



الجمهورية العربية السورية

جامعة حماة

كلية طب الأسنان

قسم تعويضات الأسنان الثابتة

**دراسة تأثير تصميم التاج المقوى ببلورات الزيركونيا المصنع**

**بتقنية CAD-CAM في مقاومة الكسر**

**(دراسة مخبرية) //**

بحث علمي أُعدَّ لنيل درجة الماجستير في علوم طب الأسنان

اختصاص تعويضات الأسنان الثابتة

إعداد الباحثة

**ايمان عبد الرزاق الخالد**

إشراف

**الأستاذ الدكتور بسام النجار**

أستاذ مساعد في قسم تعويضات الأسنان الثابتة

عميد كلية طب الأسنان - جامعة حماة

2022م - 1444هـ

# إقرار

نؤكد أن هذه الأطروحة بعنوان :

**دراسة تأثير تصميم التاج المقوى ببلورات الزيركونيا**

**المصنع بتقنية CAD-CAM في مقاومة الكسر**

**(دراسة مخبرية )/**

هي العمل الأصلي للباحثة

**ايمان عبد الرزاق الخالد**

ولم تقدم إلى أي مؤسسة أخرى

## شكر

الحمد والشكر لله عز وجل أولاً وأخيراً خالقي ومعلمي الذي من علي بانجاز هذا البحث

إلى هادي البشرية المعلم الأول الذي بعث رحمة للعالمين سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم

لا يسعني وقد شارفت الرحلة على نهايتها إلا أن أتوجه بأسمى مشاعر التقدير والامتنان إلى من

كانوا شموعا أضاءت لنا دروبا ما كنا لنبلغها لولا فضل الله وفضلهم أساتذتي الأفاضل في كلية

طب الأسنان جامعة حماة

كما أتوجه بالشكر العميق للأستاذ الدكتور جاد الكريم قدور لتفضله بقبول المشاركة في تحكيم

البحث وتحمله عناء السفر وإثراء البحث من خبرته العلمية فله مني كل التقدير والامتنان

لا تستطيع الكلمات إلا أن تنحني احتراماً وتقديراً لأستاذي الفاضل الدكتور بسام النجار عميد

كلية طب الأسنان أستاذ في قسم التعويضات الثابتة الذي تفضل بالإشراف على هذا البحث فكان

خير عون لي وقدم لي كل النصح والرشاد وغمرني بعلمه ومعرفته فله مني كل الشكر والتقدير

إلى أستاذتي الغالية الدكتورة ابتسام سلامة رئيسة قسم التعويضات الثابتة نائب العميد للشؤون

العلمية التي كانت مثالا للعطاء ولم تتوانى عن تقديم أي مساعدة خلال مرحلة الدراسات العليا

فكانت خير مثال نقدي بعلمها وإخلاصها فلها مني كل المحبة والاحترام

ولا أنسى أن اشكر أخوتي وزملائي طلاب الدراسات العليا الذين لم يتأخروا يوماً عن مد يد

العون فلهم مني كل الاحترام

## الإهداء

إلى الشمس التي تنير دربي... إلى الصدر الذي يضمني كلما ضاقت بي الدنيا... إلى قمري  
الذي لا يغيب وشمسي التي لا ينقطع دفؤها أبداً... إلى أعلى مخلوق عندي

### أمي حفظها الله

إلى من كلله الله بالهيبة والوقار... إلى من علمني أن الأعمال الكبيرة لا تتم إلا بالعزيمة  
والإصرار... إلى من احمل اسمه بكل افتخار

### والدي حفظه الله

إلى من كبرت معهم... وقلبي يفيض بحبهم... إلى من تصفو الحياة برؤيتهم... ويحلو الكلام  
بلياقهم

### إخوتي فراس علاء بلال

إلى سندي في هذه الحياة.... ورفيق دربي في أيامي كلها بجلوها ومرها.... إلى من يدعمني في  
كل تفاصيل حياتي.... إلى شريك حياتي

### زوجي د. يوسف

إلى فلذة كبدي.... إلى هدية الرحمن التي استلهمت قوتي من براءتها.... إلى مهجة قلبي وقرة

عيني.... إلى فرحة عمري وأملي ومستقبلي

**طفلتي لارا**

إلى رفيقتي الدرب .... إلى من قضيت بصحبتهن أجمل الأوقات .... إلى من كانتا خير عون لي

**د. صفا الزعبي د. مروة حاج نعمة**

إلى أصدقاء كانوا ولا زالوا خير داعم لي رغم قلة اللقاء ... في القلب مكانكم

**د. غزل الرضوان د. أمية قطرنجي**

## جدول المحتويات

1	الباب الأول:
1	المقدمة introduction
2	1-1-المقدمة:Introduction
4	الباب الثاني:
4	المراجعة النظرية:Literature review
5	1-2-الخزف السني Dental Ceramic
5	1-1-2- تعريف الخزف Definition Of Ceramic
5	2-1-2- تصنيف الخزف السني Classification of dental ceramic
11	2-2-الزيركونيا Zirconia
11	1-2-2-لمحة تاريخية:
12	2-2-2-البنية البلورية للزيركونيا:
13	3-2-2-آلية مقاومة الانكسار Mechanism of fracture resistance
15	4-2-2-أنواع الزيركونيا المستخدمة في طب الأسنان : Types of zirconia in dentistry
18	5-2-2-أجيال الزيركونيا Zirconia generations
22	2-التلف بدرجات الحرارة المنخفضة(Low_ temprature degradation (LTD).
24	7-2-2-التقبل الحيوي:
25	3-2-تصنيف الترميمات السنية المعتمدة في تركيبها على الزيركونيا من حيث نموذج التصنيع:
25	1-3-2-تيجان الزيركونيا التقليدية( ثنائية الطبقات Bi-Layered)
34	2-3-2-تيجان الزيركونيا وحيدة المرحلة monolithic zirconia crowns
36	3-3-2-تيجان الزيركونيا وحيدة المرحلة جزئيا المغطاة بخزف من الدهليزي
37	4-2-الدراسات السابقة
39	5-2-تبيان المشكلة:
40	الباب الثالث
40	الهدف من البحث
40	Aim of The Research
42	الباب الرابع: المواد والطرائق Materials And Methods
43	1-4-عينة البحث:

43	2-4-أدوات وأجهزة البحث:
43	1-2-4المواد المستخدمة في البحث :
48	2-2-4الأجهزة المستخدمة في البحث.
52	3-4-طريقة العمل :
52	1-3-4-تجهيز العينات :
56	2-3-4-صنع القواعد الاكربلية :
58	3-3-4-صنع التيجان الزيركونية :
64	4-3-4-صنع القشرة الخزفية المغطية:
66	5-3-4-الإلصاق:
68	6-3-4-اختبار مقاومة الكسر:
70	الباب الخامس :
70	النتائج والدراسة الإحصائية.
71	1-5-وصف عينة البحث :
72	2-5- نتائج اختبار قوى الكسر:
73	نتائج مراقبة أنماط الفشل الحاصلة :
76	3-5-دراسة متغير مقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن)
76	A- الدراسة الإحصائية الوصفية لمتغير مقدار قوة الانكسار (بالنيوتن):
78	B- الدراسة الإحصائية التحليلية لمتغير مقدار قوة الانكسار (بالنيوتن):
82	الباب السادس:المناقشة.
82	Discussion.
84	1-6-مناقشة مواد وطرق البحث :
86	2-6-مناقشة نتائج البحث :
87	3-6مناقشة نمط الفشل :
90	الباب السابع :الاستنتاجاتConclusion
92	الباب الثامن:
92	التوصيات والمقترحات.
93	1-8-التوصيات Recommendation:
93	2-8-المقترحات Suggestions:

94	.....الباب التاسع
94	.....Abstract الملخص
98	.....الباب العاشر:
98	.....references المراجع
108	.....الباب الحادي عشر
108	.....الملاحق

## فهرس الصور والأشكال التوضيحية

رقم الصفحة	محتوى الشكل	رقم الشكل
13	أشكال بلورات الزيركونيا	1
14	آلية مقاومة الزيركونيا للانكسار	2
16	البنية المجهرية للزيركونيا المقواة بالألومينا	3
17	البنية المجهرية للزيركونيا المستقرة جزئيا المعتمدة على المغنزيوم	4
18	البنية المجهرية للزيركونيا الرباعية متعددة البلورات المعتمدة على الايتريا	5
43	مكعب معدني	6
44	مادة filament	7
44	إكريل ذاتي التصلب	8
45	خليطه النيكل كروم	9
45	مادة الطبع	10
46	قالب زيركونيا ملبد جزئيا من الجيل الأول	11
46	قالب زيركونيا ملبد جزئيا من الجيل الثالث	12
47	الخزف المغطي	13
47	اسمنت إصاق زجاجي شاردي	14
48	جهاز التخلية الهوائية	15
48	الطابعة ثلاثية الأبعاد	16
49	الماسح الضوئي والحاسوب الخاص بجهاز CAD/CAM	17
49	جهاز التفريز الخاص بجهاز CAD/CAM	18
50	فرن التلييد الخاص بتلييد الزيركونيا	19
51	فرن خبز الخزف	20
51	مقياس الثخانة اليدوي	21
52	ملزمة إصاق	22
52	جهاز الاختبارات الميكانيكية العام	23

53	ثنية علوية محضرة	24
53	نموذج لمثال العمل الافراضي	25
54	طبعة لنموذج مثال العمل الافراضي	26
54	المثال الافراضي الرئيسي	27
55	عينة من الدعامات المعدنية	28
55	فاكيوم للمثال الرئيسي الافراضي وهو بداخل المكعب	29
56	صفحة فاكيوم للمثال الافراضي الرئيسي	30
57	إنزال إحدى الدعامات ضمن القاعدة الاكريلية باستخدام صفحة الفاكيوم	31
57	الدعامات المعدنية بعد إنزالها بالقوالب الاكريلية	32
58	صورة ثلاثية الأبعاد للمثال المحضر	33
59	النواة الزيركونية بعد تصميمها ببرنامج exo cad	34
60	القبعات الزيركونية بعد التليد	35
60	التاج وحيد المرحلة المصمم ببرنامج exo cad	36
61	التيجان وحيدة المرحلة بعد التليد	37
61	دليل لأحد تيجان الزيركونيا وحيدة المرحلة	38
62	تصميم التاج وحيد المرحلة جزئياً بواسطة برنامج exo cad	39
63	إحدى عينات التيجان وحيدة المرحلة جزئياً بعد التليد	40
63	التيجان وحيدة المرحلة جزئياً بعد التليد	41
64	تطبيق القشرة الخزفية	42
65	التيجان ثنائية الطبقات بعد التخريف	43
65	التيجان وحيدة المرحلة جزئياً بعد التخريف	44
66	إلصاق إحدى العينات	45
67	التيجان ثنائية الطبقات بعد الإلصاق	46
67	التيجان وحيدة المرحلة بعد الإلصاق	47
68	التيجان وحيدة المرحلة جزئياً بعد الإلصاق	48
69	اختبار قوة الكسر لإحدى العينات	49
71	النسب المئوية لأعداد التيجان الزيركونية الخاضعة للدراسة	50
74	فشل التصاق	51

74	فشل كامل	52
75	فشل كامل	53
75	فشل كامل	54
75	فشل التصاقي	55
77	المتوسطات الحسابية لمتغير مقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) فيكل مجموعة من مجموعات التجربة الثلاثة	56
110	توزع القيم الرقمية لمتغير مقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) في عينة الدراسة وذلك وفق المجموعات الثلاثة المدروسة باستخدام مخطط <b>Box and Whisker Plot</b>	57

## فهرس الجداول

رقم الصفحة	محتوى الجدول	رقم الجدول
71	عدد التيجان الزيركونية الخاضعة للدراسة ونسبتها في مجموعات التجربة	1
76	المقاييس الإحصائية الوصفية لمتغير مقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) في مجموعات الدراسة	2
78	( ) نتائج استخدام اختبار تحليل التباين وحيد الاتجاه One way ANOVA عند المقارنة بين مجموعات التجربة الثلاثة	3
79	نتائج استخدام الاختبارات البعدية Post Hoc Tests(Bonferroni) المرتبطة باختبار تحليل التباين وحيد الاتجاه لمتغير مقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) لدراسة تأثير الطرق المستخدمة في الدراسة على هذا المتغير في مجموعات التجربة الثلاثة	4
109	القيم الرقمية لبيانات مقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) المطبقة على التيجان الزيركونية الخاضعة للدراسة في مجموعات التجربة الثلاثة	5

## فهرس المخططات

رقم الصفحة	محتوى المخطط	رقم المخطط
72	مخطط بياني لإحدى عينات التيجان ثنائية الطبقات	1
72	مخطط بياني لإحدى عينات التيجان وحيدة المرحلة	2
73	مخطط بياني لإحدى 3 عينات التيجان وحيدة المرحلة جزئياً	3

**الباب الأول:**

**المقدمة introduction**

## 1-1-المقدمة Introduction:

ازداد استخدام التعويضات الخزفية الخالية من المعدن في طب الأسنان على مدى العقود الثلاثة الماضية، لتلبية المتطلبات الجمالية العالية المتزايدة للمريض والطبيب، إضافة للتقبل الحيوي العالي، والبقاء طويل الأمد للترميمات، لذلك تطورت عدة أنواع من أنظمة الخزف.

(Guess, Schultheis et al. 2011)

أصبحت الترميمات المعتمدة على الزيركونيا شائعة بشكل متزايد في طب الأسنان، وتستخدم في الحالات السريرية بسبب تقبلها الحيوي، وثبات أبعادها الجيد، واستقرارها الكيميائي، ومقاومتها العالية للكسر مقارنة مع الأنواع الأخرى للخزف السني (Aboushelib, De Jager et al. 2005)، ولكن نتيجة لضعف النواحي الجمالية لترميمات الزيركونيا التقليدية تم تغطيتها بخزف زجاجي لمحاكاة الخواص البصرية للأسنان الطبيعية (Bömicke, Rammelsberg et al. 2017).

ويعد تشظي و/أو انفصال الخزف المغطي المشكلة الأكثر شيوعاً لهذه الترميمات (Von Steyern, Carlson et al. 2005)

أظهرت الدراسات السريرية حدوث كسور في التعويضات المقواة بنواة الزيركونيا، حيث بلغت (6-15%) خلال الفترة 3-5 سنوات، هذه النسبة عالية مقارنة بنسبة كسر التعويضات الخزفية المعدنية والتي تبلغ 4% خلال 10 سنوات. (Pjetursson, Tan et al. 2004)

تم تطوير العديد من التقنيات لتحسين الناحية الجمالية لهذه الترميمات وللتغلب على مشكلة انفصال أو انكسار الخزف المغطي، ومن هذه التقنيات تصنيع ترميمات الزيركونيا من الجيل الثاني أو الثالث

أو الرابع كترميمات وحيدة المرحلة من دون خزف مغطي (Habibi, Dawid et al. 2020) ،  
وأیضا يؤدي تغطية السطح الشفوي فقط بالخزف إلى تحسين الناحية الجمالية والتقليل من انكسار  
الخزف لمثل هذه الترميمات. (Bömicke, Rammelsberg et al. 2017)

## الباب الثاني:

# المراجعة النظرية: Literature review

## 2-1-1- الخزف السني Dental Ceramic

تشق كلمة خزف ceramic من الكلمة اليونانية (keramos) والتي تعني المواد المحترقة (burnts stuff)، ولكنها على وجه التحديد تعني مادة منتجة عن طريق الحرق أو الخبز.

(ALLA 2013)

## 2-1-1-2- تعريف الخزف Definition Of Ceramic

يمكن تعريف الخزف على أنه مزيج من واحد أو أكثر من المعادن مع عناصر غير معدنية مثل الأوكسجين.

عرفت جمعية الخزف الأميركية الخزف بأنه مادة غير عضوية وغير معدنية، والتي تكون عادة بلورية في الطبيعة، وتتكون من عناصر معدنية وعناصر غير معدنية مثل الألومنيوم والأوكسجين (ألومينا- $Al_2O_3$ )، الكالسيوم والأوكسجين (Calcia-Cao)، السيلكون والنتروجين (نتريتد- $si_3n_4$ ).

(Sukumaran and Bharadwaj 2006)

الخزف السني: هو مركب غير عضوي بخواص لا معدنية، ويتألف بشكل أساسي من الأوكسجين وعناصر معدنية أو نصف معدنية مثل: الألومنيوم، الكالسيوم، الليثيوم، المغنيزيوم، الفوسفور، البوتاسيوم، السيلكون، الصوديوم، التيتانيوم، والزيركونيوم. (Babu, Alla et al. 2015)

## 2-1-1-2- تصنيف الخزف السني Classification of dental ceramic:

تم تصنيف الخزف السني بعدة آليات: (JK 2003)

- حسب الاستخدام أو الاستطباب: تختلف الأنظمة الخزفية الكاملة عن بعضها في استطاباتها، حيث يقتصر تطبيق بعض الأنظمة على المنطقة الأمامية، وبعضها الآخر على المناطق

الخلفية، كما يقتصر بعضها على تصنيع التيجان المفردة والوجوه والحشوات الخزفية، بينما يمكن استخدام بعضها الآخر في صنع الجسور .

- **حسب درجة الانصهار: مرتفع درجة الانصهار: أكثر من 1300 درجة مئوية**

متوسط درجة الانصهار: من 1101 إلى 1300 درجة مئوية

منخفض درجة الانصهار: من 850 لـ 1000 درجة مئوية

شديد الانخفاض درجة الانصهار: اقل من 850 درجة مئوية

- **حسب البنية المجهرية:**

⊗ الأنظمة المعتمدة على الزجاج **Glass-based systems**:

تصنع من مواد تحتوي بشكل أساسي على أكسيد السيلكون (المعروف باسم السيلكا أو الكوارتز) ، والتي تحتوي على كميات مختلفة من سليكات الألومينا الموجودة في الطبيعة، وتحتوي على كميات مختلفة من البوتاسيوم والصوديوم، والتي تعرف باسم الفلسبار، يتم تعديل الفلسبار بطرق مختلفة لصنع الزجاج المستخدم في طب الأسنان.

(Shenoy and Shenoy 2010)

تمتلك هذه المواد معامل تمدد حراري منخفض، ولها خصائص ميكانيكية منخفضة مقارنة مع باقي المواد الخزفية، حيث تبلغ قوة الانحناء عادة حوالي 60 - 70 ميغاباسكال،

وتتملك خصائص جمالية ممتازة . (Rezaie, Rizi et al. 2020)

كان أول استخدام لها في طب الأسنان في صنع أسنان الأجهزة المتحركة،، بالإضافة إلى استخدامها في الوجوه الخزفية باستخدام تقنية المثال الافرادي المقاوم للحرارة أو رقائق البلاتين.

