Fischer J *et al.*, 2008; Moustafa N *et al.*, 2006)

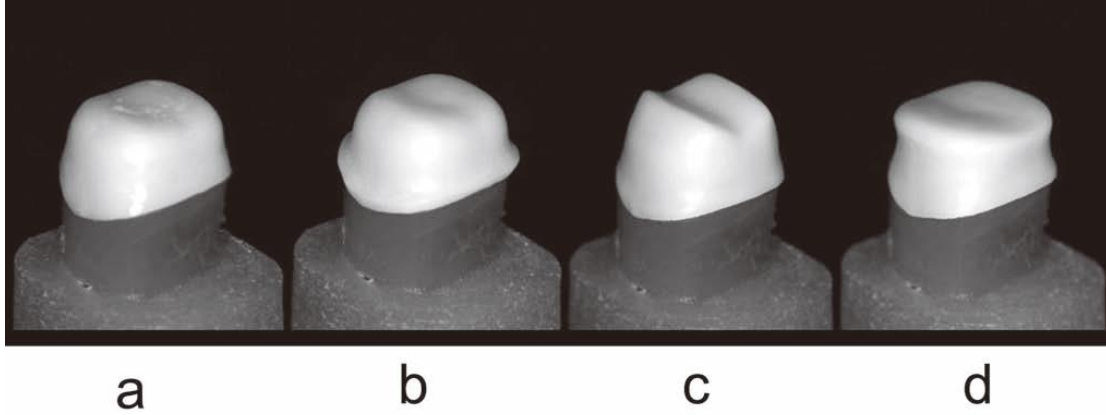
10-1- الدراسات السابقة المتعلقة بموضوع البحث:

1-10-1- الدراسات السابقة حول تعديل تصميم القلنسوة الزيركونية:

1- أجرى الباحث Yuji Kokubo عام 2011 دراسة حول تأثير تصاميم قلنسوات الزيركون على مقاومة الكسر لتيجان الخزف الكامل.

صممت أربعة أنواع من القلنسوات الزيركونية:

- التصميم الأول a: قلنسوة زيركونية تقليدية ذات سطح إطباقى مسطح وسماكة مقدارها 0,6 ملم على كامل السطوح، وكلفت عند منطقة الحواف العنقية بحيث تم تأمين التماس بين القلنسوة الزيركونية وحواف السن المحضرة.
- التصميم الثاني b: قلنسوة زيركونية تقليدية ذات كتف بسماكة 1 ملم وارتفاع 0,6 ملم للكتف الخزفي وسماكة كامل القلنسوة 0,6 ملم.
- التصميم الثالث c: قلنسوة زيركونية ذات حداث (مقعدة)، مستويان حديبان مائلان، تكيف القلنسوة عند الحواف بشكل يؤمن التماس بينها وبين حواف التحضير.
- التصميم الرابع d: قلنسوة زيركونية مع منطقة إطباقية داعمة مقابل القوى الإطباقية، وتكيف القلنسوة بشكل يؤمن التماس بينها وبين حواف السن المحضرة.



شكل(6): أشكال تصاميم القلنسوات الزيركونية المستخدمة في البحث.

تم بعد ذلك تطبيق الحمل العمودي و الجانبي حتى حدوث الكسر.

وجد أن تصاميم القلنسوة تؤثر في مقاومة الكسر ، كما تحمل تصميم القلنسوة موحدة الثخانة التقليدي الحمل الأقل (التصميم الأول a)، بينما أثبت الشكل الحدي (c) الذي يوحد ثخانة البورسلان التحمل الأعلى لقوى الكسر في كلا اتجاهي القوى.

(Yuji K et al., 2011)

تعتبر هذه الدراسة هي الأكثر تشابهاً مع دراستنا من حيث نوع التصاميم الموجودة للقلنسوات الزيركونية. بينما تناولت باقي الدراسات أشكال تصاميم أخرى (ك تغيير التصميم عند المنطقة العنقية أو السطح الإطباقى مثلاً) ودرست علاقة تغيير التصميم مع أمور عديدة ومنها:

2- في دراسة أجراها الباحث Liu YH عام 2008 حول تأثير مادة القلنسوة الزيركونية وتصميمها على آلية الكسر للتيجان الخزفية الكاملة من نمط قلنسوة- خزف مغطي. حلت عملية الكسر لستة تيجان من الزيركونيا أو الألومينا مغطاة بخزف مغط بتصاميم مختلفة من القلنسوات (قلنسوة موزعة بشكل جيد، وقلنسوة موزعة بشكل غير جيد، قلنسوة ذات حلقة عنقية) حيث تمت الدراسة بواسطة تحليل العناصر المنتهية. انكسرت جميع التيجان نتيجة تجمع جهود الشد. ابتداءً الكسر في الخزف عند الحديبات و انتشر خلال السطح بين القلنسوة و الخزف. عاد الكسر تحت هذه الظروف إلى الخزف المغطي لا إلى القلنسوة، كما حدث الكسر في تيجان الزيركونيا بشكل مبكر عنه في تيجان الألومينا. شوهد تجمع أصغري للجهد عند تصميم الحلقة العنقية للقلنسوة الزيركونية بينما شوهد تجمع أكبر للجهد في تصميم التاج ذي القلنسوة الموزعة بشكل غير جيد وذلك في المنطقة العنقية. كانت النتيجة أن المنطقة العنقية كانت المنطقة الأضعف في توزيع جهد الشد في تصميم القلنسوة ذات الحلقة العنقية.

(Liu YH et al., 2008)

3- أجرى الباحث Martin وزملاؤه عام 2009 دراسة عن تأثير تصميم القلنسوات والانطباق الحفافي على الأداء المخبري لتيجان الأرحاء السفلية الزيركونية.

تم تحضير سن إكريلي على شكل رحي سفلية بخط إنهاء كتف مدور بعرض 1 ملم. ثم تم عمل نسخ عنه ووضعها في قواعد، وبعد ذلك صممت قلنسوات من مادة الزيركونيا وقسمت إلى خمس مجموعات ($n=8$) تختلف عن بعضها بشكل التصميم ومساحة الفراغ المتروك لإسمنت الإلصاق.

- المجموعة الأولى: تصميم بسيط، 40 ميكرون لإسمنت الإلصاق.
- المجموعة الثانية: تصميم بدعم حدي بسيط، 40 ميكرون للإسمنت.
- المجموعة الثالثة: تصميم بدعم حدي كامل، 40 ميكرون للإسمنت.
- المجموعة الرابعة: تصميم بدعم حدي كامل، 30 ميكرون للإسمنت.
- المجموعة الخامسة: تصميم بدعم حدي كامل، 10 ميكرون للإسمنت.

ألصقت التيجان فيما بعد بفوسفات الزنك ثم عرضت للاختبار الميكانيكي. ثم تم وصف حالات الفشل. تم تسجيل مكان واتجاه التشطي للخزف المغطي بواسطة استخدام وسائل المسح الإلكتروني.

كانت النتائج كمايلي: أظهرت جميع التصاميم تشظياً كمايلي:

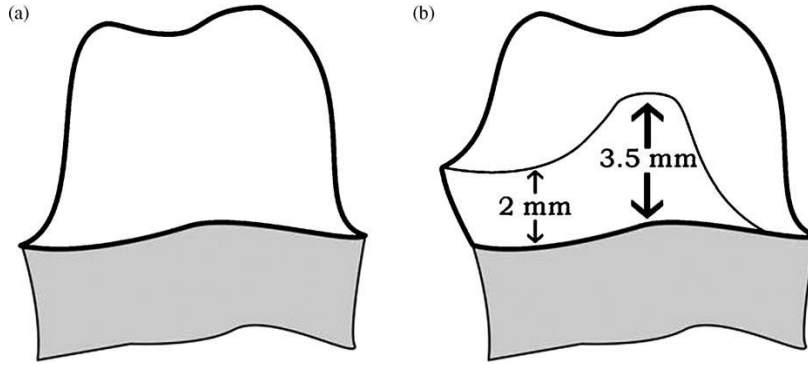
- المجموعة الأولى: 6 حالات تشظٍ بمساحة 8,1 ملم مربع.
- المجموعة الثانية: 2 حالة من التشطي بمساحة 3,5 ملم مربع.
- المجموعة الثالثة: 2 حالة من التشطي بمساحة 2,1 ملم مربع.
- المجموعة الرابعة: 3 حالات تشظٍ بمسافة 5,7 ملم مربع.
- المجموعة الخامسة: 3 حالات تشظٍ بمساحة 7,3 ملم مربع.

الخلاصة: ينقص نموذج التصميم ذو الدعم الحدي عدد ومناطق حدوث التشطي، بينما لا تؤثر اختلاف مساحة الفراغ المخصص للإسمنت اللاصق في الأداء المخبري للتيجان.

(Martin *et al.*, 2009)

4- كما قام الباحث Lorenzoni عام 2010 بتحري تأثير تصميم الهياكل في تحمل الجهد fatigue life لتيجان معدنية-خزفية وتيجان In-ceram وتيجان من مغطاة من Y-

TZP. تألفت عينة البحث من 60 تاجاً متماثلاً لرحى أولى علوية، 20 معدني خزفي و 20 تاجاً من In-ceram و 20 تاجاً من الزيركونيا. وتم تقسيم كل مجموعة إلى مجموعتين متساويتين ($n=10$)، مجموعة تضم تصميماً تقليدياً (ذو سماكة متجانسة لكامل القلنسوة 0.5 ملم) ومجموعة تضم التصميم المعدل للقلنسوة (زيادة ثخانة القلنسوة عند الحواف اللسانية بمقدار 1 ملم وبارتفاع 2ملم، ارتفاع المنطقة الملاصقة 3,5 ملم).



شكل(7): يوضح التصميمات المختلفة لعينات الدراسة.

طبق اختبار التحميل الساكن fatigue loading في مركز السطح الطاحن بواسطة رأس إسفيني ذي نهاية بقطر (3.5 ملم) باتباع معدل (30-300 N) للجهد حتى تمام 1000000 دورة أو حدوث الكسر. تم إيقاف الاختبار بعد كل 125000 دورة لتقييم التخراب الحاصل.

النتائج: كان عمر التحمل للتيجان المعدنية الخزفية بكلا التصميمين الخاصين بالقلنسوة هو الأعلى. أثبتت تيجان الـ Y-TZP عمر تحمل قريباً من التيجان المعدنية الخزفية. لا يوجد فرق جوهري بين تيجان الزيركونيا والإنسيرام بكلا التصميمين التقليدي والمعدل. وكانت النتيجة النهائية: لا يحسن التعديل في تصميم القلنسوات تحمل الجهد في أنظمة التيجان المدروسة في هذا البحث. (Lorenzoni et al., 2010)

5- كما قام الباحث Eisenburger M في عام 2011 بتقييم مقاومة الكسر لتيجان أمامية ذات قلنسوات زيركونية بتصاميم مختلفة بعد تطبيق تقنيات مختلفة للخزف المغطي.

أنتجت أربع مجموعات من القلنسوات الزيركونية، عشر قلنسوات لكل مجموعة، بطريقة الـ CAD/CAM. غطيت القلنسوات ذات التصميم العنقي التقليدي بطريقة الطبقات (CCL) وبطريقة الحقن (CCP). صممت قلنسوات أخرى بتحضير بشكل كتف، حيث أنقصت الحواف العنقية للقلنسوة الزيركونية بمقدار 1 ملم. وغطيت هذه القلنسوات أيضاً بطريقة الطبقات (PSL) وبطريقة الحقن (PSP). ألصقت جميع التيجان إلى أسنان معدنية وتم تطبيق اختبار الكسر. فكانت النتائج كما يلي:

حدث التشطي و الكسر في المجموعة (CCL) عند القيمة 265 ± 919 نيوتن وفي المجموعة (CCP) عند القيمة 226 ± 766 نيوتن وعند القيمة 184 ± 739 نيوتن في المجموعة (PSL) بينما حدث في المجموعة (PSP) عند 206 ± 734 نيوتن.

لم يثبت اختبار Anova أي فرق ملاحظ بين المجموعات الأربع. كما انتشرت خطوط الكسر في المجموعتين (CCP،CCL) بالإتجاه الأنسي الوحشي بينما انتشر خط الكسر في المجموعتين (PSP،PSL) خلال الكتف الخزفي.

وكانت النتيجة النهائية بأنه يمكن اعتماد الكتف الخزفي في تيجان الزيركونيا إما باستخدام طريقة الطبقات أو الحقن لتطبيق الخزف المغطي. (Eisenburger M et al., 2011)

1-10-2- الدراسات السابقة حول تقنية تطبيق الخزف:

1- قام الباحث Moustafa N في عام 2006 بدراسة قوة ارتباط الشد المجهرية بين قلنسوة من الزيركونيا و 5 أنواع تجارية من خزف الطبقات و نوعين من خزف الحقن.

فوجدوا أنه قد أثبتت أربعة أنواع من الخزف المغطي المطبق بطريقة الطبقات نسبة أعلى من الفشل بالارتباط الداخلي بين الخزف و القلنسوة، عنها من النوع المتبقي من هذا الخزف و الخزف المطبق بطريقة الحقن. (Moustafa N et al., 2006)

2- وعلى النقيض من ذلك، فقد أثبت الباحث Bogna Stawarczyk في دراسة لقوة الكسر لتيجان من الزيركونيا مغطاة بأربعة أنواع مختلفة من الخزف المغطي بطريقة الحقن

وأربعة من النوع المطبق بطريقة الطبقات، بأن التيجان المفردة المغطاة بخزف مغطي محقون قد أظهرت مقاومة كسر (543-577N) أقل منها في التيجان المفردة المغطاة بخزف مطبق بطريقة الطبقات (805- 1076 N) بعد اختبار المضغ.

(Bogna S et al., 2011)

3- كما قام الباحث Bogna Stawarczyk عام (2011) بدراسة قوة تحمل الجهود لتيجان أمامية من الزيركونيا مغطاة بخزف مصنوع بطريقة الطبقات أو الحقن باستخدام أربعة أنواع تجارية من الخزف المغطي (Zirox, GC Initial ZR, VITA VM9, IPS e.max Ceram) لطريقة الطبقات و (PressX ZR, GC Initial LF, VITA PM9, IPS e.max Zirpress) لطريقة الحقن.

تم تطبيق الخزف المغطي على قلنسوات زيركونية مصنعة بطريقة CAD/CAM عددها 120 وقسمت إلى ثماني مجموعات متساوية $n=15$ وألصقت باستخدام إسمنت موحد على دعائم من الكروم كوبالت نسخت عن دعامة أمامية محضرة لاستقبال تاج خزفي كامل من الزيركون ثم طبقت عليها قوى قص بزاوية 45 درجة على السطح الحنكي.

دلت النتائج على أنه لا فرق بين 3 أنواع من الخزف المغطي بتحمل الجهود سواء كان مصنع بطريقة الطبقات أو الحقن. بينما أظهر النوع المحقون من IPS e.max ZirPress قوة أكبر تجاه الكسر من النوع المصنع بطريقة الطبقات من IPS e.max Ceram.

كانت النتيجة النهائية بأن الخزف المغطي المحقون فوق قلنسوات الزيركونيا قد أظهر قوة تحمل مشابهة أو أعلى من الخزف المغطي المطبق بطريقة الطبقات.

(Bogna S et al., 2011)

4- قام الباحث YU-Sung Choi عام 2012 بدراسة مقاومة انكسار تيجان الزيركونيا مغطاة بمواد مختلفة من الخزف المغطي وبتقنيات مختلفة.

