# Comparison the effects of two different manufacturing techniques on the fracture resistance of lithium disilicate reinforced glass ceramic crowns ( in vitro study )

**Dr. Rima Saker***
**Zain Alabdeen Salloum****

**(Received 3 / 7 / 2023. Accepted 30 / 8 / 2023)**

## □ ABSTRACT □

**Aim:** the aim of the study is to evaluate the effects of manufacturing techniques (IPS press, IPS CAD) on the fracture resistance of ceramic crowns made by lithium disilicate reinforced glass ceramic

**Materials and Methods:** 28 upper first premolars were collected without cracks or caries, with similar sizes, all of them were preserved with physiological serum at a concentration of 0.9% and at room temperature from the moment of extraction, after being properly cleaned. The sample was randomly divided into two main groups. Each of them has 14 premolars, where the first group received 14 ceramic crowns made of lithium disilicate reinforced glass ceramic using the heat press technique (IPS press), after preparing the teeth of this group according to the academic protocol adopted in preparation for receiving full ceramic crowns, and the second Restored with 14 ceramic crowns made of lithium disilicate reinforced glass ceramic using the CAD/CAM (IPS CAD), after preparing the teeth of this group according to the approved academic protocol adopted in preparation for receiving full ceramic crowns, all the crowns were luted to their abutments using resin cement according to the manufacture instructions, then we divided each main group into two sub-groups of 7 crowns each, in order to study the effects of vertical forces (90 degrees) on the fracture strength of the crowns belong to the first sub-group and the inclined forces (45 degrees) on the fracture strength of the crowns belong to the second sub-group and This is done by universal testing machine

**Results**: there are statistically significant difference in the fracture resistance between crowns manufactured using the heat press technique and crowns manufactured using CAD/CAM technique، where the average fracture strength of the crowns manufactured using the press technique was 1816,71 N ,1154,61 N when applying both vertical forces and oblique forces at an angle of 45 degrees respectively, While the average fracture strength of crowns made using CAD\CAM technology was 1944,17 N, 1243,1N when applying both vertical forces and oblique forces at an angle of 45 degrees respectively

**Conclusions:** The CAD\CAM technology provided a higher fracture strength than the heat press technique in the manufacture of full ceramic crowns made by lithium disilicate crystal_reinforced glass ceramic , and The fracture strength values were higher when applying vertical forces (90 degrees) compared to the oblique forces (45 degrees).

**Key words**: lithium disilicate, fracture resistance,IPS press , IPS CAD/CAM, manufacturing techniques

**Copyright** **:**Tishreen University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

***Professor_faculty of Dentistry_Tishreen University_Lattakia-Syria**
****Master Student_Faculty of Dentistry_Tishreen University_Lattakia_Syria zainsalloum2@gmail.com**

# مقارنة تأثير تقنيتي تصنيع مختلفتين على مقاومة انكسار تيجان الخزف الزجاجي المقوى ببلورات ثنائي سيليكات الليثيوم (دراسة مخبرية)

**د.ريمة صقر***

**زين العابدين سلوم****

**(تاريخ الإيداع 3 / 7 / 2023. قبل للنشر في 30 / 8 / 2023)**

## □ ملخّص □

**هدف الدراسة** : دراسة تأثير تقنية التصنيع ( تقنية IPS Press الحقن الحراري للشمع الضائع ، تقنية IPS CAD التصميم والتصنيع المحوسب) على مقاومة الانكسار للتيجان الخزفية المصنعة من الخزف الزجاجي المقوى ببلورات ثنائي سيليكات الليثيوم

**المواد و الطرائق** : تألفت عينة البحث من 28 ضاحك أول علوي خال من النخور و التصدعات و بأحجام متقاربة حفظت جميعها بالمصل الفزيولوجي بتركيز 0,9% و بدرجة حرارة الغرفة منذ لحظة القلع وذلك بعد تنظيفها بالشكل المناسب ، تم تقسيم العينة عشوائيا الى مجموعتين رئيسيتين عدد كل منها 14 ضاحك رممت المجموعة الأولى 14 تاجاً خزفياً مصنوع من الخزف الزجاجي المقوى ببلورات ثنائي سيليكات الليثيوم بتقنية الحقن الحراري للشمع الضائع press IPS، وذلك بعد تحضير أسنان هذه المجموعة وفقاً للطريقة الأكاديمية المعتمدة في التحضير لاستقبال تيجان الخزف الكامل، رممت المجموعة الثانية بـ 14 تاجاً خزفياً مصنوع من الخزف الزجاجي المقوى ببلورات ثنائي سيليكات الليثيوم بتقنية التصميم والتصنيع المحوسبIPS CAD، وذلك بعد تحضير أسنان هذه المجموعة وفقاً للطريقة الأكاديمية المعتمدة في التحضير لاستقبال تيجان الخزف الكامل، تم إلصاق جميع التيجان على دعاماتها باستخدام الاسمنت الراتنجي ثنائي التصلب وفقاً وفقاً لتعليمات الشركة المصنعة، ثم قمنا بتقسيم كل مجموعة رئيسية الى مجموعتين فرعيتين تضم كل منها كل منها 7 تيجان وذلك لدراسة تأثير القوى العامودية ( 90 درجة ) على مقاومة انكسار تيجان المجموعة الفرعية الأولى والمائلة ( 45 درجة ) على مقاومة انكسار تيجان المجموعة الفرعية الثانية و ذلك بواسطة الة الاختبارات الميكانيكية العامة

**النتائج:** لوحظ وجود فروق ذات دلالة إحصائية بمقاومة الانكسار عند درجة ثقة 95% بين التيجان المصنعة بتقنية الحقن الحراري للشمع الضائع IPS PRESS و التيجان المصنعة بتقنية التصميم والتصنيع المحوسب IPS CAD لدى تطبيق كل من القوى العمودية و المائلة بزاوية 45 درجة حيث بلغ متوسط مقاومة الانكسار للتيجان المصنعة بتقنية الحقن الحراري للشمع الضائع 1816,71 N و 1154,61 N لدى تطبيق القوى العمودية و المائلة على التتالي بينما بلغ متوسط مقاومة الانكسار للتيجان المصنعة بتقنية التصميم و التصنيع المحوسب 1944,17 N و 1243,1N لدى تطبيق القوى العمودية و المائلة على التتالي

**الاستنتاجات:** أعطت تقنية التصميم والتصنيع المحوسب( Ips cad ) المستخدمة في صناعة تيجان الخزف الزجاجي المقوى ببلورات ثنائي سيليكات الليثيوم مقاومة أعلى للانكسار من تقنية الحقن الحراري للشمع الضائع (Ips Press) وكانت قيم مقاومة الانكسار أعلى لدى تطبيق القوى العامودية (90 درجة) مقارنةً بالمائلة (45 درجة)