(McLaren and Giordano 2010) (Griggs 2007)

☒ الأنظمة المعتمدة في تركيبها على الزجاج مع مواد مائنة:

### :Glass-based systems with fillers Crystalline

تحتوي هذه الأنظمة على بلورات وزجاج، وحسب الأنواع البلورية تقسم إلى ثلاث مجموعات حيث أن أنواع البلورات هي اللوسيت- ثنائي سليكات الليثيوم- الفلورباتيت. إن تركيبة الزجاج هي في الأساس نفس تركيب الزجاج الموجود في الأنظمة المعتمدة على الزجاج، والفرق هو أن كميات مختلفة من أنواع مختلفة من البلورات تمت إضافتها أو نموها في القالب الزجاجي (McLaren and Cao 2009) .

☒ الخزف الزجاجي الفلدسباري الحاوي على نسبة منخفضة إلى متوسطة من اللوسيت

: low-to-moderate leucite-containing feldspathic glass )

ceramic

تسمى هذه المواد بالخزف الفلدسباري، تحتوي على (17-25%vol) من اللوسيت . يضاف اللوسيت إلى هذه المواد لرفع معامل التمدد الحراري للمادة بحيث يمكن تطبيقها فوق النواة المعدنية و الزيركونية، يتم ضبط كمية اللوسيت في الزجاج بناء على نوع النواة ومعامل التمدد الحراري CTE الخاص بهما (McLaren and Cao 2009).

هذه المادة هي عبارة عن مسحوق/ سائل، تستخدم لتغطية النواة المعدنية والخزفية، ويمكن استخدامها في تصنيع الحشوات المصبوبة inlay، onlays، الوجوه الخزفية veneer .

(Guess, Schultheis et al. 2011)

### ☒ الخزف الزجاجي الحاوي على نسبة عالية من اللوسيت حوالي: 50%

#### High leucite-containing glass-ceramic

يعتمد الطور الزجاجي على زجاج الالامينو سليكات، تم تطوير هذه المواد على شكل: مسحوق/ سائل، قطع قابلة للتصنيع الآلي وقطع قابلة للضغط.

الإصدار الأكثر استخداماً هو IPS Empress، وهناك العديد من المنتجات الأخرى في هذه الفئة، تسمى هذه المادة بالخزف الزجاجي والذي نمت فيه المرحلة البلورية داخل القالب الزجاجي من خلال عملية تسمى التبلور (يحتوي الخزف التقليدي أو ما يسمى الفلدسباري على مادة اللوسيت المضافة للقالب الزجاجي).

(McLaren and Cao 2009)

تستطب لصنع الحشوات المصبوبة (onlays، inlays)، الوجوه الخزفية والنتيجان الأمامية.

(Peutzfeldt 2001)

### ☒ الخزف الزجاجي الحاوي على بلورات الليثيوم ثنائي السيليكات

#### : Lithium-disilicat glass-ceramic

تم تقديمه من قبل شركة Ivoclar باسم IPS Empress II، يسمى الآن IPS e.max

حيث تمت إضافة أكسيد الليثيوم لزجاج سليكات الألومينوم.

(McLaren and Cao 2009).

تكون البلورات المتشكلة داخل هذه المادة إبرية الشكل، وتشكل حوالي ثلثي حجم الخزف الزجاجي. يساهم شكل وحجم البلورات في مضاعفة قوة الانحناء ومتانة الكسر لهذه المادة (Della Bona, Mecholsky Jr et al. 2004) تأتي هذه المادة على شكل قطع قابلة للضغط، وقطع تصنع ألياً، يمكن لهذه المادة أن تكون شفافة للغاية حتى مع المحتوى البلوري العالي ويرجع ذلك لمعامل الانكسار المنخفض نسبياً لبلورات ثنائي سيليكات الليثيوم. (Kelly and Benetti 2011).

يمكن استعمالها كتعويضات كاملة التشريح، أو كنواة يمكن تغطيتها بخزف خاص، مادة الخزف المغطي لخزف الليثيوم ثنائي السيليكات هي خزف الألومينوسيليكات، الذي يحتوي على بلورات الفلورباتيت بدلاً من اللوسيت. (McLaren and Cao 2009)

### ☒ الأنظمة المعتمدة على البلورات مع مواد مائنة زجاجية :

#### Crystalline-based systems with glass fillers

تم إدخال الألومينا الملبدة جزئياً والمشربة بالزجاج عام 1988. وتم تسويقها تحت اسم in-cream تم تطوير هذا النظام كحل بديل للخزف المعدني التقليدي، وقد لاقى نجاحاً سريرياً كبيراً .

(Scotti and Catapano 1995).

تتكون المرحلة البلورية من الألومينا، أو الألومينا/زيركونيا، أو خليط الألومينا/المغنيزيا المسمى spinell والذي يتم تصنيعه بواسطة عملية تسمى الصب المعلق slip casting (Pröbster and Diehl 1992) أو يمكن تصنيعها من قوالب مسبقة

التلبيد، ويتم بعد ذلك تشرب هيكل الألومينا أو spinell بزجاج اللانثيوم منخفض اللزوجة عند درجة حرارة عالية.

( McLaren EA, Sorensen JA 1995)

تمتلك هذه الفئة مقاومة انثناء عالية، وهي أكبر ثلاث إلى أربع مرات من أي فئة أخرى من خزف الأسنان. (Giordano, Pelletier et al. 1992) .

يفترض أن هذه المتانة العالية ترجع إلى الطبيعة البلورية الأساسية لهذه الترميمات والحد الأدنى من المرحلة الزجاجية.

يجب استخدام مادة الألومينا/ زيكونيا فقط على الارحاء بسبب ظلاليتها العالية جداً، ليست مثالية للحالات الأمامية.

تعتبر مادة الألومينا/ منغنيزيا من ( in-ceram (spinell ) مثالية للأسنان الأمامية بسبب شفافيتها العالية. تبلغ القوة حوالي نصف مادة الألومينا/ زيكونيا لذلك لاينبغي استخدامها على الأسنان الخلفية. (McLaren and Cao 2009)

### ☒ الأنظمة المعتمدة في تركيبها على البلورات crystalline-based systems

تعتمد في تركيبها على ارتباط بلورات الألومينا أو الزيكونيا مع بعضها دون وجود أي قالب، مما يشكل بنية صلبة متعددة البلورات خالية من الزجاج وخالية من الهواء.

(McLaren and Cao 2009)

## 2-2-2-الزيركونيا Zirconia

## 2-2-1-لمحة تاريخية:

يأتي اسم الزيركونيوم من الكلمة العربية الزارجون (**zargon**) ، وتعني ذهبي اللون، والتي تعتمد على كلمتين فارسيتين **zar** وتعني ذهبي (**gold**) و **gun** وتعني اللون (**color**).

(Piconi and Maccauro 1999)

تم اكتشاف ثاني أكسيد الزيركونيوم من قبل الكيميائي الألماني Martin Heinrich Klaproth **1789**، كما وتم عزله من قبل السويدي Jons Jakob Berzelius **1824**.

(Vagkopoulou, Koutayas et al. 2009)

كان الاقتراح الأول لاستخدام أكسيد الزيركونيوم لأهداف طبية عام **1969**، حيث تم استخدامها لاستبدال المفصل الوركاني بدلا من التيتانيوم أو الألومينا.

(Manicone, Iommetti et al. 2007)

تم دمجها في المراحل الأولى مع العديد من المواد الصلبة ( $ZrO_2$ -CaO،  $ZrO_2$ -MgO،  $ZrO_2$ -Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) وفي السنوات اللاحقة تركزت الجهود البحثية على تطوير  $ZrO_2$ -Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> المعروف باسم الزيركونيا الرباعية متعددة البلورات المستقرة بالايتريا **Y-TZP** ، وتم استخدامه في العديد من التطبيقات مثل مكوك الفضاء ،السيارات ،أدوات القطع.

(Pilathadka, Vahalová et al. 2007)

استخدمت في طب الأسنان في أوائل **1990** لتصنيع الأوتاد، ودعامات الزرعات، والحاصرات التقويمية، ونواة التيجان المفردة، وهياكل الجسور الطويلة.

(Silva, Sailer et al. 2010) (Conrad, Seong et al. 2007)

ومن الخصائص التي تجعل الزيركونيا مفضلة للاستخدام في طب الأسنان هي التقبل الحيوي، الناقلية الحرارية المنخفضة، مقاومتها للتآكل، الصلابة العالية، وذلك بسبب بنيتها المجهرية البلورية تماماً، ومع ذلك لكونها ظليلة يجب أن تغطى بالخرزف لتحسين جماليتها.

(Agustín–Panadero, Román–Rodríguez et al. 2014)

### 2-2-2- البنية البلورية للزيركونيا :

أشكال بلورات الزيركونيا: الزيركونيا النقية لها ثلاث أشكال بلورية اعتماداً على درجة الحرارة: أحادي الميل، رباعي الوجوه، مكعب.

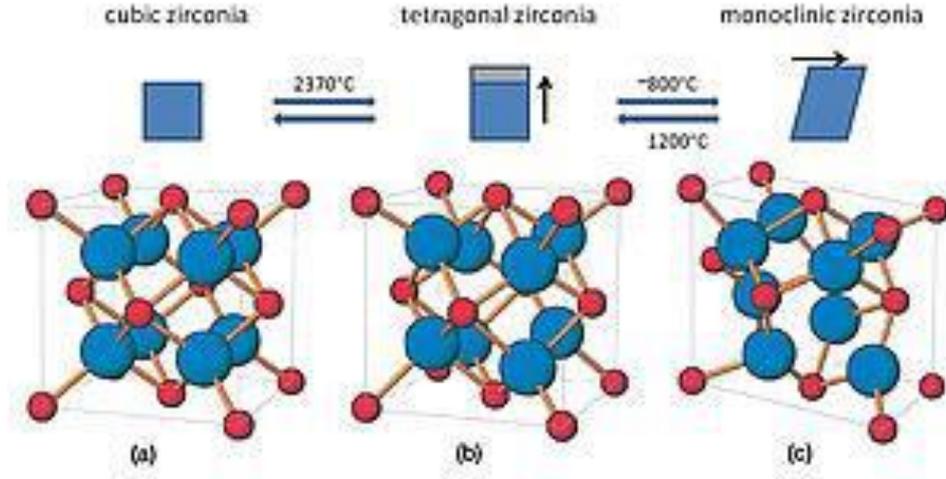
يكون الطور أحادي الميل مستقر في درجة حرارة الغرفة حتى 1170 °C، يتحول هذا الطور إلى الطور الرباعي فوق هذه الدرجة، ويكون مستقر بين 1170 و 2370 °C، وفوق هذه الدرجة نحصل على شكل بلوري مكعب. (Badr 2021)

يكون التحول الطوري لبلورات الزيركونيا عكوساً مما أدى لعدم إمكانية استخدام الزيركونيا النقية في الترميمات السنية، لذلك يتم إضافة أكاسيد الاستقرار المسماة مثبتات مثل : cao ، mgo ، ceo2 ، y2o3 إلى الزيركونيا النقية، حتى يبقى الطور الرباعي مستقر بدرجة حرارة الغرفة.

(Arafa, El–Kouedi et al. 2021)

مما سمح بتوليد مواد متعددة الأطوار المعروفة باسم الزيركونيا المستقرة جزئياً partially (psz) stabilized zirconia.

(Pilathadka, Vahalová et al. 2007)



الشكل (1) أشكال بلورات الزيركونيا

(Pilathadka, Vahalová et al. 2007)

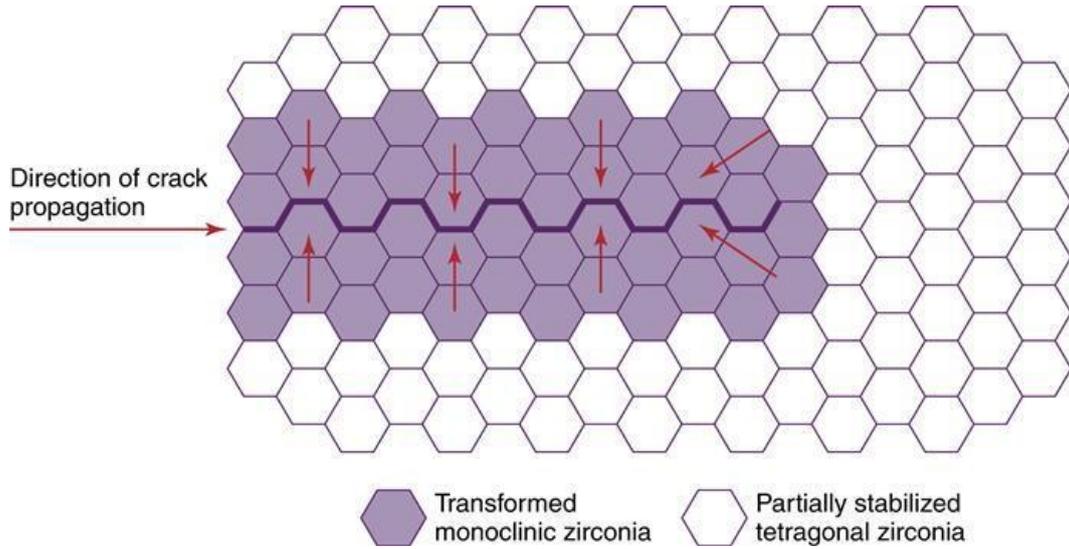
### 3-2-2-آلية مقاومة الانكسار Mechanism of fracture resistance

عند حدوث تصدع في ترميمات الزيركونيا المستقرة جزئياً فإن قوة الشد على جانبي الصدع تؤدي إلى تحول الطور الرباعي T إلى الطور أحادي الميل M ، مترافقة بزيادة في حجم البلورة % 3-5 ، مما يولد إجهادات ضغط حول منطقة التصدع تمنعه من الامتداد وتكون النتيجة منع الكسر من التقدم والاستمرار .

هذه الخاصية معروفة باسم التقوية بالتحول "Transformation Toughening" أو تقوية

التحول الطوري "Phase Transformation Toughening" (PTT)

(Zarone, Russo et al. 2011)



الشكل (2) آلية مقاومة الانكسار

(التجي، س، غزال. م 2013)

يمكن أن تفسر هذه الآلية مع حجم الحبيبات سبب تقديم الزيركونيا مقاومة انحناء ومقاومة كسر أعلى من المواد الخزفية الأخرى.

يؤثر حجم الحبيبات بشكل كبير على السلوك الميكانيكي للزيركونيا، ويزداد حجم الحبيبات بازدياد درجة الحرارة وبزيادة وقت التليد. (Chevalier, Deville et al. 2004)

إن حجم حبيبات الزيركونيا المثالية **1 ميكرومتر**، وعندما تكون الزيركونيا أكبر من هذا الحجم تكون أكثر عرضة للتحويل الطوري (PTT) التلقائي، في حين حجم الحبيبات الأصغر يجعل الزيركونيا أقل حساسية لهذه الظاهرة. (Heuer, Claussen et al. 1982)

وعندما تكون حجم حبيبات الزيركونيا أقل من **0,2 ميكرومتر** لا تحدث خاصية التقوية بالتحويل (PTT) وتقل مقاومة الزيركونيا. (Cotton and Mayo 1996)

## 4-2-2- أنواع الزيركونيا المستخدمة في طب الأسنان : Types of zirconia in dentistry

### 1-الالومينا المقواة بالزيركونيا (ZTA) zirconia-toughened alumina :

هي عبارة عن ألومينا مقواه بالزيركونيا مشربة بالزجاج ،المنتج المتوفر تجارياً هو:

. In-Ceram® Zirconia® (Vident™, Brea, CA)

طور بإضافة 33 vol.% of 12mol% ceria stabilized zirconia (12Ce-TZP) إلى

In-Ceram® Alumina®، تمثل المرحلة الزجاجية تقريباً 23% من المنتج النهائي.

تتم معالجة In-Ceram® Zirconia® إما بواسطة الصب المعلق ( slip-casting ) أو

الخرط الطري (soft machining) ،تكون مساميتها أعلى من تلك الموجودة في 3Y-TZP وتبلغ

بين 8-11% . تظهر البنية الدقيقة In-Ceram® Zirconia® في الشكل(3) حيث تبدو

حبيبات الزيركونيا أكثر إشراقاً مقارنة بحبيبات الالومينا الداكنة.

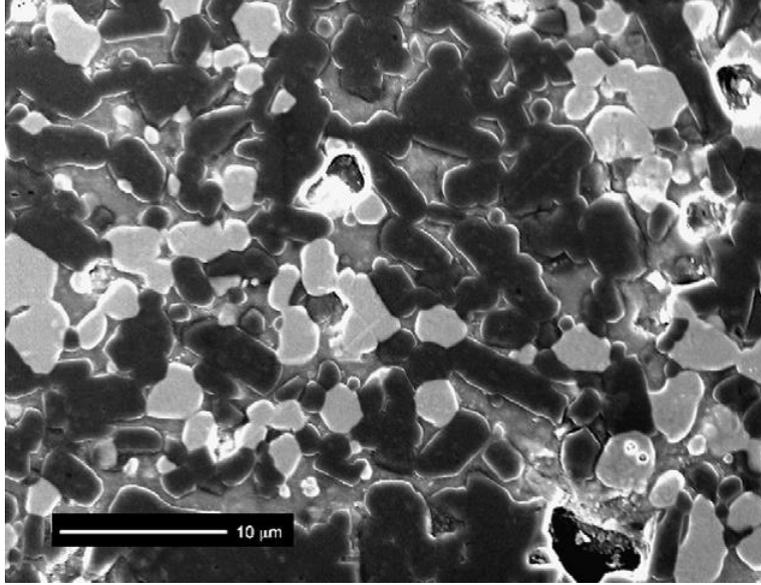
(Denry and Kelly 2008)

وفقا للشركة المصنعة فإن ZTA مناسبة لهياكل الجسور المكونة من ثلاث وحدات،

وغير مناسبة للحالات التي تكون فيها الناحية الجمالية أمر بالغ الأهمية بسبب ظلاليتها الشديدة

وشفافيتها المنخفضة ، ولها قدرة عالية على إخفاء لون الدعامات المتلونة.