تم عمل 45 قلنسوة من الزيركونيا بطريقة CAD/CAM وقسمت إلى ثلاث مجموعات:

- المجموعة الأولى LT: غطيت بخزف فلدسباري بتقنية الطبقات.
- المجموعة الثانية HT: غطيت بخزف زجاجي بتقنية الحقن.
- المجموعة الثالثة ST: غطيت بخزف مغطي مصنوع بطريقة الـ CAD/CAM.

ألصقت جميع التيجان إلى دعامات من التيتانيوم بواسطة مادة 3M ESPE وتم إجراء الاختبار بتطبيق جهد حتى حدوث الكسر بواسطة آلة (Instron 5583).

قورنت قيم الكسر الخاصة إحصائياً في كل مجموعة. وكانت قيم الكسر كما يلي:

LT: 4263.8 ± 1110.8 N

HT: 5070.8 ± 1016.4 N

ST: 6242.0 ± 1759.5 N

إذاً كانت قيم المجموعة ST أعلى من المجموعة HT والتي بدورها أعلى من المجموعة LT.

النتيجة: تعتبر تيجان الزيركونيا المغطاة بسيراميك زجاجي مصنوع بتقنية الـ CAD/CAM أعلى تحملاً للكسر من تلك المغطاة بخزف مغطي بطريقة الطبقات أو الحقن. (Ghoi Y *et al.*, 2012)

5- أجرى الباحث Chaar وزملاؤه عام 2013 دراسة لمقارنة مقاومة الانكسار لجسور الزيركون المؤلفة من 3 قطع (فقد رحي أولى سفلية) مغطاة بمواد تغطية مختلفة وبتقنيات مختلفة قبل وبعد تعريضها للتحميل الساكن artificial ageing.

تألفت عينة البحث من 48 جسراً مؤلفة من ثلاث وحدات وقسمت حسب نوع الخزف المغطي وطريقة تطبيقه إلى ثلاث مجموعات:

1- LV: طريقة الطبقات/Ventage ZR.

2- LZ: طريقة الطبقات/ZIROX.

3- PP: طريقة الحقن و PreesXZR/CAD/CAM.

بعد ذلك تم تعريض نصف كل مجموعة إلى تحميل ساكن (إجهاد اصطناعي) لثمانى خمس سنوات من الخدمة السريرية. وأضيف رمز 0 للمجموعات غير المعرضة للجهد ورمز 1 للمجموعات المعرضة. تم بعد ذلك تطبيق جهد ضغط في منتصف السطح الطاحن للدمية بسرعة 2 ملم/دقيقة بواسطة جهاز الاختبارات الميكانيكية العام. وكان متوسط قوى مقاومة الانكسار للمجموعات كمايلي:

LV0 (N 401±2034) ، LV1 (N 291±1625)

LZ0 (N 718±2373) ، LZ1 (N 136±1169)

PP0 (N 453±1959) ، PP1 (N 329±1897)

تبين بأن التحميل الساكن ينقص بشكل ملحوظ مقاومة الانكسار للجسور المغطاة بطريقة الطبقات ($P < 0.05$)، بينما لم يكن أي تأثير ملاحظ له على الجسور المغطاة بطريقة الحقن وال CAD/CAM. بالتالي الجمع بين طريقة الحقن وال CAD/CAM لتطبيق الخزف المغطي يحسن من الثبات الكلي للتعويض بعد تعريضه للجهد الصناعي مقارنة مع طريقة الطبقات.

(Chaar MS *et al.*, 2013)

مواد البحث وطرقه

Material & Methods

الباب الثاني: مواد البحث وطرائقه Materials& Methods:

2-1- تحديد حجم عينة البحث:

تم استخدام برنامج G power (الإصدار 3،1،2) لتحديد حجم العينة المطلوبة للبحث بقوة 95% فكان حجم العينة المطلوب 40 مفردة أي 10 لكل مجموعة، و قد تمت زيادة عينة البحث المختارة بمفردتين لكل مجموعة لاحتمال استبعاد بعض العينات فأصبح حجم العينة المطلوب 48 تاجاً خزفياً ولم يتم الاستغناء عن أي من التيجان الخزفية المدروسة في عينة البحث. ويعتبر حجم العينة هذا مساوياً لحجوم العينات المستخدمة في الأبحاث المشابهة لهذا البحث أو أكبر من ذلك.

2-1-1- عينة البحث:

تألفت عينة البحث من 48 تاجاً خزفياً بقلنسوات من الزيركونيا بسماكة 0,6 ملم تمت صناعة القلنسوات آلياً وفق نظام الـ CAD/CAM ثم معالجتها حرارياً، بحيث صنعت 24 قلنسوة بالتصميم التقليدي و 24 قلنسوة بالتصميم المعدل. ثم تم تقسيم كل مجموعة عشوائياً إلى مجموعتين متساويتين (n=12) بحيث طبق الخزف المغطي على إحديهما بطريقة الطبقات layering technique وطبق على الأخرى بطريقة الحقن pressing technique.

تم وضع تسمية اصطلاحية للمجموعات الأربع السابقة كالتالي :

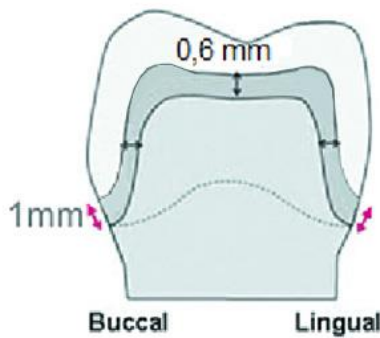
المجموعة الأولى: التيجان الخزفية ذات القلنسوة الزيركونية ذات التصميم التقليدي والخزف المغطي المطبق بطريقة الطبقات (CCL)

المجموعة الثانية: التيجان الخزفية ذات القلنسوة الزيركونية ذات التصميم التقليدي والخزف المغطي المطبق بطريقة الحقن (CCP)

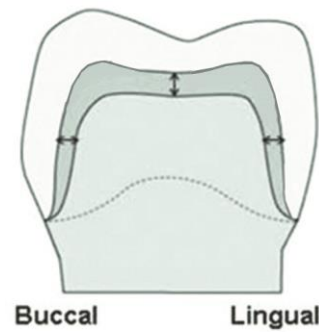
المجموعة الثالثة: التيجان الخزفية ذات القلنسوة الزيركونية ذات التصميم المعدل والخزف المغطي المطبق بطريقة الطبقات (MCL)

المجموعة الرابعة: التيجان الخزفية ذات القلنسوة الزيركونية ذات التصميم المعدل والخزف المغطي المطبق بطريقة الحقن (MCP)

Pressing :P ، Layering :L ،Modified :M ،Core/conventional :C



شكل(9): التصميم المعدل للقلنسوة الزيركونية



شكل(8): التصميم التقليدي للقلنسوة الزيركونية

2-2- مواد البحث وأجهزته:

2-2-1- المواد:

1- سن إكريلي على شكل رحي أولى سفلية يمنى.



شكل (10): السن الإكريلي

2- سنابل تحضير من شركة Komet بشكل مخروطي مدورة الرأس قطرها 1 ملم.

3- قوالب من الزيركونيا غير كاملة التلبيد من شركة Zirkodenta .



شكل (11): قوالب الزيركونيا نوع Zirkodenta

4- أسطوانات من الخزف المغطي لطريقة الطبقات من نوع IPS e.max ceram من

شركة Ivoclar vivadent.



شكل (12): خزف مغطي نوع ceram

5- أسطوانات من الخزف المغطي لطريقة الحقن من نوع IPS e.max Zirpress من شركة Ivoclar vivadent.



شكل(13): خزف مغطي نوع Zirpress

6- مادة رابطة بين القلنسوة وبين الخزف المغطي Zirliner من نوع e.max ceram من شركة Ivoclar vivadent.



شكل(14): مادة رابطة بين الخزف المغطي والزيركونيا

7- إكريل ذاتي التماثر من أجل صنع القواعد الإكريلية من شركة vertex-Dental مسحوق وسائل.

8- مطاط سيليكوني تكثيفي رخو القوام نوع Oranwash مع مسرع من نوع Indurent
get من شركة Zhermack مع مطاط سيليكوني قاسي putty من نوع Zetaplus.



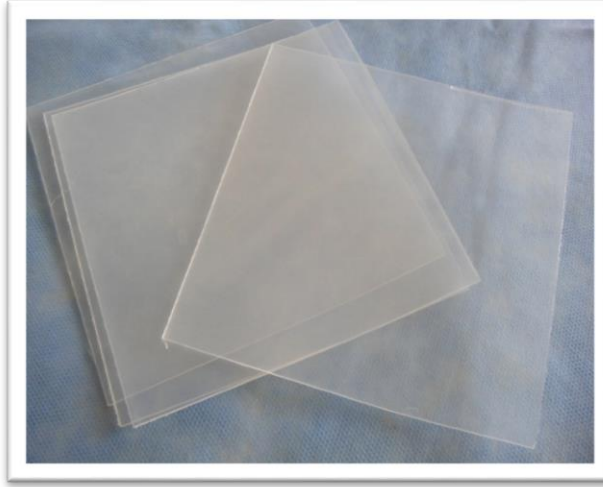
شكل(15): مطاط سيليكوني تكثيفي قاسي ورخو القوام

9- إسمنت لاصق زجاجي شاردي من نوع medicem من شركة Promedica.



شكل(16): الإسمنت اللاصق

10- صفائح بلاستيكية طرية.



شكل(17): الصفائح البلاستيكية الطرية المستخدمة في البحث

2-2-2- أجهزة البحث:

1- نظام ال CAD/CAM من شركة Zirkodenta والمكون من 3 أجهزة:

أ- الجهاز الماسح ZD.scan.



شكل(18): الجهاز الماسح

ب- جهاز التصميم ZD.cam.



شكل(19): جهاز التصميم

ت- جهاز التفريز ZD.mill.



شكل(20): جهاز التفريز

2- فرن تلييد الزيركونيا لنفس الشركة Zirkodenta باسم ZD.therm premium.

3- فرن الـ Empress من شركة Ivoclar vivadent.



شكل(21): فرن الحقن

4- جهاز التخلية الهوائية الحراري.

5- جهاز الاختبارات الميكانيكية العام من نوع Testometric M350-10KN،
England.



شكل(22): جهاز الاختبارات الميكانيكية العام

6- قاعدة معدنية مع ساعد لتثبيت العينة في جهاز الاختبارات العام، إضافة إلى قضيب معدني رأسه بشكل كرة قطرها 4 ملم من أجل تطبيق القوة في مركز التاج.



شكل(23): أدوات إجراء الاختبار

2-3- طريقة العمل:

2-3-1- تجهيز العينة:

تم تحضير سن إكريلي بشكل رحي أولى سفلية يمينى لاستقبال تاج مصنع من الزيركونيا وفق المعايير التالية: (Christoph A et al., 2008)

1- تخفيض السطح الطاحن بمقدار 2 ملم.

2- تحضير الجدران المحورية 1,2 - 1,5 ملم.

3- خط الإنهاء: عبارة عن شبه كتف مدور بعرض 1 ملم.

4- ميلان الجدران 6 - 10 درجات.



شكل(25): السن الإكريلي المحضر (منظر إطباق)



شكل(24): السن الإكريلي المحضر

تم تدوير زوايا التحضير للدعامة المحضرة لمنع تركيز الجهود وحدوث التشوهات والكسور في القلنسوات الزيركونية، ثم تم نسخ هذه السن الإكريلية المحضرة باستخدام المطاط السيليكوني كما في الشكل (26):

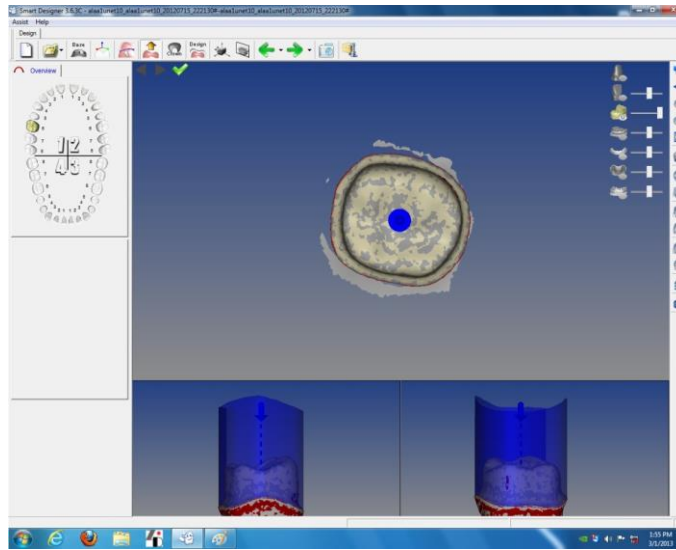


شكل(26): طبعة مطاطية للسن الإكريلي المحضر

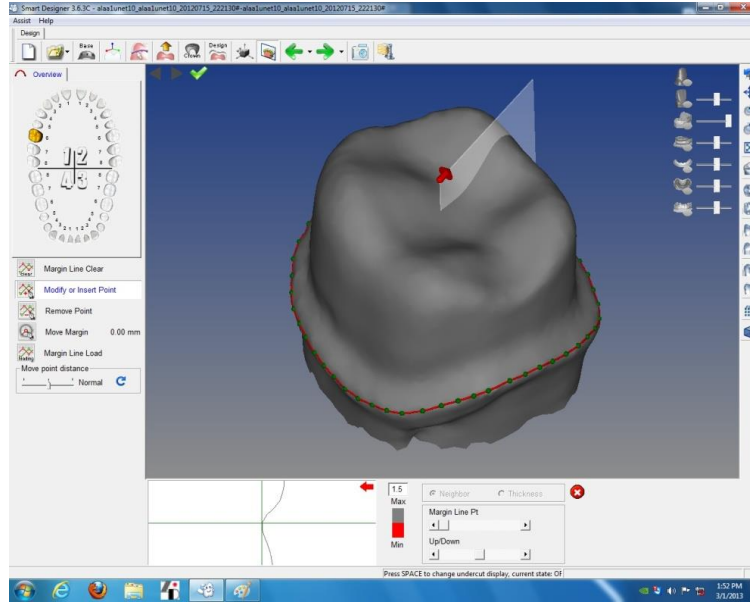
بعد ذلك، تم نسخ 48 سناً معدنياً بهدف توحيد تحضير العينة وذلك بطريقة الشمع الضائع.

2-3-2- صنع القلنسوات الزيركونية:

تم وضع كل سن من الأسنان في جهاز ZD.scan لإجراء المسح. بعد ذلك، تم تحديد منطقة الحواف للتيجان الزيركونية ومحاور الإدخال قبل تصميم القلنسوات الزيركونية كما في الشكلين (27،28):

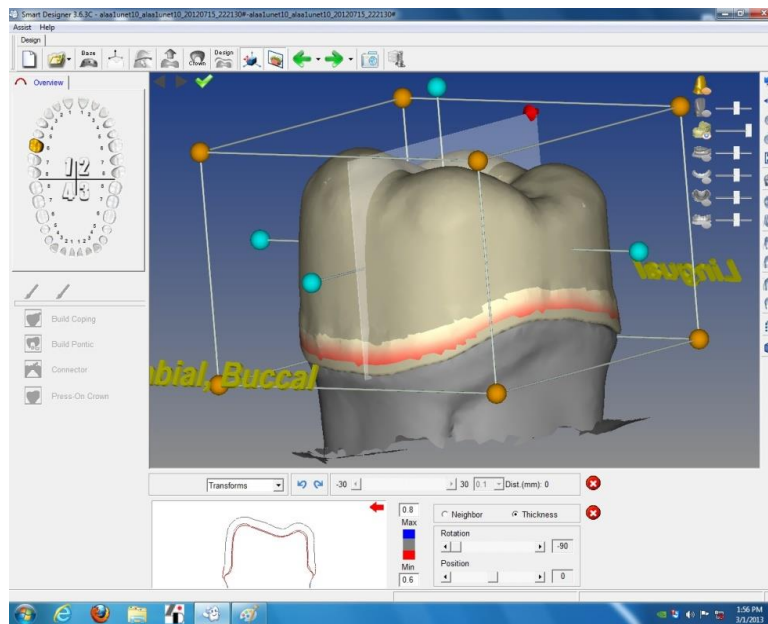


شكل(27): تحديد محور الإدخال



شكل(28): تحديد حواف القلنسوة الزيركونية.