**الكلمات المفتاحية:** ثنائي سيليكات الليثيوم، مقاومة الكسر، ضغط IPS، IPS CAD/CAM، تقنيات التصنيع

**حقوق النشر** : مجلة جامعة تشرين– سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY-NC-SA 04

* **مدرس– قسم التعويضات الثابتة– كلية طب الأسنان – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية**

** **طالب ماجستير – قسم التعويضات الثابتة – كلية طب الأسنان – جامعة تشرين – اللاذقية – سوريةzainsalloum2@gmail.com**

## مقدمة

- تركزت الجهود والمحاولات في الآونة الأخيرة على تطوير مواد سنية تعويضية تساعد في التخلي التام عن المعادن تلبية لرغبات المرضى بالوصول إلى تعويضات أكثر جمالية و متوافقة حيويا بشكل كامل مع اللثة (1)
- أثمرت هذه المحاولات في الوصول إلى العديد من الأنظمة الخزفية الخالية من المعدن والتي تطورت تدريجيا على مستوى زيادة القساوة ومقاومة الانحناء وتأمين انطباق حفافي جيد ومماثلة الأسنان الطبيعية قدر الإمكان من الناحية اللونية (1)
- تم مؤخرا التوجه لاستخدام أنواع مطورة من الخزف السني كالخزف الزجاجي المقوى بثنائي سيليكات الليثيوم والزيركونيا على الأسنان الخلفية و الأمامية على حد سواء و ذلك نظرا لتحسن خواص هذه الأخزاف الذي أدى إلى زيادة مقاومة الجهود الإطباقية المختلفة داخل الحفرة الفموية و ارتفاع الخواص التجميلية **(2)**
- تم تطوير نظام ال IPS Empress 2 وهو عبارة عن خزف زجاجي مقوى ببلورات ثنائي سيليكات الليثيوم يمتاز بقوة التواء أعلى من نظام ال IPS Empress 1 تصل الى (400+_40) ميغاباسكال (3)
- توسعت استطبابات نظام ال IPS Empress 2 لتشمل الجسور الأمامية ثلاثية القطع حتى منطقة الضواحك (4) وقد ارتفعت قوة التواء هذا النوع من الخزف من خلال زيادة محتواه من البلورات تقريبا 70% وتصغير حجمها وعلى الرغم من هذا المحتوى المرتفع من البلورات بقيت المادة عالية الشفوفية بفضل مؤشر الانعكاس المنخفض لبلورات ثنائي سيليكات الليثيوم (5)
- طور عن نظام IPs empress 2 عام 2005 ما يسمى ب **IPs e.max** بإضافة بعض الأكاسيد الظليلة مثل أكسيد الألمنيوم والزركونيوم لينتج بمستويات مختلفة من الظلالية كي يستخدم لصنع تعويضات للأسنان المتلونة والقاتمة حيث امتاز هذا النوع من الخزف بخواص ميكانيكية و تجميلية عالية (6)
- يمكن تصنيع التعويضات باستخدام هذا النمط من الخزف الزجاجي بتقنيتين:

1. نظام (تقنية) التصميم و التصنيع المحوسب Ips emax cad
2. نظام (تقنية) الحقن الحراري للشمع الضائع Ips emax press (7)(8)

## أهمية البحث وأهدافه

➡ دراسة تأثير تقنية التصنيع ( تقنية الحقن الحراري للشمع الضائع IPS Press، تقنية التصميم و التصنيع المحوسب IPS cad ) على مقاومة الانكسار للتيجان الخزفية المصنعة من الخزف الزجاجي المقوى ببلورات ثنائي سيليكات الليثيوم

## طرائق البحث ومواده

**تصميم الدراسة ( Study Design )**: دراسة مخبرية ( studyIn_Vitro)، مقارنة (Comparative)، عشوائية (randomized).

**عينة الدراسة (Study sample)**: تكونت عينت الدراسة من 28 ضاحك أول علوي مقلوع حديثاً لأسباب تقويمية متقاربة الأحجام حيث تم إعتماد طول التاج (8.5±0.5) ملم والقطر الدهليزي اللساني (8±0.4) ملم والقطر الأنسي الوحشي الأعظمي (0.4 5.2±) ملم للتاج باستخدام مقياس رقمي(Digital Caliper, IOS, USA) ، تم تقسيم العينة

عشوائيا إلى مجموعتين رئيسيتين تكونت المجموعة الرئيسية الاولى من 14 ضاحك اول علوي حضر لاستقبال 14 تاج خزف زجاجي مقوى ببلورات ثنائي سيليكات الليثيوم مصنع بتقنية الحقن الحراري للشمع الضائع Ips Press وتكونت المجموعة الرئيسية الثانية من 14 ضاحك أول علوي حضر لاستقبال 14 تاج خزف زجاجي مقوى ببلورات ثنائي سيليكات الليثيوم مصنع بتقنية التصميم والتصنيع المحوسب (IPS CAD\CAM) ثم قسمت كل مجموعة رئيسية الى مجموعتين فرعيتين عدد كل منها 7 تيجان لدراسة تأثير القوى العامودية (90 درجة) على مقاومة انكسار تيجان المجموعة الفرعية الاولى و القوى المائلة (45 درجة) على مقاومة انكسار تيجان المجموعة الفرعية الثانية

**معايير الإدخال في الدراسة: (Inclusion Criteria):**

- أن تكون الأسنان خالية من النخور والتصدعات والكسور.
- أن تكون الأسنان متقاربة من حيث الشكل والحجم.
- أن تكون غير خاضعة لمعالجة قنيوية سابقة.
- أن تكون الاسنان حديثة القلع (لم يمض على القلع أكثر من 3 اشهر)
- أن تكون الأسنان محفوظة في مصل فيزيولوجي منذ لحظة القلع

**معايير الاستبعاد من الدراسة (Exclusion Criteria):**

- وجود نخور أو تصدعات في الأسنان.
- وجود ترميمات أو حشوات سابقة على الأسنان
- مرور فترة زمنية طويلة على القلع وعدم حفظ الأسنان في السوائل المناسبة

**مراحل العمل :**

**تحضير الأسنان (Teeth preparation)**

قمنا بتحضير جميع أسنان العينة وفق الطريقة الأكاديمية المعتمدة لاستقبال تيجان الخزف الكامل (تخفيض السطح الطاحن 2 ملم ، تحضير الجدران المحورية بمقدار 1.5 ملم، خط الانهاء كتف مدور بثخانة 1 ملم فوق منطقة الملتقى المنائي الملاطي ب1 ملم، تقارب الجدران بميل يقدر (4) درجات للجدار الواحد، شطب حدبات الدعم بمقدار 0.5 ملم، تدوير جميع الزوايا الحادة وإنهاء التحضير ) (9)