(Zarone, Russo et al. 2011)



الشكل (3) البنية المجهرية للألومينا المقواة بالزيركونيا

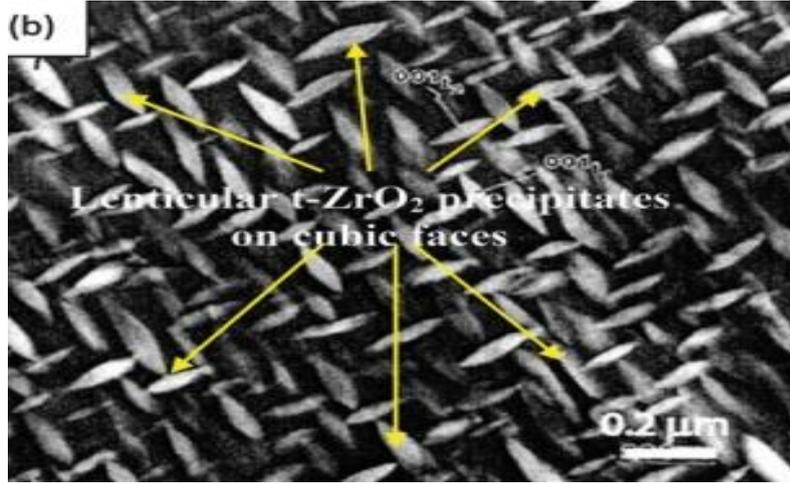
(Denry and Kelly 2008)

## 2-الزيركونيا المستقرة جزئياً المعتمدة على المغنيزيوم

### : magnesium cation-doped partially stabilized zirconia (Mg-PSZ)

تتكون البنية المجهرية لها من الزيركونيا رباعية الوجوه مترسبة ضمن الزيركونيا ذات الشكل المكعب، عنصر الاستقرار المضاف هو (8-10%) مول من اوكسيد المغنيزيوم (mgo). لم يتم استخدام هذه المادة على نطاق واسع في مجال طب الأسنان بسبب مساميتها العالية المرتبطة بحجم الحبيبات الكبير (30-60) نانوميتر والتي يمكن أن تسبب التآكل، استقرارها منخفض، خصائصها الميكانيكية ضعيفة بشكل عام على وجه الخصوص عند مقارنتها مع 3Y-TZP.

(Zarone, Russo et al. 2011)



الشكل (4) البنية المجهرية للزركونيا المستقرة جزئياً المعتمدة على المغنيزيوم

. (Kelly and Denry 2008)

### 3-الزركونيا الرباعية متعددة البلورات المعتمدة على الايتريا

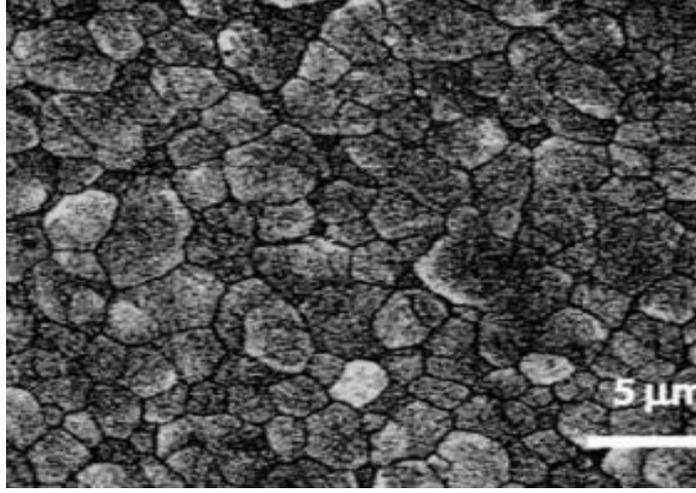
#### : yttrium cation-doped tetragonal zirconia polycrystals (3Y-TZP)

يتكون هذا النوع من حبيبات قابلة للتحويل على شكل حرف T ،مستقر بإضافة 3 مول من اوكسيد

الايتريوم ،تظهر هذه المادة مسامية منخفضة وكثافة عالية. في الوقت الحالي هو الشكل الأكثر

شيوفاً وتكراراً و المتاح تجارياً لتطبيقات طب الأسنان.

(Denry and Kelly 2008)



الشكل (5) البنية المجهرية الزيركونيا الرباعية متعددة البلورات المعتمدة على الايتريا

(Kelly and Denry 2008)

## 2-2-5- أجيال الزيركونيا : Zirconia generations

### الجيل الأول : First generation (3Y-TZP) :

يتكون من زيركونيا متعددة البلورات رباعية الوجوه مستقرة جزئياً، ويحتوي على 3% مول من الايتريا و 0,25% بالوزن ألومينا.

تمتلك مواد هذا الجيل مقاومة انحناء حوالي 1300-1500 ميغاباسكال

تظهر هذه المواد بعد التليد حجوم حبيبات صغيرة تبلغ تقريباً 0,5 ميكرومتر تسبب انكساراً قوياً

للضوء وظلالية واضحة داخل المادة . (Rosentritt, Preis et al. 2020)

تستخدم بشكل أساسي لتصنيع النواة الداعمة للتيجان والجسور التي سيتم تغطيتها بالخرزف الزجاجي في المنطقة الأمامية والخلفية. (Zhang and Lawn 2018)

على الرغم من أن هذه المواد توفر قوة عالية عند تطبيقها كنواة، ولكنها تعتبر غير مرضية من الناحية الجمالية، وتتطلب تغطيتها بخرزف زجاجي، ولا يمكن استخدامها كترميمات وحيدة المرحلة.

( Rosentritt, Preis et al. 2020)

تعتبر هذه الترميمات بديلة للترميمات الخزفية المعدنية، ويعد تشظي أو انفصال الخرزف المغطي أكثر المشاكل السريرية شيوعاً في هذا الجيل، لهذا حاول الباحثون زيادة شفافية الزيركونيا نفسها لتجنب القشرة الخزفية، وكان ذلك في الأجيال الأخرى من الزيركونيا

### الجيل الثاني: ( 3Y-TZP)second generation

أظهر هذا الجيل بعض الاختلاف عن الجيل الأول في درجة نفاذية الضوء، وذلك من خلال تغيير في محتوى الألومينا، والذي تم تقليله من **0.25% wt** إلى **0,05 %wt**

(Zhang, Inokoshi et al. 2016)

عندما تم تقليل عدد وحجم حبيبات الألومينا أدى ذلك إلى إعادة توزيعها على حدود حبيبات الزيركونيا الأمر الذي أدى إلى اختلاف مؤشر الانكسار لحبيبات الألومينا عن ذلك الموجود في حبيبات الزيركونيا وبالتالي زاد نقل الضوء و زادت الشفافية.

( Filser, Kocher et al. 2001)

يمتلك هذا الجيل خصائص ميكانيكية مرضية.

يعتبر هذا الجيل مناسب للترميمات الخلفية وحيدة المرحلة، ولكنه لايزال غير مناسب جمالياً بشكل كافي لاستخدامه كترميمات وحيدة المرحلة في المنطقة الأمامية.

ولكنها ع الأقل مهدت الطريق لمزيد من التحسينات . (Zhang and Lawn 2018)

### الجيل الثالث: (5Y-TZP) Third Generation

ظهر الجيل الثالث 5Y-TZP عام 2015 حيث تم زيادة محتوى الايتريا إلى 5% مول، يحتوي هذا الجيل مايقرب 50% من الطور المكعب من بلورات الزيركونيا.

(Kwon, Lawson et al. 2018)

زيادة محتوى الايتريا إلى 5 مول يحافظ على كلا الطورين المكعب والرباعي مستقر في درجة حرارة الغرفة. (Rosentritt, Preis et al. 2020)

يتم تحقيق الطور المكعب بسبب وجود محتوى أعلى من أكسيد الايتريوم في مادة الزيركونيا، مما يجعل الزيركونيا أكثر استقراراً، وأكثر مقاومة للشيخوخة الحرارية المائية، وبالتالي أقل عرضة للتلف في درجات الحرارة المنخفضة . (Inokoshi, Vanmeensel et al. 2015)

السبب الرئيسي لازدياد الشفافية هي الخواص المتماثلة للطور المكعب، الذي يمنع انكسار الطور الرباعي المتبقي، مما يقلل من معامل التشتت البصري . (Zhang, Reveron et al. 2019)

تتأثر الشفافية أيضاً بالبنية المجهرية، حيث تزداد الشفافية مع نقصان عدد الحبيبات على الحدود، وبالتالي ترتبط بزيادة حجم الحبيبات. (Jansen, Lümke et al. 2019)

تقع حجم الحبيبات في الجيل الأول والثاني ضمن المجال ( $1-0,5$ ) ميكرو متر مع وجود الطور الرباعي فتبدو المواد أكثر ظلالية .

تعود الشفافية المحسنة في مواد الجيل الثالث إلى أن حجم الحبيبات اكبر من  $1,5$  ميكرو متر مع ازدياد في محتوى الطور المكعب . (Zhang and Lawn 2018)

حيث أن انكسار الضوء يحدث في الغالب عند حدود الحبيبات، ومقارنة بالبلورات الرباعية البلورات المكعبة تظهر حجم حبيبات أكبر لذلك تحسنت الشفافية. (Rosentritt, Preis et al. 2020)

كلما ارتفعت درجة حرارة التلييد ومحتوى الايتريا، كلما ازداد حجم الطور المكعب داخل مادة الزيركونيا. (Matsui, Yoshida et al. 2008)

يعاني هذا الجيل من انخفاض مقاومة الانحناء و مقاومة الكسر بسبب غياب خاصية التقوية بالتحول الموجودة في  $3Y\_TZP$  (Carrabba, Keeling et al. 2017)

وبسبب أن الجيل الثالث لايفي بالمتطلبات الميكانيكية للجسور الطويلة تم إنتاج الجيل الرابع

### الجيل الرابع (4Y-TZP) fourth generation

يحتوي حوالي 30% من الطور المكعب من بلورات الزيركونيا.

تم تطويره لموازنة الخصائص البصرية والميكانيكية بين الجيلين الثاني والثالث، حيث يظهر شفافية أعلى من  $3Y-TZP$  وأقل من  $5Y-TZP$ ،. يستطب لصنع الجسور الطويلة (هياكل أو جسور وحيدة المرحلة )، وتيجان أمامية أو خلفية وحيدة المرحلة.

(Rosentritt, Preis et al. 2020)

البيانات العلمية عن الجيلين الثالث والرابع محدودة للغاية .

وهكذا نجد أن الزيركونيا تطورت من هياكل للتعويضات السنوية الثابتة في المنطقة الأمامية والخلفية، إلى ترميمات وحيدة المرحلة في المنطقة الخلفية، ثم ترميمات وحيدة المرحلة في المنطقة الأمامية.

في الآونة الأخيرة لزيادة تحسين الخصائص الجمالية للترميمات السنوية تم تطوير أنظمة زيركونيا متعددة الطبقات، ويهدف هذا التصميم إلى محاكاة تدرج الظل الملحوظ في الأسنان الطبيعية، حيث المنطقة القاطعة في التاج أكثر شفافية ويزداد الإشباع كلما اتجهنا نحو اللثة.

(Kolakarprasert, Kaizer et al. 2019)

## 2التلف بدرجات الحرارة المنخفضة (LTD) (Low\_temperature degradation)

تعاني مادة Y-TZP من ظاهرة التلف بدرجات الحرارة المنخفضة LTD المعروفة ب *شيخوخة*

*الزيركونيا Aging* . (Vagkopoulou, Koutayas et al. 2009)

كانت هذه الظاهرة من المساوى الرئيسية لترميمات الزيركونيا مقارنة بالترميمات الخزفية المعدنية التي لوحظ حدوثها في الزيركونيا بدرجات الحرارة المنخفضة.

(Deville, Chevalier et al. 2006)

تم وصفها لأول مرة بواسطة kobayashi وزملاؤه عام 1981 (Kobayashi, Kuwajima et

al. 1981)

تحدث تحولات بطيئة من الطور الرباعي إلى الطور أحادي الميل في درجات حرارة منخفضة نسبياً 400-150 ، تبدأ عند سطح الزيركونيا وبعد ذلك تتقدم إلى كتلة المادة .

يصاحب تحول حبيبة واحدة زيادة في الحجم، مما يسبب ضغط الحبيبات المحيطة وتصدعات مجهرية .

يؤدي تغلغل الماء في هذه التصدعات إلى تفاقم عملية تحلل السطح وتقدم عملية التحول

ينتج عن نمو منطقة التحول تصدعات مجهرية ، و خشونة السطح مما يؤدي في النهاية إلى ضعف الخواص الميكانيكية (Kelly and Denry 2008) .

تتأثر هذه الظاهرة بمتغيرات البنية المجهرية مثل حجم الحبيبات (Lawson 1995) ، كمية المثبت (Hannink, Kelly et al. 2000) وجود الجهود المتبقية (Kim, Covel et al. 2010)

مواد الزيركونيا **3y-tzp** معرضة للشيخوخة المائية الحرارية، حيث تخترق جزيئات الماء حدود الحبيبات مسببة تحول طوري من الطور رباعي الوجوه إلى الطور أحادي الميل، والذي يصاحبه انخفاض في الخواص الميكانيكية. (Chevalier, Cales et al. 1999)

أما مواد الزيركونيا مع محتوى أعلى من المرحلة المكعبة أقل عرضة للشيخوخة بسبب أن الطور المكعب لا يخضع لطور التحول. (Pereira, Guilardi et al. 2018)

أبلغ Camposilvan وزملاؤه عن الغياب الكامل للتدهور الحراري المائي لمواد الزيركونيا عالية الشفافية **5y tzp** ، على عكس مواد الزيركونيا **3y-tzp** ، وأشار إلى أن تطبيق التزجيج يحمي الزيركونيا من التدهور الحراري المائي. (Camposilvan, Leone et al. 2018)

تم تلخيص المعلومات الرئيسية للشيخوخة من قبل: swab:

- إن درجة الحرارة المؤهبة لتطور الشيخوخة هي 200-300 درجة مئوية
- من أضرار حدوث الشيخوخة انخفاض القوة والصلابة والكثافة إضافة إلى زيادة المحتوى أحادي الميل
- يحدث انخفاض الخواص الميكانيكية بسبب التحول من الطور رباعي الوجوه إلى الطور أحادي الميل  $t \rightarrow m$
- يبدأ التحول  $t \rightarrow m$  على السطح ويتقدم في كتلة المادة .
- يتعزز التحول من الطور الرباعي إلى الطور أحادي الميل  $t \rightarrow m$  في الماء أو البخار .
- تقليل حجم الحبيبات و/أو زيادة في تراكيز أكاسيد التثبيت يقلل من معدل التحول .

(Swab 1991)

### 2-2-7-التقبل الحيوي:

الزيركونيا عبارة عن مواد خاملة كيميائياً ،حيث لم يتم الإبلاغ عن أي ردود فعل سلبية موضعية أو جهازية، كما وأكدت الدراسات السريرية والمخبرية التقبل الحيوي العالي لـ  $y-tzp$  خاصة عندما يتم تنقيتها من الشوائب.

ليس للزيركونيا أي تأثير مسرطن وليست سامة خلويًا وليس لها تأثيرات على الخلايا الليفية ولم تلاحظ في خلايا الدم

تحقق غرسات الزيركونيا المستقرة جزئياً ذات المرحلة الواحدة استقراراً طويلاً المدى دون أي مشاكل ميكانيكية حيوية، ولوحظ أن الاستعمار البكتيري على أسطح الزيركونيا تكون أقل من تلك الموجودة في التيتانيوم. (Vagkopoulou, Koutayas et al. 2009)

2-3- تصنيف الترميمات السنية المعتمدة في تركيبها على الزيركونيا من حيث نموذج التصنيع:

1. التقليدي (ثنائي الطبقات Bi-Layered )

2. وحيدة المرحلة Monolithic

3. وحيد المرحلة مغطى جزئياً بخزف من الدهليزي Semi monolithic

(Bakitian, Seweryniak et al. 2018)

2-3-1- تيجان الزيركونيا التقليدية (ثنائية الطبقات Bi-Layered )

يتكون التاج من طبقتين: نواة زيركونية 3Y-TZP مغطاة بخزف زجاجي

سبب تغطية النواة بقشرة خزفية في هذا التصميم هو الخواص البصرية الضعيفة للمادة نفسها،

لذلك تحتاج إلى تغطية بمواد خزفية عالية الجمالية لتحقيق تشابه مقبول مع الأسنان الطبيعية.

يتم تطبيق الخزف الزجاجي منخفض القوة فوق نواة الزيركونيا عالية القوة للجمع بين القوة

والنتائج الجمالية. (Pilathadka and Vahalová 2007)

أظهرت العديد من الدراسات السريرية أنه على الرغم من الخصائص الميكانيكية الممتازة ل

Y-TZP فان انكسار و تشطي الخزف المغطي هو مشكلة سريرية شائعة في هذا التصميم

(Bakitian, Seweryniak et al. 2018)

### 2-3-1-1-1-التقنيات المستخدمة في صنع التعويضات ثنائية الطبقات : يتم أولاً تصنيع النواة

الزيركونية ثم القشرة الخزفية

#### ❖ تصنيع النواة الزيركونية الداعمة:

تتم بطريقتين: طريقة النسخ الآلي

طريقة CAD/CAM

#### ▪ طريقة النسخ الآلي : Copy-Milling Technique (النجار ب)

طبقت هذه التقنية لأول مرة في نظام celay ،حيث تم استخدام أجهزة التصنيع الآلي

للحصول على نواة الترميم من قطع من الخزف الزجاجي الحاوي على بلورات الألومينا

كما في نظام celay in –ceram أو الحاوي على بلورات الألومينا الزيركونيا كنظام

celay in –ceram zirconia ، ثم استخدمت هذه التقنية في تصنيع نواة الزيركونيا من

قبل العديد من الأنظمة التجارية.

تتم عملية النسخ الآلي كما يلي:

يصنع قالب من الراتنج أو الشمع بسماكة 0,8 ملم على السن المحضرة ثم يثبت على

حامل خاص في الجهة اليسرى من وحدة النسخ الآلي أو المسح.

تثبت القطع الخزفية المعدة للنسخ الآلي على الحامل الأيمن للجهاز.

يمسح القالب آلياً بواسطة رأس مسح خاص في جهاز النسخ الآلي ليتم تشكيل نواة

مماثلة له في الأبعاد من القطعة الخزفية .

## ▪ طريقة التصميم بمساعدة الحاسب /التصنيع بمساعدة الحاسب CAD/CAM

التعريف:

CAD: تعني التصميم بمساعدة الحاسب

CAM: تعني التصنيع بمساعدة الحاسب

كل أنظمة CAD/CAM تحتوي ثلاث عناصر:

1-أدوات رقمية/ ماسح ضوئي يحول شكل السن المحضر إلى بيانات رقمية يمكن معالجتها بواسطة الحاسب.

2-البرامج التي تعالج البيانات الرقمية وترسلها إلى الأدوات المخصصة للتصنيع .

3-تقنية إنتاج تحول البيانات المرسله إلى المنتج المطلوب .

(Beuer, Schweiger et al. 2008)

أنواع أنظمة CAD/CAM حسب طرق الإنتاج: حيث يمكن أن تنتج ترميمات CAD/CAM

بثلاث طرق:

1-chair side production: يتضمن أخذ طبعة رقمية للسن المحضر على كرسي الأسنان،

وإنتاج الترميمات في نفس الجلسة ،وهذه الطريقة لاتتضمن إشراك المختبر في العمل.