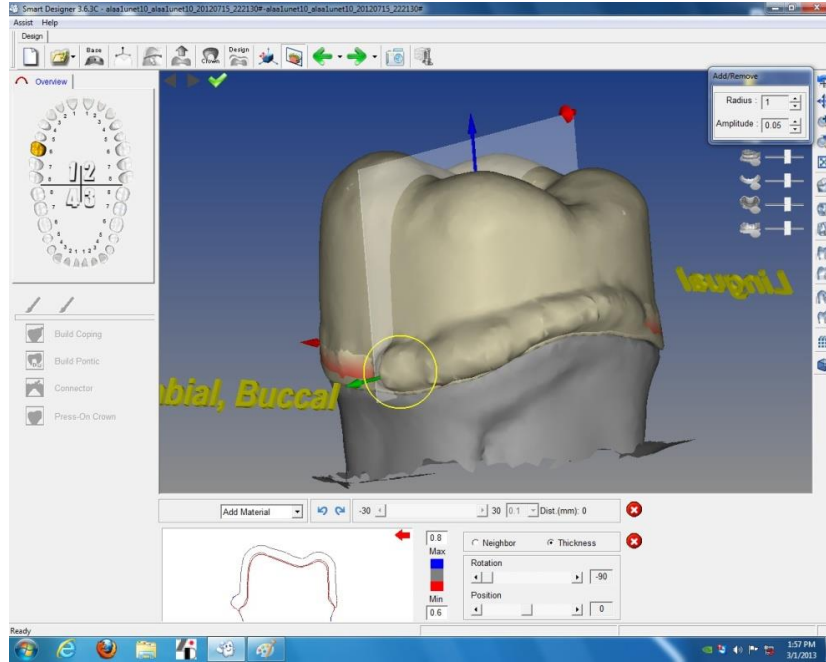
ثم تم تصميم القلنسوة الزيركونية لكل دعامة، وتم تحديد سماكة موحدة لجميع القلنسوات 0.6 ملم. ثم تم تصميم 24 قلنسوة زيركونية بالتصميم التقليدي، كما في الشكل(29):



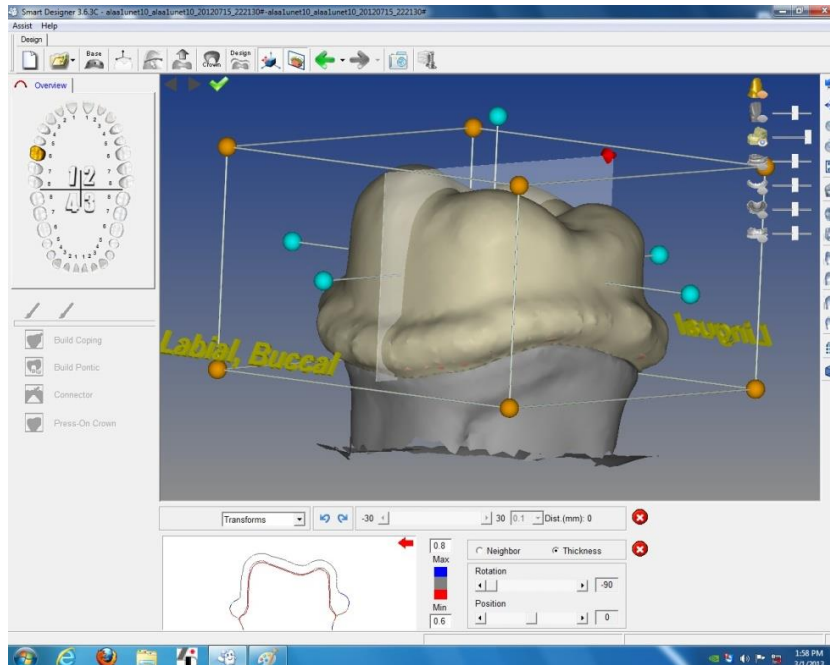
شكل(29): القلنسوة الزيركونية ذات التصميم التقليدي.

وبعد ذلك، تم تصميم 24 قلنسوة زيركونية بالتصميم المعدل، ونظراً لعدم وجود خيار تصميم قلنسوة بحلقة زيركونية بشكل جاهز ضمن software الجهاز، استعضنا عنه بإعطاء أمر

وضع سماكة خزف بمقدار 1 ملم من خلال خيار إضافة خزف بشكل كرة قطرها 1 ملم، كما
في الشكلين (30،31):

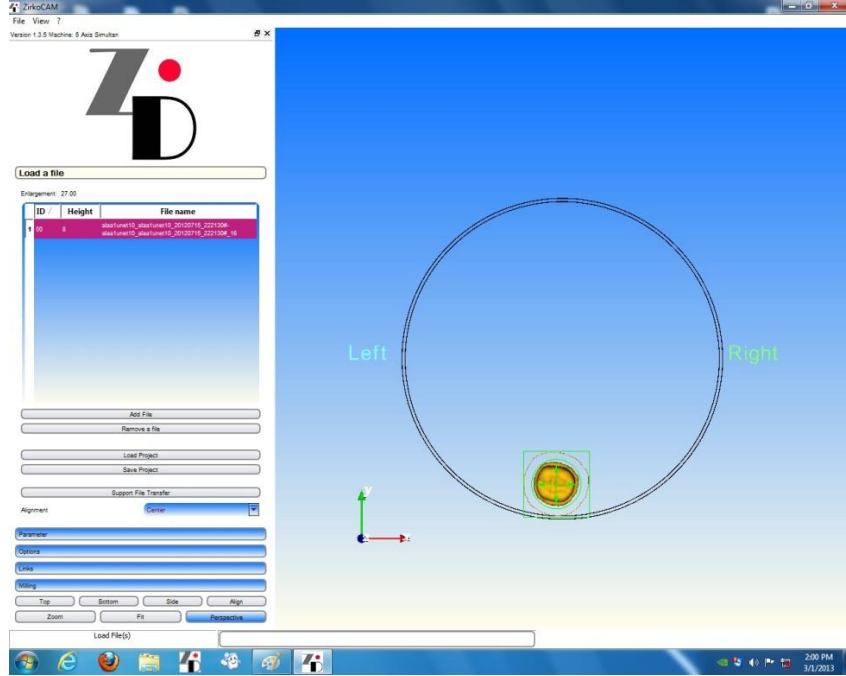


شكل(30): القلنسوة الزيركونية ورسم الحلقة الزيركونية.

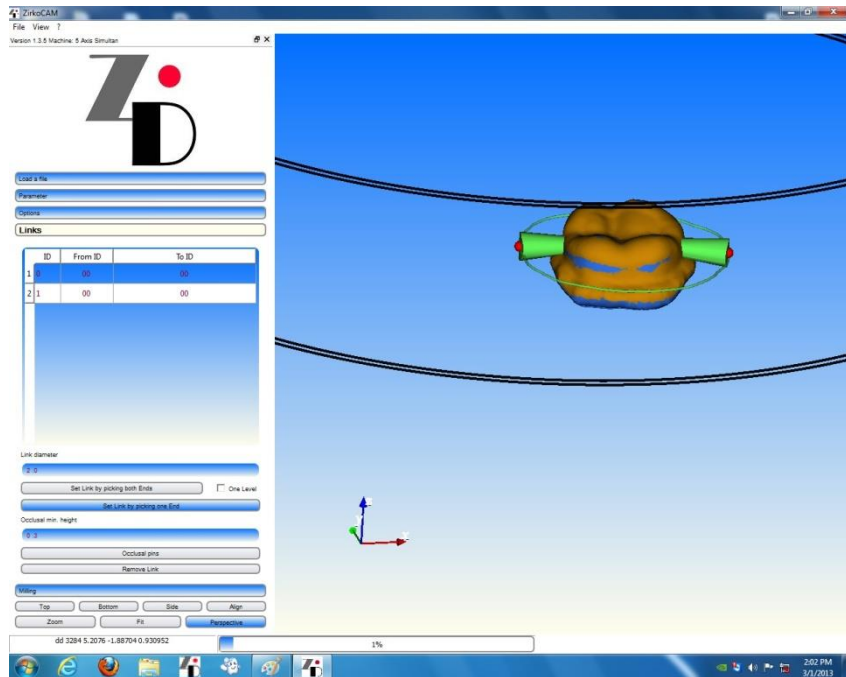


شكل(31): القلنسوة الزيركونية بعد الانتهاء من رسم الحلقة الزيركونية.

ومن ثم قام البرنامج بتحديد موقع القطع على القالب الزيركوني ووضع أوتاد القطع على كل قلنسوة وبدأت عملية التقريز، كما في الشكلين (32،33):



شكل(32): تحديد الموقع على القالب الزيركوني



شكل(33): وضع الأوتاد.

وبعدها تمت عملية التفريز بجهاز ZD.mill حيث قام هذا الجهاز باستعمال رؤوس متعددة من أجل إتمام هذه العملية بشكل أكثر دقة وفصل القلنسوات عن القالب الزيركوني.

بعدها تم إدخال القلنسوات إلى فرن التليد بدرجة حرارة 1500 درجة مئوية لمدة 8 ساعات.

وبين الشكل (34) مجموعتي القلنسوات الزيركونية (ذات التصميم التقليدي والتصميم المعدل) :



شكل(34): مجموعتي القلنسوات الزيركونية

2-3-3- ترقيم العينة:

أعطيت المجموعة الأولى التي تحوي القلنسوات الزيركونية ذات التصميم التقليدي والخزف المغطي بطريقة الطبقات الأرقام من 1 وحتى 12، والمجموعة الثانية التي تحوي القلنسوات ذات التصميم التقليدي والخزف المغطي بطريقة الحقن الأرقام من 13 وحتى 24، والمجموعة الثالثة التي تحوي القلنسوات ذات التصميم المعدل والخزف المغطي بطريقة الطبقات الأرقام من 25 وحتى 36، والمجموعة الرابعة التي تحوي القلنسوات ذات التصميم المعدل والخزف المغطي بطريقة الحقن الأرقام من 37 وحتى 48.

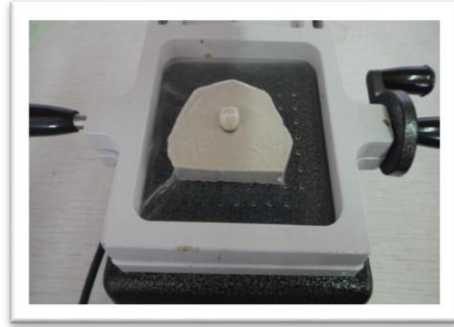
2-3-4- صنع الخزف المغطي:

تم صنع الخزف المغطي بسماكة موحدة 1 ملم لكل المجموعات وذلك من أجل تلافي تدخل هذا العامل في نتائج البحث، وتم توحيد هذه السماكة بالطريقة التالية:

تم صنع تاج خزفي بشكل كامل (حيث تم وضع الخزف المغطي وخبزه بطريقة الحقن وللتأكد من السماكة 1 ملم تم استعمال مقياس سماكة يدوي (TEC-LINE) ثم تم وضعه في قاعدة جبسية من أجل تسهيل العمل. ثم تم وضع صفيحة بلاستيكية طرية لدنة فوق الدعامات وتم ضغطها وتخليتها من الهواء بجهاز التخلية كما في الشكلين (35،36):



شكل(36): قص وإنهاء الدليل



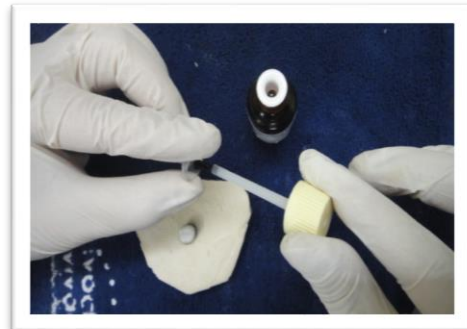
شكل(35): عمل الدليل بواسطة جهاز التخلية

وبعد قص الحواف وإنهاءها تم الحصول على دليل يمكن استخدامه في بناء الخزف المغطي فوق القلنسوات الزيركونية وتم عمل فتحة صغيرة فيه من أجل خروج الفائض من المادة المطبقة، ثم تم بناء الخزف المغطي لكلا المجموعتين.

والأشكال (37،38،39،40) تبين طريقة بناء الخزف المغطي بطريقة الطبقات:



شكل(38): تطبيق مزيج خزف الطبقات



شكل(37): عزل الدليل



شكل(40): إزالة الزوائد من مزيج الخزف

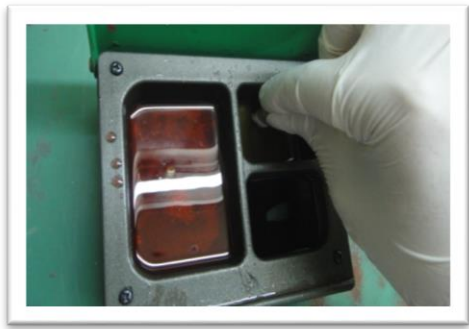


شكل(39): تطبيق الدليل فوق مزيج الخزف

والشكلان (41،42) يبينان بناء الشمع وتشكيله وتجهيزه لمرحلة الإكساء ثم الإحماء بدرجة حرارة 800 درجة مئوية والحقن بدرجة حرارة 1050 درجة مئوية وضغط 5 بار لتجهيز عينة التيجان ذات الخزف المغطي المحقون.

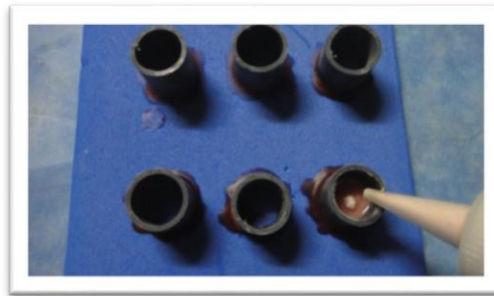


شكل(42): إزالة الزوائد الشمعية



شكل(41): غمس القلنسوة الزيركونية في الشمع المذاب

تم بعد ذلك قص أنبوب بلاستيكي قطره الخارجي مساوي لقطر الفراغ الموجود في القاعدة المعدنية التي ستوضع فيها العينات إلى أسطوانات متساوية الطول، ومن ثم تم ملؤها بالإكريل لتشكل قواعد إكريلية موحدة للدعامات كما في الشكل التالي:



شكل(43): صنع القواعد الإكريلية

2-3-5- إصاق التيجان المصنعة على الدعامات المعدنية:

بعد الانتهاء من مرحلة عمل القواعد الإكريلية، تم إصاق التيجان الزيركونية بالإسمنت الزجاجي الشاردي وفق تعليمات الشركة المصنعة. وبعد إزالة الزوائد ووضع لصاقات الترقيم أصبحت العينات جاهزة من أجل إجراء الاختبار الميكانيكي.



شكل(44): عينات البحث الأربعة قبل إجراء الاختبار

2-3-6- إجراء الاختبار الميكانيكي:

تجهيز العينة لإجراء الاختبار:

تم تجهيز العينات بلصاقات كتبت عليها أرقام العينات. كما تم تجهيز أكياس نايلونية تحمل نفس لصاقات الترقيم الخاصة بالعينات لتوضع كل عينة بالكيس الخاص بها بعد إتمام الاختبار.



