



الجمهورية العربية السورية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة حماه  
كلية طب الأسنان  
قسم التعويضات السنية المتحركة

## دراسة سريرية مقارنة بين الطابع الإفرادي العلوي المصمم بالحاسوب والمصنع بالطابعة ثلاثية الأبعاد والطابع الإفرادي التقليدي

بحث علمي أعدّ لنيل درجة الماجستير في علوم طبّ الأسنان  
في اختصاص التعويضات السنية المتحركة

إعداد طالب الدراسات العليا

**نصر محمد خير كشكية**

إشراف:

**د. فادي الحجى جنيد**

مدرّس في قسم التعويضات السنية المتحركة

رئيس قسم التعويضات السنية المتحركة

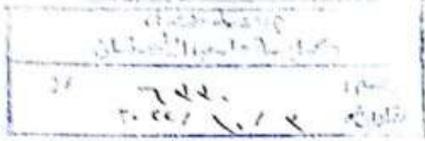
1444هـ - 2022م





الجمهورية العربية السورية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة حماه  
كلية طب الأسنان  
قسم التعويضات السنية المتحركة

((التعديلات))



لجنة الحكم

الأستاذ الدكتور مهند أيوب

استاذ في قسم التعويضات الأسنان الثابتة في كلية طب الأسنان بجامعة البعث .

الأستاذ الدكتور عبد المعين الجمال

أستاذ مساعد في قسم التعويضات الجزئية المتحركة في كلية طب الأسنان بجامعة حماه .

الدكتور فادي الحجى جنيد

مدرس في قسم التعويضات الاسنان المتحركة في كلية طب الأسنان بجامعة حماه .



## قرار لجنة الحكم والمناقشة

استناداً إلى قرار مجلس الشؤون العلمية بجامعة حماه رقم/٣٦٦/ المتخذ بالجلسة رقم /٢٢/ للعام ٢٠٢٢/٢٠٢١ المنعقدة بتاريخ ٤ / محرم / ١٤٤٤ هـ الموافق ٢٠٢٢/٨/٢ القاضي بتشكيل لجنة الحكم و المناقشة لرسالة الماجستير التي قدمها الدكتور نصر كشكيه في قسم التعويضات السنوية المتحركة بعنوان

((دراسة سريرية مقارنة بين الطابع الإفرادي العلوي المصمم بالحاسوب والمصنع بالطابعة ثلاثية الأبعاد والطابع الإفرادي التقليدي))

وبعد عرض الرسالة و سردها و مناقشتها اجتمعت لجنة الحكم و المناقشة بتاريخ ٢٦/٩/٢٠٢٢ وبعد المداولة قررت اللجنة ترشيح طالب الدراسات العليا الدكتور نصر كشكية لنيل درجة الماجستير في اختصاص التعويضات السنوية المتحركة .

وبتقدير عام لدرجة الماجستير: **أحسباً** بمعدل: **٨٦,٨١** سنة وعاشرة درهماً  
والتكاليف التي تكبدها إضافة إلى تناوله موضوعاً حساساً من الناحية الطبية الفموية .

و توصي اللجنة بصرف تكاليف طباعة الأطروحة على نفقة الجامعة نظراً للجهد الذي بذله الطالب

أعضاء اللجنة : التوقيع

الأستاذ الدكتور مهند أيوب :

أستاذ في قسم التعويضات السنوية الثابتة في كلية طب الأسنان بجامعة البعث.

الأستاذ الدكتور عبد المعين الجمال:

أستاذ مساعد في قسم التعويضات الجزئية المتحركة في كلية طب الأسنان بجامعة حماه.

الدكتور فادي الحجي جنيد:

مدرس في قسم التعويضات الاسنان المتحركة في كلية طب الأسنان بجامعة حماه .





## السيد الأستاذ الدكتور عميد كلية طب الأسنان في جامعة حماه

بعد الاطلاع على الأطروحة المعدلة من رسالة الماجستير المقدمة من قبل الطالب نصر كشكية المرشح لنيل درجة الماجستير في التعويضات السنوية المتحركة من قسم التعويضات السنوية المتحركة وهي بعنوان ((دراسة سريرية مقارنة بين الطابع الإفرادي العلوي المصمم بالحاسوب والمصنع بالطابعة ثلاثية الأبعاد والطابع الإفرادي التقليدي))

نفيدكم بأن الأطروحة بشكلها الحالي قد استوفت التعديلات التي أشارت إليها لجنة الحكم و المناقشة التي عقدت بتاريخ ٢٠٢٢/٩/٢٦ و نعتبر أن الرسالة جاهزة للطباعة بشكل نهائي .

رئيس لجنة الحكم  
أ.د. مهدي أيوب

عضو لجنة الحكم  
أ.د. عبد الصالح الجمال

عضو لجنة الحكم  
د. فادي الكجي جنيد

رئيس القسم  
د. فادي الكجي جنيد



## تصريح

لا يوجد أي جزء من هذه الأطروحة التي تحمل العنوان (دراسة سريرية مقارنة بين الطابع الإفرادي العلوي المصمم بالحاسوب والمصنع بالطابعة ثلاثية الأبعاد والطابع الإفرادي التقليدي) تمّ أخذه بالكامل من عملٍ آخر، أو انجز للحصول على شهادةٍ أخرى في هذه الجامعة، أو أية جامعةٍ أخرى، أو أيّ معهدٍ تعليميٍّ.

طالب الدّراسات العليا

نصر محمد خير كشكية

## DECLARATION

There is no part of this thesis titled (A Comparative Clinical Study Between Upper Individual Tray Designed by Computer and Fabricated by 3D Printer and Traditional Individual Tray) was taken entirely from another research, or done to obtain another degree in this university or any other university or any educational institute.

Student

**NASR MOHAMMAD KHER KESHKIEA**

## شهادة

نشهد بان العمل الموصوف في هذه الرسالة (دراسة سريرية مقارنة بين الطابع الإفرادي العلوي المصمم بالحاسوب والمصنع بالطابعة ثلاثية الأبعاد والطابع الإفرادي التقليدي) هو نتيجة بحثٍ علميٍّ أجراه الطالب نصر كَشْكِيَا بإشراف الدكتور فادي الحجي جنيد، وقد وُثِّقت المعلومات المسندة لأبحاثٍ أخرى في نصّ الرسالة.

الأستاذ المشرف

طالب الدراسات العليا

الدكتور فادي الحجي جنيد

نصر محمد خير كَشْكِيَا

## CERTIFICATION

We certify that the work described in this thesis (A Comparative Clinical Study Between Upper Individual Tray Designed by Computer and Fabricated by 3D Printer and Traditional Individual Tray) is the result of scientific research conducted by the student Nasr Keshkiea under the supervision of Dr. Fadi Al-haji Jnaid. The references assigned to other researchers was documented in the text of the thesis.

Student

supervisor

**Nasr Mohammad kher Keshkiea**

**Dr. Fadi Al-haji Jnaid**

أشكر الله رب العالمين الذي خلق وهدي وسدد الخطى فخرج هذا البحث بعونه وتوفيقه،  
نحمده حمداً كثيراً في المبتدئ، والمنتهى.

في بداية هذا البحث المتواضع الذي أسأل الله له القبول لا يسعني إلا ان أتقدم بخالص  
الشكر ووافر الامتنان إلى أستاذي القدير **الأستاذ الدكتور فادي العبيد جنيدي** على ما  
بذله من جهد متواصل ودؤوب، وما قدمه من توجيهات وإرشاداتٍ سديدةٍ، وما أبداه من  
صبرٍ وتفهمٍ كبيرين في سبيل تحقيق المهدف من هذا البحث، فلکم مني عظيم الشكر  
والتقدير والامتنان.

كما أتوجه بعظيم الشكر إلى **الأستاذ الدكتور عبد المعين الجمال** أستاذ التعويضات السنوية  
المتحركة في جامعة حماه، أشكرکم لتكرمکم وقبولکم بتحكيم هذا البحث رغم كثرة  
الأشغال، أستاذي تركتم بصمة لا تنسى في وعي وقلبي كل طيبه فكنتم خير أستاذ وأب  
وناصح أمين.

كما أتوجه بعظيم الشكر إلى **الأستاذ الدكتور مهدي أيوب** أستاذ التعويضات الثابتة في  
جامعة البعث والمميز بحضوره الراقبي وعلمه الغزير، أشكرکم لتكرمکم وقبولکم بتحكيم  
هذا البحث وتحمل أعباء السفر رغم كثرة الأشغال. لكم مني كل الشكر والاحترام والتقدير.

كما أتقدم بالشكر والتقدير إلى أستاذتي الأفاضل في قسم التعويضات السنوية المتحركة  
الذين ساهموا بتوجيهاتهم ونصائحهم.

كما أوجه جزيل شكري وامتناني للسادة أعضاء الهيئة التدريسية، وإلى جميع القائمين على كلية طب  
الأسنان من إداريين وعاملين، لما قدموه من تسهيلاتٍ ومساعداتٍ في سبيل انجاز هذا البحث.

# جدول المحتويات

1	الباب الأول: المقدمة والمراجعة النظرية	
2	المقدمة	
4	1.1 الطبعة السنوية:	
4	1.2 دقة الطبعة النهائية:	
4	1.2.1 العوامل المؤثرة على دقة الطبعة النهائية:	
5	1.2.2 الشروط الواجب توافرها عند فحص الطبعة:	
6	1.2.3 المواد الطابعة المستخدمة في الطبعة النهائية	
9	1.3 الطابع وأنواعها:	
9	1.3.1 تعريف الطابع وتصنيفها:	
9	1.3.2 تصنيف الطابع:	
12	1.3.3 محاسن الطابع الفردية:	
12	1.3.4 مساوئ الطابع الفردية:	
12	1.3.5 الصفات الواجب توافرها في الطابع الفردي المستخدم والميزات التي يؤمنها:	
14	1.4 المواد المستخدمة في صنع الطابع الفردي:	
14	الصفات الواجب توافرها في مادة صنع الطابع:	
15	1.4.1 الراتنج الأكريلي المتماثر ذاتيا كمادة مستخدمة في هذا البحث:	
18	1.4.2 الراتنج حراري التماثر Heat cure Acrylic resin	
19	1.4.3 الراتنج الأكريلي المتماثر ضوئيا	
20	1.4.4 صفائح التروبيز Shellac base plate:	
	1.4.5 الصفائح الريزينية المكيفة بالتخلية الهوائية الفاكيوم Vacuum formed	
20	thermoplastic resin sheet:	
22	1.5 التصميم الرقمي والطابعة ثلاثية الأبعاد	
23	1.6 الماسح ثلاثي الأبعاد	
25	1.6.1 ميزات المسح الليزري ثلاثي الأبعاد:	

25.....	تصنف الماسحات الضوئية في طب الأسنان إلى نوعين رئيسيين:	1.6.2
28.....	الطباعة ثلاثية الأبعاد .....	1.7
30.....	كيفية عمل الطباعة ثلاثية الأبعاد:	1.7.1
30.....	يوجد ثلاث أنواع من تقنيات الطباعة في الطباعات ثلاثية الأبعاد .....	1.7.2
33.....	انواع الطباعات ثلاثية الأبعاد .....	1.7.3
34.....	استخدامات الطباعة ثلاثية الأبعاد .....	1.7.4
35.....	دقة الطباعة .....	1.7.5
36.....	مميزات تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد .....	1.7.6
37.....	تبيان المشكلة:	1.8
38 .....	الباب الثاني: الهدف من البحث .....	
40 .....	الباب الثالث: المواد والطرائق .....	
40.....	مكان انجاز البحث:	3.1
41.....	عينة البحث:	3.2
41.....	المواد والأدوات المستخدمة في البحث:	3.3
49.....	طريقة انجاز البحث:	3.4
50.....	طريقة العمل:	3.5
51.....	الطريقة المحوسبة .....	3.6
51.....	الدراسة الاستقصائية pilot study .....	3.6.1
51.....	مرحلة التصميم المحوسب .....	3.6.2
55.....	مرحلة الطباعة ثلاثية الأبعاد .....	3.6.3
56.....	الطريقة التقليدية في صنع الطابع الإفرادي .....	3.7
57.....	مرحلة أخذ الطباعات النهائية .....	3.8
59.....	مرحلة المسح الرقمي للطبعات النهائية .....	3.9
61.....	القياسات التي تم اجراءها .....	3.10
64.....	التحليل الإحصائية: .....	3.11
65 .....	الباب الرابع: النتائج .....	
66.....	وصف العينة:	4.1
66.....	توزع مرضى عينة البحث وفقاً لجنس المريض:	4.1.1

67.....	المتوسط الحسابي لأعمار المرضى في عينة البحث وفقاً لجنس المريض:	4.1.2
	توزع الطوابع الإفرادية العلوية في عينة البحث وفقاً لطريقة تصنيع الطابع الإفرادي	4.1.3
68	العلوي المتبعة:	
69.....	الدراسة الإحصائية التحليلية:	4.2
70....	دراسة معدل سماكة المادة الطابعة في الطابع الإفرادي العلوي في عينة البحث:	4.2.1
79.....	دراسة مدة تصنيع الطابع الإفرادي الكلية (بالدقائق) في عينة البحث:	4.2.2
83 .....	الباب الخامس: المناقشة	
84.....	مناقشة عينة البحث:	5.1
86.....	مناقشة طرائق البحث:	5.2
88.....	مناقشة النتائج:	5.3
88.....	مناقشة تأثير معدل سماكة المادة الطابعة على مجمل الطابع العلوي:	5.3.1
90.....	مناقشة مدة تصنيع الطابع الإفرادي	5.3.2
91 .....	الباب السادس: الاستنتاجات	
93 .....	الباب السابع: التوصيات والمقترحات	
94.....	التوصيات:	7.1
94.....	المقترحات:	7.2
95 .....	الملخص	
99 .....	الباب الثامن: المراجع	
108.....	الباب التاسع: الملحقات	

- الشكل 1 الماسح داخل القموي (Mangano, Gandolfi et al. 2017) ..... 26
- الشكل 2 الماسح الضوئي المرتب الثلاثي الأبعاد (Ohno, Kawahara et al. 2009) ..... 27
- الشكل 3 يوضح مبدأ الطباعة ثلاثية الأبعاد (Li, Aspler et al. 2016) ..... 29
- الشكل 4 يوضح طريقة البلورة الضوئية (Konta, García-Piña et al. 2017) ..... 30
- الشكل 5 يوضح الية الطباعة بالتليين الحراري (Konta, García-Piña et al. 2017) ..... 31
- الشكل 6 يوضح الطباعة باستخدام المسحوق (Panda and Sahoo 2019) ..... 32
- الشكل 7 شمع الصف الأحمر ..... 42
- الشكل 8 مطاط بولي فينيل سيلوكسان ..... 42
- الشكل 9 الطوابع المعدنية ..... 43
- الشكل 10 الجبس الحجري الأصفر المستعمل ..... 43
- الشكل 11 مركب الطبع المستعمل في أخذ طبعة الحواف ..... 43
- الشكل 12 لاصق مطاط البولي فينيل سيلوكسان المستخدم في البحث ..... 44
- الشكل 13 الطابعة ثلاثية الأبعاد ..... 44
- الشكل 14 الماسح الرقمي ..... 45
- الشكل 15 برنامج GOM Inspect ..... 45
- الشكل 16 برنامج GOM Inspect ..... 46
- الشكل 17 برنامج Meshmixer ..... 46
- الشكل 18 مواصفات الجهاز المسح الرقمي ..... 47
- الشكل 19 مواصفات الطابعة ثلاثية الأبعاد المستخدمة ..... 48
- الشكل 20 تصنيف (Moses Davies et al. 2001) ..... 49
- الشكل 21 يوضح مخطط العمل ..... 50
- الشكل 22 الطبعة الأولية من الألبينات ..... 51
- الشكل 23 المسح الرقمي للمثال الجبسي الأولي ..... 52
- الشكل 24 النموذج ثلاثي الأبعاد للمثال الجبسي الأولي ..... 52
- الشكل 25 يوضح طريقة تحديد حواف الطابع وتشذيبها ..... 53
- الشكل 26 يوضح طريقة تحديد سماكة المادة الطباعة خلال مرحلة التصميم ..... 53

- الشكل 27 يوضح طريقة إعطاء سماكة الطابع خلال مرحلة التصميم ..... 54
- الشكل 28 يوضح مرحلة تصميم الطابع الإفرادي باستخدام برنامج Meshmixer ..... 54
- الشكل 29 التصميم المحوسب للطابع الإفرادي ..... 55
- الشكل 30 وضح الطابع اثناء الطباعة..... 56
- الشكل 31 يوضح عمل الطباعة ثلاثية الأبعاد أثناء الطباعة..... 56
- الشكل 32 المثال الجبسي الأولي والطابع الإفرادي..... 57
- الشكل 33 الطابع الإفرادي المطبوع في فم المريض..... 57
- الشكل 34 طبعة الحوف للطابع التقليدي باستخدام مركب الطبع..... 58
- الشكل 35 الطبعة النهائية للطابع التقليدي باستخدام مطاط بولي فينيل سيلوكسان ..... 58
- الشكل 36 طبعة الحوف للطابع المحوسب باستخدام مركب الطبع..... 58
- الشكل 37 الطبعة النهائية للطابع المحوسب باستخدام مطاط بولي فينيل سيلوكسان ..... 58
- الشكل 38 يوضح طريقة تثبيت الطابع على الجهاز الماسح..... 59
- الشكل 39 الطبعة النهائية اثناء المسح الرقمي ثلاثي الأبعاد ..... 60
- الشكل 40 المسح الرقمي للطبعة النهائية بوجود المادة الطباعة..... 60
- الشكل 41 المسح الرقمي للطبعة النهائية بعد ازالة المادة الطباعة..... 61
- الشكل 42 طريقة القياس باستخدام برنامج GOM Inspect ..... 62
- الشكل 43 يبين مقدار سماكة المادة الطباعة بالأرقام في اي نقطة من الطبعة..... 63

- 66 جدول 1 يبين توزع مرضى عينة البحث وفقاً لجنس المريض.....
- 67 جدول 2 يبين الحد الأدنى والحد الأعلى والمتوسط الحسابي والانحراف المعياري لأعمار المرضى (بالسنوات) في عينة البحث وفقاً لجنس المريض.....
- 68 جدول 3 يبين توزع الطوابع الإفرادية العلوية في عينة البحث وفقاً لطريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة.....
- 68 جدول 4 يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لقيم معدل سماكة المادة الطابعة (بالملم) في الطابع الإفرادي العلوي عموماً في عينة البحث وفقاً لطريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة.....
- 70 جدول 5 يبين نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط معدل سماكة المادة الطابعة (بالملم) في الطابع الإفرادي العلوي عموماً بين مجموعة الطوابع الإفرادية العلوية المصنعة بالحاسوب والمصنعة بطابعة ثلاثية الأبعاد ومجموعة الطوابع الإفرادية العلوية المصنعة بالطريقة التقليدية في عينة البحث.....
- 71 جدول 6 يبين نتائج اختبار T ستيودنت للعينة الوحيدة لدراسة دلالة الفروق بين القيمة المعيارية لسماكة المادة الطابعة (1.5 ملم) ومتوسط معدل سماكة المادة الطابعة (بالملم) في الطابع الإفرادي عموماً في عينة البحث وفقاً لطريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة.....
- 72 جدول 7 يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لقيم معدل سماكة المادة الطابعة (بالملم) في عينة البحث وفقاً لطريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة.....
- 73 جدول 8 يبين نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط معدل سماكة المادة الطابعة (بالملم) بين مجموعة الطوابع الإفرادية العلوية المصنعة بالحاسوب والمصنعة بطابعة ثلاثية الأبعاد ومجموعة الطوابع الإفرادية العلوية المصنعة بالطريقة التقليدية في عينة البحث وفقاً للمنطقة المدروسة.....
- 74 جدول 9 يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لقيم معدل سماكة المادة الطابعة (بالملم) في عينة البحث وفقاً للمنطقة المدروسة وطريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة.....
- 75

- جدول 10 يبين نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في قيم معدل سماكة المادة الطابعة (بالملم) بين مجموعة القياسات المُجرّاة في المنطقة الأمامية ومجموعة القياسات المُجرّاة في المنطقة الخلفية (منطقة السدّ الخلفي) في عينة البحث وفقاً لطريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة.....76
- جدول 11 يبين نتائج اختبار T ستيودنت للعينة الوحيدة لدراسة دلالة الفروق بين القيمة المعيارية لسماكة المادة الطابعة (1.5 ملم) ومتوسط معدل سماكة المادة الطابعة (بالملم) في عينة البحث وفقاً لطريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة والمنطقة المدروسة.....78
- جدول 12 يبين الحد الأدنى والحد الأعلى والمتوسط الحسابي والانحراف المعياري لقيم المتغيرات المتعلقة بمدة التصنيع (بالدقائق) في مجموعة الطابع الإفرادية العلوية المصمّمة بالحاسوب والمصنّعة بطابعة ثلاثية الأبعاد من عينة البحث.....79
- جدول 13 يبين الحد الأدنى والحد الأعلى والمتوسط الحسابي والانحراف المعياري لقيم المتغيرات المتعلقة بمدة التصنيع (بالدقائق) في مجموعة الطابع الإفرادية العلوية المصنّعة بالطريقة التقليدية من عينة البحث.....80
- جدول 14 يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لقيم مدة تصنيع الطابع الإفرادي الكلية (بالدقائق) في عينة البحث وفقاً لطريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة.....81
- جدول 15 يبين نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط مدة تصنيع الطابع الإفرادي الكلية (بالدقائق) بين مجموعة الطابع الإفرادية العلوية المصمّمة بالحاسوب والمصنّعة بطابعة ثلاثية الأبعاد ومجموعة الطابع الإفرادية العلوية المصنّعة بالطريقة التقليدية في عينة البحث.....82

- 66 ..... مخطط 1 يمثل النسبة المئوية لتوزع مرضى عينة البحث وفقاً لجنس المريض.....
- مخطط 2 يمثل المتوسط الحسابي لأعمار المرضى (بالسنوات) في عينة البحث وفقاً لجنس المريض. .... 67
- مخطط 3 يمثل النسبة المئوية لتوزع الطوابع الإفرادية العلوية في عينة البحث وفقاً لطريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة..... 68
- مخطط 4 يمثل المتوسط الحسابي لقيم معدل سماكة المادة الطابعة (بالملم) في الطابع الإفرادي العلوي عموماً في عينة البحث وفقاً لطريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة.... خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.
- مخطط 5 يمثل المتوسط الحسابي لقيم معدل سماكة المادة الطابعة (بالملم) في الطابع الإفرادي عموماً مقارنةً بالقيمة المعيارية لسماكة المادة الطابعة في عينة البحث وفقاً لطريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة..... 72
- مخطط 6 يمثل المتوسط الحسابي لقيم معدل سماكة المادة الطابعة (بالملم) في عينة البحث وفقاً لطريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة والمنطقة المدروسة. .... 74
- مخطط 7 يمثل المتوسط الحسابي لقيم معدل سماكة المادة الطابعة (بالملم) في عينة البحث وفقاً للمنطقة المدروسة وطريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة..... 76
- مخطط 8 يمثل المتوسط الحسابي لقيم معدل سماكة المادة الطابعة (بالملم) مقارنةً بالقيمة المعيارية لسماكة المادة الطابعة في عينة البحث وفقاً لطريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة والمنطقة المدروسة. .... 77
- مخطط 9 يمثل المتوسط الحسابي للقيم المتغيرات المتعلقة بمدّة التصنيع (بالدقائق) في مجموعة الطوابع الإفرادية العلوية المصمّمة بالحاسوب والمصنّعة بطابعة ثلاثية الأبعاد من عينة البحث. 79
- مخطط 10 يمثل المتوسط الحسابي للقيم المتغيرات المتعلقة بمدّة التصنيع (بالدقائق) في مجموعة الطوابع الإفرادية العلوية المصنّعة بالطريقة التقليدية من عينة البحث..... 80
- مخطط 11 يمثل المتوسط الحسابي لقيم مدة تصنيع الطابع الإفرادي الكلية (بالدقائق) في عينة البحث وفقاً لطريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة..... 81

# الباب الأول: المقدمة والمراجعة النظرية

## Chapter One: Introduction and Literature Review

## المقدمة Introduction:

يعتمد نجاح التعويض النهائي على نجاح جميع المراحل والإجراءات والخطوات السريرية التي يمر بها صنع التعويض، بما في ذلك الطبعة النهائية التي تشمل طبعة النسخ التي سوف يستقر عليها الجهاز والتفاصيل التشريحية المؤدية لاستقرار الجهاز، ليكون التعويض النهائي مطابقاً لشكل النسخ الفموية لدى المريض. (Jo, Kanazawa et al. 2015)

لذلك فقد حاولت معظم الدراسات انتقاء وتحديد الشروط المثالية السريرية والمخبرية للحصول على طبعة نهائية أكثر دقة، وبالتالي اهتمت باختيار مواد طبع دقيقة، ومادة دقيقة لصنع الطابع وقادرة على حمل مادة الطبع ومواد ربط جيدة بين الطابع ومادة الطبع. (Kinra, Kinra et al. 2012)

كما ان الاختلاف في شكل وحجم القوس السنية من مريض لآخر، وإمكانية وجود اختلاف بين شكل النسخ وشكل الطابع الجاهز حتى بعد تكييفه، جعلت من الضرورة صنع طابع إفرادي يوافق شكل سنخ المريض لذلك فقد تم الاهتمام بالطابع الإفرادية لما لها من أهمية كبيرة تؤثر على نجاح التعويض. (Bomberg, Hatch et al. 1985)

فكان هناك العديد من تقنيات صنع الطابع ابتداء من صنعه داخل الفم إلى صناعته خارج الفم في المخبر السني. (Bonsor and Pearson 2012)

كما تم الاهتمام بتصميم الطابع لكي يتلافى المشاكل الموجودة في الطابع الجاهزة مثل تغير أبعاد المادة الطابعة وتشوهها نتيجة ثخانتها في هذا النوع من الطابع. (Mitchell and Damele 1970)

كما عملت على التخلص من الجهود المؤدية إلى تشوه الطبقات في الطابع الجاهزة اللينة، وانفصال المواد الطابعة عن الطابع أثناء تصلب الطبعة أو عند إخراجها من الفم. (Dixon,

Breeding et al. 1994)

أولت معظم الدراسات والأبحاث اهتماماً بتأثير نوع المادة الطابعة على دقة الأمثلة النهائية بينما لا يوجد سوى القليل من الدراسات التي بحثت تأثير مادة وطريقة صنع الطابع على دقة الطبعة

النهائية. (Wassell and Abuasi 1992)

ولكن لا يمكن إهمال الدور الكبير لمادة صنع الطابع ومالها من تأثير على دقة الأمثلة النهائية.

(Terry, Tric et al. 2010)

## المراجعة النظرية

### 1.1 الطبعة السنوية:

تعرف الطبعة انها نسخة سلبية أو صورة رقمية إيجابية للتفاصيل التشريحية داخل الحفرة الفموية

إما تستخدم كمثال جبسي أو طباعة ثلاثية الأبعاد لتصبح تسجيلاً نهائياً يمكن الاعتماد عليه

لصنع الترميمات والتعويضات السنوية. (Craig and Marcus 1997)

### 1.2 دقة الطبعة النهائية:

#### 1.2.1 العوامل المؤثرة على دقة الطبعة النهائية

تؤثر هذه العوامل على نجاح التعويض وتشمّل أربع نقاط أساسية:

1- المادة الطابعة المستخدمة:

- نوع المادة الطابعة.
- تغيير أبعادها وخواصها.
- ثخانة المادة الطابعة.

(Eames, Sieweke et al. 1979, Anderson, Schulte et al. 1988, Khan 2007, Hoyos and Söderholm 2011)

2- الطابع الإفرادي

- نوع المادة المستخدمة في صنع الطابع الإفرادي.
- درجة مقاومة مادة الطابع للتشوه.

- تصميم الطابع الإفرادي (Breeding, Dixon et al. 1994) .

### 3-العوامل المرافقة لأخذ الطبعة:

- زمن أخذ الطبعة.
- طريقة نزع الطبعة.
- تقنية أخذ الطبعة.
- درجة التشوه الناجمة عن التغير الحروري الحاصل عن إزالة الطبعة نتيجة الفرق بين درجة حرارة الفم ودرجة حرارة الوسط الخارجي.