2-laboratory production: تشبه لحد ما الطريقة التقليدية حيث يأخذ الطبيب الطبعة ويرسلها

إلى المختبر، حيث يقوم فني المخبر ببقية الأعمال.

3-centralized production: يتم أخذ الطبعة، ومن ثم تحويل المثال الرئيسي إلى صيغة رقمية في المختبر، ثم يتم إرسالها إلى المركز المختص المعتمد من قبل الشركة المصنعة عبر الانترنت، حيث يصنع الترميم ويرسل إلى الطبيب. (Aslam and Nadim 2015)

✚ تستخدم هذه الأنظمة سلسلة من العمليات تتضمن المسح الضوئي- التصميم - النحت ،

يقوم جهاز الماسح الضوئي بتحويل شكل الأسنان المحضرة إلى معلومات ثلاثية الأبعاد،

ثم يترجم الحاسوب هذه المعلومات إلى خريطة ثلاثية الأبعاد، ثم يقول بعمل تصميم

للتعويض، ومن بعدها تقوم وحدة النحت بمساعدة الحاسوب على نحت المادة التعويضية

للحصول على التعويض المطلوب. (Freedman, Quinn et al. 2007)

### يوجد نوعين من القوالب الزيركونية المستخدمة في أنظمة: CAD/CAM

قوالب ملبدة بشكل كامل: لا تحتاج النواة للتليد بعد الانتهاء من تصنيعها .

قوالب ملبدة بشكل جزئي: وتلبد بشكل كامل بعد التصنيع حيث يتم تصنيعها بنسبة تكبير 20%

لتعويض التقلص اللاحق أثناء التليد. (Denry 2013)

تتميز القوالب الملبدة بشكل جزئي بأن عملية تصنيعها أسرع، وتآكل الأجهزة والأدوات اقل .

أما القوالب الملبدة بشكل كامل انطباقها الحفافي أفضل، ولكنها تسبب تآكل بالأدوات، وتسبب

صدوع مجهريه بالمادة، مما يؤدي إلى تدني المتانة الميكانيكية للترميم .

(Miyazaki and Hotta 2011) (Raigrodski 2004)

مع ذلك الدراسات في المختبر تدعم استخدام كلا النوعين.

(AL-AMLEH, Lyons et al. 2010)

### ❖ تقنيات تطبيق القشرة الخزفية فوق النواة الزيركونية:

#### • تقنية الطبقات (LV) Traditional Layering Veneering Technique :

يتم مزج بودرة الخزف مع السائل، ويطبق مباشرة على نواة الزيركونيا الملبدة، تتضمن هذه التقنية:الضغط، الخبز، التزجيج . (Turgut 2020)

تحتاج ع الأقل لثلاث دورات لخبز الخزف (خبز الخزف العاجي والمينائي والتزجيج ) ( Turk, Ulusoy et al. 2015) ، وتتطلب فني أسنان ماهر، وان يمتلك الخزف المغطي معامل تمدد حراري مماثل للزيركونيا. (Juntavee and Serirojanakul 2019)

#### • تقنية الضغط (OP) The Over Pressing Technique :

تتطلب تشميع التعويض بشكله النهائي على هيكل الزيركونيا، متبوعًا بالكسي والضغط بالحرارة باستخدام خزف قابل للصب .(Al-Wahadni, Shahin et al. 2018)

#### • تقنية التصميم والتصنيع بمساعدة الحاسب (CAD-On Technique)

تعرف هذه التقنية باسم: تقنية التغطية الرقمية Digital veneering technique .

(Mahmood, Linderoth et al. 2016)

حيث أن نواة الزيركونيا والقشرة الخزفية المغطية يتم تصميمهما معا في برنامج CAD .

يتم استخدام طريقتين مختلفتين لتصنيع القشرة :

في الطريقة الأولى :يتم صنع طبقة القشرة من الخزف الزجاجي ليثيوم ثنائي السيليكات، وترتبط النواة مع القشرة بواسطة مسحوق الخزف الزجاجي.

(Beuer, Schweiger et al. 2009)

في الطريقة الثانية: يتم صنع القشرة من بلوكات الخزف الفلدسباري، ويتم تثبيته على نواة الزيركونيا بواسطة اسمنت راتنجي. (Schmitter, Mueller et al. 2013)

أظهرت نتائج واعدة مقارنة بمواد القشرة التقليدية، ومع ذلك لديها قيود في التصميم تحد من الاستخدام السريري لها. (Johansson, Kmet et al. 2014)

#### • التقنية المضاعفة: (Double Veneering Technique) :

يتم في هذه الطريقة ضغط طبقة من الخزف فوق النواة الزيركونية (تقنية الضغط) ويتم بعده تلييد طبقة أخرى من الخزف المغطي فوق طبقة الخزف المحقون (تقنية الطبقات) ، إن هذه التقنية تخلق ترميمات أكثر جمالية. (Luo and Zhang 2010)

#### 2-1-3-2 المشكلات المرافقة للترميمات المعتمدة على الزيركونيا ثنائية الطبقات :

##### 1-انكسار الخزف المغطي: fracture of the veneering ceramic

يعتبر انكسار أو تشطي الخزف المغطي من أهم المضاعفات الحاصلة في تعويضات الخزف الكامل المعتمدة على الزيركونيا .

##### تصنيف أنماط الكسر:

يصنف نمط كسر الترميمات حسب Konstantions And Agustin إلى:

**التشطي (Chipping):** عندما يحدث الكسر في القشرة الخزفية بدون التأثير على السطح بين النواة – القشرة الخزفية .

**كسر التصاقي (Adhesive):** عندما يحدث الكسر في منطقة ارتباط النواة – الخزف المغطي .

Agustín–Panadero, Fons–Font et al. ) (Michalakis, Stratos et al. 2009)  
(2012)

❖ أسباب حدوث الكسر في الخزف المغطي:

• خشونة سطح الخزف: فشل الخزف المغطي في العديد من الدراسات السريرية مرتبط بخشونة السطح بسبب التعديل الاطباقي. (Sailer, Gottner et al. 2009)

لذلك يجب أن نولي انتباه خاص للجوانب الديناميكية والثابتة للإطباق في الترميمات المعتمدة على الزيركونيا. التعديل الاطباقي يجب أن يكون بحبيبات ماسية ناعمة تحت الارزاز المائي متبوعا بنظام تلميع شامل. (Guess, Schultheis et al. 2011)

• ضعف طبقة الخزف: تعتبر كمادة قشرة خزفية (مقاومة الانحناء تقريبا 90-120 ميغاباسكال) ضعيفة مقارنة مع مادة النواة القوية جداً إذ أن القشرة الخزفية معرضة للفشل عند الجهود المنخفضة أثناء وظيفة المضغ. (Christel, Meunier et al. 1989)

• تصميم الهيكل: تمت مناقشة عدم وجود دعم موحد لطبقة القشرة بسبب التصميم غير المناسب للهيكل كسبب محتمل للتشطي، وأظهرت الدراسات المخبرية أن الكسور داخل القشرة الخزفية المغطية لايمكن تجنبها مع تحسين الدعم، ولكن حجم الكسور تناقصت بشكل ملحوظ. (Lorenzoni, Martins et al. 2010)

• زيادة ثخانة القشرة الخزفية: تبين أن بناء طبقة ثخينة من الخزف المغطي فوق نواة الزيركونيا ذات الناقلية الحرارية المنخفضة يولد جهود شد مرتفعة ضمن طبقة الخزف، مثل هذه الجهود سوف تسبب فشل أولي للخزف (Shirakura, Lee et al. 2009)

❖ أما بالنسبة للانكسار الحاصل في السطوح البينية بين النواة والخزف المغطي (Adhesive Failure) فقد تم تحديد العوامل التالية لتقليل قوة الرابطة بين القشرة الخزفية

والنواة الزيركونية

(Vagkopoulou, Koutayas et al. 2009 )

- الإجهاد المسبق: بسبب الاختلاف في معاملات التمدد الحراري للنواة والخزف المغطي حيث يؤدي هذا الاختلاف لبقاء جهود بالقرب من منطقة الارتباط وتؤدي إلى الفشل (Aboushelib, Kleverlaan et al. 2006). الشركات المصنعة حاليا طورت مواد خزفية متوافقة في تمددها الحراري مع نواة الزيركونيا. ( Vagkopoulou, Koutayas et al. 2009 )

- ضعف ترطيب النواة بواسطة الخزف المغطي: حيث يتم تطبيق مادة وسيطة بين نواة الزيركون وبعض أنواع الخزف المغطي بهدف تحسين قوة الارتباط بينهما . (Denry and Kelly . 2008) .

- التحول الطوري لبلورات الزيركونيا في السطح البيني للنواة/ القشرة بسبب التأثيرات الحرارية أو ضغوط التحميل.

- الخلل المتكون أثناء التصنيع :يتعلق الخلل الحاصل بنوع المادة الخزفية المستعملة وطريقة تطبيقها لذا نجد أن العيوب الناتجة عن استخدام تقنية الحقن اقل من العيوب الناتجة عن تقنية الطبقات لان تقنية الحقن تكون أكثر دقة أما تقنية الطبقات هي تقنية حساسة ودقيقة وتخضع للعديد من المؤثرات كبناء الخزف ومراحل الخبز. (Beuer, Schweiger et al. 2009)

- تشكل عيوب مجهرية في بنية السطح الفاصل بين نواة الزيركونيا والخزف المغطي مثل المسامية والتكتلات والفجوات والشوائب ومناطق كبيرة ذات مظهر حبيبي .

(Vagkopoulou, Koutayas et al. 2009 )

❖ يصنف تشظي الخزف المغطي وفقاً لـ Heintze Androusson حسب الشدة وطريقة الإصلاح على النحو التالي:

- **الدرجة الأولى:** التشظي السطحي الصغير، ويكون العلاج بتلميع سطح الترميم.
- **الدرجة الثانية:** التشظي السطحي المعتدل، ويكون العلاج باستخدام نظام الإصلاح من الراتنج المركب.
- **الدرجة الثالثة:** تشظي شديد بالخزف المغطي أدى إلى ظهور نواة الزيركونيا والعلاج يكون باستبدال التعويض التالف. (Heintze and Rousson 2010)
- أظهرت الدراسات التي قام بها Raigrodski وزملاؤه Anusavice and Heintze أن الأنواع الأكثر شيوعاً من تشظي التعويضات الثابتة المعتمدة على الزيركونيا هي من الدرجة الأولى والثانية والتي لا تتضمن فشل الترميم

(Raigrodski, Hillstead et al. 2012)

(Heintze and Rousson 2010) (Anusavice 2012)

## 2- كسر كتلة نواة الزركون (Guess, Schultheis et al. 2011) :

يعتبر الكسر في النواة نادراً، بسبب مقاومة الانكسار العالية للزركونيا، والعائدة لمتانة التحول، والتي تسبب زيادة في حجم الزركونيا عند تعرضها للجهد، وبالتالي تولد جهداً انضغاطياً حول ذروة الصدع مما يمنع نموه .

وقد أبلغت الدراسات أن الكسر قد يحدث بسبب:

الحمل الاطباقي الزائد الناجم عن الصرير.

الرضوض أو الصدمات.

السماكة غير الكافية للهيكل أقل 0,3 مم.

2-3-2- تيجان الزركونيا وحيدة المرحلة **monolithic zirconia crowns** :

تأتي كلمة monolithic من الكلمة اليونانية monolithos وتعني الحجر الواحد (single stone)

يتم وصف التعويض بأنه monolithic عندما يتألف من مادة واحدة في وحدة واحدة.

(Stawarczyk, Keul et al. 2017)

حظي التصميم وحيد المرحلة بشعبية متزايدة على مدى العقد الماضي، لأنه يعتقد انه يتحمل الجهود العالية أثناء الوظيفة دون التعرض لخطر كسر قشرة الخزف المغطي.

للتغلب على ضعف الخواص البصرية تم تطوير مواد شفافة من الزركونيا (الجيل الثاني) من اجل

الترميمات وحيدة المرحلة غالباً ما يشار إليها بـ **monolithic translucent zirconia** .

(Zhang 2014) ولها خصائص ميكانيكية قابلة للمقارنة مع الزركونيا التقليدية في الدراسات

المخبرية و السريرية قصيرة الأمد واستخدمت كترميمات وحيدة المرحلة في المنطقة الخلفية

في الآونة الأخيرة كانت هناك محاولات ملحوظة لصنع زيكونيا شفافة وحيدة المرحلة لاستخدامها في الحالات السريرية ذات المتطلبات الجمالية العالية ( الجيل الثالث )، ومع ذلك فإن الشفافية المكتسبة محدودة دون تخفيض الخصائص الميكانيكية للمادة. ( Zhang, Inokoshi et al. 2016) هذا الجيل من الزيكونيا عالية الشفافية (الجيل الثالث ) لا يملك الكثير من البيانات السريرية طويلة الأمد لذلك يجب استخدامها بحذر

يتم تصنيع هذه الترميمات باستخدام CAD/CAM، وهذه الترميمات لا تغطي بقشرة خزفية ويمكن أن تنهى إما بالتلميع أو بوضع طبقة glaze. (Hmaidouch, Müller et al. 2014)

#### -المزايا:

تمتلك ترميمات الزيكونيا وحيدة المرحلة التي تم تصنيعها ب CAD/CAM مزايا كثيرة:

1-قوة انتشاء عالية

2-تتطلب تحضير أقل وبالتالي المحافظة على النسج السنية

3-تقليل سحل الأسنان المقابلة

4-جمالية مقبولة

6-جلسات أقل

7- باعتبارها وحيدة المرحلة فإنها تتخلص من المضاعفات غير المرغوب فيها المتمثلة بتشطي

الخزف (Albashaireh, Ghazal et al. 2010) (Christensen and BruxZir 2014)

## المساوي:

كانت هذه الترميمات تعاني حتى سنوات قليلة مضت من الأداء الجمالي المنخفض، بسبب عدم قدرتها على تحقيق شفافية مرضية (Tong, Tanaka et al. 2016) ، ومع ذلك فإن التعديلات الأخيرة في التركيب والبنية أدت إلى تطوير زيركونيا وحيدة مرحلة ذات شفافية عالية ولكن مع انخفاض كبير بالقوة. (Muñoz, Longhini et al. 2017)

الزيركونيا وحيدة المرحلة هي مادة جديدة ، هناك القليل من المعرفة العلمية حول خصائصها، والقيود المفروضة على استخدامها وأدائها الجمالي مع مرور الوقت، ومقاومتها للتلف بدرجة الحرارة المنخفضة وبقائها السريري على المدى الطويل . (Kontonasaki, Rigos et al. 2019)

**2-3-3-2- تيجان الزيركونيا وحيدة المرحلة جزئيا المغطاة بخزف من الدهليزي**

هو عبارة عن تصميم تاج وحيد المرحلة مغطى بخزف من الناحية الدهليزية ، يمكن أن يكون طريقة للتغلب على مشكلة كسر الخزف المغطي، أو محدودية جمالية تاج الزيركونيا وحيد المرحلة بهذه الطريقة يمكن استبعاد الخزف عن الأسطح المعرضة للجهود العالية. ( Nakamura, ) (Nakano et al. 2020)

يمكن تصميم هذا التاج من قوالب زيركونيا من الجيل الأول (Rad, Succaria et al. 2015)

أو الجيل الثاني (Al-Qaysi, Saleh et al. 2021)

يتم بناء الخزف المغطي على السطح الدهليزي باستخدام التقنية التقليدية (تقنية الطبقات ) (Bakitian, Seweryniak et al. 2018) أو تقنية الحقن (Rad, Succaria et al. 2015) الدراسات العلمية حول هذا الموضوع ناقصة وقليلة. (Bakitian, Seweryniak et al. 2018)

## 4-2 الدراسات السابقة

- قام Johansson وزملاؤه عام 2014 بدراسة مقاومة الكسر لتيجان الزيركونيا وحيدة المرحلة عالية الشفوية MTZ (جيل ثاني) مع تيجان الزيركونيا التقليدية المغطاة بقشرة خزفية VZN (النواة جيل أول) وتيجان زيركونيا تكون النواة من زيركونيا عالية الشفوية (جيل ثاني) ومغطاة بقشرة خزفية VTZ، ووجدوا أن التيجان وحيدة المرحلة عالية الشفوية أظهرت قوة كسر أعلى بكثير من المجموعات الأخرى، وان تيجان الزيركونيا التقليدية VZN مقاومة كسرها أعلى بكثير من تيجان الزيركونيا التي تتكون نواتها من زيركونيا عالية الشفوية VTZ . (Johansson, Kmet et al. 2014)
- قام lameira وزملاؤه عام 2015 بدراسة مقاومة الكسر لاثنتين من الأنظمة وحيدة المرحلة المزججة (glazed)، والمصقولة (polished) (واستخدموا قوالب زيركونيا جيل ثاني) والتيجان التقليدية ثنائية الطبقات بعد تعريضها لدورات إجهاد ميكانيكية حرارية لمدة طويلة وقد أظهرت الدراسة مقاومة كسر أعلى للتيجان وحيدة المرحلة مقارنة بالتيجان ثنائية الطبقات. (Lameira and De Souza 2015)
- قام lopez-suarez وزملاؤه عام 2017 بمقارنة مقاومة الكسر للجسور الزيركونية الخلفية المؤلفة من ثلاث وحدات وحيدة المرحلة (جيل ثاني) والجسور الزيركونية التقليدية المغطاة بخزف (الهيكل الداعم جيل أول) ووجدوا أن القيم الإجمالية لحمل الكسر أعلى من 1000 نيوتن لكلا المجموعتين على الرغم من أن المجموعة وحيدة المرحلة أظهرت أعلى القيم مقارنة مع المجموعة التقليدية إلا أنه لم تظهر فروق ذات دلالة إحصائية بينهما (Lopez-Suarez, Rodriguez et al. 2017)