شكل(45): أكياس نايلونية مرقمة

تم وضع شريط لاصق حول كل عينة قبل إجراء الاختبار لمنع تطاير الشظايا الناتجة عن انكسار التيجان والاحتفاظ بها.

الاختبار:

تم تطبيق قوة ضغط عمودية وفي مركز التاج بسرعة 0.5 ملم/د بواسطة جهاز الاختبارات الميكانيكية العام وسجلت القوة اللازمة لإحداث الكسر في التاج بالنيوتن.



شكل(46): الاختبار الميكانيكي

2-3-7- الملاحظة العيانية:

تم مشاهدة أنماط الفشل أو الكسر الخاصة عيانياً بعد تطبيق قوة الضغط وحدث الكسر في التيجان، وتم توصيف شكل الكسر لكل عينة على حده. بعد ذلك تم تصنيف أنماط الفشل في كل العينات ضمن أربعة أنماط رئيسة.

2-4- التحاليل الإحصائية:

تم قياس مقاومة الانكسار (بالنيوتن) وتمت مراقبة نمط الفشل الحاصل لكل تاج من تيجان الزيركونيا المدروسة ثم تمت دراسة تأثير المجموعة المدروسة على كل من مقاومة الانكسار وتكرارات نمط الفشل الحاصل.

تم تنفيذ تحليل التباين ثنائي الاتجاه (ANOVA) Tow - way analysis of variance لتحديد فيما إذا كان هناك فرق في متوسط قيم مقاومة الانكسار في عينة البحث التي قسمت حسب العاملين (تصميم القلنسوة) و (طريقة تطبيق الخزف المغطي).

كما أجري اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات نمط الفشل في مجموعات عينة البحث، ومن ثم تم إجراء اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات كل نمط من أنماط الفشل على حده بين مجموعات الدراسة الأربع.



Results

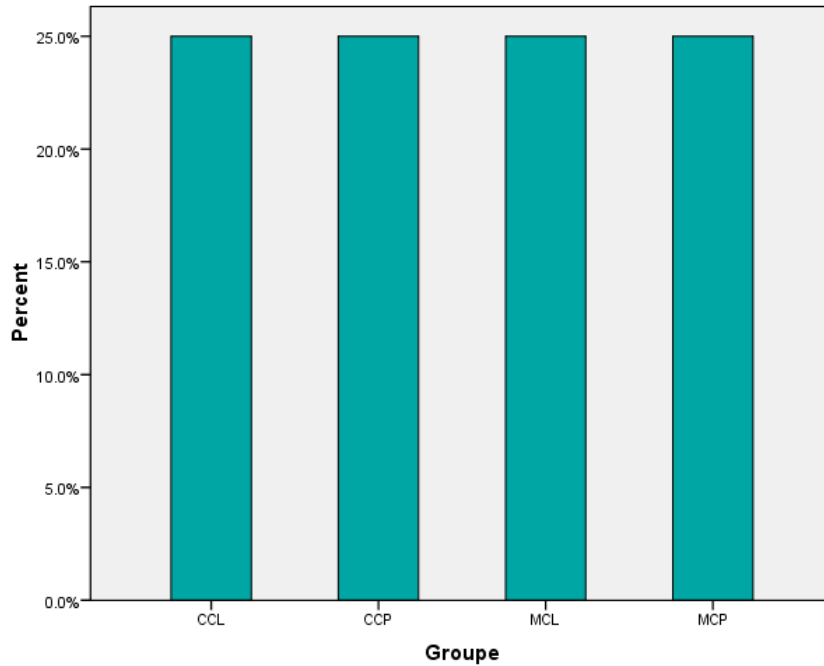
الباب الثالث - النتائج:

1-3 : وصف العينة:

تألفت عينة البحث من 48 تاج من الزيركون قسمت إلى أربع مجموعات وفقاً لشكل تصميم القلنسوة الزيركونية core ولطريقة تصنيع الخزف المغطي كما يلي:

جدول رقم (1): يبين توزيع عينة البحث وفقاً لمجموعات الدراسة

رقم المجموعة	رمز المجموعة	شكل تصميم الـ Core	طريقة الخزف المغطي	عدد القطع	النسبة المئوية
المجموعة الأولى	CCL	التصميم التقليدي	التغطية	12	25
المجموعة الثانية	CCP		الحقن	12	25
المجموعة الثالثة	MCL	التصميم المعدل	التغطية	12	25
المجموعة الرابعة	MCP		الحقن	12	25
كامل العينة				48	100



مخطط رقم (1): يمثل النسبة المئوية لتوزيع عينة البحث وفقاً لمجموعات الدراسة

3-2- الدراسة الإحصائية التحليلية:

أجري قياس مقاومة الكسر بـ(النيوتن)، ومراقبة نمط الفشل الحاصل لكل تاج من التيجان المدروسة في عينة البحث.

دُرس تأثير المجموعة المدروسة على كل من مقاومة الكسر بـ(النيوتن) وتكرارات نمط الفشل الحاصل، وكانت النتائج كما يلي:

✓ دراسة تأثير المجموعة المدروسة على مقاومة الانكسار في عينة البحث:

قبل إجراء اختبار تحليل التباين قمنا بإخضاع البيانات لاختبار Levene's Test من أجل دراسة تجانس البيانات وكانت نتائج التحليل ما يلي:

جدول رقم (2): يبين نتائج اختبار تحليل التجانس

Levene Statistic	درجات الحرية (1)	درجات الحرية (2)	الإحتمال
F	Df1	Df2	Sig. (P. value)
1.601	3	44	0.203

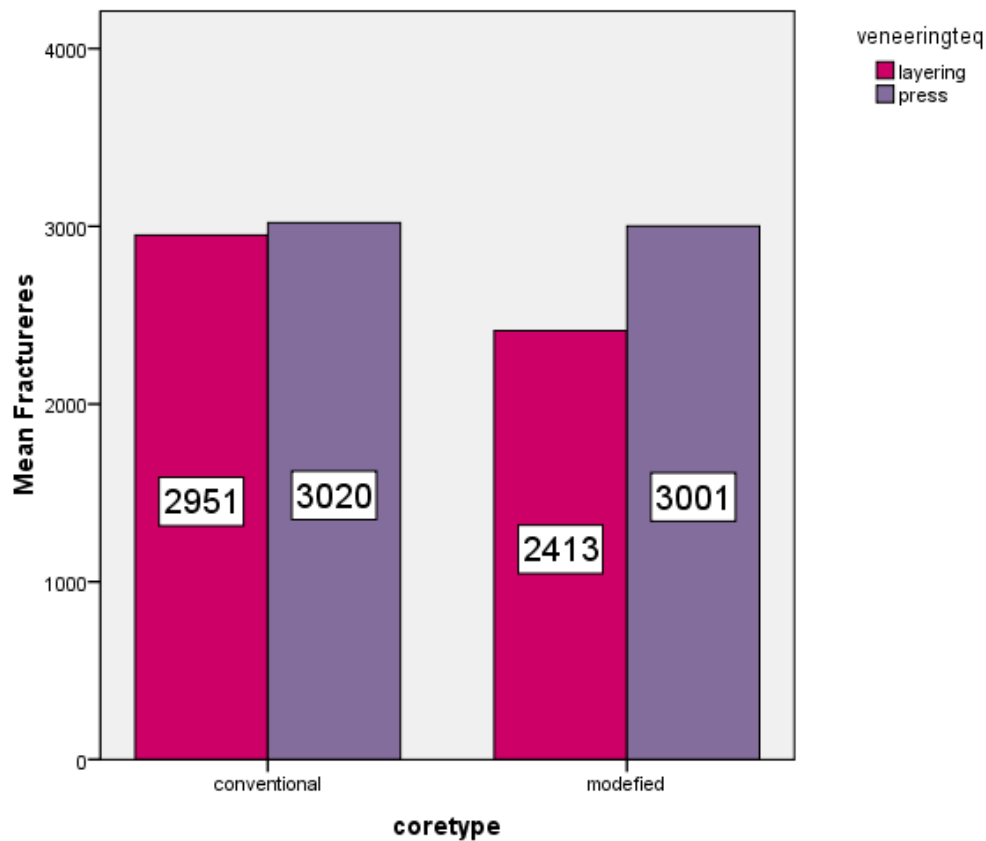
يوضح الجدول السابق أن قيمة P.Value تساوي 0.203 وهي أكبر من مستوى المعنوية 0.05 أي أن تباين قيم مقاومة الانكسار في المجموعات الأربع متساوٍ فالبيانات متجانسة ونستطيع إجراء تحليل التباين.

● تم تنفيذ تحليل التباين ثنائي الاتجاه Tow - way analysis of variance (ANOVA) لتحديد فيما إذا كان هناك فرق في متوسط قيم مقاومة الانكسار في عينة البحث التي قسمت حسب العاملين (تصميم القلنسوة) و (طريقة تطبيق الخزف المغطي):

– إحصاءات وصفية:

جدول رقم (3): يوضح المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لقيم مقاومة الكسر بـ(النيوتن) لكل مجموعة من مجموعات الدراسة في عينة البحث

الحد الأعلى	الحد الأدنى	الخطأ المعياري	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي (N)	N	طريقة تطبيق الخزف المغطي	تصميم القلنسوة
4840	1334	325.038	1125.964	2950.67	12	طبقات	تقليدي
5154	1001	317.479	1099.779	3020.08	12	حقن	
3357	1361	180.303	624.587	2412.67	12	طبقات	معدل
4248	1797	203.453	704.782	3001.00	12	حقن	



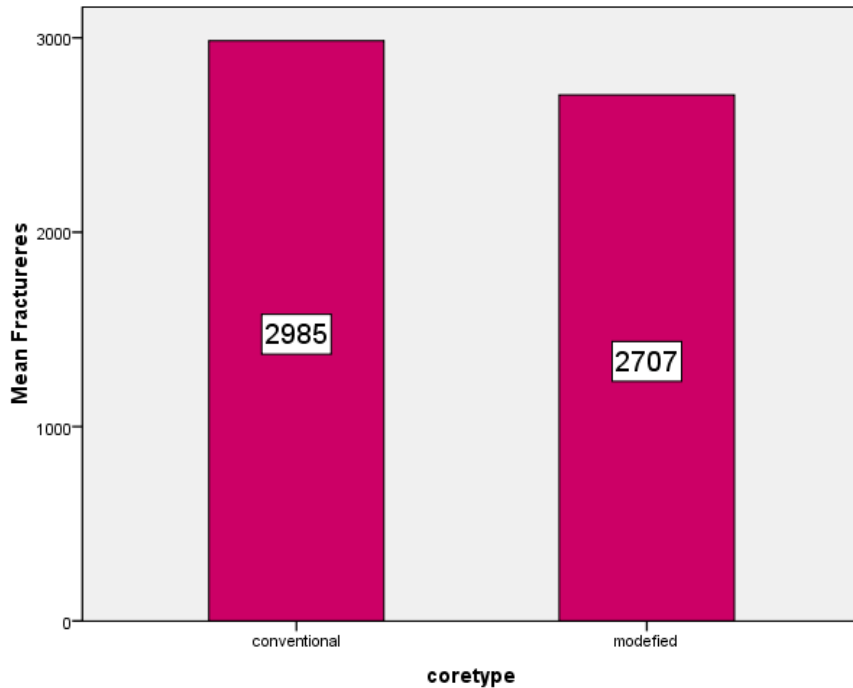
مخطط رقم (2): يمثل المتوسط الحسابي لقيم مقاومة الانكسار بالنيوتن وفقاً لتصميم القلنسوة وطريقة تطبيق الخزف المغطي

- نتائج اختبار تحليل التباين ثنائي الاتجاه Tow – Way ANOVA:

جدول رقم (4): يبين نتائج اختبار Tow - way ANOVA لدراسة دلالة الفروق في متوسط قيم مقاومة الانكسار

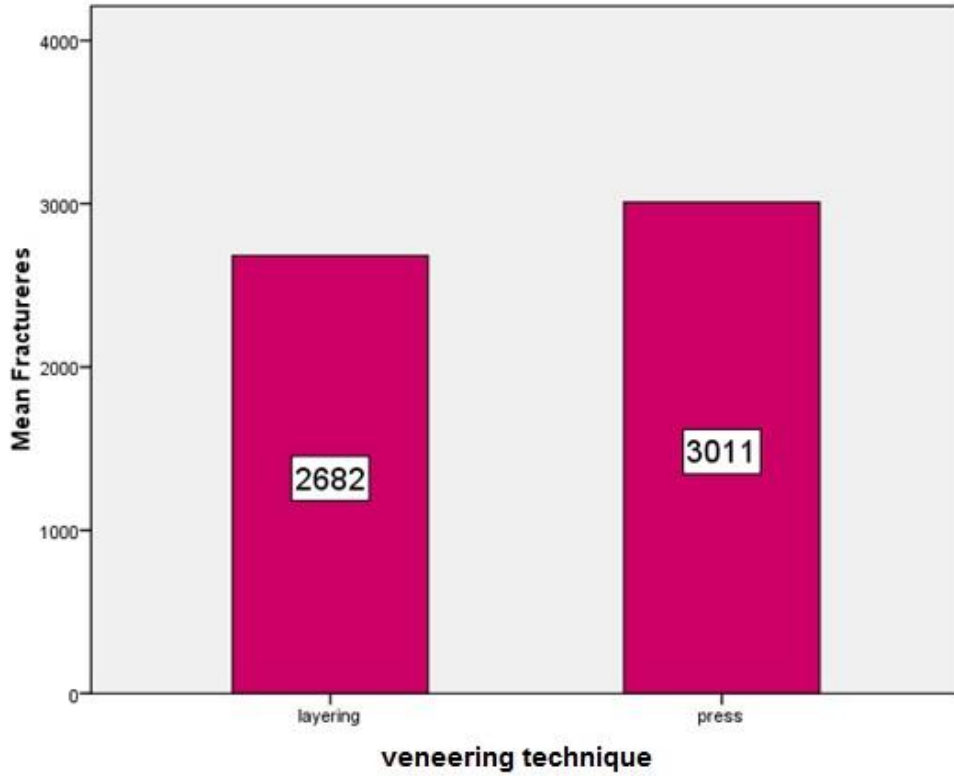
مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	F	P.Value	دلالة الفروق
تصميم القلنسوة	931025.521	1	931025.521	1.107	0.298	لا يوجد فروق دالة
التخريف	1297905.188	1	1297905.188	1.543	0.221	لا يوجد فروق دالة
تصميم القلنسوة X التخريف	807823.521	1	807823.521	0.961	0.332	لا يوجد فروق دالة
الخطأ	3.701E7	44	841033.778			
المجموع	4.004E7	47				

- تصميم القلنسوة: يُلاحظ في الجدول السابق أن قيمة الدلالة P.Value عند عامل تصميم القلنسوة أكبر من 0.05 أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا يوجد أثر رئيسي ذو دلالة لتصميم القلنسوة على مقاومة الانكسار للتيجان الكاملة في عينات البحث وإن كان المتوسط الحسابي للتقليدي أكثر من المعدل.



مخطط رقم (3): يوضح المتوسط الحسابي لمقاومة الانكسار وفقاً لتصميم القلنسوة عند إهمال طريقة تطبيق الخزف المغطي

● **طريقة تطبيق الخزف المغطي:** يُلاحظ في الجدول السابق أنّ قيمة الدلالة P.Value عند عامل تطبيق الخزف أكبر من 0.05 أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا يوجد أثر رئيسي ذو دلالة لطريقة تطبيق الخزف على مقاومة الانكسار للتيجان الكاملة في عينات البحث وإن كان المتوسط الحسابي لتقنية الحقن أكبر.