حضر أول سن وفق الطريقة السابقة وقد تم استخدامه كمرجع لتحضير باقي الأسنان عن طريق نسخه إلى ورق الزبدة بهدف الحصول على أبعاد موحدة لكامل الأسنان المحضرة

حضرت جميع أسنان العينة بالطريقة السابقة وتم الحصول على 28 ضاحك محضر بأبعاد موحدة

**تصميم التيجان(:Computer aided design )**

قسمت أسنان العينة المحضرة عشوائيا الى مجموعتين رئيسيتين بالتساوي و رقمت من 1 الى 28 و وضعت ضمن قالب من المطاط السيليكوني ثم أرسلت الى المختبر للبدء بإجراءات المسح الضوئي و التصميم Computer aided design المحوسب على جهاز ال CAD/CAM حيث قمنا باعتماد تصميم موحد لكامل التيجان على برنامج ال exocad بالثخانات التالية:2 ملم على السطح الطاحن ، 1,5 ملم جدران محورية ، 1 ملم عند خط الانهاء العنقي

**صناعة التيجان:(manufacturing of crowns)**

تم اعتماد الأسنان المحضرة المرقمة من 1 إلى 14 ليتم ترميمها 14 تاج خزف زجاجي مقوى ببلورات بثنائي سيليكات الليثيوم مصنع بتقنية الحقن الحراري للشمع الضائع (IPS Press) حيث تم أولا خراطة 14 تاج شمعي بأبعاد موحدة

مطابقة للتصميم سابق الذكر باستخدام مخرطة شمعية تابعة لجهاز ال CAD\CAM و من ثم وضعت حلقة بوتقة الحقن في مكانها، ثم تمت عملية الكسو باستخدام المسحوق الكاسي ( IPS press VEST,Ivoclar Vivadent). وضعت البوتقة في فرن الإحماء وضبطت درجة حرارة الفرن عند 850 درجة مئوية لمدة 30 دقيقة، ثم وضع فيها القالب الخزفي (emax ingot من شركة ivoclar vivdent ) والمكبس الألومينى، ووضع المجموع في فرن الحقن الحراري للخزف ( Programat EP 3010, Ivoclar Vivadent, )م تم الحقن وفق برنامج الحقن الموصى به من قبل الشركة المصنعة للخزف

بعدها تركت البوتقة لتبرد حتى درجة حرارة الغرفة، ثم تم تخليص النماذج الخزفية من المسحوق الكاسي باستخدام القرص الفاصل وبالترميل بحبيبات أكسيد الألمنيوم بضغط 4 بار، بعدها أزيلت الزوائد الدقيقة بضغط 2 بار،عند الانتهاء من الترميل ولإزالة طبقة التفاعل المتشكلة خلال مرحلة الحقن، غمر التعويض الخزفي بسائل ممد من حمض فلور الماء ( IPS e.max Press Invex Liquid, Ivoclar Vivadent )بتركيز أقل من 1%، لمدة تتراوح بين 10-30 دقيقة، ، ثم غسل التعويض بتيار من الماء والهواء

أما الأسنان المحضرة المرقمة من 14 إلى 28 فرممت بـ 14 تاج خزف زجاجي مقوى ببلورات ثنائي سيليكات الليثيوم مصنع بتقنية التصميم والتصنيع المحوسب IPS CAD

وذلك بعد الانتهاء من عملية التصميم وقد تمت صناعتها بتزجيج كامل باستخدام المخرطة الرطبة المخصصة لخراطة قرص الEmax .e تمت الخراطة الرطبة قرص الايماكس ( E.max DISK Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) باستخدام مخرطة (Arum5x-400, ARUM, South Korea بعد الانتهاء من الخراطة تم تثبيت التيجان باستخدام مادة ( IPS Object Fix Putty, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein)على قاعدة الفرن المخصصة ثم تمت التقسية باستخدام فرن الخزف ((Programat ® P300,Ivoclar Vivadent, Liechtensteinعلى مرحلتين من دون فاصل. المرحلة الأولى 820 درجة لمدة دقيقتين بعدها 840 درجة لمدة 7 دقائق، ثم تركت التعويضات لتبرد حتى وصلت إلى درجة حرارة الغرفة،

بعد الحصول على التيجان المصنعة بكلا التقنيتين تم القيام بصب جميع أسنان العينة بالاكريل البارد تحت مستوى الملتقى المينائي الملاطي ب 2 ملم

**الإلصاق(cementation) :**

أجريت تجربة جميع التيجان قبل إلصاقها للتحقق من الانطباق الداخلي والحفافي بإستخدام مطاط سيليكوني تكثيفي ولم نحتاج الى اي تعديل يذكر

تم إلصاق جميع التيجان باستخدام إسمنت راتنجي ثنائي التصلب Ivoclar Variolink N , lot(V03436) (Vivadent,Liechtenstein)

**وفق الخطوات التالية:**

**أولاً: معالجة السطوح الداخلية للتيجان**

1. بداية تم تنظيف التيجان وتطهيرها باستخدام الكحول ثم غُسلت بتيار من الماء والهواء، بعدها جُففت بالهواء.
2. تم تخريش باطن التاج بحمض فلور الماء10%china Condact Porcelain Etch

لمدة 90 ثانية، ثم تم غسلها بالماء الجاري لمدة 30 ثانية، وجففت بالهواء الخالي من الزيوت لمدة 30 ثانية.

3. –بعدها تم تطبيق طبقتين من معامل الربط المضاعف (سيلان) Silane, Ultradent Prouducts ( lot((BDJZH),South Jordan, UT, USA وترك لمدة دقيقة حتى يجف

**ثانياً: معالجة سطوح الدعامات المحضرة**

1–نظفت سطوح الضواحك المحضرة بمسحوق الخفان الخالي من الفلور ( Prophylaxis Paste,SS White)ثم غُسلت بتيار من الماء والهواء

2– بعدها تم تخريش الدعامات بحمض الفوسفور Jendental_UKraine LLC Etchبتركيز37% حيث طبق المخرش على العاج لمدة 15 ثانية وعلى الميناء لمدة 30 ثانية، بعدها غُسلت الدعامات بالماء الجاري لمدة 20 ثانية ومن ثم تم تجفيفها بالهواء الخالي من الزيوت لمدة 20 ثانية.