- قام Lopez-suarez وزملاؤه عام 2018 بتقييم مقاومة الكسر للجسور الخلفية المؤلفة من ثلاث وحدات وحيدة المرحلة (جيل ثاني) وللجسور التقليدية ثنائية الطبقات بعد خضوعها لدورات حرارية باستخدام الجسور الخزفية المعدنية كمجموعة شاهدة حيث وجدوا أن جميع المجموعات المختبرة تستطيع تحمل قوى المضع السريية من حيث متوسط حمل الكسر مع أن الجسور وحيدة المرحلة حققت أعلى مستوى ولكن لا يوجد اختلاف كبير بالمقاومة بين المجموعتين (López-Suárez, Castillo-Oyagüe et al. 2018)
- قام Güngör وزملاؤه عام 2018 بدراسة مقاومة الكسر للتيجان وحيدة المرحلة على الارحاء (استخدم زيكونيا جيل ثاني) مقارنة بالتيجان الزيركونية التقليدية المغطاة بخزف بعد تعريضها لدورات إجهاد حرارية ميكانيكية ووجدوا أن التيجان وحيدة المرحلة تتمتع بمقاومة أعلى للكسر (Güngör and Nemli 2018)
- قام Lopez-suarez وزملاؤه عام 2019 بدراسة تأثير التحميل الدوري الساكن (بدون تحميل مسبق) والتحميل الدوري الميكانيكي الحراري على مقاومة الكسر للجسور الخلفية وحيدة المرحلة (جيل ثاني) والجسور الزيركونية التقليدية المغطاة بخزف وأظهرت النتائج أن المجموعات المختبرة أظهرت قيم كسر مقبولة سريياً ولكن المجموعة وحيدة المرحلة تظهر أعلى قيم مقاومة كسر بين مجموعات الزيركونيا مستقلة عن التحميل المسبق (Lopez-Suarez, Tobar et al. 2019)
- قارن Gungor وزملاؤه عام 2019 مقاومة الكسر للجسور الخلفية المؤلفة من أربع وحدات وحيدة المرحلة مصنع بطريقة CAD/CAM (جيل ثاني) والجسور الزيركونية التقليدية (الهيكل الداعم جيل أول) بعد تعريضها لدورات إجهاد حرارية ميكانيكية ووجدوا أن أعلى مقاومة كسر كانت لمجموعة الزيركونيا وحيدة المرحلة (Güngör, Nemli et al. 2019)

- قام Alqaysi وزملاؤه عام 2021 بدراسة مقاومة الكسر لتيجان الزيركونيا الشفافة (جيل ثاني) بتصاميم مختلفة (تقليدي، وحيد المرحلة، وحيد المرحلة جزئياً) وأظهرت النتائج أن التصميم وحيد المرحلة المغطى جزئياً بالخزف أظهر مقاومة كسر محسنة وكانت قابلة للمقارنة مع تلك الموجودة في التيجان وحيدة المرحلة. (Al-Qaysi, Saleh et al. 2021)
- قام Ezzat وزملاؤه عام 2021 بدراسة مقاومة الكسر للتيجان وحيدة المرحلة (جيل ثاني) والتيجان التقليدية ثنائية الطبقات المغطاة بخزف فأظهرت نتيجة الدراسة أن التيجان وحيدة المرحلة تملك مقاومة كسر أعلى من التيجان التقليدية. (Ezzat, Sharka et al. 2021)

## 2-5 تبيان المشكلة :

تعتبر المشكلة الأكثر شيوعاً لتعويضات الزيركونيا التقليدية ثنائية الطبقات Bi-layered تشظي و/أو انكسار القشرة الخزفية المغطية مما أدى إلى نشوء وظهور تصميمات أخرى كالتعويضات وحيدة المرحلة Monolithic أو التعويضات وحيدة المرحلة جزئياً المغطاة بخزف من الدهليزي Semimonolithic للتغلب على هذه المشكلة

وبسبب عدم تطرق الأبحاث السابقة للتصاميم الثلاثة للتعويضات الزيركونية على الأسنان الأمامية باستخدام أجيال مختلفة وحديثة من قوالب الزيركونيا تم إجراء هذا البحث

**الباب الثالث**

**الهدف من البحث**

**Aim of The Research**

### 3-الهدف:

يهدف هذا البحث إلى:

1- مقارنة مقاومة الكسر لثلاثة تصاميم مختلفة لتيجان الزيركونيا : التقليدي (ثنائي الطبقات) Bi-layered، ووحيد المرحلة Monolithic، ووحيد المرحلة جزئياً المغطى بخزف من الدهليزي Semimonolithic.

2- دراسة أنماط الفشل الحاصلة في التصاميم السابقة.

**الباب الرابع: المواد**

**Materials And الطرائق**

**Methods**

4-1- عينة البحث :

تألفت عينة البحث من 30 تاج زيكونيا ثبتت على دعامات معدنية ووزعت إلى 3 مجموعات وفقاً لتصميم التاج حيث:

تضمنت المجموعة الأولى: 10 تيجان زيكونيا تقليدية (ثنائية الطبقات).

تضمنت المجموعة الثانية: 10 تيجان زيكونيا وحيدة المرحلة.

تضمنت المجموعة الثالثة: 10 تيجان زيكونيا وحيدة المرحلة جزئياً مغطاة بخزف من الدهليزي.

4-2- أدوات وأجهزة البحث:

4-2-1 المواد المستخدمة في البحث :

○ مكعب معدني لصنع القوالب الاكريلية



الشكل (6) مكعب معدني

○ مادة مستخدمة في عملية الطباعة ثلاثية الأبعاد filament



الشكل (7) مادة filament

○ إكريل ذاتي التصلب (Feiying, Anyang Yingpai Dental Material, china).



الشكل (8) إكريل ذاتي التصلب

○ خليطه النيكل كروم من شركة KERA الألمانية.



الشكل (9) خليطه النيكل كروم

○ مادة طبع سيلكونية ذات تفاعل بالتكثيف (Silect Set, Italy)



الشكل (10) مادة الطبع

○ قالب زيكونيا ملبد جزئياً من الجيل الأول ( upcera,china ).



الشكل (11) قالب زيكونيا ملبد جزئياً من الجيل الأول

○ قالب زيكونيا ملبد جزئياً من الجيل الثالث ( upcera,china ).



الشكل (12) قالب زيكونيا ملبد جزئياً من الجيل الثالث

○ الخزف المغطي (Zr-FS), GC Initial (Germany).



الشكل (13) الخزف المغطي

○ اسمنت إصاق زجاجي شاردي (Vivaglass, Ivoclar Vivadent, Germany).



الشكل (14) اسمنت إصاق زجاجي شاردي

2-2-4- الأجهزة المستخدمة في البحث

- جهاز التخلية الهوائية الموجود في كلية طب الأسنان جامعة حماة



الشكل (15) جهاز التخلية الهوائية

- الطابعة ثلاثية الأبعاد (Formlab 3, United States of America)



الشكل (16) الطابعة ثلاثية الأبعاد

○ الماسح الضوئي والحاسوب الخاص بجهاز CAD/CAM(3D Dental Scanner

( Swing, DOF INC, Korea) الموجود في المعهد التقني لطب الأسنان - جامعة

حماة



الشكل (17) الماسح الضوئي والحاسوب الخاص بجهاز CAD/CAM

○ جهاز التفريز الخاص بجهاز CAD/CAM( Arum5x-300arum dental

soulution,korea) الموجود في المعهد التقني لطب الأسنان - جامعة حماة



الشكل (18) جهاز التفريز الخاص بجهاز CAD/CAM

○ فرن التلبيد الخاص بتلبيد الزيركونيا (Nabertherm GmbH, Germany) الموجود في

المعهد التقاني لطب الأسنان- جامعة حماة .



الشكل (19) فرن التلبيد الخاص بتلبيد الزيركونيا

○ جهاز فرن الخزف (SIRIO luxor SR852, Italy).



الشكل (20) جهاز فرن الخزف

○ مقياس الشخانة اليدوي



الشكل (21) مقياس الشخانة

○ ملزمة إصاق



الشكل (22) ملزمة إصاق

- جهاز الاختبارات الميكانيكية العام (H50KS Tinius Olsen, Horsham, England) الموجود في كلية الهندسة الميكانيكية – جامعة البعث.



الشكل (23) جهاز الاختبارات الميكانيكية العام

4-3- طريقة العمل :

4-3-1- تجهيز العينات :

تم تصميم ثنية علوية محضرة لاستقبال تاج زيركونيا، بواسطة برنامج blender، وفقا للمقاسات

التالية :

- البعد الأنسي الوحشي عند العنق 5ملم.
- البعد الدهليزي اللساني عند العنق 4ملم.

- العرض الأنسي الوحشي للحافة القاطعة 4ملم.
- العرض الدهليزي اللساني للحافة القاطعة 1.5ملم
- التقارب 6 درجات في كل جهة.
- الطول 6 ملم.
- خط الإنهاء شبه كتف عميق بعرض 1.2ملم
- (Badran, Abdel Kader et al. 2019)



الشكل (24) تنية علوية محضرة بواسطة برنامج blender

- تم تصنيع نموذج لمثال العمل الافراضي بواسطة الطابعة ثلاثية الأبعاد، باستخدام مادة filament، وفقا للتصميم الذي تم إنشاؤه بواسطة برنامج blender.



الشكل (25) نموذج لمثال العمل الافرادي

- ثم تم أخذ طبعة لهذا النموذج بواسطة مطاط متفاعل بالتكثيف (Silect Set, Italy)، وتم صبها باستخدام خليطه معدنية نيكل كروم للحصول على المثال الافرادي الرئيسي.



الشكل (27) المثال الافرادي الرئيسي



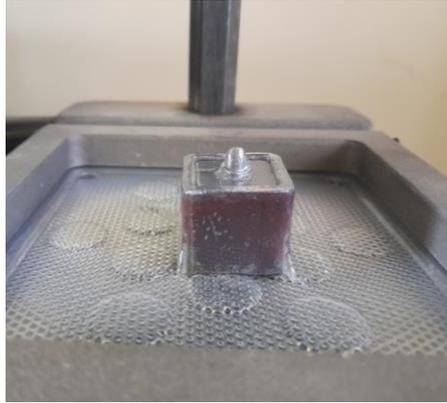
الشكل (26) طبعة لنموذج مثال العمل الافرادي

- تم إعادة الخطوة السابقة حتى تم الحصول على 10دعامات معدنية.



الشكل (28) عينة من الدعامات المعدنية

- تم اخذ صفيحة فاكيوم للمثال الافرادي الرئيسي بعد وضعه بالمكعب المعدني للاستفادة من الصفيحة بضبط تنزيل الدعامات المعدنية ضمن الاكريل



الشكل (29) فاكيوم للمثال الرئيسي الافرادي وهو بداخل المكعب



الشكل (30) صفيحة فاكيوم للمثال الافراي الرئيسي

#### 4-3-2- صنع القواعد الاكريلية :

- تم تجهيز مكعبات معدنية بطول وعرض وارتفاع 22ملم.
  - تم عزل سطحها الداخلي بالفازلين لتسهيل خروج القالب الإكريلي.
  - ثم تم إنزال كل دعامة معدنية بشكل عمودي تماماً ضمن القالب الإكريلي في المكعب لمسافة أقل من 2ملم تحت خط الإنهاء.
  - ولضمان الوضعية العمودية للدعامات المعدنية استخدمت صفيحة الفاكيوم المأخوذة سابقاً
  - تم نزع القالب من المكعب بعد التماثر النهائي للاكريل والحصول على مكعب اكريلي.
- تم إنزال كافة الدعامات المعدنية ضمن القوالب الاكريلية بهذه الطريقة.

ثم رملت الدعامات المعدنية باستخدام جهاز ترميل بحبيبات اوكسيد الألمنيوم 100ميكرون مع ضغط ثابت 30 psi ولمدة 20 ثانية.



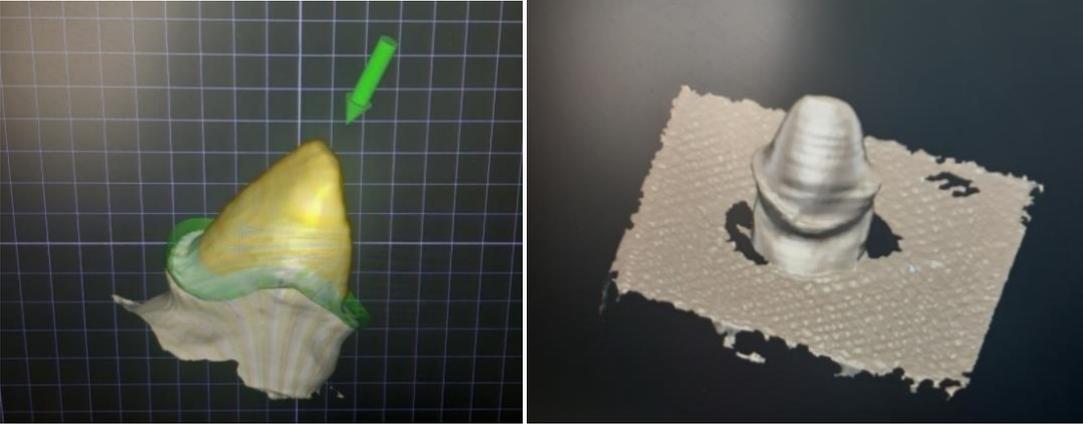
الشكل (31) إنزال إحدى الدعامات ضمن القاعدة الاكريلية باستخدام صفيحة الفايكوم



الشكل (32) الدعامات المعدنية بعد إنزالها بالقوالب الاكريلية

## 4-3-3-3- صنع التيجان الزيركونية :

تم إجراء مسح للمثال الرئيسي الافرادي المعدني بواسطة الماسح الضوئي (3D Dental Scanner Swing, DOF INC, Korea) الخاص بجهاز CAD/CAM فنحصل على صورة ثلاثية الأبعاد للمثال المحضر.



الشكل (33) صورة ثلاثية الأبعاد للمثال المحضر

❖ صنع القبعات الزيركونية للمجموعة الأولى (تيجان الزيركونيا التقليدية ثنائية الطبقات ) :  
صممت القبة الزيركونية بواسطة برنامج حاسوبي خاص EXO CAD، بثخانة 0.5 ملم على كل  
السطوح مع ترك مسافة 20 ميكرون للاسمنت على كافة السطوح، باستثناء شريط بعرض 1ملم  
فوق خط الإنهاء يكون فيها الانطباق تام.



الشكل (34) النواة الزيركونية بعد تصميمها ببرنامج EXO CAD

نقلت هذه البيانات إلى جهاز التفريز الملحق بوحدة CAD/CAM( Arum5x-300arum dental solution,korea) حيث قام بصنع القبعات الزيركونية من قالب زيركونيا ملبد جزئياً ( upcera, china) من الجيل الأول .

ثم لبدت القبعات في فرن التلييد (Nabertherm GmbH, Germany) بدرجة حرارة 1530 درجة مئوية لمدة 8 ساعات وذلك حسب تعليمات الشركة المصنعة ونكون بذلك قد حصلنا على القبعات الزيركونية.



الشكل (35) القبعات الزيركونية بعد التلييد

❖ صنع تيجان المجموعة الثانية (التيجان وحيدة المرحلة )

تم إجراء تصميم لتيجان المجموعة الثانية بواسطة برنامج EXO CAD بحيث تكون ثخانة الحد القاطع 1,5 ملم والسطح الدهليزي 1,5 ملم



الشكل (36) التاج وحيد المرحلة المصمم ببرنامج EXO CAD

ثم فرزت العينات من قالب زيركونيا ملبد جزئياً (upcera, china) من الجيل الثالث وأجري التليد بدرجة حرارة 1450 درجة مئوية لمدة 8 ساعات وذلك حسب تعليمات الشركة المصنعة.

وتم أخذ دليل سيليكوني لأحد تيجان هذه المجموعة ليتم ضبط عملية تخريف المجموعتين الأولى والثالثة.



الشكل (37) التيجان وحيدة المرحلة بعد التليد

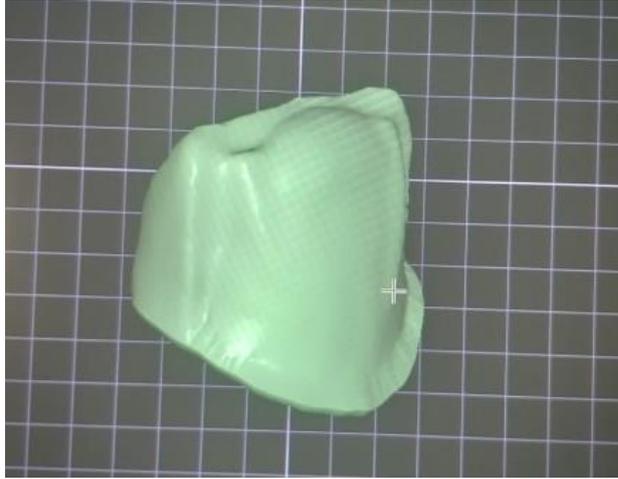


الشكل (38) دليل لأحد تيجان الزيركونيا وحيدة المرحلة

❖ صنع تيجان المجموعة الثالثة (وحيدة المرحلة جزئياً مغطى بخزف من الدهليزي):

أجري تعديل على تصميم تيجان المجموعة الثانية، حيث تم المحافظة على نفس التصميم مع إنقاص

ثخانة السطح الدهليزي لتصبح 0,5 ملم.

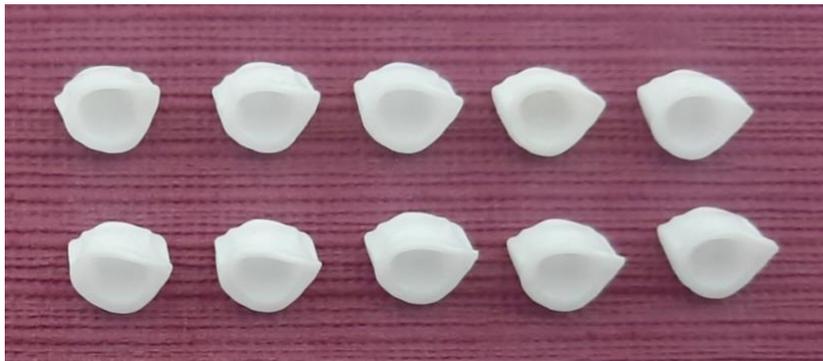


الشكل (39) تصميم التاج وحيد المرحلة جزئياً بواسطة برنامج EXOCAD

ثم فرزت التيجان بواسطة جهاز التفريز من قالب زيكونيا (upcera, china) من الجيل الأول ،  
ولببت حسب تعليمات الشركة المصنعة.



الشكل (40) إحدى عينات التيجان وحيدة المرحلة جزئياً بعد التلييد



الشكل (41) التيجان وحيدة المرحلة جزئياً بعد التلييد

## 4-3-4- صنع القشرة الخزفية المغطية:

▪ صنع القشرة الخزفية المغطية للمجموعة الأولى (تيجان الزيركونيا ثنائية الطبقات) :

ضبطت ثخانة القشرة الخزفية باستخدام الدليل الذي تم أخذه مسبقاً لأحد تيجان المجموعة الثانية. مزج المسحوق مع السائل حتى الحصول على القوام المناسب، ومن ثم طبق المزيج على سطح القبعة الزيركونية، ومن ثم اجري خبز الخزف بواسطة الفرن الخاص وفقاً لتعليمات الشركة المصنعة طبق الخزف على مرحلتين نتيجة النقل الحاصل الناجم عن تقلص الخزف حتى الحصول على الأبعاد المطلوبة.

تم التأكد من الثخانة بواسطة مقياس الثخانة اليدوي.