مخطط رقم (4): يوضح المتوسط الحسابي لمقاومة الانكسار وفقاً لطريقة تطبيق الخزف المغطي عند إهمال تصميم القلنسوة

● **التفاعل بين أثر تصميم القلنسوة وطريقة تطبيق الخزف المغطي:** يُلاحظ في الجدول السابق أنّ قيمة الدلالة P.Value تساوي (0.33) وهي أكبر من مستوى المعنوية 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% لا يوجد أثر ذو دلالة للتفاعل بين العاملين على قيم مقاومة الكسر بين مجموعات الدراسة الأربع.

✓ دراسة أنماط الفشل المشاهدة عيانياً : Failure Mode :

تم مشاهدة أربعة أنماط لحدوث الكسر في التاج.

جدول رقم(5): يبين توصيف أنماط الفشل

العدد	التوصيف	نمط الفشل
13	تفتت السطح الطاحن مع كسور طولية في الجدران المحورية	النمط الأول
10	كسر دهليزي لساني شمل جدارين محويين أو ثلاثة جدران مع السطح الطاحن	النمط الثاني
2	كسر أنسي وحشي شمل جداريين محويين أو ثلاثة جدران مع السطح الطاحن	النمط الثالث
23	كسر عند التقاء السطح الطاحن بالجدار المحوري في جهة محورية أو جهتين	النمط الرابع

لاحظنا أيضاً بأن نمط الفشل الحاصل في العينات كان من تماسكياً cohesive وذلك لأن القوة المطبقة كانت قوة ضغط لا شد.

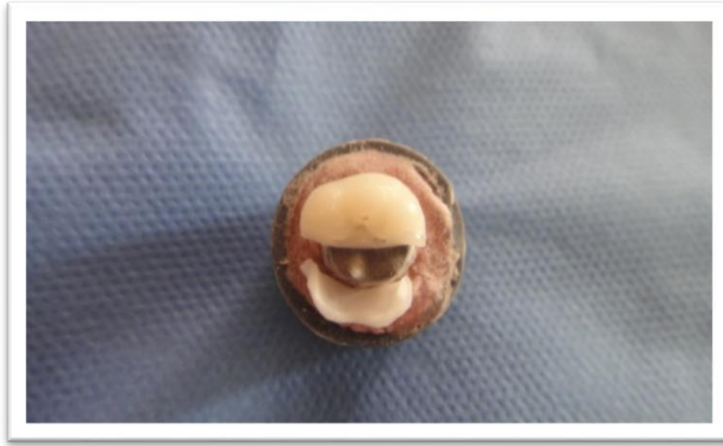
توضح الأشكال (47،48،49،50) أنماط الفشل الأربعة الحاصلة:



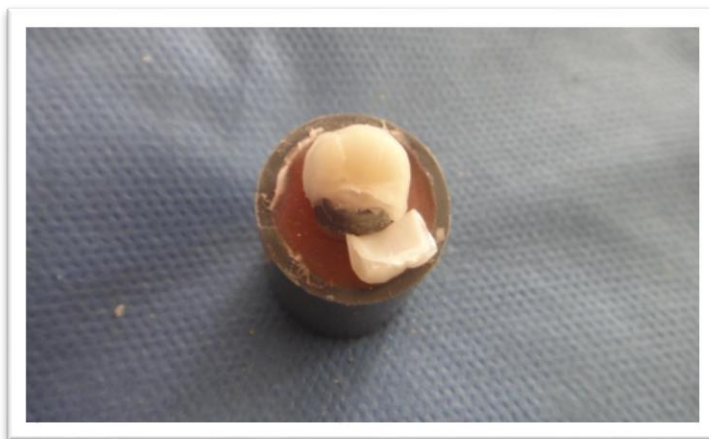
شكل(47): النمط الأول لحدوث الكسر



شكل (48): النمط الثاني لحدوث الكسر



شكل (49): النمط الثالث لحدوث الكسر



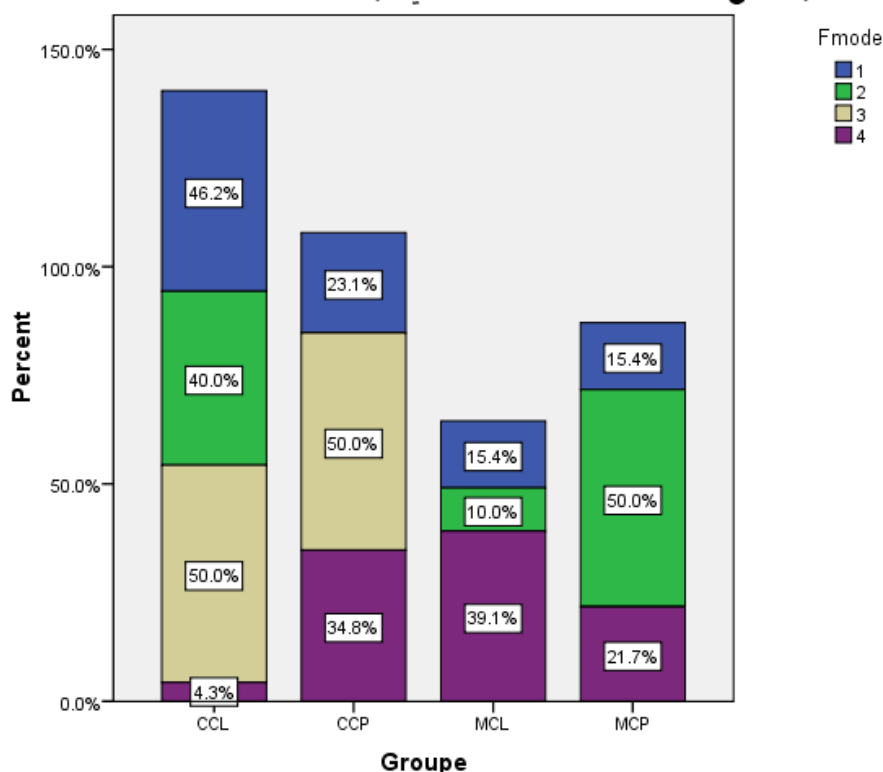
شكل (50): النمط الرابع لحدوث الكسر

الدراسة الإحصائية التحليلية لأنماط الفشل الحاصلة وفقاً للمجموعة المدروسة:
أجري اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات نمط الفشل في مجموعات عينة
البحث كما يلي:

جدول رقم (6): يبين نتائج التكرارات والنسب المئوية لأنماط الفشل بين مجموعات عينة الدراسة

النسبة المئوية				تكرارات أنماط الفشل				مجموعات البحث
النمط الرابع	النمط الثالث	النمط الثاني	النمط الأول	النمط الرابع	النمط الثالث	النمط الثاني	النمط الأول	
8.3	8.3	33.3	50	1	1	4	6	CCL
66.7	8.3	0	25	8	1	0	3	CCP
75	0	8.3	16.7	9	0	1	2	MCL
41.7	0	41.7	16.7	5	0	5	2	MCP
47.9	4.2	20.8	27.1	23	2	10	13	المجموع

النسبة المئوية لنتائج مراقبة أنماط الفشل الحاصلة في عينة البحث وفقاً للمجموعة المدروسة



مخطط رقم (5): يبين النسبة المئوية لأنماط الفشل بين مجموعات عينة الدراسة

تأثير المجموعة المدروسة على تكرارات أنماط الفشل الحاصلة:

- نتائج اختبار كاي مربع:

جدول رقم (7): يبين نتائج اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات أنماط الفشل بين مجموعات عينة البحث

المتغيران المدروسان = أنماط الفشل × مجموعات الدراسة				
عدد العينة	قيمة كاي مربع	درجات الحرية	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
48	18.847	9	<u>0.027</u>	توجد فروق دالة

يبين الجدول السابق أن قيمة مستوى الدلالة ($P.Value = 0.027$) أصغر من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق دالة إحصائية في تكرارات أنماط الفشل بين مجموعات عينة البحث.

ولمعرفة نمط الفشل الذي يحمل تكرار حدوثه في مجموعات البحث دلالة إحصائية، قمنا بدراسة أنماط الفشل كل على حده في مجموعات البحث:

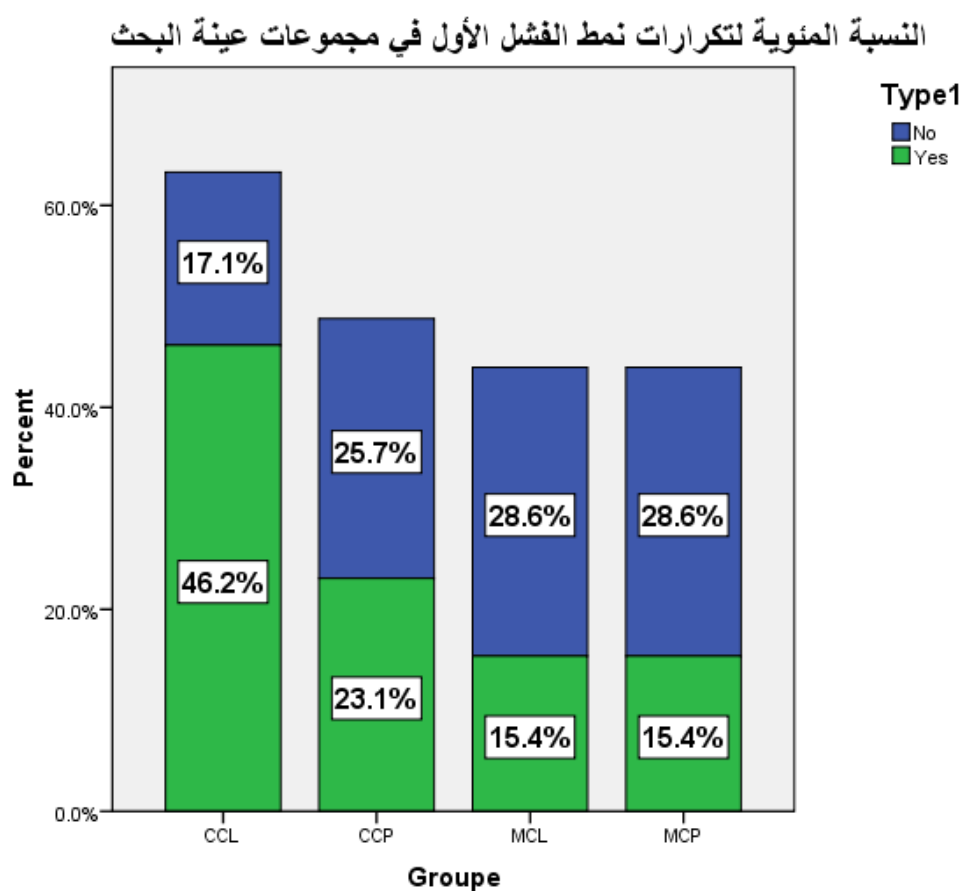
- أجري اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات كل نمط من أنماط الفشل على حده بين مجموعات الدراسة الأربع كما يلي:

1 - نمط الفشل الأول:

- نتائج اختبار كاي مربع:

جدول رقم (8): يبين نتائج اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات نمط الفشل الأول بين مجموعات عينة البحث

المتغيران المدروسان = نمط الفشل 1 × مجموعات الدراسة				
عدد العينة	قيمة كاي مربع	درجات الحرية	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
48	4.536	3	0.209	لا توجد فروق دالة



مخطط رقم (6): يبين النسبة المئوية لنمط الفشل الأول بين مجموعات عينة الدراسة

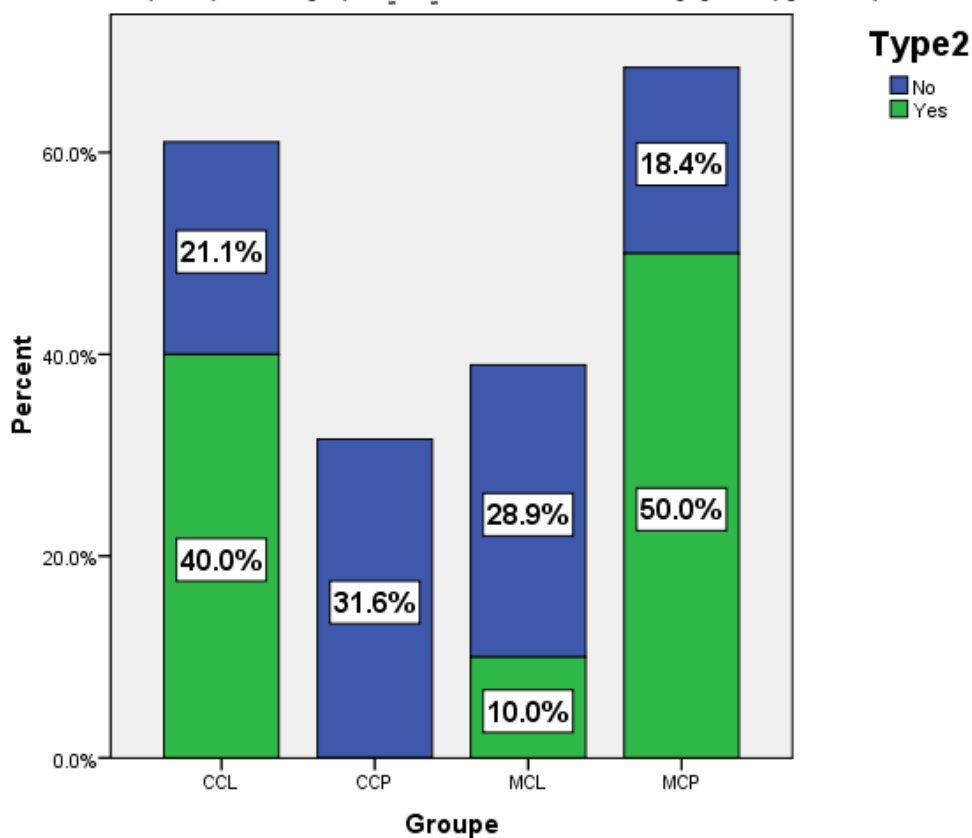
2 - نمط الفشل الثاني:

- نتائج اختبار كاي مربع:

جدول رقم (9): يبين نتائج اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات نمط الفشل الثاني بين مجموعات عينة البحث

المتغيران المدروسان = نمط الفشل 2 × مجموعات الدراسة				
عدد العينة	قيمة كاي مربع	درجات الحرية	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
48	8.589	3	<u>0.035</u>	توجد فروق دالة