3–بعدها طبقت مادة الربط العاجي ( Tetric N–Bond Universal,W08416, Ivoclar Vivadent) Liechtensteinعلى السطوح المحضرة، ثم تم تطبيق تيار هوائي خفيف لتأمين انتشارها على كامل السطح، بعدها صلبت لمدة 20 ثانية

4–تم إلصاق جميع التيجان بإسمنت إلصاق راتنجي ثنائي التصلب( Variolink N , Ivoclar, Vivadent, Liechtenstein) تم مزج الأساس والمسرع بنسبة 1:1 وتم تطبيق الإسمنت على السطوح الداخلية للتيجان .بعدها وضعت التيجان على دعاماتها وتم تطبيق ضغط خفيف بواسطة إصبع اليد. تمت إزالة الزوائد من إسمنت الإلصاق قبل التصليب ثم تم تصليب الإسمنت باستخدام جهاز تصليب ضوئي ( Led curing light, Hemao Medical, China)من الأربع جهات (دهليزية ، أنسية، وحشية ، لسانية) لمدة 45 ثانية لكل جهة

**صورة توضح العينة كاملة بعد إلصاق التيجان**

**تطبيق اختبارات مقاومة قوى الكسر (fracture strength tests):**

طريقة إجراء اختبارات مقاومة قوى الكسر:

أجريت اختبارات مقاومة قوى الانكسار باستخدام جهاز الاختبارات الميكانيكية Universal test machine الموجود في جامعة تشرين (كلية الهندسة الكهربائية والميكانيكية) وقد أجريت الاختبارات بعد تحضير ملحقات خاصة تم تصميمها بحيث تناسب العينة وبسرعة 0.5 ملم/د حيث أن الجهاز موصول مع حاسب خاص لرسم المخططات البيانية لقوى الكسر والتي تتجلى بانهيار الخط البياني المرسوم عند حدوث التصدع أو الانكسار وتتراجع قيمة القوة، وعندها يتم إيقاف الجهاز وتسجل القيمة الرقمية لقوة الانكسار بالنيوتن

تم توجيه القوى على العينة بشكل موازي للمحور الطولي للسن (90) درجة على المنحدر الداخلي لحدبة الدعم الحنكية للضاحك الأول العلوي في منتصف المسافة الواصلة بين ذروة الحدبة والميزاب المركزي وأيضا بشكل مائل زاوية (45 درجة) حتى حدوث الانهيار للخط البياني المرسوم على شاشة الحاسب والذي يشير الى لحظة حدوث التصدع

او الانكسار وتراجع قيمة القوة حيث تم تسجيل القيمة الرقمية لمقاومة الانكسار بالنيوتن لجميع مفردات العينة وأجريت الدراسة الاحصائية باستخدام برنامج SPSS وبناء عليه قسمت العينة بالشكل التالي:

تم تطبيق الاختبارات وفقاً للتقسيم المذكور سابقاً للعينة :

1-7 : تيجان خزف زجاجي مقوى بثنائي سيليكات الليثيوم مصنعة بتقنية الحقن الحراري تم تطبيق قوى عمودية عليها حتى الكسر

8-14 : تيجان خزف زجاجي مقوى بثنائي سيليكات الليثيوم مصنعة بتقنية الحقن الحراري تم تطبيق قوى مائلة عليها بزاوية 45 درجة حتى الكسر

15-21 : تيجان خزف زجاجي مقوى بثنائي سيليكات الليثيوم مصنعة بتقنية التصميم والتصنيع المحوسب تم تطبيق قوى عمودية عليها حتى الكسر

22-28 : تيجان خزف زجاجي مقوى بثنائي سيليكات الليثيوم مصنعة بتقنية التصميم والتصنيع المحوسب تم تطبيق قوى مائلة عليها بزاوية 45 درجة حتى الكسر

نقطة تطبيق القوى:

قمنا بتطبيق القوى على المنحدر الداخلي لحدبة الدعم الحنكية للضاحك الأول العلوي في منتصف المسافة الواصلة ما بين الميزاب المركزي و ذروة الحدبة الحنكية

**صورة توضح تطبيق القوى المائلة بزاوية 45 درجة على عينة بواسطة آلة الاختبارات الميكانيكية العامة**

**صورة توضح تطبيق القوى العمودية بزاوية 90 درجة على عينة بواسطة آلة الاختبارات الميكانيكية العامة**

**النتائج**

تم قياس مقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) لكل تاج من التيجان الخزفية المدروسة في عينة البحث، ثم تمت دراسة تأثير تقنية التصنيع المستخدمة ونوع القوّة المطبّقة في قيم مقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) وكانت نتائج التحليل كما يلي:

- **دراسة تأثير تقنية التصنيع المستخدمة في مقدار مقاومة الانكسار في مجموعة تطبيق القوّة العمودية من عينة البحث:**

تم إجراء اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في قيم مقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) بين مجموعة تقنية الحقن الحراري للشمع الضائع IPS Press ومجموعة تقنية التصميم والتصنيع المحوسب IPS CAD في مجموعة تطبيق القوّة العمودية من عينة البحث كما يلي:

- **إحصاءات وصفية:**

**جدول رقم (1) يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لقيم مقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) في مجموعة تطبيق القوّة العمودية من عينة البحث وفقاً لتقنية التصنيع المستخدمة.**

| المتغير المدروس = مقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| نوع القوّة المطبّقة | تقنية التصنيع المستخدمة | عدد التيجان الخزفية | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري | الخطأ المعياري | الحد الأدنى | الحد الأعلى |
| قوّة عمودية | تقنية الحقن الحراري للشمع الضائع IPS Press | 7 | 1816.71 | 47.17 | 17.83 | 1748.9 | 1902.2 |
| | تقنية التصميم والتصنيع المحوسب IPS CAD | 7 | 1944.17 | 65.83 | 24.88 | 1852.1 | 2022.2 |

**مخطط رقم (1) يمثل المتوسط الحسابي لمقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) في مجموعة تطبيق القوّة العمودية من عينة البحث وفقاً لتقنية التصنيع المستخدمة.**

- **نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة:**

**جدول رقم (2) يبين نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في قيم مقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) بين مجموعة تقنية الحقن الحراري للشمع الضائع IPS Press ومجموعة تقنية التصميم والتصنيع المحوسب IPS CAD في مجموعة تطبيق القوّة العمودية من عينة البحث.**

| المتغير المدروس = مقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| نوع القوّة المطبّقة | الفرق بين المتوسطين | قيمة t المحسوبة | قيمة مستوى الدلالة | دلالة الفروق |
| قوّة عمودية | −127.307 | −4.164 | 0.001 | توجد فروق دالة |

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق دالة إحصائياً في قيم مقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) بين تقنيتي التصنيع لصالح مجموعة تقنية التصميم والتصنيع المحوسب في مجموعة تطبيق القوى العمودية من عينة البحث