- استقرار الطابع في الفم.

(Smith, Richmond et al. 1999)

### 4-العوامل المرافقة للإجراءات المخبرية:

- شروط تخزين وحفظ الطبعة.
- زمن صب الطبعة.
- تغير الأبعاد الحاصل أثناء صب الطبعة.
- نوع الجبس المستخدم في صب الأمثلة.

(Mendez 1985, Wassell and Abuasi 1992)

## **1.2.2 الشروط الواجب توافرها عند فحص الطبعة:**

يجب ان تكون الطبعة النهائية دقيقة بحيث تعطي مثال نهائي نسخة طبق الأصل عن النسخ داخل الفم، وان تكون الطبعة خالية من الفقاعات، وان تكون المادة الطابعة بسماكة واحدة ومتجانسة

نتيجة المزج الجيد، وعدم وجود مناطق ضاغطة يشف منها الطابع، وان تلتصق المادة الطابعة بالطابع. (Wirz, Jaeger et al. 1990, Hitge, Torfs et al. 1991, Rueda, Sy-Muñoz et al. 1996)

### 1.2.3 المواد الطابعة المستخدمة في الطبعة النهائية

#### 1.2.3.1: Impression plaster جبس الطبع

(Scott, Egner et al. 2004)

#### 1.2.3.2 -معجون أكسيد الزنك والأوجينول Zinc oxide-Eugenol paste:

(Shillingburg, Hobo et al. 1997)(Terry, Tric et al. 2010)

#### 1.2.3.3: Impression compound مركب الطبع

(Bonsor and Pearson 2012)

#### 1.2.3.4:المواد المطاطية:

• مطاط متعدد الكبريت Poly sulfide Rubber:

• مطاط بولي إيثير Polyether Rubber:

(Hoods-Moonsammy 2014)

• المطاط السيليكوني ذو التفاعل التكاثفي Condensation Silicone :

يمتاز بان مرونته جيدة وتشووه قليل كما ان مقاومته للتمزق جيدة وخاصة عند نزع الطبعة ورائحته متقبلة كما ولا يؤدي إلى اتساخ الملابس فيمكن نزعه بسهولة عنها.

• المطاط السيليكوني ذو التفاعل الإضافي Addition Silicone :

يمتاز بسهولة في المزج ومقاومة تمزق عالية وثبات في الأبعاد وتشوه قليل حتى بعد أسبوع، لكن يعاب عليه زمن عمله القصير كما انه غالي الثمن وخاصة عند استخدام فرد المزج الأوتوماتيكي.

(Valderhaug and Fløystrand 1984, Payne and Pereira 1992, Maruo, Nishigawa et al. 2007)

• مطاط بولي فينيل سيلوكسان كمادة طابعة في هذا البحث vinyl poly siloxane

قام Sun وزملاؤه بتقييم سريري للطبعات النهائية لمرضى الدرد الكامل المأخوذة بمطاط بولي فينيل سيلوكسان باستخدام الطابع الإفرادي المصمم بالحاسوب والمصنع بالطابعة ثلاثية الأبعاد مع الطابع الإفرادي التقليدي فقام بتصميم طابع بوجود صدمات وطابع بدون صدمات بكلا الطريقتين وبينت نتائج ان الطريقة المحوسبة كانت أكثر دقة في توزيع سماكة المادة الطابعة من

الطريقة التقليدية بغض النظر عن وجود الصدمات او عدمه. (Sun, Chen et al. 2017)

كما قام Deng وزملاؤه بدراسة سريرية لتقييم أهمية الصدمات في الطابع المصنعة بالطابعة ثلاثية الأبعاد حيث قام بتصميم مجموعة طابع لـ 6مرضى ضمت كل مجموعة 3 طابع بأشكال مختلفة من الصدمات وطابع بدون صدمات وأخذ طبعات نهائية للمرضى بواسطة مطاط بولي فينيل سيلوكسان فأظهرت النتائج تفوق الطابع بوجود الصدمات من حيث الدقة وامتداد الحواف (Deng,

Chen et al. 2019).

التركيب (Mandikos 1998) :

يتكون من أساس ومسرّع.

الأساس:

يتكون من سلاسل متعدد السيلوكسان بنهايات من مجموعة الفينيل ( $-CH=CH_2$ ) ومن السالنول ومادة مألثة.

المسرع:

يتكون من سيلوكسان بجذر نهائي من الهيدروجين (H-).

كلور البالتين: يلعب دور المبدئ في عملية التماثر.

البالديوم: يمتص الهيدروجين الذي يمكن ان ينتج في حالات نادرة عن التفاعل الثانوي.

آلية التفاعل:

يحدث التفاعل بين زمرة الفينيل في الأساس مع الهيدروجين الموجود في المسرع، حيث يتم تحويل السلاسل القصيرة والمونومير والبوليمير السائل إلى سلاسل طويلة وبوليمير صلب.

وتتصف هذه المادة بما يلي:

- تتمتع بزمن عمل يتراوح بين 2.5-4.5 دقيقة وهذا يتأثر بتغير درجة الحرارة.
- تتمتع بزمن تصلب يتراوح بين 3-7 دقائق. (Setz, Lin et al. 1989)
- هي الأفضل من حيث الاستعادة المرنة (99-99.9) لذلك تكون التشوهات في الحدود الدنيا.
- التقلص التصليبي محدود و يبلغ حوالي (0.01-0.2) بعد 24 ساعة.
- لدونتها منخفضة (1.3-5.6) % لذلك يكون هناك صعوبة في نزع الطبعة من الفم عند وجود مناطق مثبتة.

- صلابتها أكبر من مادة السيليكون التكتيفي بينما مقاومتها للشد مشابهة لما هي عليه في السيليكون التكتيفي.
- مقاومتها للتمزق جيدة ولكنها أقل من المطاط متعدد الكبريت.
- يمكن تطهير طبعته بواسطة الغلوتار ألدهيد أو الهيبوكلووريد لفترة طويلة دون ان تتأثر الدقة (Mandikos 1998) (Chee and Donovan 1992) .  
(Kumar, Gandhi et al. 2014)

### **1.3 الطوابع وانواعها:**

#### **1.3.1 تعريف الطوابع وتصنيفها:**

الطابع: هو وسيلة تستخدم لحمل المادة الطابعة ويتم بواسطته التحكم بكمية المادة الطابعة. ( Rao, )  
(Chowdhary et al. 2010)

#### **1.3.2 تصنيف الطوابع:**

##### **1.3.2.1 حسب نوع الطابع:**

1-الطوابع الجاهزة:

أ. طوابع مثقبة. ب. طوابع غير مثقبة.

2 - الطوابع الإفرادية (Bonsor and Pearson)

الطوابع الجاهزة:

إما ان تكون معدنية وتقسّم إلى طوابع مصنوعة من خليطة قصدير - رصاص، أو ستانلس ستيل.

أو تكون طوابع بلاستيكية. (Zarb, HOBKIRK et al. 2013)

#### محاسنها:

- 1- صلابتها وقدرتها على دعم المادة الطابعة.
- 2- ثبات أبعادها.
- 3- نعومة سطحها مما يقلل من أذية النسيج الفموية.
- 4- يمكن استخدامها للعديد من المرضى. (Bonsor and Pearson 2012)

#### مساوئها:

- 1- صعوبة تحقيق دقة الأبعاد في الطبقات المأخوذة بهذه الطوابع.
- 2- لا يمكن الحصول على ثخانة واحدة من المادة الطابعة.
- 3- حواف الطابع قد تمتد بشكل زائد أو قد تكون قصيرة وبحاجة إلى تمديد.

(Burton, Hood et al. 1989)

### 1.3.2.2 حسب استخدام الطابع:

- 1- طابع لفك أدرد.
- 2- طابع جزئي.

3- طابع مختلط (Bonsor and Pearson 2012)

### 1.3.2.3 حسب إمكانية استخدامه:

- 1- طابع يستخدم مرة واحدة.
- 2- طابع يمكن استخدامه أكثر من مرة. (Bonsor and Pearson 2012)

#### 1.3.2.4 حسب المادة المستخدمة في صنعه:

- طابع معدني.
- طابع بلاستيكي. (Bonsor and Pearson 2012)

#### 1.3.2.5 حسب المواد المستخدمة لصنعها :

- 1- الطوابع المركبة tray compound special tray.
- 2- الراتنج الأكريلي بأنواعه ذاتي التماثر - ضوئي التماثر - حراري التماثر - (Alan B. Carr . and Brown)
- 3- صفائح التروبيز shellac base plate.
- 4- صفائح ريزينية ملدنة بالفاكيوم أو بالتخلية الهوائية. Vacuum formed thermoplastic resin sheets (Anusavice, Anusavice et al. 2012)
- 5- أجهزة قديمة old denture. (Zarb, HOBKIRK et al. 2013)
- 6- تكييف الطبعة الأولية المأخوذة بمركب الطبع كطابع إفرادي. Modifying the primary impression made with impression compound as special tray
- 7- طوابع محوسبة مصنعة بالطابعة ثلاثية الابعاد 3D Printer (Chen, Zhao et al. 2016)

#### 1.3.2.6 حسب ثخانة المادة الطابعة:

- 1- طوابع قريبة الانطباق من النسج:
- تستخدم هذه الطوابع عند عدم الحاجة إلى ثخانة في المادة الطابعة، وعندما تكون المادة الطابعة رقيقة السماكة بحدود 0.5 ملم وبلزوجة منخفضة، كمعجون أكسيد الزنك والأوجينول والمواد المطاطية المرنة ذات القوام الرخو. (Thongthammachat, Moore et al. 2002)

## 2-طوابع بعيدة الانطباق عن النسج:

بعض مواد الطبع تتطلب حجم وثخانة، فنستخدم هذه الطوابع التي يتم تكييف بعدها عن النسج حسب ثخانة المادة الطابعة، حيث تتطلب الألجينات ثخانة 3 ملم، وجبس الطبع ثخانة 1ملم. (Baker and Frazier 1999)

### 1.3.3 محاسن الطوابع الإفرادية:

1. دقة الطبقات المأخوذة بهذه الطوابع.
2. القدرة على تأمين ثخانة واحدة للمادة الطابعة.
3. تأمين امتداد مناسب للحواف بدون زيادة أو نقصان.
4. لا تؤدي إلى طبعة ضاغطة بسبب طبقة الشمع.

(Johnson and Wood 2012)(Zarb, HOBKIRK et al. 2013)

### 1.3.4 مساوي الطوابع الإفرادية:

1. صلابته أقل بالمقارنة مع الطوابع المعدنية.
2. ثبات أبعاده أقل بالمقارنة مع الطوابع المعدنية.
3. يحتاج صنعه إلى وقت اعتمادا على المادة المستخدمة في صنعه. (Eames, Sieweke et al. 1979)

### 1.3.5 الصفات الواجب توافرها في الطابع الإفرادي المستخدم والميزات التي يؤمنها:

- 1- صلب قابل للتعديل ولا يتعرض للكسر أثناء نزع الطبعة من الفم.

2-مقاوم لتغير الأبعاد الناجم أثناء أخذ الطبعة، أو الناتج عن الضغط الإصبعي المرافق لأخذ

الطبعة.(Shafa, Zaree et al. 2008)

3- عدم تشوه الطابع أثناء تحميل المادة الطابعة.

4- ان تمدد الحواف لتغطي كافة البنى التشريحية المراد تسجيلها، مما يؤمن ختما خلفيا مناسباً

وجيداً بالنسبة للفك العلوي، وتحت الخط المنحرف الباطن في الفك السفلي 2-3 ملم، وتكون حوافه

أقصر من الميزاب 2ملم من المنطقة الأمامية، بينما يمتد إلى 2-3 ملم خلف خط الاهتزاز .

5- ان تكون حوافه صلبة وليست قابلة للكسر.(Khan 2007)

6 - ألا يتدخل مع البنى التشريحية بشكل يعيق أخذ الطبعة.(Terry, Tric et al. 2010)

7- ان يكون للطابع قبضة صلبة وذات توازن ملائم لا تتداخل إطباقياً، ولا تعيق طبعة الحواف

كما تساعد على استقرار الطابع داخل الفم، وتؤمن إمكانية إمساكه باليد. (Bonsor and Pearson

2012)

8-لا يحتوي الطابع على حواف أو مناطق مخرشة ومؤلمة، وخاصة عند إدخاله أو إخراجة أو عند

أخذ الطبعة.(Shay, Grasso et al.)

9- ان يؤمن ثخانة واحدة ومتجانسة من المادة الطابعة بحوالي 2-4 ملم، وذلك بوضع صدمات

في تصميم الطابع.(Terry, Tric et al. 2010)

10- إمكانية تطبيق ضغط متساو على كامل أجزاء الفك عند أخذ الطبعة.

11- يحافظ ويوفر كمية المادة الطابعة المستخدمة وبالتالي يؤمن خفض في الكلفة. (Shafa,

Zaree et al. 2008)

12- يقلل من الجهود المتولدة عند إزالة الطبعة. (Hoyos and Söderholm 2011)

13- كما ان التصميم الانسيابي للطابع يقلل من عدم ارتياح المريض أثناء أخذ الطبعة وذلك بتقليل حجم الطابع وتقليل كمية المادة الطابعة المستخدمة.

14- تغيير الأبعاد المرافق للمادة الطابعة يكون أقل ما يمكن نتيجة ضبط ثخانتها. (Shay, Grasso et al.)

15- يزيد من دقة الأمثلة النهائية بالمقارنة مع الطابع الجاهزة.

16- ان يوضع شمع في مناطق التثبيت أثناء تصميمه لكي يكون إخراجة أو إدخاله مريح للمريض (Shafa, Zaree et al. 2008)

## **1.4 المواد المستخدمة في صنع الطابع الإفرادي:**

### **الصفات الواجب توافرها في مادة صنع الطابع:**

- 1- إمكانية استعمالها داخل الفم وتقبلها الحيوي.
- 2- إمكانية إزالتها من داخل الفم بعد تصلب المادة الطابعة دون تعرضها للتشوه.
- 3- مقاومتها للتشوه وان تكون صلبة بحيث تتحمل الجهود المطبقة أثناء أخذ الطبعة وعند إخراجها.
- 4- ان تتمتع بنعومة بحيث يكون السطح الخارجي ناعما كي لا يزعج للمرض.
- 5- إمكانية التصاق المادة الطابعة بها وخاصة عند إخراجها من الفم.
- 6- سهولة الاستخدام.
- 7- استقرارها في الوسط الرطب وفي الهواء.

8- مقاومتها للرطوبة.

9 - ذات كلفة مقبولة. (Zarb, (Thongthammachat, Moore et al. 2002) (Khan 2007)  
HOBKIRK et al. 2013) (Wirz, Jaeger et al. 1990)

ومن هنا تعددت المواد المستخدمة وتطورت العديد منها لتوافق هذه الصفات فمثلا تم استخدام كمية كبيرة من المواد المألثة في انواع الراتنج الأكريلي لتوافق زمن العمل المتطلب ولتزيد من اللدونة ومن هذه المواد المستخدمة:

1 -الراتنج الأكريلي المتماثر ذاتيا.

2 -الراتنج الأكريلي المتماثر حراريا.

3 -الراتنج الأكريلي المتماثر ضوئيا.

4 -الصفائح الملدنة حراريا (صفائح تروبيز).

5- الصفائح الريزينية المكيفة بالتخلية الهوائية الفاكيوم.

(Millstein, Maya et al.(Hitge, Torfs et al. 1991, Khan 2007, Hoyos and Söderholm 2011)  
1998, Maruo, Nishigawa et al. 2007)

#### 1.4.1 الراتنج الأكريلي المتماثر ذاتيا كمادة مستخدمة في هذا البحث:

(السايس 2003)

يتألف من مسحوق وسائل.

المسحوق: بوليبي ميثل ميتاكريلات +بادئ بيروكسيدي+أصبغة.

السائل: ميتل ميتاكريلات + عامل ربط + عامل استقرار.

يتركب المسحوق من جزيئات عديد ميتيل ميتاكريلات التي تعدل ببعض المواد، كالإيثيل أو البوتيل ميتاكريليت التي من شأنها ان تعطي مسحوقا أكثر نعومة، كما يحوي على مادة وسيطة أو بادئة التفاعل فوق أوكسيد البنزويل الذي ساعد على بدء تفاعل التماثر بعد إضافة المسحوق إلى السائل، على ألا تتجاوز نسبته 0.5 - 1%. ويضاف إلى المسحوق أيضا بعض الملونات والأصبغة، وهي عادة مركبات معدنية منها كبريت الزئبق أو كبريت الكاديوم أو أوكسيد الحديد أو أسود الفحم.

أما السائل فيتركب من ميتيل ميتاكريلات، ويمكن تعديله بإضافة بعض السوائل الأكريلية الأخرى، كالسترين وبما ان هذه السوائل معرضة للتماثر بتأثير الحرارة أو النور أو بتأثير الأوكسجين، فإنه يضاف إليها مواد مثبطة أو معيقة للتفاعل كي يطول زمن التخزين كالهيدروكينون.

• آلية التفاعل:

يتم إضافة المسحوق إلى السائل مع الانتباه إلى أهمية المعايير حسب تعليمات الشركة، لما لها من تأثير في تركيب الراتنج الأكريلي النهائي.

(Goldfogel, Harvey et al. 1985)(Fehling, Hesby et al. 1986)

يتم في البداية انحلال بعض جزيئات الأكريل من المونومير دون ان يحدث في البداية أي تفاعل كيميائي ثم تبدأ عملية التماثر عن طريق فوق بيروكسايد البنزويل، وتحول من مونومير إلى بوليمير مما ساهم في زيادة اللزوجة ويمر هذا التفاعل بخمسة مراحل:

(السايس 2003)

- (1) المرحلة الرمليية.
- (2) المرحلة الخيطية.
- (3) المرحلة العجينية.
- (4) المرحلة المطاطية.
- (5) مرحلة التصلب.

#### 1.4.1.1 محاسن الراتنج الأكريلي المتماثر ذاتيا:

يمتاز الراتنج الأكريلي ذاتي التماثر بخواصه الميكانيكية الجيدة، وتقبله السريري، وسهولة صنعه، وكلفته المقبولة وعدم تطلبه لأجهزة خاصة.

(Martin, Bell et al. 2003, Khan 2007, Shafa, Zaree et al. 2008)

#### 1.4.1.2 مساوئ الراتنج الأكريلي المتماثر ذاتيا:

1 – زمن العمل قصير عبارة عن دقائق وقد يصعب التحكم بثخانتته أثناء تكييفه بسبب تصلبه السريع، لذلك لجأ البعض إلى العمل على زيادة زمن العمل بانقاص درجة حرارة حنجور المزج أو باستخدام وسائط كيميائية مع العلم بان الوسائط الكيميائية قد تنقص من مقاومته.

(Burton, Hood et al. 1989)

2 – التقلص التماثري الذي تعرض له والجهود المتحررة التي تؤدي إلى تشوه الطبعة النهائية وتقل من الدقة وبالتالي تقلل من جعله المادة المثالية لصنع الطابع.

(O'Toole, Furnish et al. 1985)

3 - المونومير المتحرر والأبخرة السمية المنطلقة أثناء التماثر والمخاطر المرافقة لذلك مثل حساسية النسيج. (Martin, Bell et al. 2003, Scott, Egner et al. 2004, Khan 2007)

حيث سجلت حالات من التهاب الجلد وحساسية في العين والجهاز التنفسي وحالات غثيان وصداع وخاصة عند التعرض والتعامل معه لوقت طويل ومتكرر. (Goldfogel, Harvey et al. 1985)

4 - تعتبر عملية صنع الطابع باستخدام هذا النوع من الراتنج الأكريلي صعبة أو تطلب إرساله إلى المخبري مما قد يؤدي بالتكرار إلى إهمال بعض أطباء الأسنان هذه الخطوة الهامة والاكتفاء بالطبعة الأولية. (Khan 2007)

ونتيجة لهذه المساوئ، تم البحث عن بدائل، فظهرت الصفائح الملدنة حرارياً وشفائح التخليية الهوائية، لكن لدونها وتعرضها للتشوه تحت أقل قوة تحمل، على الرغم من إمكانية عودتها إلى شكلها خلال 30 ثانية، وقلة قوتها ومتانتها بالمقارنة مع الأكريل المتماثر ذاتياً. وبالتالي كانت خواصها الميكانيكية أقل على الرغم من التغلب على مشكلة تحرر المونومير الضار، وسهولة التكيف والتشكيل، واستقرار الأبعاد المباشر بعد التصلب، إلا أن وجود عدة أمور سلبية جعلها قليلة الاستخدام. (Hoyos and Söderholm 2011)

لذلك تم البحث عن مادة لتكون بديلاً مناسباً، وتتلافى العيوب والمساوئ الموجودة في الراتنج الأكريلي المتماثر ذاتياً وفي الصفائح الملدنة حرارياً أو المطبقة بالتخليية الهوائية، مع جمع ما تتصف به من محاسن.

#### **1.4.2 الراتنج حراري التماثر Heat cure Acrylic resin**

تركيبه مماثل للراتنج المتماثر ذاتياً إلا أن الحرارة هي المحفزة للتفاعل.

وتتميز الطوابق المصنوعة منه بثبات الأبعاد، والصلابة، وإمكانية التحكم بثخانة الطابع خلال مرحلة التشميع، وتطلبه القليل من الانهاء والتلميع.

لكن صناعته تتطلب المزيد من الوقت والمال وقد يتخرب المثال الأولي أثناء طبخه.

(Furnish, O'Toole et al. 1983, Jagger and Okdeh 1995)

### 1.4.3 الراتنج الأكريلي المتماثر ضوئياً

ظهر في عام 1990 الراتنج المتماثر ضوئياً كبديل عن الراتنج ذاتي التماثر. (Breeding, Dixon et al. 1994)

ويتمتع بمحاسن منها:

- 1 - استقرار الأبعاد بشكل أكبر بعد التصليب.
- 2 - إمكانية استخدامه بشكل مباشر وهي ميزة سريرية مهمة في بعض الحالات.
- 3 - لديه زمن عمل كاف وسهل الاستخدام والعمل به.
- 4 - التخلص من الغازات المنطلقة أثناء تماثر الأكريل والآثار الخطرة المرافقة لاستخدام الراتنج الأكريلي المتماثر ذاتياً وهذا مهم بالنسبة لعمال المخابر السنية.
- 5 - صلابته كافية لمقاومة قوة التشوه أثناء نزع الطبعة.

(Kim, Chang et al. 2001, Martin, Bell et al. 2003, Khan 2007, Hoyos and Söderholm 2011)

إلا انه يبدي بعض المساوئ:

معرض للكسر بشكل أكبر من الراتنج الأكريلي ذاتي التماس، ومسبب للحساسية الجلدية عند حدوث تماس مباشر والتكلفة العالية. (Kim, Chang et al. 2001, Khan 2007)

#### **1.4.4 صفائح التروبيز Shellac base plate:**

تمتاز هذه الطوابع:

1 - سهولة التشكيل والتعديل عن طريق تليين الصفائح.

3 - لا يستغرق وقتا كبيرا.

4 - رخص الثمن.

إلا انها تملك العديد من السلبيات:

1 - قصفة وبالتالي احتمال تعرضه للكسر حين أخذ الطبعة أو صبها.

2 - نقص ثبات الأبعاد وخاصة عند تعرض الطابع للحرارة حين أخذ طبعة الحواف بواسطة مركب الطبع وبالتالي تعرض الطابع للانحناء والالتواء.

3 - ليس لديه مقاومة كبيرة لذلك لا بد من دعمه بواسطة مواد أخرى ليزيد من مقاومته.

#### **1.4.5 الصفائح الريزينية المكيفة بالتخلية الهوائية الفاكيوم Vacuum formed:**

##### **thermoplastic resin sheet**

تمتاز هذه الطوابع بانها لا تحتاج وقتا كبيرا لصنعها، لكنها تتطلب أجهزة خاصة غالية الثمن مما

يزيد من كلفة هذه الطوابع. (Johnston, Phillips et al. 1971)

- يفضل الانتظار لمدة 20 - 24 ساعة قبل استخدام الراتنج الأكريلي ذاتي التماس، حيث أثبتت العديد من الدراسات حدوث تغير في الأبعاد بمقدار 0.2% أثناء مرحلة التماس وحتى 30 دقيقة بعد التصلب الأولي، ولكن هذه التغيرات لا تؤثر على الأمثلة النهائية كثيرا بحيث تبقى متقبلة سريريا. (Johnston, Phillips et al. 1971)
- بينما قال البعض الآخر بان التغير الأكبر في الأبعاد يحصل خلال الساعتين الأوليتين لذلك نصح باستخدامه بعد 9 ساعات. (Pagniano, Scheid et al. 1982)
- نصحت دراسات أخرى بغليه لمدة 5 دقائق في حالة استخدامه المباشر أثناء تصلبه الأولي ، وبذلك تم تسريع التماس مع شرط أخذ الطبعة بشكل مباشر وصب الطبعة مباشرة، حيث ان الجبس الموجود في الطابع ساهم أيضا في منع حدوث أي تغير مستمر في الأبعاد. (Martin, Bell et al. (Pagniano, Scheid et al. 1982) 2003)
- وقد وجدت بعض الدراسات ان تغير الأبعاد يستمر حتى 72 ساعة وان التقلص يكون في المناطق الأمامية والخلفية باتجاه المثال، وتتقلص الحافة الخلفية باتجاه المنطقة الأمامية. (Furnish, O'Toole et al. 1983)
- و قالت بعض الدراسات بان التغير يكون أعظماً في 20 - 40 دقيقة ويستمر حتى 6 ساعات بعد التصلب، ويمكن تقبل هذا التقلص سريريا عند استخدامه بشكل مباشر بعد 30 دقيقة من صب الطبعة. (Shafa, Zaree et al. 2008)

## 1.5 التصميم الرقمي والطباعة ثلاثية الأبعاد

نظراً للمساوئ التي تبديها الطابع الإفرادية التقليدية من زمن العمل القصير، والتقلص التماثري، والرائحة المزعجة، والأبخرة السمية المنطلقة أثناء التماثر برزت الحاجة لإيجاد طرائق بديلة عن الطريقة التقليدية حيث قام الباحث Sadr وزملاؤه بمقارنة تكيف الطابع الإفرادي المصمم بالحاسوب والمطبوع بالطابعة ثلاثية الأبعاد مع الطريقة التقليدية حيث تم تصميم طابع ذو ضغط انتقائي بالطريقة المحوسبة وبالطريقة التقليدية وطابع بدون صدمات بكلا الطريقتين وأظهرت النتائج تفوق الطابع المصممة بالحاسوب من حيث التكيف مع النسيج و توزيع المسافة للمادة الطابعة. (Sadr, Ghasemi et al. 2020)

كما قام Wang and SU بتقييم دقة الطابع الإفرادية المطبوعة بتقنيتين حيث قارنا بين دقة الطابعة التي تعمل بالتليين الحراري والطابعة التي تعمل بطريقة البلمرة الضوئية مع الطريقة التقليدية فوجدا انه لا توجد فروق ذات دلالة احصائية بين الطابع بمختلف التقنيات وانه يمكن اعتماد الطابعة ثلاثية الأبعاد في تحقيق المتطلبات السريرة للطابع الإفرادي. (Wang and Su 2021)

وقد قام Chen وزملاؤه بدراسة امكانية انتاج طابع افرادي لمرضى الدرد الكامل بالاعتماد على المسح ثلاثي الأبعاد للطبعة الأولية وتصميم الطابع باستخدام الحاسوب والطباعة ثلاثية الأبعاد حيث قامو بتصميم الطابع وطباعته واعادة مسحه ومقارنته مع التصميم حيث اظهرت النتائج انه يمكن الاعتماد على الطريقة المحوسبة في تصميم الطابع الإفرادي. (Chen, Zhao et al. 2016)

تمتاز الطريقة الرقمية والطباعة ثلاثية الأبعاد في تصميم الطوابع الإفرادية:

- اختصارها للوقت والإجراءات المستخدمة في عيادة الطبيب، حيث يمكن إنجازها في عيادة الطبيب دون الحاجة لمخبر.

- إمكانية استخدامه بشكل مباشر وهي ميزة سريرية مهمة في بعض الحالات.

- تنوع المواد المستخدمة بالطباعة (المعدن- الريزين -البلاستيك الحراري) حيث يمكن ان

تلبى مختلف التصاميم المعقدة. (Chen, Yang et al. 2016)

- الصلابة، مع إمكانية التحكم بثخانة الطابع خلال مرحلة التصميم، وعدم الحاجة للانتهاء والتلميع.