النسبة المئوية لتكرارات نمط الفشل الثاني في مجموعات عينة البحث



مخطط رقم (7): يبين النسبة المئوية لنمط الفشل الثاني بين مجموعات عينة الدراسة

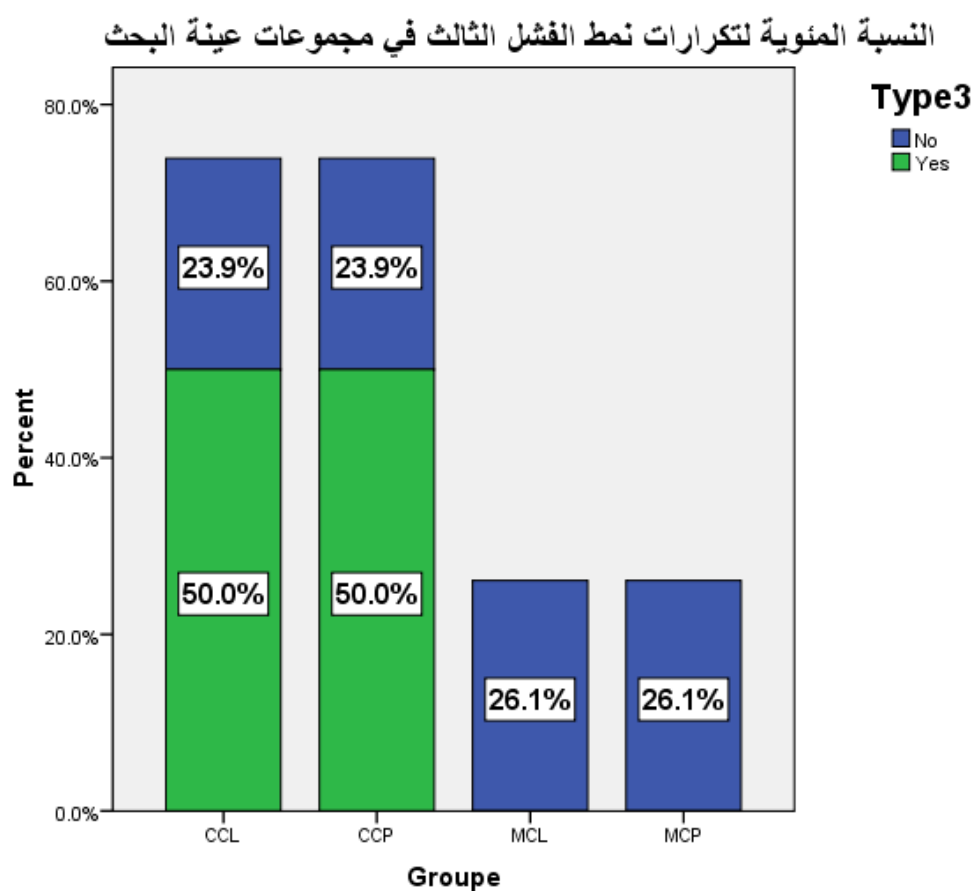
3 - نمط الفشل الثالث:

- نتائج اختبار كاي مربع:

جدول رقم (10): يبين نتائج اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات نمط الفشل الثالث بين مجموعات عينة

البحث

المتغيران المدروسان = نمط الفشل 3 × مجموعات الدراسة				
عدد العينة	قيمة كاي مربع	درجات الحرية	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
48	2.087	3	0.555	لا توجد فروق دالة



مخطط رقم (8): يبين النسبة المئوية لنمط الفشل الثالث بين مجموعات عينة الدراسة

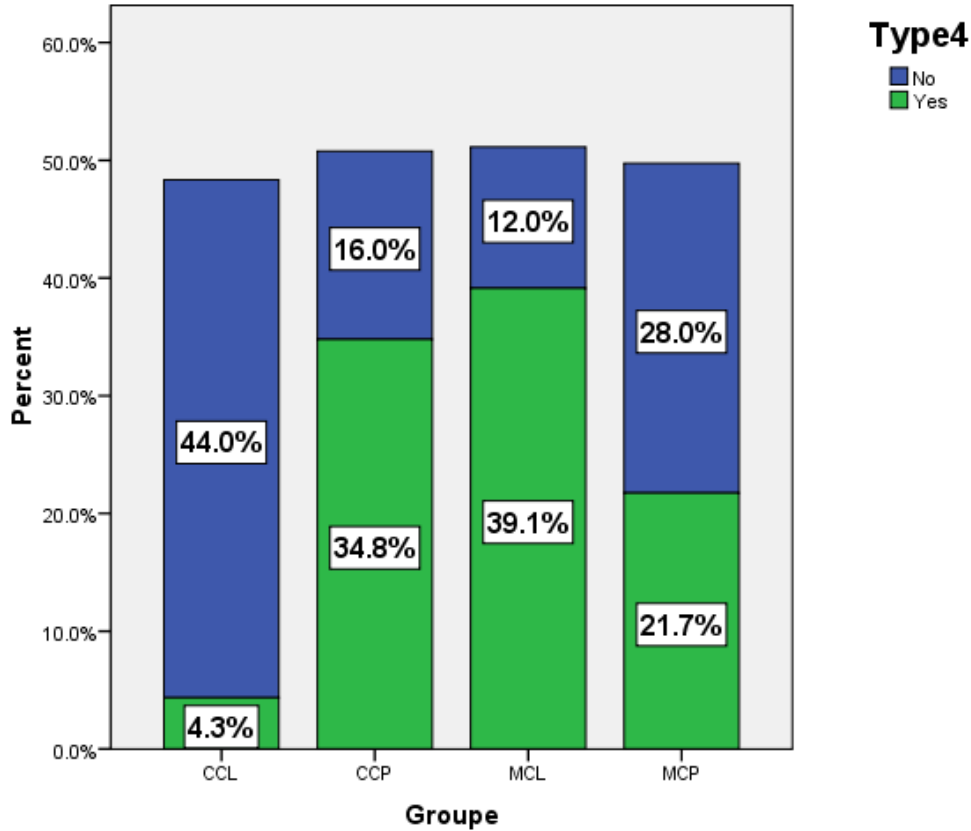
4 - نمط الفشل الرابع:

- نتائج اختبار كاي مربع:

جدول رقم (11): يبين نتائج اختبار كاي مربع لدراسة دلالة الفروق في تكرارات نمط الفشل الرابع بين مجموعات عينة البحث

المتغيران المدروسان = نمط الفشل 4 × مجموعات الدراسة				
عدد العينة	قيمة كاي مربع	درجات الحرية	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
48	12.939	3	<u>0.005</u>	توجد فروق دالة

النسبة المئوية لتكرارات نمط الفشل الرابع بين مجموعات الدراسة في عينة البحث

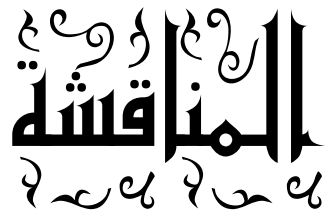


مخطط رقم (9): يبين النسبة المئوية لنمط الفشل الرابع بين مجموعات عينة الدراسة

تبين الجداول السابقة أن قيمة مستوى الدلالة المقدرة عند تكرارات نمطي الفشل الثاني والرابع أصغر من القيمة 0.05، أي عند مستوى الثقة 95% توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تكرارات حدوث هذين النمطين بين مجموعات عينة البحث أي أن هناك ارتباط ما بين نمط الفشل (الثاني والرابع) وتقنية تطبيق الخزف المغطي وشكل تصميم القلنسوات. وبدراسة النسب المئوية الموافقة يُلاحظ أن نسبة حدوث الفشل من النمط الثاني في المجموعة (MCP) 50%، والمجموعة (CCL) 40%، بينما اختلف في النمط في المجموعة (CCP) ونسبة 10% في المجموعة (MCL).

ونسبة حدوث الفشل من النمط الرابع كانت الأصغر في المجموعة (CCL) 4.3%، ومتقاربة إلى حد ما في المجموعتين (CCP) 34.8% و (MCL) 39.1%.

أما قيمة مستوى الدلالة المقدرة عند تكرارات نمطي الفشل الأول والثالث فكانت أكبر من القيمة 0.05، أي عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تكرارات حدوث هذين النمطين بين مجموعات عينة البحث. أي لا يوجد ارتباط ما بين نمط الفشل (الأول والثالث) و طريقة تطبيق الخزف المغطي أو شكل تصميم القلنسوات.



Discussions

الباب الرابع - المناقشة:

4-1- مناقشة المواد والطرائق:

أجري هذا البحث لدراسة تأثير اختلاف تصميم القلنسوة الزيركونية المصنعة بطريقة الـ CAD/CAM وطريقة تطبيق الخزف المغطي على مقاومة الانكسار حيث تم عمل أربع مجموعات اثنتان بالتصميم التقليدي للقلنسوة الزيركونية واثنتان بالتصميم المعدل، وتم تقسيم كل مجموعة إلى مجموعتين طبق في إحديهما الخزف المغطي بطريقة الطبقات وفي الثانية بطريقة الحقن.

تم أولاً تحضير سن من الإكريل على شكل رحي أولى سفلية يمينى وفق المعايير التالية: 2 ملم للسطح الطاحن، شبه كتف بعرض 1 ملم، يتراوح ميلان الجدران المحورية بين 6-10 درجات، تحضير الجدران المحورية بين 1,2 - 1,5 ملم

(Christoph A et al., 2008). تم بعد ذلك نسخ السن الإكريلي المحضر إلى 48 نسخة معدنية متماثلة والغرض من ذلك إجراء البحث على دعامات ذات شكل موحد وبنية تشريحية متشابهة أي توحيد شروط إجراء الاختبار. (Yuji K et al., 2011)

تمت صناعة القلنسوات من خزف الزيركونيا وذلك بسبب خواصه الفريدة، متانتة ومقاومته الميكانيكية العالية، ثباته البنيوي والكيميائي مما جعل منه الخيار الأفضل كمادة في صناعة القلنسوات. (Janet B et al., 2010; Moustafa N et al., 2006)

استخدمت طريقة الـ CAD/CAM في صنع القلنسوات الزيركونية بهدف توحيد سماكة القلنسوات الزيركونية. ثم تمت تغطية القلنسوات الزيركونية بالخزف المغطي الموافق للزيركونيا المستخدمة بطريقتين وهما الطريقة التقليدية و طريقة الحقن، إذ أنه لابد من تغطية الزيركونيا لأنها تتعرض للضرر إذا لم تغطى حيث يعتبر الخزف المغطي ضرورياً من أجل تأمين الحماية والوظيفة والناحية الجمالية (Bogna S et al., 2011).

وتم ضبط سماكة الخزف بحيث تكون متساوية لجميع العينات باستخدام دليل (قالب) تم صنعه من صفيحة بلاستيكية لدنة شفافة تم ضغطها وتخليتها بجهاز التخلية.

(Bonga S *et al.*, 2011)

كما تم إلصاق التيجان إلى الدعامات المعدنية بالإسمنت الزجاجي الشاردي. حيث أثبتت العديد من الدراسات أن التعويضات المفردة أو الجزئية الثابتة المصنوعة من الزيركونيا لا تحتاج إلى إسمنتات لاصقة Adhesive cements (Futshi K *et al.*, 2011).

وغالباً في الأدب الطبي والمقالات، يتم استخدام الإسمنتات غير اللاصقة nonadhesive cements في إلصاق تعويضات الزيركونيا. وقد تم استخدام الغلاس أينومير أو فوسفات الزنك في العديد منها. (Gregg A *et al.*, 2008)

ثم تم شطب وتدوير الحواف السفلية للدعامات المعدنية من أجل منع تركيز الجهود مع القاعدة الإكريلية.

استخدمنا لإجراء الاختبار قضييًّا معدنيًّا ذا نهاية مستدقة بشكل كرة قطرها 4 ملم تتموضع في مركز التاج الزيركوني بشكل عمودي كما في الدراسات السابقة.

(Yuji K *et al.* , 2011)

4-2- مناقشة النتائج:

4-2-1- مناقشة نتائج الدراسة الميكانيكية:

أ- مناقشة نتائج الدراسة الميكانيكية مخبرياً:

يبين الجدول التالي قيم متوسطات القوى التي أدت إلى حدوث الكسور في المجموعات الأربع المدروسة :

جدول رقم(12): يبين قيم متوسطات قوى الكسر

المجموعة	القوة التي أدت لحدوث الكسر بالنيوتن
CCL	2950.67
CCP	3020.08
MCL	2412.67
MCP	3001.00

نلاحظ من الجدول السابق أن:

قيمة متوسط القوة قد زادت عندما قمنا بتغيير طريقة تطبيق الخزف المغطي من طريقة الطبقات إلى طريقة الحقن:

من (2950.67 N) إلى (3020.08 N) في التصميم التقليدي للقلنسوة الزيركونية.

ومن (2412.67 N) إلى (3001.00 N) في التصميم المعدل للقلنسوة الزيركونية.

ولكنها نقصت في المجموعتين الثالثة والرابعة (2412.67،3001.00 N) عنها في الأولى الثانية(2950.67،3020.08 N) عندما قمنا بتغيير تصميم القلنسوة الزيركونية من التصميم التقليدي إلى التصميم المعدل.

ولكن بعد إجراء الدراسة الإحصائية لتأثير تصميم القلنسوة وتقنية تطبيق الخزف المغطي كل على حده على مقاومة الكسر، تبين أن هذه الفروق غير دالة إحصائياً في كل من العاملين،

وبالتالي فإن مقاومة الكسر للتيجان عند تطبيق قوة ضغط عمودية في المجموعات الأربع المدروسة متشابهة.

أي أن طريقة الحقن لا تساهم في زيادة مقاومة قوة الانكسار لتيجان الزيركونيا. كما أن تغيير تصميم القلنسوة الزيركونية من التصميم التقليدي إلى التصميم الذي يحتوي حلقة زيركونية بارتفاع 1 ملم عند خط التحضير لا يزيد من مقاومة قوة الانكسار لتيجان الزيركونيا.

وعند دراسة تأثير التفاعل ما بين العاملين (التصميم، تقنية تطبيق الخزف المغطي) على مقاومة الكسر، تبين أن هذه الفروق غير دالة إحصائياً أي لا تأثير للتفاعل ما بين العاملين السابقين في تحسين مقاومة انكسار تيجان الزيركونيا.

ضمن حدود هذه الدراسة اتفقنا مع الدراسة التي قام بها الباحث YU-Sung Choi عام 2012 عندما قام بدراسة مقاومة انكسار ثلاث مجموعات من تيجان الزيركونيا، مجموعة غطيت بخزف فلدسباري بطريقة الطبقات ومجموعة غطيت بخزف زجاجي بتقنية الحقن ومجموعة غطيت بخزف مغطي مصنوع بطريقة الـ CAD/CAM. إذا تناولنا المجموعتين الأولى والثانية المشابهتين لدراستنا فقد استنتج YU-Sung بأنه لا توجد فروق دالة إحصائياً عند استخدام التقنيتين السابقتين، أي أن كلا الطريقتين لم يثبتا أي زيادة في تحسين مقاومة الانكسار. (Yu-sung C et al., 2012)

وتخالفنا مع دراسة الباحث Bogna سنة 2011 في الجزء الذي استنتج فيه أن خزف الحقن من نوع IPS e.max Zirpress (وهو نفس نوع الخزف الذي استخدمناه في دراستنا) قد أدى إلى مقاومة الكسر (519 ± 3341 N) وهي أعلى من الخزف المطبق بطريقة الطبقات لنفس الشركة Ivoclar vivadent (894 ± 160 N) حيث أن هذا الفرق كان دال إحصائياً ($P < 0.05$) وقد يعود هذا الاختلاف لاختلاف القوة المطبقة إذ أنها كانت قوة قص بزاوية 45 درجة على السطح الحنكي لأسنان أمامية بينما في بحثنا هي عبارة عن قوة ضغط طبقت على أسنان خلفية. كذلك هناك اختلاف في السرعة 1 ملم/د، بينما كانت في دراستنا بمقدار 0,5 ملم/د. (Bogna S et al., 2011)

كما اختلفت دراستنا مع الدراسة التي أجراها Bogna Stawarczyk سنة 2011 في دراسة لقوة الكسر لتيجان من الزيركونيا مغطاة بأربعة أنواع مختلفة من الخزف المغطي بطريقة الحقن وأربعة من النوع المطبق بطريقة الطبقات، بأن التيجان المفردة المغطاة بخزف مغطى محقون قد أظهرت مقاومة كسر (577N - 543) أقل منها في التيجان المفردة المغطاة بخزف مطبق بطريقة الطبقات (1076 N - 805) بعد اختبار المضغ. ولكن كان هذا الفرق غير دال إحصائياً $P > 0.05$ فاتفقت هذه الدراسة مع دراستنا في النتيجة النهائية وهي أنه لا فرق بين الخزف المطبق بطريقة الطبقات أو الحقن في زيادة مقاومة انكسار التيجان. لا نستطيع في هذه الدراسة أيضاً أن نقارن النتائج الرقمية لقوى الكسر كون الأسنان المستخدمة في هذا البحث أسنان أمامية. (Bogna S et al., 2011)

كما تشابهت دراستنا مع الدراسة التي أجراها الباحث Eisenburger وزملاؤه عام 2011، عندما قام بدراسة مقاومة الانكسار بين أربع مجموعات من التيجان الخزفية الكاملة على أسنان أمامية. تم تطبيق الخزف المغطي في مجموعتين بطريقة الطبقات، وبطريقة الحقن في المجموعتين الباقيتين. لم يكن للفرق بين النتائج أي دلالة إحصائية.