**دراسة تأثير تقنية التصنيع المستخدمة في مقدار مقاومة الانكسار في مجموعة تطبيق القوّة المائلة بزاوية 45 درجة من عينة البحث:**

تم إجراء اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في قيم مقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) بين مجموعة تقنية الحقن الحراري للشمع الضائع IPS Press ومجموعة تقنية التصميم والتصنيع المحوسب IPS CAD في مجموعة تطبيق القوّة المائلة بزاوية 45 من عينة البحث كما يلي:

- **إحصاءات وصفية:**

**جدول رقم (3) يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لقيم مقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) في مجموعة تطبيق القوّة المائلة بزاوية 45 من عينة البحث وفقاً لتقنية التصنيع المستخدمة.**

| المتغير المدروس = مقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| نوع القوّة المطبّقة | تقنية التصنيع المستخدمة | عدد التيجان الخزفية | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري | الخطأ المعياري | الحد الأدنى | الحد الأعلى |
| قوّة مائلة بزاوية 45 ْ | تقنية الحقن الحراري للشمع الضائع IPS Press | 7 | 1154.61 | 44.62 | 16.87 | 1093.3 | 1203.1 |
| | تقنية التصميم والتصنيع المحوسب IPS CAD | 7 | 1243.10 | 38.86 | 14.69 | 1193 | 1298.4 |

**مخطط رقم (3) يمثل المتوسط الحسابي لمقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) في مجموعة تطبيق القوّة المائلة بزاوية 45 ْ من عينة البحث وفقاً لتقنية التصنيع المستخدمة.**

- **نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة:**

**جدول رقم (4) يبين نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في قيم مقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) بين مجموعة تقنية الحقن الحراري للشمع الضائع IPS Press ومجموعة تقنية التصميم والتصنيع المحوسب IPS CAD في مجموعة تطبيق القوّة المائلة بزاوية 45 من عينة البحث.**

| المتغير المدروس = مقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| نوع القوّة المطبّقة | الفرق بين المتوسطين | قيمة t المحسوبة | قيمة مستوى الدلالة | دلالة الفروق |
| قوّة مائلة بزاوية 45 | −88.486 | −3.956 | 0.002 | توجد فروق دالة |

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق دالة إحصائياً في قيم مقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) بين تقنيتي التصنيع لصالح تقنية التصميم والتصنيع المحوسب IPS CAD في مجموعة تطبيق القوّة المائلة بزاوية 45 من عينة البحث

**دراسة تأثير نوع القوّة المطبّقة في مقدار مقاومة الانكسار في مجموعة تقنية الحقن الحراري للشمع الضائع IPS Press من عينة البحث:**

تم إجراء اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في قيم مقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) بين مجموعة تطبيق القوّة العمودية ومجموعة تطبيق القوة المائلة بزاوية 45° في مجموعة تقنية الحقن الحراري للشمع الضائع IPS Press من عينة البحث كما يلي:

- **إحصاءات وصفية:**

**جدول رقم (5) يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لقيم مقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) في مجموعة تقنية الحقن الحراري للشمع الضائع IPS Press من عينة البحث وفقاً لنوع القوّة المطبّقة.**

| المتغير المدروس = مقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تقنية التصنيع المستخدمة | نوع القوّة المطبّقة | عدد التيجان الخزفية | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري | الخطأ المعياري | الحد الأدنى | الحد الأعلى |
| تقنية الحقن الحراري للشمع الضائع IPS Press | قوّة عمودية | 7 | 1816.71 | 47.17 | 17.83 | 1748.9 | 1902.2 |
| | قوّة مائلة بزاوية 45 ° | 7 | 1154.61 | 44.62 | 16.87 | 1093.3 | 1203.1 |

**مخطط رقم (4) يمثل المتوسط الحسابي لمقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) في مجموعة تقنية الحقن الحراري للشمع الضائع IPS Press من عينة البحث وفقاً لنوع القوّة المطبّقة.**

- **نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة:**

**جدول رقم (6) يبين نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في قيم مقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) بين مجموعة تطبيق القوّة العمودية ومجموعة تطبيق القوة المائلة بزاوية 45° في مجموعة تقنية الحقن الحراري للشمع الضائع IPS Press من عينة البحث.**

| المتغير المدروس = مقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| تقنية التصنيع المستخدمة | الفرق بين المتوسطين | قيمة t المحسوبة | قيمة مستوى الدلالة | دلالة الفروق |
| تقنية الحقن الحراري للشمع الضائع IPS Press | 662.100 | 26.977 | 0.000 | توجد فروق دالة |

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق دالة إحصائياً في قيم مقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) بين مجموعتي تطبيق القوى لصالح مجموعة تطبيق القوى العمودية وذلك للعينة المصنعة بتقنية الحقن الحراري للشمع الضائع IPS Press

- **دراسة تأثير نوع القوّة المطبّقة في مقدار مقاومة الانكسار في مجموعة تقنية التصميم والتصنيع المحوسب IPS CAD من عينة البحث:**

تم إجراء اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في قيم مقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) بين مجموعة تطبيق القوّة العمودية ومجموعة تطبيق القوة المائلة بزاوية 45° في مجموعة تقنية التصميم والتصنيع المحوسب IPS CAD من عينة البحث كما يلي:

- **إحصاءات وصفية:**

**جدول رقم (7) يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لقيم مقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) في مجموعة تقنية التصميم والتصنيع المحوسب IPS CAD من عينة البحث وفقاً لنوع القوّة المطبّقة.**

| المتغير المدروس = مقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تقنية التصنيع المستخدمة | نوع القوّة المطبّقة | عدد التيجان الخزفية | المتوسط الحسابي | الانحراف المعياري | الخطأ المعياري | الحد الأدنى | الحد الأعلى |
| تقنية التصميم والتصنيع المحوسب IPS CAD | قوّة عمودية | 7 | 1944.17 | 65.83 | 24.88 | 1852.1 | 2022.2 |
| | قوّة مائلة بزاوية 45° | 7 | 1243.10 | 38.86 | 14.69 | 1193 | 1298.4 |

**مخطط رقم (5) يمثل المتوسط الحسابي لمقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) في مجموعة تقنية التصميم والتصنيع المحوسب IPS CAD من عينة البحث وفقاً لنوع القوّة المطبّقة.**

- **نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة:**

**جدول رقم (8) يبين نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في قيم مقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) بين مجموعة تطبيق القوّة العمودية ومجموعة تطبيق القوة المائلة بزاوية 45° في مجموعة تقنية التصميم والتصنيع المحوسب IPS CAD من عينة البحث.**

| المتغير المدروس = مقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| تقنية التصنيع المستخدمة | الفرق بين المتوسطين | قيمة t المحسوبة | قيمة مستوى الدلالة | دلالة الفروق |
| تقنية التصميم والتصنيع المحوسب IPS CAD | 701.071 | 24.264 | 0.000 | توجد فروق دالة |