(Fiorenza, Yong et al. 2018)(Alsandi, Ikeda et al. 2019, Liu, Di et al. 2019)

الا انه يوجد بعض المساوئ:

تتطلب أجهزة خاصة غالية الثمن مما يزيد من كلفة هذه الطوابع.

تحتاج بعض المواد المستخدمة في الطباعة للوقت. (Chen, Yang et al. 2016)

## **1.6 الماسح ثلاثي الأبعاد**

يستخدم التصوير (المسح) ثلاثي الأبعاد على نطاق واسع في مجالات مختلفة من طب الأسنان

للمساعدة في التشخيص، في تخطيط العلاج وصناعة الأجهزة.

( Ciccìù, Fiorillo et al. 2020, Heckman, Kalb et al. 2020, Soto-Álvarez, Fonseca et al. )

(2020)

في حين أن هذا يتضمن تقليدياً استخدام مواد الطبع جنباً إلى جنب مع نماذج الجبس، التقنيات الحديثة تتطور باستمرار والتي تستخدم الصور الافتراضية ثلاثية الأبعاد، حيث يتم انشاء هذه الصور الافتراضية الإلكترونية باستخدام تقنيات المسح الضوئي. (Tregerman, Renne et al. 2019)

يعتبر الماسح ثلاثي الأبعاد (3D Scanner) أداة تقوم بتحليل الموجودات أو النماذج بجمع بيانات عن شكلها وأحياناً مظهرها الخارجي (مثل لونها)، وتستخدم هذه البيانات لإنشاء مجسمات رقمية ثلاثية الأبعاد تستخدم في العديد من التطبيقات.

عادة ما يكون الغرض من الماسح الضوئي ثلاثي الأبعاد هو انشاء نموذج ثلاثي الأبعاد، يتكون هذا النموذج ثلاثي الأبعاد من سحابة نقطية من عينات هندسية على سطح الهدف، يمكن بعد ذلك استخدام هذه النقاط لاستقراء شكل الموضوع (عملية تسمى إعادة البناء). ويمكن أيضاً تحديد الألوان على سطح الموضوع إذا تم جمع معلومات الألوان في كل نقطة. (Moser, Santander et al. 2018)

تشارك الماسحات الضوئية ثلاثية الأبعاد في العديد من السمات مع الكاميرات فهي تمتلك مجال رؤية مثل المخروط، ومثل الكاميرات يمكنها فقط جمع معلومات فقط حول الأسطح غير المحجوبة، بينما تقوم الكاميرا بجمع معلومات الألوان حول الأسطح داخل مجال رؤيتها، في حين يقوم الماسح ثلاثي الأبعاد بجمع معلومات المسافة حول الأسطح داخل مجال رؤيتها. تصف "الصورة" التي ينتجها الماسح الضوئي ثلاثي الأبعاد المسافة إلى السطح عند كل نقطة في الصورة، وهذا يسمح بتحديد الموضوع ثلاثي الأبعاد لكل نقطة في الصورة.

لا ينتج عن المسح الواحد نموذج كامل للموضوع، بالنسبة لمعظم الحالات، عادةً ما تكون عمليات المسح المتعددة -حتى مئات المرات- من العديد من الاتجاهات المختلفة مطلوبة للحصول على معلومات حول جميع جوانب الموضوع، يجب إجراء عمليات المسح هذه في نظام مرجعي مشترك، وهي عملية تسمى عادة المحاذاة أو التسجيل، ثم يتم دمجها لإنشاء نموذج كامل ثلاثي الأبعاد.

(Ohno, Kawahara et al. 2009, Heckman, Kalb et al. 2020)

### 1.6.1 ميزات المسح الليزري ثلاثي الأبعاد:

- دقة في البيانات .
- كمية كبيرة من البيانات للمنطقة المسوحة.
- سرعة في التقاط البيانات.
- الحصول على بيانات الجسم المسوح دون تماس معه، وهذه خاصية مهمة في حال صعوبة الوصول للجسم.

(Heckman, Kalb et al. 2020)

### 1.6.2 تصنف الماسحات الضوئية في طب الأسنان إلى نوعين رئيسيين:

#### 1.6.2.1 الماسحات داخل الفموية:

الكاميرات داخل الفموية هي عبارة عن ماسحات ضوئية ويمكن تقسيمها إلى نوعين:

1- كاميرات الصورة المفردة: والتي تسجل الصور الفردية للمجموع السني، (iTero, PlanScan, Gs3500) تكون عبارة عن كاميرات صور مفردة، والتي تستطيع أن تسجل حوالي ثلاث أسنان في الصورة المفردة، وتسجيل مساحة أكبر من المجموع السني تسجل سلسلة من الصور الفردية المتداخلة، ثم يقوم البرنامج بتجميع هذه الصور وتحويلها إلى نموذج افتراضي ثلاثي الأبعاد، ويتم وضع الكاميرا في زوايا مختلفة لضمان دقة تسجيل البيانات، وخاصةً في مناطق معينة مثل أسفل المحيط الكبير للسن، والتي يمكن ألا تظهر في حال أخذ لقطات إطباقية فقط، لذلك يتم تحريك الكاميرا في زوايا مختلفة، وأخذ لقطات عدة، ثم يتم تجميع هذه الصور من خلال برنامج، ثم يتم ملء المناطق المفقودة في النموذج الافتراضي.



الشكل 1 الماسح داخل الفموي ( Mangano, Gandolfi et al. )  
(2017)

2- كاميرات الفيديو والتي تستخدم من قبل الماسح الضوئي.

(Soto-Álvarez, (Tregerman, Renne et al. 2019, Russo, Caradonna et al. 2020)

Fonseca et al. 2020) (Mangano, Gandolfi et al. 2017)

## 1.6.2.2 الماسحات الضوئية المخبرية:

وتصنف الماسحات الضوئية المخبرية إلى:

**الماسحات الميكانيكية:** والتي تكون قادرة على قراءة الخط الميكانيكي للمثال الرئيسي بواسطة كرة

اللياقوت من أجل الحصول على قياسات ثلاثية الأبعاد. (Abdel-Azim, Zandinejad et al. 2015)

### الماسح الضوئي المرتب ثلاثي الأبعاد

ماسح الضوء المرتب ثلاثي الأبعاد (Structured-light 3D scanner) هو ماسح ثلاثي الأبعاد

لقياس الشكل الثلاثي الأبعاد لجسم ما باستخدام ضوء مرتب بنموذج معين وكاميرا.

(Ohno, Kawahara et al. 2009)(Moser, Santander et al. 2018)



الشكل 2 الماسح الضوئي المرتب الثلاثي الأبعاد ( Ohno, Kawahara )  
(et al. 2009)

مبدأ العمل: يعمل هذا الماسح عن طريق إسقاط حزمة ضيقة من الضوء على جسم ثلاثي الأبعاد،

ذلك يؤدي إلى تشوه شكل الخطوط المستقيمة من منظور مختلف عن جهاز الإسقاط الضوئي،

بحيث من الممكن استخدام هذا التشوه لحساب الشكل الهندسي الدقيق لسطح الجسم. تستخدم عادة

نماذج للضوء على شكل خطوط متوازية. (Heckman, Kalb et al. 2020)

حدود الاستخدام: على اعتبار أن هذه الطريقة تعتمد على إسقاط حزمة من الضوء على الجسم

المراد مسحه، فإن هذه الطريقة تكون غير فعالة في التعامل مع السطوح العاكسة للضوء أو الشفافة

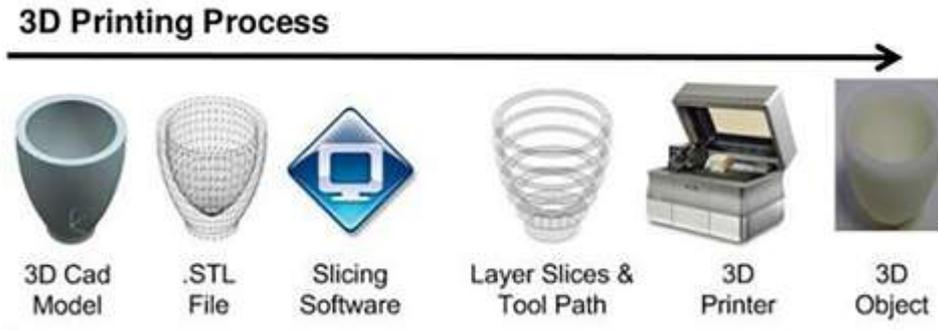
كالمرابا والزجاج، تستخدم أحيانا مواد طلاء لتغطية هذا النوع من السطوح قبل القيام بعملية المسح بالضوء المررتب (Mangano, Gandolfi et al. 2017) .

## 1.7 الطباعة ثلاثية الأبعاد

هي إحدى تقنيات التصنيع، حيث يتم تصنيع القطع عن طريق تقسيم التصاميم ثلاثية الأبعاد لها إلى طبقات صغيرة جدا باستخدام برامج حاسوبية ومن ثم يتم تصنيعها باستخدام الطابعات ثلاثية الأبعاد عن طريق طباعة طبقة فوق الأخرى حتى يتكون الشكل النهائي، ويختلف هذا النظام عن نظامي القولية والتحت اللذين يبدان أكثر من 90% من المادة المستخدمة في التصنيع والطابعات ثلاثية الأبعاد في العادة أسرع وأوفر وأسهل في الاستعمال من التكنولوجيات الأخرى للتصنيع. قام Masri وزملاؤه بمقارنة انطباق الصفيحة القاعدية للرد الكامل بين طريقة التفرير والطباعة ثلاثية الأبعاد مع الطريقة التقليدية حيث تم مقارنة 60 صفيحة قاعدية 20 لكل طريقة ومدى انطباقها على المثال حيث اظهرت كل من طريقة التفرير والطباعة ثلاثية الأبعاد تفوقا على الطريقة التقليدية. (Masri, Mortada et al. 2020)

وأجرى Jeong وزملاؤه تقييماً لدقة الامثلة السنية المصنعة بطريقة التفرير وبطريقة الطباعة ثلاثية الأبعاد حيث تم مسح مثال سني وتم استخدام البيانات الناتجة عن المسح لانتاج 20 مثالا حيث تم تفرير 10 امثلة وطباعة 10 امثلة ثم تم اعادة مسح الامثلة الناتجة ومقارنة البيانات مع بيانات المسح الأولي حيث اظهرت النتائج تفوق الطباعة ثلاثية الأبعاد على طريقة التفرير. (Jeong, Lee et al. 2018)

تتيح الطابعات ثلاثية الأبعاد للمطورين القدرة على طباعة أجزاء متداخلة معقدة التركيب، كما يمكن صناعة أجزاء من مواد مختلفة وبمواصفات ميكانيكية وفيزيائية مختلفة ثم تركيبها مع بعضها البعض ، التكنولوجيات المتقدمة للطباعة ثلاثية الأبعاد تنتج نماذج تشابه كثيراً منظر وملمس ووظيفة النموذج الأولي للمنتج ( Li, Aspler et al. 2016, Marro, Bandukwala et al. 2016, Moser, Santander et al. 2018)



الشكل 3 يوضح مبدأ الطباعة ثلاثية الأبعاد (Li, Aspler et al. 2016)

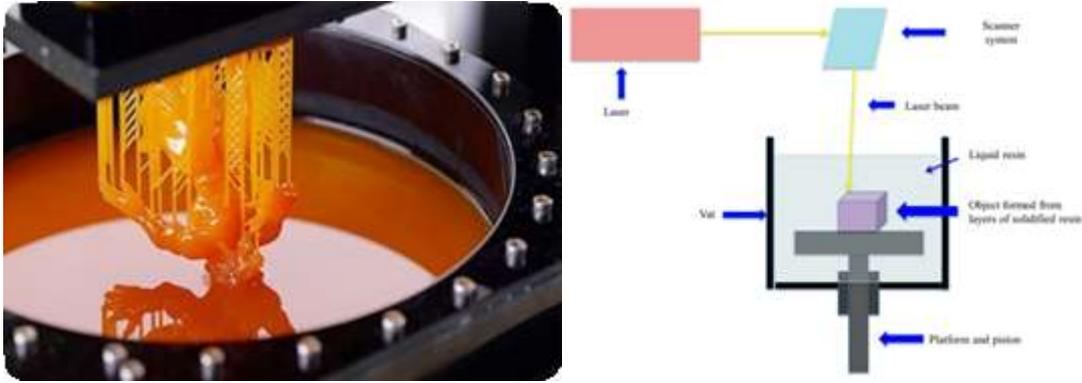
قام Wei وزملائه بمقارنة وقت العمل السريري لإنتاج الطابع الإفرادية المصنعة بالحاسوب لمرضى الدرد الكامل حيث تم تصنيع طابعين أفرادين لعشرين مريضاً بطريقتين الأولى بالتصميم بواسطة الحاسوب والطباعة بطابعة ثلاثية الأبعاد والثانية بالطريقة اليدوية التقليدية، حيث تم اخذ الطبعة النهائية لكل مريض بالطابع الإفرادية المصنعة وتم تسجيل الوقت المستغرق في تصنيع الطابع واخذ الطبعة النهائية في كل طريقة وكانت النتائج أن الطريقة المحوسبة استغرقت وقتاً أقل بفرق ذو دلالة احصائية من الطريقة التقليدية. (Wei, Chen et al. 2017)

### 1.7.1 كيفية عمل الطباعة ثلاثية الأبعاد:

المبدأ العام في الطباعة ثلاثية الأبعاد واحد حيث انه تتم عملية الطباعة من خلال رص طبقات المادة (الخام) فوق بعضها البعض حتى يكتمل شكل الجسم المطلوب. (Li, Aspler et al. 2016)

### 1.7.2 يوجد ثلاث أنواع من تقنيات الطباعة في الطباعات ثلاثية الأبعاد

#### 1.7.2.1 البلمرة الضوئية والتصليد الحراري VAT Photopolymerisation

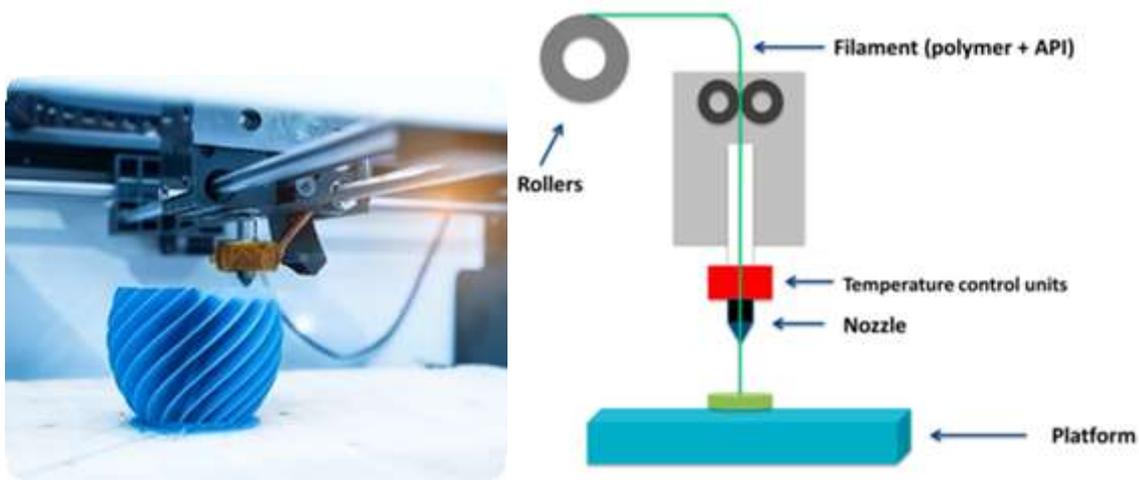


الشكل 4 يوضح طريقة البلمرة الضوئية (Konta, García-Piña et al. 2017)

في هذا النوع من الطباعة تستخدم مادة لزجة/هلامية تتكون من بوليمر حساس للأشعة فوق البنفسجية، وليزر من الأشعة فوق البنفسجية، حيث يسقط شعاع الليزر على سطح البوليمر حسب نمط معين، والذي هو المقطع العرضي للطبقة المراد طباعتها، وبعد أن يمر شعاع الليزر فوق سطح البوليمر، يتجمد ويصبح صلباً، وهكذا تبني الطبقات الواحدة فوق الأخرى، ومن أشهر التقنيات التي تستخدم هذه التكنولوجيا ليثوغرافية فراغية (SLA) Stereolithography ، والمادة المستخدمة في هذه التقنية هي البوليمر الضوئي (Rungrojwittayakul, Kan et al. 2020) .

(Moser, Santander et al. 2018)

## 1.7.2.2 الطباعة بالتليين الحراري Material Extrusion



الشكل 5 يوضح آلية الطباعة بالتليين الحراري (Konta, García-Piña et al. 2017)

في هذه التكنولوجيا يتم تزويد الطابعة بمادة الطباعة على شكل أسلاك أو خيوط، تتصل برأس مدبب دقيق في فوهة، يسخن هذا الرأس ليذيب مادة الطباعة، وعند حركته أفقياً ورأسياً يخرج المادة حسب الشكل المطلوب، وحال خروج المادة من الرأس تبرد في درجة حرارة الغرفة وتتصلب، واحدة من أشهر التقنيات التي بنيت على هذه التجربة هي نمذجة التسريب المنصهر Fused Deposition Modeling (FDM)، التي اخترعها (سكوت كرمب) في نهاية الثمانينات من القرن الماضي. ومن أكثر المواد المستخدمة في هذه التقنية هي اللدائن الحرارية .

(Kessler, Reymus et al. 2019) (Rungrojwittayakul, (Przybytek, Gubańska et al. 2018)

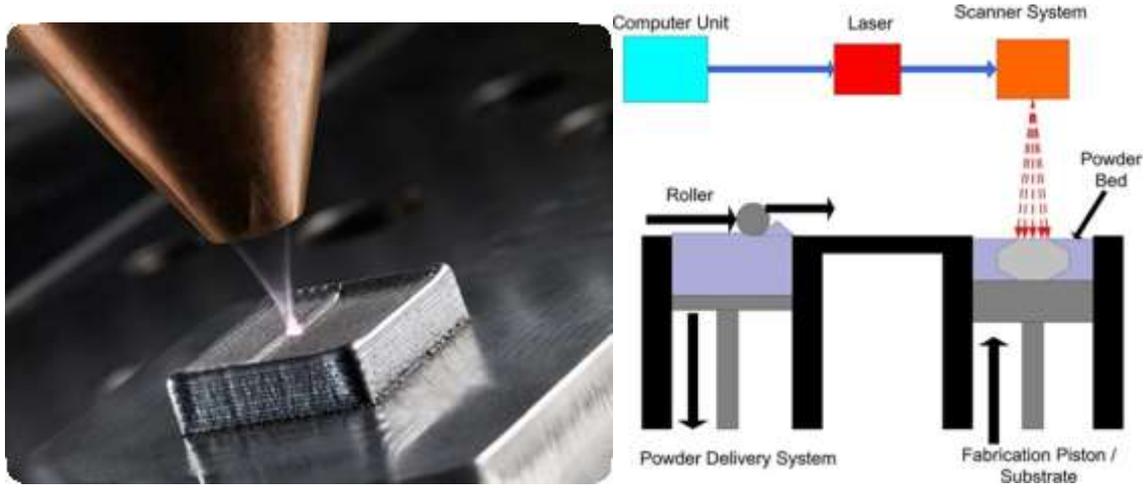
Kan et al. 2020)

قام Deng وزملاؤه بمقارنة قالب للتعويض الكامل مطبوع من مادة بولي لاكتيك أسيد مع القالب المصنوعة من الشمع المطبوع وظهرت نتائجهم انه يمكن المادة البولي لاكتيك أسيد أن تحقق الدقة

المطلوبة في صنع التعويض الكامل. (Deng, Chen et al. 2018).

قام Chen وزملاؤه بدراسة امكانية تطبيق تقنية الطباعة ثلاثية الابعاد لتصنيع الطابع الفردية للدرد الكامل للفك السفلي حيث تم عمل مسح رقمي ل 10 امثلة جبسية و تصميم طابع افراي و طباعته بواسطة طباعة ثلاثية الأبعاد تعتمد تقنية التلدين الحراري و تم تصنيع 10 طابع بالطريقة التقليدية بواسطة الراتنج الأكريلي ضوئي التماثر، ثم تم عمل مسح لكل الطابع ومقارنة الفراغ بين الطابع و المثال الجبسي حيث اظهرت النتائج انه لا يوجد فروق ذات دلالة احصائية بين الطريقتين وانه يمكن اعتماد الطريقة المحوسبة مع الطباعة ثلاثية الأبعاد بالتلدين الحراري في تصنيع الطابع الفردية. (Chen, Yang et al. 2016)

### 1.7.2.3 الطباعة باستخدام المسحوق Powder Bed Fusion



الشكل 6 يوضح الطباعة باستخدام المسحوق (Panda and Sahoo 2019)

مادة الطّباعة في هذه التكنولوجيا تكون على شكل مسحوق، حيث يسقط شعاع من الليزر عالي الطاقة على سطح المسحوق حسب المقطع العرضي من الشكل المراد طباعته، وبعد طباعة الطبقة كاملة على سطح المسحوق، يهبط المصعد الخاص بالطباعة طبقة للأسفل ليتم تشكيل طبقة جديدة من المسحوق حسب الطبقة التالية من النموذج. أشهر تقنية تستعمل هذه التكنولوجيا هي

تقنية تلييد الليزر الانتقائي (SLS) Selective laser sintering ، وأكثر المواد المستخدمة في هذه التقنية هي: اللدائن الحرارية (البلاستيك الحراري)، الزجاج، الرمل.  
(Moser, Santander et al. 2018, Rungrojwittayakul, Kan et al. 2020)

### 1.7.3 أنواع الطابعات ثلاثية الأبعاد

(١) الطابعات الضوئية مثل الطابعات التي تعمل عبر تقنيات SLA، DLP

(٢) طابعات الليزر مثل الطابعات التي تعمل عبر تقنيات SLS، SLM

(٣) طابعات الثرموبلاستيك أو البناء بالترسيب المنصهر (FDM) (وهي الأكثر انتشاراً)

سننتاول شرح خطوات الطباعة ثلاثية الأبعاد التي تعمل بالبناء بالترسيب المنصهر (طابعات الثرموبلاستيك) لأنها الأكثر انتشاراً

#### أولاً: تصميم المنتج

يمكنك تصميم المنتج بأي برامج التصميم بما فيها مفتوحة المصدر.

بعد الانتهاء من التصميم يتم حفظ الملف بصيغة (STL) (Standard Tessellation Language)

وهي الصيغة المدعومة في الطباعة ثلاثية الأبعاد. (Rungrojwittayakul, Kan et al. 2020)

#### ثانياً: تحويل التصميم إلى كود تفهمه الطابعة (جي كود G Code)

الطابعة ثلاثية الأبعاد عبارة عن آلة ميكانيكية (هيكل ومحركات) متصلة بجزء إلكتروني (وهو

المتحكم في حركة الآلة بالكامل) والتي لا تفهم معنى هذه التصاميم وهنا يأتي دور البرامج الوسيطة

التي تحول التصميم إلى كود يفهمه المتحكم (الجزء الإلكتروني) وهو جي كود.

أهم مكونات الجي كود-G Code

الجي كود عبارة عن ملف يحتوي على جميع الأوامر التي ستنفذها الطابعة حتى تنتهي من تصنيع المنتج ومن أهم هذه الأوامر:

(١) درجة حرارة انصهار المادة الخام وهي تختلف من مادة لأخرى.

(٢) سمك الطبقة الواحدة واتجاهات المحركات لرسم الطبقة.

(٣) عدد الطبقات المستخدمة وطريقة ملئ الطبقات البيئية.

(٤) كمية المادة الخام المستخدمة.

(٥) حجم المجسم وعدد النسخ المطلوبة.

(٦) سرعة الطباعة.

### ثالثاً: تجهيز الطابعة وتحميل الجي كود إلى الطابعة

يتم تسخين الطابعة لإدخال المادة الخام (تكون غالباً على هيئة بكرة من الخيوط - Filament)

ثم يتم ضبط نقطة البداية وتثبيت سطح الطباعة جيداً ويتم تحميل الجي كود في الطابعة.

### رابعاً: عملية الطباعة نفسها

تقوم الطابعة أولاً برسم وتحديد الإطار الذي ستعمل فيه ثم تقوم برسم وتكوين الطبقة الأولى ثم تملأ

الطبقات التالية حتى تصل إلى الطبقة الأخيرة. (Li, Aspler et al. 2016)

### 1.7.4 استخدامات الطابعة ثلاثية الأبعاد

في مجال الطب: أصبحت الطباعة ثلاثية الأبعاد تستخدم بكثرة في مجال الطب من

خلال (Kihara, Sugawara et al. 2021) (Kulkarni, Manoj (Marro, Bandukwala et al. 2016)

et al. 2021)

- التشخيص: فبعد الأشعة السينية والرنين والموجات الصوتية، الآن تستخدم الطباعة ثلاثية الأبعاد في طباعة الجزء المصاب ليتحول إلى مجسم ملموس وتشخيص الأمراض الأكثر تعقيدا مثل السرطانات.
- الأجهزة التعويضية والأطراف الصناعية: يمكن تصنيع أطراف صناعية وأجهزة تعويضية أقل تكلفة من الطرق التقليدية ما يمكن استبدال العظام التالفة والمتآكلة وكذلك المفاصل. (Chen, Yang et al. 2016, Kamio, Hayashi et al. 2018)
- التعلم: حيث يتم صناعة نماذج مماثلة تماما للجسم البشري للدراسة عليها.
- صناعة الأجهزة الطبية: تستخدم أيضا الطباعة ثلاثية الأبعاد في صناعة الأدوات الجراحية والإلكترونيات الطبية (Pucci, Christophe et al. 2017).

### 1.7.5 دقة الطباعة

دقة الطباعة هي حجم كل طبقة في النموذج المراد طباعته، وتحدد دقة الطباعة بتحديد حجم المادة الخارجة من رأس الطباعة، وتقاس بالميكرومتر. تتراوح دقة الطابعات في أيامنا هذه من 100 ميكرومتر إلى 0.1 ميكرومتر في الطابعات المتقدمة، ولكن هذه الدقة لن تكون كافية في المستقبل القريب، تبعا لحجم المجسم المطبوع وخصائصه، فبعض المجسمات الدقيقة مثل اعضاء جسم الانسان والقطع الإلكترونية بحاجة إلى دقة أعلى لتجسيم التفاصيل الصغيرة فيها. وبناء على هذا ما زال المطورون يعملون على تحسين دقة الطباعة، وأيضا يجرون البحوث على المواد التي تحافظ على خصائصها وتبقى قوية كفاية عند الطباعة بتفاصيل أدق وأحجام أصغر، وقد توصلوا إلى دقة 200 نانو متر، وهي أعلى دقة موجودة إلى الان. (Liu, Bai et (Li, Aspler et al. 2016) al. 2021)

## 1.7.6 مميزات تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد

- 1 التخصيص وسهولة تعديل التصميم.
- 2 امكانية نسخ التصميمات باستخدام نظام مسح ضوئي رقمي scanning للنموذج الأول بواسطة حاسوب وبواسطة ماسح وسوفتوير خاص. وبعد ذلك يتم تحويل البيانات إلى منتج ثلاثي الأبعاد من المادة المختارة.
- 3 امكانية الحصول على مركبات أكثر تعقيدا باستخدام طريقة الطبقات الصغيرة يمكن انتاج مركبات معقدة جدا لا يمكن انتاجها بالطرق الصناعية التقليدية.
- 4 نظام استرجاع متكامل للخامات.
- 5 لا تستخدم أدوات أو أجهزة كثيرة وبذلك يختصر الوقت والتكلفة.
- 6 لا توجد حدود لمدى تعقيد التصميم.
- 7 تتفوق طريقة الطباعة الثلاثية على طرق التشكيل التقليدية وذلك أن مكونات المنتج في طريقة الطباعة الثلاثية تنافس أداء مثيلاتها التي صنعت بطرق التشكيل التقليدية.
- 8 تكلفة أقل بالنسبة للأشكال المعقدة.
- 9 دورة انتاج قصيرة جدا حيث توفر الوقت والجهد فيمكن تصنيع المنتج بضغط زر فقط بدلاً من الصناعة بواسطة القوالب والآلات والأيدي العاملة ذات الخبرة.