الشكل (42) تطبيق القشرة الخزفية



الشكل (43) التيجان ثنائية الطبقات بعد التخزيف

وبنفس الطريقة السابقة تم تصنيع القشرة الخزفية لتيجان المجموعة الثالثة (وحيد المرحلة جزئياً المغطى بخزف من الدهليزي).



الشكل (44) التيجان وحيدة المرحلة جزئياً بعد التخزيف

## 4-3-5-الإصاق:

تم إصاق التيجان الزيركونية على الدعامات المعدنية بواسطة الاسمنت الزجاجي الشاردي (Vivaglass, Ivoclar Vivadent, Germany) ،حيث تم تنظيف باطن التاج بالكحول الايتيلي 95%، ثم تم مزج المسحوق مع السائل بنسبة (1:1) حسب تعليمات الشركة المصنعة ،ونقل المزيج إلى باطن التاج الذي طبق ع الدعامة المعدنية، واستخدم ضغط إصبعي في البداية ثم استخدمت ملزمة الإصاق لتوحيد قوة الضغط بوزن 2,5 كغ على السطح القاطع للتاج حيث انسابت المادة الزائدة من الاسمنت عبر الحواف، وتركت العينة مدة سبع دقائق تحت تأثير الملزمة لتمام تصلب الاسمنت.

أزيلت الزوائد ووضعت العينات في المحلول الفيزيولوجي.



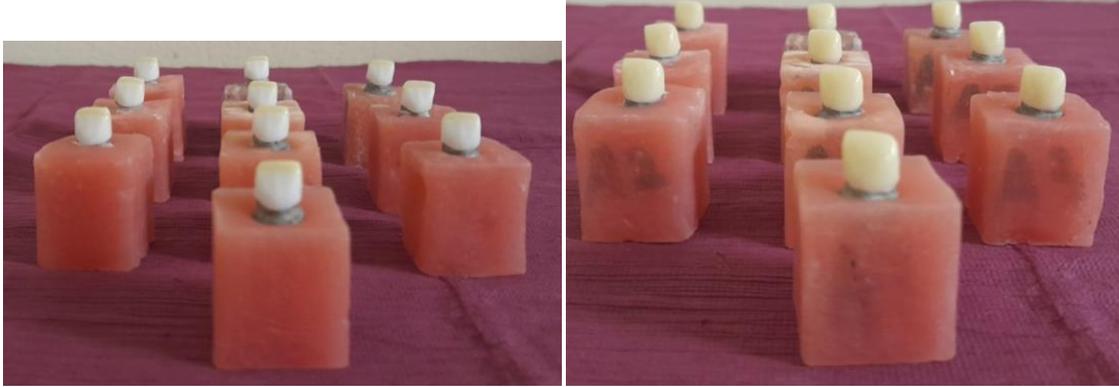
الشكل (45) إصاق إحدى العينات



الشكل (46) التيجان ثنائية الطبقات بعد الإلصاق



الشكل (47) التيجان وحيدة المرحلة بعد الإلصاق



الشكل (48) التيجان وحيدة المرحلة جزئيا بعد الإلصاق

#### 4-3-6- اختبار مقاومة الكسر:

اجري اختبار مقاومة الكسر في جهاز الاختبارات الميكانيكية العام الموجود في كلية الهندسة الميكانيكية - جامعة البعث، حيث وضعت العينات بحيث تميل بزاوية 45 (أي الزاوية بين رأس التحميل ومحور السن 135 درجة)، طبقت قوة الضغط بواسطة رأس معدني مشطوف متصل بالجزء العلوي لآلة الاختبار بسرعة 0,5 مم /د في نقطة على السطح الحنكي تبعد 2,5 ملم عن الحد القاطع حتى توقف الجهاز في اللحظة التي يحدث فيها الكسر وسجلت القيم بالنيوتن.



الشكل (49) اختبار قوة الكسر لإحدى العينات

**الباب الخامس :**

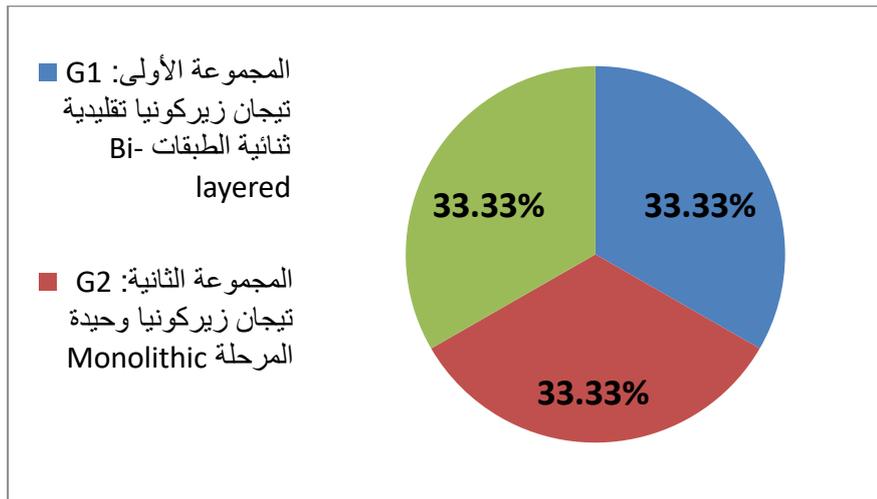
**النتائج والدراسة الإحصائية**

## 5-1- وصف عينة البحث :

تألفت عينة البحث من 30 تاج زيركونيا لثنية علوية ثبتت على دعامات معدنية وقسمت إلى 3 مجموعات وفقا لتصميم التاج.

الجدول رقم (1) عدد التيجان الزيركونية الخاضعة للدراسة ونسبتها في مجموعات التجربة

النسبة المئوية %	عدد التيجان الزيركونية	مجموعات التجربة
33.33	10	المجموعة الأولى: G1 تيجان زيركونيا تقليدية ثنائية الطبقات Bi-layered
33.33	10	المجموعة الثانية: G2 تيجان زيركونيا وحيدة المرحلة Monolithic
33.33	10	المجموعة الثالثة: G3 تيجان زيركونيا وحيدة المرحلة جزئياً مغطاة بخزف من الدهليزي Semi monolithic
100	30	المجموع



الشكل رقم (50) النسب المئوية لأعداد التيجان الزيركونية الخاضعة للدراسة في مجموعات التجربة

الثلاثة

## 5-2- نتائج اختبار قوى الكسر:

أعطى جهاز الاختبارات الميكانيكية العام مخططاً يوضح مقدار القوى المطبقة والقوى العظمى التي حصل عندها الفشل في كل عينة من عينات الدراسة كما هو موضح بالأشكال التالية :



مخطط بياني (1) لإحدى عينات التيجان ثنائية الطبقات



مخطط بياني (2) لإحدى عينات التيجان وحيدة المرحلة



مخطط بياني (3) لإحدى عينات التيجان وحيدة المرحلة جزئياً

نتائج مراقبة أنماط الفشل الحاصلة :

صنفت أنماط الفشل إلى :

النمط الأول: فشل التصاقي (adhesive): كسر في السطح البيني بين الخزف ونواة الزيركونيا

النمط الثاني: فشل التحامي (cohesive): كسر داخل قشرة الخزف مثل chipping.

النمط الثالث: فشل كامل (complete): كسر كل من طبقة القشرة ونواة الزيركونيا.

(Al-Qaysi, Saleh et al. 2021)

فحصت الأسنان بعد الاختبار وتبين ما يلي :

الإجمالي	نمط الفشل					
	3	2	1			
10	2	0	8	العدد	المجموعة الأولى : G1 تيجان زيركونيا تقليدية ثنائية الطبقات <b>Bi-layered</b>	المجموعات
100.0%	20.0%	0.0%	80.0%	النسبة		
10	10	0	0	العدد	المجموعة الثانية : G2 تيجان زيركونيا وحيدة المرحلة <b>Monolithic</b>	
100.0%	100.0%	0.0%	0.0%	النسبة		
10	8	0	2	العدد	المجموعة الثالثة : G3 تيجان زيركونيا وحيدة المرحلة جزئياً مغطاة بخزف من الدهليزي <b>Semi monolithic</b>	
100.0%	80.0%	0.0%	20.0%	النسبة		
30	20	0	10	العدد	الإجمالي	
100.0%	66.7%	0.0%	33.3%	النسبة		

نمط الفشل في المجموعة الأولى (تيجان زيركونية ثنائية الطبقات):



الشكل (52) فشل كامل



الشكل (51) فشل التصاقي

نمط الفشل في المجموعة الثانية (تيجان زيركونيا وحيدة المرحلة):



الشكل (53) فشل كامل

نمط الفشل في المجموعة الثالثة (تيجان زيركونية وحيدة المرحلة جزئياً مغطاة بخزف من الدهليزي):



الشكل (55) فشل التصاقي



الشكل (54) فشل كامل

## 3-5-دراسة متغير مقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن)

## A- الدراسة الإحصائية الوصفية لمتغير مقدار قوة الانكسار (بالنيوتن):

- المقاييس الإحصائية الوصفية لمتغير مقدار قوة الانكسار (بالنيوتن) المطبقة على التيجان

الزيركونية الخاضعة للدراسة في مجموعات التجربة الثلاثة: يبين الجدول رقم (2) المقاييس

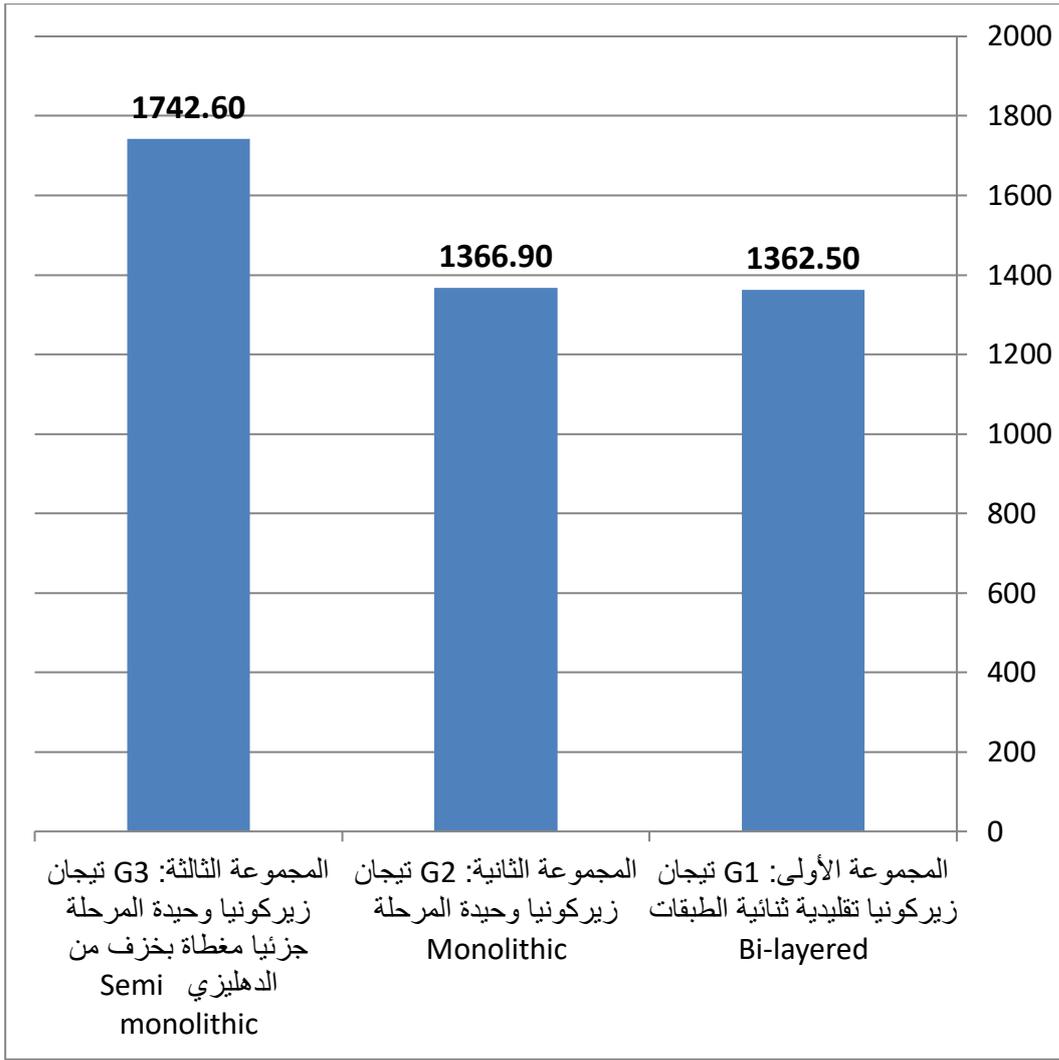
الإحصائية الوصفية لمتغير مقدار قوة الانكسار (بالنيوتن) المطبقة على التيجان الزيركونية الخاضعة

لِلدراسة.

الجدول رقم (2) المقاييس الإحصائية الوصفية لمتغير مقدار قوة الانكسار (بالنيوتن) في مجموعات

الدراسة

المجموعات	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	أصغر قيمة	أكبر قيمة
المجموعة الأولى: G1 تيجان زيركونيا تقليدية ثنائية الطبقات	10	1362.50	122.83	38.84	1176	1480
المجموعة الثانية: G2 تيجان زيركونيا وحيدة المرحلة	10	1366.90	135.30	42.79	1136	1598
المجموعة الثالثة: G3 تيجان زيركونيا وحيدة المرحلة جزئياً	10	1742.60	494.33	156.32	1246	2544
الإجمالي	30	1490.67	345.01	62.99	1136	2544



الشكل رقم (56) المتوسطات الحسابية لمتغير مقدار قوة الانكسار (بالنيوتن) فيكل مجموعة من مجموعات التجربة الثلاثة

## B- الدراسة الإحصائية التحليلية لمتغير مقدار قوة الانكسار (باليوتن):

## 1- المقارنة بين مجموعات التجربة الثلاثة:

يبين الجدول رقم (3) نتائج استخدام اختبار تحليل التباين وحيد الاتجاه One way ANOVA لمتغير متغير مقدار مقاومة الانكسار (باليوتن) في مجموعات التجربة الثلاثة حيث يشمل الجدول قيمة مجموع المربعات لقيم المتغير ودرجة الحرية الإحصائية value- الناتجة عن استخدام اختبار تحليل التباين وحيد الاتجاه One way ANOVA في البرنامج الإحصائي SPSS 20 وهو أحد الاختبارات الإحصائية المعلمية والتي تستخدم من أجل التحليل الإحصائي للمتغيرات المستمرة التي تخضع للتوزيع الطبيعي، وذلك بهدف مقارنة متوسطات المتغير المدروس ما بين مجموعات التجربة الثلاثة فيما بينها.

الجدول رقم (3) نتائج استخدام اختبار تحليل التباين وحيد الاتجاه One way ANOVA عند

المقارنة بين مجموعات التجربة الثلاثة

الإحصائيات	مجموع المربعات	درجة الحرية	متوسط المربعات	قيمة F	قيمة الاحتمالية P-value	التفسير
بين المجموعات	952152.867	2	476076.433	5.142	0.013	توجد فروق دالة إحصائية
ضمن المجموعات	2499809.800	27	92585.548			
الإجمالي	3451962.667	29				

من الجدول أعلاه نلاحظ بأن قيمة الاحتمالية P-value أصغر من القيمة 0.05 عند المقارنة ما بين مجموعات التجربة الثلاثة باستخدام اختبار تحليل التباين وحيد الاتجاه One way ANOVA, أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق دالة إحصائية في متوسطات متغير مقدار مقاومة الانكسار (باليوتن) بين اثنتين على الأقل من مجموعات التجربة الثلاثة, ولتحديد أي المجموعات تختلف عن الأخرى في متوسطات متغير مقدار مقاومة الانكسار (باليوتن) تم إجراء الاختبارات البعدية Post Hoc Tests (Bonferroni) لدراسة دلالة الفروق الثنائية في متوسطات متغير مقدار مقاومة الانكسار (باليوتن) بين مجموعات التجربة الثلاثة.

الجدول رقم (4) نتائج استخدام الاختبارات البعدية Post Hoc Tests (Bonferroni) المرتبطة باختبار تحليل التباين وحيد الاتجاه لمتغير مقدار مقاومة الانكسار (باليوتن) لدراسة تأثير الطرق المستخدمة في الدراسة على هذا المتغير في مجموعات التجربة الثلاثة

المجموعات	الفرق بين المتوسطين	قيمة الاحتمالية P-value	التفسير
G1	-4.4	1.000	لا توجد فروق دالة إحصائية
G2	-380.1	0.028	توجد فروق دالة إحصائية
G2	4.4	1.000	لا توجد فروق دالة إحصائية
G3	-375.7	0.031	توجد فروق دالة إحصائية
G3	380.1	0.028	توجد فروق دالة إحصائية
G2	375.7	0.031	توجد فروق دالة إحصائية

من الجدول أعلاه نلاحظ ما يلي:

عند المقارنة الثنائية ما بين مقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) ما بين المجموع الأولى: G1 والمجموعة الثانية: G2 وبدراسة إشارة الفرق بين متوسطي المجموعتين حيث كانت إشارة الفرق سالبة, أي أنه عند مستوى الثقة 95% فإن مقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) في المجموعة الأولى: G1 أصغر من مقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) في المجموعة الثانية: G2 وذلك دون وجود فروق دالة إحصائية حيث قيمة مستوى الدلالة أكبر من القيمة 0.05 ( $P > 0.05$ ).

عند المقارنة الثنائية ما بين مقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) ما بين المجموعة الأولى: G1 تيجان زيكونيا تقليدية ثنائية الطبقات Bi-layered والمجموعة الثالثة: G3 تيجان زيكونيا وحيدة المرحلة جزئياً مغطاة بخزف من الدهليزي Semimonolithic وبدراسة إشارة الفرق بين متوسطي المجموعتين حيث كانت إشارة الفرق سالبة, أي أنه عند مستوى الثقة 95% فإن مقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) في المجموعة الأولى: G1 تيجان زيكونيا تقليدية ثنائية الطبقات Bi-layered أصغر من مقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) في المجموعة الثالثة: G3 تيجان زيكونيا وحيدة المرحلة جزئياً مغطاة بخزف من الدهليزي Semi monolithic وذلك بفروق دالة إحصائية حيث قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05 ( $P < 0.05$ ).

عند المقارنة الثنائية ما بين مقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) ما بين المجموعة الثانية: G2 والمجموعة الثالثة: G3 وبدراسة إشارة الفرق بين متوسطي المجموعتين حيث كانت إشارة الفرق سالبة, أي أنه عند مستوى الثقة 95% فإن مقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) في المجموعة الثانية:

G2 أصغر من مقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) في المجموعة الثالثة: G3 وذلك بفروق دالة إحصائية حيث قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05 ( $P < 0.05$ ).