يبين الجدول أعلاه أن قيمة مستوى الدلالة أصغر من القيمة 0.05، أي أنه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق دالة إحصائياً في قيم مقدار مقاومة الانكسار (بالنيوتن) بين مجموعتي تطبيق القوى لصالح مجموعة تطبيق القوى العمودية وذلك للعينة المصنوعة بتقنية التصميم والتصنيع المحوسب

**المناقشة:**

**مناقشة منهجية البحث :**

- استخدم في هذا البحث أسنان بشرية طبيعية مقلوعة بدلا من النماذج الصنعية للأسنان المصنوعة من المعادن بهدف محاكاة الواقع السريري حيث أن الصفات البنيوية و التشريحية للأسنان الطبيعية تختلف عن النماذج الصنعية كذلك فإن سطح الميناء و العاج القابل للتخريش والارتباط يجعل عملية الإلصاق أكثر دقة و محاكاة للواقع السريري منها في حال استخدام النماذج الصنعية
- تم اختيار التيجان الكاملة المصنوعه من الخزف الزجاجي المقوى بثنائي سيليكات الليثيوم للدراسة بسبب أنماط الفشل العديدة الشائعة في هذا النوع من التيجان المتمثلة بكسور فيها و قد تمت دراسة أثر تقنية التصنيع على مقاومة انكسارها بعد تأكيد العديد من الدراسات على وجود علاقة لتقنية تصنيع الأخزاف على خواصها الميكانيكية و مقاومتها للانكسار**(9)(10)(11)**
- تم اختيار الضواحك الأولى العلوية كدعامات في هذا البحث لأنها تعد أكثر الأسنان عرضة للكسر، إذ وجد Salis وزملاؤه أن 49% من كسور الأسنان في الفك العلوي تظهر في الضواحك وأكثر من نصف هذه الكسور كانت كسوراً في حدبة الدعم**(12)** كما أن تتويج الضواحك الأولى العلوية يعد من استطبابات تيجان ثنائي سيليكات الليثيوم
- تم اختيار الأسنان متقاربة من حيث الشكل و الحجم و تم توحيد معايير تحضيرها لاستبعاد تأثير هذه الفروقات على نتائج الدراسة و للحد من التغيرات و الأخطاء الممكنة
- تم تقليح الأسنان و تنظيفها ثم تم حفظها في محلول ملحي (0,9% كلور الصوديوم) بدرجة حرارة الغرفة إلى حين إتمام جمع العينة و يعود الهدف من هذا الإجراء الى أن كلور الصوديوم يؤمن ارتباطا سنياً راتنجياً في الأسنان المقلوعة مشابهاً له في الأسنان غير المقلوعة **(13)**
- تم تثبيت الضواحك ضمن قواعد إكريلية وذلك لأن معامل مرونة الإكريل مقارب لمعامل مرونة العظم السنخي، حيث صممت القواعد بشكل يسمح بتثبيتها على القاعدة المخصصة لجهاز الاختبارات الميكانيكية.
- لم نستخدم في هذا البحث مادة محاكية للرباط السني كالمطاط الرخو مثلاً وتم الاكتفاء بتثبيت الأسنان مباشرة ضمن القواعد الإكريلية. يمكن اعتبار عدم الاستخدام هذا مبرراً حيث لم تسجل بعض الدراسات اختلافاً في النتائج بين

العينات المصممة برباط حول سني وبين العينات المصممة دونه **(14)(15)**، كذلك وجد (Chia) أن الرباط حول السني الصنعي المشكل من المطاط الرخو حول جذور الدعامات يبدي ثخانات أكبر من الموجودة في الواقع السريري. إضافة إلى ذلك من الممكن أن تسبب الثخانات غير المتساوية من الرباط المطاطي الصنعي حركة غير مسيطر عليها للدعامات وحدوث المزيد من الأخطاء **(16)**.

- استخدم جهاز الاختبارات الميكانيكية العامة Ibertest (IBMU4 series,) لدراسة مقاومة التعويضات للكسر حيث طبقت قوى مائلة بزاوية 45 على المنحدر الداخلي لحدبة الدعم (الحدبة الحنكية) حتى حدوث الكسر ،و طبقت قوى عمودية أيضا بزاوية 90 درجة على نفس المنطقة حتى حدوث الكسر .

**واعتمدت هذه الطريقة في تطبيق القوة كونها الطريقة المتبعة في العديد من الأبحاث السابقة (17)(18)**

أما فيما يخص اختيار الزاوية 45 درجة فيعود سبب اختيار هذه الزاوية إلى أنه يعتبر تطبيق القوة بزاوية 45 غير مفضل في أثناء الوظيفية المضغية، حيث يبدي هذا الشكل من القوى أسوأ الإجهادات المطبقة على الأسنان **(19)(20)**

**مناقشة النتائج:**

**مناقشة نتائج دراسة تأثير تقنية التصنيع المستخدمة (تقنية الحقن الحراري للشمع الضائع ، تقنية التصميم والتصنيع المحوسب) في مقدار مقاومة الانكسار في مجموعتي تطبيق القوى العمودية و المائلة :**

- أظهرت نتائج هذا البحث أن مقدار القوى المسؤولة عن الفشل في كلا تقنيتي التصنيع (الحقن الحراري ، التصميم والتصنيع المحوسب) كانت أكبر من القوى الفيزيولوجية التي قد تحدث في الحفرة الفموية، حيث يتراوح مقدار قوى المضغ الطبيعية في منطقة الضواحك بين 222–445 نيوتن**(13)**، مما يمكن من استخدام كلا تقنيتي التصنيع بشكل امن في حال كان المريض ليس لديه عادات نظيرة وظيفية.
- قد يعود سبب تفوق تقنية الIPS CAD\CAM التصميم والتصنيع المحوسب على تقنية الحقن الحراري للشمع الضائع IPS Press في مقاومة الانكسار إلى أن الأخطاء المخبرية تزداد والخواص الميكانيكية تتأثر بسبب الإجراءات المخبرية العديدة التي تمر بها التيجان المصنعة بتقنية الحقن الحراري من تشميع وتوتيد وكسي و إحماء وصب وضغط حراري و ما يرافق هذه الأعمال من احتمال وقوع أخطاء عديدة ( أخطاء قد تحدث بمرحلة الكسي كخشونة السطح الزائدة التي قد تنتج عن عدم مزج المسحوق الكاسي بنسب صحيحة أو احماء بوتقة الصب بشكل زائد، أو عيوب تتعلق بالانصهار كالاحتواء الغازي و الفقاعات ، اندخال شوائب المسحوق الكاسي و الاندخالات الصلبة ، أو عيوب قد تحدث بالتصلب كالتجاويف)، في حين تكون الأبعاد والعملية برمتها مقادة ومسيطر عليها بواسطة الحاسوب وتكون أبسط وأقل تعقيدا وأكثر اختصارا للإجراءات المخبرية (المقرونة بارتفاع احتمالية حدوث الأخطاء) في تقنية التصميم والتصنيع المحوسب IPS CAD\CAM
- كما أن جزيئات الزجاج تتأثر وتصبح أكثر خشونه أثناء عملية الضغط الحراري مما يؤثر على مقاومتها و خواصها الميكانيكية و هذا قد يكون ناتج عن صعوبة المعايرة الدقيقة لنسبة المسحوق الى السائل عند مزج المسحوق الكاسي أو الى إحماء بوتقة الصب بشكل زائد قليلا مما يؤدي الى حدوث تشققات مجهرية في المسحوق الكاسي **(10)**