( Marro, Bandukwala et al. 2016, Sander, McGoldrick et al. 2017, Alsandi, Ikeda et al. )

(Kihara, Sugawara et al. 2021)(2019)

## 1.8 تبيان المشكلة:

نظرا لأهمية الطابع الإفرادي والمساوي التي يتمتع بها الراتنج الأكريلي ذاتي التماس من التقلص التماثري والمونوميرات المتحررة اثناء التصلب والأبخرة السامة والحساسية الناتجة عنه وحاجة الطرق التقليدية في صناعة الطابع الإفرادية الى مهارة من قبل الطبيب أو تقني الأسنان والوقت الكافي لتماثر المواد المستخدمة في تصنيعها، ولا زالت تعاني من تغير في الأبعاد ناتج عن التقلص التصلبي، الذي يؤثر سلبا على ثبات واستقرار الأجهزة المتحركة، ويعاني بعض الأشخاص من حساسية تجاه المونومير المتحرر من المواد المستخدمة في صناعة الطابع الإفرادية التقليدية. يتم البحث وتطوير مواد لتكون بديلا مناسباً يتلافى العيوب والمساوي مع جمع ما تتمتع به من محاسن.

## الباب الثاني: الهدف من البحث

### Chapter two: Aim of The Study

- تقييم سماكة المادة المطبوعة في الطبعة النهائية الناتجة عن استخدام تقنيات التصميم بمساعدة الحاسوب وتقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد.
- مقارنة الوقت المستغرق في صنع الطوابع الافرادية بين الطريقة المحوسبة و الطريقة التقليدية.

## الباب الثالث: المواد والطرائق

### Chapter Three: Materials and Methods

### 3.1 مكان انجاز البحث:

جامعة حماه كلية طب الأسنان قسم تعويضات الأسنان المتحركة.

### 3.2 عينة البحث:

تألفت عينة البحث من 20 طابعاً إفرادياً علوياً تم تصنيعها لـ 10 مرضى من الجنسين كانوا جميعاً يعانون من درد علوي كامل.

### 3.3 المواد والأدوات المستخدمة في البحث:

- ◀ ألجينات (Major Alginplus Tropical).
- ◀ مركب طبع (Impression Compound Type 1, Kerr, USA).
- ◀ مطاط بولي فينيل سيلوكسان منخفض اللزوجة. (Ormaplus LV , MAJOR)
- ◀ جيس صفر (Dental Stone, Maarc, India).
- ◀ شمع صف أحمر (Modelling Wax, B.M.S. Dental, Italy).
- ◀ أكريل زهري ذاتي التماثر (Veracil Self cure Powder & Liquid).
- ◀ لاصق مطاط بولي فينيل سيلوكسان (3m espe VPS tray adhesive)
- ◀ كجة وملوقة وطوابع معدنية جاهزة.
- ◀ مشرط حاد.
- ◀ سكين ومنحثة شمع.
- ◀ قنديل كحولي وتورش غازي.
- ◀ جهاز مسح رقمي (Medit Identica T500 Scanner).

طابعة ثلاثية الأبعاد (FLASHFORGE) <

حاسوب يحوي برامج Meshmixer و GOM Inspect <



الشكل 7 شمع الصف الأحمر



الشكل 8 مطاط بولي فينيل سيلوكسان



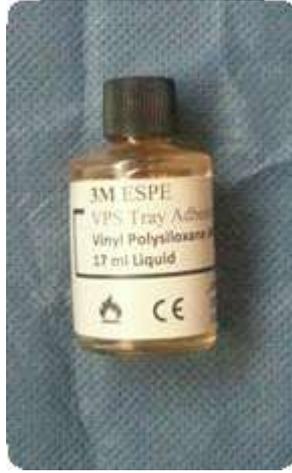
الشكل 9 الطوابع المعدنية



الشكل 10 الجبس الحجري الأصفر المستعمل



الشكل 11 مركب الطبع المستعمل في أخذ طبعة الحواف



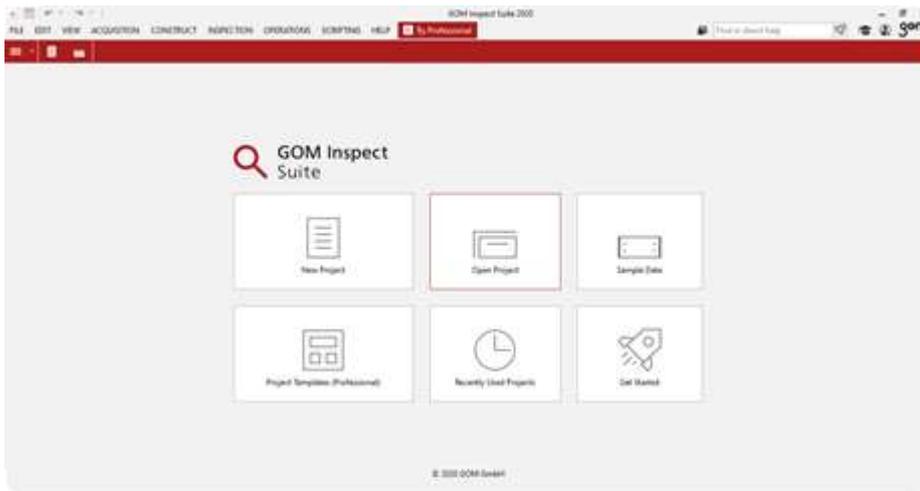
الشكل 12 لاصق مطاط البولي فينيل سيلوكسان المستخدم في البحث



الشكل 13 الطابعة ثلاثية الأبعاد



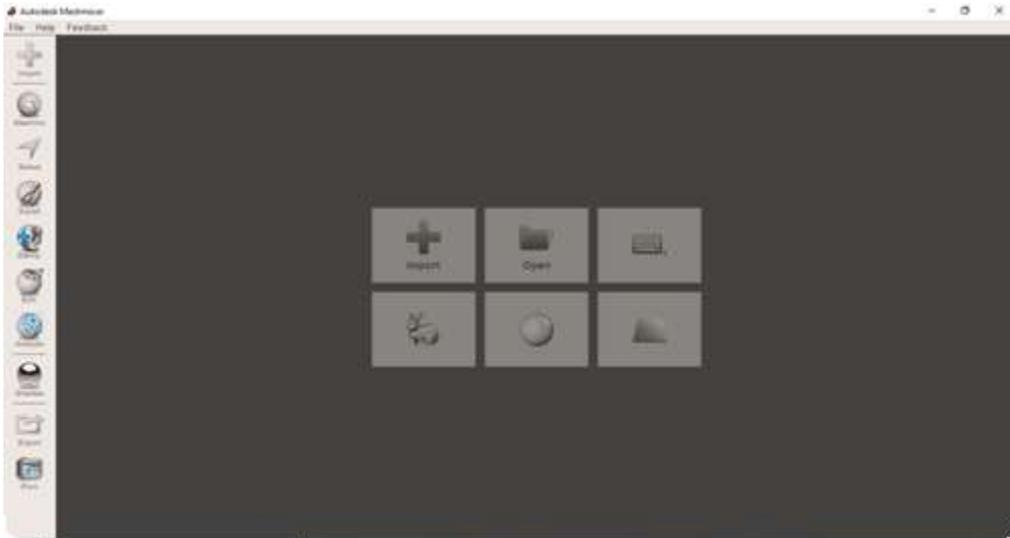
الشكل 14 الماسح الرقمي



الشكل 15 برنامج GOM Inspect



الشكل 16 برنامج GOM Inspect



الشكل 17 برنامج Meshmixer

## Specifications of the Medit Identica T500 Scanner:

- Scan volume: 90mm x 72mm x 60mm
- Scanning principle: Phase-shifting optical triangulation
- Dimensions: 290mm x 290mm x 340mm
- Scanning of impressions: 3-axis automatic
- Weight: 12kg
- Light source: Blue LED
- Connectivity: USB 3.0 B type
- Scan speed: 12 sec (full arch)
- Touch sensor: Included
- 3-axis print arm: Optional
- Multi-Die Flexible: Included
- Color texture scanning module: Included
- Articulator module: Included
- Jig 2-axis manual module: Not available
- Articulator plate: Optional
- KAS jig: Optional
- Power: AC 100 - 240V, 50 - 60Hz
- Warranty: 2 years

الشكل 18 مواصفات الجهاز المسح الرقمي

الشكل (18) يوضح مواصفات الجهاز الماسح المستخدم في البحث وهي:

- حجم المسح الضوئي 90\*72\*60 ملم .
- مبدأ المسح الضوئي: الميلان الضوئي احادي الطور .
- الأبعاد 290\*290\*340 ملم .
- المسح الضوئي للطبعات: آلي ثلاثي المحاور .
- الوزن: 12 كغ .
- مصدر الضوء: ضوء led أزرق .
- سرعة المسح: 12 ثانية لكامل الفك .
- تعمل باللمس .
- زراع ثلاثي المحاور .
- متعدد رؤوس التنشيط .
- امكانية مسح المطبق .
- صفيحة المطبق .
- الطاقة: 100-240 فولط

Printing	Mechanical & Dimension
Extruder Quantity	1
Nozzle Diameter	0.4mm (default), 0.6/0.3mm (optional)
Maximum Extruder Temperature	265°C (509°F)
Print Speed	10-150mm/s
Maximum platform Temperature	110°C (230°F)
Filament Compatibility	PLA, ABS, PC, PETG, PLA-CF, PETG-CF
Filament Diameter	1.75mm (0.069IN)
Print Volume	220*200*250mm (8.67*7.87*9.84IN)
Layer Thickness	0.1mm-0.4mm
Print Precision	±0.1mm (test of 100mm cube)
Printer Dimension	500*470*540mm (19.7*18.5*21.3IN)
Screen	4.3-inch touch screen
Gross Weight	26kg (57.3LBS)
Internal Storage	8G
Working Environment	15-30°C (59-86°F)
Camera	1
Air Filter	HEPA 13
Running Noise	<50dB

الشكل 19 مواصفات الطابعة ثلاثية الأبعاد المستخدمة

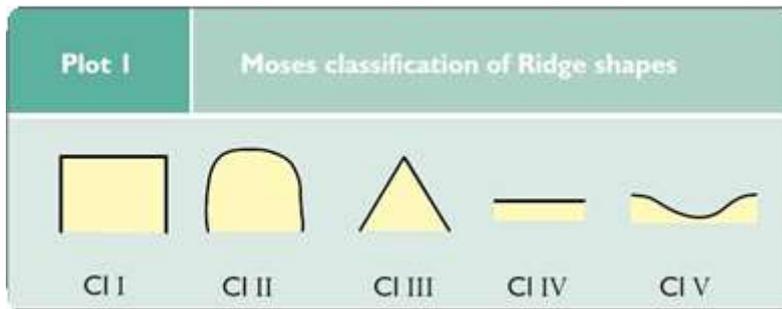
الشكل (19) يوضح مواصفات الطابعة ثلاثية الأبعاد المستخدمة في هذا البحث:

- عدد رؤوس الاخراج واحد.
- قياس رأس الطابعة 0.4 ملم.
- الحرارة العظمى لرأس الاخراج: 265 سيليزيوس.
- سرعة الطابعة: 10-150 ملم في الثانية.
- الحرارة العظمى للصفحة القاعدية: 110 سيليزيوس.
- مادة الطابعة المتوافقة: PLA,ABS,PC,PETG,
- قطر مادة الطابعة: 1.75 ملم.
- حجم الطابعة: 220\*200\*250 ملم.
- ثخانة الطبقة: 0.1-0.4 ملم.
- دقة الطابعة 0.1 ملم.
- ابعاد الطابعة: 500\*470\*540 ملم.
- الشاشة: 4.3 انش تعمل باللمس
- الوزن الاجمالي 25 كغ
- الذاكرة الداخلية: 8 غيغا.
- بيئة العمل 15-30 سيليزيوس.
- كاميرا عدد واحد.

### 3.4 طريقة انجاز البحث:

شمل البحث 10 مرضى درد، من المرضى المراجعين لقسم التعويضات السنية المتحركة في كلية طب الأسنان بجامعة حماة، لديهم درد كامل في الفك العلوي، والذين تحققت فيهم المواصفات التالية:

1. تم إجراء آخر قلع قبل مدة لا تقل عن (6 أشهر).
2. لا يعاني المريض من أية أمراض جهازية عامة.
3. ان يتمتع المريض بصحة فموية جيدة من حيث غياب الالتهابات الفموية.
4. حجم وشكل طبيعي للقوس السنية: الحواف السنخية المتبقية ذات شكل جيد (قريبة من الصنف CI I، والصنف CI II) وفقا لتصنيف (Moses).
5. ان يكون المريض غير معالج بالأشعة أو المعالجات الكيماوية.



الشكل 20 تصنيف (Moses Davies et al. 2001)

تم بعد ذلك تقديم استمارة الموافقة الخطية للمريض، والتي تتضمن شرحا كاملا للبحث وأهدافه والاختبارات التي سيخضع لها المريض، كما قام الباحث بتوضيح إجراءات البحث، والإجابة عن

استفسارات المريض بعد قراءته الاستمارة، ثم الحصول على توقيع المريض بالموافقة على إدراجه ضمن البحث.

### 3.5 طريقة العمل:



الشكل 21 يوضح مخطط العمل

تم اختيار طابع درد كامل معدني جاهز، وأجريت على الطابع المعدني التّعديلات المطلوبة ليتوافق مع الارتفاعات السنخية للمريض وتم عمل الطبعة الأولية للفك العلوي باستعمال مادة الألجينات.



الشكل 22 الطبعة الأولية من الأجنينات

تم صب الطبعة الأولية بالجبس الحجري الأصفر للحصول على المثال الجبسي الأولي.

### 3.6 الطريقة المحوسبة

#### 3.6.1 الدراسة الاستقصائية pilot study

تم القيام بدراسة تمهيدية سابقة للتأكد من دقة الماسح الرقمي المستخدم في التصوير ثلاثي الأبعاد

استنادا الى ما قام به الباحث Ender (Ender and Mehl 2013):

حيث تم اجراء مسح مثال جبسي 5 مرات في نفس الاتجاه من حيث المحاور X-Y-Z وتم حفظ البيانات التي حصلنا عليها لقياس دقة الماسح الرقمي، ثم تم اجراء تراكب للصور الناتجة باستخدام برنامج GOM-Inspect المستخدم في البحث، فلم تكن هناك أية فروقات تذكر.

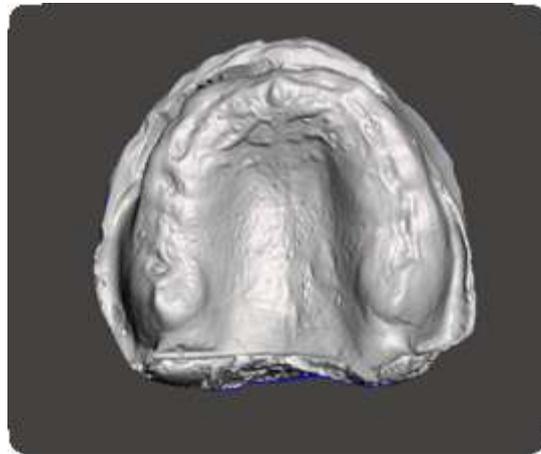
#### 3.6.2 مرحلة التصميم المحوسب

تم اجراء مسح رقمي للمثال الجبسي الأولي باستخدام جهاز المسح (Medit) الشكل (23) وهو جهاز مزود بقاعدة خاصة توضع عليها الأمثلة الجبسية حيث يمرر الجهاز سلسلة من عدة نماذج

من الضوء ويلتقط صورة عالية الدقة لكامل المنطقة بواسطة عدة كاميرات وبناء على تعديلات نماذج الأشعة الضوئية يجمع بيانات من الأمثلة الجبسية ويشكل منها مثالا رقميا ثلاثي الأبعاد. وتم حفظ الملف الناتج بصيغة (STL) (Standard Tessellation Language).

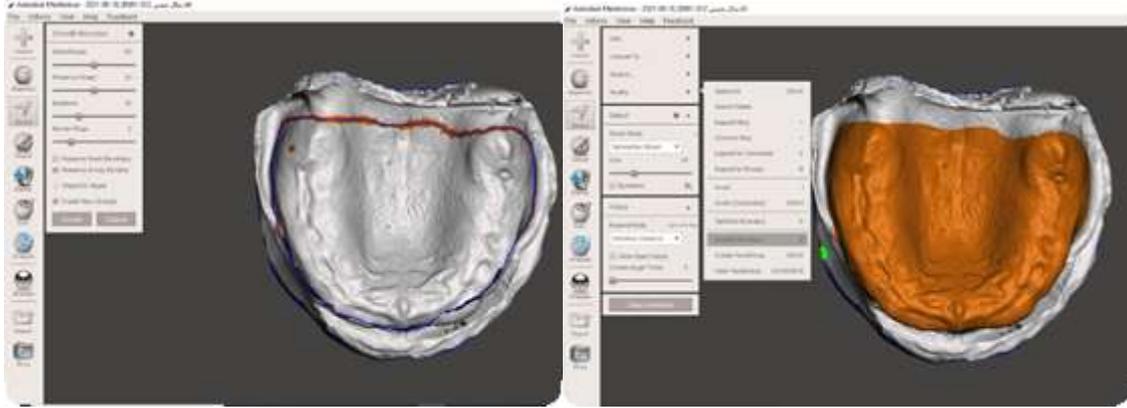


الشكل 23 المسح الرقمي للمثال الجبسي الأولي



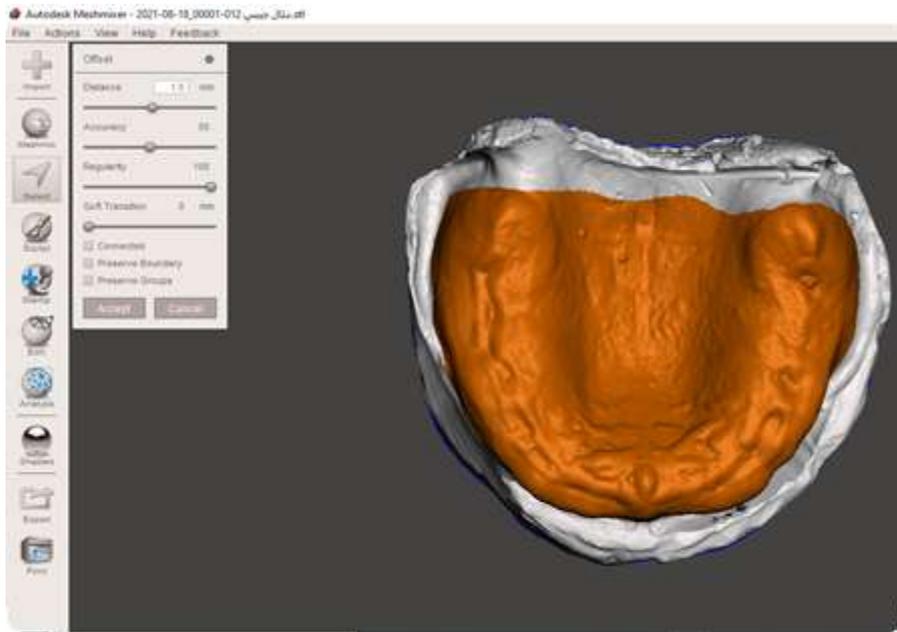
الشكل 24 النموذج ثلاثي الأبعاد للمثال الجبسي الأولي

الملف الناتج الشكل (24) تم ادخاله الى حاسوب يحوي برنامج Meshmixer ثم باستخدام أمر (select) في البرنامج تم تحديد المنطقة التي سيغطيها الطابع وحوافه الطابع وتشذيبها (smooth boundary) الشكل (25).



الشكل 25 يوضح طريقة تحديد حواف الطابع وتشذيبها

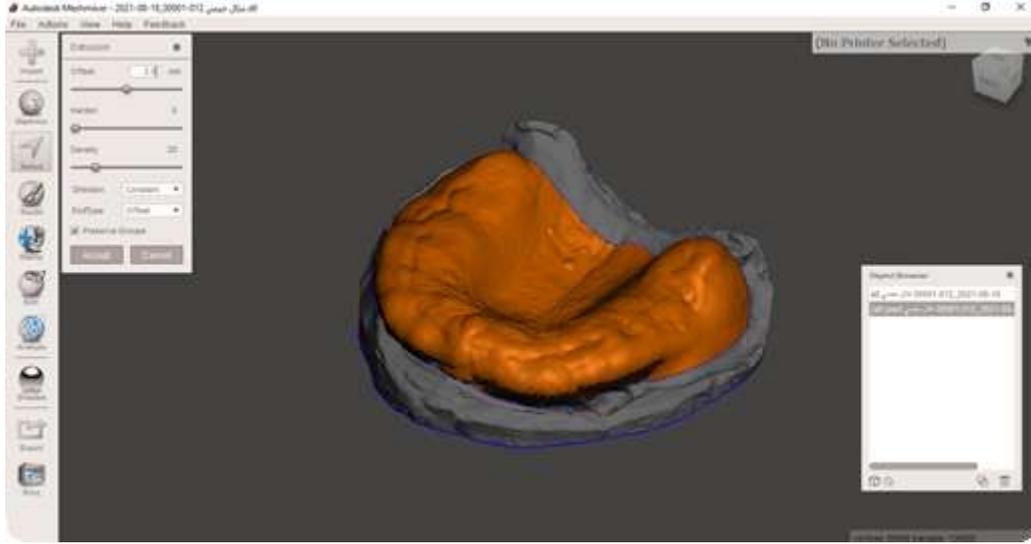
ثم تم (offset) اعطاء مسافة 1.5 ملم للأسطح المحددة بين الطابع والمثال الجبسي مع ترك اماكن الصدمات بدون تحديد الشكل (26).



الشكل 26 يوضح طريقة تحديد سماكة المادة الطابعة خلال مرحلة التصميم

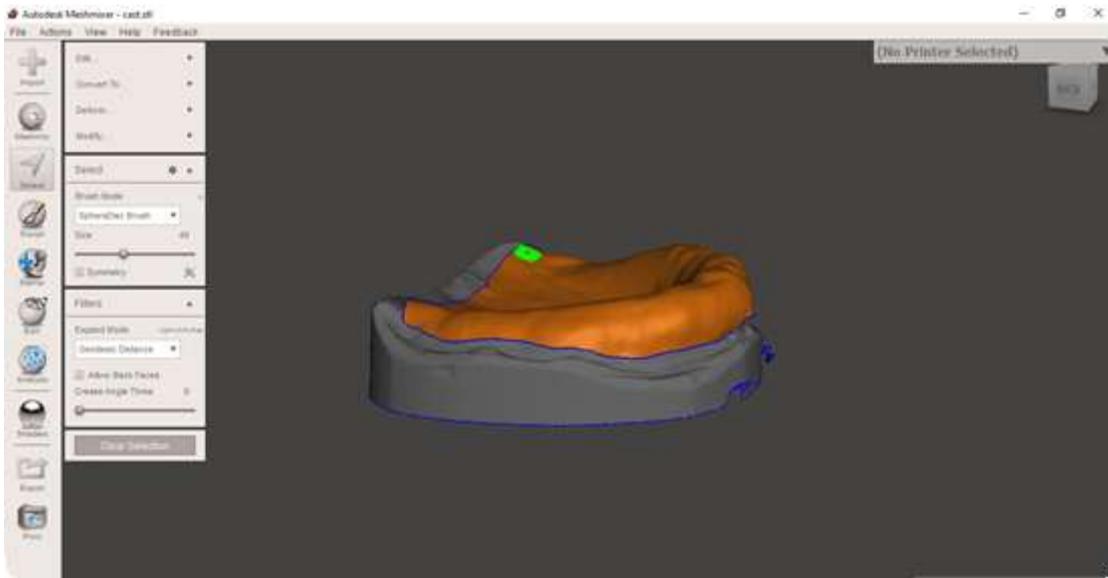
## المواد والطرائق

ثم يتم فصل (separate) الطابع المحدد عن المثال الجبسي (الشكل 27)، ثم لتحويل الطابع الناتج الى ثلاثي الأبعاد تم (extrude) اعطاء سماكة 2 ملم نحو الخارج لجميع نقاط الشكل المحددة.



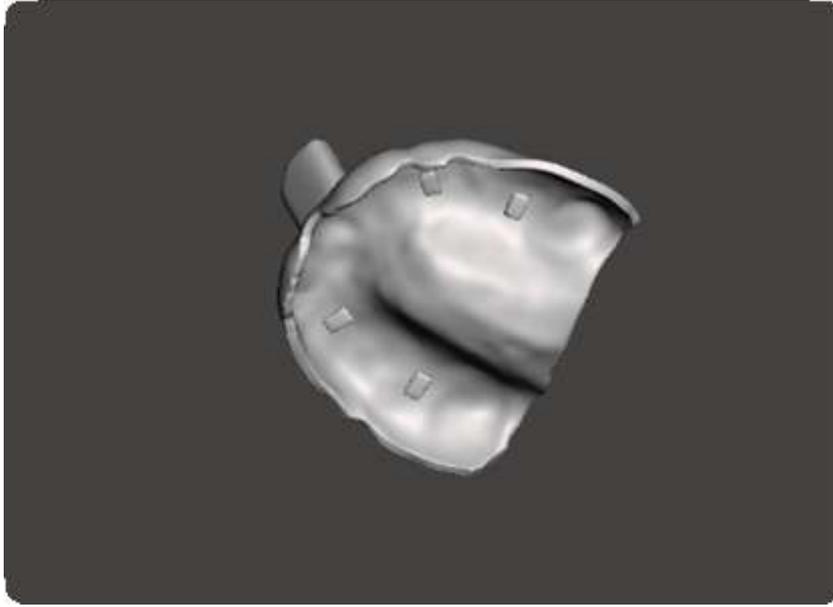
الشكل 27 يوضح طريقة إعطاء سماكة الطابع خلال مرحلة التصميم

ثم تدوير لجميع حواف الطابع الناتج، تم تصميم قبضة للطابع (extend) بتحديد جزء من الطابع ومدته نحو الخارج بأبعاد 25ملم وبزاوية 45 درجة مع سطح الطابع.



الشكل 28 يوضح مرحلة تصميم الطابع الإفرادي باستخدام برنامج Meshmixer

التصميم الناتج للطابع تم حفظه كمف بصيغة (STL) الشكل (29).



الشكل 29 التصميم المحوسب للطابع الإفرادي

### 3.6.3 مرحلة الطباعة ثلاثية الأبعاد

تم تصدير ملف الطابع الى حاسب متصل بطابعة ثلاثية الأبعاد (Fused Deposition Modeling) FDM وتم طباعة الطابع الإفرادي الشكلين (30 و31) باستخدام مادة البولي لاكتيك اسيد PLA (polylactic acid) وهي مادة قابلة للتجديد وغير ملوثة ملائمة للاستخدام الطبي، بعد تذويب مادة PLA في الطابعة، يتم تطبيق المادة على طاولة الطباعة ثلاثية الأبعاد بواسطة خرطوم يتم التحكم به بواسطة الحاسوب وفق المقطع العرضي للشكل المصمم. (Anitha, Arunachalam et al. 2001)

(Athanasίου, Niederauer et al. 1996) (Fiorenza, Yong et al. 2018)

ثم تبرد المادة بسرعة لتحافظ على شكلها الصلب النهائي اثناء تطبيقها. يتم تطبيق الطبقات طبقة فوق طبقة بسماكة 0.2 ملم للطبقة من الاسفل للأعلى حيث تتحرك

طاولة الطباعة للأسفل بعد انهاء كل طبقة. (Liu, Bai et al. 2021)



الشكل 30 وضع الطابع اثناء الطباعة



الشكل 31 يوضح عمل الطباعة ثلاثية الأبعاد أثناء الطباعة

### 3.7 الطريقة التقليدية في صنع الطابع الإفرادي

تم صنع طابع افرادي بالطريقة التقليدية لنفس المثال الجبسي الأولي حيث تم تحديد قعر الميزاب الدهليزي و رسم حدود الطابع بالابتعاد 2 ملم عن قعر الميزاب بالاتجاه الطاحن ثم وضع طبقة شمعية واحدة بسماكة 1.5 ملم ملينة ع المثال الجبسي و تشذيبها الى حدود الطابع التي رسمت و تم ازالة الشمع اماكن الصدمات بأبعاد 4-6 ملم بالاتجاه الدهليزي اللساني تركت لتبرد ثم تم مزج الأكريل ذاتي التماثر وصنع الطابع الإفرادي التقليدي مع قبضة للطابع بأبعاد 25ملم و زاوية 45 درجة وتم تشذيب الطابع و تنعيمه بعد التماثر، ثم تم الانتظار 24 ساعة لتتمام تماثر الأكريل و

ثبات الابعاد. (الشعراني، السعدي et al. 2014) (Boucher 2004) (Terry, Tric et al. 2010)



الشكل 32 المثال الجبسي الأولي والطابع الإفرادي

### 3.8 مرحلة أخذ الطبعات النهائية



الشكل 33 الطابع الإفرادي المطبوع في فم المريض

تم عمل طبعة حواف باستخدام الطابع التقليدية (Borders Molding) للفك العلوي باستعمال مركب طبع الحواف، وبعد الانتهاء من إجراء طبعة الحواف بمركب طبع الحواف، تم انقاص مركب الطبع الذي يشكل الحواف الدهليزية والشفوية في الفك العلوي بمقدار (1-0.5 mm) تقريبا، باستثناء منطقة السد الخلفي (لتأمين ختم حنكي خلفي جيد)، وذلك لتأمين مسافة لمادة الطبع النهائية، ومن ثم أزيل الشمع من داخل الطابع لنفس السبب، (Rao, Chowdhary et al. 2010) وتم عمل الطبعة النهائية باستخدام مطاط بولي فينيل سيلوكسان بعد ان قمنا بتطبيق اللاصق الخاص به على الطابع قبل وضع المادة الطابعة.