## الباب السادس: المناقشة

## Discussion

## 1-6- مناقشة مواد وطرق البحث :

- تم اختيار حجم عينة 10 لكل مجموعة بناء على الدراسات السابقة. (Güngör and Nemli 2018)
  - تم اختيار قالب زيكونيا ملبد جزئياً من الجيل الأول للمجموعتين الأولى Bi-Layered والثالثة Semimonolithic حسب تعليمات الشركة المصنعة، حيث إن الجيل الأول يستخدم كنواة للتيجان الزيركونية التقليدية ثنائية الطبقات وللتيجان وحيدة المرحلة جزئياً المغطاة بخزف من الدهليزي. (Rad, (López-Suárez, Castillo-Oyagüe et al. 2018), Succaria et al. 2015)
  - تم اختيار قالب زيكونيا ملبد جزئياً من الجيل الثالث للمجموعة الثانية Monolithic حسب تعليمات الشركة المصنعة، حيث أن الجيل الثالث يستخدم كتيجان أمامية وحيدة المرحلة. (Cho, Lim et al. 2020)
  - تم إجراء البحث على دعامات معدنية وذلك لتوحيد تصميم التحضير، وبذلك ألغيت مشكلة اختلاف التحضير، وما لذلك من اثر على نتائج البحث. (ع.المقداد، إ.سويد )
  - تم استخدام صفيحة الفاكيوم لضمان توحيد نزول الدعامات المعدنية بالاكريل بشكل عمودي. (ر.قصعلي، م عبد الكريم)
  - تم إجراء ترميل للدعامات المعدنية للتخلص من سطوع السطح، وتسهيل إجراءات عملية المسح.
- (López-Suárez, Castillo-Oyagüe et al. 2018)

- استخدم الدليل السلكوني كطريقة لضمان ثخانة واحدة للخزف المغطي. (Badran, Abdel Kader et al. 2019)
- جميع التيجان كان لها نفس الشكل والأبعاد، ونفس الخزف استخدم لتخريف المجموعتين الأولى والثالثة تسهيلا للمقارنة بين المجموعات. (Johansson, Kmet et al. 2014)
- تم إلصاق جميع التيجان بواسطة الاسمنت الزجاجي الشاردي، حيث يتمتع بخواص ميكانيكية جيدة وخصوصا عند استخدامه مع التيجان الزيركونية، حيث لا يوجد تأثير لنوع الاسمنت المستخدم على مقاومة الكسر لتيجان الزيركونيا. (Nakamura, Mouhat et al. 2016)
- تم تطبيق قوى الضغط على العينات وفق زاوية 135 درجة على المحور الطولي للسن في جهاز الاختبارات الميكانيكية العام، وذلك لمحاكاة زاوية التماس بين الأسنان الأمامية للفك العلوي والسفلي في الصنف الأول لأنجل. (Badran, Abdel Kader et al. 2019)
- تم استخدام ملزمة الإلصاق، لتوحيد القوة المطبقة أثناء الإلصاق.

## 6-2- مناقشة نتائج البحث :

كان مقدار مقاومة الكسر لمجموعة التيجان وحيدة المرحلة جزئياً المغطاة بخزف من الدهليزي Semimonolithic أعلى من مجموعة التيجان وحيدة المرحلة Monolithic ومن مجموعة التيجان التقليدية ثنائية الطبقات Bi-layered، بينما لم يكن هناك فارق هام إحصائياً بين مجموعة التيجان وحيدة المرحلة Monolithic ومجموعة التيجان التقليدية ثنائية الطبقات Bi-layered .

وقد تفسر هذه النتائج ب :

إن الجزء الحنكي من الأسنان الأمامية العلوية يتأثر بالقوى المضغية، وعندما تم إزالة الخزف المغطي من هذا الجزء في التصميم وحيد المرحلة المغطى جزئياً Semi monolithic (أي انه تم حذف الخزف المغطي المعرض للكسر والتصدع ) وبقي هذا الجزء مكون من زيركونيا جيل أول والتي تعطي أفضل الخصائص الميكانيكية بسبب محتواها البلوري العالي. (Rad, Succaria et al. 2015).

أما بالنسبة للتصميم وحيد المرحلة Monolithic فقد استخدم في هذه الدراسة قوالب زيركونية من الجيل الثالث، تحتوي على جزء عالي من المرحلة المكعبة وجزء منخفض من المرحلة الرباعية، وهذا يؤدي إلى أن القوة الميكانيكية سوف تتخفف بسبب نقص الطور الرباعي المسؤول عن خاصية التقوية بالتحول، المسؤولة عن الخواص الميكانيكية وهذا يفسر عدم تفوقه على التصميم وحيد المرحلة المغطى جزئياً Semi monolithic. (Ban 2019).

اتفقت هذه الدراسة :مع دراسة lopez-suarez وزملاؤه عام 2017 حيث وجد أن تيجان الزيركونيا وحيدة المرحلة تملك أعلى مقاومة كسر مقارنة بالزيركونيا التقليدية ثنائية الطبقات، على الرغم من عدم وجود اختلافات ذات دلالة إحصائية بين المجموعات.

اختلفت هذه الدراسة مع كل من :

lameira وزملاؤه عام 2015

zungor وزملاؤه عام 2019

Ezzat وزملاؤه عام 2021

حيث أظهرت دراستهم تفوق التصميم وحيد المرحلة على التصميم التقليدي حيث أبدت التيجان والجسور وحيدة المرحلة مقاومة كسر أعلى مقارنة بالتيجان التقليدية ثنائية الطبقات وقد يعود السبب في ذلك إلى استخدامهم قوالب زيركونية من الجيل الثاني في التصميم وحيد المرحلة

واختلفت مع دراسة أجراها Alqaysi وزملاؤه عام 2021 حيث أظهرت هذه الدراسة أن التيجان وحيدة المرحلة أظهرت أعلى مقاومة كسر، وأظهر التصميم المغطى بالقشرة جزئياً مقاومة كسر مماثلة للتصميم وحيد المرحلة، وكانت أدنى مقاومة للتصميم التقليدي، ويعود سبب الاختلاف إلى أن Alqaysi استخدم في دراسته قوالب زيركونيا من الجيل الثاني لجميع التصاميم على الأرحاء.

### 3-6 مناقشة نمط الفشل :

✓ أظهرت المجموعة الأولى (التيجان التقليدية ثنائية الطبقات) :80% فشل التصاق في منطقة اتصال الخزف المغطي مع النواة ويمكن تفسير ذلك بأن هذا النمط من الفشل أكثر شيوعاً عند استخدام الطريقة التقليدية (تقنية الطبقات ) في بناء الخزف حيث تكون هذه التقنية حساسة للغاية وأكثر عرضة للتغيير بسبب العامل اليدوي ودورات الخبز التي تحتاجها لذلك فإن التقنية والخصائص الميكانيكية المنخفضة لمادة القشرة ربما تكون سبب لنموذج الفشل (حيث أن نواة الزيركونيا لاتزال سليمة بعد الاختبارات الميكانيكية). (Lameira and De

(Souza 2015)

وهذا يتوافق مع دراسة:

lameira وزملاؤه عام 2015 حيث كان النمط السائد للفشل هو فشل التصاقي

Güngör وزملاؤه عام 2018 حيث النمط السائد هو فشل التصاقي

و يختلف عن دراسة: Johansson وزملاؤه عام 2014 حيث كان النمط السائد للكسر هو كسر

كلي 70% و30% فشل تماسكي، وربما يعود السبب إلى اختلاف المادة المصنوعة منها الدعامة

واختلاف شكل الرأس وسرعة تطبيق القوة ( الدعامة كانت على شكل ضاحك مصنوعة من مادة

البولي اكسي متيلين، وتم تطبيق القوة باستخدام رأس فولاذي كروي والسرعة 0,225 مم/د.)

واختلفت مع دراسة Alqaysi وزملاؤه عام 2021 حيث كان النمط السائد للفشل هو كسر كامل

بنسبة 70% وفشل تماسكي بنسبة 30%، وربما يعزى السبب إلى اختلاف بثخانة الخزف المغطي

حيث استخدم Alqaysi في هذه الدراسة ثخانة 0,5 مم.

✓ بينما كان نموذج الفشل في المجموعة الثانية عبارة عن كسر تاجي كامل ويعزى السبب إلى

أن التصميم مؤلف من طبقة واحدة من مادة واحدة

وهذا يتفق مع دراسة:

Johansson وزملاؤه عام 2014

lameira وزملاؤه عام 2015

Güngör وزملاؤه عام 2018

alqaysi وزملاؤه عام 2021

✓ كانت غالبية حالات الفشل في المجموعة الثالثة عبارة عن كسر تاجي كامل، ويمكن تفسير

ذلك من خلال تأثير القوة المطبقة على مادة الزيركونيا حيث اخُتبرت بنية الزيركونيا بدلا

من البنية ثنائية الطبقات وهذا ما توافق مع دراسة Alqaysi وزملاؤه عام 2021

## الباب السابع

**Conclusion** الاستنتاجات:

الاستنتاجات:

ضمن شروط هذه الدراسة يمكن استنتاج ما يلي:

1- كان متوسط مقاومة الانكسار لجميع العينات التي تم فحصها أعلى بكثير من قيم قوى المضغ التي تمارس عادة في المنطقة الأمامية للفم

2- أظهر تصميم تيجان الزيركونيا وحيد المرحلة جزئياً المغطى بقشرة خزفية من الدهليزي أعلى مقاومة كسر مقارنة بالتصاميم الأخرى

3- أبدى تصميم التاج وحيد المرحلة في المنطقة الأمامية مقاومة كسر مماثلة تقريباً للتيجان الزيركونية

التقليدية

**الباب الثامن:**

**التوصيات والمقترحات**

**Recommendation and  
Suggestions**

8-1- التوصيات Recommendation:

من خلال نتائج هذا البحث يوصى بما يلي :

استخدام تصميم تاج الزيركونيا وحيد المرحلة المغطى جزئياً بخزف من الدهليزي كونه يحقق أعلى مقاومة كسر بين التصميمات الثلاثة ويحقق ناحية جمالية جيدة

8-2- المقترحات Suggestions:

1- إجراء دراسة مشابهة باستخدام اختبار التعب المضغي والحراري كونه الأكثر قرباً من الظروف

السريرية وللتمكن من إسقاط هذه الدراسة على الواقع السريري بمصدقية أكبر

2- إجراء دراسة سريرية مشابهة لهذه الدراسة لتقييم تصميمات تيجان الزيركونيا سريرياً

3- إجراء دراسة مشابهة للدراسة الحالية باستخدام قوالب زيركونيا من الجيل الرابع

4- إجراء دراسة مشابهة لهذه الدراسة مع استخدام تقنية مختلفة لتطبيق القشرة الخزفية للمجموعة

الأولى والثالثة (تقنية الحقن)

## الباب التاسع

### Abstract الملخص

# دراسة تأثير تصميم التاج المقوى ببلورات الزيركونيا المصنع بتقنية CAD-CAM في مقاومة الكسر (دراسة مخبرية)

ملخص البحث :

## الهدف من البحث:

هدفت هذه الدراسة إلى مقارنة مقاومة الكسر لثلاث تصاميم مختلفة لتيجان الزيركونيا : التقليدي (ثنائي الطبقات) Bi-layered، ووحيد المرحلة Monolithic، ووحيد المرحلة جزئياً المغطى بخزف من الدهليزي Semimonolithic.

**المواد والطرائق:** تألفت عينة البحث من 30 تاج زيركونيا لثنية علوية، ثبتت على دعائم معدنية، وقسمت وفقاً لتصميم التاج إلى ثلاث مجموعات: المجموعة G1:10 تيجان زيركونيا ثنائية الطبقات، المجموعة G2:10 تيجان زيركونيا وحيدة المرحلة، المجموعة G3:10 تيجان زيركونيا وحيدة المرحلة جزئياً مغطاة بخزف من الدهليزي، ألصقت جميع التيجان بواسطة الاسمنت الزجاجي الشاردي، وأخضعت العينات لاختبار الضغط في جهاز الاختبارات الميكانيكية العام.

**النتائج:** بلغت المتوسطات الحسابية لقوى الضغط الاعظمية (1362.50) نيوتن للمجموعة G1، و (1366.90) نيوتن للمجموعة G2، و (1742.60) نيوتن للمجموعة G3، وباستخدام التحليل الإحصائية كانت مقاومة الكسر للتيجان في المجموعة G3 أعلى مقارنة بالمجموعتين G1 وG2، وتبين عدم وجود فرق ذو دلالة إحصائية بين المجموعتين G1 وG2

## الاستنتاجات:

1- كان متوسط مقاومة الكسر لجميع العينات التي تم فحصها أعلى بكثير من قيم قوى المضغ التي تمارس عادة في المنطقة الأمامية للفم

2- أظهر تصميم تيجان الزيركونيا وحيد المرحلة جزئياً المغطى بقشرة خزفية من الدهليزي أعلى مقاومة كسر مقارنة بالتصاميم الأخرى

3-أبدى تصميم التاج وحيد المرحلة في المنطقة الأمامية مقاومة كسر مماثلة تقريباً للتيجان

الزيركونية التقليدية

**الكلمات المفتاحية :** زيركونيا،ثنائية الطبقات،وحيدة المرحلة، وحيدة المرحلة جزئياً.

## Study of the Design's Effect of the Zirconia crown

### Manufactured by CAD–CAM on Fracture Resistance

#### (In–vitro Study)

**Purpose:** This study aimed to compare the fracture resistance of three different designs of zirconia crowns: traditional (zirconia core with veneering ceramic) Bi-layered, monolithic, and Semimonolithic.

**Materials and Methods:** The sample consisted of 30 upper incisor zirconia crowns, fixed on metal die, and divided according to the crown design into three groups: group G1: 10 bi-layered zirconia crowns, group G2: 10 monolithic zirconia crowns, group G3: 10 Semimonolithic zirconia crown. All crowns were cemented by glass ionomer cement, and samples were subjected to a compressive test in the universal mechanical testing

**Results:** mean max load values was (1362.50) N for the group G1, (1366.90)N for the group G2, and (1742.60)N for the group G3, using statistical analyzes, the fracture resistance of crowns in group G3 was higher compared to groups G1 and G2, and it was found that there was no statistically significant difference between groups G1 and G2.

#### **Conclusions:**

1-The average failure load for all samples examined was much higher than the values of the chewing forces that are usually exerted in the anterior region of the mouth

2-Semimonolithic zirconia crowns showed the highest fracture resistance compared to other designs

3- monolithic zirconia crowns design in the anterior region exhibited fracture resistance almost similar to that of traditional zirconia crowns

**Keywords:** zirconia, bi-layer, monolithic, Semimonolithic.

**الباب العاشر :**

**المراجع references**

## المراجع العربية

- 1-النجار، ب. (2019). التعويضات الثابتة لطلاب السنة الخامسة، منشورات جامعة حماة ص 94-95
- 2-المقداد، ع.سويد، إ. (2021). تأثير شكل تحضير السطح الطاحن على مقاومة الكسر لتيجان الزيركونيا المصنعة بتقنية ال CAD/CAM. مجلة جامعة دمشق للعلوم الطبية 37: (4) ص 69
- 3-قصعلي، ر. عبد الكريم، م. (2016). تأثير تكرار التزجيج والسحل النهائي للتاج المزجج في مقاومة الكسر في التيجان الخزفية المعدنية (دراسة مخبرية). أطروحة ماجستير - جامعة حلب ص 44
- 4-التنجي، س. غزال، م. (2013). تأثير تصميم الهيكل الزيركوني على مقاومة الكسر للخزف المغطي (دراسة مخبرية). أطروحة ماجستير - جامعة حلب ص 4

## المراجع الأجنبية :

## A

- 1-Aboushelib, M. N., C. J. Kleverlaan and A. J. Feilzer (2006). "Microtensile bond strength of different components of core veneered all-ceramic restorations: Part II: Zirconia veneering ceramics." Dental materials **22**(9): 857-863.
- 2-Agustín-Panadero, R., A. Fons-Font, J. Luis Roman-Rodriguez, M. Granell-Ruiz, J. del Rio-Highsmith and M. Fernanda Sola-Ruiz (2012). "Zirconia versus metal: a preliminary comparative analysis of ceramic veneer behavior." International Journal of Prosthodontics **25**(3).
- 3-Agustín-Panadero, R., J. L. Román-Rodríguez, A. Ferreira, M. F. Solá-Ruiz and A. Fons-Font (2014). "Zirconia in fixed prosthesis. A literature review." Journal of clinical and experimental dentistry **6**(1): e66.
- 4-AL-AMLEH, B., K. Lyons and M. Swain (2010). "Clinical trials in zirconia: a systematic review." Journal of oral rehabilitation **37**(8): 641-652.
- 5-Al-Wahadni, A., A. Shahin and K. S. Kurtz (2018). "An in vitro investigation of veneered zirconia-based restorations shade reproducibility." Journal of Prosthodontics **27**(4): 347-354.

- 6-Albashaireh, Z. S., M. Ghazal and M. Kern (2010). "Two-body wear of different ceramic materials opposed to zirconia ceramic." The Journal of prosthetic dentistry **104**(2): 105-113.
- 7-ALLA, R. (2013). "Dental materials science Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Limited."
- 8-Anusavice, K. J. (2012). "Standardizing failure, success, and survival decisions in clinical studies of ceramic and metal–ceramic fixed dental prostheses." Dental materials **28**(1): 102-111.
- 9-Arafa, A. M., A. El-Kouedi, T. Hamza and H. Katamish (2021). "Evaluation of fracture resistance of zirconia monolithic restorations: an in vitro study." Brazilian Dental Science **24**(2).
- 10-Aslam, K. and R. Nadim (2015). "A review on cad cam in dentistry." JPDA **24**(03): 112.

## B

- 11-Badr, Z. (2021). Survival Rate and Fracture Resistance of Different Types of Monolithic Zirconia Crowns After Two Methods of Artificial Aging, The University of North Carolina at Chapel Hill.
- 12-Badran, N., S. Abdel Kader and F. Alabbassy (2019). "Effect of incisal porcelain veneering thickness on the fracture resistance of CAD/CAM zirconia all-ceramic anterior crowns." International journal of dentistry **2019**.
- 13-Bakitian, F., P. Seweryniak, E. Papia, C. Larsson and P. V. von Steyern (2018). "Effect of different semimonolithic designs on fracture resistance and fracture mode of translucent and high-translucent zirconia crowns." Clinical, cosmetic and investigational dentistry **10**: 51.
- 14-Ban, S. (2019). "Chemical durability of high translucent dental zirconia." Dental Materials Journal.
- 15-Beuer, F., J. Schweiger and D. Edelhoff (2008). "Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations." British dental journal **204**(9): 505-511.
- 16-Beuer, F., J. Schweiger, M. Eichberger, H. F. Kappert, W. Gernet and D. Edelhoff (2009). "High-strength CAD/CAM-fabricated veneering material sintered to zirconia copings—a new fabrication mode for all-ceramic restorations." Dental Materials **25**(1): 121-128.