- **اتفقت نتائج دراستنا مع دراسة Chang_Halim وزملائه عام 2019 (9)** قارنو فيها مقاومة الانكسار بين أنواع مختلفة من التيجان من ضمنها تيجان مصنوعة من الخزف الزجاجي المقوى بثنائي سيليكات الليثيوم بتقنيتي الحقن الحراري للشمع الضائع والتصميم والتصنيع المحوسبCAD\CAM ، وأظهرت نتائج هذه الدراسة أن متوسط مقاومة الانكسار لتيجان ثنائي سيليكات الليثيوم المصنعة بتقنية الحقن الحراري هو(N1656,2) و متوسط مقاومة الانكسار لتيجان ثنائي سيليكات الليثيوم المصنعة بتقنية التصميم والتصنيع المحوسب (N1822) وهذا يعني أن تقنية التصميم والتصنيع المحوسب أعطت مقاومة أعلى للانكسار من تقنية الحقن الحرار ي للشمع الضائع وهذا متوافق مع نتائجنا ويعود الاختلاف الطفيف بالأرقام إلى اختلاف طريقة تطبيق القوة بين الدراستين
- **وقد اتفقت نتائج دراستنا مع دراسة سابقة ل Albrecht T وزملائه عام2011 (21 )** حيث قارنت هذه لدراسة بين مقاومة الانكسار لتيجان الزيركونيا مع مقاومة الانكسار لتيجان ثنائي سيليكات الليثيوم مصنعة بتقنية التصميم و التصنيع المحوسب وأظهرت نتائج هذه الدراسة أن متوسط مقاومة الانكسار لتيجان ثنائي سيليكات الليثيوم المصنوعة بتقنية التصميم والتصنيع المحوسب كان (N1850) وذلك عند تطبيق قوى عمودية بزاوية 90 درجة على التيجان الملصقة على ضواحك أولى علوية طبيعية مقلوعة وقد تقاربت هذه النتائج بشكل كبير مع نتائجنا(N1852,1) وذلك في مجموعة تطبيق القوى العمودية نظرا لتماثل طريقة تطبيق القوة و العينة المدروسة بين الدراستين
- **وقد اختلفت نتائج دراستنا مع دراسة Zhao K وPan Y وزملائهم عام 2012 (22)**قارنوا فيها مقاومة الانكسار لتيجان ليثيوم دي سيليكات مصنوعة بتقنية الحقن الحراري للشمع الضائع بتيجان تشريحية كاملة( Full Anatomic) مع مقاومة الانكسار لتيجان ليثيوم دي سيليكات مصنوعة بتقنية الحقن الحراري للشمع الضائع Bi_Layer (محاطة بطبقة Glaze كاملة )وقد أظهرت نتائج هذه الدراسة أن متوسط مقاومة الانكسار لتيجان ثنائي سيليكات الليثيوم (IPS e.max Press Full Anatomic= 2665,4N) وهذا يختلف مع نتائج دراستنا **(N1816,71)**

**قد يعود الاختلاف بالنتائج بين دراستنا وهذه الدراسة :**

**أولا:** إلى اختلاف العينة المدروسة حيث كانت عينة هذه الدراسة 40 رحى أولى سفلية طبيعية مقلوعة أما دراستنا فقد طبقت على 28 ضاحك أول علوي طبيعي مقلوع حيث أن زيادة حجم الدعامات والتيجان في هذه الدراسة قد تلعب دورا في زيادة مقاومة الانكسار مقارنة بدراستنا

**ثانيا:** اختلاف طريقة تطبيق القوة حيث استخدمت هذه الدراسة كرة بقطر 6ملم لتطبيق القوى فوق الميزاب المركزي لتيجان الأرحاء الأولى السفلية وتم وضع رقاقة من القصدير تفصل بين الكرة والتاج بهدف تقليل الضغط على نقاط التماس المباشرة بهدف توزيع الجهود على كامل السطح أما في دراستنا فقد طبقنا القوى بواسطة رأس مصمم خصيصا لتطبيق قوى مباشرة على المنحدر الداخلي لحدبة الدعم الحنكية لتاج الضاحك الأول العلوي في منتصف المسافة بين ذروة الحدبة والميزاب المركزي

- **وقد اختلفت نتائج دراستنا مع دراسة Gresnigt MM و Ozcan M وزملائهم عام 2016(23)** حيث قارنوا بدراستهم بين مقاومة الانكسار لل endo Crown مصنوع من ثنائي سيليكات الليثيوم بطريقة التصميم والتصنيع المحوسب(CAD\CAM) وبين مقاومة الانكسار لل endo Crown المصنوع من الكومبوزيت وأظهرت هذه الدراسة أن متوسط مقاومة الانكسار ل endo Crown المصنوع من ثنائي سيليكات الليثيوم المصنوع بطريقة التصميم والتصنيع المحوسب N2428 وذلك عند تطبيق قوى عمودية و N1118 عند تطبيق قوى مائلة بزاوية 45 درجة وهذا

يختلف مع نتائج دراستنا (N1944,17) عند تطبيق قوى عمودية و(N1243,10) عند تطبيق قوى مائلة بزاوية 45 درجة يعود سبب الاختلاف بالنتائج بين دراستنا وهذه الدراسة سبشكل رئيسي إلى اختلاف تصميم التعويض (تيجان كاملة في دراستنا مقابل endo Crown في هذه الدراسة إضافة إلى اختلاف العينة المدروسة (ضواحك أولى علوية في دراستنا مقابل أرحاء أولى سفلية في هذه الدراسة)

**مناقشة نتائج دراسة تأثير نوع القوة المطبقة ( قوى عمودية ، قوى مائلة ) في مقدار مقاومة الانكسار في مجموعتي تقنيتي التصنيع المستخدمة :**