(Eisenburger M et al., 2011)

وفي الدراسة التي أجراها الباحث Yugi Kokubo عام 2011، كانت القوة التي أدت لحدوث الكسر عند تطبيق جهد عمودي في التصميم الثالث C (قلنسوة بشكل داعم للحدبات والتي تماثل التصميم التقليدي في بحثنا) أعلى منها في التصميم الثاني b (ذو الحلقة الزيركونية والذي يماثل نوعاً ما التصميم المعدل في بحثنا) ولكن لم يكن هناك فرق دال إحصائياً بين هاتين المجموعتين وهذا مشابه لما حصلنا عليه في دراستنا. بينما كان الفرق دالاً إحصائياً بين التصميم C والتصميم a والذي كان عبارة عن قلنسوة موحدة السماكة ولا تملك نموذجاً داعماً للحدبات.

وكانت هذه الدراسة هي الأكثر تشابهاً مع دراستنا من حيث تصميم القلنسوة الزيركونية مع بعض الاختلاف وهو أن التصميم المعدل لهذه الدراسة (b) لا يملك نموذجاً داعماً للحدبات كما في دراستنا بالإضافة إلى أن ارتفاع الحلقة الزيركونية في هذه الدراسة مماثل لسماكة

القلنسوة (6,0 ملم) وفي دراستنا (1 ملم) مما أدى لبعض الاختلاف في قيم قوى الكسر. كما لاحظنا من الجدول البياني الخاص بمتوسط قوى الكسر بأن هناك فرقاً بين متوسط قوى الكسر بين المجموعتين b,c بحدود 1000 نيوتن، بينما في بحثنا كان الفرق بينهما قليلاً حيث تراوح متوسط قوى الكسر للتصميمين حول القيمة 3000 نيوتن، ربما لأنه في دراستنا كان التصميم المعدل ذو الحلقة الزيركونية ذا نموذج دعم حدي إطباقياً بينما في دراسة العالم Eisenburger لم يكن ذا نموذج دعم حدي. (Yuji K et al., 2011)

بينما عمدت بعض الدراسات التي تناولت موضوع تغيير تصميم القلنسوات الزيركونية إلى تصاميم أخرى.

مثلاً في نفس الدراسة السابقة، كان التصميم الرابع المدروس d عبارة عن قلنسوة زيركونية ذات دعم إطباقى بشكل بروز جانبي عند التقاء السطح الطاحن بالجدار الجانبي. وكان متوسط قوى الكسر لهذا التصميم أعلى منه في التصميم b المشابه للتصميم المعدل في دراستنا ولكن هذا الفرق لم يكن ذا دلالة إحصائية. (Yuji K et al., 2011)

لم نقارن بدراسات أخرى لعدم وجود تشابه بين التصاميم المستخدمة في بحثنا والتصاميم المستخدمة فيها.

ب- مناقشة نتائج الدراسة الميكانيكية وإسقاطها سريرياً:

ضمن حدود هذه الدراسة كان متوسط مقاومة قوة الكسر الدنيا 2412,67 نيوتن، وهذه القيمة أكبر بكثير من القوى الماضغة العظمى والتي تتراوح ما بين 400-890 نيوتن في منطقة الأرحاء (Anusavice, 2003) وبما أن باقي نتائج الدراسة كانت أعلى بالتالي سواء عدلنا بتصميم القلنسوة الزيركونية أو غيرنا في تقنية تطبيق الخزف المغطي فوقها فإن تيجان الزيركونيا تملك مقاومة انكسار عالية تمكننا من استخدامها في التعويضات الخلفية وهذه التعديلات لم تؤثر سلباً على ذلك. وهذا لا يتعارض مع الدراسات السابقة التي ذكرناها والتي برهنت بأن تغيير طريقة تطبيق الخزف المغطي و تصميمه لا تؤثر أو تزيد من مقاومة انكسار تيجان الزيركونيا.

4-2-2- مناقشة أنماط الفشل:

قمنا في بحثنا هذا بتطبيق قوة ضغط حتى تمام حدوث كسر القلنسوة الزيركونية، ولاحظنا بأن نمط الفشل الحاصل في القلنسوة من نوع cohesive أي حدث الكسر ضمن كتلة القلنسوة (Conard et al., 2007). كما تبين لدينا بالملاحظة العيانية وجود أربعة أنماط لشكل الكسر الحاصل:

النمط الأول: تفتت السطح الطاحن مع كسور طولية في الجدران المحورية.

النمط الثاني: كسر دهليزي لساني شمل جدارين محويين أو ثلاثة جدران مع السطح الطاحن.

النمط الثالث: كسر أنسي وحشي شمل جدارين محويين أو ثلاثة جدران مع السطح الطاحن.

النمط الرابع: كسر عند التقاء السطح الطاحن بالجدار المحوري في جهة محورية أو جهتين.

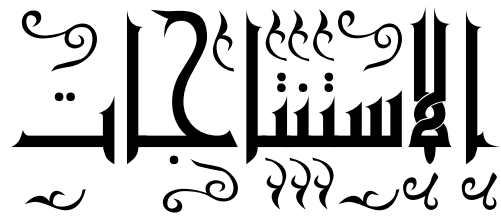
تم إجراء دراسة إحصائية لنمط الفشل الحاصل من وجهة نظر تأثير المجموعة المدروسة على حدوث نمط الفشل فتبين أنه توجد فروق دالة إحصائية في تكرارات أنماط الفشل بين مجموعات عينة البحث.

ولمعرفة نمط الفشل الذي يحمل تكرار حدوثه في مجموعات البحث دلالة إحصائية، تم إجراء دراسة لأنماط الفشل كل على حده في مجموعات البحث، وتبين أنه:

توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تكرارات حدوث النمطين الثاني والرابع بين مجموعات عينة البحث. وبدراسة النسب المئوية الموافقة يُلاحظ أن نسبة حدوث الفشل من النمط الثاني في المجموعة (MCP) 50%، والمجموعة (CCL) 40%، بينما اختلف هذا النمط في المجموعة (CCP) ونسبة 10% في المجموعة (MCL). بالتالي يمكننا الاستنتاج ضمن حدود دراستنا أن ترافق النمط لثاني من الفشل مع التصميم المعدل أكبر من ترافقه مع التصميم التقليدي لظهوره في كلا مجموعتي التصميم المعدل وظهوره في مجموعة واحدة فقط

من مجموعتي التصميم التقليدي. وبما أن نسبة حدوثه في المجموعة MCP أعلى من المجموعة MCL فإن ترافقه مع طريقة الحقن أعلى من ترافقه مع طريقة الطبقات.

كما كانت نسبة حدوث الفشل من النمط الرابع الأصغر في المجموعة (CCL) 4.3%، ومتقاربة إلى حد ما في المجموعتين (CCP) 34.8% و (MCL) 39.1%، ونسبة 21.7% في المجموعة (MCP). وبما أن هذا النمط تقاربت نسبة تواجده في المجموعتين CCP, MCL وهاتان المجموعتان مختلفتان في التصميم وطريقة تطبيق الخزف المغطي، وبما أن نمط الفشل هذا تواجد أيضاً في المجموعتين الباقيتين، يمكننا القول: ضمن حدود دراستنا يعتبر النمط الرابع من الكسر هو النمط الأكثر تواجداً في قنسوات الزيركونيا المكسورة. وقد يعود ذلك إلى الشكل التشريحي للرحى السفلية، إذ أن الحدبات اللسانية أضعف من الحدبات الدهليزية، وبالتالي عند تطبيق القوة ضمن الوهدة المركزية سيتجه خط الكسر نحو المنطقة الأضعف والأقرب فأدى ذلك إلى انفصال الجدار المحوري. ولم نجد دراسات مماثلة درست هذه الأنماط للمقارنة معها.



Conclusions

الباب الخامس - الاستنتاجات:

لا تتأثر مقاومة الكسر للتيجان الخزفية الكاملة ذات القلنسوة الزيركونية المصنعة بطريقة الـ CAD/CAM بتقنية تطبيق الخزف المغطي سواء أكانت طريقة الطبقات أو الحقن، وإن كانت تقنية الحقن قد حققت قيم أكبر في مقاومة الانكسار عنها في تقنية الطبقات. لم يزد التصميم المعدل للقلنسوة الزيركونية من مقاومة التاج النهائي للكسر مقارنة مع التصميم التقليدي وهذا ما دلت عليه قيم مقاومة الانكسار المسجلة. كانت القوة اللازمة للكسر في جميع العينات أكبر بكثير من قوة العض عند الإنسان، وبالتالي يمكن تطبيق تيجان الزيركونيا بأشكالها المختلفة حسب دراستنا.

المقترحات والنوصيات

Suggestions & Recommendations

الباب السادس - المقترحات والتوصيات :

6-1- المقترحات:

- ✚ إجراء أبحاث مشابهة بحيث يتم إجراء الإختبار على تصميم جديد للقلنسوة الزيركونية (جعل الحلقة الزيركونية على محيط السطح الإطباقي).
- ✚ إجراء أبحاث لدراسة تأثير التصميم المعدل (الحلقة الزيركونية) للقلنسوة على اللون.
- ✚ إجراء دراسة مشابهة لدراستنا بارتفاعات مختلفة من الحلقة الزيركونية.
- ✚ إجراء دراسة مشابهة لدراستنا باستخدام أنواع أخرى من الزيركونيا ومن الخزف المغطي.
- ✚ إجراء دراسة لمقارنة تقنيتي التطبيق اللتان درسناهما مع تقنية الـ CAD/CAM لصناعة الخزف المغطي لمعرفة دورها في تحسين مقاومة الانكسار.

6-2- التوصيات:

- يمكن استخدام تقنية الطبقات أو الحقن لصنع الخزف المغطى في التيجان الزيركونية المصنعة وفق نظام الـ CAD/CAM.
- يمكن استخدام التصميم التقليدي أو التصميم المعدل للقلنسوة الزيركونية (ذو الحلقة الزيركونية عند الحواف) في تصنيع تيجان الزيركونيا المصنعة وفق نظام الـ CAD/CAM.



References

الباب السابع - المراجع:

7-1- المراجع الأجنبية:

-A-

- 1- Arvind S, Nina S. Dental ceramics: An update. J conserv Dent 2010;13(4):195-203.
- 2- Aboushelib M, Jager N, Kleverlaan C. Microtensile bond strength of different components of core veneered all-ceramic restorations. Dent Mater 2005; 21:984-991.
- 3- Anusavice kj. Philips Science of dental material (11 th edition), Elsevier Inc.(2003). P:49-67.
- 4- Antonson S, Anusavice K. Contrast ratio of veneering and core ceramics as a function of thickness. Int J Prosthodont 2001;14(4):316-20.
- 5- 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.

-B-

- 6- Bogna S, Mutlu O, Malgorzata R. Load-bearing capacity and failure types of anterior zirconia crowns veneered with overpressing and layering techniques. Dent Mater 2011;27:1045-1053.
- 7- Bogna S, Mutlu Ö, Malgorzata R. Fracture load and failure analysis of zirconia single crowns veneered with pressed and layered ceramics after chewing simulation. Dent Mater Journal 2011;30(4): 554–562.
- 8- Brodbeck U: The ZiReal post: A new ceramic implant abutment J. Esthet. Restor. Dent. 15: 10–23,2003 (discussion 24).
- 9- Boudrias P, Shoghikian E, Morin E. Esthetic option for the Implant supported single-tooth restoration – Treatment sequence with a ceramic abutment. J Can Dent Assoc 2001;67: 508–514.
- 10- Besimo C, Spielmann H, Rohner H. Computerassisted generation of all-ceramic crowns and fixed partial dentures. Int J Comput Dent 2001; 4: 43-62.

-C-

- 11- Chaar M, Witkowski S, Strub J. Effect of veneering technique on the fracture resistance of zirconia fixed dental prostheses. *Journal of Oral Rehabilitation* 2013;40:51-59.
- 12- Choi Y, Kim S, Lee J. *In vitro* evaluation of fracture strength of zirconia restoration veneered with various ceramic materials. *J Adv Prosthodont*. 2012 August; 4(3): 162–169.
- 13- Christoph H, Irena S, Andrea T. Dental ceramics. 2008; P 1-5.
- 14- Conrad H, Seong W, Pesun I. Current Ceramic Materials and Systems with Clinical Recommendations: A Systemic Review. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 2007;98(5):389-404.
- 15- Covacci V, Bruzzese N, Maccauro G. In vitro evaluation of mutagenic and carcinogenic power of high purity zirconia ceramic. *Biomaterials* 1999;20: 371–376.

-D-

- 16- Denry I, Kelly JR. State of the art of zirconia for dental applications. *Dent Mater* 2008;24(3):299-307.
- 17- Derand T, Molin M, Kvam K. Bond strength of composite luting cement to zirconia ceramic surfaces. *Dent Mater* 2005;21(12):1158-62.
- 18- Duret F, Preston JD. CAD/CAM imaging in dentistry. *Curr Opin Dent* 1991; 1: 150-154.

-E-

- 19- Eisenburger M, Mache T, Borchers L. Fracture stability of anterior zirconia crowns with different core designs and veneered using the layering or the press-over technique. *Eur J Oral Sci* 2011; 119: 253–257.
- 20- Ernst C, Cohnen U, Stender E, Willershausen B. In vitro retentive strength of zirconium oxide ceramic crowns using different luting agents. *J Prosthet Dent* 2005;93(6):551-8.
- 21- Edward A, Russell A. Zirconia-Based Ceramics: Material Properties, Esthetics, and Layering Techniques of a New Veneering Porcelain, VM9. *QDT* 2005; 99-111.

-F-

- 22- Fischer J, Stawarczyk B, Sailer I, Hämmerle CH. Shear bond strength between veneering ceramic and ceria-stabilized zirconia/alumina. J Prosthet Dent 2010; 103: 267-274.
- 23- Futoshi K, Markus B, Hideo M. Current status of zirconia-based fixed restoration. Journal of Oral Science 2010; 4:531-539.
- 24- Fischer J, Stawarczyk B, Hämmerle C. Flexural strength of veneering ceramics for zirconia. Journal of Dentistry 2008;36:316-321.
- 25- Florian B, Josef S, Marlis E. High-strength CAD/CAM-fabricated veneering material sintered to zirconia copings — A new fabrication mode for all-ceramic restorations. Dent Mater 2009; (25): 121–128.
- 26- Fischer J, Grohmann P, Bogna. Effect of Zirconia Surface Treatments on the Shear Strength of Zirconia/Veneering Ceramic Composites. Dent Mater Journal 2008; 27(3): 448—454.
- 27- Filser F , Gauckler L. Net-shaping of ceramic components by direct ceramic machining. Assembly Autom 2003;23:382-90.