الشكل 35 الطبعة النهائية للطابع التقليدي باستخدام مطاط بولي فينيل سيلوكسان



الشكل 34 طبعة الحواف للطابع التقليدي باستخدام مركب الطبع

تم اراحة المرضى لمدة 20 دقيقة لسمح للانسجة التي انضغطت لتعود لشكلها الطبيعي. ثم تم اجراء طبعة الحواف باستخدام الطوابع المصنعة بالطابعة ثلاثية الابعاد التي تم طباعتها باستخدام مركب طبع الحواف وبعد الانتهاء من اجراء طبعة الحواف بمركب طبع الحواف، تم انقاص مركب الطبع الذي يشكل الحواف الدهليزية والشفوية في الفك العلوي بمقدار (1-0.5 mm) تقريبا، باستثناء منطقة السد الخلفي (لتأمين ختم حنكي خلفي جيد، وذلك لتأمين مسافة لمادة الطبع النهائية ثم تم عمل الطبعة النهائية بنفس الطريقة التقليدية.



الشكل 37 الطبعة النهائية للطابع المحوسب باستخدام مطاط بولي فينيل سيلوكسان



الشكل 36 طبعة الحواف للطابع المحوسب باستخدام مركب الطبع

### 3.9 مرحلة المسح الرقمي للطبعات النهائية

تم اجراء مسح رقمي لكل طبعة نهائية بعد تثبيت الطابع على الجهاز الماسح بوضعية ثابتة قابلة لإعادة التموضع حيث تم تثبيت الطابع الإفرادي على قاعدة الجهاز الماسح بواسطة قاعدة من المطاط الصلب بحيث يكون تموضع الطابع افقي بالنسبة للجهاز الماسح الشكل (38). (Sun, . (38)

Chen et al. 2017)

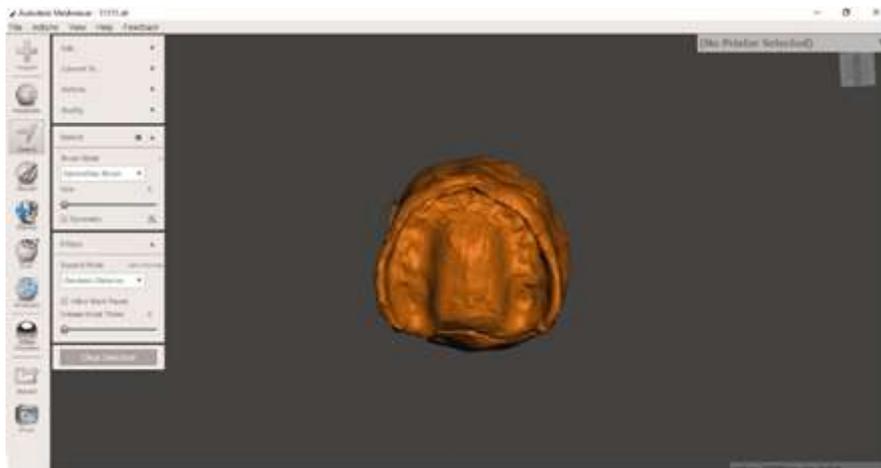


الشكل 38 يوضح طريقة تثبيت الطابع على الجهاز الماسح

المسح الرقمي الاول كان بوجود المادة الطابعة وتم حفظ الملف الناتج بصيغة (STL) بعد الانتهاء من المسح الشكليين (39 و 40).

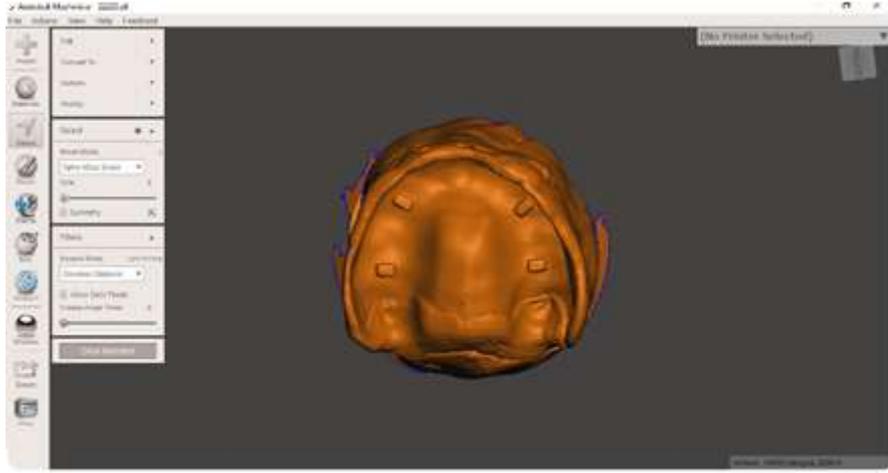


الشكل 39 الطبعة النهائية اثناء المسح الرقمي ثلاثي الأبعاد



الشكل 40 المسح الرقمي للطبعة النهائية بوجود المادة الطابعة

ثم تم ازالة المادة الطابعة بحرص مع الابقاء على مركب الطبع والطابع ثابت على الجهاز المسح  
ثم تم اجراء المسح الثاني بدون وجود المادة الطابعة وتم حفظ الملف ايضا بصيغة (STL) الشكل  
(41).



الشكل 41 المسح الرقمي للطبعة النهائية بعد ازالة المادة الطابعة

تم اعادة الاجراءات السابقة لكل الطابع المصنعة بالطريقة التقليدية وبالطباعة ثلاثية الأبعاد.

بعد الانتهاء من اجراءات المسح تم استكمال الجهاز للمريض وفق المراحل التقليدية باستخدام الطابع الأكريلي.

تم اعطاء الاختصارات التالية:

3D imp للملف الناتج عن مسح الطابع ثلاثي الابعاد مع المادة الطابعة

3D tray للملف الناتج عن مسح الطابع ثلاثي الابعاد بعد ازالة المادة الطابعة

Manu imp للملف الناتج عن مسح الطابع التقليدي مع المادة الطابعة

Manu tray للملف الناتج عن مسح الطابع التقليدي بعد ازالة المادة الطابعة

### **3.10 القياسات التي تم اجراءها**

تم اجراء القياسات باستخدام الحاسوب بواسطة برنامج GOM Inspect بعد ان تم تصدير الملفات اليه وهو برنامج حاسوبي خاص من أجل فتح الملفات المأخوذة من الجهاز الماسح ومعالجتها

لإجراء المقارنة بين النماذج ثلاثية الأبعاد للطبعة النهائية، وهو برنامج يساعد في تحليل الأشكال والمجسمات ثلاثية الأبعاد ويتيح لنا عدة طرائق للقياس.

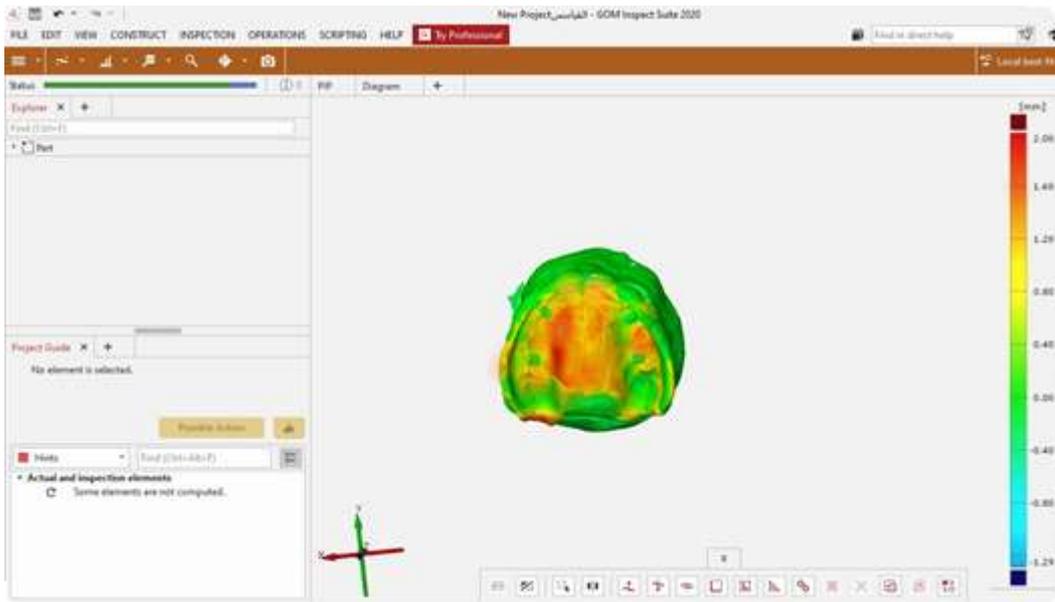
يعمل على تحويل البيانات بحيث تجمع النقاط إلى بيانات شبكية ثلاثية الأبعاد ذات دقة عالية.

تم قياس سماكة المادة الطابعة بين سطح المادة الطابعة وسطح الطابع تحتها حيث تم إجراء

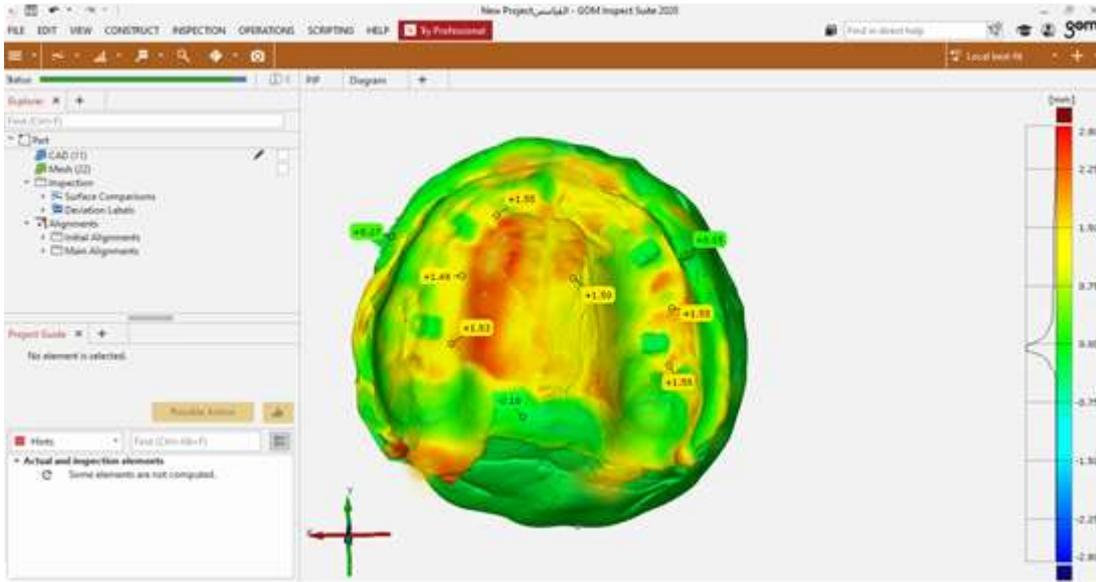
مطابقة رقمية لكل من 3D imp و 3D tray بحيث تتطابق أماكن الصدمات وتم قياس المسافة

التي أعلى نقطة من المادة الطابعة من 3D imp وسطح الطابع من 3D tray حيث يظهر مقياس

المقارنة على يمين الشاشة الشكل (42)



الشكل 42 طريقة القياس باستخدام برنامج GOM Inspect



الشكل 43 يبين مقدار سماكة المادة الطابعة بالأرقام في اي نقطة من الطبعة

وتم اجراء القياسات ايضا للطابع المصنعة بالطريقة التقليدية بنفس الطريقة. حيث تم اخذ القياسات في مناطق محددة وهي: \*مجل مساحة الطابع.

\*المنطقة الامامية حيث تم اعتمادها الى الامام من الصادمتان الاماميتان.  
\*المنطقة الخلفية حيث تم اعتمادها الى الخلف من الصادمتان الخلفيتين.  
كما تم مقارنة الوقت المستغرق في صنع الطابعين في كلتا الطريقتين: حيث تم قياس الزمن في الطريقة التقليدية في مرحلة صنع الطابع بعد الحصول ع المثال الجبسي من حيث:

\*الوقت المستغرق في مزج وتشكيل الراتنج الأكريلي ذاتي التماثر وتشكيل الطابع الإفرادي.

\*الوقت المستغرق في تشذيب الطابع.

\*الوقت الواجب انتظاره لثبات الأبعاد وتماثل التماثر.

وتم قياس الزمن في الطريقة المحوسبة كالتالي:

\*الزمن المستغرق في مسح المثال الجبسي

\*الزمن المستغرق في تصميم الطابع ثلاثي الأبعاد.

\*الزمن المستغرق في طباعة الطابع ثلاثي الأبعاد.

### **3.11 التحليل الإحصائية:**

اعتمد مستوى الثقة 95% ومستوى الدلالة 5% في كل الدراسات الإحصائية، وتم إجراء الحسابات

الإحصائية للبحث باستعمال برنامج SPSS (الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية) الإصدار 18.0

### **3.12 محدوديات الدراسة:**

الضغط المطبق أثناء أخذ الطبعة النهائية قد لا يتطابق في الشدة في كلا الطبعتين.

الطبقة الشمعية في الطريقة التقليدية قد تتغير ثخانتها نتيجة تعرضها الزائد للحرارة عند تليينها.

## الباب الرابع: النتائج

### Chapter Four: Results

## 4.1 وصف العينة:

تألفت عينة البحث من 20 طابعاً إفرادياً علوياً تم تصنيعها لـ 10 مرضى من الجنسين كانوا جميعاً يعانون من درد علوي كامل وتراوحت أعمارهم بين 47 و 70 عاماً. إذ تم تصنيع طابعين إفراديين علويين اثنين أحدهما مصمّم بالحاسوب ومصنّع بطابعة ثلاثية الأبعاد والثاني مصنّع بالطريقة التقليدية لكل مريض ومريضة في عينة البحث فكانت الطابع الإفرادية العلوية في عينة البحث مقسمةً إلى مجموعتين رئيسيتين اثنتين متساويتين وفقاً لطريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة (طابع إفرادي علوي مصمّم بالحاسوب ومصنّع بطابعة ثلاثية الأبعاد، طابع إفرادي علوي مصنّع بالطريقة التقليدية)، وكان توزع المرضى والطابع الإفرادية العلوية في عينة البحث كما يلي:

### 4.1.1 توزع مرضى عينة البحث وفقاً لجنس المريض:

جدول 1 يبين توزع مرضى عينة البحث وفقاً لجنس المريض.

النسبة المئوية	عدد المرضى	جنس المريض
60.0	6	ذكر
40.0	4	انثى
100	10	المجموع

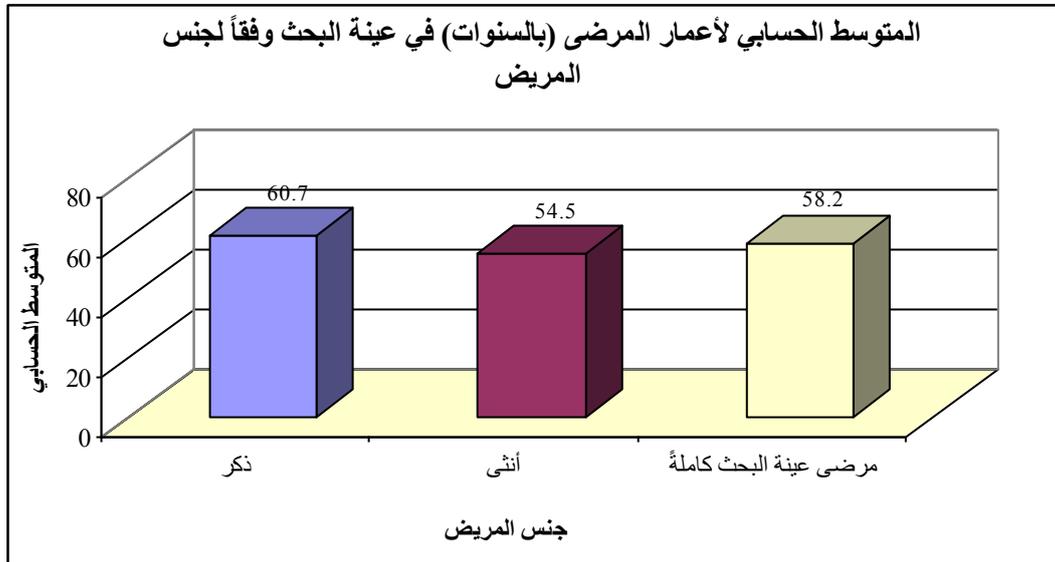


مخطط 1 يمثل النسبة المئوية لتوزع مرضى عينة البحث وفقاً لجنس المريض.

## 4.1.2 المتوسط الحسابي لأعمار المرضى في عينة البحث وفقاً لجنس المريض:

جدول 2 يبين الحد الأدنى والحد الأعلى والمتوسط الحسابي والانحراف المعياري لأعمار المرضى (بالسنوات) في عينة البحث وفقاً لجنس المريض.

المتغير المدروس = عمر المريض (بالسنوات)					
الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	الحد الأعلى	الحد الأدنى	عدد المرضى	جنس المريض
7.9	60.7	70	47	6	ذكر
5.4	54.5	62	50	4	انثى
7.4	58.2	70	47	10	مرضى عينة البحث كاملة



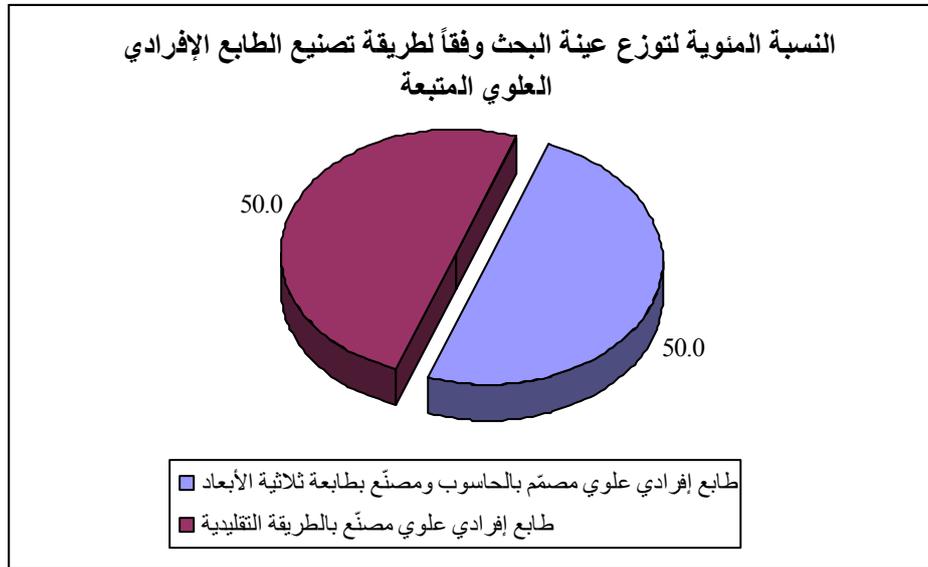
مخطط 2 يمثل المتوسط الحسابي لأعمار المرضى (بالسنوات) في عينة البحث وفقاً لجنس المريض.

### 4.1.3 توزيع الطوابع الإفرادية العلوية في عينة البحث وفقاً لطريقة تصنيع الطابع

#### الإفرادي العلوي المتبعة:

جدول 3 يبين توزيع الطوابع الإفرادية العلوية في عينة البحث وفقاً لطريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة.

النسبة المئوية	عدد الطوابع الإفرادية العلوية	طريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة
50.0	10	طابع إفرادي علوي مصمّم بالحاسوب ومصنّع بطابعة ثلاثية الأبعاد
50.0	10	طابع إفرادي علوي مصنّع بالطريقة التقليدية
100	20	المجموع



مخطط 3 يمثل النسبة المئوية لتوزيع الطوابع الإفرادية العلوية في عينة البحث وفقاً لطريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة.

## 4.2 الدراسة الإحصائية التحليلية:

تم قياس وتحديد كل من السماكة الدنيا للمادة الطابعة (بالملم) والسماكة العظمى للمادة الطابعة (بالملم) وتم حساب معدل سماكة المادة الطابعة (بالملم) في منطقتين اثنتين مختلفتين (في المنطقة الأمامية، في المنطقة الخلفية (منطقة السدّ الخلفي) وفي الطابع الإفرادي العلوي عموماً لكل طابع إفرادي من الطابع الإفرادية العلوية المدروسة في عينة البحث.

ثم تمت دراسة تأثير طريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة في قيم كل من المتغيرات المقاسة والمحسوبة وتمت دراسة دلالة الفروق بين القيمة المعيارية 1.5 ملم وقيم كل من المتغيرات المتعلقة بسماكة المادة الطابعة في عينة البحث.

كما تم قياس كل من مدة المسح الرقمي (بالدقائق) ومدة التصميم (بالدقائق) ومدة الطباعة ثلاثية الأبعاد (بالدقائق) وتم حساب مدة تصنيع الطابع الإفرادي الكلية (بالدقائق وبالساعات) لكل طابع إفرادي علوي من الطابع الإفرادية العلوية في مجموعة الطابع الإفرادية العلوية المصمّمة بالحاسوب والمصنّعة بطابعة ثلاثية الأبعاد من عينة البحث، كما تم قياس كل من مدة تشكيل الطابع (بالدقائق) ومدة تشذيب الطابع (بالدقائق) ومدة ثبات الأبعاد وتماثر (بالدقائق) وتم حساب مدة تصنيع الطابع الإفرادي الكلية (بالدقائق وبالساعات) لكل طابع إفرادي علوي من الطابع الإفرادية العلوية في مجموعة الطابع الإفرادية العلوية المصنّعة بالطريقة التقليدية من عينة البحث وكانت نتائج التحليل كما يلي:

## 4.2.1 دراسة معدل سماكة المادة الطابعة في الطابع الإفرادي العلوي في عينة

### البحث:

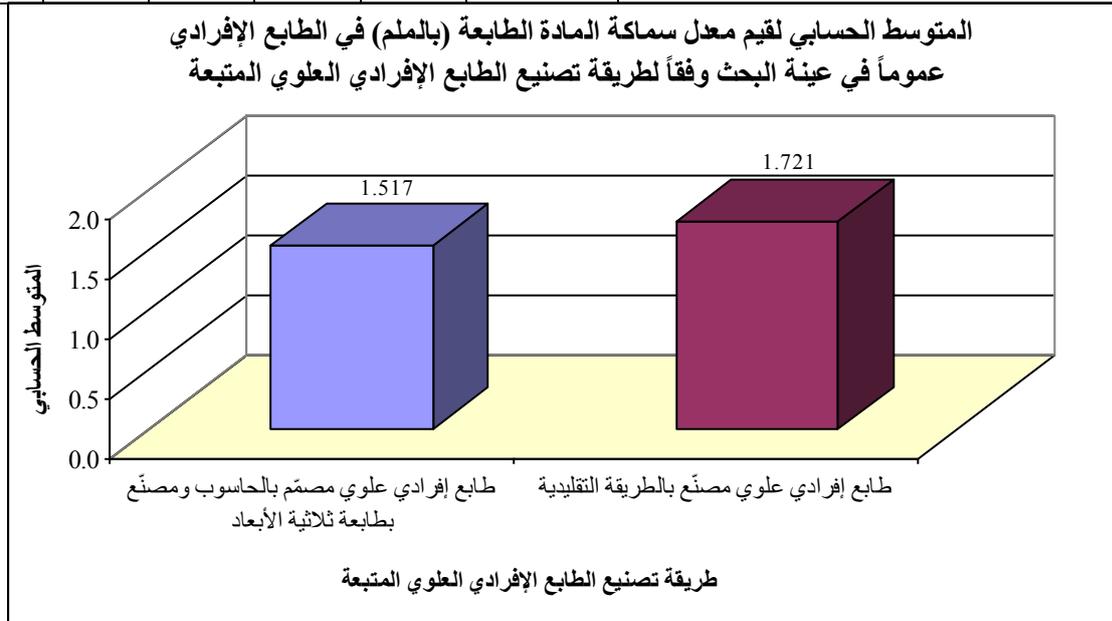
◀ دراسة تأثير طريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة في قيم معدل سماكة المادة الطابعة في الطابع الإفرادي العلوي عموماً في عينة البحث:

- تم إجراء اختبار T ستودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط معدل سماكة المادة الطابعة (بالملم) في الطابع الإفرادي العلوي عموماً بين مجموعة الطابع الإفرادية العلوية المصنّمة بالحاسوب والمصنّعة بطابعة ثلاثية الأبعاد ومجموعة الطابع الإفرادية العلوية المصنّعة بالطريقة التقليدية في عينة البحث كما يلي:

### - إحصاءات وصفية:

جدول 4 يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لقيم معدل سماكة المادة الطابعة (بالملم) في الطابع الإفرادي العلوي عموماً في عينة البحث وفقاً لطريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة.

المتغير المدروس = معدل سماكة المادة الطابعة (بالملم) في الطابع الإفرادي العلوي عموماً						
الحد الأعلى	الحد الأدنى	الخطأ المعياري	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	عدد الطابع الإفرادية العلوية	طريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة
1.58	1.45	0.012	0.037	1.517	10	طابع إفرادي علوي مصنّم بالحاسوب ومصنّع بطابعة ثلاثية الأبعاد
1.8	1.63	0.017	0.054	1.721	10	طابع إفرادي علوي مصنّع بالطريقة التقليدية



مخطط 4 يمثل المتوسط الحسابي لقيم معدل سماكة المادة الطابعة (بالملم) في الطابع الإفرادي العلوي عموماً في عينة البحث وفقاً لطريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة

- نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة:

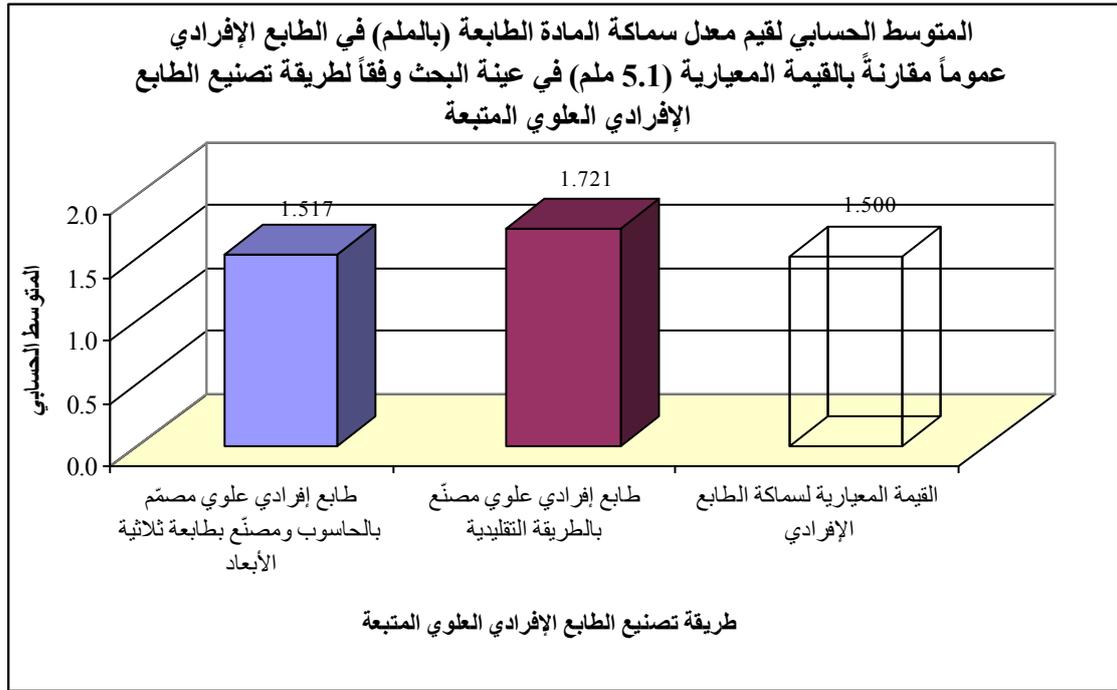
جدول 5 يبين نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط معدل سماكة المادة الطابعية (بالملم) في الطابع الإفراي العلوي عموماً بين مجموعة الطابع الإفرايية العلوية المصممة بالحاسوب والمصنعة بطابعية ثلاثية الأبعاد ومجموعة الطابع الإفرايية العلوية المصنعة بالطريقة التقليدية في عينة البحث.