## C

- 17-Camposilvan, E., R. Leone, L. Gremillard, R. Sorrentino, F. Zarone, M. Ferrari and J. Chevalier (2018). "Aging resistance, mechanical properties and translucency of different yttria-stabilized zirconia ceramics for monolithic dental crown applications." Dental Materials **34**(6): 879-890.

- 18-Carrabba, M., A. J. Keeling, A. Aziz, A. Vichi, R. F. Fonzar, D. Wood and M. Ferrari (2017). "Translucent zirconia in the ceramic scenario for monolithic restorations: A flexural strength and translucency comparison test." Journal of dentistry **60**: 70-76.
- 19-Chevalier, J., S. Deville, E. Münch, R. Jullian and F. Lair (2004). "Critical effect of cubic phase on aging in 3 mol% yttria-stabilized zirconia ceramics for hip replacement prosthesis." Biomaterials **25**(24): 5539-5545.
- 20-Christel, P., A. Meunier, M. Heller, J. Torre and C. Peille (1989). "Mechanical properties and short-term in vivo evaluation of yttrium-oxide-partially-stabilized zirconia." Journal of biomedical materials research **23**(1): 45-61.
- 21-Christensen, G. and J. BruxZir (2014). "Milled e. maxCAD: Superior clinical performance at 3+ years." Clin. Rep **7**: 1-3.
- 22-Conrad, H. J., W.-J. Seong and I. J. Pesun (2007). "Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: a systematic review." The Journal of prosthetic dentistry **98**(5): 389-404.
- 23-Cottom, B. and M. Mayo (1996). "Fracture toughness of nanocrystalline ZrO 2-3mol% Y 2 O 3 determined by Vickers indentation." Scripta materialia **34**(5): 809-814.

## D

- 24-Della Bona, A., J. J. Mecholsky Jr and K. J. Anusavice (2004). "Fracture behavior of lithia disilicate-and leucite-based ceramics." Dental Materials **20**(10): 956-962.
- 25-Denry, I. (2013). "How and when does fabrication damage adversely affect the clinical performance of ceramic restorations?" Dental Materials **29**(1): 85-96.
- 26-Denry, I. and J. R. Kelly (2008). "State of the art of zirconia for dental applications." Dental materials **24**(3): 299-307.
- 27-Deville, S., J. Chevalier and L. Gremillard (2006). "Influence of surface finish and residual stresses on the ageing sensitivity of biomedical grade zirconia." Biomaterials **27**(10): 2186-2192.

## E

- 28-Ezzat, Y., R. Sharka, M. Rayyan and M. Al-Rafee (2021). "Fracture Resistance of Monolithic High-Translucency Crowns Versus Porcelain-Veneered Zirconia Crowns After Artificial Aging: An In Vitro Study." Cureus **13**(12)

## F

29-Freedman, M., F. Quinn and M. O'Sullivan (2007). "Single unit CAD/CAM restorations: a literature review." Journal of the Irish Dental Association **53**(1).

## G

30-Giordano, R., L. Pelletier, S. Campbell and R. Pober (1992). "Flexural strength of alumina and glass components of In-Ceram." J Dent Res **71**: 253.

31-Griggs, J. A. (2007). "Recent advances in materials for all-ceramic restorations." Dental Clinics of North America **51**(3): 713-727.

32-Guess, P. C., S. Schultheis, E. A. Bonfante, P. G. Coelho, J. L. Ferencz and N. R. Silva (2011). "All-ceramic systems: laboratory and clinical performance." Dental clinics **55**(2): 333-352.

## H

33-Hannink, R. H., P. M. Kelly and B. C. Muddle (2000). "Transformation toughening in zirconia-containing ceramics." Journal of the American Ceramic Society **83**(3): 461-487.

34-Heintze, S. D. and V. Rousson (2010). "Survival of zirconia-and metal-supported fixed dental prostheses: a systematic review." International Journal of Prosthodontics **23**(6).

35-Heuer, A., N. Claussen, W. Kriven and M. Ruhle (1982). "Stability of tetragonal ZrO<sub>2</sub> particles in ceramic matrices." Journal of the American Ceramic Society **65**(12): 642-650.

36-Hmaidouch, R., W.-D. Müller, H.-C. Lauer and P. Weigl (2014). "Surface roughness of zirconia for full-contour crowns after clinically simulated grinding and polishing." International journal of oral science **6**(4): 241-246.

## I

37-Inokoshi, M., K. Vanmeensel, F. Zhang, J. De Munck, G. Eliades, S. Minakuchi, I. Naert, B. Van Meerbeek and J. Vleugels (2015). "Aging resistance of surface-treated dental zirconia." Dental Materials **31**(2): 182-194.

## J

38-Jansen, J. U., N. Lümke, I. Letz, R. Pfefferle, B. Sener and B. Stawarczyk (2019). "Impact of high-speed sintering on translucency, phase content, grain sizes, and flexural strength of 3Y-TZP and 4Y-TZP zirconia materials." The Journal of prosthetic dentistry **122**(4): 396-403.

39-Johansson, C., G. Kmet, J. Rivera, C. Larsson and P. Vult von Steyern (2014). "Fracture strength of monolithic all-ceramic crowns made of high translucent yttrium oxide-stabilized zirconium dioxide compared to

porcelain-veneered crowns and lithium disilicate crowns." Acta Odontologica Scandinavica **72**(2): 145-153.

40-Juntavee, N. and P. Serirojanakul (2019). "Influence of different veneering techniques and thermal tempering on flexural strength of ceramic veneered yttria partially stabilized tetragonal zirconia polycrystalline restoration." Journal of Clinical and Experimental Dentistry **11**(5): e421.

## K

41-Kelly, J. R. and P. Benetti (2011). "Ceramic materials in dentistry: historical evolution and current practice." Australian dental journal **56**: 84-96.

42-Kelly, J. R. and I. Denry (2008). "Stabilized zirconia as a structural ceramic: an overview." Dental materials **24**(3): 289-298.

Kim, J.-W., N. Covell, P. Guess, E. Rekow and Y. Zhang (2010). "Concerns of hydrothermal degradation in CAD/CAM zirconia." Journal of dental research **89**(1): 91-95.

43-Kobayashi, K., H. Kuwajima and T. Masaki (1981). "Phase change and mechanical properties of ZrO<sub>2</sub>-Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> solid electrolyte after ageing." Solid State Ionics **3**: 489-493.

44-Kolakarnprasert, N., M. R. Kaizer, D. K. Kim and Y. Zhang (2019). "New multi-layered zirconias: Composition, microstructure and translucency." Dental Materials **35**(5): 797-806.

45-Kontonasaki, E., A. E. Rigos, C. Ilia and T. Istantos (2019). "Monolithic zirconia: an update to current knowledge. optical properties, wear, and clinical performance." Dentistry journal **7**(3): 90.

46-Kwon, S. J., N. C. Lawson, E. E. McLaren, A. H. Nejat and J. O. Burgess (2018). "Comparison of the mechanical properties of translucent zirconia and lithium disilicate." The Journal of prosthetic dentistry **120**(1): 132-137.

## L

47-Lawson, S. (1995). "Environmental degradation of zirconia ceramics." Journal of the European ceramic society **15**(6): 485-502.

48-Lorenzoni, F. C., L. M. Martins, N. R. Silva, P. G. Coelho, P. C. Guess, E. A. Bonfante, V. P. Thompson and G. Bonfante (2010). "Fatigue life and failure modes of crowns systems with a modified framework design." journal of dentistry **38**(8): 626-634.

49-Luo, X. P. and L. Zhang (2010). "Effect of veneering techniques on color and translucency of Y-TZP." Journal of Prosthodontics: Implant, Esthetic and Reconstructive Dentistry **19**(6): 465-470.

## M

- 50-Mahmood, D. J. H., E. H. Linderoth, A. Wennerberg and P. V. Von Steyern (2016). "Influence of core design, production technique, and material selection on fracture behavior of yttria-stabilized tetragonal zirconia polycrystal fixed dental prostheses produced using different multilayer techniques: split-file, over-pressing, and manually built-up veneers." Clinical, cosmetic and investigational dentistry **8**: 15.
- 51-Manicone, P. F., P. R. Iommetti and L. Raffaelli (2007). "An overview of zirconia ceramics: basic properties and clinical applications." Journal of dentistry **35**(11): 819-826.
- 52-Matsui, K., H. Yoshida and Y. Ikuhara (2008). "Grain-boundary structure and microstructure development mechanism in 2–8 mol% yttria-stabilized zirconia polycrystals." Acta materialia **56**(6): 1315-1325.
- 53-McLaren, E. and R. Giordano (2010). "Ceramics overview: classification by microstructure and processing methods." Compend. Contin. Educ. Dent **31**: 682-684.
- 54-McLaren, E. A. and P. T. Cao (2009). "Ceramics in dentistry—part I: classes of materials." Inside dentistry **5**(9): 94-103.
- 55-Michalakis, K. X., A. Stratos, H. Hirayama, K. Kang, F. Touloumi and Y. Oishi (2009). "Fracture resistance of metal ceramic restorations with two different margin designs after exposure to masticatory simulation." The Journal of prosthetic dentistry **102**(3): 172-178.
- 56-Miyazaki, T. and Y. Hotta (2011). "CAD/CAM systems available for the fabrication of crown and bridge restorations." Australian dental journal **56**: 97-106.
- 57-Muñoz, E. M., D. Longhini, S. G. Antonio and G. L. Adabo (2017). "The effects of mechanical and hydrothermal aging on microstructure and biaxial flexural strength of an anterior and a posterior monolithic zirconia." Journal of Dentistry **63**: 94-102.

## N

- 58-Nakamura, K., M. Mouhat, J. M. Nergård, S. J. Læg Reid, T. Kanno, P. Milleding and U. Örtengren (2016). "Effect of cements on fracture resistance of monolithic zirconia crowns." Acta biomaterialia odontologica Scandinavica **2**(1): 12-19.
- 59-Nakamura, T., Y. Nakano, H. Usami, S. Okamura, K. Wakabayashi and H. Yatani (2020). "In vitro investigation of fracture load and aging resistance of high-speed sintered monolithic tooth-borne zirconia crowns." Journal of prosthodontic research **64**(2): 182-187.

## P

- 60-Pereira, G. K., L. F. Guilardi, K. S. Dapieve, C. J. Kleverlaan, M. P. Rippe and L. F. Valandro (2018). "Mechanical reliability, fatigue strength and
- 61-Peutzfeldt, A. (2001). "Indirect resin and ceramic systems." Operative dentistry **26**: 153-176.
- 62-Piconi, C. and G. Maccauro (1999). "Zirconia as a ceramic biomaterial." Biomaterials **20**(1): 1-25.
- 63-Pilathadka, S. and D. Vahalová (2007). "Contemporary All-ceramic Materials-Part 1." ACTA MEDICA-HRADEC KRALOVE- **50**(2): 101.
- 64-Pilathadka, S., D. Vahalová and T. Vosáhlo (2007). "The Zirconia: a new dental ceramic material. An overview." Prague Med Rep **108**(1): 5-12.
- 65-Pjetursson, B. E., K. Tan, N. P. Lang, U. Brägger, M. Egger and M. Zwahlen (2004). "A systematic review of the survival and complication rates of fixed partial dentures (FPDs) after an observation period of at least 5 years: I. Implant-supported FPDs." Clinical oral implants research **15**(6): 625-642.
- 66-Pröbster, L. and J. Diehl (1992). "Slip-casting alumina ceramics for crown and bridge restorations." Quintessence International **23**(1).

## R

- 67-Rad, F. A. A., F. G. Succaria and S. M. Morgano (2015). "Fracture resistance of porcelain veneered zirconia crowns with exposed lingual zirconia for anterior teeth after thermal cycling: An in vitro study." The Saudi Dental Journal **27**(2): 63-69.
- 68-Raigrodski, A. J. (2004). "Contemporary all-ceramic fixed partial dentures: a review." Dental Clinics **48**(2): 531-544.
- 69-Raigrodski, A. J., M. B. Hillstead, G. K. Meng and K.-H. Chung (2012). "Survival and complications of zirconia-based fixed dental prostheses: a systematic review." The Journal of prosthetic dentistry **107**(3): 170-177.
- 70-Rezaie, H. R., H. B. Rizi, M. M. R. Khamseh and A. Öchsner (2020). A Review on Dental Materials, Springer.
- 71-Rosentritt, M., V. Preis, M. Behr and T. Strasser (2020). "Fatigue and wear behaviour of zirconia materials." Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials **110**: 103970.

## S

- 72-Sailer, I., J. Gottner, S. Känel and C. H. Franz Hämmerle (2009). "Randomized controlled clinical trial of zirconia-ceramic and metal-ceramic posterior fixed dental prostheses: a 3-year follow-up." International Journal of Prosthodontics **22**(6): 553.
- 73-Schmitter, M., D. Mueller and S. Rues (2013). "In vitro chipping behaviour of all-ceramic crowns with a zirconia framework and feldspathic

- veneering: comparison of CAD/CAM-produced veneer with manually layered veneer." Journal of oral rehabilitation **40**(7): 519-525.
- 74-Scotti, R. and S. Catapano (1995). "A clinical evaluation of In-Ceram crowns." International Journal of Prosthodontics **8**(4).
- 75-Shenoy, A. and N. Shenoy (2010). "Dental ceramics: An update." Journal of conservative dentistry: JCD **13**(4): 195.
- 76-Shirakura, A., H. Lee, A. Geminiani, C. Ercoli and C. Feng (2009). "The influence of veneering porcelain thickness of all-ceramic and metal ceramic crowns on failure resistance after cyclic loading." The Journal of prosthetic dentistry **101**(2): 119-127.
- 77-Silva, N. R., I. Sailer, Y. Zhang, P. G. Coelho, P. C. Guess, A. Zembic and R. J. Kohal (2010). "Performance of zirconia for dental healthcare." Materials **3**(2): 863-896.
- 78-Stawarczyk, B., C. Keul, M. Eichberger, D. Figge, D. Edelhoff and N. Lümekmann (2017). "Three generations of zirconia: From veneered to monolithic. Part I." Quintessence international **48**(5).
- 79-Sukumaran, V. and N. Bharadwaj (2006). "Ceramics in dental applications." Trends in Biomaterials and Artificial Organs **20**(1): 7-12.
- 80-Swab, J. (1991). "Low temperature degradation of Y-TZP materials." Journal of Materials Science **26**(24): 6706-6714.

## T

- 81-Tong, H., C. B. Tanaka, M. R. Kaizer and Y. Zhang (2016). "Characterization of three commercial Y-TZP ceramics produced for their high-translucency, high-strength and high-surface area." Ceramics international **42**(1): 1077-1085.
- 82-Turgut, S. (2020). "Optical properties of currently used zirconia-based esthetic restorations fabricated with different techniques." Journal of Esthetic and Restorative Dentistry **32**(1): 26-33.
- 83-Turk, A. G., M. Ulusoy, M. Yuce and H. Akin (2015). "Effect of different veneering techniques on the fracture strength of metal and zirconia frameworks." The journal of advanced prosthodontics **7**(6): 454-459.

## V

- 84-Vagkopoulou, T., S. O. Koutayas, P. Koidis and J. R. Strub (2009). "Zirconia in dentistry: Part 1. Discovering the nature of an upcoming bioceramic." European Journal of Esthetic Dentistry **4**(2).
- 85-Von Steyern, P. V., P. Carlson and K. Nilner (2005). "All-ceramic fixed partial dentures designed according to the DC-Zirkon® technique. A 2-year clinical study." Journal of oral rehabilitation **32**(3): 180-187.

## Z

86-Zarone, F., S. Russo and R. Sorrentino (2011). "From porcelain-fused-to-metal to zirconia: clinical and experimental considerations." Dental materials **27**(1): 83-96.

87-Zhang, F., M. Inokoshi, M. Batuk, J. Hadermann, I. Naert, B. Van Meerbeek and J. Vleugels (2016). "Strength, toughness and aging stability of highly-translucent Y-TZP ceramics for dental restorations." Dental Materials **32**(12): e327-e337.

88-Zhang, F., H. Reveron, B. C. Spies, B. Van Meerbeek and J. Chevalier (2019). "Trade-off between fracture resistance and translucency of zirconia and lithium-disilicate glass ceramics for monolithic restorations." Acta biomaterialia **91**: 24-34.

89-Zhang, Y. (2014). "Making yttria-stabilized tetragonal zirconia translucent." Dental materials **30**(10): 1195-1203.

90-Zhang, Y. and B. Lawn (2018). "Novel zirconia materials in dentistry." Journal of dental research **97**(2): 140-147.

# الباب الحادي عشر

## الملاحق

الجدول رقم (5) القيم الرقمية لبيانات مقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) المطبقة على التيجان

الزيركونية الخاضعة للدراسة في مجموعات التجربة الثلاثة

المجموعة الأولى: G1 تيجان زيركونيا تقليدية ثنائية الطبقات Bi-layered	المجموعة الثانية: G2 تيجان زيركونيا وحيدة المرحلة Monolithic	المجموعة الثالثة: G3 تيجان زيركونيا وحيدة المرحلة جزئيا مغطاة بخزف من الدھليزي Semi monolithic
<b>1480</b>	1136	2095
<b>1260</b>	1313	2005
<b>1458</b>	1232	2368
<b>1398</b>	1332	1466
<b>1462</b>	1390	2544
<b>1450</b>	1534	1852
<b>1192</b>	1383	1246
<b>1276</b>	1598	1341
<b>1473</b>	1317	1256
<b>1176</b>	1434	1253

كما يبين الشكل رقم (58) توزيع القيم الرقمية لمتغير مقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) في عينة الدراسة وذلك وفق المجموعات الثلاثة المدروسة باستخدام مخطط Box and Whisker Plot في البرنامج الإحصائي SPSS 20.



الشكل رقم (57) توزيع القيم الرقمية لمتغير مقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) في عينة الدراسة وذلك وفق المجموعات الثلاثة المدروسة باستخدام مخطط Box and Whisker Plot

**Syrian Arab Republic**

**Hama University**

**Faculty of Dentistry**

**Department of Fixed Prosthodontics**



**/Study of the Design's Effect of the Zirconia crown  
Manufactured by CAD–CAM on Fracture Resistance  
(In–vitro Study)/**

**Scientific Research to Acquire Master's Degree  
in Fixed Prosthodontics Dentistry Science**

**Prepared By**

**Eman Abdalrazzaq Alkhaled**

**Supervised By**

**Prof: Dr. Bassam AL-Najjar**

**Assistant Professor in Fixed Prosthodontics**

**Dean of Faculty of Dentistry – Hama University**

**2022 – 1444**