-G-

- 28- Georgius S, Michael B, Jef M . Influence of Heat Treatment and Veneering on the Storage Modulus and Surface of Zirconia Ceramic. Eur J Dent. 2011 April; 5(2): 191–198.
- 29- Gregg A. Helvey. Zirconia and Computer-aided Design/Computer-aided Manufacturing (CAD/CAM) Dentistry. AEGIS Communications 2008;volume 4, Issue 4.
- 30- Guazzato M, Albakry M, Ringer SP, Swain MV. Strength, fracture toughness and microstructure of a selection of all-ceramic materials. Part II. Zirconia-based dental ceramics. Dent Mater 2004;20(5):449-56.
- 31- Guazzato M, Swain M, Ringer S. Microstructure of alumina and alumina/zirconia-glass infiltrated dental ceramics. Bioceramics 2003;15:879-82.

-I-

- 32- Irfan Ahmad. Protocols of Predictable Aesthetic Dental Restorations. Blackwell Publishig company. (2006); P:55,60-69.

-J-

- 33- Janet B, George D, Sunda V. Fracture Toughness of Veneering Ceramics for Fused to Metal (PFM) and Zirconia Dental Restorative Materials. J Res Natl Inst Stand Technol. 2010; 115(5): 343–352.
- 34- Jason A. Griggs. Recent Advances in Materials for All-Ceramic Restorations. Dent Clin North Am. 2007 July; 51(3): 713–viii.
- 35- Joerg R, Dianne R, Siegbert W. Computer-aided design and fabrication of dental restorations Current systems and future possibilities. JADA 2006;137(9):1289-96.
- 36- Jager N, Pallav P, Feilzer A. The influence of design parameters on the FEAdetermined stress distribution in CAD-CAM produced all-ceramic dental crowns. Dent Mater 2005;21:242-251.

-K-

- 37- Kosmac T, Oblak C, Jevnikar P. The effect of surface grinding and sandblasting on flexural strength and reliability of Y-TZP zirconia ceramic. Dent Mater 1999;15(6):426-33.

-L-

- 38- Lohbauer U, Gudrun A, George D. Fractographic Analysis of a Dental Zirconia Framework: a Case Study on Design Issues. J Mech Behav Biomed Mater. 2010 ; 3(8): 623–629.
- 39- Lorenzoni C, Leandro M, Nelson R. Fatigue life and failure modes of crowns systems with a modified framework design. Journal of Dentistry 2010;38:626-634.
- 40- Liu Y, Feng H, Bao Y. Analysis of the fracture processes in all-ceramic crowns by finite element analysis. Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi. 2008 Sep;43(9):561-3.

- 41- Liu PR. A panorama of dental CAD/CAM restorative systems. *Compend Contin Educ Dent*. 2005;26:507-508, 510, 512.
- 42- Luthy H, Filser F, Loeffel O, Hammerle C. Strength and reliability of four-unit all-ceramic posterior bridges. *Dent Mater* 2005; 21: 930-937.
- 43- Lawn BR, Deng Y, Lloyd I. Materials design of ceramic-based layer structures for crowns. *J Dent Res* 2002;81:433-438.

-M-

- 44- Martin R, Daniela S, Michael B. Influence of substructure design and spacer settings on the in vitro performance of molar zirconia crowns. *Journal of dentistry* 2009;37:978-983.
- 45- Marchack B, Futatsuki Y, Marchack C. Customization of milled zirconia copings for all-ceramic crowns: a clinical report. *J Prosthet Dent* 2008; 99: 169-173.
- 46- Moustafa N, Aboushelib, Cornelis J. Microtensile bond strength of different components of core veneered all-ceramic restorations. Part II: Zirconia veneering ceramics. *Dent Mater* 2006;22:857-863.
- 47- Mormann W, Brandestini M, Lutz F. Chair side computer-aided direct ceramic inlays. *Quintessence Int* 1989; 20: 329-339.

-P-

- 48- Premwara T, Nopavan N, Chantana T. Clinical performance and failures of zirconia-based fixed partial dentures: a review literature. *J Adv Prosthodont* 2012;4(2): 76-83
- 49- Pilathadka S, Vahalov D, Vosghlo T. The Zirconia: A New Dental Ceramic Material. An overview. *Prague Medical Report* 2007; 1:5-12.

-R-

- 50- Rella P, Christensen Brad J, Ploeger. A Clinical Comparison of Zirconia, Metal and Alumina Fixed-Prosthesis Frameworks Veneered With Layered or Pressed Ceramic: A Three-Year Report. J Am Dent Assoc 2010;141:1317-1329.
- 51- Riquier R. Rapid manufacturing what will be next. Spectrum Dialogue. 2007;6:116-120.
- 52- Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J. Contemporary Fixed Prosthodontics. 4th Edition 2006;P:775.
- 53- Raigrodski AJ. Contemporary materials and technologies for all-ceramic fixed partial dentures: A review of the literature. J Prosthet Den 2004; 92: 557-562.
- 54- Raigrodski A, Chiche G. The safety and efficiency of anterior ceramic fixed partial dentures: a review of the literature. J Prosthet Dent 2001; 86: 520-525.
- 55- Rosenblum M, Schulman A. A review of all ceramic restorations J Am Dent Assoc. 1997;128:297–307.

-S-

- 56- Saliva N, Bonfate E, Rafferty B. Modified Y-TZP Core Design Improves All-ceramic Crown Reliability. J Dent Res. 2011;90(1):104-108.
- 57- Sailer I, Fehér A, Filser F. Five-year clinical results of zirconia frameworks for posterior fixed partial dentures. Int J Prosthodont. 2007 Jul-Aug;20(4):383-8.
- 58- Sundh A, Sjogren G. A comparison of fracture strength of yttrium-oxide- partiallystabilized zirconia ceramic crowns with varying core thickness, shapes and veneer ceramics. J Oral Rehabil 2004;31:682-688.

-T-

- 59- Takashi M, Yasuhiro H, Jun K. A review of dental CAD/CAM: Current status and future perspectives from 20 years of experience. Dent Mater 2009;28(1)44-56.

- 60- Thaleia V, Spiridon O, Petros K. Zirconia in dentistry:Part 1. Discovering the nature of an upcoming bioceramic. The European Journal of Esthetic Dentistry 2009(2).
- 61- Taskonak B, Borges G, Mecholsky J, Moore B. The effects of viscoelastic parameters on residual stress development in a zirconia/glass bilayer dental ceramic. Dent Mater. 2008;24:1149–1155.
- 62- Tinschert J, Natt G, Mohrbotter N. Lifetime of alumina- and zirconia ceramics used for crown and bridge restorations. J Biomed Mater Res B Appl Biomater. 2007;80:317–321.
- 63- The Glossary of Prothodontic Terms, the Academy of Prosthodontics the Journal of Prosthetic Dentistry; 2005;94(1):11,24.
- 64- Tinschert J, Natt G, Hassenpflug S. Status of current CAD/CAM technology in dental medicine. Int J Comput Dent. 2004;7:25-45.

-W-

- 65- Wang H, Pallav P, Isgrò G, Feilzer AJ. Fracture toughness comparison of three test methods with four dental porcelains. Dent Mater. 2007;23:905–910.
- 66- Witkowski S. CAD-CAM in dental technology. Quintessence. 2005:1-16.
- 67- White SN, Miklus S, McLaren E. Flexural strength of a layered zirconia and porcelain dental all-ceramic system. J Prosthet Dent 2005;94:125-31.
- 68- White SN, Caputo A, Vidjak F. Moduli of rupture of layered dental ceramics. Dent Mater 1994;10:52-8.

-y-

- 69- Yuji K, Mitsuyoshi T, Takamitsu K. The influence of zirconia coping designs on the fracture load of all-ceramicmolar crowns. Dent Mater 2011; 30(3): 281–285.
- 70- Yoshitaka S, Akikazu S, Harunori G. Studies on mechanical strength, thermal expansion of layering porcelains to alumina and zirconia ceramic core materials. Dent Mater 2009; 28(3): 352–361.

7-2- المراجع العربية:

- 70- الساييس، صفوح البني. المرجع في المواد السنية. منشورات جامعة دمشق 2011. ص 993، 1000-1001.
- 71- ديما العكاري. دراسة تأثير سماكة القلنسوة الخزفية من الزيركونيا وفق نظام الـ CAD/CAM على مقاومتها للكسر (دراسة مخبرية). (ماجستير). (إشراف م.د محمد لؤي مراد)، دمشق، جامعة دمشق، 2011، ص 10-12، 25.
- 73- الساييس. المواد السنية التعويضية. منشورات جامعة دمشق 2003. ص 11-16، 183-185.

الملخص:

الهدف وخلفية البحث: أجريت هذه الدراسة بهدف اختبار مقاومة انكسار التيجان ذات القلنسوة الزيركونية المصنعة بطريقة الـ CAD/CAM باستخدام تصميمين مختلفين للقلنسوة الزيركونية وتقنيتين مختلفتين لتطبيق الخزف المغطي.

مواد وطرائق البحث: تم تحضير سن إكريلي بشكل رحي أولى سفلية بخط إنهاء شبه كتف (1 ملم) ، ثم تم نسخ هذه السن إلى 48 نسخة معدنية متماثلة، ثم تم صنع 48 قلنسوة زيركونية وفق طريقة الـ CAD/CAM بنظام Zircodenta ثم تم صنع 48 تاجاً خزفياً مقسمة على 4 مجموعات وهي: الأولى (CCL) تضم 12 تاجاً بقلنسوات زيركونية ذات تصميم تقليدي وخزف مغط مطبق بطريقة الطبقات، المجموعة الثانية (CCP) تضم 12 تاج بقلنسوات زيركونية ذات تصميم تقليدي وخزف مغط مطبق بطريقة الحقن، المجموعة الثالثة (MCL) تضم 12 تاجاً بقلنسوات زيركونية ذات تصميم معدل وخزف مغط مطبق بطريقة الطبقات، المجموعة الرابعة (MCP) تضم 12 تاجاً بقلنسوات زيركونية ذات تصميم معدل وخزف مغط مطبق بطريقة الحقن.

حيث تم تطبيق الخزف المغطي بسماكة متساوية على جميع القلنسوات (1 ملم)، وقد كان الخزف المغطي المستخدم لطريقة الطبقات من نوع IPS emax ceram ، والخزف المغطي المستخدم لطريقة الحقن من نوع IPS emax Zirpress. وبعد ذلك تم إلصاق التيجان على الدعامات المعدنية بالإسمنت الزجاجي الشاردي، ثم وضعت كل دعامة في قاعدة إكريلية، ثم تم إجراء اختبار الكسر بتطبيق قوة عمودية في مركز السطح الطاحن باستخدام جهاز الاختبارات الميكانيكية العام بسرعة 0,5 ملم/د حتى حدوث الكسر. ثم قمنا بتسجيل قوى الكسر بالنيوتن وتحليل النتائج بإجراء الاختبارات الإحصائية المناسبة. كما قمنا بملاحظة أنماط الفشل الحاصلة ودراستها إحصائياً.

النتائج: كان متوسط قوة الكسر في المجموعة الأولى (CCL) 2950,67 نيوتن، وفي المجموعة الثانية (CCP) 3020,08 نيوتن، وفي المجموعة الثالثة (MCL) 2412,67

نيوتن، وبلغ في المجموعة الرابعة (MCP) 3001,00 نيوتن. وتبين بعد الدراسة الإحصائية التحليلية أنه لا توجد فروق جوهرية بين المتوسطات.

وعند دراسة أنماط الفشل لاحظنا أربعة أنماط لحدوث الفشل، وتبين أن نسبة حدوث كسر دهليزي لساني شمل جدارين محوريين أو ثلاثة جدران مع السطح الطاحن كانت أعلى في المجموعة (MCP)، وأن الكسر عند التقاء السطح الطاحن بالجدار المحوري هو الأكثر مشاهدة في قلنسوات الزيركونيا المكسورة.

الاستنتاجات: لا يوجد فرق في مقاومة الكسر بين المجموعات الأربعة المدروسة .

الكلمات المفتاحية: زيركونيا، قلنسوة، خزف مغطي، مقاومة الكسر، CAD/CAM، تصميم القلنسوة، تقنية تطبيق الخزف المغطي.

Abstract:

Purpose and Background:

This study was carried out to test fracture resistance of crowns made by CAD/CAM system of two different core designs, and two different veneering techniques.

Materials and Methods:

An acrylic tooth was prepared of the shape of a first lower molar with a chamfer margin of 1 mm width. This tooth was copied into 48 identical metal replicas, then 48 ceramic crowns were made using Zirkodenta system of CAD/CAM, divided into four groups: The first group (CCL) consists of 12 crowns with conventional core design and layering veneering technique, the second group consists of 12 crowns with conventional core design and pressing technique, the third group consists of 12 crowns with modified core design and layering veneering technique, the fourth group consists of 12 crowns with modified core design and pressing technique.

The veneer ceramic was used to veneer the cores of an equal thickness of 1 mm on all the crowns. IPS emax ceram was used to veneer cores in layering technique, and IPS emax Zirpress was used to veneer cores in pressing technique. After veneering the cores, the crowns were cemented to the metal models using GIC cement, then every model was placed into an acrylic base. Fracture test was conducted by applying a vertical load on the center of the occlusal surface using the universal testing machine at the speed of 0.5 mm/min to the point of fracture. Then we recorded the forces by Newton, and study the results with the appropriate statistical analysis. We observed the fracture types, and study the results statistically.

Results:

The average of the fracture force in the first group (CCL) was N, N for the second group (CCP), N for the third group (MCL) and N for the fourth group (MCP). After the statistical study, the conclusion was : No significant differences between the averages were present. The

statistical study of the type of failure showed that the rate of the fracture happening in the buccal-lingual containing two or three axial walls with occlusal surface was the greatest on the group (MCP), and the fracture happening on the line between the occlusal surface and the axial walls was the most noticed type in fractured zirconia cores.

Conclusion:

- There is no difference in fracture resistance between the four groups.

Key Words:

Zirconia, veneering porcelain, CAD/CAM, Fracture Resistance, core design, veneering technique.

Appendix الملحق

جدول بيانات البحث التفصيلية:

نمط الفشل	قيمة الكسر	قيمة الصدع		العينة
1	N 2860		1	CCL
2	N1797		2	
2	N 4840		3	
3	N 3597	N 3490	4	
1	N 4744		5	
1	N 1334	N 621	6	
1	N 1864	N 793	7	
2	N 2165	N 2093	8	
4	N 2377	N 1043	9	
2	N 3552	N 1667	10	
1	N 3478	N 1462	11	
1	N 2800		12	
1	N 5154		1	CCP
4	N 2343	N 1974	2	
4	N 2500	N 2015	3	
3	N 3059		4	
4	N 3446	N 1434	5	
1	N 2874	N 1525	6	
1	N 4184	N 1439	7	
4	N 3460	N 1342	8	
4	N 3714		9	
4	N 2770		10	
4	N 1736	N 1573	11	
4	N 1001		12	

العينة		قيمة الصدع	قيمة الكسر	نمط الفشل
MCL	1	N 1376	N 2106	4
	2	N 617	N 2500	4
	3	N 1473	N 2023	4
	4	N 971	N 1711	4
	5	N 347	N 3100	1
	6		N 1949	4
	7	N 2334	N 3357	1
	8	N 2759	N 2814	4
	9	N 1775	N 3136	4
	10	N 1054	N 2153	4
	11	N 1911	N 2742	3
	12	N 748	N 1361	4
MCP	1	N 1263	N 2531	1
	2		N 2346	4
	3	N 556,6	N 2230	4
	4	N 1412	N 2965	2
	5	N 3406	N 3867	1
	6		N 3011	4
	7		N 4248	3
	8	N 1293	N 1797	4
	9	N 714,6	N 3411	2
	10	N 618	N 3409	3
	11	N 733	N 2864	4
	12	N 2293	N 3333	3