المتغير المدروس = معدل سماكة المادة الطابعية (بالملم) في الطابع الإفراي العلوي عموماً			
الفرق بين المتوسطين	قيمة t المحسوبة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
-0.204	-9.863	0.000	<u>توجد فروق دالة</u>

يبين الجدول أعلاه ان قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05، أي انه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق دالة إحصائياً في متوسط قيم معدل سماكة المادة الطابعية (بالملم) في الطابع الإفراي العلوي عموماً بين مجموعة الطابع الإفرايية العلوية المصممة بالحاسوب والمصنعة بطابعية ثلاثية الأبعاد ومجموعة الطابع الإفرايية العلوية المصنعة بالطريقة التقليدية في عينة البحث، وبما ان الإشارة الجبرية للفرق بين المتوسطين سالبة نستنتج ان قيم معدل سماكة المادة الطابعية (بالملم) في الطابع الإفراي العلوي عموماً في مجموعة الطابع الإفرايية العلوية المصممة بالحاسوب والمصنعة بطابعية ثلاثية الأبعاد كانت أصغر منها في مجموعة الطابع الإفرايية العلوية المصنعة بالطريقة التقليدية في عينة البحث.

◀ دراسة دلالة الفروق بين القيمة المعيارية لسماكة المادة الطابعية (1.5 ملم) وقيم معدل سماكة المادة الطابعية في الطابع الإفراي عموماً في عينة البحث وفقاً لطريقة تصنيع الطابع الإفراي العلوي المتبعة:

- تم إجراء اختبار T ستيودنت للعينة الوحيدة لدراسة دلالة الفروق بين القيمة المعيارية لسماكة المادة الطابعية (1.5 ملم) ومتوسط معدل سماكة المادة الطابعية (بالملم) في الطابع الإفراي عموماً في عينة البحث وفقاً لطريقة تصنيع الطابع الإفراي العلوي المتبعة كما يلي:



مخطط 5 يمثل المتوسط الحسابي لقيم معدل سماكة المادة الطابعة (بالملم) في الطابع الإفرادي عموماً مقارنةً بالقيمة المعيارية لسماكة المادة الطابعة في عينة البحث وفقاً لطريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة.

#### - نتائج اختبار T ستيودنت للعينة الوحيدة:

جدول 6 يبين نتائج اختبار T ستيودنت للعينة الوحيدة لدراسة دلالة الفروق بين القيمة المعيارية لسماكة المادة الطابعة (1.5 ملم) ومتوسط معدل سماكة المادة الطابعة (بالملم) في الطابع الإفرادي عموماً في عينة البحث وفقاً لطريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة.

المتغير المدروس = معدل سماكة المادة الطابعة (بالملم)، القيمة المعيارية = 1.5 ملم				
طريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة	الفرق بين القيمة المعيارية والمتوسط	قيمة t المحسوبة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
طابع إفرادي علوي مصمّم بالحاسوب ومصنّع بطابعة ثلاثية الأبعاد	0.017	1.448	0.182	لا توجد فروق دالة
طابع إفرادي علوي مصنّع بالطريقة التقليدية	0.221	12.980	0.000	توجد فروق دالة

يبين الجدول أعلاه ان قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 في مجموعة الطابع الإفرادية العلوية المصمّمة بالحاسوب والمصنّعة بطابعة ثلاثية الأبعاد، أي انه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق دالة إحصائياً بين متوسط معدل سماكة المادة الطابعة (بالملم) في الطابع الإفرادي عموماً والقيمة المعيارية لسماكة المادة الطابعة (1.5 ملم) في مجموعة الطابع الإفرادية العلوية المصمّمة بالحاسوب والمصنّعة بطابعة ثلاثية الأبعاد من عينة البحث.

أما في مجموعة الطابع الإفرادية العلوية المصنّعة بالطريقة التقليدية فيلاحظ ان قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05، أي انه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق دالة إحصائياً

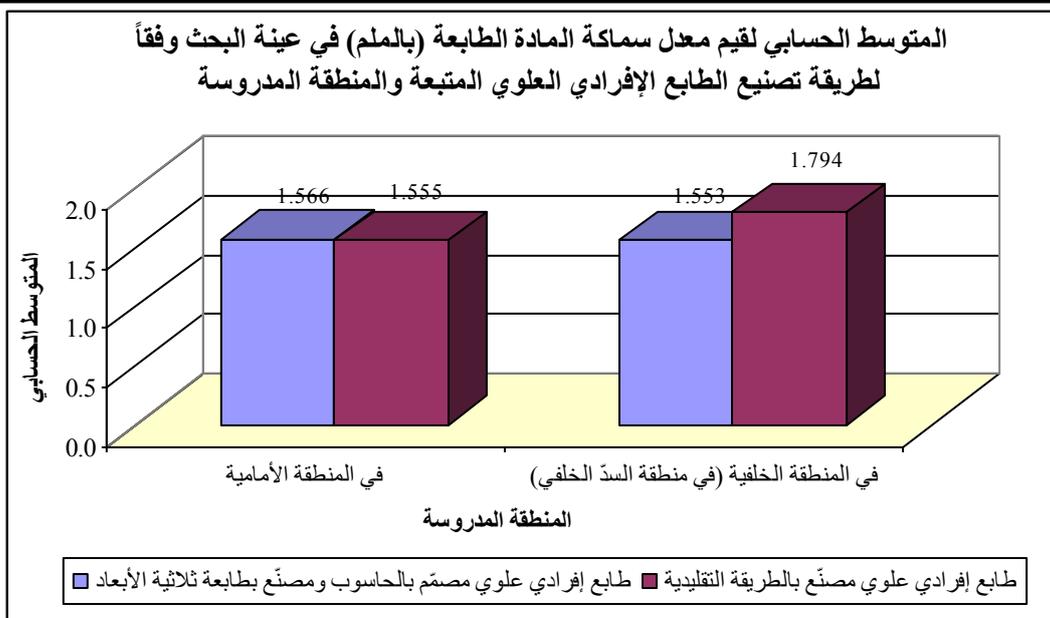
بين متوسط معدل سماكة المادة الطابعية (بالملم) في الطابع الإفرادي عموماً والقيمة المعيارية لسماكة المادة الطابعية (1.5 ملم) في مجموعة الطابع الإفرادية العلوية المصنّعة بالطريقة التقليدية من عينة البحث، وبما ان الإشارة الجبرية للفرق بين متوسط معدل سماكة المادة الطابعية (بالملم) في الطابع الإفرادي عموماً والقيمة المعيارية (1.5 ملم) كانت موجبة نستنتج ان قيم معدل سماكة المادة الطابعية (بالملم) في الطابع الإفرادي عموماً كانت أكبر من القيمة المعيارية لسماكة المادة الطابعية (1.5 ملم) في مجموعة الطابع الإفرادية العلوية المصنّعة بالطريقة التقليدية من عينة البحث.

#### ◀ دراسة تأثير طريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة في قيم معدل سماكة المادة الطابعية في عينة البحث وفقاً للمنطقة المدروسة:

- تم إجراء اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط معدل سماكة المادة الطابعية (بالملم) بين مجموعة الطابع الإفرادية العلوية المصمّمة بالحاسوب والمصنّعة بطابعية ثلاثية الأبعاد ومجموعة الطابع الإفرادية العلوية المصنّعة بالطريقة التقليدية في عينة البحث وفقاً للمنطقة المدروسة كما يلي:
- إحصاءات وصفية:

جدول 7 يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لقيم معدل سماكة المادة الطابعية (بالملم) في عينة البحث وفقاً لطريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة.

المتغير المدروس = معدل سماكة المادة الطابعية (بالملم)							
الحد الأعلى	الحد الأدنى	الخطأ المعياري	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	عدد الطابع الإفرادية العلوية	طريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة	المنطقة المدروسة
1.59	1.52	0.01	0.025	1.566	10	طابع إفرادي علوي مصمّم بالحاسوب ومصنّع بطابعية ثلاثية الأبعاد	في المنطقة الأمامية
1.61	1.51	0.01	0.034	1.555	10	طابع إفرادي علوي مصنّع بالطريقة التقليدية	
1.6	1.51	0.01	0.029	1.553	10	طابع إفرادي علوي مصمّم بالحاسوب ومصنّع بطابعية ثلاثية الأبعاد	في المنطقة الخلفية (منطقة السدّ الخلفي)
1.88	1.72	0.02	0.057	1.794	10	طابع إفرادي علوي مصنّع بالطريقة التقليدية	



مخطط 6 يمثل المتوسط الحسابي لقيم معدل سماكة المادة الطابعية (بالملم) في عينة البحث وفقاً لطريقة تصنيع الطابع الإفراي العلوي المتبعة والمنطقة المدروسة.

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

جدول 8 يبين نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط معدل سماكة المادة الطابعية (بالملم) بين مجموعة الطابع الإفراي العلوية المصمّمة بالحاسوب والمصنّعة بطابعية ثلاثية الأبعاد ومجموعة الطابع الإفراي العلوية المصنّعة بالطريقة التقليدية في عينة البحث وفقاً للمنطقة المدروسة.

المتغير المدروس = معدل سماكة المادة الطابعية (بالملم)				
المنطقة المدروسة	الفرق بين المتوسطين	قيمة t المحسوبة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
في المنطقة الأمامية	0.011	0.823	0.421	لا توجد فروق دالة
في المنطقة الخلفية (منطقة السدّ الخلفي)	-0.241	-11.878	0.000	توجد فروق دالة

يبين الجدول أعلاه ان قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 في مجموعة القياسات المُجرّاة في المنطقة الأمامية، أي انه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق دالة إحصائياً في متوسط قيم معدل سماكة المادة الطابعية (بالملم) في المنطقة الأمامية بين مجموعة الطابع الإفراي العلوية المصمّمة بالحاسوب والمصنّعة بطابعية ثلاثية الأبعاد ومجموعة الطابع الإفراي العلوية المصنّعة بالطريقة التقليدية في عينة البحث.

أما في مجموعة القياسات المُجرّاة في المنطقة الخلفية (منطقة السدّ الخلفي) فيُلاحظ ان قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05، أي انه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق دالة

إحصائياً في متوسط كل من معدل سماكة المادة الطابعية (بالملم) في المنطقة الأمامية ومعدل سماكة المادة الطابعية (بالملم) في المنطقة الخلفية (منطقة السدّ الخلفي) بين مجموعة الطوابع الإفرادية العلوية المصمّمة بالحاسوب والمصنّعة بطابعية ثلاثية الأبعاد ومجموعة الطوابع الإفرادية العلوية المصنّعة بالطريقة التقليدية في عينة البحث، وبما ان الإشارة الجبرية للفروق بين المتوسطات سالبة نستنتج ان قيم كل من معدل سماكة المادة الطابعية (بالملم) في المنطقة الأمامية ومعدل سماكة المادة الطابعية (بالملم) في المنطقة الخلفية (منطقة السدّ الخلفي) في مجموعة الطوابع الإفرادية العلوية المصمّمة بالحاسوب والمصنّعة بطابعية ثلاثية الأبعاد كانت أصغر منها في مجموعة الطوابع الإفرادية العلوية المصنّعة بالطريقة التقليدية في عينة البحث.

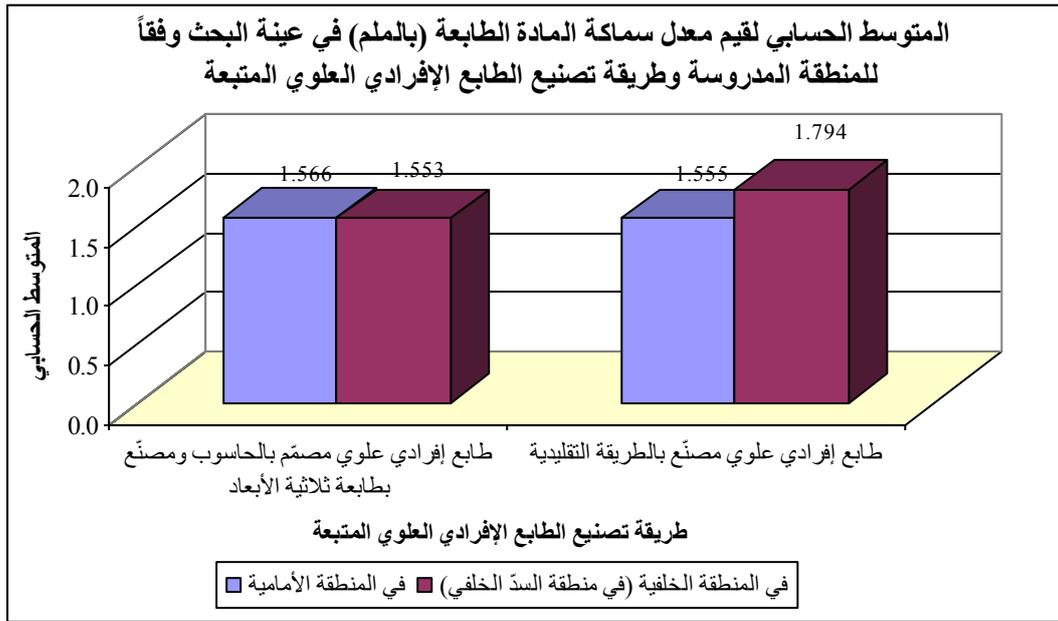
◀ دراسة تأثير المنطقة المدروسة في قيم معدل سماكة المادة الطابعية في عينة البحث وفقاً لطريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة:

- تم إجراء اختبار T ستينودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في قيم معدل سماكة المادة الطابعية (بالملم) بين مجموعة القياسات المُجرّاة في المنطقة الأمامية ومجموعة القياسات المُجرّاة في المنطقة الخلفية (منطقة السدّ الخلفي) في عينة البحث وفقاً لطريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة كما يلي:

- إحصاءات وصفية:

جدول 9 يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لقيم معدل سماكة المادة الطابعية (بالملم) في عينة البحث وفقاً للمنطقة المدروسة وطريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة.

المتغير المدروس = معدل سماكة المادة الطابعية (بالملم)							
الحد الأعلى	الحد الأدنى	الخطأ المعياري	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	عدد الطوابع الإفرادية العلوية	المنطقة المدروسة	طريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة
1.59	1.52	0.008	0.025	1.566	10	في المنطقة الأمامية	طابع إفرادي علوي مصمّم بالحاسوب ومصنّع بطابعية ثلاثية الأبعاد
1.6	1.51	0.009	0.029	1.553	10	في المنطقة الخلفية	
1.61	1.51	0.011	0.034	1.555	10	في المنطقة الأمامية	طابع إفرادي علوي مصنّع بالطريقة التقليدية
1.88	1.72	0.018	0.057	1.794	10	في المنطقة الخلفية	



مخطط 7 يمثل المتوسط الحسابي لقيم معدل سماكة المادة الطابعية (بالملم) في عينة البحث وفقاً للمنطقة المدروسة وطريقة تصنيع الطابع الإفراي العلوي المتبعة.

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

جدول 10 يبين نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في قيم معدل سماكة المادة الطابعية (بالملم) بين مجموعة القياسات المُجرّاة في المنطقة الأمامية ومجموعة القياسات المُجرّاة في المنطقة الخلفية (منطقة السّد الخلفي) في عينة البحث وفقاً لطريقة تصنيع الطابع الإفراي العلوي المتبعة.

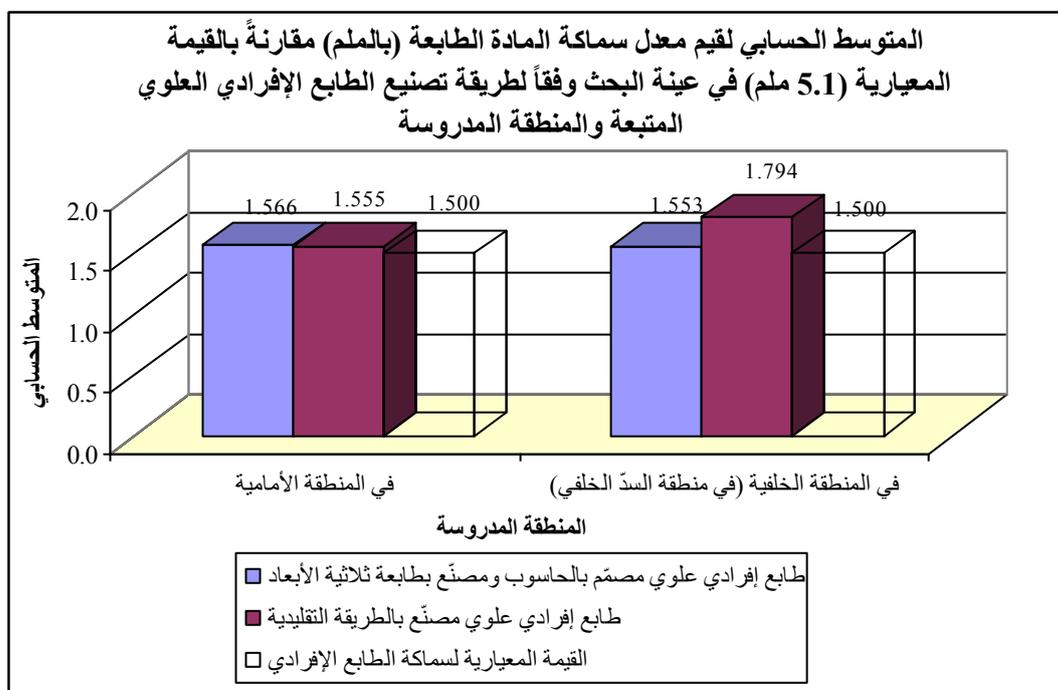
المتغير المدروس = معدل سماكة المادة الطابعية (بالملم)				
طريقة تصنيع الطابع الإفراي العلوي المتبعة	الفرق بين المتوسطين	قيمة t المحسوبة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
طابع إفراي علوي مصمّم بالحاسوب ومصنّع بطابعية ثلاثية الأبعاد	0.013	1.080	0.295	لا توجد فروق دالة
طابع إفراي علوي مصنّع بالطريقة التقليدية	-0.239	-11.324	0.000	توجد فروق دالة

يبين الجدول أعلاه ان قيمة مستوى الدلالة أكبر بكثير من القيمة 0.05 في مجموعة الطابع الإفراي العلوي المصمّم بالحاسوب والمصنّع بطابعية ثلاثية الأبعاد، أي انه عند مستوى الثقة 95% لا توجد فروق دالة إحصائياً في متوسط معدل سماكة المادة الطابعية (بالملم) بين مجموعة القياسات المُجرّاة في المنطقة الأمامية ومجموعة القياسات المُجرّاة في المنطقة الخلفية (منطقة السّد الخلفي) في مجموعة الطابع الإفراي العلوي المصمّم بالحاسوب والمصنّع بطابعية ثلاثية الأبعاد من عينة البحث.

أما في مجموعة الطوابع الإفرادية العلوية المصنّعة بالطريقة التقليدية فيُلاحظ ان قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05، أي انه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق دالة إحصائياً في متوسط معدل سماكة المادة الطابعة (بالملم) بين مجموعة القياسات المُجرّاة في المنطقة الأمامية ومجموعة القياسات المُجرّاة في المنطقة الخلفية (منطقة السدّ الخلفي) في مجموعة الطوابع الإفرادية العلوية المصنّعة بالطريقة التقليدية من عينة البحث، وبما ان الإشارة الجبرية للفرق بين المتوسطين سالبة نستنتج ان قيم معدل سماكة المادة الطابعة (بالملم) في مجموعة القياسات المُجرّاة في المنطقة الأمامية كانت أصغر منها في مجموعة القياسات المُجرّاة في المنطقة الخلفية (منطقة السدّ الخلفي) في مجموعة الطوابع الإفرادية العلوية المصنّعة بالطريقة التقليدية من عينة البحث.

◀ دراسة دلالة الفروق بين القيمة المعيارية لسماكة المادة الطابعة (1.5 ملم) وقيم معدل سماكة المادة الطابعة في عينة البحث وفقاً لطريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة والمنطقة المدروسة:

- تم إجراء اختبار T ستودنت للعينة الوحيدة لدراسة دلالة الفروق بين القيمة المعيارية لسماكة المادة الطابعة (1.5 ملم) ومتوسط معدل سماكة المادة الطابعة (بالملم) في عينة البحث وفقاً لطريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة والمنطقة المدروسة كما يلي:



مخطط 8 يمثل المتوسط الحسابي لقيم معدل سماكة المادة الطابعة (بالملم) مقارنةً بالقيمة المعيارية لسماكة المادة الطابعة في عينة البحث وفقاً لطريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة والمنطقة المدروسة.

- نتائج اختبار T ستيودنت للعينة الوحيدة:

جدول 11 يبين نتائج اختبار T ستيودنت للعينة الوحيدة لدراسة دلالة الفروق بين القيمة المعيارية لسماكة المادة الطابعية (1.5 ملم) ومتوسط معدل سماكة المادة الطابعية (بالملم) في عينة البحث وفقاً لطريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة والمنطقة المدروسة.

المتغير المدروس = معدل سماكة المادة الطابعية (بالملم)، القيمة المعيارية = 1.5 ملم					
المنطقة المدروسة	طريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة	الفرق بين القيمة المعيارية والمتوسط	قيمة t المحسوبة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
في المنطقة الأمامية	طابع إفرادي علوي مصمّم بالحاسوب ومصنّع بطابعية ثلاثية الأبعاد	0.066	8.489	0.000	<u>توجد فروق دالة</u>
	طابع إفرادي علوي مصنّع بالطريقة التقليدية	0.055	5.056	0.001	<u>توجد فروق دالة</u>
في المنطقة الخلفية (منطقة السدّ الخلفي)	طابع إفرادي علوي مصمّم بالحاسوب ومصنّع بطابعية ثلاثية الأبعاد	0.053	5.764	0.000	<u>توجد فروق دالة</u>
	طابع إفرادي علوي مصنّع بالطريقة التقليدية	0.294	16.255	0.000	<u>توجد فروق دالة</u>

يبين الجدول أعلاه ان قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05 مهما كانت طريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة ومهما كانت المنطقة المدروسة، أي انه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق دالة إحصائياً بين القيمة المعيارية لسماكة المادة الطابعية (1.5 ملم) ومتوسط معدل سماكة المادة الطابعية (بالملم) مهما كانت طريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة ومهما كانت المنطقة المدروسة، وبما ان الإشارة الجبرية للفروق بين القيمة المعيارية (1.5 ملم) ومتوسط معدل سماكة المادة الطابعية (بالملم) كانت موجبة نستنتج ان قيم معدل سماكة المادة الطابعية (بالملم) كانت أكبر من القيمة المعيارية لسماكة المادة الطابعية (1.5 ملم) مهما كانت طريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة ومهما كانت المنطقة المدروسة في عينة البحث.

## 4.2.2 دراسة مدة تصنيع الطابع الإفرادي الكلية (بالدقائق) في عينة البحث:

المتوسط الحسابي للمتغيرات المتعلقة بمدة تصنيع الطابع الإفرادي في عينة

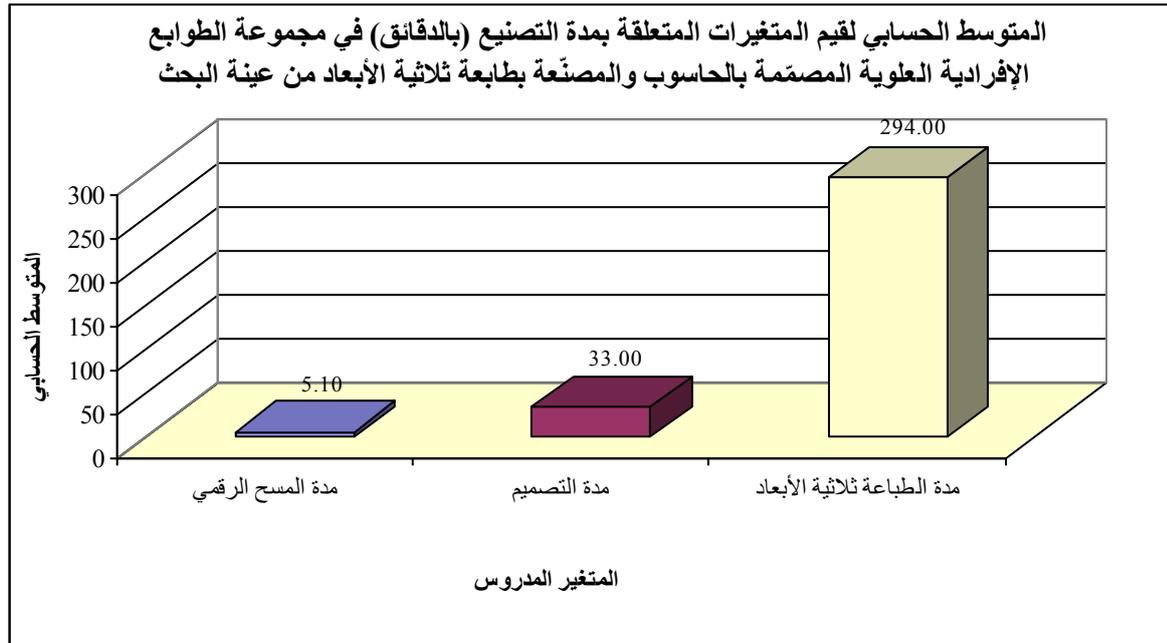
البحث:

المتوسط الحسابي لقيم المتغيرات المتعلقة بمدة التصنيع في مجموعة الطابع الإفرادية

العلوية المصممة بالحاسوب والمصنعة بطابعة ثلاثية الأبعاد من عينة البحث:

جدول 12 يبين الحد الأدنى والحد الأعلى والمتوسط الحسابي والانحراف المعياري لقيم المتغيرات المتعلقة بمدة التصنيع (بالدقائق) في مجموعة الطابع الإفرادية العلوية المصممة بالحاسوب والمصنعة بطابعة ثلاثية الأبعاد من عينة البحث.

طريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة = طابع إفرادي علوي مصمّم بالحاسوب ومصنّع بطابعة ثلاثية الأبعاد					
المتغير المدروس	عدد الطابع الإفرادية	الحد الأدنى	الحد الأعلى	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
مدة المسح الرقمي (بالدقائق)	10	4	7	5.10	0.88
مدة التصميم (بالدقائق)	10	30	36	33.00	2.16
مدة الطباعة ثلاثية الأبعاد (بالدقائق)	10	245	335	294.00	30.67

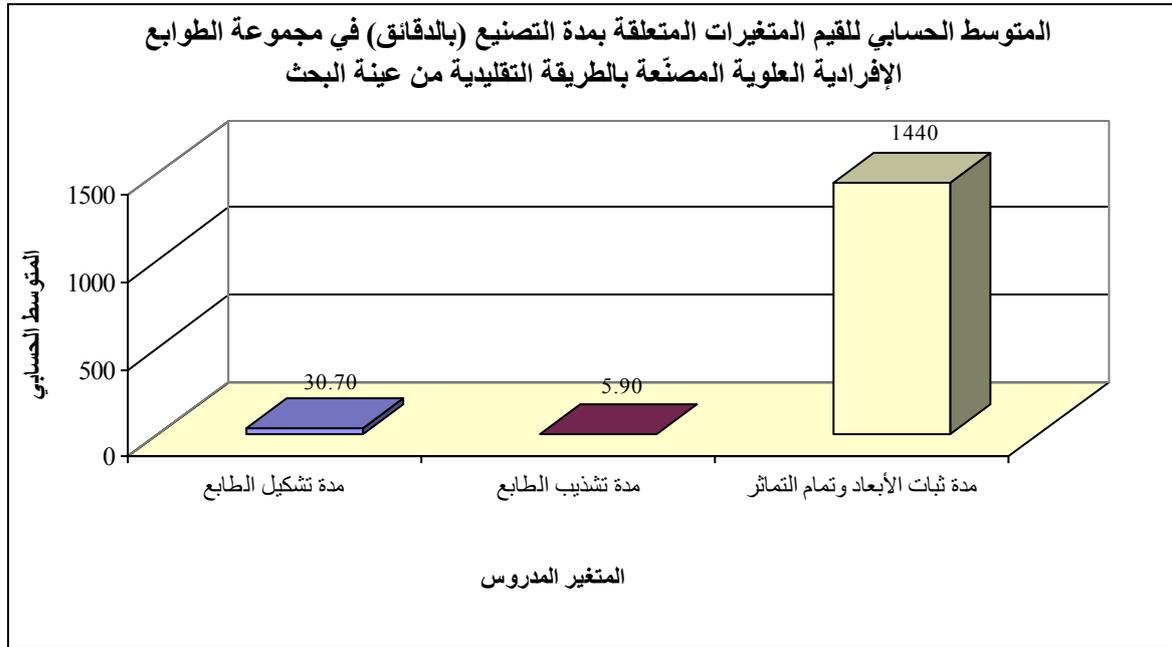


مخطط 9 يمثل المتوسط الحسابي لقيم المتغيرات المتعلقة بمدة التصنيع (بالدقائق) في مجموعة الطابع الإفرادية العلوية المصممة بالحاسوب والمصنعة بطابعة ثلاثية الأبعاد من عينة البحث.

◀ المتوسط الحسابي لقيم المتغيرات المتعلقة بمدة التصنيع في مجموعة الطابع الإفرادية العلوية المصنعة بالطريقة التقليدية من عينة البحث:

جدول 13 يبين الحد الأدنى والحد الأعلى والمتوسط الحسابي والانحراف المعياري لقيم المتغيرات المتعلقة بمدة التصنيع (بالدقائق) في مجموعة الطابع الإفرادية العلوية المصنعة بالطريقة التقليدية من عينة البحث.

طريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة = طابع إفرادي علوي مصمّم بالحاسوب ومصنّع بطابعة ثلاثية الأبعاد					
المتغير المدروس	عدد الطابع الإفرادية	الحد الأدنى	الحد الأعلى	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
مدة تشكيل الطابع (بالدقائق)	10	25	34	30.70	2.75
مدة تشذيب الطابع (بالدقائق)	10	5	8	5.90	0.99
مدة ثبات الأبعاد وتماثل التماثل (بالدقائق)	10	1440	1440	1440	0



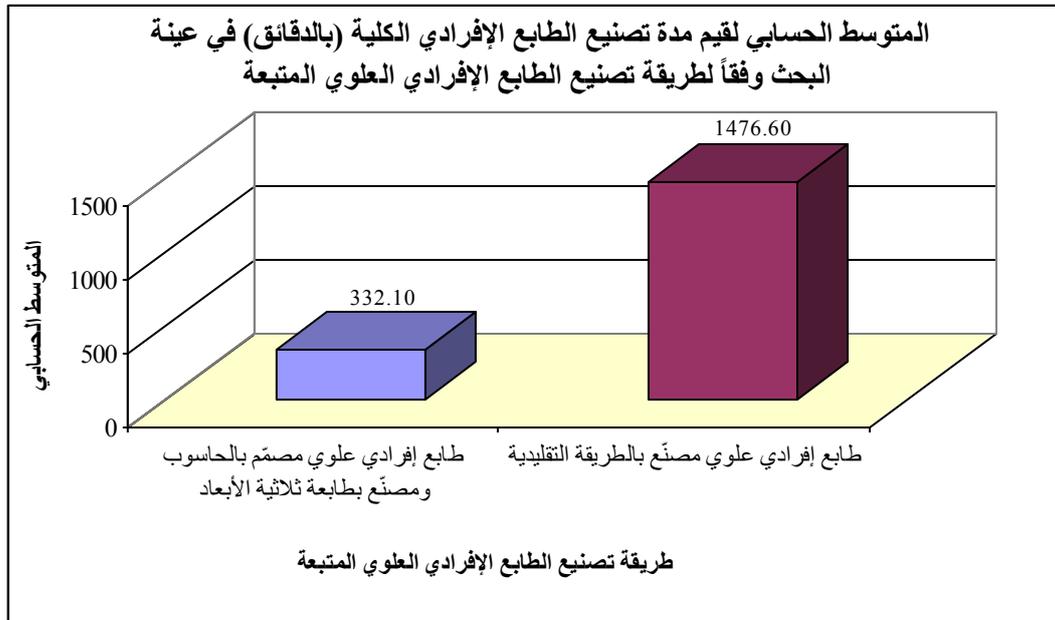
مخطط 10 يمثل المتوسط الحسابي لقيم المتغيرات المتعلقة بمدة التصنيع (بالدقائق) في مجموعة الطابع الإفرادية العلوية المصنعة بالطريقة التقليدية من عينة البحث.

◀ دراسة تأثير طريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة في قيم مدة تصنيع الطابع الإفرادي الكلية في عينة البحث:

- تم إجراء اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط مدة تصنيع الطابع الإفرادي الكلية (بالدقائق) بين مجموعة الطابع الإفرادية العلوية المصممة بالحاسوب والمصنعة بطابعة ثلاثية الأبعاد ومجموعة الطابع الإفرادية العلوية المصنعة بالطريقة التقليدية في عينة البحث كما يلي:
- إحصاءات وصفية:

جدول 14 يبين المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والخطأ المعياري والحد الأدنى والحد الأعلى لقيم مدة تصنيع الطابع الإفرادي الكلية (بالدقائق) في عينة البحث وفقاً لطريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة.

المتغير المدروس = مدة تصنيع الطابع الإفرادي الكلية (بالدقائق)						
الحد الأعلى	الحد الأدنى	الخطأ المعياري	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	عدد الطابع الإفرادية العلوية	طريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة
375	281	10.09	31.90	332.10	10	طابع إفرادي علوي مصمّم بالحاسوب ومصنّع بطابعة ثلاثية الأبعاد
1479	1471	0.86	2.72	1476.60	10	طابع إفرادي علوي مصنّع بالطريقة التقليدية



مخطط 11 يمثل المتوسط الحسابي لقيم مدة تصنيع الطابع الإفرادي الكلية (بالدقائق) في عينة البحث وفقاً لطريقة تصنيع الطابع الإفرادي العلوي المتبعة.

- نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة:

جدول 15 يبين نتائج اختبار T ستيودنت للعينات المستقلة لدراسة دلالة الفروق في متوسط مدة تصنيع الطابع الإفرادي الكلية (بالدقائق) بين مجموعة الطابع الإفرادية العلوية المصممة بالحاسوب والمصنعة بطابعة ثلاثية الأبعاد ومجموعة الطابع الإفرادية العلوية المصنعة بالطريقة التقليدية في عينة البحث.

المتغير المدروس = مدة تصنيع الطابع الإفرادي الكلية (بالدقائق)			
الفرق بين المتوسطين	قيمة t المحسوبة	قيمة مستوى الدلالة	دلالة الفروق
-1144.50	-113.032	0.000	<u>توجد فروق دالة</u>

يبين الجدول أعلاه ان قيمة مستوى الدلالة أصغر بكثير من القيمة 0.05، أي انه عند مستوى الثقة 95% توجد فروق دالة إحصائياً في متوسط قيم مدة تصنيع الطابع الإفرادي الكلية (بالدقائق) بين مجموعة الطابع الإفرادية العلوية المصممة بالحاسوب والمصنعة بطابعة ثلاثية الأبعاد ومجموعة الطابع الإفرادية العلوية المصنعة بالطريقة التقليدية في عينة البحث، وبما ان الإشارة الجبرية للفرق بين المتوسطين سالبة نستنتج ان قيم مدة تصنيع الطابع الإفرادي الكلية (بالدقائق) في مجموعة الطابع الإفرادية العلوية المصممة بالحاسوب والمصنعة بطابعة ثلاثية الأبعاد كانت أصغر منها في مجموعة الطابع الإفرادية العلوية المصنعة بالطريقة التقليدية في عينة البحث.

## الباب الخامس: المناقشة

### Chapter Five: Discussion

عند صنع أي تعويض فان دقة الطابع الإفرادي تعتبر من العوامل المهمة التي تجعل من العوض عوضاً مناسباً، ويتم تقييم الطابع الإفرادي من خلال الطبعة النهائية وسماكة المادة الطابعة.

### 5.1 مناقشة عينة البحث:

تم إجراء البحث على عينة تألفت من 10مرضى، وهذا العدد من وجهة نظر إحصائية يسمح بالخروج بنتيجة منطقية على أقل تقدير، وقد استخدم هذا العدد في عدة دراسات مثل (Wang and

(Sadr, Ghasemi et al. 2020)(Chen, Yang et al. 2016) Su 2021)

ومن جانب آخر تراوحت أعمار المرضى بين 47 و 70 عاماً بمتوسط عمر 58 سنة، غالباً ما يتمتع المرضى في هذه الفئة العمرية بحالة صحية جيدة، تمكنهم من الالتزام بالمواعيد المطلوبة لصنع الجهاز التعويضي الكامل وإجراء القياسات المطلوبة بغرض البحث، وكذلك بقدرتهم على التواصل مع الطبيب (أي القدرة على فهم التعليمات الموجهة إليهم خلال مراحل صنع الجهاز).

هذا وقد تم توحيد شروط اختيار المرضى للوصول إلى نتيجة منطقية موثوق بها من هذا البحث وهذه الشروط هي:

1. تم إجراء آخر قلع قبل مدة لا تقل عن (6 أشهر)، وذلك لان معظم الامتصاص العظمي يحصل خلال الأشهر الستة الأولى التالية لقلع الأسنان. (Lin, Pan (Hansson and Halldin 2012) et al. 2019)

2. لا يعاني هؤلاء المرضى من أية أمراض جهازية عامة، وذلك لتحديد دور هذه الأمراض وتأثيرها على البنى والتراكيب الفموية والحركات الفكية (كالسكري الذي يزيد من امتصاص العظم السنخي، ويضعف من مقاومة الغشاء المخاطي، أو ارتفاع الهرمون الدرقي Parathyroid

(Hormone) الذي يُعتبر من العوامل المؤثرة على امتصاص العظم السنخي). (Baylink,

(Maeda and Wood 1989)Wergedal et al. 1974)

3. ان يتمتع هؤلاء المرضى بصحة فموية جيدة من حيث غياب الالتهابات الفموية (فمثلاً وجود

بعض التقرحات الفموية قد يخلق صعوبة للمريض وللطبيب عند كل عملية إدخال وإخراج للطوابع

الإفرادية). (Smith Jr 1975)(Funakoshi, Fujita et al. 1976)

4. ان يكون حجم وشكل القوس السنخي المتبقي جيداً. (Deepak, (Bansal and Palaskar 2008)

Karthikeyan et al. 2003)

5. ان يكون اللعاب طبيعياً من حيث الكمية والنوعية، والمرضى غير معالجين بالأشعة أو

المعالجات الكيماوية، فإذا كان المريض على سبيل المثال يعاني من جفاف الفم، وذلك لكون

لزوجة اللعاب وسيولته تؤثر في فاعلية الالتصاق الذي يؤثر في دقة الطبعة النهائية. (Arslan,

Orhan et al. 2009) (الشعراني and وزير 2005-2006)

تم اختيار مرضى درد كامل علوي لخصوصية الدرد عن الأسنان حيث يكون الجهاز الكامل

مدعوما نسيجياً ولذلك نحتاج طبعة نهائية دقيقة. (Johnson and Wood 2012)

## 5.2 مناقشة طرائق البحث:

يعتبر استخدام الراتنج الأكريلي ذاتي التماثر الأكثر انتشارا واستخداما في صنع الطوابع الإفرادية

لذلك فقد كان المادة المختارة لصناعة الطوابع الإفرادية في هذه الدراسة. (Boucher 2004,

Anusavice, Anusavice et al. 2012)

تم توحيد المسافة للمادة الطابعة في كلا الطريقتين التقليدية والمحوسبة عن طريق الطبقة الشمعة

ذات السماكة 1.5 في الطريقة التقليدية وتم تصميم الطابع في الطريقة المحوسبة بحيث يترك فراغا

مقدراه 1.5 ملم للمادة الطابعة بما يتناسب مع المادة الطابعة المستخدمة في هذا البحث. (Nissan,

Gross et al. 2002) (Jain and Dhanraj 2016) (Li, Ma et al. 2022)

تم توحيد اماكن الصدمات في كلتا الطريقتين حيث اعتمد على الاماكن المرجعية التقليدية

للسدمات بحيث يكون موقعها الصدمات الامامية بين الضاحك الاول والثاني الصدمات الخلفية

بين الرحى الاولى والثانية. (الشعراني, السعدي 2014 et al.)

يمتاز مطاط بولي فينيل سيلوكسان بثبات أبعاده و دقته العالية عند أخذ الطبقات النهائية و

أشارت الدراسات الى أن استخدام الاصق الخاص بهذا المطاط يحقق دقة الانطباق وزيادة

الالتصاق مع الطابع (Chee and Donovan 1992) (Mandikos 1998)

تم عمل مسح ثلاثي الأبعاد للطبعات النهائية بدون صبها بالجبس اختصارا للوقت وللتخلص من

مساوئ الجبس وتغير الأبعاد الناتج عنه. (Sun, Chen et al. 2017)

تم إراحة المرضى لمدة 20 دقيقة قبل أخذ الطبعة النهائية الثانية لنسمح للانسجة التي انضغطت

لتعود لشكلها الطبيعي (Sun, Chen et al. 2017)

تم تثبيت الطابع على جهاز المسح بواسطة قاعدة من المطاط القاسي بحيث يكون الطابع في وضع افقي مع جهاز المسح وقابل لإعادة التموضع بنفس الوضع من أجل ان يكون الطابع على مسافة ثابتة من منبع الضوء. (Sun, Chen et al. 2017)

تم تصنيع الطابع الأكريلية التقليدية قبل 24 ساعة وذلك لضمان التماثر وثبات الأبعاد بالنسبة للاكريل ذاتي التماثر. (Stackhouse 1976) (Pagniano, Scheid et al. 1982)

تم اختيار برنامج Meshmixer لتصميم الطابع حيث يعتبر برنامج مفتوح المصدر وسهل التعامل معه ويسمح بمختلف التعديلات التي يتطلبها تصميم الطابع الإفرادي. (Tavakolizadeh, Razaghi et al. 2020) (Figueras-Alvarez, Real-Voltas et al. 2020)

تم استخدام طابعة ثلاثية الأبعاد نوع FDM لانتشارها ودقتها وسهولة العمل بها ورخص ثمنها مقارنة بباقي انواع الطابعات ثلاثية الأبعاد. (Rungrojwittayakul, Chen, Yang et al. 2016) (Kan et al. 2020) (Qu, Du et al. 2019)

تم استخدام برنامج GOM Inspect الذي قام بتحليل الصور ثلاثية الأبعاد التي تم اخذها بواسطة الجهاز الماسح لقياس المسافات بين المادة الطابعة وسطح الطابع الإفرادي ومقارنتها مع القيمة المرجعية للسماكة المادة الطابعة. (Schmidt, Dent et al. 2019) (Ender, Zimmermann et al. 2021)

## 5.3 مناقشة النتائج:

### 5.3.1 مناقشة تأثير معدل سماكة المادة المطبوعة على مجمل الطابع العلوي:

أظهرت نتائج الجدولين (6 و 7) أنه لا يوجد فروق ذات دلالة إحصائية بين سماكة المادة المطبوعة على مجمل الطابع العلوي في الطابع المحوسب والقيمة المرجعية، بينما كان هناك فروق ذات دلالة إحصائية بين الطابع التقليدي والقيمة المرجعية.

وهذه النتائج تقودنا إلى أنه يمكن تصميم الطابع الإفرادي العلوي بالحاسوب وطباعته بالطابعة ثلاثية الأبعاد ومما يحقق ثبات في أبعاد الطابع وثبات في أبعاد المادة المطبوعة. ويعزى ذلك إلى ثبات أبعاد مادة PLA المستخدمة في طباعة الطابع المحوسب على عكس الراتنج ذاتي التماثر حيث يحدث له تقلص تماثري مما يؤثر على ثبات الأبعاد، تتفق نتائج هذه الدراسة مع دراسات كل من Chen و Deng و Sun

(Chen, Yang et al. 2016, Sun, Chen et al. 2017, Deng, Chen et al. 2019)

والتي أكدت على تفوق الطابع المحوسب على الطابع المصنوع بالطريقة اليدوية.

اختلفت نتائجنا مع دراسة (Kinra, Kinra et al. 2012) حيث بينت دراستهم أفضلية الطابع التقليدي على الطابع المحوسب ويعود سبب الاختلاف إلى قيامهم بالدراسة على مرضى يعانون من متلازمة صغر الفم حيث قاموا بتصنيع الطابع التقليدي على جزئين، في حين أن دراستنا شملت مرضى سليمين لا يعانون من مشاكل في حجم الفك.

أظهرت نتائج الجدولين رقم (10 و 11) انه يوجد فروق ذات دلالة احصائية في متوسط سماكة المادة الطابعة في المنطقة الخلفية من الطابع في الطابع الإفرادي التقليدي مع القيمة المعيارية، بينما لم توجد فروق ذات دلالة احصائية في متوسط سماكة المادة الطابعة في المنطقة الخلفية من الطابع في الطابع المحوسب مع القيمة المعيارية، ولم توجد فروق ذات دلالة احصائية في متوسط سماكة المادة الطابعة في كل من الطابع المحوسب و الطابع التقليدي مع القيمة المعيارية في المنطقة الأمامية. يعود ذلك الى ثبات ابعاد الطابع المحوسب و النقلص التماثري الحاصل في الراتنج ذاتي التماثر و خصوصا في المناطق الحرة كالمناطق الخلفية من الطابع كونها متبدلة و قابلة للانضغاط، بينما لم يحدث تغير في المنطقة الأمامية في كلتا الطريقتين كونها منطقة ذات نسج صلبة وغير قابلة للانضغاط. (Thongthammachat, Moore et al. 2002)

اتفقت نتائج دراستنا مع دراسة (Russo, (Wang and Su 2021) (Sadr, Ghasemi et al. 2020) (Liu, Di et al. 2019) (Cicciù, Fiorillo et al. 2020) (Caradonna et al. 2020) حيث اظهرت نتائج دراستهم ان الطريقة المحوسبة في صنع الطابع الإفرادي تفوقت على الطريقة التقليدية من حيث ثبات سماكة المادة الطابعة في كل مناطق الطابع.

اختلفت نتائجنا مع دراسة (Mitchell and Damele 1970) حيث بينت دراستهم حدوث تشوه في الطبعة النهائية بغض النظر عن طريقة صنع الطابع الإفرادي، ويمكن ان يعود سبب الاختلاف ان دراستهم تمت على مثال معدني بشكل مخبري و تصميم الطابع لا يحوي صدمات ولا يعطي سماكة موحدة للمادة الطابعة وإمكانية حركة الطابع الإفرادي على الدعامات حيث لا يوجد دليل لإعادة الطابع لمكانه المناسب.

### 5.3.2 مناقشة مدة تصنيع الطابع الإفرادي

أظهرت نتائج الجدول (15) وجود فروق ذات دلالة احصائية في متوسط قيم مدة تصنيع الطابع الإفرادي الكلية في مجموعة الطابع الإفرادية العلوية المحوسبة ومجموعة الطابع الإفرادية العلوية المصنعة بالطريقة التقليدية في عينة البحث وهذه النتائج تقودنا الى ان الطابع المحوسب أسرع في التصنيع وبالتالي فان الطريقة المحوسبة توفر الجهد والوقت على الطبيب. وحيث ان الوقت الكلي المستغرق في تصنيع الطابع المحوسب يعتبر طويلا نسبيا الا ان التدخل البشري من الطبيب يستغرق 5 دقائق للمسح الرقمي و 10 دقائق للتصميم اما باقي الوقت فيتم بشكل ألي ينجزه كل من الطابعة ثلاثية الابعاد و الحاسوب. وهو ما اتفقت نتائج دراستنا مع دراسة كل من (Chen, Zhao et al. 2016)(Cicciù, Fiorillo et al. 2020)(Wei, Chen et al. 2017)

و كما ان الوقت المستغرق في تصنيع الطابع المحوسب يتعلق بشكل مباشر بمدى حداثة كل من جهاز المسح ثلاثي الابعاد و الحاسوب المرتبط به و برامج التصميم و مدى تطور الطابعة ثلاثية الأبعاد و دقتها (Chen, Yang et al. 2016)

## الباب السادس: الاستنتاجات

### Chapter Six: Conclusions

ضمن حدود هذا البحث، واستناداً إلى النتائج التي توصلنا إليها يمكننا استنتاج ما يلي:

- أبدت الطابع الإفرادية المصنوعة من الراتنج الأكريلي ذاتي التماثر تغيراً في الأبعاد ذا دلالة إحصائية أكبر مقارنة بالطابع المصممة بالحاسوب والمصنعة بالطابعة ثلاثية.
- احتاجت الطابع الإفرادية المصممة بالحاسوب والمصنعة بالطابعة ثلاثية الأبعاد وقتاً أقل في التصنيع من الطابع التقليدية.
- كانت تغير الأبعاد في كلتا الطريقتين يتركز في المنطقة الخلفية من الطابع وأكثر وضوحاً في الطابع التقليدية.
- كانت سماكة المادة الطابعة في الطابع المصممة بالحاسوب والمصنعة بالطابعة ثلاثية أكثر تجانساً ومثابرة للقيمة المرجعية التي اعتمدت في تصميم الطابع.

## الباب السّابع: التّوصيات والمقترحات

### Chapter Seven: Recommendations and Suggestions

## 7.1 التوصيات:

استناداً إلى ما توصلنا إليه من نتائج في بحثنا هذا، يمكننا ان نوصي بما يلي:

نوصي باستخدام الحاسوب في تصميم الطابع الإفرادية واستخدام الطابعة ثلاثية الابعاد في تصنيع الطابع الإفرادية لاختصارها الوقت وتجنبنا التعامل مع رائحة الراتنج الأكريلي ذاتي التماثر المزعجة بالإضافة لدقته العالية.

## 7.2 المقترحات:

من خلال مراجعتنا الأدبية السنّية، وما توصلنا إليه من نتائج في بحثنا هذا، يمكننا ان نقترح إجراء المزيد من الأبحاث حول المواضيع التّالية:

- إجراء دراسة سريرية مماثلة للدراسة السابقة على مرضى الدرد الجزئي.
- المقارنة مع دراسة باستخدام الماسح داخل الفموي.
- إجراء دراسة باستخدام مواد مختلفة من مواد الطباعة ثلاثية الأبعاد.
- إجراء دراسة يتم فيها مقارنة البرامج مفتوحة المصدر والبرامج المخصصة لطب الأسنان في تصميم الطابع الإفرادي.

المُلخَص

**Abstract**

## المخلص

### المقدمة:

يعتمد نجاح التعويض النهائي على نجاح جميع المراحل والإجراءات والخطوات السريرية التي يمر بها صنع التعويض، بما في ذلك الطبعة النهائية التي تشمل طبعة النسيج التي سوف يستقر عليها الجهاز والتفاصيل التشريحية المؤدية لاستقرار الجهاز، ليكون التعويض النهائي مطابقاً لشكل النسيج الفموية لدى المريض، لذلك فقد تم الاهتمام بالطابع الإفرادية لما لها من أهمية كبيرة تؤثر على نجاح التعويض.

### الهدف:

الهدف من البحث هو انشاء ومقارنة طريقة تصنيع الطابع الإفرادية لمرضى الدرد الكامل العلوي، ومقارنة الوقت المستغرق في صنع الطابع الإفرادية وتقييم سماكة المادة الطابعة في الطبعة النهائية الناتجة باستخدام تقنيات التصميم بمساعدة الحاسوب وتقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد، والتغلب على سلبيات المواد التقليدية.

### المواد والطرائق:

شملت عينة البحث 10 مرضى درد كامل علوي تراوحت أعمارهم بين 47-70 سنة، تم اختيارهم وفق معايير محددة، تم اخذ طبعة اولية لكل مريض بواسطة الألجينات، ثم تم تصنيع طابعين افرادين لكل مريض بطريقتين، الطريقة الأولى الطريقة التقليدية باستخدام الراتنج ذاتي التماس، الطريقة الثانية باستخدام الحاسوب والطباعة ثلاثية الأبعاد، حيث تم مسح ثلاثي الأبعاد للمثال الجبسي الأولي ثم تم تصميم الطابع الإفرادي باستخدام الحاسوب عبر برنامج Meshmixer وتمت طباعته باستخدام طباعة ثلاثية الأبعاد تعمل بمبدأ التلدين الحراري، ثم تم اخذ طبعة نهائية للمريض بكلا الطابعين باستخدام مطاط بولي فينيل سيلوكسان، ثم تم عمل مسح ثلاثي الأبعاد للطبعات النهائية و الطابع بكلا الطريقتين وتحليل البيانات بواسطة برنامج GOM Inspect على الحاسوب لدراسة سماكة المادة الطابعة، كما تم تسجيل الوقت المستغرق في تصنيع الطابع.

تم تحليل النتائج باستخدام اختبار T ستودنت للعينات المستقلة، واعتمد مستوى الثقة 95%.

### النتائج:

اظهرت النتائج انه لا يوجد فروق ذات دلالة احصائية بين سماكة المادة الطابعة على مجمل الطابع العلوي في الطابع المحسوب والقيمة المرجعية بينما كان هناك فروق ذات دلالة احصائية بين الطابع التقليدي والقيمة المرجعية.

كما أظهرت النتائج انه يوجد فروق ذات دلالة احصائية في متوسط قيم مدة تصنيع الطابع الإفرادي الكلية في مجموعة الطابع الإفرادية العلوية المحسوبة ومجموعة الطابع الإفرادية العلوية المصنعة بالطريقة التقليدية في عينة البحث وهذه النتائج تقودنا الى ان الطابع المحسوب أسرع في التصنيع وبالتالي فان الطريقة المحسوبة توفر الجهد

والوقت ع الطيب.

### الاستنتاجات:

يمكن تصميم الطابع الإفرادى بواسطة الحاسوب باستخدام برامج مفتوحة المصدر حيث اعطى نتائج ذات موثوقية ومشابهة للطريقة التقليدية، وكانت سماكة المادة الطابعة فى الطابع المصممة بالحاسوب والمصنعة بالطابعة ثلاثية أكثر تجانسا ومشابهة للقيمة المرجعية التي اعتمدت فى تصميم الطابع، احتاجت الطابع الإفرادية المصممة بالحاسوب والمصنعة بالطابعة ثلاثية الأبعاد وقتا أقل فى التصنيع من الطابع التقليدية.

### الكلمات المفتاحية:

الرد الكامل، الطابع الإفرادى، الطابعة ثلاثية الأبعاد، المسح ثلاثى الأبعاد، الطبعة النهائية، الراتنج الأكريلي ذاتى التماثر.

## Abstract

### **:Introduction**

The precise morphology of the tissue surface and the appropriate extension range are key factors of the impression. Achievement of an excellent prognosis for a complete denture treatment requires four key steps: impression and cast of the edentulous jaw, the maxillomandibular relationship recording, design and manufacture of the complete denture and clinical try-in. Of these, accurate impressions provide the foundation for complete denture restoration and are closely related to the dentures, retention and stability

### **Aim:**

This study aimed to evaluate a method for manufacture of custom trays for edentulous jaws using computer aided design and three-dimensional printer technologies.