يعود تفسير ازدياد مقاومة التيجان للكسر عند تطبيق القوى العمودية بشكل أكبر بكثير من مقاومتها للكسر عند تطبيق القوى المائلة إلى أن القوة العمودية تتكون من مركبة واحدة تنطبق على المحور Y العمودي، بينما القوة المائلة تتحلل إلى مركبتين X و Yتساهمان بكسر التعويض بشكل أسهل (**24**)

## الاستنتاجات والتوصيات

### الاستنتاجات

في حدود هذه الدراسة نجد ان:

- تقنية التصميم والتصنيع المحوسب IPS CAD\CAM أعطت مقاومة أعلى للانكسار من تقنية الحقن الحراري للشمع الضائع IPS Press بالنسبة للتيجان الكاملة المصنعة من الخزف الزجاجي المقوى بثنائي سيليكات الليثيوم
- كانت قيم مقدار مقاومة الانكسار بالنيوتن في مجموعة تطبيق القوى العمودية أكبر منها في مجموعة تطبيق القوى المائلة لكلا تقنيتي التصنيع

**References:**

1. Wataha,J.C Alloys for prosthodontic restorations. J Prosthet Dent,87,2002, 351_363
2. Abbas Y , In Vitro ad in Vivo comparison study of different types of dental porcelains regarding tooth wear and biocompatibility 2015 vol 1, p.11
3. KREJICI, I; STAVRIDAKIS, M. New prespective on dentin adhesion-differing methods of bonding. Pract Periodontics Aesthet Dent, Vol.12, 2000, 727-732
4. DIETSCHI, D; DUC, O; KREJICI, I; SADAN, A. Biomechanical conciderations for the restoration of endodontically treated teeth: Asystematic review of the literature, Part2 (evaluation of fatigue behavior, interfaces, and in_vivo studies).Quintessence Int, Vol.39(2), 2008, 117-129.
5. CATHRO, P.R; CHANDLER, N.P; HOOD, J.A. Impact resistance of crowned endodontically treated central incisors with internal composite cores. Endod Dent Traumatolgy, Vol. 12(3), 1996, 124-128.
6. CHO, G.C. Evidance-based approach for treatment planning options for the extensively damaged dentition. J Calif Dent Assoc, Vol. 32, 2004, 983-990
7. HARGREAVES, K.M; BERMAN, L.H. Cohen's Pathways of the Pulp.11ed, Elsevier Inc, 2016, 821-822
8. FERNANDES, A.S; DESSAI, G.S. Factors affecting the fracture resistance of post-core reconstructed teeth: a review. Int J Prosthod,Vol. 14(4), 2001, 355-363
9. Chung_Ha Lim ,Yong_Seok jang, Evaluation of fracture strength for single crowns made of the different types of lithium disilicate glass_Ceramics. The Society of the Nippon Dental University2019

10. Jung J, Min, Ahn S, Bae T, Park C. Effect of Tio2 on the crystalliization and microstructure of pressable lithium disilicate glass_ceramic in the Sio2_Li2o-K2o_Zno_Zno2_P2O5_ system J Korean Res Soc Dent Mater.2003:30:163_70
11. Homaei E,Farhangdoost K, Pow EHN, Matinlinna JP, Akbari M, Tosi JK_H.Fatigue resistance of monolithic CAD\CAM ceramic Crowns on human premolars. Ceram Int. 2016,42(14):15709_17.
12. SALIS, S.G; HOOD J.A; STOKES A.N; KIRK E.E.Patterns of indirect fracture in intact and restored human premolar teeth. Endod Dent Traumatol. Vol. 3(1), 1987, 10-14.
13. WIDMALM S.E; ERICSSON, S.G. Maximal bite force with centric and eccentric load. J Oral Rehabil, Vol. 9(5), 1982, 430-300
14. STERZENBACH, G; TUNJAN, R; ROSENTRITT, M; NAUMANN, M. Increased tooth mobility because of loss of alveolar bone support: A hazard for zirconia tow-unit cantilever resin-bonded FDPs invitro?. J Biomed Mater Res B Appl Biomater, Vol. 102(2), 2013, 244-249 .
15. Kern, M; Douglas, WH; Fechtig, T; Strub, JR; Delong, R. Fracture strength of all-porcelain, resin-bonded bridges after testing in an artificial oral environment. J Dent, Vol. 21(2), 1993, 117-121
16. CHIA,YU.CHANG; JAU,SHING.KUO; YANG,SUNG.LIN; YEN, HSIANG. CHANG. Fracture resistance and failure modes of CEREC endo-crowns and conventional post andcore-supported CEREC crowns.J Dent Sci, Vol.4, 2009, 110-117
17. SCHMIDLIN, P.R; STAWARCZYK, B; DEABREU, D; BINDL, A; ENDER, A; ICHIM, I.P. Fracture resistance of endodontically treated teeth without ferrule using a novel H-shaped short post. Quintessence Int, Vol. 46(2), 2015, 97-108
18. ATASH, R; ARAB, M; DUTERME, H; CETIK, S. Comparison of resistance to fracture between three types of permanent restorations subjected to shear force: An in vitro study. Journal of Indian Prosthodontic Society,Vol.17(3), 2017, 239-249.
19. BOLHUIS, H.P; DE GEE, A.J; PALLAV, P; FEILZER, A.J. Influence of fatigue loading on the performance of adhesive and nonadhesive luting cements for cast post-and-core buildups in maxillary premolars. International Journal of Prosthodontics, Vol. 17(5), 2004, 571-576.
20. SIDOR, F; BRØNDUM, K; RAVNHOLT, G. The influence of post length and crown ferrule length on the resistance to cyclic loading of bovine teeth with prefabricated titanium posts. International Journal of Prosthodontics, Vol. 12(1), 1999; 78-82.
21. Albrecht T,Kirsten A, Kappert H, Fischer H. Fracture load of different crowns systems on zirconia implant abutments. Dental materials.2011,27(3):298_303
22. Zhao K Pan Y, Guess PC,Zhang X-p,Swain MV. Influence of veneer application on fracture behavior of lithium_disilicate_based ceramic crowns.Dent Mater.2012,28(6): 653_60.
23. Gresnigt MM, Ozcan M, Van den Houten ML, Schipper L, Cune Ms. Fracture strength, failure type and Weibull characteristics of lithium disilicate and multiphase resin composite endocrowns under axial and lateral forces. Dent Mater.2016,32(5;607_14).
24. Tarafa abd alaziz Othman, In_vitro comparative of the effect of form preparation(Anatomical-Flat) of occlusal surface of the posterior teeth on the fracture resistance of PFM_Zirconia, P68 Vol1 2017