### **Materials and methods:**

A digital method for design the custom trays for edentulous jaws was established. The tissue surface data of ten edentulous patients maxillary plaster models were obtained using a 3D scanner, which was used to design the digital custom tray in a reverse engineering software. The designed tray was printed by a 3D FDM printing device. Another ten hand-made custom trays were produced as control. Both 3D printed custom trays and hand-made made ones were used to take final impressions from edentulous patients. The 3-dimensional surface data of impression and custom trays was scanned to evaluate the accuracy of the impression material thickness while the difference between digitally made trays and hand-made trays were analyzed. The data obtained was statistically analyzed using Student's independent T-test, Chi Square Test and Mann-Whitney U test. The level of confidence was set at 95%.

### **Results:**

The results showed that impressions from 3D printed custom trays had better thickness distribution than that of hand-made ones.

Custom trays made of self-curing acrylic resin showed a greater change in dimensions compared to the computer designed and 3-printed trays.

### **Conclusion:**

With 3D scanning, CAD and 3D Printing technology, an efficient method of custom tray production was established, which achieved a high reproducibility and accuracy.

### **Keywords:**

CAD/3D Printer, FDM, Custom tray, Impression

# الباب الثَّامن: المراجع

## Chapter Eight: References

- 1) Abdel-Azim, T., A. Zandinejad, M. Metz and D. Morton (2015). "Maxillary and mandibular rehabilitation in the esthetic zone using a digital impression technique and CAD/CAM-fabricated prostheses: a multidisciplinary clinical report." Operative dentistry **40**:356-350 :(4)
- 2) Alan B. Carr and D. T. Brown "McCracken's REMOVABLE PARTIAL PROSTHODONTICS".
- 3) Alsandi, Q., M. Ikeda, T. Nikaido, Y. Tsuchida, A. Sadr, N. Yui, T. Suzuki and J. Tagami (2019). "Evaluation of mechanical properties of new elastomer material applicable for dental 3D printer." J Mech Behav Biomed Mater **100**: 103390.
- 4) Anderson, G. C., J. K. Schulte and T. G. Arnold (1988). "Dimensional stability of injection and conventional processing of denture base acrylic resin." Journal of Prosthetic Dentistry **6**:398-394 :(3)0
- 5) Anitha, R., S. Arunachalam and P. Radhakrishnan (2001). "Critical parameters influencing the quality of prototypes in fused deposition modelling." Journal of Materials Processing Technology **118**(1-3): 385-388.
- 6) Anusavice, K. J., K. J. Anusavice and H. R. Rawls (2012). "Philip's Dental materials".
- 7) Arslan, A., K. Orhan, C. Canpolat, C. Delilbasi and S. Dural (2009). "Impact of xerostomia on oral complaints in a group of elderly Turkish removable denture wearers." Archives of gerontology and geriatrics **49**(2): 263-267.
- 8) Athanasiou, K. A., G. G. Niederauer and C. M. Agrawal (1996). "Sterilization, toxicity, biocompatibility and clinical applications of polylactic acid/polyglycolic acid copolymers." Biomaterials **17**(2): 93-102.
- 9) Baker, P. S. and K. B. Frazier (1999). "Water immersion procedure for making light-cured custom trays with wax spacers." The Journal of prosthetic dentistry **82**(6): 714-715.
- 10) Bansal, S. and J. Palaskar (2008). "Critical evaluation of various methods of recording centric jaw relation." The Journal of Indian Prosthodontic Society **8**(4): 185.
- 11) Baylink, D. J., J. E. Wergedal, K. Yamamoto and E. Manzke (1974). "Systemic factors in alveolar bone loss." The Journal of Prosthetic Dentistry **31**(5): 486-505.
- 12) Bomberg, T., R. Hatch and W. Hoffman Jr (1985). "Impression material thickness in stock and custom trays." The Journal of Prosthetic Dentistry **54**(2): 170-172.
- 13) Bonsor, S. J. and G. Pearson (2012). A clinical guide to applied dental materials, Elsevier Health Sciences.
- 14) Bonsor, S. J. and G. J. Pearson (2012). "A Clinical Guide to Applied Dental Materials".
- 15) Boucher, C. O. (2004). "Complete denture prosthodontics—The state of the art." Journal of Prosthetic Dentistry **92**(4): 309-315.
- 16) Breeding, L. C., D. L. Dixon and J. P. Moseley (1994). "Custom impression trays: Part I—Mechanical properties." The Journal of prosthetic dentistry **71**(1): 31-34.

- 17) Burton, J., J. Hood, D. Plunkett and S. Johnson (1989). "The effects of disposable and custommade impression trays on the accuracy of impressions." Journal of dentistry **17**(3): 121-123.
- 18) Chee, W. W. and T. E. Donovan (1992). "Polyvinyl siloxane impression materials: a review of properties and techniques." The Journal of prosthetic dentistry **68**(5): 728-732.
- 19) Chen, H., X. Yang, L. Chen, Y. Wang and Y. Sun (201" ).(6Application of FDM three-dimensional printing technology in the digital manufacture of custom edentulous mandible trays." Sci Rep **6**: 19207.
- 20) Chen, H., T. Zhao, Y. Wang and Y. Sun (2016). "Computer aided design and 3-dimensional printing for the production of custom trays of maxillary edentulous jaws based on 3-dimensional scan of primary impression." Beijing da xue xue bao. Yi xue ban= Journal of Peking University. Health Sciences **48**(5): 900-904.
- 21) Ciccì, M., L. Fiorillo, C. D'Amico, D. Gambino, E. M .Amantia, L. Laino, S. Crimi, P. Campagna, A. Bianchi and A. S. Herford (2020). "3D Digital Impression Systems Compared with Traditional Techniques in Dentistry: A Recent Data Systematic Review." Materials **13**(8): 1982.
- 22) Craig, R. and L. Marcus (1997). " Restoration dental materials .10th ed.1997.Mosby.Madrid.11: 281-330.
- 23) "
- 24) Deepak, N., R. Karthikeyan and B. Vinaya (2003). "Text book of prosthodontics." New Delhi: Jaypee: 210-217.
- 25) Deng, K., H. Chen, R. Li, L. Li, Y. Wang, Y. Zhou and Y. Sun (2019). "Clinical evaluation of tissue stops on 3D-printed custom trays." Sci Rep **9**(1): 1807.
- 26) Deng, K., H. Chen, Y. Zhao, Y. Zhou, Y. Wang and Y. Sun (2018). "Evaluation of adaptation of the polylactic acid pattern of maxillary complete dentures fabricated by fused deposition modelling technology: A pilot study." PLoS One **13**(8): e0201777.
- 27) Dixon, D. L., L. C. Breeding and J. P. Moseley (1994). "Custom impression trays. Part II: Removal forces." The Journal of Prosthetic Dentistry **71**(3): 316-318.
- 28) Eames, W., J. Sieweke, S. Wallace and L. Rogers (1979). "Elastomeric impression materials: effect of bulk on accuracy." The Journal of prosthetic dentistry **41**(3): 304-307.
- 29) Ender, A. and A. Mehl (2013). "Accuracy of complete-arch dental impressions: a new method of measuring trueness and precision." The Journal of prosthetic dentistry **109**(2): 121-128.
- 30) Ender, A., M. Zimmermann and A. Mehl (2019). "Accuracy of complete-and partial-arch impressions of actual intraoral scanning systems in vitro." International journal of computerized dentistry **22**(1): 11-19.
- 31) Fehling, A. W., R. A. Hesby and G. B. Pelleu (1986). "Dimensional stability of autopolymerizing acrylic resin impression trays." Journal of prosthetic dentistry **55**(5): 592-597.
- 32) Figueras-Alvarez, O., F. Real-Voltas, K. S. Vitomir, I .Filip, L. Vojkan, Đ. Igor, P. Lukasz, L. Lepidi, C. Suriano and H.-L. Wang (2020). "Straightforward procedure

- for fabricating a digital cast from a conventional impression with a dental scanner and a free software program." The Journal of Prosthetic Dentistry.
- 33) Fiorenza, L., R. Yong, S. Ranjitkar, T. Hughes, M. Quayle, P. G. McMenamin, J. Kaidonis, G. C. Townsend and J. W. Adams (2018). "Technical note: The use of 3D printing in dental anthropology collections." Am J Phys Anthropol **167**(2): 400-406.
- 34) Funakoshi, M., N. Fujita and S. Takehana (1976). "Relations between occlusal interference and jaw muscle activities in response to changes in head position." Journal of dental research **55**(4): 684-690.
- 35) Furnish, G., T. O'Toole and J. Von Fraunhofer (1983). "The polymerization of acrylic resin orthodontic prostheses." Journal of Prosthetic Dentistry **49**(2): 276-278.
- 36) Goldfogel, M., W. Harvey and D. Winter (1985). "Dimensional change of acrylic resin tray materials." The Journal of prosthetic dentistry **54**(2): 284-286.
- 37) Hansson, S. and A. Halldin (2012). "Alveolar ridge resorption after tooth extraction: A consequence of a fundamental principle of bone physiology." Journal of dental biomechanics **3**.
- 38) Heckman, T., R. Kalb and S. Nallan (2020). "3Dscanner".
- 39) Hitge, M. L., P. J. Torfs and D. D. Bicanic (1991). "A novel approach to the distortion assessment of denture impression trays." Journal of biomechanics **24**(10): 961-967.
- 40) Hoods-Moonsammy, V. J. (2014). "A comparison of the accuracy of polyether, polyvinyl siloxane, and plaster impression for long span implant supported prostheses".
- 41) Hoyos, A. and K.-J. Söderholm (2011). "Influence of Tray Rigidity and Impression Technique on Accuracy of Polyvinyl Siloxane Impressions." International Journal of Prosthodontics **24**.(1)
- 42) Jagger ,R. G. and A. Okdeh (1995). "Thermoforming polymethyl methacrylate." The journal of prosthetic dentistry **74**(5): 542-545.
- 43) Jain, A. R. and M. Dhanraj (2016). "A clinical review of spacer design for conventional complete denture." Biology and Medicine **8**.1 :(5)
- 44) Jeong, Y. G., W. S. Lee and K. B. Lee (2018). "Accuracy evaluation of dental models manufactured by CAD/CAM milling method and 3D printing method." J Adv Prosthodont **10**(3): 245-251.
- 45) Jo, A., M. Kanazawa, Y. Sato, M. Iwaki, N. Akiba and S. Minakuchi (201" ).(5A randomized controlled trial of the different impression methods for the complete denture fabrication: Patient reported outcomes." Journal of dentistry **43**(8): 989-996.
- 46) Johnson, T. and D. J. Wood (2012). "Techniques in Complete Denture Technology".
- 47) Johnston, J. F., R. W. Phillips and R. W. Dykema (1971). Modern practice in crown and bridge prosthodontics, WB Saunders Company.
- 48) Kamio, T., K. Hayashi, T. Onda, T. Takaki, T. Shibahara, T. Yakushiji, T. Shibui and H. Kato (2018). "Utilizing a low-cost desktop 3D printer to develop a "one-stop

- 3D printing lab" for oral and maxillofacial surgery and dentistry fields." 3D Print Med **4**(1): 6.
- 49) Kessler, A., M. Reymus, R. Hickel and K. H. Kunzelmann (2019). "Three-body wear of 3D printed temporary materials." Dent Mater **35**(12): 1805-1812.
- 50) Khan, S. B. (2007). Mechanical and handling properties of light-cured acrylic resin custom tray material, University of the Western Cape.
- 51) Kihara, H., S. Sugawara, J. Yokota, K. Takafuji, S. Fukazawa, A. Tamada, W. Hatakeyama and H. Kondo (2021). "Applications of three-dimensional printers in prosthetic dentistry." Journal of Oral Science **63**(3): 212-216.
- 52) Kim, H.-K., I.-T. Chang, S.-J. Heo and J.-Y. Koak (2001). "The effects of custom tray material on the accuracy of master cast reproduction".
- 53) Kinra, M., M. Kinra, A. Kalra, A. Nagpal and V. Kapoor (2012). "Custom Impression Trays In Prosthodontics-Clinical Guidelines." Indian Journal of Dental Sciences **4**.
- 54) Konta, A. A., M. García-Piña and D. R. Serrano (2017). "Personalised 3D printed medicines: which techniques and polymers are more successful?" Bioengineering **4**(4): 79.
- 55) Kulkarni, N. B., G. S. Manoj and V. D. Shah (2021). "3D Printing Pen: A Novel Adjunct for Indirect Bonding." The Journal of Contemporary Dental Practice **22**(8): 964-968-
- 56) Kumar, S., U. V. Gandhi and S. Banerjee (2014). "An in vitro study of the bond strength of five adhesives used for vinyl polysiloxane impression materials and tray materials." The Journal of Indian Prosthodontic Society **14**(1): 61-66.
- 57) Li, H., K. Ma ,Y. Sun and H. Chen (2022). "Design parameters of polylactic acid custom trays manufactured by fused deposition modeling for partial edentulism: Consideration of the accuracy of the definitive cast." The Journal of Prosthetic Dentistry **127**(2): 288. e281-28 .8e211.
- 58) Li, T., J. Aspler, A. Kingsland, L. M. Cormier and X. Zou (2016). "3d printing—a review of technologies, markets, and opportunities for the forest industry." J. Sci. Technol. For. Prod. Process **5**(2): 30.
- 59) Lin, H. K., Y. H. Pan, E. Salamanca, Y. T .Lin and W. J. Chang (2019). "Prevention of bone resorption by ha/β-tcp+ collagen composite after tooth extraction: A case series." International Journal of Environmental Research and Public Health **16**(23): 4616.
- 60) Liu, Y., W. Bai, X. Cheng, J. Tian, D. Wei ,Y. Sun and P. Di (2021). "Effects of printing layer thickness on mechanical properties of 3D-printed custom trays." The Journal of Prosthetic Dentistry **126**(5): 671. e671-671. e677.
- 61) Liu, Y., P. Di, Y. Zhao, Q. Hao, J. Tian and H. Cui (2019). "Accuracy of multi-implant impressions using 3D-printing custom trays and splinting versus conventional techniques for complete arches." Int J Oral Maxillofac Implants **34**(4): 1007-1014.
- 62) Maeda, Y. and W. Wood (1989). "Finite element method simulation of bone resorption beneath a complete denture." Journal of dental research **68**(9): 1370-1373.

- 63) Mandikos, M. N. (1998). "Polyvinyl siloxane impression materials: an update on clinical use." Australian dental journal **43**(6): 428-434.
- 64) Mangano, F., A. Gandolfi, G. Luongo and S. Logozzo (2017). "Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature." BMC oral health **17**(1): 149-149.
- 65) Marro, A., T. Bandukwala and W. Mak (2016). "Three-dimensional printing and medical imaging: a review of the methods and applications." Current problems in diagnostic radiology **45**(1): 2-9.
- 66) Martin, N., H. K. Bell, L. P. Longman and C. M. King (2003). "Orofacial reaction to methacrylates in dental materials: a clinical report." The Journal of prosthetic dentistry **90**(3): 225-227.
- 67) Maruo, Y., G. Nishigawa, M. Oka, S. Minagi, M. Irie and K. Suzuki (2007). "Tensile bond strength between custom tray and elastomeric impression material." Dental materials journal **26**(3): 323-328.
- 68) Masri, G., R. Mortada, H. Ounsi, N. Alharbi, P. Boulos and Z. Salameh .(2020) "Adaptation of complete denture base fabricated by conventional, milling, and 3-d printing techniques: An in vitro study." J Contemp Dent Pract **21**(4): 367-371.
- 69) Mendez, A. J. (1985). "The influence of impression trays on the accuracy of stone casts poured from irreversible hydrocolloid impressions." Journal of Prosthetic Dentistry **54**(3): 383-388.
- 70) Millstein, P., A. Maya and C. Segura (1998). "Determining the accuracy of stock and custom tray impression/casts." Journal of oral rehabilitation **25**(8): 64-5 .648
- 71) Mitchell, J. V. and J. J. Damele (1970). "Influence of tray design upon elastic impression materials." The Journal of Prosthetic Dentistry **23**(1): 51-57.
- 72) Moser, N., P. Santander and A. Quast (2018). "From 3D imaging to 3D printing in dentistry-a practical guide." International Journal of Computerized Dentistry **21**(4): 345-356.
- 73) Nissan, J., M. Gross, A. Shifman and D. Assif (2002). "Effect of wash bulk on the accuracy of polyvinyl siloxane putty-wash impressions." Journal of oral rehabilitation **29**:361-357 :(4)
- 74) O'Toole, T., G. Furnish and J. Von Fraunhofer (1985). "Linear distortion of acrylic resin." Journal of Prosthetic Dentistry **53**(1): 53-55.
- 75) Ohno, K., T. Kawahara and S. Tadokoro (2009). Development of 3D laser scanner for measuring uniform and dense 3D shapes of static objects in dynamic environment. 2008 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics, IEEE.
- 76) Pagniano, R. P., R. C. Scheid, R. L. Clowson, R. O. Dagefoerde and L. D. Zardiackas (1982). "Linear dimensional change of acrylic resins used in the fabrication of custom trays." Journal of Prosthetic Dentistry **47**(3): 279-283.
- 77) Panda, B. K. and S. Sahoo (2019). "Thermo-mechanical modeling and validation of stress field during laser powder bed fusion of AlSi10Mg built part." Results in Physics **12**: 1372-1381.

- 78) Payne, J. and B. Pereira (1992). "Bond strength of three nonaqueous elastomeric impression materials to a light-activated resin tray." International Journal of Prosthodontics **5**.(1)
- 79) Przybytek, A., I. Gubańska, J. Kucińska-Lipka and H. Janik (2018). "Polyurethanes as a Potential Medical-Grade Filament for Use in Fused Deposition Modeling 3D Printers—a Brief Review." Fibres & Textiles in Eastern Europe.
- 80) Pucci, J. U., B. R. Christophe, J. A. Sisti and E. S. Connolly, Jr. (2017). "Three-dimensional printing: technologies, applications, and limitations in neurosurgery." Biotechnol Adv **35**(5): 521-529.
- 81) Qu, F., X. Du and W. C. Liu (2019). "3D-printed custom trays with a Gothic arch for centric relation recording and definitive impression making for complete dentures: A dental technique." J Prosthet Dent **121**(1): 32-36.
- 82) Rao, S., R. Chowdhary and S. Mahoorkar (2010). "A systematic review of impression technique for conventional complete denture." The Journal of Indian Prosthodontic Society **10**.111-105 :(2)
- 83) Rueda, L. J., J. T. Sy-Muñoz, W. P. Naylor, C. J. Goodacre and M. L. Swartz (1996). "The effect of using custom or stock trays on the accuracy of gypsum casts." International Journal of Prosthodontics **9**.(4)
- 84) Rungrojwittayakul, O., J. Y. Kan, K .Shiozaki, R. S. Swamidass, B. J. Goodacre, C. J. Goodacre and J. L. Lozada (2020). "Accuracy of 3D Printed Models Created by Two Technologies of Printers with Different Designs of Model Base." J Prosthodont **29**(2): 124-128.
- 85) Russo, L. L., G. Caradonna, G .Troiano, A. Salamini, L. Guida and D. Ciavarella (2020). "Three-dimensional differences between intraoral scans and conventional impressions of edentulous jaws: a clinical study." The Journal of Prosthetic Dentistry **123**(2): 264-268.
- 86) Sadr, K., S. Ghasemi and A. H. Garjan (2020). "Adaptation of Custom Trays Fabricated Using CAD/3D Printer and Manual Techniques." International Journal of Pharmaceutical and Phytopharmacological Research (eIJPPR) **10**(3): 36.
- 87) Sander, I. M., M. T. McGoldrick, M. N. Helms, A. Betts, A. van Avermaete, E. Owers, E. Doney, T. Liepert, G. Niebur, D. Liepert and W. M. Leevy (2017). "Three-dimensional printing of X-ray computed tomography datasets with multiple materials using open-source data processing." Anat Sci Educ **10**(4): 383-391.
- 88) Schmidt, A., M. Dent, C. R. Benedickt, M. A. Schlenz, P. Rehmann and B. Wöstmann (2021). "Accuracy of Four Different Intraoral Scanners According to Different Preparation Geometries." The International Journal of Prosthodontics.
- 89) Scott, A., W. Egner, D. Gawkrödger, P. Hatton, M. Sherriff, R. Van Noort, C. Yeoman and J. Grummitt (2004). "The national survey of adverse reactions to dental materials in the UK: a preliminary study by the UK Adverse Reactions Reporting Project." British dental journal **196**.477-471 :(8)

- 90) Setz, J., W. Lin and J. Geis-Gerstorfer (1989). "Profilometric studies on the surface reproduction of dental impression materials." Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift **44**(8): 587-589.
- 91) Shafa, S., Z. Zaree and R. Mosharraf (2008). "The effects of custom tray material on the accuracy of master casts." J Contemp Dent Pract **9**(6): 49-56.
- 92) Shay, K., J. E. Grasso and K. S. Barrack "The Complete Denture Prosthesis: Clinical and Laboratory Applications-The Patient Analog, Part 1: Final Impressions".
- 93) Shillingburg, H. T., S. Hobo, L. D. Whitsett, R. Jacobi and S. Brackett (1997). Fundamentals of fixed prosthodontics, Quintessence Publishing Company.
- 94) Smith Jr, H. F. (1975). "A comparison of empirical centric relation records with location of terminal hinge axis and apex of the gothic arch tracing." The Journal of Prosthetic Dentistry **33**(5): 511-520.
- 95) Smith, P., R. Richmond and J. McCord (1999). "The design and use of special trays in prosthodontics: guidelines to improve clinical effectiveness." British dental journal **187**(8): 423-426.
- 96) Soto-Álvarez, C., G. Fonseca, J. Viciano, I. Alemán, J. Rojas-Torres, M. Zúñiga and S. López-Lázaro (2020). "Reliability, reproducibility and validity of the conventional buccolingual and mesiodistal measurements on 3D dental digital models obtained from intra-oral 3D scanner." Archives of oral biology **109**: 104575.
- 97) Stackhouse, J. (1976). "Dimensional change of custom acrylic impression trays." Journal of the New Jersey Dental Association **47**(4): 28-29.
- 98) Sun, Y., H. Chen, H. Li, K. Deng, T. Zhao, Y. Wang and Y. Zhou (2017). "Clinical evaluation of final impressions from three-dimensional printed custom trays." Sci Rep **7**(1): 14958.
- 99) Tavakolizadeh, S., M. J. Razaghi, P. Pakravan, M. S. Monfared, E. Beyabanaki and R. Ghozeizi (2020). "Effect of multiple pouring on the accuracy of casts made using 3D-printed custom trays with different spacer thicknesses: A research study." Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects **14**(1): 37.
- 100) Terry, D. A., O. Tric, M. Blatz and J. O. Burgess (2010). "The custom impression tray: fabrication and utilization." Dent Today **29**: 132-134.
- 101) Thongthammachat, S., B. K. Moore, M. T. Barco, S. Hovijitra, D. T. Brown and C. J. Andres (2002). "Dimensional accuracy of dental casts: influence of tray material, impression material, and time." Journal of Prosthodontics **11**(2): 98-108.
- 102) Tregerman, I., W. Renne, A. Kelly and D. Wilson (2019). "Evaluation of removable partial denture frameworks fabricated using 3 different techniques." The Journal of Prosthetic Dentistry **122**(4): 390-395.
- 103) Valderhaug, J. and F. Fløystrand (1984). "Dimensional stability of elastomeric impression materials in custom-made and stock trays." The Journal of prosthetic dentistry **52**(4): 514-517.

- 104) Wang, X. and J. Su (2021). "Evaluation of precision of custom edentulous trays fabricated with 3D printing technologies." Int J Prosthodont **34**: 109-117.
- 105) Wassell, R. and H. Abuasi (1992). "Laboratory assessment of impression accuracy by clinical simulation." Journal of Dentistry **20**(2): 108-114.
- 106) Wei ,L., H. Chen, Y. Zhou, Y. Sun and S. Pan (2017). "Evaluation of production and clinical working time of computer-aided design/computer-aided manufacturing (CAD/CAM) custom trays for complete denture." Beijing da xue xue bao. Yi xue ban= Journal of Peking University. Health Sciences **49**(1): 86-91.
- 107) Wirz, J., K. Jaeger and F. Schmidli (1990). "Light-polymerized materials for custom impression trays." International Journal of Prosthodontics **3**.(1)
- 108) Zarb, G., J. HOBKIRK, S. ECKERT and R. JACOB (2013). "Prosthodontic treatment for edentulous patients 13th Edition." St. Louis: Mosby: 153-154.
- 109) السائيس, س. (2003). "المواد السنية التعويضية".
- 110) ع. المصطفى (2014). "التعويضات and الشعراني, إ. م. السعدي, ع. سلوم السنية المتحركة- 1- منشورات جامعة دمشق 2014".
- 111) غ. وزير (2006-2005). "التعويضات المتحركة الكاملة و الشعراني, إ. التعويضات الوجهية الفكبية(2) دمشق منشورات جامعة دمشق (2006-2005)".

## الباب التاسع: الملحقات

## Chapter Nine: Appendices

بطاقة الموافقة الخطية على المشاركة في البحث

رقم المريض في الدراسة: .....

عنوان الدراسة:

دراسة سريرية مقارنة بين الطابع الإفرادى العلوى المصمم بالحاسوب والمصنع بالطابعة ثلاثية الأبعاد والطابع الإفرادى التقليدى

اسم الطبيب الباحث: نصر كشكية

1- انا أؤكد على اننى قمت بقراءة وفهم ورقة المعلومات بتاريخ .....

والمعلقة بالدراسة المذكورة وقد أعطيت لي الفرصة لطرح الأسئلة.

2- انا أتفهم ان مشاركتي طوعية وان لي حرية الانسحاب من الدراسة دون إعطاء أسباب

ومن دون التأثير على مستوى العناية المقدمة لي.

3- انا أتفهم ان المعلومات الطبية الخاصة بي قد يتم الاطلاع عليها من قبل الأطباء

المسؤولين في كلية طب الأسنان بجامعة حماة وان الصور المأخوذة لي قد يتم عرضها

كاملة في متن البحث أو في المقالات العلمية أو العروض التقديمية العلمية وبدون

أخفاء أي جزء من الوجه.

4- انا أوافق على المشاركة في الدراسة المذكورة .

اسم المريض:

التوقيع:

التوقيع:

التاريخ:

202 / / التاريخ

بطاقة الموافقة الخطية على المشاركة في البحث

رقم المريض في الدراسة: .....

عنوان الدراسة:

دراسة سريرية مقارنة بين الطابع الإفرادي العلوي المصمم بالحاسوب  
و المصنع بالطابعة ثلاثية الأبعاد و الطابع الإفرادي التقليدي.

اسم الطبيب الباحث: نصر كشكبة

1- أنا أؤكد على أنني قمت بقراءة وفهم ورقة المعلومات بتاريخ   
و المتعلقة بالدراسة المذكورة وقد أعطيت لي الفرصة لطرح الأسئلة.

2- أنا أتفهم أن مشاركتي طوعية وأن لي حرية الانسحاب من الدراسة دون إعطاء أسباب ومن دون التأثير على مستوى العناية المقدمة لي.

3- أنا أتفهم أن المعلومات الطبية الخاصة بي قد يتم الاطلاع عليها من قبل الأطباء المسؤولين في كلية طب الأسنان بجامعة حماة وأن الصور المأخوذة لي قد يتم عرضها كاملة في متن البحث أو في المقالات العلمية أو العروض التقديمية العلمية وبدون أخفاء أي جزء من الوجه.

4- أنا أوافق على المشاركة في الدراسة المذكورة.

اسم المريض:

التوقيع: نصر كشكبة

التاريخ 2021/4/13

Syrian Arab Republic  
Ministry of High Education and  
Scientific Research  
Hama University  
Faculty of Dentistry  
Removable Prosthodontics Department



## **A Comparative Clinical Study Between Upper Individual Tray Designed by Computer and Fabricated by 3D Printer and Traditional Individual Tray**

Scientific research to Acquire the Master degree in Dentistry

(Removable prosthodontics)

Prepared By:

**NASR MOHAMMAD KHER KESHKIEA**

Supervisor:

**Dr. Fadi Al-haji Jnaid**

Consultant in prosthetic dentistry (Ph.D)

Head of Removable prosthodontics Department

**1444-2022**